FORSCHUNGSINITIATIVE Zukunft BAU

F 2756/1

Uwe Dombrowski, Sibylle Hennersdorf, Mustafa Celik, Sebastian Weckenborg, Tim Mielke, Carsten Roth, Antje Voigt, Regina Sonntag, Werner Kaag, Christian Laviola, Sima Rustom

Planungsleitfaden Zukunft Industriebau

Ganzheitliche Integration und Optimierung des Planungs- und Realisierungsprozesses für zukunftsweisende und nachhaltige Industriegebäude

Teil A: Einleitung

Teil B: Szenariotechnik

Teil C: Lebenszyklusbetrachtung

Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung
im Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung

Fraunhofer IRB Verlag

F 2756/1

Bei dieser Veröffentlichung handelt es sich um die Kopie des Abschlußberichtes einer vom Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung -BMVBS- im Rahmen der Forschungsinitiative »Zukunft Bau« geförderten Forschungsarbeit. Die in dieser Forschungsarbeit enthaltenen Darstellungen und Empfehlungen geben die fachlichen Auffassungen der Verfasser wieder. Diese werden hier unverändert wiedergegeben, sie geben nicht unbedingt die Meinung des Zuwendungsgebers oder des Herausgebers wieder.

Dieser Forschungsbericht wurde mit modernsten Hochleistungskopierern auf Einzelanfrage hergestellt.

Die Originalmanuskripte wurden reprotechnisch, jedoch nicht inhaltlich überarbeitet. Die Druckqualität hängt von der reprotechnischen Eignung des Originalmanuskriptes ab, das uns vom Autor bzw. von der Forschungsstelle zur Verfügung gestellt wurde.

© by Fraunhofer IRB Verlag

2011

ISBN 978-3-8167-8516-3

Vervielfältigung, auch auszugsweise,
nur mit ausdrücklicher Zustimmung des Verlages.

Fraunhofer IRB Verlag
Fraunhofer-Informationszentrum Raum und Bau

Postfach 80 04 69
70504 Stuttgart

Nobelstraße 12
70569 Stuttgart

Telefon 07 11 9 70 - 25 00
Telefax 07 11 9 70 - 25 08

E-Mail irb@irb.fraunhofer.de

www.baufachinformation.de

www.irb.fraunhofer.de/bauforschung

Schlussbericht **Planungsleitfaden Zukunft Industriebau**

Forschung an der Technischen Universität Braunschweig

„Ganzheitliche Integration und Optimierung des Planungs- und Realisierungsprozesses für zukunftsweisende und nachhaltige Industriegebäude“

Der Forschungsbericht wurde mit Mitteln der Forschungsinitiative Zukunft Bau des Bundesinstitutes für Bau-, Stadt- und Raumforschung gefördert. (Aktenzeichen: Z6 – 10.08.18.7 – 08.2 / II 2 – F20-07-69)
Die Verantwortung für den Inhalt des Berichts liegt beim Autor.

Technische Universität Braunschweig
IFU - Institut für Fabrikbetriebslehre und Unternehmensforschung

Prof. Dr. - Ing. Uwe Dombrowski
Dipl.-Wirtsch.-Ing. Sibylle Hennersdorf
Dipl.-Wirtsch.-Ing. Mustafa Celik
Dipl.-Wirtsch.-Ing. Sebastian Weckenborg
Tim Mielke, M. Eng.
Langer Kamp 19 | 38106 Braunschweig
tel. + 49 (0)531 391 2714 | fax. + 49 (0)531 391 8237
tim.mielke@tu-bs.de www.ifu.tu-bs.de

IIKE - Institut für Baukonstruktion und Industriebau
Abteilung Industriebau und konstruktives Entwerfen

Prof. Carsten Roth
Dipl.-Ing. Architektin Antje Voigt
Dipl.-Ing. Regina Sonntag RIBA
Pockelsstraße 3 | 38106 Braunschweig
tel. + 49 (0)531 391 2531 | fax. + 49 (0)531 391 5948
r.sonntag@tu-bs.de www.iike.tu-bs.de

IBK - Institut für Baukonstruktion und Industriebau
Abteilung Baukonstruktion

Prof. Werner Kaag
Dipl.-Ing. Architekt Christian Laviola
M. Arch. Architektin Sima Rustom
Schleinitzstraße 21b | 38106 Braunschweig
tel. + 49 (0)531 391 5944 | fax. + 49 (0)531 391 8117
ch.laviola@tu-bs.de www.kaag.tu-bs.de

Industriepartner:

Bauforumstahl (BFS) e.V.
Forschungsvereinigung der deutschen Beton- und Fertigteilindustrie e. V.
Gesamtverband Dämmstoffindustrie
Hochtief Construction AG
M+W Zander Group

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR

Übersicht

IFU - Technische Universität Braunschweig
Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR

A - Einleitung

B - Szenariotechnik im Industriebau

C - Lebenszyklusbetrachtung im Industriebau

D - Planungssystematik

E- Strukturen zukunftsfähiger Industriebauten

IFU - Technische Universität Braunschweig
Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR

Teil A
Einleitung

TU BRAUNSCHWEIG | IFU - INSTITUT FÜR FABRIKBETRIEBSLEHRE UND UNTERNEHMENSFORSCHUNG
Univ.-Prof. Dr.-Ing. Uwe Dombrowski

Dipl.-Wirtsch.-Ing. Mustafa Celik

Schlussbericht im Rahmen des Forschungsvorhabens „Planungsleitfaden Zukunft Industriebau“ - gefördert mit Mitteln der Forschungsinitiative Zukunft Bau | Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung

Schlussbericht Planungsleitfaden Zukunft Industriebau

Forschung an der Technischen Universität Braunschweig

TU BRAUNSCHWEIG | IFU - INSTITUT FÜR FABRIKBETRIEBSLEHRE UND UNTERNEHMENSFORSCHUNG
Univ.-Prof. Dr.-Ing. Uwe Dombrowski

Langer Kamp 19
38106 Braunschweig
www.ifu.tu-bs.de

Im Rahmen des Abschlussberichtes „Planungsleitfaden Zukunft Industriebau“, Aktenzeichen: Z6 - 10.08.18.7-08.2 / II 2 – F20-07-69, sind verwendete Abbildungen, Diagramme, Tabellen und Fotos als großes Bildzitat nach § 51 UrhG unter korrekter Quellenangabe zulässig. Eine gewinnbringende Veröffentlichung/Publikation ist aus urheberrechtlichen Gründen nicht zulässig.

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR

Inhalt

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR

A - Einleitung

A1 Projektübersicht 6

A2 Motivation 7

A3 Ziele 8
3.1 Ganzheitliche Integration der Disziplinen (1. Hauptziel) 8
3.2 Integration der Planungsphasen (2. Hauptziel) 9
3.3 Relevanz der Hauptziele 9
3.4 Erstellung eines Planungsleitfadens 9

A4 Arbeitsform 10

A5 Arbeitspakete 12

A6 Gliederung 14

A7 Verzeichnisse 15

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR

A Einleitung

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR

A Einleitung

A1 Projektübersicht

Das Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (BBR) fördert wissenschaftliche Forschungsvorhaben aus dem Bereich des Hochbaus, die den in der Ausschreibung des Programms genannten Zielen dienen und für die ein öffentliches Interesse besteht. Ziel der Forschungsinitiative „Zukunft Bau" ist es, die Wettbewerbsfähigkeit des deutschen Bauwesens im europäischen Binnenmarkt zu stärken und bestehende Defizite, insbesondere im Bereich technischer, baukultureller und organisatorischer Innovationen, zu beseitigen. Mit innovativen Techniken und Verfahren sowie durch die Verbesserung von Prozessen im Bauwesen sollen spürbare Beiträge zum nachhaltigen Bauen, zum zukunftsorientierten Bauen im Bestand, zur Verbesserung und Instandhaltung der Infrastruktur und zum Aufbau eines modernen „Leitbildes Bau" geleistet werden.

Vor diesem Hintergrund wurde die Forschungsarbeit „Ganzheitliche Integration und Optimierung des Planungs- und Realisierungsprozesses für zukunftsweisende und nachhaltige Industriegebäude", Kurztitel „Planungsleitfaden Zukunft Industriebau", Aktenzeichen Z6 – 10.08.18.7- 08.2 / II 2-F20-07-69 laut Zuwendungsbescheid von 18.04.2008, mit Mitteln der Forschungsinitiative „Zukunft Bau" des Bundesamtes für Bauwesen und Raumordnung bis zum 31.05.2010 gefördert. Die Forschungsarbeit ist keine Vertragsforschung für den Bund, sondern eine Eigenforschung des Zuwendungsempfängers.

Um die gesetzten Ziele zu erreichen und Synergien zu nutzen, haben Ingenieure und Architekten der TU Braunschweig als Forschungsteam interdisziplinär zusammengearbeitet. Seitens des Instituts für Baukonstruktion und Industriebau haben aus den beiden Abteilungen - Abteilung Industriebau und konstruktives Entwerfen (IIKE) sowie Abteilung Baukonstuktion (IBK) - Architekten an dem Forschungsprojekt gearbeitet. Die Ingenieure vom Institut für Fabrikbetriebslehre und Unternehmensforschung (IFU) befassten sich mit den fabrikplanerischen Aspekten und Fragestellungen des Projekts. Um einen Transfer der Forschungsergebnisse in die Praxis sicherzustellen sowie praxisnahe Erfahrungen in die Forschung einzubeziehen, wurde das Projekt in enger Kooperation mit Industrieunternehmen aus der Baubranche, Branchenverbänden und weiteren Forschungseinrichtungen durchgeführt. Namentlich zu erwähnen sind hier:

- Hochtief Constructions AG, Frankfurt am Main
- Bauforumstahl e.V., Düsseldorf
- M+W Group GmbH, Stuttgart
- Gesamtverband Dämmstoffindustrie (GDI), Berlin
- Forschungsvereinigung der deutschen Beton- und Fertigteilindustrie e.V., Berlin.

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR

A2 Motivation

Industriebetriebe sind durch den Konkurrenzdruck der globalisierten Märkte sich ständig ändernden Rahmenbedingungen und daraus resultierenden kürzeren Strategie- und Entscheidungszyklen unterworfen.

Daraus ergeben sich für den Industriebau neue Anforderungen: Flexibilität, Wandlungsfähigkeit und Reaktionsschnelligkeit als Basis für den langfristigen wirtschaftlichen Erfolg erfordern zukunftsfähige und nachhaltige Industriegebäude. Die bisher gängige Praxis kurzfristiger, den Änderungen der Produktion folgender Neubauten, Erweiterungen und Umbauten bedeutet vor diesem Hintergrund nicht nur eine Verschwendung von baulichen Ressourcen, sondern hat aufgrund der oftmals fehlenden Absicherung der Planungsanforderungen und -ergebnisse unmittelbare Auswirkungen auf die Wettbewerbsfähigkeit einer Produktionsstätte. Das Fehlen eines langfristig angelegten, interdisziplinären Szenariomanagements hat insbesondere für den Nutzer weitreichende Folgen, da hierdurch der optimale Betrieb der Fabrik ggf. nur über einen kurzen Zeitraum nach der Realisierung des Industriegebäudes möglich ist. Bisher gehören umfangreiche Anpassungen von Industriebauten nach der Fertigstellung oder spätestens bei Umstellungen im Produktionsprozess zum Alltag. Hierdurch können erhebliche Ausfallzeiten entstehen, wodurch entscheidende Marktanteile für das Unternehmen verloren gehen können. Die nachträgliche kontinuierliche Anpassung des Industriegebäudes verursacht einerseits hohe Kosten und vermeidet andererseits oft die Verfolgung von langfristigen Produktionsstrategien, da bei einem Umbau die Bedürfnisse der Produktion oft nicht in dem Maße berücksichtigt werden können wie bei einer zukunftsorientierten Planung des Neubaus. Da auch bei einer zukunftsorientierten Planung nachträgliche Umbauten nicht vermeidbar sind, wird hier besonderer Wert auf die Wandlungsfähigkeit des Gebäudes gelegt.

Resultierend aus den Erfahrungen in Praxis und Forschung der beteiligten Institute und den geführten Vorgesprächen mit Unternehmen und Verbänden konnte insbesondere der aktuell vorherrschende Prozessablauf in der Planung von Industriebauten als Schwachstelle identifiziert werden. Eine fehlende Einbindung aller Planungsbeteiligten kann zu steigenden Planungszeiten und –aufwänden führen, da oft nicht alle relevanten Anforderungen von Anfang an berücksichtigt werden. Eine zu hohe Schnittstellenanzahl kann ebenfalls zu Fehlern und Redundanzen während des Prozessablaufs führen, wodurch eine effiziente, nachhaltige und zielorientierte Planung nicht gewährleistet werden kann.

Aus diesen Gründen werden in einer integrativen Planung deutliche Chancen für eine Erhöhung der Wirtschaftlichkeit und Nachhaltigkeit im Umgang mit den Ressourcen Zeit und Baustruktur (Material- und Energieeinsatz) gesehen. Die in Deutschland tätigen Planer, Ingenieure und Bauunternehmen sind weltweit gefragte Exporteure von Dienstleistungen, gerade auch in den Bereichen der Fabrikplanung, des Industriebaus und der industriellen Standortentwicklung. In Folge von EU-Ausschreibungen und der weltweiten Konkurrenz steigt der Druck auf die Bauindustrie, zukunftsfähige Gebäudestrukturen und Baukomponenten aber auch die dafür erforderlichen Planungsdienstleistungen anzubieten. Ebenso sind Kenntnisse im Bereich der interdisziplinären Kooperation und des Schnittstellenmanagements auszubauen, um sich durch Qualität und Nachhaltigkeit gegenüber günstigeren Anbietern am Markt zu positionieren.

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR

A3 Ziele

Das Forschungsvorhaben dient der Erarbeitung eines innovativen, integrierten und ganzheitlichen Konzepts zur Planung und Realisierung von zukunftsfähigen Industriegebäuden. Abbildung 1 illustriert die Hauptziele des Projekts, die Vorgehensweise zur Zielerreichung sowie das Ergebnis.

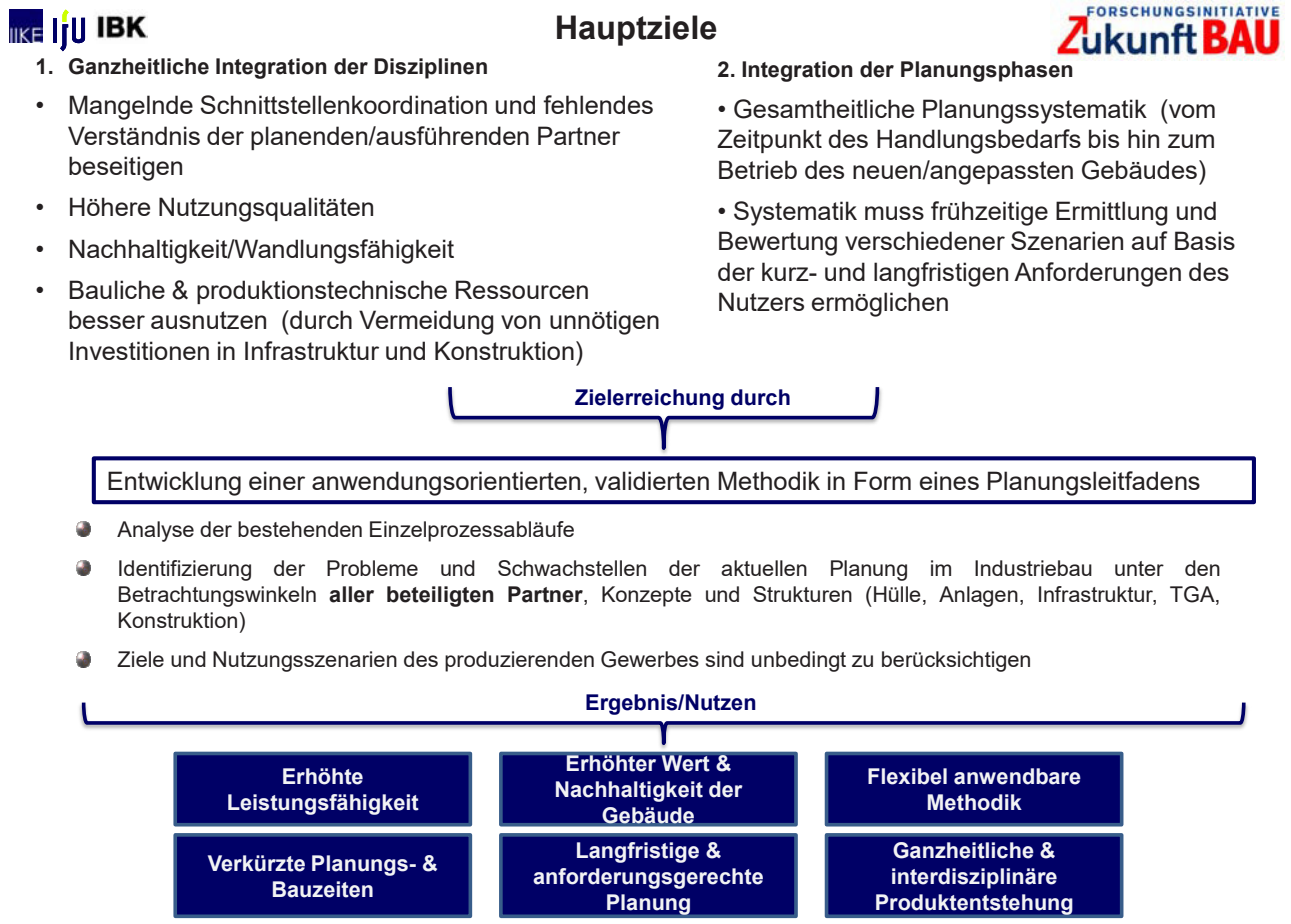


Abb. A1: Ziele des Forschungsprojekts

3.1 Ganzheitliche Integration der Disziplinen (1. Hauptziel)

Probleme in der Nutzungsqualität und Wandlungsfähigkeit von Industriebauten sind oftmals begründet in einer mangelnden Kommunikation und einem fehlenden gegenseitigem Verständnis der planenden und ausführenden Partner. Hierbei stellt sich die besondere Herausforderung, die Partner der unterschiedlichen Disziplinen wie Architekten, Bauingenieure, Fabrikplaner, Maschinenbauer, Facility Manager und bauausführendes Gewerbe zu koordinieren und Kommunikationsschnittstellen zu definieren. Durch die Entwicklung einer Systematik zur integrierten Betrachtung von Hülle und Produktionsanlagen sollen folgende Hauptziele des Forschungsvorhabens erreicht werden:

- höhere Nutzungsqualitäten, Flexibilität/Nachhaltigkeit/Wandlungsfähigkeit

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR

- bessere Ausnutzung der baulichen und produktionstechnischen Ressourcen durch Vermeidung von unnötigen Investitionen in Infrastruktur und Konstruktion (bau- und produktionsseitig)
- Optimierung von Effektivität und Wirtschaftlichkeit des gesamten Planungsprozesses zur Verbesserung der Wettbewerbsfähigkeit, Vermeidung von Redundanzen im Planungsablauf und Verbesserung des Daten-/ Informationsaustauschs.

3.2 Integration der Planungsphasen (2. Hauptziel)

Ein zweiter Schwerpunkt des Vorhabens liegt auf der Konzeption einer Planungssystematik, welche den Planungsablauf beginnend mit der Identifikation des Handlungsbedarfs (z.B. Verlust des optimalen Betriebspunktes bzw. der Wirtschaftlichkeit der Fabrik) über die Neu-/Umplanung bis hin zur Realisierung und dem anschließenden Betrieb der neuen/angepassten Produktionsstätte berücksichtigt. Die Systematik muss hierbei nicht nur Meilensteine, Prozess- und Planungsbeteiligte (Rollen), benötigte Qualifikationen der Planer und anderen Beteiligten während des Planungsablaufs ausweisen, sondern auch eine Methodik zur frühzeitigen Entwicklung und Bewertung verschiedener Szenarien auf Basis der kurz- und langfristigen Anforderungen des Bauherren/Nutzers bieten. Über den gesamten Planungsprozess hinweg sollen Fragen des Baus, des Betriebs, und der Produktion betrachtet werden. Im Vordergrund des Planungsvorgehens steht die Zukunftsfähigkeit des Industriegebäudes.

3.3 Relevanz der Hauptziele

Bestätigt werden die zuvor genannten Hauptziele durch Erkenntnisse aus Vorarbeiten der beteiligten Institute sowie aus Vorgesprächen und Arbeitssitzungen mit Industrieunternehmen. Allgemein ist festzustellen, dass für eine langfristige, globale Sicherung und Steigerung der wirtschaftlichen Bedeutung des deutschen Baugewerbes diese Ziele eine hohe Bedeutung aufweisen. Hierdurch werden Vorteile wie ein deutlicher Geschwindigkeitsvorsprung gegenüber globalen Mitbewerbern, eine abgesicherte, nachhaltige Planung sowie eine schnelle, effiziente Inbetriebnahme und langfristige, kostenoptimierte Nutzung von Industriegebäuden ermöglicht.

3.4 Erstellung eines Planungsleitfadens

Zur Erreichung der Hauptziele des Forschungsvorhabens ist eine anwendungsorientierte, validierte Methodik in Form eines Planungsleitfadens erforderlich. Einfließen in den Leitfaden muss die Analyse der:

- aktuell bestehenden Einzelprozessabläufe, Probleme und Defizite der Planung im Industriebau unter den Betrachtungswinkeln aller Beteiligten,
- innovativen Konzepte und Strukturen von Industriegebäuden (Hülle, Anlagen, Infrastruktur, TGA, Konstruktion etc.) unter Einbindung neuer verfahrenstechnischer Maßnahmen (standardisierte Bauverfahren, vorgefertigte Elemente etc.),
- Entwicklungsziele und Nutzungsszenarien des produzierenden Gewerbes zur Einschätzung der benötigten Wandlungsfähigkeit und Nachhaltigkeit.

Auf der Basis des Planungsleitfadens wird das zeitnahe Erreichen der angestrebten Ziele unter Zuhilfenahme geeigneter Methoden und Werkzeuge, wie digitale Planungsverfahren und Wissensmanagementmethoden, ermöglicht.

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR

A4 Arbeitsform

Während der Projektlaufzeit wurden insgesamt sieben Industriekreistreffen sowie zwei ganztätige Workshops mit Experten des Heinz-Nixdorf-Institutes (HNI) der Universität Paderborn durchgeführt. Einen Überblick über Termine und Inhalte dieser Treffen und Workshops gibt Tabelle 1.

Art	Datum/Ort	Kernthemen
Industriekreistreffen 1	19.02.2008, IFU TU Braunschweig	Zur Definition der Projektstrukturen wird eine Analyse durchgeführt, bei der alle Teilnehmer ihre Ziele in dem Forschungsvorhaben benennen. Die genannten Ziele werden anschließend erläutert und thematisch geclustert. Die geclusterte Projektstruktur wird anhand jedes Teilnehmers bewertet.
Industriekreistreffen 2	25.06.2008, IIKE TU Braunschweig	Das Vorgehen des Szenariomanagements zur Bildung von Szenarien für den zukünftigen Industriebau wird vorgestellt. Es wird diskutiert, inwieweit die ermittelten Einflussfaktoren tatsächlich als Schlüsselfaktoren herangezogen werden können.
Industriekreistreffen 3	16.09.2008, IFU TU Braunschweig	Kernthemen in diesem dritten Industriekreistreffen sind insbesondere die Standortwahl von Industriebauten, Möglichkeiten zur Einbeziehung von innovativen Entwicklungen in den Strukturbaukasten sowie die Erarbeitung von relevanten Aspekten zur Neuentwicklung einer sogenannten „Planungsphase 0“.
Industriekreistreffen 4 und Workshop 1 (Moderiert vom HNI)	04./05.02.2009, M+W Zander EF GmbH, Stuttgart	Die Grundlagen der Prämissen für den Industriebau und Integrationsansätze für die Einbindung der ermittelten Prämissen in den aktuellen Industriebau werden diskutiert. Zudem wird die Bearbeitungsstruktur für den Strategienkatalog, basierend auf der Best-Practice-Sammlung, thematisiert. Im Rahmen des Workshops werden Schlüsselfaktoren ausgewählt und eine Grobbeschreibung der Zukunftsprojektionen ermittelt.

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR

Industriekreistreffen 5	26.03.2009, Bauforumstahl e.V., Düsseldorf	Im Zuge der Bearbeitung ist es in der Arbeitsgruppe zu einem Perspektivwechsel gekommen. Anstelle der bisher analysierten Prämissen, Leistungsphasen und Rollenmodelle der Leistungserbringer sollen für den zu erstellenden Leitfaden als Zielgrößen die Eigenschaften (nach Zeit, Kosten und Qualität) des zu erstellenden Industriegebäudes und für den Planungsprozess die benötigten Kompetenzen, Konstellationen und Meilensteine im Fokus stehen. Anhand dieser Parameter soll versucht werden, allgemeine Anforderungsprofile zu entwickeln, die den Anwender des Leitfadens befähigen, spezifische Anforderungen für seinen Planungsprozess zu generieren.
Workshop 2 (moderiert vom HNI)	28.04.2009, IFU TU Braunschweig	Experten auf dem Gebiet der Szenariotechnik vom HNI in Paderborn leiten eine offene Diskussion/Gruppenarbeit, aus der für jedes der drei Szenarien Chancen und Risiken abgeleitet werden. Im Nachgang werden hieraus Anforderungen für das Produkt (Gebäude) sowie die Dienstleistung (Planungsprozess) entwickelt.
Industriekreistreffen 6	03.06.2009, IFU TU Braunschweig	Neben einem Gesamtüberblick über die Szenarien, mit separater Betrachtung des Gebäudes und des Planungsprozesses, wird die Methodik vorgestellt, mit der die Clusterung der im vorherigen Workshop erarbeiteten Anforderungen durchgeführt wird.
Industriekreistreffen 7	04.11.2009, Hochtief Construction AG, Frankfurt am Main	Im letzten Industriekreistreffen vor der Abgabe des Abschlussberichts werden letzte Anmerkungen und Verbesserungsvorschläge seitens der Projektbeteiligten gemacht. Insgesamt werden keine Mängel an den bisherigen Ergebnissen festgestellt.

Tab. A1: Überblick der Industriekreistreffen und Workshops

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR

A5 Arbeitspakete

Im Folgenden werden die zu Projektbeginn definierten Arbeitspakete (AP) vorgestellt.

AP-1: Szenarien für Industriegebäude der Zukunft

Die Anforderungen des produzierenden Gewerbes bezüglich Flexibilität, Wandlungsfähigkeit und Nachhaltigkeit zukünftiger Gebäude- und Produktionsstrukturen müssen in Szenarien überführt werden. Um dies zu erreichen, werden die bei den Industriepartnern eingesetzten Verfahren analysiert und optimiert. Darüber hinaus werden weiterführende branchenübergreifende Szenariomanagementverfahren untersucht und ihre Anwendbarkeit für den Betrachtungsbereich geprüft, um so eine effektive umfassende Einbindung der Nutzerinteressen zu gewährleisten.

- AP-1.1: Szenario Fabrikplanung und Industriebau
- AP-1.2: Szenarioauswertung Nachhaltigkeit/konstruktive Aspekte

AP-2: Analyse der Strukturen und Prozesse im Industriebau

Baustrukturen: Die Analyse aktueller Strukturen (Hülle, TGA, Anlagen, Infrastrukturen, Raumkonzepte, Konstruktionen) ist Grundlage für die Ableitung zukünftig benötigter Strukturen und der zu bewältigenden Probleme und Defizite des Bestands im Bezug auf die Ergebnisse aus (AP-1).

Planungsverfahren: Bestehende Kommunikations- und Datenstrukturen werden analysiert, um Defizite und Probleme in der Schnittstellenbildung transparent zu machen. Im Rahmen einer Gesamtübersicht über die bisherigen zeitlichen Abläufe (Meilensteine, Zeitpunkt der Einbindung von Projektpartnern etc.) werden während des Prozessablaufs eingesetzte Methoden und Werkzeuge detailliert betrachtet. Die Datenaufnahme erfolgt im Industriekreis sowie bei Industriepartnern der beteiligten Institute.

- AP-2.1: Analyse Baustrukturen/Konstruktion/Nachhaltigkeit (Hülle, Bauteile, Klima, integrierte Versorgung)
- AP-2.2: Analyse Planungsprozess Industriebau
- AP-2.3: Analyse Planungsprozess Fabrikplanung

AP-3: Entwicklung von innovativen Industriegebäudestrukturen

Innovative Gebäude-, Einrichtungs- und Infrastrukturen (inkl. TGA) werden basierend auf den Ergebnissen (AP-1 und AP-2) mit dem Ziel der Bereitstellung der identifizierten Anforderungen an Flexibilität, Wandlungsfähigkeit und Nachhaltigkeit entwickelt. Besonders berücksichtigt werden soll die Energieeffizienz des Gebäudes. Ziel ist die Erstellung eines Gebäudestrukturbaukastens. Inhalt des Baukastens ist die systematische Abbildung von szenariobedingten Typologien und Strukturen und entsprechenden Bauteilen, Komponenten und spezifischen Lösungen. Zusätzlich bietet sich zur Erhöhung der Anschaulichkeit die Darstellung von umgesetzten Best-Practice-Beispielen an.

- AP-3.1: Entwicklung, Abbildung innovativer Strukturen und Konzepte, Best-Practice, integrierte Betrachtung
- AP-3.2: Aufzeigen und Abbilden von Potenzialen für innovative Bauteile, Komponenten, spezifische Lösungen

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR

AP-4: Untersuchung von verfahrenstechnischen Maßnahmen

Zur Umsetzung der aus dem Betrachtungswinkel des Szenariomanagements erforderlichen Strukturen werden neue Bau- u. Fertigungstechnologien abgeleitet und verfahrenstechnische Maßnahmen untersucht (z.B. standardisierte Bauverfahren, Einsatz vorgefertigter Bauelemente, TGA). Zur ganzheitlichen Berücksichtigung innovativer Technologien, Baustoffe u. Verfahren werden Experten einbezogen.

- AP-4.1: Einsatz industrialisierter Fertigungstechnologien
- AP-4.2: Entwickeln/Bewerten nachhaltiger Konstruktionen
- AP-4.3: Spezifische konstruktive Lösungen (Dienstleistung)
- AP-4.4: Bewertung u. Optimierung aus Sicht der Fabrikplanung

AP-5: Entwicklung einer Planungssystematik (Soll-Konzept)

Unter Einbeziehung des Industriearbeitskreises, der Industriepartner und weiterer Fachkollegiaten wird eine Planungssystematik zur Umsetzung zukunftsorientierter Industriegebäude entwickelt. Dies erfolgt unter Berücksichtigung von innovativen digitalen Werkzeugen und Methoden der Planung. Ziel ist die umfassende Strukturierung und Optimierung des Planungsprozesses zur Verbesserung der Faktoren Zeit, Kosten, Bau- und Betriebsqualität sowie Ressourcennutzung, zur Erhöhung von Transparenz und Wirtschaftlichkeit sowie der Verringerung des Risikos über den gesamten Planungsprozess. Hierdurch soll eine integrative, schnelle und nachhaltige Planung sichergestellt werden. Die Planungssystematik muss erforderliche Prozessschritte und -beteiligte sowie das von diesen benötigte Qualifikationsprofil ausweisen und mit Hilfe geeigneter Informationswerkzeuge/-träger einen zielgerichteten Informationsfluss und Wissenstransfer ermöglichen (Wissensmanagement).

- AP-5.1: Entwicklung Planungssystematik, integrierte Betrachtung Standort und Struktur, Konstruktion und Ausbau, Fabrik und Anlagen sowie Produktionsanlauf und Betrieb

AP-6: Validierung in der Praxis

Die Validierung der in AP-5 entwickelten Planungssystematik erfolgt anhand von neuen bzw. laufenden Projekten beteiligter Partner sowie über bereits abgeschlossene Referenzprojekte. Die Übertragbarkeit der Systematik auf Bauvorhaben im Ausland ist zu prüfen und Defizite sowie erforderliche Anpassungen für diese Anwendung sind aufzuzeigen.

- AP-6.1: Validierung Bereich strukturelle Planung
- AP-6.2: Validierung Bereich konstruktive Planung
- AP-6.3: Validierung Bereich Fabrikplanung

AP-7: Überführung in ein Gesamtkonzept (Leitfaden)

Die in AP-6 identifizierten Schwachstellen der Planungssystematik werden behoben. Des Weiteren werden die Ergebnisse in ein Gesamtkonzept zur Übertragung in die Praxis integriert. Hierzu sind diese unter Zuhilfenahme geeigneter Methoden und Werkzeuge des Wissensmanagements in einen anwendungsorientierten Leitfaden zur Planung und Realisierung zukunftsfähiger Industriegebäude zu überführen. Kernelemente des Leitfadens sind eine Gesamtprozessablaufbeschreibung sowie detaillierte Teilprozessbeschreibungen (textuell, graphisch). Die Erstellung des Leitfadens erfolgt unter Zuhilfenahme moderner Prozessvisualisierungsmethoden und -werkzeuge. Das entsprechende Wissensmanagement kann internetbasiert realisiert werden.

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR

- AP-7.1: Entwicklung Leitfaden, Prozessmodellierung und -visualisierung, integrierte Betrachtung der Bereiche Fabrik, Anlagen und Produktionsanlauf
- AP-7.2: Integrierte Betrachtung der Bereiche Standort und Struktur
- AP-7.3: Integrierte Betrachtung der Bereich Konstruktion und Ausbau

AP-8: Dokumentation und Veröffentlichung der Ergebnisse

Die Dokumentation der Forschungsergebnisse erfolgt projektbegleitend. Bereits während der 1. Projektphase ist die Bildung eines Fachkollegiaten-/Expertenkreises aus dem Industriearbeitskreis sowie weiteren Interessenten geplant. Im 2. Projektjahr ist die Initiierung eines Fachkolloquiums „Industriebau" vorgesehen. Beide Foren gelten der Validierung wie auch der Veröffentlichung der Ergebnisse. Während der gesamten Bearbeitung werden (Teil-) Projektergebnisse in Fachzeitschriften und auf Fachtagungen veröffentlicht, um einen Wissenstransfer in die Industrie sicherzustellen.

A6 Gliederung

Der Abschlussbericht zum Forschungsprojekt „Ganzheitliche Integration und Optimierung des Planungs- und Realisierungsprozesses für zukunftsweisende und nachhaltige Industriegebäude" gliedert sich in insgesamt fünf Teile:

Teil A: Einleitung

Teil B: Szenariotechnik im Industriebau

Teil C: Lebenszyklusbetrachtung im Industriebau

Teil D: Planungssystematik

Teil E: Strukturen zukunftsfähiger Industriebauten

Nach der Einleitung A wird in Teil B „Szenariotechnik im Industriebau" die Basis des Forschungsprojekts gelegt. Hier lag der Fokus auf der Zukunft des Industriebaus, für dessen wissenschaftliche Analyse, Abbildung und Dokumentation die Szenariotechnik als Werkzeug herangezogen wurde. Hierfür wird die Bedeutung der Szenariotechnik für das Forschungsprojekt, das methodische Vorgehen zur Entwicklung der Szenarien sowie die daraus abgeleiteten Anforderungen für den Industriebau beschrieben. Anschließend wurden aus den Zukunftsszenarien für den Industriebau Anforderungen an zukunftsfähige Industriegebäude und Planungsprozesse abgeleitet.

Im dritten Teil C „Lebenszyklusbetrachtung im Industriebau" wird der Lebenszyklus von Maschinen und Anlagen, die für den Produktionsprozess im Industriebau verwendet werden, sowie der Lebenszyklus des Gebäudes betrachtet. Nach einer Grundlagenbetrachtung und Abgrenzung der Begriffe werden verschiedene Lebenszyklusmodelle und ihre Merkmale skizziert. Im Anschluss werden im Teilkapitel „Lebenszyklus Maschinen und Anlagen" die Lebenszykluskosten betrachtet und Möglichkeiten zur Reduzierung der einzelnen Kostenelemente aufgezeigt. Im zweiten Teilkapitel „Lebenszyklus Gebäude" wird auf die einzelnen Lebensphasen eines Industriebaus eingegangen. Zudem wird die Bedeutung des Lebenszyklus für den Planungsprozess thematisiert. Wie auch im Teilkapitel „Lebenszyklus Maschinen und Anlagen" liegt ein Schwerpunkt in der Lebenszykluskostenbetrachtung.

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR

Im vierten Teil D „Planungssystematik“ wird aufbauend auf die in Teil B vorgestellten Szenarien eine Planungssystematik für Planungs- und Erstellungsprozesse zukünftiger Industriebauten vorgestellt. Bei der Entwicklung der Planungssystematik wurden Experten aus verschiedenen Disziplinen mittels Interviews, Workshops und Umfragen einbezogen. Die Erkenntnisse zu den bestehenden Defiziten wurden durch umfangreiche Quellenrecherchen ergänzt. Ziel ist es, die Zukunftsfähigkeit von Industriegebäuden mit Hilfe eines ganzheitlichen, anwendungsorientierten und praxisnahen Planungsleitfadens zu verbessern. Ergänzend werden dem Anwender 30 Methoden, Hilfsmittel und Werkzeuge zur Verfügung gestellt, die bei der Planung und Erstellung eines Industriegebäudes unterstützen. Desweiteren ermöglicht die entwickelte Planungssystematik eine bessere Koordination der am Planungs- und Erstellungsprozess beteiligten Disziplinen.

Im fünften Teil E „Strukturen zukunftsfähiger Industriegebäude“ ist es das Ziel, in einem Strategienkatalog mittels eines entwickelten Analyseverfahrens gebäudestrukturelle Aspekte, welche hinsichtlich der Zukunftsfähigkeit von Industriegebäuden relevant sind, abzubilden und praxisnahe und anwendbare Umsetzungsstrategien auszuweisen. Es wird dargestellt, wie sich der Strategienkatalog aus den Ergebnissen der aufeinanderfolgenden Forschungsschritte ableitet. Diese Ableitung erfolgt von der szenariospezifischen Identifizierung von Kernanforderungen, über die Definition von Systemebenen des Industriebaus bis zur systematischen Abbildung von Strategien in Form von Strukturen und entsprechenden Bauteilen, Komponenten und spezifischen Umsetzungsmöglichkeiten aus der Praxis. Um dieses Analyseverfahren methodisch durchzuführen, wurde ein Untersuchungsfeld aus dem Anforderungskatalog für einen zukunftsfähigen Industriebau und den Systemebenen des Industriebaus aufgespannt.

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR

A7 Verzeichnisse

Abbildungsverzeichnis

Abb. A1: Ziele des Forschungsprojekts 8

Tabellenverzeichnis

Tab. A1: Überblick der Industriekreistreffen und Workshops 11

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR

Teil B

Szenariotechnik im Industriebau

TU BRAUNSCHWEIG | IFU - INSTITUT FÜR FABRIKBETRIEBSLEHRE UND UNTERNEHMENSFORSCHUNG
Univ.-Prof. Dr.-Ing. Uwe Dombrowski

Dipl.-Wirtsch.-Ing. Mustafa Celik

Schlussbericht im Rahmen des Forschungsvorhabens „Planungsleitfaden Zukunft Industriebau“ - gefördert mit Mitteln der Forschungsinitiative Zukunft Bau | Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung

TU BRAUNSCHWEIG | IFU - INSTITUT FÜR FABRIKBETRIEBSLEHRE UND UNTERNEHMENSFORSCHUNG
Univ.-Prof. Dr.-Ing. Uwe Dombrowski

Langer Kamp 19
38106 Braunschweig
www.ifu.tu-bs.de

Im Rahmen des Abschlussberichtes „Planungsleitfaden Zukunft Industriebau“, Aktenzeichen: Z6 - 10.08.18.7-08.2 / II 2 – F20-07-69, sind verwendete Abbildungen, Diagramme, Tabellen und Fotos als großes Bildzitat nach § 51 UrhG unter korrekter Quellenangabe zulässig. Eine gewinnbringende Veröffentlichung/Publikation ist aus urheberrechtlichen Gründen nicht zulässig.

Inhalt

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR

B - Szenariotechnik im Industriebau

B1 Bedeutung von Szenarien 6

B2 Szenarioentwicklung 7
2.1 Methodisches Vorgehen 7
2.2 Szenarioentwicklung für den zukünftigen Industriebau 9

B3 Szenarien für den Industriebau 18
3.1 Szenario 1 18
3.2 Szenario 2 19
3.3 Szenario 3 20

B4 Anforderungen 21
4.1 Szenario 1 21
4.2 Szenario 2 23
4.3 Szenario 3 25

B5 Themenclusterung 27

B6 Verzeichnisse 29

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR

B Szenariotechnik im Industriebau

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR

B Szenariotechnik im Industriebau

B1 Bedeutung von Szenarien

Wie der Kurztitel „Planungsleitfaden Zukunft Industriebau“ andeutet, steht die Zukunftsorientierung bei der Planung und Realisierung von Industriebauten im Mittelpunkt des Forschungsvorhabens. Es ist das Ziel, eine Methodik zur Abbildung von zukünftigen Rahmenbedingungen zu entwickeln und das Vorgehen dazu zu dokumentieren. In diesem Kapitel wird mit Hilfe der Szenariotechnik die Basis für die Zukunftsorientierung der späteren Abschnitte gelegt. Die Szenariotechnik – wobei im Folgenden die Begriffe Szenariotechnik und Szenariomanagement synonym verwendet werden - bietet eine ideale Methode, zukünftige Entwicklungen analytisch zu projizieren und bereits während der Planung zu berücksichtigen.

Unter einem Szenario wird eine allgemeinverständliche Beschreibung einer möglichen Situation in der Zukunft verstanden, die auf einem komplexen Netz von Einflussfaktoren beruht sowie die Darstellung einer Entwicklung, die aus der Gegenwart zu dieser Situation führen kann. [Gaus 96] Explizit zu betonen ist hier das Wort “kann”. Die Szenariotechnik trifft keine absolute Aussage über eine zukünftige Situation, sondern vermittelt vielmehr ein Gesamtbild. Ein Szenario stellt dabei eine von mehreren möglichen Entwicklungen dar. In diesem Zusammenhang wird auch von der „Multiplen Zukunft“ gesprochen. Keines dieser möglichen Zukunftsbilder kann als richtig oder falsch bezeichnet werden. Der Entscheidungsprozess kann jedoch allein durch das Bewusstsein, dass eines dieser Szenarien eintreten könnte, maßgeblich beeinflusst und unterstützt werden. [Gaus 96]

Unter Berücksichtigung dieser Grundlagen können die zukünftigen Auswirkungen von Entscheidungen bereits zum Zeitpunkt der Entscheidung berücksichtigt werden. Das Szenariomanagement ist eine Methode, die systematisch Zukunftsbilder entwickelt. [Gaus 96] Das Szenariomanagement ist besonders für Projekte geeignet, die unsichere zukünftige Situationen jeglicher Art thematisieren und eignet sich somit auch zur Abbildung zukünftiger Zustände und Rahmenbedingungen im Industriebau. Besonderen Nutzen bietet die Szenariotechnik in folgenden Fällen [Bull 03]:

- In schwierigen und komplexen Situationen wird das interaktive Denken gefördert.
- Strategische und operative Entscheidungen werden unterstützt.
- Die Zusammenarbeit und Kommunikation in Projektteams wird gefördert.

Speziell letzterer Punkt stellt einen großen Mehrwert dar, da die Effizienz von Projektteams oftmals durch Kommunikationsbarrieren blockiert wird. Diesen Barrieren kann durch die gemeinsame Erstellung von unterschiedlich gearteten Szenarien mit einer situationsgerechten und adäquaten Kommunikation entgegengewirkt werden. Insgesamt entsteht im Projekt durch die Szenariotechnik eine gemeinsame Sichtweise auf die multiple Zukunft (vgl. Abbildung 1) wobei einzelne, bis dato möglicherweise abgewiesene oder vernachlässigte Argumente in den Entscheidungsprozess zurückgeholt werden. Auch durch die Rückmeldung der Industriepartner lässt sich bestätigen, dass die Szenariotechnik sehr gut für den Entwurf komplexer Zukunftsbilder geeignet ist. Besonders die im Rahmen der Industriekreistreffen und Workshops detailliert diskutierten Problemstellungen und unterschiedlichen Meinungen lassen sich mit diesem Werkzeug auf eine sachliche Ebene zurückführen und bieten anschließend die Möglichkeit zur weiteren Bearbeitung. Aufgrund der fehlenden Planungssicherheit erwarten Entscheidungsträger oftmals exakte Zukunftsbilder und wenn dies nicht realisierbar ist, zumindest eine erkennbare Eintrittswahrscheinlichkeit. Beides kann das Szenariomanagement nicht leisten.

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR

Letztlich ist es der Ausführende, der dies operativ entscheiden und verantworten muss. [Gaus 96]

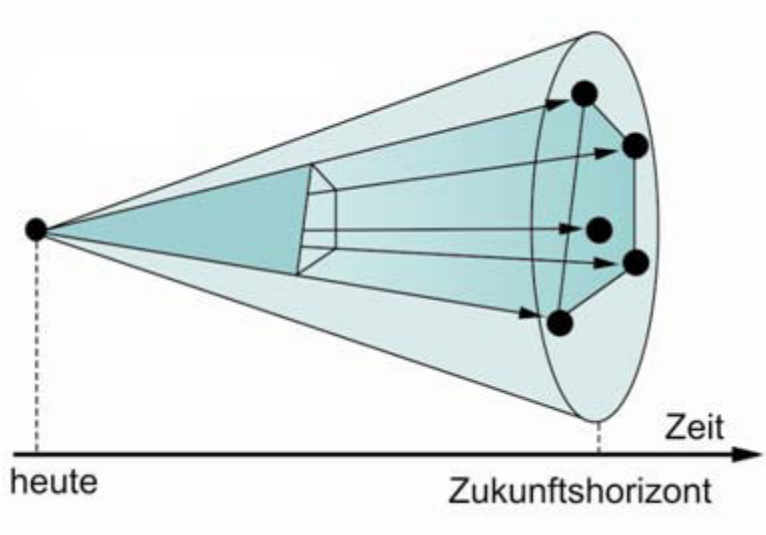


Abb. B1: Multiple Zukunft [Gaus 96]

Damit ein finaler Erfolg und Mehrwert aus den Forschungsergebnissen zu verzeichnen ist, bedarf es eines Szenario- und Projektteams, das sich nicht durch Homogenität, sondern Heterogenität auszeichnet. [Bull 03] Erst wenn Projektbeteiligte aus unterschiedlichen Abteilungen, Forschungsgebieten und Branchen interaktiv und interdisziplinär zusammenarbeiten und somit verschiedene Sichtweisen auf die jeweilige Thematik sicherstellen ist garantiert, dass eine erfolgversprechende Basis für das Szenariomanagement gelegt ist.

Die Vielzahl der Meinungen und unterschiedlichen Sichtweisen steigert die Akzeptanz der Projektergebnisse und stellt eine breite Basis zur Verfügung, auf der aufgebaut werden kann. Einhergehend mit oben erwähnter positiver Rückmeldung der Projektpartner lässt sich abschließend festhalten, dass der Nutzen des Szenariomanagements, gerade bei einem solch interdisziplinär aufgestellten Projektteam, eine ideale Methode zur Erreichung der Projektziele darstellt und die Grundlage für weiterführende und detaillierte Betrachtung der Themengebiete Baustrukturen und Planungsprozess bildet.

B2 Szenarioentwicklung

2.1 Methodisches Vorgehen

In Zusammenarbeit mit Experten des Heinz-Nixdorf-Instituts (HNI) wurde zur Entwicklung der Szenarien ein methodisches Vorgehen angewandt. In dieser fünfstufigen Methodik (vgl. Abbildung 2) erfolgt während der ersten Stufe eine Szenario-Vorbereitung, in der das Gestaltungfeld und das umgebende Szenariofeld definiert werden. Das Szenariofeld beschreibt „das, was durch die erstellten Szenarien erklärt werden soll." [Gaus 96] Zudem werden eine Gestaltungsfeldanalyse und eine Beschreibung seiner gegenwärtigen Situation durchgeführt. Die beiden Kernaufgaben während der Szenario-Vorbereitung sind die Projektbeschreibung sowie die Gestaltungsfeld-Analyse.

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR

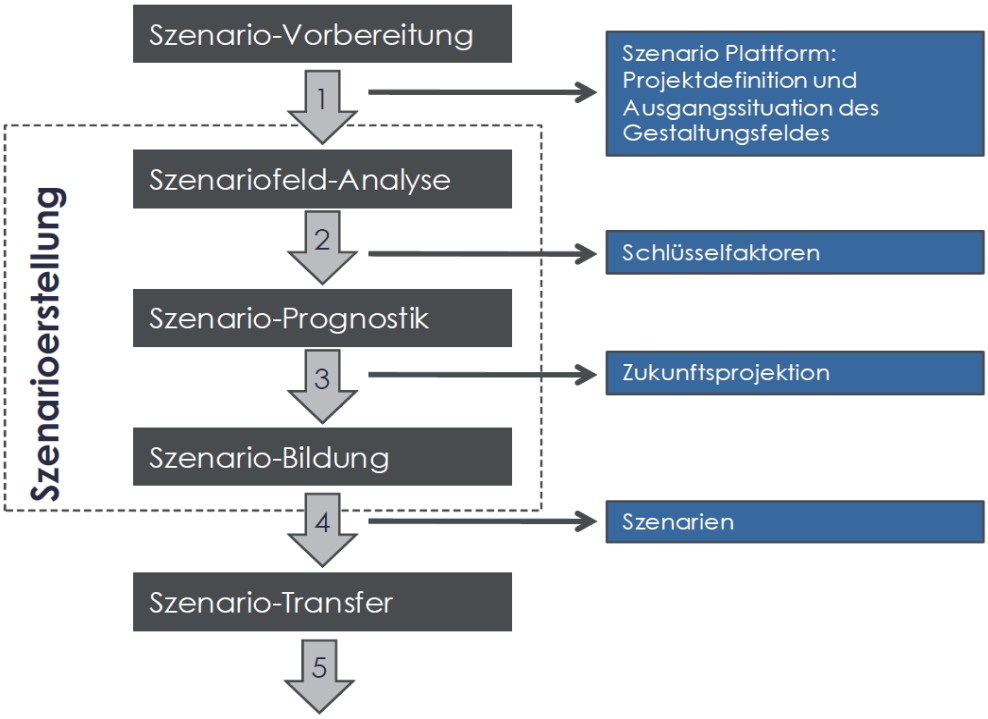


Abb. B2: Phasenmodell des Szenariomanagements nach Gausemeier [Gaus 96]

Während der Szenariofeld-Analyse wird das Ziel verfolgt Schlüsselfaktoren zu identifizieren und zu dokumentieren. Das Szenariofeld wird hierzu in Einflussbereiche unterteilt, innerhalb derer Einflussfaktoren ermittelt werden. Die wesentlichen bzw. relevanten Einflussfaktoren werden schließlich als Schlüsselfaktoren in einem Katalog zusammengeführt. Die Szenariofeld-Analyse besteht somit aus den drei Kernaufgaben:

1. Bildung von Einflussbereichen, indem man das Szenariofeld in Teilsysteme gliedert,
2. Identifikation von Einflussfaktoren sowie
3. Ermittlung von Schlüsselfaktoren.

Im Rahmen der dritten Stufe (Szenario-Prognostik) werden Zukunftsprojektionen entworfen. Sie kann als Kernphase des Szenariomanagements angesehen werden, denn hier werden Schlüsselfaktoren, die in ihrer gegenwärtigen Lage beschrieben werden, aufbereitet sowie für jeden einzelnen Schlüsselfaktor Projektionen entworfen und in einem Projektionskatalog aufgeführt. So wird in dieser dritten Stufe ein erster Blick in die Zukunft ermöglicht. Darauf aufbauend werden die Zukunftsprojektionen in Stufe vier zu Projektionsbündeln zusammengefasst und schließlich, unter Verwendung der Werkzeuge Konsistenz- und Clusteranalyse zu Szenarien verdichtet. Den Abschluss der vierten Stufe stellt die bildhafte Beschreibung und Interpretation der Rohszenarien dar, so dass schlussendlich in sich homogene Zukunftsbilder vorliegen. Die Ermittlung der Szenarienauswirkung auf das Gestaltungsfeld erfolgt während des Szenariotransfers, mit dem Ziel Innovationspotenziale aus den Szenarien abzuleiten.

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR

2.2 Szenarioentwicklung für den zukünftigen Industriebau

Als Basis für das Forschungsvorhaben sollen drei Szenarien für den zukünftigen Industriebau entwickelt werden. Die Entwicklung der Szenarien erfolgt in mehreren Workshops, in einem Team aus Wissenschaftlern und Industrievertretern. Nachdem sich das Projektteam im Rahmen der Szenario-Vorbereitung ein gemeinsames Bild über die Ausgangssituation im Industriebau gemacht hat, wird mit der Szenariofeld-Analyse begonnen.

Hierfür wurden mit Hilfe von Cognitive Mapping Wirkungsgefüge, vernetzte Bilder und System-Skizzen erstellt, die bildhafte Skizzen der Betrachtungsbereiche abbilden. In einem Brainstorming konnten folgende Einflussbereiche gebildet werden:

- Externe Einflussfaktoren
- Bauwerk und Produktion
- Produkt
- Image
- Kunde

Jedem dieser Einflussbereiche wurden verschiedene Einflussfaktoren zugeordnet. (vgl. Tabelle 1)

Externe Einflussfaktoren		
Politischer Einfluss - Produkt	Politischer Einfluss - Produktion	Politischer Einfluss - Bauwerk
Politischer Einfluss - Standorte	Demographischer Wandel	Arbeitskräfteverfügbarkeit - Produktion
Arbeitskräfteverfügbarkeit - Bauwerk	Bildung und Wissen	Wirtschaftsentwicklung
Bauwerk und Produktion		
Wettbewerb - Produktion	Wettbewerb - Bauwerk	Rohstoffpreis / -verfügbarkeit – Produkt / Produktion
Rohstoffpreis / -verfügbarkeit – Bauwerk	Energiepreis/ -verfügbarkeit	Klima
Lebensumfeldqualität	Erschließung	Raumverfügbarkeit - Baugrund
Technologischer Wandel - Produktion	Technologischer Wandel - Bauwerk	Bedeutung der Sozialfaktoren in der Produktion
Sozialstruktur	Flexibilität der Produktion	Stückzahl
Materialfluss	Raumbedarf – Produktion	Automatisierungsgrad der Produktion
Medienbedarf	Benötigte Raumqualität	Lebenszyklus der Produktionstechnik
Produkt		
Produkteigenschaften	Herstellungs- und Logistikkosten in der Produktion	Produktlebenszyklus
Geforderte Lieferzeit	Time to market	Produktionszyklus
Realisierbare Durchlaufzeit		

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR

Image		
Bedeutung der Produktion für das Unternehmens- oder Produktimage	Bedeutung des Bauwerks für das Unternehmens- oder Produktimage	
Kunde		
Haushaltseinkommen	Fragmentierung der Kundenbedürfnisse	Umweltbewusstsein

Tab. B1: Katalog Einflussfaktoren

Durch eine sogenannte Cross-Impact-Matrix - beispielhaft in Tabelle 2 dargestellt - in der die gegenseitige Beeinflussung dieser Faktoren beurteilt wird, entstehen Aktiv- und Passivsummen. Der Einflussfaktor 1 wird beispielsweise mit Einflussfaktor 2 verglichen und bewertet. Hierbei stellt sich die Frage, wie stark Einflussfaktor 1 Einflussfaktor 2 beeinflusst. Wenn die Frage mit

- „gar nicht“ beantwortet wird, ist eine 0 einzutragen,
- „schwach“ beantwortet wird, ist eine 1 einzutragen,
- „mittelmäßig“ beantwortet wird, ist eine 2 einzutragen,
- „stark“ beantwortet wird, ist eine 3 einzutragen.

	Einflussfaktor 1	Einflussfaktor 2	Einflussfaktor 3	Einflussfaktor 4	Einflussfaktor 5	Einflussfaktor 6	Einflussfaktor 7	Einflussfaktor 8	Einflussfaktor n	Aktivsumme
Einflussfaktor 1		2	0	2	1	1	2	2	3	13
Einflussfaktor 2										
Einflussfaktor 3										
Einflussfaktor 4										
Einflussfaktor 5										
Einflussfaktor 6										
Einflussfaktor 7										
Einflussfaktor 8										
Einflussfaktor n										
Passivsumme										

Tab. B2: Beispiel Cross-Impact-Analyse

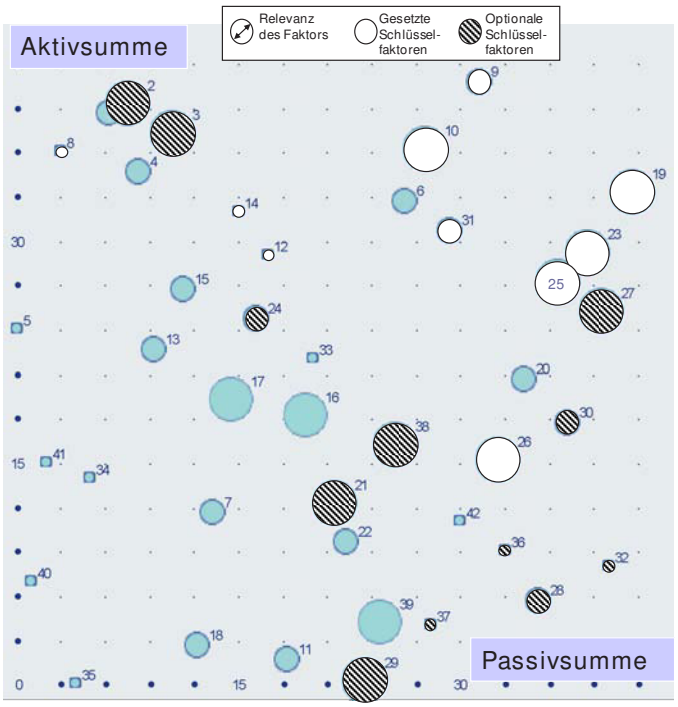
Durch Addition der Zeilen- und Spaltenwerte ergeben sich Aktiv- und Passivsummen. Die Aktivsumme eines Einflussfaktors beschreibt die Stärke, mit der der Einflussfaktor direkt auf die anderen Einflussfaktoren wirkt In obigem Beispiel wäre die Stärke von Einflussfaktor 1 die Stärke 13. Die Passivsumme

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR

wiederum ist das Maß dafür, wie stark der jeweilige Einflussfaktor von allen anderen Einflussfaktoren beeinflusst wird. [Gaus 96]

Zur Veranschaulichung der Ergebnisse werden sogenannte System-Grids erstellt. Neben den Ergebnissen der Einflussanalyse wird in den System-Grids die Relevanz der Einflussfaktoren berücksichtigt. Bei der Relevanzanalyse werden die Einflussfaktoren wie in der Einflussanalyse in einer Matrix dargestellt. Statt der gegenseitigen Beeinflussung wird hier jedoch die Wichtigkeit eines Faktors im paarweisen Vergleich zum anderen bewertet. Als Ergebnis der Relevanzanalyse wird für jeden Einflussfaktor die Relevanzsumme gebildet.

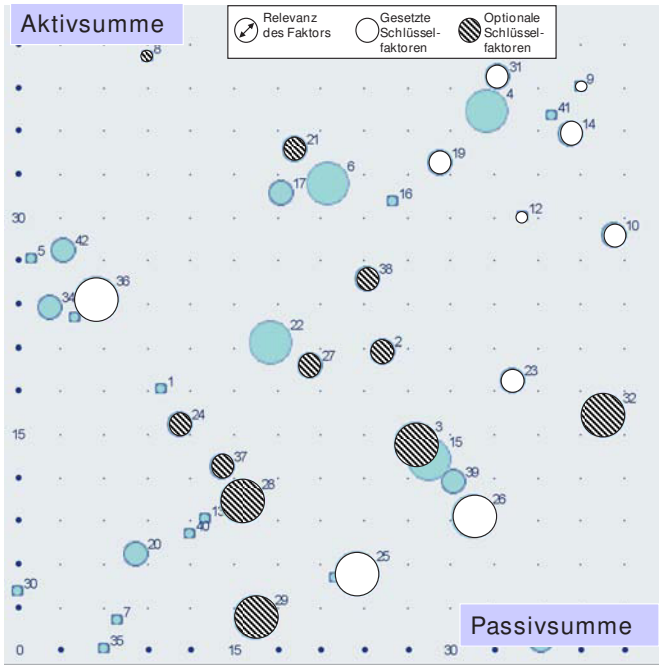
Im System-Grid werden die ermittelten Aktiv- und Passivsummen aus der Einflussanalyse für jeden Einflussfaktor eingetragen. Hierbei entsteht das Abbild der Beziehungen im Szenariofeld. Auf der Abszisse ist die Passivsumme und auf der Ordinate die Aktivsumme eingetragen. Die Relevanz des Einflussfaktors wird durch den Durchmesser des eingezeichneten Punktes abgebildet. In den folgenden Grafiken sind beispielhaft fünf Bewertungen in Form der System-Grids der Forschungspartner IIKE, IFU und IBK sowie der Mitarbeiter des HNI dargestellt.



1. Politischer Einfluss - Produkt
2. Politischer Einfluss - Produktion
3. Politischer Einfluss - Bauwerk
4. Politischer Einfluss - Standorte
5. Demographischer Wandel
6. Arbeitskräfteverfügbarkeit - Produktion
7. Arbeitskräfteverfügbarkeit - Bauwerk
8. Bildung und Wissen
9. Wirtschaftsentwicklung
10. Wettbewerb - Produktion
11. Wettbewerb - Bauwerk
12. Rohstoffpreis / -verfügbarkeit – Produkt / Produktion
13. Rohstoffpreis/ -verfügbarkeit - Bauwerk
14. Energiepreis/ -verfügbarkeit
15. Klima
16. Lebensumfeldqualität
17. Erschließung
18. Raumverfügbarkeit - Baugrund
19. Technologischer Wandel - Produktion
20. Technologischer Wandel - Bauwerk
21. Bedeutung der Sozialfaktoren in der Produktion
22. Sozialstruktur
23. Flexibilität der Produktion
24. Stückzahl
25. Materialfluss
26. Raumbedarf – Produktion
27. Automatisierungsgrad der Produktion
28. Medienbedarf
29. Benötigte Raumqualität
30. Lebenszyklus der Produktionstechnik
31. Produkteigenschaften
32. Herstellungs- und Logistikkosten in der Produktion
33. Produktlebenszyklus
34. Geforderte Lieferzeit
35. Time to market
36. Produktionszyklus
37. Realisierbare Durchlaufzeit
38. Bedeutung der Produktion für das Unternehmens- oder Produktimage
39. Bedeutung des Bauwerks für das Unternehmens- oder Produktimage
40. Haushaltseinkommen
41. Fragmentierung der Kundenbedürfnisse
42. Umweltbewusstsein

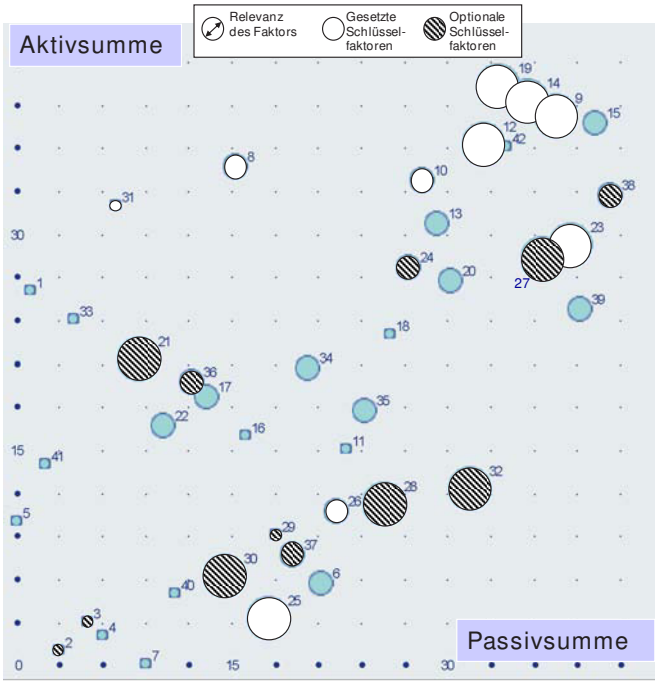
Abb. B3: System-Grid HNI

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR



1. Politischer Einfluss - Produkt
2. Politischer Einfluss - Produktion
3. Politischer Einfluss - Bauwerk
4. Politischer Einfluss - Standorte
5. Demographischer Wandel
6. Arbeitskräfteverfügbarkeit - Produktion
7. Arbeitskräfteverfügbarkeit - Bauwerk
8. Bildung und Wissen
9. Wirtschaftsentwicklung
10. Wettbewerb - Produktion
11. Wettbewerb - Bauwerk
12. Rohstoffpreis / -verfügbarkeit – Produkt / Produktion
13. Rohstoffpreis/ -verfügbarkeit - Bauwerk
14. Energiepreis/ -verfügbarkeit
15. Klima
16. Lebensumfeldqualität
17. Erschließung
18. Raumverfügbarkeit - Baugrund
19. Technologischer Wandel - Produktion
20. Technologischer Wandel - Bauwerk
21. Bedeutung der Sozialfaktoren in der Produktion
22. Sozialstruktur
23. Flexibilität der Produktion
24. Stückzahl
25. Materialfluss
26. Raumbedarf – Produktion
27. Automatisierungsgrad der Produktion
28. Medienbedarf
29. Benötigte Raumqualität
30. Lebenszyklus der Produktionstechnik
31. Produkteigenschaften
32. Herstellungs- und Logistikkosten in der Produktion
33. Produktlebenszyklus
34. Geforderte Lieferzeit
35. Time to market
36. Produktionszyklus
37. Realisierbare Durchlaufzeit
38. Bedeutung der Produktion für das Unternehmens- oder Produktimage
39. Bedeutung des Bauwerks für das Unternehmens- oder Produktimage
40. Haushaltseinkommen
41. Fragmentierung der Kundenbedürfnisse
42. Umweltbewusstsein

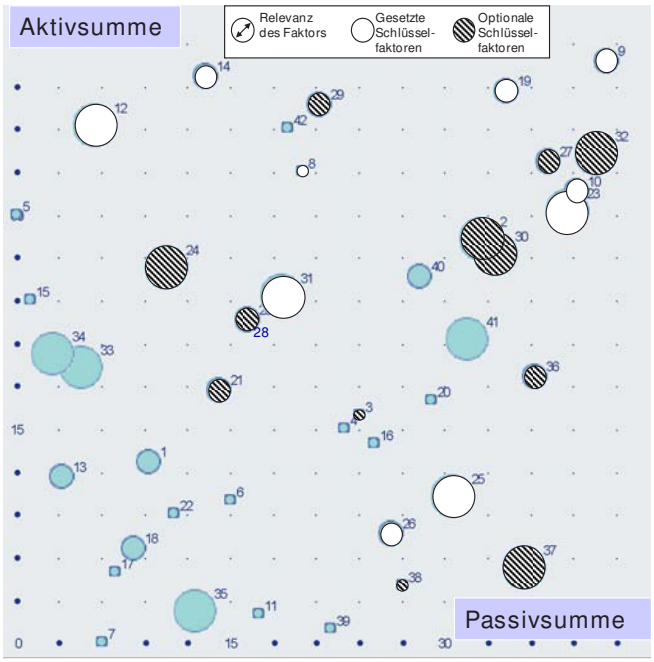
Abb. B4: 1. System-Grid IIKE



1. Politischer Einfluss - Produkt
2. Politischer Einfluss - Produktion
3. Politischer Einfluss - Bauwerk
4. Politischer Einfluss - Standorte
5. Demographischer Wandel
6. Arbeitskräfteverfügbarkeit - Produktion
7. Arbeitskräfteverfügbarkeit - Bauwerk
8. Bildung und Wissen
9. Wirtschaftsentwicklung
10. Wettbewerb - Produktion
11. Wettbewerb - Bauwerk
12. Rohstoffpreis / -verfügbarkeit – Produkt / Produktion
13. Rohstoffpreis/ -verfügbarkeit - Bauwerk
14. Energiepreis/ -verfügbarkeit
15. Klima
16. Lebensumfeldqualität
17. Erschließung
18. Raumverfügbarkeit - Baugrund
19. Technologischer Wandel - Produktion
20. Technologischer Wandel - Bauwerk
21. Bedeutung der Sozialfaktoren in der Produktion
22. Sozialstruktur
23. Flexibilität der Produktion
24. Stückzahl
25. Materialfluss
26. Raumbedarf – Produktion
27. Automatisierungsgrad der Produktion
28. Medienbedarf
29. Benötigte Raumqualität
30. Lebenszyklus der Produktionstechnik
31. Produkteigenschaften
32. Herstellungs- und Logistikkosten in der Produktion
33. Produktlebenszyklus
34. Geforderte Lieferzeit
35. Time to market
36. Produktionszyklus
37. Realisierbare Durchlaufzeit
38. Bedeutung der Produktion für das Unternehmens- oder Produktimage
39. Bedeutung des Bauwerks für das Unternehmens- oder Produktimage
40. Haushaltseinkommen
41. Fragmentierung der Kundenbedürfnisse
42. Umweltbewusstsein

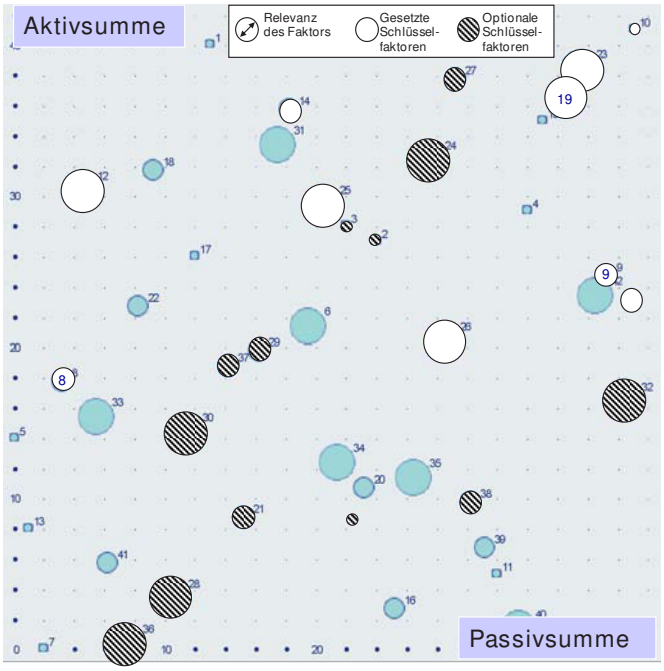
Abb. B5: 2. System-Grid IIKE

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR



1. Politischer Einfluss - Produkt
2. Politischer Einfluss - Produktion
3. Politischer Einfluss - Bauwerk
4. Politischer Einfluss - Standorte
5. Demographischer Wandel
6. Arbeitskräfteverfügbarkeit - Produktion
7. Arbeitskräfteverfügbarkeit - Bauwerk
8. Bildung und Wissen
9. Wirtschaftsentwicklung
10. Wettbewerb - Produktion
11. Wettbewerb - Bauwerk
12. Rohstoffpreis / -verfügbarkeit – Produkt / Produktion
13. Rohstoffpreis/ -verfügbarkeit - Bauwerk
14. Energiepreis/ -verfügbarkeit
15. Klima
16. Lebensumfeldqualität
17. Erschließung
18. Raumverfügbarkeit - Baugrund
19. Technologischer Wandel - Produktion
20. Technologischer Wandel - Bauwerk
21. Bedeutung der Sozialfaktoren in der Produktion
22. Sozialstruktur
23. Flexibilität der Produktion
24. Stückzahl
25. Materialfluss
26. Raumbedarf – Produktion
27. Automatisierungsgrad der Produktion
28. Medienbedarf
29. Benötigte Raumqualität
30. Lebenszyklus der Produktionstechnik
31. Produkteigenschaften
32. Herstellungs- und Logistikkosten in der Produktion
33. Produktlebenszyklus
34. Geforderte Lieferzeit
35. Time to market
36. Produktionszyklus
37. Realisierbare Durchlaufzeit
38. Bedeutung der Produktion für das Unternehmens- oder Produktimage
39. Bedeutung des Bauwerks für das Unternehmens- oder Produktimage
40. Haushaltseinkommen
41. Fragmentierung der Kundenbedürfnisse
42. Umweltbewusstsein

Abb. B6: System-Grid IFU



1. Politischer Einfluss - Produkt
2. Politischer Einfluss - Produktion
3. Politischer Einfluss - Bauwerk
4. Politischer Einfluss - Standorte
5. Demographischer Wandel
6. Arbeitskräfteverfügbarkeit - Produktion
7. Arbeitskräfteverfügbarkeit - Bauwerk
8. Bildung und Wissen
9. Wirtschaftsentwicklung
10. Wettbewerb - Produktion
11. Wettbewerb - Bauwerk
12. Rohstoffpreis / -verfügbarkeit – Produkt / Produktion
13. Rohstoffpreis/ -verfügbarkeit - Bauwerk
14. Energiepreis/ -verfügbarkeit
15. Klima
16. Lebensumfeldqualität
17. Erschließung
18. Raumverfügbarkeit - Baugrund
19. Technologischer Wandel - Produktion
20. Technologischer Wandel - Bauwerk
21. Bedeutung der Sozialfaktoren in der Produktion
22. Sozialstruktur
23. Flexibilität der Produktion
24. Stückzahl
25. Materialfluss
26. Raumbedarf – Produktion
27. Automatisierungsgrad der Produktion
28. Medienbedarf
29. Benötigte Raumqualität
30. Lebenszyklus der Produktionstechnik
31. Produkteigenschaften
32. Herstellungs- und Logistikkosten in der Produktion
33. Produktlebenszyklus
34. Geforderte Lieferzeit
35. Time to market
36. Produktionszyklus
37. Realisierbare Durchlaufzeit
38. Bedeutung der Produktion für das Unternehmens- oder Produktimage
39. Bedeutung des Bauwerks für das Unternehmens- oder Produktimage
40. Haushaltseinkommen
41. Fragmentierung der Kundenbedürfnisse
42. Umweltbewusstsein

Abb. B7: System-Grid IBK

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR

Anhand des System-Grids und der dafür erstellten Analysen werden die Schlüsselfaktoren für den zukünftigen Industriebau entwickelt. Auch wenn die Einflussfaktoren im Nachhinein auf wenige Schlüsselfaktoren begrenzt werden, ist die anfänglich hohe Anzahl an Einflussfaktoren erforderlich. Einflussfaktoren, die nicht als Schlüsselfaktoren ausgewählt werden, haben während der Einfluss- und Relevanzanalysen zu einer fundierten Betrachtung der Interdependenzen beigetragen.

In der Szenario-Prognostik werden die erkannten Schlüsselfaktoren zur Erstellung eines Projektionskatalogs aufbereitet. Hierfür werden die Schlüsselfaktoren genauer beschrieben und Merkmale zur Charakterisierung der Faktoren festgelegt. Anschließend erfolgt die Beschreibung des aktuellen Zustands jedes Faktors. Auf Basis des heutigen Ist-Zustands werden für jeden Schlüsselfaktor mindestens drei Projektionen gebildet.

Die Zukunftsprojektionen werden bei der Szenario-Bildung zu Projektionsbündeln zusammengefasst, aus denen Rohszenarien gebildet werden. Ein Projektionsbündel stellt eine Kombination der Zukunftsprojektionen dar, die für jeden Schlüsselfaktor je eine Projektion enthält. Ähnliche Projektionsbündel werden zu konsistenten Rohszenarien zusammengefasst. Hierbei kann eine Clusteranalyse angewendet werden, deren Ziel es ist, in sich möglichst homogene Szenarien zu bilden, die zueinander möglichst heterogen sind. Im Folgenden wird der Katalog der Schlüsselfaktoren mit ihren jeweiligen Projektionen und der Zuordnung der Projektionen zu den Rohszenarien dargestellt. Die Werte in der Spalte der Rohszenarien geben an, zu welchem Anteil das Rohszenario in der jeweiligen Projektion enthalten ist.

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR

Schlüsselfaktor		Projektion	SZ1	SZ2	SZ3
Bildung und Wissen	1A	Weitsichtige Bildungspolitik	68	0	0
	1B	Bildungsschere	31	100	0
	1C	Bildungswüste	0	0	100
Wirtschaftsentwicklung	2A	Prosperierendes Europa	82	0	0
	2B	Opfer der Globalisierung	0	0	39
	2C	Starke regionale Unterschiede	17	100	0
	2D	Gefangen im globalen Abwärtsstrudel	0	0	60
Energiepreis/ -verfügbarkeit	3A	Geringe Verfügbarkeit zu hohen Kosten	0	0	100
	3B	Verfügbarkeit zu hohen Kosten	17	100	0
	3C	Innovationen sichern die Versorgung	82	0	0
Wettbewerb - Produktion	4A	Europäische Kooperation	0	0	60
	4B	Intensiver internationaler Wettbewerb	0	0	39
	4C	Intensiver europäischer Wettbewerb	43	52	0
	4D	Globale Kooperation	56	47	0
Rohstoffpreis/ -verfügbarkeit - Produkt/ Produktion	5A	Innovationen sichern die Versorgung	76	0	0
	5B	Recycling sichert eine stabile Versorgung bei hohen Preisen	23	100	0
	5C	Recycling ist die einzige Möglichkeit	0	0	100
Flexibilität der Produktion	6A	Flexibilität als Notwendigkeit	15	100	0
	6B	Flexibilität als Chance	84	0	0
	6C	Statische Produktion	0	0	100
Berücksichtigung des Materialflusses	7A	Integration des Materialflusses in die Planung	94	0	0
	7B	Vernachlässigung des Materialflusses bei der Planung	0	0	100
	7C	Starre Gebäudestruktur	5	100	0
Logistikkonzepte der Produktion	8A	Flexibilität	88	0	0
	8B	Lagerhaltung auf der Straße	11	100	0
	8C	Vernachlässigung von Logistikkonzepten	0	0	100
Technologischer Wandel - Produktion	9A	High-Tech-Verfahren lösen etablierte Fertigungstechnologie ab	90	0	0
	9B	Es bleibt bei Prozess-Inventionen	9	100	0
	9C	Bewährtes wird optimiert	0	0	100
Raumbedarf - Produktion	10A	Keine bedarfsgerechte Dimensionierung	0	0	100
	10B	Planung trifft die Anforderungen	5	95	0
	10C	Multifunktionalität der Industriebauten	94	4	0

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR

Berücksichtigung der Medienführung in der Planung	11A	Keine Anpassungsfähigkeit	0	0	82
	11B	Anpassungsfähigkeit durch freie Flächen	11	100	17
	11C	Vollständige Flexibilität	88	0	0
Raumqualität	12A	Erstinvestitionen dominieren	0	0	75
	12B	Geschlossenes System	7	85	25
	12C	Raumqualität spielt eine große Rolle	92	14	0
Bedeutung des Wissenskapitals - Produktion & Bauwerk	13A	Wissenskapital als fünfter Produktionsfaktor	88	9	0
	13B	Automatisierung	0	0	100
	13C	Taylorismus	11	90	0
Rohstoffpreis/ -verfügbarkeit - Bauwerk	14A	Lokale Verfügbarkeit von Rohstoffen zu erhöhten Preisen	92	19	0
	14B	Steigender Wettbewerb um Rohstoffe zu hohen Preisen	0	0	75
	14C	Lebenszyklusbetrachtung	7	80	25
Technologischer Wandel - Bauwerk	15A	Reger Forschungstransfer	86	0	0
	15B	Technologische Individualisierung	7	42	14
	15C	Standardisierung	5	57	7
	15D	Stillstand	0	0	78
Geforderte Lieferzeit - Bauwerk	16A	Kontinuierliche Halbierung der Erstellungszeit	0	78	0
	16B	Investitionskosten dominieren	7	21	71
	16C	Lieferzeit steht nicht mehr im Fokus	92	0	28
Nachhaltigkeit	17A	Nachhaltigkeit setzt sich durch	92	9	0
	17B	Lippenbekenntnisse	7	90	10
	17C	Nachhaltigkeit nahezu bedeutungslos	0	0	89
Bedeutung der Erstellungskosten - Bauwerk	18A	Total cost of ownership	86	28	0
	18B	Zeit ist Geld	13	71	25
	18C	Konkurrenzdruck	0	0	75
Bedeutung des Bauwerks für das Unternehmens- oder Produktimage	19A	Image, Image, Image	90	47	0
	19B	Produktivität vor Image	0	0	46
	19C	Synthese von Image und Produktivität	9	52	53

Tab. B3: Schlüsselfaktoren und Projektionen für die Rohszenarien

Die Projektionsbündel konnten zu folgenden Szenarien zusammengefasst werden:

- Szenario 1 „Innovative Unternehmen nutzen ihre Chance in einem prosperierenden Europa."
- Szenario 2 „Zeitdruck und Innovationskraft dominieren das Geschehen im Industriebau."
- Szenario 3 „Minimale Handlungsspielräume für den europäischen Industriebau in einer am Boden liegenden Weltwirtschaft."

Abbildung 8 zeigt die Zusammenstellung der drei Projektionsbündel für die Rohszenarien.

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR

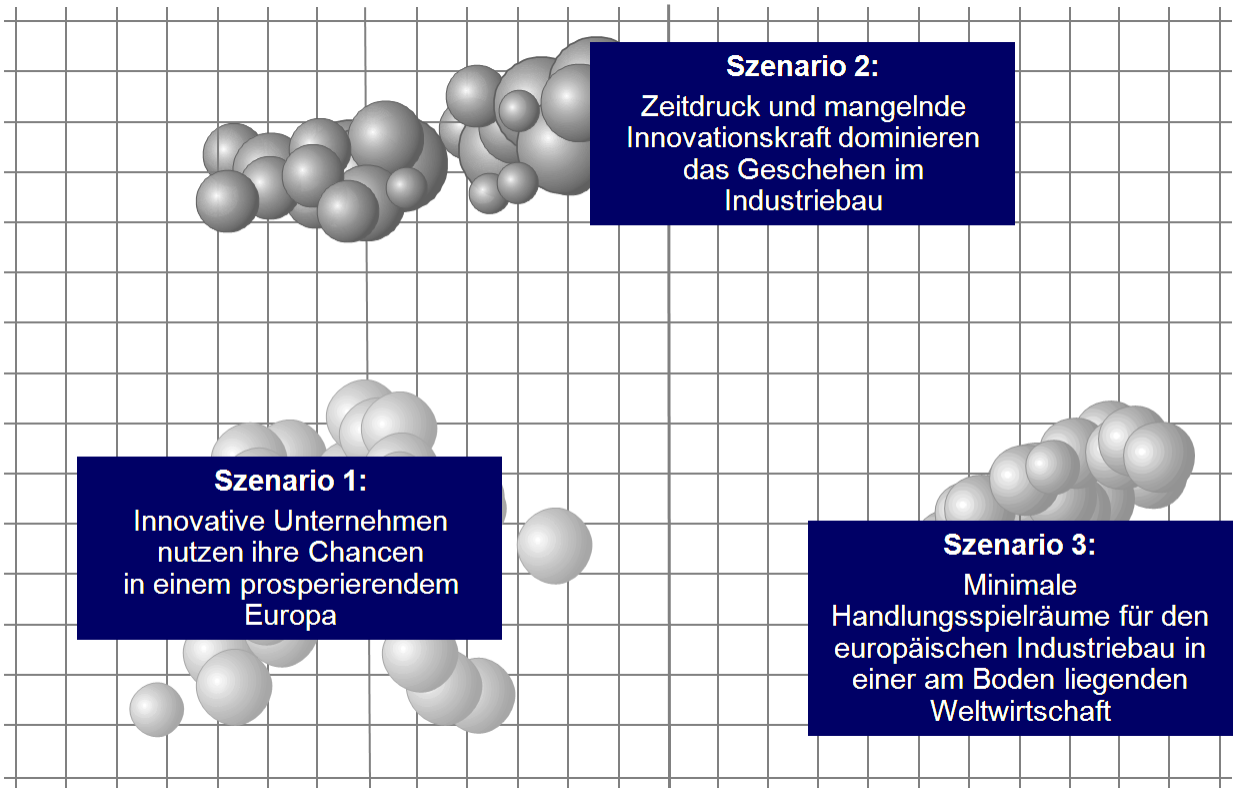


Abb. B8: Mapping der Projektionsbündel für die Rohszenarien

Hierbei beschreibt eine Kugel ein Projektionsbündel, das von jedem Schlüsselfaktor genau eine Projektion enthält. Je größer der Durchmesser der Kugel, desto stärker wurde die Teilprojektion des Schlüsselfaktors von dem jeweiligen Szenario erfüllt.

Auf Basis der vorher durchgeführten Schritte ist im Anschluss an das Mapping die Formulierung der Szenarien durchzuführen. Da ein Szenario ein „Schnappschuss der Zukunft“ [Gaus 96] darstellt, sind die Szenarien in Prosa so zu formulieren, dass die Anwender sich in die zukünftige Situation hineinversetzen können. Die Anwender sollten in der Lage sein, die Zusammenhänge der einzelnen Beschreibungen und Einflussfaktoren nachzuvollziehen.

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR

B3 Szenarien für den Industriebau

Wie in Abbildung 8 illustriert, ließen sich für zukunftsfähige Industriegebäude drei Rohszenarien bilden. Szenario 1 kann als positives Trendszenario, Szenario 2 als Standardszenario und Szenario 3 als negatives Trendszenario bezeichnet werden. Auf die genauen Inhalte und Abgrenzungen zwischen den Szenarien wird im Folgenden eingegangen.

3.1 Szenario 1

Die Inhalte des möglichen Szenarios 1 mit dem Titel „Innovative Unternehmen nutzen ihre Chance in einem prosperierenden Europa" werden, wie auch Szenario 2 und 3 bezüglich der Themengebiete externe Faktoren, Produktion, Schnittstelle Produktion-Bauwerk, des Bauwerks an sich sowie Image analysiert und detailliert. Diese Themengebiete basieren auf den ermittelten Einflussbereichen, wurden jedoch nach der Festlegung der Schlüsselfaktoren neu geclustert. Die externen Faktoren im Szenario 1 beinhalten hohe Investitionen in die Bildung, ein stetiges Wirtschaftswachstum und eine homogene Wirtschaftsentwicklung Europas als eine der führenden Wirtschaftsregionen. Weiterhin sind innovative Energiekonzepte der Schlüssel zum Erfolg, denn sie sichern die Versorgung mit primären und sekundären Energieträgern sowie Rohstoffen für das Produkt und die Produktion zu relativ stabilen Preisen. In der Produktion besteht ein forcierter europäischer Wettbewerb, Produzenten sichern sich Vorteile durch globale Kooperation sowie Flexibilität der Produktion, des Materialflusses und der Logistikkonzepte.

In der Schnittstelle Produktion-Bauwerk ermöglichen flexiblere Gebäudekonzeptionen eine Anpassung des Raumbedarfs zu jeder Zeit. Eine flexible Medienführung und die Raumqualität spielen zusätzlich eine wichtige Rolle und werden bei der Planung explizit berücksichtigt. Des Weiteren lösen in diesem Szenario High-Tech-Verfahren etablierte Fertigungsverfahren ab und Unternehmen betrachten Wissen als vierten Produktionsfaktor. Darüber hinaus spielen Mitarbeiter eine wesentliche Rolle für die Unternehmen, so dass auch der soziale Aspekt der Nachhaltigkeit an Bedeutung gewinnt.

Für das Bauwerk ist mit einem moderaten Preisanstieg für Rohstoffe zu rechnen. Alle Baustoffe sind jedoch bei Bedarf verfügbar. Die Nachhaltigkeit ist im Industriebau von sehr großer Bedeutung. Standardisierte Bauweisen und trennbare Verbundbauweisen ermöglichen die Wiederverwendung von Industriebauten, Bauteilen und Baustoffen. Eine modulare Bauweise ermöglicht eine Reduzierung von Bauzeit und -kosten. Außerdem wird durch regen Forschungstransfer der technologische Wandel massiv vorangetrieben, wodurch innovative Bauverfahren im Industriebau verstärkt zum Einsatz kommen. Weiterhin ist in diesem Szenario eine verringerte Bedeutung der Erstellungskosten zu verzeichnen. Sie werden bei der Betrachtung der über den gesamten Lebenszyklus anfallenden Gesamtkosten, den sogenannten "total cost of ownership", mitberücksichtigt und verlieren in der Gesamtbewertung an Gewicht. Verbesserte Planungsprozesse sichern letztlich die Erstellung langfristig wirtschaftlicher und anforderungsgerechter Gebäude. In Szenario 1 wird das Bauwerk als Mittel zur Imagebildung verstanden und eingesetzt. Imageaspekte werden dementsprechend schon früh in der Planung berücksichtigt.

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR

3.2 Szenario 2

Das Szenario 2 „Zeitdruck und Innovationskraft dominieren das Geschehen im Industriebau" stellt den Standard unter den drei Szenarien dar. Eine geringe strategische Ausrichtung der Bildungspolitik und starke regionale wirtschaftliche Unterschiede sind im externen Themenfeld Kennzeichen einer heterogenen Wirtschaftsentwicklung in Europa. Recycling sichert eine teure, jedoch stabile Energie- und Rohstoffversorgung. Primäre und sekundäre Energieträger sowie Rohstoffe für das Produkt und die Produktion sind - zu hohen Kosten - immer verfügbar.

Ähnlich wie in Szenario 1 sichern sich Produzenten Wettbewerbsvorteile durch globale Kooperationen, wobei der Markt ein flexibles Produktionsprogramm fordert. Die Gebäudestruktur ist extrem starr, so dass eine nachträgliche Anpassung des Materialflusses nicht möglich ist. Die Lagerhaltung wird auf die Straße verlegt. Im Themengebiet Schnittstelle Produktion und Bauwerk lassen sich folgende Aussagen formulieren:

- Mit geeigneten Methoden wird bereits bei der Planung aktueller und zukünftiger Raumbedarf dimensioniert, so dass die Gebäudekonzeptionen auf die langfristige Erfüllung des Bedarfs ausgerichtet sind. Die Starrheit der einzelnen Gebäudestrukturelemente (Tragwerk, Hülle etc.) verhindert jedoch nachträgliche Anpassungen an den Materialfluss.
- Die Flexibilität der Medienführung spielt eine große Rolle. Mangelnde Standardisierung und Planungstiefe verhindern jedoch eine Optimierung der Medienführung. Kunden behelfen sich damit toten Raum für zukünftige Entwicklungen bereit zu halten. Die Raumqualität spielt bei der Planung von Industriebauten keine Rolle: Maschinen werden in geschlossenen Systemen betrieben und stellen die benötigte Raumqualität selbst her.
- Neue Fertigungsverfahren werden nur punktuell eingesetzt. Es überwiegen Prozessinnovationen.
- Durch eine detaillierte Strukturierung der Produktionsprozesse wird der Kommunikationsbedarf in der Produktion begrenzt und verbale durch nonverbale Kommunikation ersetzt. Die Mitarbeiter werden als wichtiger Faktor wahrgenommen. Im Zweifelsfall werden jedoch soziale Aspekte aufgrund produktionstechnischer oder ökonomischer Motive vernachlässigt.

Das Themengebiet Bauwerk lässt sich durch folgende Inhalte charakterisieren:

- Durch eine Verknappung der Rohstoffe für das Bauwerk werden auch diese verstärkt über den Lebenszyklus betrachtet und wiederverwertet. Die Preise der Rohstoffe für das Bauwerk sind gestiegen.
- Die ökologische und ökonomische Nachhaltigkeit hat in der öffentlichen Wahrnehmung stark an Bedeutung gewonnen. Lobbyismus führt jedoch zur einseitigen Verbreitung vermeintlich ökologischer Detaillösungen, die ganzheitlich betrachtet keinen Mehrwert bieten.
- Ein technologischer Wandel wird nur teilweise vollzogen.
- Zeit ist Geld: Es zählt einzig eine schnelle Projektabwicklung. Die Zeitvorgaben können nur durch eine Integration der Planungsphasen, allerdings bei gleichzeitiger Vernachlässigung von Anforderungen (Raumbedarf, Medienführung etc.), eingehalten werden.

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR

- Aufgrund des hohen Wettbewerbsdrucks ist die Lieferzeit der dominierende Faktor im Bauprozess: Je eher ein Gebäude fertiggestellt wird, desto eher kann es in Betrieb genommen werden. Die Lieferzeit wird sich zukünftig kontinuierlich verringern.

Im Unterschied zum ersten Szenario ist festzustellen, dass Image und Produktionsaspekte bei der Planung gleichwertig betrachtet werden.

3.3 Szenario 3

Das dritte Szenario mit dem Titel „Minimale Handlungsspielräume für den europäischen Industriebau in einer am Boden liegenden Weltwirtschaft" ist in der Gesamtbetrachtung kaum durch erfolgversprechende Zukunftsprojektionen gekennzeichnet und stellt daher das Negativszenario dar. Im externen Bereich lässt sich dies durch folgende Projektionen bestätigen:

- Ein wenig flexibles Bildungssystem und durch staatlichen Protektionismus geschützte Wirtschaftssysteme kennzeichnen eine weiterhin angeschlagene Weltwirtschaft.
- Recycling ist die einzige Möglichkeit für eine stabile jedoch teure Energie- und Rohstoffversorgung. Primäre und sekundäre Energieträger sind selbst zu hohen Kosten nicht immer verfügbar. Rohstoffe für das Produkt und die Produktion können ausschließlich durch Recycling gewonnen werden und sind aufgrund der Rohstoffknappheit sehr teuer.

Die Produktion wird in diesem Szenario durch folgende Projektionen beschrieben:

- Produzenten sind bestrebt, sich in einem forcierten weltweiten Wettbewerb die erforderlichen Vorteile durch europäische Kooperationen zu sichern, da sich die Weltwirtschaft in einer Rezession befindet und sie verstärkt auf lokale Zusammenarbeit angewiesen sind.

Der negative Charakter dieses Szenarios lässt sich besonders in der Schnittstelle Produktion-Bauwerk spezifizieren:

- Zunächst ist mit einer erheblichen Reduzierung der Planungszeit aufgrund des kontinuierlich wachsenden Kostendrucks zu rechnen.
- Anpassungsfähigkeit von Medienführung und Raumqualität spielen eine geminderte Rolle und werden bei der Planung nicht weiter berücksichtigt. Der Fokus liegt eindeutig auf den Investitionskosten. Das Wissenskapital und dessen Bedeutung für die Produktion schwinden und in der weitgehend automatisierten Produktion spielen Mitarbeiter eine nur noch untergeordnete Rolle. Soziale Aspekte der Nachhaltigkeit werden daher gänzlich vernachlässigt.

In der Kategorie Bauwerk lassen sich folgende Projektionen entwerfen:

- Der Mangel und die Endlichkeit von Rohstoffen machen sich zunehmend bemerkbar. Infolge eines gestiegenen Wettbewerb, um Rohstoffe ziehen die Preise massiv an. Die aufgrund hoher Rohstoffpreise erforderliche Minimierung des Energieverbrauchs im Betrieb wird in der Regel zugunsten niedriger Investitionen vernachlässigt.
- Nachhaltigkeitsbetrachtungen im Industriebau werden bedeutungslos. Der aktuelle Status bleibt erhalten.

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR

- Der technologische Wandel im Industriebau kommt komplett zum Stillstand. Dies liegt auch an der marktbeherrschenden Bedeutung von Umbau und Sanierung aufgrund des großen Angebots von Bestandsgebäuden, die durch althergebrachte handwerkliche Lösungen besser zu bewältigen scheinen.
- Infolge der geringen Gewinnmargen steigt der Kostendruck. Das verfügbare Investitionskapital schwindet. Minimale Erstellungskosten sind entscheidend. Diese können nur durch eine integrative Planung oder durch Abstriche im Ergebnis eingehalten werden.
- Die Lieferzeit steht nicht mehr im Fokus, Investitionskosten dominieren den Bauprozess.

Das Image spielt in diesem Negativszenario keine Rolle. Industriebauten werden nicht mehr nach Imageaspekten bewertet und die Planung fokussiert ausschließlich auf die Faktoren Kosten und Produktivität.

Nach einer ausführlichen Beschreibung der Szenarien erfolgt eine Ableitung von daraus entstehenden Anforderungen an den zukünftigen Industriebau.

B4 Anforderungen

Im Rahmen eines weiteren Workshops wurden aus den Zukunftsszenarien für den Industriebau Anforderungen an zukunftsfähige Industriegebäude und Planungsprozesse abgeleitet. In einem ersten Schritt wurden die Chancen und Bedrohungen aus den drei Szenarien analysiert. Im Anschluss konnten daraus Anforderungen für das Gebäude und Anforderungen an den Planungsprozess abgleitet werden. Das Ziel dieses Schritts ist der Transfer der Erkenntnisse aus den Anforderungen an Gebäude und Planungsprozess in den Handlungsleitfaden.

4.1 Szenario 1

Die aus den Szenarien resultierenden Chancen und Bedrohungen sind in die Bereiche Externe Kriterien, Produktion, Schnittstelle Produktion - Bauwerk, Bauwerk und Image gegliedert. In Szenario 1: „Innovative Unternehmen nutzen ihre Chancen in einem prosperierenden Europa“ konnten folgende Chancen identifiziert werden:

Extern: Es besteht eine hohe Verfügbarkeit von qualifiziertem Personal, es entstehen neue und größere Märkte und ein hoher Bedarf an innovativen Lösungen (z. B. Energieerzeugung) kann identifiziert werden.

Produktion: Industrieunternehmen befinden sich im Wachstum, die Erschließung neuer Märkte ist möglich und Produktlebenszyklen verlängern sich.

Schnittstelle Produktion - Bauwerk: Es ist ein steigender Bedarf an neuen Industriebauten zu identifizieren, die Anforderungen an die Flexibilität von Industriebauten sinken und Anforderungen an den Industriebau verändern sich grundlegend.

Bauwerk: Ressourceneffiziente Industriegebäude sind gefragt (Null-Energie, Niedrigenergie, Mehrfachnutzung von Energie, etc.). Es werden innovative Konzepte für Industriebauten entwickelt und angewendet, neue Industrieformen werden gefördert und es erfolgt eine Kopplung der Energieflüsse

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR

von Wohn- und Industriegebäuden. Bei Industriegebäuden ist eine steigende Wertigkeit zu erwarten. Des Weiteren wird der Industriebau ein Arbeitsfeld für Architekten. Die Fähigkeit benötigte Rohstoffe eigens herzustellen ist besonders gefragt und der Gestaltungszwang (Nachhaltigkeit, Energieeffizienz etc.) bzw. Kostenzwänge (total cost of ownership) führen zu neuen Bauweisen, Baustoffen und Technologien.

Image: Das gesellschaftliche Engagement von Industrieunternehmen ist verstärkt gefragt.

Als Bedrohungen sind im ersten Szenario weiterhin zu nennen:

Extern: Eine florierende Wirtschaft verringert den Gestaltungszwang und bremst die Wirtschaftsentwicklung somit aus.

Produktion: Es entstehen soziale Risiken durch eine globale Vernetzung, eine weltweite Mobilität der Arbeitskräfte und einen sinkenden Arbeitskräftebedarf infolge von Rationalisierung und Automatisierung in der Produktion.

Schnittstelle Produktion - Bauwerk: Infolge erhöhter Bautätigkeit treten Umweltschäden auf.

Bauwerk: Infolge erhöhter Anforderungen an die Qualifikation der Arbeitskräfte im Planungs- und Erstellungsprozess resultiert eine Abhängigkeit von Fachpersonal und steigender Wettbewerb um qualifizierte Arbeitskräfte im Industriebau. Nachhaltigkeit erweist sich als politische „Eintagsfliege“ und die Flächenkonkurrenz steigt. Weitere Bedrohungen sind die Renaissance von bewährten Technologien (da Menschen mit neuen Technologien nicht umgehen können) und steigende Erstellungskosten von Industriebauten (infolge hoher Ansprüche der Facharbeitskräfte an das Arbeitsumfeld).

Image: Bedrohungen in Bezug auf das Image entstehen auf Basis des Szenario 1 nicht.

Aus den Chancen und Bedrohungen für das erste Szenario werden im nächsten Schritt die konkreten Anforderungen an Gebäude (Produkt) und Planungsprozess (Dienstleistung) abgeleitet. (vgl. Abbildung 9 und Abbildung 10):

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR

Anforderungen Produkt

Extern
- Umsetzbarkeit neuer Energiekonzepte.

Schnittstelle Produktion – Bauwerk
- Räumliche Erweiterung zu jeder Zeit (z.B. durch flexible/ verschiebbare Fassaden und Strukturen, modulare Bauweisen, trennbare Verbindungen etc.).
- Räumliche Erweiterung in Höhe und Fläche.
- Vorhaltung struktureller Überkapazitäten (z.B. durch verschiebbare Stützen).
- Effiziente Ausnutzung verfügbarer Flächen (z.B. durch effiziente Logistikkonzepte).
- Trennung von Struktur und Medienführung.
- Flexible Medienführung (z.B. durch Vorhaltung räumlicher Kapazitäten für nachträgliche Anpassung der Medien).
- Sicherstellung der internen und externen Medienverträglichkeit.
- Berücksichtigung des „Faktor Mensch“.
- Berücksichtigung von Life-Balance Angeboten.

Anforderungen Dienstleistung

Schnittstelle Produktion – Bauwerk
- Bereitstellung eines Konzeptes zur Berücksichtigung und Definition der Flexibilitätsaspekte.
- Bauherrensensibilisierung bezüglich der Notwendigkeit zur Definition der Flexibilitätsaspekte.
- Bereitstellung einer Methode zur Unterstützung des Denkens in Varianten.
- Berücksichtigung alternativer Nutzungsszenarien für das zu errichtende Industriegebäude.
- Berücksichtigung des „Faktor Mensch“.

Abb. B9: Szenario 1 - Anforderungen Produkt und Dienstleistung (1/2)

Anforderungen Produkt

Bauwerk
- Maximierung der Ressourceneffizienz (z.B. durch Nutzung überschüssiger Energie infolge der städtebaulichen Vernetzung von Industrie- und Stadtgebäuden).
- Berücksichtigung stadträumlicher Fragestellungen bei der Erstellung des Bauwerks.
- Bevorzugung von Neubauten gegenüber Bestandsbauten.
- Sicherstellung der Stabilität bautechnischer Systeme.

Image
- Maximale Erfüllung ästhetischer Ansprüche.

Anforderungen Dienstleistung

Bauwerk
- Bereitstellung einer Methode zur ganzheitlichen Kostenbetrachtung.
- Bauherrensensibilisierung bezüglich des Verhältnisses von Erstellungs- zu Betriebskosten.
- Sicherstellung einer Integrativen Planung.
- Bereitstellung von Beratungsmodellen.
- Verdeutlichung der Bedeutung der ersten Planungsphase.
- Transparenz der Dienstleistungen für den Kunden sicherstellen.
- Berücksichtigung, der fachlichen Qualität und des Profils der am Planungsprozess beteiligten Personen.
- Berücksichtigung, dass die Anforderungen an das Profil und die Kompetenzen der am Planungsprozess beteiligten Personen steigen.
- Sicherstellung, dass die am Planungsprozess beteiligten Personen über die erforderten Kompetenzen und Qualitäten verfügen.
- Infragestellung althergebrachter Typologien.
- Kompetenzen für die Planung der Medienführung bereitstellen.

Image
- Maximale Erfüllung ästhetischer Ansprüche.

Abb. B10: Szenario 1 - Anforderungen Produkt und Dienstleistung (2/2)

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR

4.2 Szenario 2

In Szenario 2 „Zeitdruck und Innovationskraft dominieren das Geschehen im Industriebau" konnten folgende Chancen identifiziert werden:

Extern: Die Notwendigkeit zur Entwicklung von innovativen Lösungen (z.B. Energieerzeugung) ist gegeben.

Produktion: Der steigende Wettbewerbsdruck unterstützt die Entwicklung innovativer Lösungen. Zudem erfolgt eine Kanalisierung der Innovationsaktivitäten durch starre Systeme. Weiterhin sind Vorhaltungen für langfristige Produktionen gefragt.

Schnittstelle Produktion – Bauwerk: Die Profilierung erfolgt über eine vorausschauende Planung. Die Bedeutung der Arbeitnehmerbindung steigt und starre Systeme verringern die Erstellungskosten von Industriebauten.

Bauwerk: Es erfolgt eine Profilierung durch kreativen Umgang mit zyklischer Rohstoffverfügbarkeit. Außerdem setzt die konsequente Umsetzung von Nachhaltigkeitsaspekten finanzielle Mittel frei und die Bauherrendisziplin steigt infolge verkürzter Planungszeiten. In diesem Szenario sind besonders erfahrene Planer gefragt. Zudem werden der Planungs- und Produktionsprozess immer transparenter und der Industriebau wird industrialisiert und modularisiert. Allgemeingültige Standards und individuelle Elemente werden differenziert. Insgesamt sinkt die Anzahl der benötigten Materialien.

Image: Die Form von Industriebauten folgt aus Ihrer Funktion.

Als Bedrohungen sind im zweiten Szenario zu nennen:

Extern: Die fehlende Harmonisierung zwischen europäischen Staaten verhindert eine technisch-administrative Harmonisierung. Zudem verhindert Protektionismus einen freien Wirtschaftsverkehr.

Produktion: Es erfolgt eine Abwanderung von Arbeitskräften und Industriebetrieben in Schwellenländer, Konkurrenzländer sind Gewinner des Wettbewerbs. Innovationsaktivitäten werden durch starre Systeme behindert. Zudem sind Vorhaltungen für kurzlebige Produktionen gefragt und Verkehrsnetze kollabieren zunehmend.

Schnittstelle Produktion – Bauwerk: Durch die geringe Innovationskraft wird der Wettbewerb eingeschränkt. Die Abhängigkeit vom Fachpersonal in der Fertigung steigt an und die Bedeutung von Produktion und Technik ist größer als die der Mitarbeiter.

Bauwerk: Der Rohstoffmangel führt zur Reduzierung des Anforderungsniveaus an das Baumaterial. Nachhaltigkeitsbetrachtungen bringen fragwürdige Lösungen hervor und der Zeitdruck führt zu minderwertigen Baulösungen.

Image: Bedrohungen in Bezug auf das Image entstehen auf Basis des Szenario 2 nicht.

Wie in Szenario 1 werden an dieser Stelle aus den Chancen und Bedrohungen für das zweite Szenario im nächsten Schritt die konkreten Anforderungen an Gebäude und Planungsprozess abgeleitet. (vgl. Abbildung 11 und Abbildung 12):

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR

Anforderungen Produkt

Extern
- Umsetzbarkeit neuer Energiekonzepte.

Produktion
- Bedeutung des Produktionsprozesses ist größer als die des Mitarbeiters.

Schnittstelle Produktion – Bauwerk
- Vorhaltung räumlicher Überkapazitäten (z.B. „toter Raum“).
- Effiziente Ausnutzung verfügbarer Flächen (z.B. durch effiziente Logistikkonzepte).
- Rückbaubarkeit der Strukturen.
- Trennung von Struktur und Medienführung.
- Flexible Medienführung (z.B. durch Vorhaltung räumlicher Kapazitäten für nachträgliche Anpassung der Medien).
- Sicherstellung der internen und externen Medienverträglichkeit.
- Berücksichtigung des „Faktor Mensch“
- Berücksichtigung von Life-Balance Angeboten

Anforderungen Dienstleistung

Extern
- Berücksichtigung der Kreislaufwirtschaft.

Schnittstelle Produktion – Bauwerk
- Bereitstellung eines Konzeptes zur Berücksichtigung und Definition der Flexibilitätsaspekte.
- Bauherrensensibilisierung bezüglich der eingeschränkten Flexibilität infolge der Starrheit der Struktur.
- Bereitstellung einer Methode zur Identifizierung des Raumbedarfs.
- Berücksichtigung alternativer Nutzungsszenarien für das zu errichtende Industriegebäude im Rahmen der Möglichkeiten.
- Berücksichtigung des „Faktor Mensch“.

Abb. B11: Szenario 2 - Anforderungen Produkt und Dienstleistung (1/2)

Anforderungen Produkt

Bauwerk
- Maximierung der Ressourceneffizienz (z.B. durch Nutzung überschüssiger Energie infolge der Vernetzung von Industrie- und Funktions-/ Nebengebäuden).
- Gleichberechtigung von Neubauten und Bestandsbauten.
- Sicherstellung der Stabilität bautechnischer Systeme.
- Etablierung von Standards und klaren Rastern (z.B. standardisierten Bauelementen).
- Struktur ist allgemeingültig, offen und fehlerfreundlich konzipiert.

Image
- Erfüllung ästhetischer Ansprüche.

Anforderungen Dienstleistung

Bauwerk
- Bereitstellung einer Methode zur ganzheitlichen Kostenbetrachtung.
- Bauherrensensibilisierung bezüglich des Verhältnisses von Erstellungs- zu Betriebskosten.
- Sicherstellung einer Integrativen Planung.
- Bereitstellung von Beratungsmodellen.
- Verdeutlichung der Bedeutung der ersten Planungsphase vor dem Hintergrund der eingeschränkten Möglichkeiten.
- Transparenz der Dienstleistungen für den Kunden sicherstellen.
- Berücksichtigung, der fachlichen Qualität und des Profils der am Planungsprozess beteiligten Personen.
- Berücksichtigung, dass die Anforderungen an das Profil und die Kompetenzen der am Planungsprozess beteiligten Personen steigen.
- Annäherung der Prozessstufen (Entwicklung und Fertigung) berücksichtigen.
- Sicherstellung, dass die am Planungsprozess beteiligten Personen über die erforderten Kompetenzen und Qualitäten verfügen.
- Kompetenzen für die Planung der Medienführung bereitstellen.
- Hohe Kompetenzen für die Planung des Anlagenbaus infolge der Starrheit der Struktur erforderlich.
- Erweiterung der Planungskompetenzen berücksichtigen (z.B. Investitionen, Finanzierung etc.).
- Den Aufbau strikter Verantwortlichkeiten unterstützen.
- Bereitstellung klarer Schnittstellendefinition für den Planungsprozess.
- Standardisierung des Planungsprozesses.
- Gewährleistung schneller und starrer Entscheidungen.

Image
- Erfüllung ästhetischer Ansprüche.

Abb. B12: Szenario 2 - Anforderungen Produkt und Dienstleistung (2/2)

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR

4.3 Szenario 3

In Szenario 3 „Minimale Handlungsspielräume für den europäischen Industriebau in einer am Boden liegenden Weltwirtschaft" konnten folgende Chancen identifiziert werden:

Extern: Hier erfolgt eine Neuausrichtung des kulturellen Wertesystems. Eine Profilierung wird über maximierte Ressourceneffizienz (z.B. Bauteilrecycling) realisiert.

Produktion: Eine dezentrale und autarke Fertigung ist gefragt. Die Produktion hat in diesem Szenario Potenzial zur Erhöhung der Wirtschaftlichkeit. Insgesamt wird die Belastung durch die Logistik reduziert.

Schnittstelle Produktion – Bauwerk: Für die Planung und Errichtung eines Industriebaus steht in diesem Szenario vergleichsweise mehr Zeit zur Verfügung. Eingefahrene Prozesse werden überdacht und die Konzentration und Neuausrichtung der Bedürfnisse ermöglichen ein „Gesundschrumpfen". Das Gebäude und die Produktion schrumpfen zwar, aber dies geht mit einem Profit für die Unternehmung einher. Des Weiteren ist die Konzentration auf Kernkompetenzen gefragt. Abhängigkeiten von Technologien werden reduziert und regionale Ideen als Motor des Wiederaufbaus generiert.

Bauwerk: Es erfolgt eine Renaissance der Rolle des klassischen Bauherrn. Der Baubestand wird weiter genutzt und es wird in regionalen und kleineren Einheiten gebaut.

Image: Chancen in Bezug auf das Image entstehen auf Basis des Szenario 3 nicht.

Als Bedrohungen sind im dritten Szenario zu nennen:

Extern: Ein stabiler Produktionsprozess ist in diesem dritten Szenario gefährdet. Produktion und Industriebau sind abhängig von lokalen Bedingungen.

Produktion: Es ist eine verstärkte Abwanderung von Arbeitskräften und Industriebetrieben in Schwellenländer zu erwarten. Außerdem sinkt die Innovationskraft auf Minimalniveau.

Schnittstelle Produktion – Bauwerk: Der Lebenszyklus eines Industriebaus wird in diesem Szenario sehr kurzfristig betrachtet. Kleine Schritte verhindern vorausschauende und langfristige Planung. Das Knowhow im Industriebau verkümmert in der Schnittstelle Produktion – Bauwerk und die geringe Flexibilität der Gebäude ist ein Hemmnis für den Industriebau. Weiterhin spielen hier die Mitarbeiter eine untergeordnete Rolle. Sozialstrukturen werden abgebaut und es treten vermehrt soziale Unruhen auf.

Bauwerk: Die Berufsbilder im Industriebau verändern sich. Außerdem wird der Faktor Zeit zu einem knappen Gut.

Image: Bedrohungen in Bezug auf das Image entstehen auf Basis des Szenario 3 nicht.

Wie in Szenario 1 und 2 werden an dieser Stelle aus den Chancen und Bedrohungen für das dritte Szenario im nächsten Schritt die konkreten Anforderungen an Gebäude und Planungsprozess abgeleitet. (vgl. Abbildung 13):

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR

Anforderungen Produkt	Anforderungen Dienstleistung
Extern • Umsetzbarkeit stabiler, autarker Energiekonzepte. Produktion • Bedeutung des Produktionsprozesses ist größer als die des Mitarbeiters. Bauwerk • Maximierung der Ressourceneffizienz unter Berücksichtigung von Kostenaspekten (z.B. durch Nutzung überschüssiger Energie infolge der Vernetzung von Industrie- und Funktions-/ Nebengebäuden). • Bevorzugung von Bestandsbauten gegenüber Neubauten. • Etablierung von einfachen Standards und klaren Rastern. • Etablierung von robusten Systemen. • Konzentration auf die Umsetzung wirklich notwendiger Bedürfnisse. • Verwendung regional verfügbarer Bauelemente. • Minimal-invasive Anbindung an bestehende Infrastruktur. • Kurzfristige Lösung: Fliegende Bauten.	Extern • Berücksichtigung der Kreislaufwirtschaft. Bauwerk • Planung und Erstellung von Industriebauten zu minimalen Kosten ermöglichen. • Kompetenzen für die Planung der Medienführung bereitstellen. • Erweiterung der Planungskompetenzen berücksichtigen (z.B. Investitionen, Finanzierung etc.). • Standardisierung des Planungsprozesses. • Funktionstüchtigkeit auch bei hierarchischer Entscheiderstruktur sicherstellen. • Abwicklung des kompletten Prozess durch einen Generalisten. • Handlungsfähigkeit trotz eingeschränkter Einbindung in den Planungsprozess sicherstellen. • Reaktionsfähigkeit durch spezifische Lösungen sicherstellen. • Adäquate Handlungsstrategie für Umgang mit Protektionismus im Planungsprozess bereitstellen. • Regionale Anpassung vorkonfektionierter Angebote. • Mietparks als Geschäftsmodell in Betracht ziehen. • Impulse für neue Lösungen geben.

Abb. B13: Szenario 3 - Anforderungen Produkt und Dienstleistung

B5 Themenclusterung

Aus den identifizierten Anforderungen wurden die relevanten Themen für den Industriebau in der Zukunft abgeleitet. Für das Industriegebäude als Produkt sind dafür die im Workshop identifizierten Anforderungen geclustert und die prägendsten Anforderungen identifiziert worden. Die Clusterung und die Ableitung von Anforderungen daraus soll an dieser Stelle nur eine Einleitung zu den detaillierten Ausführungen in Teil D und Teil E darstellen.

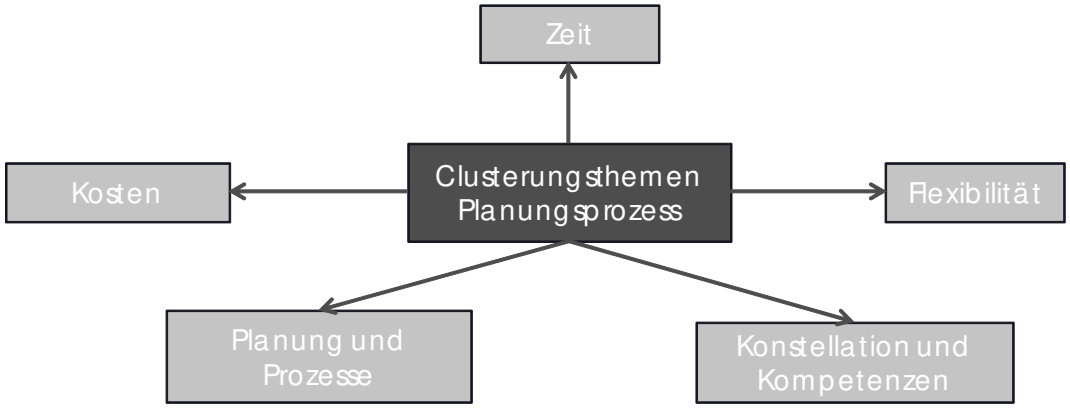
Bei der Betrachtung der geclusterten Anforderungen lassen sich die drei Anforderungsgruppen Wandlungsfähigkeit, Ressourceneffizienz und Unternehmensidentität ableiten, die jeweils unterschiedlich stark ausgeprägt in den drei Szenarien vorkommen.

Wandlungsfähigkeit: Unter Wandlungsfähigkeit eines Industriebetriebs wird die Fähigkeit verstanden, Veränderungen, die alle Produkte und die gesamte Fabrik bzw. das gesamte Werk betreffen, durchzuführen. Für den Industriebau definiert sich die Wandlungsfähigkeit über Variabilität und Flexibilität. Unter Variabilität wird die Veränderlichkeit bzw. Variationsfähigkeit innerhalb einer Grundgesamtheit verstanden. Dies bedeutet für das Industriegebäude das Potenzial auf Änderungen z.B. Nutzungsänderung oder Änderungen im Produktionsablauf innerhalb des Gebäudes an einem festen Standort reagieren zu können. Flexibilität bedeutet die Veränderlichkeit der Grundgesamtheit. Das bedeutet für ein Industriegebäude z. B. Wachsen, Schrumpfen und Verlagerung. [Wien 05], [West 00]

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR

Ressourceneffizienz: „Die Ressourceneffizienz analysiert die Nutzung von Ressourcen in Form von Potenzialfaktoren (Maschinen, humane Faktoren, immaterielle Faktoren). [Hütt 08]

Unternehmensidentität: Der Begriff der Unternehmensidentität ist definiert als die Summe seiner charakteristischen Eigenschaften, die es von allen anderen Unternehmen gleicher Größe und Branche differenziert. Als Kern dieser Identität sehen Birkigt, Stadler & Funck die Unternehmenspersönlichkeit als das manifestierte Selbstverständnis des Unternehmens an. [Birk 92] Sie kann als schlüssiger Zusammenhang von Erscheinung, Worten und Taten eines Unternehmens mit seinem Wesen verstanden werden. Die Corporate Identity beschreibt die Einheit und Übereinstimmung von Erscheinung, Worten und Taten eines Unternehmens mit seinem formulierten Selbstverständnis. [Fenk 87]



© IFU/ IBK/ IIKE

Abb. B14: Thematische Clusterung der Anforderungen - Dienstleistung

Für die Dienstleistung wurden exemplarisch die einzelnen Anforderungen thematisch sortiert und deckungsgleiche Anforderungen, d.h. Anforderungen, die aus mehreren Szenarien resultieren, identifiziert. Aus der Clusterung konnten die fünf wichtigsten Kriterien aus dem Planungsprozess abgeleitet werden: Zeit, Kosten, Flexibilität, Planung und Prozesse und Konstellationen und Kompetenzen.

Zeit: Dieser Aspekt bezieht sich insbesondere auf die Bauzeiten.

Kosten: Hier werden die Themen ganzheitliche Kostenbetrachtung und Bauherrensensibilisierung betrachtet.

Flexibilität: Die Flexibilität ist abhängig von Konzepten sowie der Bauherrensensibilisierung.

Planung und Prozesse: Dieses Kriterium enthält die Aspekte Bereitstellung einer Methode zur Unterstützung des Denkens in Varianten, den „Faktor Mensch“, Sicherstellung einer integrativen Planung, Bedeutung der 1. Planungsphase und Annäherung in Prozessstufen.

Konstellationen und Kompetenzen: Diese Aspekte sind geprägt durch Fachwissen & Profil, Anlagenbaukompetenz, Erweiterung, Planungskompetenz, Medienführungskompetenz, klare Schnittstellendefinition und Transparenz der Dienstleistung.

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR

B6 Verzeichnisse

Literaturverzeichnis

[Bull 03] Bullinger, H. J.; Warnecke, H. J.; Westkämper, E.: Neue Organisationsformen im Unternehmen. Ein Handbuch für das moderne Management. Springer Verlag, Berlin Heidelberg 2003.

[Birk 92] Birkigt, K.; Stadler, M.; Funck, H.: Corporate Identity. Grundlagen Funktionen Fallbeispiele. Verlag modern Industrie, München 1992.

[Fenk 87] Fenkart, P.: Corporate Identity. Leitbild, Erscheinungsbild, Kommunikation. Verlag Orell Füssli, Zürich 1987.

[Gaus 96] Gausemeier, J.; Fink, A.; Schlake, A.: Szenario-Management. Planen und führen mit Szenarien. Carl Hanser Verlag, München 1996.

[Hütt 08] Hüttenrauch, M.; Baum, M.: Effiziente Vielfalt. Die dritte Revolution in der Automobilindustrie. Springer Verlag, Berlin Heidelberg 2008.

[West 00] Westkämper, E.; Zahn, E.; Balva, P.; Tilebein, M.: Ansätze zur Wandlungsfähigkeit von Produktionssystemen. Ein Bezugsrahmen für die Unternehmensentwicklung im turbulenten Umfeld. wt Werkstatttechnik 90, 2000.

[Wien 05] Wiendahl, H.: Planung modularer Fabriken, Vorgehen und Beispiele aus der Praxis. Hanser Fachbuchverlag, München 2005.

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR

Abbildungsverzeichnis

Abb. A1: Multiple Zukunft [Gaus 96] 7
Abb. A2: Phasenmodell des Szenariomanagements nach Gausemeier [Gaus 96]. 8
Abb. A3: System-Grid HNI 11
Abb. A4: 1.System-Grid IIKE 12
Abb. A5: 2.System-Grid IIKE 12
Abb. A6: System-Grid IFU 13
Abb. A7: System-Grid IBK 13
Abb. A8: Mapping der Projektionsbündel für die Rohszenarien 17
Abb. A9: Szenario 1 - Anforderungen Produkt und Dienstleistung (1/2) 23
Abb. A10: Szenario 1 - Anforderungen Produkt und Dienstleistung (2/2) 23
Abb. A11: Szenario 2 - Anforderungen Produkt und Dienstleistung (1/2) 25
Abb. A12: Szenario 2 - Anforderungen Produkt und Dienstleistung (2/2) 25
Abb. A13: Szenario 3 - Anforderungen Produkt und Dienstleistung 27
Abb. A14: Thematische Clusterung der Anforderungen - Dienstleistung 28

Tabellenverzeichnis

Tab. A1: Katalog Einflussfaktoren 10
Tab. A2: Beispiel Cross-Impact-Analyse 10
Tab. A3: Schlüsselfaktoren und Projektionen für die Rohszenarien 16

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR

Teil C

Lebenszyklusbetrachtung im Industriebau

TU BRAUNSCHWEIG | IFU - INSTITUT FÜR FABRIKBETRIEBSLEHRE UND UNTERNEHMENSFORSCHUNG
Univ.-Prof. Dr.-Ing. Uwe Dombrowski

Dipl.-Wirtsch.-Ing. Mustafa Celik

Schlussbericht im Rahmen des Forschungsvorhabens „Planungsleitfaden Zukunft Industriebau“ - gefördert mit Mitteln der Forschungsinitiative Zukunft Bau | Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung

Schlussbericht Planungsleitfaden Zukunft Industriebau

Forschung an der Technischen Universität Braunschweig

TU BRAUNSCHWEIG | IFU - INSTITUT FÜR FABRIKBETRIEBSLEHRE UND UNTERNEHMENSFORSCHUNG
Univ.-Prof. Dr.-Ing. Uwe Dombrowski

Langer Kamp 19
38106 Braunschweig
www.ifu.tu-bs.de

Im Rahmen des Abschlussberichtes „Planungsleitfaden Zukunft Industriebau“, Aktenzeichen: Z6 - 10.08.18.7-08.2 / II 2 – F20-07-69, sind verwendete Abbildungen, Diagramme, Tabellen und Fotos als großes Bildzitat nach § 51 UrhG unter korrekter Quellenangabe zulässig. Eine gewinnbringende Veröffentlichung/Publikation ist aus urheberrechtlichen Gründen nicht zulässig.

.

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR

Inhalt

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR

C - Lebenszyklusbetrachtung im Industriebau

C1 Grundlagen 6

C2 Modelle 7

C3 Lebenszyklus Maschinen und Anlagen 12

3.1 Lebenszykluskosten von Maschinen und Anlagen 12
3.2 Charakteristika von Konzepten zum LCC 14
3.3 Kostenarten 15
3.4 Aufteilung der Lebenszykluskosten 19
3.5 Beeinflussungsparameter im LCC 20
3.6 Normen und Richtlinien 21
3.7 Fazit 24

C4 Lebenszyklus Gebäude 24

4.1 Lebensdauer 24
4.2 Phasen 27
4.2.1 Entwicklungsphase 29
4.2.2 Realisierungsphase 29
4.2.3 Nutzungsphase 30
4.2.4 Verwertungsphase 30
4.3 Lebenszyklusanalyse 31
4.3.1 Lebenszyklusanalyse des Gebäudes 34
4.3.2 Bedeutung des Gebäudelebenszyklus 38
4.4 Lebenszykluskosten 39
4.4.1 Betriebskosten 41

C5 Verzeichnisse 42

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR

C Lebenszyklus-betrachtung im Industriebau

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR

C Lebenszyklusbetrachtung im Industriebau

In diesem Kapitel erfolgt eine detaillierte Betrachtung und Analyse des Lebenszyklus im Industriebau. Ein Industriegebäude setzt sich aus den Maschinen und Anlagen im Gebäudeinneren zur Produktion sowie aus der Hülle zusammen. Dementsprechend bilden die Themengebiete „Lebenszyklus Maschinen und Anlagen“ und „Lebenszyklus Gebäude“ die Schwerpunkte der Untersuchung. Die folgenden Kapitel stellen grundlegende Zusammenhänge der Gesamtthematik Lebenszyklus dar.

C1 Grundlagen

Das Produkt Industriegebäude unterliegt analog zu anderen Produkten, einem Lebenszyklus. Der Begriff des Lebenszyklus in seiner Anwendung auf nicht natürliche Systeme wie ein Gebäude oder eine Maschine, greift die im Ursprung für natürliche Organismen geltende Eigenschaft des Lebens auf und kategorisiert und schematisiert die Phasen, die ein Produkt während seiner Lebensdauer in einem zeitbezogenen Modell durchläuft. [Zehb 96] Der Begriff des Zyklus impliziert eine Reihenfolge oder einen Kreislauf von Ereignissen oder Abläufen, welche sich entsprechend ihres Inhalts spezifischen Phasen zuordnen lassen, wobei die Phasen wiederum eigene Zyklen darstellen können. [Fröh 90] Der im Rahmen dieses Forschungsvorhabens verwendete Phasenbegriff soll somit nicht im Sinne einer chronologischen Abfolge verwendet werden sondern im Sinne iterativer Schritte. Dem Lebenszyklus liegt letztlich ein zeitliches und logisches Modell zugrunde, welches in Abhängigkeit vom Betrachtungsobjekt zu spezifizieren ist. [Zehb 96]

Ein Teilziel des Kapitels Lebenszyklusbetrachtung im Industriebau ist es, die Bauherren und Planer für eine Durchführung der Lebenszykluskostenbetrachtung (Life-Cycle-Costing (LCC)) zu sensibilisieren. Grundgedanke des LCC ist es, dass die Gesamtkosten - bestehend aus Anschaffungskosten und Folgekosten wie Betriebs- und Entsorgungskosten - zu bestimmen sind, um das über den gesamten Lebenszyklus kostengünstigste Produkt zu erwerben. Der Kern des Konzeptes ist das Denken im System, das die Betrachtung der Systemelemente Kosten, Zeit und Leistung erfordert. [Bünt 09] Die Definition der Lebenszykluskosten für Maschinen und Anlagen ist die „Summe aller zum bestimmungsmäßigen Gebrauch einer geeignet ausgelegten Maschine oder Anlage erforderlichen Aufwendungen von der Anschaffung bis zur Entsorgung“. [VDMA 07]

Im Zusammenhang mit dem LCC stehen die Total-Cost-of-Ownership (TCO). In der Fachliteratur werden die Begriffe meist synonym benutzt. [Bünt 09] In einer Studie aus dem Jahre 1987 erarbeitete die Gartner Group - eine Unternehmensberatung aus den USA - bereits eine Möglichkeit zur Bestimmung der TCO eines PC-Arbeitsplatzes. Es wurden nicht nur die Anschaffungskosten eines Rechners in die Betrachtung einbezogen, sondern sämtliche Kosten wie beispielsweise für Software und Wartung, die durch den Einsatz eines PC's im Laufe der Nutzungsdauer anfallen.

Die Verwendung von zwei Begriffen für die gleiche Thematik lässt sich damit begründen, dass sie in unterschiedlichen Branchen entstanden sind. Der TCO-Begriff hat seinen Ursprung in der Computerindustrie, während der Begriff der Lebenszykluskosten der Investitionsgüterindustrie zuzuordnen ist. Die Institutionalisierung erfolgte im Maschinen- und Anlagenbau durch die VDI-Richtlinie 2884 zur Beschaffung, Betrieb und Instandhaltung von Produktionsmitteln unter Anwendung von Life-Cycle-Costing oder dem VDMA Einheitsblatt 34160, einem Prognosemodell für Lebenszykluskosten von Ma-

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR

schinen- und Anlagen. Zusätzlich wurde die Betrachtung der Lebenszykluskosten durch die stärkere Integration von Lebenszykluskostendaten in der Beschaffungsentscheidung der Automobilindustrie intensiviert.

C2 Modelle

In der Literatur existiert kein einheitliches Phasen- und Verlaufsschema eines Lebenszyklusmodells, weder für Gebäude noch für maschinelle Anlagen oder andere Produkte. Grundsätzlich können drei Arten von Lebenszyklusmodellen differenziert werden: [Herr 10]

1. Lebensphasenmodelle /-konzepte: Diese sind flussorientiert und beschreiben den Fluss von Materialien, Energie, Produkten und Emissionen und sind sequentiell aufgebaut. Die Sequenzen sind an dem Lebensweg der Produkte ausgerichtet (Rohstoffgewinnung bis Herstellung).
2. Lebenszyklusmodelle /-konzepte: Diese sind zustandsorientiert und illustrieren die Systemdynamik dadurch, dass die wichtigsten Zustandsgrößen (Umsatz, Gewinn, Kosten, Emissionen etc.) über die Zeit aufgetragen werden. Die Zustandsgrößen verlaufen in der Regel zyklisch, so dass charakteristische Phasen wie Wachstums-, Reife-, oder Sättigungsphase unterschieden werden können.
3. Integrierte Lebenszykluskonzepte: Diese sind phasen- und zyklusorientiert und stellen sowohl die unterschiedlichen Phasen als auch den zeitlichen Verlauf wichtiger Zustandsgrößen dar.

Das klassische Lebenszykluskonzept, das der zweiten Kategorie zugeordnet werden kann, hat seinen Ursprung im Marketing, wo 1950 von Dean erstmals eine s-förmige Wachstumskurve beschrieben wurde. [Dean 50] Den Begriff Produktlebenszyklus hat Dean allerdings noch nicht verwendet. Die Darstellung des klassischen Produktlebenszyklus geht auf Patton zurück, der 1959 ein vierphasiges Modell vorstellte [Patt 59] In der gegenwärtigen Literatur hat sich jedoch die Phasenunterteilung in

1. Einführungs-,
2. Wachstums-,
3. Reife-,
4. Sättigungs- und
5. Degenerationsphase

etabliert. Gelegentlich werden statt der letzten drei Phasen nur zwei Phasen differenziert, so dass ein Vierphasen-Konzept vorliegt. [Bark 82]

Eine typische Darstellung der Umsatz- und Gewinnsituation im Laufe eines fünfphasigen Lebenszyklus zeigt Abbildung 1.

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR

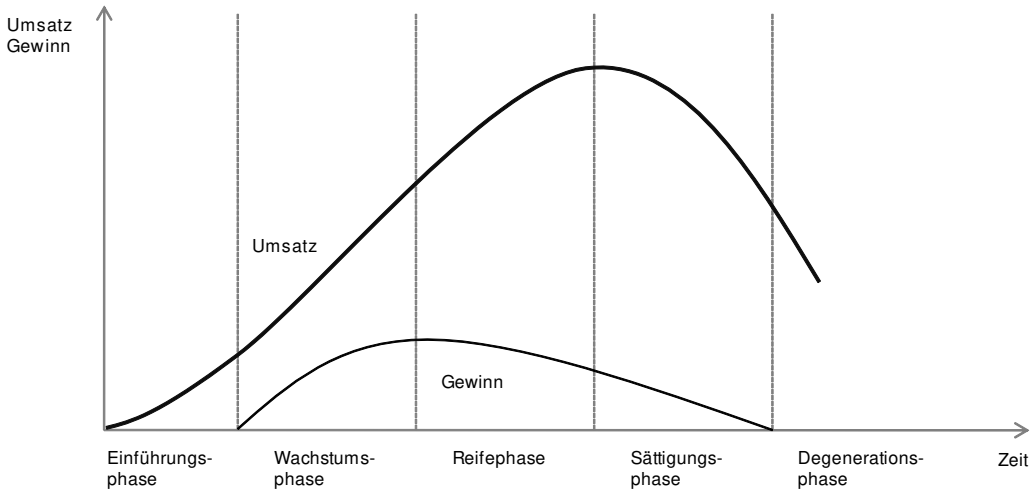


Abb. C1: Marktlebenszyklus, in Anlehnung an [Wöhe 96]

1. Einführungsphase
   Sie ist die erste Phase im Lebenszyklus und erstreckt sich von der Markteinführung bis zur Gewinnschwelle. In dieser Phase werden Verluste, bedingt durch Vorleistungskosten, in Kauf genommen. Hier beginnt der Absatz des Produkts am Markt. Der Umsatz steigt, jedoch können die Kosten für die Produktentwicklung noch nicht gedeckt werden. Die Einführungsphase endet, wenn der Break-Even erreicht ist, d.h. wenn Gewinne erzielt werden.

2. Wachstumsphase
   Die Wachstumsphase erstreckt sich von der Gewinnschwelle bis zum Punkt des maximalen Gewinns. Erst durch den steigenden Absatz des Produkts können Gewinne erzielt werden. Aufgrund einer größeren Verbreitung des Produkts ist eine hohe Wachstumsrate zu verzeichnen.

3. Reifephase
   Die Reifephase reicht vom Gewinnmaximum bis zum Umsatzmaximum. In dieser Phase setzt der Gewinnverfall ein, welcher auf einen zunehmenden Wettbewerb zurückgeht. Zudem nimmt das Umsatzwachstum ab. Die Reifephase ist beendet, wenn ein rückläufiger Umsatz erzielt wird.

4. Sättigungsphase
   Die Sättigungsphase reicht vom Umsatzmaximum bis zum Beginn des Verlusts. Der Umsatz nimmt stetig ab. Außerdem erfolgen häufig Maßnahmen zur Steigerung des Absatzes, wie z.B. eine Überarbeitung des Designs (Facelifting in der Automobilindustrie).

5. Degenerationsphase
   Die Degenerationsphase ist die letzte Phase im Produktlebenszyklus und erstreckt sich von der Verlustzone bis zum Rückzug des Produkts aus dem Markt. Vermehrt drängen Substitute in den Markt und die Umsätze gehen weiter zurück. Der Markt schrumpft so deutlich, dass der Absatz eingestellt werden muss. Im Anschluss an die Einstellung des Produktes sind weiterhin Leistungen im Bereich der Nachserienversorgung und Gewährleistung zu erbringen.

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR

Die Zahl der unterschiedlichen Phasen sowie Beginn und Ende des Lebenszyklus differieren mit

- dem Untersuchungszweck,
- der Art des betrachteten Objekts (z.B. Maschine, Gebäude, Konsumgut) und
- dem Aggregationsniveau (z.B. Produktgruppe oder Marke).

Zur Abgrenzung und Beschreibung der Phasen werden unterschiedliche Merkmale angewandt. Hierzu zählen beispielsweise die mengen- oder wertmäßige Absatzentwicklung, die Angebots- und Nachfragetypen oder auch die Verhaltensmuster von Marktteilnehmern. Größtenteils sind dies qualitative Kriterien mit phasenspezifisch angegebenen Ausprägungen. Zudem werden die Daten aus dem Rechnungswesen zur Beschreibung von Lebenszyklusverläufen und zur Phasenabgrenzung herangezogen.

Einige ausgewählte Merkmale zur Charakterisierung der einzelnen Phasen sind in Tabelle 1 dargestellt.

Merkmale/Phase	Einführung	Wachstum	Reife	Sättigung	Degeneration
Umsatz	Geringes Wachstum	Stärkeres Wachstum	Verlangsamtes Wachstum bis zum Maximum	Langsam abnehmend	Stark abnehmend
Kosten	Hohe Stückkosten	Sinkende Stückkosten	Sinkende Stückkosten	Gleichbleibende Stückkosten	Steigende Stückkosten
Gewinn	Einführungsverluste	Beginn der Gewinnzone bis zum Gewinnmaximum steigend	Langsam abnehmende Gewinne auf noch hohem Niveau	Weiter sinkende Gewinne, niedriges Niveau	Verluste
Produktqualität	Zum Teil schlecht und nicht ausgereift	Gut	Sehr gut	Noch gut	Sinkend
Produktvariationen	Gering	Mehrere Produktfamilien oder Spezialisierung	Breites Spektrum oder Spezialisierung	Programm-bereinigung führt zu geringerer Anzahl	Restanzahl
Kapazität, Auslastung	Kapazitätsaufbau, von Unter- zu Vollauslastung	Weiterer Kapazitätsaufbau	Modernisierung, Kapazitätsauslastung, Tendenz zu Überkapazität	Überkapazitäten, Kapazitätsabbau	Unterauslastung, Kapazitätsabbau
Marktrisiko	Sehr hoch	Mittel	Gering	Zunehmend	Steigt weiter
Marktstruktur	Temporäres Monopol, Oligopol	Oligopol	Polypol	Polypol, Oligopol	Oligopol
Marktanteile	Instabil	Schwankend, Konzentrationsansätze	Relativ stabil, Konzentration	Konzentration	Stabilisierung

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR

Wettbewerbs-intensität	Unbedeutend	Steigend	Hoch wegen Kampf um Markt-anteile	Hoch wegen Verdrängungs-wett-bewerb	Gering
Gesamterfolg	Verlust	Gewinnmaximum	Langsam sinken-der Gewinn	Fallender Gewinn	Verlust

Tab. C1: Merkmale der Phasen des idealtypischen Produktlebenszyklus [Zehb 96]

Integriertes Lebenszykluskonzept

Der in Abbildung 1 dargestellte klassische Lebenszyklus ist sehr grob und undetailliert. Im Rahmen des Forschungsprojekts sind jedoch detaillierte und durch Langfristigkeit charakterisierte Lebenszyklusmodelle von Bedeutung. Abbildung 2 zeigt, wie der Lebenszyklus einer langfristig angelegten Produktplanung mit expliziter Betrachtung der Teilzyklen aufgebaut ist.

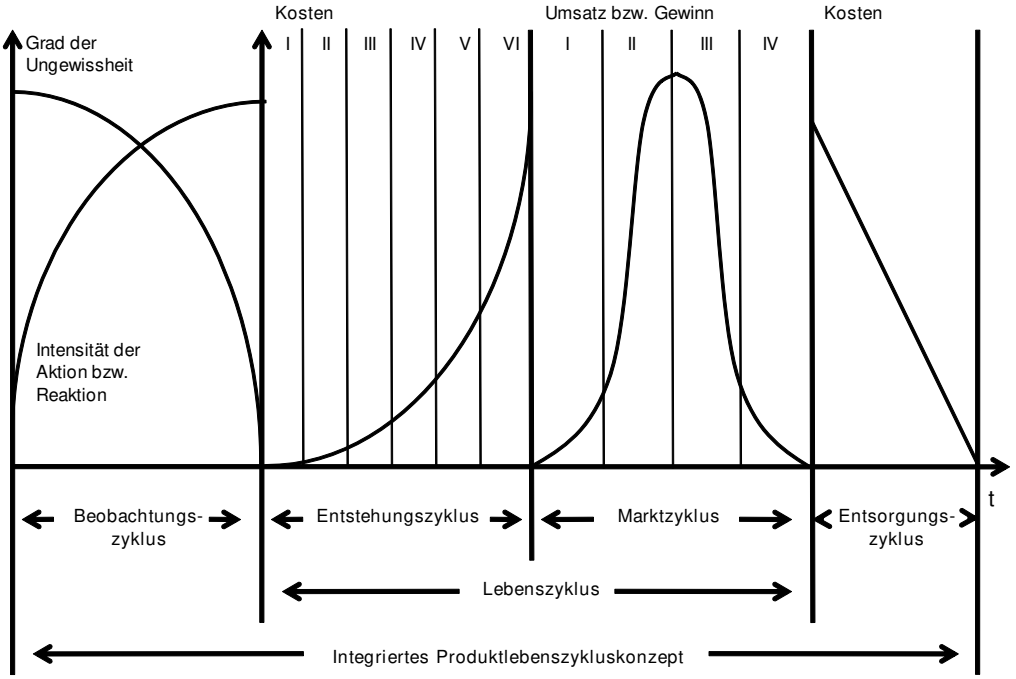


Abb. C2: Integriertes Lebenszykluskonzept [Pfei 81]

In seinem Ursprung stellt das Konzept des integrierten Lebenszyklus ein Modell zur strategischen und dementsprechend langfristigen Produktplanung dar und kann der dritten Kategorie von Lebenszykluskonzepten zugeordnet werden. Konzeptionell baut es auf dem zuvor beschriebenen klassischen Lebenszyklusmodell, auch Marktzyklusmodell genannt, auf. Es erfolgt jedoch eine Erweiterung, da der Entstehungs- und Verwendungszusammenhang von Produkten integriert wird. Hierbei wird eine Ausweitung des Betrachtungsfeldes auf vorstehende und nachgelagerte Vorgänge der eigentlichen Herstellung und Vermarktung des Produkts vorgenommen. Der Betrachtungshorizont des Produktlebens wird daher über die im klassischen Zyklus beschränkte Sicht hinaus um den Entstehungs- und Entsorgungsbereich erweitert. [Pfei 92] In diesem Zusammenhang differenzieren Pfeiffer und Bischoff vier Kernprozesse der langfristigen Produktplanung:

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR

1. Die Beobachtung des wissenschaftlich-technischen Vorfeldes, wo der Grad der Ungewissheit und die Intensität der Aktion bzw. Reaktion tragende Faktoren darstellen. Je weiter der Beobachtungszyklus fortschreitet und sich der Produktentstehung nähert, desto intensiver sind die Aktionen und Reaktionen, denn es besteht Handlungsbedarf aufgrund des neuen Produkts.
2. Der Alternativen-Suchprozess, d.h. Ideen und Visionen für zukünftige Produkte erarbeiten.
3. Der Alternativen-Bewertungs- und Auswahlprozess.
4. Der Realisierungsprozess als Prozess der Produktion und der Diffusion ausgewählter Produkte.

Punkt eins wird dem sogenannten Beobachtungszyklus zugeordnet. Die Punkte zwei, drei und ein Teil des Realisierungsprozesses mit Forschung, Entwicklung und Produktions- und Absatzvorbereitung gehören zu dem Entstehungszyklus. Der Prozess der Diffusion ist dem Marktzyklus zugehörig. Der Entstehungszyklus wird vorrangig durch die Festlegung von Kosten charakterisiert. Im Marktzyklus hingegen ist die Umsatz- und Gewinnbetrachtung dominant. Da in den folgenden Kapiteln besonders die Phasen vor der Nutzung, während des Nutzungsprozesses sowie die Phase nach der Nutzung eines Produkts, im vorliegenden Fall der Maschinen und Anlagen sowie des Gebäudes, im Vordergrund stehen, soll nun näher auf den Beobachtungs-, Entstehungszyklus sowie Entsorgungszyklus eingegangen werden.

Beobachtungszyklus

Der Beobachtungszyklus ist durch technologische und wissenschaftliche Neuerungen charakterisiert und verfolgt zudem sozio-gesellschaftliche Veränderungen. Bevor ein neues Produkt entsteht, wird der Markt bezüglich dieser Neuerungen und Veränderungen analysiert. Ziel hierbei ist das Generieren von strategisch relevanten Informationen zur Unternehmensumwelt und zu eigenen Stärken und Schwächen. Auf Grundlage dessen sollen Entscheidungsprozesse initiiert werden, die für den Beginn eines neuen Produktlebenszyklus notwendig sind. [Pfei 92] Weiterhin sollen Chancen und Risiken, die aus internen und externen Veränderungen heraus resultieren, möglichst frühzeitig erkannt werden. [Wübb 92]

Die Beobachtungen sollen zu einer sogenannten permanenten Institution werden [Pfei 92], d.h. die Analyse des Marktes hinsichtlich Neuerungen und Veränderungen soll kontinuierlich verlaufen, um z.B. auf etwaige Marktlücken reagieren zu können. Für eine auf einzelne Lebenszyklen ausgerichtete Kostenrechnungskonzeption sind die Kosten der allgemeinen Umfeldbeobachtung einerseits wegen Problemen ihrer Identifikation und andererseits wegen Schwierigkeiten ihrer Zuordnung zu einzelnen Produkten nicht geeignet.

Entstehungszyklus

Such- und Beobachtungsprozesse, die helfen sollen Problemlösungen zu finden oder für identifizierte Problemlösungspotenziale geeignete Bedarfe aufzudecken, sind bereits produktgerichtet. Eine Zuordnung der Kosten ist zum Großteil zu einem Produktlebenszyklus möglich. Schwierig wird es allerdings, wenn ein grundsätzlicher Produktbezug erkennbar, dieser aber anteilig nicht exakt bestimmbar ist, wie im Fall von Entwicklungsleistungen, die mehreren Produkten zugutekommen.

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR

Nach Pfeiffer werden sechs Teilphasen der Entstehungsphase unterschieden: [Pfei 81]

I. Suche alternativer Problemlösungspotenziale

II. Alternativenbewertung und -auswahl

III. Forschung

IV. Entwicklung und Versuch

V. Prototypenbau

VI. Produktions- und Absatzvorbereitung

Die Teilphasen bilden als Entstehungszyklus eine wichtige Erweiterung des klassischen marktorientierten Lebenszyklus. Der Zyklusbegriff verdeutlicht, dass die zugeordneten Aktivitäten nicht in Sequenzen, sondern überlappend zu betrachten sind und auch eine strenge Abgrenzung des Entstehungszyklus zu den Bestandteilen eines integrierten Produktlebenszyklusmodells nicht möglich ist.

Entsorgungszyklus

Das klassische Lebenszykluskonzept kann durch die Integration des Entsorgungszyklus ausgeweitet werden. Entsorgung bezeichnet in diesem Zusammenhang die Vermeidung und Reduzierung von Rückständen sowie die Überführung unvermeidbarer und nicht nutzbarer Rückstände in einen umweltverträglichen Zustand. [Uhl 02] Hierbei werden die kumulierten Kosten des Entstehungs- und Entsorgungszyklus dargestellt. Die Einbeziehung des Entsorgungszyklus ist erforderlich, denn gerade bei Maschinen und Anlagen ist die Phase „nach der Nutzung“ eine der drei Kernphasen im Lebenszyklus und muss demnach detailliert betrachtet werden, um auch im Sinne des vorliegenden Forschungsprojekts die ganzheitliche Betrachtung, zu erreichen.

C3 Lebenszyklus Maschinen und Anlagen

Im Gegensatz zum Lebenszyklus von Gebäuden soll an dieser Stelle keine weiterführende und detaillierte Betrachtung und Analyse der Lebenszyklusphasen von Maschinen und Anlagen durchgeführt werden. Der Lebenszyklus kann in die fünf klassischen Phasen Einführung, Wachstum, Reife, Sättigung und Degeneration oder im Falle einer strategischen und langfristigen Produktplanung in einen Beobachtungs-, Entstehungs-, Markt- und Entsorgungszyklus eingeteilt und durch das integrierte Produktlebenszykluskonzept abgebildet werden.

3.1 Lebenszykluskosten Maschinen und Anlagen

Maschinen und Anlagen werden auch für den Industriebau der Zukunft das Rückgrat der produktionstechnischen Prozesse darstellen. Vor diesem Hintergrund werden die Betriebskosten dieser Produktionsanlagen großen Einfluss auf den langfristigen Erfolg der Unternehmung haben. Um in der Lage zu sein, die Betriebskosten besser und effektiver zu erfassen und zu berücksichtigen, ist eine Betrachtung der Lebenszykluskosten von Maschinen und Anlagen über den Gesamtlebenszyklus hinweg erforderlich. Gemäß der bereits genannten Definition des VDMA werden unter den Lebenszykluskosten alle

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR

Aufwendungen von der Anschaffung bis zur Entsorgung verstanden [VDMA 07].

Die aktuelle Vorgehensweise von Industriebetrieben, sowohl im Mittelstand als auch bei Großkonzernen, bei der Beschaffung von Maschinen und Anlagen wie z.B. einer Werkzeugmaschine lässt sich häufig auf zwei Kernfragen zurückführen: [Köll 09]

- Ist die Maschine in der Lage, die für den Bearbeitungsprozess erforderlichen Anforderungen zu erfüllen?
- Wie teuer ist die Maschine?

Im Falle einer positiven Beantwortung der ersten Frage wird anschließend lediglich der Anschaffungspreis geprüft, ist auch dieser im Rahmen des Budgets oder der Vorstellungen des Kunden, so wird ohne Prüfung weiterer Kriterien und Berücksichtigung von anderen Faktoren der Kauf getätigt. [Köll 09] Das bedeutet, dass in vielen Fällen die Entscheidung für oder gegen den Erwerb einer bestimmten Maschine anhand des Kriteriums der Anschaffungskosten getroffen wird, welche sich grundsätzlich aus den Kapitalkosten und Transportkosten zusammensetzen.

Die Kosten über den gesamten Lebenszyklus sind somit bei Kaufentscheidungen nur von geringer Bedeutung, obwohl die Betriebskosten und auch die Entsorgungskosten die Anschaffungskosten vielfach überschreiten können. Der Grund hierfür ist, dass bei der Kaufentscheidung meist kein geeignetes Lebenszykluskostenkonzept vorhanden ist und der Großteil der Lebenszykluskosten daher nicht einkalkuliert wurde.

Die zukünftig anfallenden Betriebs- und Entsorgungskosten einer Maschine sind jedoch bereits zum Zeitpunkt des Kaufs größtenteils determiniert. [Wübb 84] Eine reine Betrachtung der Anschaffungskosten führt somit häufig zum Kauf eines Produktes, welches langfristig nicht die optimale Wahl ist. Folgendes Beispiel illustriert diesen Sachverhalt (vgl. Abbildung 3). Auf der linken Seite der Abbildung ist eine theoretische Aufteilung von Investitions- und Betriebskosten pro Jahr von drei alternativen Maschinen mit vergleichbarer Leistung dargestellt.

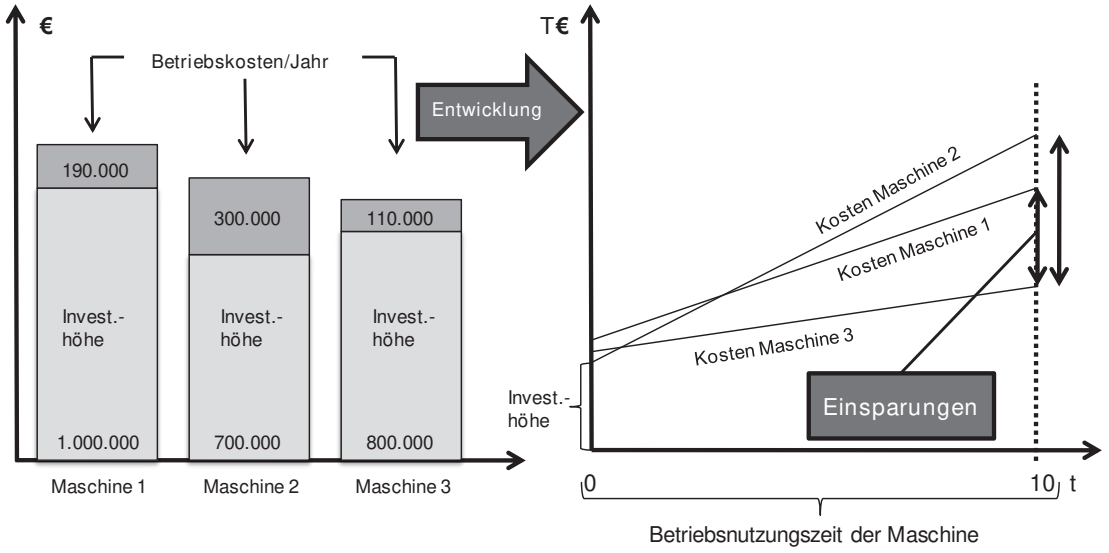


Abb. C3: Betriebskostenverlauf von Maschinen und Bewertung von Investitionsalternativen [Köll 09]

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR

Ohne Kenntnis über die Höhe der Betriebskosten der jeweiligen Maschine wäre die Kaufentscheidung eines beliebigen Käufers Maschine 2, denn ohne eine Ermittlung der Lebenszykluskosten kann er nicht schließen, dass gerade diese Maschine über einen Nutzungszeitraum von zehn Jahren deutlich höhere Kosten als Maschine 1 und 3 verursacht. Eine Möglichkeit zum ungefähren Vergleich von Instandhaltungskosten können Erfahrungswerte aus der Instandhaltung von ähnlichen oder gleichen, bereits bestehenden Maschinen sein, allerdings sind diese Werte für eine Kaufentscheidung in geringem Maße anwendbar. Einerseits basieren sie auf Daten, die meist nur auf dem Papier und sehr lückenhaft vorliegen und andererseits bieten diese Daten oft nur einen qualitativen Vergleich und liefern daher keine geeignete Grundlage. Eine sinnvolle Kaufentscheidung basiert jedoch auf einer Wirtschaftlichkeitsrechnung, die quantitative Daten berücksichtigt. Eine fundierte und richtige Kaufentscheidung kann daher nur durch eine korrekte Betrachtung der Lebenszykluskosten erfolgen.

Wenn der Kunde die Kaufentscheidung nur auf Basis der Beschaffungskosten trifft, hat dies zur Folge, dass der Hersteller auf lange Sicht niedrigere Preise anbieten muss, um wettbewerbsfähig zu bleiben. Nicht selten entstehen dadurch qualitativ schlechtere Maschinen, inklusive der Einzelkomponenten, die z.B. einen hohen Energieverbauch verursachen. Als Folge erhöhen sich über den Lebenszyklus hinweg die Kosten während der Betriebsphase. [Bünt 06] Dies begründet den Einsatz einer Lebenszykluskostenrechnung, welche mindestens eine Prognose der wesentlichen Betriebskosten ermöglicht.

3.2 Charakteristika von Konzepten zum LCC

Das Kernziel der Lebenszykluskostenrechnung ist es, von vornherein eine möglichst genaue Schätzung der zu erwartenden Kosten während der Betriebs- und Entsorgungsphase der Maschine zu liefern. Der in der Lebenszykluskostenrechnung betrachtete Zeitraum entspricht demnach der Nutzungszeit der Maschine. Zur Bestimmung der Lebenszykluskosten für einen vordefinierten Zeitraum wie etwa 15 Jahre, sind Herstellerinformationen zur Maschine notwendig. Besonders relevant sind hierbei Daten wie z.B.: [Köll 09]

- Häufigkeit der Wartungsaktivitäten pro Jahr
- Stillstandzeiten während der Wartungsaktivitäten
- Arbeits- und Materialaufwand während der Wartungsaktivitäten
- Energieverbrauch pro Betriebsstunde
- Hilfs- und Betriebsstoffverbrauch pro Betriebsstunde
- Ersatzteilpreise für Einzelkomponenten
- Lebensdauer von Einzelkomponenten
- Anzahl von erforderlichem Personal zur Bedienung pro Stunde

Viele Konzepte zur Lebenszykluskostenrechnung verfügen über ein Bonus-Malus-System, das eine Kostenbeteiligung des Herstellers bei falschen Angaben dieser Daten regelt. Allerdings sind auch im Falle der korrekten Bereitstellung dieser Informationen durch den Hersteller die Betriebsbedingungen im Unternehmen der größte Veränderungstreiber und viele dieser Daten hängen unmittelbar mit den Betriebsbedingungen zusammen. Der Hersteller braucht vom Nutzer wiederum Informationen über die Beanspruchungszeiten und -bedingungen der Maschine, um die für die Lebenszykluskostenrechnung erforderlichen Daten an den Nutzer bereitzustellen. Informationen die vom Nutzer an den Hersteller übermittelt werden sollen sind z.B.: [Köll 09]

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR

- Werkstoffeigenschaften
- Taktzeiten
- geplante Durchlaufzeiten
- geplante Betriebsstunden pro Jahr

Jedoch ändern sich auch diese Parameter meist mehrfach über den Lebenszyklus einer Maschine oder Anlage. Es reicht nicht aus, lediglich ein Berechnungsmodell für die Lebenszykluskostenrechnung auszuwählen. Lebenszykluskosten werden grundsätzlich als Kapitalwerte berechnet und müssen über die angenommene Nutzungsdauer betrachtet werden. Die zeitliche Komponente wird durch Abzinsung von Zahlungen erreicht, die in der Zukunft liegen. Die Kapitalwerte aller Zahlungsreihen werden dann anschließend aufsummiert. Nach dem Vergleich unterschiedlicher Investitionsalternativen ist schließlich diejenige auszuwählen, die den höchsten Kapitalwert aufweist. [Dena 10]

3.3 Kostenarten

Bei Maschinen und Anlagen ist eine Dreiteilung der Lebensphasen für eine kostenorientierte Lebenszyklusbewertung sinnvoll, da sich hieraus die wichtigsten Kostenelemente definieren lassen (vgl. Tabelle 2). Ohne Anspruch auf Vollständigkeit sind nachstehend die Lebenszykluskosten entlang der drei Phasen

- Vor der Nutzung
- Während der Nutzung
- Nach der Nutzung

aufgeschlüsselt. Dies ist der erste Schritt für eine Sensibilisierung des Nutzers bezüglich der Kosten seiner Maschinen und Anlagen über den Gesamtlebenszyklus.

Vor der Nutzung
Allgemeine Beschaffungskosten
• Bedarfsermittlungskosten
• Kosten für Marktanalyse
• Anschaffungspreis pro Maschine
• Kapitalbeschaffungskosten
• Frachtkosten
• Zusätzliche Garantiekosten
• Kosten für Umbaumaßnahmen
• Kosten für Aufbau/Einbau
• Kosten der Inbetriebnahme
• Ersatzteilkosten (Erstausstattung)
• Kosten zusätzlicher Anlagen (Peripheriegeräte)
• Planungs- und Angebotskosten

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR

Folgekosten der Beschaffung
• Personalbeschaffungskosten
• Kosten für zusätzliches Personal
• Kosten für Schulungen
• Reisekosten
• Hardwarekosten
• Softwarekosten
• Kosten für Beratung

Während der Nutzung
Betriebs- und Hilfsstoffe
• Wasser
• Druckluft
• Gase
• Schmiermittel und Öle
• Kühlmittel
• Elektrische Leistungsaufnahme im Leerlauf
• Elektrische Leistungsaufnahme unter Last
• Personalaufwand für die Bedienung
• Notwendige Qualifikation
• Flächenkosten/m²
• Werkzeugkosten
Instandhaltungskosten/Ersatzteile*)
• Reinigungsaufwand
• Wartungsaufwand
• Inspektionsaufwand
• Instandsetzungsaufwand
• Generalüberholung/Revision
• Ersatzteilkosten/Ersatzteilbevorratung
• Sonderwerkzeuge, z.B. Hebezeuge
• Kosten für Service
• Kosten für Software/Softwareentwicklung
• Kosten zur Reinigung von Emissionen und Entsorgung von Hilfs- und Betriebsstoffen
• Änderungskosten

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR

Leistungs- und Qualitätsangaben und daraus entstehende Opportunitätskosten
• Produktionskapazität (Maschinenleistung)
• Technische Verfügbarkeit
• Meantime Between Failure (MTBF)
• Meantime To Repair (MTTR)
• Rüstzeiten
*) Die Aufwände sind entsprechend der Richtlinie VDI 2885 zu dimensionieren und die zugehörigen Kosten zu ermitteln.

Nach der Nutzung
Außerbetriebnahme
• Entsorgung von Betriebsstoffen
• Demontagekosten
• Rückbaukosten
• Sanierungskosten
• Kosten für notwendige Gutachten
Verwertung
• Endlagerungskosten
• Verkauf
• Recyclingkosten/Wiederverwendung
• Verschrottung
• Auflösung des Lagerbestands/Verwertung der Ersatzteile
• Weiterverwendungswert

Tab. C2: Kostenarten von Maschinen und Anlagen, in Anlehnung an [VDI 05]

Es ist sinnvoll, je nach Bedarf zu den aufgeführten Kostenarten Daten zur Leistung, Funktionsfähigkeit und spezifischen Maschinenmerkmalen zu berücksichtigen, um eine möglichst vollständige und aussagefähige Darstellung der Maschinenleistung zu erzeugen.

Das Aufzeigen der Stückliste einer Maschine dient dazu, die Kostenelemente den jeweiligen Funktionsgruppen und Maschinenkomponenten zuzuordnen. Dadurch wird die Identifikation von kostentreibenden Funktionsgruppen oder Komponenten vereinfacht und es können wichtige Erkenntnisse für eine Verbesserung gezogen werden. Zur Zuweisung der elementaren Kostenarten und zu deren Berechnung dienen aktuelle Normen und Richtlinien. Kostenarten die in der Berechnung der Kosten berücksichtigt werden sollen müssen in Form von durchschnittlichen Kostensätzen angegeben werden. Kostenbeispiele von anderen Maschinenanwendern können hier als Vorlage dienen, falls andere Anwender ihre Beispielwerte zur Verfügung stellen.

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR

Die Lebenszykluskosten werden durch die unterschiedlichen Kostentreiber derart stark beeinflusst, dass identische Maschinen abhängig von ihrer Einsatzart über den Lebenszyklus hinweg sehr unterschiedliche Kosten verursachen können. Beispielsweise hängen die Energiekosten stark vom Verhältnis der Stillstands- zur Produktionszeit sowie von den jeweiligen Bearbeitungsprozessen ab. Wenn nun eine Aussage zum Einfluss der Energiekosten auf die Gesamtkosten getroffen werden soll, ist es erforderlich, verschiedene Prognosen zu erstellen. In einem Best-Case-Szenario und einem Worst-Case-Szenario werden die Entwicklungen für wesentliche Kostenarten aufgezeigt und anschließend bei der Ermittlung der Gesamtlebenszykluskosten berücksichtigt. Eine detaillierte Aufschlüsselung der Kostenarten einer Maschine vor, während und nach der Nutzung liefert das VDMA-Einheitsblatt. Der Vorteil des Einheitsblattes ist, dass es konkrete Berechnungsformeln für die Kostenarten enthält. Wenn lediglich ein Überblick über die wichtigsten Kostenarten erforderlich ist, so ist die oben genannte VDI-Richtlinie zu empfehlen. Im Falle einer detaillierten Betrachtung der einzelnen Kostenarten und der Berechnungsformeln, stellt das VDMA-Einheitsblatt eine geeignetere Übersicht vor. In Anlehnung an das VDMA-Einheitsblatt 34160 illustrieren nachfolgende Abbildungen die Aufschlüsselung der Kostenarten in den erwähnten Phasen.

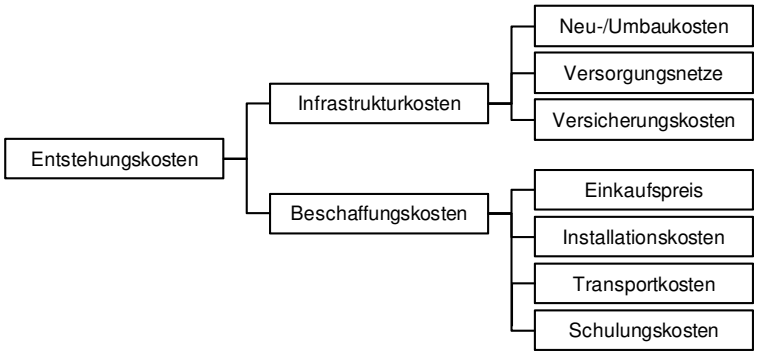


Abb. C4: Kostenarten der Entstehungsphase nach [VDMA 07

]

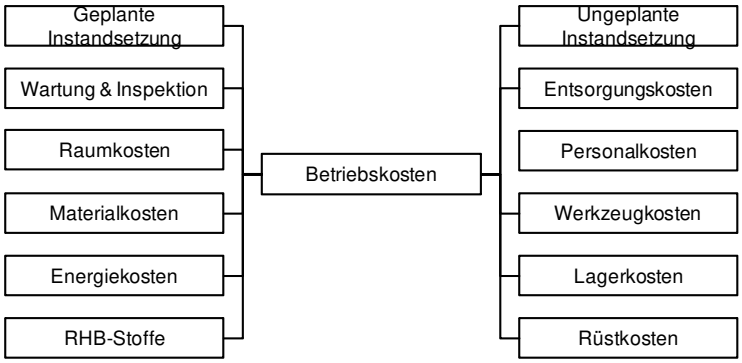


Abb. C5: Kostenarten der Betriebsphase nach [VDMA 07]

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR

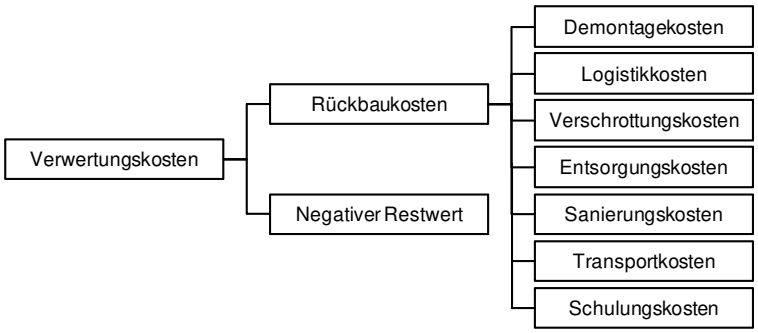


Abb. C6: Kostenarten der Verwertungsphase nach [VDMA 07]

3.4 Aufteilung der Lebenszykluskosten

Der durchschnittliche Beschaffungspreis einer Werkzeugmaschine macht mit 30 % zwar den größten aber dennoch geringen Teil der Gesamtkosten aus. [Abel 06] Dieser Wert ist Ergebnis einer Studie des Instituts für Produktionsmanagement, Technologie und Werkzeugmaschinen an der TU Darmstadt (PTW), die zwischen 2004 und 2007 durchgeführt wurde. Basierend auf diesen Erkenntnissen können über einen Betrachtungszeitraum von zehn Jahren beispielhaft für eine Werkzeugmaschine folgende Kosten berechnet werden: (vgl. Abbildung 7):

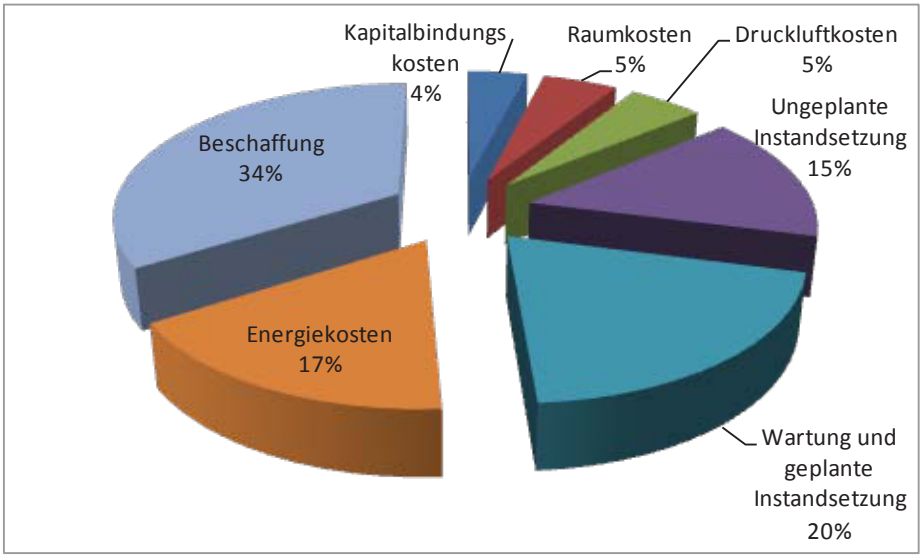


Abb. C7: Aufteilung der Lebenszykluskosten einer WZM, aus [Abel 09]

In diesem Beispiel sind die Stillstandkosten nicht mitberücksichtigt. Je nach Situation und Kalkulationsgrundlage sollten zudem Kosten für Ausschuss, Rüstkosten oder Werkzeugkosten berücksichtigt werden. Das Beispiel illustriert, dass sogar bei einer Betrachtung von nur explizit ausgewählten Kosten, die Beschaffungskosten unter 35 % ausmachen. Dies verdeutlicht die Notwendigkeit einer systematischen Berechnung der Lebenszykluskosten, sowohl durch den Nutzer als auch durch den Hersteller.

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR

3.5 Beeinflussungsparameter im LCC

Die Lebenszykluskosten von Maschinen und Anlagen werden von unterschiedlichen Parametern beeinflusst. Unter anderem haben die Maschinenkonstruktion, der Bearbeitungsprozess, die Organisationsform oder der Systemaufbau einen wesentlichen Einfluss. [Abel 09] Das Wissen über Faktoren, die die Kosten am stärksten beeinflussen, bietet einen entscheidenden Vorteil: die zukünftige Lebenszykluskostenrechnung kann durch die Optimierung dieser Parameter angepasst werden, so dass Verschwendungen aufgezeigt und beseitigt werden. Somit ist es z.B. für den Hersteller möglich, das zukünftige Verhalten der Maschine durch Änderungen der Konstruktion und der Komponenten wie etwa Lager, Motoren, Pumpen und Dichtungen so anzupassen, dass eine Kostensenkung erreicht werden kann. Aus Nutzersicht sind die innerbetrieblichen Bedingungen und Umfeldeinflüsse während der Nutzungszeit der Maschine zu analysieren, anzupassen und zu verbessern. Hierzu gehören wiederum Parameter wie Fertigungsverfahren, auftretende Belastungen während der Bearbeitungs- und Stillstandzeiten, Verschmutzungen oder auch Schwingungsbeeinflussung durch andere Maschinen. Die Wahl der Fertigungsform und Anordnung der Maschinen im Sinne einer fundierten Fabrikplanung spielt demzufolge ebenfalls eine tragende Rolle bei der Lebenszykluskostenbetrachtung. [Abel 09]

In Abbildung 8 ist beispielhaft aufgeführt, wie sehr die Lebenszykluskosten von Maschinen durch unterschiedliche Beanspruchung beeinflusst werden. Das Diagramm zeigt, dass sechs verschiedene Anwender mit baugleichen Maschinen stark voneinander abweichende MTBF-Werte haben. Diese Mean-Time-Between-Failures (MTBF), ins deutsche mit „mittlere Betriebsdauer zwischen Ausfällen“ übersetzbar, gibt den Erwartungswert der Betriebsdauer zwischen zwei aufeinanderfolgenden Ausfällen an. So besagt ein MTBF-Wert von 3250 beispielsweise, dass eine Maschine durchschnittlich 3250 Stunden ohne Ausfall arbeitet. Je höher der MTBF-Wert ist, desto zuverlässiger ist die entsprechende Maschine. Umgebungs- und funktionsbedingte Beanspruchungen bedingen geringe MTBF-Werte. So geht aus Abbildung 8 hervor, dass die Ausfallhäufigkeit bei den unterschiedlichen Anwendern stark variiert und eine Streuung der MTBF-Werte von 500 bis ca. 3250 sichtbar ist. Der Prozess und die Organisation können als Einflussfaktoren identifiziert werden. Prozessparameter ergeben sich in erster Linie aus dem Fertigungsprozess und den dazugehörigen Belastungen. Hierbei ist auch die Nutzung in Massen- oder Kleinserienfertigung zu unterscheiden. Der Einsatz einer identischen Maschine in der Kleinserienfertigung führt zu unterschiedlicheren Belastungen als z.B. während der Nutzung in einer Massenfertigung. Zudem spielt im Rahmen des Fertigungsprozesses das zu verarbeitende Material eine entscheidende Rolle – Stahlverarbeitung führt zu höheren Maschinenbelastungen und Ausfallraten als beispielsweise eine Aluminiumverarbeitung. [Abel 09]

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR

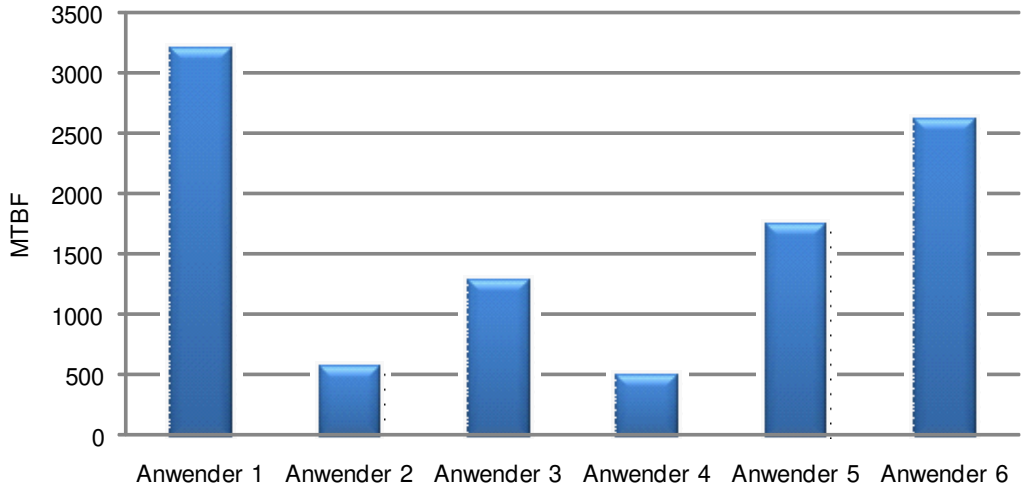


Abb. C8: MTBF Werte gleicher Maschinen bei unterschiedlichen Anwendern [Abel 09]

Der hohe Einfluss der Strategie der Instandhaltungsmaßnahmen auf die Maschinenfunktionalität wird in Abbildung 9 durch eine Felddatenanalyse von Ausfallursachen bei Werkzeugmaschinen deutlich. Die in einem Praxisbeispiel des PTW untersuchten Ursachen lassen sich zu 31 % auf Verschleiß und 12 % auf Schmutz zurückführen. Beide Ursachen können durch aktives Instandhaltungsmanagement des Nutzers minimiert und beseitigt werden. Eine Möglichkeit ist die Prävention. Verschleißanfällige Teile sollten frühzeitig ausgetauscht werden, um ungeplante Ausfälle zu reduzieren und somit den Anteil der ungeplanten Instandsetzung zu reduzieren. Zudem kann durch ausreichende Wartung verschmutzungsbedingten Ausfällen vorgebeugt werden. [Abel 09]

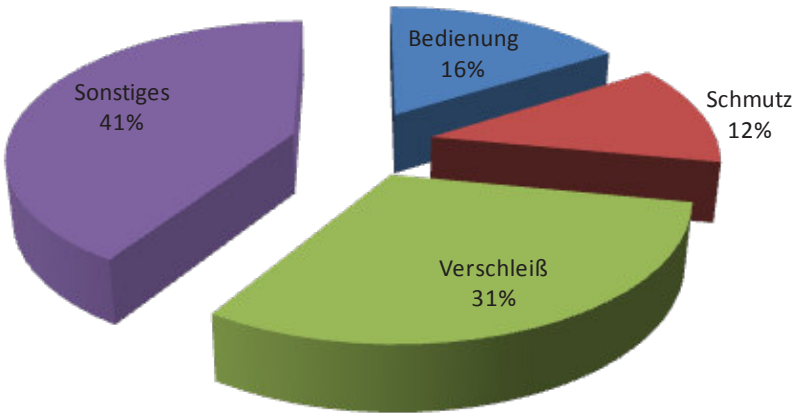


Abb. C9: Felddatenanalyse der Ausfallursachen einer Werkzeugmaschine [Abel 09]

3.6 Normen und Richtlinien

Zu Lebenszykluskosten gibt es Normen und Richtlinien, die es ermöglichen, verschiedene Kostenelemente der Lebenszykluskosten zu berücksichtigen und darüber hinaus eine Ermittlungs- und Berechnungsgrundlage für diese Elemente bieten. Tabelle 3 zeigt eine Auswahl der relevanten Normen und Richtlinien.

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR

Norm / Leitfaden	Titel der Norm	Ziel der Norm	Berücksichtigte Lebenszyklusphasen	Grundlage der Bewertung	Bewertungskriterien und Kostenelemente (exemplarisch)
VDI 4004 Blatt 3	Kenngrößen der Instandhaltbarkeit	Definition von Kriterien zur Bewertung der Instandhaltbarkeit	• Besitz/Nutzung	• Qualitativ • Quantitativ	• Instandhaltung • Kennzahlen (z.B. MTBF) und qualitative Beurteilungsgrößen (Zugänglichkeit…)
VDI 4004 Blatt 4	Zuverlässigkeitskenngrößen, Verfügbarkeits-kenngrößen	Definition von Verfügbarkeitskenn-größen	• Besitz/Nutzung	• Qualitativ • Quantitativ	• Instandhaltung
VDI 3423	Verfügbarkeit von Maschinen und Anlagen	Definition der Begriffe, Zeiterfassung und Berechnung der Verfügbarkeit	• Besitz/Nutzung	• Quantitativ	• Instandhaltung
DIN 31051	Grundlagen der Instandhaltung	Definition der Begriffe der Instandhaltung	• Besitz/Nutzung	• Qualitativ	• Instandhaltung
DIN EN 60300-3-3	Anwendungsleitfaden Lebenszykluskosten	Beschreibung Zweck, Vorgehen und Elemente der LZK Analyse	• Beschaffung • Besitz/Nutzung • Entsorgung	• Qualitativ • Quantitativ	• Formel und Kostenelemente • Investitionsrechnung • Beispielrechnung
DIN EN 61703	Mathematische Ausdrücke	Mathematische Ausdrücke und Formeln	• Besitz/Nutzung	• Quantitativ	• Funktionsfähigkeit • Verfügbarkeit • Instandhaltbarkeit • Instandhaltungsbereitschaft

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR

Norm	Titel der Norm	Ziel der Norm	Berücksichtigte Lebenszyklus-phasen	Grundlage der Bewertung	Bewertungskriterien und Kostenelemente (exemplarisch)
VDI 2884	Beschaffung, Betrieb und Instandhaltung von Produktions- mitteln unter Anwendung von Life-Cycle-Costing	Unterstützung Betreiber bei Auswahl Beurteilungsrahmen für den Hersteller für innovative Konfigurationen	• Beschaffung • Besitz/Nutzung • Entsorgung	• Qualitativ • Quantitativ	• Maschinenbeschaffung • Betriebs- und Hilfsstoffe • Instandhaltungskosten • Leistungs- und Qualitäts-angaben • Außerbetriebnahme und Verwertung
VDI 2885	Einheitliche Daten für die Instandhaltungs-planung & Ermittlung von Instand-haltungs-kosten	Eindeutige Beschreibung von Instandhaltungspro-zessen als Grundlage für den Austausch zwischen Hersteller und Lieferant	• Besitz/Nutzung	• Qualitativ • Quantitativ	• Mengenleistung, Maschi-nenfähigkeit, Verfügbarkeit etc. • Instandhaltungsplan für In-spektion, Wartung, Instand-setzung (mit Angabe zu Intervall, Ausfallzeit, Mitar-beiterqualifikation • Lebensdauer von Ver-schleißteilen • Leistung des Hersteller-Service
VDI 2891	Instandhaltungs-kriterien bei der Beschaffung von Investitionsgütern	Transparenz der instand-haltungsrelevanten Ereignisse	• Besitz/Nutzung	• Qualitativ • Quantitativ	Kostentreibende Kriterien der Instandhaltung , z. B.: • Zuverlässigkeit • Instandhaltungsaufwand
VDMA 34160	Prognosemodell für die Lebenszyklus-kosten von Maschinen und Anlagen	Definition Kostenelemente und Formeln der Berech-nung	• Beschaffung • Besitz/Nutzung • Entsorgung	• Qualitativ	• Anschaffungspreis, Installati-on, Zoll ... • Wartung, Instandsetzung, Energie, Raum, Werk-zeuge,... Demontage, Verschrottung...
VDI 2893	Auswahl und Bildung von Kennzahlen für die In-standhaltung	Definition von Kennzahlen für zielorientierte Ausrich-tung der Instandhaltung	• Besitz/Nutzung	• Qualitativ • Quantitativ	• Kennzahlenkatalog zur Instandhaltung

Tab. C3: Normen und Richtlinien zu Lebenszykluskosten [Abel 09]

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR

3.7 Fazit

Für den Nutzer einer Maschine ist die Kenntnis über die Lebenszykluskosten ein großer Vorteil, besonders, wenn diese Information vor der Investitionsentscheidung zur Verfügung steht. Somit kann er die für ihn langfristig wirtschaftlichste Maschine erwerben. [Denk 09] Allerdings sind das Konzept des Life-Cycle-Costing und die damit einhergehende Ermittlung der Lebenszykluskosten sehr aufwendig und bedingt einen intensiven Informationsaustausch zwischen Nutzer und Hersteller, sowohl in der Beschaffungsphase als auch in der Betriebsphase. Besonders vor dem Hintergrund, dass ein Großteil der Kosten in der Betriebsphase anfällt, ist die kontinuierliche Kommunikation zwischen Nutzer und Hersteller für den ordnungsgemäßen und kostengünstigen Gebrauch einer Maschine wichtig.

Der Aufwand der Lebenszykluskostenrechnung kann minimiert werden, indem sich die Berechnung auf die wesentlichen Kosten beschränkt. Weiterhin ist zu beachten, dass eine funktionierende Lebenszykluskostenrechnung auf einer konstruktiven Zusammenarbeit und einem Vertrauensverhältnis zwischen Nutzer und Hersteller basiert. Bei der Ermittlung und Auswertung der Lebenszykluskosten muss jedoch immer berücksichtigt werden, dass eine Lebenszykluskostenrechnung nur eine Kostenabschätzung und Prognose ist und Abweichungen aufgrund der zahlreichen Einflussfaktoren nicht ausgeschlossen werden können. Um das Konzept weiter zu fundieren, kann zusätzlich eine Sensitivitätsanalyse durchgeführt werden, [Günt 97] damit „Zusammenhänge zwischen den in die LCC-Betrachtung eingehenden unsicheren Parametern und den daraus resultierenden Ergebnissen“ aufgezeigt werden können. [VDI 05]

Die reine Betrachtung der Beschaffungskosten, sollte durch eine Betrachtung des Systems als Ganzes abgelöst werden. Des Weiteren müssen die Gesamtlebenszykluskosten als ein wichtiges Kaufkriterium beachtet werden, um so die Rentabilität von Maschinen und Anlagen zu steigern. Neben den oben erwähnten Möglichkeiten zur Reduzierung von Wartungsaufwand und –kosten lassen sich die Gesamtlebenszykluskosten insbesondere dann reduzieren, wenn Einzelkomponenten optimal aufeinander abgestimmt und gleichzeitig an die Anforderungen der Applikation angepasst sind. In Zukunft ist zu erwarten, dass ein Paradigmenwechsel vollzogen wird. Weg von Investitionsentscheidungen, die nur auf Basis von Anschaffungskosten getroffen werden, hin zu einer Prozesskostenbetrachtung über den Gesamtlebenszyklus.

C4 Lebenszyklus Gebäude

4.1 Lebensdauer

Um den Lebenszyklus eines Gebäudes zu beschreiben, muss zunächst die Gesamtlebensdauer analysiert werden. Zudem sind Angaben zur Lebenserwartung einzelner Bauteile und Materialien erforderlich, damit das zeitliche Auftreten baulicher Maßnahmen im Bestand bestimmbar ist.

Vor diesem Hintergrund wird hier zwischen der technischen und wirtschaftlichen Lebensdauer eines Gebäudes unterschieden. Die technische Lebensdauer beschreibt die Lebenserwartung, in der ein Industriebau oder Gebäude im allgemeinen Sinn seinen Funktionen vollkommen genügen kann. [Menk 79] Sämtliche Instandhaltungsmaßnahmen und Abnutzungserscheinungen sind ebenfalls zu

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR

berücksichtigen. Die technische Lebensdauer wird von folgenden Faktoren beeinflusst (Dobe 00], [Schu 85]):

- Qualität der Instandhaltung
- Qualität der Baustoffe
- Qualität der Ausführung (Art und Weise der Konstruktion, Wahl der Materialien und ihre Kombination etc.)
- Konstruktive Abhängigkeiten
- Umfeldeinflüsse wie etwa Nutzerverhalten

Die wirtschaftliche Lebensdauer wird von gesellschaftlichen, wirtschaftlichen und gesetzlichen Einflüssen bestimmt und ist unabhängig von der technischen Lebensdauer. Die wirtschaftliche Lebensdauer kann jedoch die technische Lebensdauer nicht überschreiten. Je wandlungsfähiger der Industriebau ist, umso größer ist die wirtschaftliche Lebensdauer. [Herz 05] Sie endet, wenn die Rentabilität nicht mehr gegeben ist. Die wirtschaftliche Lebensdauer wird wiederum von folgenden Faktoren beeinflusst:

- Art der Nutzung
- Qualität des Industriebaus (z.B. Ausstattung, Grundrissanordnung und –gestaltung bei veränderter Nutzung)
- Konstruktive Abhängigkeiten
- Lage des Grundstücks (Stichwort: Standortplanung)
- Nutzerspezifische Ansprüche an Qualität und die Optik des Gebäudes

Ist die technische Lebensdauer erreicht, so ist die Funktionstüchtigkeit des Gebäudes nicht mehr gewährleistet und Revitalisierungsmaßnahmen werden notwendig. Bei Erreichen der wirtschaftlichen Lebensdauer hingegen genügt die Qualität nicht mehr den erwähnten nutzerspezifischen Ansprüchen. Beides bedingt entweder den Austausch bzw. Abriss von Materialien, einzelnen Bauteilen oder der Gesamtkonstruktion.

In Richtlinien wie beispielsweise der Richtlinie für die Ermittlung der Verkehrswerte von Grundstücken (WertR) aus den Jahren 1991 und 2002, Arbeitshilfen wie Leitfaden Nachhaltiges Bauen 2001 [BVBW 01] oder statistischen Untersuchungen wie die des Schweizerischen Ingenieur- und Architekten-Vereins (SIA D 0123) [SIA 95] sind durchschnittliche Lebensdauern von Gebäuden, Bauteilen und Baustoffen aufgeführt oder liegen in Form von Erfahrungswerten vor. Im Rahmen des Forschungsprojekts wurde die Expertenerfahrung zur technischen Lebensdauer in einem Arbeitstreffen eingeholt. Die Hochtief Construction AG sowie die M + W Group haben in Zusammenarbeit mit dem Forschungsteam eine Matrix erarbeitet, die auszugsweise untenstehend aufgeführt ist:

Branche	Lebensdauer Gebäude in Jahren	Nutzungszyklen	Art der Veränderung	Art der Tätigkeit (Umbau)
Solar	20	5	Umbau	Anlagentechnik (AT) / Gebäudetechnik (GT)
Chip	20	5	Umbau	AT/ GT

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR

Gummi- & Kunststoff-waren	30	10	Umbau	AT/ GT
Papierindustrie	30	20	Umbau	AT
Elektronik	30-50	25	Umbau	AT/ GT
Bekleidung	30-50	30	Umbau	GT
Getränkeherstellung	50	10-15	Umbau	AT
Chemie	50	10	Umbau	AT/ GT
Forschung	50	15-20	Umbau	
Herstellung von sonstigen Waren	50	30	Umbau	AT
Automobil	50	5-8	Umbau	AT/ GT
Konsum	50	5	Umbau / Erweite-rung	AT/ GT
Pharma	50	5	Umbau	AT/ GT
DV-Geräte, Optik	50	5	Umbau	AT
Logistik	50	5-10	Abbruch / Rückbau	Lagertechnik / GT/ Hülle
Bau	50		Abbruch / Rückbau	
Tabakverarbeitung	60-90	10-15	Abbruch / Rückbau	
Transport	60-90	10	Umbau	AT
Holz-, Flecht-, Korb- und Korkwaren	60-90	10	Umbau	AT
Glas und Glaswaren, Keramik	60-90	15-20	Umbau	AT
Energie	60-90	30	Umbau	AT/ GT
Sonstiger Fahrzeug-bau	60-90	5	Umbau	AT
Rohstofferstellung	60-90		Abbruch / Rückbau	
Möbelbau	80	10-15	Umbau	AT
Lebensmittel	80	10	Umbau	AT/ GT
Druckerzeugnisse	80	10	Umbau	AT
Kokerei & Mineralöl-verarbei-tung	80	15-20	Umbau	AT/ GT
Maschinenbau	80	25	Umbau	AT

Tab. C4: Analyse der Nutzungszyklen von Gebäuden aus unterschiedlichen Branchen

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR

Als Gebäude wird in diesem Zusammenhang das Gesamtsystem, das aus Baukonstruktion, technischen Anlagen und Ausstattung besteht, verstanden. Die Baukonstruktion bezeichnet hierbei die Bauteile (z.B. Boden, Decke) und setzt sich aus dem konstruktiven Rohbau, der sogenannten Primärstruktur sowie der Gebäudehülle, dem raumausbildenden Ausbau und den technischen Installationen, der sogenannten Sekundärstruktur zusammen. [Herz 05]

Vor diesem Hintergrund ergab die Analyse der Literatur und unterschiedlicher Richtlinien, dass:

- Bauteile und Materialien eines Rohbaus (Primärgebäudestruktur) langlebiger, als die des Ausbaus und auch langlebiger als die des der technischen Installation (Sekundärstruktur) sind,
- die Lebensdauern der Materialien des Ausbaues sehr unterschiedlich sind,
- die technische Lebensdauer von Oberflächenmaterialien sehr stark von der Nutzung und den klimatischen Bedingungen beeinflusst wird.

Folglich bestimmt die Lebensdauer der einzelnen Bauteile maßgeblich die Gebäudelebensdauer. Ausbauteile und Materialien die in der Regel eine kürzere Lebensdauer haben, können während des Gebäudelebenszyklus ausgetauscht werden. Für die spätere Lebenszykluskostenanalyse ist eine Differenzierung der Lebensdauern bis auf Bauteilebene erforderlich. Zudem resultieren aufgrund der unterschiedlichen Lebensdauern der Ausbaumaterialien konstruktive Abhängigkeiten, deren Berücksichtigung bei der Lebenszykluskostenanalyse erforderlich ist. [Herz 05]

4.2 Phasen

In der Literatur werden die Phasen des Gebäudelebenszyklus nicht einheitlich gliedert. Die Lebensphasen sind in unterschiedlicher Form und Detaillierungstiefe abgegrenzt. ISO 15686-5 teilt den Lebenszyklus in vier Kernphasen ein, wohingegen der deutsche Verband für Facility Management, German Facility Management (GEFMA), sieben und das österreichische Normungsinstitut insgesamt fünf Phasen im Lebenszyklus eines Gebäudes sieht (vgl. Tabelle 5). [Herz 05]

GEFMA 100-1 (2004)	Konzeption	Planung	Errichtung	Betrieb & Nutzung	Umbau & Sanierung	Leerstand	Verwertung
ISO 15686-5 (2004)	Acquisition			Use & Maintenance	Renewal & Adaption		Disposal
ÖNORM A 7000 (2000)	Projektidee	Projektent-wicklung	Errichtung	Nutzung			Abriss

Tab. C5: Lebenszyklusphasen eines Gebäudes nach Normen und Richtlinien [Herz 05]

Im Allgemeinen durchläuft der Lebenszyklus eines Gebäudes aber immer die Phasen von der Idee bis zur Verwertung, die durch Abriss, Verkauf oder ein anschließendes Neuprojekt gekennzeichnet ist. Je nach Gebäudetyp werden allerdings nicht alle Zwischenphasen durchlaufen. Im Folgenden wird ein für Industriebauten anwendbares Lebenszyklusmodell vorgestellt und detailliert (vgl. Abbildung 10). [Isen 99]

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR

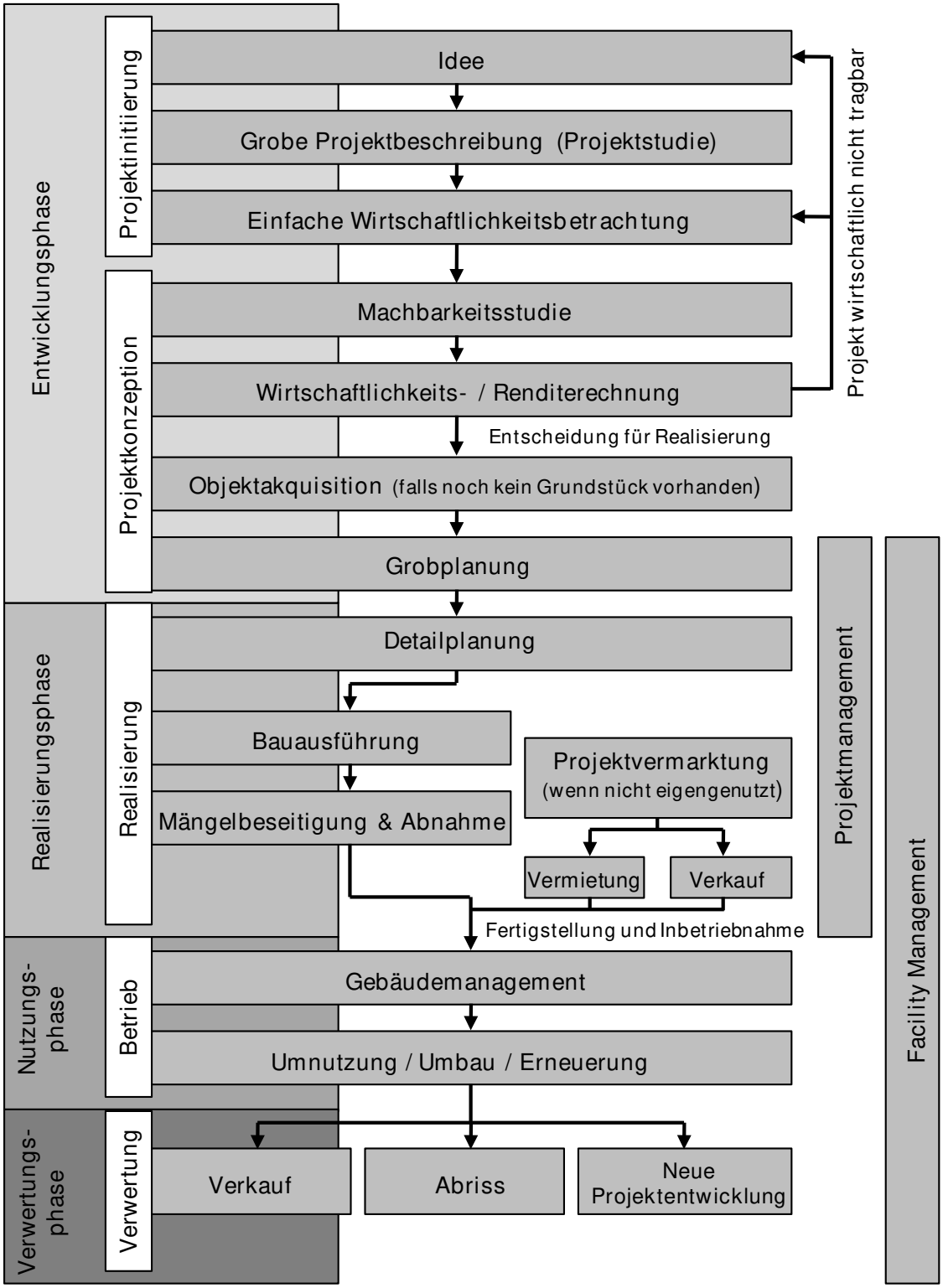


Abb. C10: Detaillierung der Lebenszyklusphasen eines Industriebaus, in Anlehnung an [Isen 99]

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR

Im Gegensatz zu den oben erwähnten Normen und Richtlinien werden hier vier Kernphasen unterschieden, die jeweils aus Teilprozessen zusammengesetzt sind. Im Folgenden wird auf die Phasen dieses Modells näher eingegangen werden.

4.2.1 Entwicklungsphase

Das Charakteristische an der Entwicklungsphase ist, dass hier Voraussetzungen für die Wirtschaftlichkeit und die zukünftigen Nutzungsmöglichkeiten des Gebäudes geschaffen werden. Zum Zeitpunkt der Entwicklung werden die Grundsteine für die Lebenszykluskosten und die Gestaltung des Gebäudes gelegt. [Pfnü 02] Nachfolgende Lebenszyklusphasen erlauben kaum mehr einen Eingriff in die Gestaltung und Kosten.

Der erste Schritt der Entwicklungsphase ist die Generierung einer Projektidee. Anschließend wird eine Projektbeschreibung erstellt, die jedoch noch nicht detailliert ist. Hier sollte bereits eine grobe Wirtschaftlichkeitsbetrachtung erfolgen, um die prinzipielle Durchführbarkeit zu prüfen und gegebenenfalls schon in dieser frühen Phase einen Abbruch oder einen Ideenreview einzuleiten. Möglichst frühzeitige Analysen und Zukunftsprojektionen über wahrscheinliche Szenarien dienen dazu, die bis dahin gesammelten Informationen und Ideen zu konkretisieren und letztlich über die Fortführung und Realisierbarkeit des Projektvorhabens zu entscheiden. [Bone 94] Nach einer weiteren, diesmal jedoch detaillierteren Wirtschaftlichkeitsrechnung erfolgt die endgültige Projektfreigabe. Vor diesem Hintergrund wird die Betrachtung der Lebenszykluskosten im Industriebau deutlich. Die Projektrealisierung wird im letzten Schritt der Entwicklungsphase durch eine Grobplanung des Projekts eingeleitet.

Meist wird bei einem Großbauprojekt in der Industrie nur die Anfangsinvestition betrachtet, was sich negativ auf die Lebenszykluskosten auswirken kann. Wie im späteren Verlauf des Berichts noch detaillierter betrachtet wird, spielen laufende Kosten insbesondere in der Betriebsphase eine übergeordnete Rolle und bieten zudem Optimierungspotenziale. Die Baukosten an sich sind relativ statisch und nur wenig beeinflussbar und daher kaum zu senken, denn sie sind primär von Lohnkosten und Materialkosten abhängig. Die Einbeziehung von sämtlichen, über den Lebenszyklus hinweg anfallen Kosten ist entscheidend für die Wirtschaftlichkeit eines Industriegebäudes und muss ausschlaggebend für die Planung des Gebäudes sein. Auch der spätere Aufwand für Umbau, Rückbau oder Recycling muss bereits in der frühen Entwicklungsphase geplant und mögliche Handlungsszenarien aufgezeigt werden. [Breit 00]

4.2.2 Realisierungsphase

Nach der Entwicklungsphase geht der Lebenszyklus in die Realisierungs- bzw. Bauphase über, wobei keine strikte Trennung der beiden Phasen besteht, sondern der Übergang fließend abläuft. Auf Basis der Grobplanung wird mit der Detailplanung begonnen. Die Realisierungsphase endet mit der Übergabe an den Nutzer. Der Bauprozess bedingt, dass die Teilprozesse der Planung und Ausführung zu einem Gesamtprozess zusammengefügt werden, um die Funktionalität und Wirtschaftlichkeit des Gebäudes zu garantieren. [Homa 98] Damit dieser „Integrationsprozess“ erfolgreich verläuft, wird ein Projektteam gebildet, das organisatorisch und fachlich diese Integration begleitet. Oft erfolgt dieser Schritt bereits während der Grobplanung. Die anschließende Detailplanung führt den Planungsprozess des Projektteams weiter und teilt die Planung in unterschiedliche Stufen ein. Ist die Erlaubnis zum

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR

Bau erteilt, wird im Sinne des Simultaneous Engineering parallel die Ausführungsplanung erstellt und die Vergabe vorbereitet. Nach Ende des Bauprozesses und der Abnahme durch den Auftraggeber sind etwaige Mängel zu melden.

Die Inbetriebnahme stellt den Übergang der Realisierungsphase zur Nutzungsphase dar. Hierbei sollte gewährleistet sein, dass den späteren Nutzern sämtliche Informationen zukommen. [Nävy 06]

4.2.3 Nutzungsphase

Die Phase der Nutzung ist die längste im Lebenszyklus eines Gebäudes und gleichzeitig mit Abstand die kostenintensivste und schädlichste für die Umwelt. [Lieb 02] Die Nutzungskosten übertreffen bereits durchschnittlich nach nur vier Jahren die Investitionskosten. [Schu 01] Nach Abschluss des Bauprozesses sind durchschnittlich erst 17-25 % der Lebenszykluskosten eines Gebäudes angefallen. [Djah 08] Bei einem Computerchip sind in der gleichen Lebenszyklusphase, nach Fertigstellung im Übergang zur Nutzung bereits 80 % seiner Lebenszykluskosten angefallen. [Pris 01] Diese Zahlen verdeutlichen, dass Kostenreduzierungspotenziale beim Gebäude besonders in der Nutzungsphase vorhanden sind und entsprechende Maßnahmen zur Senkung der Kosten möglichst schon vor der Nutzungsphase eingeleitet werden müssen.

Die Nutzungsphase ist insbesondere durch das Gebäudemanagement und den Umbau gekennzeichnet. Fälschlicherweise wird meist Facility Management als Synonym zum Gebäudemanagement verwendet. [Galo 01] Der Begriff Facility Management (engl. facility = Anlagen, Einrichtungen, Sachressourcen) ist nicht eindeutig abgrenzbar. Dadurch kommt es in der Praxis oft zu Überschneidungen und Überlagerungen in der Bezeichnungsauslegung.

Das Facility Management verfolgt das Ziel eine verbesserte Nutzung, Kapitalrentabilität und Arbeitsproduktivität bei Gebäuden jeglicher Art sicherzustellen. Hierbei sollen insbesondere der Arbeitsplatz und das Umfeld berücksichtigt werden. [Brau 96] Das Facility Management beginnt jedoch nicht erst am Anfang der Nutzungsphase, sondern muss schon am Ende der Entwicklungsphase ansetzen und diese beim Bau und der Errichtung des Gebäudes methodisch unterstützen. Dies ist die Voraussetzung für ein erfolgreiches Gebäudemanagement, das in der Nutzungsphase den wirtschaftlichen Erfolg des Gebäudes sicherstellen soll.

Der Nutzungsphase kann auch der Umbau zugeordnet werden, wobei sowohl Umnutzungs- als auch Erneuerungsaktivitäten zum Umbau gehören. Die Umbauphase ist insofern eine Schlüsselphase im Gebäudelebenszyklus, als dass sie die weiterführende bzw. erneute Nutzung des Gebäudes einleitet. Die Umnutzung führt im Gegensatz zum Umbau gleichzeitig zu einer Nutzungsänderung, welche aber nicht zwangsläufig mit einer baulichen Veränderung einhergehen muss. Für einen Umbau hingegen müssen Veränderungen am Gebäude durchgeführt werden. Im Falle der Erneuerung sind nicht unbedingt veränderte Nutzeranforderungen treibende Faktoren. Erneuerungen sind meist dann notwendig, wenn das Gebäude schon lange in Betrieb ist und bauliche Anlagen oder technisches Equipment veraltet sind.

4.2.4 Verwertungsphase

Wenn der Lebenszyklus des Gebäudes nicht in einen Umbau, eine Umnutzung oder eine Erneuerung übergeht, beginnt die Verwertungsphase. Im Vergleich zu den anderen Phasen ist sie relativ kurz,

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR

denn es wird nur noch eine Entscheidung getroffen, ob der nächste und letzte Schritt ein Abriss, Verkauf oder ein neues Projekt sein wird und welche dieser drei Verwertungsmöglichkeiten wirtschaftlich zu präferieren ist.

Der Leerstand ist ein Sonderfall am Ende des Lebenszyklus. Allerdings folgt auf den Leerstand immer eine abschließende Phase wie ein Abriss, Sanierung oder Verkauf. Daher ist die Leerstandsphase lediglich ein Zwischenstadium bis zur endgültigen Verwertung.

4.3 Lebenszyklusanalyse

Bei der Betrachtung von Lebenszyklen gilt es zu berücksichtigen, dass die realen Produktlebenszyklen oftmals erheblich von den idealtypisch geplanten Verläufen abweichen. Industriegebäude stehen als Bestandteil einer Fabrik grundsätzlich in einem Abhängigkeitsverhältnis mit unterschiedlichen Lebenszyklen von Produkten und weiteren Elementen der Fabrik. Vor diesem Hintergrund ist zunächst das Gebäude in die Fabrik einzuordnen und der Untersuchungsraum für die weiteren Betrachtungen abzugrenzen.

Das Gebäude stellt im Sinne der Fabrikplanung eine von fünf Planungsebenen dar (Abbildung 11). Die werksexterne Infrastruktur, d.h. die Position des Werks im Unternehmensverbund bzw. Wirtschaftsraum wird Produktionsnetz (1) genannt. Das Werk (2) ist der örtlich und räumlich geschlossene Produktionsbereich mit definierten Produktionsaufgaben an einem Standort. Das Gebäude (3) ist der architektonisch-räumlich geschlossene Ort, der ein oder mehrere Segmente enthält. Das Gebäude enthält geschlossene Produktionsbereiche, bestehend aus mehreren Arbeitsplätzen mit definierten Produktionsaufgaben. Diese geschlossenen Produktionsbereiche werden mit dem Begriff Segment (4) bezeichnet. Der Arbeitsplatz (5) stellt die kleinste Planungsebene dar. Ein Arbeitsplatz ist ein elementarer Produktionsbereich und besteht aus Betriebsmitteln und Nebeneinrichtungen. [VDI 09]

Im Rahmen des Forschungsprojekts wird das Gebäude betrachtet, in welchem die Leistungserstellung des Unternehmens erbracht wird. Vor diesem Hintergrund wird im Folgenden der Lebenszyklus des Gebäudes betrachtet und aus den Lebenszyklen der leistungserstellenden und wertschöpfenden Ebenen Segment/Arbeitsplatz, inklusive Maschinen und Anlagen, abgeleitet.

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR

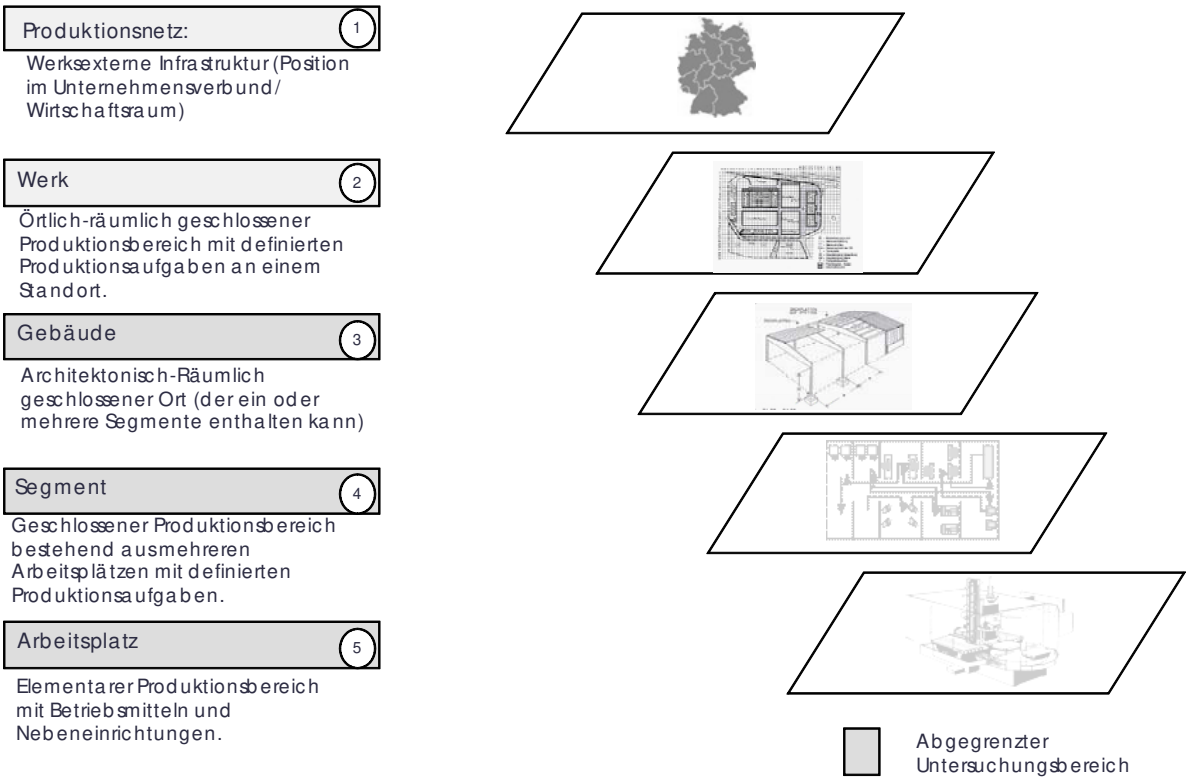


Abb. C11: Planungsebenen der Fabrikplanung, in Anlehnung an [VDI 09]

Segmente bestehen aus Arbeitsplätzen, welche über Prozesse (z.B. Fertigungs- und Produktionsprozesse) und Relationen (z.B. Material- und Informationsflüsse) miteinander verknüpft sind. [Sche 04] In der Planung können Segmente und Arbeitsplätze nicht getrennt voneinander betrachtet werden. Ein Arbeitsplatz besitzt immer einen Vorgänger (z.B. Wareneingang) bzw. einen Nachfolger (z.B. Warenausgang), so dass eine singuläre Planung eines einzelnen Arbeitsplatzes nur eine untergeordnete Rolle spielt. Vielmehr müssen der Vorgänger, der Arbeitsplatz und der Nachfolger als Ganzes geplant werden. Vor diesem Hintergrund werden für die weitere Analyse die Planungsebenen Arbeitsplatz und Segment zusammen betrachtet. In Abbildung 12 ist ein Vergleich der Lebenszyklen eines Produkts und eines dazugehörigen Arbeitsplatzes/Segments dargestellt.

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR

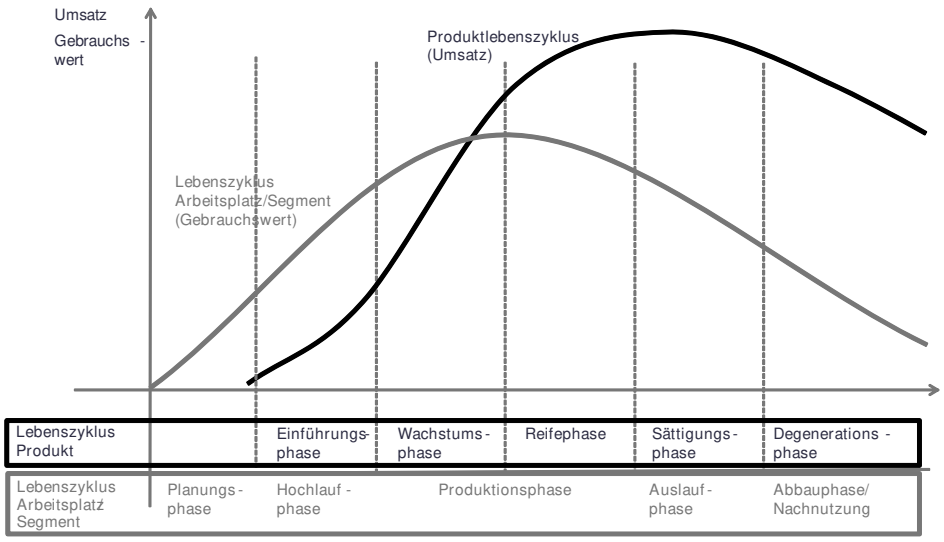


Abb. C12: Vergleich Lebenszyklus Produkt und Arbeitsplatz/Segment [IFU/IIKE/IBK]

Analog zu Abbildung 1 beinhaltet der Lebenszyklus des Produkts die bereits beschriebenen fünf Lebenszyklusphasen und ist auf Basis des Umsatzes über die Zeit aufgetragen. Der Lebenszyklus Arbeitsplatz/Segment ist eng mit dem des Produkts verknüpft. Der Lebenszyklus Arbeitsplatz/Segment besteht aus fünf Phasen:

- Planungsphase
- Hochlaufphase
- Produktionsphase
- Auslaufphase
- Abbauphase/Nachnutzung

Die Phasen wurden auf Basis ihres Gebrauchswerts unterschieden, der den „Wert bezüglich seiner Eignung für einen bestimmten Zweck“ [Wirt 10] beschreibt. In der klassischen Ökonomie wird unter dem Gebrauchswert der Nutzen oder die „Nützlichkeit“, die eine Ware hat, verstanden. [Wöhe 96]

Planungsphase: Die Planungsphase erfolgt parallel zur Produktplanung und stellt sicher, dass funktionsfähige Arbeitsplätze/Segmente zur Produktion des Produkts zur Verfügung stehen.

Hochlaufphase: Die Hochlaufphase ist gekennzeichnet von einer kontinuierlichen Stückzahlerhöhung. Dabei sind zumeist kontinuierliche Optimierungsmaßnahmen in den Arbeitsplätzen bzw. den Segmenten notwendig.

Produktionsphase: In der Phase des höchsten Absatzes müssen Arbeitsplätze und Segmente im Sinne der geplanten Leistungserstellung stabil funktionieren. Die kontinuierliche Verbesserung von Arbeitsplätzen/Segmenten ermöglicht die Erhöhung des wertschöpfenden Anteils bei der Erstellung der Produkte.

Auslaufphase: Bei sinkender Stückzahl sind oftmals Arbeitsplätze/Segmente nicht mehr in der Lage, eine wirtschaftliche Fertigung sicherzustellen. Vor diesem Hintergrund sind in der Auslaufphase Maßnahmen zu treffen, die Arbeitsplätze/Segmente zur Verfügung stellen, in denen ein Auslauf des Pro-

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR

dukts ökonomisch ermöglicht werden kann. Dabei kann eine grundsätzliche Umstrukturierung des Segments notwendig werden.

Abbauphase/Nachnutzung: Ist der Auslauf des Produkts sicher, ist der Arbeitsplatz/das Segment abzubauen bzw. für eine nachfolgende Nutzung neu zu konfigurieren. Aufgrund des technischen Fortschritts ist eine direkte Verwendung von Arbeitsplätzen/Segmenten für ein anderes (Nachfolge-) Projekt zumeist nicht möglich.

Aus den immer kürzeren Innovationszyklen resultieren kurze Produktlebenszyklen. So sind z. B. die Produktlebenszyklen in der Automobilindustrie von 19 Jahren (Ford Model T) auf 5-6 Jahre gesunken. In der Elektrotechnik sind aktuell Lebenszyklen von 2-4 Jahren und im Bereich der Software sogar von unter einem Jahr zu verzeichnen. Aus dieser Entwicklung resultiert, dass auch die Lebenszyklen von Arbeitsplätzen/Segmenten kontinuierlich kürzer werden. Für das Gebäude, welches die Arbeitsplätze/Segmente beinhaltet, stellen die kurzen Lebenszyklen hohe, ständig wechselnde Anforderungen dar. [Econ 99]

4.3.1 Lebenszyklusanalyse des Gebäudes

In einer Umfrage des Instituts für Fabrikbetriebslehre und Unternehmensforschung aus dem Jahr 2008 (gefördert im Rahmen des Forschungsvorhabens „InnoFAB“ durch die Stiftung Industrieforschung) wurden 23 Unternehmen aus unterschiedlichen Branchen zu ihren Fabrikplanungsaktivitäten befragt. Im Rahmen der Studie wurden die Unternehmen nach dem Alter ihrer Gebäude befragt. Wie in Abbildung 13 dargestellt, ist das Ergebnis der Auswertung, dass nur rund 5% der befragten Unternehmen in Gebäuden mit einem Alter zwischen 1-3 Jahren produzieren. 10% der Unternehmen sind in 3-10 Jahre altenren Gebäuden, 30% der Gebäude sind zwischen 10 - 30 Jahren alt und 55% der Gebäude bestehen seit über 30 Jahren.

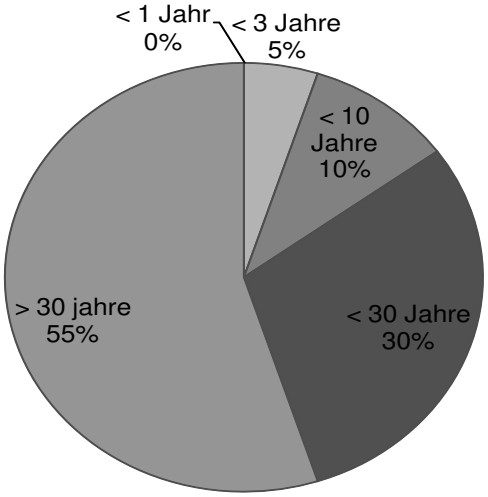


Abb. C13: Altersstruktur im Industriebau

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR

In Abbildung 14 ist die Entwicklung eines Werks am Beispiel der Meteor Gummiwerke K. H. Bädje GmbH & Co. KG (Meteor) dargestellt. Meteor produziert am Standort Bockenem Profile, Formteile und aufwändig veredelte Dichtsysteme vornehmlich für die Automobilindustrie. Des Weiteren werden Gummimischungen entwickelt und hergestellt. Im Jahr 1957 hat Meteor die Räumlichkeiten einer ehemaligen Konservenfabrik erworben und hat die Produktion dorthin verlagert. Seitdem wurde das Gelände kontinuierlich erweitert und moderne Fertigungshallen kamen hinzu. Dennoch besteht der Kern des Geländes immer noch aus den Räumlichkeiten der ehemaligen Konservenfabrik in denen z.T. heute noch produziert wird. Trotz neuer Anforderungen, wie z. B. Brandschutz und Fundamente, sind keine Anpassungsmaßnahmen in den Gebäuden mehr möglich. Die alten Gebäude werden daher immer mehr als Räumlichkeiten für indirekte Bereiche (Büroflächen) genutzt.

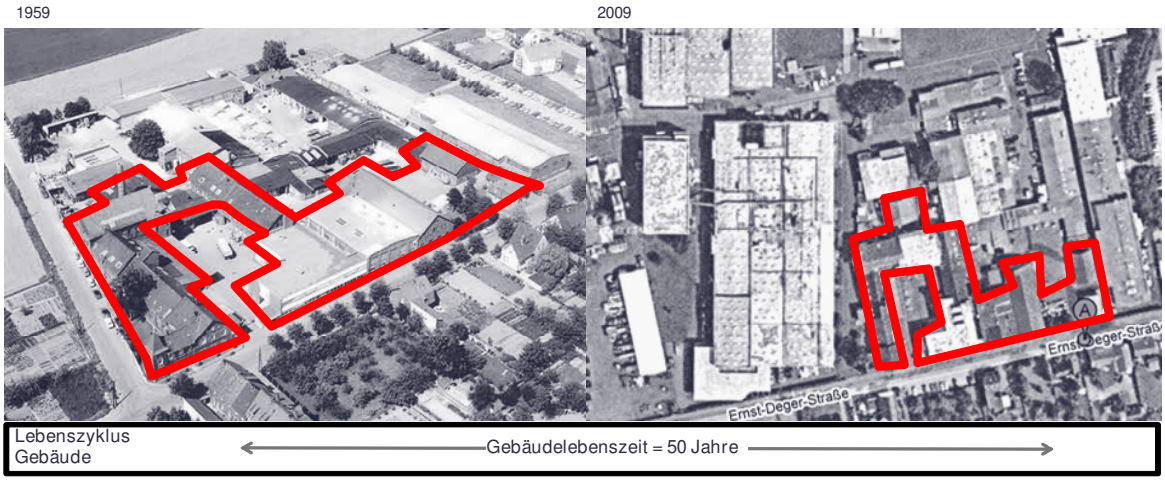


Abb. C14: Lebenszyklus Gebäude am Beispiel eines Automobilzulieferers [Goog 09]

Im Vergleich des Lebenszyklus Arbeitsplatz/Segment und Lebenszyklus Gebäude am Beispiel der Automobilindustrie wird deutlich, dass bei einer angenommenen Gebäudelebenszeit von 50 Jahren im selben Zeitraum neun Lebenszyklen Arbeitsplatz/Segment (auf Basis eines angenommenen Produktlebenszyklus von fünf Jahren) ablaufen können. In Abbildung 15 sind beide Lebenszyklen über die Zeit (horizontale Diagrammachse) abgetragen.

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR

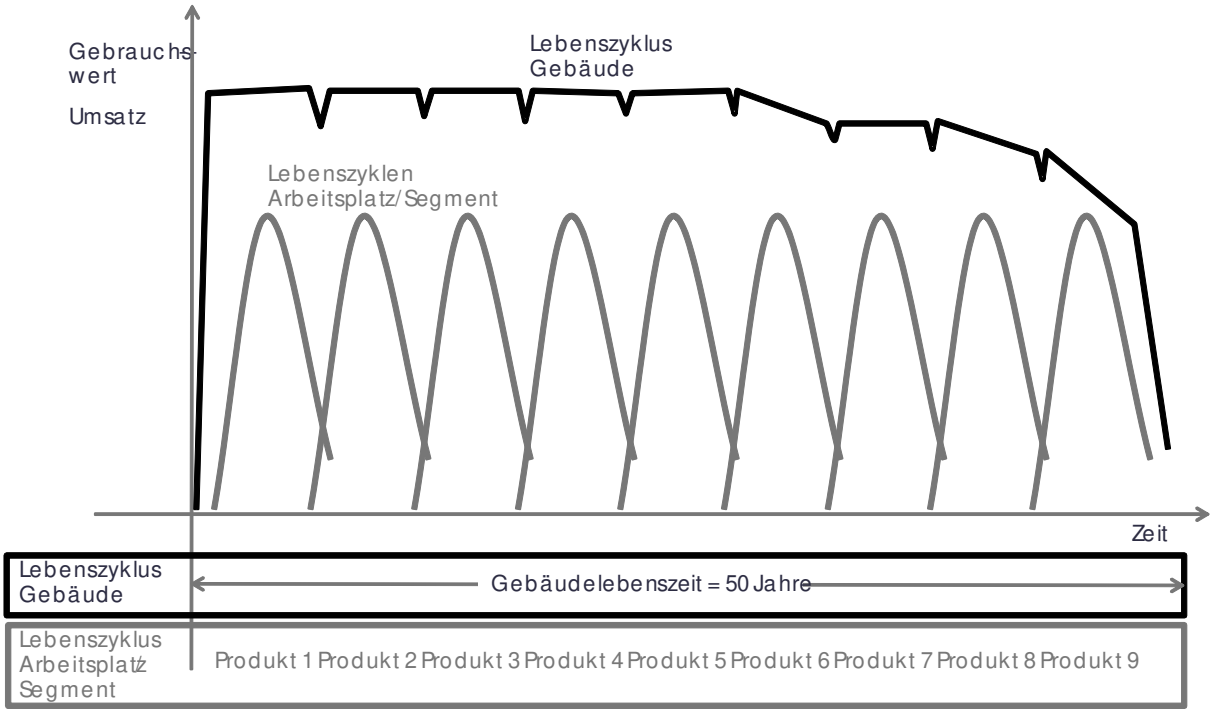


Abb. C15: Vergleich Lebenszyklus Arbeitsplatz/Segment und Gebäude [IFU/IIKE/IBK]

Am Anfang hat das Gebäude einen hohen Gebrauchswert, welcher insbesondere durch die Übereinstimmung der Anforderungen der Arbeitsplätze/Segmente mit den Leistungen des Gebäudes geprägt ist. Aufgrund des Wechsels von Arbeitsplätzen/Segmenten sinkt der Grad der Übereinstimmung kontinuierlich. Durch Anpassungsmaßnahmen kann der Gebrauchswert immer wieder erhöht werden. Aufgrund der sich zunehmend verändernden Anforderungen bzw. der abnehmenden Anpassungs- und Leistungsfähigkeit des Gebäudes nimmt zum Ende des Lebenszyklus der Gebrauchswert deutlich ab.

Vor diesem Hintergrund können für das Gebäude die Zustände Planung, Bau/Veränderung, Betrieb, Anforderungsänderung und Rückbau oder die vollständige Umnutzung abgeleitet werden. In Abbildung 16 ist dargestellt, wie das Gebäude in den Phasen des Lebenszyklus unterschiedliche Zustände annimmt.

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR

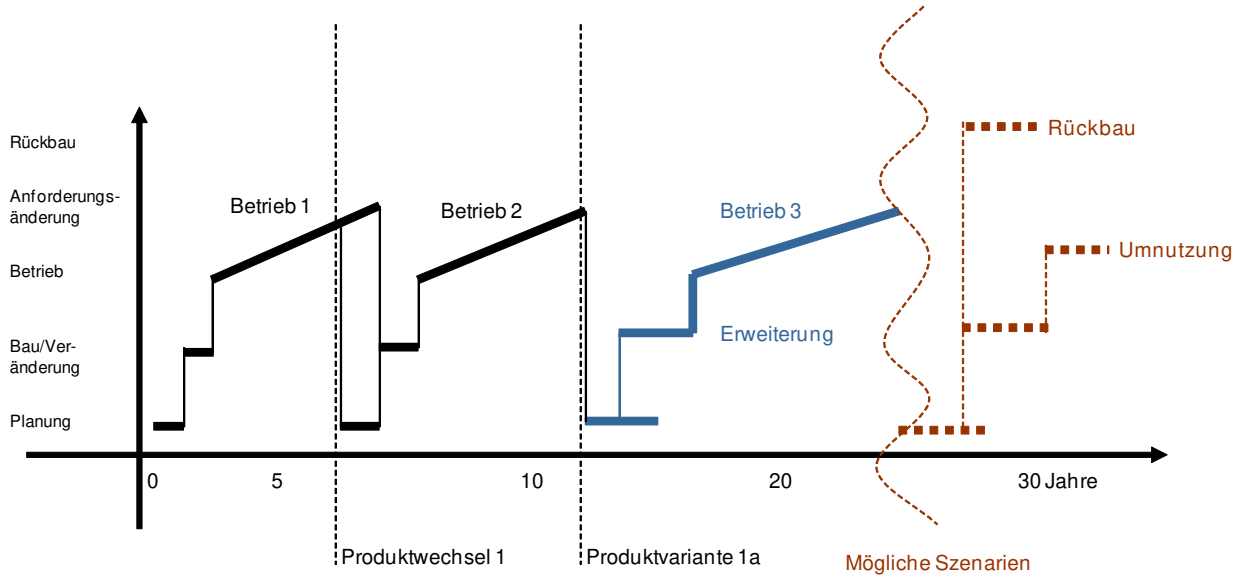


Abb. C16: Lebenszyklus Gebäude und mögliche Szenarien [IFU/IIKE/IBK]

In der Zustandsbeschreibung Anforderungsänderung werden alle geänderten Anforderungen subsummiert, die eine Anpassung des Gebäudes erfordern. Die Anforderungsänderungen können sich dabei aus einer Änderung des Arbeitsplatzes/Segments ergeben. Des Weiteren sind Anpassungsänderungen aufgrund veränderter Gesetze oder im Rahmen eines kontinuierlichen Verbesserungsprozesses (KVP) möglich. Insbesondere die Verbreitung von Ganzheitlichen Produktionssystemen bewegt immer mehr Unternehmen dazu, dass Streben nach Verbesserung als ihre Kernkompetenz zu betrachten. Der dadurch entstehende KVP erhöht auch die potenziellen Anforderungsänderungen für das Gebäude. Die Anforderungsänderung beginnt mit der Analyse der relevanten Anforderungen und endet mit dem Start der Planung oder des Rückbaus bzw. der vollständigen Umnutzung.

Wie in Abbildung 16 dargestellt, sind diese Zustände nicht linear aufeinander aufbauend, sondern wiederholen sich kontinuierlich. Im Zeitpunkt des Produktwechsels 1 wird über eine neue Planung und Bau/Veränderung der Gebrauchswert des Gebäudes wieder hergestellt. Dabei erfolgt Planung und Bau/Veränderung so, dass der Übergang zeitlich überlappend mit Betrieb 1 erfolgt. Dadurch ist ein Stillstand für den Übergang von Betrieb 1 zu Betrieb 2 möglich.

Für den Übergang von Betrieb 2 zu Betrieb 3 auf Basis der Einführung von Produktvariante 1a ist eine längere Unterbrechung notwendig, da für diese Änderung kein Parallelisieren der Aktivitäten erfolgt ist. In einer ersten Planung beim Neubau eines Industriegebäudes können eventuell einige mögliche Entwicklungen bereits vorhergesehen werden. In Abbildung 16 ist dies für die Anforderungsänderungen durch Produktwechsel 1 angedeutet. Abhängig von den sich anschließenden Szenarien erfolgt immer wieder eine Anpassung der Gebäude. Für den Nutzer eines Industriegebäudes hat es vor diesem Hintergrund eine hohe Relevanz, inwieweit Anforderungsänderungen wirtschaftlich abgebildet werden können. Daher kommt der Lebenszyklusbetrachtung des Gebäudes für den Planungsprozess eine besondere Bedeutung zu.

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR

4.3.2 Bedeutung des Gebäudelebenszyklus

Aufgrund der langen Lebenszyklen des Gebäudes im Vergleich zu den Produktlebenszyklen bzw. den Lebenszyklen von Arbeitsplatz/Segment ist in der Neuplanung insbesondere Wert auf die Planungsgrundlage zu legen. Die Planungsgrundlage ergibt sich aus den zukünftigen Anforderungen an das Gebäude. Abbildung 17 zeigt beispielhaft potentielle Szenarien im Industriebau auf.

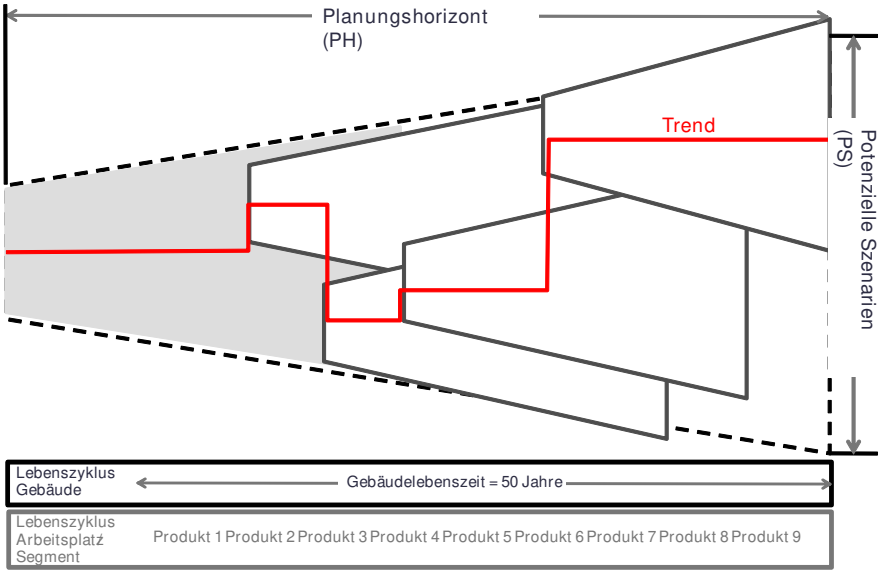


Abb. C17: Planungshorizont für die Industriebauplanung

Zu Beginn der Planung eines Industriegebäudes ist eine Vorausschau der zukünftigen Nutzung nur für einen begrenzten Zeitraum möglich (dunkelgraue Fläche). Dennoch erstreckt sich der Planungshorizont (PH) der Neuplanung über den geplanten Lebenszyklus des Gebäudes. Im Planungshorizont können verschiedene potenzielle Szenarien (PS) aus potenziellen Entwicklungen abgeleitet werden. Über die Anpassungsplanungen im Zuge der kürzeren Lebenszyklen von Arbeitsplatz/Segment ergeben sich immer neue potentielle Szenarien. Diese können sich grundsätzlich von dem potenziellen Szenario zum Zeitpunkt der Neuplanung unterscheiden. Aus dem Verlauf der Trendlinie kann abgeleitet werden, dass sich die Planungshorizonte für jede Anpassungsplanung immer wieder verschieben bzw. dass zu Beginn einer Planung nur für einen begrenzten Horizont Informationen zur Verfügung stehen. Für die Planung der Industriegebäude ergeben sich aus den vorstehenden Analysen mehrere Anforderungen:

1. Die Planung von Arbeitsplatz/Segment und Gebäude muss eng verzahnt miteinander erfolgen.
2. Die Wirtschaftlichkeit eines Industriegebäudes ist über den gesamten Lebenszyklus zu betrachten.
3. Die Planung und der Bau bzw. die Veränderung müssen insbesondere für Planungen vor dem Hintergrund sich kontinuierlich ändernder Anforderungen schnell erfolgen.
4. Geeignete Methoden und Werkzeuge zum Umgang mit den Unsicherheiten und den kurzen Planungshorizonten sind notwendig.

Eine detaillierte Betrachtung des Planungsprozesses erfolgt in Teil D und wird an dieser Stelle nicht weiter vertieft.

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR

4.4 Lebenszykluskosten

Analog zu den Lebenszykluskosten der Maschinen und Anlagen ist die Lebenszykluskostenbetrachtung des Gebäudes ein wesentlicher Erfolgsfaktor für den Industriebau der Zukunft. Im Gegensatz zu Maschinen und Anlagen werden die Lebenszykluskosten von Gebäuden nicht in Kosten vor, während und nach der Nutzung eingeteilt, sondern in direkte und indirekte Kosten untergliedert. [Herz 05] Direkte Kosten bezeichnen hierbei die Herstell- und Änderungskosten und indirekte Kosten die Nutzungskosten. Neben diesen beiden Kostengruppen gibt es noch die Kostengruppe der externen Kosten, zu denen beispielsweise Umweltbelastungskosten und volkswirtschaftliche Kosten gezählt werden. [Herz 05] Solche Kosten sind nicht auf den Bauherrn oder den Nutzer zurückzuführen und müssen von der Allgemeinheit getragen werden. Schäden, die durch

- die Herstellung
- die Nutzung und
- die Verwertung

von Gebäuden entstehen, verursachen diese externen Kosten. Im Folgenden werden sie jedoch nicht weiter in Betracht gezogen, da sie mit dem eigentlichen Bauprozess und dem fertigen Gebäude nicht in engem Bezug stehen, wie die direkten und indirekten Kosten. Derzeit gibt es keine deutsche Norm, die die Lebenszykluskosten eines Gebäudes in direkte und indirekte Kosten aufschlüsselt. Die norwegische Norm NS 3454 aus dem Jahr 2002 enthält jedoch eine Zusammenfassung der direkten und indirekten Kosten über den gesamten Lebenszyklus. [Herz 05]

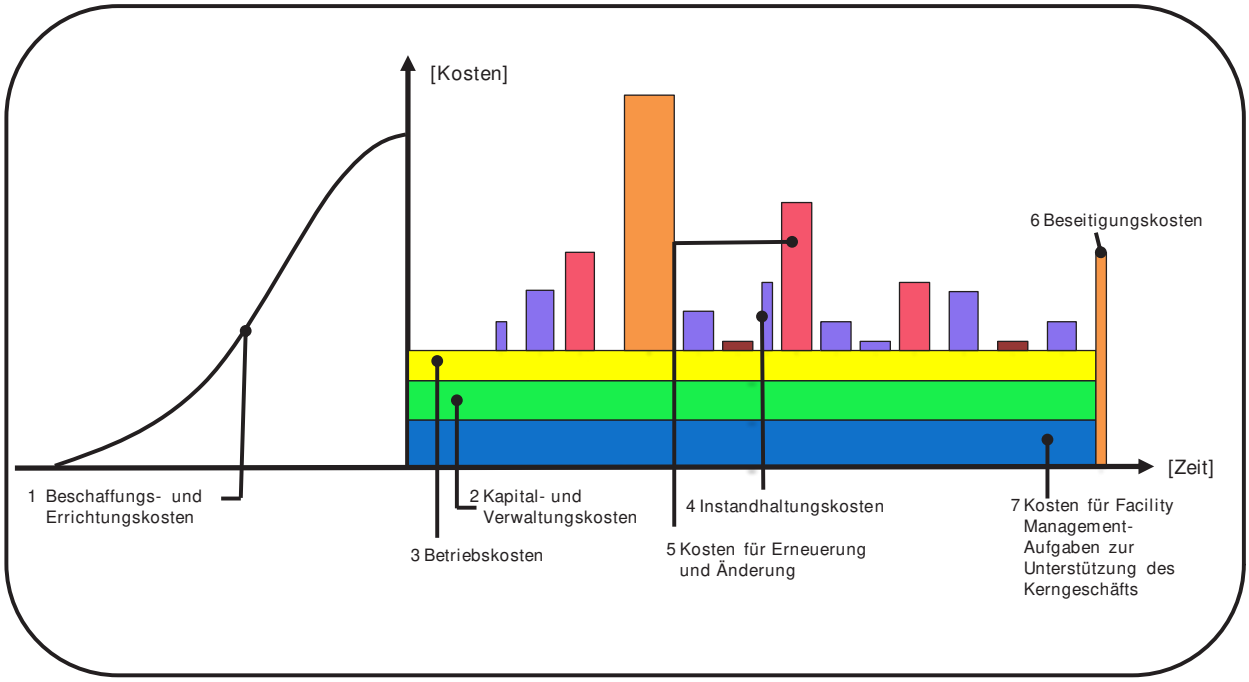


Abb. C18: Lebenszykluskosten gemäß NS 3454 von 2002 [Herz 05]

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR

Die deutschen Normen DIN 276 und DIN 18960 schlüsseln zwar die Kosten über den Lebenszyklus hinweg auf, jedoch ohne Erfassung der Kosten für Bewirtschaftung und Unterstützung des Kerngeschäfts. Die DIN 276 umfasst insbesondere:

- Kosten für den Umbau, Umnutzung und Erneuerung
- Kosten für die Gebäudeerstellung
- Kosten für Sanierung und Revitalisierungsmaßnahmen
- Beseitigungskosten

DIN 18960 hingegen erfasst die laufenden Kosten eines Gebäudes, die dadurch entstehen, dass das Gebäude regelmäßig genutzt wird. Welche Kosten im Hochbau von der DIN 276 und 18960 genau untergliedert werden, zeigt Tabelle 6.

DIN 276 (1993) Kosten im Hochbau
Grundstück
Herrichten und Erschließen
Bauwerk – Baukonstruktion
Bauwerk – Technische Anlagen
Außenanlagen
Ausstattung und Kunstwerke
Baunebenkosten

DIN 18960 (1999) Nutzungskosten im Hochbau
Kapitalkosten
Verwaltungskosten
Betriebskosten
Instandsetzungskosten

Tab. C6: Kosten im Hochbau

Nicht jede Norm verwendet den Kostenbegriff identisch. Daher sind im Sinne einer ganzheitlichen und vor allem einheitlichen Betrachtung die Begrifflichkeiten zu klären. Die DIN 276 verwendet den Kostenbegriff, wenn es sich um Ausgaben und Preise handelt. Der Begriff der Nutzungskosten gemäß der DIN 18960 wird hingegen im Sinne des klassischen betriebswirtschaftlichen Kostenbegriffs verwendet. [Herz 05] Der sogenannte wertmäßige Kostenbegriff bezeichnet einen leistungsbezogenen und bewerteten Ressourcenverbrauch, um eine Leistung zu erzeugen. [Möll 96] In der betriebswirtschaftlichen Terminologie und im Sinne des vorliegenden Projekts sind unter Ausgaben Bauleistungen zu verstehen, die entgeltlich sind. Beispiele hierfür sind Aufwendungen, die bei Planung und Ausführung von Bautätigkeiten anfallen. Ausgaben im Sinne des Bauherrn sind die Preisvorstellungen des Auftraggebers als Gegenleistung für den Bau des Gebäudes. Eigentlich müsste im Zusammenhang mit Lebenszykluskosten gleichzeitig von Lebenszyklusauszahlungen gesprochen werden. [Günt 97] Dies wird jedoch im Folgenden vermieden, damit einheitliche Begriffe verwendet werden.

4.4.1 Betriebskosten

An dieser Stelle soll die durchschnittliche Betriebskostenstruktur in einem Industriebau analysiert werden. Es ist grundsätzlich schwierig solch eine Kostenstruktur allgemeingültig aufzuführen, denn auf jeden Betrieb wirken verschiedene Einfluss- und Umfeldfaktoren. Allein durch das verwendete Baumaterial fallen unterschiedliche Betriebskosten an. Beispielsweise sind in stahlverarbeitenden Industriebetrieben deutlich höhere Betriebskosten, vor allem bedingt durch Energie- und Instandhaltungskosten, festzustellen. In einer Chip-Fabrik fallen vergleichsweise niedrige Betriebskosten an.

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR

Exemplarisch soll Tabelle 7 eine Betriebskostenstruktur in einem Industriebetrieb aufzeigen. Der Vorteil einer solchen Aufgliederung ist die Möglichkeit auf den ersten Blick die Kosten identifizieren zu können, die Einsparpotenziale bieten.

Verbrauch	Technische Dienstleistungen	Infrastrukturelle Dienstleistungen	Kaufmännische Dienstleistungen	Sonstige
10-15 %	25-30 %	30-35 %	5-10 %	10-20 %
- Strom - Gas - Öl - Wasser - Druckluft - Dampf -	- HKL-Anlagen - Kälteanlagen - Sanitäranlagen - MSR-Technik - Elektrotechnik - Sicherheitstechnik -	- Reinigung - Catering - Bewachung - Fuhrpark - Büroservice - Winterdienste -	- Abrechnung - Finanzierung - Objektbuchhaltung - Flächenmanagement -	- Abschreibung - Zinsen - Leasingraten - Miete - Steuern - ....

Tab. C7: Durchschnittliche Betriebskostenstruktur in einem Industriebetrieb [Grab 01]

Auffällig ist, dass zusammen mit den Kosten für technische Dienstleistungen, Servicekosten wie Reinigung, Bewachung und Fuhrpark den Großteil der Betriebskosten ausmachen. Weiterhin fallen diese Kosten im Betrieb an und es Bedarf geeigneter Strategien, um diese zu senken.

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR

C5 Verzeichnisse

Literaturverzeichnis

[Abel 06] Abele, E.; Dervisopoulos, M.; Kreis, M.: Beeinflussbarkeit von Lebenszykluskosten durch Wissensaustausch. Produzieren mit Blick auf die Lebenszykluskosten; in: wt Werkstatttechnik online Jahrgang 96 H. 7/8, 2006.

[Abel 09] Abele, E.; Dervisopoulos, M.; Kuhrke, B.: Bedeutung und Anwendung von Lebenszyklusanalysen bei Werkzeugmaschinen. In: Schweiger, S.: Lebenszykluskosten optimieren. Paradigmenwechsel für Anbieter und Nutzer von Investitionsgütern. Wiesbaden, Gabler Verlag 2009.

[Bark 82] Barksdale, H.C.; Harris, C.E.: Portfolio Analysis and the Product Life Cycle, in: Long Range Planning, 15 Jahrgang, Heft 6, 1982.

[Bone 94] Bone-Winkel S.: Das strategische Management von offenen Immobilienfonds, Immobilien Informationsverlag Rudolf Müller, Köln 1994.

[Bünt 06] Bünting, F.: VDMA-Einheitsblatt 34160 Prognose der Lebenszykluskosten, VDMA-Info-Tag, Frankfurt 2006.

[Bünt 09] Bünting, F.: Lebenszykluskostenbetrachtungen bei Investitionsgütern. In Lebenszykluskosten optimieren. Paradigmenwechsel für Anbieter und Nutzer von Investitionsgütern. Wiesbaden, Gabler Verlag 2009.

[Brau 96] Braun, H. P.; Oesterle, E.; Haller, P.: Facility Management – Erfolg in der Immobilienwirtschaft, Berlin Heidelberg New York 1996.

[Breit 00] Breitenstein, K. O.: Referenzmodell zur Beurteilung der Vorteilhaftigkeit bei der Variantenauswahl in der Planungsphase von Immobilien unter Berücksichtigung des Lebenszyklusam Beispiel von Flachdachkonstruktionen, Dissertation an der Wirtschaftswissenschaftlichen Fakultät der Universität Leipzig, Leipzig 2000.

[Dean 50] Dean, J.: Pricing Policies for New products, in: Harvard Business Review, Jahrgang 28, Nr.6, 1950.

[Dena 10] Deutsche Energie Agentur, online im Internet am 29.12.2009: http://www.industrie-energieeffizienz.de/tools/lebenszykluskosten-rechner.html.

[Djah 08] Djahanschah, S.: Einfluss früher Planungsphasen auf den Lebenszyklus von Gebäuden. FM-Symposium Industriebau, Osnabrück 2008. Online im Internet: http://www.ilm-forum.com/data/pdfs/ilm-forum.com/planungsphasen%20und%201227533813.pdf.

[Dobe 00] Dobbernigg, S.: Lebenszyklus Gebäude – Life Cycle Costing für Bauprojekte.

Master Thesis, Technikum Joanneum GmbH, Graz 2000.

[Econ 99] The Economist: Could it happen again? Online im Internet: URL: http://www.economist.com/world/displaystory.cfm?story_id=E1_TRGGDD. Stand: 18.02.1999.

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR

[Fröh 90] Fröhling, O.; Spilker, D.: Life Cycle Costing. In io Management Zeitschrift, Heft 10, Jahrgang 1990.

[Galo 01] Galonska, J.: Der strategische Ansatz des Facility Managements, in Galonska, J.; Erbslöh, F. D.: Facility Management: Praxishandbuch für integriertes Immobilienmanagement, Köln 2001.

[Goog 09] Google Maps: Firma Meteor. Online im Internet: URL: http://maps.google.de/maps. Stand 19.06.09.

[Grab 01] Grabatin, G.: Betriebswirtschaft für Facility Management, Wuppertal 2001.

[Günt 97] Günther, T.: Life Cycle Costing. WISU Das Wirtschaftsstudium, 10/1997.

[Herr 10] Herrmann, C.: Ganzheitliches Life Cycle Management. Nachhaltigkeit und Lebenszyklusorientierung in Unternehmen, Springer Verlag, Berlin 2010.

[Herz 05] Herzog, K.: Lebenszykluskosten von Baukonstruktionen. Entwicklung eines Modells und einer Softwarekomponente zur ökonomischen Analyse und Nachhaltigkeitsbeurteilung von Gebäuden. Dissertation an der TU Darmstadt, Eigenverlag, Darmstadt 2005.

[Homa 98] Homann K.: Bau-Projektmanagement, in Schulte, K.-W. (Hrsg.): Immobilienökonomie, Oldenbourg, München 1998.

[Isen 99] Isenhöfer, B.: Strategisches Management von Projektentwicklungsunternehmen, Köln 1999.

[Köll 09] Köllner, T.; Wieser, R.; Striefler, M.: Betrachtung zu Life-Cycle-Costing bei Werkzeugmaschinen aus der Sicht eines Automobilzulieferers. In: Schweiger, S.: Lebenszykluskosten optimieren. Paradigmenwechsel für Anbieter und Nutzer von Investitionsgütern. Wiesbaden, Gabler Verlag 2009.

[BVBW 01] Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen: Leitfaden Nachhaltiges Bauen. Eigenverlag 2001.

[Lieb 02] Liebchen, J.: Die Umsetzung marktspezifischer Zielanforderungen mit einer differenzierten Kostenplanung für die Projektentwicklung von Immobilien. Dissertation Berlin 2002.

[Menk 79] Menkhoff et. al.: Menkhoff, H. et. al.: Baustoffe und Bauunterhaltungskosten – Wirtschaftlich günstige Relationen von Herstellungs- und Unterhaltungskosten der Gebäude. Schriftenreihe „Bau- und Wohnungsforschung“ des Bundesministeriums für Raumordnung, Bauwesen und Städtebau, Bonn 1979.

[Möll 96] Möller, D.-A.: Planungs- und Bauökonomie – Band 1: Grundlagen der wirtschaftlichen Planung. München, Oldenbourg Verlag, Wien 1996.

[Nävy 06] Nävy, J.: Facility Management. 4. aktualisierte und ergänzte Auflage. Springer Verlag, Berlin 2006.

[Patt 59] Patton, J.D.; Feldmann, H.C.: Service Parts Handbook, New York 1959.

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR

[Pfei 81] Pfeiffer, W.; Bischof, P.: Produktlebenszyklen – Instrument jeder strategischen Produktplanung, in: Planung und Kontrolle, hrsg. V. Steinmann, H., München 1981.

[Pfei 92] Pfeiffer, W. u.a.; Variantenkostenrechnung, in: Handbuch Kostenrechnung, herausgegeben von Männel, W., Wiesbaden 1992.

[Pfnü 02] Pfnür, A.: Modernes Immobilienmanagement, Springer Verlag Berlin, Heidelberg 2002.

[Pris 01] Prischl, P. C.: eBusiness und Facility Management, Vortrag im Rahmen des Kongresses eBusiness in der Immobilienwirtschaft, Köln 2001.

[Sche 04] Schenk, M.; Wirth, S.: Fabrikplanung und Fabrikbetrieb. Methoden für die wandlungsfähige und vernetzte Fabrik. Springer Verlag, Berlin 2004.

[Schu 85] Schub & Stark (1985): Schub, A., Stark, K.: Life Cycle Cost von Bauobjekten – Methode zur Planung von Erst- und Folgekosten. Verlag TÜV Rheinland GmbH, Köln 1985.

[Schu 01] Schulze, M.: Die Kosten lebenslang im Griff, in Immobilien Manager 5-2001.

[SIA 95] SIA D 0123 (1995): Schweizerischer Ingenieur- und Architekten-Verein: Hochbaukonstruktionen nach ökologischen Gesichtspunkten. Schweizer Ingenieur – und Architekten-Verein, Zürich 1995.

[Uhl 02] Uhl, H.: Mehrdimensionale Optimierung der lifecycle costs von komplexen (Industrie-) Anlagen und Systemen unter Beachtung von Wissensmanagement-Ansätzen. Dissertation, Universität Essen, 2002.

[VDI 05] VDI Richtlinie 2884 Dezember 2005: Beschaffung, Betrieb und Instandhaltung von Produktionsmitteln unter Anwendung von Life-Cycle-Costing, Düsseldorf 2005.

[VDI 09] VDI Richtlinie 5200 Januar 2009: Fabrikplanung – Planungsvorgehen. Düsseldorf 2009.

[VDMA 07] VERBAND DEUTSCHER MASCHINEN- UND ANLAGENBAU (VDMA): VDMA 34160: Prognosemodell für die Lebenszykluskosten von Maschinen und Anlagen, Berlin 2007.

[Wirt 10] Wirtschaftslexikon 24, online im Internet am 10.11.2009: http://www.wirtschaftslexikon24.net/d/gebrauchswert/gebrauchswert.htm.

[Wübb 92] Wübbenhorst, K.: Lebenszykluskosten, in: Effektives Kostenmanagement Methoden und Implementierung, herausgegeben v. Schulte, C., Stuttgart 1992.

[Zehb 96] Zehbold, C.: Lebenszykluskostenrechnung. Gabler Verlag, Wiesbaden 1996. Zugleich Erlangen, Nürnberg, Univ. Diss. 1995.

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR

Abbildungsverzeichnis

Abb. A1: Marktlebenszyklus, in Anlehnung an [Wöhe 96] 8
Abb. C2: Integriertes Lebenszykluskonzept [Pfei 81] 10
Abb. C3: Betriebskostenverlauf zur Bewertung von Investitionsalternativen [Köll 09] 13
Abb. C4: Kostenarten der Entstehungsphasen nach [VDMA 07] 18
Abb. C5: Kostenarten der Betriebsphase nach [VDMA 07] 18
Abb. C6: Kostenarten der Verwertungsphase nach [VDMA 07] 19
Abb. C7: Aufteilung der Lebenszykluskosten einer WZM, aus [Abel 09] 19
Abb. C8: MTBF Werte gleicher Maschinen bei unterschiedlichen Anwendern, aus [Abel 09] 21
Abb. C9: Felddatenanalyse der Ausfallursachen einer Werkzeugmaschine [Abel 09] 21
Abb. C10: Detaillierung der Lebenszyklusphasen eines Industriebaus, in Anlehnung an [Isen 99] 28
Abb. C11: Planungsebenen der Fabrikplanung, in Anlehnung an [VDI 09] 32
Abb. C12: Vergleich Lebenszyklus Produkt und Arbeitsplatz/Segment [IFU/IIKE/IBK] 33
Abb. C13: Altersstruktur im Industriebau 34
Abb. C14: Lebenszyklus Gebäude am Beispiel eines Automobilzulieferers [Goog 09] 35
Abb. C15: Vergleich Lebenszyklus Arbeitsplatz/Segment und Gebäude [IFU/IIKE/IBK] 36
Abb. C16: Lebenszyklus Gebäude und mögliche Szenarien [IFU/IIKE/IBK] 37
Abb. C17: Planungshorizont für die Industriebauplanung 38
Abb. C18: Lebenszykluskosten gemäß NS 3454 von 2002 [Herz 05] 39

Tabellenverzeichnis

Tab. C1: Merkmale der Phasen des idealtypischen Produktlebenszyklus [Zehb 96] 10
Tab. C2: Kostenarten von Maschinen und Anlagen, in Anlehnung an [VDI 05] 17
Tab. C3: Normen und Richtlinien zu Lebenszykluskosten [Abel 09] 23
Tab. C4: Analyse der Nutzungszyklen von Gebäuden aus unterschiedlichen Branchen 26
Tab. C5: Lebenszyklusphasen eines Gebäudes nach Normen und Richtlinien [Herz 05] 27
Tab. C6: Kosten im Hochbau 40
Tab. C7: Durchschnittliche Betriebskostenstruktur in einem Industriebetrieb [Grab 01] 41

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR

FORSCHUNGSINITIATIVE Zukunft BAU

F 2756/2

Regina Sonntag, Antje Voigt

Planungsleitfaden Zukunft Industriebau

Ganzheitliche Integration und Optimierung des Planungs- und Realisierungsprozesses für zukunftsweisende und nachhaltige Industriegebäude

Teil D: Planungssystematik

Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung
im Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung

Fraunhofer IRB Verlag

F 2756/2

Bei dieser Veröffentlichung handelt es sich um die Kopie des Abschlußberichtes einer vom Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung -BMVBS- im Rahmen der Forschungsinitiative »Zukunft Bau« geförderten Forschungsarbeit. Die in dieser Forschungsarbeit enthaltenen Darstellungen und Empfehlungen geben die fachlichen Auffassungen der Verfasser wieder. Diese werden hier unverändert wiedergegeben, sie geben nicht unbedingt die Meinung des Zuwendungsgebers oder des Herausgebers wieder.

Dieser Forschungsbericht wurde mit modernsten Hochleistungskopierern auf Einzelanfrage hergestellt.

Die Originalmanuskripte wurden reprotechnisch, jedoch nicht inhaltlich überarbeitet. Die Druckqualität hängt von der reprotechnischen Eignung des Originalmanuskriptes ab, das uns vom Autor bzw. von der Forschungsstelle zur Verfügung gestellt wurde.

© by Fraunhofer IRB Verlag

2011

ISBN 978-3-8167-8517-0

Vervielfältigung, auch auszugsweise,
nur mit ausdrücklicher Zustimmung des Verlages.

Fraunhofer IRB Verlag
Fraunhofer-Informationszentrum Raum und Bau

Postfach 80 04 69
70504 Stuttgart

Nobelstraße 12
70569 Stuttgart

Telefon 07 11 9 70 - 25 00
Telefax 07 11 9 70 - 25 08

E-Mail irb@irb.fraunhofer.de

www.baufachinformation.de

www.irb.fraunhofer.de/bauforschung

Teil D
Planungssystematik

TU BRAUNSCHWEIG | IIKE - INSTITUT FÜR BAUKONSTRUKTION UND INDUSTRIEBAU
ABTEILUNG INDUSTRIEBAU UND KONSTRUKT. ENTWERFEN - PROF. CARSTEN ROTH
Dipl. Ing. Regina Sonntag RIBA
Dipl. Ing. Antje Voigt

Der Forschungsbericht wurde mit Mitteln der Forschungsinitiative Zukunft Bau des Bundesinstitutes für Bau-, Stadt- und Raumforschung gefördert. (Aktenzeichen: Z6 – 10.08.18.7 – 08.2 / II 2 – F20-07-69).
Die Verantwortung für den Inhalt des Berichts liegt beim Autor.

TU BRAUNSCHWEIG | IIKE - INSTITUT FÜR BAUKONSTRUKTION UND INDUSTRIEBAU
ABTEILUNG INDUSTRIEBAU UND KONSTRUKT. ENTWERFEN - PROF. CARSTEN ROTH
Konzept, Federführung und Texte (soweit nicht anders ausgewiesen):
Regina Sonntag und Antje Voigt

Pockelsstraße 3
38106 Braunschweig
www.iike.tu-bs.de

Die vorliegende Planungssystematik wurde entwickelt unter der Mitwirkung der Forschungspartner sowie externer Experten (vgl. Impressum).

© IIKE 2010
Im Rahmen des Abschlussberichtes „Planungsleitfaden Zukunft Industriebau“, Aktenzeichen: Z 6 - 10.08.18.7-08.2 / II 2 – F20-07-69, sind verwendete Abbildungen, Diagramme, Tabellen und Fotos als großes Bildzitat nach § 51 UrhG unter korrekter Quellenangabe zulässig. Eine gewinnbringende Veröffentlichung/Publikation ist aus urheberrechtlichen Gründen nicht zulässig.
In Einzelfällen wurden Abbildungen verwendet, deren heutige Rechteinhaber nicht ermittelt werden konnten und bei denen das Zitationsrecht möglicherweise strittig ist. Hier erklärt sich der Herausgeber bereit, rechtmäßige Ansprüche zu den für den Nachdruck festgelegten Bedingungen abzugelten.

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BMVBS/BBSR - Zukunft Bau.

„Planung [lässt sich] verstehen als Kombination von hochkomplexen Gedankengebäuden und Trivialannahmen. (...) Dieses Spannungsverhältnis zwischen bereits existierenden Planroutinen auf der einen Seite und sich stets ändernden Planungsvoraussetzungen und Zielen auf der anderen Seite ist die Ursache für die Entwicklung von Planungsmethodiken(…). [Sind] eine Vielzahl lokaler Bedingungen und sich dynamisch ändernder Ziele zu beachten (…), [wird] ein solcher Plan nicht wie der `Zusammenbauplan´ eine konkrete Handlungsvorschrift enthalten, er wird lediglich Möglichkeitsräume begrenzen und grobe Handlungsrichtungen vorgeben.“

Stefan Strohschneider [Stro 02]

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BMVBS/BBSR - Zukunft Bau.

IIKE - Technische Universität Braunschweig
Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BMVBS/BBSR - Zukunft Bau.

Inhalt

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BMVBS/BBSR - Zukunft Bau.

IIKE - Technische Universität Braunschweig
Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BMVBS/BBSR - Zukunft Bau.

Dipl. Ing. Regina Sonntag, Dipl. Ing. Antje Voigt
D1 Zusammenfassung 13

Dipl. Ing. Regina Sonntag, Dipl. Ing. Antje Voigt
D2 Prämissen und Zielvorgaben der Planungssystematik 17
D2.1 Prämissen 17
D2.2 Inhaltliche Ziele der Systematik 20
D2.2.1 Steigerung der Zukunftsfähigkeit der Industriegebäude 20
D2.2.2 Verbesserung des Prozessablaufs 20
D2.3 Formale Ziele der Systematik 21

Dipl. Ing. Regina Sonntag, Dipl. Ing. Antje Voigt
D3 Defizite im Planungs- und Erstellungsprozess 25
D3.1 Stand der Forschung 25
D3.2 Umfrage- und Arbeitsergebnisse Forschungsteam/Experten 28

Dipl. Ing. Regina Sonntag, Dipl. Ing. Antje Voigt
D4 Anforderungen an den Planungs- und Erstellungsprozess 35
D4.1 Stand der Forschung 35
D4.2 Umfrage- und Arbeitsergebnisse Forschungsteam/Experten 36

Dipl. Ing. Regina Sonntag, Dipl. Ing. Antje Voigt
D5 Phasenmodell der Planungssystematik 43
D5.1 Bedeutung der Planungs- u. Erstellungsprozesse im Lebenszyklus von Industriegebäuden 43
D5.2 Definition des Phasenmodells 44
D5.3 Betrachtungsradius der Planungssystematik 47

Dipl. Ing. Regina Sonntag, Dipl. Ing. Antje Voigt
D6 Planungssystematik 51
D6.1 Vorgehen 51
D6.2 Struktur und Begriffe 52
D6.3 Handlungsfelder 54
D6.4 Themenfelder im Handlungsfeld Planungsgegenstand Industriegebäude 55
D6.4.1 Themenfeld Qualität 56
D6.4.1.1 Faktor Bedarf 59
D6.4.1.2 Faktor Wandlungsfähigkeit 66
D6.4.1.3 Faktor Ressourcen 76
D6.4.1.4 Soziokulturelle Faktoren 86

Prof. Dr. Christian Stoy, Dipl.-Ing. Christopher Hagmann
D6.4.2 Themenfeld Kosten 95
D6.4.3 Themenfeld Zeit 100

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BMVBS/BBSR - Zukunft Bau.

Dipl.-Ing. Werner Völler, Dipl.-Ing. Regina Sonntag, Dipl.-Ing. Antje Voigt
D6.4.4 Themenfeld Normen/Gesetze/Richtlinien 104

Dipl. Ing. Regina Sonntag, Dipl. Ing. Antje Voigt
D6.5 Themenfelder im Handlungsfeld Planungs- und Erstellungsprozess 109
D6.5.1 Themenfeld Kompetenzen 111

Prof. Dipl.-Ing. Arch. Christian Deplewski, Dipl. Ing. Thomas Spiegel,
Dipl. Ing. Regina Sonntag, Dipl. Ing. Antje Voigt
D6.5.2 Themenfeld Konstellationen 123

Dipl. Ing. Regina Sonntag, Dipl. Ing. Antje Voigt
D6.5.3 Themenfeld Kommunikation 136
D6.5.4 Themenfeld Flexibilität 146
D6.6 Methoden, Werkzeuge und Hilfsmittel 157

Dr.-Ing. Frank Dreier, Prof. Dr. Christian Stoy
D6.6.1 Änderungsmanagement 160

Dipl. Ing. Regina Sonntag, Dipl. Ing. Antje Voigt
D6.6.2 Bauliche Wertanalyse 163

Dipl. Wirt.-Ing. Mustafa Celik
D6.6.3 Betriebsanalyse 166

Dipl. Ing. Frank Seehausen
D6.6.4 Corporate Architecture: Architektur als Teil der Corporate Identity (CI) 168

Dipl. Ing. Regina Sonntag, Dipl. Ing. Antje Voigt
D6.6.5 DIN 18205 173

Prof. Dr. Christian Stoy, Dipl.-Ing. Christopher Hagmann
D6.6.6 Investitionskostenermittlung, -kontrolle und -steuerung 176

Dipl. Ing. Regina Sonntag, Dipl. Ing. Antje Voigt
D6.6.7 Kompetenzerfassung 180

Dr.-Ing. Frank Dreier, Prof. Dr. Christian Stoy
D6.6.8 Konfliktmanagement 183

M.Eng. Tim Mielke, Dipl.-Wirtsch.-Ing. Sebastian Weckenborg
D6.6.9 Kontinuierlicher Verbesserungsprozess (KVP) Betrieb 187

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BMVBS/BBSR - Zukunft Bau.

INHALT

Dipl.-Ing. MBA Alexander Hofacker, Prof. Dr.-Ing. Fritz Gehbauer, Dipl.-Wi-Ing Gernot Hickethier
D6.6.10 Lean-Management im Bauwesen (LMB) - Last-Planner System (LPS®) 189

M.Sc. Maximilian Martin, Dipl.-Ing. Anna Braune
D6.6.11 Lebenszyklusanalyse – Ökobilanz 194

Prof. Dr.-Ing. Jochen Scheuermann, Prof. Dr.-Ing. Harald Budelmann, Dipl.-Ing. Jens Ewert
D6.6.12 Life-Cycle Engineering Bau (hier: LCE Tool TU-Braunschweig) 199

Prof. Dr. Christian Stoy, Dipl.-Ing. Elisabeth Beusker
D6.6.13 Nutzungskostenplanung 201

Dipl. Wirt.-Ing. Mustafa Celik
D6.6.14 Nutzwertanalyse 206

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Peter Racky
D6.6.15 Partnering 208

M.Eng. Tim Mielke, Dipl.-Wirtsch.-Ing. Sebastian Weckenborg
D6.6.16 Partizipative Planung 214

Dr.-Ing. Frank Dreier, Prof. Dr. Christian Stoy
D6.6.17 Projektdokumentation 217

M.Eng. Tim Mielke, Dipl.-Wirtsch.-Ing. Sebastian Weckenborg
D6.6.18 Prozessgestaltung 219

Dipl. Ing. Regina Sonntag, Dipl. Ing. Antje Voigt
D6.6.19 Risikomanagement 221
D6.6.20 Schnittstellenmanagement 227

Dipl. Wirt.-Ing. Mustafa Celik
D6.6.21 Simultaneous Engineering 233

Prof. Dipl.-Ing. Arch. Christian Deplewski, Dipl. Ing. Thomas Spiegel
D6.6.22 Strukturierter Planungsworkshop 235

Dipl.-Ing. Architekt (FH) Jan Gläser, M+W Group
D6.6.23 Systematische Bauherrenberatung 237

Dipl.-Ing. Christopher Hagmann, Prof. Dr. Christian Stoy
D6.6.24 Terminplanung 242

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BMVBS/BBSR - Zukunft Bau.

M.Eng. Tim Mielke, Dipl.-Wirtsch.-Ing. Sebastian Weckenborg
D6.6.25 Virtuelle Fabrik- und Gebäudeplanung 244

M.Eng. Markus Krauß
D6.6.26 Zertifizierungssysteme 246

Dipl.-Wirt.-Ing. Oliver Köster
D6.6.27 Zukunftsprognostik/ Szenariomanagment 251

Dipl. Ing. Regina Sonntag, Dipl. Ing. Antje Voigt
D7 Evaluierung 257
D7.1 Forschungskreis 258
D7.2 Arbeitsgruppen 259
D7.3 Externe Experten 259
D7.4 Fragebögen 260
D7.5 Pilotprojekte 261

Dipl. Ing. Regina Sonntag, Dipl. Ing. Antje Voigt
D8 Fazit 265

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BMVBS/BBSR - Zukunft Bau.

D1 Zusammenfassung

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BMVBS/BBR - Zukunft Bau.

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BMVBS/BBR - Zukunft Bau.

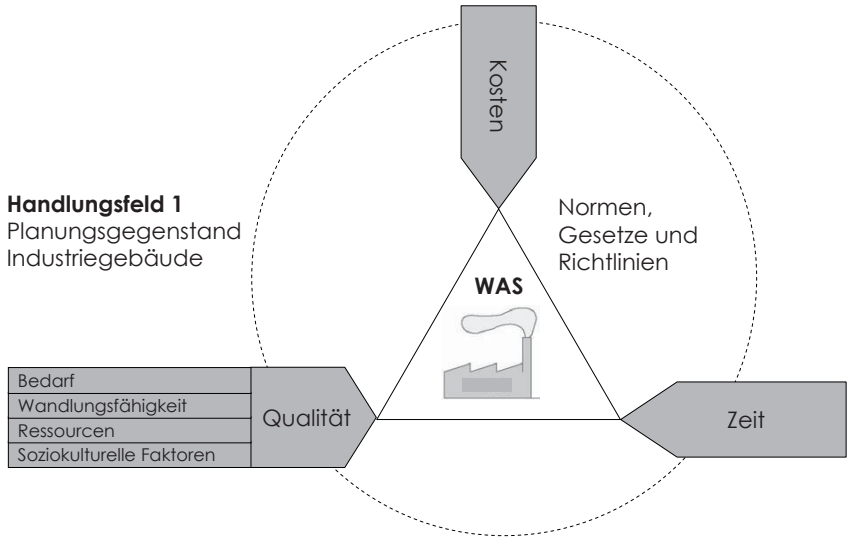
Dipl. Ing. Regina Sonntag, Dipl. Ing. Antje Voigt

D1 Zusammenfassung

Im Rahmen des Forschungsvorhabens „Planungsleitfaden Zukunft Industriebau“ entwickelt das IIKE eine „Planungssystematik“ zur Betrachtung der Planungs- und Erstellungsprozesse von Industriegebäuden. Dies geschieht vor dem Hintergrund der durch das Forschungsteam erarbeiteten Zukunftsszenarien für den Industriebau (vgl. Teil B) und steht als theoretische Betrachtung neben der Abbildung konkreter Strukturen zukunftsfähiger Industriegebäude (vgl. Teil E).
Ausgangssituation für die Entwicklung der Systematik bildet die Analyse der bestehenden Defizite und zukünftigen Anforderungen an die Planung und Erstellung von Industriegebäuden. Die intensive Einbindung von Experten in die Entwicklung der Systematik über Interviews, Workshops und Umfragen sowie umfangreiche Quellenrecherchen belegen den Bedarf an aber auch die Potentiale und Lösungsansätze für neue Handlungsstrategien.
So zwingt der aktuelle Strukturwandel sowohl im produzierenden Gewerbe als auch im Baugewerbe dazu, neue Wege und Strategien zu entwickeln. Insbesondere die fehlende Einbeziehung der Lebenszyklusphasen, die mangelnde Wandlungsfähigkeit der Strukturen und die einseitige Definition von Qualitätskriterien zugunsten der Erstellungskosteneffizienz schränken die Zukunftsfähigkeit von Industriegebäuden häufig massiv ein. Gleichzeitig führen die Fragmentierung der beteiligten Fachdisziplinen und mangelnde Sachkenntnis der Entscheidungsträger zu erheblichen Reibungsverlusten im Planungs- und Erstellungsprozess.
Zentrale inhaltliche Zielvorgabe für die Entwicklung der Systematik ist neben der Steigerung der Zukunftsfähigkeit der zu planenden Gebäude daher die Verbesserung der Prozessqualität während ihrer Planung und Erstellung. In diesem Sinne verfolgt die Planungssystematik den Anspruch, einen ganzheitlichen, anwendungsorientierten und praxisnahen Handlungsleitfaden für Bauherren, Planer und Ersteller zu entwickeln. Die Systematik bietet (aufgrund der Einzigartigkeit und Komplexität des Planungsgegenstandes sowie der hohen Prozessdynamik im Industriebau) aber keinen starren Prozessfahrplan, sondern eröffnet den beteiligten Personen im Rahmen des spezifischen Projektkontextes und ihrer persönlichen und fachlichen Anforderungen neue Handlungsspielräume.
Um diese Ziele zu erreichen wurde auf der Basis eines systematikbezogenen Lebenszyklusphasenmodells eine Struktur von industriebauspezifischen Handlungs- und Themenfeldern entwickelt. Vollständig betrachtet sollen die Handlungs- und Themenfelder einen Überblick über die bei der Entwicklung eines Industriegebäudes zentralen Aspekte geben. Der Aufbau der Systematik erlaubt gleichzeitig die selektive Leseart von Einzelaspekten, die im Anwendungsfall von Bedeutung sein können.
Die Handlungsfelder (Abb. D1) befassen sich mit den Fragen, WAS geplant wird (Definition Planungsgegenstand Industriegebäude) und WIE es geplant werden soll (Definition Planungs- und Erstellungsprozesse). Dabei entwickeln sich die Handlungsfelder nicht parallel und unabhängig voneinander, sondern stehen miteinander in Korrelation.
Das Handlungsfeld WAS wird beschrieben über das Kräftedreieck der Themenfelder Qualität, Kosten und Zeit vor dem Hintergrund der gegebenen Normen, Gesetze und Richtlinien. Das Themenfeld Qualität wird seinerseits über die Faktoren Bedarf, Wandlungsfähigkeit, Ressourcen und soziokulturelle Aspekte weiter untergliedert. Das Handlungsfeld WIE entwickelt sich aus der Beziehung zwischen den Themenfeldern Kompetenzen, Konstellationen, Kommunikation und Flexibilität.

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BMVBS/BBR - Zukunft Bau.

Neben grundsätzlichen Informationen enthalten die Themenfelder Checklisten zu ihren jeweiligen Kernaufgaben, die im Planungs- und Erstellungsprozess zu erfüllen sind.
Aufbauend auf der Struktur der Themenfelder werden dem Anwender insgesamt 27 Methoden, Hilfsmittel und Werkzeuge angeboten, die die Erfüllung der Kernaufgaben unterstützen können. Die Beschreibung geschieht anhand von Steckbriefen, in denen grundsätzliche Informationen, industriebauspezifische Fragestellungen sowie weiterführenden Referenzen und Quellen abgebildet sind.



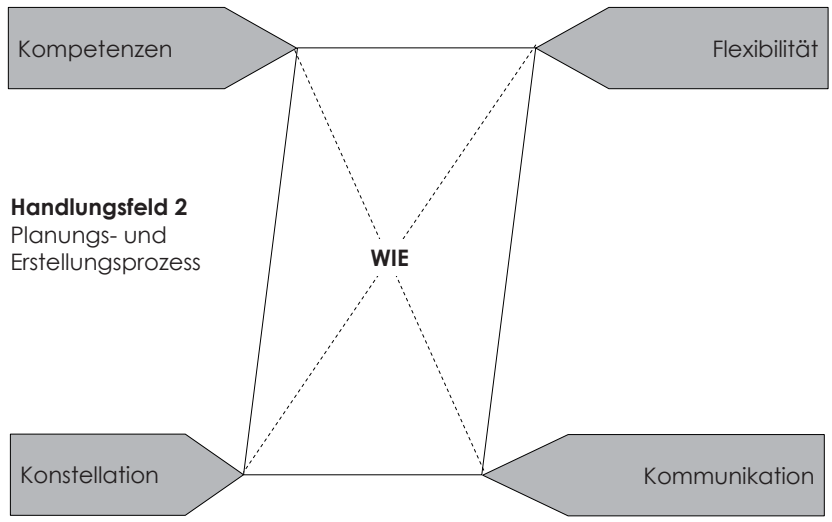


Abb. D1: Handlungsfelder Planungsgegenstand Industriegebäude und Planungs- und Erstellungsprozess (© IIKE)

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BMVBS/BBR - Zukunft Bau.

D2 Prämissen/Zielvorgaben

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BMVBS/BBR - Zukunft Bau.

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BMVBS/BBR - Zukunft Bau.

Dipl. Ing. Regina Sonntag, Dipl. Ing. Antje Voigt

D2 Prämissen und Zielvorgaben der Planungssystematik

Die Entwicklung der Planungssystematik steht im Rahmen des übergeordneten Zieles des Forschungsvorhabens, der „ganzheitlichen Integration und Optimierung des Planungs- und Realisierungsprozesses für zukunftsweisende und nachhaltige Industriegebäude“ (vgl. Forschungsantrag). In Bezug auf die Planungssystematik lässt sich dieses Ziel in einer Forschungsfrage konkretisieren:

Wie kann ein effektiver und effizienter Planungs- und Erstellungsprozess gestaltet werden, der die Zukunftsfähigkeit des geplanten Industriegebäudes gewährleistet?

D2.1 Prämissen

Um eine strukturierte Bearbeitung der Forschungsfrage zu ermöglichen, wurden durch das Forschungsteam die folgenden Prämissen für die Entwicklung der Planungssystematik gesetzt:

- **Zielgruppe Prozessbeteiligte:** Als Zielgruppe werden die am Prozess beteiligten Personen wie Bauherren, Nutzer und Dienstleister (Planer und ausführende Unternehmen) benannt, da sie die Möglichkeit der Einflussnahme im Prozess besitzen.
- **Unternehmenstypus deutscher Mittelstand:** Trotz der Diversität des Bautypus Industriebau (vgl. Kasten „Bautypus Industriebau“) sollen keine Einschränkungen im Bezug auf die Branche vorgenommen, sondern die branchenübergreifenden Schwerpunktthemen herausgearbeitet werden. Die Systematik fokussiert sich hierbei auf die Betrachtung der Problematiken, denen kleine und mittlere Unternehmen (KMU/Mittelstand)[1] unterworfen sind, die in Deutschland bauen möchten. Weltweit operierende Großkonzerne unterliegen in der Regel speziellen Planungsprozessen und Fragestellungen[2], die im Rahmen der Arbeit nicht explizit betrachtet werden.
- **Bautypus Neubau:** Der Schwerpunkt liegt auf Neubauten, da Um- und Rückbauten grundsätzliche Fragestellungen mit der bestehenden Substanz aufwerfen, die den Forschungsrahmen sprengen würden. Dennoch wird erwartet, dass die Planungssystematik auch für Um- und Rückbauten gewinnbringend eingesetzt werden kann. Zudem sind diese Phasen als in der Neubauphase zu betrachtende spätere Lebenszyklen in die Systematik integriert (vgl. Abs. D5).
- **Integriertes System:** Die Systematik bezieht sich nicht isoliert auf die Ebenen des Baus, sondern unterstützt die Betrachtung des ganzheitlichen integrierten Systems aus Gebäude(n), inneren Betriebsabläufen und externen Einflussfaktoren, die sich in Abhängigkeit von einander entwickeln. In diesem Sinne wird der Begriff *Industriegebäude* für die folgenden Erläuterungen definiert als *Gebäudeelement im fabriksystemischen Kontext* (vgl. Kasten: System- und Betrachtungsebenen).

1 „Die Größenklasse der Kleinstunternehmen sowie der kleinen und mittleren Unternehmen (KMU) setzt sich aus Unternehmen zusammen, die weniger als 250 Personen beschäftigen und die entweder einen Jahresumsatz von höchstens 50 Mio. EUR erzielen oder deren Jahresbilanzsumme sich auf höchstens 43 Mio. EUR beläuft.“ [Euro 06]

2 So besitzen Konzerne z. B. in der Regel eigene professionelle Planungsabteilungen und sind speziellen Anforderungen auf Grund internationaler Standortentscheidungen unterworfen.

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BMVBS/BBR - Zukunft Bau.

Bautypus Industriebau

„Industriebauten sind Gebäude oder Gebäudeteile im Bereich der Industrie und des Gewerbes, die der Produktion (Herstellung, Behandlung, Verwertung, Verteilung) oder Lagerung von Produkten oder Gütern dienen“ [Bauo 00]. Aufgrund der Prägung durch die verschiedenen Funktionsabläufe ist es im Industriebau „bei weitem schwieriger [Typologien abzustecken] als in sich ähnelnden, repetitiven Elementen, etwa dem Bürobau oder dem Schulbau“ [Kopp u.a. 03]. Dies wird auch deutlich anhand der unterschiedlichen Nutzungszyklen der Branchen (Abb. D2) und der Morphologie der Fabrikarten (Abb. D3).

Branche	Lebensdauer Gebäude	Dauer Nutzungszyklen
Solar	20 Jahre	5 Jahre
Chip	20 Jahre	5 Jahre
Gummi- und Kunststoffwaren	30 Jahre	10 Jahre
Papierindustrie	30 Jahre	20 Jahre
Elektronik	30-50 Jahre	25 Jahre
Bekleidung	30-50 Jahre	30 Jahre
Getränkeherstellung	50 Jahre	10 - 15 Jahre
Chemie	50 Jahre	10 Jahre
Forschung	50 Jahre	15 - 20 Jahre
Herstellung sonstiger Waren (Spielwaren, Sportgeräte etc.)	50 Jahre	30 Jahre
Auto	50 Jahre	5 - 8 Jahre
Konsum	50 Jahre	5 Jahre
Datenverarbeitungsgeräte, elektron./opt. Erzeugnisse	50 Jahre	5 Jahre
Pharma	50 Jahre	5 Jahre
Logistik	50 Jahre	5-10 Jahre
Tabakverarbeitung	60-90 Jahre	10 - 15 Jahre
Holz-, Flecht-, Korb- und Korkwaren (ohne Möbel)	60-90 Jahre	10 Jahre
Transport (Containerterminal)	60-90 Jahre	10 Jahre
Glas, Keramik, Steine/Erden	60-90 Jahre	15 - 20 Jahre
Energie	60-90 Jahre	30 Jahre
Sonstiger Fahrzeugbau	60-90 Jahre	5 Jahre
Möbelbau	80 Jahre	10 - 15 Jahre
Druckerzeugnisse	80 Jahre	10 Jahre
Lebensmittel	80 Jahre	10 Jahre
Kokerei/Mineralölverarbeitung	80 Jahre	15 - 20 Jahre
Maschinen	80 Jahre	25 Jahre

Abb. D2: Gebäudelebensdauer/Nutzungszyklen nach Branchen (Erfahrungswerte Forschungspartner © IIKE/IFU)

Merkmal	Merkmalausprägung					
Unternehmensgröße	Kleinstunternehmen		Kleines und mittelständisches Unternehmen		Großunternehmen	
Erzeugnisgröße	mikro	klein		mittel		groß
Investitionszeitraum	kurzfristig		mittelfristig		langfristig	
Standortstrategie	lokal	regional		national		global
Standortveränderungen	mobil		fest		kombiniert	
Fabrikorientierung	Prozess	Produkt		Arbeitskräfte		Technik
Fertigungsart	Einzelfertigung	Kleinserie		Mittelserie		Großserie
Wertschöpfungsstufen	Marketing	Forschung/ Entwicklung	Beschaffung	Produktion	Vertrieb	Service
Betreibermodelle	kaufen		mieten		leasen	
Produktionsstufen	Einzelteil	Bauelemente, Komponenten	Baugruppen, Systembaugruppe		Geräte (Fahrzeuge)	Anlagensysteme
Vernetzung	Autonome Fabrik	Vernetzte Fabrik		Kompetenzfabrik		Virtuelle/Digitale Fab.
Nutzung	Wiederverwendung	Weiterverwendung		Verwerten		Beseitigen

Abb. D3: Morphologie zur Bestimmung der Fabrikarten [Sche 04]

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BMVBS/BBR - Zukunft Bau.

System- und Betrachtungsebenen

Nach Schenk u. a. [Sche 04] besteht das „System Fabrik“ (Abb. D4) aus

- „Elementen“: „Material“, „Realkapital“ und „Personal“,
- „Relationen“: „Beziehungen zwischen den Elementen“,
- „Umgebung“: „natürliches, infrastrukturelles, wirtschaftliches, politisches Umfeld“,
- „Randstruktur“: „Beziehungen zwischen Produktionssystem und Umwelt“.

Industriegebäude (als Teil des „Realkapitals“) können daher nicht als autonomer Planungsgegenstand entwickelt werden, sondern stehen in Beziehung zu verschiedenen Faktoren ihrer unmittelbaren oder mittelbaren Umgebung.

Entsprechend wurden im Rahmen des Forschungsvorhabens Einflussfaktoren definiert (Abb. D5), die auf das Industriegebäude wirken. So können durch den Kunden, das hergestellte Produkt, die Produktionsabläufe sowie Image und externe Faktoren direkt oder indirekt Einflüsse auf die Gestaltung des Gebäudes entstehen. Die Gegenüberstellung der Betrachtungs-ebenen aus den Bereichen Bau und Fabrikplanung (Abb. D6) macht deutlich, dass diese zwar überschneidende Elemente abbilden, sie aber unter verschiedenen inhaltlichen Aspekten interpretieren. Es besteht eine sich gegenseitig bedingende Beziehung der verschiedenen Sichtweisen in Bezug auf die Standort-, Gebäude- und Raumdefinition, in der sich die Ebenen des Baus auf typologische, strukturelle und konstruktive Aspekte beziehen, während die Fabrikplanung Produktionsvernetzungen, Betriebsabläufe und Arbeitsplatzstrukturen adressiert. Korrelation und Unterschiedlichkeit der Betrachtungsebenen bilden die Grundlage für den im Forschungsvorhaben angestrebten ganzheitlichen und integrativen Standpunkt.

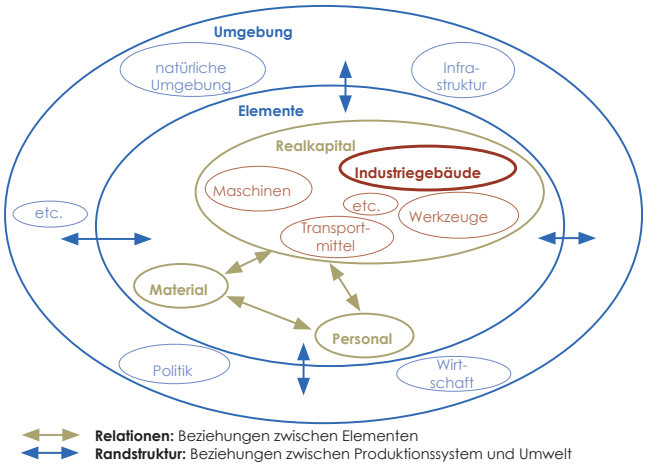


Abb. D4: System Fabrik (© IIKE in Anlehnung an [Sche 04])

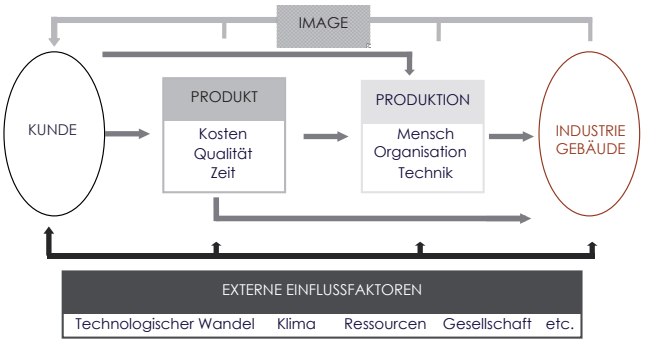


Abb. D5: Einflussfaktoren Industriegebäude (© IIKE/IFU/IBK)

Standort		1
Infrastruktur, Erweiterungsflächen, Entwicklungspotentiale, Attraktivität, Arbeitskräfte, etc.		
Struktur		2
Nutzungsstruktur, Prozessstruktur, Organisationsstruktur, Raumkonzept, etc.		
System		3
Bauwerk	Technik	
Tragsystem, Hüllsystem, Raumbildender Ausbau, etc.	Infrastruktur, Haustechnik, Medienführung etc.	
Komponenten		4
Tragwerkskomponenten: Stütze, Träger, Aussteifung etc. Hülle: Fasade, Dach etc. Ausbaukomponenten: Wand Decke, Boden etc.	Technische Elemente: Ver- und Entsorgungskomponenten	
Elemente		5
Stahl, Verbundwerkstoffe, Beton, Glas, Dämm-stoffe, Kunststoffe, Holz etc.	Kunststoff, Kupfer, Aluminium etc.	

Produktionsnetz:	1
Werksexterne Infrastruktur (Position im Unternehmensverbund/ Wirtschaftsraum)	
Werk	2
Örtlich-räumlich geschlossener Produktionsbereich mit definierten Produktionsaufgaben an einem Standort.	
Gebäude	3
Architektonisch-Räumlich geschlossener Ort (der ein oder mehrere Segmente enthalten kann)	
Segment	4
Geschlossener Produktionsbereich bestehend aus mehreren Arbeitsplätzen mit definierten Produktionsaufgaben.	
Arbeitsplatz	5
Elementarer Produktionsbereich mit Betriebsmitteln und Nebeneinrichtungen	

Abb. D6: Betrachtungsebenen Bau/Fabrikplanung (© IIKE/IFU)

D2.2 Inhaltliche Ziele der Systematik

Die folgenden inhaltlichen Ziele wurden durch das Forschungsteam während des Aufbaus des Forschungsvorhabens als maßgebend für die Planungssystematik definiert und im Verlauf der Forschung weiter verdichtet. Die Definition der Ziele resultiert aus der Analyse der Defizite der bestehenden Planungs- und Erstellungsprozesse (vgl. Abs. D3) und der Anforderungen an zukünftige Prozesse (vgl. Abs. D4).

D2.2.1 Steigerung der Zukunftsfähigkeit der Industriegebäude

Die Systematik soll der Umsetzung der in Teil E beschriebenen Qualitätsmerkmale zukunftsfähiger Industriegebäude Rechnung tragen. Dies bezieht sich u. a. auf

- die Wirtschaftlichkeit der Industriegebäude und Vermeidung unnötiger Investitionen,
- die Erreichung einer langfristigen Bau- und Nutzungsqualität,
- den intelligenten Umgang mit baulichen und produktionstechnischen Ressourcen,
- die Einbeziehung soziokultureller Faktoren (vgl. Abs. D6.4.1.4) sowie
- die Beachtung von zeitlichen Abhängigkeiten interner oder externer Art.

Damit soll letztendlich die Wettbewerbsfähigkeit produzierender Unternehmen und die Standortqualität in Deutschland erhöht werden.

D2.2.2 Verbesserung des Prozessablaufs

Die Systematik soll die Effektivität und Effizienz des Planungs- und Erstellungsprozesses erhöhen, um Reibungsverluste zu minimieren und Fehlentscheidungen und Zufälligkeiten im Prozess vorzubeugen. Dies bezieht sich insbesondere auf

- die Integration der beteiligten Akteure/Disziplinen aus Bau und Betrieb und Definition der Beziehungen, Rollen und benötigten Qualifikationen der Prozessbeteiligten,
- die integrierte Betrachtung aller Phasen des Planungs- und Erstellungsprozesses (beginnend bei der Identifikation des Handlungsbedarfes bis zu Realisierung und Betrieb) und ihrer Relevanz für alle weiteren Lebenszyklusphasen des Industriegebäudes (vgl. Abs. D5),
- die Verbesserung von prozessrelevanten Faktoren (Kommunikation zwischen den Beteiligten, Reaktionsfähigkeit auf sich ändernde Rahmenbedingungen etc.).

Damit soll das Verhältnis zwischen Planungsaufwand und Ergebnis optimiert und die Steuerungsfähigkeit des Bauherrn sowie die Wettbewerbsfähigkeit der beteiligten Dienstleister erhöht werden.[3]

3 Dem Deutschen Institut für Wirtschaftsförderung [Gorn u.a. 08] zufolge machten Neubauten im Bereich Produktion/Handel/ Lager in Deutschland 2007 mit 18,2 % fast ein Fünftel des Gesamtbauvolumens bei Nichtwohngebäuden aus. Das Bauvolumen im benannten Bereich nahm 2007 mit 13,48 Mrd. Euro fast die Hälfte des gesamten Neubauvolumens bei Nichtwohngebäuden ein (28,54 Mrd. Euro) und bildet damit sowohl für die investierenden Unternehmen als auch für die Bauwirtschaft einen erheblichen wettbewerbsrelevanten Faktor.

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BMVBS/BBR - Zukunft Bau.

D2.3 Formale Ziele der Systematik

Erklärtes formales Ziel für die Entwicklung der Planungssystematik ist es, einen „ganzheitlichen anwendungsorientierten Handlungsleitfaden“ (vgl. Forschungsantrag) für die o. g. Zielgruppe zu erstellen. Um dies zu erreichen, wurden in Zusammenarbeit mit den Industriepartnern auf der Basis ihrer Praxiserfahrung (vgl. Abs. D7) und unter Bezugnahme auf die Analyse der Defizite (vgl. Abs. D3) und Anforderungen (vgl. Abs. D4) die folgenden Teilziele definiert. Die Planungssystematik soll

- für die wesentlichen inhaltlichen Themen sensibilisieren,
- als Instrument für den Wissenstransfer und –aufbau dienen,
- weiterführende Informationsquellen und Hilfsmittel ausweisen und
- keinen starren Prozessfahrplan abbilden, sondern eine projektspezifische Anwendung ermöglichen (vgl. Kasten: Idealtypischer Planungs- und Erstellungsprozess).

Vielfach diskutiert während des Verlaufs des Forschungsprojektes wurde der Konflikt zwischen den Ansprüchen der Forschung und der Anwendung. So muss die wissenschaftliche Arbeit in Methodik, Quellenbezug, Tiefe und Begriffsschärfe formalen Anforderungen genügen, die in der Anwendung in der Praxis den Rahmen des Handlungsleitfadens sprengen oder ihm gar widersprechen. Die Forschungsarbeit löst den Konflikt im Zweifelsfall zugunsten der Wissenschaftlichkeit auf. Dennoch bleibt der Anspruch der Anwendungsorientierung bestehen. So soll die Planungssystematik eine konkrete Basis für die Weiterentwicklung zum praxisnahen Leitfaden bieten (vgl. auch Abs. D8), für die Überführung werden jedoch Anpassungen und redaktionelle Nacharbeit an Form und Inhalten notwendig sein.

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BMVBS/BBR - Zukunft Bau.

Idealtypischer Planungs- und Erstellungsprozess

Die Vision eines idealtypischen Planungs- und Erstellungsprozesses (Abb. D7) vernachlässigt die Tatsache, dass eindeutige Schnittstellenbildungen, Kompetenzzuweisungen und die streng sukzessive und phasenweise auf einander aufbauende Planung und Erstellung von Fabriken in der Realität nicht umsetzbar sind. Dies erklärt sich unter Bezugnahme auf Strohschneider u. a. (vgl. Eingangszitat zur Planungssystematik [Stro 02]) aus der häufig hohen Komplexität der Fabrikprojekte, der Vielzahl der Akteure aus unterschiedlichen Disziplinen und der Dynamik des oft enormen Zeit- und Kostendrucks. Auch die Einzigartigkeit und Diversität des Planungsgegenstandes (von der einfachen Lagerhalle bis zur hoch differenzierten Reinraumproduktion) macht die Entwicklung eines allgemeingültigen Prozessfahrplanes unmöglich.

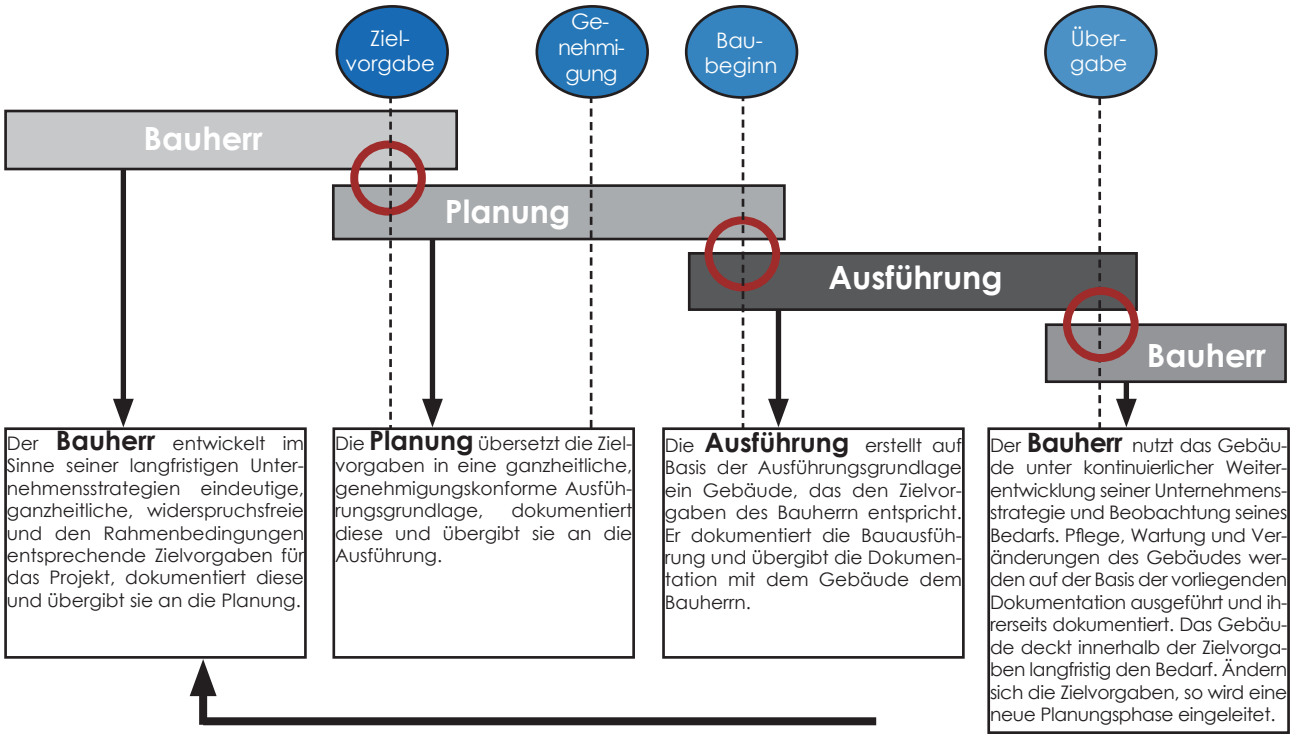


Abb. D7: Idealtypischer Prozess (© IIKE)

Anzustreben im Rahmen eines Leitfadens ist daher keine starre Struktur, sondern

- eine offene adaptive Systematik,
- die der Komplexität, Verschiedenartigkeit und Spezifik des einzelnen Projektes Rechnung trägt,
- dem Prozess in seiner Eigendynamik und zeitlichen Dimension optimierende Spielräume eröffnet und
- Ansätze zur Vernetzung u. Kontinuität über Lebenszyklen und Disziplinen hinweg bietet.

Die Systematik soll den unterschiedlichen Akteuren im Planungs- und Erstellungsprozess im Kontext der jeweiligen personen- und projektspezifischen Problematik Handlungsspielräume sowie Eingriffs- und Steuerungsmöglichkeiten einräumen. Insofern bezieht sich der Anspruch der Ganzheitlichkeit auf die Einbeziehung aller im Prozess wesentlichen Faktoren. Die Anwendungsorientierung entsteht dadurch, dass eine punktuelle und isolierte Nutzung einzelner Aspekte im Sinne des spezifischen Bedarfes und Projektkontexts ermöglicht wird.

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BMVBS/BBR - Zukunft Bau.

D3 Defizite

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BMVBS/BBSR - Zukunft Bau.

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BMVBS/BBSR - Zukunft Bau.

D3 Defizite im Planungs- und Erstellungsprozess

Als Grundlage für die Entwicklung der Planungssystematik wurden im Rahmen des Forschungsvorhabens die Defizite in bestehenden Planungs- und Erstellungsprozessen untersucht. Ziel der Entwicklung der Planungssystematik ist es, diesen Defiziten entgegenzuwirken, um die Prozesse zu optimieren.
Die Analyse der Defizite bezieht sich auf die folgenden Grundlagen:

- Stand der Forschung nach Literaturquellen,
- Umfragen unter prozessbeteiligten Personen aus der Praxis sowie Arbeitsergebnisse von Workshops innerhalb des Forschungsteams (TU Braunschweig/Industriepartner) und mit externen Experten (Datenbasis vgl. Abs. D7) und
- Vergleich der Leistungsbilder der prozessbeteiligten Disziplinen nach vorhandenen Prozessbeschreibungen aus der HOAI 2009 [Budi 09] und der VDI 5200 [VDI- 09].

D3.1 Stand der Forschung

Als Ausgangssituation für die Beschreibung der Defizite im Planungs- und Erstellungsprozess von Industriegebäuden können grundsätzliche Probleme im Baugewerbe gelten. So zitiert Fechner [Fech, Bobe 09] Ingeborg Flagge mit den Worten: „Die Baukultur spiegelt die Konflikte und Widersprüche einer Gesellschaft im Bauen wider." Er bemerkt, dass „es wohl kaum eine Branche [in Deutschland] gibt, in der die Beteiligten so gegeneinander arbeiten, ohne zumeist in der Lage zu sein, diese Konflikte allein zu lösen" wie die Baubranche.
Vor allem die einseitige Auslegung des Qualitätsbegriffes (vgl. Abs. D6.4.1) zugunsten technischer Faktoren auf der einen und bauorganisatorischer Faktoren auf der anderen Seite führt dazu, dass in der Wahrnehmung von Politik, Bauwirtschaft, Auftraggebern und auch der Öffentlichkeit wesentliche Potentiale zur Verbesserung der Wertschöpfung am Bau ausser Acht gelassen werden. Lebenszyklusbetrachtungen sind trotz bestehender theoretischer Ansätze in der Praxis noch nicht verankert. Eine ganzheitliche Bewertung von „technischer Qualität", „Nutzungsqualität", „Gestaltqualität", „baukultureller Qualität" und „ökologischer Qualität" [Fech, Bobe 09] findet in der Regel nicht statt[4].

4 Die einseitige Auslegung des Qualitätsbegriffs führt u. a. dazu, dass Bauunternehmen die technische Bauqualität zugunsten des Preiswettbewerbs vernachlässigen (müssen). Während also der Bauherr bei der Auswahl des Bauunternehmers auf den niedrigsten Preis achtet, gleichzeitig aber die Festlegung seiner eigenen Anforderungen möglichst offen formulieren möchte, ist der Bauunternehmer darauf angewiesen, die Ungenauigkeit von Auftragsformulierungen in seinem Sinne auszulegen, um über ein Niedrigstangebot wettbewerbsfähig bleiben zu können [Fech, Bobe 09]. In der Folge führen mangelnde Motivation und/oder Kompetenz (ausgelöst durch z. B. geringer Vergütung und daraus folgenden Zeitdruck bzw. den Einsatz billiger Arbeitskräfte) zur Konfliktpotentialen und Baumängeln [Arlt, Joac 03].

Erfassen lässt sich die Bedeutung des Planungs- und Erstellungsprozesses für die Bauqualität anhand des Bauschadensberichts 1996 [Schn, Schl 96]: Hiernach sind 90% aller Bauschäden auf Fehler in der Planung und/ oder Ausführung von Gebäuden zurückzuführen, während nur etwa 5% durch die Nutzung (bzw. den Betrieb) entstehen. 34% aller Planungsfehler entstehen in der Phase der Konzeptentwicklung (Abb. D8).
Ein aktueller Bauschadensbericht von 2008 [Dekr 08][5] weist aus, dass die Mangelhäufigkeit in den Jahren 2003-2007 erheblich (um 102 %) zugenommen hat (Abb. D9) und stellt heraus, dass neben unmittelbaren „Mangelbeseitigungskosten" in der Regel „Mangelfolgekosten" (wie Gerichtskosten oder Wertverlust der Immobilie) entstehen, die „bis zum Dreifachen der Mangelbeseitigungskosten betragen [können]".
Die Bauschadensberichte erfassen jedoch nur Mängel an der technischen Bauqualität. Nicht erfasst werden Mängel und Folgekosten im Bereich Nutzung und Gestalt. Die Nutzungsqualität von Industriebauten wird bestimmt durch den baulichen Betrieb und die funktionalen Betriebsabläufe. Es kann davon ausgegangen werden, dass Mängel im Bereich des baulichen Betriebs (etwa durch erhöhten Energieverbrauch mangels Wärmerückgewinnung) oder der funktionalen Betriebsabläufe (etwa durch sinkende Produktivität) über den Lebenszyklus betrachtet die wesentlichen wirtschaftlichen Einbußen verursachen, während relativ betrachtet technische Baumängel zu vernachlässigen sind. In diesem Zusammenhang können im Industriebau auch Mängel an der Gestaltqualität wirtschaftliche Folgen haben, insofern sie sich auf die Identifikation von Mitarbeitern und Kunden mit dem Unternehmen auswirken (vgl. Abs. D6.4.1.4).

5 Der Bericht untersucht nur Wohngebäude.

In welcher Bauphase wurden Einflüsse fehlerhaft berücksichtigt?		in Prozenten ...		
		... der Anzahl aller 692 Fälle mit Bauwerksschäden	... der Schadenssumme dieser 692 Fälle	... der zugehörigen 60 Fälle mit Personenschäden
Fehlende Berücksichtigung von Einflüssen in Bauphase ...	Planung	37	40	20
	Ausführung	35	20	46
	Planung und Ausführung	18	22	20
	Nutzung	5	14	6
	restliche u. Kombinationen	5	4	8
	Total	100	100	100

In welchen Bereichen der Planungsphase wurden Einflüsse fehlerhaft berücksichtigt?		in Prozenten ...		
		... der Anzahl aller 723 erfassten Fälle	... der Schadenssumme aller 723 erfassten Fälle	... der zugehörigen 53 Fälle mit Personenschäden
Fehlende Berücksichtigung während der Planungsphase in...	Konzept	34	18	15
	statische Berechnung	34	49	40
	Zeichnungen, Listen etc.	19	9	8
	Arbeitsvorbereitung	9	5	20
	Kombinationen	4	19	17
	Total	100	100	100

Abb. D8: Fehlerquellen im Bauwesen [Schn, Schl 96]

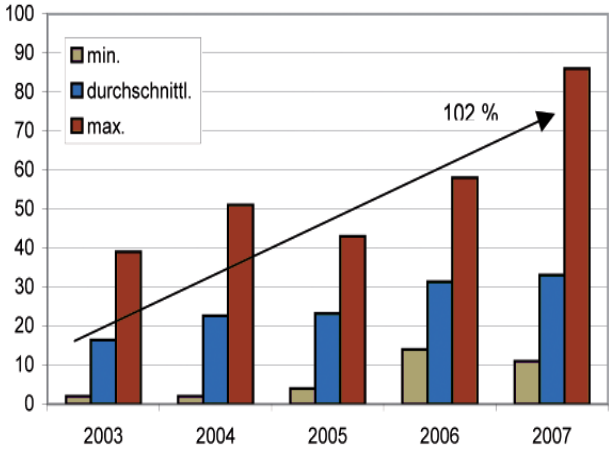


Abb. D9: Zunahme von Baumängeln 2003-2007 [Dekr 08]

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BMVBS/BBSR - Zukunft Bau.

Zusätzlich verschärft werden Mängel in der Nutzungsqualität von Industriegebäuden durch die Überlagerung mit strukturellen Veränderungen im Bereich der Betriebsabläufe. So stellt Wildemann fest, dass viele Unternehmen in der Vergangenheit „erkennen [mussten], dass traditionelle Formen der Organisationsgestaltung den Anforderungen des Marktes hinsichtlich Effizienz und Flexibilität nicht mehr genügen." Als besonders problematisch werden in diesem Zusammenhang eine „hohe Arbeitsteilung, (…) ausgeprägte funktionale Bereichsgliederung und (…) Hierarchie" bewertet. Mängel in der Schnittstellenkoordination, Anpassungsfähigkeit und Prozessorientierung führen zu Effizienzproblemen und stellen die Befriedigung der Kundenwünsche in Frage [Wild 99].

Als Ausgangsbasis für auftretende Konflikte im Planungs- und Erstellungsprozess gelten die unterschiedlichen Interessenslagen der beteiligten Akteure: So verhalten sich Finanzgeber von Immobilien „risikoorientiert", Investoren „gewinnorientiert", Nutzer „erfolgsorientiert" und Planer sowie bauausführende Unternehmen „auftragsorientiert" [Fech, Bobe 09].
Die starke Fragmentierung und organisatorische Trennung von Planung und Ausführung in der deutschen Bauwirtschaft hat zudem erhebliche Reibungsverluste und Schnittstellenprobleme zur Folge. Es wird erwartet, dass diese Situation sich mit steigender Komplexität der Bauaufgaben und entsprechender Spezialisierung der Prozessbeteiligten weiter verschärfen wird [Fech, Bobe 09]/[Arlt, Joac 03]. Dies trifft insbesondere auf den Industriebau zu, der durch die enge Verbindung funktionaler und baulicher Anforderungen noch stärker als andere Bautypologien interdisziplinäres Fachwissen erfordert.

Strohschneider [Stro 02] beschreibt „Planungsfehler" als „Reaktion auf Erlebnisse des Kontrollverlustes und als – oftmals dysfunktionale – Versuche zur Wiederherstellung von Kontrolle." So führen Konflikte zwischen den Akteuren oder durch unrealistische Zielvorgaben eingeschränkte Handlungsspielräume zu einem „Ineffizienz-Erlebnis" und entsprechenden Kompensationsstrategien: Die aktive Abwehr/Umdeutung von Informationen oder Vermeidungstaktiken (Zurückzug auf Detailprobleme, Delegation von Aufgaben etc.) können die Folge sein.
Nach einer empirischen Untersuchung aus dem Jahr 2005 [Kape, Hagh 05 nach Jung 07] führen im Planungs- und Erstellungsprozess vor allem Anpassungen der Leistungsanforderungen (Änderungen/Zusatzleistungen) und unklare oder mangelnde Verträge, Leistungsverzeichnisse oder Planunterlagen zu Konflikten, deren Folge Bauzeitverzögerungen oder gerichtliche Auseinandersetzungen sind. Vermeiden ließen sich Konflikte durch eine verbesserte Kommunikation und Vertragsgestaltung. Rein rechtlich besteht eine Kooperationspflicht auch im Falle von notwendigen Anpassungen der Verträge an sich ändernde Umstände. Dieser Hinweis ist besonders bei der Planung und Erstellung von Industriegebäuden wichtig, da hier Anpassungen und veränderte Anforderungen während des Prozesses keine Seltenheit sind (vgl. Abs. D4).

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BMVBS/BBSR - Zukunft Bau.

D3.2 Umfrage- und Arbeitsergebnisse Forschungsteam/Experten

Die im Verlauf des Forschungsvorhabens durchgeführten Umfragen und regelmäßigen Workshops mit Experten und Forschungspartnern spiegeln Praxiserfahrungen prozessbeteiligter Personen wider[6]. Sie bestätigen im Wesentlichen die o. g. Defizite in Bauwesen und Industriebau.

Bautechnische Defizite (Konstruktion, Brandschutz etc.) spielen den Umfragen zufolge in der Praxis der Planung und Erstellung von Industriegebäuden eine untergeordnete, weil in der Regel lösbare Rolle. Problematisiert wird hingegen der eigentliche Auslöser für spätere Baumängel: So stehen kurzfristige Ziele in Bezug auf die Faktoren Zeit, Kosten und Bauqualität in der Regel im Vordergrund („Hohe Qualität, sehr schnell, zum tiefsten Preis."[7]), während langfristige Nutzungsqualitäten kaum von Bedeutung sind. Eine frühzeitige Risikobewertung und ein umfassendes Szenariomanagement finden in der Praxis nur selten statt. Dem hohen Komplexitätsgrad des Planungsgegenstandes Industriegebäude wird nicht ausreichend Rechnung getragen. In der Folge wirken sich der vorherrschende Zeit- und Preisdruck und hohe Marktanforderungen an die Konkurrenzfähigkeit (in Bezug auf die Erstinvestitionen) nachteilig auf Qualität und Effizienz der entstehenden Gebäude- oder Anlagenstrukturen aus.

Das Thema Ressourcenschutz wird von Seiten der befragten Planer überwiegend und mit zunehmender Tendenz als wichtig beurteilt (vgl. Abs. D4). Grundsätzlich bemängelt wird jedoch die Bereitschaft der Bauherren zu Mehraufwand bei Erstinvestitionen, die bei Industriegebäuden derzeit nicht oder nur in Teilbereichen (z. B. Energiebedarf, technische Gebäudeausrüstung) vermittelbar scheinen. Feststellen lassen sich zudem grundsätzliche Unterschiede im Selbstverständnis der Dienstleister in Abhängigkeit vom bestehenden Aufgabenfeld und Kundenstamm: Während einige das Thema Ressourcenschutz selbstverständlich und aktiv betreuen, wird es von anderen nur auf Anfrage oder auch gar nicht bedient.

Das Thema Wandlungsfähigkeit der Industriegebäude spielt in der Phase der Planung und Erstellung im Bezug auf die Umbaufähigkeit von Verkehrsanlagen, Fassaden, Tragwerken und Medien eine Rolle. Standortverlagerungen sind selten. Je nach Aufgabenfeld und Selbstverständnis der Dienstleister wird die Fragestellung grundsätzlich bei der Klärung des Anforderungsprofils bedient (durch hauseigene Checklisten etc.) oder hat aufgrund der möglichen Mehrkosten kaum Bedeutung. Entsprechend ist die Erstellung von Grundlagen für zukünftige Änderungen oder das Gebäude-Recycling (über Raumbücher, CAD-Dokumentationen etc.) Teil der Dienstleistung oder wird in der Verantwortung des Bauherrn belassen. Wird Wandlungsfähigkeit zu spät im Planungsprozess gefordert, so ist sie nach Erfahrung der befragten Personen nur noch schwer zu integrieren. Auf der anderen Seite sind präzise Anforderungen in diesem Bereich mitunter kaum zu definieren, weil sie sich im Verlauf des Planungs- und Erstellungsprozesses (in Folge der Prozessdynamik und nicht zu steuernder

6 Zu Entstehung und Informationsqualität der im Folgenden dargestellten Umfrage- und Arbeitsergebnisse wird auf Absatz D7 verwiesen.

7 Alle im folgenden Abschnitt genannten Wortzitate bilden Antworten im Rahmen einer Fragebogenaktion ab (vgl. Abs. D7).

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BMVBS/BBSR - Zukunft Bau.

externer Einflüsse) stetig verändern oder spätere Lebenszyklen nicht sinnvoll prognostiziert werden können. In diesem Fall müssen bereits gewählte Lösungen angepasst werden, was ggf. Mehrkosten statt Einsparung zur Folge hat.

Auch in Bezug auf die Gestaltqualität ist ein erhöhter Investitionsbedarf Bauherren häufig nicht zu vermitteln, da Gestaltqualität als Kostenfaktor, nicht immer hingegen als Mehrwert betrachtet wird. So bemängeln die befragten Personen, dass die Imagewirksamkeit der Immobilie, die Bedeutung des Arbeitsumfeldes für die Nutzungsqualität und die Verantwortung für die Baukultur („Wir planen heute die Welt von morgen, sie soll uns gefallen.“) in der Praxis nicht den angemessenen Niederschlag finden. Wird zu Beginn eines Projektes eine hohe Gestaltqualität gefordert, so fällt sie häufig dem Druck der späteren Ausführung zum Opfer. Wiederum lassen sich deutliche Unterschiede im Selbstverständnis der Bauherrn und Planer erkennen: Kleinere Firmen haben häufig keine umfassenden eingeführten Gestaltvorgaben (Corporate Identity CI). Bei großen Firmen sind diese dagegen z. T. streng geregelt und werden als Marketinginstrument nach innen und außen genutzt, was zur Folge hat, dass auch Baudienstleister die Imagewirksamkeit ihrer Tätigkeit („Unsere Gebäude stehen wie Produkte für sicher, sauber, sparsam, präzise und kundenorientiert.“) herausstellen.

In Bezug auf die Qualität der Planungsprozesse wird von vielen Befragten bemängelt, dass Bauherren häufig nicht bereit sind, für die frühe Phase der Definition von Zielvorgaben angemessene Mittel bereit zu stellen. Die Aufgabendefinition wird in diesem Fall „ungenannt“ oder im Rahmen der Akquisition abgewickelt. Auch die Projektbeteiligten stehen in der Regel nicht fest, so dass eine umfassende interdisziplinäre Betrachtung nicht möglich ist.
Die Qualität der Zusammenarbeit zwischen den Disziplinen wird insgesamt als mittel bis gut bewertet. Auch die Aufgabenverteilung zwischen den Disziplinen wird in der überwiegenden Mehrheit als sinnvoll erachtet. Allerdings werden die unterschiedlichen Schwerpunkte und Sichtweisen zu den Themen Kosten, Abläufen, Gestaltung und Qualitäten als problematisch empfunden.

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BMVBS/BBSR - Zukunft Bau.

Als organisatorische Probleme im Planungs- und Erstellungsprozess werden vor allem genannt:

- die unterschiedlichen Eintrittszeiten und Zeitabläufe der Fachdisziplinen im Projekt sowie die zu späte Einbindung von Fachplanern und Ausführern und
- eine mangelnde Steuerung, Koordination, Schnittstellendefinition und Verknüpfung der Disziplinen über den Gesamtprozess.

Insbesondere an der Koordination und Integration der Schnittstelle zwischen Gebäude und Betriebsabläufen werden Defizite festgestellt (etwa in der Abstimmung zwischen Tragwerk und Funktionslayout oder ausgelöst durch aus Bausicht zu späte Angaben aus der Anlagentechnik). Hingewiesen wird auf methodisch-technische Probleme wie unzureichende Simulationsmethodik und die mangelnde Ausschöpfung der Potentiale vorhandener IT-Tools.

Die Darstellung eines defizitären Planungsprozesses illustriert die Erfahrungen aus der Praxis (Abb. D10).

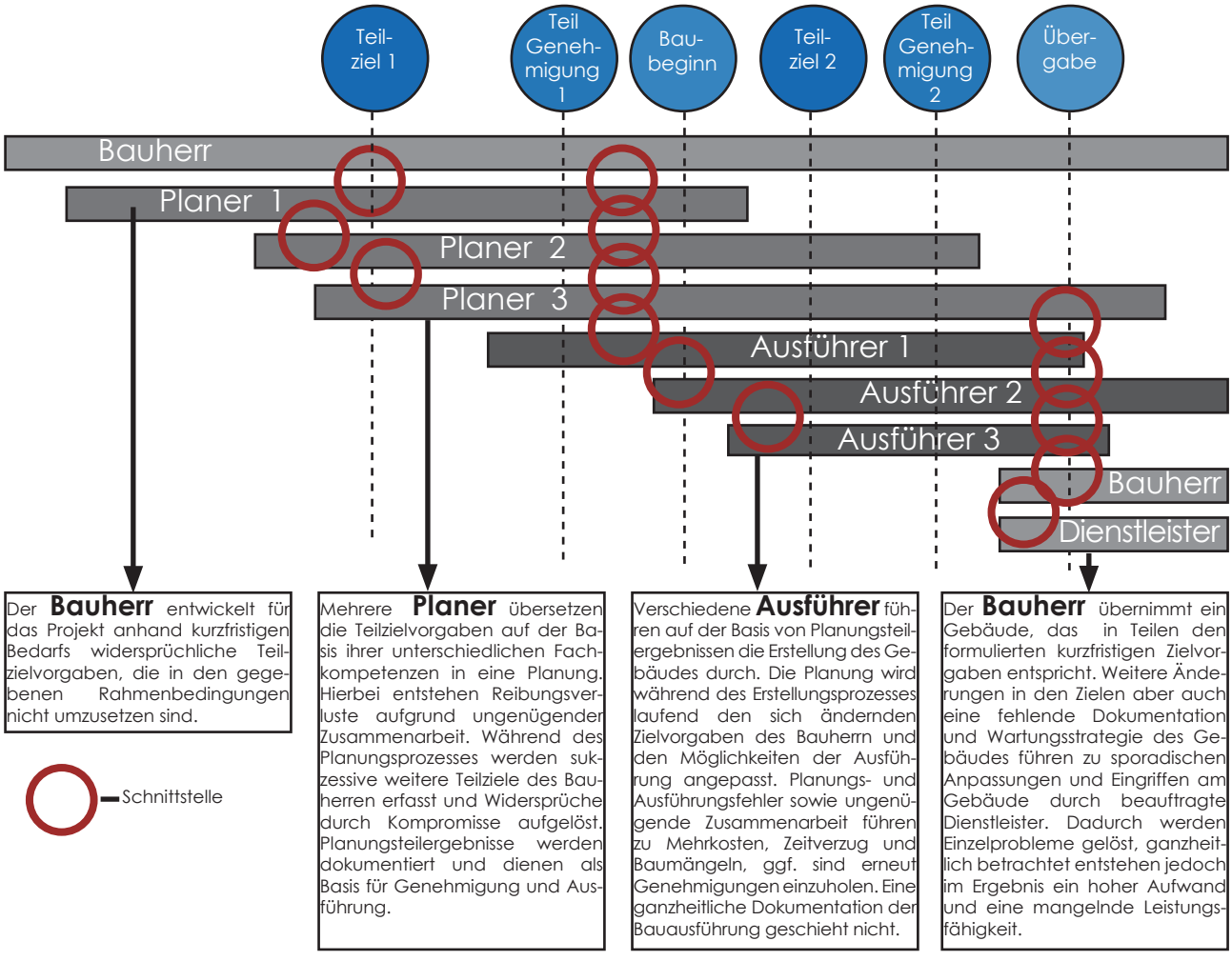


Abb. D10: Defizitärer Prozess (© IIKE)

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BMVBS/BBSR - Zukunft Bau.

D3.3 Vergleich Leistungsbilder Disziplinen

Als Grundlage für die Entwicklung der Planungssystematik dient die Analyse der verschiedenen vorliegenden Prozessphasenmodelle der beteiligten Disziplinen. Stellt man die verschiedenen Phasenmodelle [Budi 09]/[VDI- 09] nebeneinander, so werden die folgenden Defizite (Auszüge) deutlich:

- Die Leistungsgrenzen innerhalb der Planungsschritte sind nicht einheitlich aufgebaut.
- Es kommt zu unterschiedlichen langen Beauftragungszeiten der einzelnen Akteure, die zu zusätzlichen Schnittstellen und Informationsverlusten bei Übergabe der Leistungen führen können (Bsp. Beauftragung der Architekten bis Phase 3).
- Im Bereich Bau sind die Planer nicht in die Bedarfsplanungsphase (Phase 0) eines Indsutriebaus integriert, ihr Fachwissen fließt zum Teil sehr spät in die Zielfestlegungen ein bzw. wird nur unzureichend vergütet.
- Einzelne Aufgabenfelder werden nur lückenhaft oder disziplinspezifisch abgebildet.
- Nur im Bereich Fabrikplanung [VDI- 09] besteht ein direkter Bezug zu industriebauspezifischen Fragestellungen, während die Bauleistungen allgemeingültig beschrieben werden. In der HOAI [Budi 09] ist die Fabrikplanung nicht verankert.
- Eine Einbindung der ausführenden Gewerke ist nur im Rahmen der Auftragsvergabe vorgesehen, eine frühe Einbeziehung in Planungsprozesse ist nicht explizit vorgesehen.
- Ein auf den Gesamtlebenszyklus ausgerichter Aufbau der Leistungsphasen der Akteure und damit eine Kontnuierliche Begleitung der Gebäude fehlt, Planung und Ausführung sind auf den Erstbetrieb ausgerichtet, zukünftige Umbauten sind selten integriert.

<table>
<tr><th></th><th>Bauherr (nach Achammer)</th><th>Fabrikplaner (HOAI)</th><th>Architekt (HOAI)</th><th>Tragwerksplaner (HOAI)</th><th>Haustechniker (HOAI)</th><th>Projektsteuerung (AHO)</th><th>Facility Management</th><th>Fachplaner (Logistik)</th><th>Bauunternehmer</th><th>Zulieferer/ Subunternehmer</th></tr>
<tr><td>Phase 0</td><td>Bedarfs-ermittlung (DIN 18205)</td><td>Zielfestlegung</td><td colspan="3"></td><td rowspan="3">Projekt-vorbereitung</td><td rowspan="3"></td><td rowspan="3"></td><td rowspan="3"></td><td rowspan="3"></td></tr>
<tr><td>Phase 1</td><td>Ideenphase</td><td>Grundlagen-ermittlung</td><td>Grundlagen-ermittlung</td><td>Grundlagen-ermittlung</td><td>Grundlagen-ermittlung</td></tr>
<tr><td>Phase 2</td><td rowspan="4">Planungsphase</td><td>Konzept-planung</td><td>Vorplanung</td><td>Vorplanung</td><td>Vorplanung</td></tr>
<tr><td>Phase 3</td><td rowspan="3">Detail-planung</td><td>Entwurfs-planung</td><td>Entwurfs-planung</td><td>Entwurfs-planung</td><td rowspan="2">Panung</td><td rowspan="2">Basiskonzept</td><td>Entwurf von Prozessvarianten</td></tr>
<tr><td>Phase 4</td><td>Genehmigungs-planung</td><td>Genehmigungs-planung</td><td>Genehmigungs-planung</td><td>Entwurf von Arbeitsmittel-varianten</td></tr>
<tr><td>Phase 5</td><td>Ausführungs-planung</td><td>Ausführungs-planung</td><td>Ausführungs-planung</td><td rowspan="2">Ausführungs-vorbereitung</td><td rowspan="2">Umsetzungs-konzept</td><td>Dimensionierung</td></tr>
<tr><td>Phase 6</td><td rowspan="3">Realisierungs-phase</td><td rowspan="2">Relisierungs-vorbereitung</td><td>Vorbereitung der Vergabe</td><td>Vorbereitung der Vergabe</td><td>Vorbereitung der Vergabe</td><td rowspan="2">Feinplanung</td></tr>
<tr><td>Phase 7</td><td>Mitwirkung bei der Vergabe</td><td>Mitwirkung bei der Vergabe</td><td>Mitwirkung bei der Vergabe</td><td>Angebotsphase (Verhandlungen)</td><td>Angebotsphase (Verhandlungen)</td></tr>
<tr><td>Phase 8</td><td>Realisierungs-überwachung</td><td>Objekt-überwachung</td><td>Objekt-überwachung</td><td>Objekt-überwachung</td><td rowspan="2">Ausführung</td><td rowspan="2"></td><td rowspan="2">Realisierung</td><td rowspan="2">Ausführung</td><td rowspan="2">Ausführung</td></tr>
<tr><td>Phase 9</td><td>Inbetriebnahme</td><td>Hochlauf-betreuung</td><td>Objekt-betreuung/ Dokumentation</td><td>Objekt-betreuung/ Dokumentation</td><td>Objekt-betreuung/ Dokumentation</td></tr>
<tr><td>Phase 10</td><td>Nutzungs- und Betriebsphase</td><td>Projektabschluss</td><td colspan="3"></td><td>Projekt-abschluss</td><td rowspan="2">Umsetzungs-controlling</td><td rowspan="2"></td><td>Mängel-beseitigung</td><td>Mängel-beseitigung</td></tr>
<tr><td>Phase 11</td><td>Umbauphase</td><td>Tuning/ Anpassung</td><td>Umbauphase</td><td>Umbauphase</td><td>Umbauphase</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>Phase 12</td><td>Abbruchphase</td><td colspan="7"></td><td>Abbruchphase</td><td>Abbruchphase</td></tr>
</table>

Abb. D11: Gegenüberstellung Leistungsphasen der Disziplinen (© IIKE)

In den letzten Jahren wurden insbesondere von Seiten der Fabrikplanung und der Architektur Ansätze verfolgt, um die Disziplinen über die Phasenmodelle hinweg zu integrieren. In diesem Zusammenhang sind das Forschungsprojekt Synfap [Nyhu u.a. 04] und die Berücksichtigung der Leistungen des Architekten in die Fabrikplanungsrichtlinie [VDI- 09] zu nennen. Defizite beider Ansätze sind zum einen die geringen Adaptionsmöglichkeiten auf den spezifischen Planungsfall sowie die ungenügende Einbeziehung weiterer Disziplinen in die Handlungsempfehlungen. Beide Ansätze sind zudem in der Praxis nur unzureichend eingeführt.

Die Integration der Phasenmodelle zur Verbesserung der Planungs- und Erstellungsprozesse erscheint aber auch aus folgenden Gründen als wenig sinnvoll: Die Phasenmodelle der Disziplinen dienen der Definition und Abgrenzung von Leistungen oder Prozessschritten in den einzelnen Planungs- und Erstellungsphasen. Dies erfolgt jeweils aus der Perspektive der Fachdisziplinen auf der Basis ihrer Arbeitsweisen, Denkstrukturen und Zielvorgaben. Der Begriff Leistung ist definiert durch das Verhältnis der eingesetzten Energie pro Zeiteinheit. Folgerichtig dient die HOAI als Honorarordnung der Dimensionierung des Energieeinsatzes (sprich: des Vergütungsanspruches) je Phase. Ziel ist die formale und quantitative Definition der Vergütung nach Leistungsprofilen und Leistungserbringern, nicht die Leistungsdefinition ansich.
Die eingangs benannten Ziele des Forschungsprojektes haben jedoch einen inhaltlichen Charakter in Bezug auf den Planungsgegenstand oder den Planungs- und Erstellungsprozess, der in den genannten Phasenmodellen kaum reflektiert wird[8]. Eine Integration der Modelle kann zur Erreichung dieser Ziele daher nicht oder nur sehr selektiv beitragen (z. B. im Bezug auf die zeitliche Parallelisierung der Prozessbeteiligten).
Zudem sind die Phasenmodelle in den jeweiligen Disziplinen etabliert, allfällige Anpassungen sind mit hohem Aufwand verbunden[9]. Die Einführung eines disziplinenübergreifenden und industriebauspezifischen Phasenmodells scheint daher aus Sicht des Forschungsprojektes wenig praxisnah und nicht zielführend.

8 So bezieht sich die aktuelle Novellierung der HOAI 2009 auch im Wesentlichen auf Änderungen in der Vergütung, eine inhaltliche Anpassung der Leistungen an sich ändernde Bedingungen in der Baubranche fand nicht statt. In den „verpreisten Leistungen" [Budi 09] ist zwar die Erfassung von Kosten verankert, bezieht sich aber auf die DIN 276 und betrachtet damit nur die Erstellungs- nicht aber weitere Lebenszykluskosten. Das Thema Ressourcen ist in allgemeiner Form über die Untersuchung von energiewirtschaftlichen und ökologischen Zusammenhängen abgebildet. Lediglich die Anhebung der Vergütung von Arbeitsleistungen im Bereich Umbau und zur mehrfachen Vor- oder Entwurfsplanung (Varianten) kann im Sinne des Forschungsvorhabens als zeitgemäße Aufwertung von zunehmend relevanten Tätigkeitsfeldern betrachtet werden. Eine Aufwertung der Leistungen zur Zieldefinition und Bedarfsplanung, wie sie auch von Fechner gefordert wird, ist nicht verankert. [Budi 09]/[Fech, Bobe 09]

9 Die Novellierung der HOAI 2009 wurde aufgrund der damit verbundenen Honorierungsdebatte über Jahre zum vielfach diskutierten Politikum.

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BMVBS/BBSR - Zukunft Bau.

D4 Anforderungen

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BMVBS/BBSR - Zukunft Bau.

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BMVBS/BBSR - Zukunft Bau.

D4 Anforderungen an den Planungs- und Erstellungsprozess

Als Basis für die Entwicklung der Planungssystematik wurden im Rahmen des Forschungsvorhabens die Anforderungen an zukunftsorientierte Planungs- und Erstellungsprozesse untersucht. Ziel der Entwicklung der Planungssystematik ist es, Optimierungsansätze zur Erfüllung dieser Anforderungen zu erfassen und praxisnahe Umsetzungsstrategien zu entwickeln.
Die Analyse der Anforderungen bezieht sich auf die folgenden Grundlagen:

- Stand der Forschung nach Literaturquellen sowie
- Umfragen unter prozessbeteiligten Personen aus der Praxis (vgl. Abs. D7)
- Arbeitsergebnisse der Workshops innerhalb des Forschungsteams (TU Braunschweig/Industriepartner) und mit externen Experten (vgl. Abs. D7) und Ableitungen aus den in Teil B beschriebenen Zukunftsszenarien für den Industriebau.

D4.1 Stand der Forschung

Ausgangssituation für sich verändernde Anforderungen an den Planungs- und Erstellungsprozess von Industriegebäuden ist der grundsätzliche Strukturwandel des produzierenden Gewerbes und auch des Baugewerbes in Deutschland:
Schenk [Sche 04] betont „tief greifende Wandlungsprozesse", denen Industrie und Dienstleister unterworfen sind. Ausgelöst durch die „zunehmende Globalisierung der Wirtschaft, verkürzte Innovations- und Technologielebenszyklen, die schnelle Verbreitung neuer Technologien sowie die Individualisierung der Kundenwünsche (…), verändern sich die Wertschöpfungsprozesse mit ihren Produktions-, Kooperations- und Fabrikstrukturen." Die Transparenz der Abläufe und die erfolgreiche Einbindung und Qualifizierung der Mitarbeiter gewinnen an Bedeutung. Die hohe Dynamik geht einher mit einer steigenden Diskontinuität der Veränderungsprozesse sowie einer starken Vernetzung relevanter Einflussfaktoren: Zuverlässige Vorhersagen, etwa in Bezug auf Technologiesprünge und Marktschwankungen und den daraus folgenden Preiswettbewerb bzw. notwendige Rationalisierungsmaßnahmen, lassen sich häufig kaum treffen, was eine zielgerichtete und langfristig anforderungsgerechte Gestaltung von Industriegebäuden erschwert. Die Risiken von Mangel- oder Fehlinvestitionen nehmen zu. Gleichzeitig besteht ein erhöhter Bedarf an flexiblen Analyse-, Prognose- und Organisationsmethoden, die die Reaktionsfähigkeit des Systems Fabrik in Bau, Betrieb und Veränderungsprozessen steigern [Berg 05].

Parallel diagnostiziert Fechner [Fech, Bobe 09] eine Umbruchphase in der Bauwirtschaft: Ausgelöst durch eine Schrumpfung aller bauwirtschaftlichen Sektoren, industrialisierte Bauverfahren und einen verstärkten europäischen Wettbewerb werden neue Zukunftsstrategien, Handlungsorientierung und Marketinginstrumente notwendig. Durch steigende Ansprüche an die zu erstellenden Gebäude (Umweltaspekte, Multifunktionalität, Anpassungsfähigkeit an veränderte Bedingungen etc.) wächst auch die Komplexität der Bauaufgaben. Insbesondere bei der Planung und Erstellung von Industriegebäuden resultiert aus der benötigten „ganzheitliche[n] Betrachtung des betrieblichen Leistungserstellungsprozesses" [Wild 99] und der geforderten Fähigkeit zur Wandlungs- und Vernetzungsfähigkeit [Sche 04] ein zunehmender Bedarf an interdisziplinärem Fachwissen verbunden mit einer steigenden Anzahl an beteiligten Spezialisten und wachsenden Projektrisiken. Eine erhöhte Koordinie-

rungskompetenz ist notwendig, um die Einbindung der Planungsbeteiligten, die Entwicklung von „entscheidungsorientierten Informationsströmen und effektiven Konfliktlösungsstrategien“ [Fech, Bobe 09] und eine projektbegleitende Qualitätssicherung zu gewährleisten. Kooperative Verfahren werden hier als Chance zur Prozessverbesserung gesehen und insbesondere moderierende und kommunikative Fähigkeiten der Prozessbeteiligten gefordert.

Strohschneider [Stro 02] verweist zudem auf die „psychischen Prozesse“, die mit dem Prozess der Planung verbunden sind: Nicht nur das „Denken“, sondern „Gefühle und Motive spielen eine große Rolle. Und Planen ist (…) eine Angelegenheit, die sich in oftmals chaotischen Gruppenprozessen abspielt.“ Von Bedeutung sind auch der „soziale und kulturelle Kontext eines Planungsvorhabens und der daran Beteiligten“. „Eine vernüftige Psychologie des Planens muss der `Verschmutzung´ des Gegenstandes gerecht werden und sie muss die große Vielfalt von Wechselwirkungen mitbetrachten, die sich `intraindividuell´ aus dem Zusammenspiel vielfältiger psychischer Prozesse und `interindividuell´ aus den Gruppenprozessen ergeben. Wenn man diese Interaktion wegoperiert, denaturiert man den Prozess.“ Schenk [Sche 04] fordert von Seiten der Fabrikplanung für die Planungs-, Erstellungs- und Betriebsphasen u. a. eine „hohe Planungs–sicherheit und -geschwindigkeit, gesicherte Erkenntnisse bereits bei der Planung zum Betrieb einer Fabrik vor dem Produktanlauf, Verständniswandel von der einmaligen, projektbezogenen zur permanenten Planung einzelner Phasen des Fabriklebenszyklus (…) [und die] Integration neuer partizipativer Planungs- und Steuerungsmethoden“.
Eine zunehmende Bedeutung erhält aufgrund der Komplexität der Projekte auch das Datenmanagement. So ist ein reibungsloser Planungsprozess abhängig von einem transparenten, schnellen, „vollständig[en], widerspruchsfrei[en] und beweiskräftig[en]“ Datenaustausch [Grei, Nünn 07].

Da Bauherren in der Regel als Baulaien nicht über genügend Baufachkenntnis verfügen, um umfassende Steuerungsaufgaben eigenständig zu erfüllen, stellt Fechner [Fech, Bobe 09] eine zunehmende Delegation von Bauherrenaufgaben an Planer fest. Die fachlich fundierte und unabhängige Bauherrenberatung bildet zukünftig ein wichtiges Aufgabenfeld von Planern, insbesondere in der Fragestellung, welche Möglichkeiten der Wertschöpfung im Planungs- und Erstellungsprozess aber auch während der Betriebsphasen für den Bauherren erzielt werden können und sollen. Dabei liegt die Verantwortung für die Festlegung von Qualitätszielen weiterhin in der Hand des Bauherrn. Verwiesen wird in diesem Kontext explizit auch auf die Bedeutung „sozioökologischer“ und „baukultureller“ Belange.

D4.2 Umfrage- und Arbeitsergebnisse Forschungsteam/Experten

Die im Verlauf des Forschungsvorhabens durchgeführten Umfragen, regelmäßigen Workshops mit Experten und Forschungspartnern sowie die Ableitung von Anforderungen an die Planung aus der Szenarioanalyse (vgl. Teil B) spiegeln Praxiserfahrungen prozessbeteiligter Personen wider[10]. Sie ergänzen die o. g. Anforderungen in Bezug auf Industriebauten.

10 Zu Entstehung und Informationsqualität der im Folgenden dargestellten Umfrage- und Arbeitsergebnisse wird auf Absatz D7 verwiesen.

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BMVBS/BBSR - Zukunft Bau.

Die Kernaufgaben in Bezug auf den Planungsgegenstand Industriegebäude definieren sich anhand der Fragestellung, „in welcher Menge, wann und an welchem Ort Flächen welcher Qualität“[11] bereitzustellen sind und wie sie wettbewerbsfähig erstellt werden können. Grundlage der Planung muss eine differenzierte Zieldefinition durch den Bauherrn sein: Spezifische Kundenwünsche, Qualitätsansprüche und Anforderungen aber auch langfristige Entwicklungsperspektiven und Nutzungsszenarien müssen in eine präzise Aufgabenstellung überführt werden, um Fehlentscheidungen und Fehlinvestitionen vorzubeugen.

In folge der gesteigerten öffentlichen Wahrnehmung und dem Aufbau von Fördermaßnahmen und Zertifizierungssystemen bildet der Faktor Ressourcen bei der Entwicklung von Unternehmensstrategien zunehmend einen wesentlichen Schwerpunkt. Der Ressourcenschutz im Bau, Betrieb und im Bezug auf das Recycling von Gebäuden wird zunehmend als wirtschafts- und imagerelevant empfunden. Die Nachfrage nach kompetenten Dienstleistungsangeboten in diesem Bereich steigt, zahlreiche Methoden und Werkzeuge befinden sich in der Entwicklung. Die Berücksichtigung des Ressourcenschutzes muss der Erfahrung aus der Praxis zufolge von der Frühphase der Planung an erfolgen, um eine zielführende Bearbeitung zu gewährleisten.
Die Beurteilung des Gebäudes als Betriebsressource führt zur Veränderungen bei der Definition der Planungsaufgabe: Anstelle der einseitigen Fokussierung auf die Erfüllung kurzfristiger Anforderungen zu reduzierten Erstellungskosten tritt die Bewertung langfristiger Betriebsfaktoren, die neben energetischen und baukonstruktiven Fragestellungen auch sich wandelnde oder alternative Nutzungsszenarien mit in die Planung einbeziehen. Für die Planung ergeben sich hieraus erweiterte Ansprüche an die Arbeit mit qualifiziert bewerteten Varianten und alternativen Lösungen. Zukünftige Entwicklungen und Veränderungen sind als Möglichkeitsraum des Gebäudes zu beschreiben und mit Kosten und Risiken zu belegen, um eine gesicherte Entscheidungsgrundlage zu bieten. Hierzu bedarf es kompetenter Planer und Ausführer, die die aktuellen technischen Möglichkeiten und Lösungsansätze im Bezug auf alle im spezifischen Projektkontext relevanten Betrachtungsebenen (vgl. Abs. D2.1, Abb. D6) zielführend umsetzen können.

Auch die Gestaltungsansprüche an Industriegebäude steigen: Bauliche Anlagen werden zunehmend als nach innen und außen sozial und wirtschaftlich wirksame Betriebskomponenten wahrgenommen. Der Wettbewerb um qualifizierte Mitarbeiter in einer differenzierten und dynamischen Industrie führt zu einer Neubewertung des Faktors Mensch. Attraktive Arbeitsplätze und Life-Balance-Angebote, aber auch die Optimierung des Kommunikations- und Wissensmanagements und der Arbeitsabläufe sowie die Einbeziehung der Mitarbeiter in Veränderungsprozesse, steigern die Anforderungen an die Gestaltung des baulichen Umfeldes. In der Außendarstellung wird zunehmend Wert gelegt auf Imagefaktoren: Standort und Gebäude sollen das Unternehmens- und Markenimage widerspiegeln und unverwechselbar machen. Dies bezieht sich auf baukulturelle genauso wie auf ökologische Aspekte. Unternehmen erleben sich zunehmend als Akteure innerhalb eines sozialen und kulturellen Umfeldes. Grund-

11 Alle im folgenden Abschnitt genannten Wortzitate bilden Antworten im Rahmen einer Fragebogenaktion ab (vgl. Abs. D7).

lage der Entwicklung interner und externer Gestaltungsstrategien sind die Wertvorstellungen des Unternehmens. Sie bieten Identifikationspotentiale für Mitarbeiter und Kunden, aber auch eine Orientierung für die beteiligten Projektpartner im Falle einer Bauplanung.
Die steigenden Qualitätsansprüche stehen im Kontrast zu den parallel zunehmenden Anforderungen in Bezug auf Risikominimierung und Wettbewerbsfähigkeit. Die Erstellung des Gebäudes soll vor dem Hintergrund einer ganzheitlichen Effizienz der Lebenszykluskosten geschehen (verbunden mit der beschriebenen Entwicklung von alternativen Lösungen und der langfristigen Bewertung von Baukomponenten und Betriebsfaktoren). Der Druck auf die Erstellungskosten und minimierte Planungs- und Erstellungszeiten sind dabei in der Regel unvermindert wirksam. Dies erfordert effektive und effiziente Planungsprozesse, die Reibungsverluste minimieren. Standardisierung in Planung und Bauverfahren, neue Kommunikationstechnologien und auch partnerschaftliche Teamstrukturen bieten hier vielversprechende Ansätze.

Von hoher Bedeutung ist in diesem Kontext die Kompetenz des Bauherrn, der als Entscheidungsträger befähigt sein muss, die Zusammenhänge und Tragweite vor allem frühzeitiger Fehlentscheidungen zu beurteilen und die Handlungsfähigkeit des Planungsteams zu gewährleisten. Er muss sicherstellen, dass die fachliche Qualifikation, Kompetenz und das Profil der Prozessbeteiligten den steigenden Anforderungen im Prozess entspricht und dass ihr Einsatz im Projekt in Umfang und Zeitpunkt sinnvoll strukturiert ist. Dies betrifft insbesondere die Kernkompetenzen in Bau- und Fabrikplanung, für die eine frühzeitige Einbindung gefordert ist, bezieht aber zunehmend auch Finanzpartner (Investoren, Kreditgeber), Vertreter öffentlicher Belange (Gemeinden, Nachbarn) und interne Beteiligte (Nutzer, Mitarbeiter) mit ein. Häufig überfordert die Steuerung des Prozesses den in Baufragen laienhaften Bauherrn, so dass hieraus ein steigender Bedarf an Beratungsdienstleistungen entsteht, um einen zielführenden Prozess zu gewährleisten.
Die Handlungsfähigkeit des Teams wird insbesondere gestärkt durch die Definition klarer Beziehungen zwischen den Akteuren. Eindeutige Vertragsverhältnisse, Verantwortlichkeiten und Schnittstellendefinitionen bilden die Basis für einen reibungslosen Prozess. Dabei ist die Wahl eines geeigneten Vertragsmodells abhängig vom Planungsgegenstand. Kann z. B. in einem Fall die Vergabe an einen Generalunternehmer sinnvoll sein, um Schnittstellen und Risiken zu minimieren, so führt sie in anderen Fällen zu einer reduzierten Beeinflussbarkeit durch den Bauherrn, insbesondere, wenn der gewählte Partner nicht über die erforderliche Kompetenz verfügt, um der Komplexität des Planungsgegenstandes gerecht zu werden. Je nach Organisationsform und Konstellation zwischen den Prozessbeteiligten sind für den einzelnen Planungspartner adäquate Strategien erforderlich, die es erlauben, reduzierten Handlungsspielräumen und einschränkenden Rahmenbedingungen (finanzielle oder zeitliche Begrenzung des Auftrags, Protektionismus, widrige Entscheidungsstrukturen, mangelnde Kompetenzen im Team etc.) zu begegnen und handlungsfähig im Sinne der Projektziele und der eigenen Motive zu bleiben.
Besondere Bedeutung kommt bei der Planung und Erstellung von Industriegebäuden der Koordination und Sicherstellung eines integrativen Prozessablaufs zu. Dies betrifft nicht nur die Zusammenarbeit zwischen den verschiedenen Planungsdisziplinen, sondern auch die Annäherung der verschiedenen Planungs- und Erstellungsphasen. Um schnelle und robuste

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BMVBS/BBSR - Zukunft Bau.

Entscheidungen und einen transparenten Prozess zu gewährleisten und damit Reibungsverluste und Risiken zu minimieren, müssen alle erforderlichen Informationen zeitgerecht kommuniziert und als Entscheidungsgrundlage ausgewertet werden. Neben einem fundierten Generalverständnis der relevanten Faktoren bei der koordinierenden Person helfen hierbei nach Erfahrung der Forschungspartner standardisierte Planungsabläufe und Methoden, wie z. B. die Arbeit mit dreidimensionalen Gebäudemodellen, die Schnittstellenprobleme in komplexen Bauten – etwa zwischen Tragwerk und Installationen – sichtbar machen. Unverzichtbar ist auch die Einigung auf eine Teamkultur in Bezug auf die Kommunikation und den Umgang mit Konflikten.
Aufgrund der großen Abhängigkeit von externen Einflüssen ist im Industriebau stärker als in anderen Bereichen eine Reaktionsfähigkeit des Teams auf Veränderungen im Planungsprozess notwendig. Angewandte Methoden und gewählte Lösungsansätze sollen daher die im Kontext des Projektes gebotene Flexibilität und Anpassungsfähigkeit aufweisen. Grundsätzlich sind aufgrund der hohen Anforderungen im Industriebau vom Planer Impulse für spezifische neue Lösungen und die Infragestellung althergebrachter Typologien gefordert.

Abb. D12 zeigt die Einschätzung von zehn Experten aus der Praxis (Umfrage vgl. Abs. D7) über die Relevanz einzelner Aspekte der Faktoren Wandlungsfähigkeit, Ressourcen, Soziokultur, Kosten und Zeit. Deutlich wird die Dominanz der Kosten- und Zeiteffizienz gefolgt vom Personal-, Material- und Energieeinsatz und der Erweiterbarkeit und Flexibilität des Gebäudes.

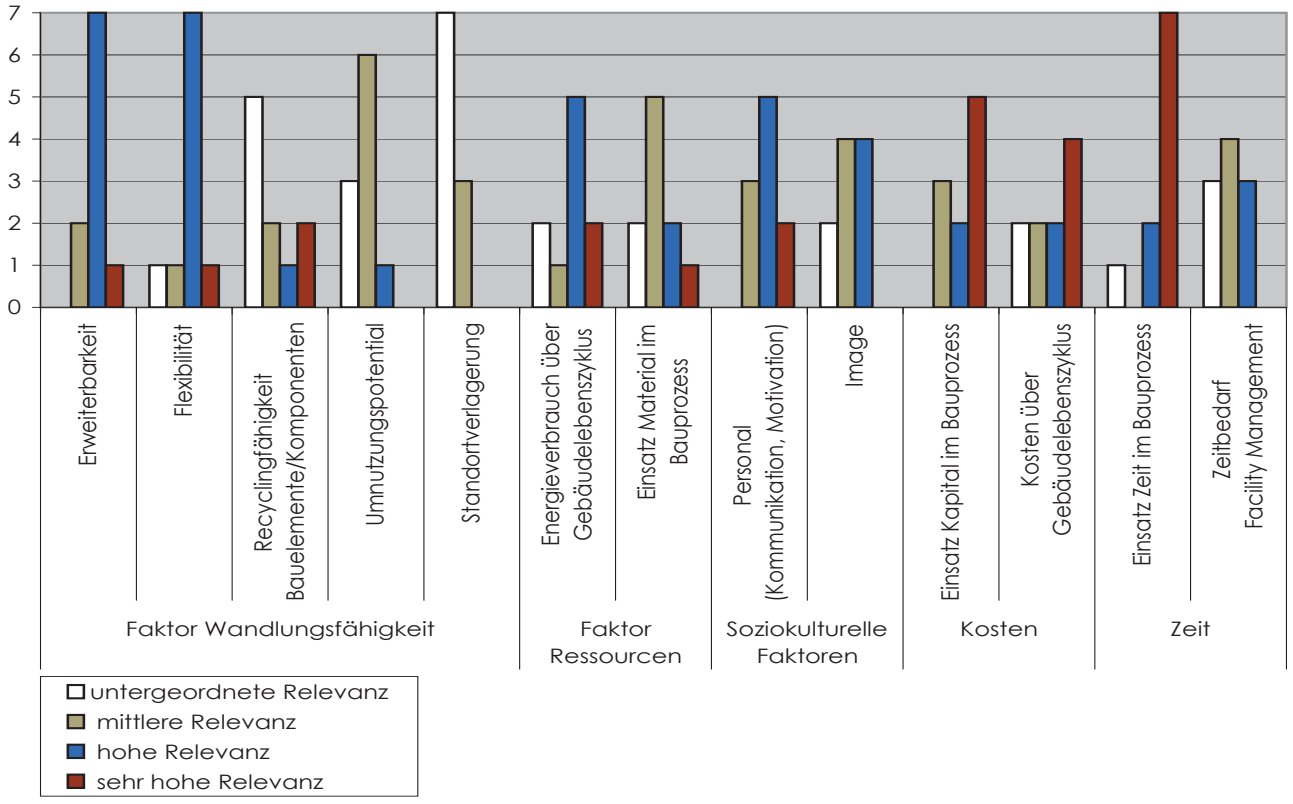


Abb. D12 Relevanz von Einflussfaktoren im Industriebau (© IIKE)

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BMVBS/BBSR - Zukunft Bau.

D5 Phasenmodell

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BMVBS/BBSR - Zukunft Bau.

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BMVBS/BBSR - Zukunft Bau.

D5 Phasenmodell der Planungssystematik

Auf der Basis der in Teil C beschriebenen Lebenszyklen des Industriegebäudes und in Abgrenzung zu den bekannten Leistungsphasen der Disziplinen (vgl. Abs. D3.3) wird im Folgenden das im Rahmen des Forschungsvorhabens definierte Phasenmodell erläutert, das der Planungssystematik zugrunde liegt.
Das entwickelte Phasenmodell dient

- der Unterscheidung der möglichen Lebenszyklusphasen des Industriegebäudes, die bei der Anwendung der Systematik als Zielgrößen Bedeutung haben,
- der Abgrenzung des Betrachtungsradius der Systematik, also der Phase, die durch die Systematik unterstützt werden soll und
- der Definition einer Ablaufstruktur innerhalb der betrachteten Phase im Sinne der Inhalte der Systematik.

D5.1 Bedeutung der Planungs- und Erstellungsprozesse im Lebenszyklus von Industriegebäuden

Wie bereits in Teil C ausführlich dargelegt und auch anhand der Defizitanalyse (Abs. D3) und Anforderungen (Abs. D4) ausgewiesen, bildet die Lebenszyklusbetrachtung des Planungsgegenstandes Industriegebäude eine maßgebende Ausgangsposition der gesamten Forschungsarbeit und damit auch der Planungssystematik. Das Industriegebäude kann im Laufe des Lebenszyklus und in Abhängigkeit von z. B. Marktanforderungen, Produktwechseln oder Technologiesprüngen erheblichen Veränderungen unterworfen sein. Hierbei ist festzustellen, dass die bauliche Hülle in der Regel deutlich länger Bestand hat, als die im Inneren stattfindenden Betriebsabläufe (vgl. Abs. D2.1, Abb. D2).

Die erste Phase der Planung und Erstellung eines Neubaus von der Projektidee bis zur Inbetriebnahme stellt daher eine entscheidende Phase im Gesamtlebenszyklus von Industriegebäuden dar: Hier werden die Eigenschaften definiert und die Möglichkeiten der Nutzung dauerhaft festgeschrieben. Ergeben sich aus veränderten Betriebsabläufen oder Nutzungen neue Anforderungen an das Gebäude, so können diese einen erheblichen baulichen Aufwand mit den entsprechenden Investitionen an Kosten und Zeit zur Folge haben. Im Umkehrschluss wirken sich mangelnde Anpassungen am Gebäude häufig dauerhaft mindernd auf die Qualität der Betriebsabläufe und damit die Produktivität des Unternehmens aus.
Der Planungs- und Erstellungsprozess wird seiner Bedeutung für den Gesamtlebenszyklus daher nur dann gerecht, wenn die zu erwartenden Lebenszyklen des Industriegebäudes und die sich daraus ergebenden möglichen Veränderungen im Anforderungsprofil von Beginn an in Betracht gezogen werden. Konkret bedeutet dies, dass in der Neubauphase bereits zu prüfen ist, welche Anforderungen sich in verschiedenen Lebenszyklen des Industriegebäudes ergeben (können) und wie sie sich verändern werden. Ziel des Planungs- und Erstellungsprozesses muss es sein, die Eigenschaften des Industriegebäudes so zu definieren, dass sie in sinnvollem Umfang den zu erwartenden Veränderungen Rechnung tragen, um über die Lebenszeit betrachtet Bedarf und Aufwand in ein ausgewogenes Verhältnis zu bringen (Abb. D13). Dies kann im Einzelfall sehr unterschiedliche Konsequenzen haben, in Abhängigkeit davon, wie dauerhaft oder stabil die Anforderungen sind und wie präzise Veränderungen sich prognostizieren lassen.

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BMVBS/BBSR - Zukunft Bau.

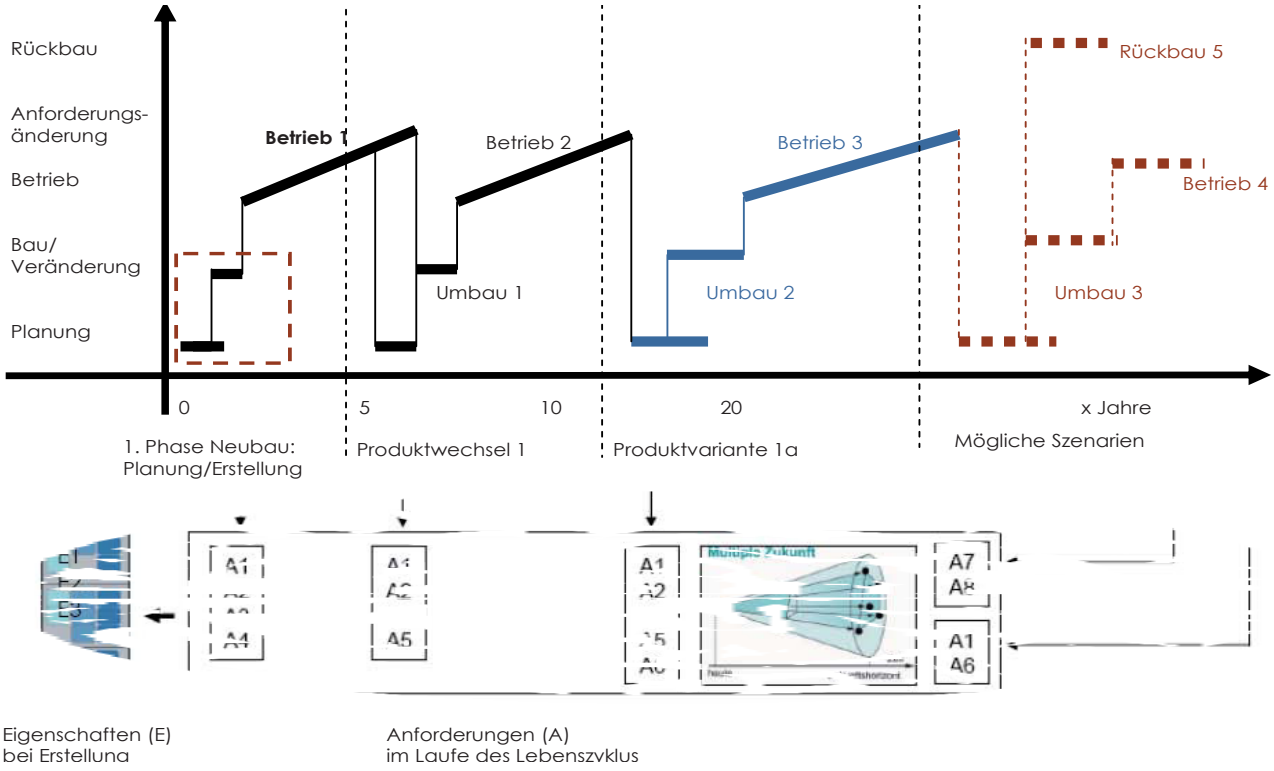


Abb. D13: Veränderte Anforderungen an das Industriegebäude im Laufe des Lebenszyklus (© IIKE/IFU/IBK)

D5.2 Definition des Phasenmodells

Als Basis für die Planungssystematik dienen zur Beschreibung des Lebenszyklus eines Industriegebäudes die folgenden fünf Phasen (Abb. D14):

- *Phase 1: Neubau* bezeichnet die Phase der Planung und Erstellung eines Industriegebäudes, in der wie beschrieben die Eigenschaften planerisch definiert und baulich umgesetzt werden.
- *Phase 2: Betrieb* bezeichnet die Phase der Nutzung unter den während der Planung und Erstellung vorgesehenen Anforderungen und Rahmenbedingungen.
- *Phase 3: Umbau* bezeichnet die Phase eines deutlichen Eingriffs (Veränderung, Erweiterung etc.) in die Betriebsabläufe und/oder an den baulichen Eigenschaften des Industriegebäudes.
- *Phase 4: Betrieb nach Nutzungsänderung* bezeichnet die Phase der Nutzung unter Anforderungen und Rahmenbedingungen, die sich grundsätzlich vom ursprünglich geplanten Betrieb unterscheiden[12].
- *Phase 5: Rückbau* bezeichnet die Phase des Abbaus eines Industriegebäudes und der Entsorgung oder ggf. des Recyclings ihrer Bestandteile nach nicht mehr erfolgender Nutzung. Auch schon während Phase 3 kann der Rückbau in Teilen eine Rolle spielen.

12 Als Beispiel kann die Umnutzung einer Produktionsstätte in eine Veranstaltungshalle gelten. In Abhängigkeit von Strukturwandel (Produktions- zur Wissensgesellschaft), Technologiesprüngen und der Verlagerung von Produktionen ins Ausland muss deutlichen Nutzungsänderungen in Industriegebäuden in Deutschland zunehmend Bedeutung eingeräumt werden.

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BMVBS/BBSR - Zukunft Bau.

Die Phasen lassen sich aufteilen in

- *Projektphasen*[13] 1, 3 und 5, in denen das Industriegebäude Gegenstand eines Bauprojektes mit dem Ziel der Erstellung/Veränderung ist,
- *Objektphasen*[14] 2 und 4, in denen das Industriegebäude Gegenstand einer funktionalen Nutzung mit dem Ziel einer wertschöpfenden Leistungserstellung (Produktion) oder Umnutzung zu alternativen Zwecken ist.

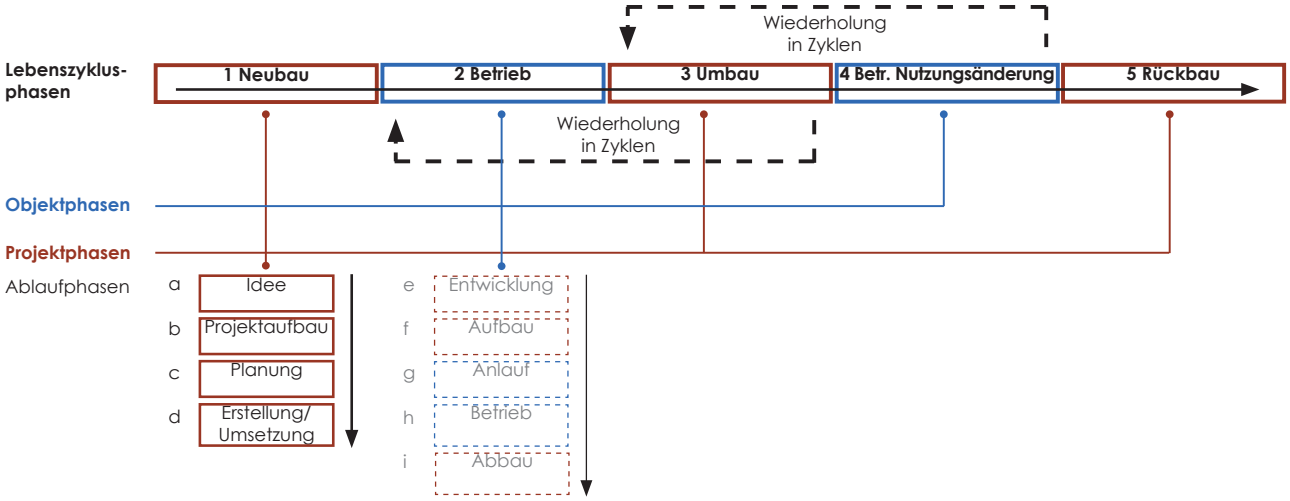


Abb. D14 Phasenmodell der Planungssystematik (© IIKE)

Der Definition des Phasenmodells liegen die folgenden Referenzen zugrunde:

- *Bau:* König u. a. definieren die baulichen Lebenszyklusphasen mit „Neubau/Nutzung/Erneuerung/Rückbau“ [Köni u.a. 09].
- *Fabrikplanung:* Schenk u. a. definieren die Lebenszyklusphasen einer Fabrik mit „Entwicklung/Aufbau/Anlauf/Betrieb/Abbau“ [Sche 04].

Die im Rahmen des vorliegenden Forschungsvorhabens gewählte Definition folgt der Notwendigkeit, für Industriegebäude den Fall deutlicher Veränderungen in Bau und Betrieb zu betonen und definiert daher die Phasen Umbau (statt „Erneuerung“) und Betrieb nach Nutzungsänderung (zusätzlich). Die Phasen „Entwicklung/Aufbau/Abbau“ nach Schenk sind aus Sicht des Forschungsvorhabens im eigentlichen Sinne Ablaufphasen innerhalb der Projektphasen (s. u.), da sie eine Veränderung des Industriegebäudes zum Ziel haben und gehen daher in diesen auf.

13 „Das Projekt ist ein zeitlich abgestecktes und komplexes Vorhaben (…). Zu den Merkmalen gehören u.a.: Zielvorgaben (…), zeitliche Ausprägung, personelle Ausprägung, spezifische Organisation, Komplexität, Risiko. Die Projektphase endet mit der Fertigstellung des Projektgegenstandes. (…) Das Bauprojekt als komplexe und höchst arbeitsteilige Aufgabe umfasst eine Vielzahl von Planungs-, Beratungs- und Bauleistungen, die zu den unterschiedlichsten Phasen in einem Bauprojekt ablaufen.“ [Girm, Motz 07]

14 „Das Objekt ist im allgemeinen Sprachgebrauch ein Gegenstand, dem eine Handlung widerfährt. Im Bauwesen ist es ein fertig gestelltes Projekt, welches sich durch seine Ortsgebundenheit und den Unikatcharakter von anderen Objekten unterscheidet.“ [Girm, Motz 07]

Im Laufe eines Lebenszyklus treten wie beschrieben in der Regel und in Abhängigkeit von der Art der Nutzung mehrere Betriebsphasen und/oder Nutzungsänderungen auf, denen jeweils eine Umbauphase vorausgehen kann. Aus Anzahl, Dauer, Art und Verschiedenheit der Nutzungszyklen ergeben sich jeweils spezifische Anforderungen an die Eigenschaften des Industriegebäudes.
Abweichend von den in Abs. D3.3 beschriebenen Leistungsphasen der Disziplinen wurde im Sinne der Planungssystematik für die Projektphasen ein Phasenablauf definiert. So laufen die Projektphasen den Erfahrungen der Forschungspartner zufolge in einem wiederkehrenden Prozessablauf und nach vergleichbaren Phasenstrukturen ab, die wie folgt definiert und qualitativ unterschieden werden:

- *Projektphase a: Idee* bezeichnet den ersten Schritt der Erfassung eines grundsätzlichen Bau- oder Veränderungsbedarfes, der in der Regel durch den Bauherrn geschieht.
- *Projektphase b: Projektaufbau* bezeichnet die Konstituierung von Projektteam und Projektstrukturen für die Durchführung des Projektes.
- *Projektphase c: Planung* bezeichnet die Entwicklung und Ausarbeitung der planerischen Grundlagen für die bauliche Umsetzung.
- *Projektphase d: Erstellung/Umsetzung* bezeichnet die Ausführung der Planungsgrundlagen in der baulichen Umsetzung.

Jede der Projektphasen verfolgt unterschiedliche Ziele und bedarf daher in Teilen auch anderer Akteure, Methoden und Hilfsmittel.

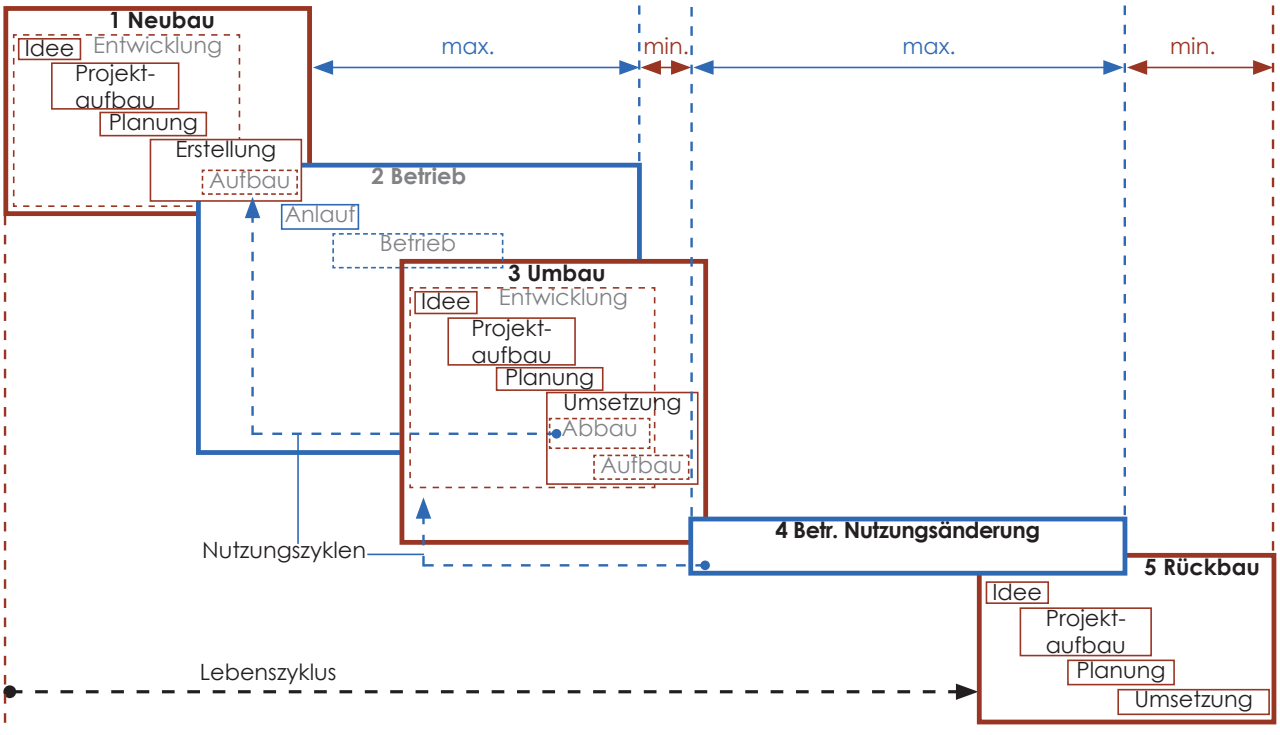


Abb. D15 Überlagerung der Phasen (© IIKE)

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BMVBS/BBSR - Zukunft Bau.

Die Projekt- und Objektphasen und insbesondere auch die Ablaufphasen innerhalb von Projekten verlaufen in der Regel nicht sukzessive aufeinanderfolgend, sondern überlappend und ineinandergreifend (Abb. D15). Die Effektivität und Effizienz der Phasen und damit das Verhältnis zwischen Aufwand und Ergebnis, das ein Industriegebäude in seinen Lebenszyklen erzielt, hängt wesentlich von der Kontrolle und gezielten Minimierung der Reibungsverluste zwischen den Phasen ab.[15] Die Optimierung von Dauer und Prozessqualität der Objektphasen bestimmt wesentlich die Wirtschaftlichkeit des Industriegebäudes und ist daher Ziel der Projektphasen.

D5.3 Betrachtungsradius der Planungssystematik

Die Planungssystematik ist darauf ausgerichtet, die erste Projektphase des Neubaus zu unterstützen. Die Relevanz von Umbauprojekten im Gesamtbauvolumen[16] und die Sensibilisierung für das Thema Rückbau[17] sind jedoch in Deutschland stark steigend. Umbau und Rückbau werden daher als Lebenszyklusphasen in ihrer Bedeutung für die Projektphase des Neubaus erfasst. Die eigentlichen Projektphasen von Umbau und Rückbau erfolgen jedoch unter erweiterten und spezifischen inhaltlichen Anforderungen und Zielsetzungen, die in der Planungssystematik nicht explizit adressiert werden. Aufgrund der grundsätzlich vergleichbaren Phasenstrukturen (Idee, Projektaufbau, Planung, Umsetzung) ist die Möglichkeit des Einsatzes der Planungssystematik auch in diesen Projektphasen gegeben. In Teilen wird in der Systematik hierauf verwiesen. Es wird aber für den Umbau- und Rückbau-Fall kein Anspruch auf Vollständigkeit, Detailliertheit und konkrete inhaltliche Bezugnahme gestellt. Eine Weiterentwicklung der Planungssystematik für diese Projektphasen erscheint aufgrund der benannten steigenden Relevanz als sinnvoll, ist jedoch nicht Aufgabe des vorliegenden Forschungsvorhabens.
Die Objektphasen des Betriebs (auch nach Nutzungsänderung) werden in ihrer Bedeutung für die Planung und Erstellung erfasst. Schnittstellen werden ausgewiesen. Auch hier wird jedoch nur in Teilbereichen exemplarisch und ohne Anspruch auf Vollständigkeit auf Methoden und Werkzeuge der Betriebsoptimierung eingegangen oder verwiesen, sofern sie schon während der Projektphasen eine Rolle spielen.

---

15 So kann z. B. ein unvorhergesehener Produktwechsel unter großem Markt- bzw. Zeitdruck einen Umbau mit unverhältnismäßig hohen baulichen Investitionen bedeuten, der im Zweifelsfall einen Produktionsstopp mit Gewinneinbußen oder gar einen Verlust an Marktanteilen zur Folge hat.

16 Dem Bericht des Deutschen Instituts für Wirtschaftsförderung zufolge sank der Anteil der Neubaumaßnahmen bei Nichtwohngebäuden in Deutschland in den Jahren 2002 – 2007 von 48,4 % auf 38,5 %. Entsprechend stieg im gleichen Zeitraum der Anteil an Bestandsmaßnahmen von 51,6 % auf 61,6 %. Der Anteil von Bestandsmaßnahmen liegt also derzeit mit steigender Tendenz deutlich über dem von Neubaumaßnahmen. Das Gesamtbauvolumen für Neubauten im Bereich Produktion/Handel/Lager machte fast ein Fünftel des Gesamtbauvolumens bei Nichtwohngebäuden aus. Entgegen des Gesamttrends gab es in diesem Bereich nach einem Tiefpunkt 2005 (16,9%) in den Jahren 2006 (17,6%) und 2007 (18,2%) wieder einen leichten Zuwachs. Bestandsmaßnahmen im Bereich Produktion/Handel/Lager werden im Bericht nicht im Einzelnen ausgewiesen. Es kann vermutet werden, dass auch hier konjunkturbedingte Zuwächse zu verzeichnen waren. [Gorn u.a. 08]

17 Das Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen nennt in seinem Leitfaden Nachhaltiges Bauen „die Nutzung und Erneuerung bis zum Rückbau [von Gebäuden]“ und die „gefahrlose Rückführung von Stoffen in den natürlichen Stoffkreislauf“ als wichtige Strategien des nachhaltigen Bauens. [Bode 01]

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BMVBS/BBSR - Zukunft Bau.

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BMVBS/BBSR - Zukunft Bau.

D6 Planungssystematik

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BMVBS/BBR - Zukunft Bau.

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BMVBS/BBR - Zukunft Bau.

D6 Planungssystematik

Ziel des Forschungsvorhabens ist die Entwicklung eines industriebauspezifischen Leitfadens, der Hilfestellung leistet bei der Gestaltung effektiver und effizienter Planungs- und Erstellungsprozesse, die auch die Zukunftsfähigkeit des geplanten Industriegebäudes gewährleisten sollen (vgl. Abs. D2).
Es soll erreicht werden, dass der Anwender des Leitfadens

- ganzheitlich für prozess- und industriebauspezifische Grundlageninformationen sensibilisiert wird,
- Zugriff auf weiterführende Quellen und Hilfsmittel erhält und
- damit seine Eingriffs- und Steuerungsmöglichkeiten im Prozess erweitern kann.

Als grundlegende Anforderung im Sinne der Anwendungsorientierung wird im Rahmen des Forschungsvorhabens die Offenheit des Leitfadens und partielle, selektive Einsetzbarkeit im spezifischen Projektkontext betont (vgl. Abs. D2.3).

Als Lösungsansatz zur Erreichung der benannten Ziele dient der Aufbau einer Systematik zur strukturierten Abbildung prozessrelevanter Faktoren sowie industriebauspezifischer Themen und Hilfestellungen. Geordnete und durch interne Bezüge verknüpfte Informationen sollen Handlungsspielräume eröffnen und Abhängigkeiten erfassbar machen.

D6.1 Vorgehen

Als Basis für den Aufbau einer Systematik dient die Erfassung, Bewertung und Strukturierung von Grundlageninformationen sowie deren Ergänzung durch weiterführende Quellen und Hilfsmittel. Zur Entwicklung der Planungssystematik wurden daher die folgenden Bearbeitungsschritte durchgeführt (Abb. D16):

- Szenario-Entwicklung für zukünftige Industriegebäude (vgl. Teil B) und Ableitung von Anforderungen an Gebäude und Prozesse auf der Basis der entwickelten Szenarien,
- Analyse der Defizite und Anforderungen an Gebäude und Prozesse nach Quellen und Umfrage (vgl. Abs. D3 und D4).
- Zusammenführung der Analyse-Ergebnisse in Anforderungslisten an zukunftsfähige Industriegebäude und optimierte Planungs- und Erstellungsprozesse bzw. deren Korrelationen,
- Überführung der Listen in eine formal, inhaltlich und thematisch strukturierte Systematik nach Handlungsfeldern, Themenfeldern und Kernaufgaben (vgl. Abs. D6.2 ff),
- Verifizierung und Verdichtung der Systematik,
- Aufbau einer allgemeinen Sammlung von Methoden, Werkzeugen und Hilfsmitteln,
- Entwicklung von projektspezifischen Filterkriterien sowie Abgleich mit Erfahrungen zum Einsatz der Methoden, Werkzeuge und Hilfsmittel in der Praxis,
- Filterung der Sammlung zur Auswahl relevanter Methoden, Werkzeuge und Hilfsmittel im Projektkontext und
- Überführung der Systematik aus Handlungsfeldern, Themenfeldern und Kernaufgaben sowie zugeordneten Methoden, Werkzeugen und Hilfsmitteln in ein anwendungsorientiertes Format aus Matrix und erklärenden Textbausteinen.

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BMVBS/BBR - Zukunft Bau.

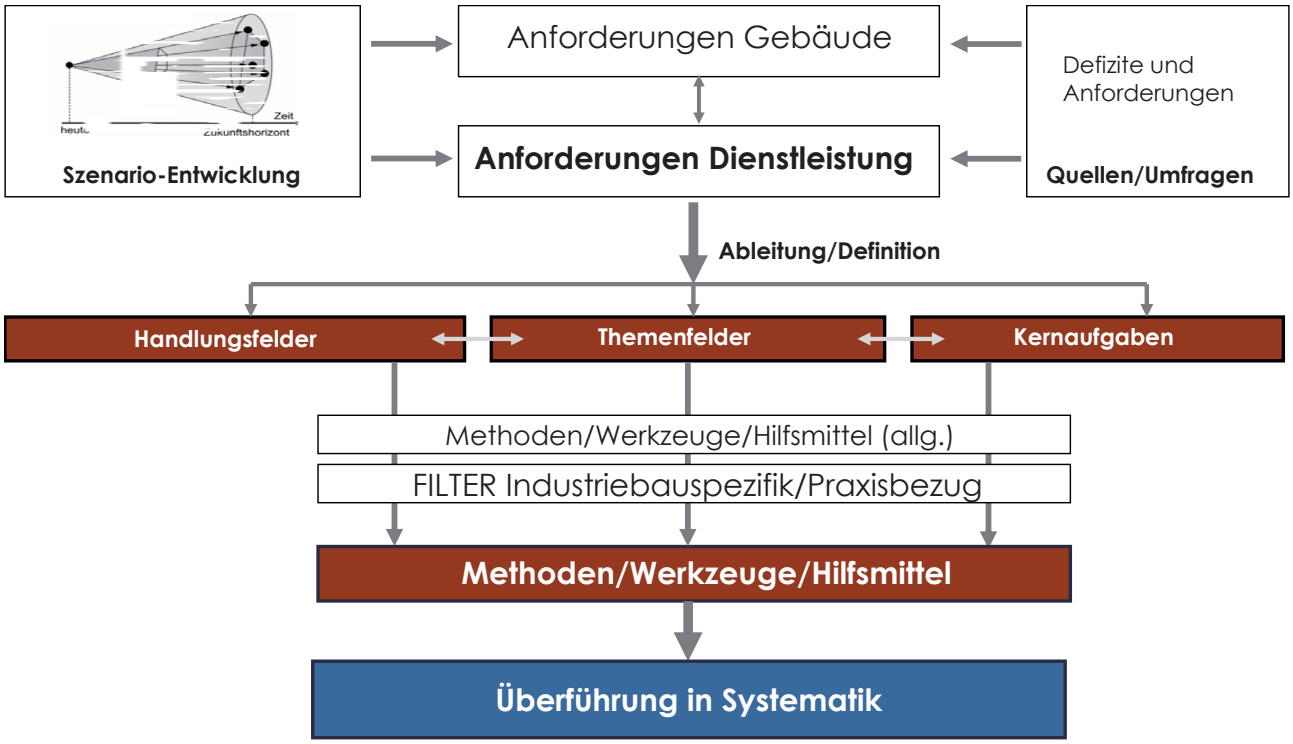


Abb. D16 : Vorgehen bei der Entwicklung der Planungssystematik (© IIKE)

D6.2 Struktur und Begriffe

Im Rahmen der Überführung der o. g. Anforderungen in eine Systematik wurden die folgenden formal und inhaltlich zu unterscheidenden Kategorien entwickelt und als Matrix abgebildet (vgl. Abb. D17):

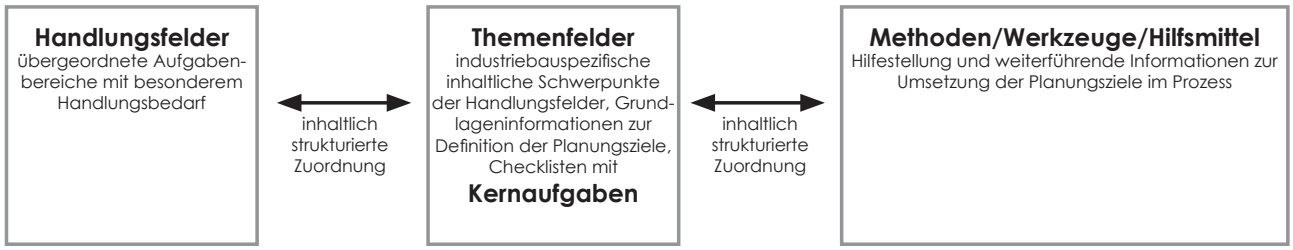


Abb. D17: Kategorien der Planungssystematik (© IIKE)

- Handlungsfelder (vgl. Abs. D6.3) beschreiben im Sinne des Forschungsvorhabens jene übergeordneten Aufgabenbereiche, in denen besonderer Handlungsbedarf besteht. Handeln wird verstanden im Wortsinn von *bewusstem Agieren* und *aktivem Vorgehen und Gestalten*.

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BMVBS/BBR - Zukunft Bau.

- Themenfelder (vgl. Abs. D6.4/D6.5) beschreiben industriebauspezifische inhaltliche Schwerpunkte der Handlungsfelder, denen aus Sicht des Forschungsvorhabens besondere Bedeutung beigemessen wird. Die Themenfelder bieten Grundlageninformationen zur Definition der Planungsziele und stellen Zusammenhänge und Abhängigkeiten dar. Sie ermöglichen eine Hinterfragung der Planungsschwerpunkte im Projektkontext. Die Informationen werden nach definierten Merkmalen gegliedert in Textform dargestellt.

Im Prozess wird im Sinne des Forschungsprojektes eine integrierte und nicht isolierte Betrachtung der Handlungs- und Themenfelder angestrebt.
Bei der Definition der Handlungs- und Themenfelder steht im Vordergrund daher das Ziel der Lesbarkeit und strukturierten Vermittlung relevanter Schwerpunkte und bestehender gegenseitiger Wechselwirkungen. Eine absolute Trennschärfe in der Abgrenzung der dargelegten Inhalte ist nicht möglich, da sie z. T. zusammenhängende Aspekte von unterschiedlichen Seiten beleuchten.

- Kernaufgaben beschreiben konkrete Aufgaben, die im Rahmen der Umsetzung inhaltlicher Ziele der Themenfelder bedient werden sollen. Sie definieren Schlüsselaspekte, die die einzelnen Themenfelder prägen (können) und dienen als Checkliste im Prozess.
- Methoden, Werkzeuge und Hilfsmittel (vgl. Abs. D6.6) bieten in Steckbrieffform systematisch und nach definierten Merkmalen gegliedert Hilfestellungen und weiterführende Informationen zur Umsetzung von Planungszielen und geben konkrete Hinweise zur zielführenden Gestaltung der Planungs- und Erstellungsprozesse. Sie sind durch die Abbildung in einer Matrix (Abb. D18) den einzelnen Themenfeldern inhaltlich zugeordnet, was die Identifikation der relevanten Informationen im Projektkontext ermöglicht.

Handlungsfelder	**Themenfelder** (mit Kernaufgaben)		**Methode/Werkzeug/Hilfsmittel**				
			1	2	3	…	n
WAS **Planungsgegenstand Industriegebäude:** Ganzheitliche Ziele entwickeln und deren Erreichung sichern	Qualität	Faktor Bedarf	X				
		Faktur Wandlungsfähigkeit		X			
		Faktor Ressourcen					
		Soziokulturelle Faktoren	X				
	Kosten				X		
	Zeit						
	Normen, Gesetze, Richtlinien						
WIE **Planungs- und Erstellungsprozess:** Team aufbauen, Arbeitsfähigkeit gewährleisten	Kompetenzen						X
	Konstellationen						X
	Kommunikation		X				
	Flexibilität						X

Abb. D18: Schema der Planungssystematik (© IIKE)

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BMVBS/BBR - Zukunft Bau.

D6.3 Handlungsfelder

Auf der Basis der Analyseergebnisse werden die folgenden Handlungsfelder als übergeordnete Aufgabenbereiche definiert, in denen im Sinne des Forschungsvorhabens besonderer Handlungsbedarf besteht:

- Handlungsfeld 1: Planungsgegenstand Industriegebäude
  Das Handlungsfeld 1 wird gekennzeichnet durch die Ausrichtung des Handelns auf den Planungsgegenstand Industriegebäude. Für diesen Planungsgegenstand gilt es Ziele zu entwickeln. Die Erreichung dieser Ziele ist im Planungs- und Erstellungsprozess sicherzustellen.

- Handlungsfeld 2: Planungs- und Erstellungsprozess
  Das Handlungsfeld 2 ist darauf ausgerichtet, den Planungs- und Erstellungsprozess effektiv und effizient zu gestalten. Hierzu sind der Aufbau eines geeigneten Teams und die Gewährleistung seiner dauerhaften Arbeitsfähigkeit sicherzustellen.

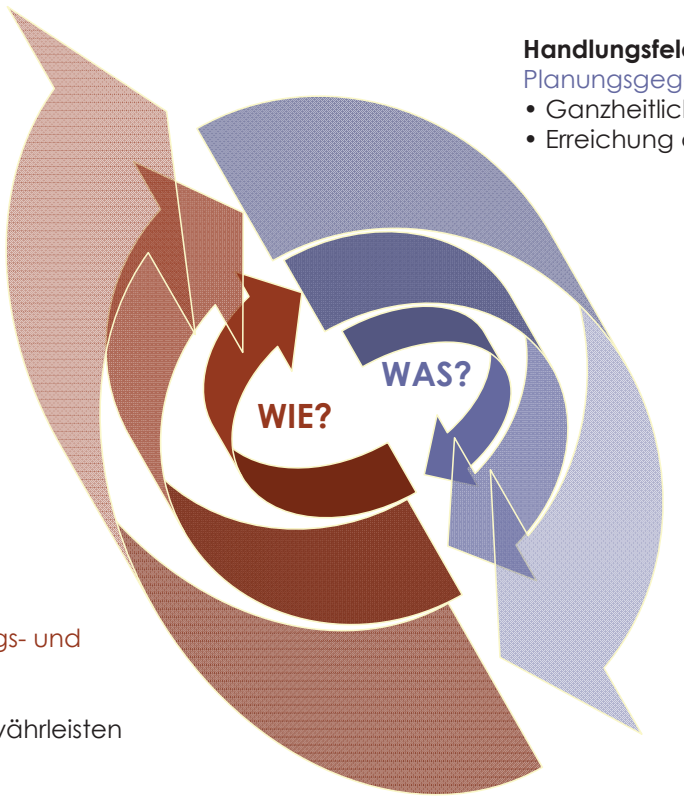


Abb. D19: Ineinandergreifende Entwicklung der Handlungsfelder (© IIKE)

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BMVBS/BBR - Zukunft Bau.

Die Handlungsfelder haben zueinander keine zeitliche oder hierarchische Abfolge, sondern besitzen eine spiralförmig ineinandergreifende Entwicklung (Abb. D19). So folgt in der Regel dem Initial der Zielentwicklung (etwa der Feststellung eines grundsätzlichen Bedarfes durch den Bauherrn) die Einbeziehung erster Fachleute, die wiederum eine weitere Klärung der Ziele und den Einbezug weiterer Partner zur Folge hat.
Die Fragestellung „Was wollen wir erreichen und wie können wir es erreichen?" führt dabei nicht zu einem im Vorfeld des Planungs- und Erstellungsprozesses statisch definierten Projektrahmen, der sukzessive abgearbeitet werden kann. Vielmehr entwickelt sich der Projektrahmen dynamisch mit den Zielen und einbezogenen Akteuren. Der Projekterfolg ist abhängig von einer ständigen Kontrolle und Anpassung des Rahmens im Sinne des Projektes[18]. Gleichzeitig sind die Möglichkeiten der Einflussnahme in den frühen Projektphasen am größten, so dass hier der Zieldefinition und Prozessgestaltung Schlüsselfunktion zukommt für den Verlauf und Erfolg des Projektes (vgl. Abs. D6.4.1.1). Die im Folgenden als Themenfelder und Methodensteckbriefe abgebildeten Informationen sollen in diesem Sinne ein bewusstes Agieren und aktives Vorgehen innerhalb der Handlungsfelder unterstützen.

D6.4 Themenfelder im Handlungsfeld Planungsgegenstand Industriegebäude

Das Handlungsfeld *Planungsgegenstand Industriegebäude* befasst sich mit der Zieldefinition und Zielerreichung im Bezug auf das zu erstellende Bauprojekt. Der Planungsgegenstand Industriegebäude kann inhaltlich beschrieben werden über die aus der Produktentwicklung [Kalu 02] bekannte Fragestellung: Zu welchen Kosten und in welcher Zeit soll ein Projekt/ Produkt welcher Qualität hergestellt werden?
Qualität, Kosten und Zeit stehen zueinander in einem direkten Abhängigkeitsverhältnis. Die gegenseitige Gewichtung der Parameter (Qualitätsansprüche, Budgetbeschränkung, Zeitvorgaben, Planungsdauer etc.) führt zu einem spezifischen Spannungsfeld und wirkt sich auf den gesamten Planungs-, Erstellungs- und Betriebsprozess des Projektes aus (Abb. D20). Daher ist eine Sensibilisierung für den Aspekt der Vernetzung von hoher Bedeutung, um zielführende Entscheidungen treffen zu können.
Die Qualitäts-, Kosten- und Zeitentwicklung innerhalb eines Projektes steht zudem in einem Abhängigkeitsverhältnis zu den bestehenden Normen, Gesetzen und Richtlinien, deren Auswirkungen auf den Planungsgegenstand im Rahmen der Systematik ebenfalls Rechnung getragen werden soll.
Auch die aus der Defizit- und Anforderungsanalyse (Abs. D3 und D4) abgeleiteten Aspekte lassen sich den Themenfeldern Qualität, Kosten und Zeit sowie Normen, Gesetze und Richtlinien zuordnen. Die folgenden Themenfeldbeschreibungen bilden diese industriebauspezifischen Aspekte ab.

18 Nach Strohschneider u. a. steht die Entwicklung eines „Verhaltensprogramms" (im Bezug auf Ziele und Vorgehen) zeitlich nicht unbedingt vor seiner Ausführung. Es entsteht vielmehr durch „gedankliches Vorwegnehmen von Maßnahmeneffekten" als eine Art von „Probehandeln", das die Konsequenzen des „richtigen Handelns" antizipiert. „Probehandeln" und „richtiges Handeln" bauen hierbei schrittweise aufeinander auf, so dass eine Reaktionsfähigkeit und Korrekturmöglichkeiten im Prozess erhalten bleiben [Stro 02].

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BMVBS/BBR - Zukunft Bau.

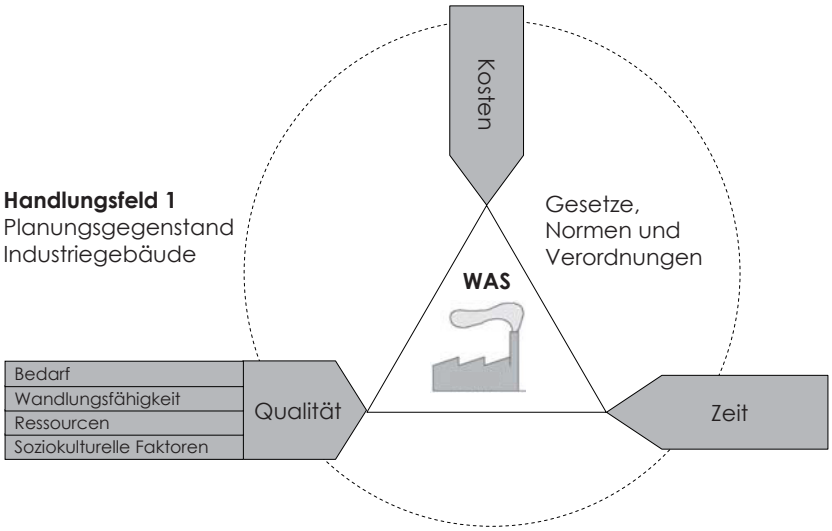


Abb. D20 : Kräftedreieck der Themenfelder im Handlungsfeld Planungsgegenstand Industriegebäude (© IIKE)

D6.4.1 Themenfeld Qualität

Der Begriff der Bauqualität hat sich in den vergangenen Jahrzehnten gewandelt und an Beachtung gewonnen. Der vormals vor allem bautechnisch geprägte Qualitätsbegriff wird zunehmend durch eine komplexe und vielschichtige Gegenüberstellung von langfristig zu bewertenden Einflussfaktoren ersetzt. Eine aktuelle Definition besagt: „Ein Bauwerk hat dann Qualität, wenn es nach einer anforderungsgerechten Erstellung während einer angemessen langen Nutzung die zweckorientierten Funktionen mit vertretbaren Betriebskosten zuverlässig erfüllt und nach Ablauf dieser Frist ein vorher ausgearbeitetes Entsorgungskonzept zu den kalkulierten Kosten greifen kann." ([Terh 00] nach [Fech, Bobe 09]). Deutlich wird die Schwierigkeit der objektiven Bewertung: Anforderungsgerechtigkeit, Angemessenheit und Vertretbarkeit von Qualitätsmerkmalen stehen immer in Beziehung zueinander und sind vom subjektiven Standpunkt des Betrachters abhängig. Gerade deshalb aber ist besonderen Wert zu legen auf die Entwicklung eines projektspezifischen Qualitätsprofils sowie der Sicherstellung von dessen Umsetzung im Planungs- und Erstellungsprozess. Vorgefasste Standards und Fertigprodukte werden nur im Einzelfall die o. g. Kriterien erfüllen können. Die einseitige Auslegung des Qualitätsbegriffes kann zu erheblichen Folgeproblemen führen, wie sie aus der Defizitanalyse hervorgehen (Abs. D3).
Die allgemeinen Qualitätskriterien im Bauwesen nach Fechner (Abb. D21) [Fech, Bobe 09] werden im Kontext des Forschungsvorhabens wie folgt interpretiert und bewertet:

- *Technische Qualität* beschreibt im Wesentlichen die Anforderungsgerechtigkeit im Bezug auf gegebene bautechnische Standards, wie sie aus den anerkannten Regeln der Technik, Normen, Gesetze und Richtlinien abzuleiten sind. Hierbei handelt es sich um in der Regel objektiv bewertbare Merkmale.
- *Nutzungsqualität* beschreibt die Funktionalität eines Gebäudes, die darüber zu bewerten ist, ob das Gebäude den Bedürfnissen des Nutzers dauerhaft entspricht. Dazu gehört auch eine Anpassungsfähigkeit im Falle von sich ändernden Anforderungen. Die Nutzungsqualität ist nur mittelbar und über z. T. subjektive Kriterien bewertbar.

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BMVBS/BBR - Zukunft Bau.

- *Gestaltungsqualität* beschreibt die ästhetische Wahrnehmung des Gebäudes. Wahrnehmungsprozesse sind vom subjektiven Empfinden des Betrachters abhängig und lassen sich daher nur begrenzt objektiv bewerten. Die Bedeutung der Gestaltungsqualität steigt jedoch mit der Relevanz von Image- und Mitarbeiterfaktoren, da sich in diesen Bereichen durchaus messbare Mehrwerte abbilden lassen und Schnittstellen zur Nutzungsqualität festzustellen sind.
- *Baukulturelle Qualität* verbindet „soziale und bautraditionelle Aspekte" mit Fragen der „Verfahrensqualität" im Bauprozess [Fech, Bobe 09]. Sie beschreibt die Einbindung des Bauprojektes in sein örtliches, soziales, historisches und ökologisches Umfeld sowie die Gestaltung eines verantwortungsbewussten und sozialverträglichen Planungs- und Erstellungsprozesses. In Teilen sind hier die Grenzen zur Gestaltungs-, Nutzungs- und Ökologischen Qualität fließend. Eine objektive Bewertungsmöglichkeit ist kaum gegeben. Gleichzeitig kann der Mehrwert baukultureller Belange etwa in Bezug auf die Wahrnehmung und Akzeptanz eines Unternehmens durch sein Umfeld erheblich sein (vgl. Abs. D6.4.1.4).
- *Ökologische Qualität* bewertet die Nutzung und den Einsatz von Ressourcen und die Belastung der Umwelt in Bau und Betrieb. Die ökologische Qualität von Gebäuden wird zunehmend objektiv bewertbar über verschiedene Bewertungsmethoden. Dennoch müssen auch hier z. T. Vereinfachungen, Annahmen und Prioritäten in Bezug auf die Einflussfaktoren getroffen werden.

Fechner nennt weiterhin die ökonomische Qualität, die aber im Sinne der o. g. Gliederung der Parameter Qualität/Kosten/Zeit (Abs. D6.4.1) im Rahmen des Forschungsvorhabens als separates Themenfeld behandelt und daher hier bei der Bestimmung des Qualitätsbegriffes ausgeschlossen wird.

	Hauptkriterium	*Nebenkriterien*
Nutzen	Technische Qualität	- Einhaltung Mindeststandards - Tragfähigkeit - Akustik - etc.
	Nutzungsqualität	- Funktionalität - Dauerhaftigkeit - Flexibilität - etc.
	Gestaltungsqualität	- architektonische Qualitäten - städtebauliche Qualitäten - Optik - Haptik - etc.
	Baukultur	- Verfahrensqualität - Nutzer- u. Bürgerbeteiligung - Prozessqualitäten - Wettbewerbs- u. Markttransparenz - Bautradition
Aufwand	Ökonomie	- Bau- und Baufolgekosten in gesamter Lebensdauer
	Ökologie	Quantifizierung der Umweltbelastung: - Ressourcen - Energie - Emission

Abb. D21: Kriterien der Bauqualität [Fech, Bobe 09]

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BMVBS/BBR - Zukunft Bau.

Die Entwicklung des Themenfeldes Qualität im Rahmen des Forschungsvorhabens zielt darauf ab, auf der Basis der Analyseergebnisse (Abs. 3) Einflussfaktoren zu beschreiben, die auf die Qualität von Industriegebäuden wirken. Die o. g. allgemeinen Qualitätskriterien aus dem Bauwesen finden in den erarbeiteten Faktoren Niederschlag, die da sind:

- *Faktor Bedarf(Abs. D6.4.1.1):* Die Untersuchung des Faktors Bedarf dient der Gewährleistung einer dauerhaften Nutzungsqualität des zu erstellenden Industriegebäudes. Hier werden die Grundlagen zur zielführenden Definition von Nutzungsanforderungen aus dem Betrieb erfasst. Technische Qualitätsmerkmale spielen in diesem Kontext insoweit eine Rolle, als sie Auswirkung auf die Nutzungsqualität des Gebäudes haben können.
- *Faktor Wandlungsfähigkeit (Abs. D6.4.1.2):* Wandlungsfähigkeit beschreibt einen Teilaspekt der Nutzungsqualität, der die im Industriebau mehr als in anderen Bautypologien geforderte Reaktionsfähigkeit auf sich verändernde Nutzungsanforderungen erfasst.
- *Faktor Ressourcen (Abs. D6.4.1.3):* Der Faktor Ressourcen strebt die Erarbeitung von Entscheidungsgrundlagen zur Erreichung einer ökologischen Bauqualität an.
- *Soziokulturelle Faktoren (Abs. D6.4.1.4):* Als soziokulturelle Faktoren werden all jene Aspekte betrachtet, die die „Integration in die Umgebung und Gestaltung (Außenwirkung) [des Gebäudes] und Innenraumbeziehung zum Menschen (Innenwirkung)“ betreffen (in Anlehnung an [Bund 01]). Dies betrifft im Wesentlichen die Nutzungs-, Gestalt- und baukulturelle Qualität, kann aber auch Aspekte der ökologischen Qualität mit einbeziehen, wenn sie als imagerelevant zu betrachten sind.

Teilaspekte der technischen Qualität werden im *Themenfeld Normen, Gesetz und Richtlinien* (Abs. D6.4.4) gespiegelt. Baukulturelle Fragestellungen finden im *Handlungsfeld 2 Planungs- und Erstellungsprozess* (Abs. D4 ff) Niederschlag, soweit sie das Verfahren betreffen.

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BMVBS/BBR - Zukunft Bau.

D6.4.1.1 Faktor Bedarf

Grundlagen

Der Begriff *Bedarf* beschreibt die betriebs- und bauspezifischen Notwendigkeiten und Anforderungen eines Unternehmens. Die *Bedarfsplanung* dient der gezielten Erfassung des Bedarfs und soll in eine konkrete Definition der Aufgabenstellung für das Projekt münden (*Bedarfsplan*). Sie erfolgt über die systematische Verarbeitung von Informationen (Beschaffung, Bewertung, Dokumentation, Distribution, Nutzung) und bildet so die Grundlage weiterer Planungsschritte.

Die Bedeutung der Bedarfsplanung wird veranschaulicht durch die Gegenüberstellung der Möglichkeiten der Einflussnahme auf Projektinhalte zur Dynamik der Planungs- und Erstellungskosten (Abb. D22). Mit dem Projektverlauf sinken die Eingriffsmöglichkeiten, während die Kosten ansteigen. Änderungen wirken sich immer stärker auf die Gesamtprojektkosten aus. Eine fundierte Bedarfsplanung in einer frühen Projektphase eröffnet somit den höchsten Entscheidungsspielraum mit den geringsten Folgekosten [Smit 06]. Sie stellt wichtige Weichen[19] für die Qualität des zukünftigen Industriegebäudes und verhindert spätere kostenintensive Anpassungen.

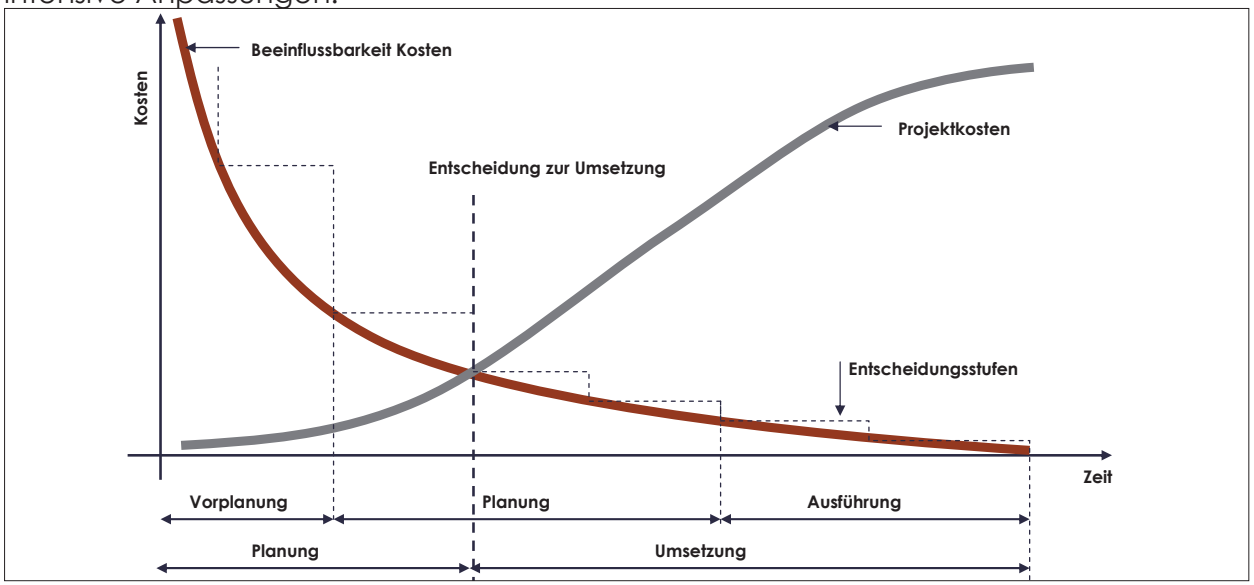


Abb. D22: Beeinflussbarkeit in frühen Planungsphasen [Smit 06]

Wird aufgrund fehlender Sensibilität für deren Bedeutung die Bedarfsplanung vernachlässigt, so können kosten- und zeitintensive Folgeprobleme im weiteren Prozess sowie Qualitätsmängel am Gebäude die Konsequenz sein. Dies gilt besonders im Industriebau, wo aufgrund der hohen Komplexität, dem Einsatz vieler Fachplaner unter Zeit- und Kostendruck und den wachsenden Qualitätsansprüchen die konsequente Analyse und konstante Beobachtung der Bedarfsentwicklung entlang aller Projekt- und Betriebsphasen notwendig ist.

19 Vgl. OENORM DIN 18 205: „[Da] in dieser Phase die Weichen für alle späteren Ereignisse einer späteren Bauplanung gestellt werden, liegt eine Qualitätsverbesserung [der Bedarfsplanung] im Interesse aller Beteiligten.“ [Deut 01]

In Deutschland ist die Bedarfsplanung nicht Gegenstand umfassender Forschungsarbeit.[20] Es gibt keine systematischen, ganzheitlichen und spezifischen Vorgehensweisen für den Bereich Industriebau. Auch hat sich – anders als z. B. in der Schweiz[21] - kein eigenständiges Berufsbild zu diesem Aufgabenfeld herausgebildet.
Aufgrund dieser fehlenden übergeordneten Strukturen arbeiten die einzelnen Disziplinen/ Planungsbeteiligten anhand eigener unabhängiger Vorgehensweisen. In der Praxis wird die Bedarfsplanung häufig mit der Grundlagenermittlung (HOAI)[22] oder der Zielfestlegung (VDI 5200 [VDI- 09])[23] der Fabrikplanung verwechselt, die aber beide weder ganzheitlich noch vollständig den Bedarf des Kunden erfassen. Nach DIN 18 205 im Bauwesen [Deut 01] soll die Bedarfsplanung als eigenständiger, losgelöster Arbeitsschritt den o. g. Planungsschritten vorgeschaltet werden. Die DIN 18 205 gibt über die Abbildung verschiedener Prüflisten[24] eine Grobübersicht wichtiger Aspekte im Bereich Bau, nimmt jedoch keinen Bezug auf industriebauspezifische und fabrikplanerische Fragestellungen.

In der Praxis scheitert eine qualifizierte Bedarfsplanung häufig an den folgenden Faktoren (vgl. Abs. D5):

- Im Bereich von kleinen und mittleren Unternehmen (KMU) ist die Sensibilität für die komplexen Zusammenhänge der Kosten- und Qualitätsbeeinflussung durch qualitätvolle Planung gering. Die Bedarfserfassung ist aufgrund dieser Geringschätzung und mangelnder Methodenkenntnis von Zufälligkeiten geprägt und erfolgt nicht als strukturierter Planungsschritt.
- Die Bedarfsplanung wird mit Phasen der Objektplanung (Grundlagenermittlung, Zielfestlegung) oder der Erarbeitung von Lösungsvarianten verwechselt.
- Bauherren/Unternehmen sind sich der hohen Bedeutung der eigenen Rolle innerhalb der Bedarfsplanung nicht bewusst und überlassen Entscheidungen anderen Akteuren.
- Die geringe Integration von internen [Blec, Boen 03] und externen Experten verhindert eine ganzheitliche Betrachtung und wird der Komplexität des Planungsgegenstandes nicht gerecht. Die Bedarfsplanung wird z. B. einseitig aus Sicht der technischen Produktionsprozesse verstanden und vernachlässigt andere Parameter wie bauliche oder soziokulturelle Faktoren.

---

20 Selbst die OENORM DIN 18 205 zur Bedarfsplanung im Bauwesen bemängelt die geringe Aufmerksamkeit, die die Frühphase eines Projektes erhält [Deut 01].

21 In der Schweiz gibt es seit 1986 die Kammer unabhängiger Bauherrenberater (KUB) des Schweizerischen Verbands der Immobilienwirtschaft (SVIT).

22 Im Leistungsbild des Architekten (laut HOAI [Budi 09]) ist im Rahmen der Grundlagenermittlung in Bezug auf die Bedarfsplanung lediglich die Klärung der Aufgabenstellung abgebildet. In der Vorplanung werden Zielkataloge erarbeitet und die „wesentlichen städtebaulichen, gestalterischen, funktionalen, technischen, bauphysikalischen, wirtschaftlichen, energiewirtschaftlichen (…) und landschaftsökologischen Zusammenhänge, Vorgänge und Bedingungen sowie der Belastung und Empfindlichkeit der betroffenen Ökosysteme“ geklärt. Eine Betriebsanalyse und langfristige Bedarfsermittlung im Sinne des Forschungsvorhabens findet weder in Bezug auf ihre Inhalte, noch ihren Ablauf oder die Vergütung Niederschlag.

23 Die Fabrikplanung nutzt u. a. die Methode der Betriebsanalyse. Betriebswirtschaftliche und prozessspezifische Faktoren werden umfangreich abgebildet, die baulichen Aspekte werden nur in geringem Maße erfasst.

24 Die Anwendung der DIN 18 205 wird in der Methodensammlung detailliert beschrieben.

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BMVBS/BBR - Zukunft Bau.

- Hoher Zeitdruck führt zu kurzfristigen Entscheidungen zu Lasten einer langfristigen zukunftsorientierten Bedarfsplanung.
- Investitionen in neue Gebäudestrukturen werden zu Gunsten temporärer Lösungen/ Kompromisse verzögert, ohne die Konsequenzen zu überprüfen (Kosten, Zeitverlust, ineffiziente Produktion).
- Die grundsätzliche Bau-Notwendigkeit oder mögliche alternative Lösungen werden nicht differenziert evaluiert.

Ablauf

- Die Notwendigkeit zur Bedarfsplanung kann ausgelöst werden durch
- *interne Faktoren*: Veränderungen innerhalb des Unternehmens (z. B. betriebwirtschaftliche, strategische, produkt- oder prozessorientierte Anpassungen, Innovationskraft) oder
- *externe Faktoren*: Veränderungen, die von außen auf das Unternehmen treffen und adressiert werden (z. B. technologischer Fortschritt, Ressourcen, Gesellschaft, Markt).

Eine effektive Bedarfsplanung verarbeitet die Informationen zu internen und externen Einflüssen, die auf die spezifische Unternehmensentwicklung einwirken, und bildet so die Grundlage für nachfolgende Projektentscheidungen. Je detaillierter die aktuellen und zukünftigen Bedarfe erfasst werden, desto zielorientierter können weitere Projektphasen gestaltet werden.
Aufgrund der Abhängigkeit von z. T. schwer zu steuernden internen und externen Faktoren verläuft die Bedarfsentwicklung von Unternehmen in der Regel nicht linear, sondern stellt sich als vernetzter Prozess mit komplexen Einflussfaktoren dar (Abb. D23). In der Folge geschieht auch die Bedarfserfassung durch den Bauherrn anhand unterschiedlicher, nicht linear ablaufender Projektschritte, die ihrerseits auf weitere auftreffende Faktoren reagieren.

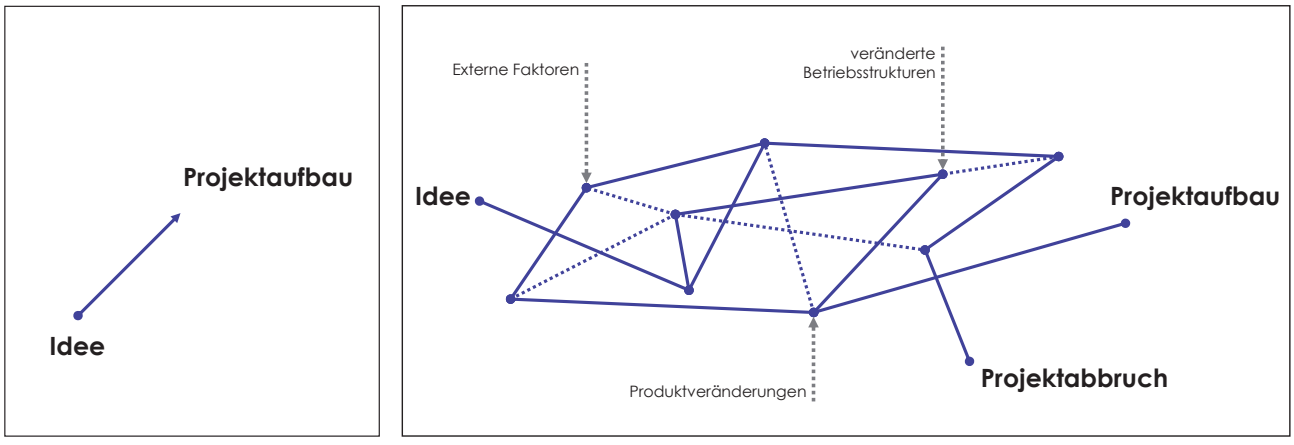


Abb. D23: Bedarfserfassung linear und als vernetzter Prozess (© IIKE in Anlehnung an [Schi 04])

Die Bedarfsplanung für Industriegebäude kann diesen komplexen Einflüssen aber nur gerecht werden, wenn es gelingt, rechtzeitig, in interdisziplinären Teams und in strukturierter Form die wesentlichen Faktoren zu erfassen und auszuwerten. Die inhaltliche Eigenständig-

keit der Bedarfsplanung wird dadurch verdeutlicht, dass neben dem Projektaufbau auch der Abbruch des Planungsprozesses ein mögliches Ergebnis der Bedarfsplanung ist, wenn sich herausstellt, dass weitere Planungsphasen in der gegebenen Situation keinen Sinn machen. Die folgende Abbildung zeigt beispielhaft ein Ablaufschema der Bedarfsplanung:

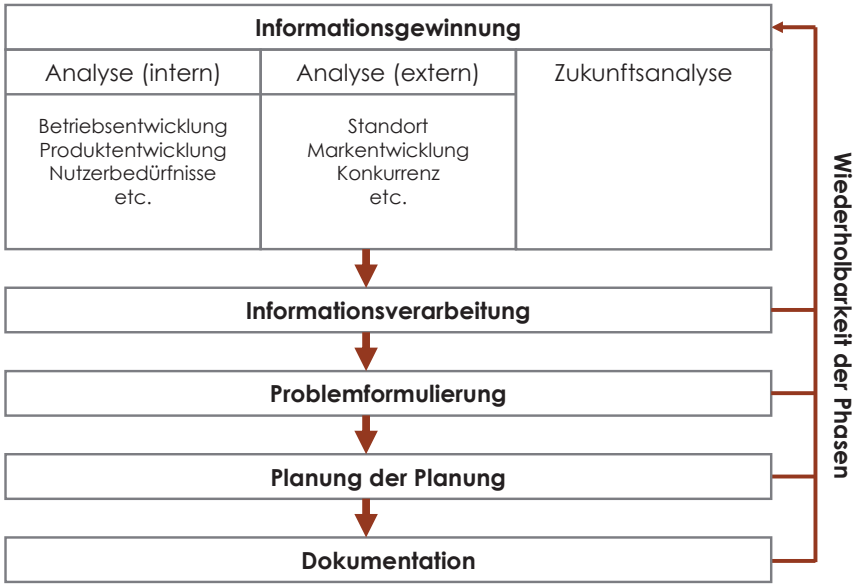


Abb. D24: Ablaufschema Faktor Bedarf (© IIKE in Anlehnung an [Köni u.a. 09])

Wichtige Aspekte sind

- die umfassende Informationsgewinnung zu internen/externen und kurzfristigen/langfristigen Entwicklungen und Zuständen des Unternehmens (ggf. auch mittels Zukunftsprognostik),
- die Sicherstellung der Ergebnisse durch eine angemessene Informationsverarbeitung und Problemformulierung,
- das Treffen struktureller Entscheidungen zum weiteren Vorgehen (Planung der Planung), die Dokumentation der Ergebnisse (Bedeutung der Visualisierung, Lastenheft als Basis für weitere Schritte) und
- die Wiederholbarkeit der einzelnen Phasen zur Steigerung der Vernetzung und erneuten Verarbeitung der Erkenntnisse.

Eine ganzheitliche Durchführung der Bedarfsplanung setzt die Bereitschaft des Bauherrn voraus, hierfür einen angemessenen zeitlichen und finanziellen Spielraum zu schaffen. Die Sensibilisierung für die komplexe Vernetzung von betriebswirtschaftlichen, baulichen und produktionsspezifischen Aspekten und die Chancen der Projektoptimierung im Hinblick auf Projekteffizienz und Projektqualität ist von hoher Bedeutung, um Investitionen in die Bedarfsplanung abzuwägen.

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BMVBS/BBR - Zukunft Bau.

Einordnung Phasenmodell der Planungssystematik

Die Bedarfsplanung wird in Darstellungen idealtypischer Prozessabläufe am Projektbeginn zwischen Idee und Projektaufbau angeordnet. Dem bereits erwähnten hohen Entscheidungsspielraum in den ersten Projektphasen wird hierdurch Rechnung getragen. Während das Projektwissen sich in klassischen Planungs- und Erstellungsprozessen langsam aufbaut (Abb. D25), führt eine frühzeitig durchgeführte qualifizierte Bedarfsplanung zu einem konstant hohen Projektwissen entlang aller Prozessphasen [Hodu 06]. Dies erhöht den Entscheidungsraum aller Beteiligten und steigert damit die Wahrscheinlichkeit, dass zielführende Lösungen erkannt und umgesetzt werden.

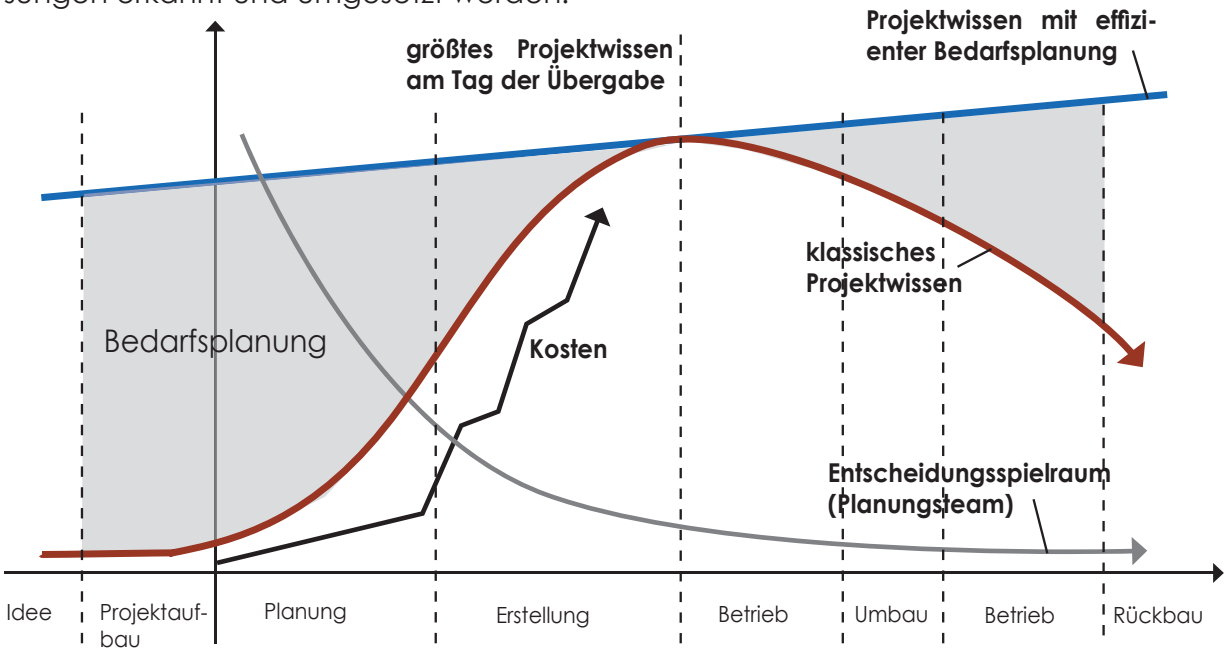


Abb. D25: Projektwissen Entlang der Lebenszyklusphasen (© IIKE in Anlehnung an ([Hodu 06])

Gleichzeitig ist ein vollständiger Abschluss der Bedarfsplanung als Vorbedingung des Projektaufbaus im Industriebau nicht denkbar. Die Komplexität der Anforderungen über den Lebenszyklus erfordert

- Fach- und Spezialwissen schon während der Bedarfsplanung, so dass hier Ideenfindung und Projektaufbau sich gegenseitig bedingende Prozesse voraussetzen,
- die Vernetzung mit den ersten Schritten der Projektplanung (z. B. die parallele Entwicklung von ersten Lösungsvorschlägen im Entwurf) zur Überprüfung und Rückkoppelung wichtiger Erkenntnisse in die Bedarfsplanung, aber auch zur Steigerung der zeitlichen Effizienz, wenn einzelne Bedarfsfaktoren aufgrund externer Einflüsse nicht im Vorfeld endgültig zu bestimmen sind sowie
- eine kontinuierliche projekt- und objektbegleitende Bedarfsplanung, die dem hohen Veränderungspotential über alle Lebensphasen hinweg gerecht wird.[25]

25 Im Forschungsteam wurde der Begriff Flankierende Bedarfsplanung diskutiert, der auf die Langfristigkeit und Konstanz innerhalb der Unternehmensentwicklung abzielt, ohne die Bedarfsplanung konkret einer der Fachdisziplinen zuzuordnen. Unabhängigkeit und Flexibilität können auf diese Weise adressiert werden.

Die große Bedeutung, die im Bereich Industriebau einer kontinuierlichen Bedarfsplanung eingeräumt wird (Abb. D26), erfordert Methoden, die sich nicht auf eine einmalige, sehr spezialisierte Anwendung reduzieren. Die Investition in die Anwendung der Methoden zahlt sich langfristig aus. Über die bewusste Planung der Zukunft eines Unternehmens kann das Risiko von Fehlentscheidungen reduziert und ein Zeitfenster und Entscheidungsraum für weitere Projektanpassungen offengehalten werden.

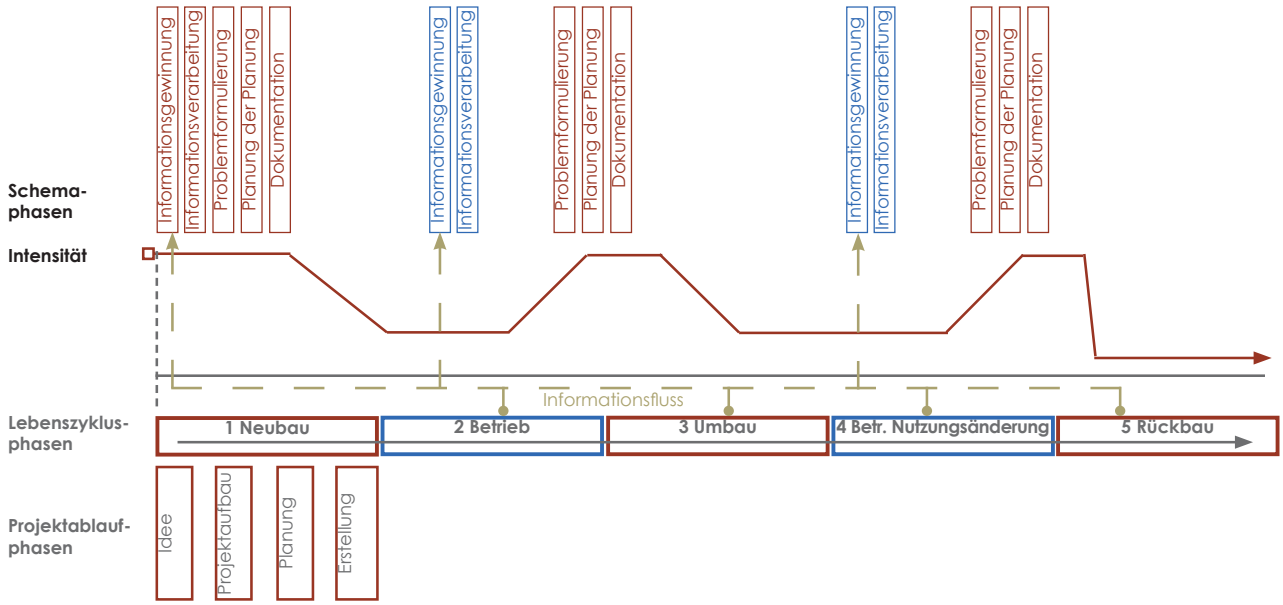


Abb. D26: Integration des Faktors Bedarf im Gesamtlebenszyklus (© IIKE)

Akteure

Grundsätzlich liegt die Verantwortung für die Bedarfsplanung in der Hand des Bauherrn (Deutsches Institut für Normung e.V. April 1996/DIN 18 205). Die erläuterte Komplexität im Industriebau verhindert jedoch in der Regel eine einfache Erfassung aller Zusammenhänge. In immer stärkerem Maße wird daher schon in der Frühphase eines Projektes für die Bedarfsplanung qualifizierte Beratung und spezifisches Fachwissen [Schi 04] und damit der zielgerichtete Aufbau eines interdisziplinären Teams notwendig (vgl. Abs. D6.5).
In Abhängigkeit vom spezifischen Planungsgegenstand setzt sich das Team aus verschiedenen Experten zusammen, die sich in interne und externe Akteure unterscheiden lassen[26]:

- *Interne Akteure*: Geschäftsleitung, Werksleiter, Mitarbeiter etc.
  Innerhalb der Forschungsteams wurde auf die hohe Bedeutung der Erfassung und Verarbeitung von internem Wissen des Unternehmens verwiesen. Werksleiter und Mitarbeiter besitzen in der Regel unverzichtbares Fachwissen (Produktionsabläufe, Unternehmensstrukturen etc.) und können entscheidend zur Identifikation der Optimierungschancen und des Bedarfs beitragen. Es gilt, dieses Fachwissen strukturiert abzurufen und zu verwerten.

26 Mögliche Akteure vgl. auch Abs. D6.5.1 Kompetenzen.

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BMVBS/BBR - Zukunft Bau.

- *Externe Akteure*: Beratung/Moderation, Fachplanung (Bau/Anlagen), Immobilienentwicklung, Projektsteuerung, Finanzierung etc.

Je nach Fachkenntnis und Kompetenz des Bauherrn und Komplexität des Planungsgegenstandes sind in sinnvollem Umfang geeignete Partner zu finden, die die relevanten Einflussfaktoren erfassen und beurteilen können.
Innerhalb dieser Forschungsarbeit wurde ein Schwerpunkt auf die Integration der Fachplanung Bau und Anlagen gelegt. Die Tatsache, dass den Akteuren beider Disziplinen lediglich Einzelwerkzeuge zur Verfügung stehen, kann eine einseitige Bedarfsplanung zur Folge haben. Grundsätzlich birgt die Durchführung der Bedarfsermittlung durch planende Architekten, Fabrikplaner oder Projektsteuerer in sich das Risiko eines Interessenskonfliktes (Selbstdefinition des Budgets), da dem Unternehmer als Laien möglicherweise die Kompetenz fehlt, diesen Prozess in seinem Sinne zu steuern und zu kontrollieren. Dies trifft umso mehr bei einer Projektdurchführung durch einen Generalübernehmer, der Planung und Erstellung des Industriegebäudes aus einer Hand liefert, zu. Das Kontrollwerkzeug der unabhängigen Bedarfsplanung kann hier verlorengehen. Die Beauftragung eines reinen Beraters/Moderatoren zur Bedarfsermittlung kann Unabhängigkeit gewährleisten, führt aber zu zusätzlichen Schnittstellen und Aufwänden.

Checkliste Kernaufgaben

Im Rahmen der Forschungsarbeit wurden die folgenden Kernaufgaben der Bedarfsplanung identifiziert:

- Definition langfristiger Entwicklungsszenarien
- Beschreibung erforderlicher Standortfaktoren
- Beschreibung der Anforderungen an das Industriegebäude im Laufe des Lebenszyklus
- Beschreibung der relevanten Eigenschaften und Anforderungen der herzustellenden Produkte (t/c/q)
- Umfassende Beschreibung/Optimierung der Betriebsabläufe
- Infragestellen althergebrachter Typologien, Zulassen von Impulsen für neue Lösungen

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BMVBS/BBR - Zukunft Bau.

D6.4.1.2 Faktor Wandlungsfähigkeit

Grundlagen

Der Faktor *Wandlungsfähigkeit* bildet einen der Schwerpunkte zur Integration der unterschiedlichen Betrachtungsansätze und Planungsinhalte der Disziplinen. So nutzen die beiden Kerndisziplinen Fabrikplanung und Bau die Begriffe *Wandlungsfähigkeit* und *Flexibilität* mit unterschiedlichen Definitionen[27]:

Fabrikplanung: Nach Wiendahl beschreibt „Wandlungsfähigkeit (…) das Vermögen einer Fabrik, ausgehend von internen und externen Auslösern, aktiv ihren Aufbau auf allen Ebenen bei geringem Aufwand verändern zu können." [Wien 05]

Der Begriff *Wandlungsfähigkeit* wird hier bewusst dem Begriff *Flexibilität* vorgezogen, um dynamische und sprunghafte Veränderungen (Faktor Zeit) abzubilden. Wandel wird als permanenter Prozess der Anpassung des Betriebs definiert. *Flexibilität* wird als Teilaspekt der *Wandlungsfähigkeit* (Abb. D27) angesehen und als zeitlich begrenzte Möglichkeit der Veränderung in vorgegebenen Strukturen betrachtet (Bsp. flexible Arbeitszeitmodelle).



Abb. D27: Einordnung der Begrifflichkeiten: Wandlungsfähigkeit [Sche 04]

Bauwesen: Im Bereich Bau wird in stärkerem Maße der Begriff *Flexibilität* genutzt. Nach Plagaro/Schwehr bezeichnet „Flexibilität der Architektur (…) die Fähigkeit eines Gebäudes, in kurzer Zeit, mit angemessenem Aufwand und zu vertretbaren Kosten auf neue Gegebenheiten reagieren zu können. *Flexibilität* ist somit ein Gradmesser der Anpassungsfähigkeit und langfristigen Werterhaltung." [Plag, Schw 08] Der Begriff *Flexibilität* wird hier zur Beschreibung raumbezogener und zeitlich begrenzter Veränderungen der Gebäudestruktur genutzt (Bsp. Flexibilität der baulichen Hülle).

Im Rahmen des Forschungsprojektes wurde der Begriff *Wandlungsfähigkeit* zur weiteren Betrachtung ausgewählt, um gezielt auf die Integration dynamischer bau- und betriebspezifischer Aspekte (Prozessorientierung, Lösungsstrategien etc.) hinzuweisen.

Die Bedeutung des Faktors Wandlungsfähigkeit steigt den Erfahrungen aus der Praxis zufolge an (vgl. Abs. D4): So nimmt branchenabhängig der Wandlungsdruck auf Unternehmen aufgrund des Strukturwandels (Abb. D28) und der Dynamik der Märkte zu.

27 Der Bereich Fabrikplanung hat in den letzten Jahren umfassende Forschungsarbeit zum Thema geleistet ([Wien 05]/[Sche 04]). Im Bereich Architektur werden aktuell Forschungsprojekte durchgeführt ([Plag, Schw 08])

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BMVBS/BBR - Zukunft Bau.

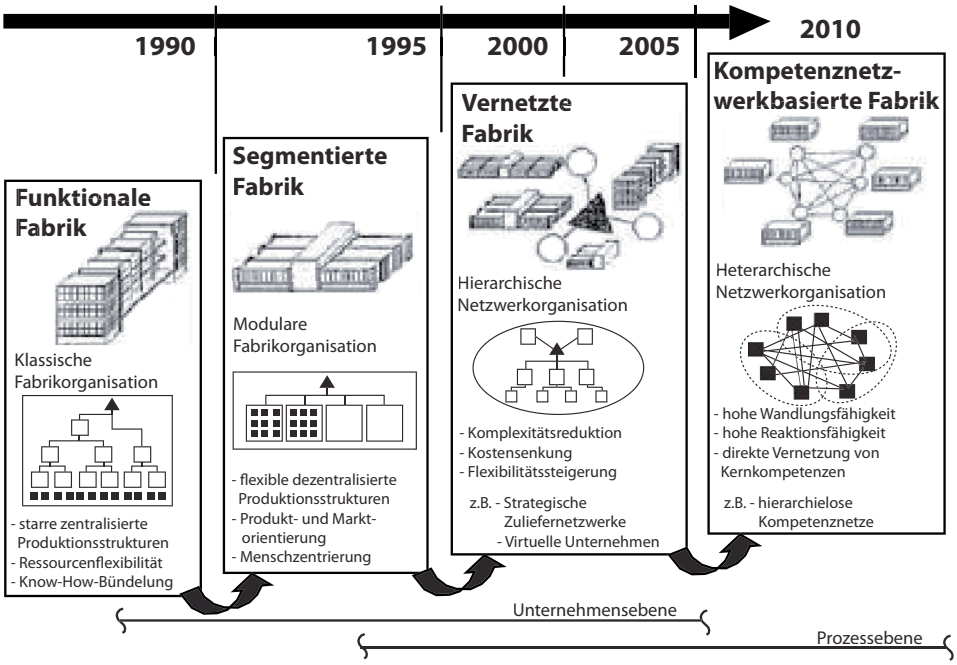


Abb. D28: Wandel der Typologien [Sche 04]

Zu betonen ist nach Schenk/Wirth in diesem Zusammenhang die Individualität und Einzigartigkeit der jeweiligen Fabrik, die notwendigerweise in Planung, Ausführung und Betrieb Berücksichtigung finden muss [Sche 04]. Aus diesen Rahmenbedingungen können branchenspezifisch regelmäßige Änderungen in der Nutzung (Produkte, Betriebsabläufe, Personal) resultieren. Die Unterschiede zwischen Nutzungs- und Lebenszyklen von Industriegebäuden[28], aber auch die spezifische Lebensdauer der verschiedenen Fabrikelemente und Komponenten (Abb. D29/D30) können kostenintensive Eingriffe[29] an/in der Gesamtstruktur Folge haben.

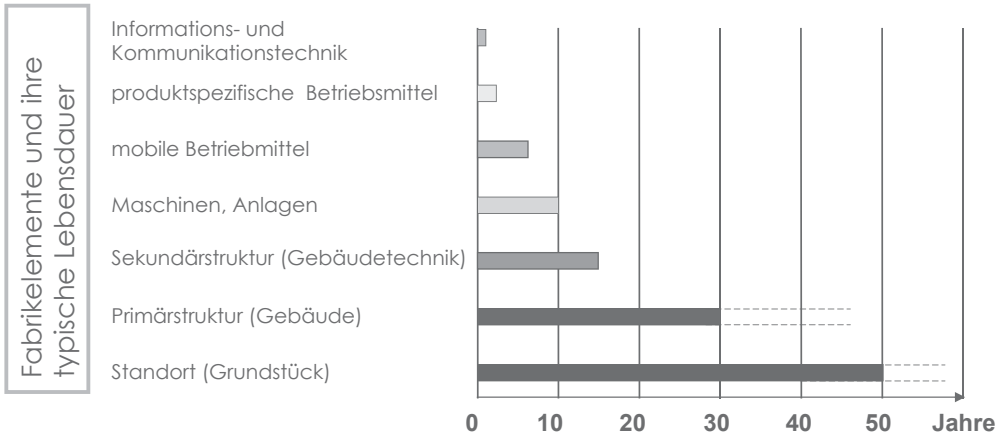


Abb. D29: Fabrikelemente und ihre typische Lebensdauer [Wien 05]

28 Besonders im Bereich Umstellung der Produktionsprozesse sind je nach Branche Änderungen im 2-7Jahres Rhythmus durchaus gängig.
29 Kosten z. B. für Stillstand der Produktion während Umbauphasen etc.

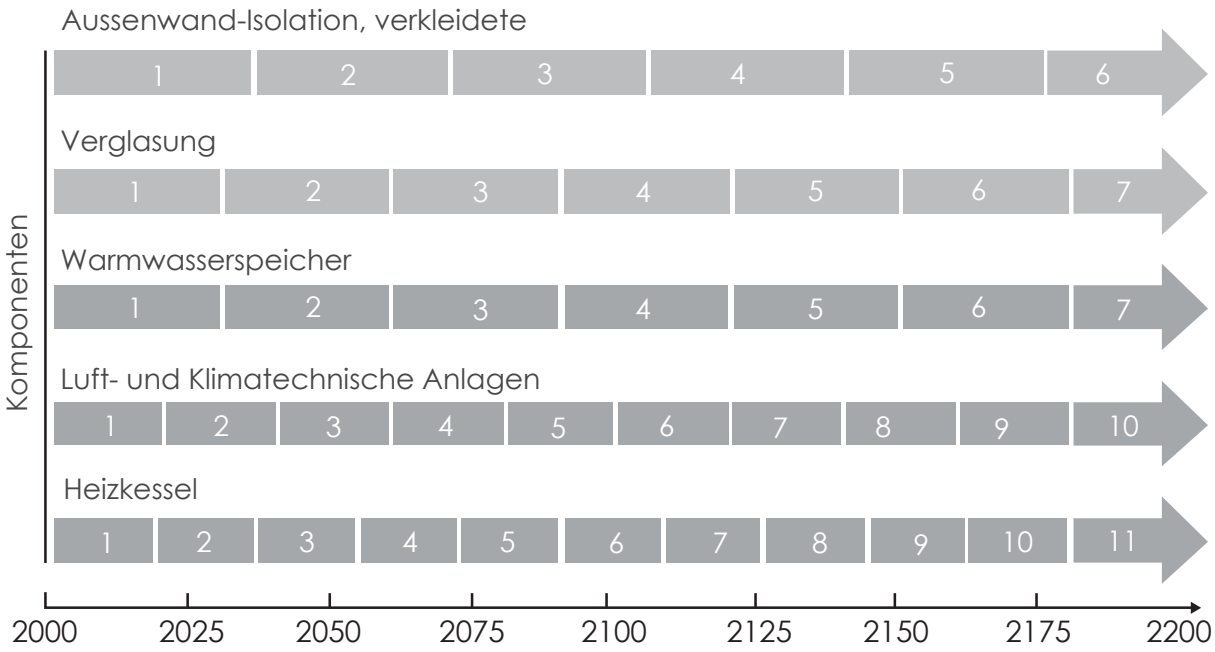


Abb. D30: Lebensdauer unterschiedlicher Komponenten eines Bauwerks [Plag, Schw 08]

In der Praxis der Forschungspartner spielt in der Phase der Planung und Erstellung die bauliche Wandlungsfähigkeit von Verkehrsanlagen, Fassaden, Tragwerken und Medien eine Rolle. Anpassungen der Betriebsabläufe (Anlagenlayout) oder der technischen Gebäudeausrüstung (Medienversorgung, Klimatechnik, Kommunikation etc.) und Erweiterungen der Gebäudehülle sind nach Erfahrungswerten der Forschungspartner häufig. Standortverlagerungen ganzer Fabriken kommen dagegen nur in seltenen Fällen vor.
Im Bezug auf den Faktor *Wandlungsfähigkeit* wurden durch das Forschungsteam die folgenden planungs- und ausführungsrelevanten Probleme identifiziert:

- Industrieunternehmen richten den Bau von Fabriken häufig auf die Erfüllung aktueller Bedarfe aus. Aufwendige Optimierungen an der baulichen Substanz werden häufig zugunsten kurzfristig kostengünstiger Lösungen nicht realisiert. Die entstehenden Industriegebäude können auf Veränderungen kaum reagieren. Die komplexen Auswirkungen auf die Nutzungsqualität werden selten in Betracht gezogen.
- Der enorme Zeit- und Kostendruck erlaubt es den Unternehmen kaum, in Vorhaltung (zusätzliches Erweiterungspotential - Grundstück, gezielte Überbemessung der Fläche etc.), flexible Systeme (modulare Fassade etc.) oder auch nur eine Vertiefung der Planungsleistungen (Szenariomanagement, Planung in Varianten) zu investieren.
- Die Definition präziser Anforderungen ist mitunter schwierig, weil sie sich im Verlauf des Planungs- und Erstellungsprozesses (in Folge der Prozessdynamik und nicht zu steuernder externer Einflüsse) stetig verändern oder spätere Lebenszyklen nicht sinnvoll prognostiziert werden können.
- Mangelndes Problembewusstsein und fehlende Fachkenntnis sowie Schwierigkeiten bei der Umsetzung führen zur Vernachlässigung des Themenfeldes.

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BMVBS/BBR - Zukunft Bau.

Ablauf

Die Disziplinen Fabrikplanung und Bau untersuchen die Auslöser von Wandlungsfähigkeit aus ihren jeweiligen Blickwinkeln.

Fabrikplanung: Die Fabrikplanung teilt die Auslöser eines Veränderungsbedarfs in externe und interne Kategorien.

Externe Auslöser von Wandel können u. a. sein:

- Technologie – neue Fertigungstechnologien, neue Werkstoffe etc.
- Markt – veränderte Kundenwünsche, internationale Arbeitsteilung etc.
- Umwelt – Tarifvereinbarungen, Arbeitskräfteangebot etc.

Als interne Auslöser von Wandel werden u. a. die folgenden Aspekte angesehen:

- Präventiv – Ziel der Steigerung des Marktanteils des Unternehmens, Erschließung neuer Märkte etc.
- Reaktiv – Veränderungen der Unternehmensstruktur, Schwachstellen im Produktionsprozess etc.

Der Fokus der Betrachtung liegt hier auf der Integration der Fabrikplanungsebenen (vgl. Abb. D6) und der resultierenden Anforderungen an die Veränderungsfähigkeit der Fabrik. Wiendahl u. a. sprechen von der „Prozessschicht“ [Wien 05].

Bau: Die Auslöser für Flexibilität sind im Ansatz von Plagaro/Schwehr in die Themen Prozess, Nutzung und Struktur geteilt ([Plag, Schw 08]):

Prozess:

- Kosten- und Betriebsrevisionen/Steigerung oder Senkung der Leistungsfähigkeit,
- Zunahme oder Abnahme der Mitarbeiterzahl,
- sonstige unternehmenspolitische Veränderungen/Entwicklung neuer Produkte

Nutzung:

- räumliche Attraktivität für Mitarbeiter/diversitätsgerechte Arbeitsplatzgestaltung,
- Schaffung von Raumzonen für versch. Arbeitsplatzmodelle,
- Komfort/Gesundheit etc.

Struktur:

- zunehmende Technisierung des Baus/unterschiedliche Lebensdauer der Bauteile,
- Ungleichgewicht von Erstellungs- und Betriebkosten (Anpassungen) etc.

Abbildung D31 verdeutlicht die unterschiedlichen Betrachtungsansätze der Disziplinen Fabrikplanung (Prozesssicht) und Bauwesen (Raumsicht) [Wien 05].

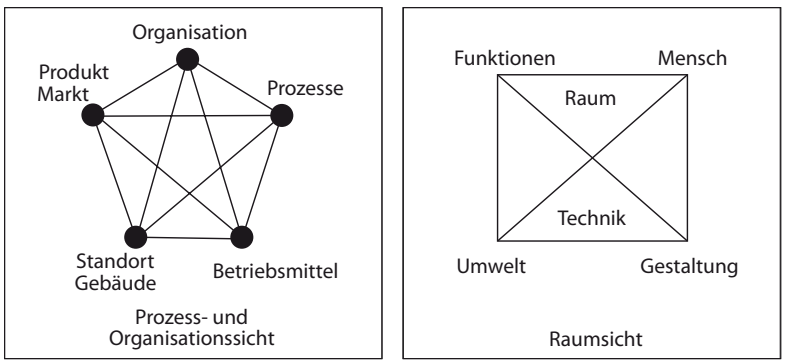


Abb. D31: Gegenüberstellung von Prozesssicht und Raumsicht [Wien 05]

Wiendahl u. a. bemängeln hierbei die fehlende Integration gestalterischer oder wirtschaftlicher Aspekte („Raumsicht/Sicht der Wirtschaftlichkeit") [Wien 05]. Bauspezifische Aspekte wie z. B. nachhaltige Gebäudestrukturen (Energie, Materialität etc.), Gestaltung der Arbeitsplätze, Kommunikation, Imagefaktoren des Unternehmens (Corporate Identity) etc. können in der rein prozessorientierten Sichtweise nur unzureichend abgebildet werden. Gleichzeitig liegen aus der Bausicht keine Betrachtungen vor, die auf den komplexen und spezialisierten Planungsgegenstand Industriegebäude zugeschnitten sind[30]. Die vorliegenden Ansätze können aber als Ergänzung des rein prozessorientierten Ansatzes der Fabrikplanung dienen.
Wird auf Basis der genannten Auslöser die Wandlungsfähigkeit als Ziel festgestellt, dann stehen verschiedene Möglichkeiten der Umsetzung zur Verfügung. Die folgende Abbildung stellt ein Ablaufschema zur Integration des Faktors im Planungsprozess beispielhaft dar (Abb.

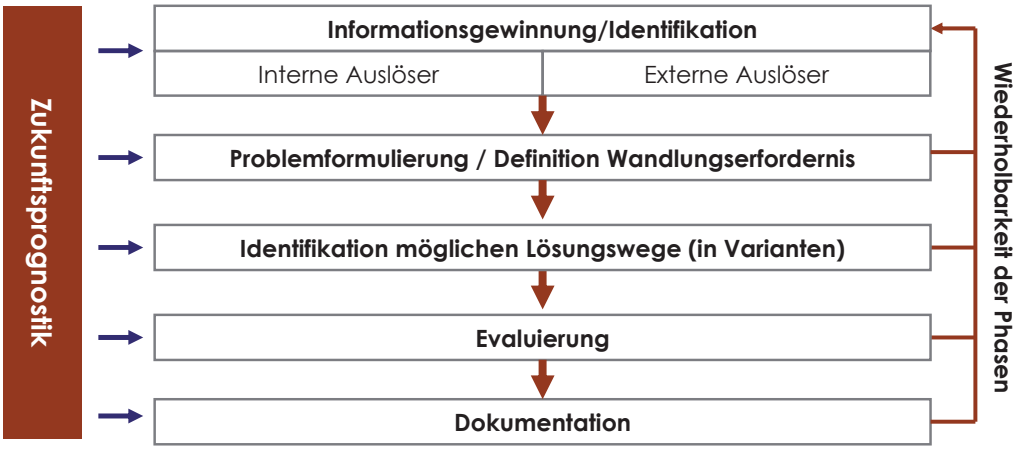


Abb. D32: Ablaufschema Faktor Wandlungsfähigkeit (©IIKE)

Schwerpunkte dieser Vorgehensweise sind

- die umfassende Analyse und Bewertung der Auslöser (intern/extern) für Wandel, detaillierte Beschreibung als Grundlage für die Identifikation von Lösungswegen,
- Definition von Art und Umfang der Wandlungserfordernis,
- die Aufstellung verschiedener Lösungswege auf Basis zukünftiger Notwendigkeiten und aktueller Missstände,
- die Evaluierung der Lösungswege durch gezieltes Abwägen der Möglichkeiten (Eingrenzung des notwendigen Maßes an Wandlungsfähigkeit durch Kosten-Nutzen-Analysen[31],
- die umfassende Dokumentation der Ergebnisse und
- eine flankierende Zukunftsprognostik, die eine konstante Prüfung zukünftiger Veränderungen umsetzt.

Im Rahmen dieses Ablaufs sind Wiederholungen einzelner Schritte möglich, um auf neue

30 Begriffsdefinition und Gesamtstruktur der aktuellen Forschung in der Architektur sind in nur sehr geringem Maße auf den Industriebau ausgerichtet. Dennoch liefern sie wichtige Erkenntnisse, die eine Ergänzung fehlender Aspekte der Fabrikplanung ermöglichen können.
31 Investitionen in Wandel gilt es sorgfältig abzuwägen, da zum Teil mit höheren Investitionskosten verbunden.

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BMVBS/BBR - Zukunft Bau.

Erkenntnisse strukturiert und umfassend reagieren zu können.
Innerhalb dieser Forschungsarbeit wurden wichtige Aspekte/Bedingungen identifiziert, die die Umsetzung von Wandlungsfähigkeit in den verschiedenen Projektphasen erleichtern.
Fabrikplanung: Die Fabrikplanung bietet sowohl für die Produktionsabläufe als auch die Baustrukturen einen systematischen Ansatz der verschiedenen Umsetzungsmöglichkeiten. Wiendahl u. a. führen den Begriff *Wandlungsbefähiger* ein [Wien 05]. Diese ermöglichen auf verschiedenen Ebenen eine gezielte Umsetzung von Wandlungsprozessen (Abb. D33):

- *Universalität*: Dimensionierung und Gestaltung für verschiedene Anforderungen hinsichtlich Produkt, Raum oder Technologie.
- *Mobilität*: örtlich uneingeschränkte Bewegbarkeit von Objekten, z. B. Maschinen, verschiebbare Stützen etc.
- *Skalierbarkeit*: technische, räumliche und personelle Atmungsfähigkeit (Erweiter- und Reduzierbarkeit), z. B. Fassadenflexibilität etc.
- *Modularität*: standardisierte, funktionsfähige Einheiten oder Elemente, z. B. Plug & Produce-Module, Modulfassade etc.
- *Kompatibilität*: Vernetzungsfähigkeit bzgl. Material, Information, Medien und Energie, z. B. einheitliche Softwareschnittstellen etc.

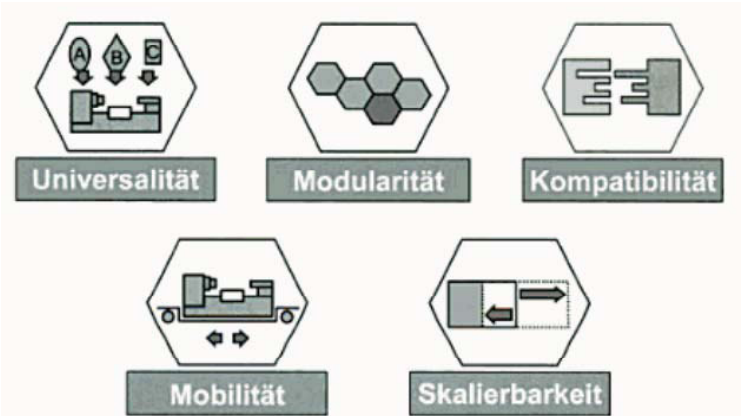


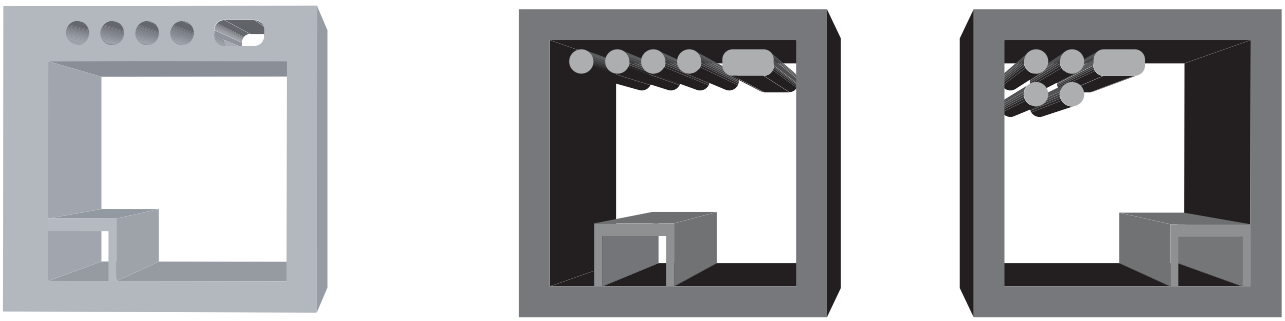
Abb. D33: Wandlungsbefähiger [Wien 05]

Bauwesen: Schwehr/Plagaro klassifizieren Gebäude in verschiedene Flexibilitätstypen [Plag, Schw 08][32]. Über diese Einordnung soll der gewünschte Grad an Flexibilität eingeschätzt und umgesetzt werden können. Die drei gebäudespezifischen Flexibilitätstypen verdeutlichen die Ausrichtung der Baustrukturen an deren Leistungsfähigkeit für den Faktor Wandlungsfähigkeit:

- Nutzungsflexibilität (hier z. B.: Veränderungen in den Betriebsabläufen ohne Umbau möglich),
- interne Gebäudeflexibilität (hier z. B.: innere Gebäudestruktur kann an Veränderungen in den Betriebsabläufen baulich angepasst werden) und
- Erweiterungsflexibilität (hier: Atmung = Wachsen/Schrumpfen von Flächen/Volumen).

32 Zusätzlich befassen sie sich mit dem Thema der Flexibilität der Planung, das hier gesondert betrachtet wird (vgl. Abs. D6.5.4).

Die Optimierung der unterschiedlichen Lebenszyklen der einzelnen Fabrik- und Bauelemente ist ein zentraler Ansatz einer integrativen Umsetzung von Wandlungsfähigkeit im Bauwesen. Die durch die Fokussierung auf die Erstnutzung entstehende unwiderrufliche Verbindung von Bauteilen (z. B. Einbetonierung von Leitungen) führt bisher häufig zu einer geringen Integration ihrer unterschiedlichen Lebenszyklen mit der Konsequenz, dass spätere Änderungen nur unter hohem Zeit- und Kostenaufwand umzusetzen sind. In diesem Kontext bietet die *Systemtrennung* interessante Ansätze (Abb. D34). „Mit der Systemtrennung werden Nutzungs- und Bauelemente unterschiedlicher Lebensdauer und Zweckbestimmung in der Planung und Realisierung getrennt." [Amt 06]



Verbindung der Bauteile Systemtrennung: Austausch der Elemente

Abb. D34: Darstellung der Systemtrennung im Bauwesen [Amt 06]

Dazu werden Gebäude in drei Teil-Systemebenen unterteilt:

Primärstruktur:	Lebensdauer = 50 -100 Jahre Erschließung, Tragstruktur, Gebäudehülle
Sekundärstruktur:	Lebensdauer = 15 - 50 Jahre Innenwände, Decken, Böden etc.
Tertiärstruktur:	Lebensdauer = 5 -10 Jahre Anlagen, Einbauten, Mobiliar

Aus dieser Vorgehensweise ergeben sich u. a. die folgenden Vorteile in Bezug auf den Lebenszyklus der Bauteile:

- maximale Flexibilität bei Änderungen während der Planungszeit (vgl. Abs. D6.5.4),
- einfacher Zugang zu Wartungszwecken erhöht Lebensdauer der Komponenten sowie
- einfacher Austausch der Einzel-Komponenten statt Ersatz.

Im Bezug auf die Wandlungsfähigkeit ergeben sich u. a. die folgenden Vorteile:

- Erhöhung der grundsätzlichen Veränderungsfähigkeit durch Modularität (Wandlungsbefähiger),
- Optimierung der Betriebszeiten, da Änderungen bei laufendem Betrieb möglich sind, und
- Reduzierung des grundsätzlichen Umbaubedarfs (Zeit- und Kostenersparnis).

Den Erfahrungen im Forschungsteam zufolge, ist es für die Vorbereitung wandlungsfähiger Gebäudestrukturen von Vorteil, auf ein hohes Maß an Systemtrennung zu achten. Die Praxis

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BMVBS/BBR - Zukunft Bau.

zeigt jedoch oftmals, dass komplexe Bauteil-Systeme[33] auf Basis eines hohen Vorfertigungsgrades im Industriebau dominieren. Hier gilt es, eine weitere Sensibilisierung der Planungsbeteiligten anzustreben[34].
Als mögliche Strategie, im Rahmen des Planungs- und Erstellungsprozesses die Wandlungsfähigkeit zu beeinflussen, kann die gezielte Erhöhung des Entscheidungsraumes (vgl. Abs. D6.5.4) durch die Wahl der geeigneten baulichen Strukturen betrachtet werden. Beispiele für diesen Ansatz wären:

- Additive Systeme: Über ein ausgewogenes Maß[35] an Vorhaltung von Erweiterungsmöglichkeiten (Fläche, Raum, Installationen) kann auf Veränderungen reagiert werden[36].
- Plug-In-Systeme [Grei, Nünn 07]: Die Integration von flexiblen Verbindungen zwischen Gebäudetechnik und Anlagenbau auf Basis der Systemtrennung erlaubt eine in vielen Fällen störungsfreie Anpassung an Änderungen des Produktionsablaufs.
- Raster: Die gezielte Anordnung von Versorgungskernen und Tragwerk in einem auf die spezifischen Anforderungen des Betriebs abgestimmten Raster kann Änderungen ohne Umbau erleichtern.
- Tragwerk: Durch große Spannweiten kann eine hohe Flexibilität im stützenfreien Raum ermöglicht werden. Auch hier ist die Auslegung des Tragwerks auf Nutzungsänderungen zur späteren Integration zusätzlicher Lasten zu prüfen.
- Brandschutz: Die Abstimmung flexibler Brandschutzkonzepte erlaubt (über z. B. die Erhöhung der notwendigen Feuerwiderstandsklassen der tragenden Strukturen oder der Vorhaltung von Sprinkleranlagen) spätere Veränderungen in der Nutzung.

Einordnung Phasenmodell der Planungssystematik
Analog zum Faktor Bedarf ist auch die Integration des Faktors Wandlungsfähigkeit in den frühen Phasen des Planungsprozesses erforderlich[37], da in der Projektfrühphase das Veränderungspotential im Verhältnis zu den resultierenden Kosten sehr hoch ist (Abb. D35). Im weiteren Planungsfortschritt oder in späteren Lebenszyklusphasen reduzieren sich die Möglichkeiten der gezielten Einflussnahme oder diese sind mit hohen Zeitverlusten und zusätzlichen Kosten verbunden (Bsp. Produktionsunterbrechungen, Kosten für Umrüstungen etc.).

33 Bsp. Fassadensystem mit integriertem Sonnenschutz, Deckensysteme mit integrierter Lüftungstechnik etc.. Bei Ausfall der Komponenten drohen aufwendige Sanierungen.
34 Bsp. Mobilitätsszenarien nach Schenk/Wirth [Sche 04]
35 Nutzwert-Analyse als Methode der Abwägung (vgl. Abs. 6.6.19)
36 Stichwort „Nicht Installierte Flexibilität" [Plag, Schw 08]
37 So soll der Faktor Wandlungsfähigkeit integriert mit der Bedarfsplanung in der Projektfrühphase betrachtet werden und kann nicht separat bearbeitet werden.

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BMVBS/BBR - Zukunft Bau.

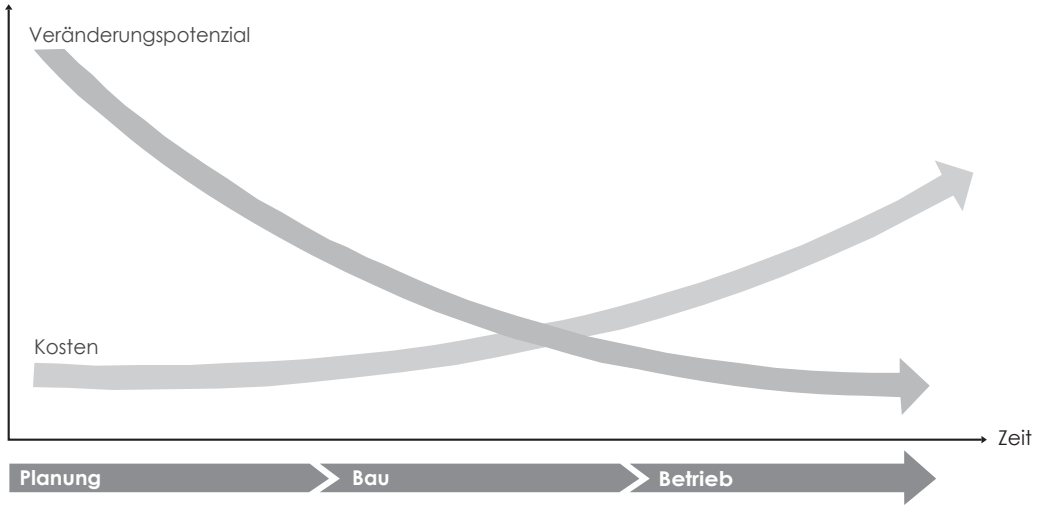


Abb. D35: Veränderungsfähigkeit im Laufe des Gebäudelebenszyklus [Plag, Schw 08]

Optimalerweise wird die Integration von Wandlungsaspekten, wie in Abb. D36 dargestellt, als flankierender Prozess entlang aller Projekt- und Objektphasen verfolgt. Sie ist jedoch in verschiedenen Phasen Arbeitsschwerpunkt unterschiedlicher Akteure. Je nach Phase stehen verschiedene miteinander vernetzte Methoden zur Verfügung (vgl. Abs. D6.6).

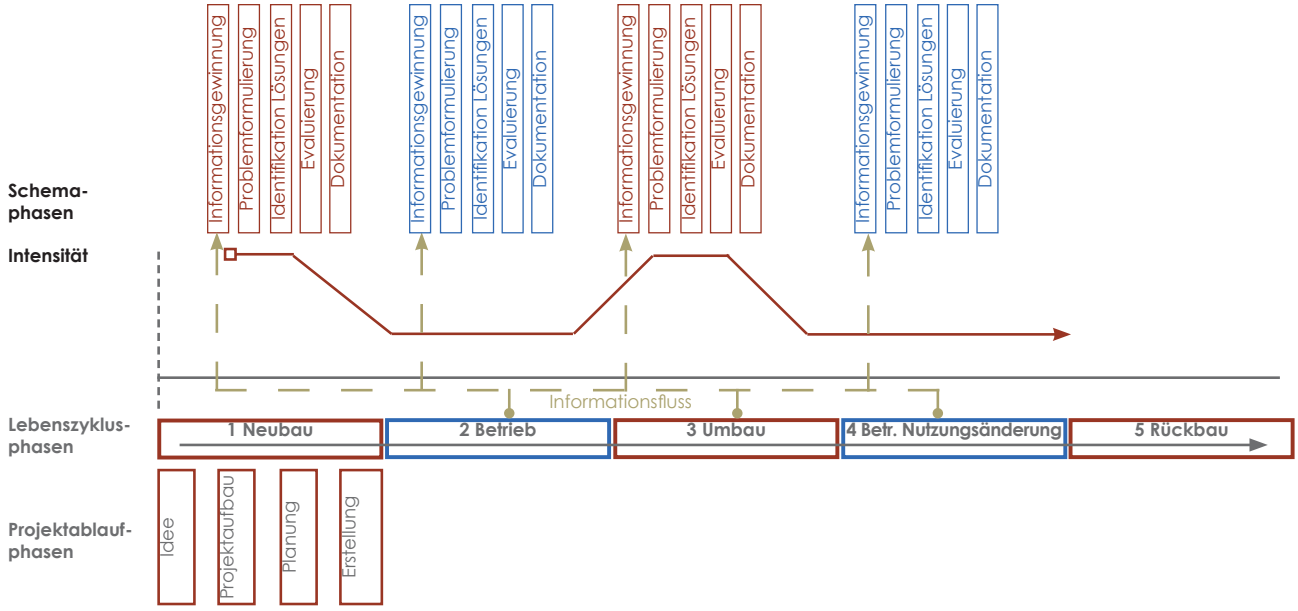


Abb. D36: Integration des Faktors Wandlungsfähigkeit im Gesamtlebenszyklus (© IIKE)

Akteure

Aus den vorangegangenen Erläuterungen wird deutlich, dass die Verantwortung und Entscheidungskompetenz im Bezug auf den Faktor Wandlungsfähigkeit analog zur Bedarfsplanung beim Bauherrn liegt.
Zu seiner fachgerechten Integration in den Planungs- und Erstellungsprozess (und der flan-

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BMVBS/BBR - Zukunft Bau.

kierenden Entwicklung während des Betriebs) benötigt er jedoch die fachliche Kompetenz der beteiligten Planer (Bau und Fabrikplanung) und im Bezug auf bauliche Lösungen auch die der ausführenden Firmen.
Die Umsetzung von Wandlungsfähigkeit im Planungsprozess durch die jeweiligen Akteure ist dabei von verschiedenen Aspekten geprägt. Schwehr/Plagaro verweisen auf das unterschiedliche Bedürfnis der jeweiligen Akteure nach Flexibilität über den Lebenszyklus eines Gebäudes [Plag, Schw 08]. So streben in der Planungsphase die unterschiedlichen Planer ein hohes Maß an Entscheidungsfreiheit an. Unternehmer/Bauherr oder Nutzergruppen sind an möglichst hoher Veränderungsfähigkeit der Gebäudestruktur während der Betriebsphase interessiert (Abb. D37). Hier gilt es, Zielkonflikte frühzeitig zu identifizieren und abzustimmen.

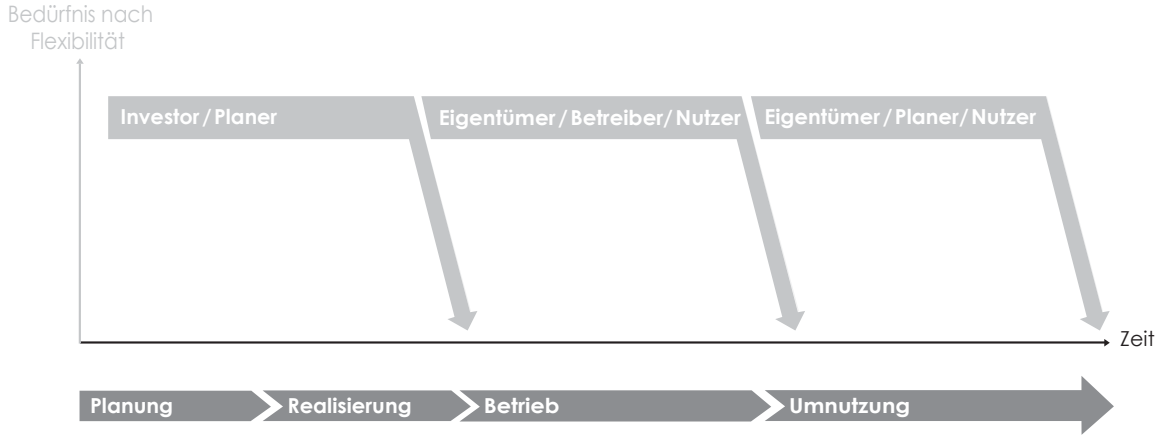


Abb. D37: Bedürfnis nach Wandlungsfähigkeit der Akteure [Plag, Schw 08]

Ausgehend von einer berufsspezifischen Schwerpunktbildung der Akteure sind laut Forschungsteam folgende Aspekte in der Praxis ablesbar:

- Bau: Im Bereich Bauwesen sind Schwerpunkte in der Veränderbarkeit konstruktiver Elemente (Fassadentechnik, intelligente Gebäudetechnik, etc.) aber auch der Aspekt der Nutzerbedürfnisse/Gestaltungsaspekte/Gebäudestruktur von steigender Bedeutung.
- Fabrikplanung: Die Fabrikplanung untersucht laut Forschungspartner aktuell in verstärktem Maße die Möglichkeiten virtueller Planung und deren Auswirkungen auf eine konstante Anpassung an notwendige Veränderungen.

Checkliste Kernaufgaben
Im Rahmen der Forschungsarbeit wurden die folgenden Kernaufgaben zur Bedienung des Faktors Wandlungsfähigkeit identifiziert:

- Definition und Gewichtung der internen und externen Auslöser für Wandlungserfordernisse
- Definition von Art und Umfang der Wandlungserfordernisse
- Analyse/Entwicklung baulicher Lösungen für wandlungsfähige Strukturen
- Betrachtung/Bewertung zeitlicher Faktoren aufgrund der Wandlungserfordernis (z. B. Definition Meilensteine in Planung-, Erstellung und Betrieb)

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BMVBS/BBR - Zukunft Bau.

D6.4.1.3 Faktor Ressourcen

Grundlagen

Die globale Erhaltung, der Aufbau und die Pflege von Ressourcen [UN 92] werden in den kommenden Jahren und Jahrzehnten stärker denn je im Fokus gesellschaftlicher Diskussionen und Verantwortung stehen, sollen die wirtschaftlichen und sozialen Systeme langfristig stabilisiert werden. Eine umfassende Abbildung aller Themen des nachhaltigen Bauens kann im Rahmen dieser Arbeit nicht erbracht werden[38], vielmehr werden industriebauspezifische Aspekte erläutert, um die Sensibilisierung für deren Umsetzung in der Praxis zu steigern.
Die im Rahmen der Nachhaltigkeitsdebatte[39] eingeführte Gliederung der Auswirkungen menschlichen Handelns auf die Bereiche Gesellschaft, Ökonomie und Ökologie bildet die Basis für das sog. 3-Säulen-Modell [UN 98][40]. Dieses Modell (Abb. D38) eignet sich jedoch für die Betrachtung industriebauspezifischer Aspekte nur eingeschränkt, da es die drei Faktoren ohne eine Beschreibung der Verflechtung oder Hierarchie nebeneinander stellt.

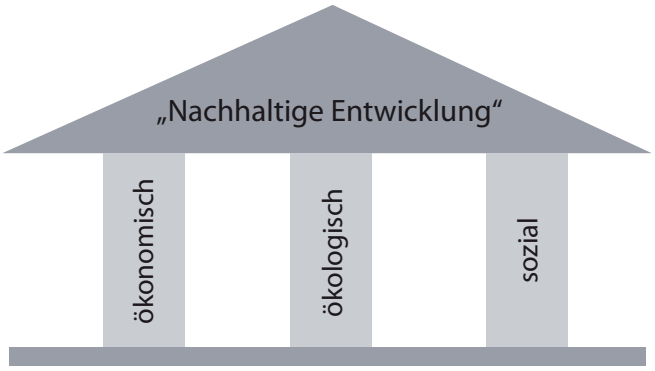


Abb. D38a: 3-Säulen-Modell der Nachhaltigkeit [UN 98]

Das „Bedürfnis-Ressourcen-Modell“ nach Bastianello/Menz [Bast, Menz 08] setzt im Vergleich dazu auf eine Integration der Faktoren Gesellschaft, Wirtschaft und Umwelt in ihren funktionalen Beziehungen (Abb. D39). Hier bilden die Bedürfnisse des Menschen als konstant wachsendes Element den Ausgangspunkt des Systems. Diese Bedürfnisse (dynamisch, auf Wachstum ausgerichtet) sind Teil der Umwelt und stehen ihr nicht getrennt gegenüber. Die Umwelt bietet jedoch ein nach außen begrenztes Volumen an Ressourcen und kann nicht weiter wachsen. Die Ressourcen werden durch die steigenden Bedürfnisse der Gesellschaft reduziert bzw. verändert. Die Wirtschaft definieren Bastianello/Menz als den „Prozess der Bedürfnisbefriedigung“.
Sie kann als Schnittstelle zwischen den Bereichen Umwelt und Gesellschaft dafür sorgen, dass aus den Ressourcen Produkte und Dienstleistungen entstehen, bedient also einerseits die Bedürfnisse des Menschen und muss anderseits die Verfügbarkeit der Ressourcen für die

38 Die übergeordnete Bedeutung und das gesamtgesellschaftliche Interesse an diesem Thema führen zu einem hohen Gemenge und zum Teil undifferenzierten Begrifflichkeiten.
39 Anstoß: Brundtland Report 1987 [Hauf 87]
40 Die Enquete-Kommission des Deutschen Bundestages „Schutz des Menschen und der Umwelt“ definiert: „Nachhaltigkeit ist die Konzeption einer dauerhaft zukunftsfähigen Entwicklung der ökonomischen, ökologischen und sozialen Dimension menschlicher Existenz. Diese drei Säulen der Nachhaltigkeit stehen miteinander in Wechselwirkung und bedürfen langfristig einer ausgewogenen Koordination.“ [UN 98]

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BMVBS/BBR - Zukunft Bau.

Zukunft sichern. „Aufgabe der Wirtschaft ist es, Lösungen für den grundsätzlichen Zielkonflikt zwischen den Bedürfnissen der Menschen und den beschränkten Ressourcen zu finden und nicht, neue Zielkonflikte zu schaffen“ [Bast, Menz 08]. Dem Begriff *Ressourcen* wird damit eine hohe Bedeutung für den Produktionsprozess von Gütern und Dienstleistungen beigemessen.

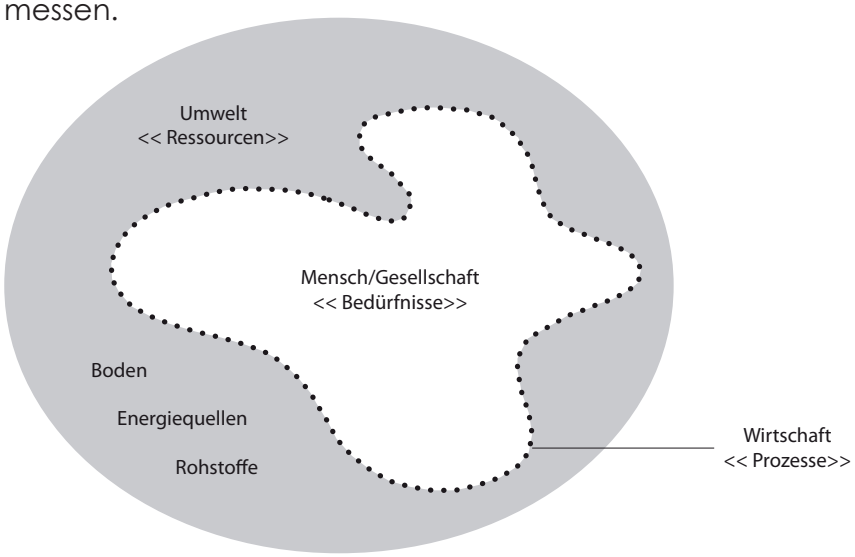


Abb. D38b: Beziehungen und Abhängigkeiten von Wirtschaft, Gesellschaft und Umwelt [Bast, Menz 08]

Im Rahmen dieser Arbeit wurde die Abbildung von Nachhaltigkeitsaspekten bewusst auf den Begriff *Ressourcen* eingeschränkt[41]. Zum einen hat der Bausektor über Erstellung, Betrieb, Instandhaltung, Umbau und Rückbau von Gebäuden entscheidenden Anteil am Verbrauch und der Bindung von Ressourcen[42] und zum anderen ist für Industrieunternehmen die Effizienz des Einsatzes von Ressourcen entscheidendes Kriterium und Stellschraube vielfältiger strategischer Entscheidungen. Dabei greifen die Verwendung von verschiedenen Ressourcen zur Erstellung der Produkte und zum Bau und Betrieb der Industriegebäude ineinander. Eine Optimierung kann nur über die Erfassung dieser komplexen Vernetzungen erfolgen.
Hierbei bezieht sich der Begriff Ressourcen in seiner Verwendung im Rahmen dieser Arbeit in Anlehnung an Bastianello/Menz [Bast, Menz 08] auf Umweltressourcen und wird in die drei Elemente Rohstoff, Energie und Boden gegliedert[43]. Es handelt sich also um eine verstärkte Betrachtung stofflicher und kreislaufwirtschaftlicher Aspekte.

41 Die Fachliteratur gibt keine einheitliche Definition des Begriffs Ressourcen, vielmehr legen die verschiedenen Forschungsbereiche den Begriff schwerpunktmäßig unterschiedlich aus.
42 Die Mehrheit der Menschen verbringt 90% des Tages in Gebäuden. 50% des Primärenergieaufwands bzw. 35% der Emissionen an klimarelevanten Gasen werden durch Errichtung bzw. Nutzung von Gebäuden verursacht. 25% alle Abfälle stehen in Zusammenhang mit Baumaßnahmen. [Vier u.a. 07]
43 Vielfach wird der Begriff Ressourcen um die Faktoren Wissen und Kapital ergänzt. Diese Aspekte werden im Rahmen dieser Arbeit an anderer Stelle abgebildet (Faktor Kapital im Themenfeld Kosten Abs. D6.4.2 und die Faktoren Arbeit und Wissen im Themenfeld Soziokulturelle Faktoren Abs. D6.4.1.4/Kompetenzen Abs. D6.5.1). Damit werden auch die sozialen und ökonomischen Säulen des 3-Säulen-Modells an den benannten Stellen reflektiert.

Dabei werden folgende industriebauspezifische Aspekte aufgenommen (Abb. D39):

	Kriterien	Bau- bzw. industriebauspezifische Aspekte
Rohstoff	• Verfügbarkeit • Verbrauch • Transport • Schadstoffe	• Effizienz der Konstruktion • Baustoffverwendung • Bindung der Baustoffe (Recyclingfähigkeit) • Verfügbarkeit/Verbrauch von Luft, Wasser (Lärm, Abgase etc.)
Energie	• Versorgung • Verbrauch • Transport • Speicherung	• Energieverbrauch Betriebsphase vs Erstellungsphase • Betrachtung der Transportenergie (Erreichbarkeit, Waren, Produkt etc.) • Nutzung regenerativer Energiequellen (Versorgung) • Nutzung von Abwärme • Energieversorgung für Heizen/Kühlen/Wasser etc. • Tageslichtnutzung am Fertigungsplatz • Visualisierung der Verbräuche für die Mitarbeiter, Sensibilisierung
Boden (Standort)	• Verfügbarkeit • Qualität	• Standortoptimierung (Standortwahl, Gebäudedichte, Atmung der Gebäudestruktur, Nutzungsflexibilität der Flächen etc.) • Regeneration der Umgebungsfläche (Kompensationsmaßnahmen, Reduktion Erosion, Reduktion Schadstoffe, Emissionen, etc.) • Stabilität Wasserhaushalt (Regenwassernutzung, Durchlässigkeit der Flächen, Abwasserkontrolle etc.)

Abb. D39: Industriebauspezifische Ressourcen (© IIKE)

Auf diese Arbeit übertragen, bildet die Planung und Erstellung von Industriegebäuden einen Teil der „Wirtschaftsprozesse“. Sowohl der Planungsgegenstand Gebäude (Produktebene) als auch die Phasen der Planung, Erstellung und des Betriebs (Prozessebene) stehen als Aufgabe der Wirtschaft in der Verpflichtung, den endlichen Bestand an Ressourcen zu sichern und gleichzeitig die Bedürfnisse der Gesellschaft zu bedienen.

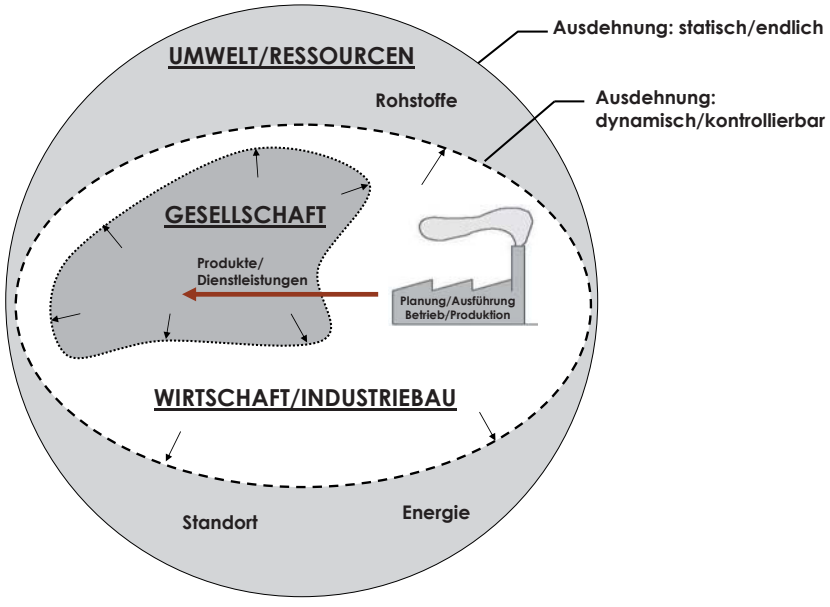


Abb. D40: Einbindung von Ressourcen im Gesamtsystem Industriebau (© IIKE in Anlehnung an ([Bast, Menz 08])

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BMVBS/BBR - Zukunft Bau.

Auf Basis der Bedürfnisbefriedigung der Gesellschaft lässt sich der Bau/Betrieb einer Fabrik in das Ressourcen-Bedürfnis Modell nach Bastianello/Menz integrieren (Abb. D40).
Die Bedeutung eines Industriegebäudes mit hoher Schnittstellenfunktion innerhalb des Gesamtsystems wird betont. Es liegt zu einem großen Teil in Händen der Wirtschaft, die maximale Haltung von Ressourcen im globalen Stoff- und Energiekreislauf und damit die möglichst geringe Belastung der Systeme durch Verbrauch und Emissionen etc. im Gesamtlebenszyklus sowohl des Industriegebäudes als auch der zu erstellenden Produkte der Unternehmen zu gewährleisten. Dabei treffen die Unternehmen, die Teil eines globalen Wirtschaftsnetzes sind, jedoch in zunehmendem Maße auf übergeordnete Aspekte, die ein nachhaltiges und verantwortliches Handeln zusätzlich erschweren bzw. eine Neuausrichtung des eigenen Handelns erfordern[44]:

- Die weltweite Verknappung energetischer Ressourcen und die daraus resultierende unvorhersehbare und instabile Energiepreisentwicklung erschweren die Entwicklung langfristiger Strategien.
- Statt auf ‚Vorsorge' sind politische Systeme immer noch auf eine nachsorgenden Umweltpolitik ausgerichtet, die zum Teil erst verzögert auf das Gesamtsystem wirken.
- Der übermäßige Verbrauch begrenzter fossiler Rohstoffe führt inzwischen zu spürbaren wirtschaftlichen, sozialen und auch geopolitischen Verwerfungen.
- Der Baubereich ist der Sektor der Technosphäre, der sich aufgrund der langen Lebensdauer der Gebäude am langsamsten ändert.

Für das Bauwesen und speziell den Industriebau lassen sich verschiedene Defizite identifizieren, die im Rahmen dieser Arbeit adressiert werden sollen:

- Die steigende Versorgungsunsicherheit, vor allem in Energie importierenden Staaten, erschwert die Wahl der Produktionsstandorte für die Unternehmen.
- Der globaler Klimaschutz und die damit verbundene Limitierung von Emissionsrechten erfordern veränderte Produktionsweisen, neue Standortüberlegungen etc.
- Die geringe Datenerfassung im Bereich Energieverbrauch von Produktionsanlagen erschweren ganzheitliche Optimierungsansätze. Zusätzlich werden die Aspekte der Energieeffizienz in Planung und Bau von Produktionsanlagen selten erfasst.
- Planungsprozesse sind nur unzureichend auf das Thema Ressourceneffizienz ausgerichtet, es liegt in den Händen der einzelnen Akteure Schwerpunkte zu setzen. Dies führt selten zu optimalen Ergebnissen (eindimensionale Planung).
- Die Unterschiedlichkeit der Lebensdauern von Gebäude, Produktionsanlagen, Medien etc. steigert den Komplexitätsgrad und erschweren integrative Lösungen.
- Die geringe Integration von Aspekten des Lebenszyklus bei Investitionsentscheidungen (Erstellungskosten vs. Betriebskosten) führen zu ineffizienten Lösungen im Gesamtlebenszyklus.
- Standortqualitäten werden selten umfassend ganzheitlich und zukunftsorientiert erfasst und in Standortentscheidungen integriert (Transport, Energieversorgung etc.).

44 Im Rahmen dieser Arbeit wird der Fokus der Defizitbetrachtung auf baurelevante Faktoren gelegt, da die Komplexität und Vernetzung mit allen Gesellschaftsbereichen hier zu weit gehen würde. Es handelt sich lediglich um Auszüge, die die Sensibilität für diese Thematik stärken soll.

- Aspekte der Nachhaltigkeit eines Gebäudes spielen bei Wertermittlungen eine steigende Rolle, dies erzeugt ein hohes Maß an Unsicherheiten auf Seiten der Bauherren.
- Da sich ressourcenrelevante Entscheidungen über den gesamten Planungs- und Erstellungsprozess und auch während des Betriebs sukzessive entwickeln, ist eine Datenbasis zur ganzheitlichen Bewertung des Systems Industriegebäude nur bedingt herzustellen.

Ablauf

Hohe Ressourceneffizienz und –integration (Produkt/Prozess) lassen sich vor allem durch die umfassende Analyse, Auswertung und Optimierung der unterschiedlichen Kreisläufe und eine robuste Abschätzung zukünftiger Entwicklungen erzielen.
Die individuelle Gewichtung der einzelnen Faktoren obliegt dem einzelnen Unternehmen, welches über die Zieldefinition klare Produkt- und Prozessvorgaben erarbeitet. Dabei steht, wie bereits beschrieben, die Bewertung von Umweltressourcen immer im Zusammenhang mit sozialen und ökonomischen Gesichtspunkten und kann nicht isoliert betrachtet werden.
Die Projektfrühphase besitzt eine entscheidende Weichenstellungsfunktion in der Umsetzung von Ressourceneffizienz und kann auf folgende Weise ablaufen (Abb. D41):

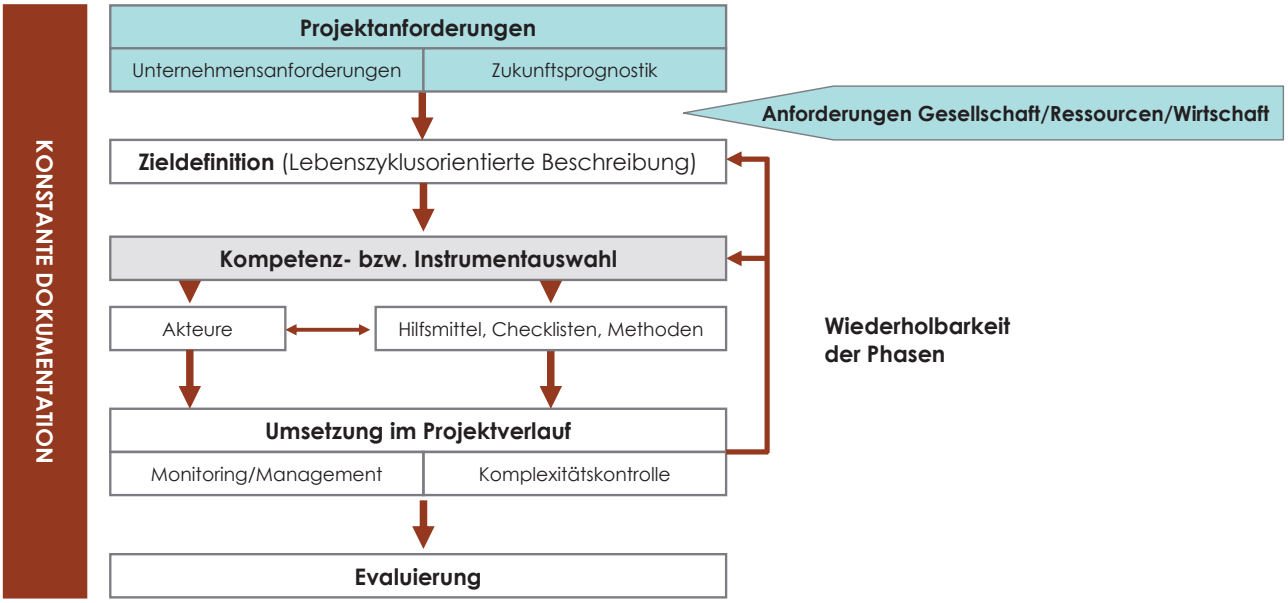


Abb. D41: Ablaufschema Faktor Ressourcen (© IIKE)

Wichtige Aspekte dieser Vorgehensweise sind:

- Projektanforderungen: Die spezifischen aktuellen und prognostizierbaren Anforderungen des Unternehmens im Bezug auf Ressourcen werden ermittelt und bewertet. Über die systematische Evaluierung zukünftiger Ereignisse werden mögliche Szenarien (positiv-negativ-Trend) abgeleitet, um stabile, belastbare und reaktionsfähige Optionen für zukünftige Entwicklungen aufzustellen (vgl. Abs. D6.6.27 - Methodensammlung).
- Zieldefinition: Über die Setzung klarer Zielvorgaben auf Basis sowohl interner (Unternehmen) als auch externer (Gesellschaft, Ressourcen, Wirtschaft) Anforderungen werden

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BMVBS/BBR - Zukunft Bau.

alle Akteure auf die Bedeutung, Gewichtung und Aufgabenverteilung im Planungsprozess vorbereitet und verbindlich beauftragt. Es gilt, eine maximal lebenszyklusorientierte Beschreibung zu gewährleisten.

- Kompetenzauswahl: Die Komplexität und Vernetzung mit allen beteiligten Fachgebieten erfordert hohes und sich konstant entwickelndes Fachwissen und Methodenkenntnis aller beteiligten Akteure (vgl. Abs. Akteure).
- Instrumentauswahl: Dem Bauwesen stehen unterschiedliche und auf verschiedene Aspekte zugeschnittene Einzelwerkzeuge zur Verfügung, die sich entweder einzelnen Planungs-, Bau- bzw. Betriebsphasen widmen oder auf bestimmte Bautypologien zugeschnitten sind (vgl. Abs. D6.6). Hier gilt es angemessene Instrumente auszuwählen und diese in den Gesamtablauf zu integrieren.
- Monitoring/Management: Über die Definition von Kriterien und Indikatoren, die in den jeweiligen Projekten die Umsetzung der unterschiedlichen Maßnahmen begleiten, wird ein konstanter Evaluierungsprozess eingeleitet, der die Zielvorgaben im Gesamtprozess prüft und deren Umsetzung konstant einfordert.
- Komplexitätskontrolle: Die Integration der verschiedenen Methoden trägt häufig zu einer weiteren Steigerung des Komplexitätsgrades von Industriebauten bei. Hier gilt es über eine Kosten-Nutzen-Analyse die Auslöser dieser Komplexitätssteigerung zu identifizieren und ggf. zu beheben.
- Evaluierung: Die systematische Integration einer ressourcen-orientierten Planungs- und Erstellungsphase ist nicht als standardisierte Vorgehensweise etabliert bzw. die Einzigartigkeit der jeweiligen Projekte (besonders im Industriebau kleinerer und mittlerer Unternehmen feststellbar), erlaubt keine ideal-typische Vorgehensweise. Es gilt die Erkenntnisse dieser Prozessketten zu dokumentieren und für spätere Umbauphasen des Gebäudes und der Anlagen nutzbar zu machen.

Wichtig im Ablauf ist die integrierte Betrachtung der systemrelevanten Faktoren aus Bau und Fabrikplanung. Die Disziplinen Bau und Fabrikplanung haben unterschiedliche Schwerpunkte in der Definition der Zielvorgaben und damit der Systemgrenzen[45] (Abb. D42).
Die Fabrikplanung zielt ab auf eine hohe Effizienz im Sinne optimierter und ökonomischer Produktionsprozesse. Wichtiger Aspekt ist die Wertschöpfung im Erstellungsprozess der Produkte (Werkstoff bis Produkt)[46] [Sche 04]. Im Bauwesen liegt der Fokus auf der effizienten Erstellung und dem Betrieb/Erhalt sowie der Gestaltung der Gebäudestrukturen (Baustoff-Bauteil bis Gebäude)[47].

45 Definition System: „Ein System ist eine Menge von Elementen und Beziehungen zwischen diesen Elementen (Relationen). Durch das Zusammenwirken der Elemente erfüllt das System eine übergeordnete Funktion. Ob ein Element zum System gehört oder nicht, bestimmt sein Beitrag zur Funktionserfüllung des Systems. Die Abgrenzung des Systems von seinem Umfeld – über die Spezifizierung der Funktion und die Auswahl der betrachteten Elemente und Relationen – erfolgt durch den Beobachter. In technischen Systemen besteht die Funktion des Systems in der zielgerichteten Überführung von Eingaben (Stoff, Energie, Information) in Ausgaben (Stoff, Energie, Information)." [Müll u.a. 09]

46 Die Aufgliederung in einzelne Teildisziplinen z. B. Logistikplanung (Werkstoff bis Kunde) wird an dieser Stelle nicht vorgenommen, da lediglich grundsätzliche Aspekte aufgezeigt werden sollen.

47 Auch hier sind Teildisziplinen integriert z. B. Tragwerksplanung (Bauteil bis Konstruktion), die unter den allgemeinen Begriff Bauwesen gefasst werden. Wichtig ist die oftmals noch starke Fokussierung auf die Erstellungsphase und die Missachtung der Betriebsphase und deren Auswirkungen (Zeit, Kosten, Qualitäten).

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BMVBS/BBR - Zukunft Bau.

Beiden Disziplinen gemeinsam ist die Betrachtung der betriebstechnischen Aspekte (Betriebsmittel bis Anlagen) und der Arbeitsplatzgestaltung/-optimierung (Mensch bis Arbeitsplatz), die jedoch mit zum Teil verschobenen Schwerpunkten von den Disziplinen bearbeitet werden (z. B. Ergonomie/Bau oder Arbeitsplatzeffizienz/Fabrikplanung).
Diese Einschränkung des Betrachtungsraumes der einzelnen Planungsbeteiligten führt zu einer geringen Integration der letztendlichen Auswirkungen wertschöpfender Tätigkeiten in Bezug auf die Entnahme von Ressourcen und auch deren Rückführung bzw. Verbrauch in Form von Abfällen, Emissionen, Abgasen, Lärm etc..

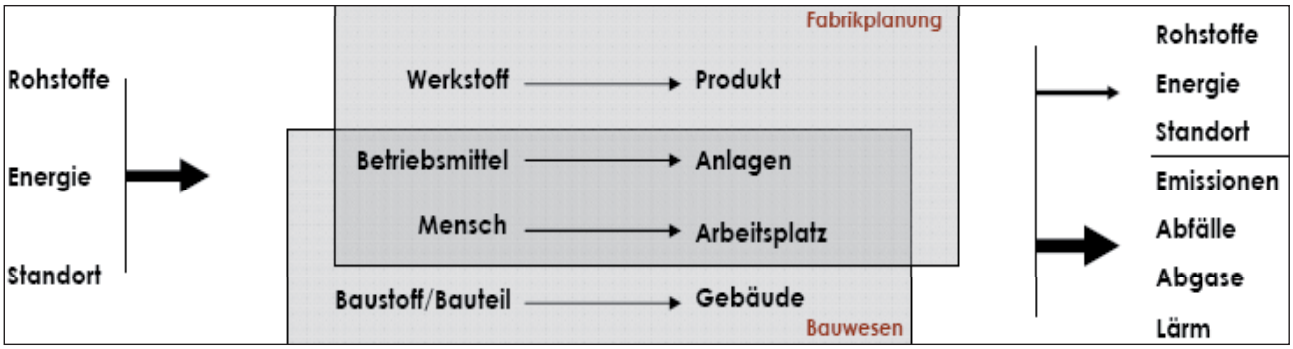


Abb. D42: Fokus der Betrachtung der Disziplinen Bauwesen und Fabrikplanung – Systemgrenzen bisher (© IIKE)

Der Forschungsbereich der Systemtheorie fordert ein Auflösen dieser bisher getrennten und in der Regel auf den fabrikinternen Betrieb beschränkten Systembetrachtung [Köni u.a. 09]. Es gilt, den Gesamtlebenszyklus von der Ressourcenentnahme über die Nutzung/Bindung bis zur Rückführung in strategische Entscheidungen zu integrieren, ohne die notwendigen Schwerpunkte der Teildisziplinen zu verlieren.
Bleibt das volkswirtschaftliche Ziel nach Wachstum erhalten, dann ist die maximale Rückführung von Ressourcen (Recycling) oder ihre hocheffiziente Nutzung mit geringen bis keinen Belastungen (Emissionen, Abfälle, Abgase, Lärm etc.) notwendig.

Einordnung Phasenmodell der Planungssystematik
Die Umsetzung einer ressourcenorientierten Gestaltung der Planungs- und Erstellungsprozesse hängt direkt mit der Aufweitung des Betrachtungszeitraums des zukünftigen Industriegebäudes zusammen.
Einhergehend mit einer geforderten Erweiterung der räumlichen Systemgrenzen müssen auch die zeitlichen Systemgrenzen erweitert werden, um die Auswirkungen einer Bautätigkeit ganzheitlich betrachten zu können [Köni u.a. 09]. Relevante Aspekte hierzu sind:
Gebäudelebensdauer: Besonders der Lebenszyklus eines Industriegebäudes unterliegt häufigen Veränderungen und hohen Unsicherheiten (vgl. Abs. D3). Die bewusste Entscheidung für eine angemessene Lebensdauer der Gebäudestrukturen kann sich auf den Planungsprozess und die Konfiguration des Gebäudes umfassend auswirken (Modularität, Plug-In Systeme etc.).

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BMVBS/BBR - Zukunft Bau.

Standortentwicklungen: Die langfristige Sicherung von Produktionsstandorten hat hohen Einfluss sowohl auf die Effizienz eines Industriegebäudes im Betrieb (Energieversorgung, Mitarbeiterstruktur etc.) als auch auf die Erstellungsphase (Transportzeiten Baumaterialien etc.). Dabei gilt es, kurzfristig erfolgreiche und langfristig sinnvolle Investitionsentscheidungen abzuwägen.
Nutzungszyklen: Die genaue Planung von Nutzungszyklen sowohl der Gebäudestruktur als auch der Produktionsanlagen ermöglicht eine systematische Synchronisation der Erhaltungs- und Umstellungsprozesse (Umbauphasen werden pro-aktiv erkannt und vorausschauend geplant), um Reibungsverluste zu minimieren und die Ressourceneffizienz zu erhöhen [Lams 08].
Rückbauzyklen: Die schon bei Planungsbeginn aufgestellten Strategien für das Lebensende eines Industriebaus oder auch seiner Teile (Umbau) wirken sich nachhaltig auf alle Gebäudelebensphasen aus. Eine umfassende Dokumentation sichert deren Umsetzung in der Zukunft [Grau, Hüsk 03].
Instandhaltungsphasen: Die konsequente Sicherung sowohl der Qualität des Gesamtgebäudes als auch die Abstimmung notwendiger Erneuerungen einzelner Bauteile verhindert Ausfallzeiten und sichert die Werterhaltung der Immobilie.
Energie- und Materialeinsatz sowie Emissionsreduktion in Bau und Betrieb: Eine konsequente Betrachtung der Stoffkreisläufe zielt ab auf eine hohe Effizienz des Verbrauchs von Energie, Rohstoffen und Boden. Gerade Industrieunternehmen stehen in ihrer Schnittstellenfunktion (Gesellschaft – Ressourcen) in der Verantwortung, eine maximale Rückführung/minimale Nutzung dieser Ressourcen vorzunehmen und die Umwelt mit geringen Emissionen zu belasten. Dabei muss ebenso erkannt werden, dass die Gesellschaft über den Konsum von Gütern entscheidenden Anteil an diesen Prozessen hat und die Industrieunternehmen in hohem Maße zwischen der Verantwortung für die Umwelt und der Bedienung des Marktes abwägen werden, um im globalen Wettbewerb Bestand zu haben.

Für den Planungs- und Erstellungsprozess hat eine ressourceneffiziente Betrachtung folgende Auswirkungen:
Informationsgewinnung: Eine konsequente Integration aller vorhersehbaren Zustände des Industriegebäudes über die Planung/Betrieb und deren Zusammenführung in die Projektfrühphase steigert eine effiziente Projekt- und Objektgestaltung.
Evaluation: Es gilt in allen Planungs-, Erstellungs- und Betriebsphasen die Bilanzierung der Ressourcenentnahme und -rückführung sowie die Belastung der Umwelt mit Schadstoffen zu prüfen, um die jeweilige Lebensphase ggf. zu optimieren und sich ändernden Anforderungen anzupassen.

Die Schärfung des Blickes auf die komplexen Auswirkungen aller Entscheidungen im Gesamtlebenszyklus ist entscheidendes Kriterium einer erfolgreichen Integration im Planungs-, Erstellungs- und Betriebsprozess eines Industriebaus.
Der Schwerpunkt konzentriert sich auf die Projektfrühphasen, die Entscheidungen sind aber zugleich anhand der erwarteten zukünftigen Anforderungen und realen Bedingungen in allen Projektphasen konstant und wechselseitig zu prüfen (Abb. D43).

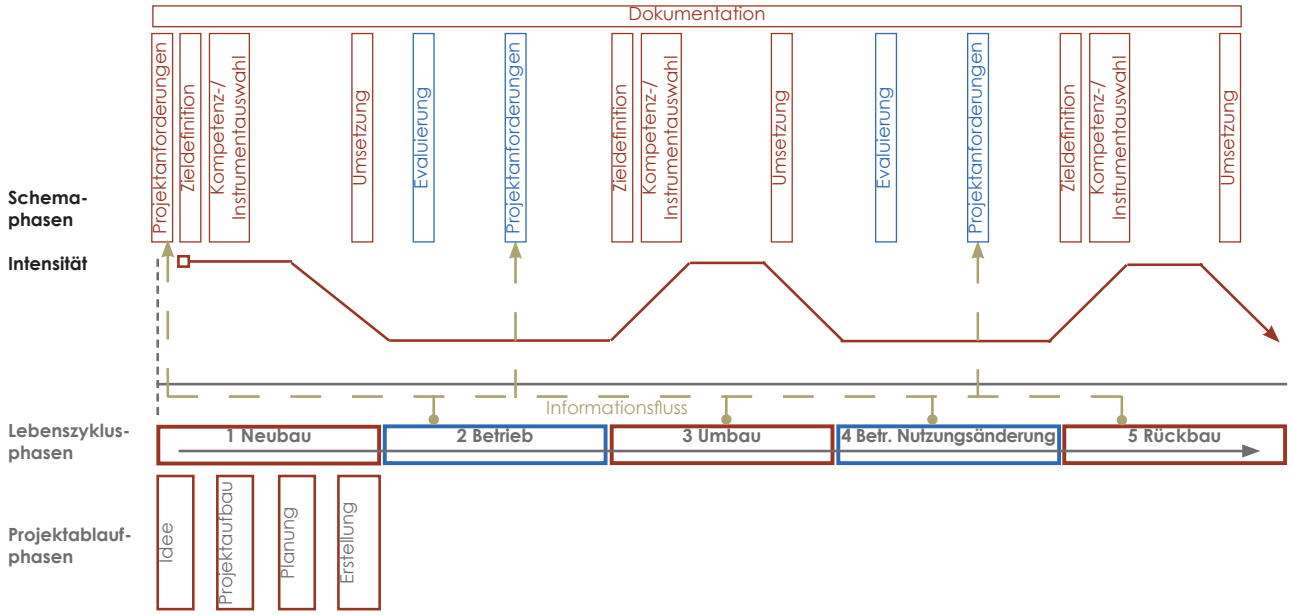


Abb. D43: Integration des Faktors Ressourcen im Gesamtlebenszyklus (© IIKE)

Akteure

Die Integration des Faktors Ressourcen ist an komplexe Prozessketten und vernetzte Inhalte gebunden. Sie gelingt nur, wenn in interdisziplinärem Austausch gearbeitet wird.
Bastianello/Menz stellen die hohe Verantwortung des Unternehmers/Bauherrn in einer umfassenden Zielerfassung und –beschreibung heraus. „Die Bereitschaft des Auftraggebers, nachhaltige Ziele im Programm zu definieren und sie auch umzusetzen, spielt für Planer und Ausführende eine entscheidende Rolle und ist für den Erfolg des Projekts ausschlaggebend“ [Bast, Menz 08]. Dies deckt sich mit den Erkenntnissen zu den Faktoren Bedarf und Kompetenzen (Abs. D6.4.1.1/D6.5.1).
Die Vorreiterrolle der öffentlichen Hand, die in vielen Projekten auf regionaler und internationaler Ebene Einsatz zeigt, hat die Sensibilität für die Thematik gestärkt [Bast, Menz 08]. Auch die Wirtschaft zeigt sich laut Erfahrungen im Forschungsteam in den letzten Jahren zunehmend aufgeschlossen für Ressourceneffizienz in allen Betrachtungsebenen (Standortfaktoren, Betrieb etc.). Hier spielt auch die zunehmende Imagewirksamkeit von Nachhaltigkeitsfaktoren in der Gesellschaft für viele Unternehmen eine Rolle (vgl. Abs. D4.2). In folge der Erkenntnis, dass Ressourcenoptimierung in Planung, Erstellung und Betrieb in hohem Maße positive Auswirkungen auf die Faktoren Qualität, Zeit und Kosten hat, werden Berater und Planer zunehmend diesbezüglich nachgefragt. Gleichzeitig spiegeln Normen, Gesetze und Richtlinien, die die tägliche Arbeit aller Planungsbeteiligten begleiten, zunehmend ressourcenrelevante Aspekte wider.
Die konsequente Umsetzung ressourceneffizienter Industriebauten bedarf auch der Integration des Fachwissens aus dem Kompetenzbereich Ausführung im Planungsprozess. Tendenzen zur frühzeitigen Einbindung der ausführenden Unternehmen (Beraterrolle, Partnerschaftsmodelle, Generalunternehmertum etc.) bieten Möglichkeiten für das Planungsteam,

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BMVBS/BBR - Zukunft Bau.

auf Fachwissen zuzugreifen und auch die Ausführer frühzeitig in ihrer Verantwortung für den Projekterfolg zu stärken.
Dem gesamten Planungsteam stehen Methoden und Hilfsmittel zur Verfügung, die sich zum Teil auf unterschiedliche Schwerpunkte konzentrieren. Das Planungs- und Ausführungsteam muss diese Werkzeuge kennen, einsetzen können und Veränderungen/Anpassungen der Werkzeuge tragen. Die Verarbeitung großer Datenmengen und Informationen aus vielfältigen Disziplinen (Biologie bis Ökonomie) erfordert eine hohe Vernetzung der Disziplinen und ihrer verschiedenen Akteure über den Gesamtlebenszyklus eines Industriebaus.
Für die Beschreibung des Lebenszyklus der Industriebauten und der Ableitung notwendiger Konsequenzen für Planung, Bau und Betrieb weisen Experten den simultanen Einsatz der Ökobilanzierung und der Lebenszykluskostenberechnung aus [Köni u.a. 09]. Über die Erkenntnisse der Auswirkungen des Gebäudes auf Stoffströme und deren gleichzeitige Abbildung in ökonomischer Hinsicht lassen sich stabile Entscheidungen für Planung, Bau und Betrieb treffen. Im Einzelnen können jedem der beiden Teilbereiche unterschiedliche Methoden, Werkzeuge oder Hilfsmittel zugewiesen werden.

Checkliste Kernaufgaben
Im Rahmen der Forschungsarbeit wurden die folgenden Kernaufgaben zur Bedienung des Faktors Ressourcen identifiziert:
- Entwicklung effizienter Flächen- und Raumstrukturen
- Überprüfung der Verfügbarkeit und Versorgungssicherheit von Ressourcen
- Ganzheitliche Bilanzierung der geplanten Bau-, Betriebs- und Werkstoffe sowie der Emissionen und Umweltbelastungen
- Nutzung effizienter, intelligenter Energiekonzepte
- Nutzung regionaler Stärken (Baustoffe, Materialien, Dienstleistungen, Handwerk etc.)

D6.4.1.4 Soziokulturelle Faktoren

Grundlagen

Der Leitfaden *Nachhaltiges Bauen* des Bundesamtes für Bauwesen und Raumordnung stellt fest: „Nachhaltiges Planen erfordert auch die gleichberechtigte Berücksichtigung der sozialen und kulturellen Auswirkung des Bauvorhabens. Neben der städtebaulichen bzw. landschaftsräumlichen Integration haben funktionale, gestalterische, denkmalpflegerische und andere den Menschen berührende Aspekte maßgebliches Gewicht." Die Nachhaltigkeit von Gebäuden wird hier bewertet nach *ökologischen, ökonomischen und soziokulturellen Kriterien*. In Anlehnung an den Leitfaden beschreibt der Begriff *Soziokulturelle Faktoren* im Folgenden „Anforderungen (…) an Integration in die Umgebung und Gestaltung (Außenwirkung) [des Gebäudes] und Innenraumbeziehung zum Menschen (Innenwirkung)" [Bund 01].

Im Industriebau prägen die Baustrukturen den wahrnehmbaren Auftritt des Unternehmens sowohl nach innen für die Mitarbeiter als auch nach außen für Kunden und Gesellschaft. Ziel der baulichen Gestaltung in diesem Kontext ist die Kongruenz von Unternehmensphilosophie und baulichem Auftritt auf der einen Seite sowie die positive Beeinflussung der Leistungsfähigkeit und -bereitschaft der Mitarbeiter und Unternehmensprozesse auf der anderen. Die Berücksichtigung soziokultureller Faktoren vereint damit unternehmenskulturelle mit wirtschaftlich-strategischen Zielen.

Schalcher beschreibt Gebäude in Bezug auf ihre Funktion als Subjekt, Objekt und Mittel von bzw. der Kommunikation (Abb. D44) [Scha 09]. Er weist darauf hin, dass jedes Gebäude zwangsläufig alle diese Funktionen parallel und miteinander verknüpft übernimmt und betont die Bedeutung, die einer gezielten Entwicklung eines „Kommunikationskonzeptes" in Bezug auf Zielgruppen und vermittelte Werte und Botschaften zukommt.

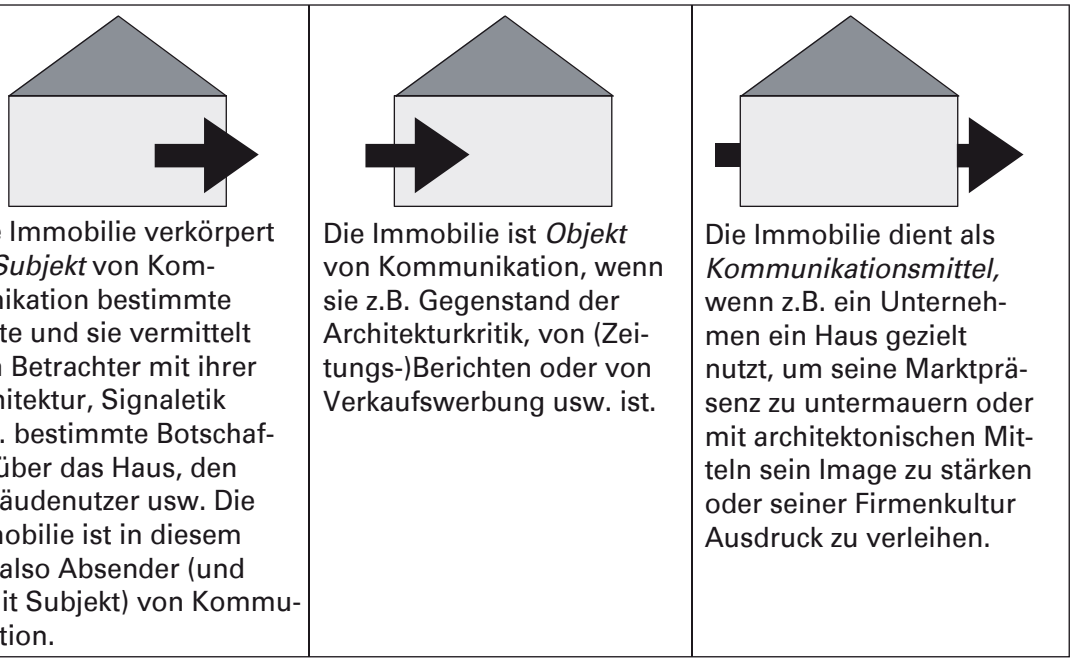


Abb. D44: Gebäude als Subjekt, Objekt und Mittel von bzw. der Kommunikation [Scha 09]

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BMVBS/BBR - Zukunft Bau.

Schenk bezeichnet Fabriken als „sozio-technische Systeme“. Ziel von Fabrikplanung und Betrieb ist die „Einheit von Technik, Organisation und Personal“ [Sche 04]. Industriegebäude müssen in ihrer räumlichen und strukturellen Gestaltung folgerichtig die Integration der Mitarbeiter in die Betriebsprozesse unterstützen. Dies betrifft Ergonomie, Baubiologie und Wohlfühlfaktoren genauso wie die sozialen Strukturen (Kommunikation, Identifikation mit dem Unternehmen etc.).
Bei steigendem internationalen Konkurrenzdruck und sinkendem Fachkräfteangebot auf dem Arbeitsmarkt spielt die Attraktivität als Arbeitgeber zunehmend eine Rolle. Neben Anreizen finanzieller und inhaltlicher Art hat in diesem Kontext das Arbeitsumfeld Bedeutung. Dies bezieht sich nicht nur auf die unmittelbare Arbeitsplatzgestaltung, sondern betrifft bei zunehmender Flexibilisierung des Arbeitsmarktes auch sogenannte weiche Standortfaktoren (Lebensumfeldqualitäten am Arbeitsort) und Life-Balance-Angebote (soziale Einrichtungen etwa im Bereich Familie, Gesundheit und Verpflegung, Teilzeitmodelle etc.), die die Integration von privatem und beruflichem Leben erleichtern.
Ein Indiz für die Bedeutung der Mitarbeiter lässt sich aus den Kostenstrukturen ableiten, denen deutsche Unternehmen unterliegen (Abb. D45, betrachtet am Beispiel Büroflächen): Einem Anteil von 80 % Personalkosten stehen hier etwa 20 % an Flächenkosten gegenüber, von denen noch einmal über zwei Drittel auf den Gebäudebetrieb entfallen. Nur 6 % der Gesamtkosten werden also bei der Erstellung von Gebäuden verursacht [Hlaw 03]. Das Verhältnis Gebäude- zu Personalkosten von Fabriken mag sich im Detail und branchenabhängig anders darstellen als im Bürobau (hierzu wurden keine Quellen gefunden), wird aber mit abnehmendem Niedriglohnsegment in der Produktion und zunehmender Spezialisierung in Hochtechnologiebranchen an Bedeutung gewinnen.

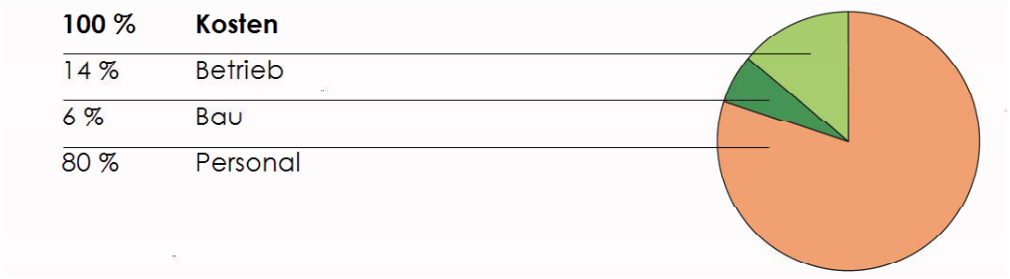


Abb. D45: Kostenstrukturen im Bürobau (© IIKE nach [Hlaw 03])

Zudem belegen aktuelle Studien, dass in puncto Wohlbefinden und Produktivität der Mitarbeiter erhebliche Verbesserungspotentiale bestehen. So haben 87 % der deutschen Arbeitnehmer eine geringe oder keine emotionale Bindung an ihren Arbeitgeber (Abb. D46), was sich deutlich auf Krankenstand (Abb. D47), Fluktuation und Engagement u. a. auswirkt [Nink 09].

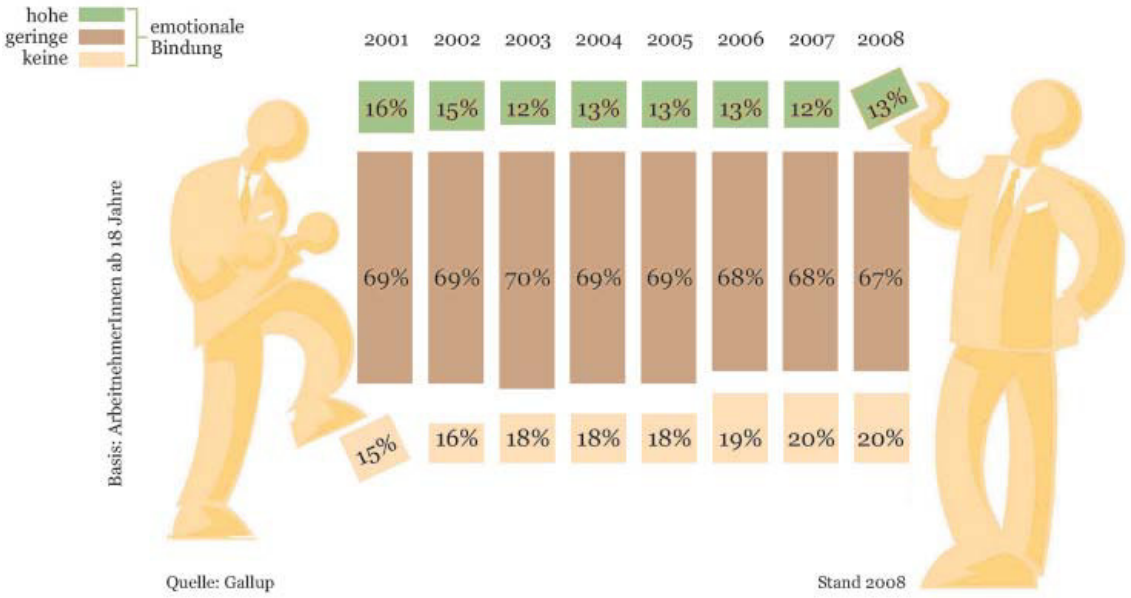


Abb. D46: Emotionale Bindung der Mitarbeiter in Deutschland [Nink 09]

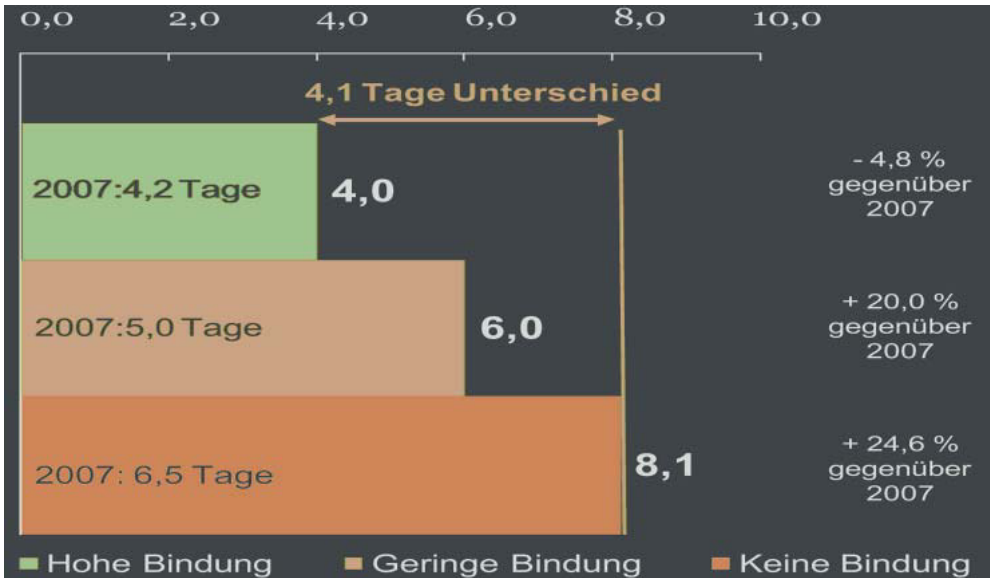


Abb. D47: Korrelation Krankenstand und emotionale Bindung [Nink 09]

In Bezug auf den Krankenstand der Mitarbeiter stehen zunehmend vor allem chronische Erkrankungen im Fokus, die für viele Unternehmen zum steigenden Kostenfaktor werden. Eine aktuelle Untersuchung des World Economic Forum [Worl 10] belegt: Durch geeignete Gesundheitsprogramme ließen sich in europäischen Unternehmen durchschnittlich 400 € pro Mitarbeiter im Jahr messbares ROI („return of investment“) im Bereich Produktivität und Gesundheitskosten erzielen. Voraussetzung ist eine systematische Herangehensweise:
Auf der Basis robuster Analysen der spezifischen Kernfaktoren im Betrieb muss eine „strategische Vision“ entwickelt und verbindlich in die Unternehmenskultur eingebunden werden

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BMVBS/BBR - Zukunft Bau.

sowie geeignete Maßnahmen zur Adressierung der einzelnen Mitarbeiter und des Umfeldes am Arbeitsplatz und im Lebensumfeld implementiert werden.[48] Die Studie gibt keinen Aufschluss darüber, in welcher Form das räumliche, bauliche oder funktionale Umfeld auf die Gesundheit der Mitarbeiter Auswirkung hat. Zusammenhänge werden jedoch von Cernavin u. a. im Bezug auf Büroflächen belegt [Cern u.a. 06].
Neben der Befriedigung physischer und materieller Bedürfnisse wirkt sich auf die Mitarbeiterzufriedenheit die Identifikation mit dem Unternehmen aus [Döri 05], also die Wahrnehmung der Unternehmensidentität und der eigenen Position innerhalb des Unternehmens. Die Identifikation mit dem Unternehmen erfüllt menschliche Bedürfnisse nach Orientierung, Zugehörigkeit, Selbstwert und Sinn. Jeder Mitarbeiter entscheidet dynamisch ständig neu, inwieweit er sich auf seine Individualität besinnt oder sich als Mitglied einer oder mehrer Gruppen im Unternehmen wahrnimmt. Der Mensch neigt dazu, Eigengruppen auf- und Fremdgruppen abzuwerten. Er verbindet dies mit entsprechendem Sozialverhalten. Die Identifikation der Mitarbeiter mit dem Unternehmen korreliert mit erfolgswichtigen Faktoren wie hoher Arbeitszufriedenheit, geringer Fluktuation und besserer Arbeitsleistung. Die Baustrukturen spielen als wahrnehmbarer Teil des Unternehmens in diesem Kontext eine Rolle. Die Wahrnehmung äußerer Attribute soll mit den gefühlten Unternehmenswerten übereinstimmen, da widersprüchliche Erscheinungsformen eine Identifikation verhindern.
Im Zeichen zunehmender Anforderungen an die Wandlungsfähigkeit von Unternehmen (Abs. D6.4.1.2) steigt die Bedeutung der Mitarbeiter: „Bei den dargestellten Veränderungsprozessen kommt es darauf an, wie experimentierfreudig und lernfähig eine Fabrik mit ihrer Organisation und ihrem Personal ist. Soll das in der Fabrik wirkende Personal mit dieser Wandlungsfähigkeit Schritt halten, so muss es sich auf immer kürzer werdende Einführungszeiten für neues Wissen, neue Techniken, Technologien und Organisationsformen einstellen [Wild 99]. Damit verlagert sich das Experimentieren mehr und mehr direkt in die Fabrik.
Das Lernen erfolgt in kürzeren Zeitabschnitten, die Qualifizierung wird während des laufenden Betriebes durchgeführt [Schu u.a. 02]. Neue Lernplattformen sind hierzu notwendig [Sche 02]. Dabei steigt die Bedeutung der Partizipation von Mitarbeitern an Entscheidungs- und Veränderungsprozessen [Sche 04]. So scheitern viele Veränderungsprozesse in Unternehmen an der mangelnden Integration der Mitarbeiter (Abb. D48). Schönheit stellt fest: „Der Mensch ist in der Fabrik der Zukunft das Maß für Veränderbarkeit.“ In diesem Sinne bestehe für viele Unternehmen eine „Notwendigkeit der Veränderung der Organisationsstruktur“: „Gefragt sind psychosoziale Fähigkeiten (…), eingebettet in eine neue Kultur des Miteinanders und in der Fähigkeit zur Deeskalation von Konflikten.(…) Veränderung ist nur dort nachhaltig erfolgreich, wo es gelingt, die Beteiligten von Beobachtern zu Verantwortlichen zu entwickeln“ [Schö 04].

48 Die Studie bietet neben einem Berechnungsmodell zur Erfassung der Potentiale in einem Unternehmen bewertete Angaben zu Risikofaktoren und konkrete Handlungsanweisungen in Bezug auf Lösungsansätze (vgl. http://wellness.weforum.org, zuletzt geprüft am 01.03.2010).

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BMVBS/BBR - Zukunft Bau.

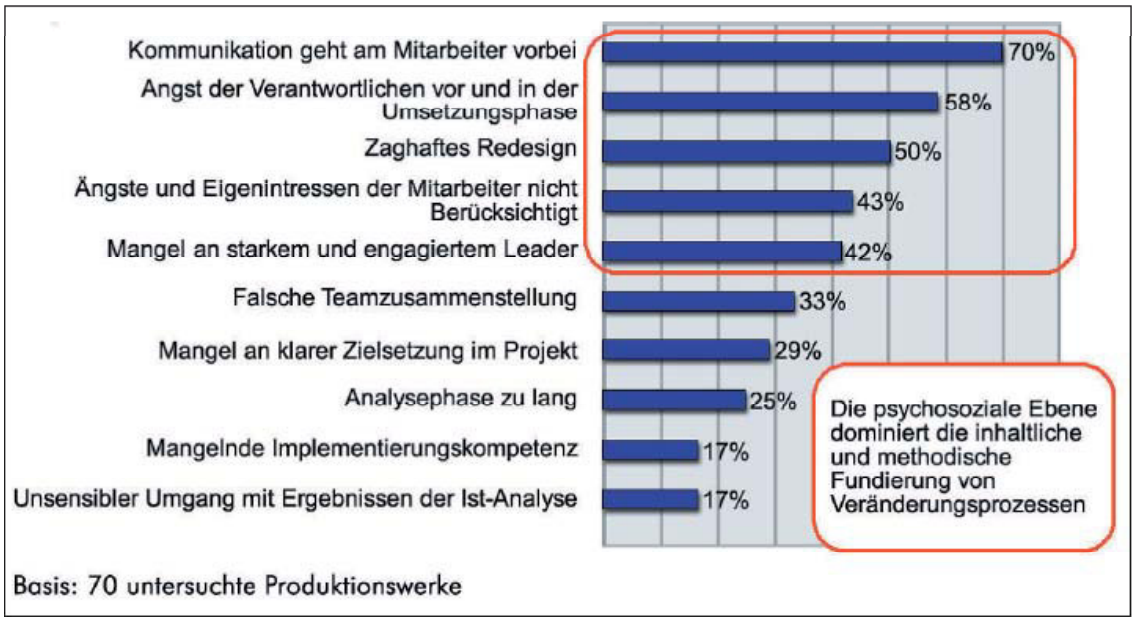


Abb. D48: Grenzen und Behinderungen bei der Umsetzung von Veränderungsprozessen [Schö 04]

Die Förderung des individuellen Lernens spielt insbesondere auch in Anbetracht des demographischen Wandels mit zunehmend älteren Belegschaften und dem strukturellen Wandel hin zur Dienstleistungsgesellschaft eine große Rolle für die Zukunftsfähigkeit von Unternehmen. Das Wissen der Mitarbeiter bildet einen unternehmenskulturellen und einen wirtschaftlichen Wert. Es ist für Unternehmen zunehmend ein erfolgswichtiger Faktor, da der Anteil der Wissensarbeit steigt und prägend für die Leistungsfähigkeit der betriebsinternen Prozesse ist. Geeignete bauliche Strukturen und Arbeitsumfelder können die Kommunikation zwischen den Mitarbeitern fördern, die Transparenz der betriebsinternen Prozesse steigern und einen positiven Lernkontext schaffen, der die persönliche Entwicklung der Mitarbeiter und die kontinuierliche Verbesserung der Betriebsstrukturen erlaubt.
Im Bereich Innenwirkung von Gebäuden liegen also wesentliche Optimierungspotentiale. Kernziel einer strategischen Baugestaltung ist es, einen Beitrag zur Verbesserung des Arbeitsumfeldes zu leisten. Es sind räumliche Bedingungen zu schaffen, die

- optimale Alltags- und Arbeitsprozesse gewährleisten,
- die Leistungsfähigkeit und Entwicklung von Fertigkeiten der Mitarbeiter geistig, emotional und körperlich unterstützen,
- die Leistungsbereitschaft der Mitarbeiter fördern, indem sie dazu beitragen, ihre menschlichen und sozialen Bedürfnisse zu befriedigen und
- Identifikationspotentiale mit dem Unternehmen und den Unternehmenswerten bieten.

Im Bezug auf die Außenwirkung des Gebäudes lässt sich unterscheiden zwischen marktstrategischen und unternehmenskulturellen Motiven. Zielen marktstrategische Motive direkt auf die Steigerung einer positiven Wahrnehmung des Unternehmens durch den Kunden zur Absatzförderung der Produkte ab, so beziehen sich unternehmenskulturelle Motive auf die Verankerung der Werte und des Selbstbildes des Unternehmens in seinem gesellschaftlichen und örtlichen Umfeld. Gerade für mittelständische Unternehmen ist eine stabile

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BMVBS/BBR - Zukunft Bau.

Integration des Betriebes in ihr geschäftliches, personelles, soziales und politisches Umfeld in der Regel von existenzieller Bedeutung. Imagebildende Maßnahmen und die Übernahme sozialer Verantwortung (etwa durch Kulturförderung, Betriebskindergärten etc.) können diese Position stärken. Die baulichen Anlagen bilden durch eine anspruchsvolle Gestaltung als Teil der Stadt (oder der Landschaft) einen Beitrag zur Baukultur und können über geeignete Veröffentlichungen Bekanntheit und Wiedererkennungswert des Unternehmens erhöhen. In der Einschätzung der Forschungspartner gewinnen imagewirksame Faktoren für Unternehmen in Deutschland zunehmend an Bedeutung. Insbesondere der Faktor Ressourcen (Abs. D6.4.1.3) wird durch seine steigende Wahrnehmung in der Gesellschaft als imageprägend empfunden, so dass neben dem ökonomischen und ökologischen Nutzen in der ressourcenschonenden Gebäudegestaltung auch ein marktstrategischer Mehrwert mit hoher Außenwirkung gesehen werden kann.
Kernziele der strategischen Baugestaltung in Bezug auf die Außenwirkung sind

- die Schaffung eines imagewirksamen Außenauftritts,
- die Einbindung des Unternehmens in sein Umfeld sowie
- die Gestaltung der Baustrukturen als Beitrag zu einer lebensfreundlichen Umwelt und zur Steigerung von Baukultur und Standortqualitäten.

Ablauf
Die Integration soziokultureller Faktoren im Planungs- und Erstellungsprozess kann nach folgendem Ablaufschema erfolgen (Abb. D49):

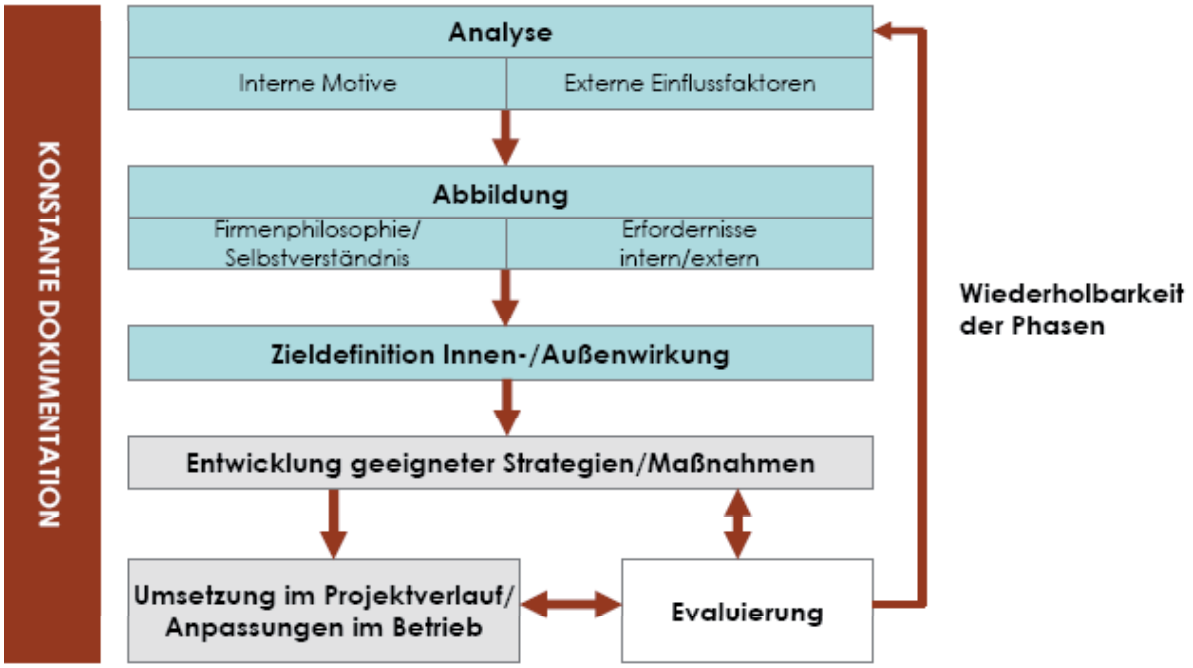


Abb. D49: Ablaufschema Soziokulturelle Faktoren (© IIKE)

Die einzelnen Schritte dieser Vorgehensweise sind wie folgt zu beschreiben:

- Analyse: Die Untersuchung der unternehmensinternen Motive und relevanten externen

Einflussfaktoren bildet die Basis für eine strukturierte Vorgehensweise. So wird die Ausgangssituation z. B. in Bezug auf soziale, wirtschaftliche und politische Standortfaktoren untersucht. Ggf. müssen geeignete Datengrundlagen zur Bewertung der einzelnen Parameter erhoben werden (Bsp. Kommunikationsanalyse vgl. Abs. D6.4.2.3). Gleichzeitig müssen interne Fragen z. B. bezüglich Wertevorstellungen und langfristige Markt- und Personalstrategien betrachtet werden, die ggf. anhand von Entwicklungsszenarien zu prüfen sind (vgl. Abs. D3).

- Abbildung: Die Analyse der Grundlagen mündet in die Definition unternehmensphilosophischer Grundsätze und die Aufstellung eines Kataloges der internen und externen Erfordernisse bezüglich der soziokulturellen Entwicklung.
- Zieldefinition: Auf der Basis der Grundsätze und Erfordernisse werden konkrete Ziele in Bezug auf die Außen- und Innenwirkung definiert.
- Strategie-/Maßnahmenentwicklung: Zur Erreichung der Ziele werden geeignete Strategien und Maßnahmen entwickelt und mit Kosten-Nutzen-Analysen und Zeitzielen hinterlegt. Dieser Schritt kann je nach Ausgangslage und spezifischen Anforderungen des Projektes in die Erarbeitung von gezielten Einzelmaßnahmen münden oder den Aufbau eines ganzheitlichen Unternehmensauftrittes im Sinne einer Corporate Identity zur Folge haben (vgl. Abs. D6.6.4 Corporate Architecture), die weit über bauliche Fragestellungen hinausgeht.
- Umsetzung: Die Strategien und Maßnahmen werden anschließend im Projekt umgesetzt. Im Bezug auf den Planungsgegenstand Industriegebäude kann dies architektonisch-städtebauliche, betriebliche, funktionale und technisch-konstruktive Aspekte betreffen.
- Evaluierung: Da Innen- und Außenwirkung immer auf menschliche oder soziale Prozesse abzielen, ist eine eindimensionale Abschätzung und Bewertung des Erfolges von Maßnahmen und Strategien in der Regel schwierig. Es empfiehlt sich daher, eine prozessbegleitende Evaluierung vor, während und nach der Umsetzung sowie während des Betriebs durchzuführen. Die Einbindung der Zielgruppe der jeweiligen Maßnahme in den Prozess kann die Zielführung und Akzeptanz erheblich steigern (vgl. Abs. Akteure).
- Anpassung: Auf der Basis der Evaluierungsergebnisse ist ggf. eine Anpassung und Veränderung soziokultureller Faktoren im Betrieb vorzunehmen oder die Wiederholung einzelner Ablaufschritte in Erwägung zu ziehen.

Einordnung Phasenmodell der Planungssystematik

In der Regel verfügen Unternehmen, die sich mit der Planung von Industriegebäuden befassen, schon im Vorfeld mehr oder weniger explizit über unternehmensphilosophische Grundsätze und Wertevorstellungen. In der Frühphase der Planung gilt es, diese in sinnvollem Umfang aufzubereiten und mit externen Faktoren abzugleichen. Der Praxiserfahrung der Forschungspartner zufolge ist es für den Projektverlauf und die Zusammenarbeit im Planungs- und Erstellungsteam hilfreich, zu Projektbeginn einen Einblick in diese Grundlagen zu erhalten, da sie zum Verständnis der Unternehmenskultur und der Unternehmensziele beitragen. Während die Schemaphasen Analyse, Abbildung und Zieldefinition (Abb. D50) in der Frühphase der Ideenfindung und des Projektaufbaus vorangetrieben werden sollen, so finden die Phasen Entwicklung, Evaluierung und Umsetzung konkreter Maßnahmen während der

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BMVBS/BBR - Zukunft Bau.

Planung und Erstellung statt. Da Unternehmensziele und externe Einflussfaktoren einem stetigen dynamischen Wandel unterworfen sind, ist eine dauerhafte und starre Definition soziokultureller Faktoren nicht möglich[49]. Während des Betriebs und insbesondere im Rahmen von Umbauprojekten sind die Innen- und Außenwirkung regelmäßig zu evaluieren und ggf. Anpassungen bzw. grundsätzliche Veränderungen vorzunehmen. Für die Phase des Rückbaus sind bei Bedarf Maßnahmen in Bezug auf die Außenwirkung der Maßnahmen zu prüfen (z. B. im Falle eines hohen Identifikationspotentials/gestalterischen Wertes des Gebäudes oder im Bezug auf mögliche Umweltbelastungen für die Nachbarschaft).

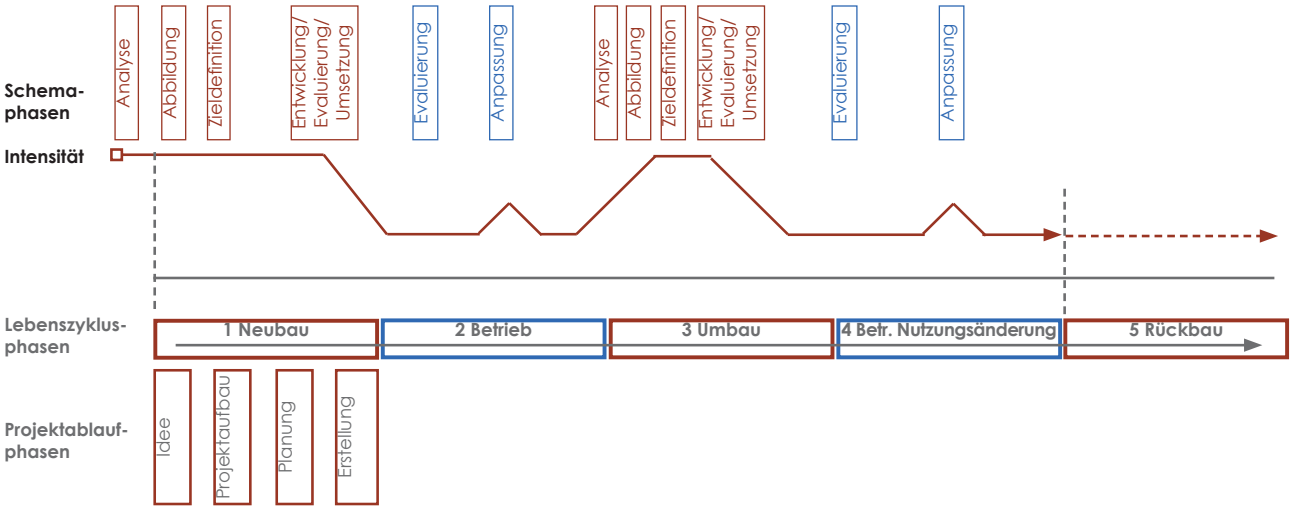


Abb. D50: Integration soziokultureller Faktoren im Lebenszyklus (© IIKE)

Akteure

Die Definition der Ziele, Strategien und Maßnahmen in Bezug auf soziokulturelle Faktoren liegt in der Verantwortung des Bauherrn. Er muss entscheiden, in welcher Form und in welchem Umfang er die Innenwirkung und Außenwirkung seiner Bauwerke beeinflussen will und welche Bedeutung er ihnen im Zusammenhang mit der Definition der Unternehmenswerte und der Gestaltung anderer wahrnehmbarer Unternehmensattribute (Produkte, Marketing, Kundenauftritt etc.) einräumen möchte. Ggf. sind schon in die Phasen Analyse bis Zieldefinition geeignete Partner (Moderatoren, Marketingexperten, Fachleute in Bezug auf Personal- und Arbeitsplatzgestaltung etc.) mit beratender Funktion zu integrieren.
Sowohl in Bezug auf die Innen- als auch auf die Außenwirkung ist die Kompetenz der beteiligten Planer sicher zu stellen. So bedarf es der gestalterischen Kompetenz von Architekten in Bezug auf Wohlfühlfaktoren, Identifikationspotentiale und Funktionalität nach innen sowie

49 Vgl. hierzu auch [Scha 09] zum Thema Immobilien als Subjekt, Objekt und Mittel der Kommunikation: „Weil sich die Wirkungsbedingungen von Kommunikation (Marktsituation, Wirtschaftslage, Konkurrenzfeld, Wahrnehmung durch wichtige Zielgruppen usw.) im Laufe der Zeit und von Lebensabschnitt zu Lebensabschnitt einer Immobilie ändert, ist Immobilien-Kommunikation stets als Prozess zu verstehen. Dieser Prozess muss von Anfang an und sowohl in seinen einzelnen Schritten als auch in seiner Gesamtheit gut geplant und systematisch umgesetzt werden."

Repräsentativität und städtebauliche Kriterien nach außen. Gleichzeitig sind fabrikplanerische Kompetenzen in Bezug auf Personalbedarfe, die prozessnahe Entwicklung der Arbeitsplätze und Funktionsbereiche gefordert.
Die erfolgreiche Umsetzung soziokultureller Maßnahmen ist in hohem Grade abhängig von der Akzeptanz durch die jeweilige Zielgruppe. Daher ist für die Innenwirkung die Einbindung der betroffenen Mitarbeiter sowohl in Bezug auf die Arbeitsabläufe als auch die Gestaltung sozialer Funktionen und Angebote sinnvoll, um die jeweiligen Bedürfnisse und Notwendigkeiten zu erfassen. Für die Außenwirkung sind in geeignetem Umfang Kunden, Öffentlichkeit, Nachbarn sowie Vertreter von Städten und Gemeinden einzubeziehen.

Checkliste Kernaufgaben
Im Rahmen der Forschungsarbeit wurden die folgenden Kernaufgaben zur Bedienung soziokultureller Faktoren identifiziert:

- Beschreibung der Firmenphilosophie und Corporate Identity
- Prüfung/Entwicklung von Maßnahmen zur Übernahme von sozialer Verantwortung
- Schaffung von mensch-gerechten Arbeitsplätzen und -umfeldern
- Erfüllung von Anforderung/Bedarf an weiche Standortfaktoren, Life-Balance- und Sozialangeboten
- Sicherstellung der baulichen Gestaltungsqualität
- Nutzung von imagebildenden Potentialen
- Beachtung von lokalen Traditionen

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BMVBS/BBR - Zukunft Bau.

D6.4.2 Themenfeld Kosten

Grundlagen

Die Zeit sowie die Investitionskosten und Nutzungskosten spielen im Allgemeinen für den wirtschaftlichen Erfolg von Bauprojekten eine wesentliche Rolle (vgl. beispielsweise [Proj 00]. Der Zeitaspekt ist relevant, da oftmals sowohl eine zu lange als auch eine zu kurze Bauzeit nicht den wirtschaftlichen Anforderungen des Bauherrn genügen. Ähnlich verhält es sich mit den Investitionskosten, die im Allgemeinen nicht den anfangs definierten Rahmen überschreiten dürfen, da dieser die Finanzierungsobergrenze des Bauherrn darstellt. Vermehrt stehen auch die Fragen der Nutzungskosten und des Kosten-Nutzen-Verhältnisses im Mittelpunkt, da diese eine weitergehende Sicht auf das Bauprojekt bzw. -objekt bis hin zu einer Wirtschaftlichkeitsberechnung erlauben. Vor diesem Hintergrund kommen der Investitionskosten-, Nutzungskostenplanung und der Betrachtung von Kosten-Nutzen-Aspekten (beispielsweise in Form der whole-life cost oder der Kosten-Nutzen-Analyse) eine hohe Relevanz während des Lebenszyklus zu[50].

Das Themenfeld der Kosten (vgl. auch Teil C Abs. C1.3, C1.4.4) ist oftmals geprägt von Problemen, die ihren Ursprung in einem unterschiedlichen Begriffsverständnis haben. So wird umgangssprachlich beispielsweise von den so genannten Baukosten gesprochen, ohne hierbei eine differenzierte Definition liefern zu können, wie es beispielsweise mit dem Investitionskostenbegriff der DIN 276 (2008) [Deut 08b]möglich ist. Danach umfassen die Investitionskosten alle Kostenarten, die für die Planung und Ausführung eines Bauwerks anfallen können, wie Abb. D51 zeigt.

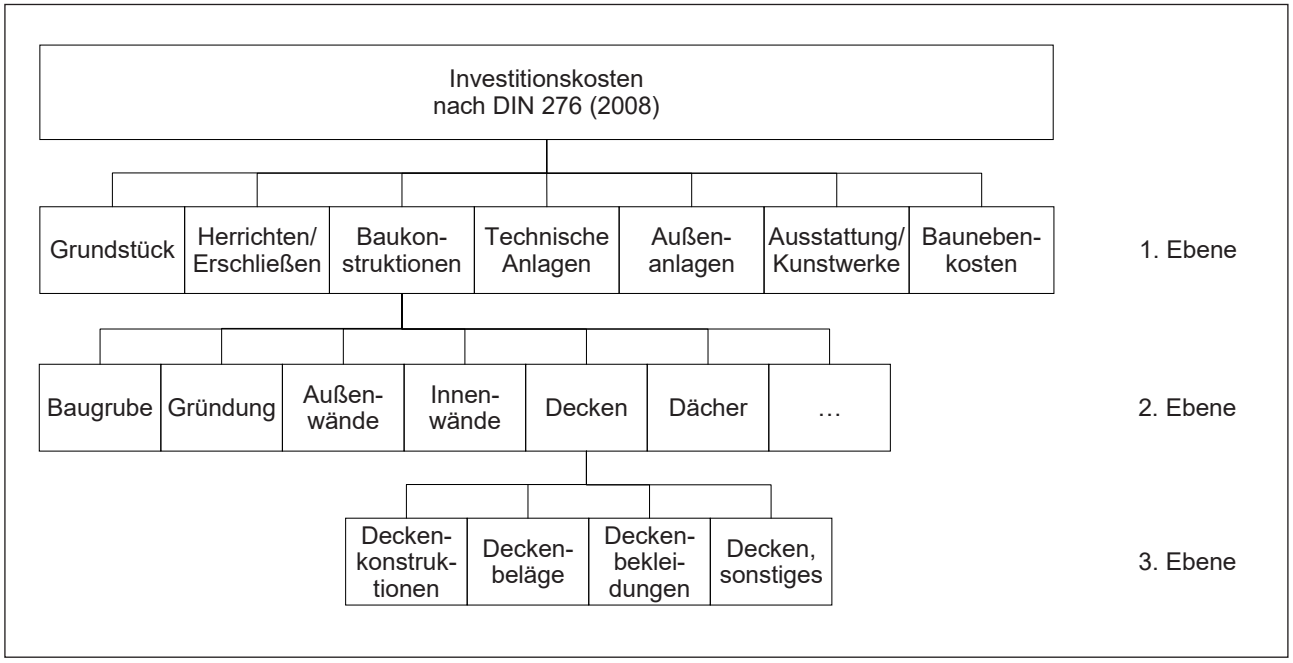


Abb. D51: Gliederung der Investitionskosten nach DIN 276 (2008)(© bauoek nach [Deut 08b]

50 Für Produktionsstätten in Deutschland kann ein Verhältnis von 32% Investitions- zu 68% Gebäudebetriebskosten zugrundegelegt werden [Fran 03].

Für den Industriebau wird die dargestellte Gliederung teilweise in angepasster Form verwendet, da beispielsweise das Bauen mit Stahl die Zusammenfassung verschiedener Kostengruppen erfordert oder Teile der technischen Anlagen bei hoch installierten Bauwerken differenzierter betrachtet werden müssen.
Zunehmend werden nicht nur die Investitionskosten eines Bauwerks, sondern auch dessen Nutzungskosten als Zielgröße gesetzt. Dabei definiert die [Deut 08a]: „Nutzungskosten im Hochbau sind alle in baulichen Anlagen und deren Grundstücken entstehenden regelmäßig wiederkehrenden Kosten von Beginn der Nutzbarkeit bis zu ihrer Beseitigung". Auch diese Gliederung ist bauteilorientiert aufgebaut und kennt wie die DIN 276 (2008) [Deut 08b] eine dreistufige Kostengliederung, jedoch nur vier Kostengruppen auf der ersten Ebene (Abb. D52).

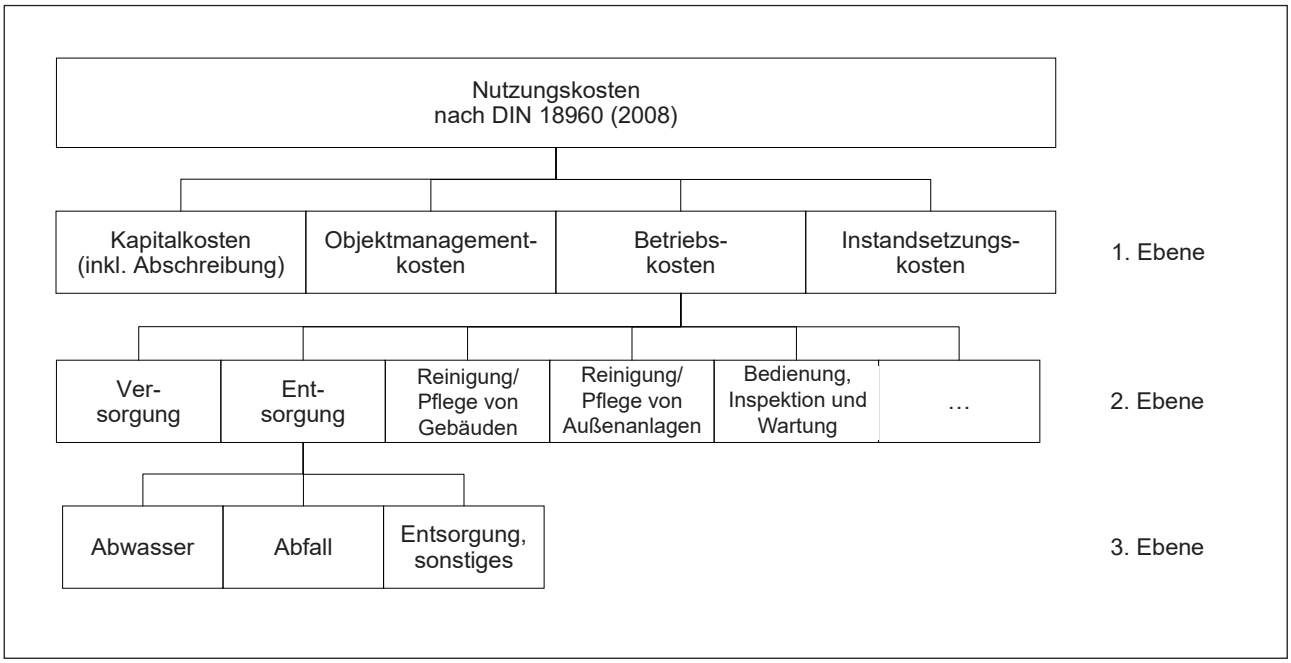


Abb. D52: Gliederung der Nutzungskosten nach DIN 18960 (2008) (© bauoek nach [Deut 08b])

Neben den reinen Betrachtungen von Investitions- und Nutzungskosten sind in der Bauwirtschaft auch Untersuchungen der so genannten life-cycle und whole-life cost bekannt, die bei Wirtschaftlichkeitsberechnungen zum Einsatz kommen können. Whole-life cost sind dabei entsprechend ISO 15686-5 (2008) „all significant and relevant initial and future costs and benefits of an asset, throughout its life cycle, while fulfilling the performance requirements" [Inte]. Wie die Definition und Abb. D53 zeigen, handelt es sich bei einer derartigen Untersuchung um mehr, als (nur) eine Kostenbetrachtung, sondern eine Betrachtung der Kosten- und Nutzenaspekte über den gesamten Lebenszyklus eines Bauwerks.

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BMVBS/BBR - Zukunft Bau.

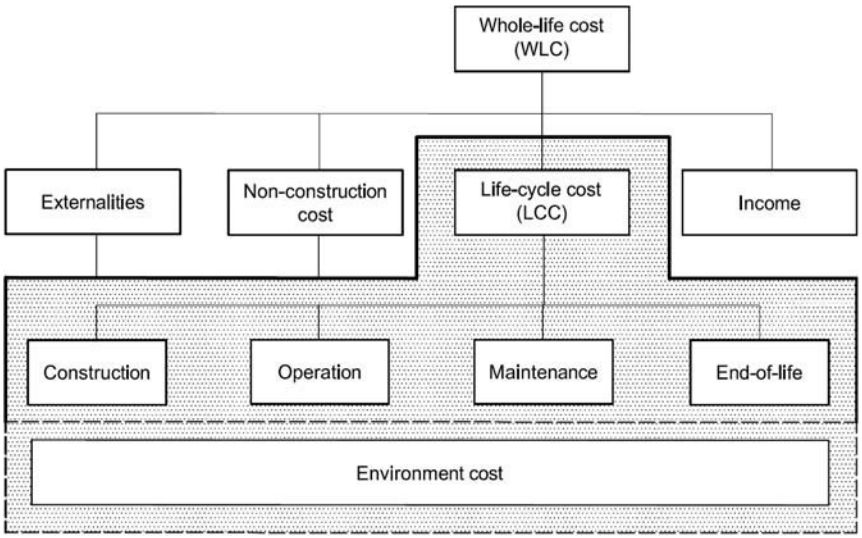


Abb. D53: Gliederung der Whole-life cost nach ISO 15686-5 (2008) ([Inte])

Ablauf

Die Investitionskostenplanung kann heute als besonders weit entwickelt angesehen werden. So gestatten beispielsweise die bauteilorientierten Verfahren auf Grundlage der DIN 276 (2008) [Deut 08b] bereits in frühen Planungsphasen Kostenprognosen. Diese Prognosen basieren im Allgemeinen auf einem möglichst detaillierten Aufmass der vorliegenden Planunterlagen und einem spezifischen Kostenkennwert je Bauteil. Die Ermittlungen beantworten letztlich die Frage, wie viel die vorliegende Planung voraussichtlich kosten wird. Im Gegensatz zu dieser (eher klassischen) Kostenplanung ist in den letzten Jahren auch das so genannte Target Costing in der Bauwirtschaft anzutreffen, bei dem die Frage im Zentrum steht, was das Bauwerk kosten darf. Hierbei werden einzelne „Zielwerte" für Bauteile oder das gesamte Bauwerk gesetzt, die im Rahmen der Objektplanung zu erreichen sind.
Letztlich können Investitionskostenplanung und Target Costing als vergleichbar angesehen werden, da sich die Arbeitsweise nicht grundlegend unterscheidet und das Ziel der Kostensicherheit im Mittelpunkt steht. Darüber hinaus kann bei beiden Methoden durch die Kostenkontrolle und -steuerung in Form eines etablierten Änderungs- und Nachtragsmanagements die Kostensicherheit zusätzlich erhöht werden. Gerade der letztgenannte Punkt wird allerdings oftmals unterschätzt, ist jedoch für eine qualifizierte Planung unerlässlich. In ähnlicher Weise ist auch die Nutzungskostenplanung als Gesamtheit von Ermittlung, Kontrolle und Steuerung zu sehen. Die Nutzungskostenermittlung in frühen Planungsphasen ist heute allerdings vor allem aufgrund einer mangelnden Kennwertbasis erschwert. Trotz allem können aber derartige Prognosen erstellt werden, indem beispielsweise die wenigen, frei verfügbaren Datenbestände (z. B. [Bauk im Druck]) oder die Daten von vergleichbaren Objekten genutzt werden.
Die Investitions- und Nutzungskostenplanung betrachten ausschließlich die Kostenseite eines Bauwerks. Sie stellen diese Kosten jedoch nicht dem jeweils zu erwartenden Nutzen (monetär oder nicht monetär gemessen) gegenüber. Für derartige Gegenüberstellungen ist in der Bauwirtschaft einerseits das Konzept der whole-life cost bekannt, das sich den monetären

Nutzenaspekten (z. B. bis hin zu Miet- bzw. Verkaufserlösen) widmet. Andererseits sind die so genannten Kosten-Nutzen-Analysen hervorzuheben, die auch eine Betrachtung der nicht monetären Nutzenaspekte eines Bauwerkes (z. B. Wandlungsfähigkeit, Funktionalität, Gestaltung) gestattet, wie sie gerade beim Industriebau von besonderer Relevanz sind.

Einordnung Phasenmodell der Planungssystematik
Die genannten Planungen bzw. Betrachtungen müssen grundsätzlich als Prozess verstanden werden. Dieser Prozess beginnt meist mit ersten Ermittlungen, die beispielsweise auf den Anforderungen des Bauherrn und seiner finanziellen Möglichkeiten basieren. Die Anforderungen sind dabei vor allem die Objekteigenschaften, wie Flächen (zum Beispiel m² Lagerfläche) und deren jeweiliger Standard (zum Beispiel ohne Klimatisierung, aber mit einem Lift erreichbar). Darüber hinaus können aber auch andere Parameter relevant sein, wie beispielsweise eine besonders kurze Bauzeit oder die Verhältnisse des Baugrundstücks. Letztlich besteht der Auftrag bei derartigen Überlegungen in der Berücksichtigung aller relevanten Informationen, um eine möglichst exakte Prognose der Investition-, Nutzungs- sowie Kosten-Nutzen-Aspekte als Grundlage der Entscheidungsfindung zu erlauben.
Die Investitionskostenplanung kann in diesem Zusammenhang vor allem den Phasen 1 „Neubau“ sowie 2 „Umbau“ zugeordnet werden. Zusätzlich lässt sich im Allgemeinen die Phase 5 „Rückbau“ (oftmals als Bestandteil eines Neubauprojekts) innerhalb der Kostengruppe „Herrichten und Erschließen“ abbilden. Die Planung der Nutzungskosten und die Betrachtung von Kosten-Nutzen-Aspekten können grundsätzlich parallel zur Investitionskostenplanung geführt werden. Darüber hinaus sind sie aber auch für die Entscheidungsfindung innerhalb der Phasen 2 „Betrieb“ und 4 „Betrieb nach Nutzungsänderung“ anwendbar.

Akteure
Eine wesentliche Rolle innerhalb des Themenfeldes Kosten kommt in jedem Fall dem Bauherrn bzw. dem Projektleiter des Bauherrn sowie dem betrieblichen Immobilienmanagement (CREM) zu. Oftmals laufen an dieser Stelle alle Informationen der Planungs-, Bau- und Nutzungsbeteiligten zusammen, so dass ein umfassendes Bild gegeben ist.
Für die Investitionskostenplanung kommt darüber hinaus eine wesentliche Verantwortung dem Architekten zu, der grundsätzlich die Koordination der Kostenplanung zu übernehmen hat. Darüber hinaus wird aber auch dem Projektmanagement bzw. der Projektsteuerung ein Teil der genannten Aufgaben übertragen.

Checkliste Kernaufgaben
Im Rahmen der Forschungsarbeit wurden die folgenden Kernaufgaben zur Bedienung des Themenfeldes Kosten identifiziert:
- Lebenszyklus-orientierte Betrachtung der Kosten
- Erstellung einer ganzheitlichen Kostenplanung
- Sensibilisierung für Beeinflussbarkeit der Kosten im Planungsprozess
- Sensibilisierung für die Konsequenzen einer Kostenminimierung
- Nutzung der Kostenpotentiale in Bauverfahren, -stoffen, -ablauf

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BMVBS/BBR - Zukunft Bau.

Bei der oben genannten Auflistung fällt auf, dass die Betrachtungsweise des gesamten Lebenszyklus von besonderer Bedeutung ist. Somit ist es nicht allein die Investitionskostenplanung, die im Zentrum stehen muss. Vielmehr sind es gerade die Nutzungskostenplanung und die Betrachtung von Kosten-Nutzen-Aspekten, die eine ganzheitliche Optimierung des Bauwerks gestatten. Mit dieser Sichtweise folgt der Industriebau einer Entwicklung, die auch in anderen Bereichen der Bauwirtschaft vermehrt an Bedeutung gewinnt und die Beteiligten vor neue Aufgaben stellt.
Des Weiteren zeigt die Zusammenstellung der Kernaufgaben im Kostenbereich, dass gerade die frühen Planungsphasen von besonderer Bedeutung sind. Der Hintergrund liegt hierbei in der hohen Beeinflussbarkeit, die in frühen Phasen durch das Treffen der grundlegenden Entscheidungen gegeben ist, wie Abbildung D54 und Abs. 6.4.1.1 anschaulich erläutern.

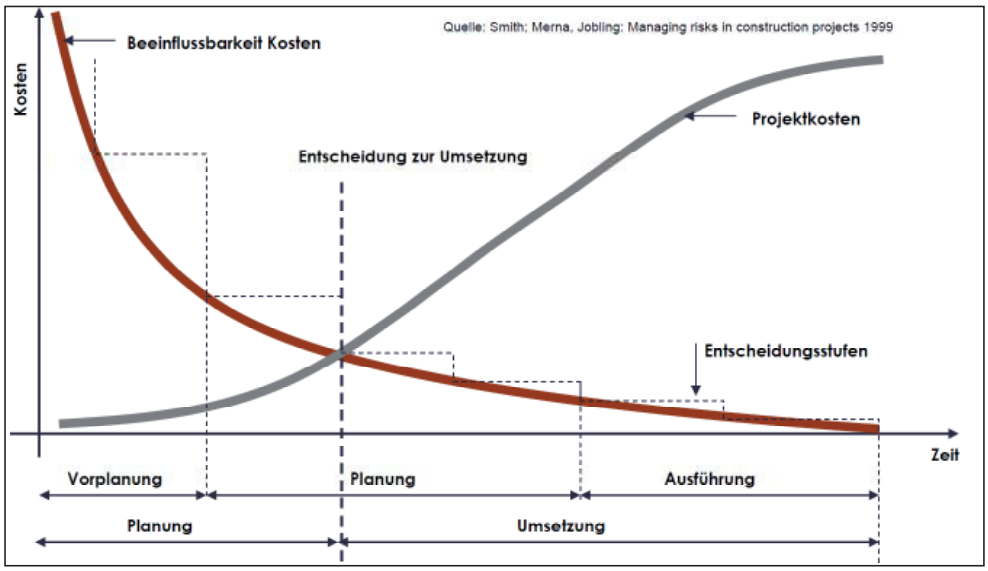


Abb. D54: Beeinflussbarkeit und kumulierter Kostenverlauf [Smit 06]

Neben den reinen Kostenbetrachtungen finden auch die Kosten-Nutzen-Überlegungen im Rahmen von Bauprojekten des Industriebaus eine breite Anwendung. Dabei steht die Unterstützung des Kerngeschäfts durch die Bereitstellung von optimalen Bauwerken im Mittelpunkt der Objektplanung. Vor diesem Hintergrund kommt dem Einbezug des Nutzers bei derartigen Kosten-Nutzen-Überlegungen im Rahmen von Bauprojekten eine erhebliche Bedeutung zu, wie ebenfalls Abs. 6.4.1.4 erläutert.

Weitere Quellen:

[Mell 73] Mellerowicz, K.: Kosten u. Kostenrechnung Band I: Theorie der Kosten. de Gruy-ter, Berlin, 1973.

[Ruf 03] Ruf, H. U.: DIN 276. Kosten im Hochbau. In (Baukosteninformationszentrum Deutscher Architektenkammern GmbH Hrsg.): BKI-Handbuch Kostenplanung im Hochbau. BKI, Stuttgart, 2003; S. 27–43.

[Wöhe, Döri 08] Wöhe, G.; Döring, U.: Einführung in die allgemeine Betriebswirtschaftslehre. Vahlen, München, 2008.

D6.4.3 Themenfeld Zeit

Grundlagen

Der Begriff „Termin“ (lat.: terminus – Grenzzeichen) beschreibt ein festgelegtes Kalenderdatum bzw. eine Uhrzeit. Er wird verwendet, um einen Zeitpunkt zu definieren, an welchem ein bestimmtes Ereignis stattfindet (z. B. eine Zahlung, Leistung, Lieferung, Entscheidung, Versammlung usw.). Die verbleibende Zeitspanne bis zum Eintreffen eines Termins ist die „Frist“, ein Überschreiten des Termins die „Verfristung“. Verstrichene Fristen führen zivilrechtlich zum „Verzug“.
Zu den kritischen Erfolgsfaktoren eines Bauprojekts, das die Planungs- und Ausführungsphase durchläuft, zählt im Allgemeinen die Sicherstellung der Ziele hinsichtlich Terminen, Kosten und Qualität. Mindestens diese drei Faktoren stehen deshalb im Zentrum eines jeden Projekts und sind vor allem durch den Architekten und die Fachplaner sowie das Projektmanagement und die Projektsteuerung zu gewährleisten.

Ablauf

Die Ablaufplanung für ein Projekt strukturiert einen mehrteiligen Projektablauf nach der Zeit und ist die Voraussetzung für eine anschließende Terminplanung, bei der die einzelnen Ablaufelemente, in der Regel Vorgänge, mit Anfangs- und Endterminen versehen werden.
Grundsätzlich können verschiedene Darstellungsmöglichkeiten verwendet werden:

- Terminliste
- Balkenplan
- Netzplan (inkl. zeitmaßstäblicher Netzplan, oft als vernetzter Balkenplan bezeichnet)

Terminlisten und Balkenpläne können sowohl unvernetzt als auch vernetzt, also mit Abhängigkeiten, dargestellt werden. Zusammen mit dem Netzplan werden sie daher unter dem Titel Netzplantechnik (NPT) behandelt.
Heute werden meist EDV-Programme für die Ablauf- und Terminplanung eingesetzt, welche die Abläufe als Kombination von Terminliste und graphischer Darstellung ausgeben. Dabei zeigt die Graphik je nach Sichtweise einen vernetzten Balkenplan (Abb. D55) oder zeitmaßstäblichen Netzplan.

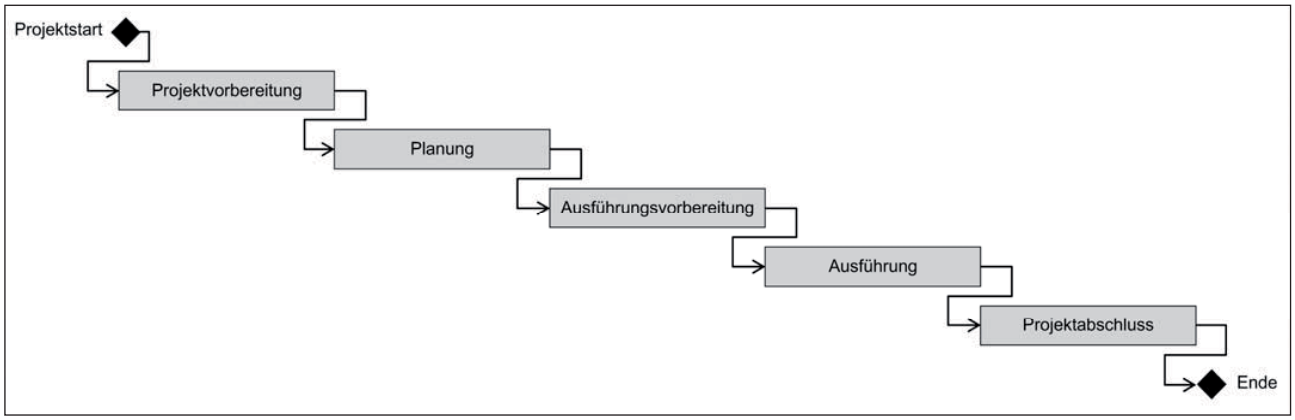


Abb. D55: Grobablaufplan eines Bauprojekts als vernetzter Balkenplan (© bauoek)

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BMVBS/BBR - Zukunft Bau.

Terminplanung: In der Regel erfolgt die Terminplanung für ein Bauprojekt auf mehreren Ebenen. Mit dem Beginn der Planung werden sowohl für die Planung selbst als auch für die Ausführung jeweils Grobablaufpläne erstellt. Diese werden zum einen ab der Planung durch einen Detailablaufplan für die Planung und zum anderen mit der Ausführungsvorbereitung durch Steuerungsablaufpläne für die Ausführung ergänzt. Sowohl während der Planung als auch der Ausführung sind alle Zeitpläne regelmäßig zu prüfen (Terminkontrolle) und ggf. anzupassen bzw. steuernde Maßnahmen zu ergreifen (Terminsteuerung). Gegen Ende des Bauprozesses werden Detailablaufpläne für die Übergabe und gleichzeitig für die Inbetriebnahme des Objekts erforderlich.

Simultaneous Engineering: Eine mögliche Methode, die Gesamtlaufzeit eines Projekts zu verkürzen, bietet das Simultaneous Engineering (siehe Methodensteckbrief Abs. D6.6.21). Grundgedanke des Verfahrens ist die zeitliche Überlappung von eigentlich nacheinander folgenden Arbeitsabläufen. Sobald in einem Arbeitsablauf genügend Informationen erarbeitet wurden, wird parallel der nächste Arbeitsablauf begonnen. Auf diese Weise können z. B. die drei Vorgänge „Produktentwicklung", „Entwicklung der Produktionsanlagen" und „Entwicklung des Produktionsgebäudes", welche theoretisch nacheinander ablaufen würden, mit zeitlicher Überlappung durchgeführt werden. Sobald Teile des Produktes fertig entwickelt sind, oder auch nur vorläufige Versionen davon ausgearbeitet sind, wird damit begonnen, deren Produktion zu planen; die Produktentwicklung läuft parallel dazu weiter. Ebenso verhält es sich mit der terminlichen Beziehung zwischen dem Produktionsgebäude und der darin befindlichen Produktionsanlage. Simultaneous Engineering ermöglicht somit, durch weitgehende Parallelisierung von Vorgängen, die Gesamtprojektlaufzeit zu verkürzen und damit zu optimieren (Abb. D56).

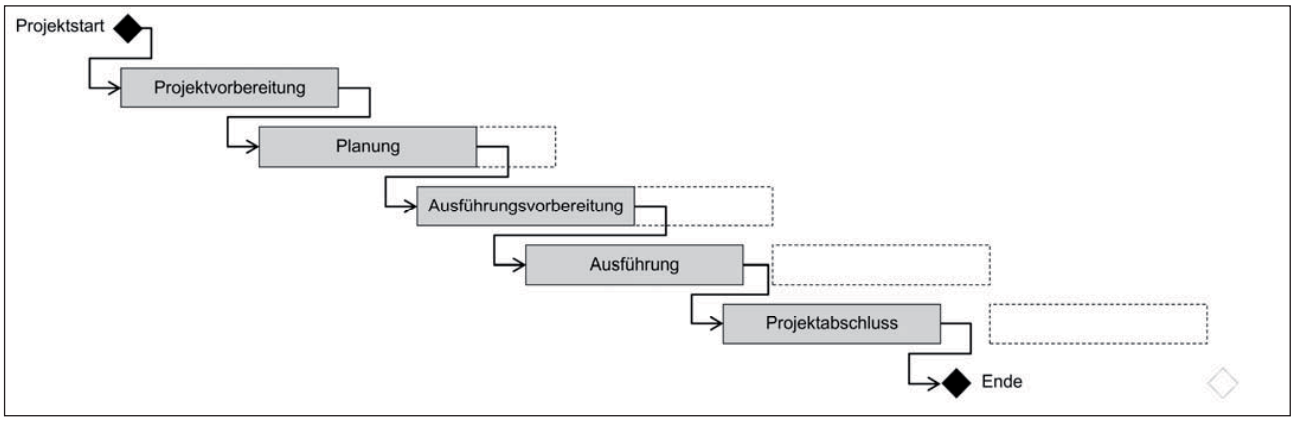


Abb. D56: Optimierung mit Hilfe von Simultaneous Engineering (© bauoek)

Meilensteinmethode: Eine mögliche Methode zur Schätzung des Projektfortschritts ist die Meilensteinmethode (Abb. D57). Sie wird meist bei zeitlich umfangreichen Projekten angewandt, indem klare Zwischenergebnisse des Projekts als Meilensteine vereinbart werden. Das Erreichen dieser Meilensteine kann dann als Grundlage für die terminliche Einschätzung des Projektfortschritts genutzt werden.

Man kann nun zum einen nur die Anzahl der bisher erreichten Meilensteine für die Messung des Projektfortschritts nutzen, oder versuchen, den Erreichungsgrad innerhalb der noch laufenden Vorgänge zu berücksichtigen. Wenn z. B. bei einem Projekt die Hälfte der notwendigen Unterlagen im Vorgang „Planung" vorliegen, könnten wir das Gesamtprojekt als zu 20 % abgelaufen einschätzen (lediglich Meilenstein 1 „Projektvorbereitung" wurde erreicht), oder die Hälfte des Meilensteins 2 „Planung" noch mit berücksichtigen. In diesem Fall hätten wir bereits einen Projektfortschritt von 30 %.
Eine andere Variante der Meilensteinmethode sieht vor, die Anzahl der bereits erreichten Meilensteine in Bezug zur Anzahl aller Meilensteine des Projekts zu setzen. Dies ist allerdings nur dann anzuraten, wenn die Meilensteine differenziert genug geplant werden können und zwischen den Meilensteinen ungefähr gleich große Leistungs- bzw. Zeitabschnitte liegen.
Die Meilensteinmethode bietet also verschiedenste Möglichkeiten, um die Schätzung von erfolgtem Projektablauf zu unterstützen. Die genaue Vorgehensweise muss jedoch vor Projektbeginn (Lasten-/Pflichtenheft) festgelegt werden (vgl. [Bea u.a. 08])

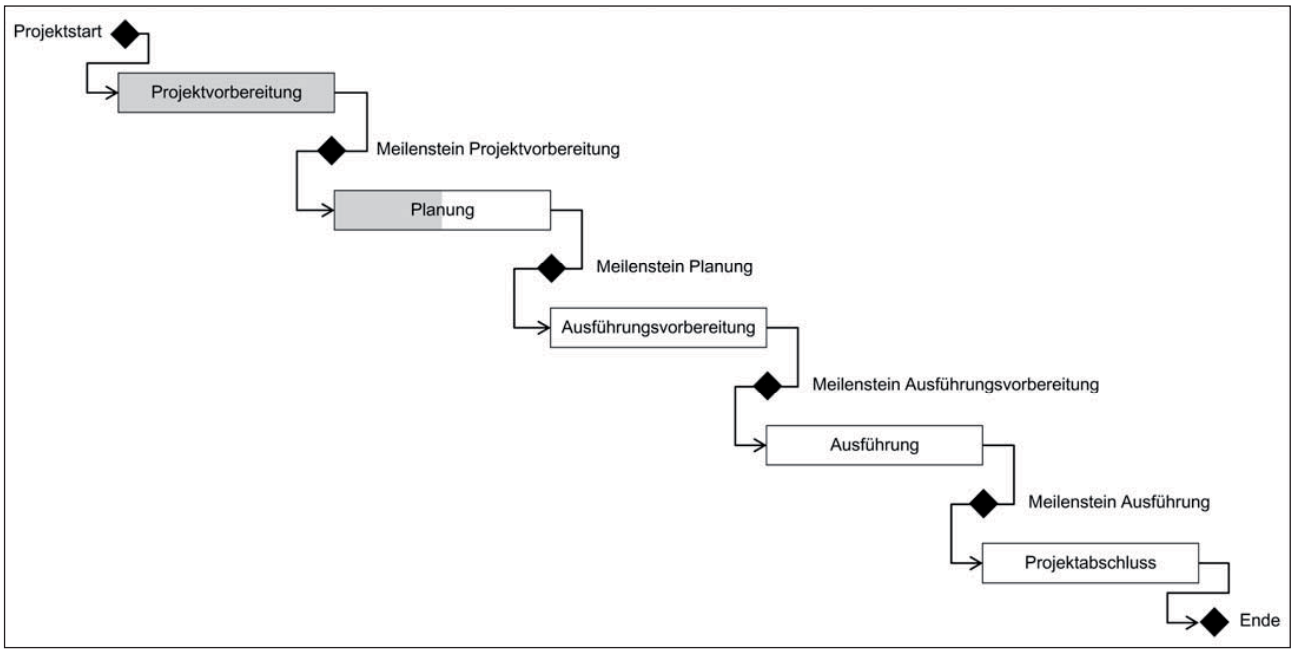


Abb. D57: Projektfortschrittseinschätzung mit Hilfe der Meilensteinmethode (© bauoek)

Einordnung in das Phasenmodell
Eine fach- und sachgerechte Anwendung der Methoden „Terminplanung", „Simultaneous Engineering" und „Meilensteinmethodik" ermöglicht die Koordination, Optimierung, Kontrolle und Steuerung von Terminen in den Phasen 1 „Neubau" und 3 „Umbau".

Akteure
Der Bauherr gibt die Rahmentermine vor. Er setzt ein Terminziel und wählt – um dieses zu erreichen – geeignete Projektpartner aus (Planer, Fachplaner, ausführende Firmen). Die Terminplanung eines Projekts (im Sinne des iterativen Prozesses Terminermittlung, Terminkon-

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BMVBS/BBR - Zukunft Bau.

trolle und Terminsteuerung) kann aber auch an spezialisierte Büros vergeben werden, die diese Aufgabe im Rahmen des Projektmanagements oder einer Projektsteuerung für den Bauherrn wahrnehmen.

Kernaufgaben

Durch die z. T. globale Verknüpfung von Geschäftsbeziehungen ist die Einhaltung von gesetzten Terminen (z. B. Produktionsstart eines neuen Produkts) für ein Unternehmen von größter Wichtigkeit. Die sorgfältige Terminplanung der Planung und Ausführung der Produktionsstätte hat dabei großen Einfluss auf die Einhaltung des festgesetzten Inbetriebnahmetermins und damit auf den Gesamterfolg des Projekts.

Die Terminplanung umfasst den gesamten Prozess von der Idee bis zur Erstellung/Umsetzung des Bauwerks (einschließlich geordneter Inbetriebnahme). Dabei werden geplante Maßnahmen (Vorgänge) sowie besondere Ereignisse (Meilensteine) in geeigneter Weise textlich und/oder grafisch dargestellt sowie logisch miteinander verknüpft (Netzplantechnik). Somit wird ein zeitbasiertes Prognose-, Kommunikations-, Kontroll- und Steuerungsinstrument zur Verfügung gestellt. Die Gesamtheit von Terminermittlung, Terminkontrolle (z. B. Meilensteinmethode) und Terminsteuerung (z. B. Simultaneous Engineering) erlaubt eine qualifizierte Terminplanung, die als iterativer Prozess zu verstehen ist.

Im Rahmen der Forschungsarbeit wurden die folgenden Kernaufgaben zur Bedienung des Themenfeldes Zeit identifiziert:

- Lebenszyklus-orientierte Betrachtung des Faktors Zeit,
- Erstellung einer ganzheitlichen Zeitplanung mit der Möglichkeit, einzelne Phasen zu wiederholen,
- Sensibilisierung für den Zusammenhang zwischen Zeiteffizienz und Planungsqualität sowie
- Nutzung der Zeitpotentiale durch Einsatz geeigneter Bauverfahren, -stoffe und -ablaufplanung.

Weitere Quellen:

[Biel 09] Bielefeld, B.: Terminplanung. Birkhäuser, Basel, 2009.

[Oels 09] Oelsner, U.: Praxis der Planungs- und Bauökonomie. Architektenaufgaben, Gebäudebetrieb, Anlagenerhalt. Oldenbourg, München, 2009 erschienen 2008.

[Proj 00] A guide to the project management body of knowledge. (PMBOK guide). Project Management Institute, Newtown Square, Penn., USA, 2000.

[Deut 09] Deutsches Institut für Normung: Projektmanagement – Netzplantechnik; Beschreibungen und Begriffe. Netzplantechnik und Projektmanagementsysteme ; Normen. Beuth, Berlin, 2009.

D6.4.4 Normen/Gesetze/Richtlinien

Grundlagen

Wie bereits in Abs. D6.4 beschrieben, steht die Zielentwicklung für den Planungsgegenstand Industriegebäude im Bezug auf Zeit-, Kosten- und Qualitätsfaktoren in einem Abhängigkeitsverhältnis zu den bestehenden Normen, Gesetzen und Richtlinien. Sie können als rechtlicher, inhaltlicher und struktureller Hintergrund erhebliche Auswirkungen auf den Planungsgegenstand und die Planungs- und Erstellungsprozesse haben.

Normen, Gesetze und Richtlinien besitzen je nach Typ verbindlichen Rechtscharakter oder können auch als anerkannte Regelwerke bzw. Handlungsvorschriften einen bindenden Charakter erhalten.

Es gibt eine erhebliche Anzahl von Normen, Gesetzen und Richtlinien, die im Industriebau Anwendung finden können (vgl. Abs. E2.3.4, E2.4.3.1, E6.3), so dass eine ausführliche Bearbeitung des Themenkomplexes den Rahmen und die Ziele dieser Arbeit sprengen würde. Im Folgenden soll daher nur beispielhaft auf einige wenige im Bezug auf die Planungssystematik relevante Aspekte eingegangen werden, um für die Tragweite der Thematik im Planungsprozess zu sensibilisieren.

Grundsätzlich unterschieden werden können Normen, Gesetze und Richtlinien nach ihrer

- genehmigungsrechtlichen Relevanz,
- bautechnischen Relevanz und
- Relevanz für die Gestaltung des Planungsprozesses.

Im Bezug auf das Genehmigungsverfahren sind vor allem die (nicht harmonisierten) Bauordnungen der Bundesländer, die Musterbauordnung (vgl. Abs. E 2.3.4) und die Industriebaurichtlinie (vgl. Abs. E 2.4.3.1) aber auch die Energieeinsparverordnung (EnEV), die Arbeitsstättenrichtlinie und ggf. das Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG) von Bedeutung. Sie bilden die Rechtsgrundlage für die Gestaltung des Planungsgegenstandes und sind in jedem Fall im Planungsprozess frühzeitig inhaltlich zu reflektieren, um nachträgliche Anpassungen und aufwändige bauliche Lösungen oder auch zeitliche Verzögerungen zu vermeiden. In ihrer Eigenschaft als allgemeine Regelwerke bieten die genannten Verordnungen und Richtlinien Ermessensspielräume für die konkrete Anwendung im Bezug auf den spezifischen Planungsgegenstand. Hier gilt es, die für das jeweilige Projekt angemessenen Lösungen zu entwickeln, mit den relevanten Entscheidungsträgern abzustimmen und zeitlich und strukturell in den Planungsprozess zu integrieren. Häufig ist es gerade die frühzeitige Einbindung geeigneter Gesprächspartner (Fachplaner, Ansprechpartner der Institutionen wie Baubehörde/Feuerwehr etc.) in einen problemorientierten Dialog, die Freiräume und Potentiale für kreative Lösungen schafft. Da in der Regel die Kombination unterschiedlicher Faktoren zu einem Erreichen der Vorgaben führt, ist das Abwägen zwischen alternativen Maßnahmen im Sinne der Projektziele und das Denken in Varianten notwendig. Beispielhaft erläutert werden soll dies anhand von Aspekten des Brandschutzes und der Energieeinsparverordnung.

Der Brandschutz bezieht sich auf die Kernaspekte des Personen- und des Sachschutzes. Der Personenschutz wird wesentlich bestimmt durch die Früherkennung der Gefahr, die Frühwarnung bei Gefährdung und die möglichst schnelle Entfluchtung des Gefahrenbereiches. Das größte Gefahrenpotential liegt hierbei in der Regel in der Rauchentwicklung, so dass

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BMVBS/BBR - Zukunft Bau.

die Entrauchung von Industriegebäuden häufig der kritische Faktor ist.
Der Sachschutz bezieht sich dagegen auf die Erhaltung von Gebäuden, Anlagen und Gütern im Brandfall. Die jeweiligen Gesprächspartner und deren Interessen sind im Bezug auf den Personen- und Sachschutz unterschiedlicher Natur:
Während im Bezug auf den Personenschutz die Vertreter öffentlicher Belange im Sinne einer allgemeinen Risikominimierung und Rechtsabsicherung auf die Einhaltung der gesetzlichen Vorgaben drängen, muss der Bauherr neben dem Wohl seiner Mitarbeiter die Investitionen in Gebäude und Anlagen, aber auch die Herstellung sinnvoller Arbeits- und Betriebsstrukturen anstreben. Dies kann z. B. Raumgrößen und Funktionsanforderungen zur Folge haben, die aus der Sicht des Brandschutzes als kritisch bewertet werden und technische Lösungen (Sprinkleranlagen etc.) erfordern.
Planer und ausführende Firmen sind an der Umsetzung gestalterisch und bautechnisch praktikabler Lösungen interessiert. Insbesondere im Bezug auf den Sachschutz kommen als Interessensvertreter und Entscheidungsträger noch die Versicherer hinzu, deren Aufgabe es ist, Risiken möglichst weit zu minimieren, um dem Bauherrn so angemessene Versicherungsprämien einräumen zu können.
In diesem Spannungsfeld gilt es die Kombination geeigneter Maßnahmen zu entwickeln, die zum gewünschten Ziel und zur Bedienung der gegenseitigen Interessen führt. So lässt sich z. B. der Versicherungsschutz der Anlagentechnik bei frühzeitiger Beachtung durch bauliche Maßnahmen optimieren; sinnvolle Brandabschnitte und die Wahl geeigneter Baustoffe machen häufig aufwändige technische Lösungen unnötig.
Die Energieeinsparverordnung (EnEV) besitzt – vereinfacht dargestellt – in Industriegebäuden überall dort Gültigkeit, wo Menschen dauerhaft arbeiten. Hieraus ergibt sich häufig ein Widerspruch zwischen den klimatischen Anforderungen an die Arbeitsräume und den Betriebsabläufen. So bilden etwa notwendige Toröffnungen zu Lagern und Anlieferungsbereichen in der Regel erhebliche Kältebrücken und können massiven Energieverlust im Betrieb zur Folge haben. Energetische Potentiale lassen sich hier durch eine strukturierte Zonierung der Gebäudestruktur anhand der den Funktionen entsprechenden Klimaanforderungen generieren. Dies erfordert aber eine frühzeitige Abstimmung zwischen Baustruktur und Betriebsabläufen, die auch zukünftige Anforderungsänderungen berücksichtigen sollte. Besondere Potentiale lassen sich im Bereich Industriebau durch Maßnahmen zur Wärmerückgewinnung erzielen, wenn hohe Wärmelasten aus der Produktion/Anlagentechnik zu erwarten sind. Wie bereits in den Abs. D3, D4 und D6.4.1.3 erläutert, wird dem Energieverbrauch im Industriebau eine steigende Bedeutung beigemessen. Auch hier ist es in der Regel die Kombination aus den richtigen Maßnahmen, die im Kontext der spezifischen Projektproblematik und –ziele zu einem guten Gesamtergebnis führt.
Bautechnische Relevanz besitzen vor allem die zahlreichen unterschiedlichen Normen für Bauwesen, technische Anlagen und Verfahren. Normen fokussieren auf einen klar definierten Sachverhalt (etwa die DIN V 20000-2 „Anwendung von Bauprodukten in Bauwerken“) und bilden detailliert Standards und technische Vorgaben ab, die im Einzelfall berücksichtigt werden sollen. Die Standards und Vorgaben folgen hierbei naturgemäß den Anforderungen des Sachverhaltes und geben kaum Informationen zu angrenzenden Themengebieten. Hieraus ergibt sich im Bereich Industriebau z. B. die Problematik, dass zwischen den

Vorgaben für das Bauwesen und für die Anlagentechnik erhebliche Unterschiede in Bezug auf Maßtoleranzen und gewählte Standards bestehen. Hier sind die Schnittstellen und gegenseitige Relevanz zwischen den verschiedenen Bereichen frühzeitig abzustimmen und integrierte Prozesse und Lösungen zu entwickeln.
Letzteres betrifft auch die Gestaltung der Planungsprozesse. Wie schon in Abs. D3.3 beschrieben, gibt es keine Harmonisierung innerhalb der Leistungsbilder und Phasenmodelle der am Planungsprozess beteiligten Disziplinen nach Verein Deutscher Ingenieure (VDI)/ Honorarordnung für Architekten und Ingenieure (HOAI):
Die unterschiedliche Herangehensweisen, inhaltlichen Schwerpunkte und zeitlichen Abläufe können im Planungsprozess zu Verschiebungen und Interessenskonflikten führen (etwa in Bezug auf die Festlegung von Planungsvorgaben). Hier ist über geeignete Absprachen und eine zeitliche und inhaltliche Schnittstellendefinition die Harmonisierung von Anlagen und Bau sicherzustellen.
Grundsätzlich lässt sich festhalten, dass die Berücksichtigung der relevanten Normen, Gesetze und Richtlinien einen Dialog erfordert, der

- alle notwendigen Gesprächspartner integriert,
- die spezifische Problematik des Planungsgegenstandes beachtet und
- Kombinationen aus (kreativen) projektspezifischen Lösungen prüft und gegeneinander abwägt.

Ablauf, Einordnung in das Phasenmodell, Akteure
Abb. D58 zeigt in allgemeiner Form ein mögliches Ablaufschema für die Integration von Normen, Gesetzen und Richtlinien im Planungs- und Erstellungsprozess.

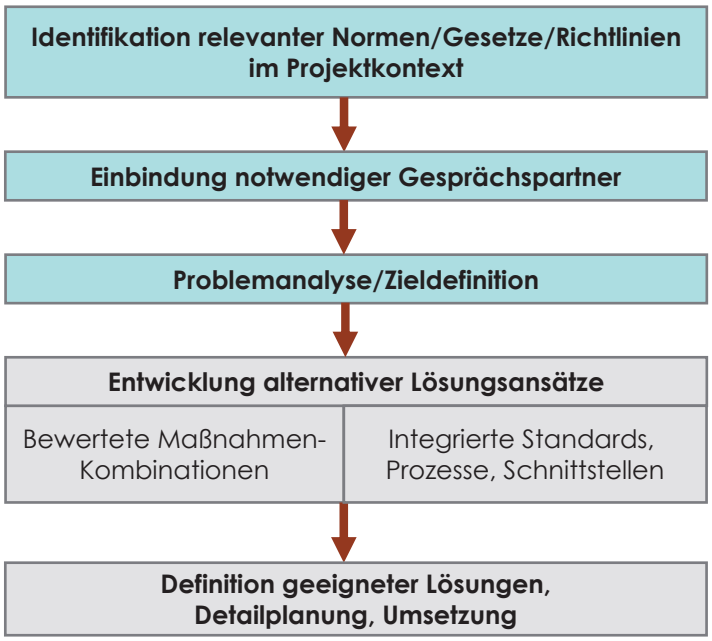


Abb. D58: Ablaufschema Faktor Normen/Gesetze/Richtlinien (© IIKE)

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BMVBS/BBR - Zukunft Bau.

Die einzelnen Schritte dieser Vorgehensweise sind wie folgt zu beschreiben:

- Identifikation relevanter Normen/Gesetze/Richtlinien im Projektkontext: Dieser Schritt dient der Abgrenzung aller Regelwerke, die für die Gestaltung des Planungsgegenstandes und der Planungs- und Erstellungsprozesse kritische Bedeutung einnehmen können.
- Einbindung notwendiger Gesprächspartner: Zur Erfassung der fachlichen Grundlagen und projektspezifischen Rahmenbedingungen (zeitliche Faktoren, Anforderungen etc.) werden frühzeitig Gespräche mit geeigneten Personen (Planer, Ausführer, Genehmigungsbehörden etc.) geführt.
- Problemanalyse/Zieldefinition: Die spezifischen Projektziele werden auf Probleme im Bezug auf die relevanten Normen, Gesetze und Richtlinien geprüft.
- Entwicklung alternativer Lösungsansätze: Auf der Basis der Problemanalyse werden alternative Lösungsansätze in Bezug auf Maßnahmenkataloge und die Schnittstellendefinition bzw. eine Integration der Standards und Prozesse zwischen den Beteiligten entwickelt und abgestimmt.
- Definition Lösungen, Detailplanung, Umsetzung: Die Detailplanung und Umsetzung (von Maßnahmen und Prozessen) erfolgt nach Auswahl der im Projektkontext geeigneten Lösungen.

Grundsätzlich erfordert jede Projektphase (Neubau, Umbau, Rückbau), aber auch die Objektphasen des Betriebs die kontinuierliche Beachtung und Auseinandersetzung mit sehr unterschiedlichen Normen, Gesetzen und Richtlinien. Die Relevanz der einzelnen Regelwerke für die Lebenszyklusphasen ist naturgemäß stark schwankend. Gleiches gilt für die beteiligten Akteure. Allgemeine diesbezügliche Beschreibungen und Darstellungen sind nicht sinnvoll.

Checkliste Kernaufgaben

Im Rahmen der Forschungsarbeit wurde die folgende Kernaufgabe zur Bedienung des Themenfeldes Normen/Gesetze/Richtlinien identifiziert:

- Beachtung der Auswirkungen und Integration von Normen, Gesetzen und Richtlinien im spezifischen Kontext des Planungsgegenstandes

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BMVBS/BBR - Zukunft Bau.

D6.5 Themenfelder im Handlungsfeld Planungs- und Erstellungsprozess

Während sich Handlungsfeld 1 mit dem Industriegebäude als Produkt und somit dem eigentlichen Planungsgegenstand befasst, zielt Handlungsfeld 2 auf die Optimierung der komplexen Prozesse ab, die während der Projektphasen (vgl. Abs. D5.2) der Planung und Erstellung ablaufen.

Nach Wiegand [Wieg 05] sind Prozesse „zielgerichtete Aktivitäten von Menschen und Vorgänge im Zeitablauf. (…) Der Prozess-Begriff umfasst (…) wesentlich mehr als das, was Projekte regeln sollen oder können. Aus diesem Grund sind auch allgemeine Methoden (…) und Instrumente der Zusammenarbeit unter dem `Dach´ der Prozesse besser aufgehoben als unter dem Titel `Projektmanagement´." Im diesem Sinne soll hier unterschieden werden zwischen dem zeitlich begrenzten Projekt, das dem Neubau eines Industriegebäudes dient und den während dieses Projektes ablaufenden Prozessen. Letztere können zeitlich, personell oder inhaltlich über die Projektphasen hinaus Bedeutung haben und sind daher grundsätzlich im Kontext aller Lebenszyklen und in ihren Schnittstellen zu Projektgrenzen überschreitenden Fragestellungen zu gestalten.

Auf der Basis der Analyseergebnisse (vgl. Abs. D3, Abs. D4) lässt sich die folgende Frage als kennzeichnend für das Handlungsfeld 2 beschreiben: Welche Personen müssen in welcher Form der Zusammensetzung wie miteinander arbeiten, so dass die Prozesse zielführend im Sinne des Projektes und der folgenden Lebenszyklen des Industriegebäudes ablaufen?

Als prägend für das Handlungsfeld lassen sich die folgenden vier Themenfelder abbilden (Abb. D59):

- Kompetenzen beschreiben die benötigten Befähigungen der beteiligten Akteure, die im jeweiligen Projektkontext gefordert sind.
- Konstellation beschreibt die Beziehungen zwischen den beteiligten Akteuren.
- Kommunikation beschreibt den inhaltlichen Austausch und die Zusammenarbeit zwischen den beteiligten Akteuren.
- Flexibilität beschreibt die Reaktionsfähigkeit der Prozesse und der Projektstrukturen auf sich ändernde Bedingungen und Anforderungen.

Die vier Themenfelder stehen in einem gegenseitigen Spannungsverhältnis und bilden analog zu den Themenfeldern Qualität, Kosten und Zeit in Handlungsfeld 1 ein Kräftevieleck, in dem den einzelnen Themen projektspezifische Bedeutung eingeräumt werden muss. So sind die benötigten Kompetenzen und geeigneten Konstellationen von den Anforderungen des Planungsgegenstandes und den gegebenen Rahmenbedingungen im Projekt abhängig. Mit der Anzahl der beteiligten Akteure und den gegebenen Planungszielen ändern sich auch die Formen der Kommunikation und die benötigte Flexibilität der Prozesse.

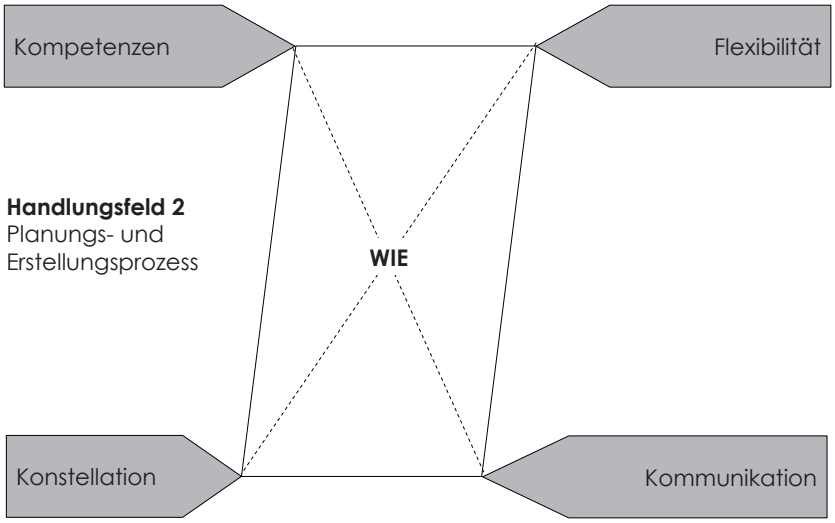


Abb. D59: Kräftevieleck der Themenfelder im Handlungsfeld Planungs- und Erstellungsprozess (© IIKE)

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BMVBS/BBR - Zukunft Bau.

D6.5.1 Themenfeld Kompetenzen

Grundlagen

Die Beschreibung industriebauspezifischer Kompetenzen basiert auf folgenden Begriffen:
Die spezifischen Leistungsspektren der beteiligten Disziplinen stellen unterschiedliche Qualifikationen[51] heraus. Der Begriff Qualifikation (allg. Befähigung, Eignung) bezieht sich auf angeeignetes Wissen, welches dem Planungsprozess zur Verfügung gestellt werden kann. Nach von Rosenstiel [Rose u.a. 04] wird Qualifikation dadurch erworben, dass „eine Person lernzielorientiert jene Fähigkeiten, Wissensbestände, Motive, sozialen Verhaltensweisen etc. erwirbt, die die Aufgabe erfordert. Die Eignung [hier: Qualifikation] soll der Anforderung entsprechen, wobei die Anforderung bekannt ist."
Kompetenz[52] beschreibt dagegen die Befähigung, „sich mit komplexen, unbestimmten und unvorhergesehenen Situationen selbstorganisiert und schöpferisch auseinanderzusetzen" (Grootings in [Muld 07]). Deutlich wird die Erweiterung der auf die Erfüllung von Anforderungen beschränkten Qualifikation auf die stark von individuellen, kreativen Fähigkeiten abhängige Ausrichtung der Kompetenz: „Kompetenzen rücken den Menschen mit seinen Potentialen in den Fokus, während es bei Qualifikationen um Zertifikate bzw. um den Beleg eines Prüfungswissens geht. Bündig formuliert: Qualifikation ohne Kompetenz ist (leider) möglich; Kompetenz ohne Qualifikation gibt es dagegen kaum." [Unte 10]. Damit wird auch der Bezug zu unvorhersehbaren Ereignissen hergestellt, der einen wesentlichen Faktor in Planungs- und Erstellungsprozessen von Industriegebäuden bildet.
North/Reinhardt [Nort u.a. 05] schlüsseln den Begriff Handlungskompetenz in drei Teilbereiche auf (Abb. D60):

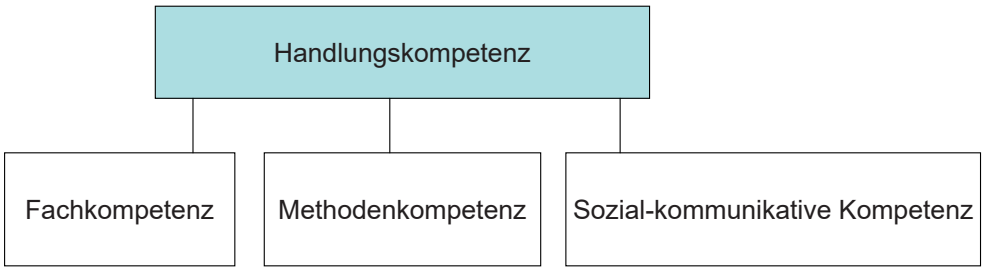


Abb. D60: Handlungskompetenz als Einheit von Fach-, Methoden- und Sozial-kommunikativen Kompetenzen (nach [Nort u.a. 05])

51 Berufsspezifische Qualifikationen verweisen auf die durch Studium, Ausbildung und Arbeit in der Praxis erworbenen Fähigkeiten (Honorarordnung für Architekten und Ingenieure (HOAI), Bundesarchitektenkammer (BAK), Verein deutscher Ingenieure (VDI), etc.).

52 Im Rahmen der vorliegenden Arbeit wurden keine wissenschaftlichen Quellen gefunden, die speziell auf den Industriebau oder die Fabrikplanung eingehen. Zusätzlich erschwert die unübersichtliche Vielzahl an Begriffen und Begriffsauffassungen die systematische Übertragung. Der Begriff Kompetenz wird zum Teil als (modische) Variante für den Begriff Qualifikation genutzt [Erpe u.a. 05]. Aktuelle Forschungen in den Bereichen Pädagogik, Psychologie oder Wirtschaftswissenschaft bemühen sich aus unterschiedlichen Perspektiven um eine grundsätzliche Definition des Begriffs. Erst in den letzten Jahren konnte ein relativ einheitliches Bild geschaffen werden [Dimi 09].

- Fachkompetenz umfasst alle zur Erfüllung einer konkreten Aufgabe notwendigen professionsspezifischen Fähigkeiten, Fertigkeiten und Kenntnisse. Im Industriebau sind hier alle bau- und fabrikspezifischen Kenntnisse und Erfahrungen erfasst, die die einzelnen Akteure in das jeweilige Projekt einbringen und die in der Regel über Ausbildung und Erfahrung erworben worden sind (Bsp. Gestaltungskompetenz des Architekten etc.). Die Fachkompetenzen der beteiligten Akteure müssen dazu angelegt sein, die im Handlungsfeld 1 aufgestellten Themenfelder fachgerecht und projektspezifisch bedienen zu können.
- Methodenkompetenz ist die Fähigkeit, erworbenes Fachwissen in komplexen Arbeitsprozessen zielorientiert einzusetzen. Sie bezeichnet oft auch tätigkeitsunabhängige Schlüsselkompetenzen. Im Industriebau sind Methodenkompetenzen eng mit den Fachkompetenzen verknüpft und beziehen sich auf berufsspezifische Methoden der einzelnen Akteure (Bsp. Entwurfsmethoden der Architekten, Betriebsanalysemethoden der Fabrikplaner, Kalkulationsmethoden der Tragwerksplaner etc.).
- Sozial-kommunikative Kompetenzen sind die Fähigkeiten einer Person oder Gruppe, die sich auf die kreative Gestaltung sozialer Beziehungen und Prozesse in der Gruppe oder Organisation beziehen. Für den Industriebau sind diese Kompetenzen nicht explizit erfasst; es gibt lediglich berufsspezifische Ansätze[53].

In der Praxis der Disziplinen Pädagogik, Sozialwissenschaften etc. dienen unterschiedliche sog. Kompetenzmodelle[54] der weiteren Spezifizierung. Laut Forschungsteam wird deutlich, dass die Dreiteilung in Fach-, Methoden- und sozial-kommunikative Kompetenzen nicht erschöpfend ist und um weitere Kompetenzen ergänzt bzw. differenziert werden soll. So bilden z. B. die sog. Metakompetenzen die Fähigkeit ab, sich selbständig und eigendynamisch weiterzuentwickeln und auf die jeweiligen Rahmenbedingungen einzustellen ([Dimi 09]/S.71).

Im Rahmen dieser Forschungsarbeit wurden die folgenden Metakompetenzen als relevant im Industriebau identifiziert (Abb. D61).

53 Bsp. Architekt nach Schill-Fendl [Schi 04]
54 Kompetenzmodelle bilden unterschiedliche Kompetenzen ab und differenzieren u. a. Namen der Kompetenz, Definition, Verhaltensanker und eine Skala zur Kompetenzbewertung (vgl. [Kauf 06]).

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BMVBS/BBR - Zukunft Bau.

Metakompetenzen:	Definition:	Merkmale Industriebau:
Pluralitätskompetenz:	Kompetenz, mit hochkomplexen unsicheren und uneindeutigen Situationen professionell zurechtzukommen und unter diesen Bedingungen genügend Sicherheiten zu generieren, um handlungsfähig zu bleiben [Orth 02]	• hoch-komplexe Planungsaufgabe • hohe Zukunftsoffenheit • hoher Anteil an Veränderungsmechanismen (Bau/Prozess)
Beobachtungskompetenz:	Fähigkeiten, sich selbst und andere beobachten zu können, zu erkennen, welche Unterscheidungen diesen Beobachtungen zugrundeliegen und welche Einflüsse dies auf Situationen und ihre Entwicklung hat [Orth 02]	• hoher Anteil unterschiedlicher Einzelakteure (Schnittstellen) • hohe kommunikative Anforderungen
Reflexive Kompetenz:	Fähigkeiten, reflexiv zu Sinnfindungen zu kommen und insbesondere dadurch produktiv mit Störungen umgehen zu können [Orth 02]	• hohe Anforderungen in bau- und prozessspezifischen Änderungen • kurze Entscheidungszyklen • hohes äußeres Störungspotential
Ästhetische Kompetenz:	Fähigkeiten, mit der neuen Ästhetik unserer Alltags- und Arbeitswelt und deren „Bilderfluten" (Virilio) umgehen zu können und diese als Möglichkeiten auch zu nutzen [Orth 02]	• Anforderungen an umfassenden Gestaltungsansprüchen in Bau- und Prozessebene • neue Formen der Kommunikation (z. B. 3D-Planung etc.)
Selbstbezogene Kompetenz:	Fähigkeiten zur Selbstentwicklung, d. h. zur Selbstbeobachtung, zur Einschätzung der je eigenen (beruflichen) Situation und deren Abgleich mit den Dynamiken der Umwelt, um die zukunftsorientierte Gestaltung von Biografie und Karriere angehen zu können [Orth 02]	• hohe Bedeutung/Abhängigkeit/ Potential des Erfahrungsschatzes der Einzelakteure (Generalisten) • konstante Notwendigkeit zur Anpassung an neue Techniken/Methoden/Fachwissen
Fächerübergreifende Kompetenz:	Fächerübergreifende Kompetenzen sind: • situations-/inhaltsunabhängig definierte Fähigkeiten verschiedener Disziplinen, • die bei der Bewältigung komplexer, ganzheitlicher Anforderungen von Bedeutung sind • und auf neuartige, nicht explizite Aufgabenstellungen transferiert werden können.	• hohe Bedeutung pro-aktiven, wertschätzenden Umgangs mit Leistungen beteiligter Akteure, Umsetzung im Sinne der Projektziele • Notwendigkeit breit angelegten grundsätzlichen Wissens um Prozesse der Fabrikplanung und des Bauwesens aller Akteure
Millieukompetenz:	Fähigkeiten in verschiedenen Personenkreisen mit unterschiedlicher Hierarchieordnung umgehen zu können	• Notwendigkeit, mit unterschiedlichsten Akteuren (Bauherrenorganisation bis Bauarbeiter) kommunizieren und interagieren zu können
Metakommunikationskompetenz:	Fähigkeit zur Kommunikation über Kommunikation	• Komplexität im Industriebau erfordert frühzeitige Abstimmung über Umgangsformen • Kommunikationsethos (partnerschaftlich oder hierarchisch) • Konfliktbewältigung

Abb. D61: Metakompetenzen im Industriebau (© IIKE)

Das Kompetenzmodell der Robert Bosch GmbH wird dort in der Liegenschaftsabteilung genutzt, um notwendige Fähigkeiten der Akteure eines Industriebauprojektes darzustellen und im Auswahlprozess des Planungsteams aufeinander abzustimmen (Abb. D62). Deutlich wird, dass die Fach- und Methodenkompetenzen als gleichwertige Faktoren neben Meta- und sozial-kommunikativen Kompetenzen betrachtet werden.

Kompetenzfelder	Kompetenzen	Merkmale, Indikatoren
Unternehmerkompetenz	Ergebnisorientierung	Ziel-/Ertragsorientierung, Kostenbewusstsein, Konsequenz, effiziente Umsetzung, Ressourcenmanagement, Prozesssteuerung, Qualitätsbewusstsein, Streben nach kontinuierlicher Verbesserung
	Zukunftsorientierung	Strategisches Denken/Handeln, Markt-/Kundenorientierung, Innovation, Initiative, Risikobereitschaft, Veränderungsmanagement, Verantwortungsbereitschaft
Führungskompetenz	Führungsstärke („Führen durch Persönlichkeit")	Führungsanspruch, Überzeugungskraft, Durchsetzung, Entscheidungskraft, Motivations-/ Begeisterungsfähigkeit, Energie, Mut, konstruktiver Umgang mit Fehlern, Stabilität, Optimismus, Ausstrahlung, Integrität, Freiräume für neue Ideen geben, Handlungsfähigkeit in unsicheren Situationen
	Anwendung der Führungsinstrumente („Führerschein zum Führen")	Zielentfaltung, Delegation, Leistungsbeurteilung, Feedback, Mitarbeiterauswahl und -entwicklung, Erkennen und Fördern von Talenten, Mentoring / Coaching
Sozialkompetenz	Kooperation	Netzwerke schaffen und nutzen, Offenheit, Glaubwürdigkeit, Zuverlässigkeit, Wissens- und Informationsaustausch, Integrations- und Teamfähigkeit, konstruktiver Umgang mit Konflikten
	Kommunikation	Formulieren / Strukturieren / Präsentieren / Moderieren / aktives Zuhören, Kontaktfähigkeit, Verhandlungsgeschick, interkulturelle Fähigkeiten, Perspektivwechsel
Fach-/Methodenkompetenz	Erfahrungsbreite („Generalist")	Überblick, funktionsübergreifende/internationale Erfahrung, interdisziplinäres und vernetztes Denken, Flexibilität, Projekt- / Qualitäts- / Strategiemanagement, Fremdsprachenkenntnisse
	Tiefe des Wissens („Experte")	Analytische und intellektuelle Fähigkeiten, Spezialwissen, anerkanntes Expertentum, Kreativität, kontinuierliches Lernen

Abb. D62: Kompetenzmodell der Robert Bosch GmbH (© Robert Bosch GmbH_C/RER)

Die zielgerichtete Identifikation und Zuweisung notwendiger Kompetenzen soll folgenden Defiziten im Planungs- und Erstellungsprozess eines Industriegebäudes entgegenwirken:

- Geringe Fachkompetenz des Bauherrn führt zu Fehlentscheidungen und mangelnde Beratungskompetenz der Akteure zu unzureichender Steuerungsfähigkeit vor allem zu Projektbeginn.
- Hoher Zeit- und Kostendruck haben zur Folge, dass erforderliche Kompetenzen nicht ausreichend oder nicht systematisch entlang der Projektanforderungen zusammengestellt werden.
- Der hohe Komplexitätsgrad der Projekte impliziert eine starke Fragmentierung der Arbeitsbereiche der Fachplaner. Kompetenzfelder werden ungenügend oder mehrfach besetzt, was zu Konflikten führen kann (Bsp. Architekt vs. Projektmanager).
- Technologischer Fortschritt und hohe Flexibilität im Industriebau erfordern eine konstant-dynamische Weiterentwicklung der Fach- und Methodenkompetenz der Prozessbeteiligten.
- Der hohe Grad an unvorhersehbaren Änderungen erfordert Fähigkeiten, neue kreative Lösung erarbeiten zu können.

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BMVBS/BBR - Zukunft Bau.

- Projekte scheitern an einer mangelnden, weil nicht systematischen Integration sozial-kommunikativer Kompetenzen.
- Es fehlt den Akteuren an Kompetenzen, um den Gesamtzusammenhang der Planung zu erfassen und konkrete Handlungsvorgaben ableiten zu können.

Ablauf

Zur zielgerichteten Erfassung der benötigten Kompetenzen innerhalb eines Industriebauprojektes dient die Erstellung eines Kompetenzportfolios (Abb. D63), das anhand der konkreten Projektanforderungen, zukünftiger Lebenszyklen des Gebäudes und Entwicklungsstrategien des Unternehmens entwickelt wird. Abgebildet werden benötigte Fach-, Methoden- und sozial-kommunikative Kompetenzen sowie Metakompetenzen.

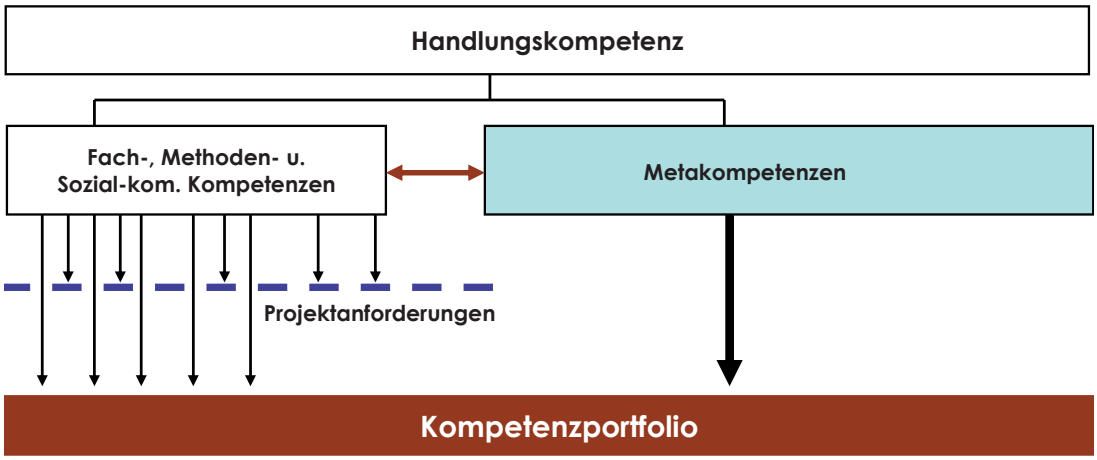


Abb. D63: Kompetenzportfolio (© IIKE)

Die strukturierte Zusammenstellung eines Planungs- und Erstellungsteams und die Sicherstellung der Integration der benötigten Kompetenzen im Planungs- und Erstellungsprozess kann nach dem Ablaufschema in Abbildung D64 umgesetzt werden. Kernaspekte der Vorgehensweise sind:

- die Ausrichtung auf den komplexen Planungsgegenstand Fabrik, der über den Gesamtlebenszyklus wechselnden spezifischen Anforderungen gerecht werden muss,
- die Spiegelung dieser Projektanforderungen in einen Kompetenzkatalog, der Grundlage für die weitere zielorientierte Auswahl der Akteure bildet,
- die Identifikation von Kompetenzlücken, die im Laufe des Projektfortschritts kompensiert oder gefüllt werden müssen (Planung als dynamischer Prozess),
- die schriftliche Dokumentation der Ergebnisse in einem sog. Kompetenzportfolio, welches als Checkliste den Gesamtlebenszyklus des Industriegebäudes begleiten kann,
- die Überführung der Ergebnisse in eine projektspezifische und klar an den Anforderungen ausgerichtete Zusammensetzung des Projektteams und
- die projektbegleitende konstante Prüfung der Teamstrukturen auf der Basis Projektanforderungen und entlang des Prozesses (ggf. durch Wiederholung der Schritte).

Die Definition von Bedarf/Projektanforderungen und der Teamaufbau sind in der Regel sich gegenseitig bedingende Prozesse (vgl. Abs. D6.3), die sich spiralförmig von der ersten Idee des Bauherrn bis zum präzisen Anforderungskatalog im vollständigen Planungsteam aufbauen. In der Praxis stehen verschiedene erprobte Methoden zur Verfügung, die den Prozess von Identifikation bis Teamaufbau unterstützen können (vgl. Abs. D6.6).

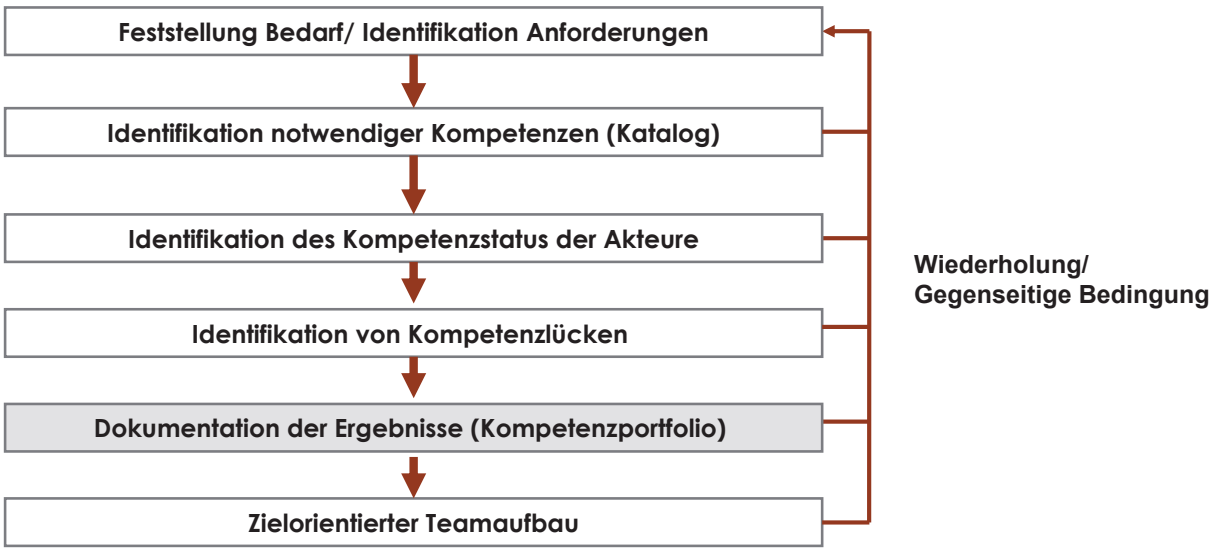


Abb. D64: Ablaufschema Aufbau Kompetenzen (© IIKE)

Einordnung Phasenmodell der Planungssystematik

Im Sinne einer frühzeitigen und ganzheitlichen Projektoptimierung liegt der Schwerpunkt der Kompetenzanalyse und -zuweisung auf der Projektfrühphase bzw. auf der Frühphase jeder Teilphase im Gesamtlebenszyklus (Abb. D65).

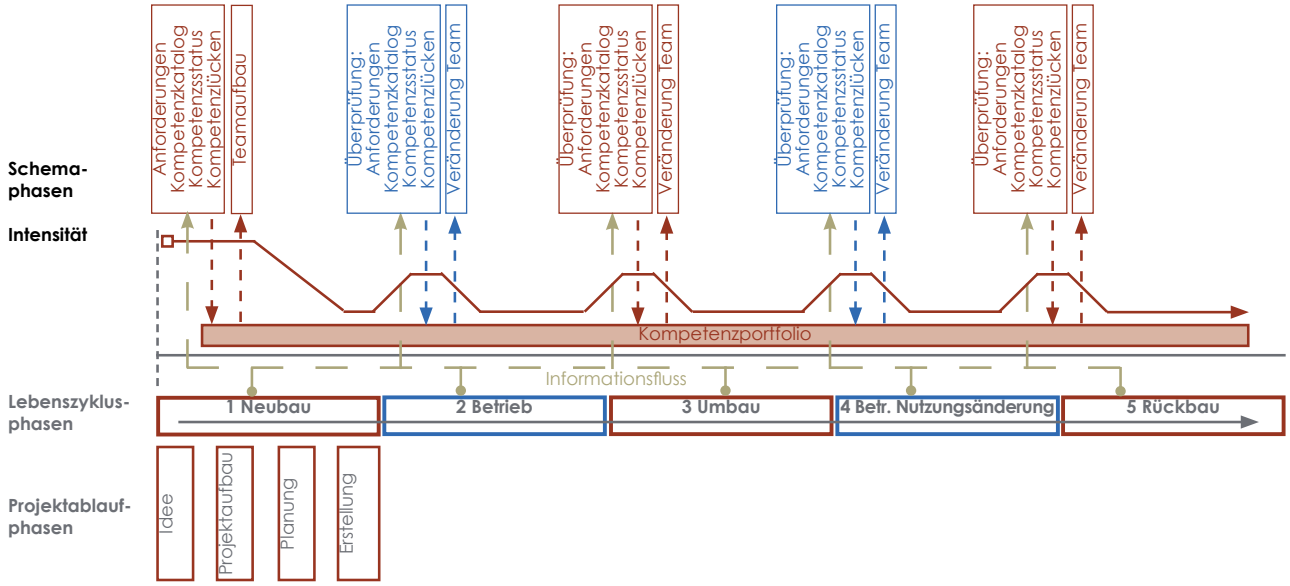


Abb. D65: Integration des Themenfeldes im Gesamtlebenszyklus (© IIKE)

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BMVBS/BBR - Zukunft Bau.

Wird die Projektidee durch Konsultation eines ersten Fachplaners (im Regelfall des Projektleiters) konkretisiert, so finden eine erste Kompetenzanalyse, der Aufbau eines Kompetenzportfolios und die Zuweisung der Kompetenzen zu Personen (Teamaufbau) statt. Sicherlich finden auch im weiteren Planungsverlauf weitere entscheidende Kompetenzzuweisungen statt (Bsp. Integration ausführender Unternehmen etc.), diese sind jedoch auf Basis eines belastbaren, durchlaufenden Kompetenzportfolios aus der Projektfrühphase effizient durchführbar.
Aspekte einer lebenszyklusorientierten Integration von Kompetenzen sind:

- Kompetenzmanagement im Unternehmen (betriebliche Seite) kann eine grundsätzliche Erfassung der werksinternen Kompetenzen[55] stärken. Diese sind in hohem Maße für die erfolgreiche Umsetzung späterer Betriebsoptimierungen der Fabrik von Bedeutung.
- Über transparente Kommunikation der notwendigen/vorhandenen Kompetenzen im Team (vgl. Abs. D6.5.3) können versteckte Kompetenzen entdeckt und optimiert werden.
- Aktivierung relevanter Kompetenzen aus vorhergegangen Lebensphasen für z. B. Umbauten, Betriebsoptimierungen, Rückbau etc. greift auf ‚historisches' Projektwissen zu (Kompetenzkonstanz).
- Detaillierte Dokumentation aller Projektergebnisse (fachlich, methodisch) dient als Grundlage weiterer Planungs- und Ausführungsaktivitäten eines Unternehmens.

Akteure

Die Analyse der Leistungsphasenmodelle der Disziplinen[56] (vgl. Abs. D3.3) führte im Rahmen der Forschungsarbeit zu einer Abkehr vom Versuch einer berufsbezogenen Kompetenzbetrachtung (Wer kann was?) hin zu einer Ausrichtung auf die allgemeinen Notwendigkeiten des Planungsgegenstandes (Was ist zum Projekterfolg notwendig?), die das komplexe Endprodukt Industriegebäude in den Vordergrund stellt. Die Forschungsarbeit unterstützt daher die Auswahl der Akteure über den Gesamtlebenszyklus aufgrund ihrer Fähigkeiten im Sinne des angestrebten Endergebnisses und die systematische Abbildung und Integration notwendiger Kompetenzen im Prozess ohne Bezugnahme auf traditionelle Berufsstände oder Phasenbeschränkungen.
Die Loslösung einer auf die Einzelakteure ausgerichteten Teamstruktur hin zur ergebnisorientierten Kompetenzgestaltung soll zu einer veränderten Zusammenstellung des Planungs- und Ausführungsteams in allen Projektphasen führen. Ziel ist es dabei nicht, möglichst viele Akteure mit spezifischen Einzelaufgaben zu beauftragen, sondern übersichtliche, flexible und reaktionsfähige Teams zu formieren, die alle erforderlichen Kompetenzen entlang der Anforderungen bedienen. Von einer detaillierten Betrachtung der Aufgaben und prozessnotwendigen Handlungskompetenzen der einzelnen Disziplinen wird aus diesem Grund an dieser Stelle abgesehen.

55 Partizipation von Werksleiter, Betriebsrat, Werker etc. im Planungsprozess dient Prozessoptimierung, Identifikation von Mängeln und Potentialen etc.

56 Auf Basis der grundsätzlichen Klärung der berufsspezifischen Aufgaben (vgl. Darstellung der Aufgabe der Akteure nach HOAI, VDI, AHO) wurde zunächst die Optimierung des vorhandenen Systems diskutiert. An der Masse an unübersichtlichen Schnittstellen und komplexen Überschneidungen von Rollen und Aufgaben scheiterten diese Versuche, sodass ein grundsätzliches Umdenken erforderlich erschien.

Die Kompetenzverteilung im Industriebau lässt sich als Kräftedreieck zwischen den Kompetenzbereichen Planung, Projektleitung (Beratung) und Ausführung unter der Führung und Verantwortung des Bauherrn und vor dem Hintergrund der Öffentlichkeit darstellen (Abb. D66). Gelingt es, alle diese Kompetenzbereiche in der den projektspezifischen Anforderungen entsprechenden Balance zu halten, ist ein Kernziel des Kompetenzmanagements erreicht.

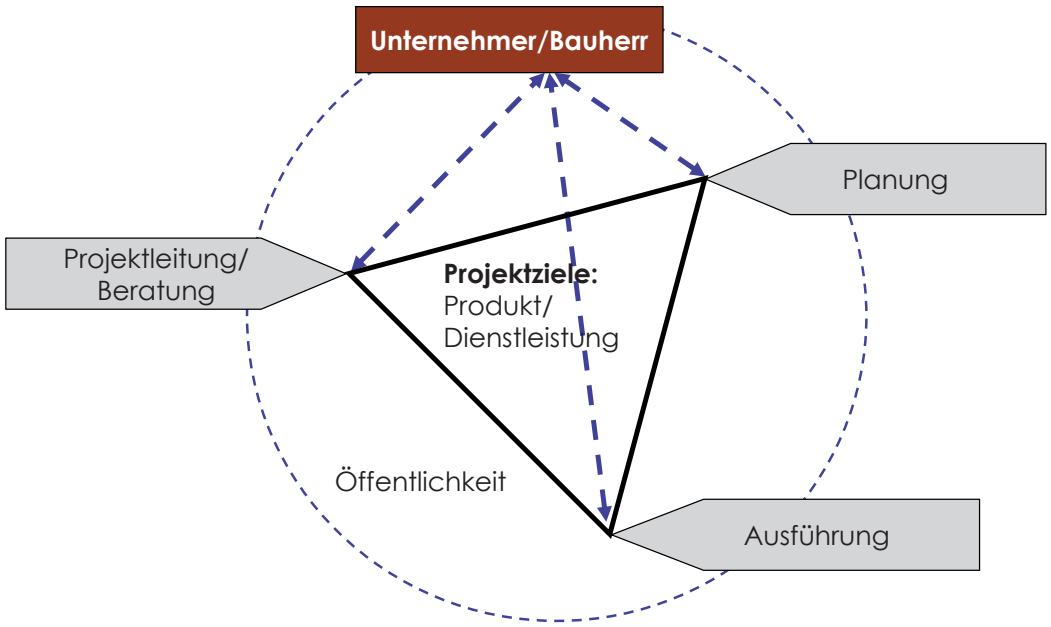


Abb. D66: Kompetenzverteilung im Industriebau (© IIKE)

Öffentlichkeit definiert nach Fechner [Fech u.a. 09] u. a. Akteure aus Gesellschaft, Städtebau, Bau(-kultur), Politik und Fachpresse. Diese können bei der Planung- und Erstellung von Industriebauten erheblichen Einfluss auf die Gestaltung der Planungsprozesse haben (z. B. im Rahmen des Genehmigungsverfahrens) und sind daher in sinnvollem Umfang zu integrieren.

Unternehmer/Bauherr[57]: Die Defizitanalyse und die Untersuchung der Anforderungen an einen zukunftsfähigen Industriebau (vgl. Abs. D3 und D4) weisen im hohen Maße auf die Verantwortung des Bauherrn in komplexen Planungs- und Erstellungsprozessen hin. Der Teamaufbau, beginnend mit ersten Gesprächen im Rahmen der Projektidee, liegt in seiner Hand. Er stellt über die Konsultation/Beauftragung verschiedener Akteure die Weichen für den späteren Projekterfolg. Die Zuweisung von Kompetenzen auf ein Planungs- und Ausführungsteam unterliegt jedoch in der Praxis häufig gewissen Zufälligkeiten. Der Bauherr ist sich selten der vorhandenen Kompetenzen im Unternehmen bewusst, setzt diese folgerichtig nicht systematisch und zielorientiert ein und wählt externe Akteure nach einseitigen Kriterien (Honorare, Bekanntenkreis etc.) aus.

57 Die Verwendung des Begriffs *Bauherr* erfolgt auf Basis eines festgestellten grundsätzlichen Baubedarfs innerhalb der Bedarfsplanung (vgl. Abs. D6.4.1.1).

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BMVBS/BBR - Zukunft Bau.

Die folgende Liste zeigt beispielhaft verschiedene unternehmensinterne Einzelakteure, deren Kompetenzen den Planungs- und Erstellungsprozess unterstützen können (Abb. D67):

Akteure Bau:	im Unternehmen vorhanden	Instandhaltung
		Gebäudemanagement
		Mitarbeiter (Arbeitsplatzqualitäten)
		Betriebsrat
		Einkauf
		Marketing
Akteure Produktion:	im Unternehmen vorhanden	Qualitätssicherung
		Marketing
		Werker
		Betriebsrat
		Vertrieb
		Informationstechnik (IT)
		Einkauf
		Mitarbeiter (Arbeitsplatzqualitäten)

Abb. D67: Betriebsinterne Kompetenzen_exemplarisch (© IIKE)

Unabhängig davon, ob der Bauherr in seiner Rolle als Projektinitiator, -entscheidender, -finanzierer oder -koordinator seine Kompetenzen selbst ausführt oder an einen geeigneten Vertreter überträgt, sind folgende Aspekte von Bedeutung (Abb. D68):

Kompetenzart Bauherr	**Aspekte**
Sozialkompetenz:	Fähigkeit, in/mit unterschiedlichen Planungsbeteiligten in Gruppen zu arbeiten
Entscheidungskompetenz:	Fähigkeit, sowohl unternehmensrelevante als auch projektrelevante Entscheidungen im Sinne der Projektziele eigenständig fällen zu können
Metakommunikations-kompetenz:	Fähigkeit, als Teil vernetzter Planungsteams pro-aktiv und selbstkritisch zu einer optimalen Kommunikation beizutragen
Ausführungskompetenz:	Fähigkeit/Befugnis, eigenständige Entscheidungen durchzusetzen bzw. deren Umsetzung an kompetente Akteure weitergeben zu können
Verfügungskompetenz:	Fähigkeit/Befugnis, finanzielle Entscheidungen eigenständig treffen und deren Umsetzung anweisen zu können
Kreativität/Mut/Neugier:	Fähigkeit, sich auf neue Lösungen einlassen zu können

Abb. D68: Bauherrenkompetenzen_exemplarisch (© IIKE)

Beratung/Projektleitung: Die Planungsaufgabe *Industriegebäude* stellt alle Beteiligten und besonders das Unternehmen selbst vor große Herausforderungen. Ist der Bauherr als Laie nicht in der Lage, seine Aufgaben kompetent zu erfüllen, ist eine ganzheitliche und unabhängige Beratung in Bezug auf vielfältige Aspekte von Bedeutung. Ursprünglich wird diese Aufgabe von der vom Bauherrn eingesetzten Projektleitung unabhängig und im Sinne der Projektziele übernommen. Die Projektleitung in Beratungsfunktion unterstützt den Bauherrn fachlich, indem sie sein Wissens- und Kompetenzdefizit ausgleicht und eine Mittlerfunktion zwischen Bauherrn und Planern/Ausführenden übernimmt. Zum Teil sind in diesem Bereich aufgrund der enormen Komplexität und der Vernetzung mit weiteren Teilbereichen (z.B. Fi-

nanzierung, Produktionsgestaltung etc.) Ansätze einer Verteilung der Beratung auf verschiedene Akteure feststellbar. Hier muss auf die hohe Bedeutung der Auswahl unabhängiger Akteure hingewiesen werden.
Planung: Nach Schill-Fendl ist Planung „ein systematischer, informationsverarbeitender Prozess zur zielführenden Lösung einer Aufgabenstellung von Planungsimpuls bis zu Planerstellung“ [Schi 04]. Joedicke unterteilt den Begriff Planung in zwei Hauptphasen „Objektorientiertes Entwerfen“ und „Prozessorientierte Planung“ [Joed 76] und sortiert auf diese Weise den kreativen/gestalterischen[58] Aspekt als Teilbereich der Planung ein. Akteure des Bereichs Planung eines Industriebaus werden in diesem Sinne hier sowohl als objekt- als auch prozessorientiert arbeitende Beteiligte betrachtet.

Die verallgemeinernde Gruppierung der einzelnen Kompetenzen aus Bau, Produktion und Prozessgestaltung unter dem Oberbegriff Planung (Abb. D69) erlaubt es dem Unternehmen/Bauherrn, Kompetenzen auf die Leistungsfähigkeit der Einzelakteure und so individuell auf das Projekt abzustimmen. Es besteht eine Durchlässigkeit und Dynamik zwischen den Kompetenzen im Kompetenzfeld Planung.

Akteure Bau:	während Planung und Erstellung	Architektur
		Projektleitung/-management
		Tragwerksplanung
		Technische Gebäudeausrüstung
		Facility Management
		Gutachter
		etc.
Akteure Produktion:	während Planung und Erstellung	Fertigungsplanung (Fertigungskonzepte, Maschinenlayout, Sondermedien etc.)
		Logistik
		Produktionsplanung
		Arbeitsgestaltung/Personalplanung
		etc.
Akteure Prozessgestaltung:	während Planung und Erstellung	Projektmanagement
		Buchhaltung (Zahlungsabwicklung)
		etc.

Abb. D69: Kompetenzverteilung in der Planung (© IIKE)

Im Industriebau nimmt nach Erfahrungen in der Praxis die Prozessgestaltung durch das Projektmanagement eine zentrale Rolle ein. Der Bauherr überträgt viele seiner ursprünglichen Aufgaben in die Hände eines Projektleiters, der die Aufgabe als Bauherrenvertreter wahrnimmt[59] und an dessen Kompetenz erhebliche Anforderungen bestehen.

58 In der Literatur wird zum Teil eine Trennung von Planung und Entwurf vorgenommen [Schi 04], was jedoch dem interdisziplinären Ansatz dieser Arbeit nicht gerecht werden würde.

59 vgl. auch Leistungsbild aus „Projektmanagementleistungen in der Bau- und Immobilienwirtschaft“ der AHO-Fachkommission „Projektsteuerung/Projektmanagement“ [AHO 09]

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BMVBS/BBR - Zukunft Bau.

Der Projektleiter besetzt damit die wichtige Schnittstelle zwischen Bauherr und Planungsteam[60]. Vielfach wurde im Forschungsteam die Bedeutung der Erfahrungsschätze der unterschiedlichen Akteure diskutiert. Langjährige Erfahrungen im Bereich Industriebau und die damit einhergehende Fähigkeit, komplexe Zusammenhänge sicher zu erfassen, sind in diesem Zusammenhang sicherlich von Vorteil.
Ausführung: Nach Fechner ist „der Bauunternehmer […] für die ordnungsgemäße, den genehmigten Bauvorlagen, den technischen Baubestimmungen und den entsprechenden Umweltschutzanforderungen gemäßen Ausführung der von ihm übernommenen Arbeiten und somit für die ordnungsgemäße Einrichtung und den sicheren Betrieb der Baustelle verantwortlich. Zudem muss er die erforderlichen Nachweise über die Verwendbarkeit der genutzten Bauprodukte und Bauarten erbringen. Hat der Unternehmer für einzelne Arbeiten nicht die erforderliche Sachkunde und Erfahrung, ist er verpflichtet geeignete Fachunternehmer oder Fachleute einzubeziehen.“ [Fech u.a. 09]
Auch hier dient die verallgemeinernde Gruppierung der einzelnen Kompetenzen aus Bau und Produktion unter dem Oberbegriff Ausführung (Abb. D70) lediglich der Definition von Schwerpunkten, die aber zusammenhängend und in gegenseitiger Korrelation bedient werden müssen.

Akteure Bau:	während Planung und Erstellung	Baufirmen
		Projektleitung
		Lieferanten
		Hersteller Baustoffe/Produkte
		Baustelleneinrichter/Baulogistik
		etc.
Akteure Produktion:	während Planung und Erstellung	Maschinenbau
		Anlagentechnik
		etc.

Abb. D70: Planungs- und Ausführungskompetenzen (© IIKE)

Die Fachkompetenzen in Planung und Ausführung werden sicherlich auch in Zukunft in der Regel in großem Maße von verschiedenen Akteuren und Disziplinen bedient. Für den Projekterfolg ist jedoch von hoher Bedeutung, dass jeder Akteur die Kompetenzen der Teamkollegen nicht nur kennt sondern auch nachvollziehen kann (vgl. Metakompetenz: Fächerübergreifende Fach-, Methodenkompetenz).

60 „Der gute Industriebauplaner/Industriearchitekt ist auch drillmäßig ausgebildeter Designer, vor allem aber ist er der:
- Prozessplaner, der den Nutzer befähigt Lösungsvarianten zu planen, diese abzuwägen und in Flächenstrukturen abzubilden / - Ingenieur, der in der Lage und dafür verantwortlich ist, alle an der Planung Beteiligten zu steuern und alle Planungen fachlich zu koordinieren / - Konstrukteur, der nicht nur alle Hochbaugewerke selbst ausarbeitet sondern alle Gewerke in die Gesamtplanung einarbeitet / - Objektüberwacher, dessen Aufgabe die Umsetzung des Geplanten im vereinbarten Qualitäts-, Termin- und Kostenrahmen ist / - Bauleiter, der immer der Bauherrenseite zuzurechnende Verantwortliche für die Baustelle im öffentlich-rechtlichen Sinne.“ [Depl 07]

So wird z. B. von einem Fabrikplaner Gestaltungsverständnis, von einem Architekten Anlagenverständnis und von einem Tragwerksplaner Gebäudetechnikverständnis in einem Industriebauprojekt erforderlich sein, um ein zukunftsfähiges Objekt zu realisieren. Insbesondere die Position des Projektleiters sollte über weitreichende fachliche, methodische und sozial-kommunikative Generalkompetenzen verfügen.

Checkliste Kernaufgaben
Im Rahmen der Forschungsarbeit wurden die folgenden Kernaufgaben im Bereich Kompetenzen identifiziert:

- Stärkung der Bauherrenkompetenzen
- Identifikation, Zuweisung, Bewertung und Sicherstellung der notwendigen internen und extern zu vergebenden Fach-, Methoden- und Sozial-Kommunikativen Kompetenzen (inkl. Erfahrungsschätze)
- Identifikation, Zuweisung, Bewertung und Sicherstellung der notwendigen Meta-Kompetenzen
- Effiziente Überführung der Kompetenzen in den Planungs- und Erstellungsprozess

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BMVBS/BBR - Zukunft Bau.

Prof. Dipl.-Ing. Arch. Christian Deplewski, Dipl. Ing. Thomas Spiegel
Dipl. Ing. Regina Sonntag, Dipl. Ing. Antje Voigt

D6.5.2 Themenfeld Konstellationen

Grundlagen

Die Planung und Ausführung des immer komplexer und komplizierter werdenden Industriebaus[61] in immer kürzer werdenden Ausführungszeiträumen erfordert ein gestiegenes Maß an vernetztem Fach- und Methodenwissen. Die Definition der Beziehungen zwischen den Akteuren des Planungs- und Erstellungsprozesses bildet daher einen wesentlichen Schwerpunkt der ganzheitlichen Prozessgestaltung. Im Kontext der Forschungsarbeit definiert der Begriff *Konstellationen*[62] verschiedene Aspekte des komplexen Beziehungsgeflechts zwischen den unter Abs. D6.5.1 definierten Kompetenzbereichen innerhalb des zeitlich wie inhaltlich definierten Projektrahmens (Abb. D71)[63].

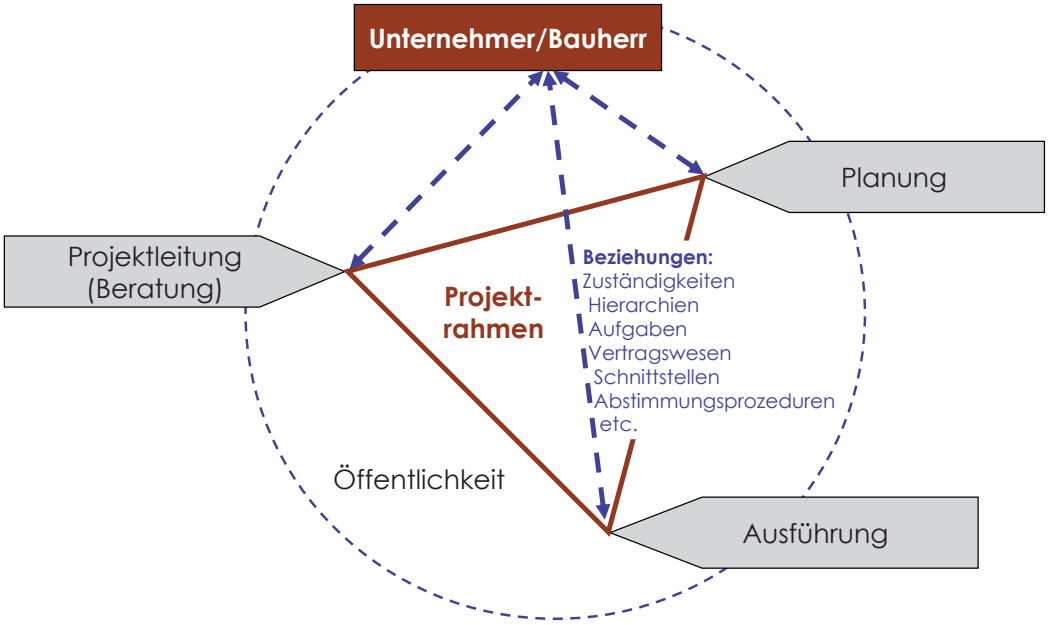


Abb. D71: Beziehungen zwischen Kompetenzbereichen (© IIKE)

61 Bis in die zweite Hälfte des 20. Jahrhunderts wurde unter Industriebau das Schaffen großer zusammenhängender Fertigungsflächen ohne große Raumqualitäten/technische Ausrüstung verstanden. Seit Mitte der 80er Jahre erfährt der Industriebau eine rasant zunehmende Komplexität wegen steigender Anforderungen (vgl. Abs. 4) aus der Fertigung (Schwingungen, Raum, Konditionierung, Medien, Reinheit etc.) oder seitens Gesetzgeber/Baubehörden (z. B. Schallschutz, Umweltschutz). Viele Industriebauten sind eigentlich komplex gebaute, mehrgeschossige Maschinen. Das Kostenverhältnis zwischen Bau (Kostengruppen 20+30+50 ohne 54) und technischer/fertigungsspezifischer Ausstattung (KG 40+54) kann dabei unter 10:90 liegen. Außerdem wird der Industriebau erschwert durch immer kürzere Planungs-/Erstellungszeiten, bei denen der SOP-Termin (start of production) und die dahinter stehenden Lieferverpflichtungen den Fertigstellungstermin vorgeben. Bei Terminverzug übersteigen die anfallenden Vertragsstrafen oft die Baukosten.

62 lat. con – zusammen, stella – Stern: Allgemein definiert der Begriff Konstellationen die Stellungen der betrachteten Elemente zueinander innerhalb eines Bezugssystems sowie deren Veränderungen innerhalb eines bekannten Zeitraums. In der Astrologie bezieht er sich auf die Stellung der Gestirne zueinander. Eine Erfassung der Stellung kann nur durch das Ausrichten auf das Bezugssystem des Betrachters und einen klar definierten Zeitraum erfolgen. Neben den fest verankerten Fixsternen bewegen sich Wandelsterne innerhalb des Systems und können unterschiedliche Positionen im Laufe des Betrachtungszeitraums einnehmen ([Meye 03])

63 Es hat sich bewährt, Industriebauvorhaben in der Form eines Projektes abzuwickeln (Stichwort „Projekt“ vgl. Abs. D5.2 sowie DIN 69901).

Voraussetzung für den Planungsbeginn ist die festgestellte Notwendigkeit zu Bauen durch den Bauherrn (vgl. Abs. D6.4.1.1). Dieser gibt damit den entscheidenden Anstoß, den definierten Bedarf in konkrete Planungsschritte zu überführen und dazu eine eigene Organisationsform für die Umsetzung des Projektes aufzubauen. Es liegt somit in der Hand des Bauherrn, die Formierung der Projektorganisation zu initiieren. Im Projektmanagement werden die Konstellationen definiert durch die beiden Bausteine *Aufbauorganisation* und *Ablauforganisation* (vgl. u. a. [Grei 09]), die in Wechselbeziehung zueinander den Erfolg der Planungs- und Erstellungsprozesse bestimmen (Abb. D72):

- Die Aufbauorganisation liefert über die Abbildung einer Organisationsstruktur den dauerhaften betrieblichen Rahmen des Projektes. Es werden Aufgaben nach Organisationseinheiten gegliedert, Kompetenzen (Handlungsrechte) und Hierarchien zugeteilt und damit Verantwortungen und Schnittstellen definiert.
- Die Ablauforganisation ordnet v. a. die Prozesse bei der Erfüllung von Aufgaben (Arbeitspakete, Zuständigkeiten, Abstimmungsprozeduren etc.) und hat naturgemäß eine starke zeitliche Komponente, so dass Überlagerungen mit dem Themenfeld Zeit (Abs. D6.4.3) gegeben sind.

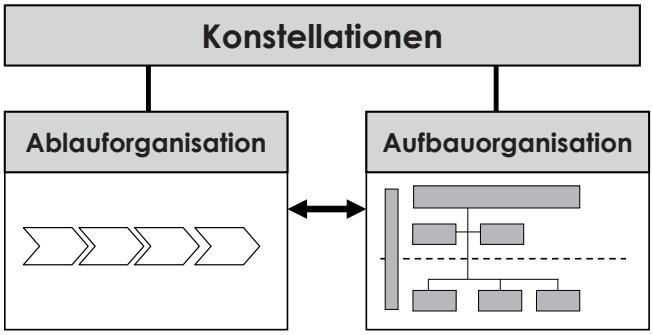


Abb. D72: Konstellationen - Ablauf- und Aufbauorganisation (© IIKE)

In die projektspezifische Ablauf- und Aufbauorganisation sind alle erforderlichen Projektbeteiligten so einzubinden, dass

- ihre Zuständigkeit klar definiert und die eigene Verantwortung erkennbar ist (Projektorganigramm),
- Entscheidungsgremien mit ihren Befugnissen definiert sind (Lenkungsausschuss, Teamsitzungen, Planungsbesprechungen) und
- vorab verbindliche Regelungen bezüglich der Arbeitsprozesse festgelegt sind (z. B. betreffend Projektablauf, Berichtswesen, Info-Wege etc.).

Im Bauprozess werden alle anstehenden Aufgaben zu Rollen zusammengefasst und entsprechend besetzt. Im Projektorganigramm werden die verschiedenen Rollen bzw. Projektbeteiligten hierarchisch und funktional zugeordnet. Neben dieser Zuordnung und der kompetenten Besetzung der einzelnen Rollen ist auch die Einhaltung von organisatorischen Regelungen und Entscheidungswegen eine Voraussetzung für das optimale Zusammenwirken der Projektbeteiligten.

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BMVBS/BBR - Zukunft Bau.

Im Bauwesen bestehen für die Aufbauorganisation und die damit verbundene Zuweisung von Rollen und Aufgaben im Planungs- und Erstellungsprozess unterschiedliche Konstellationsmodelle, die zum Teil auf traditionellen Vertragsformen aber auch neuartige Formen der Zusammenarbeit (vgl. Abs. D6.6.15 - Partnering) basieren. Dabei werden die Einzelakteure entweder auf Auftraggeber- oder Auftragnehmerseite angeordnet. In der Baupraxis kommen unterschiedliche Konstellationsmodelle zum Einsatz. Schriek [Schr 02] differenziert in Bauunternehmereinsatzformen (Fachlosvergabe, General- und Totalunternehmervergabe) und Planereinsatzformen (Einzelplaner, Generalplaner), nimmt also Bezug auf die Rolle der Hauptakteure Planung und Ausführung. Im Rahmen dieser Arbeit kann nur eine Auswahl mit wesentlichen Merkmalen für den Industriebau vorgestellt werden (Abb. D73a/b). Dabei ist darauf hinzuweisen, dass hier Rahmenmodelle behandelt werden, die im Einzelfall in der Praxis adaptiert und auf die speziellen Gegebenheiten angepasst werden müssen.

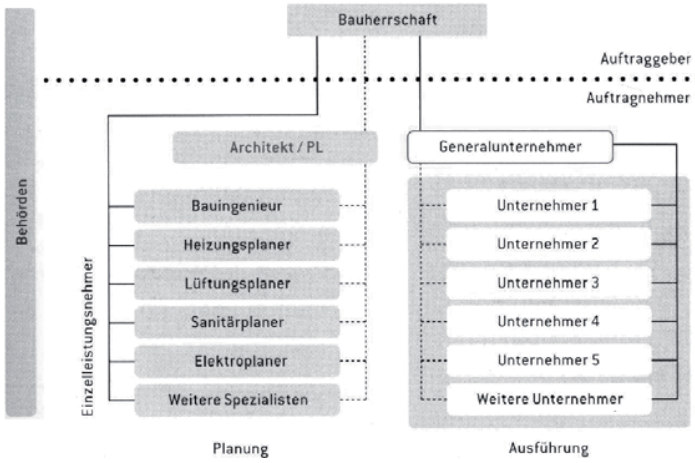
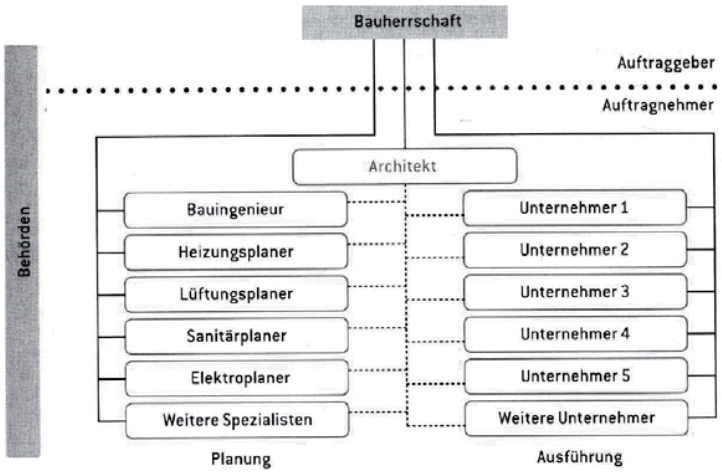
Konstellationsmodell	**Organigramm**
Generalunternehmer (GU)	
Kennzeichen Bau/Industriebau (Vertrag- und Kommunikationsbeziehung)	Generalunternehmer übernimmt Gesamtverantwortung für Ausführung (Reduzierung auf einen Werkvertrag)
	Einzelverträge zwischen Bauherr und Planern (Möglichkeit des Zusammenschlusses zur Planergemeinschaft)
	Bauherr strebt Termin- und Kostensicherheit durch den Generalunternehmer an
	Risikoabsicherung des GU kann Kosten im Einzelfall erhöhen
	Geringe Einflussnahme nach Beginn der Ausführungsleistungen des GU (Qualitätsänderungen etc.)
	Architekt übernimmt Rolle der "gestalterischen Leitung" bzw. Projektleitung
	Sicherstellung der Weisungskompetenz der Planer gegenüber dem Generalunternehmer von hoher Bedeutung
	Reduzierte Komplexität der Mängelbeseitigung nach Fertigstellung
	Präzise Leistungsdefinitionen notwendig, da reduzierte Einflussnahme nach Übergabe an GU (Aufwand Planungsphase)
	Geringe Kostentransparenz, da GU in Kontrolle über Einzelunternehmer

Abb. D73a: Konstellationsmodelle im Bauwesen: Generalunternehmer (IIKE nach [Bast u.a. 08])

Konstellationsmodell	**Organigramm**
Einzelplaner	
Kennzeichen Bau/Industriebau (Vertrag- und Kommunikationsbeziehung)	Traditionelle Konstellation mit hoher Einbindung der Kompetenzen des Bauherrn
	Akteure stehen einzeln im Vertragsverhältnis (Auftrag/Werkvertrag) zum Bauherrn
	Architekt in Funktion des Projektleiters mit hoher Weisungsbefugnis gegenüber Planung/Ausführung
	Direkte Einflussnahme auf Planungs- und Erstellungsprozess (hohe Änderungsfähigkeit)
	Hohe Verantwortung des Bauherrn – dafür hohes Maß an Kontrollmöglichkeit
	Starke Vernetzung der einzelnen Akteure, viele verschiedene Ansprechpartner (Schnittstellen)

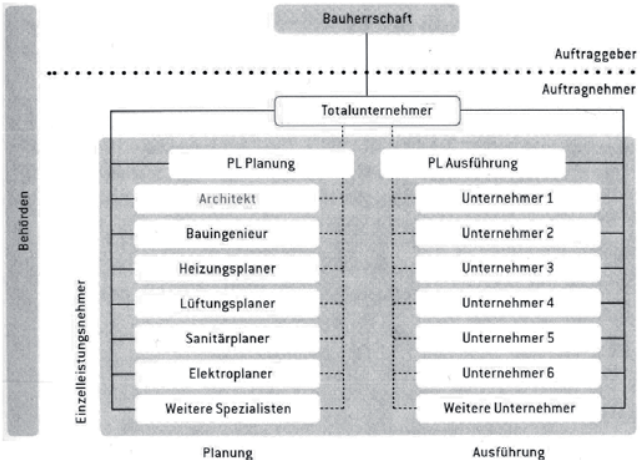
Konstellationsmodell	**Organigramm**
Totalunternehmer (TU)	
Kennzeichen Bau/Industriebau (Vertrag- und Kommunikationsbeziehung)	Planungs- und Ausführungsleistungen liegen in der Hand des Unternehmers (nur ein Werkvertrag erforderlich)
	Fachplaner und Unternehmer ordnen sich als Subunternehmer unter (geringer Kontakt zum Bauherrn)
	Möglichkeit des Festpreisabsprache (Kosteneffizienz reduziert ggf. Bauqualität, Ressourceneffizienz etc.)
	Geringe Änderungsmöglichkeiten während Planung und Ausführung
	Risikoabsicherung des TU kann Kosten im Einzelfall erhöhen

Abb. D73b: Konstellationsmodelle im Bauwesen: Einzelplaner, Totalunternehmer (IIKE nach [Bast u.a. 08])

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BMVBS/BBR - Zukunft Bau.

Die in diesen unterschiedlichen Modellen abgestimmten Leistungen der einzelnen Akteure werden üblicherweise in den folgenden Leistungsverträgen vergütet (Abb. D74). Diese bilden die vertragliche Basis des Beziehungsgeflechts der Einzelakteure. Ergänzt wird dieses vertragliche System durch die Belegung von Weisungskompetenzen (Bsp. Bauüberwachung etc.) [Schr 02].

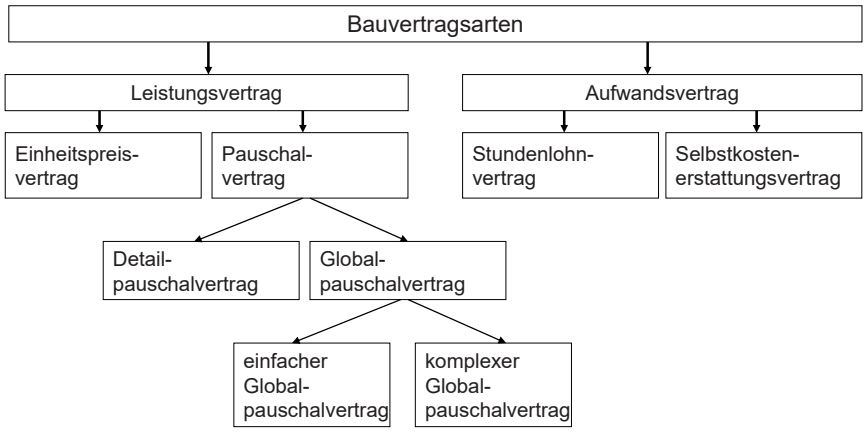


Abb. D74: Bauvertragsarten [Schr 02]

Die für den Einzelfall richtige Wahl und der damit einhergehende effiziente Aufbau des Konstellationsmodells steuern folgenden Defiziten im Planungs- und Erstellungsprozess entgegen:

- Im Industriebau treffen aufgrund der hohen Inanspruchnahme spezialisierten und komplexen Fachwissens sehr viele unterschiedliche Disziplinen aufeinander. Oftmals werden Zuständigkeiten und Verantwortungsbereiche der Akteure nicht klar und transparent definiert mit schwerwiegenden Konsequenzen für den Gesamtprozess. Erforderlich ist eine genaue Planung der Konstellationen über verschiedene Projekt- und Objektphasen hinweg.
- Die klare Zuweisung der Entscheidungskompetenzen als Garant erfolgreicher Planung und Ausführung fehlt in vielen Prozessen/Projekten.
- Immer kürzere Planungs- und Erstellungszeiten dominieren den Industriebau. Der SOP-Termin (start of production) und die dahinter stehenden Lieferverpflichtungen geben den Fertigstellungstermin vor. Die Überlagerung von Projekt- und Objektphasen und das einhergehende häufige Auftreten unterschiedlicher Schnittstellen führen zu hohen Reibungsverlusten. Es bleiben nur sehr kurze Zeitspannen, eine effiziente Konstellation der Akteure zu sichern. Oftmals werden Entscheidungen kurzfristig, übereilt und ohne Weitsicht getroffen.
- Die hohe Komplexität des Planungsgegenstandes verleitet viele Bauherren zur Nutzung moderner Vertrags- und Vergabeformen mit veränderten Organisationsformen, Hierarchien, Schnittstellen und Verantwortlichkeiten. Der Kenntnisstand vieler Akteure liegt jedoch hinter den Möglichkeiten dieser Systeme zurück.
- Verschiedene rechtliche Vorgaben (Bsp. ISO-Zertifizierung) führen innerhalb der beteiligten Büros/Betriebe zu immer komplexeren Ablaufstrukturen (Überorganisation).

Ablauf

Der Aufbau eines projektspezifischen Konstellationsmodells bildet eine der Kernaufgaben des Bauherrn/Unternehmers bzw. seiner Vertreter und Berater. Grundsätzlich stehen laut Wiegand die Abstimmung des Projektaufbaus und die Planung des Projektablaufs in einer wechselseitigen Beziehung zueinander und müssen parallel bearbeitet werden [Wieg 05][64]. Das folgende Ablaufschema (Abb. D75) verweist auf wichtige Aspekte der Bildung eines Konstellationsmodells:

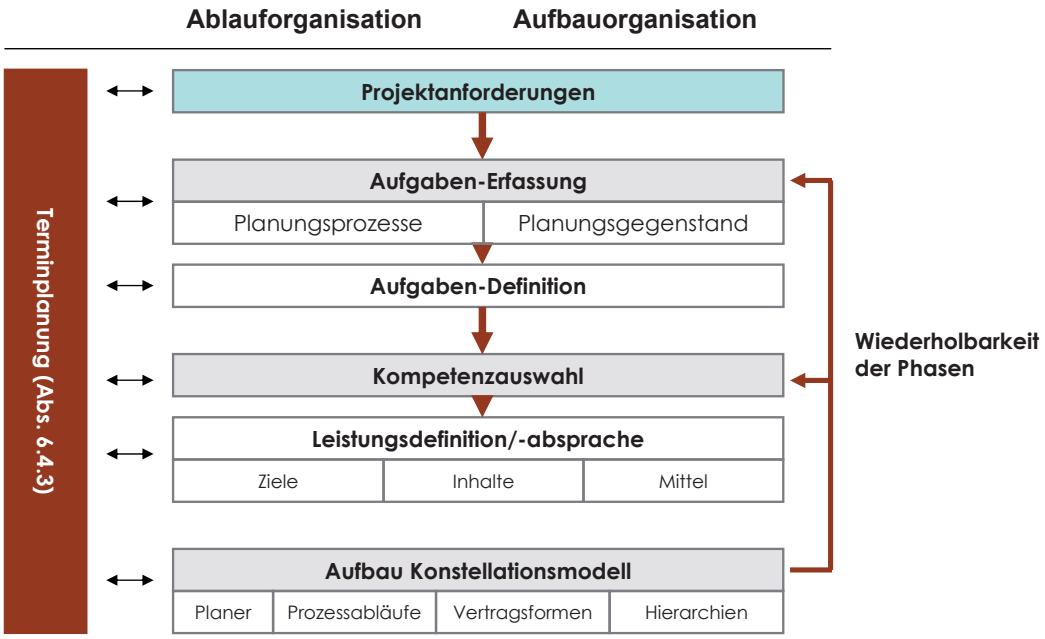


Abb. D75: Ablaufschema Konstellationen (© IIKE)

Ausgehend von der Erfassung der Projektanforderungen sind die folgenden Schritte zur effizienten Beschreibung und Überführung in ein Konstellationsmodell wichtig:

- Aufgaben-Erfassung: Eine ganzheitliche und auf den Gesamtlebenszyklus ausgerichtete Erfassung sowohl der projektspezifischen als auch der prozessrelevanten Aufgaben bildet die Basis einer optimierten Auswahl und Konstellation von Akteuren.
- Aufgaben-Definition/Dokumentation: Die Definition der Aufgaben und deren schriftliche Fixierung (z. B. im sog. Pflichtenheft[65]) diszipliniert das Planungsteam, in allen Projekt- bzw. Objektphasen eine ablesbare und diskussionsfähige Arbeitsgrundlage zu schaffen. Dabei werden die Einzelaufgaben (Prozess/Projekt) zu sinnvollen Bündelungen zusammengefasst, um mögliche Schnittstellen frühzeitig zu erfassen und zu minimieren.

64 Wiegand spricht vom „Tanz auf zwei Hochzeiten“ und schreibt: „Elemente der Aufbau- und der Ablauforganisation sind dabei gleichermaßen zu berücksichtigen. Eine einseitige Konzentration auf Abläufe ohne Regelungen für die Projektleitung kann sich nachteilig auswirken. Das Gleiche gilt bei einer Betonung der Aufbauorganisation und Vernachlässigung der Ablauforganisation bzw. Prozessgestaltung.“ [Wieg 05]

65 „Das Pflichtenheft dokumentiert die vom Bauherrn genehmigten offenen und festen Projektanforderungen (Ziele und Rahmenbedingungen) bezüglich des Bauvorhabens (Produkt) und des Planungs- und Bauablaufs (Prozess).“ [Scha 09]

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BMVBS/BBR - Zukunft Bau.

- Kompetenzauswahl: Die Spiegelung der Aufgaben gegen die Kompetenzen der möglichen Akteure des Planungs- und Ausführungsprozesses bildet einen Schwerpunkt in der Definition/Erarbeitung der optimalen Konstellation eines Projektes (vgl. Abs. D6.5.1).
- Leistungsdefinition/-absprache: Die frühzeitige und transparente Absprache über Ziele, Inhalte und Mittel der einzelnen Akteure zur Umsetzung der Projekt-/ Prozessanforderungen ist eine Grundvoraussetzung für die zielführende Definition von Arbeitspaketen und Schnittstellen.
- Aufbau Konstellationsmodell: Das Organigramm als graphische Darstellung der Konstellationen bildet ein Prüfungsdokument für alle anschließenden Prozesse. Entscheidungen hinsichtlich der Positionierung der Akteure auf Hierarchieebenen, ihrer Vernetzung in verschiedenen Phasen, Vertragsverhältnisse, Weisungskompetenzen und vor allem die verbindliche Wahl der Kommunikationsstrukturen/Arbeitsabläufe werden dokumentiert.
- Evaluierung/Wiederholbarkeit der Phasen: Im Verlauf des Projektes bzw. der Prozesse können sich Abweichungen in den Anforderungen oder aber bei der Umsetzung des Konstellationsmodells ergeben. Die verantwortlichen Stellen (Bauherr, Projektleiter etc.) sind gehalten, diese zu erfassen, zu bewerten und ggf. Korrekturen vorzunehmen. Hierzu werden einzelne Schritte wiederholt, um optimale Ergebnisse zu erzielen.
- Terminplanung: Wie bereits erwähnt geht die Entwicklung eines Konstellationsmodells Hand in Hand mit der Terminplanung (vgl. Abs. D6.4.3).

Einordnung Phasenmodell der Planungssystematik

Das Konstellationsmodell wird von der Ideenphase über die Planungs- und Erstellungsphase bis zur Inbetriebnahme stetig um weitere Beteiligte, wie z. B. ausführende Firmen, ergänzt oder verändert. So ist in der Praxis ein zunehmender Bedarf an Verzahnung zwischen Leistungen der Planungs- und Ausführungsseite feststellbar. Die Projektorganisation existiert zwar nur während der Projektlaufzeit und wird danach wieder aufgelöst. Gleichzeitig ist aufgrund der Ausrichtung auf den Gesamtlebenszyklus des Industriebaus innerhalb des Projektes zu prüfen, inwieweit Kompetenzschnittstellen zu späteren Objekt- und Projektphasen bestehen und wie diesbezüglich eine Kontinuität sichergestellt werden kann. Dies kann die Integration von Kompetenzen der späteren Betriebsphase in die Entscheidungsprozesse der Planungs- und Erstellungsphase zur Folge haben. So können etwa dem Planungsteam Verantwortungen für die Dokumentation der Baumaßnahmen im Sinne einer Nachvollziehbarkeit bei späteren Umbauten übertragen werden oder Kompetenzen des Facility Managements schon während der Projektphasen mit einbezogen werden, um ein Ineinandergreifen von Bau und Betrieb zu gewährleisten.

Das Konstellationsmodell ist somit kein statisches Element, es unterliegt dynamischen Anpassungen (Austausch von Akteuren, Einbindung zusätzlicher Fachkompetenzen etc.). Nach Bastianello/Menz ist, um das Zusammenspiel zwischen den einzelnen Akteuren sicherzustellen, „ein zielgerichteter, kontinuierlicher Informationsfluss und dessen Integration in den Projektprozess notwendig“ [Bast u.a. 08]. Das Konstellationsmodell soll daher frühzeitig im Planungs- und Erstellungsprozess eingerichtet werden (Abb. D76), damit die Projektbeteiligten ihren Verantwortlichkeitsbereich und ihre Zuständigkeit kennen, Rechte und Pflichten definiert sind und somit alle Abläufe geordnet erfolgen können.

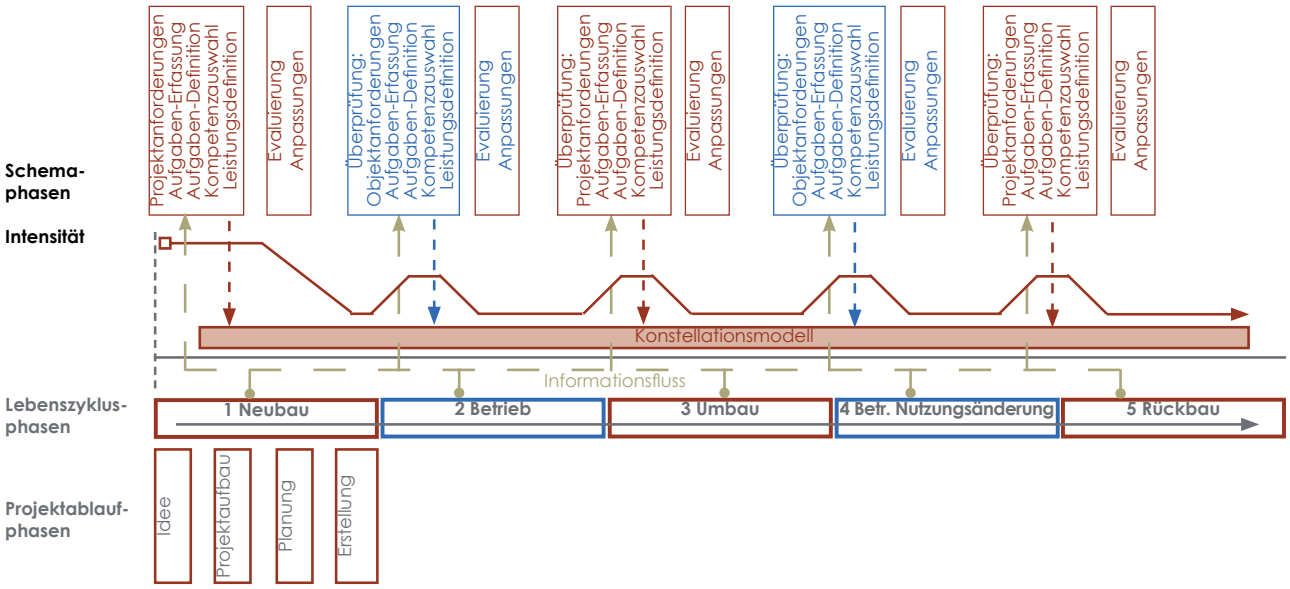


Abb. D76: Integration Konstellationen im Lebenszyklus (© IIKE)

Akteure

Die Zahl der Projektbeteiligten ergibt sich i. d. R. aus der Zahl der Rollen, allerdings kann ein Projektbeteiligter u. U. auch mehrere Rollen wahrnehmen (z. B. bei kleineren Projekten der Architekt als Entwerfer, Projekt- und Bauleiter). Die wesentlichen Akteure, die im Konstellationsmodell erfasst werden sollen und ihre Aufgaben sind:

Unternehmer/Bauherr: Der Auftraggeber hat die Rolle des Bauherrn wahrzunehmen, häufig ohne im Vorfeld zu wissen, welche miteinander vernetzten Einzelaufgaben er dabei erfüllen muss. Diese sind u. a.:

- Fällen strategischer Grundsatzentscheidungen,
- Bedarfsermittlung und Zieldefinition; Aufstellung des Lastenheftes und ggf. Koordination der Nutzeranforderungen,
- Freigabe des Pflichtenheftes und der Kostenberechnung,
- Bereitstellung finanzieller Mittel und von Personal,
- Festlegung des Zeitrahmens,
- Rechtliche Bauherrenverantwortung gegenüber Behörden wahrnehmen,
- Verträge mit Planern und ausführenden Firmen abschließen,
- Freigabe von Planungs- oder Ausführungsänderungen,
- Rechnungen prüfen und bezahlen und
- Abnahme der Bauleistungen.

Die Komplexität und Vielzahl der Aufgaben macht deutlich, dass der Bauherr häufig nicht als einzelne Person erscheint, sondern seinerseits als komplexes Gefüge unterschiedlicher Entscheidungsträger angesehen werden muss, welche es gilt über die Gesamtdauer von Planung und Erstellung zu integrieren.

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BMVBS/BBR - Zukunft Bau.

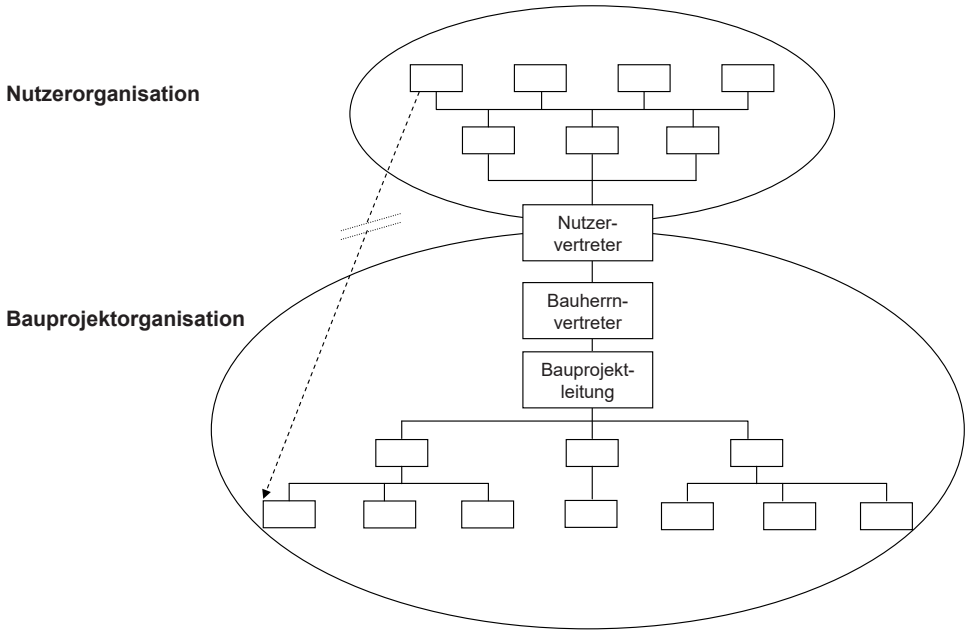


Abb. D77: Zusammenspiel Nutzerorganisation – Bauprojektorganisation ([Grei 09]

Nutzer: Das hohe projektspezifische Wissen der Nutzer (z. B. Werksleiter, Logistikplaner etc.) wird als Größe erkannt und durch Methoden der Partizipation über den Bauherrn und die Fachberater für den Planungsprozess nutzbar gemacht (vgl. Abs. D6.6.16).
Projektleiter: Abhängig von der Projektgröße und –komplexität wird der Bauherr die ihm fachlich fremden Aufgaben der Projektorganisation einer Person seines Vertrauens - seinem Treuhänder - übertragen. Diese treuhändlerischen Aufgaben übernimmt i. d. R. der Projektleiter. Es hat sich bewährt, dass der Bauherr während der Projektlaufzeit einen „single point of contact“ hat – den Projektleiter, der direkt an ihn berichtet und die Verbindungsstelle zum Team bildet. Der Projektleiter führt das Projektteam und koordiniert die Aktivitäten der Projektbeteiligten. Er sorgt dafür, dass die mit dem Bauherrn vereinbarten Projektziele hinsichtlich der Qualitäten, Kosten und Termine eingehalten werden. Dazu muss er vom Bauherrn Weisungsbefugnis erhalten, um ggf. bei Meinungsverschiedenheiten entsprechend eingreifen zu können. Die Festlegung der Projektorganisation sollte durch den Projektleiter in enger Abstimmung mit dem Bauherrn erfolgen. Der Projektleiter erstellt das Projekthandbuch und schreibt es während der Projektlaufzeit fort. Er ist verantwortlich für die Einhaltung der darin beschriebenen Abläufe und die Einweisung aller Projektbeteiligten in die Projektorganisation.
Weitere Schwerpunkte der Projektleiter-Tätigkeit sind:

- Organisation/Moderation der Projektstrukturen (vgl. z. B. Methode „Strukturierter Planungsworkshop“, Abs. D6.6.22)
- Aufstellung von Terminplänen und deren Verfolgung,
- Aufstellung der Gesamtkostenberechnung mit anschließender Kostenverfolgung,
- Vorbereitung von Entscheidungsvorlagen für den Bauherrn,
- Organisation und Durchführung von regelmäßigen Teambesprechungen,

- Erstellung von Statusberichten zum Projekt,
- Herbeiführen von Bauherrenentscheidungen,
- Schnittstellenmanagement der Akteure,
- Ausrichtung der Prozesse auf Projektziele und
- Organisation von Streitbeilegungsmechanismen (Vermittlung/Dokumentation).

Der Bauherrenorganisation können eine hohe Anzahl Fachplaner gegenüberstehen. Das folgende Schaubild (Abb. D78) verdeutlicht exemplarisch eine typische Projektkonstellation der Robert Bosch GmbH und zeigt die Vielzahl der unterschiedlichen Akteure in der Hochphase der Planung.

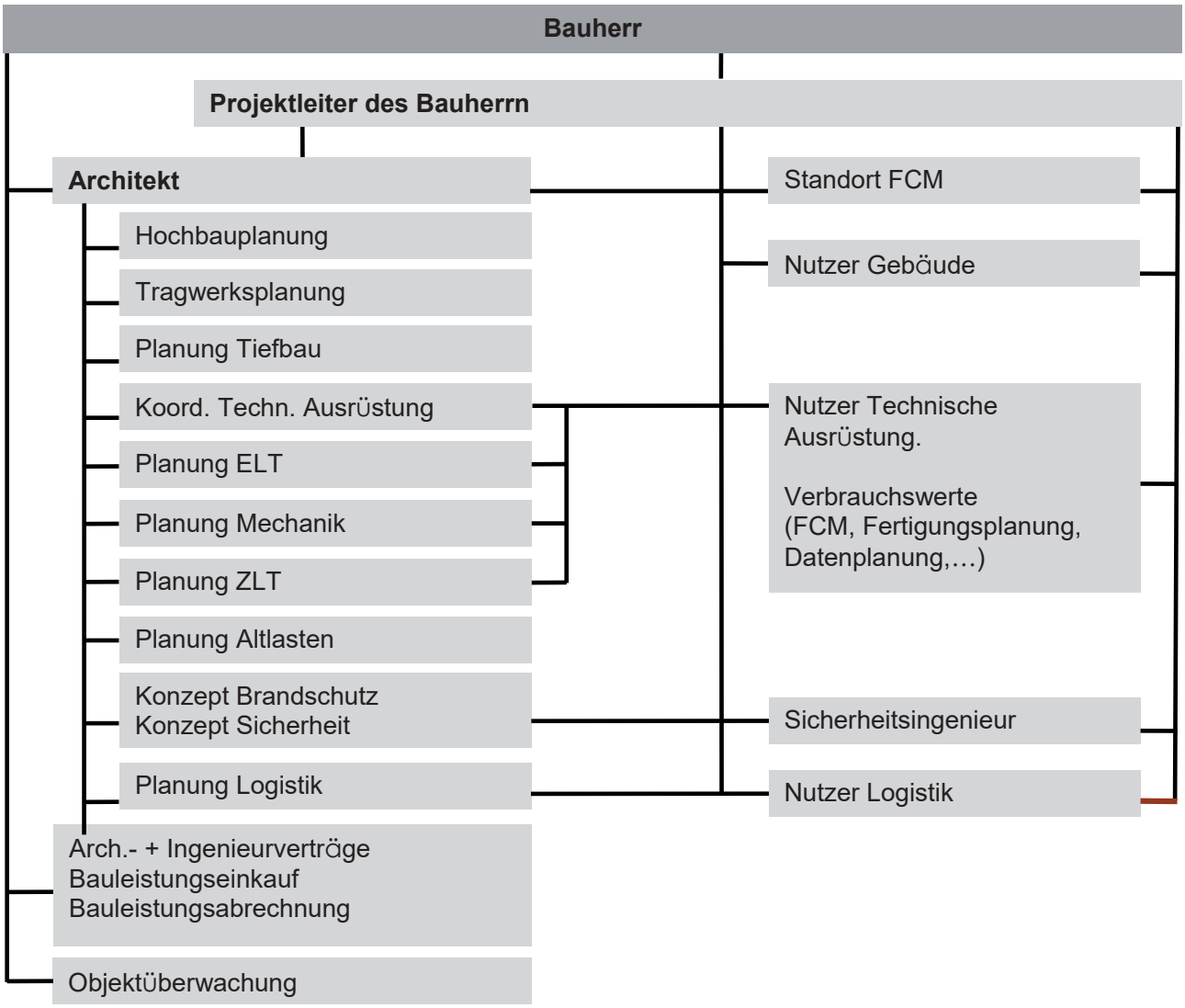


Abb. D78: Exemplarisches Konstellationsmodell der Robert Bosch GmbH (© Prof. Ch. Deplewski/T. Spiegel Robert Bosch GmbH)

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BMVBS/BBR - Zukunft Bau.

Wichtige Akteure für den Planungs- und Erstellungsprozess sind:
Architekt: Neben dem Projektleiter kommt dem Architekten eine zentrale Bedeutung zu. Zu seinen Aufgaben zählt die Koordination aller an der Planung Beteiligten (z. B. Tragwerksplanung, Schwingungstechnik, Tiefbau, Heizung, Lüftung, Sanitär, Medien, Gase, Elektro, Umwelt, Sicherheit, Schwachstrom, Fördertechnik, Gebäudeautomation, Logistik, Einrichtungs- und Fertigungsplanung etc.) sowie die Koordination aller beteiligten Planungen. Er muss die Planungen aller anderen Fachplaner in seine Planung integrieren und hat u. a. die Verantwortung, dass diese Planung im vereinbarten Qualitäts-, Kosten- und Terminrahmen auch realisierbar ist. Weitere wesentliche Aufgaben des Architekten sind:

- Grundlagenermittlung (HOAI, LP 1),
- Entwurfs- und Genehmigungsplanung (HOAI, LP 2 – 4),
- Aufstellen einer Kostenberechnung (DIN 276),
- Verhandlungen mit Behörden über die Genehmigungsfähigkeit,
- Erarbeitung und Einreichung des Baugesuches, Betreiben der Baugenehmigung und
- Ausführungsplanung, Vorbereitung u. Mitwirkung bei der Vergabe (HOAI, LP 5 - 7)
- etc.

Bedarfsplaner (unabhängig oder Architekt/Fabrikplaner)
Fachplaner Bau (z. B. für Fachbereiche Tragwerk, Heizung, Klimaanlage, elektr. Anlagen),
Fertigungsplaner (Fertigungskonzepte, Maschinenlayout, Sondermedien etc.),
Einkäufer für Planungs- und Bauleistungen,
Ausführende Unternehmen (Einzel- oder Generalunternehmer),
(Fach-)Bauleiter für die Qualitäts- und Terminkontrolle vor Ort und
Buchhalter für die Zahlungsabwicklung.
Behörden: Die Tatsache, dass in immer stärkerem Maße Gesetze, Normen und Verordnungen die Planung, Erstellung und den Betrieb von Industriegebäuden prägen, soll durch die Integration dieser Kompetenzen entlang aller Gebäudelebensphasen gesichert werden.

Bei der Vielzahl unterschiedlicher Aufgaben und Leistungsbilder der o. g. Einzelakteure kann die hohe Komplexität der Konstellationen in Projektaufbau und Prozessabläufen nur durch eine effiziente und vorausschauende Koordination von auftretenden Schnittstellen[66] bewältigt werden. Laut Buysch ist die Aufteilung der Aufgaben eines Projektes in einzelne, abhängige und zum Teil aufeinander aufbauende Teilaufgaben und deren Delegation auf unterschiedliche Akteure ein Hauptgrund für die Entstehung von Schnittestellen [Buys 03]. Die von Buysch ausgewiesenen Gründe für diese Aufgabenteilung sind speziell im Industriebau ablesbar:

- Notwendigkeit zur Fachplanung: Durch die baulich, technisch, betriebswirtschaftlich etc. hohen Anforderungen tendiert besonders der Industriebau zu einer hohen Spezialisierung der einzelnen Fachplaner (vgl. Abb. D78).

66 Buysch (Bauwesen) definiert: „Schnittstellen sind Berührungsstellen von interdependenten, funktionell getrennten Aufgabenbereichen zur zielorientierten, arbeitsteiligen Erfüllung eines Projektes." Er verweist auf die positiven Aspekte der Arbeitsteilung und Optimierungsmöglichkeiten von Schnittstellen, um diesen pro-aktiv und vorausschauend begegnen zu können: „Schnittstellenmanagement hat das Ziel aus Schnittstellen Nahtstellen zu machen." [Buys 03]

- Kapazitätsgrenzen der Akteure: Gebäudegröße, Komplexitätsgrad, Standortfaktoren etc. führen bei einigen Fachplanern zu einer Erreichung der Kapazitätsgrenzen, sodass einzelne Aufgaben auf verschiedene Akteure aufgeteilt werden.
- Risikoverteilung/Kostenreduzierung: Dem hohen Kostendruck wird durch Teilung der Aufgaben mit dem Ziel einer besseren Kostenkontrolle und Risikominimierung begegnet.
- Rechtliche Vorschriften: Dem Anstieg verschiedener rechtlicher Anforderungen (Bsp. Umweltschutz, Brandschutz) lässt sich häufig nur durch Teilung in verschiedene Aufgabenpakete und Zuweisung zu Fachplanern begegnen.
- Zeitlich versetzte Leistungserstellung: Tendenzen zu immer kürzeren Planungs- und Erstellungszeiten führen zu Überschneidungen und parallelen Prozessen. Der Abgleich von Leistungen wird reduziert.
- Räumlich getrenntes Arbeiten: Die Abhängigkeit von Fachplanern, die zum Teil an verschiedenen Standorten arbeiten oder die zunehmende Abwicklung der Projekte über moderne Kommunikationsmittel führt zu einer frühen Reduzierung persönlicher Kontakte und der damit verbundenen kurzen Informationswege.
- Unterschiedliche individuelle Sichtweisen: Missverständnisse zwischen den einzelnen Akteuren bauen sich aufgrund unterschiedlicher Qualifikationen, Erfahrungen etc. auf und können zu zusätzlichen Schnittstellen führen.
- Häufige Änderungen der Leistungen: Die Anforderung nach hoher Wandlungsfähigkeit des Planungsgegenstandes/Flexibilität der Planung führt zu Änderungen der Leistungsbilder der Akteure, was zu weiteren Schnittstellen führen kann.

Gleichzeitig verweist Buysch [Buys 03] auf phasenspezifische Schnittstellenprobleme wie z. B.

Schnittstellen in der Planung:
- Fehlende Abstimmung der Planungsleistungen auf Anforderungen des Bauherrn,
- unzureichende Abgrenzung zwischen Fachplanern (Lücken/Überschneidungen),
- unzureichende technische Abstimmung der einzelnen Fachplaner und
- geringe Abstimmung von Terminen für Leistungserbringungen.

Schnittstellen zwischen Planung und Ausführung:
- Behinderung von Bauleistungen durch fehlende oder standardisierte Details der Planer,
- Missachtung von Vorlaufzeiten und Abhängigkeiten von Gewerken und
- lückenhafte Bauleistungen aufgrund fehlender Abgrenzung/Definitionen in der Ausschreibung.

Schnittstellen in der Ausführung:
- Mangelhafte/verzögerte Ausführung aufgrund geringer Abstimmung mit Behörden,
- Bauleistungen nach veralteten Planunterlagen durch unzureichende Übermittlung aktueller Informationen und
- Behinderung von Bauleistungen durch fehlende Prüf- und Abnahmemechanismen.

Der Vielzahl von Schnittstellen kann durch eine frühzeitige Teambildung (Einbindung der notwendigen Akteure in den Prozess) und ein systematisches, frühzeitiges Schnittstellenmanagement (vgl. Abs. D6.6) begegnet werden. Zentrale Bedeutung in diesem Kontext nimmt auch der Einsatz geeigneter Entscheidungsgremien ein. Nachfolgend werden drei typische Entscheidungsgremien beschrieben:

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BMVBS/BBR - Zukunft Bau.

- Der Lenkungsausschuss ist das oberste Entscheidungsgremium in einem Projekt. Im konkreten Fall eines mittelständischen Betriebes wird dieses Gremium aus dem Geschäftsführer und ggf. seiner obersten Führungsebene sowie dem Projektleiter bestehen. Hier werden insbesondere Grundsatzentscheidungen, z. B. zum Kostenrahmen oder zu Änderungen in Planung und Ausführung getroffen. Es ist festzulegen, wie bei dringenden Entscheidungen zwischen zwei Sitzungen des Lenkungsausschusses zu verfahren ist und welchen Entscheidungsspielraum der Projektleiter in diesem Falle hat. Verzögerungen im Projektablauf durch Warten auf den nächsten Sitzungstermin sind zu vermeiden!
- Innerhalb des Projektteams koordiniert und kontrolliert der Projektleiter die Aktivitäten der Projektbeteiligten. Das zentrale Gremium ist hier die Teambesprechung, die der Projektleiter organisiert, führt und protokolliert. An ihr nehmen alle Projektbeteiligten teil. Hier wird der aktuelle Projektstand hinsichtlich Genehmigungen, Planung, Ausführung besprochen, aber auch Kosten und Termine überprüft. Der Bauherr nimmt selbst auch teil oder wird durch den Projektleiter vertreten. Die Teilnahme des Bauherrn hat den Vorteil, dass er umfassend zum Projektstand informiert wird, andererseits aber auch sofort Entscheidungen treffen kann, die über die Entscheidungskompetenz des Teams hinausgehen. Ggf. werden in der Teambesprechung auch neue Aufgabenstellungen an die Planung oder Ausführung formuliert.
- Die gemeinsame Plattform der Planer ist die Planungsbesprechung, in der die planerischen Lösungen entsprechend der Festlegungen des Pflichtenheftes erarbeitet werden. Die Ergebnisse werden in einem Protokoll und in Plänen festgehalten und ggf. in der Teambesprechung vorgestellt und verabschiedet.

Organisatorische Regelungen werden in einem Projekthandbuch zusammengefasst, das allen Projektbeteiligten zur Verfügung gestellt wird. Es beschreibt u. a.:

- Projektgegenstand und –ziele (Meilensteinterminplan, Budget, Pflichtenheft)
- Projektorganigramm und Gremien
- Berichtswesen und Dokumentation
- einzusetzende Hilfsmittel (z. B. internetbasiertes Projektkommunikationssystem)
- wesentliche Prozesse (z. B. Vorgehen bei Einkauf, Abrechnung, Abnahme etc.)
- spezielle Regelungen des Bauherrn (z. B. Verhalten im Werksgelände)

Checkliste Kernaufgaben

Im Rahmen der Forschungsarbeit wurden die folgenden Kernaufgaben im Bereich Konstellationen identifiziert:

- Auswahl und Benennung des (sachverständigen) Projektleiters des Bauherrn
- Aufbau: Erfassung, Festlegung und Kontrolle existierender/notwendiger Rollen, Hierarchien, Schnittstellen, Befugnisse und Verantwortlichkeiten
- Ablauf: Festlegung und Umsetzung von Aufgaben, organisatorischen Regelungen, Gremien und Arbeitsprozessen (Berichtswesen etc.) im Kontext der Terminplanung

D6.5.3 Themenfeld Kommunikation

Grundlagen

Als wichtige Basis erfolgreicher Planungs- und Erstellungsprozesse gilt die Etablierung einer zielführenden Kommunikation zwischen den projektbeteiligten Akteuren. Stimmt die Zusammenstellung der notwendigen Kompetenzen und sind diese in geeigneten Konstellationen organisatorisch zueinander aufgestellt (vgl. Abs. D6.5.1, D6.5.2), dann sichert eine effektive und effiziente Kommunikationsstruktur die Umsetzung eines Industriebauprojektes über den Planungs- und Erstellungsprozess[67].

Der Begriff Kommunikation (lat. „Mitteilung, Unterredung") wird vielfältig genutzt.
Polzin/Weigl definieren Kommunikation grundsätzlich als "Prozess eines wechselseitigen Austausches von Gedanken und Gefühlen, der in Form von Sprache, Mimik, Gestik, Schrift, Bild oder sonstigen Zeichen und Symbolen stattfindet" [Polz u.a. 09]Diese Definition verweist auf die beiden Aspekte Informationsaustausch und Mittel der Kommunikation.

Informationsaustausch: Das Kommunikationsmodell „Sender-Empfänger"[68] als lineares System der Informationsübertragung zwischen Akteuren wird nach Polzin/Weigl um vier Dimensionen der Informationsvermittlung erweitert und so auf komplexe, vielschichtige Zusammenhänge der Kommunikation (wie sie im Bauwesen mit seiner hohen Komplexität anzutreffen sind) erweitert. Eine Information wird auf

- der Sachebene,
- der Ebene der Selbstdarstellung,
- der Beziehungsebene oder
- als Appell

von den jeweiligen Akteuren eines Planungs- und Erstellungsprozesses verstanden, interpretiert und verarbeitet. Informationen können somit je nach Gesprächszusammenhang oder auch individuellen Befindlichkeiten der Akteure z. B. als sachliche Nachricht, als Medium von Emotionen, der Darstellung von hierarchischen Positionen oder als Handlungsaufforderung wirken. Dieser Zusammenhang verdeutlicht die hohe Komplexität zwischenmenschlicher Kommunikation und das hohe Risiko, im Rahmen komplexer Bauprozesse Missverständnissen, unklaren Anweisungen etc. zu begegnen (vgl. Abs. D3).
Kommunikationsmittel: Von hoher Bedeutung im Rahmen von Industriebauprojekten ist die Erfassung eingesetzter Kommunikationsmittel. Die verschiedenen Disziplinen legen hier unterschiedliche Schwerpunkte (vgl. Abs. Akteure) und laut Forschungsteam kann nur eine zu Planungsbeginn abgestimmte Kommunikationsstruktur eine effiziente Planung und Ausführung sicherstellen.
Grundlage für die Bearbeitung komplexer Planungs- und Erstellungsprozesse ist laut Menz/ Bastianello [Bast u.a. 08] die Erfassung und systematische Lenkung der Einzelbeziehungen der Beteiligten. Kommunikation als Austausch von Informationen findet dabei sowohl als

67 Fachliteratur aus dem Bereich Bauwesen setzt einen weiteren Schwerpunkt auf die Tatsache, dass Gebäude an sich Teil gesellschaftlicher Kommunikationsstrukturen sind (Immobilie als Subjekt, Objekt und Mittel der Kommunikation) [Scha 09].

68 Sender-Empfänger-Modell nach Stuart Hall [Hall 04]

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BMVBS/BBR - Zukunft Bau.

einseitiger Informationstransfer als auch als wechselseitiger Austausch statt.
Differenziert wird nach der Richtung des Informationsflusses[69] (Abb. D79):
Information von oben nach unten (A): Herstellung Leistungsfähigkeit/-bereitschaft eines Projektbeteiligten geprägt durch das notwendige Maß an Projektwissen transferiert durch Vorgesetzte/Projektleitung
Informationsfluss von unten nach oben (B): Sicherstellung eines angemessenen (nicht übermäßigen) Projektwissens von Akteuren bei übergeordneten Akteuren in Projektleitungsfunktion
Querinformation (C): Informationsfluss innerhalb der Hierarchieebene

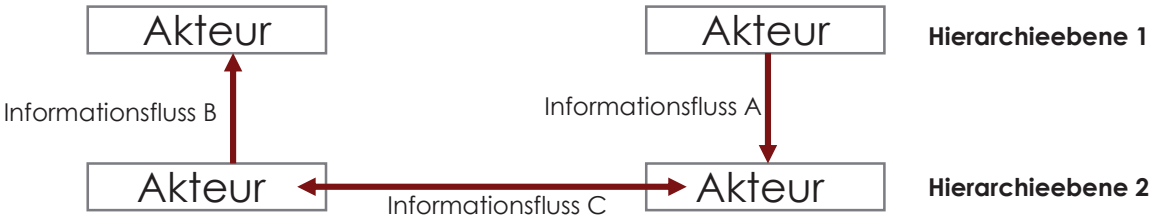


Abb. D79: Informationsfluss in unterschiedlichen Hierarchieebenen (IIKE nach [Bast u.a. 08])

Hierbei sind sowohl die Optimierung des Austausches/Transfers von Informationen als auch die Qualität der Informationen an sich von Bedeutung. Die Deutsche Gesellschaft für Informations- und Datenqualität definiert folgende Kriterien (Abb. D80 / [Hild u.a. 08]):

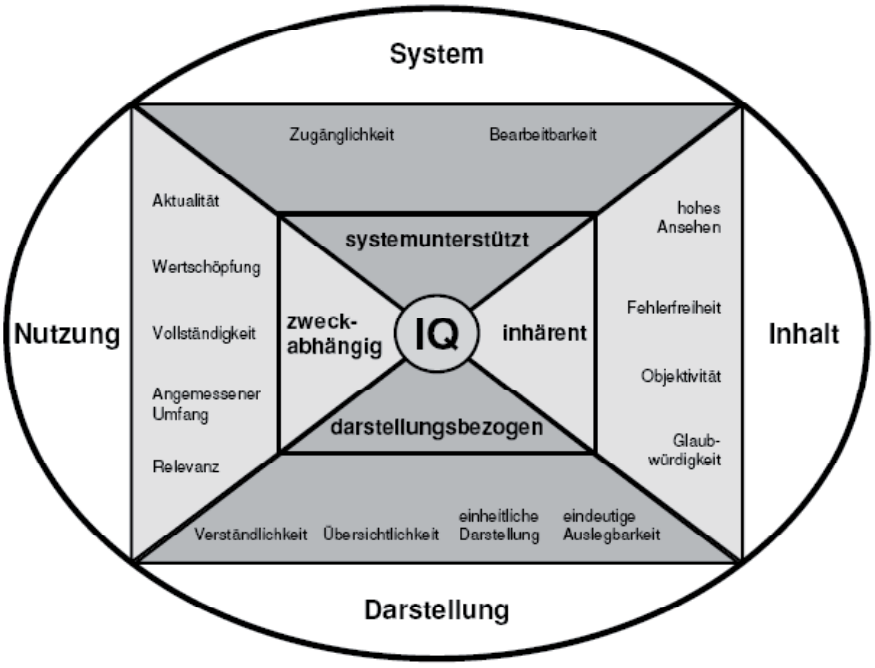


Abb. D80: Dimensionen der Informationsqualität [Hild u.a. 08]

69 In der Praxis sind weitere Querbeziehungen feststellbar, die an dieser Stelle nicht aufgezeigt werden.

Diese Dimensionen der Informationsqualität werden wie folgt definiert ([Hild u.a. 08]):

Systemebene:

- Zugänglichkeit: Informationen sind zugänglich, wenn sie anhand einfacher Verfahren und auf direktem Weg für den Anwender abrufbar sind.
- Bearbeitbarkeit: Informationen sind leicht bearbeitbar, wenn sie leicht zu ändern und für unterschiedliche Zwecke zu verwenden sind.

Inhaltsebene:

- Hohes Ansehen: Informationen sind hoch angesehen, wenn die Informationsquelle, das Transportmedium und das verarbeitenden System im Ruf einer hohen Vertrauenswürdigkeit und Kompetenz stehen.
- Fehlerfreiheit: Informationen sind fehlerfrei, wenn sie mit der Realität übereinstimmen.
- Objektivität: Informationen sind objektiv, wenn sie streng sachlich und wertfrei sind.
- Glaubwürdigkeit: Informationen sind glaubwürdig, wenn Zertifikate einen hohen Qualitätsstandard ausweisen oder die Informationsgewinnung und -verbreitung mit hohem Aufwand betrieben werden.

Darstellungsebene:

- Verständlichkeit: Informationen sind verständlich, wenn sie unmittelbar von den Anwendern verstanden und für deren Zwecke eingesetzt werden können.
- Einheitliche Darstellung: Informationen sind einheitlich dargestellt, wenn die Informationen fortlaufend auf dieselbe Art und Weise abgebildet werden.
- Übersichtlichkeit: Informationen sind übersichtlich, wenn genau die benötigten Informationen in einem passenden und leicht fassbaren Format dargestellt sind.
- Eindeutige Auslegbarkeit: Informationen sind eindeutig auslegbar, wenn sie in gleicher, fachlich korrekter Art und Weise begriffen werden.

Nutzungsebene:

- Relevanz: Informationen sind relevant, wenn sie für den Anwender notwendige Informationen liefern.
- Angemessener Umfang: Informationen sind von angemessenem Umfang, wenn die Menge der verfügbaren Information den gestellten Anforderungen genügt.
- Vollständigkeit: Informationen sind vollständig, wenn sie nicht fehlen und zu den festgelegten Zeitpunkten in den jeweiligen Prozess-Schritten zur Verfügung stehen.
- Wertschöpfung: Informationen sind wertschöpfend, wenn ihre Nutzung zu einer quantifizierbaren Steigerung einer monetären Zielfunktion führen kann.
- Aktualität: Informationen sind aktuell, wenn sie die tatsächliche Eigenschaft des beschriebenen Objektes zeitnah abbilden.

Es gilt, diese Kriterien im Planungs- und Ausführungsteam zu etablieren und Entscheidungsprozesse auf Basis dieser Kriterien umzusetzen. Besonders im Industriebau mit hoher Datendichte und starker Vernetzung der Informationen ist eine konstante Prüfung und Filterung von Informationen entlang dieser Kriteriensammlung von hoher Bedeutung.

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BMVBS/BBR - Zukunft Bau.

Die genannten Aspekte bilden die Grundlage effizienter Planung von Kommunikation und wirken folgenden Defiziten im Planungs- und Erstellungsprozess entgegen:

- Kommunikationsprozesse werden häufig als phasenspezifische Notwendigkeit angesehen ohne übergreifende Vernetzung mit anderen Prozessen/Lebensphasen zu beachten.
- Die hohe Zahl verschiedener Planungsbeteiligter resultiert in hohem Arbeitsaufwand für Besprechungen, Protokolle etc. (Zeit-, Qualitätsverlust, Kosten).
- Der hohe Komplexitätsgrad im Industriebau resultiert in unvollständigem und sich stetig veränderndem Projektwissen. Kommunikation als Basis eines Transfers von Projektwissen wird nicht effektiv auf diese Dynamik im Industriebau abgestimmt.
- Komplexe vertragliche Bindungen, der Versuch Verantwortungsfelder zu minimieren/ abzuwehren und die vielfach geringe ganzheitliche Betrachtung der Prozesse reduziert einen partnerschaftlichen, offenen Umgang der Akteure. Kommunikation verkommt zu einem notwendigen Muss und reduziert sich vielfach auf die maximale Erfassung der Fehler anderer (Einseitigkeit, Übersteuerung).
- Vielfach gelingt es Planungsbeteiligten nicht, vorhandene Kenntnisse an sich verändernde Kommunikationsmittel anzupassen (Bsp. Einzug der 3D-Planung).
- Industriebauten mit schnellen und häufigen Veränderungsprozessen erfordern ein hohes Maß an Flexibilität und Kooperationskompetenz, welches vielen der Akteure nicht bewusst ist bzw. selten umgesetzt wird (Reibungsverluste durch Kommunikationsmängel).
- Die extreme Ausrichtung auf verkürzte Planungs- und Bauzeiten von Industriebauprojekten resultiert in einer hohen Abhängigkeit von effizienten Kommunikationsstrukturen. Es gelingt selten, diese zu Projektbeginn festzulegen und auf allen Ebenen zu etablieren.
- Kommunikation wird als Element der Ausbildung in bau- und managementorientierten Branchen oft vernachlässigt und fehlt in der Praxis vieler Planungsbeteiligter.
- Komplexes Fachwissen der verschiedenen Fachplaner im Industriebau wird unzureichend innerhalb der Gruppe von Akteuren transparent gemacht (kommuniziert). Oftmals fehlt der Wille, die Kenntnisse der Nachbardisziplinen anzuerkennen und zu integrieren (einseitige Schwerpunktbildung). Die Unterschiede der disziplinspezifischen Leistungsbilder und Phasenmodelle (vgl. Abs. D3.3) werden nicht ausreichend überbrückt. Zudem verfügen die einzelnen Fachdisziplinen über spezifische Fachausdrücke, Kommunikationsmittel, Kommunikationsethos etc. (Fachsprache), die von Akteuren bzw. Laien nicht verstanden werden.

Ablauf

Das Ziel, die Kommunikationsstruktur eines komplexen Bauprojektes systematisch aufzustellen, erfordert nach Kochendörfer/Viering/Liebchen eine Betrachtung der folgenden Kriterien [Koch u.a. 04]:

- Zieldefinition
- Identifikation der Kommunikationswege
- Eingliederung der Kommunikationspartner
- Identifikation der Auslöser von Kommunikation
- Identifikation der Empfänger der Informationen

- Richtung des Informationsflusses
- Zeitliche Abstimmung der Kommunikationspartner
- Organisatorische Ebenen

Es gilt, diese Kriterien schon zu Projektbeginn zu identifizieren und in ein ganzheitliches Kommunikationskonzept zu überführen und somit die Loslösung der Abhängigkeit von den hierarchischen Planungsphasen zu unterstützen (vgl. Abs. D3).
Dies kann nach folgendem Ablaufschema umgesetzt werden (Abb. D81):

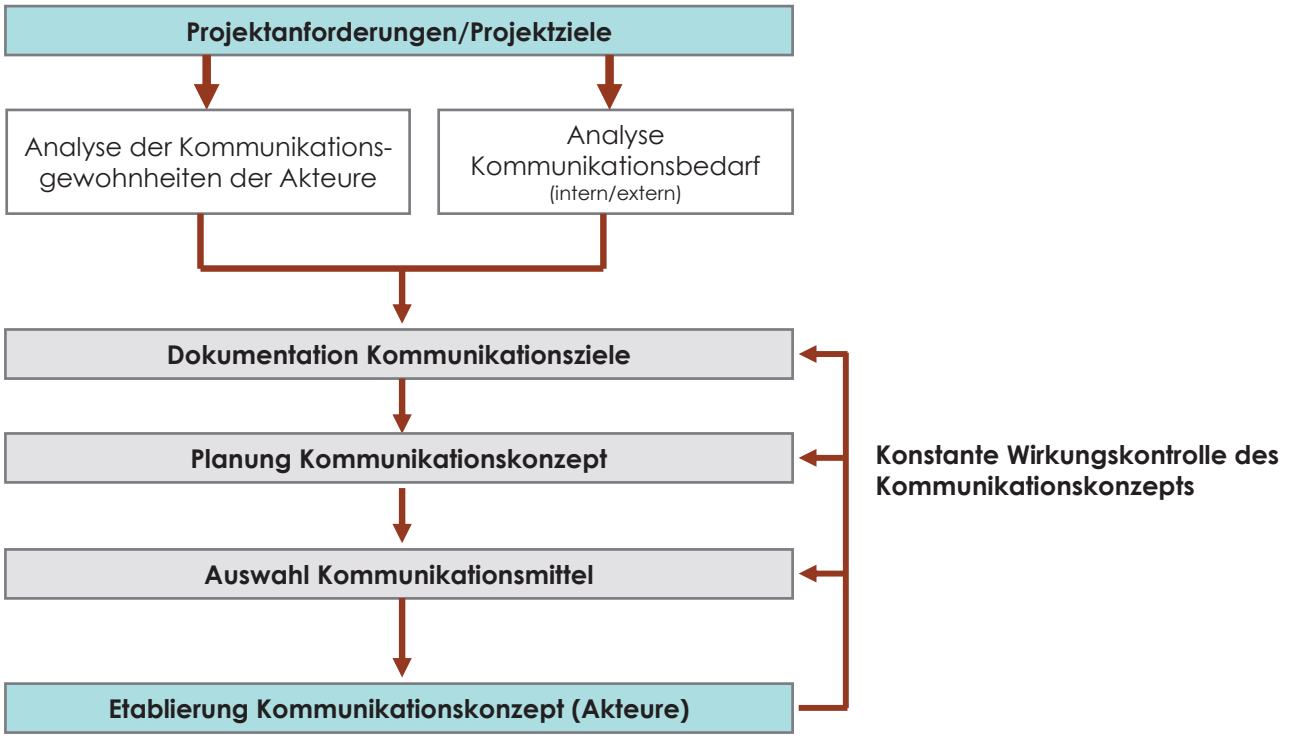


Abb. D81: Erarbeitung Kommunikationskonzept – Ablauf (© IIKE)

Aspekte dieser Vorgehensweise sind:
Analyse: Ausgehend von den projektspezifischen Anforderungen der einzelnen Industriebauprojekte kann der jeweilige Kommunikationsbedarf identifiziert werden. Dieser wird durch die umfassende Analyse der Kommunikationsgewohnheiten der beteiligten Akteure ergänzt, um diese aufeinander abstimmen zu können.
Dokumentation Kommunikationsziele: Die umfassende Dokumentation der Kommunikationsziele bildet die Basis weiterer Abstimmungen. Es ist laut Forschungsteam unerlässlich, Abstimmungen schriftlich festzuhalten, um eine konstante Prüfung der Wirkung im Verlauf der Planung und Ausführung zu gewährleisten.
Planung Kommunikationskonzept: Das Kommunikationskonzept wird sich als dynamisches Element den jeweiligen Bedürfnissen der Planungs- und Erstellungsphasen anpassen. Dabei ist schon zu Projektbeginn auf den Gesamtlebenszyklus Bezug zu nehmen und notwendige Kommunikationsprozesse zu erfassen und zu planen.

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BMVBS/BBR - Zukunft Bau.

Auswahl Kommunikationsmittel: Im Rahmen des ganzheitlich orientierten Aufbaus eines Kommunikationskonzeptes gilt es, die jeweilig effektiven Mittel der Kommunikation zu identifizieren und zu etablieren. Dabei sind Schnittstellen zwischen einzelnen Projektphasen sowie Wechsel von Kommunikationsmitteln aufeinander abzustimmen[70].
Konstante Wirkungskontrolle: Die hohe Dynamik innerhalb der Kommunikationsstruktur erfordert eine stetige Evaluierung der Kommunikationsmittel und –qualitäten.

Kernelement in dieser Abfolge ist die sog. Meta-Kommunikation, also der Kommunikation über Kommunikation [Polz u.a. 09]. Die o. g. Defizite verdeutlichen, dass hier hoher Handlungsbedarf schon zu Planungsbeginn besteht. Vielfach wird auf die Meta-Kommunikation erst verwiesen, wenn Konflikte bereits auftreten. Dies hat zur Konsequenz, dass sich Optimierungen im Störungszustand der Kommunikation nur sehr schwerfällig umsetzen lassen. Aspekte der Meta-Kommunikation sind:
Beobachtung: Die detaillierte Beobachtung der Kommunikationsprozesse in der Planungs- und Erstellungsphase bildet eine wichtige Voraussetzung, um die hoch komplexen Prozesse zu erfassen.
Reflexion: Die bewusste Analyse der jeweiligen Kommunikationsgewohnheiten und deren Bewertung sind wichtige Bausteine der Meta-Kommunikation. Meta-Kommunikation zielt ab auf die Sensibilisierung für die jeweilige Wahrnehmung von Kommunikation, nicht auf die Definition von Kommunikationsabläufen[71].
Transparenz: Eine transparente und offene Grundhaltung der Planungsbeteiligten ermöglicht eine pro-aktive Gestaltung der Kommunikationsstruktur.

Einordnung Phasenmodell der Planungssystematik
Den Projekt- bzw. Objektfrühphasen kommt in ihrer Weichenstellungsfunktion eine hohe Bedeutung zu. So ist es laut Forschungspartner unabdingbar, schon zu Planungsbeginn ein funktionsfähiges und auf den gesamten Verlauf der Planung und Ausführung ausgerichtetes Konzept aufzubauen.
Industriebauten sind sehr kurzen Planungs- und Erstellungszeiten unterworfen; es kommt zu kurzen Nutzungszyklen und vielfältigen Änderungsprozessen. Auf diese Dynamik können nur die systematische Abstimmung der Kommunikationsmittel und die transparente Darstellung der Ziele der Akteure im Informationsaustausch über den Gesamtlebenszyklus zu einer effizienten Kommunikationsstruktur führen.
Ziel ist es, eine konstante Basis über alle Phasen hinweg zu bilden, die auf unterschiedliche Änderungen innerhalb der Prozesse reagieren kann, ohne komplett erneuert oder umgestellt werden zu müssen (Abb. D82).

70 Hier wird auch auf die Angemessenheit der Kommunikationsmittel verwiesen. Es ist nicht das Ziel der Planung, maximal mögliche Kommunikationsformen auszuwählen, sondern je nach Planungsstand die notwendige Kommunikationstiefe zu definieren.
71 Laut Erfahrungen aus der Praxis im Forschungsteam sind die Grundlagen der Kommunikation den Planungsbeteiligten in der Regel geläufig, es fehlen jedoch Werkzeuge und Hilfestellungen einer effizienten Meta-Kommunikation.

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BMVBS/BBR - Zukunft Bau.

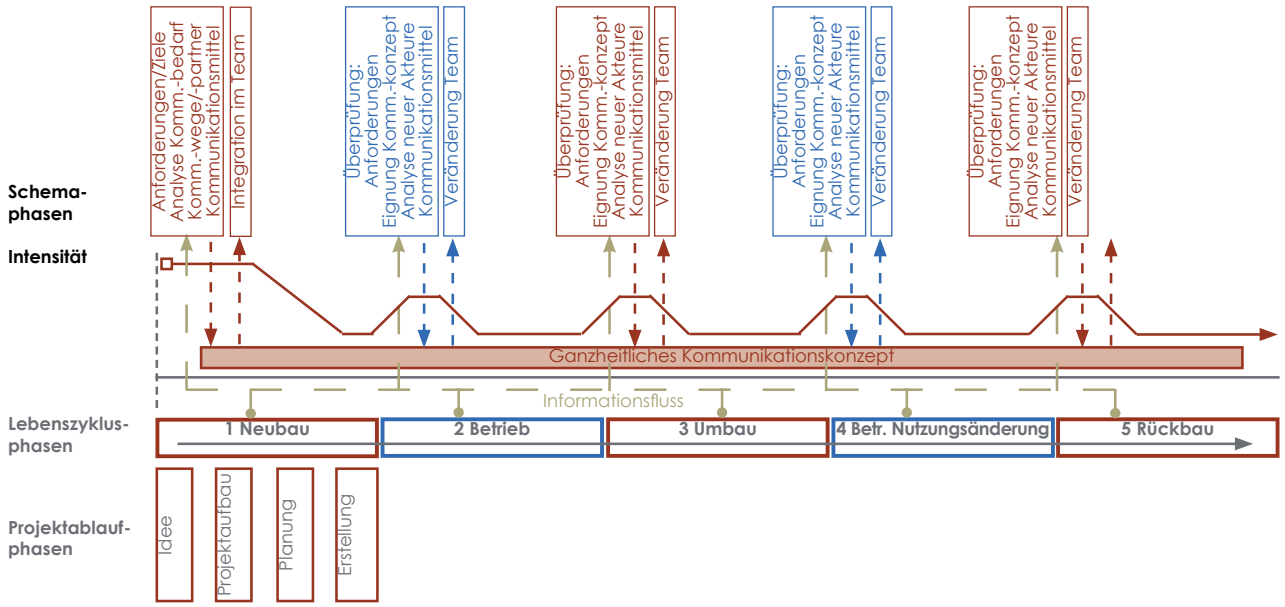
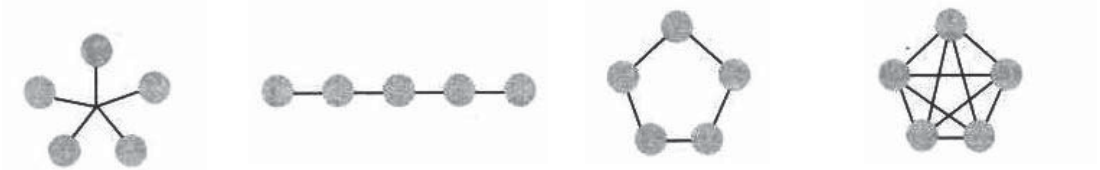


Abb. D82: Integration des Themenfeldes Kommunikation im Planungsprozess (© IIKE)

Akteure

Die Planung, der Bau, Betrieb, Umbau bzw. Rückbau eines Industriebauprojektes kann nur in Zusammenarbeit verschiedener Akteure auf Basis effizienter Kommunikationsstrukturen realisiert werden. Diese Arbeit in unterschiedlich miteinander vernetzen Gruppen stellt sich als hoch komplexes System aus Akteuren in verschiedenen Rollen, mit unterschiedlichen Wissensständen und Interessen dar. Im Bereich Projektmanagement wird auf verschiedene Aspekte der Arbeit in Gruppen hingewiesen. Wiegand [Wieg 05] verweist auf die Beziehung der Anzahl der Projektbeteiligten auf die Kommunikationsstrukturen (Abb. D83).



„Stern" „Kette" „Kreis" „Netz"

Abb. D83: Mögliche Kommunikationsstrukturen [Wieg 05]

Diese vier Typen der Kommunikationsstrukturen sind laut Erfahrungen aus der Praxis im Forschungsteam nicht als getrennte Systeme, sondern als parallel auftretende Mischformen im Industriebau feststellbar. Wiegand ergänzt zudem die Abhängigkeit zwischen Gruppengröße und einer effizienten Arbeitsweise (Abb. D84). Die Zahl der unterschiedlichen Einzelbeziehungen wächst mit steigender Zahl der Planungsbeteiligten. Es entsteht ein schwer erfassbares Netz aus Einzelbeziehungen, die effizient zu koordinieren sind. Daraus ergibt sich für den Bauherrn die Problematik des Kontrollverlustes sowohl in Bezug auf die Akteure und Prozessstrukturen als auch auf die Erreichung der Planungsziele und die zielführende Dokumentation.

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BMVBS/BBR - Zukunft Bau.

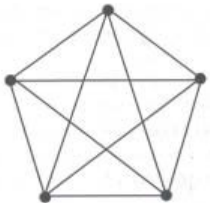
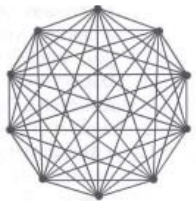
5 Personen  10 Personen 

Abb. D84: Anzahl theoretischer Einzelbeziehungen in unterschiedlichen Gruppengrößen [Wieg 05]

Wiegand stellt in seiner Untersuchung verschiedene Einflussfaktoren zusammen (z. B. Zeitbedarf für Kommunikation, Gefühl des Vertrauens etc.), die in Konsequenz eine optimale Gruppengröße von 5-9 Planungsbeteiligten ausweist (Abb. D85). Diese Gruppengröße weise hohes Potential in Kreativität und Fähigkeit zur Fehlerbearbeitung auf. Sie ist somit in der Lage, effizient zu planen und zu kommunizieren.

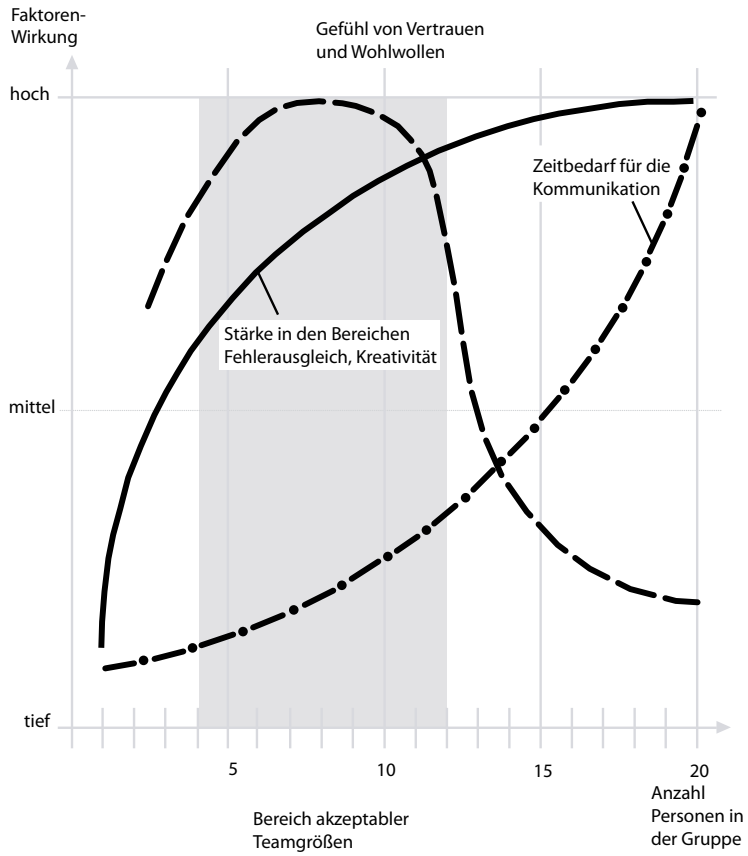


Abb. D85: Definition optimaler Gruppengrößen [Wieg 05]

Im Industriebau kommt es vielfach zu einer höheren Zahl von Planungsbeteiligten (vgl. Abs. D6.5.1, D6.5.2). Es gilt, einzelne Gruppen von Planungsteams, die parallel zueinander funktionieren, in zentral koordinierten Sitzungen zu einem Gesamtprozess zueinander zu schalten. Nach Kochendörfer/Vierin/Liebchen [Koch u.a. 04] zielen moderne Kommunikationsmodelle im Bauwesen auf eine Kombination der anfangs dargestellten Kommunikationsstrukturen (Netz und Stern).

Vorteile dieser Kombination (Abb. D86) sind:
- Reduktion/Bündelung der hohen Anzahl an Kommunikationswegen,
- Abbau von Hierarchieebenen, dadurch partnerschaftlich ausgerichtete Planung und
- Übertragung der Lenkungsfunktion (Aufgabe der Meta-Kommunikation) auf geeigneten Planungsbeteiligten (Architekt, Projektsteurer etc.) möglich,
- Dokumentationsfähigkeit der Kommunikation als wichtiger Baustein der Planung

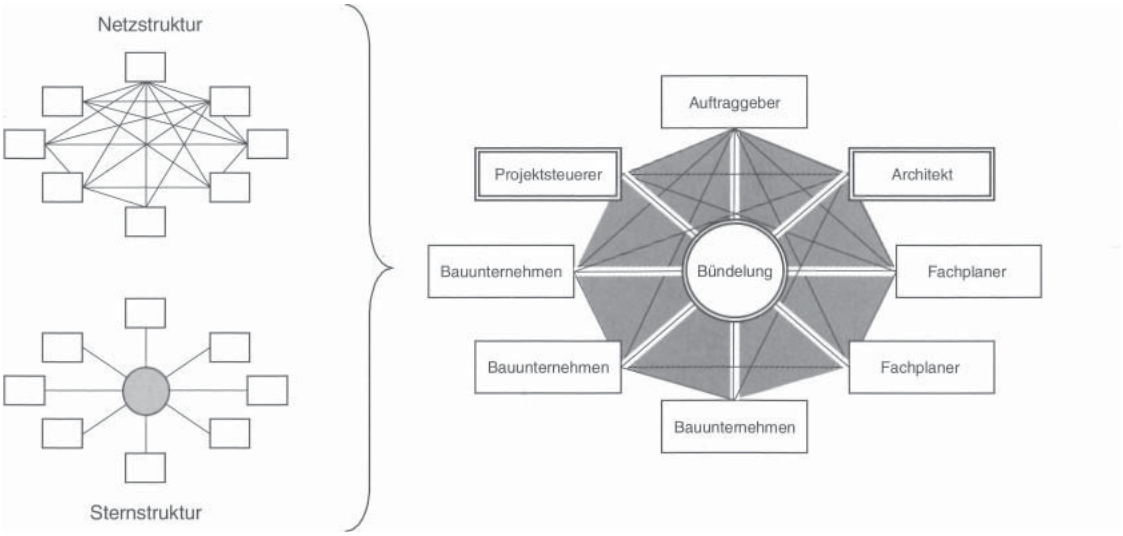


Abb. D86: Kommunikationsmodell ([Grei 09] in [Koch u.a. 04])

Dem Projekt-/Objektorganisationshandbuch kommt eine zentrale Bedeutung zu, um die hohen Informationsmengen zu verarbeiten. Dieses Handbuch ist laut Forschungsteam durch folgende Inhalte gekennzeichnet:
- Beschreibung/Definition/Dokumentation der Hauptprozesse
- Definition allgemeiner Umgangsformen der partnerschaftlichen Zusammenarbeit (Kommunikationsethos)
- Erarbeitung von Verantwortungsbereichen (Zuordnung der Akteure)
- Definition von Handlungsabfolgen/Prozeduren für die verschiedenen Kommunikationsszenarien
- Dokumentation/Dokumentenlenkung
- Definition/Zuweisung der Kommunikationsmittel
- Anweisungen zum Umgang mit Informationen (Filterung, Relevanzprüfung, Lenkung,...)
- Abstimmung über prozess-/projektbegleitende Anpassung des Handbuchs über den Gesamtlebenszyklus
- Regelungen zum Umgang mit Konflikten/Etablierung von Möglichkeiten der alternativen Streitbeilegung

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BMVBS/BBR - Zukunft Bau.

Checkliste Kernaufgaben
Im Rahmen der Forschungsarbeit wurden die folgenden Kernaufgaben im Bereich Kommunikation identifiziert:

- Integration der Disziplinen (Planung Bau/Anlagen, Ausführung, Betrieb)
- Identifikation und Anwendung einheitlicher und angemessener Kommunikationsmittel
- Definition sinnvoller Informationsqualitäten und –typen
- Aufbau eines Kommunikationsethos im Sinne der Projektziele
- Umgang mit Konflikten (Planung, Vermeidung, Umsetzung)

D6.5.4 Themenfeld Flexibilität

Grundlagen

Das Themenfeld *Flexibilität* bezieht sich auf Veränderungsprozesse innerhalb der Dienstleistung zur Planung und Erstellung von Industriegebäuden. Der Begriff Flexibilität[72] wird in diesem Zusammenhang bewusst gewählt und bezieht sich auf die Anpassungsfähigkeit der Planung auf sich ändernde Anforderungen (vgl. Abs. D4.).

Innerhalb der Disziplinen Bauwesen und Fabrikplanung besteht keine einheitliche Begriffsdefinition von Flexibilität im Planungsprozess[73]. Schenk/Wirth (Fabrikplanung) definieren Flexibilität als „die Fähigkeit einer Fabrik und ihrer Ressourcen, den notwendigen funktionalen, dimensionalen und strukturellen Anforderungen in den Betrachtungsebenen Prozess, Ressourcen, Produktions-, Gebäude- und Fabriksystem zu entsprechen" [Sche 04]. Wichtig ist in diesem Zusammenhang die Abgrenzung von der Flexibilität[74], die den Planungsgegenstand Industriegebäude an sich betrifft. Diese werden unter dem Faktor *Wandlungsfähigkeit* (vgl. Abs. D6.4.1.2) beschrieben und sollen in diesem Zusammenhang nicht bearbeitet werden. Aspekte einer flexiblen Planung von Industriebauten werden von Schenk/Wirth nicht angesprochen. Nach Schwehr/Plagaro Cowee (Bauwesen) kann Flexibilität im Planungsprozess als Reaktion auf „spontane Änderungen [durch die Planungsbeteiligten] oder neu definierte oder veränderte Anforderungen an das Gebäude" während der Planung und Ausführung verstanden werden. Ziel von Flexibilität ist hier die Umgehung von „Zeitaufwand und (…) Verzögerungen des Bauprozesses" [Plag u.a. 08]. Innerhalb dieser Forschungsarbeit genügt die reine Untersuchung der zeitlichen Aspekte dieses Ansatzes nicht aus, die Komplexität der Planungsprozesse von Industriebauten abzubilden.

Verschiedene Quellen aus dem Bereich Betriebswirtschaft dienen der weiteren Begriffsbestimmung. Sie nutzen die Begriffe der *flexiblen bzw. starren Planung* als Kennzeichen der Unternehmensplanung (Abb. D87, vgl. auch Abs. D6.4.1.2).

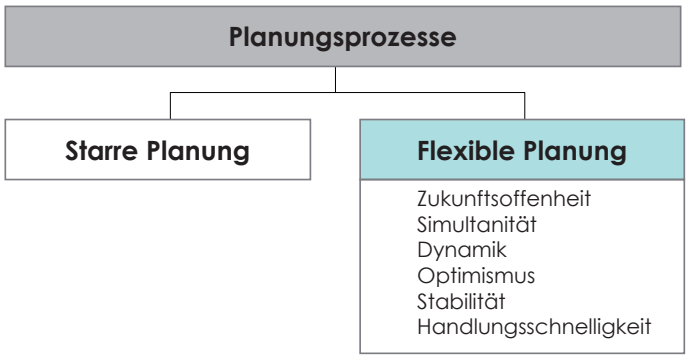


Abb. D87: Starre und flexible Planung (© IIKE)

72 Flexibilität basiert auf dem lateinische Verb ‚flectere' = biegen, beugen

73 Es existiert eine unbestimmte Anzahl unterschiedlicher Definitionen für den Begriff Flexibilität, die jedoch im Rahmen dieser Arbeit nicht einzeln aufgearbeitet werden können. Die Untersuchung wird durch das Auftreten verschiedener Synonyme (Anpassungsfähigkeit, Veränderungsfähigkeit, Beweglichkeit etc.) zusätzlich erschwert. Askar stellt dazu fest: „Flexibilität ist sowohl in der Literatur als auch der Praxis ein fast schon inflationär genutzter Begriff. Dabei wird je nach Fachgebiet etwas anderes darunter verstanden." [Aska 08]

74 Flexible Planung ist Teil des Prozesses, während eine wandlungsfähige Fabrik Gegenstand der Planung sein kann.

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BMVBS/BBR - Zukunft Bau.

Kopel [Kope] definiert: „Werden alle zukünftigen Maßnahmen der Teilperioden des Planungszeitraums auf Grundlage der zum Planungszeitpunkt vorhandenen Information über zukünftige Umweltentwicklungen definitiv festgelegt, dann spricht man von *starrer Planung*." Dem steht die *flexible Planung* gegenüber, die „versucht, die verschiedenen möglichen Umweltentwicklungen von vornherein in die Planung einzubeziehen. Gegenwärtige und zukünftige Aktionen werden simultan geplant."
Auf Basis dieser Definition werden erste Flexibilitätskomponenten[75] deutlich, deren konkreten Auswirkungen im weiteren Verlauf dieser Arbeit erläutert werden. Der Ansatz der flexiblen Planung soll den innerhalb dieser Forschungsarbeit identifizierten Defiziten entgegenwirken:

- industriebautypische Unbestimmtheit/Kurzlebigkeit von Entscheidungsmechanismen,
- geringer Handlungsspielraum in starren Strukturen,
- Entscheidungen bei variablem Informationsstand,
- komplexe dynamische Umwelt und
- Unterteilung der Arbeitsbereiche auf unterschiedliche Kompetenzen/Akteure.

Ablauf
Die Integration von Flexibilität im Planungs- und Erstellungsprozess von Industriebauprojekten ist in hohem Maße vom notwendigen Flexibilitätsbedarf/-grad abhängig. Dieser lässt sich nach systeminternen und systemexternen Faktoren/Auslösern (vgl. auch Abs. D6.4.1.2) gliedern. Horstmann differenziert diese Faktoren in *Umweltereignisse*, die von außen die Komplexität und Dynamik erhöhen und so Anforderungen an den Flexibilitätsgrad stellen, und *Unternehmenspotentiale*, die über die Bereiche Strategie, Management, Ressourcen, Organisation, Systeme und Kultur intern aus dem Unternehmen heraus Wirkung zeigen [Hors 05].
Bau- oder fabrikplanungsspezifische Quellen fehlen in diesem Zusammenhang, da das Themenfeld Planungsflexibilität bisher nicht Gegenstand umfassender Forschung ist. Im Rahmen dieser Arbeit wurden besonders die systeminternen Faktoren als Auslöser von Planungsflexibilität diskutiert (Abb. D88).

Systeminterne Faktoren	**Industriebauspezifische Aspekte**
Strategie	Verkürzung/Veränderung der Planungszeiten Überlappung von Projektphasen (speziell Ausführung) Änderung der Unternehmensziele (Standort etc.)
Management	Veränderung der unterschiedlichen Schnittstellen (Teamstruktur) Veränderungen der hierarchische Strukturen
Ressourcen	Veränderung des Budgets (Kostendruck) Änderung der Energieversorgung
Organisation	Änderungen der Produktionsabläufe Änderung des Logistikkonzepte
Systeme	Änderung der Unternehmensstruktur (Produktportfolio etc.) Änderung der Arbeitsprozesse der Mitarbeiter (Bsp. Fertigungssysteme)
Kultur	Änderung der Gestaltungsanforderungen (Bsp. Corporate Identity) Änderung der Arbeitsplatzgestaltung

Abb. D88: Systeminterne Auslöser für Flexibilität im Prozess (© IIKE)

75 Der Begriff Flexibilitätskomponente wird im Bereich Betriebswirtschaft sehr vielfältig genutzt. [Nage u.a. 03]

Grundsätzlich sind laut Forschungsteam zwei Schwerpunkte der Integration von Flexibilität im Planungsprozess feststellbar und sollen hier detailliert betrachtet werden:
Planung der Flexibilität im Prozess: Eine vorausschauende Vorbereitung der konkreten Implementierung von flexibler Planung innerhalb des Gesamtablaufs kann den Projekterfolg frühzeitig sichern und alle Akteure auf den Grad der Planungsflexibilität vorbereiten (Abb. D89). Ausgehend von der Projektidee durch das Unternehmen/Bauherr sind folgende Aspekte dieser Vorgehensweise von Bedeutung:

- Flexibilitätsbedarf: Die Individualität der spezifischen Industriebauprojekte erfordert ein unterschiedliches Maß an Planungsflexibilität. Aufschluss liefert eine detaillierte Bedarfsplanung (vgl. Abs. D6.4.1.1) sowie der Einsatz der Zukunftsprognostik (vgl. Abs. D6.6.29).
- Auswirkungen: Der Aufbau von Planungsflexibilität steht in direktem Zusammenhang mit den Auswirkungen auf den Projektverlauf, die Kosten für Planungsflexibilität und die Planungs- und Projektqualitäten. Es gilt die Balance dieses Spannungsverhältnisses und damit ein korrektes Maß an Flexibilität im Prozess zu sichern.
- Flexibilitätsoptimum/Umsetzung: Die Definition des optimalen Maßes dient als Basis für den nachfolgenden Teamaufbau über die Definition der notwendigen Kompetenzen, der Auswahl der richtigen Konstellation und geeigneter Kommunikationsmittel.
- Dokumentation: Die begleitende Dokumentation der Ergebnisse dieser Vorgehensweise unterstützt spätere Änderungen im weiteren Gesamtlebenszyklus des Industriegebäudes.
- Wiederholbarkeit: Der Ablauf des Flexibilitätsaufbaus kann an jeder Stelle unterbrochen und ggf. an vorangehenden Phasen wiederholt werden, um optimale Ergebnisse zu erzielen.

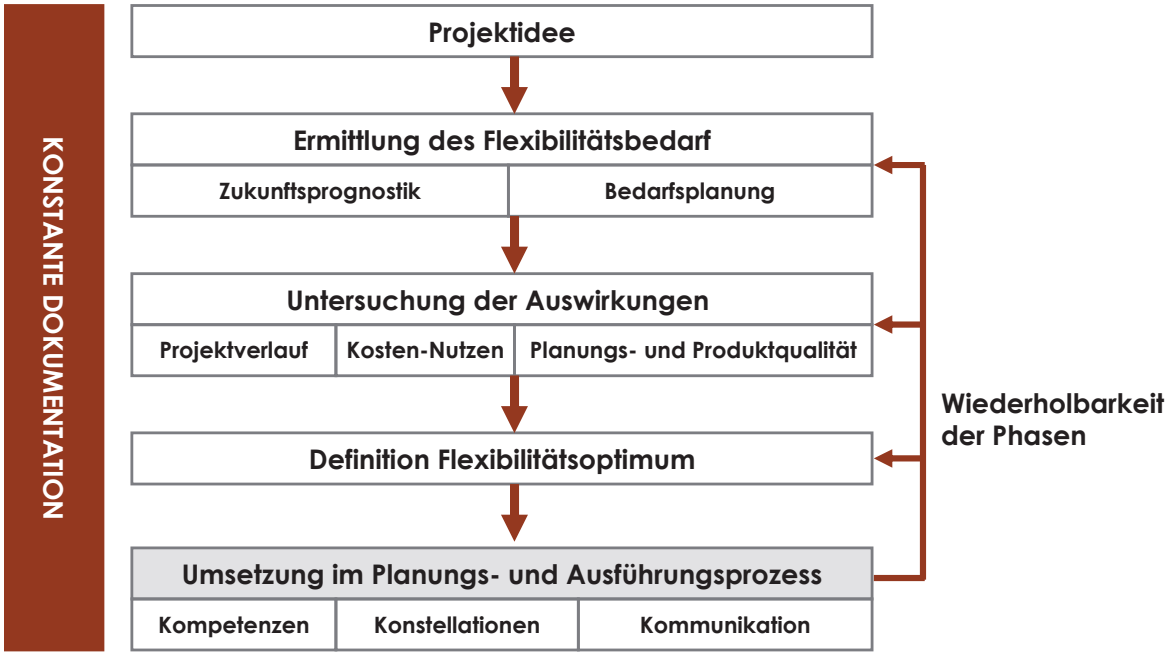


Abb. D89: Planung der Flexibilität im Prozess (© IIKE)

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BMVBS/BBR - Zukunft Bau.

Umsetzung von Flexibilität im Prozess: Über die konkrete Umsetzung eines Veränderungsmanagements kann gezielt und im Einzelfall systematisch auf eintreffende interne/externe Flexibilitätsbedarfe reagiert werden (Abb. D90). Auf Basis der hohen Dynamik der Planungsprozesse können die auftreffenden Änderungsanforderungen unter den folgenden Aspekten vom Team aufgefangen und bearbeitet werden:

- Identifikation: Innerhalb der komplexen Vorgänge einer Gebäudeplanung gilt es, tatsächliche Änderungsanforderungen zu identifizieren. Je nach Projektfortschritt reduzieren sich die Möglichkeiten der einzelnen Disziplinen, Änderungen ohne Konsequenzen (Kosten, Zeit, Qualität) eigenverantwortlich umzusetzen (Hierarchisierung der Änderungen).
- Evaluierung: Eine wertfreie Untersuchung der Kriterien einer initiierten Änderung bildet die Grundlage weiterer Entscheidungen. Wichtig ist es, den unterschiedlichen Informationsstand der Akteure durch Aufbereitung aller Aspekte der Änderung anzugleichen.
- Optionen: Einer Änderung kann mit verschiedenen Optionen begegnet werden, daher ist ein Planen in Varianten (Eventual-Planung/Schubladenplanung) eine wichtige Methode dieser Vorgehensweise. Auch in diesem Fall gilt es Auswirkungen auf Zeit, Kosten und Qualitäten gegeneinander abzuwägen.
- Auswirkungen: Die Konsequenzen und Kriterien einer vorgebrachten Änderung müssen im Team umfassend untersucht, dargestellt und auf Chancen und Risiken geprüft werden.
- Entscheidung: Letztendlich liegt die Entscheidung über die Annahme oder Ablehnung einer vorgebrachten Änderung beim Unternehmen/Bauherrn, der in seiner Rolle als Projektfinanzierer grundsätzliche Entscheidungsverantwortung besitzt. Werden die vorgelegten Optionen abgelehnt, kann der Prozess ggf. wiederholt oder abgebrochen werden. Bei Bestätigung setzen umfassende Umsetzungsmechanismen ein (Umarbeitung der Planunterlagen, Kostenberechnungen, Ablaufpläne etc.).

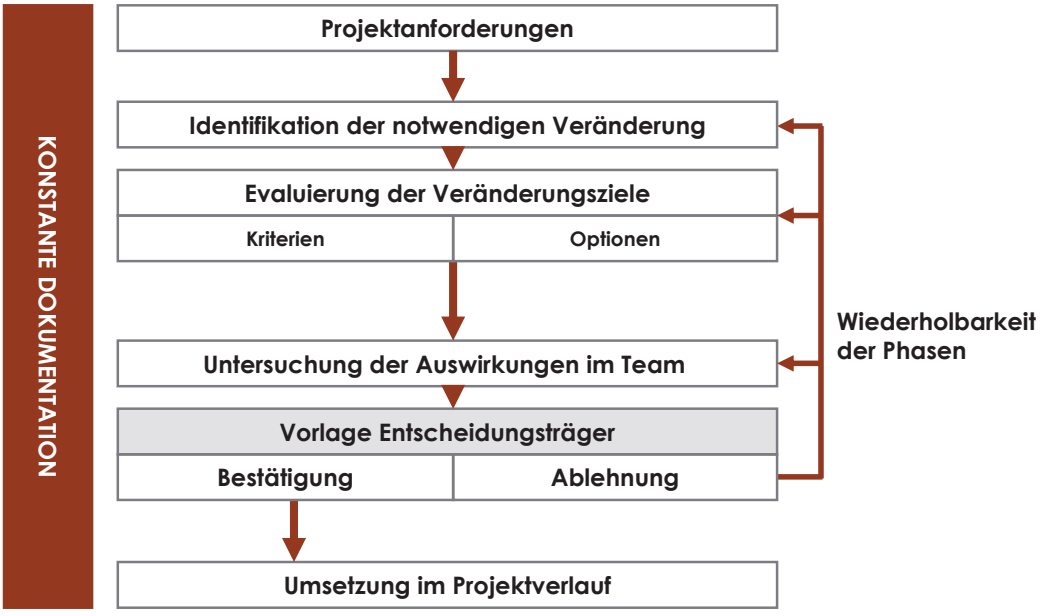


Abb. D90: Umsetzung der Flexibilität im Prozess (© IIKE)

Einordnung Phasenmodell der Planungssystematik

Die Integration von Flexibilität im Planungs- und Erstellungsprozess von Industriegebäuden muss laut Forschungsteam schon in der Projektfrühphase angesetzt werden, um eine ganzheitliche Umsetzung durch alle Akteure implementieren zu können. Über den Teamaufbau und den Aufbau eines positiven Flexibilitätsbewusstseins schon in der Ideenphase kann die Einführung von Maßnahmen der flexiblen Planung gesichert werden. Flexibilitätsaufbau und –umsetzung sind konstanter Bestandteil aller Projekt- und Objektphasen über den Gesamtlebenszyklus eines Industriebaus (vgl. Abb. D91). Je nach Fortschritt gibt es jedoch Phasen mit besonders hoher Veränderungsanforderung und Phasen mit geringeren Veränderungsansprüchen.

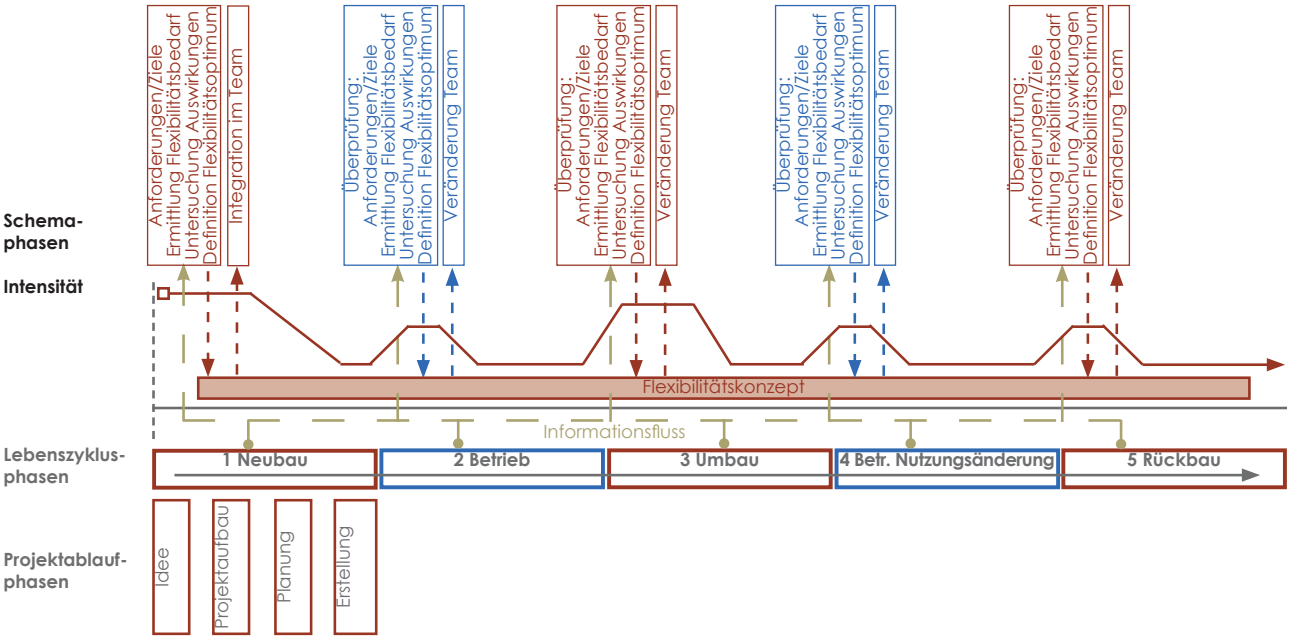


Abb. D91: Integration von Flexibilitätsaufbau/Flexibilitätsumsetzung im Gesamtlebenszyklus (© IIKE)

Flexibilität in der Planungs- und Erstellungsphase kann als Antwort auf vielfältige Änderungsmechanismen im hoch-komplexen System einer Fabrik angesehen werden. Dabei sind die Anforderungen an den Grad der Planungsflexibilität grundsätzlich als projektspezifische Größe anzusehen. Ein idealtypisches Maß an Planungsflexibilität und vorhersehbare Lösungen sind aufgrund dieser individuellen Aspekte nicht möglich (vgl. Abs. D6.4.1.2).
Sowohl im Bauwesen als auch in der Fabrikplanung liegen keine Quellen zu industriebauspezifischen Aspekten der flexiblen Planung im Gesamtlebenszyklus von Industriegebäuden vor. Die folgende Auflistung (Abb. D92) gibt den derzeitigen Diskussionsstand im Forschungsteam wieder. Über die Beschreibung der Konsequenzen, die die einzelnen Aspekte für den Planungs- und Erstellungsprozess haben, können weitere Rückschlüsse auf die Gestaltung der Prozesse, den Einsatz der Planungsmethoden und die systematische Umsetzung im Gesamtlebenszyklus gezogen werden.

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BMVBS/BBR - Zukunft Bau.

Aspekt:	Definition:	Konsequenzen im Industriebau:
Zukunftsoffenheit	Entscheidungen innerhalb des Planungsprozesses werden auf zukünftig zu erwartende Möglichkeiten abgestimmt.	• Bewusster Einsatz von Methoden des Szenariomanagements auf betrieblicher und projektspezifischer Ebene notwendig • Zukunftsprognostik als konstanter Prozess zur Prüfung/Kontrolle zukünftiger Entwicklungen (Zukunftsradar)
Entscheidungsfähigkeit	Fähigkeit, auf Basis unterschiedlicher Optionen eine eigenverantwortliche Auswahl zu treffen und diese zu verantworten/umzusetzen.	• Sensibilisierung des Bauherrn für seine Rolle u. Verantwortung in Entscheidungsprozessen • Bewusste Integration von Entscheidungsräumen um Reaktionsfähigkeit zu halten
Risikokontrolle	Frühzeitiges Erkennen und Bewerten von Projektrisiken ermöglicht hohe Reaktionsfähigkeit im Planungs- und Ausführungsprozess.	• Implementierung eines Risikomanagements zur Bewertung und Kontrolle von Risiken • Frühwarnsystem zur möglichst frühzeitigen Identifikation von Risiken
Simultanität	Das Nebeneinander von gesicherten und unsicheren Informationen und deren gleichzeitiger Einfluss auf Entscheidungen der Planungsbeteiligten erfordert eine simultane Vorgehensweise.	• Umfassende Projektdokumentation mit kontrolliertem Zugang für alle Akteure • Entscheidungen müssen unter Umständen auf Basis nicht vollständiger Informationsstände getroffen werden. • Systematische Kommunikation von hoher Bedeutung (vgl. Abs. D6.5.3)
Dynamik	Die Unvorhersehbarkeit der Planung zielt ab auf ein hohes Maß an spontaner Veränderungsfähigkeit.	• Kenntnis von Methoden der flexiblen Planung von allen Akteuren • Sensibilisierung für Konsequenzen von Entscheidungen in flexiblen Systemen
Optimismus/ Bereitschaft	Veränderungen werden von vornherein als gegebenes Element der Planung gesehen und als Chance aufgegriffen, aktiv am Planungsprozess zu arbeiten.	• Transparente Planung ermöglicht Vergütung von Bemühungen um die Implementierung einer flexiblen Planung (vgl. Abs. D6.4.2) – Open Prozess • Gesamtpufferzeiten in der Bauausführung (vgl. Abs. D6.4.3)
Stabilität	Flexibilität kann ohne ein hohes Maß an Stabilität sowohl im Unternehmen als auch in laufenden Planungen nicht umgesetzt werden.	• Konstante Beauftragung der Akteure durch alle Projektphasen • Klare Zuweisung von Hierarchien • Systematische Ausführung der Bauherrenkompetenzen (Entscheidungsfähigkeit)
Handlungsschnelligkeit	Immer kürzere Planungsphasen erfordern eine schnelle und stabile Entscheidungsfähigkeit.	• Bewusstsein aller Akteure für die Auswirkungen von Zeitdruck auf Zeit, Kosten und Qualitäten
Komplexitäts-minimierung	Über strukturierte Vorgehensweisen wird die Integration von bekannten und unbekannten Anforderungen an die Planung systematisch erarbeitet.	• Bewusstsein für die Bedeutung eines effektiven Informationsflusses • Implementierung eines Verfahrens zur Erfassung und Kontrolle von Risiken • Implementierung eines Verfahrens zur Erfassung und Kontrolle von Änderungen
Kosten-Nutzen Analyse	Die vorausschauende Integration von Flexibilität ist mit unmittelbaren Kosten verbunden, deren Nutzen sich oftmals erst im Verlauf der Planung herausstellen. Auf der Gegenseite lassen sich Kosten für Inflexibilität schwer ablesen (vgl. Abs. D6.4.2).	• Sensibilität für Nutzen von offenen, flexiblen Planungs- und Erstellungsprozessen

Abb. D92: Aspekte der flexiblen Planung im Industriebau (© IIKE)

Aus baulicher Sicht wird den beiden Aspekten *Zukunftsoffenheit* und *Entscheidungsfähigkeit* eine Schlüsselfunktion zugewiesen [Elli u.a. 06]. Schafft das Planungsteam, z. B. über die Methode der Zukunftsprognostik[76] dem Unternehmen reaktionsfähige Gebäudestrukturen zu realisieren (Konstruktion u. Nutzungen), dann reduzieren sich Risiken für/von Fehlentscheidungen (vgl. Abb. D93). Entscheidungen entlang eines erarbeiteten Positiv-Trends (Abb. D94) können im Verlauf des Gesamtlebenszyklus geändert, angepasst oder überdacht werden. Erweist sich eine auf Basis der Ist-Analyse getroffene Entscheidung zukünftig als nicht zielführend, können notwendige Änderungen schnell und effizient durchgeführt werden (Entscheidungsraum).

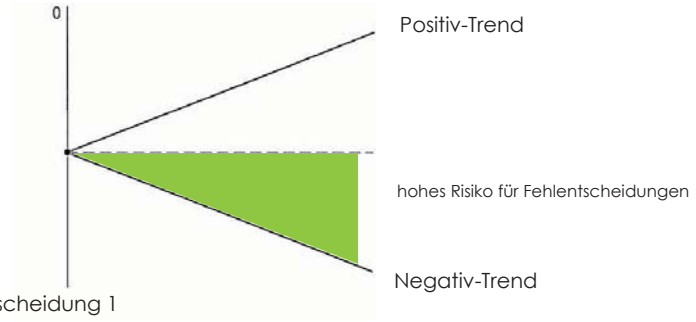


Abb. D93: Fehlender Entscheidungsraum [Elli u.a. 06]

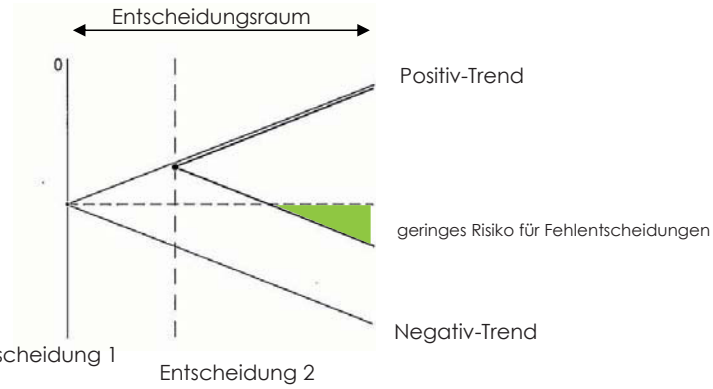


Abb. D94: Risikoreduktion durch Entscheidungsraum [Elli u.a. 06]

Akteure

Der Flexibilitätsaufbau innerhalb der Planung liegt in der Projektfrühphase im Verantwortungsbereich des Unternehmers/Bauherrn in seiner Rolle als Projektinitiator. Es gilt, grundsätzliches Verständnis für Planungsflexibilität aufzubauen und zu kommunizieren (vgl. Abs. D6.5.3). Ausgehend von hoher Planungskomplexität ist besonders im Industriebau der Unternehmer/Bauherr als Entscheidungsträger wichtiger Akteur der Planung. Er kann über eine umfassende Bedarfsplanung und Zukunftsprognostik Aufschlüsse über das notwendige Maß und die Kosten/Nutzen von Flexibilität erhalten und erste Schritte der Implementierung einleiten (vgl. Abs. D6.4.1.1).

76 Vgl. [Gaus u.a. 96]: Zukunftsprognostik = Entscheidungsverfahren zur Lösung mehrstufiger Entscheidungen unter Ungewissheit (vgl. Abs. 6.6.29)

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BMVBS/BBR - Zukunft Bau.

Nach Schwehr/Plagaro Cowee [Plag u.a. 08] zeigen im Verlauf aller Projekt- und Objektphasen die verschiedenen Akteure unterschiedliches Interesse an hoher Flexibilität im Planungsprozess (Abb. D95). Für den Bauherrn sind z.B. laut Forschungsteam die Neubau- bzw. Umbauphasen von hohem Flexibilitätsanspruch bestimmt, da sich dort die Veränderungen der Gebäudestrukturen zeigen und die Einflussnahmemöglichkeiten kurzfristig erkannt werden. Planer sind in klassischen Bauprozessen in geringerem Maße auf eine spätere Veränderungsfähigkeit des Betriebs oder der Baustrukturen ausgerichtet und erfassen selten den Grad späterer Anforderungen an Wandlungsfähigkeit z.B. durch Nutzergruppen. Für die ausführenden Unternehmen reduziert sich das Ziel hoher Planungsflexibilität auf die Erstellungsphasen mit fehlendem Interesse an späterer Änderungsfähigkeit. Diese Beispiele zeigen die vom Forschungsteam häufig ausgewiesene hohe Bedeutung der Projektfrühphase, in der diese unterschiedliche Anforderungen und Auffassungen an Planungsflexibilität kommuniziert und in die folgenden Prozesse integriert werden kann.

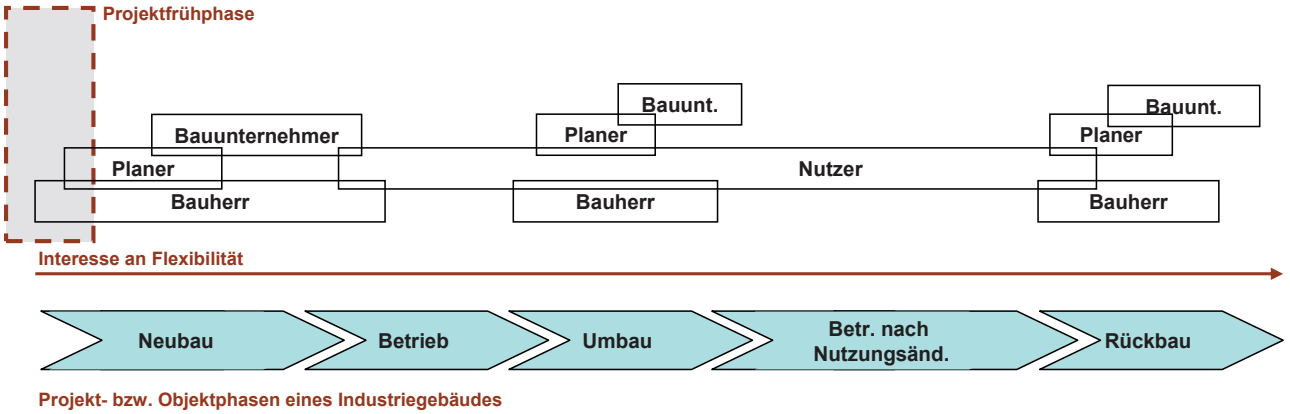


Abb. D95: Bedürfnis nach Flexibilität in der Planung (© IIKE in Anlehnung an [Plag u.a. 08])

Die erfolgreiche Umsetzung von Flexibilität im Planungs- und Ausführungsprozess durch die unterschiedlichen Akteure ist von folgenden Merkmalen geprägt:

- Anzahl der einzelnen Akteure in Planung und Ausführung gibt Aufschluss über unterschiedliche Schnittstellen im Informationsfluss[77]. Hohes Projektwissen aller Akteure stärkt Entscheidungsfähigkeit.
- Fachliche, methodische und sozial-kommunikative Kompetenzen der Akteure/Grad der Umsetzung der sog. Metakompetenzen aller Akteure (vgl. Abs. D6.5.1) können als Basis erfolgreicher Zusammenarbeit gewertet werden. Fehlen bestimmte Kompetenzen, so sinkt das notwendige Projektwissen und die Auswirkungen von Änderungen im Planungsverlauf können nur unzureichend evaluiert werden.

77 Die Sammlung, Bewertung und Weitergabe von Informationen ist laut Forschungsteam Kernaspekt erfolgreicher Planung. Besonders das Auftreffen neuer Informationen bewirkt in der Praxis erhöhtes Flexibilitätsbedürfnis.

- Spezifische Methodenkenntnis der Akteure zur Umsetzung von Flexibilität (Änderungs-/ Risikomanagement) ist von hoher Bedeutung für eine strukturierte Bearbeitung auftreffender Änderungen. Es existieren Methoden des Änderungs- und Risikomanagements, die sich in der Praxis bereits bewährt haben[78].
- Frühzeitiges Erkennen/Bewerten von Trends (technologischer Fortschritt, Bausysteme etc.) innerhalb der Disziplinen aber auch außerhalb der Bauprozesse ist von hoher Bedeutung für zukunftsfähige Gebäude, die aktuellen Standards entsprechen müssen (Bsp. Energiekonzepte, modulares Bauen etc.).
- Ein von allen Akteuren getragenes Frühwarnsystem für mögliche Risiken und Änderungen ermöglicht hohe Reaktionsfähigkeit zu geringen Kosten. Innerhalb transparenter Planungsabläufe ist es möglich, offen über vorhersehbare Veränderungen zu kommunizieren und diese pro-aktiv zu bearbeiten.
- Die Vergütung von Bemühungen um Planungsflexibilität muss laut Forschungsteam anerkannt und umgesetzt werden. Flexible Planung steigert die Effektivität des Projekts nicht zwangsläufig direkt ablesbar in einer Kostensenkung, ist jedoch wichtiger Bestandteil einer reaktionsfähigen Planung, die auf Störungen frühzeitig und effektiv reagieren kann (vgl. Abs. D6.4.2).

Checkliste Kernaufgaben

Im Rahmen der Forschungsarbeit wurden die folgenden Kernaufgaben im Bereich Flexibilität identifiziert:

- Definition von Faktoren, die Flexibilität im Planungsprozess erfordern können
- Erfassung von Konsequenzen, die sich aus Anpassungen im Planungsprozess ergeben können
- Gewährleistung der Reaktionsfähigkeit des Teams auf sich ändernde Anforderungen im Planungsprozess

78 Im anglo-amerikanischen Raum haben sich Methoden des Change-/Risikomanagements als effektives Mittel der Umsetzung von Flexibilität im Planungsprozess erwiesen.

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BMVBS/BBR - Zukunft Bau.

D6.6 Methoden

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BMVBS/BBSR - Zukunft Bau.

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BMVBS/BBSR - Zukunft Bau.

D6.6 Methoden, Werkzeuge und Hilfsmittel

Wie bereits in Abs. D6.2 beschrieben bieten die folgenden Steckbriefe systematisch Methoden, Werkzeuge und Hilfsmittel an, die im Kontext der Inhalte der Planungssystematik weiterführende Informationen zur Umsetzung von Planungszielen und Hinweise zur zielführenden Gestaltung der Planungs- und Erstellungsprozesse geben können. Die Steckbriefe erheben dabei nicht den Anspruch einer umfassenden und abschließenden Vermittlung aller zur Anwendung benötigten Daten, sondern sollen lediglich als Unterstützung zur Suche von Quellen und Experten dienen. Für die tatsächliche erfolgreiche Anwendung wird in der Regel ein geschulter Partner benötigt, der einschlägige Erfahrungen im jeweiligen Fachgebiet vorweisen kann.
Zur besseren Zuordnung sind die Steckbriefe den Themenfeldern in der vorliegenden Matrix inhaltlich zugeordnet (Abb. D88 schematisch/Abb. D89 Matrix Planungssystematik). Dies soll es ermöglichen, die relevanten Informationen im Projektkontext zu identifizieren. Liegt beispielsweise der Interessensschwerpunkt eines Projektteams im Bereich des Ressourcenschutzes, so können die ausgewiesenen Steckbriefe über die Zuordnung zum *Faktor Ressourcen* im *Themenfeld Qualität* (Abb. D88) gefunden werden. Viele Methoden, Werkzeuge und Hilfsmittel bedienen verschiedene Themenfelder parallel, was dem Anspruch der integrativen Gestaltung der Planungs- und Erstellungsprozesse entgegenkommt. Gleichzeitig werden in der Regel nur einzelne Kernaufgaben und Aspekte im jeweiligen Themenfeld abgedeckt. Die genauen Anwendungsmöglichkeiten sind daher im Einzelfall zu prüfen.

Handlungsfelder	**Themenfelder** (mit Kernaufgaben)		**Methode/Werkzeug/ Hilfsmittel**				
			1	2	3	…	n
WAS **Planungsgegenstand Industriegebäude:** Ganzheitliche Ziele entwickeln und deren Erreichung sichern	Qualität	Faktor Bedarf	X				
		Faktor Wandlungsfähigkeit		X			
		Faktor Ressourcen					
		Soziokulturelle Faktoren	X				
	Kosten				X		
	Zeit						
	Gesetze, Normen, Verordnungen						
WIE **Planungs- und Erstellungsprozess:** Team aufbauen, Arbeitsfähigkeit gewährleisten	Kompetenzen						X
	Konstellationen						X
	Kommunikation		X				
	Flexibilität						X

Abb. D96: Schema der Planungssystematik (© IIKE)

Die ausgewiesenen Methoden, Werkzeuge und Hilfsmittel wurden ausgewählt unter Bewertung ihrer inhaltlichen Qualität im Kontext des Forschungsvorhabens sowie ihrer Praxistauglichkeit. Die Filterkriterien waren:

- Inhaltlicher Bezug zu einem oder mehreren Themenfeld/ern,
- Industriebauspezifik,
- Zukunftsfähigkeit,
- Möglichkeiten der Integration in den Prozess,
- Handlungsorientierung,
- Nachvollziehbarkeit und
- Flexibilität und Effektivität in der Anwendung.

In einigen Bereichen (Bsp. Lebenszyklus-Analyse, Ressourcen etc.) gibt es derzeit eine erhebliche Dynamik in der Entwicklung von Hilfsmitteln. Hier wurde in der Auswahl zugunsten der inhaltlichen Zukunftsorientiertheit der Sammlung entschieden, was im Einzelfall bedeutet, dass in Bezug auf die Praxistauglichkeit nicht immer Erkenntnisse vorliegen.
Die Sammlung erhebt keinen Anspruch auf abschließende Vollständigkeit, sondern wird als Grundlage zur fortführenden Weiterentwicklung angesehen.

Die Steckbriefe wurden von Experten aus Forschung und Praxis verfasst und bieten Informationen zu den folgenden Stichwörtern:

- Grundlagen
- Bezugnahme zu Themenfeldern der Planungssystematik
- Bezugnahme zu Kernaufgaben der Planungssystematik
- Kosten der Anwendung
- Einsatzgebiet nach Projekttypen/-volumen
- Beteiligte Akteure
- Integration in der Planung
- Integration im Lebenszyklus
- Chancen im Industriebau
- Risiken im Industriebau
- Weiterentwicklung
- Verwandte Methoden
- Hilfsmittel
- Referenzprojekte
- WeiterführendeQuellen

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BMVBS/BBSR - Zukunft Bau.

Handlungsfeld			WAS **Planungsgegenstand** **Industriegebäude** Ganzheitliche Ziele entwickeln und deren Erreichung sichern							WIE **Planungs- und Erstellungsprozess** Team aufbauen, Arbeitsfähigkeit gewährleisten			
Themenfeld			Qualität										
			Faktor Bedarf	Faktor Wandlungsfähigkeit	Faktor Ressourcen	Soziokulturelle Faktoren	Kosten	Zeit	Gesetze, Normen, Verordnungen	Kompetenzen	Konstellationen	Kommunikation	Flexibilität
Werzeuge/Methoden/Hilfsmittel	Änderungsmanagement	6.6.1	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x
	Bauliche Wertanalyse	6.6.2	x	x	x	x	x	x			x	x	
	Betriebsanalyse	6.6.3	x			x	x	x					
	Corporate Architecture: Architektur als Teil der CI	6.6.4	x			x							
	DIN 18205	6.6.5	x									x	
	Energieberatung	6.6.6			x		x		x				
	Facility Management (Gebäudemanagement DIN 32 736)	6.6.7			x		x	x					
	Investitionskostenermittlung, -kontrolle und -steuerung	6.6.6	x				x						
	Kompetenzerfassung	6.6.7	x							x	x	x	
	Konfliktmanagement	6.6.8	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x
	Kontinuierlicher Verbesserungsprozess (KVP) Bau	6.6.12					x	x				x	x
	Kontinuierlicher Verbesserungsprozess (KVP) Betrieb	6.6.9	x				x	x					
	Lean-Management im Bauwesen (LMB) Last-Planner System (LPS®)	6.6.10								x	x	x	x
	Lebenszyklusanalyse - Ökobilanz	6.6.11	x	x	x	x	x	x	x			x	
	Life-Cycle Engineering (Bau: Tool TU Braunschweig)	6.6.12			x		x						
	Nutzungskostenplanung	6.6.13	x				x						
	Nutzwert-Analyse	6.6.14	x				x					x	
	Partnering	6.6.15					x					x	
	Partizipative Planung	6.6.16				x		x				x	
	Projektdokumentation	6.6.17	x	x	x	x	x	x		x	x	x	
	Prozessgestaltung	6.6.18					x	x				x	x
	Risikomanagement	6.6.19					x	x				x	
	Schnittstellenmanagement	6.6.20					x			x	x	x	
	Simultaneous Engineering	6.6.21					x	x				x	
	Strukturierter Planungsworkshop	6.6.22	x	x	x	x	x	x				x	x
	Systematische Bauherrenberatung	6.6.23	x							x	x	x	
	Systematische Variation/Variantenplanung Bau	6.6.25	x	x			x	x					
	Terminplanung	6.6.24	x				x	x					
	Virtuelle Farbikplanung	6.6.25	x	x			x	x				x	x
	Zertifizierungssysteme (DGNB, LEED, Bream)	6.6.26			x	x	x		x				
	Zukunftsprognostik/Szenariomanagement	6.6.27	x	x		x	x	x		x		x	x

Abb. D97: Planungssystematik (© IIKE)

D6.6.1 Änderungsmanagement

Verfasser: Dr.-Ing. Frank Dreier, Prof. Dr. Christian Stoy
Institut für Bauökonomie, Universität Stuttgart

Grundlagen: In der Planungs- und Baupraxis kommt es oft zu Abweichungen von den geplanten oder vereinbarten Vorgaben (Bau-Soll), die nicht nur Bauzeitverlängerungen und zusätzliche Kosten zur Folge haben, sondern auch zu Auseinandersetzungen zwischen den Beteiligten führen können. Das Erfordernis für ein projektbegleitendes Änderungsmanagement resultiert aus den kürzer werdenden Planungs- und Ausführungsdauern und deren zeitlicher Überlagerung.
Mitunter lassen sich die negativen Auswirkungen auf das Projekt reduzieren, wenn Änderungen bzw. deren Ursachen möglichst frühzeitig erkannt werden und die Änderungen in die weitere Projektabwicklung integriert werden.
Ein Änderungsmanagement ist bei sämtlichen Projekten erforderlich.

Themenfelder: Qualität, Kosten, Zeit, Kompetenzen, Konstellationen, Kommunikation, Flexibilität

Ziele/Kernaufgaben: Zu den Aufgaben des Änderungsmanagements zählen das projektbegleitende Erkennen, das Dokumentieren und die Steuerung/Verfolgung von Änderungen. Die Ursachen von Änderungen können beispielsweise in geänderten Nutzerwünschen, in der Planfortschreibung, in der Detaillierung der Planung oder in der Korrektur von Planungsfehlern liegen.
Industriebauten/Fabriken werden insbesondere für spezielle Güter geplant und realisiert. In Abhängigkeit vom zu produzierenden Erzeugnis bestehen mitunter relativ kurze Produktionszyklen, die kurze Planungs- und Bauzeiten bedingen, um das Industriegut möglichst schnell auf den Markt bringen zu können. Dies hat zur Folge, dass vor dem Beginn der Ausführung noch nicht sämtliche Ausstattungskomponenten (z. B. die Fertigungstechnik, Gebäudeausrüstung usw.) bis zum Ende durchgeplant sind. Auch aus erst später vorgenommenen Spezifizierungen können sich Auswirkungen auf Planungs- und Bauprozesse ergeben, die wegen der im Vorfeld nicht abschließend geklärten Vorgaben keine reinen Änderungen sind. Eine Voraussetzung für das Erkennen von Abweichungen sind eindeutige Vorgaben (z. B. das Bau-Soll für ausführende Firmen) und eine klare Definition von vertraglichen Schnittstellen. Zu erfassen ist, wer wann was mit welchen Konsequenzen ändert. Für die Nachverfolgung sind die Projektänderungen zu dokumentieren.

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BMVBS/BBSR - Zukunft Bau.

	Das Änderungsmanagement kann des Weiteren die Organisation sämtlicher damit in Zusammenhang stehender Aktivitäten beinhalten von der Durchstellung der Änderung an alle Beteiligten/Betroffenen (z. B. an sämtliche Fachplaner) bis hin zur abschließenden Klärung der Auswirkungen hinsichtlich technischer Umsetzung, Bauzeit und Baukosten. Dazu bedarf es auch klarer Vorgaben, wie z. B. eintretende Planungsänderungen dokumentiert werden. Es ist zu empfehlen, eintretende Änderungen rechtzeitig und transparent zwischen den Projektbeteiligten zu kommunizieren.
Kosten:	Die Kosten für das Änderungsmanagement des Gesamtprojektes sind Bestandteil des Projektmanagements bzw. der Planung.
Projekttypen/-volumen:	keine Einschränkung
Akteure:	Das Änderungsmanagement des Gesamtprojektes ist i. d. R. beim Projektmanagement bzw. bei der Projektsteuerung angesiedelt. Des Weiteren bestehen Schnittstellen zum Bauherrn, zu den Architekten/Ingenieuren, zu den ausführenden Firmen und weiteren Beteiligten (z. B. Behörden).
Integration in der Planung:	Eine wesentliche Ursache von Bauzeitverlängerungen und Mehrkosten liegt in Projektänderungen im Zuge der Ausführungsplanung, die sich umso gravierender auswirken, je größer die zeitliche Überlagerung von Planungs- und Ausführungsphase ist. Änderungen können mitunter erforderlich werden, weil die Planung auf der Grundlage unklare Vorgaben erstellt wurde. Deshalb ist besonderes Augenmerk auf die Vermeidung von Änderungen während der Erstellung der Ausführungspläne und einen ausreichenden Vorlauf der Planung zur Bauausführung zu legen.
Integration Lebenszyklus:	Bei einer Weiterfassung des Begriffs Änderungsmanagement umfassen die Änderungen des Projektes (z. B. bauliche Nutzungsänderungen) den gesamten Lebenszyklus eines Gebäudes, die prozessbegleitend zu dokumentieren sind.
Chancen im Industriebau:	Eine möglichst weit fortgeschrittene Durchplanung des Projektes vor der Ausschreibung/Vergabe – soweit dies unter Berücksichtigung der kurzen Produktzyklen möglich ist – reduziert das Risiko von Änderungen und damit von negativen Auswirkungen für das Gesamtprojekt. Die Chancen eines qualitativ hochwertigen Änderungsmanagements im Industriebau liegen darin, die zeit- und kostenmäßigen Auswirkungen von Änderungen kurzfristig zu quantifizieren, um die Konsequenzen transparent zu machen. Sofern die Auswirkungen von Änderungen rechtzeitig und hinreichend genau benannt werden, könnte dies zu einer Disziplinierung der Beteiligten hinsichtlich möglicher Änderungswünsche führen.

Risiken im Industriebau:	Ohne den Einsatz eines Änderungsmanagements treten Bauzeit- und Kostenüberschreitungen mit einer höheren Wahrscheinlichkeit auf.
Weiterentwicklung:	Weiterentwicklungspotential besteht in der zunehmenden Verzahnung von Planung, Bauausführung, Termin- und Kostenplanung, um sämtliche Auswirkungen von Änderungen möglichst kurzfristig quantifizieren zu können.
Verwandte Methoden:	Es bestehen Wechselwirkungen mit anderen Methoden (Kostenplanung, Value Management, Terminplanung).
Hilfsmittel:	Formulare/Checklisten
Referenzprojekte:	alle Industriebauprojekte

Quellen:

Dreier, F.: Nachtragsmanagement für gestörte Bauabläufe aus baubetrieblicher Sicht, Diss., Cottbus, 2001

Drittler, M.: Nachträge und Nachtragsprüfung beim Bau- und Anlagenbauvertrag, Werner, 2010

Franke, Kemper, Zanner, Grünhagen: VOB-Kommentar, Werner, 3. Aufl., 2007

Heilfort, Th.: Ablaufstörungen in Bauprojekten; Schriftenreihe des Instituts für Baubetriebswesen der TU Dresden, Band 3, 2003

Kapellmann, K. D.; Schiffers, K.-H.: Vergütung, Nachträge und Behinderungsfolgen, Bd. 1: Einheitspreisvertrag, Werner, 5. Aufl., 2006

Kapellmann, K. D.; Schiffers, K.-H.: Vergütung, Nachträge und Behinderungsfolgen, Bd. 2: Pauschalpreisvertrag, Werner, 4. Aufl., 2006

Leinemann, R.: VOB-Kommentar, Werner, 3. Aufl., 2008

Matijevic, D.: Gestörte Bauabläufe, Aspekte zur Vermeidung oder Minimierung einer Bauzeitverlängerung, Universitätsverlag der TU Berlin, 2008

Reister, D.: Nachträge beim Bauvertrag; Werner, 2. Aufl., 2007

Schramm, C.; Schwenker, Chr.: Störungen der Architekten- und Ingenieurleistungen; Werner, 2008

Vygen, K.; Joussen, E.: Bauvertragsrecht nach VOB und BGB: Handbuch des privaten Baurechts, Werner, 4. Aufl., 2008

Vygen, K.; Schubert, E.; Lang, A.: Bauverzögerung und Leistungsänderung; Werner, 5. Aufl., 2008

Würfele, F.; Gralla, M.: Nachtragsmanagement, Wolters Kluwer, 2006

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BMVBS/BBSR - Zukunft Bau.

D6.6.2 Bauliche Wertanalyse

Verfasser:	Dipl. Ing. Regina Sonntag, Dipl. Ing. Antje Voigt Institut für Baukonstruktion und Industriebau Abt. Industriebau und Konstruktives Entwerfen TU Braunschweig
Grundlagen:	„USA/1961/Miles: "Technique of Value Analysis and Engineering" Dtsch. - 1995/ VDI: "Wertanalyse" 2002/J. Wiegand: Bauliche Wertanalyse/Zyklisches Phasenmodell
Themenfelder:	Qualität, Kosten, Zeit, Kommunikation, Konstellationen
Ziele/Kernaufgaben:	Die *Bauliche Wertanalyse* zielt im Themenfeld der Bedarfsplanung von Industriebauten sowohl auf die strukturierte Informationsgewinnung als auch die Aufbereitung und Dokumentation von Projektwissen ab. Über die konsequente Einbeziehung der Lebenszyklusbetrachtung schon in der Ideen- und Aufbauphase und eine umfassende Kostenoptimierung der gesamten Lebenszeit eines Projektes soll eine Wertsteigerung des Gebäudes erreicht werden, ohne die erforderliche Qualität, Zuverlässigkeit oder Funktionalität des Gebäudes zu reduzieren. Eine Übertragung der Methode auf den Industriebau kann das Planungsteam dazu befähigen, auch im Bereich Wandel, Ressourcen und Soziokulturelle Faktoren erhöhtes Projektwissen und stabile Entscheidungsgrundlagen zu erarbeiten.
Kosten:	Zusätzliche Planungskosten im Projektanfangsstadium (unabhängige Moderation) - Wertanalyse ist nicht Teil der üblichen Planungsleistungen der Fachplaner.
Projekttypen/ - volumen:	keine Einschränkung
Akteure:	Durchgeführt wird die *Bauliche Wertanalyse* durch den *Wertanalysebegleiter* (Abb. D98). Hierbei handelt es sich um eine professionelle und vor allem unabhängige Moderation, die alle Ergebnisse strukturiert im Team erarbeiten lässt, eine genaue Dokumentation der Ergebnisse vornimmt und dem Bauherrn übergibt. Es bleibt diesem überlassen, wie sich sowohl das Fachberater- als auch das Wertanalyseteam zusammensetzt. Eine Folgebeauftragung ist nicht zwingend erforderlich.

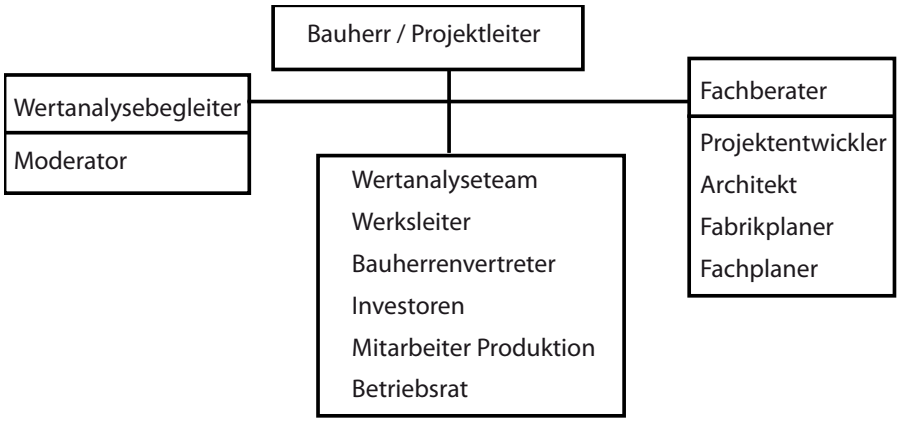


Abb. D98: Zusammensetzung Projektteam
(© IIKE aufbauend auf Strohschneider 2002)

Integration in der Planung: Die unabhängige Durchführung der Baulichen Wertanalyse durch einen qualifizierten Moderator ist Teil der ersten Projektphase (Idee, Aufbau) und kann als zyklischer Prozess die Ausführungs- und Betriebsphase weiter begleiten, um die erforderlichen Bedarfe konstant zu erfassen und ihre Umsetzung zu prüfen.

Integration Lebenszyklus: Die *Bauliche Wertanalyse* ist vorerst nur Teil der ersten Projektphasen (Idee, Aufbau). Eine Nutzung in der Betriebsphase (Objektphase) ist denkbar.

Chancen im Industriebau: Die Nachvollziehbarkeit des Projektablaufs, der Meinungsbildung und Entscheidungsfindung durch eine unabhängige Moderation und Fachberatung ermöglicht die Zusammenstellung eines zielführenden und kontrollierbar großen Teams (Kostenaspekt). Die Optimierungspotentiale werden umfassend im Team evaluiert, dokumentiert und weiteren Projektphasen zur Verfügung gestellt. Qualitätsaspekte können über den gesamten Lebenszyklus bewertet und Entscheidungen darauf ausgerichtet werden (Verhältnis Erstellungs- zu Betriebskosten wird beachtet). Die frühe und kontrollierte Einbindung der Disziplinen Fabrikplanung, Bauwesen und weiterer Fachplaner führt zur Integration von industriebauspezifischem Fachwissen und kreativen Lösungsvorschlägen. Die rasche und parallel ablaufende Durchführung führt zu einem erleichterten, strukturierten und dadurch sehr intensiven Informationsaustausch mit daraus resultierender Zeit- und Kostenersparnis. Durch das Durchlaufen von Zyklen lässt sich der Prozess ggf. unterbrechen und beenden. (Veränderungsfähigkeit Industriebau).

Risiken im Industriebau: Die Durchführung vor der Entwurfsplanung erfordert zusätzlichen

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BMVBS/BBSR - Zukunft Bau.

	Aufwand, der sich erst durch Effizienzsteigerungen in der Planungs- und Erstellungsphase rechnet (Kostenaspekte, Weitsicht des Bauherrn, Zeit-, Kostendruck Industriebau). Die *Bauliche Wertanalyse* steht derzeit als abgeschlossener Prozess vor der eigentlichen Planung und ist noch kein konstanter Prozess entlang aller Phasen (Projekt- und Objektphasen). Die Trennung von *Baulicher Wertanalyse* und Entwurfsplanung kann zusätzliche Schnittstellen und unterschiedlich besetzte Teams erzeugen. Die *Bauliche Wertanalyse* stellt den grundsätzlichen Baubedarf noch nicht in Frage.
Weiterentwicklung:	Eine Übertragung der Methode auf die Projektphasen Planung und Erstellung ist notwendig, um nachfolgende Prozesse zu optimieren. Die Klärung der Schnittstelle Wertanalyse zu Entwurf (bzw. die Zuordnung der Kompetenzen) ist erforderlich. Ebenfalls kann eine umfangreiche Klärung/Stärkung der Bauherrenfunktionen den Projekterfolg sichern.
Verwandte Methoden:	Programming, Briefing
Hilfsmittel:	Verschiedene Beratungsunternehmen - deutschlandweit tätig.
Referenzprojekte:	DB-Fernsteuerzentralen Hamburg

Quellen:

[DIN 02] DIN EN 12973: 2002-02 - Value Management

[Wieg 04] Wiegand, J.: Handbuch Planungserfolg: Methoden, Zusammenarbeit und Management als integraler Prozess, vdf Hochschulverlag AG, 2004

[Stro 02] Strohschneider, S.; Weth, R. v. d.: Ja, mach nur einen Plan, Pannen und Fehlschläge - Ursachen, Beispiele, Lösungen. Verlag Hans Huber, 2002.

[VDI 95] VDI-Gesellschaft Systementwicklung und Projektgestaltung (VDI-GSP): Wertanalyse, Idee - Methode – System, VDI-Verlag, 1995.

D6.6.3 Betriebsanalyse

Verfasser:	Dipl. Wirt.-Ing. Mustafa Celik Institut für Fabrikbetriebslehre und Unternehmensforschung TU Braunschweig
Grundlagen	Kettner, IFU Referenzmodell
Themenfelder:	Zeit, Kosten, Bedarf, Soziokulturelle Faktoren
(Kern-) Ziele:	Die Betriebsanalyse ist neben der Baulichen Wertanalyse eine weitere wichtige Methode zur Bedarfsplanung. Sie steht am Anfang eines Fabrikplanungsprojektes und verfolgt das Ziel, die durch ein Fabrikplanungsprojekt angestrebten Verbesserungen zu quantifizieren und damit bewertbar zu machen. Sie gliedert sich in die Ist-Analyse und eine Bewertung und Entscheidung darüber, welche Ziele im Rahmen der sogenannten Grob- und Feinplanung zu verfolgen bzw. zu realisieren sind.

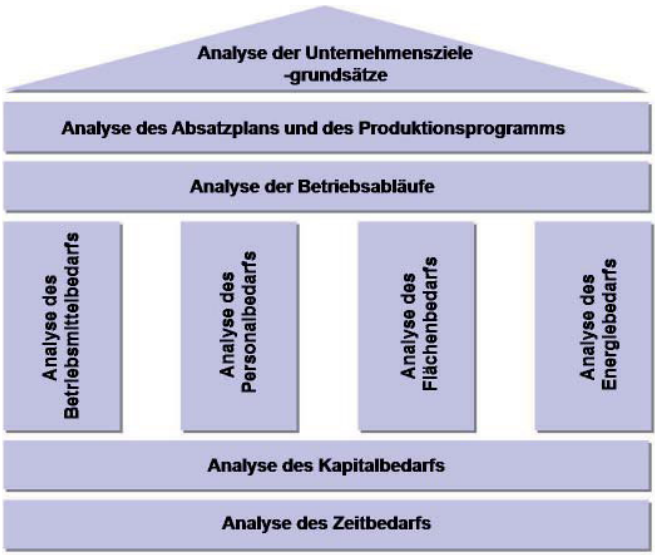


Abb. D99: Bausteine der Ist-Analyse

Die Ergebnisse der Betriebsanalyse sind die maßgeblichen Voraussetzungen für eine anforderungsgerechte Fabrikplanung durch die Abschätzung des Bedarfs an Betriebsmitteln, Personal, Flächen und Energie. Die Betriebsanalyse ist gerade im Industriebau ein notwendiger Prozess, der die Basis der Planung des Gebäudes, aber auch die Basis für den Aufbau innerbetrieblicher Strukturen wie beispielsweise Fertigungsstrukturplanung (Werkstatt-, Insel-, Fließfertigung), Maschinenaufstellung und Layoutplanung darstellt.

Kosten:	Kosten für die Durchführung der Analyse durch den Fabrikplaner

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BMVBS/BBSR - Zukunft Bau.

Projekttypen/ - volumen:	keine Einschränkung
Akteure:	Die Betriebsanalyse wird vom Fabrikplaner durchgeführt und koordiniert. Die benötigten Daten über Arbeitsabläufe, Mengen, Zeiten, Sachmittel, Kapazitäten und Kosten können aus bestehenden Daten (z. B. ERP-System) oder mit Hilfe von Workshops, Interviews und Fragebögen erfasst werden. Weitere Mitarbeiter beispielsweise aus den Bereichen Logistik, Personal, Produktionsplanung, Informationstechnik oder Marketing werden in die Betriebsanalyse eingebunden.
Integration in der Planung:	Die Betriebsanalyse ist Teil der Vorplanung und bedient im Rahmen der Planungsphasen 0-5 (vgl. Abbildung Übersicht Akteure Planungsphasen) die Zielfestlegung, Grundlagenermittlung, Konzeptplanung sowie die Detailplanung.
Integration Lebenszyklus:	Die Betriebsanalyse ist eine Methode, die über den gesamten Lebenszyklus bei Anpassungsmaßnahmen im Rahmen der Fabrikplanung eingesetzt werden kann.
Chancen im Industriebau:	Eine Betriebsanalyse generiert eine fundierte Datenbasis für die Entwicklung von umfassenden Zielvorgaben aus der Sicht der Fabrikplanung. Insbesondere die Anforderungen der Produktion und Logistik können hiermit schematisch erfasst und damit bei der Planung berücksichtigt werden.
Risiken im Industriebau:	Die Betriebsanalyse beschränkt sich auf die Untersuchung bestehender Strukturen und Restriktionen. Für den Industriebau besteht das Risiko, bestehende Lösungen zu akzeptieren und somit den möglichen Idealzustand auch in Zukunft nicht zu erreichen.
Weiterentwicklung:	-
Verwandte Methoden:	-
Hilfsmittel:	ABC-Analyse, Portfoliotechnik, Durchlaufzeitenanalyse, Arbeitsablaufblätter, Fragebögen, Prognoseverfahren
Referenzprojekte:	-

Quellen:

Kettner, H.; Schmidt, J.; Greim, H.-J.: Leitfaden der systematischen Fabrikplanung. München: Hanser 1984.

Koether, R. u.A: Betriebsstättenplanung und Ergonomie. Planung von Arbeitssystemen. München: Hanser 2001.

Schenk, M.; Wirth,S.: Fabrikplanung und Fabrikbetrieb.Methoden für die wandlungsfähige und vernetzte Fabrik. Berlin: Springer 2004.

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BMVBS/BBSR - Zukunft Bau.

D6.6.4 Corporate Architecture: Architektur als Teil der Corporate Identity (CI)

Verfasser: Dipl. Ing. Frank Seehausen
Institut für Baukonstruktion und Industriebau
Abt. Industriebau und Konstruktives Entwerfen
TU Braunschweig

Grundlagen: Architektur gehört seit jeher zu den prägnantesten und langlebigsten Kommunikationsmitteln menschlicher Gesellschaftsformen. Jedes Bauwerk ist das unverrückbare Statement eines Bauherrn, unabhängig davon, ob dies bewusst oder unbewusst formuliert wird. `Corporate Architecture´ (CA) nimmt sich als Ergänzung des `Corporate Design´ (CD) dieser Tatsache an und macht Architektur zum steuerbaren Kommunikationsmittel eines Unternehmens. Ziel ist es, die Unternehmensidentität (CI) klar und nachvollziehbar in Raum zu übersetzen und innerhalb eines kulturellen Kontextes zu positionieren.

Das Potential von Architektur als Teil der CI ist enorm, was drei weltbekannte historische Bauwerke deutlich machen: die 1908 errichtete AEG-Turbinenhalle von Peter Behrens, das 1911 entstandene Fagus-Werk in Alfeld nach Entwürfen Walter Gropius und Adolf Meyer und der 1968 von Karl Schwanzer entworfene Verwaltungsneubau für BMW in München.

Doch auf breiter Ebene wird erst seit einigen Jahren Architektur als wirkungsvoller und langfristig sogar äußerst kostengünstiger Ausdruck erfolgreicher und wertorientierter Unternehmen erkannt. Damit wächst das Bewusstsein, dass CI-relevante Parameter frühzeitig in den Planungsprozess integriert werden müssen, um überzeugende Ergebnisse zu erzielen.

Themenfelder: Bedarf, Soziokulturelle Faktoren.

Ziele/Kernaufgaben: Eine entsprechend optimierte und hochwertige Architektur ist Teil der positiven Unternehmenskommunikation. Auch Mitarbeiter werden durch gelungene Architektur motiviert: Ein gut gestaltetes Arbeitsumfeld und eine überzeugende visuelle und räumliche Vermittlung von Unternehmenszielen werten die Arbeit deutlich auf und kommen dem Bedürfnis nach Identifikation entgegen. Diese Maßnahmen helfen, qualifiziertes Personal langfristig zu binden und die Motivation der Mitarbeiter zu steigern. Darüber hinaus hebt gute Architektur grundsätzlich und dauerhaft den Wert einer Immobilie und senkt bei geschickter Planung aufgrund längerer Lebensdauer und Anpassungszyklen langfristig die baubezogenen Folgeinvestitionen.

Das schließt bei entsprechender Planung auch die Möglichkeiten einer intendierten Nachnutzung ein. Ökonomische und

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BMVBS/BBSR - Zukunft Bau.

ökologische Faktoren können in diesem Kontext ebenfalls zum Teil der CI werden. Ein enormer Gewinn liegt zudem in der Rezeption hervorragender Unternehmensarchitektur durch die Internationale Presse. Sie ermöglicht eine nahezu kostenfreie Werbung und kann für die Aufwertung und Etablierung eines Standorts von entscheidender Bedeutung sein.
Die verfügbaren architektonischen Strategien sind sehr vielschichtig und müssen im Einzelfall entschieden werden. Doch kommt es darauf an, dass die Architektur langfristig im Einklang mit den Unternehmenszielen steht und diese über räumliche, substanzielle und visuelle Parameter extern und intern vermittelt.

Kosten: Corporate Architecture ist keinesfalls eine zwangsläufig kostenintensive Lösung, sondern im Sinne einer intelligenten Architekturstrategie oftmals eine Möglichkeit zur Kostenoptimierung. Zusätzliche Beratungs- und Planungskosten für CI-Berater und Architekten können zwar in allen Phasen der Planung und Umsetzung anfallen, da sie über das durch die Honorarordnung der Architekten und Ingenieure erfasste Leistungsbild hinausgehen und bei interdisziplinären Teams als Beraterleistungen frei vereinbart werden müssen. Grundlegend gilt aber, dass sich eine solche Mehrinvestition in Vorbereitungs- und Planungsleistungen durch ein inhaltlich, formal und technisch besseres Ergebnis rentiert.
Unabhängig davon kann zur besseren Vermarktung der Architektur eine qualifizierte, mittel- oder langfristige Vermittlung sinnvoll sein, die entweder extern vergeben oder durch die hauseigene PR-Abteilung abgedeckt werden kann.

Projekttypen/ -volumen: Eignung für Groß- und Kleinprojekte, vor allem auch für mittelständische Unternehmen mit starker Kundenbindung.

Akteure: Unternehmer, CI/CA-Berater, Architekten

Integration in der Planung: Für eine erfolgreiche Übersetzung der CI in Architektur ist der frühzeitige Einsatz geeigneter Analyse-, Beratungs- und Steuerungsinstrumente zur Vorbereitung und Koordination des Verfahrens und zur Optimierung des Ergebnisses notwendig.
Dazu zählt die umfassende Analyse der Unternehmensidentität einschließlich ihrer strukturellen und visuellen Faktoren. Sinnvoll kann auch eine Koordination des Projekts durch geschulte CI/ CA-Berater sein, die zwischen Unternehmen und Architekten vermitteln und die gesellschaftliche Relevanz des Projektes einschätzen können.
Zur Bestimmung und Bewertung der architektonischen Parameter ist schließlich die präzise Formulierung von Wünschen und Zielvorgaben genauso notwendig wie die klare Analyse und Definition der Unternehmensidentität.

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BMVBS/BBSR - Zukunft Bau.

Basierend auf der Analyse lassen sich die Schritte zur Umsetzung und Steuerung des weiteren Entwurfs- und Planungsprozesses festlegen, etwa, ob und wie ein Wettbewerb ausgeschrieben oder ein geeignetes Planerteam zusammengesetzt wird.
Die Entstehung der Architektur muss in jedem Fall sorgfältig begleitet, modifiziert und auch das gebaute Ergebnis in mehreren Stufen überprüft werden. Aufgrund der hohen Komplexität der Anforderungen sollte die Beratung und Strategieentwicklung interdisziplinär angelegt sein und die speziellen Bedingungen der Architektur hinsichtlich ihrer Eigenschaft als Raum- und Bild generierende Kunst berücksichtigen.

Integration Lebenszyklus: Optimal bei der Neuplanung von Bauprojekten, aber auch bei der Erweiterung oder Modifikation von Bestandsbauten.

Chancen im Industriebau: Unternehmensarchitektur ist nicht nur der von Mitarbeitern und Kunden erlebbare Raum eines Unternehmens, sondern auch der langlebigste Teil der Unternehmenskommunikation nach Innen und Außen.
Die bewusste Gestaltung hochwertiger Architektur im Sinne der CI ist daher eine langfristig wirksame Investition, mit der die Arbeitszufriedenheit und die Identifikation der Mitarbeiter mit dem Unternehmen gesteigert werden. Darüber hinaus wird es Kunden und Geschäftspartnern ermöglicht, Unternehmenswerte und -ziele zu begreifen. Im Einklang mit sämtlichen anderen Äußerungen des Unternehmens ergibt die Unternehmensarchitektur ein visuell und räumlich erfahrbares Bild, das haften bleibt im positiven wie im negativen Sinn.
Eine qualifizierte Architektur im Sinne der CI und als steuerbares Instrument kann nur durch eine fachlich qualifizierte und inhaltlich präzise Beratung und Planung erfolgen, die zeitlich der eigentlichen Bauplanung vorgelagert ist und sich thematisch an Ziel, Intention und Lebensdauer des jeweiligen Bauvorhabens und dem baulichen und gesellschaftlichen Umfeld orientiert.
Grundsätzlich sollte die Realisierung eines Bauwerks so gut vorbereitet und koordiniert sein, wie die Realisierung eines Produkts oder einer anderen zentralen Kommunikationsform des Unternehmens.
Eine gelungene Architektur ist die beste Werbung für ein Unternehmen. Studien belegen, dass Mitarbeiter durch die ansprechende Gestaltung ihres Arbeitsplatzes motiviert werden und die Berichterstattung über gelungene Unternehmensarchitektur in der internationalen Presse erheblich zur positiven Bekanntheit von Unternehmen und Standort beiträgt.
Die Aufmerksamkeit, die man als Unternehmer der Architektur

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BMVBS/BBSR - Zukunft Bau.

zukommen lässt, ist daher eine Investition in eine langfristig angelegte Imageverbesserung, mit der auch übergeordnete Ziele der Unternehmenskultur avisiert werden können. Auch im lokalen und regionalen Kontext lässt sich durch den ästhetischen und baukulturellen Mehrwert viel Sympathie gewinnen.

Risiken im Industriebau: Ein hohes Risiko im Industrie- und Gewerbebau ist, dass Bauen einseitig als Kostenfaktor und nicht als Kommunikationsmedium gesehen wird.
Dabei führt eine ungenügend auf die CI ausgerichtete Unternehmensarchitektur zu einem unglaubwürdigen Auftritt, zu ineffizienten Arbeitsabläufen, zu mangelnder Identifikation der Mitarbeiter mit dem Unternehmen und zu mangelnder Ansprache und Bindung des Kunden. Im wahrsten Sinne des Wortes ist das Bauwerk dann ein Ärgernis, mit dem man sich bestenfalls arrangiert.
Auch eine zu kurze Lebensdauer einer modisch geprägten Architektur-Sprache kann schädlich sein, wenn die Ziele längerfristig sind oder man den Wiederverkaufswert einer Immobilie einbezieht. Die Gefahr ist besonders groß, wenn man die im Bereich des Events gemachten Erfahrungen unreflektiert auf langlebige Hochbauten überträgt oder die Architektur keinen Interpretationsspielraum mehr zulässt, was vor allem bei modischer „Brand-Architecture“ oder „Theming“ geschehen kann.
Die vielfach praktizierte Applikation des Firmenlogos auf einen reinen Funktionsbau oder die unreflektierte Übernahme nicht unternehmensbezogener ästhetischer Strategien führt schnell zu einem nicht überzeugenden und damit kostspieligen Auftritt.

Weiterentwicklung: Intelligente Unternehmensarchitektur ist nicht als isoliertes Objekt zu begreifen, sondern als Teil einer Unternehmenskultur, die, ausgehend von grundlegenden Werten, ein hohes Maß an Veränderbarkeit beinhaltet.

Verwandte Methoden: keine

Hilfsmittel: CI-Analyse, Koordinierungsgespräche, Workshops, Wettbewerbe, Projektsteuerung, Umfragen.

Referenzprojekte: ERCO Leuchten GmbH, Lüdenscheid
Ricola AG, Mülhausen und Laufen
B.BRAUN AG, Melsungen
Porsche-Museum, Stuttgart
Novartis in Basel

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BMVBS/BBSR - Zukunft Bau.

Quellen:

Döring, N.: Identifikation mit internationalen Unternehmen aus sozialpsychologischer Sicht. In: Scholz, C. (Hrsg.): Identitätsbildung: Implikationen für globale Unternehmen und Regionen: [Konferenz „Identitätsbildung: Implikationen für Globale Unternehmen und Regionen"]. München: Hampp, 2005 (Strategie- und Informationsmanagement,16), S.45–65

Mayr-Keber, G. M.: Strukturelemente der visuellen Erscheinung von Corporate Identity, in: Corporate Identity, (Birkigt, K.; M. Stadler, M.; Funck, H. J. Hrsg.), 2002, S. 281-318.

Müller-Rees, V.: Haute Architecture, München und Berlin 2008.

Seehausen, F.: Konstruktion eines Unternehmensbilds - Karl Schwanzers Architektur für BMW., IIKE TU-Braunschweig, (Dissertation, erscheint voraussichtlich 2011)

Werle, K.: Geld kann nicht unendlich motivieren, in: Manager Magazin, URL: http://www.manager-magazin.de/koepfe/karriere/0,2828,324198,00.html, 26.10.2004

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BMVBS/BBSR - Zukunft Bau.

D6.6.5 DIN 18205

Verfasser: Dipl. Ing. Regina Sonntag, Dipl. Ing. Ante Voigt
Institut für Baukonstruktion und Industriebau
Abt. Industriebau und Konstruktives Entwerfen
TU Braunschweig

Grundlagen: Seit 1996 regelt das Deutsche Institut für Normung e.V. über die DIN 18 205 [Deut 01] die allgemeine Vorgehensweise der Bedarfsplanung im Bauwesen. Sie basiert auf einer Übertragung der internationalen Norm ISO 9699: 1994 „Performance standards in buildings – checklist for briefing – checklist of brief for building design“ und liefert neben der allgemeinen Beschreibung ihrer Funktionsweise die drei Prüflisten:

- Projekterfassung
- Rahmenbedingungen, Ziele und Mittel
- Anforderungen an den Entwurf und an die Leistungen des Objekts

Themenfelder: Bedarf, Kommunikation

Ziele/Kernaufgaben: Grundsätzlich wird die Umsetzung dieser Norm in den Verantwortungsbereich des Bauherrn gelegt und klar von den Aufgaben der anschließenden Planung (z.B. Grundlagenermittlung) abgegrenzt. Die DIN 18 205 zielt ab auf:

- „die methodische Ermittlung der Bedürfnisse von Bauherren und Nutzern,
- deren zielgerichtete Aufbereitung als ‚Bedarf' und
- dessen Umsetzung in bauliche Anforderungen“

Dabei wird grundsätzlich auf die hohe Flexibilität der DIN 18 205 für die Praxis hingewiesen, die explizit keine starre Vorgehensweise propagiert, sondern auf den Einzelfall abgestimmt werden kann.

Die Ergebnisse der Anwendung der Prüflisten werden in einem sog. Bedarfsplan zusammengestellt, der „zu jedem beliebigen Zeitpunkt die Bedürfnisse, Ziele und Mittel des Bauherrn und Nutzers sowie die Rahmenbedingungen des Projekts und alle erforderlichen Anforderungen an den Entwurf“ darstellt. [Deut 01] Dieser Bedarfsplan wird als dynamisches Dokument aufgefasst, welches ständig erweitert und dem Planungsverlauf angepasst werden kann.

Kosten: Die Bedarfsplanung nach DIN 18 205 ist nicht Bestandteil der Grundlagenermittlung einer der in der Frühphase beteiligten Fachdisziplinen (z.B. Architektur, Fabrikplanung, etc.) und wird somit auch nicht innerhalb dieser Leistungspakete vergütet. Korrekt und unabhängig angewendet entstehen Kosten für die da-

mit verbundene Durchführung durch einen Fachplaner/-berater. Sie mündet durch diese unabhängige Beauftragung in stabiles und zielorientiertes Planungsmaterial, welches den Projekterfolg sichert.

Projekttypen/ -volumen: keine Einschränkung

Akteure: Die DIN 18 205 definiert den Bedarfsplaner als eine „Person, Gruppe oder Organisation, welche die Aufstellung des Bedarfsplanes zu leisten hat. Der Bedarfsplaner kann der Bauherr oder ein mit der Bedarfsplanung beauftragter Berater sein, der (die) Nutzer, der Architekt bzw. ein aus diesen gebildetes Team." Eine berufsspezifische Zuweisung der Bedarfsplanung wird nicht vorgenommen, vielmehr soll diese projektspezifisch und nach Kompetenz entschieden werden.

Integration in der Planung: Die Bedarfsplanung ist grundsätzlich ein Baustein der Planungsfrühphase und steht vor der eigentlichen Planung. Korrekt umgesetzt begleitet sie die Ermittlung der Bedarfe und unterstützt eine zielorientierte Projektdefinition durch den Bauherrn entlang der ersten Planungsphasen.

Integration Lebenszyklus: Das Ziel einer konstanten Evaluierung der Projektziele soll durch die systematische Erarbeitung und Weiterentwicklung des Bedarfsplanes erreicht werden. Der Bedarfsplan wird so zu einem Kerndokument zielorientierter Planung.

Chancen im Industriebau: Kernelement dieser Methode und deren Anwendung durch den Bauherrn ist die Sensibilisierung aller Planungsbeteiligten für die Bedeutung der Bedarfsplanung im Lebenszyklus eines Gebäudes. Die DIN 18 205 kann als begleitendes Instrument die Zieldefinition durch den Bauherrn unterstützen und so einen umfangreichen Katalog an Anforderungen erarbeiten. Die klare Ausrichtung auf eine unabhängige Beratung in dieser Phase ist im Industriebau mit hohem Komplexitätsgrad und unterschiedlichen Akteuren von großer Bedeutung.

Risiken im Industriebau: Die DIN 18 205 ist nicht spezifisch auf den Industriebau zugeschnitten, sondern liefert lediglich allgemeine Hinweise und Handlungsempfehlungen. Viele Besonderheiten und komplexe Sachverhalte eines Industriebauprojektes werden nicht adressiert. So bleibt die Vernetzung zu weiteren Fachdisziplinen unklar, werden konkrete Sachverhalte zu industriebauspezifischen Elementen wie Produktionsprozesse, Wandlungsfähigkeit sowohl der Gebäudestrukturen als auch der Prozesse oder die Erfassung zukünftiger Anforderungen nicht erfasst. Gerade die interdisziplinäre Zusammenarbeit erfordert eine umfangreiche Aufweitung der Bedarfsplanung auf bauferne Disziplinen schon in der Projektfrühphase.

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BMVBS/BBSR - Zukunft Bau.

Weiterentwicklung:	Die fehlende Sensibilisierung des Bauherrn für die Aufgaben der Bedarfsplanung und die einhergehende Vernachlässigung einer detaillierten Projektdefinition mit passenden Akteuren muss Ziel weiterer Optimierungsversuche dieser Projektfrühphase sein. Die DIN 18 205 liefert dazu einen allgemeinen Überblick und muss weiter auf den Industriebau zugeschnitten und um weitere Methoden (Kompetenzerfassung, Kommunikationsgestaltung etc.) erweitert werden.
Verwandte Methoden:	Programming, Briefing
Hilfsmittel:	Checklisten innerhalb der DIN 18 205
Referenzprojekte:	-

Quellen:

Deutsches Institut für Normung e.V.: Bedarfsplanung im Bauwesen. Beuth Verlag, Berlin, 2001.

Kalte, P.; Wiesner, M.: Aktuelles über Honorar und Vergabe. Bedarfsplanung im Bauwesen/ Honoraranfragen.

Volkmann, W.: Leistungsphase 0. Projektvorbereitung durch Bedarfsplanung, 2002.

Zimmermann, J. R.: Relevanz und Methodik der Bedarfsplanung. ein Vergleich zwischen Deutschland und Großbritannien, 2005.

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BMVBS/BBSR - Zukunft Bau.

D6.6.6 Investitionskostenermittlung, -kontrolle und -steuerung

Verfasser: Prof. Dr. Christian Stoy, Dipl.-Ing. Christopher Hagmann
Institut für Bauökonomie, Universität Stuttgart

Grundlagen: Die Geschichte der Investitionskostenplanung ist annähernd so alt wie das Bauen selbst. Die erste deutsche Norm zum Thema wurde jedoch erst im Jahr 1934 eingeführt und seitdem kontinuierlich fortgeschrieben. Die aktuelle Fassung der DIN 276 stammt aus dem Jahr 2008.

Zu den kritischen Erfolgsfaktoren eines Bauprojekts, das die Planungs- und Ausführungsphase durchläuft, zählt im Allgemeinen die Sicherstellung der Ziele hinsichtlich:

- Qualität,
- Terminen und
- Kosten.

Mindestens diese drei Faktoren stehen deshalb im Zentrum eines jeden Projekts und sind vor allem durch den Architekten und die Fachplaner sowie das Projektmanagement und die Projektsteuerung zu gewährleisten (vgl. beispielsweise Project Management Institute, 2000).

Themenfelder: Kosten (und Bedarf)

Ziele/Kernaufgaben: Das Ziel der Investitionskostenplanung ist es, ein Bauprojekt wirtschaftlich und kostentransparent sowie kostensicher zu realisieren. Sie wird auf der Grundlage von Planungsvorgaben (Quantitäten und Qualitäten) oder von Kostenvorgaben kontinuierlich und systematisch über alle Phasen eines Bauprojekts durchgeführt (vgl. DIN 276, 2008). Die Investitionskostenplanung wird dabei als „Gesamtheit aller Maßnahmen der Kostenermittlung, der Kostenkontrolle und der Kostensteuerung“ (DIN 276, 2008) verstanden. Dabei können die einzelnen Bestandteile der Kostenplanung wie folgt beschrieben werden (DIN 276, 2008):

- Kostenermittlung: „Vorausberechnung der entstehenden Kosten bzw. Feststellung der tatsächlich entstandenen Kosten“
- Kostenkontrolle: „Vergleichen aktueller Kostenermittlungen mit Kostenvorgaben und früheren Kostenermittlungen“
- Kostensteuerung: „Eingreifen in die Planung zur Einhaltung von Kostenvorgaben“

Die Kostenkontrolle und gegebenenfalls -steuerung spielen folglich eine ebenso wichtige Rolle zum Erreichen des vom Bauherrn vorgegebenen Kostenziels wie die Kostenermittlung selbst. Erst die Gesamtheit dieser drei Tätigkeitsbereiche erlaubt eine qualifizierte Kostenplanung, die als iterativer Prozess von der ersten Idee bis zur Abrechnung zu verstehen ist (siehe Abb. D100).

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BMVBS/BBSR - Zukunft Bau.

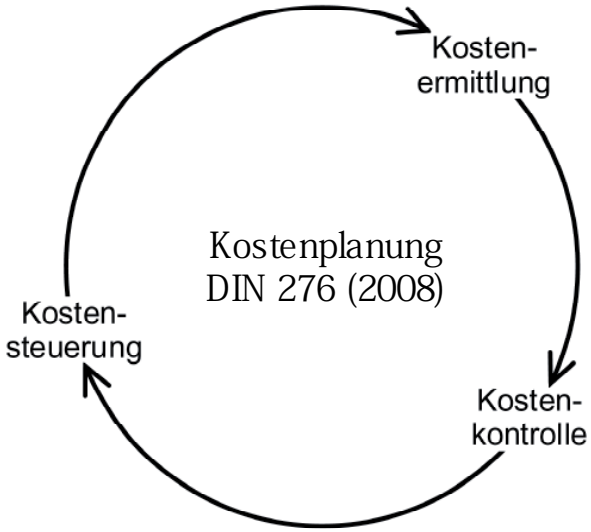


Abb. D100: Regelkreis der Investitionskostenplanung

Auch im Industriebau ist grundsätzlich zwischen den oben genannten drei Tätigkeitsbereichen der Kostenplanung zu unterscheiden, die von gleichberechtigter Bedeutung sind. Im Gegensatz beispielsweise zum Wohnungsbau wird im Industriebau aber oftmals nicht mit den Kostengruppen der DIN 276 (2008) gearbeitet, da sie teilweise ungeeignet für derartige Aufgaben ist (z. B. für das Bauen mit Stahl). Vor diesem Hintergrund finden sich angepasste Formen der DIN 276 (2008) in verschiedener Form wieder (beispielsweise Kosten im Stahlbau, 2008), die den unternehmensspezifischen Aufgaben gerecht werden.
Ein weiterer Unterschied des Industriebaus beispielsweise zum Wohnungsbau findet sich im Allgemeinen im Detaillierungsgrad der Kostenermittlung. Während beispielsweise die Kostenberechnung im Wohnungsbau oftmals auf der 2. Ebene nach DIN 276 (2008) erstellt wird, arbeitet man im Industriebau zu diesem Zeitpunkt meist schon auf der Ausführungsartenebene (4. Ebene, nicht in DIN 276, 2008 normiert).

Kosten: Die Aufwendungen für die Kostenplanung sind grundsätzlich mit den Honoraren der Planungsbeteiligten abgedeckt. Die Beauftragung einer weitergehenden Kostenplanung (beispielsweise hohe Detaillierung und somit höhere Genauigkeit der Prognose in frühen Projektphasen, wie Kostenberechnung auf Ausführungsartenebene) oder die Plausibilisierung der Ermittlungsergebnisse durch sogenannte „Kontroll-Kostenermittlungen“ sind nach Aufwand zu honorieren.

Projekttypen/-volumen: keine Einschränkung

Akteure: Die Koordination der Kostenermittlung und der Kostenplanung liegt grundsätzlich beim Architekten mit Unterstützung des Bauherrn (beispielsweise bei der Ermittlung der Grundstücks-, Nebenkosten und dgl.). Darüber hinaus ist er für weite Bereiche selbst verantwortlich (beispielsweise Ermittlung der Kosten für die Baukonstruktionen). In Teilbereichen wird er jedoch durch die Fachplaner unterstützt (beispielsweise Ermittlung der Kosten für die technischen Anlagen).
Die weitergehende Kostenplanung wird oftmals an spezialisierte Büros (Projektmanagement und Projektsteuerung) vergeben.

Integration in der Planung: Die nachfolgend genannten Arten der Kostenermittlung sind im Allgemeinen neben der Kostenkontrolle und -steuerung ein fester Bestandteil des Planungs- und Bauablaufs (DIN 276, 2008):

- Kostenrahmen: „Ermittlung der Kosten auf der Grundlage der Bedarfsplanung“
- Kostenschätzung: „Ermittlung der Kosten auf der Grundlage der Vorplanung“
- Kostenberechnung: „Ermittlung der Kosten auf der Grundlage der Entwurfsplanung“
- Kostenanschlag: „Ermittlung der Kosten auf der Grundlage der Ausführungsvorbereitung“
- Kostenfeststellung: „Ermittlung der endgültigen Kosten“

Integration Lebenszyklus: Die Investitionskostenplanung ist bei Neubauten und Neuanlagen sowie bei baulichen Maßnahmen im Bestand (beispielsweise Erweiterungen, Umbauten, Modernisierungen, Instandsetzungen und Instandhaltungen) anwendbar.

Chancen im Industriebau: Durch die Etablierung einer qualifizierten Investitionskostenplanung können Industriebauprojekte im definierten Kostenziel realisiert werden.

Risiken im Industriebau: Eine Überschreitung des anfangs definierten Kostenziel ist gerade für den Industriebau von besonderer Relevanz, da die Bauprojekte oftmals in eine mittel- und langfristige Finanzplanung des Unternehmens eingebunden sind.

Weiterentwicklung: Vor diesem Hintergrund werden in der Forschung aktuell Verfahren entwickelt, die vor allem die Kostenplanung in frühen Projektphasen unterstützen sollen. Darüber hinaus wird gerade im Industriebau vermehrt zu verschiedenen Formen der Objekt- und Bauteilstandardisierung (modulare Fabrik oder dgl.) gearbeitet.

Verwandte Methoden: Nutzungskostenplanung, Value Management

Hilfsmittel: EDV-Programme zur Kostenermittlung (mit oder ohne Referenzwerte abgerechneter Objekte) EDV-Programme zum Ausmessen von Planunterlagen

Referenzprojekte: alle Industriebauprojekte

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BMVBS/BBSR - Zukunft Bau.

Quellen:

ArcelorMittal, CEEC, Institut für Bauökonomie (2008) Kosten im Stahlbau: Basisinformationen Deutschland 2008. ArcelorMittal, Luxembourg.

BKI (2008) Handbuch Kostenplanung im Hochbau. BKI, Stuttgart.

DIN 276-1 (2008) Kosten im Bauwesen.

DIN 277-1 (2005) Grundflächen und Rauminhalte von Bauwerken im Hochbau: Begriffe, Ermittlungsgrundlagen.

DIN 277-2 (2005) Grundflächen und Rauminhalte von Bauwerken im Hochbau: Gliederung der Netto-Grundfläche (Nutzflächen, Technische Funktionsflächen und Verkehrsflächen).

DIN 277-3 (2005) Grundflächen und Rauminhalte von Bauwerken im Hochbau: Mengen und Bezugseinheiten.

Project Management Institute (2000) A guide to the project management body of knowledge (PMBOK guide). Newtown Square, Penn.

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BMVBS/BBSR - Zukunft Bau.

D6.6.7 Kompetenzerfassung

Verfasser: Dipl. Ing. Regina Sonntag, Dipl. Ing. Ante Voigt
Institut für Baukonstruktion und Industriebau
Abt. Industriebau und Konstruktives Entwerfen
TU Braunschweig

Grundlagen: Die Kompetenzerfassung entstammt baufernen Disziplinen und wird z.B. in der Soziologie, Pädagogik oder der Personalentwicklung von Unternehmen genutzt. Kernelement ist die Erfassung der Potentiale und der Persönlichkeitsmerkmale der einzelnen Akteure und deren zielgerichtete Konfiguration/Optimierung in unterschiedlichen Situationen. (vgl. [Kauf 06]). Der Begriff Kompetenzerfassung beinhaltet als Oberbegriff unter-schiedliche Einzelmethoden (vgl. S. 147[Kauf 06]). Die folgenden Methoden stellen lediglich eine Auswahl dar:

- Beurteilungsbögen
- Kompetenzraster
- Interviewtechnik
- Arbeitsprobeneinsicht
- Kompetenzbilanz
- Kompetenzbiographie
- etc.

Themenfelder: Bedarf, Kompetenzen, Konstellationen, Kommunikation

Ziele/Kernaufgaben: Die Kompetenzerfassung kann im Einzelfall zwei unterschiedlichen Zielen dienen:
Optimierung von Teamstrukturen durch Auswahl geeigneter Akteure / Bewältigung konkreter Arbeitsaufgaben (Anforderungsorientierung)
Förderung der einzelnen Individuen und deren Entwicklungsmöglichkeiten (Entwicklungsbezug)
Die Kompetenz einer Person wird nach Kaufhold in die vier Elemente Wissen, Fähigkeiten/Fertigkeiten, Motive und emotionale Disposition gegliedert [Kauf 06]. Ziel der Kompetenzerfassung ist eine möglichst genaue Erfassung dieser Kernelemente über den Einsatz einzelner aber auch die Kombination verschiedener Einzelmethoden, um eine optimale Teamstruktur über den Gesamt-Planungsverlauf zu gewährleisten.

Kosten: Die Anwendung der Methoden der Kompetenzerfassung sind etablierte Vorgehensweisen des Personalmanagements und damit vielen Entscheidungsträgern in den Unternehmen bekannt. Eine Anwendung im Bauwesen und speziell innerhalb der Planungsphasen erfordert zusätzliches Fachwissen einzelner Akteure und die Bereitschaft die einhergehenden Kosten für die Anwen-

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BMVBS/BBSR - Zukunft Bau.

dung der Methoden zu tragen. Vorteile in effizienter Teamgestaltung und zielorientierter Auswahl der Akteure recht-fertigen laut Forschungsteam in hohem Maße den zusätzlichen Aufwand.

Projekttypen/ -volumen: keine Einschränkung

Akteure: Die Kompetenzerfassung als Möglichkeit einer zielorientierten Konfiguration der Planungs- und Ausführungsteams erfordert sowohl vom Bauherrn als auch den Fachplanern die Bereitschaft sich auf diese Methoden einzulassen und detailliert Auskunft über Erfahrungsschätze, Qualifikationen, Persönlichkeitsmerkmale etc. zu geben. Basis ist das Verständnis für die Bedeutung zielorientierter Kompetenzen im Prozess und die offene Kommunikation über Anforderungen und Leistungsspektren der Akteure.

Integration in der Planung: Die Kompetenzerfassung setzt in der Projektfrühphase ein und liegt zu Planungsbeginn in der Hand des Bauherrn, der über die Wahl der Planer, Berater oder Ausführer das Planungsteam konfiguriert. Die Vielzahl der Einzelmethoden erlaubt eine projektspezifische Gestaltung der Kompetenzerfassung.

Integration Lebenszyklus: Die Dynamik von Industriebauprozessen und die einhergehende Arbeit in großen, komplexen Teams führen in kurzen Zeitabständen zu Veränderungen der Kompetenzen. Eine begleitende, systematische Erfassung entlang aller Projekt- und Objektphasen ist durch die einfache Handhabung, den hohen Praxisbezug der Methoden und die weite Verbreitung in den Personalabteilungen der Unternehmen umsetzbar.

Chancen im Industriebau: Die Kompetenzerfassung und in Konsequenz die effiziente Konfiguration der Projektteams über die Projektphasen hinweg kann folgende positive Effekte auf den Gesamterfolg der Planung haben:

- Erleichterung der Kommunikationsprozesse durch frühe Evaluation der sozial-kommunikativen Kompetenzen
- Zeit- und Kostenersparnis, da frühe Formierung fachlich kompetenter Akteure im Planungsprozess
- Systematische Aufbereitung der Information und konstante Prüfung der Leistungsfähigkeit der Kompetenzen im Team
- Sensibilisierung aller Projektbeteiligten über die Bedeutung aller Kompetenzfelder (vgl. Abs. 6.5.1)

Risiken im Industriebau: Die unterschiedlichen Methoden der Kompetenzerfassung entstammen baufernen Disziplinen und eine direkte Übertragung auf Industriebauprozesse muss je nach projektspezifischer Ausrichtung unterschiedlich erfolgen. Es gibt noch keine erprobte Vorgehensweise oder die Abstimmung sinnvoller Methoden aufeinander. Die reine Fokussierung auf die Anwendung der unterschiedlichen Methoden birgt zudem die Gefahr der Reduktion

	auf Checklisten ohne den Faktor Vertrauen bzw. sozial-kommunikative Kompetenzen und deren individuelle Wirkung einzubinden. Die unterschiedlichen Methoden zielen somit auf sehr verschiedene Kompetenzfelder ab und erfassen in hohem Maße die Elemente Wissen und Fähigkeiten/Fertigkeiten.
Weiterentwicklung:	Übertragung ausgewählter Methoden auf Industriebauprozesse
Verwandte Methoden:	-
Hilfsmittel:	Methodensammlungen mit Checklisten, Beurteilungsbögen, Literatur (vgl. [Kauf 06]
Referenzprojekte:	-

Quellen:

Busch, M. W.: Kompetenzsteuerung in Arbeits- und Innovationsteams. Eine gestaltungsorientierte Analyse. Betriebswirtschaftlicher Verlag Dr. Thomas Gabler / GWV Fachverlage GmbH Wiesbaden, Wiesbaden, 2008.

Erpenbeck, J.; Rosenstiel, L. v.: Kompetenz. Modische Worthülse oder innovatives Konzept. In Wirtschaftspsychologie aktuell, 2005; S. 39–42.

Kaufhold, M.: Kompetenz und Kompetenzerfassung. VS Verlag für Sozialwissenschaften | GWV Fachverlage GmbH, Wiesbaden, Wiesbaden, 2006.

Rosenstiel, L. von; Pieler, D.; Glas, P.: Strategisches Kompetenzmanagement. Von der Strategie zur Kompetenzentwicklung in der Praxis. Gabler, Wiesbaden, 2004.

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BMVBS/BBSR - Zukunft Bau.

D6.6.8 Konfliktmanagement

Verfasser: Dr.-Ing. Frank Dreier, Prof. Dr. Christian Stoy
Institut für Bauökonomie, Universität Stuttgart

Grundlagen: Die Bauwirtschaft ist im Allgemeinen ein konfliktträchtiger Wirtschaftszweig. Nicht jede Meinungsverschiedenheit zwischen den Beteiligten muss zwangsläufig zu einem Konflikt führen. Ein großer Teil von bestehenden Meinungsverschiedenheiten wird in der Baupraxis mittels Verhandlungen gelöst, die Bestandteil des „normalen" Tagesgeschäftes der Beteiligten sind. Sofern Verhandlungen nicht zum Ziel führen, stehen traditionelle Konfliktbearbeitungsmethoden, wie Schlichtung, Schiedsgutachten oder Gerichtsverfahren, zur Verfügung. In jüngerer Zeit kommen beim Planen und Bauen auch neue Konfliktbearbeitungsverfahren zum Einsatz, wie Mediation und Adjudikation. Zwar sind die Methoden der Konfliktbearbeitung im Bauwesen mehr oder weniger gut vom Grundsatz her bekannt und werden auch angewandt; jedoch ist ein vorbeugendes und projektbegleitendes Konfliktmanagement als System beim Planen und Bauen derzeit noch nicht ausreichend entwickelt und implementiert.
In Abhängigkeit von der angewandten Methode der Konfliktbearbeitung liegen unterschiedliche Flexibilitäten bei den Verfahren vor. Während außergerichtliche Verfahren flexiblere Strukturen aufweisen, sind bei Gerichtsverfahren wegen engere Rahmenbedingungen vorgegeben (z. B. durch die Zivilprozessordnung). Die Verfahrenswahl für die Konfliktbearbeitung hängt ab von den vertraglichen Vereinbarungen der Parteien und deren Willen zur abschließenden Bearbeitung des Konfliktes.

Themenfelder: Qualität, Kosten, Zeit, Kompetenzen, Konstellationen, Kommunikation, Flexibilität

Ziele/Kernaufgaben: Da Konflikte mit zusätzlichen Aufwendungen, Zeit und Kosten und teilweise mit erheblichen Nachteilen für das Gesamtprojekt und die Beteiligten verbunden sind, liegt das primäre Ziel des Konfliktmanagements darin, diese zu vermeiden. Mit der Kenntnis häufiger Konfliktursachen (z. B. ungenaues Vertrags-Soll) und der prozessbegleitenden Analyse des Projektes ist entstehendes Konfliktpotenzial frühzeitig erkennbar. Bei bereits eingetretenen Streitigkeiten sollte das Ziel des Konfliktmanagements darin liegen, diese nach bestimmten Kriterien mit dem geeigneten Konfliktbearbeitungsverfahren kurzfristig und effizient zu bearbeiten und abschließend zu lösen. Grundsätzlich lässt sich feststellen, dass die negativen Auswirkungen umso größer sind, je länger ein Konflikt andauert.

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BMVBS/BBSR - Zukunft Bau.

Folgende grundsätzlichen Konfliktbearbeitungsverfahren sind einsetzbar:

- Verhandlung
- Mediation
- Schlichtung
- Adjudikation
- Schiedsgutachten
- Schiedsgerichtsverfahren
- ordentliches Gerichtsverfahren

Die einzelnen Konfliktbearbeitungsverfahren unterscheiden sich wesentlich in der Art der Ergebnissicherheit des Verfahrens und der Ergebnisverantwortung der Beteiligten. Das bedeutet, dass z. B. bei ordentlichen Gerichtsverfahren eine hohe Ergebnissicherheit (Urteil) verbunden ist mit einem niedrigen Gestaltungseinfluss der Parteien auf das Ergebnis. Außergerichtliche Verhandlungen hingegen ermöglichen den Parteien einen großen Gestaltungsspielraum bezüglich des Ergebnisses, sind jedoch gleichzeitig mit einer geringeren Ergebnissicherheit verbunden. In der folgenden Grafik sind diese Zusammenhänge dargestellt.

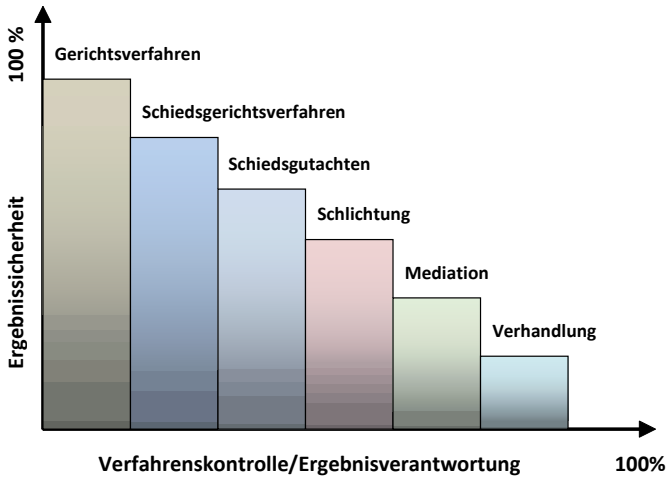


Abb. D101: Konfliktbearbeitungsverfahren, Ergebnissicherheit und Ergebnisverantwortung

Die Mediation ist eine Form der außergerichtlichen Konfliktregelung, bei der die Konfliktparteien unter Mitwirkung eines Dritten (Mediator) eine Lösung erarbeiten, die möglichst vielen Interessen gerecht wird (win-win-Situation). Der Mediator trifft keine Entscheidungen und gibt keine Lösungsvorschläge, sondern unterstützt die Parteien in einem strukturierten Verfahren bei der Konfliktlösung.

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BMVBS/BBSR - Zukunft Bau.

	Im außergerichtlichen Bereich bestehen neben den genannten zahlreiche weitere Verfahren der Konfliktbearbeitung, die sich unter dem Begriff „Alternative Dispute Resolution“ (ADR) zusammenfassen lassen. Insbesondere bei Großprojekten, zu denen Industriebauten zählen, ist der Einsatz eines auf das Projekt zugeschnittenen baubegleitenden Konfliktmanagements zu empfehlen. Zur Beschleunigung der Konfliktbearbeitung ist es sinnvoll, bereits in den Verträgen entsprechende Vereinbarungen zu treffen (z. B. Mediationsklausel).
Kosten:	Die Aufwendungen für das Konfliktmanagement und gegebenenfalls für die Konfliktbearbeitung sind separat zu berücksichtigen.
Projekttypen/-volumen:	Der Aufwand für ein projektbegleitendes Konfliktmanagement, welches über das normale Tagesgeschäft der Beteiligten hinausgeht, ist unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten in Abhängigkeit von der Projektgröße und der Konfliktanfälligkeit zu planen. Das Konfliktmanagement kann prozessbegleitend an die tatsächlich bestehenden Erfordernisse angepasst werden.
Akteure:	Das Konfliktmanagement ist organisatorisch beim Bauherrn angelagert und wird von spezialisierten Personen/Büros erbracht, die über Erfahrungen im technischen und rechtlichen Vertragsmanagement verfügen sowie über Erfahrungen in der Konfliktbearbeitung und der Kommunikation.
Integration in der Planung:	Wegen der Komplexität von Bauprojekten bestehen zahlreiche Schnittstellen zwischen den Beteiligten mit entsprechendem Potenzial für mögliche Konflikte. Dies betrifft nicht nur die vertraglichen Schnittstellen (z. B. zu den Planern oder den Bauunternehmen), sondern auch Dritte (z. B. Nachbarn, Behörden, Versicherer). Deshalb ist es sinnvoll, ein begleitendes Konfliktmanagement bereits in den frühen Projektphasen zu installieren, das unter Berücksichtigung wirtschaftlicher Aspekte an das jeweilige Projekt anzupassen ist. Zur Vermeidung von Verzögerungen ist die vertragliche Vereinbarung von Methoden der Konfliktbearbeitung zielführend (z. B. Adjudikation, Mediation, Schiedsgutachten).
Integration Lebenszyklus:	Das Konfliktmanagement wird vor allem im Rahmen der Planungs- und Bauphase eingesetzt.
Chancen im Industriebau:	Mit dem Einsatz eines projektbegleitenden Konfliktmanagements lassen sich die negativen Auswirkungen aus lang andauernden ungelösten Streitigkeiten zwischen den Projektbeteiligten reduzieren.
Risiken im Industriebau:	keine
Weiterentwicklung:	Das Konfliktmanagement und die Konfliktbearbeitungsverfahren

	werden in der Theorie und in der Praxis weiterentwickelt. Gleiches gilt für die rechtlichen Rahmenbedingungen hinsichtlich der gerichtlichen und außergerichtlichen Konfliktbearbeitung.
Verwandte Methoden:	Partnerschaftsmodelle
Hilfsmittel:	Vertragsklauseln zur Konfliktbearbeitung, Checklisten
Referenzprojekte:	alle Industriebauprojekte

Quellen:

Deutsche Gesellschaft für Baurecht: Streitlösungsordnung für das Bauwesen (SL Bau), www.baurecht-ges.de

Duve, Chr./Eidenmüller, H./Hacke, A.: Mediation in der Wirtschaft, Dr. Otto Schmitt, 2003

Englert, K./Franke, H./Grieger, W.: Streitlösung ohne Gericht; Schlichtung, Schiedsgericht und Mediation in Bausachen, Werner, 2006

Fisher, R./ Ury, W./ Patton, B.: Das Harvard Konzept, 22. Aufl., Campus, 2004

Hauser, Chr.: Eine ökonomische Theorie der Mediation, Luzerner Beiträge zur Betriebs und Regionalökonomie, Bd. 9, Verlag Ruegger, Chur, Zürich, 2002

Heiermann Franke Knipp Rechtsanwälte: Mediation, Eine Einführung in das Bauwesen, 2006

Insam, A./Tischendorf, H.: Deutsches Mediationsgesetz (DedG), Entwurf eines Mediationsgesetzes für Deutschland; dissertation.de - Verlag im Internet, 2007

Jungbauer-Komarek, A./Gobiet, A.: Konfliktlösung im Bauwesen und Projektmediation, Neuer Wissenschaftlicher Verlag, 2005

Oberndorfer, W.: Claim Management und alternative Streitbeilegung im Bau- und Anlagenvertrag, Teil 1 Grundlagen und Methoden, Manz, 2003

Risse, J.: Wirtschaftsmediation, Beck, 2003

Zerhusen, J.: Alternative Streitbeilegung im Bauwesen; Streitvermeidung, Schlichtung, Mediation, Schiedsverfahren, Carl Heymann, 2005

Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen (VOB),DIN e.V., 2006.

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BMVBS/BBSR - Zukunft Bau.

D6.6.9 Kontinuierlicher Verbesserungsprozess (KVP) Betrieb

Verfasser:	M.Eng. Tim Mielke, Dipl.-Wirtsch.-Ing. Sebastian Weckenborg Institut für Fabrikbetriebslehre und Unternehmensforschung TU Braunschweig
Entstehung/Herkunft:	Der Kontinuierliche Verbesserungsprozess, japanisch Kaizen (kai = ändern; zen = das Gute), entstand nach dem Ende des zweiten Weltkriegs bei Toyota. Aufgrund der Rohstoffknappheit und der darniederliegenden Wirtschaft entwickelte Toyota innovative Methoden, um die Produktion zu optimieren und Verschwendung in jeder Form zu vermeiden.
Umsetzung (nach):	Ohno
Themenfelder:	Kosten/Zeit/Abläufe
(Kern-) Ziele:	Bei dem kontinuierlichen Verbesserungsprozess ist jeder Mitarbeiter fortwährend aufgefordert, Standards und die Prozesse an seinem Arbeitsplatz zu hinterfragen und kontinuierlich zu verbessern. Der Kontinuierliche Verbesserungsprozess zielt auf kleine aber permanente Verbesserungen hinsichtlich Produktivität, Ergonomie und Vermeidung von Verschwendung. Der Vorgesetzte soll die Verbesserungen anregen, die oft in Gruppenarbeit erarbeitet werden und sich auf den Pflichtenkreis des Einreichers beziehen. Eine Vielzahl der Ideen wird zudem ohne einen aufwändigen und zeitraubenden Bewertungsprozess eigenständig von den Mitarbeitern umgesetzt. Der Erfolg der umgesetzten Änderungsmaß-nahmen wird anschließend dahingehend bewertet, ob er den vorher formulierten Anforderungen genügt. Durch dieses „Experiment“ können Best-Practice-Vorgehensweisen entwickelt wer-den, die zu einem vorläufigen Standard erhoben werden. „Vor-läufig“ ist dieser Standard, weil er nur solange gilt, bis neue Probleme entdeckt und gelöst werden und dadurch der Prozess abermals verbessert wird.
Kosten:	Kosten entstehen durch den KVP kaum. Einzig die Erprobung von eingebrachten Ideen kann geringe Kosten verursachen.
Projekttypen/ - volumen:	keine Einschränkung
Akteure:	Alle Mitarbeiter sollen sich am KVP beteiligen. Die Führungskräfte sind gefordert, ihre Mitarbeiter bei der Ideenfindung zu unterstützen.
Integration in der Planung:	Der KVP kann in jeder Projektphase durchgeführt werden.
Integration Lebenszyklus:	Insbesondere während des Lebenszyklus erfolgen wiederkehrende, standardisierte Arbeitsabläufe, die mit Hilfe des kontinuierlichen Verbesserungsprozesses optimiert werden können.
Chancen im Industriebau:	Der KVP nutzt die Kreativität und die Fachkenntnisse aller beteiligter Mitarbeiter, um die Prozesse zu verbessern. Dies bietet auch

	im Industriebau Chancen, Verschwendungen zu vermeiden. Insbesondere bei häufig wiederkehrenden Tätigkeiten bietet sich der Einsatz an.
Risiken im Industriebau:	Aufgrund des Projektcharakters der Aufgaben im Industriebau ist eine Standardisierung der Prozessabläufe im Vergleich beispielsweise mit der Produktion wesentlich schwerer zu erreichen. Ohne dokumentierte und nachvollziehbare Prozesse ist der KVP jedoch in seiner Ursprungsform nicht einsetzbar und muss angepasst werden. Zudem kann die Erprobung von Verbesserungsvorschlägen in der Praxis zu Risiken führen.
Weiterentwicklung:	-
Verwandte Methoden:	Betriebliches Vorschlagswesen, Ideenmanagement, PDCA-Zyklus, Deming-Kreis
Hilfsmittel:	KVP-Workshops
Referenzprojekte:	-

Quellen:

Ohno, T.: Das Toyota-Produktionssystem. Frankfurt/Main: Campus Verlag 1993.

Liker, J. K., Meier, D.: The Toyota Way Fieldbook. A Practical Guide for Implementing Toyota´s 4Ps. New York: McGraw-Hill 2006.

Bicheno, J.: The new Lean Tool Box: Towards Fast Flexible Flow. 3. Auflage, GB: Picsie Books 2004.

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BMVBS/BBSR - Zukunft Bau.

D6.6.10 Lean-Management im Bauwesen (LMB) - Last-Planner System (LPS®)

Verfasser: Institut für Technologie und Management im Baubetrieb, Karlsruher Institut für Technologie (KIT)

Kurzübersicht zu LMB

Lean Management im Bauwesen (auch Lean Construction genannt) ist eine neue Philosophie des Baumanagements, die sich nicht auf ein Vorgehensschema eines Leitfadens reduzieren lässt. Um dies zu verstehen sind in Abbildung 1 die derzeitigen wesentlichen Wirkungsbereiche von LMB dargestellt. Die größten wertschöpfenden Auswirkungen liegen in neuen Vertragsformen, die sich auf die gesamte Wertschöpfungskette beziehen, gefolgt von Projektplanungs- und Ausführungssystemen wie LPS®. In kleinerem Maßstab finden sich viele Optimierungspotentiale auch auf der Baustellen-ausführungsebene.

Vertragsebene	**Neue kooperative Vertragsformen**, eine sehr erfolgreiche Form dazu aus dem öffentlichen Bausektor ist das australische Vertragsmodell des „Alliancing“ oder aus dem privaten Bausektor das amerikanische Vertragsmodell der „Integrated Form of Agreement“ (IFOA).
Planungs-Design & Ausführungsebene	**Last-Planner System® (LPS)** als eine neue Vorgehensmethodik in der Projektplanung und Ausführung. Mittels LPS werden Prozesse verstetigt, Pufferzeiten eliminiert, die Bauzeit verkürzt und es findet gemeinsames Lernen mit allen Bauprozessbeteiligten statt (d.h. auch Subunternehmer). Wenn LPS richtig angewandt wird, gibt es zudem keine oder erhebliche weniger Nachträge.
Operative Ausführungsebene / Baustelle	Eine Fülle von Methoden und Werkzeugen steht auf der Baustellenebene zur Verfügung, einige wesentliche Beispiele: **Wertstromanalyse** um Prozesse richtig zu verstehen und ggf Durchlaufzeiten oder Produktionszykluszeiten zu berechnen. **Kanban und Pull-Methoden** zur Optimierung des Materialflusses und zur Reduzierung der Bestände. **5W** als Wurzelfehleranalyse und **5 S** als Vorgehensprinzip der Sauberkeit und Ordnung. **Der Baustellenleitstand** als Kommunikationstafel für tägliche Kurzbesprechungen auf der Baustelle sowie direkte Leistungsvisualisierung und Fehler-Verbesserungsverfolgung pro Gewerk; [entwickelt von Hofacker & Hickethier 09 mit Verknüpfung zu LPS]. **Standardisierung** der Arbeitsprozesse und Einführung einer **Systematik der Kontinuierlichen Verbesserung (KVP)** u.a. wie Andon, Big Room, etc.

Abb. D102a: Wesentliche Bereiche des Lean-Managements im Bauwesen [Hofacker, 09]

Innerhalb des folgenden Steckbriefes wird nur das Last PlannSystem® LPS vorgestellt.
Weitere Informationen zu LPS oder den anderen Bereichen finden Sie unter www.tmb.kit.edu oder Sie wenden sich an Fritz.Gehbauer@kit.edu oder Alexander.Hofacker@kit.edu.

Dipl.-Ing., MBA Alexander Hofacker, Prof. Dr.-Ing. Fritz Gehbauer, Dipl.-Wi-Ing Gernot Hickethier

Methode:	**Last-Planner-System®, (LPS)**
Grundlagen:	Glann Ballard (USA), PhD-Thesis der Universität Birmingham Glann Ballard, 2000, Berkeley; Gehbauer 2007, TMB
Themenfelder:	neue Systematik der Planung und Bauausführung
Ziele & Beschreibung des LPS:	Das LPS Ist ein ganzheitliches pull-Projektmanagement System, zur Optimierung der Planungs- und Bauausführung. Hierbei geht es um eine kooperative Prozessaufnahme, Planungs- und Bauausführung, um das Erreichen einer guten Zusammenarbeit im Fertigungsablauf und das Aufbauen einer Vertrauenskultur über Organisationseinheiten hinweg. Anstatt einer konsekutiven hierarchischen Bauplanung, die von einem Generalplaner entwickelt wird und den Baubeteiligten dann vertragsgebunden und „blind" zur Ausführung vorgegeben wird, findet bei der LPS-Systematik eine kooperative Einbindung der Baubeteiligten bereits in der Planungsphase statt. Das LPS lenkt und kontrolliert dann später das Netzwerk von Zusagen, das zur termingerechten Fertigstellung von anspruchsvollen Projekten notwendig ist, und setzt dabei auf eine kooperative Zusammenarbeit. Indem die am Projekt beteiligten Personen (Last-Planner, z.B. Poliere als die letzten „Ausführenden") innerhalb von Tages- und Wochenbesprechungen integriert werden, wird sichergestellt, dass die zur Erstellung notwendigen Prozesse und Arbeitsschritte von allen Prozessbeteiligten verstanden und nachvollzogen sind. Beim LPS findet eine Planungsuntergliederung in 4 Phasen statt, wie in Abbildung 2 dargestellt.

Last Planner System , LPS®

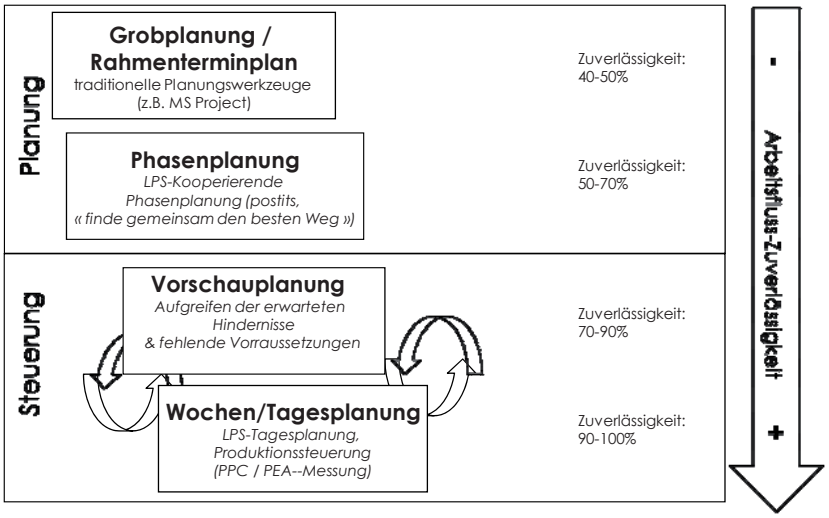


Abb. D102b: Übersicht der verschiedenen Phasen des LPS, Gehbauer & Steffek 2007

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BMVBS/BBSR - Zukunft Bau.

Erklärung der 4 Phasen:

1. ***Rahmenterminplan*** (6 Monate-Planung mit Festlegung der wichtigsten Meilensteine und damit Ausgangsbasis für den kooperierenden Phasenterminplan).
2. ***Kooperierender Phasenterminplan*** (Gemeinsame Visualisierung und Festlegung der zum Erreichen geplanten Meilensteine notwendigen Arbeiten, mittels Aufkleben von aufgereihter, in Abhängigkeit stehender „Post-its" durch die Last-Planner. (Dies kommt einer gemeinsamen Wertstromanalyse ähnlich, wobei es hier um die einzelnen Aktivitäten geht, die von den Beteiligten selbst in eine bestmögliche Reihenfolge gesetzt werden).
3. ***Vorschauplanung*** (in regelmäßigen Zeitabständen werden die aus der kooperierenden Phasenterminplanung zu erwartenden Hindernisse und fehlenden Voraussetzungen aufgegriffen und beseitigt, um ein hindernisfreies Arbeiten für die nächste LPS-Phase zu gewährleisten).
4. ***Detailplanung****, d.h. Wochen- oder Tagesplanung und Produktionsplanung* (Ausführung der aufgeführten Arbeiten und Warten auf Ausführung, wobei Einzelaufgaben durch Zusagen der Ausführenden gewährleistet wurden, die in dieser Phase auch täglich/wöchentlich überprüft und mit dem PEA-Wert gemessen werden).

Eine Art fünfte Phase bildet das Auswerten, Lernen und Verbessern des Projektablaufes. Dabei werden die in der vorgelagerten Sitzung stattgefundenen Zusagen überprüft und speziell die Nichteinhaltung von Zusagen analysiert, um dadurch Verbesserung, Motivation und Lernen zu fördern.

Weitere Erklärung:

Als Prinzip steht hinter der Systematik, dass es nicht möglich ist, als Bauplaner Monate im Voraus eine detaillierte Bauplanung zu erbringen, die mit den vorgegebenen Terminen und Kosten dann auch so eingehalten wird, denn dazu sind Bauprojekte zu komplex.

Daher wird die Prozessverstetigung durch spätere aber verbindliche Zusagen derjenigen Personen getroffen, die auch wirklich für die Bauausführung verantwortlich sind, d.h. z.B. die Poliere. Bei diesen wöchentlichen oder täglichen Besprechungen wird der jeweilige Ausführungsvertreter des Gewerkes gefragt, bis wann er verbindlich und zuverlässig die jeweilige Aufgabe erledigen kann. Im gemeinsamen Gespräch findet so die Abstimmung kommunikativ und direkt statt.

Dadurch ergibt sich eine höhere Zuverlässigkeit der Zusagen, die innerhalb des PEA-Kennwertes (Prozent der erbrachten

Arbeiten)[79] gemessen und überprüft werden. Die PEA-Messungen beziehen sich auf alle Bauprojektbeteiligten Gewerke. Erhöht sich der PEA-Wert, so bedeutet dies höhere Produktivität und Rentabilität. Ziel des PEA-Wertes ist, Überlastung der einzelnen Beteiligten oder falsche Versprechen zu vermeiden und stattdessen die Erbringung Terminzusagen in sehr kleinen Zykluszeiten realistisch zu verfolgen. Deswegen erhält eine Aufgabe erst einen positiven PEA-Wert, wenn sie vollständig erbracht wurde. Bei verspäteten Arbeiten werden die jeweiligen Gründe ermittelt, weswegen es zu dieser Verspätung kam.

Effekte und Mehrwert: **Erhebliche Bauzeitverkürzung**: Durch die gemeinsame Phasenplanung und Feinplanung können zeitliche Sicherheitspuffer eliminiert werden, die bei der herkömmlichen Projektplanung automatisch von jedem Gewerk für die anderen nicht-sichtbar eingeplant werden und die den Projektablauf insgesamt verlängern.

Höhere Zuverlässigkeit und Verstetigung der Prozesse: Die Motivation die eigene Zuverlässigkeit zu erhöhen entsteht u.a. durch die Gruppendynamik: Hält ein Gewerk mehrmals seine Terminversprechungen nicht, so fällt dies allen Projektbeteiligten unmittelbar auf und das Gewerk wird i.d.R. nach Verbesserung streben, da es andernfalls bis zum Projektausschluss kommen kann.

Kontinuierliche Verbesserung und Lernen von Fehlern oder falschen Einschätzungen kann stattfinden, indem Unstetigkeit und Fehler unmittelbar analysiert und visualisiert werden.

Kosten: Eine unabhängige Moderation der Last-Planner Sitzungen ist anfangs notwendig. Später kann diese Rolle vom Bauherren oder Generalunternehmer übernommen werden. Ansonsten treten keine weiteren Kosten auf.

Projekttypen/ - volumen: keine Einschränkung

Erfolgreiche Projektbeispiele bestehen von Milliardenprojekten wie „Terminal 5“ in England bis zu kleineren Bauprojekten der öffentlichen Hand in Deutschland. LPS ist vor allem auch für komplexe Projekte mit vielen verschiedenen Beteiligten geeignet.

Akteure: Die Akteure sind alle am Bau Beteiligten, d.h. unter den Last-Plannern werden die Poliere oder Leiter der Subunternehmer verstanden, sowie der Architekt, Planer, Generalunternehmer, Bauherr und Bauleiter, sowie der Moderator der LPS Sitzung.

Integration in der Planung: LPS bezieht sich auf die gesamte Planungs- und Ausführungsphasen.

79 PPC-Wert = 100% Percent Production Completed, in deutsch „PEA“-Wert (Prozent der erbrachten Arbeiten), d.h. der Prozentsatz der zu dem angegebenen Zeitpunkt tatsächlich durchgeführten Arbeiten im Verhältnis zu allen in der betrachteten Woche ausgeführten oder geplanten Arbeiten, Gehbauer, F., 2008

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BMVBS/BBSR - Zukunft Bau.

Integration Lebenszyklus:	Planung und Bauausführung
Chancen im Industriebau:	Mittels LPS können Bauzeiten besser eingehalten werden, es wird eine höhere Qualität erreicht, da Probleme nicht über Nachträge sondern unmittelbar beseitigt werden und durch einen geregelteren Bauablauf bleiben die Kosten stabil.
Risiken im Industriebau:	Für eine erfolgreiche Umsetzung der Last-Planner-Systematik® müssen alle Projektbeteiligten aktiv und bereit sein, an den Last-Planner-Sitzungen regelmäßig teilzunehmen. Wenn dies vom Bauherren und innerhalb der Ausschreibung nicht mitberücksichtig wird kann beispielsweise ein zu günstiger Subunternehmer der über Nachträge versucht seine Gewinne zu generieren den gesamten Projekterfolg gefährden. Daher muss der Bauherr/GU stark auftreten und wer nicht bereit ist kooperativ beim LPS mitzuwirken, sollte aus dem Bauprojekt ausgeschlossen werden.
Weiterentwicklung:	LPS wird in Deutschland am KIT-TMB durch Prof. Gehbauer et al weiterentwickelt, um u.a. Effekte der positiven Lernmotivation in die LPS-Systematik zu integrieren. Moderation für die Implementierung von LPS bei Industrieprojekten kann erbracht werden. In den USA findet die Weiterentwicklung am Lean-Construction-Institut durch Ballard & Howell statt.
Hilfsmittel:	Papier und Stift, White-Board und Postits, Excel-Vorlagen-Blätter für Last-Planner-Sitzungen und Aufgaben/Fehlernachverfolgung sind hilfreich. Auch passende Software wie beispielsweise SPS ist dazu vorhanden, die sich für größere Projekte lohnt.
Referenzprojekte:	Hambacher Schloss, sowie verschiedene Bau- und Planungs-projekte mit großen deutschen Infrastrukturunternehmen; Internationale Projekte wie Terminal 5 in England, Cathedral Hill Hospital und viele weitere Projekte in USA.

Quellen:

[Glen 00] The Last Planner System of Production Control, PhD-Thesis von Glenn Ballard, 2000; http://www.leanconstruction.org/pdf/ballard2000dissertation.pdf

[Gehb 09] Vorlesungsskript „Lean-Management im Bauwesen“, KIT, TMB, Gehbauer 2009;

D6.6.11 Lebenszyklusanalyse – Ökobilanz

Verfasser: M.Sc. Maximilian Martin, Dipl.-Ing. Anna Braune
PE INTERNATIONAL GmbH
Hauptstraße 111 – 113 70771 Leinfelden-Echterdingen

Grundlagen:

Die Lebenszyklusanalyse (LCA) geht aus der Stoffstromanalyse hervor. Unter der Stoffstromanalyse ist die Erfassung und Beschreibung von in ein System eingehender und ausgehender Stoff- und Energieströme zu verstehen. Die Stoffstromanalyse gewann durch die Ölkrise Anfang der 1970er stark an Bedeutung, als die Endlichkeit der natürlichen Ressourcen weltweit wahrgenommen wurde. Ende der 1970er entstand daraus die Ökobilanzmethodik, in der neben Rohstoff- und Energiebedarf auch Schad- und Reststoffe betrachtet wurden. Zu Beginn der 1990er wurde die LCA Methodik in der DIN ISO 14000 Normenreihe beim Umweltmanagement standardisiert. Speziell die DIN ISO 14040 und die DIN ISO 14044 gelten für die LCA.

Die überwiegenden Hemmnisse bei der Nutzung der LCA für die Ermittlung von Gebäudekenndaten bestanden bis 2006 in der nicht einheitlich geregelten Vorgabe für die Bereitstellung von LCA-Datensätzen und den daraus resultierenden unterschiedlichen Ergebnissen.

Die Diskussion über die Datenqualität hat sich durch die Einführung von zum Teil extern geprüften, nationalen, und internationalen LCA-Datenbanken gelegt. Darunter fällt in Deutschland die Ökobau.dat sowie auf europäischer Ebene das ILCD (International Reference Life Cycle Data System).

Ein weiteres Hemmnis für die Vernachlässigung der Konstruktionsphase war die Tatsache, dass der Energiebedarf der Nutzungsphase während des Gebäudezyklus die höchsten Umweltwirkungen hatte. Heute besitzt die Konstruktionsphase durch reduzierte Energienutzung in der Betriebsphase eine höhere Bedeutung im Gebäudelebenszyklus.

Die aktuelle Nachhaltigkeitsdiskussion sowie die Einführung der Deutschen Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen (DGNB) fördern aktuell die Marktdurchdringung.

In der DGNB ist die Ökobilanz sowie die Lebenszykluskostenanalyse Bestandteil der Zertifizierung.

Umsetzung nach:

2006/ DIN 14040:
Ökobilanz – Prinzipien und allgemeine Anforderungen
2006/ DIN 14044:
Umweltmanagement–Ökobilanz–Anforderungen u. Anleitungen

Themenfelder: Ressourcen, Kosten, Kommunikation

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BMVBS/BBSR - Zukunft Bau.

(Kern-) Ziele:	Durch die Ökobilanz können Umweltaspekte in der Planungsphase eines Gebäudes berücksichtigt werden. Es werden alle mit dem Lebenszyklus verbundenen Umweltwirkungen in Form von Ressourcenverbrauch, Emissionen in Wasser, Boden und Luft erfasst. Somit können Baustoffe mit hohen Umweltwirkungen identifiziert und substituiert werden. Damit ist die Ökobilanz ein Instrument, mit dem ein ressourcenschonendes Bauen gefördert werden kann. Die einzelnen Umweltwirkungen werden in Wirkungskategorien zusammengefasst. Durch den Bezug zu einer funktionellen Einheit besteht die Möglichkeit, unterschiedliche Gebäude anhand der spezifischen Umweltwirkungen zu vergleichen.
Kosten:	Für die Erstellung der LCA fallen externe und interne Kosten an. Die externen Kosten hängen von dem Grad der Fremdvergabe ab. Die Erstellung der Massenbilanz als Basis für die LCA kann durch interne Mitarbeiter durchgeführt oder extern vergeben werden. Die darauf folgende Modellierung des Gebäudes sowie die Auswertung erfolgen in der Regel durch externe Berater. Die Kosten richten sich auch nach der Datenverfügbarkeit und der Vielfältigkeit der eingesetzten Baustoffe. So ist der Aufwand bei der Verwendung von Standardmodulen oder gleichen Bauelementen geringer als bei Gebäuden mit vielen unterschiedlichen Bauelementen.
Projekttypen/ - volumen:	Eine LCA kann als detaillierte Analyse auf Gebäude-, Produktions- oder Produktebene durchgeführt werden. Es besteht auch die Möglichkeit, durch eine LCA-Screeningstudie einen ersten Eindruck des Untersuchungsobjekts u. der Methodik zu erhalten. Das Projektvolumen ist bei einer Gebäude-LCA von der Integration in den Planungsprozess und damit der Verfügbarkeit der Daten abhängig. Wenn die LCA Teil des Planungsprozesses ist, erfolgt die Beschaffung der notwendigen Daten und damit die Erstellung der LCA mit geringem Aufwand.
Akteure:	Die benötigten Akteure zur Erstellung einer Ökobilanz sind in der Regel Architekt, Generalunternehmer, Bauunternehmer bzw. Fachplaner. Die Durchführung einer LCA kann auch durch externe Fachplaner oder DGNB Auditoren durchgeführt werden.
Integration in der Planung:	Die Lebenszyklusanalyse ist Teil des integralen Planungsprozesses mit dem Ziel, ein ressourcenschonendes und umweltfreundliches Bauwerk zu errichten. Ein qualifizierter Berater übernimmt die Bewertung des geplanten Bauwerks und informiert über funktional gleichwertige, aber ökologisch vorteilhaftere Baustoffe oder Bauprodukte. Der Berater kann zum Beispiel ein von der DGNB zertifizierter Auditor sein.

Integration Lebenszyklus: Eine Gebäude-LCA kann zu verschiedenen Zeitpunkten durchgeführt werden (2009/ König):

1. Konzeptphase
   In dieser Phase des Bauprozesses sind die notwendigen Informationen noch relativ gering, dafür jedoch die Möglichkeit zu grundsätzlichen Entwurfsänderungen sehr hoch. So können durch die Gebäude-LCA auch Energiekonzepte oder alternative Konstruktionen anhand von Szenarien gegenübergestellt werden. Da viele Planungsdetails noch einen hohen Grad an Unsicherheit besitzen, werden häufig durchschnittliche Daten für Baustoffe und Konstruktionen gewählt. Die Ergebnisse der Gebäude-LCA in dieser Phase können auch für ein Vorzertifikat der DGNB genutzt werden.
2. Ausführungsplanung
   In dieser Projektphase sind viele Informationen zu den eingesetzten Materialien verfügbar. Große Entwurfsänderungen sind meist nicht mehr möglich. Trotzdem kann durch eine Analyse großflächig genutzter Materialien noch auf die Umweltwirkungen des Gebäudes Einfluss genommen werden.
3. Nach Baufertigstellung
   Die Gebäude-LCA kann zu diesem Zeitpunkt als Nachweis der ökologischen Qualität des Gebäudes für ein DGNB-Zertifikat dienen. Gleichzeitig kann die umfangreiche Dokumentation als Ausgangspunkt für die Bewirtschaftung dienen.

Es besteht auch die Möglichkeit, während des Gebäudebetriebs, z.B. bei anfallenden Instandhaltungszyklen, eine ökologische Bewertung der alternativen Materialien durchzuführen.

Chancen im Industriebau: Entsteht durch die Anwendung einer Gebäude-LCA ein ressourcenschonendes, umweltfreundliches Bauwerk, so kann dies an die Öffentlichkeit kommuniziert werden und zu einem positiven ökologischen Image beitragen.

Die Ergebnisse der LCA können in das betriebliche Umweltmanagement fließen; z.B. bei der Berechnung des CO_2-Fußabdrucks.

Durch die Integration der Nutzungsphase und des Lebensendes werden Bauteile über die Herstellung hinaus betrachtet. Unter anderem wird die Langlebigkeit der Materialien berücksichtigt. Dies spiegelt sich auch in niedrigeren Instandsetzungskosten wider. Somit stehen den Kosten der LCA auch reduzierte Betriebskosten gegenüber.

Risiken im Industriebau: Die Lebenszyklusanalyse ermöglicht eine ökologische Bewertung von Bauprodukten und Gebäuden. Jedoch sind die Ergebnisse nicht für eine Bewertung von Risiken und Wirkungen auf Nutzer

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BMVBS/BBSR - Zukunft Bau.

und Umwelt an einem bestimmten Standort geeignet. Stattdessen müssen zu diesem Zweck Umweltverträglichkeitsprüfungen oder Risikoeinschätzungen durchgeführt werden.

Weiterentwicklung: Aktuell wird eine Softwarelösung entworfen, die Standardlösungen von vielen Herstellern der Baubranche beinhaltet. Die Bauprodukte sind mit Instandhaltungszyklen, LCA-Daten, etc. berücksichtigt. Damit können in der Planungsphase unterschiedliche Bausysteme miteinander verglichen werden. Weiterhin ist eine Abschätzung über die Umweltwirkungen während des Lebenszyklus möglich.

Verwandte Methoden: Zertifizierungssysteme (DGNB, LEED, BREEAM), Life-Cycle Engineering, Leitfaden für effiziente Energienutzung in Industrie und Gewerbe, Total Life Cycle Costing

Hilfsmittel: Neben standardisierten Datenerfassungsbögen werden besonders LCA Softwarelösungen genutzt. Diese bieten die Möglichkeit, Gebäudemodelle zu erstellen und die einzelnen Umweltwirkungen detailliert auszuwerten. Dabei unterscheiden sich die Softwarelösungen hinsichtlich der angebotenen Leistungen. Während z.B. SimaPro eine reine Softwarelösung ist, deren Datenbasis von anderen Quellen bezogen wird, ist bei der GaBi 4 Software gleichzeitig eine selbstentwickelte Bau-Datenbank inkludiert. Aus dieser Datenbank wurde auch die über das BMVBS öffentlich zugängliche Ökobau.dat extrahiert. Gleichzeitig sind die Datensätze der bisher ausgestellten Umweltproduktdeklarationen (EPDs) berücksichtigt. Diese werden vom Institut für Wohnen und Bau (IBU) zertifiziert und beinhalten LCA-Daten auf Produktebene.
Es besteht bei GaBi 4 auch die Möglichkeit, einen i-Report zu nutzen. Dieser beinhaltet bereits ein Gebäudemodell, so dass eine Gebäude-LCA mit geringem Aufwand erstellt werden kann.

Referenzprojekte: In der Studie „Erstellung von Orientierungswerten für Industriebaukonstruktionen durch die Lebenszyklusanalyse“ wurden neun Industriegebäude hinsichtlich der Umweltwirkungen gegenübergestellt und analysiert (2009/ Martin).
Im europäischen Forschungsprojekt IMPRO (Environmental Improvement Potentials of Residential Buildings) wurden die ökologischen Umweltauswirkungen des Lebenszyklus von Wohngebäuden in verschiedenen europäischen Ländern untersucht (2008/ IMPRO).

Quellen:

Deutsches Institut für Normung e.V.:

2007/ DIN 14025 Umweltkennzeichnungen und –deklarationen – Typ III Umweltdeklarationen – Grundsätze und Verfahren, Beuth Verlag

2006/ DIN 14040 Ökobilanz – Prinzipien und allgemeine Anforderungen, Beuth Verlag

2006/ DIN 14044 Umweltmanagement – Ökobilanz – Anforderungen und Anleitungen, Beuth Verlag

2007/ DIN 14025 Umweltkennzeichnungen und –deklarationen – Typ III Umweltdeklarationen – Grundsätze und Verfahren, Beuth Verlag

2008/ IMPRO

Françoise Nemry, Andreas Uihlein, Cecilia Makishi Colodel, Bastian Wittstock, Anna Braune, Christian Wetzel, Ivana Hasan, Sigrid Niemeier, Yosrea Frech, Johannes Kreißig and Nicole

Gallon: Environmental Improvement Potentials of Residential Buildings (IMPRO-Building), EUR 23493 EN – Joint Research Centre – Institute for Prospective Technological Studies 2009

Maximilian Martin: Erstellung von Orientierungswerten für Industriebaukonstruktionen durch die Lebenszyklusanalyse, Masterarbeit, Hochschule für Technik, Stuttgart 2009

Holger König, Niklaus Kohler, Johannes Kreißig, Thomas Lützkendorff: Lebenszyklusanalyse in der Gebäudeplanung, Detail Green Books, Inst. f. intern. Architektur-Dok., 2009

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BMVBS/BBSR - Zukunft Bau.

D6.6.12 Life-Cycle Engineering Bau (hier: LCE Tool TU-Braunschweig)

Verfasser:	Prof. Dr.-Ing. Jochen Scheuermann Prof. Dr.-Ing. Harald Budelmann Dipl.-Ing. Jens Ewert DBU-Forschungsprojekt „WIN-LCE“ Ansprechpartner: Assmann Beraten + Planen GmbH Nordstr. 23, 38106 Braunschweig
Themenfelder:	ganzheitliche Gebäudebewertung
(Kern-)Ziele:	Das LCE-Tool ist ein integriertes Beratungs-, Informations- und Berechnungstool für frühe Phasen der Projektplanung (Projektentwicklung bis zur Vorplanung). Es bietet den Nutzern die Möglichkeit, Industriegebäude unter den Aspekten der Nachhaltigkeit interdisziplinär zu bewerten. Dabei werden die zentralen Themen des Industriebaus behandelt, wie Wandlungsfähigkeit, Nutzungsdauer, Wirtschaftlichkeit. Neben den Gebäuden werden mit dem Tool auch die Nachhaltigkeitsaspekte des Industriestandortes bearbeitet. Dabei werden ökologische, ökonomische und soziale Aspekte gleichwertig betrachtet. Das LCE-Tool enthält eine Vielzahl hilfreicher Informations-Tools, die dem Benutzer wichtige Hinweise auf Vorschriften, Regeln und z. T. auch Vorgehensweisen bei der Planung von Industriegebäuden geben. Als Ergebnis erhält der Nutzer einen Variantenvergleich von mehreren Ausführungsmöglichkeiten für sein Industriebauwerk.
Kosten:	Download unter www.win-lce.de für eine Schutzgebühr von 125,00 Euro inklusive digitalem Benutzerhandbuch
Projekttypen/-volumen:	eingeschränkt durch begrenzte Datenbasis
Akteure:	Das LCE-Tool ist von Betreibern, Nutzern, Investoren und/oder Stadt, Kommunen und Planern gleichermaßen nutzbar. Mit dem LCE-Tool kann der Nutzer völlig unabhängig von der Projektgruppe arbeiten.
Integration in der Planung:	Das LCE-Tool ist sowohl in der Planungsphase als auch in der Ausführungsphase (zur Nachverfolgung von baulichen und betrieblichen Änderungen) anwendbar. Auch eine nachträgliche Beurteilung der Nachhaltigkeit bei der Eingabe und Bearbeitung von bestehenden Industriebauwerken ist möglich.
Integration Lebenszyklus:	Zurzeit legt sich der Nutzer auf eine Lebenszykluslänge für eine einmalige Nutzung von 5, 15 oder 30 Jahren fest. Geplant ist eine Erweiterung für die Aneinanderreihung mehrerer Nutzungszyklen. Der heutige Stand des LCE-Tools geht nach dem Erreichen des Endes des Lebenszyklusses von Abriss und Demontage des Industriegebäudes aus. Dem Nutzer werden die dabei anfallenden Stoffmassen aufgezeigt.

Chancen im Industriebau:	Der Aspekt der Nachhaltigkeit hat heute für das produzierende Gewerbe eine unternehmensrelevante Bedeutung. Somit ist die Behandlung dieses Aspektes bereits bei den eigenen Produktionsgebäuden eine logische Konsequenz.
Risiken im Industriebau:	Das LCE-Tool ermittelt als Ergebnis Lebenszyklus-Bilanzen für CO_2, Kosten u. a. m., die sich als Variantenvergleich sehr gut eignen. Als professionelles Tool, z. B. für die Projektkostenkalkulation, eignet es sich weniger. Des Weiteren ist die Datenbasis für das LCE-Tool noch sehr klein, so dass viele Bauformen nicht ausreichend genau angegeben und berechnet werden können. Dies gilt insbesondere für spezielle Bauformen, Ausführungsarten und gebäudetechnische Aspekte. Bei Sonderbauwerken ist die Einbeziehung von Fachplanern unabdingbar.
Weiterentwicklung:	Zurzeit ist keine Weiterentwicklung bzw. Verfeinerung des LCE-Tools in Planung. Eine Verbreiterung der Datenbasis durch die Implementierung weiterer Industriebauwerke ist aber jederzeit möglich und erhöht die Aussagefähigkeit des LCE-Tools.
Hilfsmittel:	SirAdos-Baudaten und LEGEP-Bausoftware
Referenzprojekte:	SIT (Singwitz Industrietechnik GmbH) Komitec Electronics GmbH

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BMVBS/BBSR - Zukunft Bau.

D6.6.13 Nutzungskostenplanung

Verfasser: Prof. Dr. Christian Stoy, Dipl.-Ing. Elisabeth Beusker
Institut für Bauökonomie, Universität Stuttgart

Grundlagen: Die Nutzungskostenplanung von Bauwerken und Grundstücken hat insbesondere seit der Energiekrise (1973) und der Gründung des Facility Management Instituts (1979, USA) an Bedeutung gewonnen. Eine der ersten deutschen Normen, die sich mit der Planung und Gliederung von Nutzungskosten auseinandersetzt, ist die DIN 18960 aus dem Jahr 1976. Seither hat eine fortwährende Professionalisierung der Nutzungskostenplanung für unterschiedliche Nutzungstypologien (u.a. Büro-, Gewerbe-, Produktionsimmobilien) stattgefunden.
Im Industriebau ist diese Entwicklung innerhalb des Industrial Facility Managements zu beobachten, welches die wirtschaftliche und qualitative Optimierung sämtlicher betriebsunterstützender Produktionsprozesse verfolgt.
Aufgrund einer Vielzahl ganzheitlicher Kostenbetrachtungen ist feststellbar, dass neben den Investitions- auch die Folge- bzw. die so genannten Nutzungskosten eines Bauwerks von erheblicher Bedeutung sind. So ist beispielsweise bekannt, dass bei Bürogebäuden oftmals die jährlichen Nutzungskosten (Kapitalkosten inkl. Abschreibung, Objektmanagement, Betriebs- und Instandsetzungskosten) ca. 10% der anfänglichen Investitionskosten betragen können. Darüber hinaus ist zu beobachten, dass die genannten Zeiträume bei einer zunehmenden Technisierung der Bauwerke, wie es beispielsweise bei Industriebauten oftmals der Fall ist, unterschritten werden.

Themenfelder: Kosten (und Bedarf)

Ziele/Kernaufgaben: Die Nutzungskostenplanung setzt sich die kostenwirtschaftliche und kostentransparente Planung, Erstellung, Nutzung und Optimierung von Bauwerken zum Ziel. Vor diesem Hintergrund wird die Nutzungskostenplanung als „Gesamtheit aller Maßnahmen der Nutzungskostenermittlung, der Nutzungskostenkontrolle, der Nutzungskostensteuerung sowie dem Nutzungskostenvergleich einschließlich der vorgegebenen Gebäudemanagementaufgaben“ (DIN 18960, 2008) verstanden. Dabei können die drei wesentlichen Bestandteile in Anlehnung an die DIN 18960 (2008) wie folgt beschrieben werden:

- Nutzungskostenermittlung: „Vorausberechnung der zukünftigen Nutzungskosten und Feststellung der tatsächlich entstandenen Nutzungskosten unter Einbeziehung von Nutzungs-

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BMVBS/BBSR - Zukunft Bau.

kostenrisiken, bezogen auf einen oder mehrere Betrachtungszeiträume“

- Nutzungskostenkontrolle: „Vergleich der aktuellen Kosten mit früheren Nutzungskostenermittlungen und Nutzungskostenvorgaben“
- Nutzungskostensteuerung: „Eingreifen in die Planung, Ausführung, Nutzung und das Betreiben zur Einhaltung der Nutzungskostenvorgaben und gegebenenfalls Optimierung“

Wie bei der Investitions- ist auch bei der Nutzungskostenplanung gerade auf das Zusammenwirken der drei Tätigkeitsbereiche hinzuweisen. Erst die Gesamtheit von Nutzungskostenermittlung, -kontrolle und -steuerung erlaubt eine qualifizierte Nutzungskostenplanung, die als iterativer Prozess von der ersten Idee bis zur Abrechnung zu verstehen ist.

Bei Industriebauten sind die Nutzungskostenermittlungen von Bedeutung, da sie beispielsweise ein wesentlicher Bestandteil von Wirtschaftlichkeitsrechnungen sind und somit bei der Projektfreigabe anzusetzen sind.

Kosten: Der Umfang einer Nutzungskostenplanung hängt u.a. von der konkreten Zielsetzung, der zur Verfügung stehenden Datengrundlage und von der Heterogenität des zu betrachtenden Portfolios ab und ist im Allgemeinen nach dem erforderlichen Aufwand zu honorieren.

Projekttypen/-volumen: keine Einschränkung

Akteure: Die Nutzungskostenplanung – oder einzelne Teilleistungen – kann innerhalb des Unternehmens erbracht oder an spezialisierte Büros vergeben werden. Zum Beispiel kann eine Nutzungskostenkontrolle und -steuerung zum Zeitpunkt der Bauwerksnutzung (Phase 2 „Betrieb“ und Phase 4 „Betrieb nach Nutzungsänderung“) als Leistung des unternehmensinternen Immobilienmanagements wahrgenommen oder fremd vergeben werden. Darüber hinaus wird das beschriebene Leistungsbild vermehrt im Kontext des so genannten „baubegleitenden Facility Managements“ angeboten.

Integration in der Planung: Zur Steuerung und Optimierung von Betriebsprozessen (z. B. Produktions- und Fertigungsprozesse) werden auch Flächen- und Verbrauchskennwerte durch die Nutzungskostenplanung bereitgestellt. Darüber hinaus kann die Nutzungskostenplanung entsprechend der Investitionskostenplanung in den Phasen 1 „Neubau“ und 3 „Umbau“ integriert und fortgeschrieben werden. Diese Verknüpfung der Investitionskosten mit den Folgekosten einer Baumaßnahme, z. B. anhand ermittelter Barwerte, ermöglicht hierbei eine Untersuchung der life-cycle costs u.a. in Bezug

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BMVBS/BBSR - Zukunft Bau.

auf alternative Baukonstruktionen, Nutzungsszenarien oder Betriebsmodelle.

- Entsprechend dem Planungsfortschritt sind in der DIN 18960 (2008) die vier nachfolgend genannten Arten der Kostenermittlung beschrieben und neben der Kostenkontrolle und -steuerung von Bedeutung:
- Nutzungskostenrahmen: „dient als eine der Grundlagen für die Entscheidung über die Bedarfsplanung nach DIN 18205 sowie für grundsätzliche Wirtschaftlichkeits- und Finanzierungsüberlegungen und zur Festlegung der Nutzungskostenvorgabe."
- Nutzungskostenschätzung: „dient in Verbindung mit der Kostenschätzung nach DIN 276-1 insbesondere als eine der Grundlagen für die Entscheidung über die Vorplanung und die Finanzierung"
- Nutzungskostenberechnung: „dient in Verbindung mit der Kostenberechnung nach DIN 276-1 insbesondere als eine der Grundlagen für die Entscheidung über die Entwurfsplanung und die Finanzierung"
- Nutzungskostenanschlag: „ist die Zusammenstellung aller für die Nutzung voraussichtlich anfallenden Kosten"
- Nutzungskostenfeststellung: „Zusammenstellung aller bei der Nutzung anfallenden Kosten und sollte erstmalig nach einer Rechnungsperiode (z. B. ein Jahr) erstellt und fortgeschrieben werden"

Integration Lebenszyklus: Die Nutzungskostenplanung ist bei Neubauten und Neuanlagen (Phasen 1 und 5) sowie bei baulichen Maßnahmen im Bestand (Phase 3, beispielsweise Erweiterungen, Umbauten, Modernisierungen und Instandhaltungen) für das gesamte Projekt bzw. Objekt oder für einzelne Systeme (wie Standard der Wärmedämmung, Art der Wärmeerzeugung und dgl.) anwendbar.

Chancen im Industriebau: Die Bedeutung der Nutzungskostenplanung für den Industriebau lässt sich u.a. aufgrund des hohen Technisierungsgrads bereitgestellter Infrastrukturen, eines hohen Versorgungsaufwands sowie hoher Anforderungen an Sicherheits- und Überwachungsdienste ableiten. Darüber hinaus führen kürzere Nutzungszyklen, hervorgerufen durch eine hohe Produktwechselrate und den Einsatz neuer Technologien im Fertigungsprozess, zu veränderten Anforderungen an den Betrieb.

Durch die Etablierung einer qualifizierten Nutzungskostenplanung in Verbindung mit der Investitionskostenplanung können Industriebauprojekte erfolgreich geplant, ausgeführt und genutzt

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BMVBS/BBSR - Zukunft Bau.

werden. Für den Industriebau gewinnen hierbei insbesondere die Bereitstellung erforderlicher und zukunftsfähiger Immobilienstrukturen, die Gewährleistung eines effizienten Betriebs sowie die Sicherstellung des Produktionsflusses durch minimierte Ausfallraten an Bedeutung.

Risiken im Industriebau: Aus den Erläuterungen werden die starken Verflechtungen zwischen der Investitions- und der Nutzungskostenplanung erkennbar, denen allerdings erst im Kontext des life-cycle bzw. whole-life costings vollständig Rechnung getragen wird. Im Gegensatz dazu sind die heute etablierte Investitionskostenplanung und auch die Nutzungskostenplanung isolierte Betrachtungen, die keine ganzheitliche Optimierung erlauben. So kann davon ausgegangen werden, dass in einigen Fällen höhere Investitionskosten durchaus zu Einsparungen auf der Nutzungskostenseite führen können. Ein oft herangezogenes Beispiel sind hierfür die Bodenbeläge. Es wird für Bodenbeläge (wie bspw. Steinbeläge) argumentiert, die einerseits hohe Investitionskosten verursachen, aber andererseits vergleichsweise lange Lebensdauern und geringe Instandhaltungskosten aufweisen. Aus theoretischer Sicht können damit die life-cycle costs für derartige Beläge durchaus geringer sein als beispielsweise jene für Textilbeläge. Die exakte Kostenbeurteilung dieses Zusammenhangs bedarf aber eines life-cycle costings, wobei die Barwerte aller Investitions- und deren Folgekosten summiert werden.

Weiterentwicklung: In der Forschung werden aktuell Verfahren zum life-cycle costing entwickelt, die bereits in der Planungsphase einsetzbar sind und die Besonderheiten unterschiedlicher Nutzungsarten (z. B. Nutzungszyklen) berücksichtigen. Darüber hinaus wird versucht, der reinen Kostenbetrachtung auch die Nutzenseite eines Bauwerks (wie Behaglichkeitsfragen, Unterstützung des Kerngeschäfts usw.) in Bewertungsmodellen gegenüberzustellen – beispielsweise in Form des whole-life costings.

Verwandte Methoden: Investitionskostenplanung, Value Management

Hilfsmittel: EDV-Programme zur Kostenermittlung, EDV-Programme zum Aufmass von Planunterlagen, EDV-Programme zur Risikobewertung, CAFM

Referenzprojekte: üblicher Weise als Bestandteil von Wirtschaftlichkeitsrechnungen

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BMVBS/BBSR - Zukunft Bau.

Quellen:

Deutsches Institut für Normung e.V.:

DIN 18960 (2008) Nutzungskosten im Hochbau.

DIN 277-1 (2005) Grundflächen und Rauminhalte von Bauwerken im Hochbau: Begriffe, Ermittlungsgrundlagen.

DIN 277-2 (2005) Grundflächen und Rauminhalte von Bauwerken im Hochbau: Gliederung der Netto-Grundfläche (Nutzflächen, Technische Funktionsflächen und Verkehrsflächen).

DIN 277-3 (2005) Grundflächen und Rauminhalte von Bauwerken im Hochbau: Mengen und Bezugseinheiten.

GEFMA (2004) Entwurf GEFMA 200 – Kosten im Facility Management. GEFMA, Deutscher Verband für Facility Management, 2004.

GEFMA (2009) FM Benchmarking Bericht 2009. GEFMA, Deutscher Verband für Facility Management, 2009.

Stoy C. (2007) The application of a benchmarking concept. Journal of Facilities Management, Vol. 5, No. 1, pp. 9-21.

Stoy C., W. Kalusche (2006) The determination of occupancy costs during early project phases. Construction Management and Economics, Vol. 24, No. 9, pp. 933-944

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BMVBS/BBSR - Zukunft Bau.

D6.6.14 Nutzwertanalyse

Verfasser:	Dipl. Wirt.-Ing. Mustafa Celik Institut für Fabrikbetriebslehre und Unternehmensforschung TU Braunschweig
Grundlagen:	Zangemeister
Themenfelder:	Kosten/Kommunikation/Bedarf
(Kern-) Ziele:	Die Nutzwertanalyse ist ein Verfahren zur Bewertung von Alternativen, die anhand verschiedener Parameter (z. B. Finanzen, Zeit, Qualität) verglichen werden. Das oberste Ziel ist die Priorisierung von Handlungsalternativen im Planungsprozess entsprechend der definierten Kriterien anhand eines berechneten Nutzwerts, um so die optimale Alternative auswählen zu können. Vor- und Nachteile von Alternativen werden zusammengefasst als Nutzengrößen dargestellt und anschließend, auch bei Zielkonflikten, vergleichbar gemacht. Grundsätzlich ist das Verfahren für Entscheidungsprobleme aller Art anwendbar.
Kosten:	Die Aufbereitung der Daten für eine Bewertung kann zeitintensiv sein, jedoch sind insgesamt die Kosten als gering einzuschätzen.
Projekttypen/ - volumen:	Keine Einschränkung.
Akteure:	Anwendbar für alle Beteiligten.
Integration in der Planung:	Die Nutzwertanalyse ist vor allem in der Planungsphase bei anfallenden Entscheidungen anzuwenden. Für die Durchführung sind Daten aus der Betriebsanalyse oder den Planungsphasen erforderlich.
Integration Lebenszyklus:	Die Nutzwertanalyse kann auch bei der Entscheidungsfindung während des Lebenszyklus unterstützen.
Chancen im Industriebau:	Die hohe Verständlichkeit sowie die einfache und schnelle Anwendbarkeit der Methode sprechen für den Einsatz im Industriebau. Insbesondere bei einer Vielzahl von Bewertungsparametern und vielen Beteiligten beim Entscheidungsprozess bietet sich diese Methode an, um ein für alle beteiligten nachvollziehbares Ergebnis zu erlangen.
Risiken im Industriebau:	Der ermittelte Nutzwert vermittelt eine Scheinobjektivität und darf nicht als alleiniges Entscheidungskriterium gelten. Seiner Berechnung liegen oftmals subjektive Einschätzungen, beispielsweise über zukünftige Entwicklungen der Rahmenbedingungen, zugrunde.
Weiterentwicklung:	-
Verwandte Methoden:	Sensitivitätsanalyse, Kosten-Nutzen-Analyse, Promethee (Preference Ranking Organization METHod for Enrichment Evaluations), AHP (Analytic Hierarchy Process)
Hilfsmittel:	Paarweiser Vergleich zur Ermittlung der Gewichte der Kriterien

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BMVBS/BBSR - Zukunft Bau.

Quellen:

Gabler Wirtschaftslexikon 2000.

Kettner, H.; Schmidt, J.; Greim, H.-J.: Leitfaden der systematischen Fabrikplanung, Carl Hanser Verlag, München, Wien 1984.

Schenk, M.; Wirth,S.: Fabrikplanung und Fabrikbetrieb. Methoden für die wandlungsfähige und vernetzte Fabrik. Berlin: Springer 2004.

Zangenmeister, C.: Nutzwertanalyse in der Systemtechnik – Eine Methodik zur multidimensionalen Bewertung und Auswahl von Projektalternativen. 3. Auflage. München: Wittemann 1973.

Keeney, R.L.; Raiffa, H.: Decisions with Multiple Objectives: Preferences and Value Tradeoffs. 1. Auflage. Cambridge: Cambridge Univ. Press 1993.

Pepels, W.: Produktmanagement: Produktinnovation, Markenpolitik, Programmplanung, Prozessorganisation. 5. Auflage. München: Oldenbourg 2006

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BMVBS/BBSR - Zukunft Bau.

D6.6.15 Partnering

Verfasser: Univ.-Prof. Dr.-Ing. Peter Racky
Fachgebiet Baubetriebswirtschaft
Universität Kassel

Grundlagen: Der Managementansatz Partnering entstand Anfang der 1980er Jahre in den USA. Seit Anfang der 1990er Jahre wird er zunehmend auch in Europa angewendet: beginnend in Großbritannien, ab ca. 1996 auch in Deutschland. Partnering entwickelt sich vornehmlich auf dem Terrain rezessiv geprägter Baumärkte als Ausweg aus konfliktorientierten Bauprojektabwicklungen.

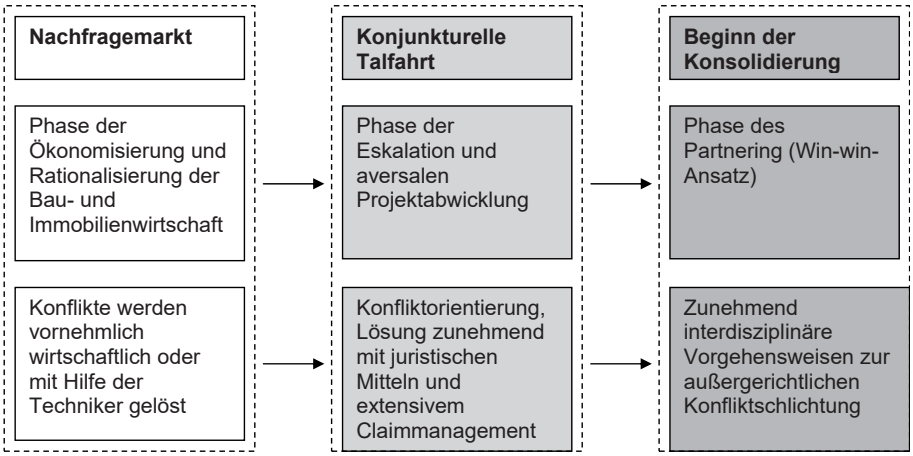


Abb D103.: Typische Entwicklung der Bau- und Immobilienmärkte Ende des 20. Jahrhunderts in den USA und Europa [Eschenbruch; Racky 2008]

Grundsätzlich ist keine (Bau-)Unternehmereinsatzform ungeeignet für Partnering. Je früher im Projektverlauf jedoch die Zusammenarbeit zwischen Bauherr und Bauunternehmer beginnt, desto größer sind auch die durch Partnering zu erwartenden Effizienzgewinne. Die Unternehmen der deutschen Bauindustrie haben hierfür in den letzten Jahren Geschäftsmodelle entwickelt, die als Partnerschaftsmodelle bezeichnet werden [HDB 2005]. Daneben entwickeln sich auftraggeberseitig Projektabwicklungsmodelle, die ebenfalls den Partnering-Ansatz umsetzen, allerdings den Wettbewerb zwischen den Bauunternehmen stärker betonen [Eitelhuber 2007]. All diese Modelle beinhalten die nachfolgend dargestellten sechs Kernelemente.

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BMVBS/BBSR - Zukunft Bau.

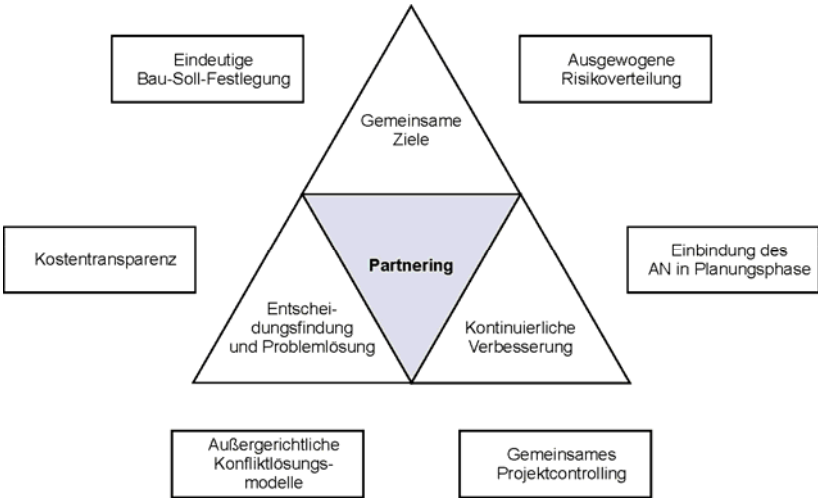


Abb. D104: Zuordnung der sechs Kernelemente von Partnerschaftsmodellen zu den Grundkomponenten des Partnering

Themenfelder: Kosten/Kommunikation

(Kern-) Ziele: Partnering verfolgt als Grundprinzip die formalisierte Kooperation der in einer Geschäftsbeziehung stehenden Personen bzw. Organisationen, um dadurch die Voraussetzungen für eine für alle Beteiligten erfolgreiche Geschäftsabwicklung (Win-win-Situation) zu schaffen. Konkret umgesetzt bei Bauprojekten sollen durch die möglichst frühzeitige Integration des Bauunternehmens in die Planungsphase insbesondere folgende Ziele erreicht werden:
Nutzung des zusätzlichen Optimierungspotenzials aufgrund des unternehmerseitig vorhandenen ausführungsbasierten Fachwissens (Umsetzung des Best-value-for-money-Prinzips, Value Engineering).
Frühzeitigere und höhere Kostensicherheit für den Bauherrn durch kontinuierliche kalkulatorische Bewertung der Planung und der Projektrisiken sowie durch Kostenvergleiche alternativer Planungsvarianten (Umsetzung des Design-to-cost-Prinzips, Target Costing)
Herbeiführung einer identischen Bausoll-Auslegung durch den Bauherrn und das Bauunternehmen vor Abschluss des Bauvertrags durch eine gemeinsame Erarbeitung der Leistungsbeschreibung. Hierdurch soll eine wesentliche Reduzierung der Konflikte nach Vertragsabschluss erzielt werden.
Darüber hinaus werden vor allem die folgenden Ziele verfolgt:
Reduzierung des Konfliktpotenzials durch eine ausgewogene Verteilung der bauvertraglichen Risiken, transparente Vergütungsstrukturen und die Vereinbarung außergerichtlicher Konfliktlösungsmodelle.

	Erhöhung der Effizienz für alle Projektbeteiligten durch die gemeinsame Festlegung der Projektablaufstrukturen (z. B. in einem Projekthandbuch) und durch ein gemeinsames Projektcontrolling [Racky 2007].
Kosten:	Bauherrenseitig durchgeführte empirische Studien beziffern die verfahrensbedingten Mehrkosten auf ca. 1 % der ursprünglich angesetzten Baukosten, gleichzeitig jedoch das realisierte Optimierungsergebnis auf 7 % der Baukosten [Eitelhuber 2007]. Somit wurden bei den diesen Studien zugrunde liegenden Projekten die Baukosten um 6 % gesenkt.
Projekttypen/-volumen:	Komplexe Bauvorhaben, bei denen sich der Bauherr für eine schlüsselfertige Ausführung durch einen Generalunternehmer entscheidet und bei denen für ihn die frühestmögliche Kostensicherheit und eine personell schlanke eigene Projektleitungsorganisation im Vordergrund stehen. Bauvorhaben, bei denen dem Aspekt der Kostensicherheit und damit auch der Konfliktreduzierung eine besonders hohe Priorität zukommen, sind vor allem Investorenprojekte und solche mit einer hohen Leistungsänderungs-Wahrscheinlichkeit. Bei letzteren handelt es sich z. B. um Baumaßnahmen im Bestand oder um Projekte, bei denen die Nutzer zum Zeitpunkt des Bauvertragsabschlusses noch nicht vollständig feststehen. Bisherige mit Partnering-Verfahren abgewickelte Baumaßnahmen haben in aller Regel ein Volumen von über 5 Mio. Euro, eher ab 10 Mio. Euro (Netto-Baukosten), was kleinere Volumina allerdings nicht grundsätzlich ausschließt.
Akteure:	Die Umsetzung des Partnering-Ansatzes schöpft die im Projekt vorhandenen Effizienzpotenziale dann am besten aus, wenn alle Projektbeteiligten, d. h. Bauherr, Architekt, Fachplaner und –ingenieure, Generalunternehmer und Nachunternehmer sich gemeinsam an den o. g. Kernzielen orientieren und ihr Handeln danach ausrichten. Bei der Organisation und Durchführung des Kompetenzwettbewerbs sowie bei der Durchführung der Optimierungsprozesse (z. B. Value Engineering) ist der Bauherr ggf. auf zusätzliche externe Projektsteuerungs- bzw. Consultingkompetenz angewiesen.
Integration in der Planung:	Partnering-Modelle sehen die in punkto Leistung und Vergütung definierte Einbindung des Bauunternehmens in die Planungsphase vor, Seite an Seite mit dem Architekten und den weiteren bauherrenseitigen Fachplanern und –ingenieuren. Bei den o. g. Partnerschaftsmodellen wird diese Integration im Rahmen einer ersten Vertragsphase geregelt [HDB 2005]. Hierfür wird der Bauunternehmer im Rahmen eines Kompetenzwettbewerbs ausgewählt [HDB 2007].

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BMVBS/BBSR - Zukunft Bau.

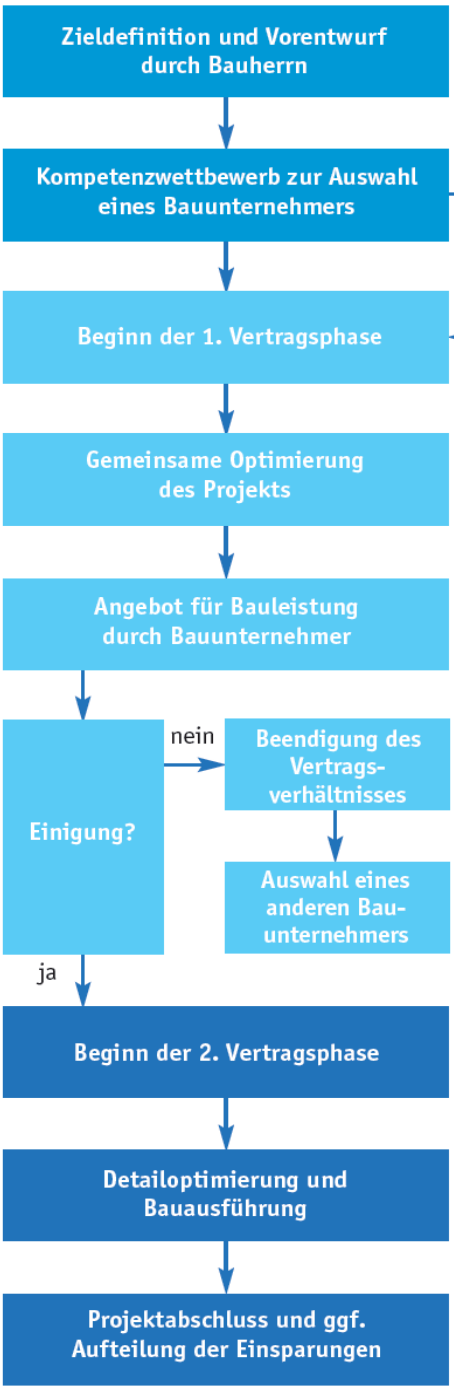


Abb. D105: Einbindung des Kompetenzwettbewerbs in die Ablaufstruktur von Partnerschaftsmodellen [HDB 2007]

Integration Lebenszyklus: Die Umsetzung des Partnering-Ansatzes im Rahmen der hier beschriebenen Modelle bezieht sich auf die Projektphase eines Bauwerks. Dabei ist es jedoch nicht ausgeschlossen, dass ent-

	sprechende Verträge zwischen Bauherr und Bauunternehmer neben der Bauleistung auch auf die Objektphase bezogene Gebäudemanagement-Leistungen umfassen. Unabhängig davon sollten bei Untersuchungen zur Baukostenoptimierung immer auch die jeweiligen Auswirkungen auf die Betriebskosten analysiert werden.
Chancen im Industriebau:	Die Bau- und Betriebskosten können durch die kooperationsorientierte, frühzeitige Projektintegration aller Beteiligten gemeinsam optimiert werden. Das ebenfalls gemeinsam definierte Bausoll und die vertraglich vereinbarte Kostentransparenz verringern das Nachtragsrisiko für den Bauherrn und erleichtern die monetäre Bewertung von Leistungsänderungen. Die Durchführung eines Kompetenzwettbewerbs anstelle eines reinen Preiswettbewerbs zur Auswahl des Bauunternehmers sorgt im Regelfall für eine tiefere Projektdurchdringung vor Abschluss des Bauvertrags und damit für eine Reduzierung der Projektrisiken für Bauherr und Bauunternehmer während der Bauphase.
Risiken im Industriebau:	Generell muss der Bauherr projektspezifisch untersuchen, ob eine ausreichende Anzahl von Bauunternehmen bereit und auch fähig ist, an einem Kompetenzwettbewerb teilzunehmen und ausreichenden Input für die Projektoptimierung beizusteuern. Bei zu geringer Projektkomplexität und zu geringem Projektvolumen besteht zudem das Risiko, dass zur Überkompensation des verfahrensbedingten Aufwands nicht in ausreichendem Maße Optimierungspotenzial vorhanden ist. Bei Standardbauvorhaben sind ggf. konventionelle Projektabwicklungsmodelle, wie z. B. fachlosweise Vergaben auf Basis von Einheitspreisverträgen oder eine GU-Vergabe auf Basis eines Detail-Pauschalvertrags, effizienter.
Weiterentwicklung:	Für die Umsetzung des Partnering-Ansatzes liegen auf dem deutschen Baumarkt konkrete Modelle vor, die sich auf das Segment Hochbau und auf private Bauherren fokussieren. Die Übertragung auf öffentliche Bauvorhaben (insbesondere Infrastrukturprojekte) muss unter Beachtung der vergaberechtsrelevanten Aspekte weiter voran gebracht werden. Anhand der Auswertung abgewickelter Bauprojekte müssen die erzielten Effizienzvorteile genauer quantifiziert werden. Die bereits vorhandenen Leitfäden sind mittels Best-practice-Studien weiter zu detaillieren.
Verwandte Methoden:	Lean Construction
Hilfsmittel:	Div. Publikationen mit allgemeinem Handbuch- bzw. Leitfadencharakter (siehe Quellen). Im praktischen Anwendungsfall ist eine Anpassung an die jeweiligen konkreten Projektspezifika erforderlich.
Referenzprojekte:	Borussia-Park, Mönchengladbach

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BMVBS/BBSR - Zukunft Bau.

Quellen:

Bennet, J.; Peace, S.: Partnering in the Construction Industry – A Code of Practice for strategic collaborative Working. Elsevier, Oxford, UK 2006.

Eitelhuber, A.: Partnerschaftliche Zusammenarbeit in der Bauwirtschaft – Ansätze zu kooperativen Projektmanagement im Industriebau. Diss., Kassel 2007.

Eschenbruch, K.; Racky, P.: Partnering in der Bau- und Immobilienwirtschaft – Projektmanagement- und Vertragsstandards in Deutschland. Kohlhammer, Stuttgart 2008.

Hauptverband der Deutschen Bauindustrie (Hrsg.): Partnering bei Bauprojekten. Berlin 2005.

Hauptverband der Deutschen Bauindustrie (Hrsg.): Leitfaden für die Durchführung eines Kompetenzwettbewerbs bei Partnerschaftsmodellen. Berlin 2007.

Racky, P.: Effiziente Bauprojektabwicklung mit Partnerschaftsmodellen. Bauingenieur 82 (2007), S. 150-158.

Scott, B.: Partnering in Europe – Incentive based alliancing for projects. Thomas Telford, London, UK 2001.

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BMVBS/BBSR - Zukunft Bau.

D6.6.16 Partizipative Planung

Verfasser: M.Eng. Tim Mielke, Dipl.-Wirtsch.-Ing. Sebastian Weckenborg
Institut für Fabrikbetriebslehre und Unternehmensforschung
TU Braunschweig

Umsetzung (nach): Wiendahl

Themenfelder: Kosten/Kommunikation/Zeit/Soziokulturelle Faktoren

(Kern-) Ziele: Aufgrund kürzer werdender Planungs- und Entwicklungszyklen und stärker werdendem Kostendruck wird zunehmend versucht, die Planungsergebnisse frühzeitig im Planungsprozesses zu validieren und so die Qualität zu verbessern. Ein häufig verwendeter Ansatz hierzu stellt die Partizipative Planung dar. Das implizite Prozesswissen der Mitarbeiter wird bei dieser Methode frühzeitig berücksichtigt, wodurch mögliche Restriktionen noch während des Planungsprozesses erkannt und kostenintensive Änderungen in späteren Phasen des Lebenszyklus vermieden werden können. Ein weiteres Ziel der Partizipativen Planung ist die Umwandlung von implizitem Wissen der einzelnen Mitarbeiter in explizites Wissen, das auch bei zukünftigen Planungen berücksichtigt werden kann. Wesentlicher Vorteil der Partizipation von operativen Mitarbeitern am Planungsprozess ist die hohe Adaptierbarkeit des Planungsergebnisses auf die reale Situation. Die verbesserte „Umsetzungsreife" der Planungsergebnisse trägt dazu bei, den Produktionsanlauf der Fabrik zu verkürzen und die Datenkonsistenz zu verbessern. Den mit dieser Planungsmethode gewonnenen Ergebnissen wird in der Regel eine höhere Akzeptanz entgegengebracht, da eine höhere Beteiligung der Stakeholder stattfindet.

Die Partizipative Planung erfordert die Bildung eines interdisziplinären Planungsteams. Eine besondere Herausforderung ist dabei die für alle verständliche Visualisierung und Kommunikation der Planungsinhalte und deren Ausarbeitung im Team. Um interdisziplinär bedingte Unterschiede in den Arbeitsweisen zu über-brücken bietet sich der Einsatz eines Partizipativen Planungstisches an. Mit Hilfe dieser Planungsmethode können die komplexen Methoden und Darstellungen von Architekten und Ingenieuren dem Team zugänglich gemacht und der erforderliche Abstraktionsgrad verringert werden. Der Partizipative Planungstisch ermöglicht die Darstellung von Layouts und Materialflussbeziehungen sowie die daraus entstehenden Anforderungen an das Industriegebäude auf einem Bildschirm, der wie ein Tisch waagerecht angeordnet und mit einem Computer verbunden ist.

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BMVBS/BBSR - Zukunft Bau.



Die berührungsempfindliche Oberfläche des Bildschirms ermöglicht eine interaktive Anpassung von Anordnung und Beziehungen der Planungsobjekte durch einfaches, intuitives Verschieben auf dem Bildschirm. Die zweidimensionale Darstellung wird durch 3D-Projektoren unterstützt, wodurch die am Planungstisch vorgenommenen Änderungen in Echtzeit in ein dreidimensionales Bild auf einer Leinwand überführt werden.
Im Gegensatz zu einer Planung am CAD-Arbeitsplatz ermöglicht der Partizipative Planungstisch die interaktive Bearbeitung im Team. Die anwenderorientierte Darstellung senkt den erforderlichen Abstraktionsgrad und die Hemmschwelle operativer Mitarbeiter, sich in die Planung einzubringen. Somit bietet diese Methode eine Verknüpfung der Partizipativen Planung mit den Werk-zeugen der digitalen Planung.

Kosten:	Für die Partizipative Planung entstehen nur geringe Kosten für die Freistellung der Mitarbeiter (Workshops, Planungsteam). Für den Einsatz eines Partizipativen Planungstischs entstehen eventuell Anschaffungskosten oder Kosten für externe Dienstleistungen.
Projekttypen/ - volumen:	keine Einschränkung
Akteure:	Operativ tätige Mitarbeiter (z.B. Produktion, Logistik, Facility Management)
Integration in der Planung:	Die Methode ist für alle Planungsphasen geeignet und stellt eine Schnittstelle zum Fabrikbetrieb bzw. Lebenszyklus dar.
Integration Lebenszyklus:	Während des Lebenszyklus bietet sich die Partizipative Planung an, um bestehende Strukturen zu diskutieren und Erweiterungs- und Umplanungen zu unterstützen.

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BMVBS/BBSR - Zukunft Bau.

Chancen im Industriebau:	Die Planungsmethode hat besonders im Industriebau große Potentiale, da bereits in der Planung eines Industriegebäudes ein Großteil der Lebenszykluskosten determiniert werden. Die im Industriebau festgelegten Merkmale sind in späteren Phasen des Lebenszyklus meist nur mit erheblichem Aufwand zu ändern und stellen in der Regel dauerhafte Restriktionen dar.
Risiken im Industriebau:	Der Aufwand einer Partizipativen Planung kann höher sein als bei konventionellen Vorgehensweisen. Die frühzeitige Einbeziehung von Stakeholdern kann einen größeren Abstimmungsbedarf während der Planung verursachen. Ohne partizipationsfördernde Methoden besteht das Risiko, dass operative Mitarbeiter sich nicht ausreichend in den Planungsprozess einbringen oder nur auf Detailprobleme am eigenen Arbeitsplatz fokussieren und somit die Umsetzung der Planungsergebnisse behindern
Weiterentwicklung:	Digitale Partizipative Planung
Verwandte Methoden:	Planungsteams, Kreativitätstechniken
Hilfsmittel:	Papierschiebelayout, 3P-Workshops/Cardboard Engineering, Partizipativer Planungstisch

Quellen:

Wiendahl, H.-P.: Partizipative Fabrikplanung: Methoden zur erfolg-reichen Mitarbeiterbeteiligung; München: TCW 2000

Menzel, W.: Partizipative Fabrikplanung – Grundlagen und An-wendung; Düsseldorf; VDI Verlag 2000

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BMVBS/BBSR - Zukunft Bau.

D6.6.17 Projektdokumentation

Verfasser:	Dr.-Ing. Frank Dreier, Prof. Dr. Christian Stoy Institut für Bauökonomie, Universität Stuttgart
Grundlagen:	Die Dokumentation von Bauprojekten ist so alt wie das Bauen selbst. Die Projektdokumentation ist dabei keine in sich geschlossene Leistung eines einzelnen Projektbeteiligten, sondern findet sich als Teilleistung bei zahlreichen am Projekt Beteiligten. Die mit der Leistungsphase 9 nach HOAI zu erbringenden Dokumentationsleistungen sind eine Teilmenge der gesamten Projektdokumentation. Der Umfang und die Tiefe der Dokumentation richten sich nach den Anforderungen des jeweiligen Projektes.
Themenfelder:	Qualität, Kosten, Zeit, Kompetenzen, Konstellationen, Kommunikation
Ziele/Kernaufgaben:	Die Dokumentation ist ein kontinuierlicher Prozess. Das Ziel besteht in der Erfassung projektrelevanter Daten, um die Entwicklung des Projektes über die einzelnen Projektphasen der Planung und der Bauausführung nachvollziehen zu können. Die Dokumentation ist von besonderer Bedeutung für die Sicherstellung der geplanten Projektziele (z. B. Zeit, Kosten, Qualität), die Kommunikation der Beteiligten, für die Feststellung von Abweichungen von Vorgaben, für die Fortschreibung von Projektzielen und ist hilfreich bei der Lösung von Konflikten, die aus Änderungen des Projektes und Änderungen von vertraglichen Vereinbarungen oder von Rahmenbedingungen resultieren. Bestandteil der Dokumentation sind unter anderem sämtliche Unterlagen der Planung (z. B. Grundlagen der Bedarfsermittlung, Ausschreibungs-, Ausführungs- und Bestandspläne), des Vertragsmanagements (sämtliche Vertragsunterlagen der Beteiligten), der Bauausführung (z. B. Dokumentation des Ist-Bauablaufs) und der Bauüberwachung (z. B. Kostenerfassung). Die Vorgabe von Mindeststandards hinsichtlich der Systematik und der Inhalte unterstützen die Durchgängigkeit und sichern die Qualität der Dokumentation.
Kosten:	Die Kosten sind i. d. R. in den Honoraren für das Projektmanagement/die Projektsteuerung und der Planer bzw. in der vereinbarten Vergütung der Bauunternehmen enthalten.
Projekttypen/-volumen:	keine Einschränkung
Akteure:	Die Dokumentation von Projektinformationen ist bei den einzelnen Projektbeteiligten (Bauherr, Planer, Projektmanager, Bauunternehmen, Sonstige) angesiedelt.
Integration in der Planung:	Die Dokumentation umfasst alle Phasen eines Projektes und ist als ein kontinuierlicher Prozess zu bezeichnen.

Integration Lebenszyklus:	Von besonderer Bedeutung ist die Dokumentation innerhalb der Phasen 1 (Neubau) und 3 (Umbau).
Chancen im Industriebau:	Eine hochwertige Dokumentation verbessert die Nachvollziehbarkeit von Planungs- und Ausführungsprozessen und die zielgerichtete Steuerung des Bauvorhabens.
Risiken im Industriebau:	Ursachen von Streitigkeiten sind oft auf ungenaue Vorgaben oder nicht eindeutig definierte Schnittstellen zurückzuführen. Für die Beilegung von Streitigkeiten ist die Projektdokumentation eine unverzichtbare Grundlage. Je genauer das Projekt dokumentiert wird, umso besser lassen sich Sachverhalte rekonstruieren.
Weiterentwicklung:	Eine zentrale und transparente Dokumentation kann mit Hilfe von Projektplattformen realisiert werden, auf denen die Beteiligten ihre Daten (z. B. Planlieferungen) einstellen.
Verwandte Methoden:	keine
Hilfsmittel:	Checklisten, Regelabläufe, Organigramme, Qualitätsmanagement, Dokumentenmanagement-Systeme, Projekthandbuch
Referenzprojekte:	alle Industriebauprojekte

Quellen:

Honorarordnung für Architekten und Ingenieure (HOAI), 2009 Kapellmann, K. D./Schiffers, K.-H.: Vergütung, Nachträge und Behinderungsfolgen, Bd. 1: Einheitspreisvertrag, Werner, 5. Aufl., 2006

Kapellmann, K. D./Schiffers, K.-H.: Vergütung, Nachträge und Behinderungsfolgen, Bd. 2: Pauschalpreisvertrag, Werner, 4. Aufl., 2006

Reister, D.: Nachträge beim Bauvertrag; Werner, 2. Aufl., 2007

Vygen, K./Schubert, E./Lang, A.: Bauverzögerung und Leistungsänderung; Werner, 5. Aufl., 2008

Würfele, F./Gralla, M.: Nachtragsmanagement, Wolters Kluwer, 2006

Kalusche, W.: Projektmanagement für Bauherren und Planer, Oldenbourg Verlag, 2. überarb. und erw. Aufl., 2005.

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BMVBS/BBSR - Zukunft Bau.

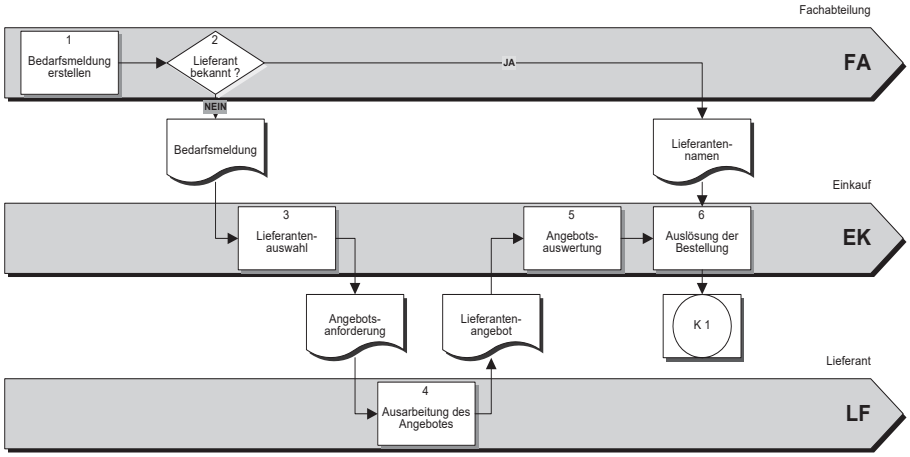
D6.6.18 Prozessgestaltung

Verfasser: M.Eng. Tim Mielke, Dipl.-Wirtsch.-Ing. Sebastian Weckenborg
Institut für Fabrikbetriebslehre und Unternehmensforschung
TU Braunschweig

Grundlagen: -

Themenfelder: Kosten/Prozesse/Zeit

(Kern-) Ziele: Die Prozessgestaltung dient zur Definition und Modellierung von Aufgaben und Abläufen, welche zur Leistungserstellung notwendig sind. Ziel ist es, Unternehmensabläufe im Sinne einer effizienten Ressourcenverteilung zu gestalten. Grundsätzlich wird zwischen Führungs-, Leistungs- und Unterstützungsprozessen unterschieden. Die Prozessgestaltung kann dabei auf jeder Betrachtungsebene erfolgen, sodass sowohl die Gestaltung von Abläufen auf Unternehmensebene, als auch die Gestaltung eines einzelnen Arbeitsplatzes vorgenommen werden kann.
Zur Prozessgestaltung ist zuerst eine Visualisierung der Prozesse notwendig, um aktuelle oder geplante Zustände abzubilden. Die Visualisierung ermöglicht eine ganzheitliche Betrachtung von Prozessen und ihren Schnittstellen und Abhängigkeiten. Mittels der Prozessvisualisierung können somit Schwachstellen identifiziert und Verbesserungsvorschläge ausgearbeitet werden. Schwachstellen können sowohl erhöhte Kosten als auch verlängerte Durchlaufzeiten oder schlechtere Qualität der Ergebnisse bewirken.



Eine verbesserte Prozessgestaltung ist grundsätzlich mittels Parallelisierung, Vermeidung von Redundanzen und Standardisierung von Schnittstellen zu erzielen, da mit diesen Maßnahmen die Prozesskomplexität verringert wird.

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BMVBS/BBSR - Zukunft Bau.

	Zur Minimierung der Prozessdurch-laufzeit sind Wartezeiten zwischen den einzelnen Tätigkeiten und nicht wertschöpfende Tätigkeiten zu vermeiden. Nicht wertschöpfend sind hierbei alle Prozesse, die aus Sicht des Kunden den Wert des Prozessergebnisses nicht erhöhen. Nach der optimierten Gestaltung des Prozesses erfolgt die Visualisierung des Soll-Zustands. Der Sollzustand dient als Standard, der für die Ausführung und Schulung dient.
Kosten:	Die Kosten der Prozessgestaltung sind abhängig vom Detaillierungsgrad der Umsetzung. Durch die Anwendung selbst entstehen keine expliziten Kosten.
Projekttypen/ - volumen:	keine Einschränkung
Akteure:	keine Einschränkung
Integration in der Planung:	Die Prozessgestaltung kann zur Optimierung des Planungsvorgehens genutzt werden und ermöglicht somit Einsparungen bei Zeit und Kosten der Planung. Außerdem ermöglicht die Prozessgestaltung eine Visualisierung und Optimierung der zu planenden Prozesse (Abläufe im Fabrikgebäude).
Integration Lebenszyklus:	Es können alle Unternehmensprozesse organisatorische sowie technische Prozesse mit der Prozessgestaltung dargestellt werden. Die Prozessdarstellung dient als Grundlage für Controlling- und Optimierungsaufgaben.
Chancen im Industriebau:	Die Prozessgestaltung ermöglicht eine optimierte Gestaltung der Planungsprozesse und führt zu einer effizienteren Planung.
Risiken im Industriebau:	Bei einer optimierten Gestaltung der Prozesse sollten neben der Durchlaufzeitverringerung und Kosteneinsparung auch Aspekte der Prozessqualität berücksichtigt werden.
Verwandte Methoden:	Wertstrommethode, Business Process Reengineering, Lean Management
Hilfsmittel:	Swim-Lane-Darstellung, Prozessvisualisierung, Flussdiagramme DIN-Norm 66001 Datenfluss/Programm-Ablaufpläne

Quellen:

Binner, H. F.: Handbuch der prozessorientierten Arbeitsorganisation. 3. Auflage. Darmstadt: REFA Bundesverband e.V. 2008.

Wiegand, B.: Lean Administration; Aachen; Lean Management Institute 2008

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BMVBS/BBSR - Zukunft Bau.

D6.6.19 Risikomanagement

Verfasser: Dipl. Ing. Regina Sonntag, Dipl. Ing. Antje Voigt
Institut für Baukonstruktion und Industriebau
Abt. Industriebau und Konstruktives Entwerfen
TU Braunschweig

Grundlagen: Ausgehend von einem hohem Komplexitätsgrad und dynamischen Änderungsmechanismen in Industriebauprozessen wird das Risikomanagement als systematischer Ansatz innerhalb der Planung, Ausführung und der anschließenden Betriebsphase von Bauprojekten mittlerweile in vielfältiger Weise genutzt. Nach Girmscheid lässt sich der Begriff der *Risiko* „als die Möglichkeit einer Zielabweichung interpretieren, wobei potenzielle positive Abweichungen ‚Chance' und potenzielle negative Abweichung ‚Gefahr' genannt werden" [Girm, Busc 08b]. Deutlich wird hier die klar zukunftsorientierte und pro-aktive Herangehensweise hervorgehoben.
Über die Analyse der Risikoarten eines Projektes lassen sich weitere Informationen über Zuständigkeiten, Auswirkungen und Auftreten der Risiken ableiten. Busch weist sechs Risikoarten aus (Rechtliche Risiken, Terminliche Risiken, Finanzielle Risiken, Technische Risiken, Managementrisiken und Risiken des Umfelds) und setzt diese im Weiteren auf Projektebene und Generalunternehmerebene in Beziehung (vgl. Abb. D106) [Girm, Busc 08a] um die hohe Komplexität und Vernetzung der Risiken zu verdeutlichen.

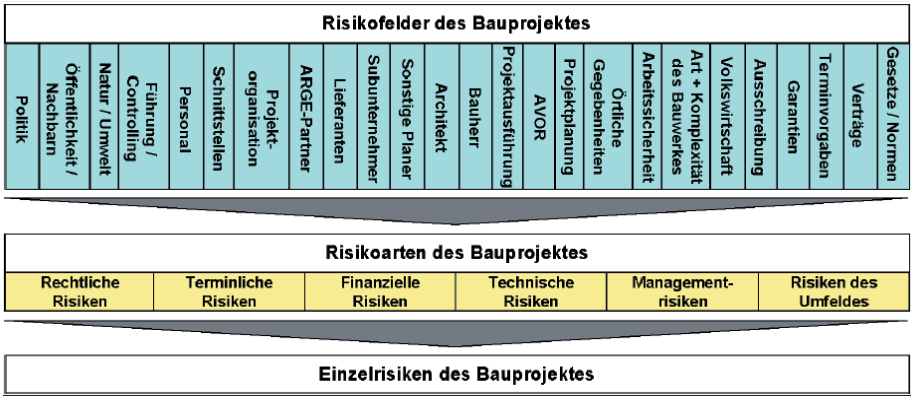


Abb. D106: Zusammenhang zwischen Risikofeldern, -arten und Einzelrisiken ([Girm 03])

Adenauer ergänzt die projektrelevanten Risiken um unternehmensweite Risiken wie z.B. Personalrisiko, Vertragsrisiko, Kalkulationsrisiko, Kunden-/Debitorenrisiko, Liquiditätsrisiko, Projektabwick-

lungsrisiko, Vertragsabwicklungsrisiko oder Marktänderungsrisiko und stellt damit die starke Rolle der ausführenden Unternehmen besonders eines Industriebauprojektes heraus [Aden, Glei 04].

Themenfelder: Kosten, Zeit, Kommunikation

Ziele/Kernaufgaben: Ziel eines frühzeitig integrierten Risikomanagements ist die proaktive, zielorientierte und auf den Gesamterfolg ausgerichtete Bearbeitung von Projektrisiken. Romeike definiert dazu die drei Bausteine: Frühwarnsystem, Controllingsystem und Internes Überwachungssystem und verweist auf die Notwendigkeit einer umfassenden Integration dieser Systeme sowohl in die Einzelprojekte als auch die Unternehmen selbst [Rome 09].

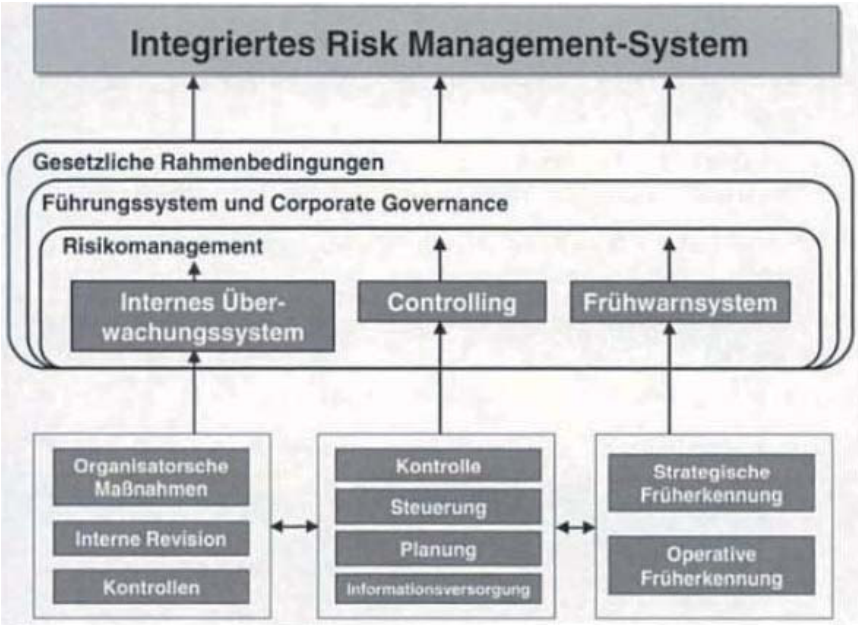


Abb.D107: Komponenten eines Risiko-Managementsystems [Rome 09]

Über die folgenden konkreten Grundschritte lassen sich Risiken innerhalb der Einzelprojekte bearbeiten (vgl. Abb. D108):

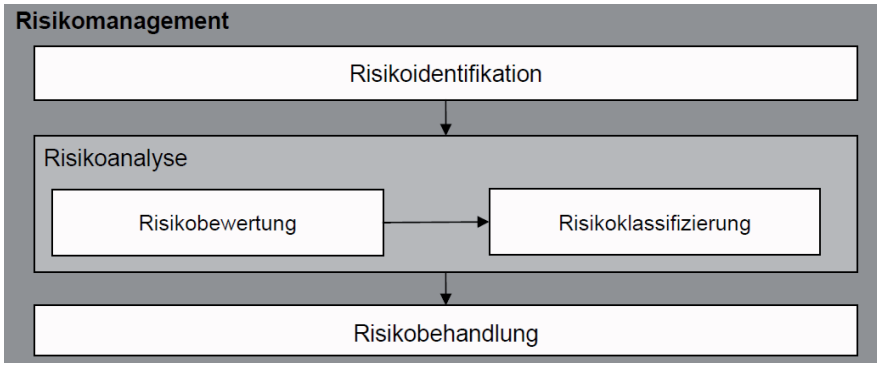


Abb. D108: Elemente des Risikomanagements [Schn 97]

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BMVBS/BBSR - Zukunft Bau.

Kosten: Das Risikomanagement nimmt in vielen Unternehmen einen selbstverständlichen Teil des Projekt- und Unternehmensmanagements ein (vgl. [Aden, Glei 04]). Die Kosten für einen erhöhten administrativen bzw. personellen Aufwand müssen ins Verhältnis zu den Vorteilen (Effizienzsteigerung, Terminoptimierung, Qualitätsverbesserungen etc.) gesetzt werden.

Projekttypen/ -volumen: Das Risikomanagement eignet sich für alle Projekttypen, da geeignete Methoden (vgl. Hilfsmittel) für alle Projektphasen bzw. Unternehmensformen zur Verfügung stehen.

Akteure: Die Umsetzung der Projektziele des Bauherrn aber auch die Ziele der beteiligten Unternehmen können über das Risikomanagement für alle Akteure eines Industriebauprojektes transparent aufgeschlüsselt und vereinbart werden. Es ist wichtig, eine umfassende Sensibilisierung für Projekt- und Unternehmensrisiken zu etablieren und alle Akteure in hohem Maße auf die Mechanismen und Abläufe der Gefahren/Chancenerkennung abzustimmen.

Integration in der Planung: Innerhalb der Frühphase eines Industriebauprojektes nimmt die Etablierung eines stabilen Risikomanagements eine zentrale Rolle ein; Aspekte sind:

- Definition der Ziele des Risikomanagements
- Rollenverteilung und Aufgabenzuweisung der Akteure
- Integration der konkreten Umsetzung in Ablauforganisation
- Auswahl geeigneter Methoden (vgl. Hilfsmittel)

Über die Einbeziehung aller Projektpartner und die Einigung auf geeignete Methoden entfaltet das Risikomanagement seine Wirkung. Das Risikomanagement ist in hohem Maße von einer Sensibilisierung für die Gestaltung von Änderungsprozessen verbunden, denn die Bearbeitung von Risiken kann nur durch eine gewisse Handlungsfähigkeit in flexiblen Planungsprozessen gewährleistet werden (vgl. [Walk, Gree 02]).

Integration Lebenszyklus: Das Risikomanagement kann als integratives Element in unterschiedlichen Projekt- bzw. Objektphasen eines Industriebaus wirken. Adenauer/Gleißner sprechen von „flankierendem Risikomanagement“ [Aden, Glei 04] und verweisen auf die Wichtigkeit einer ganzheitlichen und umfassenden Einbindung in Planung, Ausführung und Betrieb eines Industrieunternehmens.

Chancen im Industriebau: Als moderne Methode des Managements ergeben sich die folgende Chancen im Industriebau:
Risikoverteilung: Die Identifikation und faire Zuweisung der einhergehenden Risiken steuert eine zielorientierte und zweckmäßige Bearbeitung statt sie auf einzelne Akteure abzuwälzen. [Girm, Busc 08a]

	Transparenz: Die pro-aktive Bearbeitung der Risiken optimiert die Informationsqualitäten der Planungsbeteiligten. Dies ist im hoch vernetzen Planungsteam eines Industriebauprojekts von Vorteil. Kommunikation: Über die effiziente Steuerung der Projektrisiken wird eine notwendige übergreifende, effiziente Kommunikationsstruktur gefördert. Entscheidungsraum: Das Risikomanagement unterstützt die Entscheidungsfindung in allen Projektphasen und sichert eine zielorientierte Vorgehensweise. Dies unterstützt die Arbeit unter hohem Zeit- und Kostendruck. Komplexitätsreduzierung: Die stark von Fachwissen geprägten Projektphasen eines Industriebauprojektes tendieren zu hoher Komplexität – über das Risikomanagement werden komplexe Zusammenhänge transparent erfasst und bewertbar gemacht. Zeit, Kosten und Qualitäten werden im Sinne einer ganzheitlichen Projektstruktur optimiert.
Risiken im Industriebau:	Es gilt die folgenden Aspekte in die Überlegungen zum Umgang mit Risiken zu beachten: Kosten: Der administrative und personelle Aufwand die Methoden des Risikomanagements zu etablieren, führt zu erhöhten Kosten, die sich oftmals erst im Projektverlauf und vor allem in einer lebenszyklus-orientierten Bewertung eines Industriebauprojektes lohnen. Oftmals fehlt gerade in der Frühphase der Weitblick, diese Chancen zu erfassen und in konkrete potentielle Gewinne zu schätzen. Konkurrenz: Risiken können in wenigen Fällen gegeneinander konkurrieren und es fällt selbst erfahrenen Projektteams schwer, optimale Entscheidungen zu treffen. Das daraus resultierende Konfliktpotential gilt es zu erfassen und zu bearbeiten. Isolation: Eine Durchführung von Methoden des Risikomanagements ist von einer Mitwirkung aller Akteure abhängig, die isolierte Umsetzung z.B. von Einzelakteuren (Projektmanager) kann den Projekterfolg gefährden.
Weiterentwicklung:	Die Methoden und Vorgehensweisen des Risikomanagements sind umfassend dokumentiert und in der Praxis etabliert. Viele Unternehmen der Bauwirtschaft sind erfahren im Umgang mit diesen Mechanismen. Auf Seiten der Planung, also in Projektfrühphasen, existieren Unsicherheiten vor allem bei Planern und Beratern und weitere Sensibilisierungen z.B. durch Schulungen, Literatur mit hohem Praxisbezug sind sinnvoll.
Verwandte Methoden:	-
Hilfsmittel:	Die sechs etablierten Schritte des Risikomanagements (Kontextermittlung, Identifizierung, Analyse, Bewertung, Bewäl-

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BMVBS/BBSR - Zukunft Bau.

tigung, Überwachung) (vgl. z.B. [Woll 06]) werden durch eine Vielzahl unterschiedlicher Methoden begleitet/umgesetzt. Die folgende Graphik gibt einen Kurzüberblick über gängige Methoden der Risikobearbeitung. Es gilt die im Einzelfall angemessenen Werkzeuge auszuwählen:

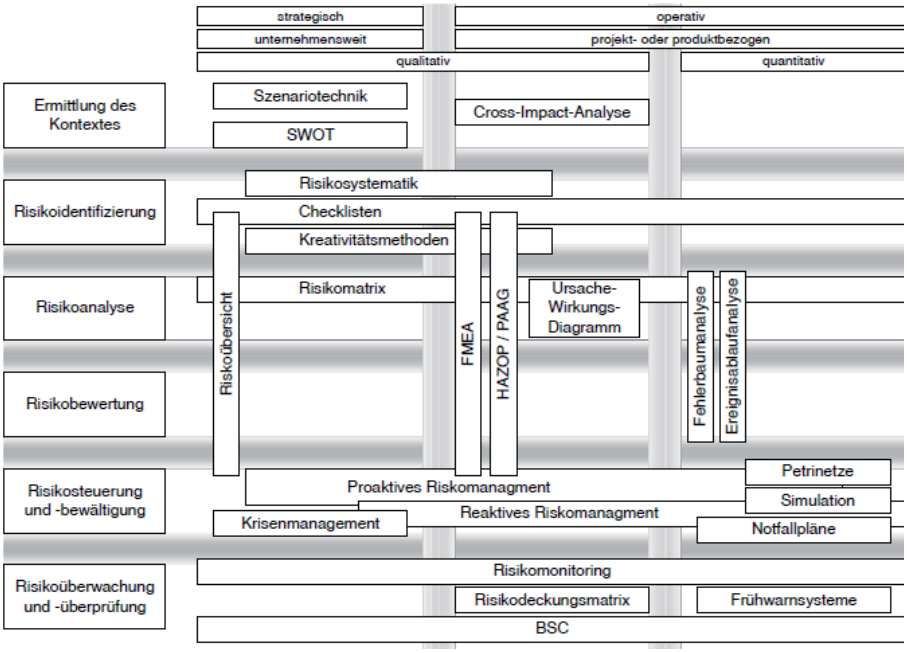


Abb. D109: Methoden des Risikomanagements (Quelle: [Woll 06])

Referenzprojekte: -

Quellen:

[Aden, Glei 04] Adenauer, P.; Gleißner, W.: Bausteine für das Risikomanagement. Interview mit Dr. Patrick Adenauer und Dr. Werner Gleißner. In Risknews, 1. Jahrgang; S. 55–59.

[Girm, Busc 08b] Girmscheid, G.; Busch, T. A.: Unternehmensrisikomanagement in der Bauwirtschaft. Bauwerk-Verl., Berlin, 2008b.

[Rome 09] Romeike, F.: Erfolgsfaktor Risiko-Management 2.0 : Methoden, Beispiele, Checklisten ; Praxishandbuch für Industrie und Handel, 2009.

[Schn 97] Schnorrenberg, U.: Risikomanagement in Projekten: Methoden und ihre praktische Anwendung, 1997.

[Woll 06] Woll, R. D. I.: Risikomanagement - Aufgabe für das Qualitätswesen in klein- und mittelständischen Unternehmen (KMU). Ergebnisse der DGQ-Arbeitsgruppe 124 "Risikomanagement", Cottbus, 2006.

Ergänzende Quellen:

Ellingham, I.; Fawcett, W.: New generation wholelife costing. Property and construction decision-making under uncertainty. Taylor & Francis, London, 2006.

Feik, R.: Neue Aspekte im projektbezogenen Risikomanagement aus der Sicht von Bauherren, Planern und Ausführenden. Beiträge aus Theorie und Praxis ; Tagungsband zum ICC 2006 (international consulting & construction). Books on Demand GmbH, Norderstedt, 2006a.

Feik, R.: Elektronisch gestütztes Risikomanagement im Bauwesen. Ein Konzept eines elektronisch gestützten Chancen- und Gefahrenmanagementsystems für Auftraggeber. Books on Demand GmbH, Norderstedt, 2006b.

Girmscheid, G.: Risikomanagement in Bauunternehmen. Projektrisikomanagement in der Angebotsphase, 2003.

Girmscheid, G.; Busch, T. A.: Projektrisikomanagement in der Bauwirtschaft. Bauwerk-Verl., Berlin, 2008a.

Schriek, T.: Entwicklung einer Entscheidungshilfe für die Wahl der optimalen Organisationsform von Bauprojekten. Analyse der Bewertungskriterien Kosten, Qualität, Bauzeit und Risiko. Weißensee-Verl., Berlin, 2002.

Walker, P.; Greenwood, D. J.: Construction companion to risk and value management. RIBA Enterprises, London, 2002

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BMVBS/BBSR - Zukunft Bau.

D6.6.20 Schnittstellenmanagement

Verfasser: Dipl. Ing. Regina Sonntag, Dipl. Ing. Antje Voigt
Institut für Baukonstruktion und Industriebau
Abt. Industriebau und Konstruktives Entwerfen
TU Braunschweig

Grundlagen:

Seit den 90er Jahren und dem Beginn zunehmender Ausweitung schlüsselfertiger Bauabwicklung und der daraus resultierenden Neu-Organisation der Arbeitsteilung kommt der Identifikation und Bearbeitung von Schnittstellen eine veränderte Bedeutung zu. Im klassischen Sinne gehört die Methode zu den Steuerungsaufgaben des Architekten. Im Industriebau mit seiner hohen Zahl unterschiedlicher Fachplaner und dem einhergehenden hohen Komplexitätsgrad kommt es aufgrund einer starken Tendenz zu Generalunternehmerverfahren (ursprünglich mit dem Ziel der Schnittstellenreduktion) zu veränderten internen und externen Schnittstellen.

Buysch definiert Schnittstellen als „[…] Berührungsstellen von interdependenten, funktionell getrennten Aufgabenbereichen zur zielorientierten, arbeitteiligen Erfüllung eines Projektes“ [Buys 03] und verweist auf die enorme Anzahl interner und externe Schnittstellen. So können laut Buysch in einem mäßig komplexen Projekt mit ca. 11 Planern und 36 Nachunternehmern schon bis zu 847 Schnittstellen auftreten, die von den einzelnen Akteuren bearbeitet werden müssen. Dabei kann die Entstehung von Schnittstellen auf unterschiedliche Aspekte zurückgeführt werden [Buys 03]:

- Notwendigkeit zur Fachplanung
- Kapazitätsgrenzen der Akteure
- Risikoverteilung/Kostenredzierung
- Rechtliche Vorschriften
- Zeitlich versetzte Leistungserstellung
- Räumlich getrenntes Arbeiten
- Unterschiedliche individuelle Sichtweisen
- Häufige Änderungen der Leistungen

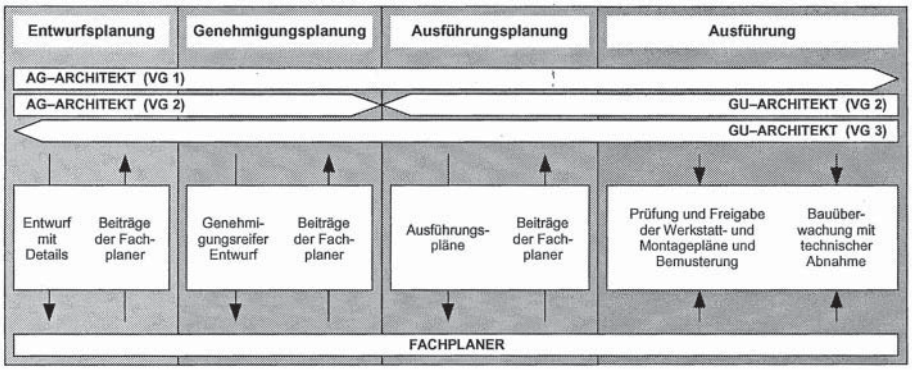
Das Schnittstellenmanagement ist nach Viering/Kochendörfer/Liebchen eng mit der Koordination von Informationen und Informationsprozessen verbunden [Vier u.a. 07], um sowohl innerhalb der Projektteams als auch gegenüber externen Partnern eine zielgerichtete Lösung der Schnittstellenprobleme zu erzielen. Die Informationsprozesse gilt es hinsichtlich Inhalt, Zeitpunkt der Übermittlung, Form der Übermittlung (Fax, Telefon etc.) und Kontext der Übermittlung zu koordinieren [Schw 98].

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BMVBS/BBSR - Zukunft Bau.

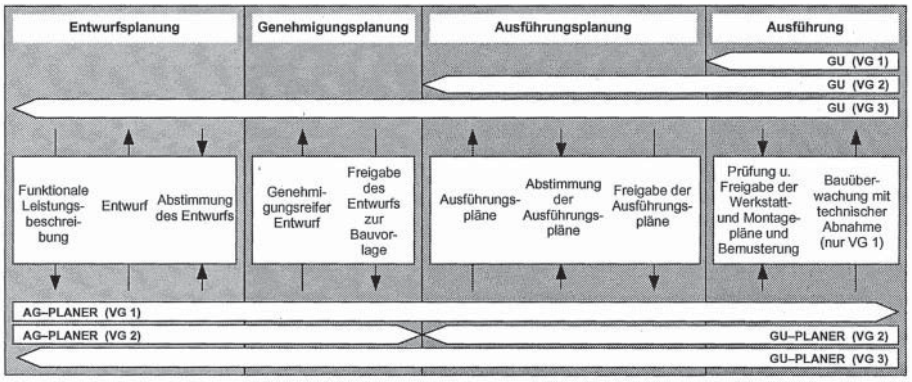
	Die Chancen einer effizienten Koordination von Schnittstellen wurde von den ausführenden Unternehmen erkannt und diese tragen maßgeblichen Anteil an der Entwicklung von konkreten Hilfsmitteln (Checklisten, Handlungsempfehlungen etc.) (vgl. [Buys 03]).
Themenfelder:	Kompetenzen, Konstellationen, Kommunikation, Kosten
Ziele/Kernaufgaben:	Nach Buysch ist das Ziel eines umfassenden Schnittstellenmanagements die „Beherrschung der Schnittstellen zur wirtschaftlichen Erfüllung der Vertragsleistung". Dies soll über die beiden sog. Unterziele: • „Erkennen der Schnittstellen und Anforderungen und • Regeln der Schnittstellen zwischen den Projektbeteiligten zur nahtlosen Weiterleitung der Anforderungen" erreicht werden [Buys 03].
Kosten:	Das Schnittstellenmanagement nimmt eine vielschichtige Rolle in Planungs- und Bauprozessen ein und kann nur eingeschränkt mit konkreten Kosten belegt werden. Zu einem Großteil werden diese Koordinierungsaufgaben auch von den einzelnen Akteuren im Rahmen vertraglich geregelter Aufgaben übernommen bzw. sind Teil der Projektsteuerung. Die Kosten für einen erhöhten Mehraufwand rechnen sich im Projektverlauf mit effizienter Kommunikationsstruktur, geringen Reibungsverlusten und damit erhöhter Qualität-, Termin- und Kostensicherheit.
Projekttypen/ -volumen:	keine Einschränkung
Akteure:	Ausgehend von einer hohen Komplexität sind alle Akteure eines Industriebauprojektes in den Prozess des Schnittstellenmanagements eingebunden. Sind sich die Akteure eines Industriebauprojektes der hohen Bedeutung einer notwendigen Koordination der Schnittstellen bewusst, dann lassen sich die vorhandenen Hilfsmittel (Checklisten, Matrizen etc.) problemlos in die Planungs- und Ausführungsphasen eines Projektes anwenden. Grundsätzlich ist ein hoher Sensibilisierungsgrad aller Akteure für die Prozesse notwendig. Buysch konkretisiert die möglichen Schnittstellen/Interaktionen zwischen den Planungsbeteiligten. Abb. D110 verdeutlicht anhand verschiedener Grafiken die Komplexität dieser Zusammenhänge und sensibilisiert gleichzeitig für die hohe Bedeutung eines integrierten und pro-aktiven Schnittstellenmanagements.

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BMVBS/BBSR - Zukunft Bau.

Interaktion Architekt - Fachplaner:



Interaktion Generalunternehmer - Planer:



Interaktion Generalunternehmer - Bauherr/Unternehmer:

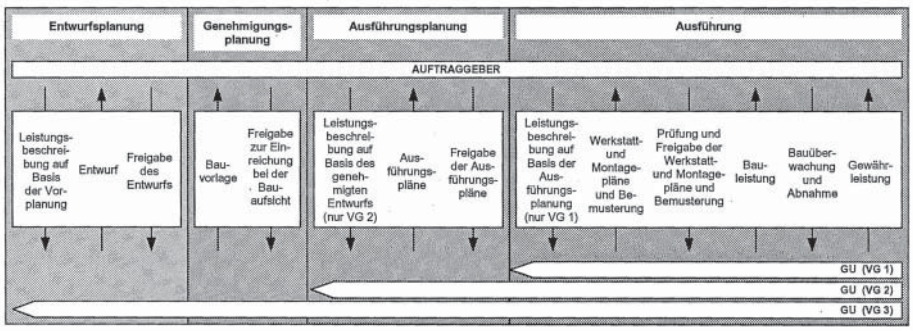


Abb. D110: Interaktionen zwischen verschiedenen Akteuren ([Buys 03] S.62, S.65, S.67)

Integration in der Planung: Viering/Kochendörfer/Liebchen untersuchen die Bedeutung des Schnittstellenmanagements im Gesamtprozess eines Bauprojektes und verweisen auf die hohe Bedeutung einer frühzeitigen Koordination und Zuweisung klarer Leistungsgrenzen zwischen den einzelnen Akteuren im Gesamtprozess (vgl. S. 342/[Vier u.a. 07]). Auch der konkrete Umgang mit Informationen (Prüfung auf Relevanz, Rechtzeitigkeit, Aktualität, Verlässlichkeit, Genauigkeit, Vollständigkeit, Verständlichkeit, Operationalität) nimmt in der Planungsphase einen hohen Stellenwert ein und kann (frühzeitig etabliert) den Projekterfolg langfristig sichern [Buys 03]. In der Praxis schlägt Buysch die in Abb. D111 dargestellten Prozess-

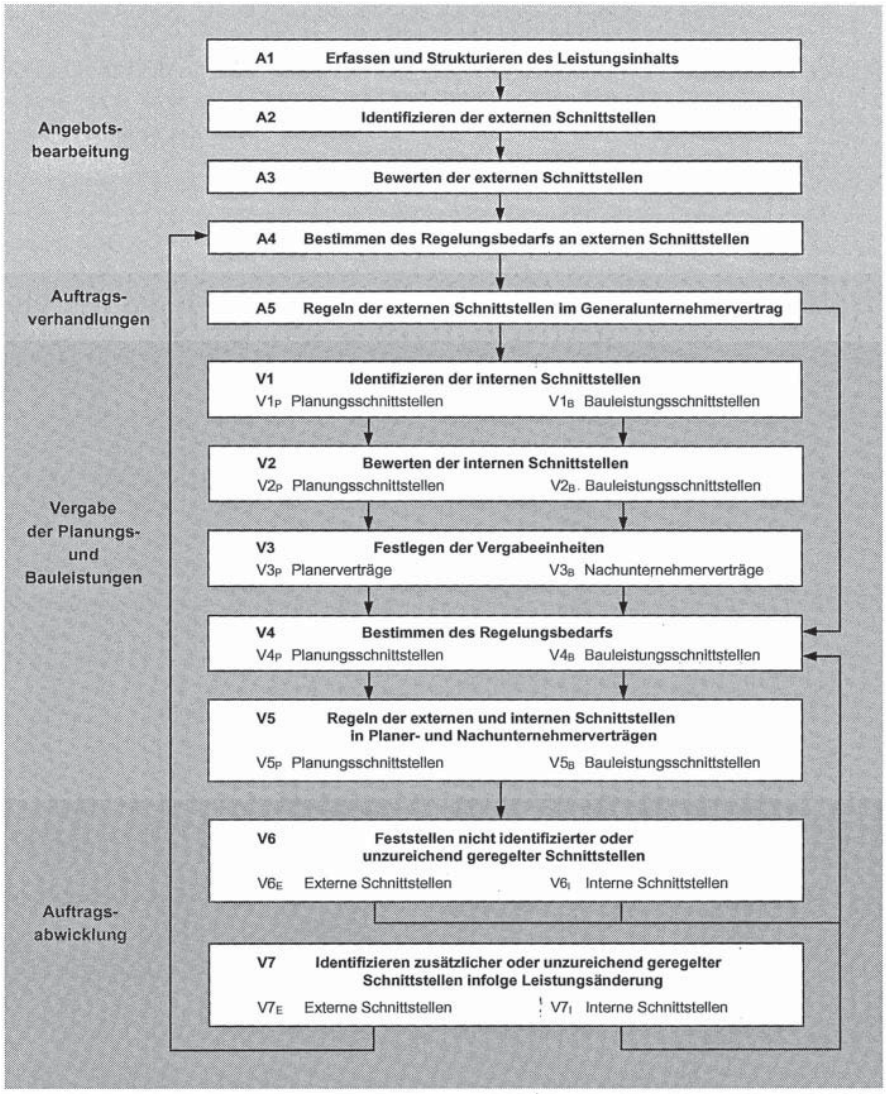


Abb. D111: Organisation des Schnittstellenmanagements im Projektverlauf ([Buys 03] S. 90)

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BMVBS/BBSR - Zukunft Bau.

Integration Lebenszyklus: Die Methoden des Schnittstellenmanagements betreffen alle Akteure eines Industriebauprojektes und können (einmal erlernt und effizient etabliert) in allen Lebensphasen eines Industriebauprojektes von hohem Nutzen sein. Schnittstellen als Ausdruck von Arbeitsteilung treten sowohl in Planungs- und Ausführungsphasen als auch Betriebs- und Umbauphasen bis hin zum Rückbau eines Gebäudes auf. Ihre Bearbeitung stärkt interne und externe Kommunikationsprozesse und ist unerlässlicher Teil eines langfristigen Bau- und Unternehmensmanagements.

Chancen im Industriebau: Im Industriebau mit einem hohen Grad an Arbeitsteilung in unterschiedliche Fachplanergruppen und einer starken Tendenz in generalunternehmer-orientierte Ausführung ist der Einsatz der Methoden des Schnittstellenmanagements von hoher Bedeutung. Neben den internen Schnittstellen (= Berührungspunkte zu Teilaufgaben) nehmen auch die externen Schnittstellen (= Berührungspunkte zum Projektumfeld (Bsp. Behörden)) einen immer komplexeren Umfang ein. Aspekte eines pro-aktiven Umgangs sind:

Zeiteffizienz: Über die frühzeitige Identifikation bzw. konsequente Bearbeitung von Schnittstellen und dem einhergehenden optimierten Austausch von Informationen können Reibungsverluste und damit Terminverschiebungen frühzeitig aufgefangen werden, um dem hohen Zeitdruck im Industriebau begegnen zu können.

Kosteneffizienz: über die vorausschauende Planung eines Umgangs mit Schnittstellen lassen sich Abläufe optimieren und letztendlich Kosten sparen.

Qualitätssteigerung: Die Integration aller Akteure eines Planungs- und Ausführungsprozesses erlaubt die Etablierung eines stark zielorientierten Projektablaufs.

Kommunikation: Das Schnittstellenmanagement zielt ab auf eine frühzeitige Integration der vielen unterschiedlichen Akteure eines Industriebauprojektes und steigert die Leistungsfähigkeit der einzelnen Teams.

Risiken im Industriebau: Den genannten Chancen eines effizienten Schnittstellenmanagements können folgende Risiken entgegengestellt werden:

Mehraufwand: Die konsequente und gesamtprozess-orientierte Bearbeitung von Schnittstellen ist mit einem Mehraufwand für Koordinationsaufgaben z.B. der Projektsteuerung verbunden.

Herausforderungen: Die verschiedenen Hilfsmittel des Schnittstellenmanagements erfordern von allen Beteiligten eine offene und lernorientierte Bereitschaft, sich auf diese Prozesse einzustellen.

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BMVBS/BBSR - Zukunft Bau.

Weiterentwicklung:	Schnittstellenmanagement wird in allen Bauprojekten mehr oder weniger bewusst und konsequent umgesetzt (Rolle/Qualifikation des Architekten/Projektsteuerung). In vielen Generalunternehmen sind umfangreiche Steuerungsinstrumente erarbeit worden und kommen in der Praxis zum Einsatz. Gerade vielen kleineren und mittleren Projekten fehlt oftmals der Zugang zu diesen Managementmethoden und eine breitere Nutzbarmachung der Hilfsmittel ist notwendig. Weiterentwicklungen im Rahmen einer stetigen Integration der Informationstechnologie (Bsp.: 3D-Planung/vgl. Kap. D6.6.30) stärken eine weitere Vernetzung im Projektalltag.
Verwandte Methoden:	Das Schnittstellenmanagement nimmt eine hohe Bedeutung in den Prozessen des Änderungsmanagements ein.
Hilfsmittel:	Je nach Projektstand/Art der Schnittstelle (extern/intern) können unterschiedliche Hilfsmittel eingesetzt werden: • Turnusmäßige Abstimmungsgespräche, • Checklisten zur Leistungsabgrenzung, • Schnittstellenmatrizen, • Überwachungslisten für Behinderungsverfolgung, • Bedenkenkontrollverfahren, • Verzugsübersicht, • Mängelverfolgungslisten.
Referenzprojekte:	First Solar Manufacturing GmbH, Frankfurt/Oder, MW Group Newhaven ERF/Hochtief Construction AG Tierstation, Frankfurt Flughafen/ Hochtief Construction AG Ticona Hostaform, Frankfurt Höchst/Hochtief Construction AG Ford Komponentenwerk in Craiova/ Hochtief Construction AG

Quellen:

[Broc 89] Brockhoff, K.: Schnittstellen-Management. Poeschel, Stuttgart, 1989.

[Buys 03] Buysch, M.: Schnittstellenmanagement für den schlüsselfertigen Hoch-bau. DVP-Verl., Wuppertal, 2003.

[Schw 98] Schwarze, J.: Informationsmanagement. Verl. Neue Wirtschafts-Briefe, Herne [u.a.], 1998.

[Vier u.a. 07] Viering, M. G.; Kochendörfer, B.; Liebchen, J. H.: Managementleistungen im Lebenszyklus von Immobilien. B.G. Teub-ner Verlag / GWV Fachverlage GmbH Wiesbaden, Wiesbaden, 2007.

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BMVBS/BBSR - Zukunft Bau.

D6.6.21 Simultaneous Engineering

Verfasser:	Dipl. Wirt.-Ing. Mustafa Celik Institut für Fabrikbetriebslehre und Unternehmensforschung TU Braunschweig
Grundlagen:	Erste Konzepte zu Simultaneous Engineering wurden Anfang der 60er Jahre in den Vereinigten Staaten im Rahmen der Entwicklung des Total Quality Control-Konzepts erstellt und sind insbesondere in der Luft- und Raumfahrtindustrie seitdem ein gängiges Arbeitsprinzip. In Japan wurden die Simultaneous Engineering-Prinzipien in den 70er und 80er Jahren dann mit großem Erfolg auf Produktentwicklungsvorhaben für Serienprodukte in Elektrotechnik, Elektronik und Automobilbau übertragen.
Umsetzung (nach):	Bullinger
Themenfelder:	Kosten/Kommunikation/Zeit
(Kern-) Ziele:	Simultaneous Engineering ist eine Organisationsstrategie, um die Dauer von Entwicklungsprojekten deutlich zu verkürzen. Notwendige Entwicklungsarbeiten erfolgen nicht mehr sequentiell, sondern werden parallel durchgeführt. Durch die frühzeitige Einbindung aller Beteiligter, d. h. beispielsweise Bauherr, Architekt, Fachplaner und bauausführenden Firmen, in einem Projektteam wird die Kommunikation verbessert, Änderungsbedarf schnell erkannt und eine ganzheitliche Sichtweise frei von Eigeninteressen eingenommen. Durch das Simultaneous Engineering wird die An-zahl der Änderungsvorgänge im Projektverlauf und damit die Planungs- sowie Realisierungszeit reduziert, die Qualität des Gebäudes verbessert und die gesamten Entwicklungskosten verringert.
Kosten:	Kosten für Projektbeteiligte werden in frühere Projektphasen verlagert. Durch Realisierung einer Zeitersparnis und einer Qualitätsverbesserung des Planungsergebnisses ist von einer Reduzierung der Kosten in der Planung sowie insbesondere im Lebenszyklus des Gebäudes auszugehen.
Projekttypen/ - volumen:	keine Einschränkung
Akteure:	Im Simultaneous Engineering wird ein Projektteam gebildet. Dieses setzt sich in Abhängigkeit von dem konkreten Projekt zusammen. Im Beispiel (vgl. Abb.) wird das Bauteam vom Bauherren, dem unternehmensinternen Fabrikplaner, einem Architekten, unterschiedlichen Fachplanern, den bauausführenden Firmen, den Investoren, dem Betriebsrat und Produktionsmitarbeitern gebildet.
Integration in der Planung:	Das Simultaneous Engineering zieht eine veränderte Projektplanung nach sich und setzt somit bereits in der ersten Projektphase

	ein. Das in der ersten Projektphase gebildete Projektteam bleibt über den gesamten Projektverlauf bestehen. Unterstützt werden kann das Simultaneous Engineering durch eine geeignete Kalkulationssystematik, wie beispielsweise das Konzept Guaranteed Maximum Price (GMP).
Integration Lebenszyklus:	Die Nutzung des Simultaneous Engineering hilft, die notwendigen Kompetenzen im Planungsprozess in einem Projektteam zusammenzuführen. Somit ergeben sich insbesondere für den Planungsprozess (d. h. Neubau oder Umbau) Einsatzmöglichkeiten. Jedoch ist auch im Betrieb sowie in der Phase der Stilllegung die Bildung von Kompetenzteams im Sinne des Simultaneous Engineering möglich.
Chancen im Industriebau:	Durch die frühzeitige Abstimmung aller Beteiligter im Planungsprozess können schneller optimalere Lösungen im Sinne einer ganzheitlichen Betrachtung eins Gebäudes realisiert werden. Durch das Simultaneous Engineering sind im Industriebau eine kürzere Planungs- und Realisierungszeit sowie ein schneller Produktionsanlauf zu realisieren.
Risiken im Industriebau:	Die Abstimmung der parallel durchgeführten Arbeiten generiert Aufwand. Zudem werden Arbeitspakete gestartet, deren Input noch nicht abgesichert ist. Daher können Veränderungen in ei-nem Arbeitspaket zu hohem Änderungsaufwand in parallel durchgeführten Arbeitspaketen führen.
Weiterentwicklung:	-
Verwandte Methoden:	Concurrent Engineering, Simultaneous bzw. Concurrent Design, Simultaneous bzw. Concurrent Development, Just-in-Time-Produktentwicklung, Integrierte Produkt- und Prozessentwicklung, Guaranteed Maximum Price (GMP)
Hilfsmittel:	Failure Mode and Effects Analysis (FMEA); Quality Function Deployment (QFD) Target Costing, Wertanalyse, Design for Manufacture and Assembly (DMFA)

Quellen:

Bullinger, H.-J.; Warschat, J.: Concurrent Simultaneous Engineering Systems. London: Springer-Verlag 1996.

Corsten, H.; Corsten, H.: Projektmanagement. München: Olden-bourg Verlag 2000.

Corsten, H.: Simultaneous Engineering als Managementkonzept für Produktentwicklungsprozesse. In Horvath, P.; Fleig, G.(Hrsg.): In-tegrationsmanagement für neue Produkte. S. 125/159 Stuttgart: Schäffer-Poeschel Verlag 1998.

Eversheim, W. (Hrsg.); Bochtler, W.; Laufenberg, L.: Simultaneous Engineering – Erfahrungen der Industrie für die Industrie. Berlin: Springer 1995.

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BMVBS/BBSR - Zukunft Bau.

D6.6.22 Strukturierter Planungsworkshop

Verfasser:	Institut für Bauökonomie, Universität Stuttgart
Grundlagen:	Erstmals angewandt bei der Planung des Motorenprüffeldes Fe 560 der Robert Bosch GmbH, Stuttgart-Feuerbach, in den Jahren 1991 – 1993 Bei komplexen Bauwerken der Robert Bosch GmbH, durch Zentralabteilung Anlagen und Bauten C/RE
Themenfelder:	Qualität/Kosten/Termine/Kommunikation/Flexibilität
(Kern-) Ziele:	Der „Strukturierte Planungsworkshop“ dient in der Bedarfsplanung dazu, vorausschauend aktuelle und denkbare zukünftige Anforderungen des Bauherrn an das Objekt zu erfassen und zu dokumentieren. Durch die Einbindung von know-how-Trägern auf der Bauherrenseite und ggf. von externen Fachleuten der Planung und Ausführung sowie Trägern öffentlicher Belange werden frühzeitig eine umfassende und transparente Planungsgrundlage für alle Projektbeteiligten geschaffen und zukunftsfähige Lösungen entwickelt. Im Dialog werden so z.B. neue fachliche Abhängigkeiten und Möglichkeiten erkannt, die in der Planung zu neuen Lösungen führen. Das Ergebnis ist ein detailliertes Pflichtenheft, das Grundlage für die weitere Planung wird. Damit können auch die Leistungsbilder externer Fachleute genauer gefasst werden. Eine Verkürzung der Planungs-, Genehmigungs- und Ausführungszeiten wird durch Simultaneous Engineering erzielt.
Kosten:	Im Honorar der Planungsbeteiligten (Projektleiter, Architekt, Fachplaner) enthalten. Zeitlicher Aufwand auf Bauherrenseite für Vorbereitung und Durchführung des „Strukturierten Planungsworkshops“ ist abhängig von der Komplexität des Projektes.
Projekttypen/ - volumen:	keine Einschränkung, Anwendung bei komplexen und zukunftsorientierten Aufgaben empfohlen.
Akteure:	Das Verfahren betreibt der Bauherr. Mitwirkende sind neben ihm ggf. seine Fachleute, die die Anforderungen an das Objekt zusätzlich spezifizieren, planende und ausführende Fachleute, ggf. Wissenschaftler sowie Behördenvertreter und Vertreter öffentlicher Belange.
Integration in der Planung:	Das Pflichtenheft ist Basis der Planung. Diese ist daher ständig während Planung und Ausführung auf Übereinstimmung mit dem Pflichtenheft zu prüfen. Das Pflichtenheft ist bei Änderungen der Anforderungen fortzuschreiben. Erst dann ist die Planung entsprechend anzupassen. Bei komplexen Projekten empfiehlt sich, vor Einreichung des Baugesuches einen zweiten Workshop durchzuführen, um ggf. Abweichungen in den Anforderungen frühzei-

	tig zu erkennen und planerische Lösungen z.B. bei Sonderfachleuten, Herstellern oder Genehmigungsbehörden abzusichern. Integration Lebenszyklus: Methode ist in den Phasen 1 „Neubau“ und 3 „Umbau“ anwendbar.
Chancen im Industriebau:	Industriebauten sind oft Prototypen (Gebäude als „Fertigungsmaschine“), die möglichst langlebig und nachhaltig zu gestalten sind, manchmal für Prozesse, Fertigungslinien und Produkte, die bei Planungsbeginn noch gar nicht existieren und erst parallel zur Bauplanung entwickelt werden. Die Einmaligkeit solcher Objekte erfordert gerade in der Bedarfsplanung eine rasche und umfassende Informationsgewinnung durch Bündelung von know-how. Dies wird durch die Methode des „Strukturierten Planungsworkshops“ sichergestellt. Weitere Vorteile sind Zeit- und Kostenersparnis durch Vermeidung unnötiger Rekursionen, frühzeitige Teambildung und Transparenz im Projekt, Entwicklung neuer Lösungen, Fokussierung auf die Projektziele Kosten, Termine und Qualität von Anfang an. Die Dokumentation im Pflichtenheft erlaubt jederzeit die Kontrolle, ob Planung und Ausführung der Zielsetzung entsprechen.
Risiken im Industriebau:	Eine wesentliche Herausforderung für den Bauherrn besteht darin, neben den eigenen Wissens- und Entscheidungsträgern externe Spezialisten und Fachleute aus Planung, Ausführung und zu beteiligenden Behörden zu identifizieren und an einen Tisch zu bringen. Es empfiehlt sich für die Vorbereitung, Organisation und Moderation des strukturierten Planungsworkshops sowie für die Konzepterstellung des Pflichtenheftes einen erfahrenen Industriebau-Planer (Architekt oder Bauingenieur) mit entsprechenden Referenzen als Projektleiter zu beauftragen und ihn mit entsprechenden Befugnissen auszustatten.
Weiterentwicklung:	Abhängig von der Komplexität eines Projektes sollte die Dokumentation des Planungsworkshops in einer Struktur angelegt werden, die im weiteren Planungsprozess wie ein Nachschlagewerk zu verwenden ist und die Entwicklung zu einem Raumbuch, also der Beschreibung der Anforderungen an einzelne Räume, ermöglicht.
Verwandte Methoden:	Value Management, Programming
Hilfsmittel:	Projektbezogene Fragelisten
Referenzprojekte:	Motorenprüffeld Fe 560 der Robert Bosch GmbH
(Auswahl)	Prüfzentrum Boxberg der Robert Bosch GmbH

Quellen:
Prof. Dipl.-Ing. Arch. Christian Deplewski und Dipl.-Ing. Thomas Spiegel
Zentralabteilung Anlagen und Bauten C/RE, Robert Bosch GmbH

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BMVBS/BBSR - Zukunft Bau.

D6.6.23 Systematische Bauherrenberatung

Verfasser:	Dipl.-Ing. Architekt (FH) Jan Gläser, M+W Group
Grundlagen:	Bedarf an gesamtheitlicher Beratung für den Bauherrn. Existente, ähnliche Modelle wie z.B. das Projekt-Management, welches sich schon seit geraumer Zeit als Unterstützung für den Bauherrn etabliert hat. Auch die „DIN 18205 Bedarfsplanung im Bauwesen" versucht in Form von Checklisten Hilfestellungen zu geben. Die in der DIN beinhaltete Prüfliste A (Projekterfassung), Prüfliste B (Rahmenbedingungen, Ziele und Mittel sowie die Prüfliste C (Anforderungen an den Entwurf und an die Leistungen des Objekts) sind Mittel zu einer methodischen Ermittlung von Bedürfnissen für Bauherrn und Nutzer zur Umsetzung eines Bauvorhabens.
Themenfelder:	Im Zuge der Methode Bauherrenberatung werden mehrere Themenfelder angesprochen und sind mit ihnen direkt verknüpft. Dazu gehören alle Kernthemen die zur Umsetzung eines Bauvorhabens notwendig sind.
(Kern-) Ziele:	Zur immer komplexer werdenden Realisierung eines Bauvorhabens als ein Gesamtkonstrukt aus sehr vielen Einzelteilen die früher eher baulicher Natur waren, gesellen sich zunehmens Anforderungen aus Technik, Gesetz und marktwirtschaftlicher Lage. Für einen Bauherrn gestaltet es sich immer schwieriger sich eine für ihn geeignete Projektabwicklungsform zu finden, bzw. sich dem Bedarf einer solchen erst bewusst zu machen. Insofern ist es zielführend eine Bauherrenberatung anzubieten, die den Bauherrn in der Gesamtheit eines Projektes unterstützt. Zur sicheren und bauherrenorientierten Unterstützung der Zielerreichung des Bauherren ist ein klares systematisches, systemübergreifendes, interaktiv strukturiertes Anforderungsmanagement erforderlich. Das Anforderungsmanagement hat einen besonders hohen Stellenwert für den Bauherren bezüglich des Erreichens seiner Ziele, besonders wenn er plant Bauaufträge in einer sehr frühen Phase zu vergeben. Das Ziel ist die Wahrnehmung des Bauherren über die Notwendigkeit einer begleitenden Bauherrenberatung durch einen methodischen Ansatz, durch ganzheitliche Betrachtungen und organisatorische Balance. Ein interdisziplinärischer Informations- und Erfahrungsaustausch auf der Ebene der Bauherrenberater steigert die Fachkenntnis der Einzelnen und bringt innovative Tendenzen breitgefächert in den Bereich Industriebau.

Kosten:

Die Kosten eines Bauherrenberaters rechnen sich im Verlauf eines Projektes an verschiedenen Stellen, da der Bauherrenberater gesamtheitlich agiert. Das heißt er begleitet den Bauherrn vom Beginn der Projektidee bis zur Übergabe des Bauwerkes. Auf diesem Weg gibt es in jeder Phase die Möglichkeit Kosten einzusparen.
Die Beeinflussung der Objektkosten (Planungs- Bau- und Folgekosten) zieht sich durch sämtliche Projektstadien.
Hierzu gehören unter anderem:

- Bedarfsplanung mit den nutzerorentierten Anforderungen, der Bedarfsanalyse und der Projektdefinition
- Objektplanung
- Objektüberwachung
- Inbetriebnahme
- Objektnutzung

Unterstrichen wird diese Tatsache der Beeinflussung durch einen Bauschadensbericht der Bundesregierung. Dieser verdeutlicht die Notwendigkeit einer nutzerorientierten Bauherrenberatung, die im günstigsten Fall von der ersten Stunde an den Bauherren unterstützt und führt.
Demnach sind bei Schadensursachen an Bauten folgende Faktoren maßgebend:

- 40 % Entwurfs oder Planungsfehler
- 15 % unsachgemäße / falsche Werkstoffwahl
- 30 % Ausführungsfehler
- 9 % Anwendungsfehler
- 6 % mangelnde Pflege und Unterhaltung

Innerhalb des vom Bauherrenberater durchgeführten Anforderungsmanagements können die dadurch festgesetzten Kosten-Nutzen-Vorgaben die Systemanforderungen an die Architekturqualität, die Funktion, die Technik, die Konstruktion, die Flexibilität und die Variabilität abgeleitet werden.
Durch die Integration der Kompetenzen und deren Führung durch eine Person entwickelt sich ein geringeres Konfliktpotential, welches wiederum z.B. zur Reduzierung von Nachträgen führt und somit die Abrechnung wesentlich vereinfacht.

Projekttypen/ - volumen:

Hier gibt es keine Einschränkungen, eine Bauherrenberatung ist für alle Projekttypen des Industriebaues geeignet. Der Umfang und die Art der Integration des Bauherrenberaters innerhalb eines Projektes sind sehr flexibel.

Akteure:

Der Bauherr beauftragt den Bauherrenberater, der ihn über den Gesamtprozess des Projektes begleitet. Die Konstellation des Bauherrenberaters in der Gesamtabwicklungsform kann entwe-

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BMVBS/BBSR - Zukunft Bau.

der in Stabfunktion (beratend) oder in Linienfunktion (vertretend) erfolgen.
Darüber hinaus stehen auf der Bauherrenseite (Auftraggeberseite) die internen und externen Fachstellen zu Verfügung (Recht, Betrieb, Nutzer, etc.) und auf der Auftragnehmerseite die Architekten, Bauingenieure, Haustechnikingenieure, Spezialisten und letztlich die Unternehmer.
Je nach Komplexität eines Bauvorhabens können noch Fachleute für das Projektmanagement installiert werden, die die Aufgaben der Führung und Abwicklung des eigentlichen Bauablaufes übernehmen.

Integration in der Planung: Die schon in einer sehr frühen Phase durch den Bauherrenberater ermittelten Informationen und Einflüsse wirken sich in der Planung positiv aus. Der Informationsfluss ist gerichtet, ist abrufbar und strukturiert.
Zur Ermittlung eines wirtschaftlichen Lösungsansatzes schon in der Konzept- und Vorstudienphase ist eine professionelle Unterstützung notwendig. Dabei steht die zu ermittelnde geeignete bauliche Lösung im Vordergrund.
Planerische Änderungen werden durch eine stabile Grundlagenermittlung minimiert.
Erforderliche Erkenntnisse, z.B. aus der Haustechnik werden rechtzeitig abgerufen da die Schnittstellen professionell gesteuert werden. Es reduzieren sich die Schnittstellenprobleme und die daraus resultierenden Reibungsverluste. Schnittstellenprobleme können mit den anderen Planungsbeteiligten flexibel und kooperativ gelöst werden.

Integration Lebenszyklus: Die Betrachtung des Lebenszyklus eines Bauwerkes rückt immer mehr in den Fokus. Umso deutlicher werden zukünftig die Bau- und Nutzungsphasen sowie die damit verbundenen Aufgaben der wesentlich Beteiligten in Hinblick auf den Lebenszyklus in den Planungsprozess zu integrieren sein.
Der Lebenszyklus als wesentlicher Bestandteil der Idee des Bauens erhält immer mehr die Charakteristik des Endlichen.

Chancen im Industriebau: Durch die aktuelle Situation in der Bauwirtschaft, in der Bauherren nach ihrer Investitionsentscheidung eine beschleunigte Realisierung („time to market“) ihrer Bauprojekte erwarten, müssen zur Umsetzung dieser beschleunigten Realisierung die Planungs- und Bauprozesse weitgehend parallelisiert werden. Um die interaktive Abhängigkeiten zu erkennen und die Aktivitäten gemäß ihrer Abhängigkeiten zu planen und zu bauen wird ein systematisches Vorgehen verlangt.
Um aus den interaktiven Abhängigkeitsbeziehungen zwischen

den einzelnen Prozessschritten einen möglichst parallelisierten Prozessablauf abzuleiten und festzulegen, z.B. wann welche Fragen mit den Partnern im Bauprozess zu klären sind, wird der Bauherrenberater aktiv.
Durch die Tätigkeiten des Bauherrenberaters wird dem Industriebauherren die Möglichkeit eröffnet bei all den komplexer werdenden Abläufen, einen sicheren roten Leitfaden zu besitzen.
Um auch Fehlerentscheidungen zu minimieren und zu verhindern, bedarf es einer Struktur, die es ermöglicht viele Projektaktivitäten zielorientiert zu überlappen, um damit den Planungs- und Bauprozess zu optimieren.
Ebenso finden konzentrierte Rückkopplungsprozesse statt, die sich durch sämtliche Projektphasen ziehen und einzelne Bereiche immer weiter verfeinern.
Der Schlüssel zur raschen Projektrealisierung liegt beim Bauherren. Er muss sicherstellen, dass eine zielorientierte, weitgehend störungsfreie, effiziente Projektabwicklung möglich ist. Wichtig ist, dass der Bauherr erkennt welchen Beitrag er leisten muss, um eine schnelle, möglichst reibungslose Projektrealisierung zu gewährleisten. Er sollte bereits in der Vorprojektphase durch die Unterstützung eines Bauherrenberaters klare, transparente Vorstellungen entwickeln.
Weitere Aufgaben können durch einen Bauherrenberater unterstützt werden.

- Standortfrage
- Generelle bauliche Lösungen
- Rechtliche Rahmenbedingungen
- Überwachung der Planung
- Kontrolle des Qualitäts-, Termin- und Kostenrahmens
- Kontrolle der Nachunternehmer

Durch die interaktive Arbeit des Bauherrenberaters ist das Erkennen und das Umsetzen von Synergien zwischen der Planungs-, Bauausführungs- und Betriebsphase besser zu realisieren. Dies ist in der traditionellen Aufgabentrennung nicht optimal.
Ausgelöst durch die Führung innerhalb der Projektorganisation streben die verschiedenen Projektbeteiligten trotz unterschiedlicher Eigeninteressen im Sinne der Projektrealisierung ein Gesamtoptimum an.

Risiken im Industriebau:

Die Risiken im Industriebau mit Hinblick auf die technischen Machbarkeiten und die planerischen, analytischen und organisatorischen Möglichkeiten liegen in der Grenze des Machbaren. Diese Grenzen zu überschreiten bedeutet Verlust an Effektivität und Qualität.

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BMVBS/BBSR - Zukunft Bau.

	Sämtliche Optimierungsmaßnahmen sind endlich und dürfen nicht dazu verleiten, die realen Zwänge zu missachten.
Weiterentwicklung:	Eine Stärkung der Bauherrenfunktion ist für alle Beteiligten von Vorteil. Eine Verfeinerung bzw. eine Vertiefung der Aufgaben des Bauherrn trägt zur Leistungsoptimierung aller Phasen und Themen bei. Eine wünschenswerte Weiterentwicklung würde im verstärkten und besseren Zusammenspiel aller ein nachhaltiges Echo finden.
Verwandte Methoden:	Projektmanagement
Hilfsmittel:	Literatur vorhanden
Referenzprojekte:	-

Quellen:

Dr. Ing. Franz-Josef Frey, Planen und Bauen aus Sicht des Bauherren, Projektmanagement und Bauherrenberatung/ Infraserv Höchst, Frankfurt am Main

Deutsches Institut für Normung e.V.: Bedarfsplanung im Bauwesen. Beuth Verlag, Berlin, 2001.

Schalcher, H.-R.: Immobilienmanagement. Handbuch für Immobilienentwick-lung, Bauherrenberatung, Immobilienbewirtschaftung. Schulthess, Zürich, 2009.

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BMVBS/BBSR - Zukunft Bau.

D6.6.24 Terminplanung

Verfasser:	Dipl.-Ing. Christopher Hagmann, Prof. Dr. Christian Stoy Institut für Bauökonomie, Universität Stuttgart
Grundlagen:	Die Planung von Terminen ist so alt wie die Kooperation von Menschen in Projekten aller Art. Und nicht erst heute lohnt sich aufgrund des großen Einsatzes der knappen Ressourcen Geld und Zeit bei Bauprojekten die sorgfältige Planung des Projektablaufs. Eine frühe Methode der derzeit aktuellen Netzplantechnik (NPT) wurde in den 1950ern im Auftrag der US Navy entwickelt, um die Planung und Durchführung von Projekten zu verkürzen. In Deutschland ist die Netzplantechnik in der aktuellen Fassung der DIN 69900 (2009) beschrieben. Zu den kritischen Erfolgsfaktoren eines Bauprojekts, das die Planungs- und Ausführungsphase durchläuft, zählt im Allgemeinen die Sicherstellung der Ziele hinsichtlich Qualität, Terminen und Kosten (vgl. beispielsweise Project Management Institute, 2000). Mindestens diese drei Faktoren stehen deshalb im Zentrum eines jeden Projekts und sind vor allem durch den Architekten und die Fachplaner sowie das Projektmanagement und die Projektsteuerung zu gewährleisten.
Themenfelder:	Termine (und Kosten, Bedarf)
Ziele/Kernaufgaben:	Durch die z. T. globale Verknüpfung von Geschäftsbeziehungen ist die Einhaltung von gesetzten Terminen (z. B. Produktionsstart eines neuen Produkts) für ein Unternehmen von größter Wichtigkeit. Die sorgfältige Terminplanung der Planung und Ausführung der Produktionsstätte hat dabei großen Einfluss auf die Einhaltung des festgesetzten Inbetriebnahmetermins und damit auf den Gesamterfolg des Projekts. Die Terminplanung umfasst den gesamten Prozess von der Idee bis zur Erstellung/Umsetzung des Bauwerks (einschließlich geordneter Inbetriebnahme). Dabei werden geplante Maßnahmen (Vorgänge) sowie besondere Ereignisse (Meilensteine) in geeigneter Weise textlich und/oder grafisch dargestellt sowie logisch miteinander verknüpft (Netzplantechnik). Somit wird ein zeitbasiertes Prognose-, Kommunikations-, Kontroll- und Steuerungsinstrument zur Verfügung gestellt. Die Gesamtheit von Terminermittlung, -kontrolle und -steuerung erlaubt eine qualifizierte Terminplanung, die als iterativer Prozess zu verstehen ist.
Kosten:	In den Honoraren der Planenden sind die Leistungen grundlegender Terminplanung enthalten. Differenziertere Terminplanung ist separat zu vergüten.

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BMVBS/BBSR - Zukunft Bau.

Projekttypen/-volumen:	keine Einschränkung
Akteure:	Der Bauherr gibt die Rahmentermine vor. Er setzt ein Terminziel und wählt – um dieses zu erreichen – geeignete Projektpartner aus (Planer, Fachplaner, ausführende Firmen). Die Terminplanung eines Projekts kann aber auch an spezialisierte Büros vergeben werden, die diese Aufgabe im Rahmen des Projektmanagements oder einer Projektsteuerung für den Bauherrn wahrnehmen.
Integration in der Planung:	In einem ersten Schritt ist ein Grobterminplan auf der Grundlage der Rahmentermine zu erstellen. Der Grobterminplan umfasst die gesamte Projektdauer vom Projektstart bis zur Inbetriebnahme des Objektes. Er ist mindestens in die Vorgänge Planung und Ausführung zu unterscheiden sowie mit Meilensteinen zu versehen (z.B. Beginn der Planung, Einreichen bzw. Erteilung der Baugenehmigung, Baubeginn, Baufertigstellung, Inbetriebnahme). Im weiteren Verlauf des Projekts wird diese erste Terminplanung weiter detailliert (Feinterminplanung).
Integration Lebenszyklus:	Eine fach- und sachgerechte Terminplanung ermöglicht die zeitliche Koordination von Maßnahmen in den Phasen 1 „Neubau“ und 3 „Umbau“.
Chancen im Industriebau:	Die qualifizierte Terminplanung versetzt einen in die Lage, Projekte termingerecht fertig zu stellen. Der Einsatz einer qualifizierten Terminplanung ist deshalb für jegliche Art der Planung und Ausführung von Industriebauprojekten unverzichtbar.
Risiken im Industriebau:	Die verspätete Inbetriebnahme eines Bauobjekts kann zu einem erheblich verspäteten Start der Produktion und in der Folge zu Verlusten (z. B. Schadenersatzforderungen) führen.
Weiterentwicklung:	keine
Verwandte Methoden:	Meilensteinmethode, Investitions- und Nutzungskostenplanung
Hilfsmittel:	EDV-Programme zur Terminplanung
Referenzprojekte:	alle Industriebauprojekte

Quellen:

Bielefeld, B. (2009) Basics Terminplanung, Birkhäuser, ohne Ort.

Brandenburger, Ruosch (1993) Ablaufplanung im Bauwesen. Baufachverlag, Dietikon.

DIN 69900 (2009) Projektmanagement – Netzplantechnik; Beschreibungen und Begriffe

Oelsner, U. (2009) Praxis der Planungs- und Bauökonomie. Oldenbourg, München.

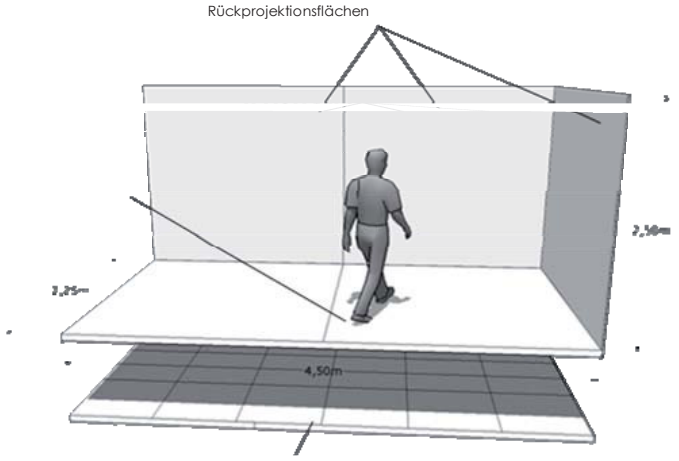
Project Management Institute (2000) A guide to the project management body of knowledge (PMBOK guide). Newtown Square, Penn.

D6.6.25 Virtuelle Fabrik- und Gebäudeplanung

Verfasser: M.Eng. Tim Mielke, Dipl.-Wirtsch.-Ing. Sebastian Weckenborg
Institut für Fabrikbetriebslehre und Unternehmensforschung
TU Braunschweig

Entstehung/Herkunft: Flugsimulatoren, Computerspiele-Industrie
Umsetzung (nach): IFU Referenzmodell
Themenfelder: Kosten/Kommunikation/Zeit/KVP
(Kern-) Ziele: Hauptziel dieser Methode ist die kontinuierliche Verbesserung der Fabrik- und Gebäudeplanung und Produktionsgestaltung.

Unter Virtuelle Realität ist die Anwendung einer hochmodernen Mensch-Maschine-Schnittstelle zu verstehen, die mit dem Einsatz innovativer Endgeräte den Benutzer in eine dreidimensionale rechnerinterne Welt einbezieht. Sie umfasst somit alle Technologien zur Definition und echtzeitfähigen Aufbereitung eines rechnerinternen dreidimensionalen Modells für die menschlichen Sinne, die es dem Benutzer ermöglichen durch Einbeziehung seiner Person in das Modell (Immersion) und infolge durch das Modell initiierter multimodaler Rückkopplungen dieses direkt zu manipulieren (Interaktion).



Die gemeinsame Nutzung einer Datenbasis dreidimensionaler Modelle sowie der kontinuierliche Austausch von Planungsergebnissen bringen einen qualitativen Zuwachs in der Planung und sparen letztlich Zeit und Kosten. Wesentlich ist auch die Vermeidung von Planungsfehlern, da von allen Seiten die Planungsergebnisse integriert betrachtet und validiert werden können. Der Architekt kann sich also zum Beispiel seine Planung mitsamt der hierin durch den Fabrikplaner angeordneten Fertigungseinrichtungen als virtuell betriebenes Modell in der Virtual Reality-Ansicht ansehen

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BMVBS/BBSR - Zukunft Bau.

Kosten:	Hohe Kosten für die Anschaffung der der zur Virtuellen Fabrikplanung notwendigen Hardware oder die Inanspruchnahme von Dienstleistung auf diesem Gebiet
Projekttypen/ - volumen:	keine Einschränkung
Akteure:	Entscheidungsträger, Fabrikplaner, operative Mitarbeiter
Integration in der Planung:	Meilensteine, Absicherung von Planungsergebnissen
Integration Lebenszyklus:	Optimierung, KVP
Chancen im Industriebau:	Validierung und Absicherung der Ergebnisse in frühen Stadien des Planungsprozesses
Risiken im Industriebau:	Hoher Aufwand zur Anfertigung von 3D-Modellen, keine genormten Schnittstellen zum Austausch der Daten
Weiterentwicklung:	Augmented Reality, Holografie
Verwandte Methoden:	Simulation, CAD
Hilfsmittel:	Simulation, Animation, segmentierter Schwingungsboden

Quellen:

Kühn, W.: Digitale Fabrik: Fabriksimulation für Produktionsplaner;

Hanser Verlag, 2006.

Dombrowski, U; Tiedemann, H.; Bothe, T.: Visionen für die Digitale Fabrik; Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb (ZWF); Heft 96 (2001)

Verein Deutscher Ingenieure: VDI 4499, Digitale Fabrik: Grundlagen; Düsseldorf 2006.

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BMVBS/BBSR - Zukunft Bau.

D6.6.26 Zertifizierungssysteme

Verfasser: M.Eng. Markus Krauß
Transsolar Energietechnik GmbH, Stuttgart

Grundlagen: DGNB/Deutschland, LEED/USA, BREEAM/Großbritannien, HQE/ Frankreich
Im Bereich des Industriebaus ist momentan eine Zertifizierung nach DGNB, BREEAM und BREEAM Europe möglich.

Themenfelder: Qualität, Kosten

(Kern-) Ziele: Die Themenfelder, welche in den Zertifizierungssystemen angesprochen werden sind hauptsächlich in Bereichen Qualität und Kosten zu finden. Teilweise wird das Themenfeld Zeit noch mit berücksichtigt.
Alle Zertifizierungssysteme basieren auf der Grundidee, die Leistungsfähigkeit von Gebäuden zu steigern, transparent und vergleichbar zu machen, Kriterien zur Nachhaltigkeit von Gebäuden zu definieren und eine objektiv messbare Feststellung der Gesamtqualität sicherstellen. Hierzu bedienen sich alle Systeme bestimmten Strukturen, welche anhand verschiedener Qualitätskriterien für das jeweilige Projekt beansprucht werden können (Checkliste). Die Bewertung findet anhand von verschiedenen Güteauszeichnungen statt. So vergibt die DGNB Auszeichnungen (Abb. D112a) in den Kategorien Bronze, Silber und Gold. BREEAM verleit die Kategorien „Pass“, „Good“, „Very Good“ und „Excellent“; bei LEED werden Bronze, Silver, Gold und Platinum vergeben.

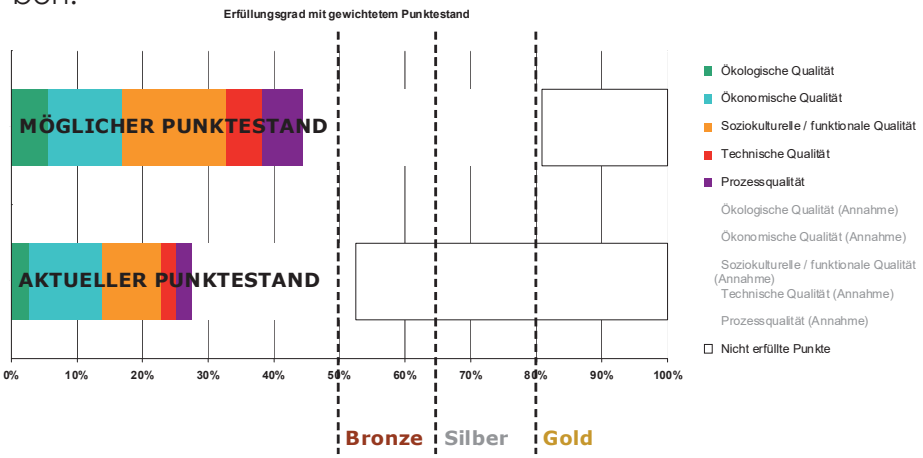


Abb. D112a: Beispiel einer Bewertung nach DGNB [Quelle: Transsolar]

Um diese Gesamtbewertung erfassbar zu machen, wird in allen Systemen nach Hauptkategorien unterschieden, z.B. im DGNB-System hinsichtlich 6 Hauptkategorien.

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BMVBS/BBSR - Zukunft Bau.

Diese Hauptkategorien bestehen ihrerseits wiederum aus mehreren Unterkategorien. Diese Unterkategorien definieren das jeweilige Nachhaltigkeitsziel, beschreiben den Indikator oder die Handlungsstufe und bewerten den Erfüllungsgrad durch ein Punktesystem. Dieser prinzipielle Grundansatz ist bei allen Zertifizierungssystemen gleich, obwohl die einzelnen Kriterien abweichen können.
Einen Überblick über den Inhalt und die Ziele verschiedener Zertifizierungssysteme gibt die folgende Tabelle. Dabei muss beachtet werden, dass die Systeme inhaltlich nicht identisch sind und nur teilweise ein direkter Vergleich möglich ist.

DGNB	LEED	BREEAM
Ökologische Qualität	Standort und Außenraum	Prozesse in Planung und Bau
Ökonomische Qualität	Wasserbedarf während der Nutzung	Gesundheit und Behaglichkeit
Soziokulturelle / funktionale Qualität	Energiebedarf während der Nutzung	Energiebedarf während der Nutzung
Technische Qualität	verwendete Materialien	Infrastruktur im und zum Gebäude
Prozessqualität	Gesundheit und Behaglichkeit	Wasserbedarf während der Nutzung
Standortqualität	Innovationen und Besonderheiten	Baumaterialien
		Inanspruchnahme von Naturraum
		Schadstoffemission während der Nutzung

Abb. D112b: Hauptkategorien verschiedener Zertifizierungssysteme

Speziell für den Industriebau gibt es bisher bei DGNB (DGNB Industriebau) und BREEAM (Industrial) eigenständige Steckbriefe. Seit 2009 gibt es BREEAM Europe, ein kombiniertes System aus BREEAM (Großbritannien) und HQE (Frankreich), nach dem auch Industriegebäude zertifiziert werden können.

Kosten: Für alle Zertifizierungssysteme sind Mehrkosten für die eigentliche Zertifizierung, das Audit und Planungsmehrkosten zu berücksichtigen. Generell ist auch mit höheren Investitionskosten zu rechnen, dies ist im Einzelfall unterschiedlich und muss dementsprechend ermittelt werden. Dem gegenüber stehen potentielle Betriebskostenminderungen z. B. durch ein optimiertes Energie- und Versorgungskonzept.

Projekttypen/ - volumen: DGNB: verschiedene Typen, inklusive Logistikzentren, Hochregallager, Produktionsgebäude
BREEAM: unter anderem Zertifizierung für Lagerhäuser (inklusive Kühlhäuser), Leichtindustrie (Herstellung, Fertigung und Verpackung)

Akteure: Auditor, Bauherr, Architekt, Fachplaner

Integration in der Planung: Eine möglichst frühzeitige Entscheidung für eine Zertifizierung bietet den Vorteil einer hohen Einflussnahme auf das Gesamtprojekt. Eine Integration in der Planung ist daher sehr zu empfehlen, um den Nachhaltigkeitsgedanken und die gewünschten Zertifizierungszeile noch zu beeinflussen.

Integration Lebenszyklus: Idealerweise wird während des Lebenszyklus eine Evaluierung (Monitoring) durchgeführt. Das US Green Building Council diskutiert in diesem Zusammenhang gerade die Möglichkeit einer nachträglichen Aberkennung der Zertifizierung, wenn das Gebäude nicht die angestrebten Ziele während des Betriebs erreicht hat.

Chancen im Industriebau: Allein im Sektor Industriebau werden mehr als ein Viertel der Endenergie in Deutschland verbraucht (siehe Abb. D113). Damit besteht ein großes Potential für nachhaltige Gebäude und zur optimierten Energienutzung im Industriebau.

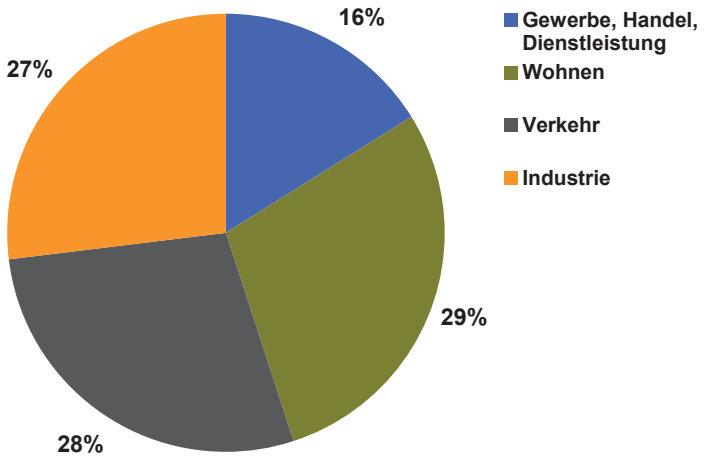


Abb. D113: Endenergiebedarf nach Sektoren für 2005 [Quelle BMWi]

Durch eine Zertifizierung und des damit verbundenen Prozesses, werden alle Planungsbeteiligte und der Bauherr hinsichtlich nachhaltigen Bauens sensibilisiert und das Gebäude anhand der Nachhaltigkeitsziele des Unternehmens integral geplant (Idealzustand). So entwickelt sich ein besseres Verständnis für ein nachhaltiges Gebäude, welches auch die gesundheitlichen Aspekte für Mensch und Umwelt berücksichtigt.
Damit wird weiterhin ein nicht zu unterschätzender Beitrag zur Bewusstseinsbildung geschaffen, die die Grundvoraussetzung ist für ein ganzheitliches und nachhaltiges Denken und Handeln, nicht zuletzt im Industriebau.

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BMVBS/BBSR - Zukunft Bau.

Risiken im Industriebau:	Generell ersetzt eine Zertifizierungssystem nicht eine integrale und ganzheitliche Planung. Es ist vielmehr so, dass eine integrale Planung Grundlage für eine spätere gute Zertifizierung ist und nicht umgekehrt. Die Schritte hin zu einem optimierten Gebäude führen über die Planung (nachhaltiges Konzept) über die Ausführung (Umsetzung des nachhaltigen Konzepts) bis hin zur Nutzung des Gebäudes (nachhaltiges Betreiben). Nur wenn alle Schritte gut ineinander greifen kann ein nachhaltiges Gebäude und Gebäudebetrieb geschaffen werden. Die Schwierigkeit bei einer Zertifizierung eines Industriebaus stellt die Komplexität der Gebäude im Industriebau dar. Aufgrund der Komplexität und Vielzahl verschiedener Industriegebäude fällt die Vergleichbarkeit relativ schwer. Des Weiteren muss im Einzelfall geprüft werden, ob die Prozesse (Produktion) einen Einfluss auf die Gesamtbewertung des Gebäudes haben und in der Gesamtbewertung berücksichtigt werden. Das Ziel sollte sein, dass Synergieeffekte (zwischen Gebäude und Produktion) und die Potentiale hinsichtlich z.B. Energieeffizienz berücksichtigt werden (z.B. Abwärmenutzung aus der Produktion und Verwendung in einem Nah/Fernwärmenetz). Um dieses Potential optimal zu nutzen, ist eine integrale und auf die individuellen Industriegebäude abgestimmt Konzeption und Bewertung notwendig.
Weiterentwicklung:	An den Zertifizierungssystemen wird ständig weiterentwickelt. Das System DGNB-Industriebau wurde z. B. zum ersten Mal im Jahr 2009 an einigen Industriebauten angewendet. Weitere Zertifizierungen und eine damit verbundene Verifizierung und Evaluierung wird die Vergleichbarkeit in den nächsten Jahren steigern.
Verwandte Methoden:	GreenStar, Australien; HQE, Frankreich; CASBEE, Japan, Estidama, UAE
Hilfsmittel:	Systembeschreibungen, Steckbriefe, Checklisten
Referenzprojekte:	DGNB Industriebau: Immogate Logistikcenter, München; Neubau Hochregallager, Hagenow; SANHA Produktionsgebäude, Großharthau-Schmiedefeld; Logistikzentrum DHL, Bielefeld; Logistikzentrum, Herten; 1. Bauabschnitt im LogPark, Hamburg

Quellen:

DGNB: Deutsche Gesellschaft für nachhaltiges Bauen (www.dgnb.de)

BREEAM: The Environmental Assessment Method for Buildings around the World (www.breeam.org)

LEED: Leadership in Energy and Environmental Design (www.usgbc.org)

Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie BMWi, (http://www.bmwi.de/BMWi/Navigation/Energie/energiestatistiken.html)

Transsolar Energietechnik GmbH (www.transsolar.com)

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BMVBS/BBSR - Zukunft Bau.

D6.6.27 Zukunftsprognostik/ Szenariomanagment

Verfasser: Dipl.-Wirt.-Ing. Oliver Köster
Heinz Nixdorf Institut
Lehrstuhl für Produktentstehung, Paderborn

Grundlagen: Kahn, H.; Wiener, A.J.-1967: Scenario Writing
Gausemeier, J. Plass, C. Wenzelmann, C.–2009: Szenario-Technik

Themenfelder: Bedarf/Wandlungsfähigkeit/Ressourcen/Sozio-kulturelle Faktoren/Kosten/Zeit/Gesetze, Normen, Verordnungen/ Kompetenzen/Konstellationen/Kommunikation/ Flexibilität

(Kern-) Ziele: Die Szenario-Technik beruht auf den beiden Grundprinzipien multiple Zukunft (aus heutiger Sicht sind verschiedene zukünftige Entwicklungen eines Einflussfaktors denkbar) und dem vernetzten Denken (Einflussfaktoren sind miteinander vernetzt und beeinflussen sich gegenseitig) (Abb. 1).

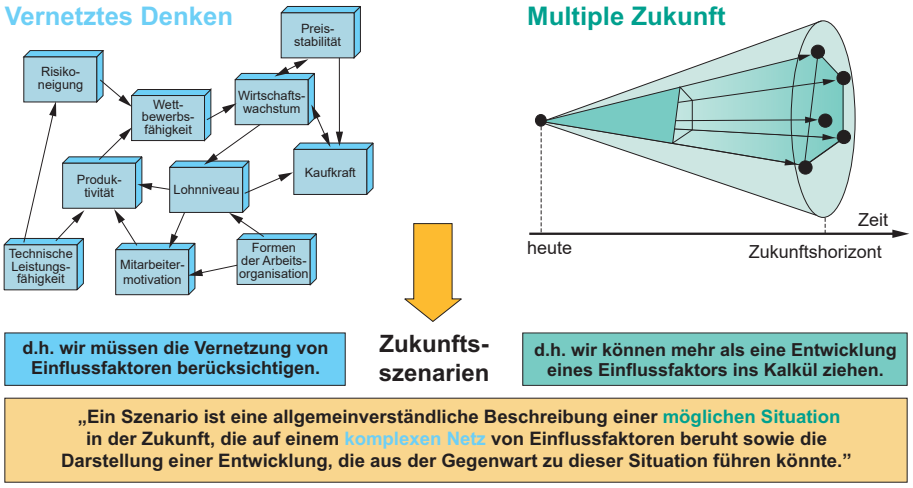


Abb. D114: Grundlagen der Szenario-Technik [GPW09]

Ein Szenario ist eine allgemeinverständliche und nachvollziehbare Beschreibung einer nachvollziehbaren Situation in der Zukunft, die auf einem komplexen Netz von Einflussfaktoren beruht. Der Blick in die Zukunft kann durch einen Trichter symbolisiert werden [Rei91] (Abb. D115). Dieser Blick führt zu mehreren Szenarien, weil basierend auf dem Grundprinzip der multiplen Zukunft in der Regel mehrere Entwicklungsmöglichkeiten je Einflussfaktor ins Kalkül gezogen werden.

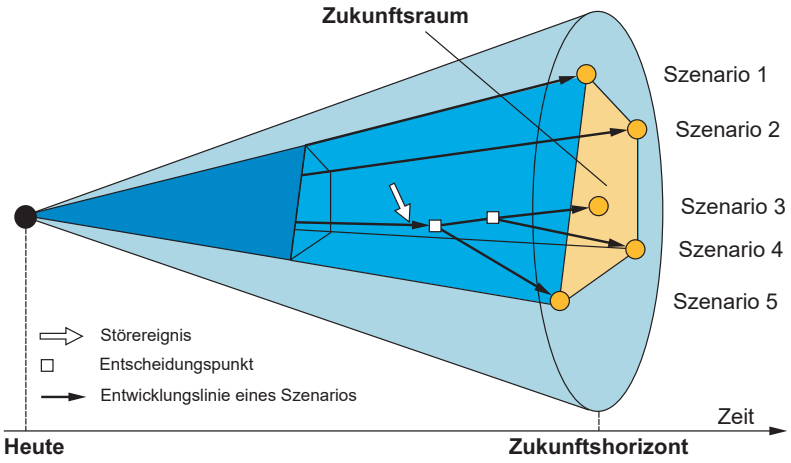


Abb. D115: Szenario-Trichter [GPW09]

Das wesentliche Ziel der Szenario-Technik ist es, Chancen/ Erfolgspotentiale und Gefahren zu erkennen und dementsprechend strategische Entscheidungen zu unterstützen. Die zu treffenden Entscheidungen beziehen sich immer auf einen Untersuchungsgegenstand - beispielsweise ein Unternehmen, eine Geschäftseinheit oder ein Produkt.
Aufgrund der Grundprinzipien ist die Szenario-Technik geeignet, einen Beitrag für alle Themenfelder des Planungsleitfadens Zukunft Industriebau zu leisten. Die einzelnen Themenfelder werden nicht isoliert sondern in Wechselwirkung miteinander betrachtet.

Kosten:	Personentage Experten (Expertise im Rahmen der Szenarioerstellung), Moderation (Methodenkompetenz)
Projekttypen/ - volumen:	keine Einschränkung
Akteure:	Wertanalysebegleiter, Vertreter des Wertanalyseteams, Fachberater, Bauherr/ Projektleiter
Integration in der Planung:	Die unabhängige Anwendung der Szenario-Technik durch einen qualifizierten Moderator ist Teil der ersten Projektphase (Idee, Aufbau) und kann als zyklischer Prozess die Ausführungs- und Betriebsphase weiter begleiten, um die erforderlichen Bedarfe konstant zu begleiten und ihre Umsetzung zu prüfen.
Integration Lebenszyklus:	Die Szenario-Technik ist geeignet für den Einsatz in der Objektphase (Betrieb) sowie Umbau (Idee, Ausbau) zur Identifizierung sich ergebender Chancen oder Gefahren infolge einer sich ändernden Umwelt.
Chancen im Industriebau:	Abhängigkeiten der einzelnen Themenfelder/ Kernaufgaben berücksichtigen und somit einen Blick für das Gesamtbild erhalten
Risiken im Industriebau:	Die korrekte Durchführung der Szenario-Technik erfordert Methodenkompetenz und Erfahrung. Ohne diese können die gewünschten Ergebnisse ausbleiben.

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BMVBS/BBSR - Zukunft Bau.

Weiterentwicklung:	-
Verwandte Methoden:	Delphi-Methode, Trendanalyse, Strategische Frühaufklärung
Hilfsmittel:	Excel-Matrizen, Scenario-Software (vgl. Quellen). Verschiedene Beratungsunternehmen und Hochschulinstitute bieten deutschlandweit ihre Unterstützung an.
Referenzprojekte:	Die Zukunft des Geldausgabeautomaten, Neue Wege zur Produktentwicklung

Quellen:

Gausemeier, J., Plass, C., Wenzelmann, C.: Zukunftsorientierte Unternehmensgestaltung – Strategien, Geschäftsprozesse und IT-Systeme für die Produktion von morgen. Hanser, München, 2009.

Kahn, H.; Wiener, A.J.: The year 2000 – A Framework for speculation on the next thirty-three years. 1976

Reibnitz, U. von: Szenario-Technik – Instrumente für die unternehmerische und persönliche Erfolgsplanung. Gabler, Wiesbaden, 1991

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BMVBS/BBSR - Zukunft Bau.

D7 Evaluierung

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BMVBS/BBR - Zukunft Bau.

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BMVBS/BBR - Zukunft Bau.

Dipl. Ing. Regina Sonntag, Dipl. Ing. Antje Voigt

D7 Evaluierung

Um eine zielführende Entwicklung der Planungssystematik zu gewährleisten, wurden projektbegleitende Evaluierungsmaßnahmen durchgeführt. Über den gesamten Projektverlauf hinweg wurden so die theoretischen Forschungsergebnisse mit Erfahrungen aus der Praxis abgeglichen. Im Einzelnen wurden hierzu die folgenden Maßnahmen unternommen (vgl. Abb. D89):

- Regelmäßige Treffen im Forschungskreis mit allen im Projekt eingebundenen Industriepartnern und Gutachtern,
- Bildung von Arbeitsgruppen mit einzelnen Industriepartnern zur Weiterentwicklung der Arbeitspakete,
- Einbindung von externen Experten aus Forschung und Praxis,
- Umfrage bei Experten über Fragebögen,
- Untersuchung von Pilotprojekten: Besuche bei mittelständischen Unternehmen mit Besichtigung beispielhafter Bauten (vgl. Teil E des Forschungsvorhabens) und
- Vorgespräche mit mittelständischen Unternehmen zum testweisen Einsatz der Planungssystematik im Planungsprozess.

Die Ergebnisse der Evaluierungsmaßnahmen wurden kontinuierlich in die Entwicklung der Planungssystematik eingearbeitet und schlagen sich in den o. g. Absätzen nieder. Im Folgenden beschrieben werden sollen daher im Wesentlichen Ziele, Kontext und Vorgehensweise der einzelnen Aktivitäten.

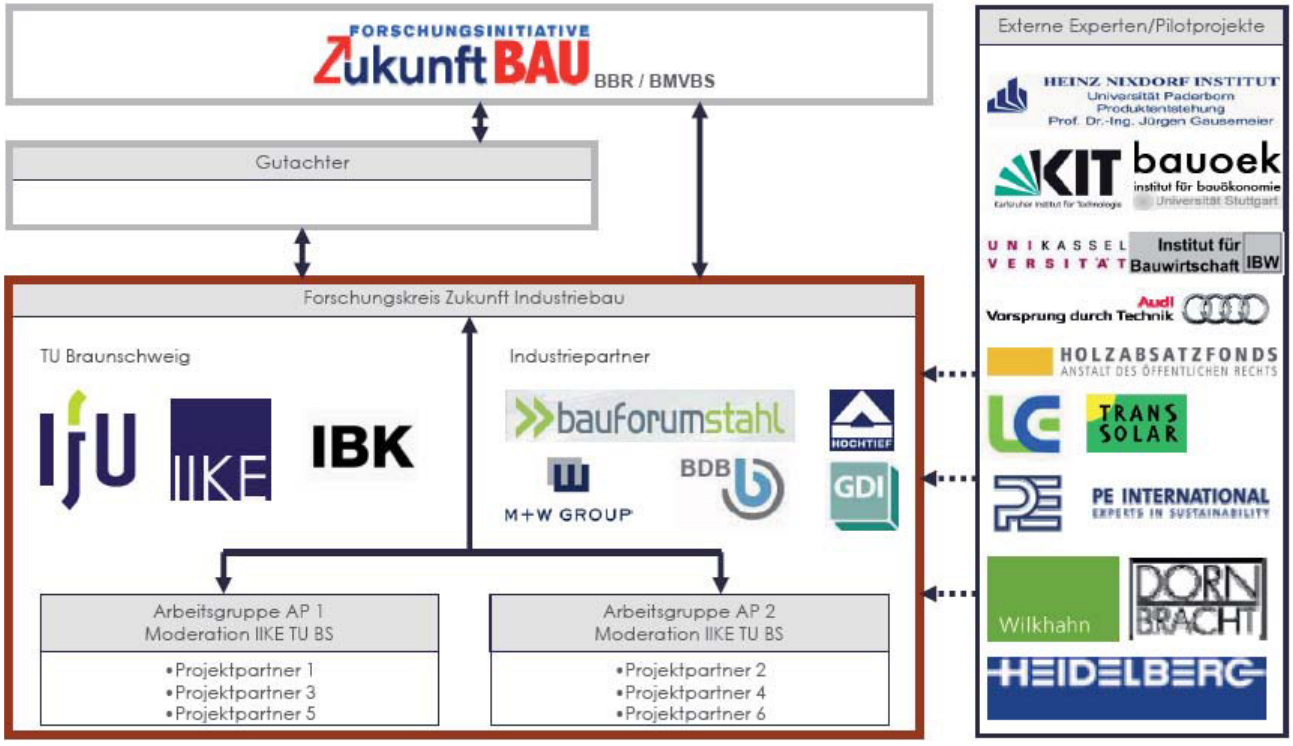


Abb. D116: Evaluierungskreise und –partner im Projektverlauf zur Entwicklung der Planungssystematik (© IIKE)

D7.1 Forschungskreis

Der Forschungskreis setzte sich zusammen aus allen direkt im Projekt eingebundenen Partnern der TU Braunschweig und der Industrie sowie den Gutachtern. Treffen des Forschungskreises (Abb. D117) fanden in etwa dreimonatigem Abstand statt und dienten zu jedem Arbeitspaket als Plattform zum Austausch zwischen allen projektinternen Partnern. Ziel war die gegenseitige Information und Orientierung über den Stand des Projektes innerhalb des Forschungsteams und gegenüber den Gutachtern. Durch die interdisziplinäre Zusammensetzung des Teams mit Partnern aus Forschung und Praxis wurde über dieses Instrument ein regelmäßiger Abgleich des Forschungsstandes mit dem Wissen und den Praxiserfahrungen der Partner erreicht.

Neben grundsätzlichen Verständnisfragen und einer kritischen Auseinandersetzung zum Projektstand wurden über diskursive Verfahren (SWOT-Analyse, Meta-Plan-Verfahren etc.) Teilaspekte des Projektes hinterfragt und Denkanstöße zur weiteren Bearbeitung gesammelt. In diesem Rahmen wurden auch unter Moderation des Heinz Nixdorf Instituts während mehrtägiger Workshops die Ergebnisse der Szenario-Analyse zur Zukunft des Industriebaus erarbeitet, die wie beschrieben eine wesentliche Grundlage des Forschungsprojektes bilden.

Die Forschungskreistreffen fanden an wechselnden Orten statt, so dass die Industriepartner Gelegenheit hatten, ihre Arbeitsweisen und Fragestellungen aus der Praxis über Kurzvorträge und Referate als Diskussionsbeitrag mit einzubringen und ihren Unternehmenskontext vorzustellen. An den Forschungskreistreffen nahmen regelmäßig etwa 12-18 Personen teil.



Abb. D117: Forschungskreistreffen (IFU, IIKE, IBK)

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BMVBS/BBR - Zukunft Bau.

D7.2 Arbeitsgruppen

Arbeitsgruppen wurden jeweils zur Bearbeitung der einzelnen Arbeitspakete gebildet. Sie bestanden aus den jeweiligen interessierten und im Kontext der Fragestellungen kompetenten Mitgliedern des Forschungskreises. Zur Bearbeitung der einzelnen Arbeitspakete wurde ein Vorgehen in mehreren Schritten gewählt (vgl. Abb. D118), in denen die zentrale Maßnahme zur Evaluierung der Forschungsergebnisse in einer intensiven Auseinandersetzung mit den Industriepartnern bestand. Der Definition von Forschungsfragen folgte in jedem Arbeitspaket eine Phase der Grundlagenermittlung. Anschließend wurden im Rahmen eines Arbeitsgruppentreffens gemeinsam inhaltliche Schwerpunkte entwickelt und Aufgaben zur weiteren Bearbeitung verteilt. Die Ergebnisse der Bearbeitung wurden im Forschungskreis zur Diskussion gestellt, anhand der Kritik überarbeitet und dokumentiert.
Die Arbeitskreistreffen wurden den jeweiligen inhaltlichen Schwerpunkten entsprechend in kleineren Gruppen von ca. 6-8 Personen durchgeführt. Mittels moderierter und diskursiver Verfahren wurden konkrete Fragestellungen bearbeitet, um einen möglichst umfassenden und interdisziplinären Erfahrungshintergrund aus der Praxis einzubinden, gegenseitige Denkprozesse zur Weiterentwicklung auszulösen und offene Punkte zu identifizieren. In der Folge der Gruppentreffen und auf der Basis der Ergebnisse wurden dann Detailbetrachtungen und inhaltliche Verdichtungen ausgearbeitet.

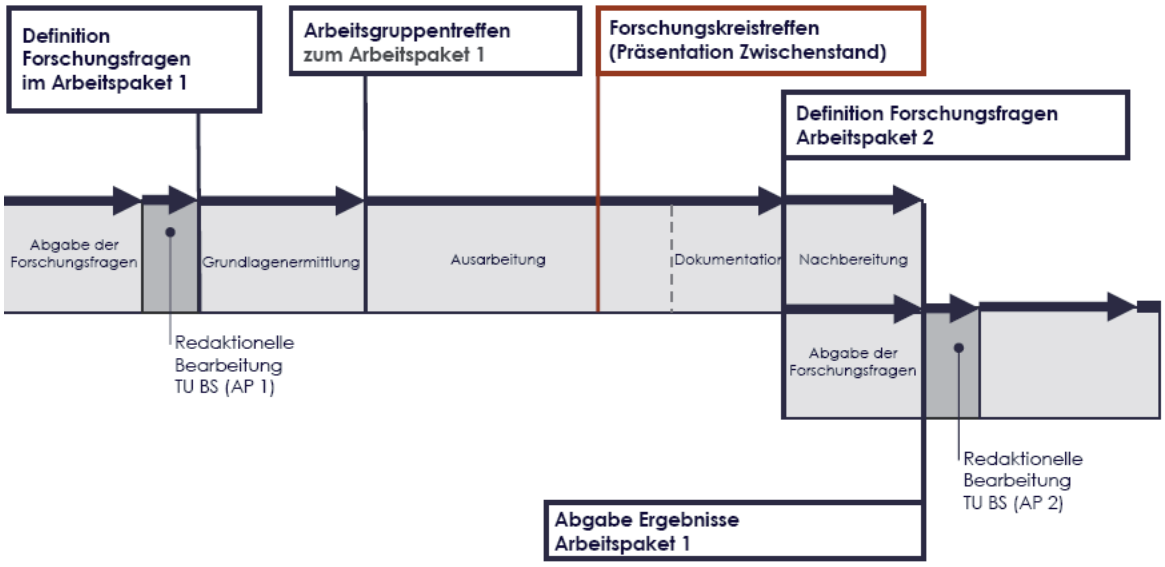


Abb. D118: Vorgehen zur Bearbeitung der Arbeitspakete (© IIKE)

D7.3 Externe Experten

Zur Bearbeitung der im Rahmen des Forschungskreises und der Arbeitsgruppentreffen identifizierten Lücken und offenen Punkte wurden mittels Workshops und Diskussionsveranstaltungen externe Experten zu spezifischen Fragestellungen und Themenbereichen eingebunden. Die Einbindung fand nach Bedarf im Kontext der verschiedenen Arbeitspakete statt, dienten dem Abgleich von Forschungsinhalten und Vorgehensweisen mit der Expertise und mündeten z. T. in die Ausarbeitung themenspezifischer Fachbeiträge (vgl. Themenfelder und Steckbriefe).

D7.4 Fragebögen

Im Arbeitspaket 2 „Analyse der Strukturen und Prozesse im Industriebau“ des Forschungsprojektes wurden in Zusammenarbeit des IFU, IIKE und IBK Fragebögen erarbeitet mit dem Ziel, Grundlagen zu ermitteln und den Stand der Forschung anhand von Erfahrungswerten aus der Praxis zu überprüfen. Die Fragebögen wurden seitens der Industriepartner aus dem Forschungskreis sowie von externen Experten bearbeitet (Experten z. T. nicht in Abb. D116 aufgeführt). Insgesamt ging ein Rücklauf von zehn befragten Personen ein, so dass keine Repräsentativität gegeben ist. Die befragten Personen stammen von Seiten der Planer und Ausführer. Sie sind in verschiedenen Fachgebieten tätig (Abb. D119) und betreuen eine Vielzahl von Branchen (Abb. D120), so dass sich auf einen interdisziplinären Erfahrungshorizont zurückschließen lässt. Bauherren wurden in diesem Zusammenhang nicht eingebunden.
Die Umfrageergebnisse haben aufgrund der geringen Anzahl der beteiligten Personen keinen repräsentativen Charakter. Dennoch lassen sie Rückschlüsse zu auf bestehende Rahmenbedingungen und Probleme im Praxisalltag der im Planungs- und Erstellungsprozess beteiligten Personen (vgl. Abs. D3.2 und D4.2).

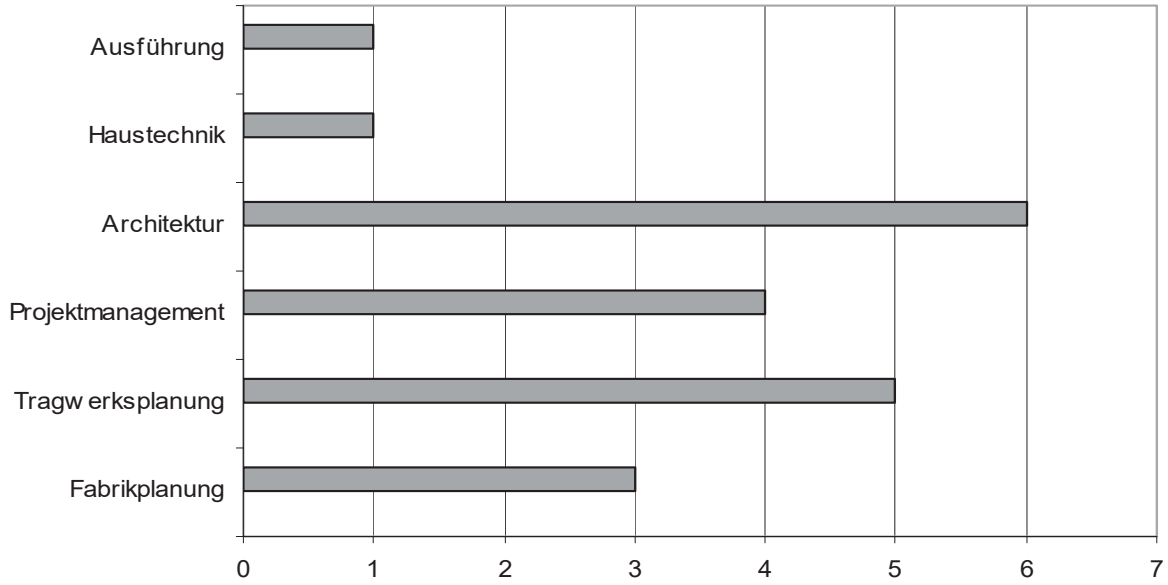


Abb. D119: Befragte Disziplinen/Fachgebiete (© IIKE)

Fördertechnik	1	Chip-Industrie	1
Anlagenbau	1	Solar-Industrie	1
Fabrikplanung	2	Schwerindustrie	1
Unternehmensberatung	1	Elektrotechnik	1
Holzbau	1	Reinraum	1
Energieerzeugung	1	Maschinenbau	1
Chemie	1	Automobilindustrie	1
Logistik	1		

Abb. D120: Betreute Branchen (© IIKE)

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BMVBS/BBR - Zukunft Bau.

D7.5 Pilotprojekte

Wie in Teil E des Forschungsvorhabens unter Federführung des IBK ausführlich dargelegt, bestand ein wesentlicher Schwerpunkt der Forschungsziele in der Betrachtung von vorbildlichen Lösungen anhand von gebauten Beispielobjekten deutscher Industriegebäude. Aus einer Vielzahl von Best-Practice-Lösungen wurden exemplarisch drei Pilotprojekte ausgewählt, die sich auf der Basis der gewählten Kriterien als besonders interessant kennzeichnen ließen. Die Pilotprojekte wurden dann besichtigt und über Quellen und Gespräche mit beteiligten Personen untersucht.

Die ausgewählten Pilotprojekte sind:

- Wilkhahn Montagehalle, Bad Münder-Einbeckhausen (1993)
- Dornbracht Wertschöpfungspark, Iserlohn (2006)
- Heidelberger Druckmaschinen AG – Halle 11, Wiesloch (2006-2007)

Im Bezug auf die Planungs- und Erstellungsprozesse lassen sich die Pilotprojekte betreffend folgender übergeordneter Erkenntnisse zusammenfassen:

- *Bauherrenkompetenz*: Alle Projekte zeichnen sich durch – im Vergleich zu gängigen Praxiserfahrungen im Forschungsteam – sehr starke Bauherren aus. Der Anspruch auf eine langfristige und nachhaltige Entwicklungsperspektive am betreffenden Standort, gepaart mit einer Zukunftsvision sowie unternehmensphilosophischen Grundsätzen, bilden die Basis für die Bauprojekte. Darauf aufbauend entwickeln sich die Pilotprojekte mit einem hohen gestalterischen Anspruch nach innen und nach außen und werden entsprechend imagewirksam vermarktet.
- *Vernetzung*: Die Bauherren zeichnen sich zudem – auch wohl in Folge einer in langjährigen Wachstumsprozessen aufgebauten Bauerfahrung - durch eine vergleichsweise gute Vernetzung mit qualifizierten Projektpartnern aus Fabrikplanung und Bauwesen aus, die eine kompetente Betreuung in den einzelnen Fachgebieten sicherstellt. Teams aus externen Planern und internen Experten wurden aufgebaut, um die Entwicklung und Erreichung der Projektziele zu gewährleisten. Z. T. wurden die geplanten Maßnahmen frühzeitig an Mitarbeitergruppen und auch Kunden kommuniziert, um Aufmerksamkeit und Akzeptanz zu steigern.
- *Qualitätsmerkmale*: Bei allen Pilotprojekten wurden frühzeitig umfassende Qualitätsansprüche definiert. Der Erfassung von Bedarf, Wandlungsfähigkeit, Ressourcen und soziokulturellen Faktoren wurde in allen Beispielen eine große Bedeutung eingeräumt. Einschränkend ist zu bemerken, dass während der Betriebsbesichtigungen in Teilen die Frage entstand, ob die Neubaumaßnahmen auf der Basis einer ganzheitlichen Analyse der Bestandsstrukturen durchgeführt wurden. So wirkten die bestehenden Produktionseinheiten nur in Teilen optimal gestaltet und genutzt. Ggf. wäre eine Veränderung der Bestandsobjekte in der Gesamtbewertung hier zielführender gewesen als die Ergänzung durch weitere Neubauten.
- *Prozessgestaltung*: Die Planungs- und Erstellungsphasen der Pilotprojekte liefen unter klar gegliederten Prozessstrukturen mit definierten Rollenverteilungen ab. Z. T. wurden innovative Kommunikationstechnologien eingesetzt. Die beteiligten Planer und Ausführer wurden vom Bauherrn auch aufgrund ihrer Prozess- und Methodenkenntnis in das Projekt eingebunden.

D7.6 Testlauf Planungssystematik

Zur abschließenden Evaluierung der Planungssystematik wurde die Durchführung von Testläufen in konkreten Planungsprojekten angestrebt. Die Inhalte sollten gemeinsam mit den Bauherren und prozessbeteiligten Personen auf ihre Tauglichkeit als Handlungsgrundlage und ihre Praxisnähe im Anwendungsfall geprüft werden. Hierzu wurden Vorgespräche mit mittelständischen Unternehmen geführt, die derzeit die Erstellung von Industriegebäuden anstreben. Im Rahmen der Vorgespräche wurden das erhebliche Interesse und der Bedarf an unterstützenden und orientierunggebenden Informationen zur Vorbereitung und Begleitung von Bauprozessen deutlich. Leider verzögerten sich die angestrebten Bauprojekte aus unternehmensinternen Gründen jedoch schließlich soweit, dass vor Abschluss des Forschungsvorhabens keine fundierten Arbeitsergebnisse mehr gewonnen werden konnten.

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BMVBS/BBR - Zukunft Bau.

D8 Fazit

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BMVBS/BBR - Zukunft Bau.

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BMVBS/BBR - Zukunft Bau.

Dipl. Ing. Regina Sonntag, Dipl. Ing. Antje Voigt

D8 Fazit

Die vorliegende Planungssystematik soll innerhalb der anderen Bausteine des *Planungsleitfadens Zukunft Industriebau* einen Beitrag leisten zur Gestaltung effektiver und effizienter Planungs- und Erstellungsprozesse, die die Zukunftsfähigkeit des geplanten Industriegebäudes gewährleisten. Dadurch soll die Wettbewerbsfähigkeit produzierender Unternehmen und die Standortqualität in Deutschland steigen, das Verhältnis zwischen Planungsaufwand und Ergebnis optimiert und die Steuerungsfähigkeit des Bauherrn sowie die Wettbewerbsfähigkeit der beteiligten Dienstleister erhöht werden (vgl. Abs. D2.2).
Die Planungssystematik soll zur Erreichung dieser Ziele dienen (vgl. Abs. D2.3), indem sie

- die definierte Zielgruppe der prozessbeteiligten Personen (vgl. Abs. D2.1) für die wesentlichen inhaltlichen Themen sensibilisiert,
- als Instrument für den Wissenstransfer und –aufbau dient,
- weiterführende Informationsquellen und Hilfsmittel ausweist und
- keinen starren Prozessfahrplan abbildet, sondern eine projektspezifische Anwendung ermöglicht.

Nach Ansicht der beteiligten Forschungspartner und befragten Experten kann die erarbeitete Planungssystematik einen wesentlichen Beitrag zur Erreichung der formulierten Ziele leisten, da sie einen systematischen und ganzheitlichen Überblick über industriebauspezifische Themen bietet und konkrete Hinweise für deren Integration im Planungs- und Erstellungsprozess ausweist. Die vorliegende Fassung der Systematik weist insofern zusammenhängende und anwendungsorientierte Informationen auf, wie sie im Bezug auf den Planungsgegenstand Industriegebäude bisher nicht vorlagen.
Potentiale zur Weiterentwicklung der Systematik bestehen im Bezug auf folgende Punkte:

- Anwendungsorientiertheit und Implementierung:
  Die Durchführung einer Forschungsarbeit führt nicht automatisch zur Implementierung der Forschungsergebnisse in der Praxis. Vielfach diskutiert während des Verlaufs des Forschungsprojektes wurde der Konflikt zwischen den Ansprüchen der Forschung und der Anwendung. So muss die wissenschaftliche Arbeit in Methodik, Quellenbezug, Tiefe und Begriffsschärfe formalen Anforderungen genügen, die in der Anwendung in der Praxis den Rahmen des Handlungsleitfadens sprengen oder ihm gar widersprechen. Die Forschungsarbeit löst den Konflikt im Zweifelsfall zugunsten der Wissenschaftlichkeit auf. Dennoch bleibt der Anspruch der Anwendungsorientierung bestehen. So soll die Planungssystematik eine konkrete Basis für die Weiterentwicklung zum praxisnahen Leitfaden bieten. Für die Überführung werden jedoch Anpassungen und redaktionelle Nacharbeit an Form und Inhalten notwendig sein. Da alle Forschungspartner einen engen Bezug zur Praxis des Industriebaus besitzen und in ihrer täglichen Arbeit mit den Defiziten und Anforderungen konkreter Bauvorhaben konfrontiert sind, besteht an einer Weiterverfolgung des Zieles der Implementierung der Forschungsergebnisse im Markt großes Interesse. Als mögliche Wege wurden diskutiert:
  - Veröffentlichungen in Buchform sowie Messe- und Symposienauftritte,
  - Bildungsveranstaltungen an Hochschulen oder in Dienstleistungs- und Mittelstandsvereinigungen (IHK, Kammern der Planer, Baustoffverbänden etc.) sowie
  - die Entwicklung eines (internetbasierten) Softwaretools/Datenbank zur Nutzung der Systematik als Informationsquelle.

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BMVBS/BBR - Zukunft Bau.

- Dynamik der Entwicklung:
  Die Brisanz der erarbeiteten Inhalte wird auch dadurch erkennbar, dass in Bezug auf einige Aspekte (Bsp. Ressourcen, Methoden, partnerschaftliche Prozessgestaltung) begründet durch gesellschaftliche und wirtschaftsstrukturelle Veränderungen derzeit eine erhebliche Entwicklungsdynamik besteht. Die Leistung der Planungssystematik besteht daher zum Zeitpunkt ihrer Erstellung in der Abbildung einer Struktur, die die wesentlichen Schwerpunkte der Thematik in Zusammenhang und Korrelation erfasst. Die eigentlichen Inhalte werden jedoch aufgrund der beschriebenen Dynamik kontinuierlich gepflegt, aktualisiert und ergänzt werden müssen. Auch in diesem Sinne bietet sich der Aufbau von Datenbankstrukturen an, die einen dauerhaften Zugriff durch interessierte Nutzer ermöglichen.
- Lebenszyklusphasen:
  Wie beschrieben erfasst die Planungssystematik primär die Planungs- und Erstellungsprozesse von Neubauten. Gleichzeitig wird die Relevanz von Um- und Rückbauten betont und das Umbauvolumen in Deutschland nimmt stetig zu (vgl. Abs. D5). Auch die Wahrnehmung des Betriebs als eigentliche Phase der Wertschöpfung in seiner Bedeutung als Einflussfaktor für die Gestaltung der Bauprozesse steigt. Insofern ist die Auswertung, Übertragung und Weiterentwicklung der erarbeiteten Forschungsergebnisse und Entwicklung expliziter Handlungsgrundlagen für die genannten Lebenszyklusphasen als sinnvolle Ergänzung zu betrachten.
- Globalisierungstendenzen:
  Die Planungssystematik bezieht sich auf den deutschen Raum. Tatsächlich haben sich aber sowohl für die produzierenden Unternehmen des deutschen Mittelstandes als auch für die deutsche Baubranche die Anforderungen an globales Engagement in den vergangenen Jahren stetig konsolidiert und ausdifferenziert. Die mit der Planungssystematik angesprochene Zielgruppe sieht sich daher zunehmend mit Herausforderungen in Bezug auf Standorterweiterungen im internationalen Ausland konfrontiert. Hier sind in Abhängigkeit von den jeweiligen lokalen Rahmenbedingungen spezifische Fragestellungen und Zusammenhänge zu beachten, die sowohl den Planungsgegenstand Industriegebäude als auch die Gestaltung der Planungs- und Erstellungsprozesse massiv beeinträchtigen können. Eine direkte Anwendbarkeit der vorliegenden Forschungsergebnisse für Auslandsvorhaben ist ohne weitere Ergänzungen nicht gegeben. Eine diesbezügliche Weiterentwicklung wäre zur Bedienung eines in der Praxis bestehenden aktuellen Bedarfs sinnvoll.

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BMVBS/BBR - Zukunft Bau.

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BMVBS/BBR - Zukunft Bau.

Abbildungen:

Abb. D1: Handlungsfelder Planungsgegenstand Industriegebäude und Planungs- und Erstellungsprozess (© IIKE)
Abb. D2: Gebäudelebensdauer/Nutzungszyklen nach Branchen (Erfahrungswerte Forschungspartner © IIKE/IFU)
Abb. D3: Morphologie zur Bestimmung der Fabrikarten [Sche 04]
Abb. D4: System Fabrik (© IIKE in Anlehnung an [Sche 04])
Abb. D5: Einflussfaktoren Industriegebäude (© IIKE/IFU/IBK)
Abb. D6: Betrachtungsebenen Bau/Fabrikplanung (© IIKE/IFU)
Abb. D7: Idealtypischer Prozess (© IIKE)
Abb. D8: Fehlerquellen im Bauwesen [Schn, Schl 96]
Abb. D9: Zunahme von Baumängeln 2003-2007 [Dekr 08]
Abb. D10: Defizitärer Prozess (© IIKE)
Abb. D11: Gegenüberstellung Leistungsphasen der Disziplinen (© IIKE)
Abb. D12 Relevanz von Einflussfaktoren im Industriebau (© IIKE)
Abb. D13: Veränderte Anforderungen an das Industriegebäude im Laufe des Lebenszyklus (© IIKE/IFU/IBK)
Abb. D14: Phasenmodell der Planungssystematik (© IIKE)
Abb. D15: Überlagerung der Phasen (© IIKE)
Abb. D16: Vorgehen bei der Entwicklung der Planungssystematik (© IIKE)
Abb. D17: Kategorien der Planungssystematik (© IIKE)
Abb. D18: Schema der Planungssystematik (© IIKE)
Abb. D19: Ineinandergreifende Entwicklung der Handlungsfelder (© IIKE)
Abb. D20: Kräftedreieck der Themenfelder im Handlungsfeld Planungsgegenstand Industriegebäude (© IIKE)
Abb. D21: Kriterien der Bauqualität [Fech, Bobe 09]
Abb. D22: Beeinflussbarkeit in frühen Planungsphasen [Smit 06]
Abb. D23: Bedarfserfassung linear und als vernetzter Prozess (© IIKE in Anlehnung an [Schi 04])
Abb. D24: Ablaufschema Faktor Bedarf (© IIKE in Anlehnung an [Köni u.a. 09])
Abb. D25: Projektwissen Entlang der Lebenszyklusphasen (© IIKE in Anlehnung an ([Hodu 06])
Abb. D26: Integration des Faktors Bedarf im Gesamtlebenszyklus (© IIKE)
Abb. D27: Einordnung der Begrifflichkeiten: Wandlungsfähigkeit [Sche 04]
Abb. D28: Wandel der Typologien [Sche 04]
Abb. D29: Fabrikelemente und ihre typische Lebensdauer [Wien 05]
Abb. D30: Lebensdauer unterschiedlicher Komponenten eines Bauwerks [Plag, Schw 08]
Abb. D31: Gegenüberstellung von Prozesssicht und Raumsicht [Wien 05]
Abb. D32: Ablaufschema Faktor Wandlungsfähigkeit (©IIKE)
Abb. D33: Wandlungsbefähiger [Wien 05]
Abb. D34: Darstellung der Systemtrennung im Bauwesen [Amt 06]
Abb. D35: Veränderungsfähigkeit im Laufe des Gebäudelebenszyklus [Plag, Schw 08]
Abb. D36: Integration des Faktors Wandlungsfähigkeit im Gesamtlebenszyklus (© IIKE)
Abb. D37: Bedürfnis nach Wandlungsfähigkeit der Akteure [Plag, Schw 08]

Abb. D38a: 3-Säulen-Modell der Nachhaltigkeit [UN 98]
Abb. D38b: Beziehungen und Abhängigkeiten von Wirtschaft, Gesellschaft und Umwelt [Bast, Menz 08]
Abb. D39: Industriebauspezifische Ressourcen (© IIKE)
Abb. D40: Einbindung von Ressourcen im Gesamtsystem Industriebau (© IIKE in Anlehnung an ([Bast, Menz 08])
Abb. D41: Ablaufschema Faktor Ressourcen (© IIKE)
Abb. D42: Fokus der Betrachtung der Disziplinen Bauwesen und Fabrikplanung – Systemgrenzen bisher (© IIKE)
Abb. D43: Integration des Faktors Ressourcen im Gesamtlebenszyklus (© IIKE)
Abb. D44: Gebäude als Subjekt, Objekt u. Mittel von bzw. der Kommunikation [Scha 09]
Abb. D45: Kostenstrukturen im Bürobau (© IIKE nach [Hlaw 03])
Abb. D46: Emotionale Bindung der Mitarbeiter in Deutschland [Nink 09]
Abb. D47: Korrelation Krankenstand und emotionale Bindung [Nink 09]
Abb. D48: Grenzen und Behinderungen bei der Umsetzung von Veränderungsprozessen [Schö 04]
Abb. D49: Ablaufschema Soziokulturelle Faktoren (© IIKE)
Abb. D50: Integration soziokultureller Faktoren im Lebenszyklus (© IIKE)
Abb. D51: Gliederung der Investitionskosten nach DIN 276 (2008)(© bauoek nach [Deut 08b]
Abb. D52: Gliederung der Nutzungskosten nach DIN 18960 (2008) (© bauoek nach [Deut 08b])
Abb. D53: Gliederung der Whole-life cost nach ISO 15686-5 (2008) ([Inte])
Abb. D54: Beeinflussbarkeit und kumulierter Kostenverlauf [Smit 06]
Abb. D55: Grobablaufplan eines Bauprojekts als vernetzter Balkenplan (© bauoek)
Abb. D56: Optimierung mit Hilfe von Simultaneous Engineering (© bauoek)
Abb. D57: Projektfortschrittseinschätzung mit Hilfe der Meilensteinmethode (© bauoek)
Abb. D58: Ablaufschema Faktor Normen/Gesetze/Richtlinien (© IIKE)
Abb. D59: Kräftevieleck der Themenfelder im Handlungsfeld Planungs- und Erstellungsprozess (© IIKE)
Abb. D60: Handlungskompetenz als Einheit von Fach-, Methoden- und Sozial-kommunikativen Kompetenzen (nach [Nort u.a. 05])
Abb. D61: Metakompetenzen im Industriebau (© IIKE)
Abb. D62: Kompetenzmodell der Robert Bosch GmbH (© Robert Bosch GmbH_C/RER)
Abb. D63: Kompetenzportfolio (© IIKE)
Abb. D64: Ablaufschema Aufbau Kompetenzen (© IIKE)
Abb. D65: Integration des Themenfeldes im Gesamtlebenszyklus (© IIKE)
Abb. D66: Kompetenzverteilung im Industriebau (© IIKE)
Abb. D67: Betriebsinterne Kompetenzen_exemplarisch (© IIKE)
Abb. D68: Bauherrenkompetenzen_exemplarisch (© IIKE)
Abb. D69: Kompetenzverteilung in der Planung (© IIKE)
Abb. D70: Planungs- und Ausführungskompetenzen (© IIKE)
Abb. D71: Beziehungen zwischen Kompetenzbereichen (© IIKE)

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BMVBS/BBR - Zukunft Bau.

Abb. D72: Konstellationen - Ablauf- und Aufbauorganisation (© IIKE)
Abb. D73a: Konstellationsmodelle im Bauwesen: Generalunternehmer (IIKE nach [Bast u.a. 08])
Abb. D73b: Konstellationsmodelle im Bauwesen: Einzelplaner, Totalunternehmer (IIKE nach [Bast u.a. 08])
Abb. D74: Bauvertragsarten [Schr 02]
Abb. D75: Ablaufschema Konstellationen (© IIKE)
Abb. D76: Integration Konstellationen im Lebenszyklus (© IIKE)
Abb. D77: Zusammenspiel Nutzerorganisation – Bauprojektorganisation ([Grei 09]
Abb. D78: Exemplarisches Konstellationsmodell der Robert Bosch GmbH (© Prof. Ch. Deplewski/T. Spiegel Robert Bosch GmbH)
Abb. D79: Informationsfluss in unterschiedlichen Hierarchieebenen (IIKE nach [Bast u.a. 08])
Abb. D80: Dimensionen der Informationsqualität [Hild u.a. 08]
Abb. D81: Erarbeitung Kommunikationskonzept – Ablauf (© IIKE)
Abb. D82: Integration des Themenfeldes Kommunikation im Planungsprozess (© IIKE)
Abb. D83: Mögliche Kommunikationsstrukturen [Wieg 05]
Abb. D84: Anzahl theoretischer Einzelbeziehungen in unterschiedlichen Gruppengrößen [Wieg 05]
Abb. D85: Definition optimaler Gruppengrößen [Wieg 05]
Abb. D86: Kommunikationsmodell ([Grei 09]in [Koch u.a. 04])
Abb. D87: Starre und flexible Planung (© IIKE)
Abb. D88: Systeminterne Auslöser für Flexibilität im Prozess (© IIKE)
Abb. D89: Planung der Flexibilität im Prozess (© IIKE)
Abb. D90: Umsetzung der Flexibilität im Prozess (© IIKE)
Abb. D91: Integration von Flexibilitätsaufbau/Flexibilitätsumsetzung im Gesamtlebenszyklus (© IIKE)
Abb. D92: Aspekte der flexiblen Planung im Industriebau (© IIKE)
Abb. D93: Fehlender Entscheidungsraum [Elli u.a. 06]
Abb. D94: Risikoreduktion durch Entscheidungsraum [Elli u.a. 06]
Abb. D95: Bedürfnis nach Flexibilität in der Planung (© IIKE in Anlehnung an [Plag u.a. 08])
Abb. D96: Schema der Planungssystematik (© IIKE)
Abb. D97: Planungssystematik (© IIKE)
Abb. D98: Zusammensetzung Projektteam (© IIKE aufbauend auf Strohschneider 2002)
Abb. D99: Bausteine der Ist-Analyse
Abb. D100: Regelkreis der Investitionskostenplanung
Abb. D101: Konfliktbearbeitungsverfahren, Ergebnissicherheit und Ergebnisverantwortung
Abb. D102a: Wesentliche Bereiche des Lean-Managements im Bauwesen [Hofacker, 09]
Abb. D102b: Übersicht der verschiedenen Phasen des LPS, Gehbauer & Steffek 2007
Abb. D103: Typische Entwicklung der Bau- und Immobilienmärkte Ende des 20. Jahrhunderts in den USA und Europa [Eschenbruch; Racky 2008]
Abb. D104: Zuordnung der sechs Kernelemente von Partnerschaftsmodellen zu den Grundkomponenten des Partnering

Abb. D105: Einbindung des Kompetenzwettbewerbs in die Ablaufstruktur von Partnerschaftsmodellen [HDB 2007]
Abb. D106: Zusammenhang zwischen Risikofeldern, -arten und Einzelrisiken ([Girm 03])
Abb. D107: Komponenten eines Risiko-Managementsystems [Rome 09]
Abb. D108: Elemente des Risikomanagements [Schn 97]
Abb. D109: Methoden des Risikomanagements (Quelle: [Woll 06])
Abb. D110: Interaktionen zwischen verschiedenen Akteuren ([Buys 03] S.62, S.65, S.67)
Abb. D111: Organisation des Schnittstellenmanagements im Projektverlauf [Buys 03] S. 90)
Abb. D112: Hauptkategorien verschiedener Zertifizierungssysteme
Abb. D123: Endenergiebedarf nach Sektoren für 2005 [Quelle BMWi]
Abb. D114: Grundlagen der Szenario-Technik [GPW09]
Abb. D115: Szenario-Trichter [GPW09]
Abb. D116: Evaluierungskreise und –partner im Projektverlauf zur Entwicklung der Planungssystematik (© IIKE)
Abb. D117: Forschungskreistreffen (IFU, IIKE, IBK)
Abb. D118: Vorgehen zur Bearbeitung der Arbeitspakete (© IIKE)
Abb. D119: Befragte Disziplinen/Fachgebiete (© IIKE)
Abb. D120: Betreute Branchen (© IIKE)

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BMVBS/BBR - Zukunft Bau.

Literatur:

[AHO 09]: Untersuchungen zum Leistungsbild, zur Honorierung und zur Beauftragung von Projektmanagementleistungen in der Bau- und Immobilienwirtschaft, 2009.

[Amt 06]: Amt für Grundstücke und Gebäude des Kantons Bern AGG; Systemtrennung, Bern, 2005.

[Arlt, Joac 03] Arlt; Joachim: Zukunftsinitiative Bau NRW. http://www.ils-forschung.de/down/zib-bauqualitaet.pdf, 16.02.2010.

[Aska 08] Askar, G.: Optimierte Flexibilitätsnutzung in Automobilwerken. Dissertation. Shaker, Aachen, 2008.

[Bast u.a. 08] Bastianello, D.; Menz, S.: Drei Bücher über den Bauprozess. vdf, Zürich, 2008.

[Bauk] Baukosteninformationszentrum Deutscher Architektenkammern GmbH Hrsg.: BKI Nutzungskosten. BKI, Stuttgart, im Druck.

[Bauo 00] Bauordnungsrecht der Länder: Richtlinie über den baulichen Brandschutz im Industriebau (Industriebaurichtlinie – IndBauR), 2000.

[Bea u.a. 08] Bea, F. X.; Scheurer, S.; Hesselmann, S.: Projektmanagement. Lucius & Lucius, Stuttgart, 2008.

[Berg 05] Bergholz, M. A.: Objektorientierte Fabrikplanung. Dissertation, Aachen, 2005.

[Biel 09] Bielefeld, B.: Terminplanung. Birkhäuser, Basel, 2009.

[Blec, Boen 03] Blecken, U.; Boenert, L.: Baukostensenkung durch Anwendung innovativer Wettbewerbsmodelle. Fraunhofer IRB Verl., Stuttgart, 2003.

[Bode 01] Bodewig, K.: Leitfaden Nachhaltiges Bauen, 2001.

[Budi 09] Budiner, E. Hrsg.: HOAI 2009. Honorarordnung für Architekten und Ingenieure. Beck C H, München, 2009.

[Bund 01] Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr Bau- und Wohnungswesen: Leitfaden Nachhaltiges Bauen. http://www.bmvbs.de/Anlage/original_8183/Leitfaden-Nachhaltiges-Bauen.pdf, 16.02.2010.

[Buys 03] Buysch, M.: Schnittstellenmanagement für den schlüsselfertigen Hochbau. DVP-Verl., Wuppertal, 2003.

[Cern u.a. 06] Cernavin, O.; Fischer, M.; Nettlau, H.: Neue Qualität der Büroarbeit. Potentiale einer präventiven Arbeitsgestaltung. In (Geschäftsstelle der Initiative Neue Qualität der Arbeit Hrsg.): Die Zukunft der Arbeit. A+A Kongress Düsseldorf, Okt. 2003. Wirtschaftverlag NW - Verlag für neue Wissenschaft GmbH, Dortmund/Berlin/Dresden, 2006; S. 35–59.

[Dekr 08]: Zweiter Dekra-Bericht zu Baumängeln an Wohngebäuden. http://www.dekra.de/c/document_library/get_file?p_l_id=67530&uuid=bfa1e8e2-1b35-4e5b-b0d7-f62ce2a88ab3&groupId=10100, 16.02.2010.

[Depl 07] Deplewski, C.: Corporate Architecture. Arbeitsgemeinschaft Industriebau e.V. (AGI), 2007.

[Deut 01] Deutsches Institut für Normung e.V.: Bedarfsplanung im Bauwesen. Beuth Verlag, Berlin, 2001.

[Deut 08a] Deutsches Institut für Normung: Nutzungskosten im Hochbau. Beuth, Berlin, 2008a.

[Deut 08a] Deutsches Institut für Normung: Kosten im Bauwesen - Teil 1: Hochbau. Ersatz für DIN 276-1:2006-11 und DIN 276-1 Berichtigung 1:2007-02 = Building construction = Bâtiment. Beuth, Berlin, 2008a.

[Deut 08b] Deutsches Institut für Normung: Kosten im Bauwesen - Teil 1: Hochbau. Ersatz für DIN 276-1:2006-11 und DIN 276-1 Berichtigung 1:2007-02 = Building construction = Bâtiment. Beuth, Berlin, 2008b.

[Deut 08b] Deutsches Institut für Normung: Nutzungskosten im Hochbau. Beuth, Berlin, 2008b.

[Deut 09] Deutsches Institut für Normung: Projektmanagement – Netzplantechnik; Beschreibungen und Begriffe. Netzplantechnik und Projektmanagementsysteme ; Normen. Beuth, Berlin, 2009.

[Dimi 09] Dimitrova, D.: Das Konzept der Metakompetenz. Theoretische und empirische Untersuchung am Beispiel der Automobilindustrie. Gabler Verlag / GWV Fachverlage GmbH Wiesbaden, Wiesbaden, 2009.

[Döri 05] Döring, N.: Identifikation mit internationalen Unternehmen aus sozialpsychologischer Sicht. In (Scholz, C. Hrsg.): Identitätsbildung: Implikationen für globale Unternehmen und Regionen. [Konferenz „Identitätsbildung: Implikationen für Globale Unternehmen und Regionen"]. Hampp, München, 2005; S. 45–65.

[Elli u.a. 06] Ellingham, I.; Fawcett, W.: New generation whole-life costing. Property and construction decision-making under uncertainty. Taylor & Francis, London, 2006.

[Erpe u.a. 05] Erpenbeck, J.; Rosenstiel, L. v.: Kompetenz. Modische Worthülse oder innovatives Konzept. In Wirtschaftspsychologie aktuell, März 2005; S. 39–42.

[Euro 06]: Die neue KMU-Definition. http://ec.europa.eu/enterprise/policies/sme/files/sme_definition/sme_user_guide_de.pdf, 16.02.2010.

[Fech u.a. 09] Fechner, O.; Boberg, K.: Analyse der Rolle der Architekten und Ingenieure in Anhängigkeit von unterschiedlichen Auftraggebermodellen. http://www.irbnet.de/daten/rswb/09089005609.pdf, 16.02.2010.

[Fran 03] Franklin & Andrews: Economic Research Unit. Whole Life Costs. http://www.franklinandrews.com/files/page/10074/ERU.pdf, 16.02.2010.

[Gaus u.a. 96] Gausemeier, J.; Fink, A.; Schlake, O.: Szenario-Management: Planen und Führen mit Szenarien. 2., bearbeitete Auflage. Carl Hanser Verlag, München, Wien, 1996.

[Girm 07] Girmscheid, G.: Projektabwicklung in der Bauwirtschaft. Wege zur Win-Win-Situation für Auftraggeber und Auftragnehmer. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, 2007.

[Girm, Motz 07] Girmscheid, G.; Motzko, C.: Kalkulation und Preisbildung in Bauunternehmen. Grundlagen, Methodik und Organisation. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, 2007.

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BMVBS/BBR - Zukunft Bau.

[Gorn u.a. 08] Gornig, M. et al.: Strukturdaten zur Produktion und Beschäftigung im Baugewerbe. http://www.bmvbs.de/Anlage/original_1101518/DIW-Bauvolumensberechnung-2008-Kurzfassung.pdf, 16.02.2010.

[Grau, Hüsk 03] Graubner, C.-A.; Hüske, K.: Nachhaltigkeit im Bauwesen. Grundlagen - Instrumente - Beispiele. Ernst, Berlin, 2003.

[Grei 09] Greiner, P.: Baubetriebslehre - Projektmanagement. Erfolgreiche Steuerung von Bauprojekten. Vieweg + Teubner, Wiesbaden, 2009.

[Grei, Nünn 07] Greil, M.; Nünninghoff, T.: Bauabteilung auf Zeit. Projektsteuerung: Anforderungen und Ziele. In IndustrieBAU, 2007, 4/07; S. 53–55.

[Hall 04] Hall, S.: Ausgewählte Schriften. Ein politisches Theorieprojekt. Argument-Verl., Hamburg, 2004.

[Hauf 87] Hauff, V.: Unsere gemeinsame Zukunft. Weltkommission für Umwelt und Entwicklung. Eggenkamp, Greven, 1987.

[Hild u.a. 08] Hildebrand, K.; Gebauer, M.; Hinrichs, H.; Mielke, M. Hrsg.: Daten- und Informationsqualität. Auf dem Weg zur Information Excellence. Vieweg+Teubner Verlag / GWV Fachverlage GmbH Wiesbaden, Wiesbaden, 2008.

[Hlaw 03] Hlawna, R.: Büro-Ökonomie. Mehr Wirtschaftlichkeit durch richtige Büro-Einrichtung., Düsseldorf, 2003.

[Hodu 06] Hodulak, M.: Programming. Strategische Bedarfsplanung für innovative Büroformen, Zürich, 2006.

[Hors 05] Horstmann, J. C.: Operationalisierung der Unternehmensflexibilität. Ganzheitliche Konzeption zur umwelt- und unternehmensbezogenen Flexibilitätsanalyse, Gießen, 2005.

[Inte] International Organization for Standardization: Buildings and constructed assets - Service-life planning - Part 5: Life-cycle costing.

[Joed 76] Joedicke, J.: Angewandte Entwurfsmethodik für Architekten. Krämer, Stuttgart, 1976.

[Jung 07] Junghenn, W.: Die Kooperationspflichten am Bau aus der Sicht der am Bau Beteiligten. http://www.bauwesen.fh-muenchen.de/FK02/pdf-schwarzesbrett/Baurechtszirkel2.pdf, 16.02.2010.

[Kalu 02] Kalusche, W.: Projektmanagement für Bauherren und Planer. Oldenbourg, München, 2002.

[Kape, Hagh 05] Kapellmann, K. D.; Haghsheno, S.: Jahrbuch Baurecht 2005. Aktuelles, Grundsätzliches, Zukünftiges. Werner, Köln, 2005.

[Kauf 06] Kaufhold, M.: Kompetenz und Kompetenzerfassung. VS, Verl. für Sozialwiss, Wiesbaden, 2006.

[Koch u.a. 04] Kochendörfer, B.; Viering, M. G.; Liebchen, J.: Bau-Projekt-Management. Grundlagen und Vorgehensweisen. Teubner, Stuttgart, 2004.

[Köni u.a. 09] König, H. et al.: Lebenszyklusanalyse in der Gebäudeplanung. Grundlagen; Berechnung ; Planungswerkzeuge. Institut f. intern. Architektur-Dok., München, 2009.

[Kope] Kopel, M.: Flexible Planungsmethoden. http://www.uni-graz.at/inmwww_flexplan.pdf, 16.02.2010.

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BMVBS/BBR - Zukunft Bau.

[Kopp u.a. 03] Kopp, A.; Rott, H.; Rozynski, D.: Typisch Industriebau. Industrial Building Typology. In Detail, Sep. 2003, 2003; S. 932–937.

[Lams 08] Lamster, J.: Contracting im Hochbau. Einführung in das zyklische Systemmodell. Interact, Luzern, 2008.

[Mell 73] Mellerowicz, K.: Kosten und Kostenrechnung Band I: Theorie der Kosten. de Gruyter, Berlin, 1973.

[Meye 03] Meyers Lexikonredaktion Hrsg.: Meyers grosses Taschenlexikon in 26 Bänden. Meyer, Mannheim, 2003.

[Muld 07] Mulder, M.: Kompetenz. Bedeutung und Verwendung des Begriffs in der beruflichen Erstausbildung und Weiterbildung. In Europäische Zeitschrift für Berufsbildung, 2007.

[Müll u.a. 09] Müller, E. et al.: Energieeffiziente Fabriken planen und betreiben. Springer, Berlin, 2009.

[Nage u.a. 03] Nagel, M.; Büschken, J.: Flexibilitätsmanagement. Ein systemdynamischer Ansatz zur quantitativen Bewertung von Produktionsflexibilität. Dt. Univ.-Verl., Wiesbaden, 2003.

[Nink 09] Nink, M.: Gallup Engagement Index 2008:. Deutsche Arbeitnehmer machen Dienst nach Vorschrift. In Personal : Zeitschrift für Human Resource Management., 2009; S. S. 30-33,

[Nort u.a. 05] North, K.; Reinhardt, K.: Kompetenzmanagement in der Praxis. Mitarbeiterkompetenzen systematisch identifizieren, nutzen und entwicklen ; mit vielen Fallbeispielen. Gabler, Wiesbaden, 2005.

[Nyhu u.a. 04] Nyhuis, P.; Elscher, A.; Kolakowski, M.: Prozessmodell der Synergetischen Fabrikplanung. Ganzheitliche Integration von Prozess- und Raumsicht. In wt Werkstatttechnik online, 2004, 94; S. 95–99.

[Oels 09] Oelsner, U.: Praxis der Planungs- und Bauökonomie. Architektenaufgaben, Gebäudebetrieb, Anlagenerhalt. Oldenbourg, München, 2009 erschienen 2008.

[Orth 02] Orthey, F. M.: Der Trend zur Kompetenz. Begriffsentwicklung und Perspektiven, 2002.

[Plag u.a. 08] Plagaro Cowee, N.; Schwehr, P.: Die Typologie der Flexibilität im Hochbau. Interact, Luzern, 2008.

[Polz u.a. 09] Polzin, B.; Weigl, H.: Führung, Kommunikation und Teamentwicklung im Bauwesen. Grundlagen - Anwendung - Praxistipps ; mit zahlreichen Beispielen. Vieweg + Teubner, Wiesbaden, 2009.

[Proj 00] A guide to the project management body of knowledge. (PMBOK guide). Project Management Institute, Newtown Square, Penn., USA, 2000.

[Rose u.a. 04] Rosenstiel, L. von; Pieler, D.; Glas, P.: Strategisches Kompetenzmanagement. Von der Strategie zur Kompetenzentwicklung in der Praxis. Gabler, Wiesbaden, 2004.

[Ruf 03] Ruf, H. U.: DIN 276. Kosten im Hochbau. In (Baukosteninformationszentrum Deutscher Architektenkammern GmbH Hrsg.): BKI-Handbuch Kostenplanung im Hochbau. BKI, Stuttgart, 2003; S. 27–43.

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BMVBS/BBR - Zukunft Bau.

[Scha 09] Schalcher, H.-R.: Immobilienmanagement. Handbuch für Immobilienentwicklung, Bauherrenberatung, Immobilienbewirtschaftung. Schulthess, Zürich, 2009.

[Scha 09] Schalcher, H.-R.: Immobilienmanagement. Handbuch für Immobilienentwicklung, Bauherrenberatung, Immobilienbewirtschaftung. Schulthess, Zürich, 2009.

[Sche 02] Schenk, M.: Fabrikstrukturen mit Zukunft. http://logistics.de/logistik/produktion.nsf/8614BA022F12EA12C12574AC0043D165/$File/fabrikstrukturen%20mit%20zukunft.pdf, 16.02.2010.

[Sche 04] Schenk, M.: Fabrikplanung und Fabrikbetrieb. Methoden für die wandlungsfähige und vernetzte Fabrik. Springer, Berlin, Heidelberg, 2004.

[Schi 04] Schill-Fendl, M.: Planungsmethoden in der Architektur. Grundlagen von Planungs- und Entwurfsmethoden für Architekten komplexer Aufgabenstellungen in interdisziplinären Gruppen, dargestellt am Bereich Sozial- und Gesundheitsbauten. Books on Demand, Norderstedt, 2004.

[Schn, Schl 96] Schneider, J.; Schlatter, H. P.: Sicherheit und Zuverlässigkeit im Bauwesen. Grundwissen für Ingenieure. vdf Hochschulverlag AG an der ETH; B.G. Teubner., Zürich, Stuttgart, 1996.

[Schö 04] Schönheit, M.: Fabrik und Mensch. Die neue Kultur des Miteinander. In wt Werkstatttechnik online, 2004.

[Schr 02] Schriek, T.: Entwicklung einer Entscheidungshilfe für die Wahl der optimalen Organisationsform von Bauprojekten. Analyse der Bewertungskriterien Kosten, Qualität, Bauzeit und Risiko. Weißensee-Verl., Berlin, 2002.

[Schu u.a. 02] Schulze, T.; Schlechtweg, S.; Hinz, V.: Simulation und Visualisierung 2002. Proceedings der Tagung „Simulation und Visualisierung 2002“ am Institut für Simulation und Graphik der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg am 28. Februar und 1. März 2001. SCS-Europe BVBA, Ghent, Belgium, 2002.

[Smit 06] Smith, N. J.: Managing risk in construction projects. Blackwell Publ., Oxford, 2006.

[Stro 02] Strohschneider, S.: Ja, mach nur einen Plan. Pannen und Fehlschläge - Ursachen, Beispiele, Lösungen. Huber, Bern, 2002.

[Terh 00] Terhechte, D.: Nutzenstiftung von Qualitätsmanagement-Systemen im Bauwesen. Bergische Univ., Diss.--Wuppertal, 2000. DVP-Verl., Wuppertal, 2000.

[UN 92]: Agenda 21. Konferenz der Vereinten Nationen für Umwelt und Entwicklung, Rio de Janeiro, 1992.

[UN 98]: Konzept Nachhaltigkeit. Vom Leitbild zur Umsetzung = The concept of sustainability ; Abschlußbericht der Enquete-Kommission „Schutz des Menschen und der Umwelt - Ziele und Rahmenbedingungen einer Nachhaltig Zukunftsverträglichen Entwicklung“ des 13. Deutschen Bundestages. Dt. Bundestag Referat Öffentlichkeitsarbeit, Bonn, 1998.

[Unte 10] Unternehmertum.de: Was die Wissenschaft unter Kompetenzen versteht. http://www.uneternehmertun.de/pdf/Wissenschaftliche_Definitionen.pdf.

[VDI- 09] VDI-Gesellschaft Produktion und Logistik: Richtlinien-Entwurf Fabrikplanung - Planungsorgehen. Beuth Verlag, Berlin, 2009.

[Vier u.a. 07] Viering, M. G.; Kochendörfer, B.; Liebchen, J. H.: Managementleistungen im Lebenszyklus von Immobilien. B.G. Teubner Verlag / GWV Fachverlage GmbH Wiesbaden, Wiesbaden, 2007.

[Wieg 05] Wiegand, J.: Handbuch Planungserfolg. Methoden, Zusammenarbeit und Management als integraler Prozess. vdf Hochschulverl. an der ETH, Zürich, 2005.

[Wien 05] Wiendahl, H.-P.: Planung modularer Fabriken. Vorgehen und Beispiele aus der Praxis. Hanser, München, 2005.

[Wild 99] Wildemann, H.: Auftragsabwicklungssegmente. Kundenorientierung und Teambildung in der Auftragsabwicklung. TCW Transfer-Centrum Verl., München, 1999.

[Wild 99] Wildemann, H.: Auftragsabwicklungssegmente. Kundenorientierung und Teambildung in der Auftragsabwicklung. TCW Transfer-Centrum Verl., München, 1999.

[Wöhe, Döri 08] Wöhe, G.; Döring, U.: Einführung in die allgemeine Betriebswirtschaftslehre. Vahlen, München, 2008.

[Worl 10]: The New Discipline of Workforce Wellness. http://wellness.weforum.org/paper, 23.02.2010.

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BMVBS/BBR - Zukunft Bau.

Impressum

Auftraggeber:

Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung im Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung/Zukunft Bau
Deichmanns Aue 31-37
53179 Bonn

Forschungsinstitute TU Braunschweig:

IIKE - Institut für Baukonstruktion und Industriebau/Abteilung Industriebau und Konstruktives Entwerfen
Prof. Mag. Arch., M. Arch. Carsten Roth
Dipl. Ing. Architektin Antje Voigt
Dipl. Ing. Architektin Regina Sonntag RIBA
Dipl. Ing. Architekt Frank Seehausen
Cand. Arch. Robert Ahlersmeyer
Cand. Arch Julia Grommas
Cand. Arch Soeren van Ost
Heike Bevern
Pockelsstraße 3
38106 Braunschweig

IBK - Institut für Baukonstruktion und Industriebau/Abteilung Baukonstruktion
Prof. Dipl.-Ing. Werner Kaag
Dipl. Ing. Architekt Christian Laviola
M. Arch. Architektin Sima Rustom
Schleinitzstraße 21b
38106 Braunschweig

IFU - Institut für Fabrikbetriebslehre und Unternehmensforschung
Prof. Dr. - Ing. Uwe Dombrowski
Dipl.-Wirtsch.-Ing. Mustafa Celik
Dipl.-Wirtsch.-Ing. Sibylle Hennersdorf
M.Eng. Tim Mielke
Dipl.-Wirtsch.-Ing. Sebastian Weckenborg
Langer Kamp 19
38106 Braunschweig

Industriepartner:

Bauforumstahl (BFS) e.V.
Dipl.-Ing. Bernhard Hauke, PhD
Dipl.-Ing. Michael Schmidt
Sohnstraße 65
40237 Düsseldorf

Forschungsvereinigung der deutschen Beton- und Fertigteilindustrie e.V.
Bauassessorin Dipl.-Ing. Alice Becke
Schloßallee 10
53179 Bonn

Gesamtverband Dämmstoffindustrie (GDI)
Dipl.-Ing. Frank Mörke
Dipl.-Ing. Isolde Elkan
Dipl.-Ing. Ulrich Meier
Luisenstraße 44
10117 Berlin

HOCHTIEF Construction AG
Dipl.-Ing. Werner Völler
Lyoner Straße 25
60528 Frankfurt/M.

M+W Group
Dipl.-Ing Architekt (FH) Jan Gläser
Lotterbergstr. 30
70499 Stuttgart

Externe Autoren:

Prof. Dr. Christian Stoy
Prof. Dipl.-Ing. Arch. Christian Deplewski
Dipl.-Ing. Elisabeth Beusker
Dipl.-Ing. Christopher Hagmann
Dr.-Ing. Frank Dreier
Dipl. Ing. Thomas Spiegel
Institut für Bauökonomie
Universität Stuttgart
Keplerstr. 11
70174 Stuttgart

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Peter Racky
Institut für Bauwirtschaft (IBW)
Universität Kassel
Mönchebergstraße 7
34125 Kassel

Prof. Dr.-Ing. Fritz Gehbauer, M.S.
Dipl.-Wi-Ing. Gernot Hickethier
Dipl.-Ing. MBA Alexander Hofacker
Institut für Technologie und
Management im Baubetrieb
Karlsruher Institut für Technologie (KIT)
Universität Karlsruhe
Am Fasanengarten Geb. 50.31
76128 Karlsruhe

Prof. Dr.-Ing. Jochen Scheuermann
Prof. Dr.-Ing. Harald Budelmann
Dipl.-Ing. Jens Ewert
iBMB - Institut für Baustoffe, Massivbau und Brandschutz
TU Braunschweig
Ansprechpartner:
Assmann Beraten + Planen GmbH
Nordstr. 23
38106 Braunschweig

M.Sc. Maximilian Martin
Dipl.-Ing. Anna Braune
PE INTERNATIONAL GmbH
Hauptstraße 111
113 70771 Leinfelden-Echterdingen

Dipl.-Wirt.-Ing. Oliver Köster
Heinz Nixdorf Institut
Lehrstuhl für Produktentstehung
Universität Paderborn
Fürstenallee 11
33102 Paderborn

M.Eng. Markus Krauß
TRANSSOLAR Energietechnik GmbH
Curiestraße 2
Stuttgart

Gutachter:
Dr.-Ing. A. Hentschel
Dr. Kreutz & Partner
Hintere Ledergasse 18
90403 Nürnberg

Univ. Prof. Dr.-Ing. Dietmar Hosser
Institut für Baustoffe, Massivbau und Brandschutz (iBMB)
Beethovenstraße 52
38106 Braunschweig

Univ. Prof. Dr.-Ing. Egon Müller
Institut für Betriebswissenschaften und Fabriksysteme (IBF)
Technische Universität Chemnitz
09107 Chemnitz

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BMVBS/BBR - Zukunft Bau.

FORSCHUNGSINITIATIVE Zukunft BAU

F 2756/3

Christian Laviola, Sima Rustom

Planungsleitfaden Zukunft Industriebau

Ganzheitliche Integration und Optimierung des Planungs- und Realisierungsprozesses für zukunftsweisende und nachhaltige Industriegebäude

Teil E: Strukturen zukunftsfähiger Industriebauten

Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung
im Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung

Fraunhofer IRB Verlag

F 2763/3

Bei dieser Veröffentlichung handelt es sich um die Kopie des Abschlußberichtes einer vom Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung -BMVBS- im Rahmen der Forschungsinitiative »Zukunft Bau« geförderten Forschungsarbeit. Die in dieser Forschungsarbeit enthaltenen Darstellungen und Empfehlungen geben die fachlichen Auffassungen der Verfasser wieder. Diese werden hier unverändert wiedergegeben, sie geben nicht unbedingt die Meinung des Zuwendungsgebers oder des Herausgebers wieder.

Dieser Forschungsbericht wurde mit modernsten Hochleistungskopierern auf Einzelanfrage hergestellt.

Die Originalmanuskripte wurden reprotechnisch, jedoch nicht inhaltlich überarbeitet. Die Druckqualität hängt von der reprotechnischen Eignung des Originalmanuskriptes ab, das uns vom Autor bzw. von der Forschungsstelle zur Verfügung gestellt wurde.

© by Fraunhofer IRB Verlag

2011

ISBN 978-3-8167-8518-7

Vervielfältigung, auch auszugsweise,
nur mit ausdrücklicher Zustimmung des Verlages.

Fraunhofer IRB Verlag
Fraunhofer-Informationszentrum Raum und Bau

Postfach 80 04 69
70504 Stuttgart

Nobelstraße 12
70569 Stuttgart

Telefon 07 11 9 70 - 25 00
Telefax 07 11 9 70 - 25 08

E-Mail irb@irb.fraunhofer.de

www.baufachinformation.de

www.irb.fraunhofer.de/bauforschung

Teil E

Strukturen zukunftsfähiger Industriebauten

TU BRAUNSCHWEIG | IBK - INSTITUT FÜR BAUKONSTRUKTION UND INDUSTRIEBAU
ABTEILUNG BAUKONSTRUKTION - PROF. WERNER KAAG

Dipl. Ing. Architekt Christian Laviola
M. Arch. Architektin Sima Rustom

Der Forschungsbericht wurde mit Mitteln der Forschungsinitiative Zukunft Bau des Bundesinstitutes für Bau-, Stadt- und Raumforschung gefördert. (Aktenzeichen: Z6 – 10.08.18.7 – 08.2 / II 2 – F20-07-69)
Die Verantwortung für den Inhalt des Berichts liegt beim Autor.

TU BRAUNSCHWEIG | IBK - INSTITUT FÜR BAUKONSTRUKTION UND INDUSTRIEBAU
ABTEILUNG BAUKONSTRUKTION - PROF. WERNER KAAG

Konzept, Federführung und Texte (soweit nicht anders ausgewiesen):
Dipl. Ing. Architekt Christian Laviola und M. Arch. Architektin Sima Rustom

Schleinitzstrasse 21b
38106 Braunschweig
www.kaag.tu-bs.de

Wir danken unseren Wissenschaftlichen Hilfskräften für ihre unterstützende Zuarbeit:
Cand. Arch. Britta Goldenbaum und Cand. Arch. Matthias Schulze

Im Rahmen des Abschlussberichtes „Planungsleitfaden Zukunft Industriebau“, Aktenzeichen: Z 6 - 10.08.18.7-08.2 / II 2 – F20-07-69, sind verwendete Abbildungen, Diagramme, Tabellen und Fotos als großes Bildzitat nach § 51 UrhG unter korrekter Quellenangabe zulässig. Eine gewinnbringende Veröffentlichung/Publikation ist aus urheberrechtlichen Gründen nicht zulässig.

In Einzelfällen wurden Abbildungen verwendet, deren heutige Rechteinhaber nicht ermittelt werden konnten und bei denen das Zitationsrecht möglicherweise strittig ist. Hier erklärt sich der Verlag bereit, rechtmäßige Ansprüche zu den für den Nachdruck in diesem Buch festgelegten Bedingungen abzugelten.

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.

Inhalt

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.

E - Strukturen zukunftsfähiger Industriebauten

E1 Einleitung 7

1.1 Ausgangssituation 8
1.2 Zielsetzung & Relevanz 9
1.3 Vorgehen & Arbeitsphasen 10
1.4 Bewertung der Zukunftsfähigkeit von Industriegebäuden 11

E2 Analyse 13

2.1 Analysevorgehen und Methodik 14
2.2 Die Anforderungen an das „Produkt Gebäude“ 17
2.3 Die Kernanforderungen und ihre Unteraspekte 21
2.3.1 Wandlungsfähigkeit 27
2.3.2 Gebäudeeffizienz 30
2.3.3 Unternehmensidentität 31
2.3.4 Normen, Gesetze und Richtlinien 36
2.4 Die Systemebenen des Industriebaus 37
2.4.1 Standort 39
2.4.2 Nutzung/ Prozess 45
2.4.3 Industriebau 63
2.4.3.1 Brandschutz im Industriebau 78
2.4.3.2 Versorgungstechnik 91

E3 Evaluierung 118

3.1 Evaluierung von Praxisbeispielen - Beschreibung, Analyse, Validierung 119
3.2 Kurzbeschreibung der Fallbeispiele & Pilotprojekte 127
3.3 Fallspezifische Anforderungsprofile 136
3.4 Fallspezifische Strategien zur Umsetzung der Anforderungsprofile 140
3.5 Validierung der Fallbeispiele 143

E4 Ergebnis 149

4.1 Strukturtypologie und Strategienkatalog 150
4.2 Strukturtypologie 151
4.2.1 Handhabung und Leserichtung 152
4.2.2 Die Strukturtypologie 154
4.3 Strategienkatalog 158
4.3.1 Handhabung und Leserichtung 160
4.3.2 Der Strategienkatalog 161

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.

E5 Fazit 197

5.1 Fazit 199

E6 Anhang 200

6.1 Literaturverzeichnis 201
6.3 Verzeichnis von Begriffen und Definitionen 211
6.4 Verzeichnis von Normen und Richtlinien 214
6.5 Themenplattform 219
6.5.1 Hallen aus Stahl – integrales Element im Industrie-und Gewerbebau 220
6.5.2 Betonfertigteile für den Industriebau 226

E7 Fallbeispiele 232

7.1 Projekt I 01TRUI Trumpf I Laserfabrik 233
7.2 Projekt I 02KAU I Kaufmann Holz I Vertriebszentrum 239
7.3 Projekt I 03USM I USM Haller I Fabrikationshalle 245
7.4 Projekt I 04ERC I Erco Leuchten I Hochregallager 251
7.5 Projekt I 05FAR I Farben Kemeter I Lagerhalle 255
7.6 Projekt I 07GIR I GIRA I Produktionsgebäude 261
7.7 Projekt I 09MOR I Mors I Vertriebszentrum 267
7.8 Projekt I 10WIL I Wilkhahn I Montagehalle 271
7.9 Projekt I 15MPD I MP-Druck I Produktionshalle 277
7.10 Projekt I 16REN I Renault I Vertriebszentrum 283
7.11 Projekt I 17APL I Aplix I Fabrikgebäude 289
7.12Projekt I 19THO I Thomson I Elektronikwerk 295
7.13 Projekt I 32PRO I Schwörer Holzindustrie I Produktionshalle 301
7.14 Projekt I 40MON I ESTA Apparatebau I Montagezentrum 307
7.15 Projekt I 41BAS I BASS I Firmensitz 313
7.16 Projekt I 42WAL I Walter Knoll I Multifunktionsgebäude 319
7.17 Projekt I 43FRA I FRABA I Produktionsgebäude 325
7.18 Projekt I 44GRO I Peter I Großbäckerei 331
7.19 Projekt I 46OBE I Obermayr I Fertigungshalle 337
7.20 Pilotprojekt I 50DOR I Dornbracht I Wertschöpfungspark 343
7.21 Pilotprojekt I 51HDM I Heidelberger Druckmaschinen I Halle 11 349
7.22 Projekt I 54TRE1 TREVISION I Betriebsgebäude 355
7.23 Projekt I 55IPE I IPE I Lagerhalle 359
Abbildungen Steckbriefe der Fallbeispiele 363

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.

E1 Einleitung

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.

E1 Einleitung

1.1 Ausgangssituation

In Zeiten der Klimadiskussion und Ressourcenknappheit aber auch der wirtschaftlichen Engpässe gewinnt unsere gebaute Umwelt und somit ebenfalls der Bereich Industriebau als Verbrauchsgröße mit immensem Einsparpotential zunehmend an Bedeutung. Neu eingeführte Zertifizierungssysteme, Richtlinien und Gesetze sowie eine deutliche Zunahme des Interesses der Unternehmensseite, werthaltig in betriebliche Gebäude zu investieren, verdeutlichen das Bestreben, dieses Einsparpotential durch die Entwicklung zukunftsfähiger Gebäude nutzbar zu machen. Dieses Ziel setzt allerdings voraus, dass der Begriff der Zukunftsfähigkeit bezogen auf die gebaute Umwelt definiert ist. Es bedarf einer trennscharfen Darlegung der Einflussfaktoren, welche die Zukunftsfähigkeit von Gebäuden bestimmen, und letztendlich deren Übertragung auf Strategien für konkrete bauliche Anwendungen.

Obwohl eine solche Darlegung zur Nutzbarmachung der Potentiale, welche die Gebäudestruktur bietet, hilfreich und sinnvoll wäre, existieren zum Thema Typologien zukunftsfähiger Gebäude und Strategien baulicher Umsetzungen von zukunftsfähigen Gebäuden kaum systematische Darstellungen. Dieser Mangel an praxisnahen und anwendbaren Mitteln erschwert den notwendigen Sensibilisierungsprozess für dieses Thema. Das Leistungsvermögen, welches in der Wahl einer angemessenen Gebäudestruktur steckt, wird oft nicht erkannt und bleibt deswegen in der heutigen Nachhaltigkeitsdiskussion nahezu unbeachtet.

An diesem Punkt setzt der Forschungsbeitrag an. Er konzentriert sich dabei auf Strukturen für zukunftsfähige Industriebauten.

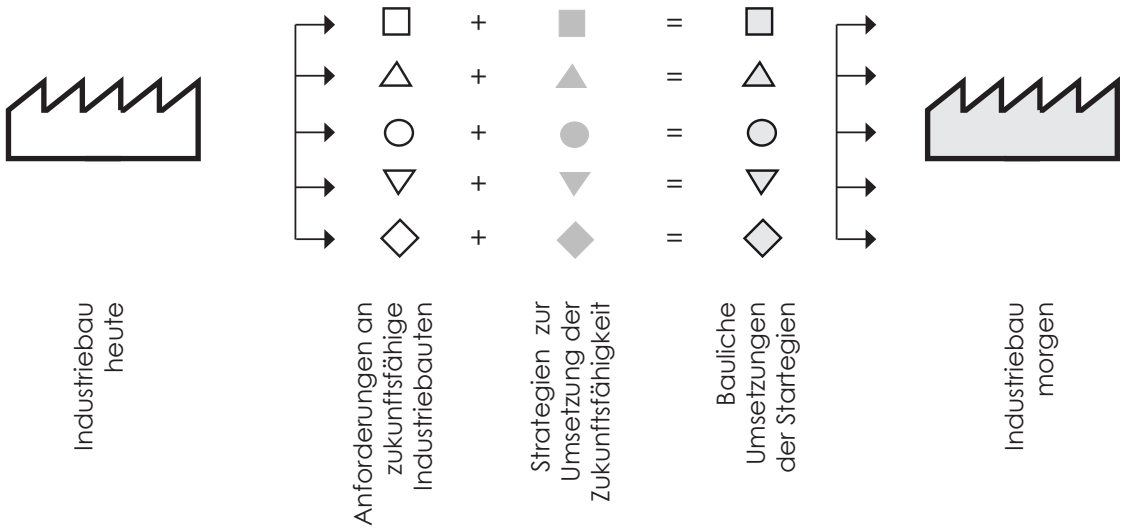


Abb. E1: Entwicklung von Strategien baulicher Umsetzungen für zukunftsfähige Industriebauten

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.

1.2 Zielsetzung & Relevanz

Aufgabe des Forschungkapitels E ist die Erstellung eines Kataloges von Strukturen mit Strategien für zukunftsfähige Industriebauten. Dargelegt werden soll, was Zukunftsfähigkeit im Industriebau bedeutet, welchen Mehrwert sie mit sich bringt, wie sie baulich umgesetzt werden kann und wie sich Investitionen in zukunftsfähig geplante und realisierte Industriegebäude in Form von Werthaltigkeit bezahlt machen. Eine weitere zentrale Aufgabe besteht darin, die Abhängigkeit zwischen Baustruktur und Werthaltigkeit eines Gebäudes darzustellen und potentielle Planer, Bauherren und Interessierte hierfür zu sensibilisieren.

Mittels eines Analyseverfahrens (Abb. E2) wird der Versuch unternommen, alle Aspekte der Gebäudestruktur, welche hinsichtlich der Zukunftsfähigkeit relevant sind, abzubilden und praxisnahe Anwendungsstrategien auszuweisen. Dazu werden typische, innovative Industriegebäude untersucht, so dass sie sowohl durch ihre fallspezifische Abbildung als auch in der Darstellung in einem allgemeinen Strategienkatalog auf Industriebauprojekte allgemein anwendbar sind. Mit Hilfe von beispielhaften Pilotprojekten werden diese Einzelstrategien zu Umsetzungskonzepten zusammengeführt. Die Einordnung der Einzelstrategien in den übergeordneten Strategienkatalog macht Typologien zukunftsfähiger Industriebauten erkennbar.

Primäres Ziel ist dabei, für Industriebauten des Mittelstandes den Standard nachhaltig = werthaltig = zukunftsfähig zu erhalten.

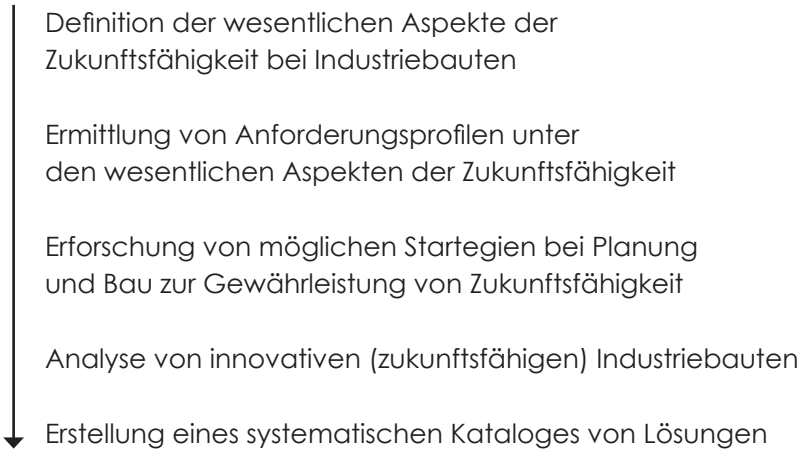


Abb. E2: Analyseverfahren

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.

1. 3 Vorgehen & Arbeitsphasen

Die Vorgehensweise zum Erreichen der in 1.2 dargelegten Forschungsziele erfolgt in drei Arbeitsphasen:

Arbeitsphase I:
In der ersten Arbeitsphase, einem theoretischen Teil, wird ein Untersuchungsfeld aus dem Anforderungskatalog der Kriterien für Zukunftsfähigkeit und den Systemebenen des Industriebaus definiert (Kapitel 2).

Arbeitsphase 2:
Dieses Untersuchungsfeld wird in Arbeitsphase zwei, dem Praxisteil zur Evaluierung von Fallbeispielen genutzt. Hierfür werden 23 Industriebauprojekte des Mittelstandes untersucht und über die ermittelten Standort-, Nutzungs- und Baudaten eine Bauwerksanalyse durchgeführt. Durch Auswertung der projektbezogenen Daten nach den Kriterien des allgemeinen Anforderungskataloges aus Arbeitsphase eins können fallspezifische Anforderungsprofile erschlossen werden. Strategien zur baulichen Umsetzung des Anforderungsprofils können erkannt werden. Die Validierung, also die Ermittlung des Verhältnisses der Entsprechung (baulichen Umsetzung) zu der Erwartung (Anforderungsprofil), schließt Arbeitsphase zwei ab (Kapitel 3).

Arbeitsphase 3
In Arbeitsphase drei werden auf Grundlage der fallspezifischen Erkenntnisse aus Arbietsphase zwei Handlungsempfehlungen in Form einer Strukturtypologie und eines Strategienkataloges für zukunftsfähige Industriegebäude erarbeitet (Kapitel 4).

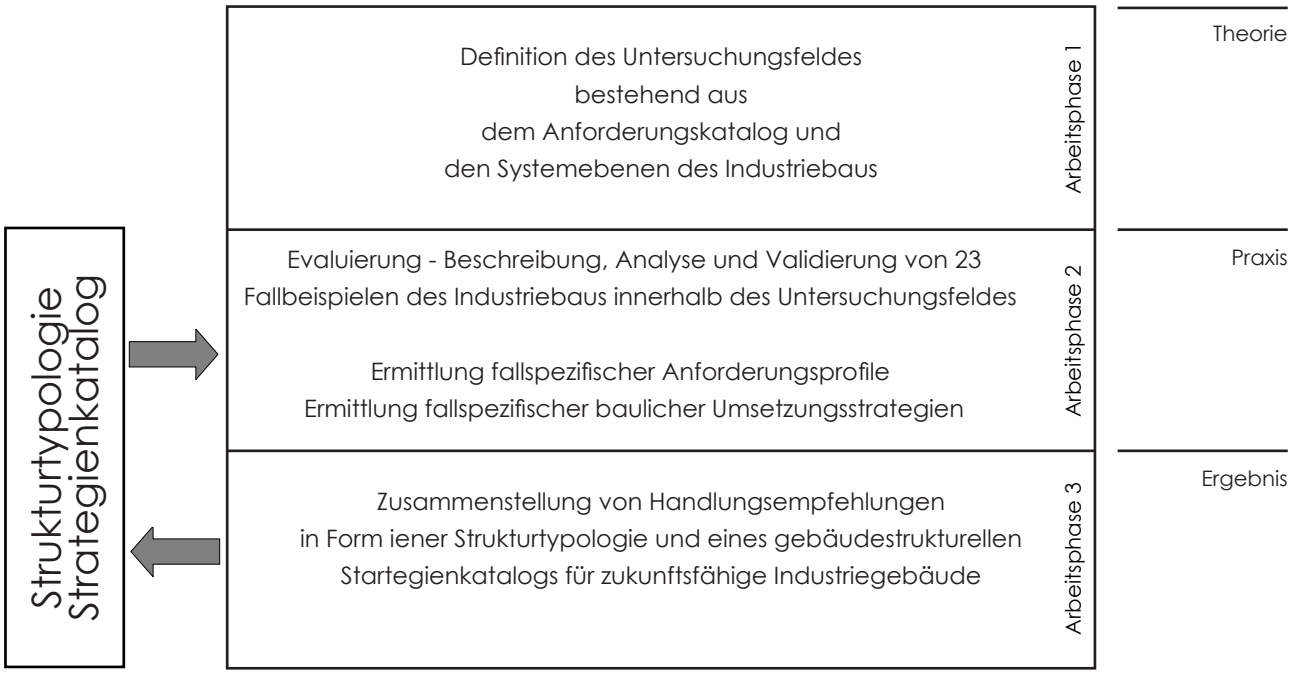


Abb. E3: Darstellung der Arbeitsphasen

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.

1.4 Bewertung der Zukunftsfähigkeit von Industriegebäuden

Nachhaltigkeit ist Zukunftsfähigkeit

Die Begriffe Nachhaltigkeit, Zukunftsfähigkeit und Werthaltigkeit werden in den Forschungsbetrachtungen gleichgesetzt (nachhaltig = werthaltig = zukunftsfähig).

Das Bestreben Nachhaltigkeit, also Zukunftsfähigkeit zu einem standardisierten Gütesiegel für Gebäude zu erheben, setzt eine qualitative und quantitative Definition dieses Begriffes voraus. Einschlägige Zertifizierungssysteme, wie beispielsweise das der Deutschen Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen (DGNB), das der Building Research Establishment Environmental Assessment Method (BREEAM) oder das des Leadership in Energy and Environmental Design Systems (LEED) gehen bei dem Zertifizierungsverfahren in vergleichbarer, systematischer Art und Weise vor. Um ein Gebäude hinsichtlich seiner Nachhaltigkeit bewerten zu können, werden alle relevanten Gebäudemerkmale in Themenfeldern erfasst. Parallel dazu werden denselben Themenfeldern Anforderungen mit Richtwerten und Messgrößen zugewiesen. Die Bewertung innerhalb eines Themenfeldes kann dann über das Verhältnis von Entsprechung (Umsetzung) und Erwartung (Anforderung) erfolgen (vgl. Kapitel 3.5 Validierung).

Die Bewertung von Gebäuden mit anschließender Vergabe eines Gütesiegels verfolgt neben marktorientierten Beweggründen (Immobilienbewertung) das Ziel, zukunftsfähiges Bauen rational zu beeinflussen und reglementieren zu können. Bei der Bantwortung der Frage nach der Zukunftsfähigkeit von Gebäuden wird oft der Umweltgedanke in den Vordergrund gestellt. Die energetische Optimierung von Bestands- und Neubauten stellt durch die mögliche Senkung von Betriebskosten (Energieeffizienz), ein wichtiges Kriterium der Nachhaltigkeit dar. Das Potential, welches in der Wahl einer angemessenen Gebäudestruktur steckt, wird dagegen in der Regel unterschätzt und findet in der heutigen Nachhaltigkeitsdiskussion eine zu geringe Beachtung.

Angemessenheit der Gebäudestruktur

Unter „Angemessenheit der Gebäudestruktur“ ist eine möglichst ganzheitliche Entsprechung des Gesamtgefüges eines Gebäudes mit seinem Anforderungsprofil zu verstehen. Dabei ist der gesamte Gebäudelebenszyklus in das Anforderungsprofil einzubeziehen. Bei der Bewertung eines Industriegebäudes gilt es, demnach zu bestimmen:

1. in welchem Maße ein Gebäude auf allen Systemebenen den heute bestehenden Anforderungen entspricht,

und

2. in welchem Maße ein Gebäude auf welchen Systemebenen Vorhaltungen für zukünftig auftretende Anforderungen vorsieht.

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.

Es muss abgewogen werden, ob der Aufwand für die Einrichtung einer Vorhaltung oder der Wahrscheinlichkeit ihrer späteren Nutzung als gewichtiger einzuschätzen ist. Wenig aussagekräftig ist demzufolge eine Nachhaltigkeitsbewertung, die sich ausschließlich auf die Gebäudeeffizienz unmittelbar nach Fertigstellung stützt. Der Unterschied zwischen einer Bewertung, die lediglich auf die Nutzungsphase 1 bezogen ist, gegenübereiner auf den gesamten Gebäudelebenszyklus (vgl. Kapitel 2 IFU) bezogenen, lässt sich am Beispiel des Pilotprojektes Halle 11 der Heidelberger Druckmaschinen verdeutlichen:

Momentan sind die an den Produktionsbereich angebundenen Büroflächen ausreichend bemessen. Das Unternehmen schätzt es allerdings als sehr wahrscheinlich ein, dass in Zukunft für einen reibungslosen Betriebsablauf zusätzliche Büroeinheiten benötigt werden. Die Vorhaltung für eine Aufstockung des Verwaltungstraktes um ein weiteres Geschoss wurde dieser zukünftigen Nutzungsanforderung entsprechend bereits beim Bau des Gebäudes berücksichtigt. Die daraus resultierende Dimensionierung des Tragwerks wurde dementsprechend vorgenommen. Die Gebäuderessource „Tragwerk“ wäre auf die Nutzungsphase 1 bezogen demnach als ineffizient zu bezeichnen. Dennoch ist die Vorhaltung unter Berücksichtigung der in Zukunft mit hoher Wahrscheinlichkeit eintretenden Forderung nach zusätzlicher Bürofläche als nachhaltig zu bewerten.

Um als zukunftsfähig bezeichnet zu werden, muss ein Industriegebäude nicht allen möglichen sondern den wahrscheinlichsten in der Zukunft auftretenden Anforderungen entsprechen. Daher müssen Anforderungsprofile fallspezifisch erstellt werden, um ihre Eerfüllung überprüfen und eine sinnvolle Bewertung der Zukunftsfähigkeit der Gebäudestruktur vornehmen zu können. (Die drei Zertifizierungssysteme BREEAM, LEED und DGNB werden im Anhang in Kapitel 6.3; Verzeichnis von Begriffen und Definitionen; im Überblick erläutert.)

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.

E2 Analyse

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.

E2 Analyse

2.1 Analysevorgehen und Methodik

Abbildung E4 zeigt die Vorgehensweise im Forschungskapitel E „Strukturen zukunftsfähiger Industriebauten“ in einzelnen Schritten. Die im Schaubild verwendete Nummerierung deckt sich mit den im Inhalt verzeichneten Kapiteln.

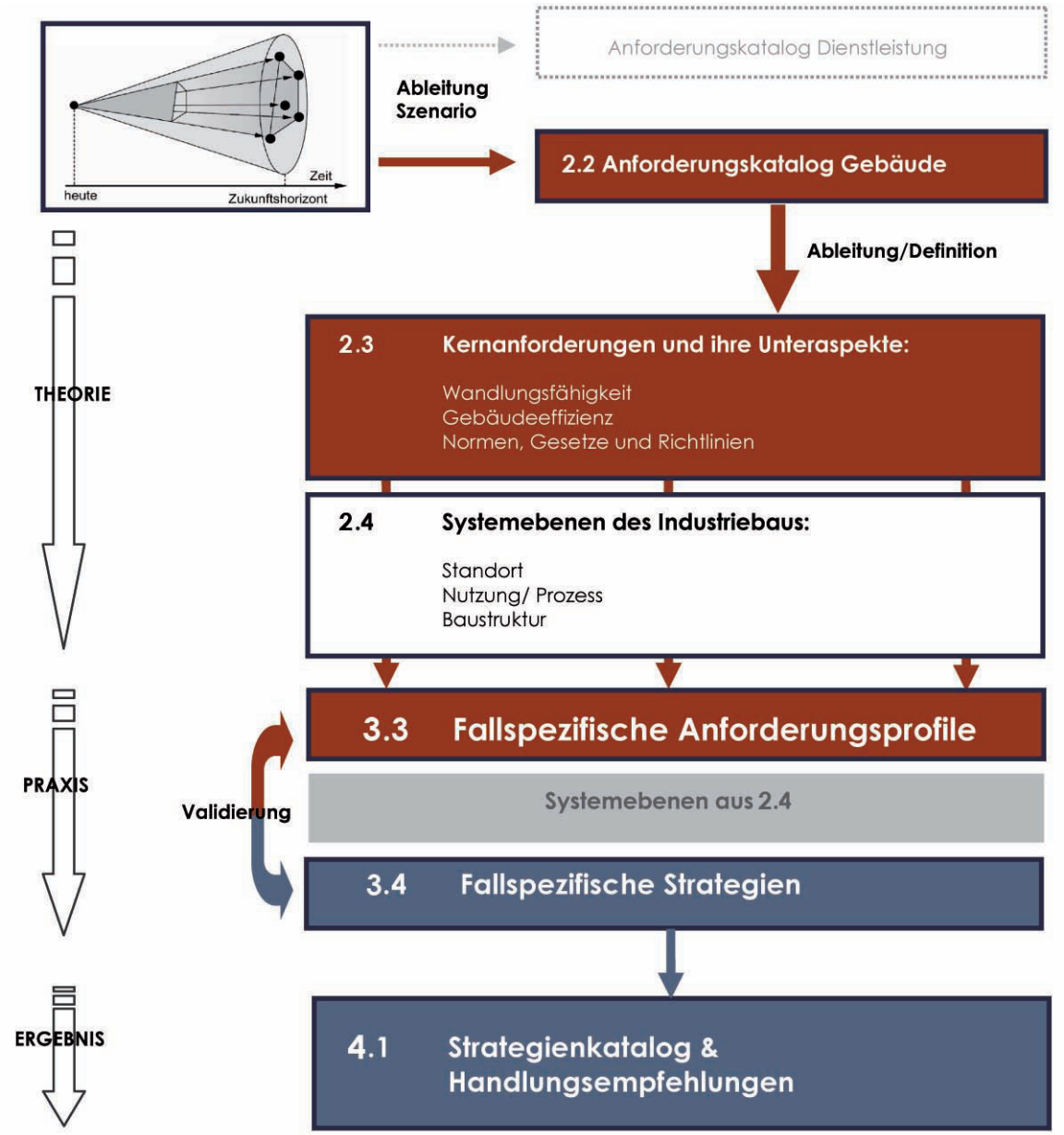


Abb. E4: Systematische Vorgehensweise der Forschung in einzelnen Schritten

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.

Die Herleitung von Strategien beginnt mit der Identifizierung von Kernanforderungen, die Systemebenen des Industriebaus zugeordnet werden. Abbildungen von Strategien in Form baulicher Strukturen, von Bauteilen und von Komponenten, werden durch spezifische Lösungen aus der Praxis ergänzt. Die Anforderungen, denen ein Gebäude in seiner Baustruktur gerecht werden soll, bestehen aus Kernanforderungen und deren Unteraspekten.

Ziel ist es, in einem Strategienkatalog die strukturellen Aspekte, welche hinsichtlich der Zukunftsfähigkeit von Industriegebäuden Relevanz aufweisen, systematisch zu erfassen und mit Lösungen aus der Praxis zu belegen, um Umsetzungststrategien aufzuzeigen. Um dieses Analyseverfahren durchführen zu können, wird in Kapitel E2 eine Untersuchungsmatrix aus Anforderungen und Systemebenen zugrundegelegt (Abb. E5).

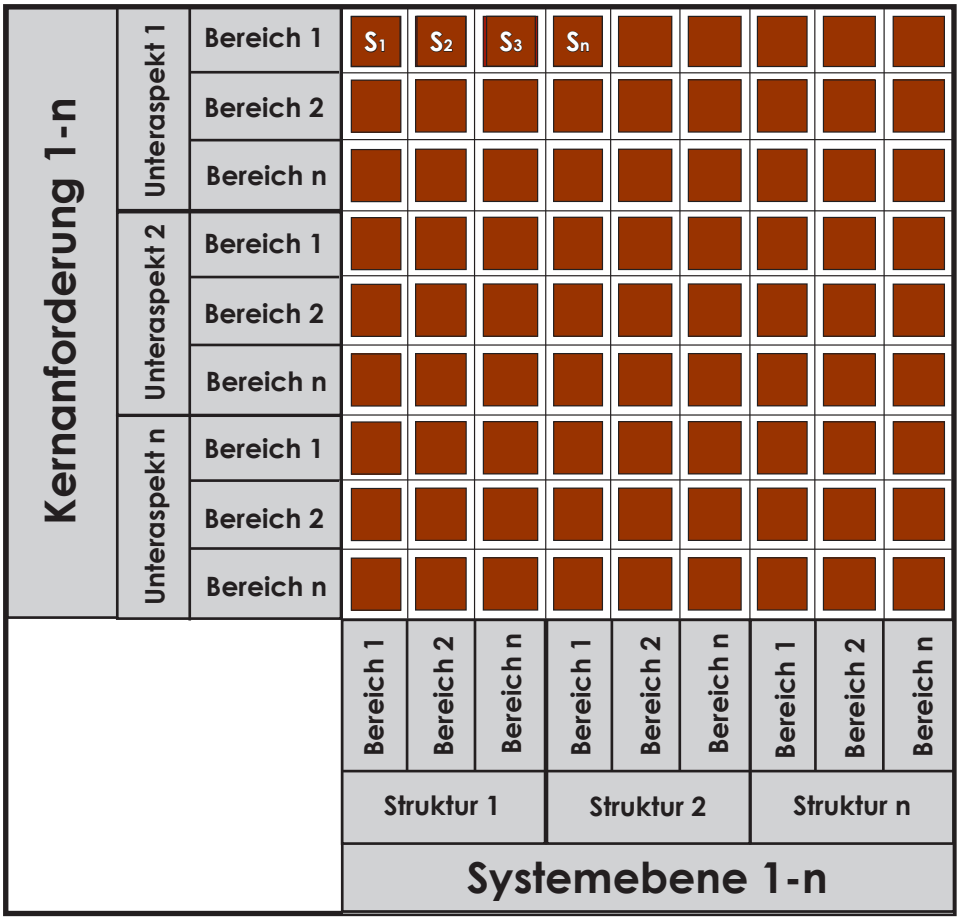


Abb. E5: Untersuchungsfeld des Strategienkataloges aus Anforderungen und Systemebenen

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.

In Kapitel E3 und E4 werden anhand ausgewählter Fallbeispiele Anforderungsprofile rekonstruiert. Danach können die spezifischen Strategien herausgearbeitet werden, durch die eine bauliche Umsetzung des Anforderungsprofils erreicht werden kann. Gleichzeitig wird ermittelt, welche der Systemebenen des Industriebaus bei diesem Prozess aktiv, das heißt betroffen, sind. Es ergeben sich Strategien in Form von baulichen Umsetzungsmöglichkeiten, welche anhand der Fallbeispiele belegt werden können.

Dieser Prozess ist durch folgende Fragestellungen gekennzeichnet:

1. Welches sind die Anforderungen, die über den gesamten Lebenszyklus hinweg an das Gebäude gestellt werden?
2. Welche Strategien können angewendet werden, um dem spezifischen Anforderungsprofil gerecht zu werden?
3. Welche Systemebenen und Strukturen sind bei der baulichen Umsetzung der Strategie aktiv?
4. Welche Abhängigkeiten zwischen den Systemebenen ergeben sich?
5. Wie definieren sich die Startegien baulicher Umsetzung und durch welche Praxisbeispiele können sie belegt werden?

Die Vorgehensweise wird in nachfolgendem Schaubild (Abb. E6) nochmals verdeutlicht.

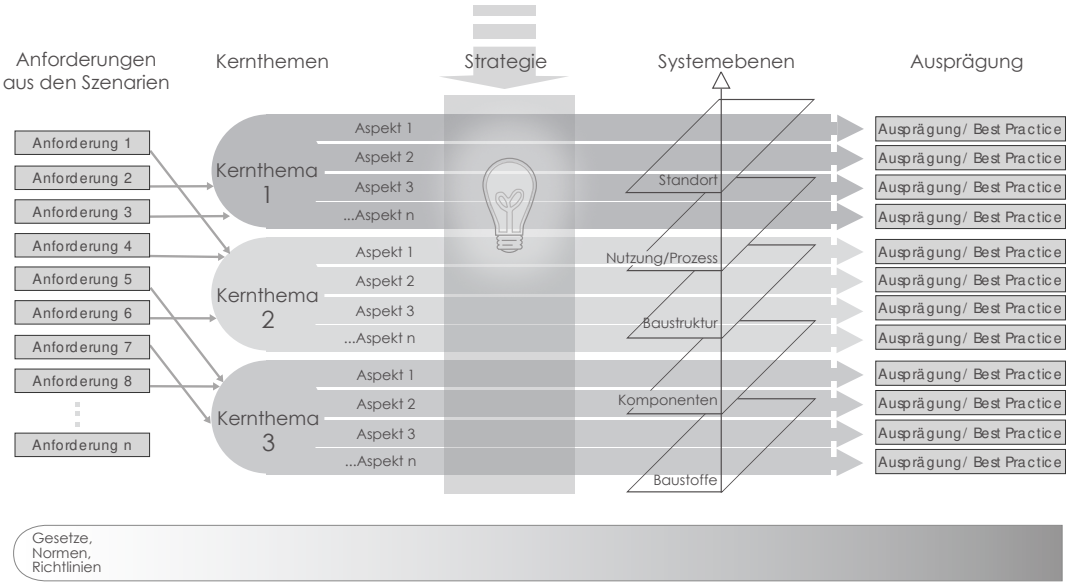


Abb. E6: Analyseprozess

Die fallspezifischen Strategien werden in einen umfassenden, allgemeinen Katalog übergeleitet. Er bildet zusammen mit der Wissensgrundlage aus Kapitel E2 die Handlungsempfehlungen für zukunftsfähige Industriegebäude.

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.

2.2 Die Anforderungen an das „Produkt Gebäude“

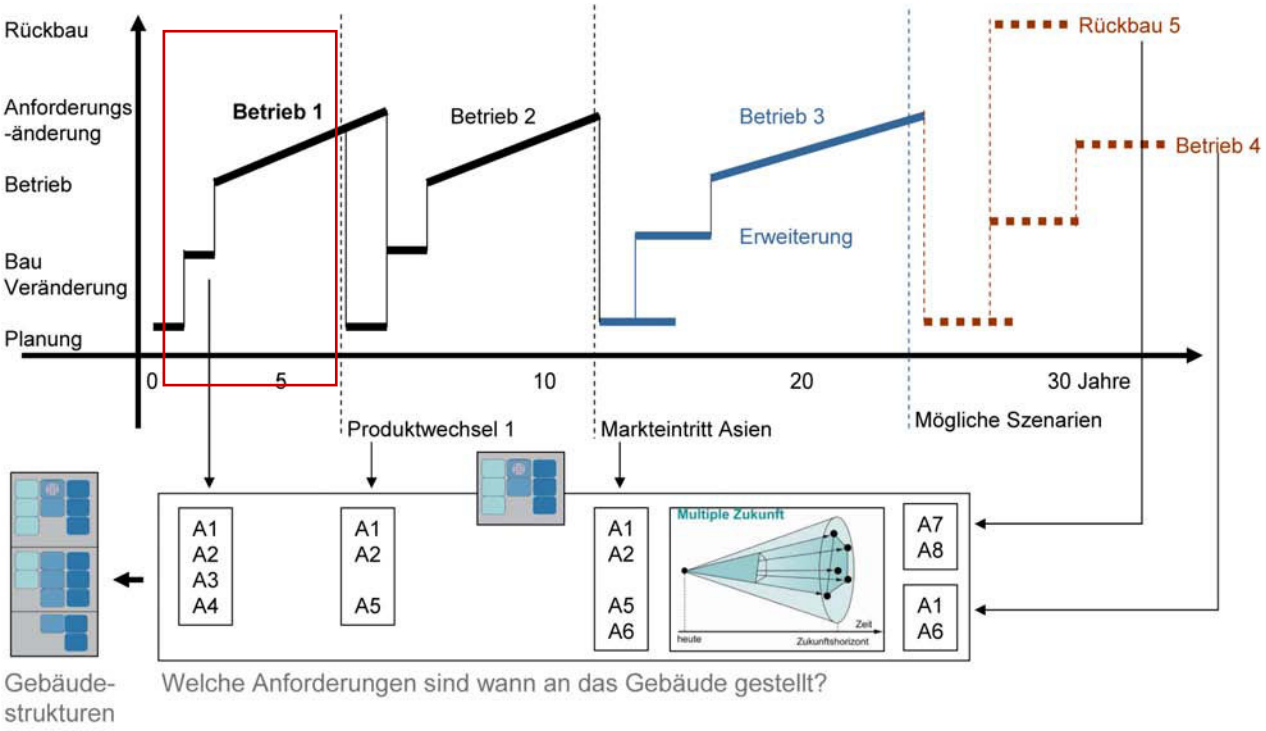


Abb. E7: Anforderungsänderungen entlang des Gebäudelebenszyklus

Während des Lebenszyklus eines Industriegebäudes werden sich auch die Anforderungen ändern, welche aus dem Betriebsablauf heraus gestellt wurden (Abb. E7).

Ein Industriebau, der in seiner strukturellen Gegebenheit stetig wandelnden Anforderungen entsprechen kann, wird als zukunftsorientiert oder auch zukunftsfähig bezeichnet. Der Grad der Zukunftsfähigkeit eines Industriegebäudes lässt sich demnach an dessen Fähigkeit messen, sich an Anforderungen, welche sich im Verlauf des Gebäudelebenszyklus ergeben, gezielt und schnell anpassen zu können. Zukunftsfähig konzipierte Industriegebäude müssen auf neue Anforderungen reagieren können. Nur auf diese Weise kann der Werterhalt des Gebäudes über den gesamten Lebenszyklus hinweg gewährleistet werden und ein hohes Maß an Gebäudeeffizienz auch in zukünftigen Betriebsphasen erhalten bleiben.

Nachfolgende Schaubilder (Abb. E7 und Abb. E8) erläutern dieses Beziehungsgeflecht zwischen Anforderungen und reaktiven, baulichen Konsequenzen. Es gibt unternehmerische und gesellschaftliche Einflüsse, welche das ursprüngliche Anforderungsprofil (Betriebsphase 0) und die veränderten Anforderungsprofile (Betriebsphasen 1 bis n) bestimmen. Für die Betriebsphase 0 (Schaubild Abb. E8) können über die Anforderungen für einen Standort, Prozess- und Strukturmodelle maßgeschneidert konzipiert werden, die Gebäudeeffizienz wird durch ein Raummodell definiert. Für die nachfolgenden Betriebsphasen 1 bis n (Schaubild Abb. E9) mit veränderten Anforderungsprofilen kann die Gebäudeeffizienz nur über die Wandlungsfähigkeit der Gebäudesysteme erreicht werden.

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.

Gebäudeeffizienz durch ein dem veränderten Anforderungsprofil entsprechendes Raummodell in **Betriebphase 0**

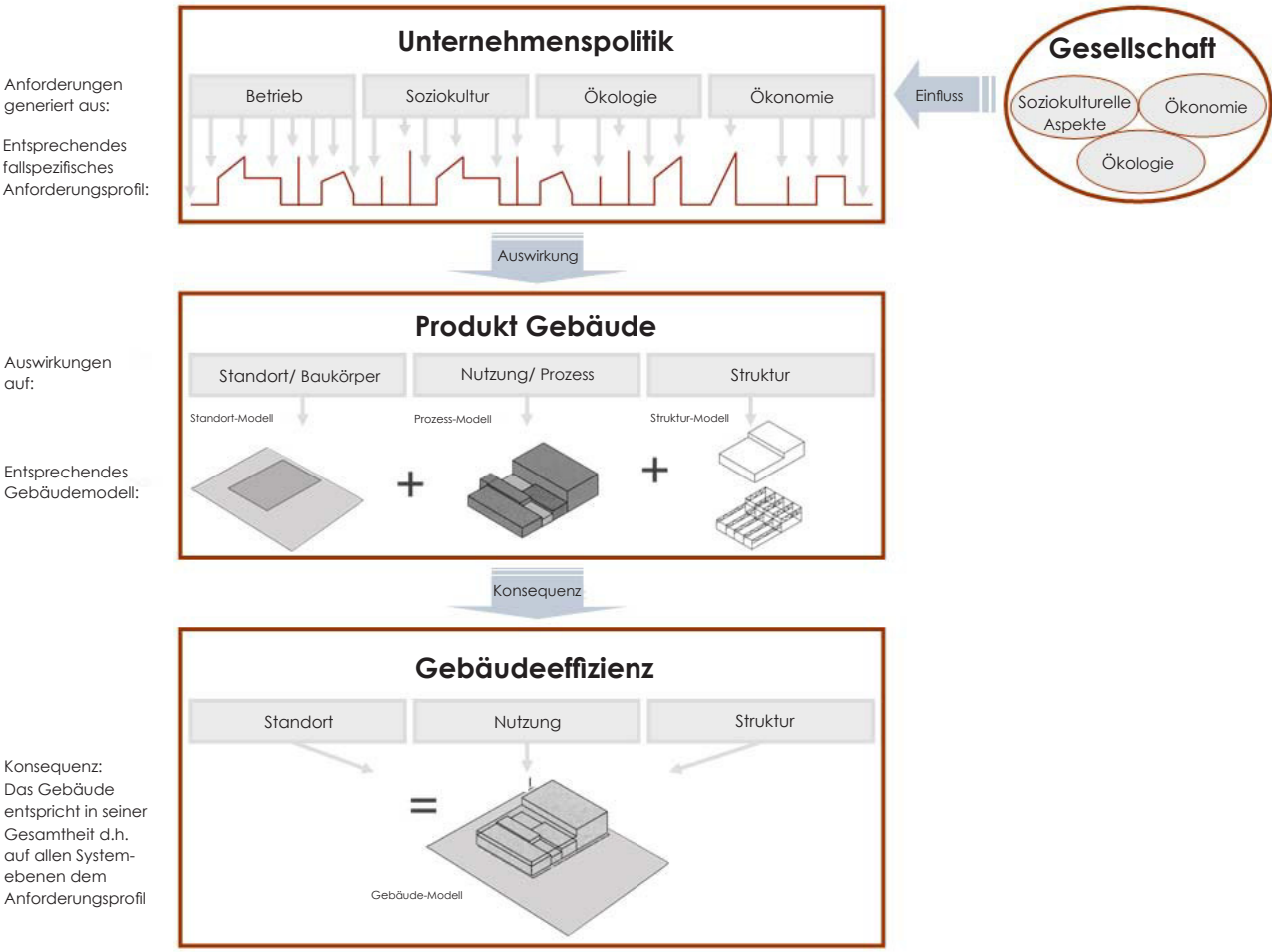


Abb. E8: Gebäudeeffizienz in Betriebsphase 0

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.

Gebäudeeffizienz durch ein dem veränderten Anforderungsprofil entsprechendes Raummodell in **Betriebsphase 1-n**

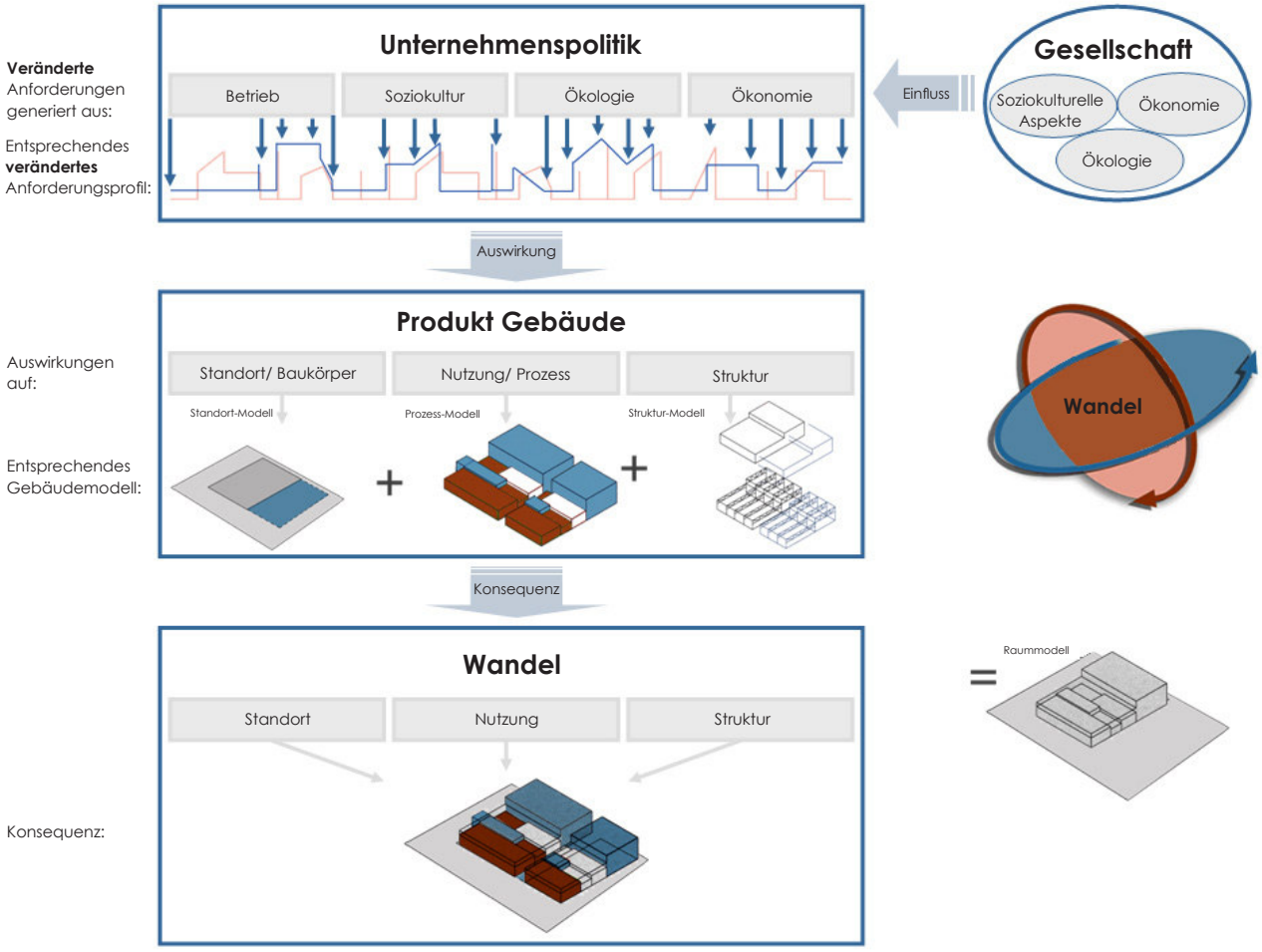


Abb. E9: Gebäudeeffizienz in Betriebsphase 1-n

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.

Solange das Gebäude die Anforderungen des Betriebes erfüllen kann, sind auch keine Anpassungsmaßnahmen erforderlich. Wird das Anforderungsprofil jedoch verändert, muss das Gebäude darauf reagieren können. Nach den Anpassungsmaßnahmen sollte im besten Falle wieder eine maximale Deckung der nun geltenden Bedürfnisse des Betriebes erreicht werden, ohne jedoch weitere Änderungen zu blockieren. Dieses Prinzip der Anpassung wird sich bis zum Ende der Gebäudelebensdauer zyklisch fortsetzen. Dabei sollen diese Anpassungen des Gebäudes an veränderte Anforderungen möglichst schnell, kostengünstig und mit geringer Beeinträchtigung des laufenden Betriebes vonstatten gehen. Um eine Anpassung nach diesen Kriterien gewährleisten zu können, müssen alle Baukomponenten und -elemente den wahrscheinlich auftretenden Anforderungen entsprechend gewählt werden. Dies bedarf während der Gebäudeplanungsphase einer prognostischen Betrachtung der wahrscheinlichen Zukunftsszenarien.

Die Überschreitung der Lebensdauer von Bauteilen und ein damit einhergehender notwendiger Austausch hat ebenfalls zyklische, bauliche Maßnahmen zur Folge. Andere damit in Beziehung stehende Bauelemente können von diesen Maßnahmen mit betroffen sein (vgl. Kapitel D6.4.1, Abb. D29/30).

Im Forschungskapitel B „Szenariotechnik im Industriebau“ wurden mittels der Szenariotechnik bereits mögliche Zukunftsszenarien für den Industriebau definiert und Anforderungen für das Produkt Gebäude aufgestellt (vgl. Kapitel B1.5). Basierend auf dieser Zusammenstellung folgt nun im nächsten Kapitel die Ermittlung der Kernanforderungen und ihrer Unteraspekte.

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.

2.3 Die Kernanforderungen und ihre Unteraspekte

Wie in Kapitel B 1.4 „Anforderungen an zukunftsfähige Industriegebäude und Planungsprozesse“ beschrieben, wurden für drei mögliche Zukunftsszenarien Anforderungen an Gebäude und Planungsprozesse definiert . In einem ersten Schritt wurden Chancen und Bedrohungen aus den drei Szenarien abgeleitet. Im Anschluss konnten daraus Anforderungen für das Gebäude und an den Planungsprozess identifiziert werden. Die Anforderungen aus den Szenarien wurden unterteilt in die Gruppen Extern, Schnittstelle, Produktion-Bauwerk, Bauwerk und Image. Diese Unterteilung bildet alle Teilbereiche bzw. Betrachtungsebenen des Industriebaus ab, ist jedoch noch eine ungeordnete Sammlung von Anforderungen.

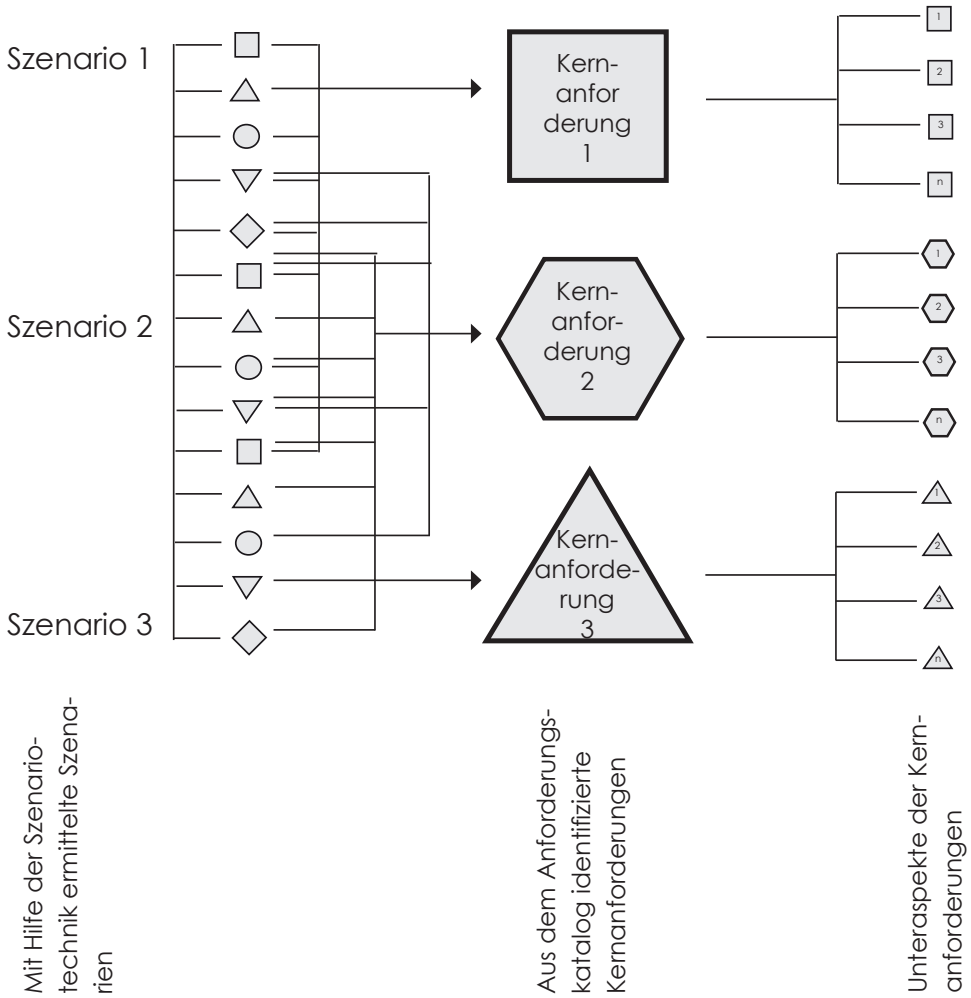


Abb. E10: Überführung szenariospezifischer Anforderungen in Kernanforderungen und Unteraspekte

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.

Um die Zusammenstellung von Anforderungen für den weiteren Analyseprozess nutzbar zu machen, werden sie nach Themen gegliedert und als Kernanforderungen und Unteraspekte definiert (vgl. Abb. E10). Kernanforderungen und Unteraspekte bilden eine der beiden Achsen der Untersuchungsmatrix zur Erfassung struktureller Strategien (siehe Abb. E11). Die andere Achse wird durch die Systemebenen (siehe Kapitel E 2.4) gebildet.

Theorie

Definition des Untersuchungsfeldes
bestehend aus
dem Anforderungskatalog und
den Systemebenen des Industriebaus

Arbeitsphase 1

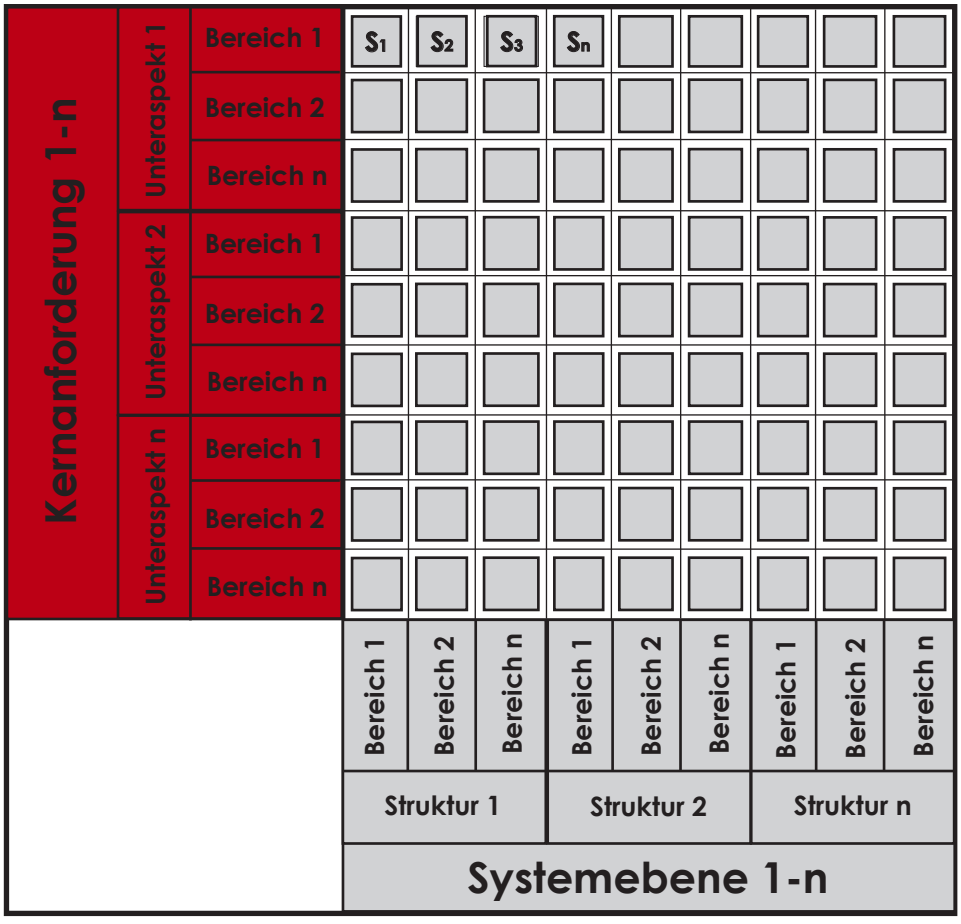


Abb. E11: Untersuchungsfeld zur Ermittlung gebäudestruktureller Strategien

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.

Drei Kernanforderungen sind in allen drei Szenarien enthalten, jedoch unterschiedlich stark ausgeprägt. Die Kernanforderungen sind:

Wandlungsfähigkeit

Gebäudeeffizienz

Unternehmensidentität

Die Kernanforderungen sind in folgende Unteraspekte gegliedert:

Wandlungsfähigkeit	**Flexibilität**
	Variabilität
Gebäudeeffizienz	**Funktion**
	Technik
	Ökologie
	Ökonomie
Unternehmensidentität	**Gestalt**

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.

Die **Kernanforderung 1 Wandlungsfähigkeit** von Industriegebäuden lässt sich aus den szenariospezifischen Anforderungen für das „Produkt Gebäude“ wie folgt ableiten.

Szenario 1

- Räumliche Erweiterung zu jeder Zeit (z. B. durch flexible/verschiebbare Fassaden und Strukturen, modulare Bauweisen, trennbare Verbindungen) (aus Szenario1)
- Räumliche Erweiterung in Höhe und Fläche (aus Szenario 1)
- Bevorzugung von Neubauten gegenüber Bestandsbauten (aus Szenario 1)
- Sicherstellung der Stabilität bautechnischer Systeme (aus Szenario1+2)
- Vorhaltung struktureller Überkapazitäten (z. B. durch verschiebbare Stützen) (aus Szenario1)
- Rückbaubarkeit der Strukturen (aus Szenario 1)
- Sicherstellung der internen und externen Medienverträglichkeit (aus Szenario 2)

Szenario 2

- Trennung von Struktur und Medienführung (aus Szenario1)
- Flexible Medienführung (z. B. durch Vorhaltung räumlicher Kapazitäten für nachträgliche Anpassung der Medien) (aus Szenario1+2)
- Vorhaltung räumlicher Überkapazitäten (z. B. „toter Raum“) (aus Szenario 2)
- Trennung von Struktur und Medienführung (aus Szenario 2)
- Gleichberechtigung von Neubauten und Bestandsbauten (aus Szenario 2)
- Struktur ist allgemeingültig, offen und fehlerfreundlich konzipiert (aus Szenario 2+3)
- Etablierung von Standards und klaren Rastern (z.B. standardisierten Bauelementen) (aus Szenario 2+3)
- Konzentration auf die Umsetzung wirklich notwendiger Bedürfnisse (aus Szenario 3)

Szenario 3

- Bevorzugung von Bestandsbauten gegenüber Neubauten (aus Szenario 3)
- Kurzfristige Lösung: Fliegende Bauten (aus Szenario 3)

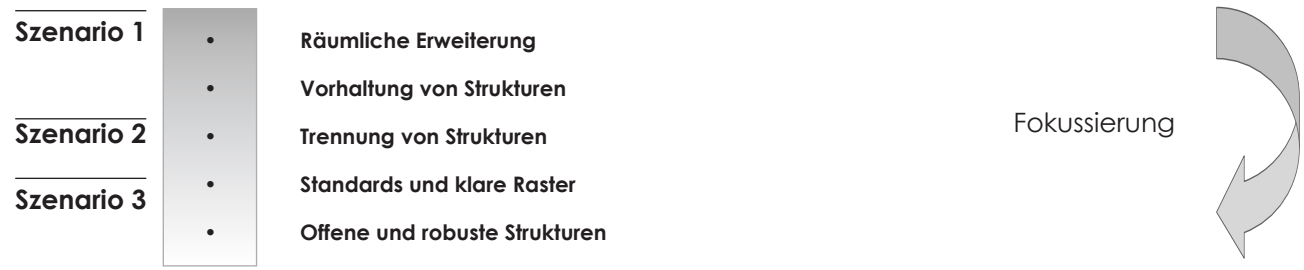


Abb. E12: Gliederung der Anforderungen - Kernanforderung Wandlungsfähigkeit und Schwerpunkte

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.

Der zweite Themenbereich umfasst die Gebäudeeffizienz; hierbei soll neben der Effizienz der Ressourcen für die Erstellung und den späteren Betrieb des Gebäudes vor allem die Effizienz der Ressourcen, welche die Gebäudestruktur selbst bietet (Funktionale, gestalterische, ökonomische, ökologische und technische Effizienz) untersucht werden. Die **Kernanforderung 2 Gebäudeeffizienz** von Industriegebäuden lässt sich mit dem Anforderungskatalog für das „Produkt Gebäude“ wie folgt darstellen:

Szenario 1

- Maximierung der Ressourceneffizienz (z. B. durch Nutzung überschüssiger Energie infolge der Vernetzung von Industrie- und Stadtgebäuden) (aus Szenario1)
- Umsetzbarkeit neuer Energiekonzepte (aus Szenario 1+2)
- Effiziente Ausnutzung verfügbarer Flächen (z.B. durch effiziente Logistikkonzepte) (aus Szenario1+2)
- Rückbaubarkeit der Strukturen (aus Szenario 2)
- Gleichberechtigung von Bestandsbauten gegenüber Neubauten (aus Szenario 2)

Szenario 2

- Umsetzbarkeit stabiler, autarker Energiekonzepte (aus Szenario 3)
- Bevorzugung von Bestandsbauten gegenüber Neubauten (aus Szenario 3)
- Etablierung von robusten Systemen (aus Szenario 3)
- Konzentration auf die Umsetzung notwendiger Bedürfnisse (aus Szenario 3)
- Verwendung regional verfügbarer Bauelemente (aus Szenario 3)
- Minimal-invasive Anbindung an bestehende Infrastruktur (aus Szenario 3)
- Bevorzugung von Bestandsbauten gegenüber Neubauten (aus Szenario 3)

Szenario 3

- Maximierung der Ressourceneffizienz unter Berücksichtigung von Kostenaspekten (z. B. durch Nutzung überschüssiger Energie infolge der Vernetzung von Industrie- und Funktions-/Nebengebäuden) (aus Szenario 2+3)

Szenario 1

- Neue umsetzbare Energiekonzepte
- Effiziente Ressourcennutzung

Szenario 2

- Maximale Ressourceneffizienz
- Regional verfügbare Energiekonzepte

Szenario 3

- Autarke, robuste, einfache Energiekonzepte

Fokussierung

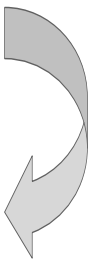


Abb. E13: Gliederung der Anforderungen - Kernanforderung Gebäudeeffizienz und Schwerpunkte

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.

Der dritte Themenbereich umfasst die Unternehmensidentität oder auch die Corporate Identity. Damit ist nicht nur die Gestaltung als "harter" Faktor wie die Corporate Architecture sondern auch der Mensch in seinem sozialen Gefüge als"weicher" Faktor gemeint.
Die **Kernanforderung 3 Unternehmensidentität** von Industriegebäuden lässt sich aus dem Anforderungskatalog für das „Produkt Gebäude" wie folgt ableiten:

Szenario 1
- Maximale Erfüllung ästhetischer Ansprüche (aus Szenario 1)
- Berücksichtigung stadträumlicher Fragestellungen bei der Erstellung des Bauwerks (aus Szenario 1)

Szenario 2
- Berücksichtigung des „Faktor Mensch" (aus Szenario 1+2)
- Berücksichtigung von Life-Balance Angeboten (aus Szenario 1+2)
- Erfüllung ästhetischer Ansprüche (aus Szenario 2)

Szenario 3
- Bedeutung des Produktionsprozesses ist größer als die des Mitarbeiters (Szenario 2+3)
- Keine bzw. geringe Erfüllung ästhetischer Ansprüche (aus Szenario 3)

Szenario 1
- Maximale Erfüllung ästhetischer Ansprüche (aus Szenario 1)

Szenario 2
- Berücksichtigung des „Faktor Mensch" (aus Szenario 1+2)

Szenario 3
- Erfüllung ästhetischer Ansprüche (aus Szenario 2)
- Keine bzw. geringe Erfüllung ästhetischer Ansprüche (aus Szenario 3)

Fokussierung



Abb. E14: Gliederung der Anforderungen - Kernanforderung Unternehmensidentität und Schwerpunkte

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.

2.3.1 Wandlungsfähigkeit

Wandlungsfähigkeit – wichtiger Gradmesser für den langfristigen Werterhalt von Gebäudestrukturen

Die Fähigkeit von Gebäudestrukturen sich mit angemessenem Aufwand an veränderte Anforderungen anpassen zu können bezeichnet man als Wandlungsfähigkeit. Der Grad der Wandlungsfähigkeit ist ein wichtiger Faktor für den Werterhalt und die Nachhaltigkeit von Gebäuden.
Wandlungsfähigkeit und beständiger Erhalt der Gebäudeeffizienz sind als Faktoren der Nachhaltigkeit eng miteinander verknüpft. Die Angemessenheit der bereitgestellten Wandlungsfähigkeit ist ausschlaggebend für die Qualität eines Gebäudes. Ein Gebäude mit einem angemessenen Grad an Wandlungsfähigkeit ist ein spezifisches Produkt mit hoher Qualität, welches nur über eine sorgfältige Planung und einen vielleicht höheren Investitionsaufwand umgesetzt werden kann.

Definition der Wandlungsfähigkeit im Kontext unserer Betrachtungen

Für unsere Analyse ist die Wandlungsfähigkeit von Industriebauten in zwei Betrachtungsebenen eingeteilt (vgl. Abb. E15):

- Variabilität: Veränderlichkeit, Variationsfähigkeit innerhalb einer Grundgesamtheit (Gebäude, fester Standort) z. B. Nutzungsänderung, Änderungen im Produktionsablauf; eine von „Innen“ erbrachte Lösung bei Anforderungsänderungen [Wien 05].

- Flexibilität: Veränderlichkeit der Grundgesamtheit (Gebäude, variabler Standort) z. B. wachsen, schrumpfen, verlagern; eine von „Außen“ ermöglichte Lösung bei Anforderungsänderungen [Wien 05].

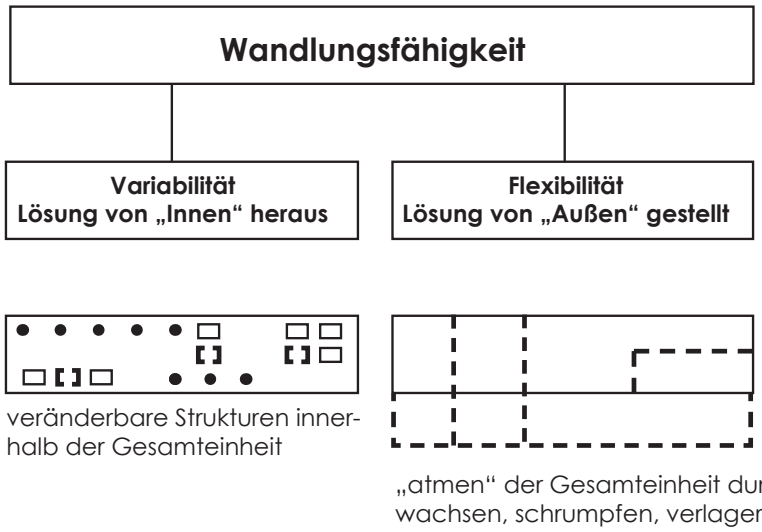


Abb. E15: Wandlungsfähigkeit - Betrachtungsebenen Variabilität und Flexibilität

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.

Die Variabilität bezeichnet eine zeitliche oder räumliche Veränderung von Individuen in einer Grundgesamtheit oder einer Stichprobe. Das statistische Maß für Variabilität ist die Varianz. Die Unteraspekte der Wandlungsfähigkeit, die Flexibilität und die Variabilität werden im weiteren Analyseverfahren zur Ermittlung gebäudestruktureller Strategien nochmals in folgende Betrachtungsbereiche unterteilt:

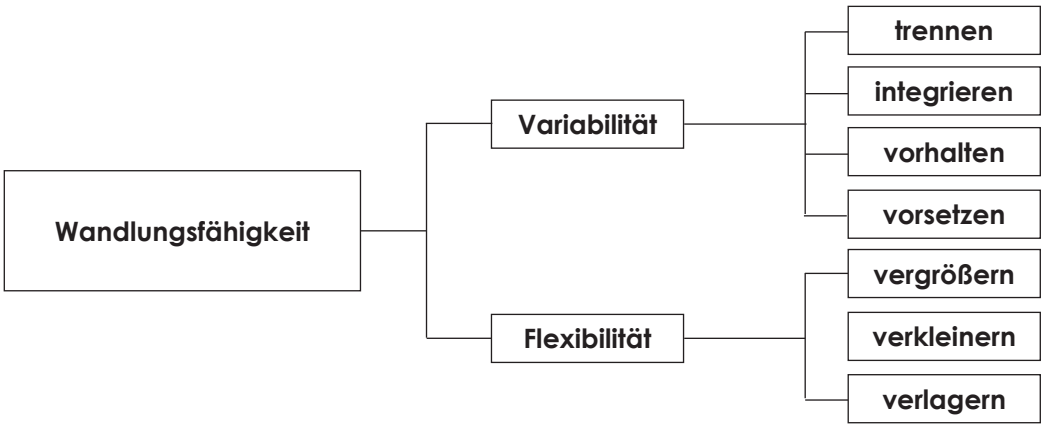


Abb. 16: Wandlungsfähigkeit - Betrachtungsebenen der Variabilität und der Flexibilität

Bestimmungsgrößen der Wandlungsfähigkeit

Die Strukturen und Baukomponenten eines Industriegebäudes (Standort-, Nutzungs-, Prozess und der Baustrukturen) beeinflussen in ihrer Gegebenheit den Grad der Wandlungsfähigkeit negativ wie positiv. Die Anordnung und Verknüpfung von Bauteilen in Strukturen innerhalb eines Gebäudes sind ebenfalls bestimmender Faktor der Wandlungsfähigkeit. Des Weiteren gibt es verschiedene Fertigungsstandards, welche die Wandlungsfähigkeit eines Gebäudes begünstigen können.

Diese Zusammenhänge werden in den folgenden Abschnitten erläutert. Eine systematische Auflistung der Bestimmungsgrößen von Wandlungsfähigkeit wird in Kapitel E3 Strategienmatrix vorgenommen. Mit ihrer Hilfe erfolgt eine praxisnahe Überprüfung. Die Erfüllung der Kernanforderung Wandlungsfähigkeit wird auf allen Systemebenen des Industriebaus untersucht.

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.

Wandlungsfähigkeit durch baulich, technische Standardisierung, Modularisierung und Vorhaltung

Bauliche und technische Maßnahmen können positiv auf die Wandlungsfähigkeit eines Industriegebäudes einwirken:

1. Standardisierung bzw. Segmentierung von Bauteilen und Gebäudesystemen
2. Modularisierung von Bauteilen und Gebäudesystemen
3. Vorhaltung (räumlich, statisch, technisch) für Nachrüstung und Austausch von Bauteilen und Gebäudesystemen

Die strukturellen Veränderungen, welche mit der Anpassung des Gebäudes an neue Anforderungen einhergehen, sollen schnell, kostengünstig und mit möglichst geringer Beeinträchtigung des laufenden Betriebes vonstatten gehen. Eine bauliche Umsetzung nach diesen Kriterien setzt 1. eine einfache und schnelle Zugänglichkeit von Bauteilen und Systemen, 2. die Trennung von Bauteilen und -systemen und 3. die technische, funktionale und gestalterische Angemessenheit der verwendeten Bauteile und -systeme voraus.

Lebenszyklen von Bauteilen

Die unterschiedliche Lebensdauer von Bauteilen kann bei deren Ablauf das koordinierte Gefüge eines Gebäudes erheblich stören und dadurch die Gebäudeeffizienz negativ beeinträchtigen. Haben einzelne Bauteile ihre Lebensdauer erreicht und müssen ersetzt werden, ist es außerordentlich wichtig, dass eine einfache Austauschbarkeit der Baukomponenten möglich ist. Dazu ist eine Trennung der Bauteile, Komponenten und Bausysteme wichtig. Wird eine Bauteiltrennung nicht vorgenommen, müssen andere, mit dem schadhaften Bauteil verbundene Bauelemente, vor deren erreichter Lebensdauer mit erneuert werden. Dies führt zu einer Verschwendung von Ressourcen und treibt die Gebäudeinstandhaltungskosten in die Höhe. Erwähnenswert ist in diesem Zusammenhang auch die Tatsache, dass die Zunahme der technischen Komplexität eines Gebäudes auch dessen Störanfälligkeit erhöht, was wiederum einen häufigeren Austausch von Baukomponenten zur Folge hat. Einmal mehr wird deutlich, wie wichtig eine koordinierte Struktur der baulichen und technischen Systeme für den Werterhalt eines Gebäudes ist. Nur über eine sorgfältige Planung der Beziehung zwischen den einzelnen Bauteilen im Kontext des Gebäudegefüges kann eine funktionale, betriebstechnische und gestalterische Optimierung erreicht werden.
Im zyklischen Systemmodell von Jörg Lamster [Lams 08] wird dieser Sachverhalt genauer untersucht. Die Strukturen eines Gebäudes, die Prozesse im Bau und Immobilien-Objekt werden im Zusammenhang mit den unterschiedlichen Zyklen eines Gebäudes betrachtet. Die Zyklen der Bauteilsysteme bilden dabei eine der Ebenen des Systemmodells. Die Systeme beinhalten die verschiedenen Funktionen und werden unter dem Aspekt der Instandsetzung/ Erneuerung betrachtet. Auch hier werden eine klare Trennung der einzelnen Systeme und einfache Verbindungs- bzw. Schnittstellen als ausschlaggebendes Kriterium für Vorfertigung, Einfachheit und Robustheit von Gebäudeteilen bewertet.

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.

2.3.2 Gebäudeeffizienz

Gebäudeeffizienz - Gradmesser für den Werthaltigkeit eines Gebäudes

Die Effizienz beschreibt ein Verhältnis von Aufwand und Ertrag. Gebäudeeffizienz liegt vor, wenn bei gegebener Standort, Nutzungs-, Prozess- und Baustruktur größtmöglicher technischer, funktionaler, ökologischer, ökonomischer und gestalterischer Nutzen erreicht wird (Maximumprinzip) oder bei gegebenem technischen, funktionalen, ökologischen, ökonomischen und gestalterischen Nutzen die aufgewendeten Ressourcen des Standorts-, der Nutzungs-, Prozess- und Baustruktur minimiert wird (Minimumprinzip).

Gebäudeeffizienz und Gebäudestruktur

Ein hoher Grad an Effizienz kann durch eine Spezialisierung (Monofunktionalität) der Struktur eines Gebäudes erreicht werden. Das bedeutet, dass die Gebäudestruktur genau auf den jeweiligen Bedarf zugeschnitten ist. Dies ist vor allem bei hochtechnologischen Gebäuden der Fall, führt jedoch zu einer Einschränkung der Variabilität. Im Gegensatz hierzu steht das Prinzip einer multifunktionalen Gebäudestruktur. Diesen Ansatz verfolgt im Extrem die sog. Vorhaltungshalle. Die strukturell für eine Vielzahl unterschiedlicher Nutzungen ausgelegt ist. Die Planung erfolgt ohne enge Abstimmung auf spezifische Anforderungen eines Unternehmens. Um dennoch vielfältige Nutzungen zu ermöglichen, muss die Gebäudestruktur einer Vorhaltungshalle auf den kleinsten, gemeinsamen Anforderungsnenner reduziert werden. Sie entspricht funktionalen, technischen und gestalterischen Grundbedürfnissen. Die Konstruktionsweise ist eher einfach, im Standard und der Technologie. Zusätzlich benötigte, nutzungsbedingte Ausstattungen wie beispielsweise eine Kranbahn können gegebenenfalls durch Nachrüstung abgedeckt werden. Nicht alle spezifischen Anforderungen können nachgerüstet werden. Hier stößt das Prinzip der Vorhaltungshalle an seine Grenzen.

Definition der Gebäudeeffizienz im Kontext der Forschung

Für die Analyse wird die Effizienz von Industriegebäuden in vier Betrachtungsebenen Funktion, Technik, Ökologie und Ökonomie aufgeteilt, die zur Ermittlung gebäudestruktureller Strategien nochmals untergliedert werden (Abb. E17):

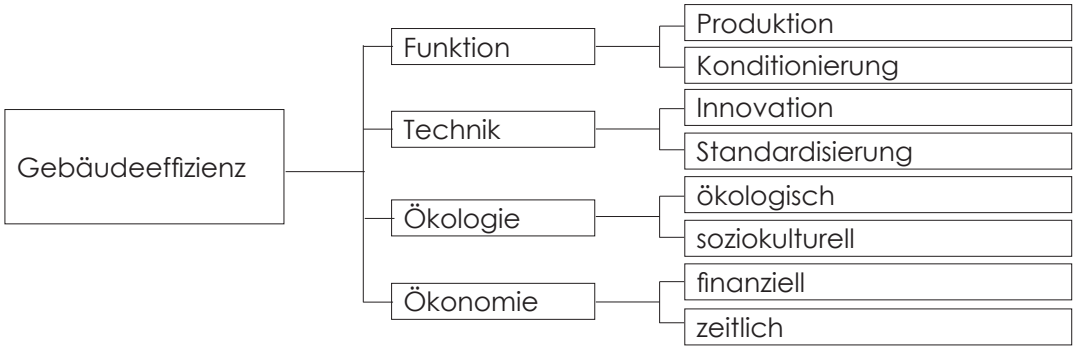


Abb. E17: Gebäudeffizienz – Betrachtungsebenen

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.

2.3.3 Unternehmensidentität

Industr iebauten werden in der Regel nach ihrer Funktionalität, Effizienz der Produktionsprozesse, Flächenbedarf der betrieblichen Abläufe und den benötigten technischen Anlagen bewertet [vgl. Kapitel E 2.4.2 und E 2.4.3.2]. Als Baustein einer komplexen Umwelt tritt das Gebäude jedoch auch in Kontakt zu seiner Umgebung. Die rein betriebliche Betrachtung lässt dabei häufig das Erscheinungsbild der Produktionsstätte als Teil des Außenauftrittes außer acht. Durch Bestandteil eines Unternehmensleitbildes, der Corporate Identity, erhält das Gebäude die Funktion der Interaktion mit Gesellschaft und Umwelt, hier werden die Grundregeln des Miteinander-In-Kontakt-Tretens festgelegt. Neben der Funktion des Gebäudes, soll vor allem die Philosophie des Unternehmens und die Wertigkeit seines Produktes nach außen dargestellt werden. Diese Anforderung überzeugend zu erfüllen ist Aufgabe des Architekten.

Corporate Identity als Faktor der Gebäudeeeffizienz

Mit dem Begriff der Unternehmensidentität (Corporate Identity, CI) wird der abgestimmte Einsatz von Verhalten, Kommunikation und Erscheinungsbild nach innen und außen definiert. Basis hierfür ist ein ganzheitliches Unternehmensleitbild mit dem Ziel einer nachhaltigen Unternehmensentwicklung. Sie verkörpert die „Persönlichkeit“ einer Organisation, die als einheitlicher Akteur handelt und wahrgenommen wird. Die CI beinhaltet Leitbild, Begrifflichkeiten, Handlungsrichtlinien, den Namen, das Logo, weitere visuelle Zeichen, gegebenenfalls akustische Zeichen (beispielsweise eine Unternehmenshymne) sowie alle weiteren Unterscheidungs- und Alleinstellungsmerkmale und insbesondere das besondere Versprechen des Unternehmens als Marke. Im Gegensatz zur selbststeuerbaren CI ist das Corporate Image, also das Fremdbild des Unternehmens durch die von außen wahrgenommene Wirkung seiner Leistungen bestimmt. Identität und Image sind im Idealfall deckungsgleich.

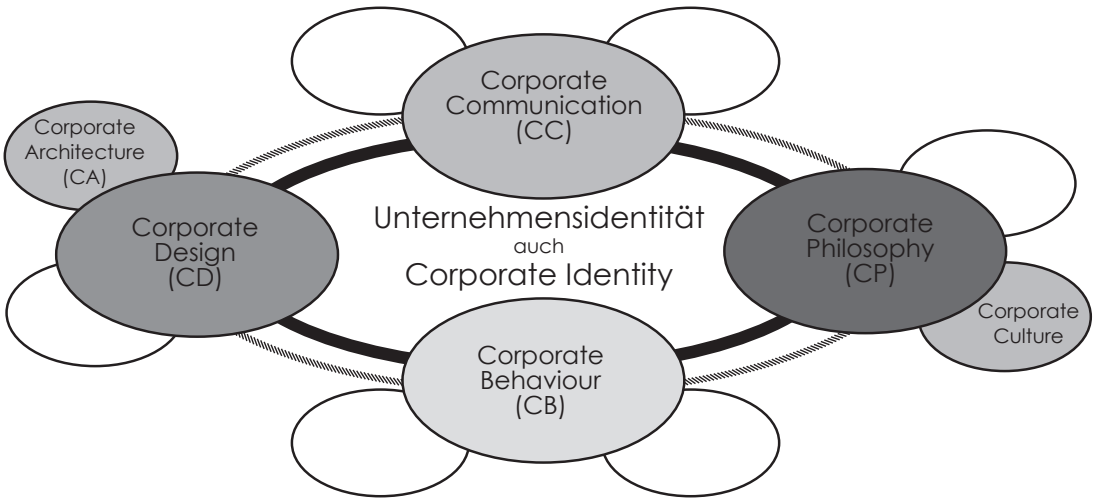


Abb. E18: Definition Unternehmensidentität

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.

Corporate Design (CD)

Unter Corporate Design wird die visuelle Identität verstanden, die das gesamte Erscheinungsbild eines Unternehmens oder einer Organisation umfaßt [Rege 09]. Das Spektrum des Corporate Design setzt sich zusammen aus den Bereichen Grafikdesign (Medien) und Industriedesign (Produkt). Es findet Anwendung bei der Gestaltung der Kommunikation durch Firmenzeichen, Geschäftspapieren, Werbemitteln, Verpackungen, Internetauftritt und im Produktdesign.

Corporate Architecture (CA)

Die CA wird als Umsetzung der Unternehmensidentität durch Komponenten gebauter Architektur zur Vermittlung einer ganzheitlichen Unternehmenshaltung definiert. Äußere Komponenten sind z.B. die Wahl des Standortes unter dem Aspekt der Sichtbarkeit, die architektonische Gestaltung der Außenanlagen und der Gebäude durch die Wahl der Materialien, den Einsatz von Farbe, Schrift und Zeichen sowie dias Erscheinungsbild bei Tag und in der Nacht. Unter den inneren Komponenten sind insbesondere die bequeme, funktionale Organisation der Erschließungselemente, der Innenräume und die attraktive Gestaltung der raumbildenden Elemente verstehen. Der Bereich der Ausstattungskomponenten umfasst unter anderem die Auswahl des Mobiliars, Kunstwerke, Produktpräsentation, Schrift und Grafik und die Gestaltung von Leit- und Orientierungssystemen [Mess 05].

Corporate Communication (CC)

Corporate Communication umfasst die gesamte Unternehmenskommunikation. Durch gleichartige Kommunikationswege wird ein einheitliches Erscheinungsbild vermittelt. Sie findet Anwendung bei der Öffentlichkeitsarbeit und bei unternehmensinterner Kommunikation [Rege 09].

Corporate Behaviour (CB)

Corporate Behaviours bezeichnet die Verhaltensweisen eines Unternehmens zur Erreichung seines Unternehmensziels. Dieser Teil der Unternehmensindentität umfasst den Umgang der Mitarbeiter untereinander, mit Kunden und Lieferanten, Partnern und der Öffentlichkeit. Es zeigt sich unter anderem in der Mitarbeiterführung, im Umgangston und in der Kritikfähigkeit. Ebenso wird das Verhalten des einzelnen Unternehmensangehörigen definiert [Rege 09].

Corporate Philosophy (CP)

Die CP umfasst das Selbstverständnis des Unternehmensgründers und spiegelt seine (ursprüngliche) Intention wieder. Sie bildet damit die grundlegende Sinn- und Werteebene des Unternehmens mit grundlegenden Informationen zu Werten, Normen und Rollen [Rege 09].

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.

„Gut gestaltete Architektur ist unabdingbar, denn nur Bauten die von der Gesellschaft angenommen werden, besitzen eine lange Nutzungsdauer und dementsprechend einen nachhaltigen Lebenszyklus. Neben der Funktionalität eines Gebäudes sollte immer die zeitlose, ansprechende Gestaltung berücksichtigt werden. Dabei hilft das Prinzip, dass durch den optimalen Einsatz der Baumaterialien einerseits ein energieeffizientes Gebäude, andererseits eine kohärente Materialität mit einer starken Ausstrahlung entsteht. Dabei können (neue) Materialien eine neue Ästhetik generieren und das Konstruieren rückt wieder stark ins Zentrum des architektonischen Schaffens.“[Gint 10]

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.

Soziokulturelle Faktoren als Faktor der Gebäudeeffizienz

Architektur hat nicht nur als Teil der Corporate Identity, sondern auch in Ihrer Verantwortung gegenüber den Mitarbeitern und der Gesellschaft Bedeutung. Corporate Identity als Faktor für die Effizienz des Gebäudes wird damit um eine soziale Komponente, den „Faktor Mensch" erweitert. Der Faktor Mensch beinhaltet nach Badke-Schaub [Badk 08] die Summe der psychischen, kognitiven und sozialen Einflussfaktoren in sozio-technischen Systemen und Mensch-Maschine-Systemen. Die psychischen und kognitiven Leistungen und Fähigkeiten von Menschen werden dabei ebenso betrachtet, wie die Leistungs- und Fähigkeitsgrenzen des einzelnen Individuums.
Entscheidend ist dabei, welche menschlichen Eigenschaften berücksichtigt werden müssen, um eine technische Umgebung dem Menschen optimal anzupassen, wie die Aufgaben, Zuständigkeiten und Verantwortlichkeiten zwischen Mensch und Maschine optimal zu verteilen sind und wie eine reibungslose Interaktion an der Mensch-Maschine-Schnittstelle ermöglicht wird ist, bei gleichzeitiger Reduzierung der Folgen durch technische und menschliche Fehler.

Architektur bildet nicht nur das Objekt an sich, viel mehr ist sie ausschlaggebend für die Gestalt des öffentlichen und privaten Raumes, und seiner Wirkung auf den Menschen. Architektur ist mehr als nur ein Symbol, sie klärt die Beziehungen von Räumen und Menschen untereinander [Acha 08]. Durch das von der Architektur gebildete Raumsystem wird das soziale Verhalten der Menschen beeinflusst, indem die Basis für die Bewegungsabläufe, der Begegnung sowie deren Vermeidung gelegt wird. Soziale oder organisatorische Tatsachen stehen in Beziehung zu ihrer räumlichen Dimension, so dass beide Faktoren voneinander abhängen und sich gegenseitig bedingen und die Architektur prägen.

Definition der Unternehmensidentität im Kontext der Forschung

Für die Analyse wird die Unternehmensidentität anhand der Gebäudeprägung in sechs Betrachtungsebenen aufgeteilt [Mess 05]:

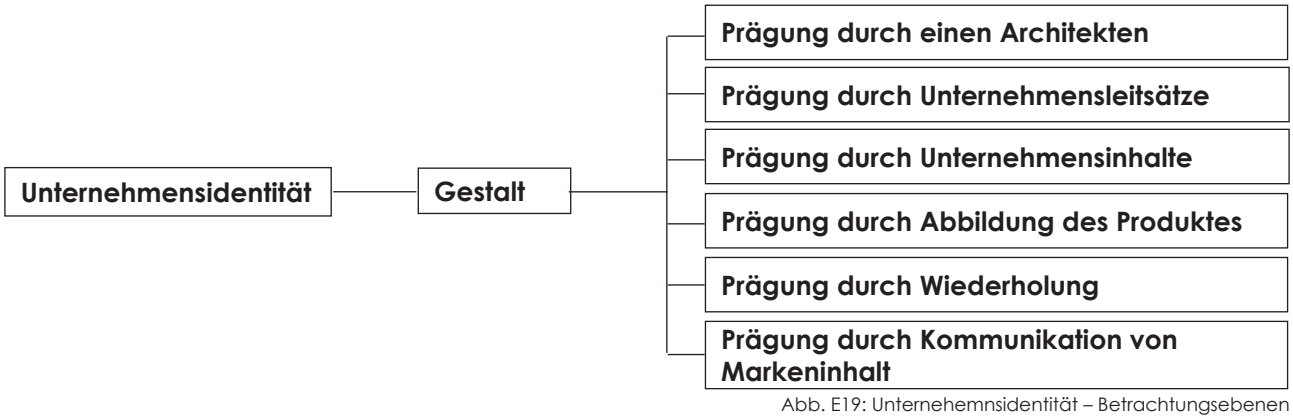


Abb. E19: Unternehemnsidentität – Betrachtungsebenen

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.

Prägung durch einen Architekten
Sämtliche Firmengebäude werden von einem Architekten geplant. Das Unternehmen wird mit dem individuellen Stil des Architekten in Verbindung gebracht. Durch die Übertragung der Persönlichkeit des Gestalters und dessen Werk auf das Unternehmen und dessen Produkte kann ein Imagetransfer zustande kommen. Der Architekt kann somit zu einem das Unternehmen prägende "Label" werden. Architekt und Unternehmen müssen eine gemeinsame Haltung entwickeln, die langfristig baulich umgesetzt werden kann.

Prägung durch verschiedene Architekten
Es werden mehrere Architekten für die Gestaltung der Firmengebäude beauftragt. Resultat der unterschiedlichen Ansätze ist ein pluralistisches Erscheinungsbild. Durch die Bestimmung von Richtlinien können auch Gemeinsamkeiten hergestellt werden. Voraussetzung ist eine klare Konzeption im Vorfeld um die Unternehmenspersönlichkeit in dem vielfältigen Erscheinungsbild wieder zuspiegeln.

Prägung durch Unternehmensleitsätze
Das Unternehmen bestimmt Leitsätze zu den Bereichen Erscheinungsbild, Haltung und Selbstverständnis, um die strategischen Ziele des Unternehmens zu verdeutlichen. Berücksichtigt werden hierbei vor allem die Organisationsform, die Produkte und die Produktionsweise, sowie die Werbung und der Betrieb. Die inhaltlichen Standpunkte sollen im äußeren Erscheinungsbild ablesbar sein.

Prägung durch Unternehmensinhalte
Der Inhalt und das spezielle Tätigkeitsfeld von Unternehmen werden in der Architektur dargestellt. In Form von Material, Farbe und Licht können in dem Betrachter Assoziationen erweckt werden, und das Unternehmen kann sich auf diese Weise nach Außen zeigen. Auch durch die Verwendung Produkteigener Elemente oder regionale Bezüge zur Herkunft der Produkte werden diese Ziele erreicht.

Prägung durch Abbildung des Produktes
Die Architektur wird als Werbebotschaft genutzt, indem im Extremfall das Abbild des Produktes direkt auf die Gebäudeform übertragen wird. Eine exzentrische Strategie, bei der es zu sehr skurrilen Sonderformen kommen kann. Auch können Materialien der Fassade Bezüge zum Produkt herstellen.

Prägung durch Wiederholung
Durch die Duplizierung eines Bautypus an unterschiedlichen Standorten funktioniert das Gebäude als Erkennungsmerkmal. Dies wird durch einheitliche Gestaltungsrichtlinien und typische Gestaltungselemente erreicht.

Prägung durch Kommunikation von Markeninhalten
Die Wertvorstellungen der Marke sollen sich in der Gestaltung des Gebäudes wieder finden, sodass die Marke vor Ort "erlebt" werden kann. Durch dieses "Branding" wird eine enge Kopplung zwischen Produkt/Marke/Unternehmen und dem Konsument erzeugt. Die emotionale Bindung zwischen Hersteller und Kunde ist dabei sehr wichtig.

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.

2.3.4 Normen, Gesetze und Richtlinien

Einhergehend mit dem Planen von Industriegebäuden sind rechtlichen Bedingungen und Faktoren wie Gesetze, Richtlinien und Normen zu beachten. Im Bauordnungsrecht wird das Planungsobjekt Fabrik in Abhängigkeit von dem zu regelnden Zusammenhang verstanden, also z.B. als Arbeitstätte, als Betriebsstätte, als Anlage, als bauliche Anlage, als Gewerbebetrieb oder als Produktionsstätte. Dem gegenüber wird die Fabrik im örtlichen Plannungsrecht als Komplex baulicher Anlagen und als Gewerbebetrieb verstanden. Dieses folgt aus einer Kompetenzzuordnung des Grundgesetzes. Das Verfahrensrecht der Baugenehmigung und der Erlass von Vorschriften über die Sicherheit des Bauens liegen im Kompetenzbereich der einzelnen Bundesländer, die Landesbauordnungen verfassen. Lediglich das Bauplanungsrecht, also die Regelung der Nutzung von Grundstücken liegt in der Kompetenz des Bundes (Tab. E1).

Die für den Industriebau relevanten Normen, Gesetze und Richtlinien sind im Anhang, Kapitel 6.4, als Verzeichnis angeführt. Weiterhin müssen neben dem hier genannten Verzeichnis für die Planungsaufgabe Industriebau, die in den weiteren Themenkapiteln Planungsprozess und Lebenszyklusbetrachtung angeführten Normen, Gesetze und Richtlinien berücksichtigt werden.

	Überörtliches Planungsrecht	**Örtliches Planungsrecht**	**Bauordnungsrecht**	**„Nebenrecht“**
Bund	Gesetze und Programme: Bundesraumordnungs-Gesetz Raumordnungsbericht Raumordnungsprogramm	Gesetze und Verordnungen: Baugesetzbuch Baunutzungs-Verordnung Planzeichen-Verordnung	Musterbauordnung (MBO)	Gesetze und Verordnungen z.B.: Bundesimmissionsshutzgesetz Bundesnaturschutz-Gesetz
Länder	Gesetze und Pläne: Landesplanungsgesetz Landesentwicklungspläne Regionalpläne	Ausführungsgesetze und Durchführungs-Verordnungen	Gesetze und Verordnungen, z.B.: Bauordnung Stellplatzverordnung Versammlungsstätten-Verordnung Landesbauordnung (LBO)	Gesetze und Verordnungen z.B.: Naturschutzgesetz Denkmalschutzgesetz Schutzgebiets-Verordnung
Gemeinden		Satzungen und sonstige Pläne, z.B.: Flächennutzungsplan Bebauungsplan Sanierungssatzung	Satzungen z.B. Gestaltungssatzungen Spielplatzsatzungen Stellplatzsatzungen	Satzungen z.B.: Grünordnungspläne Denkmalbereichs-Satzungen

Tab. E1: Planungsrecht nach [Schm40], S.234

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.

2.4 Die Systemebenen des Industriebaus

Nach der Beschreibung des Anforderungskataloges in Kapitel E2.2 und E2.3 wird nun die zweite der beiden Achsen des Untersuchungsfeldes zur Ermittlung struktureller Strategien, die der Systemebennen des Industriebaus, vorgestellt.

Theorie

Arbeitsphase 1

Definition des Untersuchungsfeldes
bestehend aus
dem Anforderungskatalog und
den Systemebenen des Industriebaus

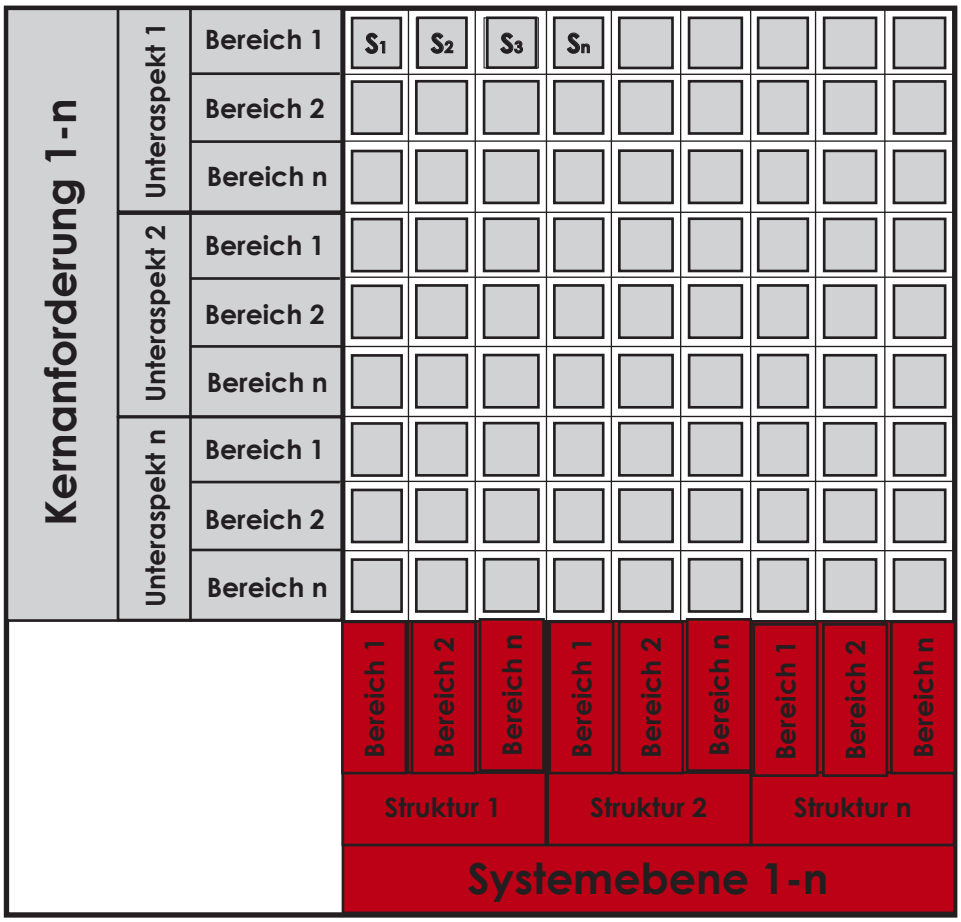


Abb. E20: Untersuchungsfeld zur Ermittlung struktureller Strategien von Gebäuden

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.

Definition der Systemebenen

Industriebauten dienen der Herstellung von Stoffen, Geräten, Maschinen sowie deren Verpackung und Versand einschließlich der Bereitstellung von Rohstoffen und Zwischenprodukten. Industriegebäude bilden im Regelfall nur die bauliche Hülle für die erforderlichen Produktionsanlagen und/oder Lagereinrichtungen. Bei Hochregallagern ist zum Beispiel die Lagereinrichtung gleichzeitig das Gebäudetragwerk. Der Industriebau wird als Gefüge einzelner Systemebenen verstanden und in drei Systemebenen unterteilt:

1. Standort
2. Nutzung/ Prozess
3. Bau

Die Systemebene Bau gliedert sich nochmals in die drei Teilsysteme Tragwerk, Hülle und Ausbau.
Den einzelnen Systemebenen und ihren Teilsystemen sind Komponenten und Elemente als Bestandteile zugeordnet. Strukturen werden als Muster von Elementen und ihrer Wirk-Beziehungen (Relationen) untereinander abgebildet. Durch dieses „In Beziehung setzen" von Elementen ergeben sich demzufolge Standortstrukturen, Nutzungsstrukturen und Baustrukturen. Zur Ermittlung von Strategien werden alle Strukturen, die notwendig (aktiv) sind, um die Anforderungen der Wandlungsfähigkeit oder der Gebäudeeffizienz umzusetzen, untersucht.

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.

2.4.1 Standort

Kleine und mittelständische Unternehmen entstehen in der Regel dort, wo der oder die Unternehmensgründer ansässig sind. Die Standortwahl für ein Unternehmen wird somit nicht immer aus rationalen Überlegungen heraus festgesetzt. In der Mehrzahl der Fälle kommen betriebswirtschaftliche Überlegungen erst dann zum Tragen, wenn ein Unternehmen bereits besteht und eine expansive Phase erreicht. Dann erst werden gezielt Standorte gesucht, die auch zukünftigen Anforderungen und Kriterien entsprechen.
Als Industriestandort wird der Ort der Güterproduktion definiert, wobei es sich um eine oder mehrere Fertigungsstätten handeln kann. Theoretisch lässt sich jeder Standort rational durch Abwägen der wirksamen Standortfaktoren bestimmen. Die wissenschaftlichen Grundlagen für die Festlegung eines Standorts liefern Industriestandortlehre und Industriestandorttheorie [Alis 05].

Standortfaktoren

Die Standortwahl ist aus betriebswirtschaftlicher Sicht durch unternehmerische Ziele und branchenspezifische Notwendigkeiten bestimmt (Abb. E21). Wichtigstes Kriterium ist die Reflektion von Kosten und Erlös einer wirtschaftlichen Tätigkeit. Die Signifikanz einzelner Faktoren wird in der Unterscheidung von „harten“ und „weichen“ Standortfaktoren ausgedrückt.

Harte Standortfaktoren sind quantitativ bzw. eindeutig messbare Parameter, die das Projektumfeld prägen. Dazu gehören die grundstücksbezogenen Faktoren wie Topographie und Infrastruktur, die Bevölkerungs- und Sozialstruktur, die benachbarten Nutzungen, die planungsrechtlichen Festlegungen und das städtebauliche Umfeld. Neben den aktuell vorhandenen Faktoren müssen zukünftige Entwicklungen des Standorts berücksichtigt werden, da z.B. stadtplanerische Vorhaben wie Verkehrsberuhigungen oder ein Straßenneubau erhebliche positive wie auch negative Auswirkungen haben können. Es ist außerdem zu prüfen, ob rechtliche Rahmenbedingungen dem Bau bzw. Erwerb der Immobilie im Weg stehen könnten. Weiche Standortfaktoren sind ökologische, soziodemographische und psychologische Kennwerte, die die Charakteristik eines Projektumfeldes prägen und sich als erfolgsversprechende oder behindernde Rahmenbedingungen charakterisieren lassen. Unter anderem gehören dazu die Wirtschafts- und Bevölkerungsstruktur, Image des Mikrostandortes, Investitionsklima, Wirtschaftsklima sowie Kultur-, Wohn- und Freizeitqualität wie das Kulturangebot, Freizeitmöglichkeiten und Bildungsangebot, sind zwar nicht direkt durch das Unternehmen zu beeinflussen, können aber zum Beispiel für die Anwerbung qualifizierter Mitarbeiter und somit für den Erfolg des Unternehmens entscheidend sein. [Gebh10]

Nachfolgend werden in Tabelle E3 die standortprägenden harten und in Tabelle E2 die weichen Faktoren mit ihren Unteraspekten zusammengefasst.

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.

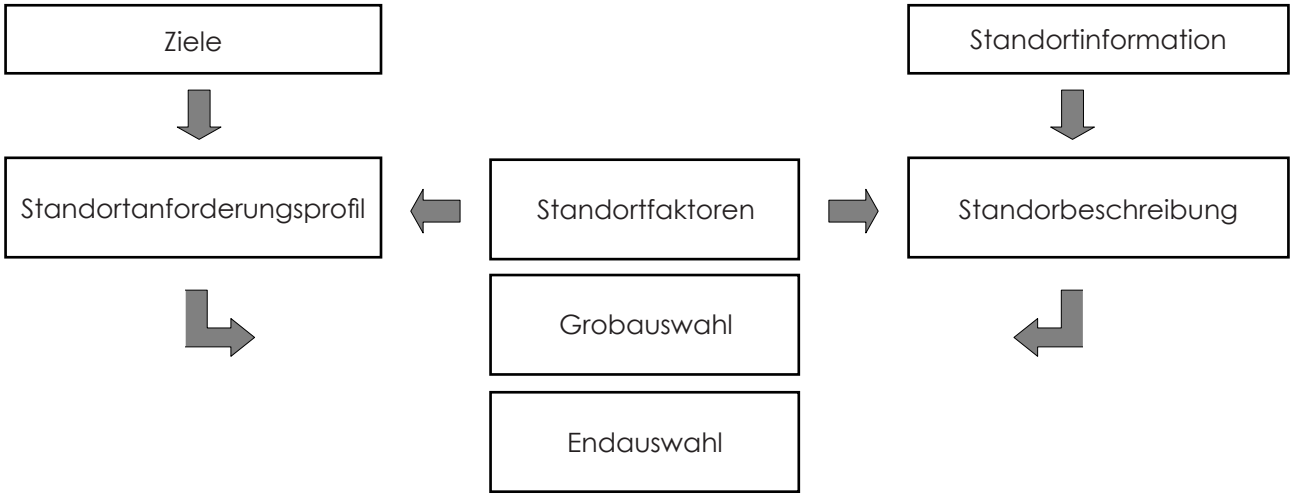


Abb. E21: Ablauf der Standortplanung nach [Wien 05], S. 39

Weiche Standortfaktoren

Forschungs- und Entwicklungseinrichtungen	
Bürokratie	-Kooperationsbereitschaft der Behörden
Politische Verhältnisse	-Etablierung von Demokratie und Rechtsstaatlichkeit -Menschenrechtsachtung
Unternehmensbezogene Standortfaktoren	-Wirtschaftsklima am Standort -Image des Standortes und der Region (Standortprestige) -Konkurrenz bzw. Fühlungsvorteile (Beziehungsgeflecht, Agglomeration, Agglomerationseffekte) -Wirtschaftsblöcke
Mitarbeiterbezogene Standortfaktoren:	-Wohnumfeld, Mentalität der ansässigen Bevölkerung -Umweltqualität -Medizinische Versorgung, Fürsorgeeinrichtungen Bildungsangebot Erholungs-, Kultur- und Freizeitangebot Einkaufsmöglichkeiten Wohnmöglichkeiten Vergnügungsmöglichkeiten
Klima	wenn keine direkte Wirkung vorliegt

Tab. E2: Weiche Standortfaktoren

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.

Harte Standortfaktoren

Infrastruktur	-Verkehrsanbindung -Transportkosten, Transportarten, Umladung (gebrchener Verkehr), Container -Energiepreise (z. B. Strompreis, Ölpreis) -Kommunikationsnetz (Breitbandverfügbarkeit, Ausfallsicherheit) -Energieversorgung(Leistungsfähigkeit des Strom netzes, Verfügbarkeit Fernwärme, rechtliche und praktische Möglichkeit zur Selbstversorgung) -Abfallbeseitigung
staatliche Förderung	-Förderungs-, Anpassung- und Erhaltungssubventionen -Subventionen durch Zuschuss, Kredit, Bürgschaft, Förderungskapital
Höhe der Steuern und Abgaben	
Nähe, Größe und Zugang zu Produktionsfaktormärkten	-Verfügbarkeit von Rohstoffen (Gewichtsverlust-/ Reinmaterialien) Verfügbarkeit von geeigneten, erschlossenen Flächen, Erweiterungsmöglichkeiten -Transaktionskosten -Grundstückspreise/Mietkosten -Zugang zum Kapitalmarkt -Arbeitslosenquote -Arbeitskräfte -Arbeitskosten (Lohnniveau) -Quantitative Verfügbarkeit -Qualitative Verfügbarkeit
Einfuhrzölle	
Kaufkraft	
Kündigungsschutz	
Lohnstückkosten	
gesetzliche und tarifliche Rahmen-bedingungen Lohnkosten	
Nähe, Größe und Zugang zum relevanten Absatzmarkt	-Schaffung von Clustern zur Synergienutzung -Synergieeffekte
Markttransparenz	
Markteintrittsbarrieren	
Wettbewerbsintensität	
Nähe zu Zulieferbetrieben	
Nähe zu Forschungs-, Bildungs- und Entwicklungseinrichtungen	
Umweltschutzauflagen	
Klima	

Tab. E3: Harte Standortfaktoren

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.

Standortplanung

Die Suche nach geeigneten Standorten ist vorrangig eine betriebswirtschaftliche Aufgabe. Aufgrund der exponentiell zunehmenden Vielschichtigkeit bei steigender Anzahl der Standortfaktoren entstehen hoch komplexe Problemstellungen. Die Methoden zur Standortplanung sind nach Schmigalla geprägt durch:

1. ihren unternehmensstrategischen Charakter
2. die Komplexität der Planungsaufgaben
3. die Vielfalt der Planungsprobleme
4. eine geographisch-hierarchische Suche

Planungsgruppen zur Standortbestimmung werden aufgrund der großen Bedeutung dieser Entscheidung für die Unternehmen von der Geschäftsführung geleitet.

Bei komplexen Standortproblemen ist die Nutzwertanalyse weit verbreitet (tab. E4). Standortanalyseverfahren basieren auf der systematischen Datenerhebung zu Standortfaktoren. Die Beurteilung eines Standortes erfolgt anhand eines einheitlichen, vorbereiteten Punktebewertungsverfahrens für den/die ermittelten Standort/e. Dabei werden die relevanten Faktoren aufgelistet und nach einer Punkteskala von 1 bis 10, wobei 10 die höchste Priorität hat, gewichtet. Anschließend werden die zur Auswahl stehenden Standorte anhand der Faktoren von 1 bis 5 für höchste Erfüllung bewertet. Die Gewichtung wird pro Faktor mit der Bewertung pro Standort multipliziert. Die Summe dieser Werte zeigt, wie der Standort insgesamt abschneidet.

Nr.	Faktor	Gewichtung	Standort A	Standort B	Standort A	Standort B
1	Kundennähe	10	3	5	30	50
2	Konkurrenznähe	5	2	3	10	15
3	Image des Standortes	3	5	4	15	12
4	Ausbaumöglichkeiten	8	2	6	16	48
5	Verkehrslage	8	3	5	24	40
6	Steuern	6	4	5	24	30
	Total				**119**	**195**

Tab. E4: Beispielhafte Standortanalyse durch Nutzwertanalyse

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.

Dabei werden die Standortfaktoren subjektiv nach ihrer Relevanz für das Unternehmen gewichtet und mit analysierten Werten validiert. Die Kostenfolgen der weichen Standortfaktoren sind oftmals nicht einzuschätzen, während die der harten Standortfaktoren als kalkulierbar angesehen werden. Bei internationalen Standortentscheidungen findet eine stufenweise Vorgehensweise aus Filterung von der Ländervorauswahl über die Grobplanung bis hin zur Feinplanung und letztendlichen Festlegung auf eine Gewerbefläche, ein Grundstück oder eine Immobilie statt.

Die Phasen einer Standortplanung lassen sich nach Schmigalla [Schm 95] wie folgt einteilen:

1. Zielplanung und Aufgabenstellung

2. Anforderungsprofil und Standortsuche

3. Standortvariantenvergleich und Standortvorschlag

4. Standortentscheidung und Verhandlungen

Generalbebauungsplanung

Der Generalbebauungsplan ist der erste Planungsschritt nach der Standortfestlegung und bestimmt die im Unternehmen festgelegten übergeordneten Planungsziele und Entwicklungsstrategien (Abb. E22).

Er ist langfristiges Planungsdokument eines Unternehmens und stellt einen verbindlichen Leitplan für die bauliche Nutzung eines in sich geschlossenen Betriebsgeländes dar. Unter Berücksichtigung von ganzheitlichen und langzeitlichen Gesichtspunkten wird eine betriebliche Ordnung der Bebauung festgelegt.

Die Generalbebauungsplanung umfasst maßstäbliche Pläne zu den Inhalten: Grundstücksgrenzen, Höhenschichten, natürliche Gegebenheiten, Ergebnisse von Baugrunduntersuchungen, Ergebnisse zu Altlastenuntersuchungen, Nutzungszonen, Verlauf von Werkstraßen sowie Ver- und Entsorgungsleitungen, Bauflächen mit Art und Höhe der Bebauung, Erweiterungsflächen und Ausbaustufen. Ebenfalls ist der Generalbebauungsplan Grundlage für die Erstellung von Teilbebauungsplänen, er enthält einen Erläuterungsbericht indem die Ausgangssituation dargestellt und die planerische Lösung begründet wird [Schm 95].

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.

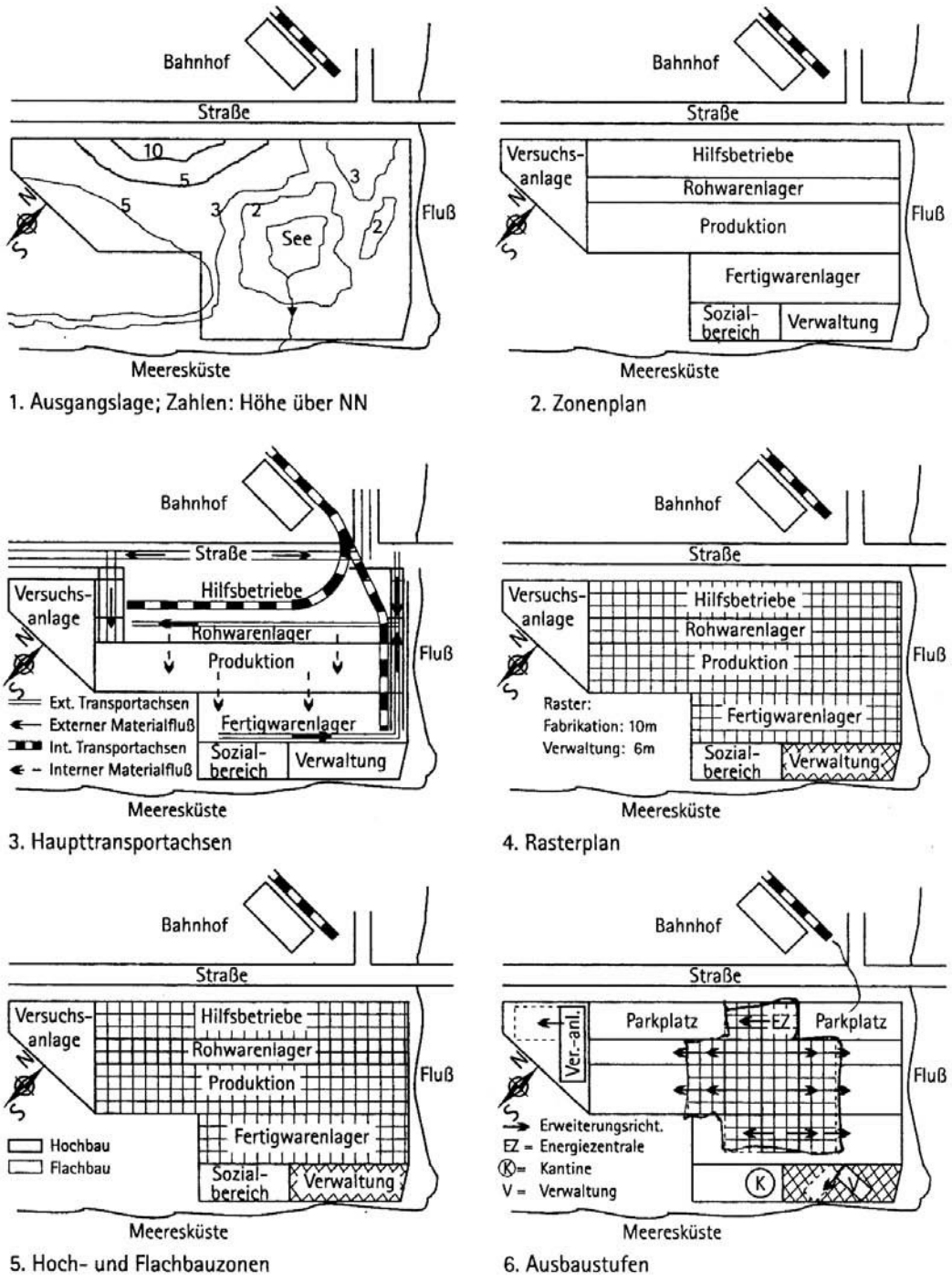


Abb. E22: Generalbebauungsplanung nach [Schm 95], S. 204

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.

2.4.2 Nutzung/ Prozess

Verfasst durch: IFU, Institut für Fabrikbetriebslehre und Unternehmensplanung
Fachautor Dipl.-Wirtsch.-Ing. Mustafa Celik

1. Fertigungsorganisation im Gebäude

An dieser Stelle soll der Ablauf zur Gestaltung einer möglichen Organisationsform der Fertigung in einem zukünftigen Industriebau beschrieben werden. Die Organisationsform lässt sich durch die Fertigungstypologie, das Fertigungsprinzip und die Fertigungsstruktur beschreiben. [Nede 97] S. 196

Während die Fertigungstypologie die Wiederholhäufigkeit der Leistungserstellung (Stückzahlen und Losgrößen) beschreibt, legt das Fertigungsprinzip die räumliche Anordnung der Betriebsmittel in der Fertigung sowie deren Transportbeziehungen untereinander fest. Damit wirkt sich die Organisationsform einer Fertigung unmittelbar auf den Materialfluss und das innerbetriebliche Transportwesen sowie auf die Layoutplanung als nachfolgende Phasen der Fabrikplanung aus. Bei der Festlegung der Fertigungsstruktur geht es um strategische Entscheidungen (Make or Buy), durch die die Fertigungstiefe bestimmt wird. Bei geringer Fertigungstiefe werden große Teile der Fertigung (z. B. die komplette Teilefertigung) extern durchgeführt, bei großer Fertigungstiefe werden nahezu alle Fertigungsschritte zur Herstellung eines Produktes selbst ausgeführt. Die Fertigungsstruktur wird an dieser Stelle allerdings nicht näher betrachtet.

In der Fertigung selbst beginnt die so genannte physische Realisierung der in der Arbeitsplanung und in der Produktionsplanung geplanten Arbeitsschritte. Sie wird durch einen Fertigungsauftrag angestoßen und besteht aus der Teilefertigung und der Montage. [VDI 78] S. 2/3 In der Teilefertigung werden Werkstücke aus dem Rohzustand in den Fertigungszustand überführt. Die auf diese Weise in der Teilefertigung entstandenen Einzelteile werden anschließend in der Montage zu Baugruppen und ganzen Produkten zusammengebaut. Die Teilefertigung kann im eigenen Unternehmen erfolgen oder aber von Lieferanten erbracht werden. [Warn 93] S. 1 Die Teilefertigung und Montage unterscheiden sich hauptsächlich durch die angewandten Fertigungsverfahren. Einer Montage geht stets eine Teilefertigung, unter Umständen auch beim Zulieferer, voraus. Nun ist im Rahmen einer Fertigungsgestaltung im Gebäude die Vorgehensweise zur Festlegung der Organisationsform der Fertigung zu erläutern (vgl. Abb. 23), um dem Planungsteam eine Ablaufempfehlung zu geben. Vor diesem Hintergrund illustriert Abbildung eine exemplarische Vorgehensweise zur Festlegung der Organisationsform. Der erste Schritt hierbei ist die Analyse des Produktionsprogramms. Aus der Analyse des Produktionsprogramms nach Art und Menge kann man zunächst die Fertigungstypologie ableiten. Je nach Wiederholhäufigkeit der Fertigung lassen sich dann klassische Prinzipien der Fertigung auswählen, die in der Praxis zunehmend gepaart mit den neuen Prinzipien bzw. den Trends der Fertigung vorzufinden sind. Zum Ende werden dann die Materialfluss- und Layoutplanung durchgeführt.

Im Folgenden sollen die Ableitung der Fertigungstypologie und die Wahl des Fertigungsprinzips etwas näher erläutert werden.

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.

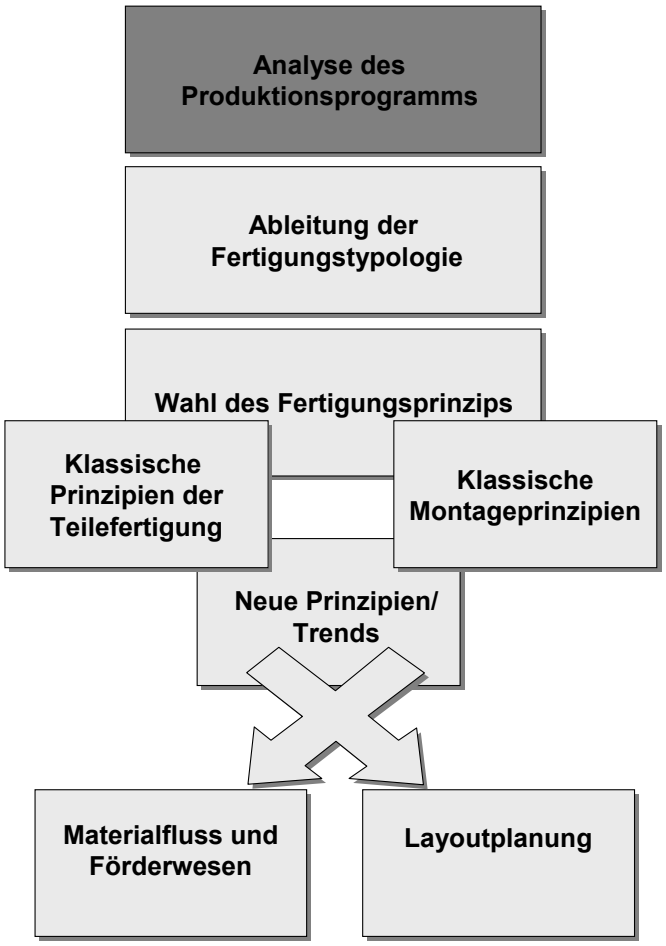


Abb. E23: Vorgehensweise zur Festlegung der Organisationsform der Fertigung

1.1 Ableitung der Fertigungstypologie

Die Fertigungstypologie charakterisiert die Häufigkeit der Leistungswiederholung im Fertigungsprozess. Sie bestimmt oft auch die Flexibilität eines Produktionsbetriebes bezüglich der Umgestaltung einer Fertigungsanlage zur Anpassung an geänderte Bedingungen. Produktionsbetriebe der Zukunft lassen sich nach dem Merkmal der Fertigungstypologie in sogenannte diskrete Fertiger und kontinuierliche Fertiger/ Prozessfertiger differenzieren. Die diskreten Fertiger werden differenziert nach:

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.

Einzelfertiger: Herstellung genau eines Produktes mit ganz bestimmten Eigenschaften. Der Herstellungsprozess wird in der Regel durch einen Auftragseingang angestoßen. Beispiele: Anlagenbau, bei Großprojekten sowie im Schiffs- und Flugzeugbau.

Serienfertiger: Fertigung der gleichen Produktart nacheinander auf denselben Betriebsmitteln. Danach werden die Betriebsmittel für eine andere Serie umgerüstet. Der Herstellungsprozess wird durch ein Produktionsprogramm, das entweder durch eingegangene Aufträge zusammengestellt oder aus Absatzprognosen ermittelt wird, angestoßen. Man unterscheidet (fließende Übergänge) Kleinserien-, Großserien- und Massenfertigung (unendliche Seriengröße). Beispiele: Kühlschränke, Bürogeräte, Lebensmittel.

Sorten- oder Variantenfertiger: Wie Serienfertigung, aber geringfügige Differenzierung der Produktarten in den Dimensionen Abmessung, Form, Gewicht oder Qualitätsstufen. Bei der Sorten- oder Variantenfertigung werden Teile gefertigt, deren Endform ähnlich ist und die gemeinsam gefertigt werden können, weil sie aufgrund ähnlicher Arbeitsschritte dieselben Anforderungen an die Fertigungsmittel stellen. Die Variantenfertigung kommt sowohl in der Einzel- als auch in der Serienfertigung vor. Man spricht dann beispielsweise von einer variantenreichen Großserienfertigung. Beispiele: PKWs

Abbildung E24 fasst oben erwähnte Sachverhalte nochmals zusammen. Während Einzelfertiger in der Regel universelle Fertigungsmittel verwenden und flexibel auf Kundenwünsche reagieren können, verwenden Massenfertiger auf spezifische Produkte abgestimmte Fertigungseinrichtungen, so dass ein Produktwechsel einen höheren Rüstaufwand zur Folge hat. Dementsprechend stellen die Einzelfertiger ihre Produkte meist nach Abstimmung und Eingang eines Kundenauftrages her. Massenfertiger fertigen meist kundenanonym, mit dafür kürzeren Durchlaufzeiten. Auslöser der Fertigung ist in der Regel kein Kundenauftrag, sondern ein Produktionsprogramm, das sich aus Prognosen über zu erwartende Absatzzahlen und ggf. eingegangene Kundenaufträge zusammensetzt.

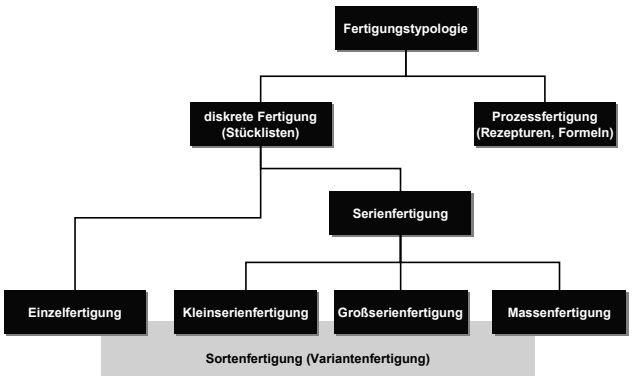


Abb. E24: Fertigungstypologien [Dole 81], S.129

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.

1.2 Wahl des Fertigungsprinzips

Die den Fertigungstypen zuzuordnenden Fertigungsprinzipien lassen sich unterteilen in die

1. klassischen Prinzipien der Teilefertigung

    a) Werkbankfertigung
    b) Baustellenfertigung
    c) Werkstattfertigung
    d) Flexiblen Fertigungskonzepte
    e) Inselfertigung
    f) Fließfertigung

2. klassischen Montageprinzipien

    a) Einzelplatzmontage
    b) Baustellenmontage
    c) Wandermontage
    d) Werkstattmontage
    e) Flexiblen Montagesysteme
    f) Fließmontage

3. neuen Organisationsprinzipien/ Trends der Fertigung

    a) Die Automatisierung
    b) Die Humanisierung
    c) Die Prozessorientierung und
    d) Die Selbstorganisation

Im Folgenden sollen die Punkte 1 und 2 näher erläutert werden.

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.

1. a)
Bei der Werkbankfertigung findet eine vollständige Bearbeitung des Werkstücks oder eines Auftrages an einem Arbeitsplatz statt. Sie kann in Einzel- oder Gruppenarbeit betrieben werden, zwischen den Arbeitsstellen erfolgt kein zwangsläufiger Übergang der Arbeitsfolgen. [Warn 93] S. 12, [Wien 05] S. 30 Die Werkbankfertigung gelangt vorzugsweise bei manuellen Arbeitsgängen ohne großen Maschinenaufwand zur Anwendung und kommt in der Industrie relativ selten vor.

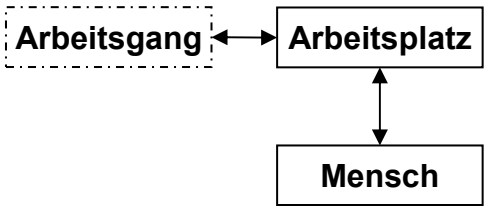


Abb. E25: Räumliche Struktur bei der Werkbankfertigung

1. b)
Bei der Baustellenfertigung ist der Arbeitsgegenstand ortsgebunden, d. h. Menschen und Betriebsmittel werden räumlich am Fertigungsobjekt angeordnet. Im Extremfall werden die Werkstücke am Ort der Verwendung gefertigt und zusammengebaut, weil sie nicht mehr transportierbar sind. Die Teilefertigung auf einer Baustelle ist in den meisten Fällen integriert mit der Montage. Man spricht deshalb auch allgemein vom Prinzip der Baustellenfertigung und differenziert nicht zwischen Teilefertigung und Montage.

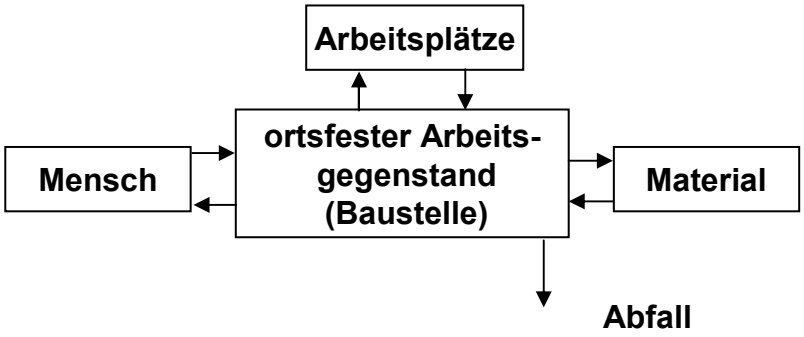


Abb. E26: Räumliche Struktur bei der Baustellenfertigung

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.

1. c)
In einer Werkstatt werden Maschinen und Arbeitsplätze mit gleichartigen Arbeitsverrichtungen zu organisatorischen Einheiten zusammengefasst. Die Werkstücke werden einzeln oder losweise von Arbeitsplatz zu Arbeitsplatz transportiert.

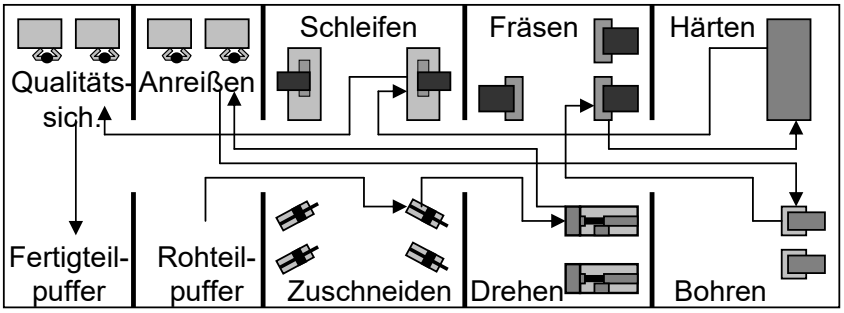


Abb. E27: Räumliche Struktur bei der Werkstattfertigung

1. d)
Flexible Fertigungskonzepte sind Fertigungsanlagen, durch die eine ein- (einzelne Bearbeitungssysteme) und mehrstufige (verkettete Bearbeitungssysteme) Mehrproduktfertigung realisiert werden kann. Ohne detaillierter darauf einzugehen unterscheidet man zwischen Bearbeitungszentren, Flexiblen Fertigungszellen, Flexiblen Fertigungssystemen und Flexiblen Fertigungslinien. [Warn 93] S. 18

1. e)
Bei dem Prinzip der Inselfertigung werden die Betriebsmittel räumlich und organisatorisch zusammengefasst, so dass eine Gruppe ähnlicher Werkstücke oder Erzeugnisse möglichst vollständig hergestellt werden kann. Mit dem Konzept der Inselfertigung wird die strenge Arbeitsteilung zwischen der Fertigung und den ihr vorgelagerten zentralen Planungsbereichen aufgehoben. Es findet eine weitgehende Selbststeuerung der Arbeits- und Kooperationsprozesse statt. [Refa 93] S. 101

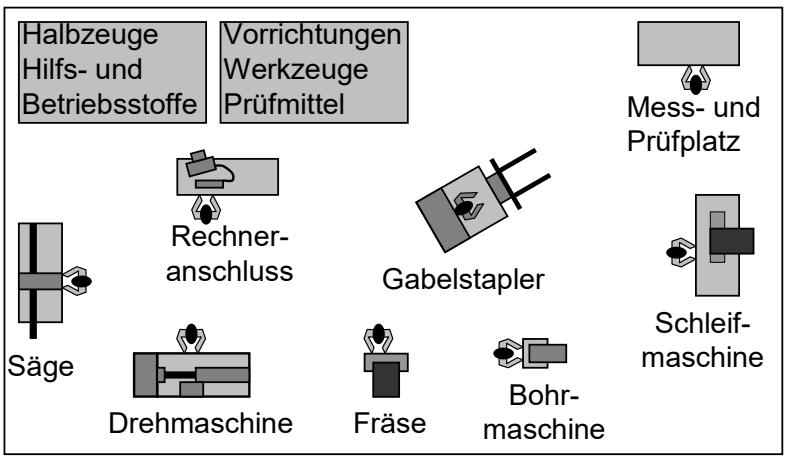


Abb. E28: Räumliche Struktur bei der Inselfertigung

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.

1. f)
In der Fließfertigung sind die Fertigungsmittel in der Reihenfolge des Arbeitsablaufes zur Herstellung eines Produktes angeordnet. Dieses Fertigungsprinzip setzt konstante Mindeststückzahlen voraus und wird deshalb nur in der Massenfertigung angewendet. Man unterscheidet nach dem Kriterium der zeitlichen Bindung zwischen den Arbeitsplätzen in diesem Zusammenhang die Begriffe Fließfertigung und Reihenfertigung. Während bei der Fließfertigung der Durchlauf des zu fertigenden Produktes so abgestimmt ist, dass zwischen den Arbeitsplätzen keine ablaufbedingten Wartezeiten entstehen (Taktung), besteht bei der Reihenfertigung keine unmittelbare zeitliche Abhängigkeit zwischen den einzelnen Operationen. Zum Zeitausgleich der unterschiedlichen Durchführungszeiten sind dann Pufferstrecken/ -flächen erforderlich.

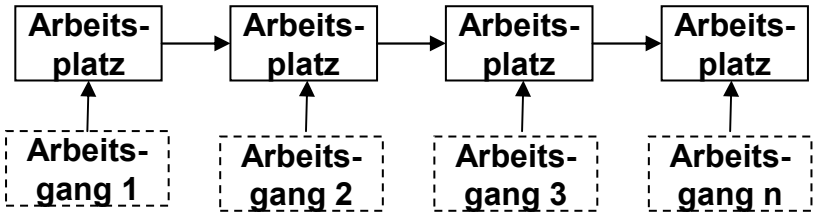


Abb. E29: Räumliche Struktur bei der Fließfertigung

2. a)
Das Prinzip der Einzelplatzmontage mit dem Werkbankprinzip in der Teilefertigung zu vergleichen. Ein Erzeugnis wird an einem ortsgebundenen Montageplatz vollständig montiert. In der Einzelplatzmontage ist der Bedarf an unterschiedlichen Arbeitsmitteln gering und die Montagetätigkeiten daher hauptsächlich manueller Natur. Die zu montierenden Erzeugnisse sollten daher gewichts- und geometriemäßig klein dimensioniert und gut handhabbar sein. [Warn 93] S. 49

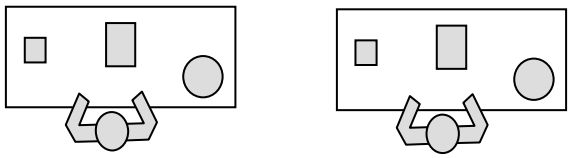


Abb. E30: Räumliche Struktur bei der Einzelplatzmontage

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.

2. b)
Vergleichbar mit der Baustellenfertigung bestimmen bei der Baustellenmontage die Größe und das Gewicht des zu montierenden Produktes das Baustellenprinzip. Im Grenzfall wird das Erzeugnis am Einsatzort montiert. Häufig findet an ein und derselben Baustelle sowohl die Teilefertigung als auch die Montage statt (vgl. Baustellenfertigung).

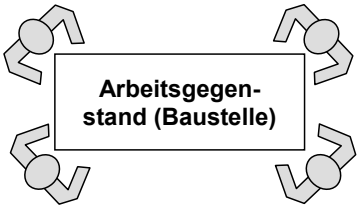


Abb. E31: Räumliche Struktur bei der Baustellenmontage

2. c)
Bei der Wandermontage wird das Montageobjekt stufenweise durch einzelne oder eine Gruppe von Mitarbeitern bearbeitet. Die Mitarbeiter „wandern" von einem zum anderen ortsgebundenen Montageobjekt und führen jeweils einen definierten Montageteilauftrag aus.

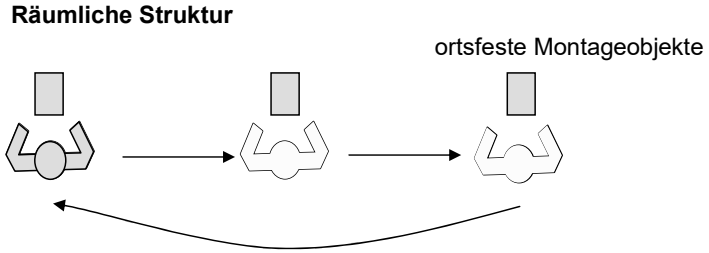


Abb. E32: Räumliche Struktur bei der Wandermontage

2. d)
Vergleichbar mit der Werkstattfertigung sind in der Werkstättenmontage gleichartige Arbeitsverrichtungen zu organisatorischen Einheiten zusammengefasst. Die Montageobjekte werden einzeln oder losweise von Montageplatz zu Montageplatz transportiert.

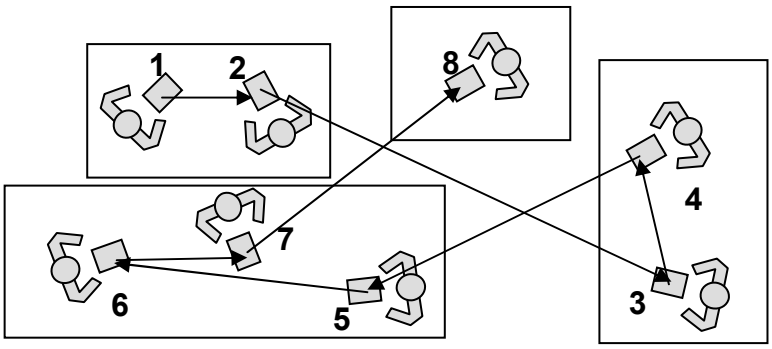


Abb. E33: Räumliche Struktur bei der Werkstättenmontage

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.

2. e)
Ähnlich den flexiblen Fertigungskonzepten, handelt es sich bei flexiblen Montagesystemen um Anlagen zur ein- oder mehrstufigen Mehrproduktmontage. Flexible Montagesysteme sind allerdings weit weniger verbreitet als flexible Fertigungskonzepte. Bei den flexiblen Montagesystemen kommen häufig programmierbare Roboter zum Einsatz, die montage-technisch ähnliche Produkte eines Variantenprogramms montieren können. Ein flexibles Montagesystem besteht üblicherweise aus einem programmierbaren Roboter, einem Werkzeugwechselsystem und einem Transfersystem zur Teilebereitstellung. [Warn 93] S. 69

2. f)
Bei der Fließmontage werden die Montageplätze entsprechend der Reihenfolge des Arbeitsablaufes zur Herstellung eines Produktes angeordnet. Man unterscheidet zwischen der losen Fließmontage, der elastischen Fließmontage und der starren Fließmontage. [Warn 93] S. 54/57

Bei der losen Fließmontage erfolgt die Durchführung der Montageaufgabe zeitlich abgestimmt, jedoch nicht taktgebunden. Die elastische und starre Fließmontage folgt einem vorgegebenen Bearbeitungstakt. Während Bearbeitungszeitunterschiede bei der elastischen Fließmontage durch Puffer abgefangen werden können, arbeitet die starre Fließmontage ohne Puffer.

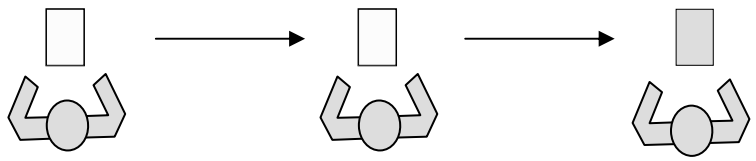


Abb. E34: Räumliche Struktur bei der Fließmontage

1.3 Zuordnung zu den Fertigungstypologien
Die beiden nachfolgenden Abbildungen sollen die oben erklärten Zusammenhänge nochmal zusammenfassen. Um eine Grundlage für das Hallenlayout zu erhalten muss geklärt werden, wie die geplanten Fertigungs- und Montageprinzipien mit den Fertigungstypologien realisiert werden können. Die in den Abbildungen dargestellten Kombinationsmöglichkeiten zwischen Prinzipien und Fertigungstypologien können allerdings nur einer ungefähren Ermittlung der Organisationsform dienen. Die endgültige Festlegung der Organisationsform und insbesondere der jeweiligen Prinzipien ist nur durch einen iterativen Prozess, verbunden mit der Ausarbeitung von Alternativen, der Materialfluss-/ Transportplanung und der Layoutplanung, zu sehen.

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.

		Fertigungstypologie			
		Einzel-fertigung	Kleinserien-fertigung	Groß-serienfertigung	Massen-fertigung
Fertigungsprinzip	Werkbank-fertigung	●	●		
	Baustellen-fertigung	●	●		
	Werkstatt-fertigung	●	●		
	Flexible Fertigungs-konzepte		●	●	
	Inselfertigung (Gruppenprinzip)		●	●	
	Fließ-fertigung			●	●

Abb. E35: Zuordnung von Prinzipien der Teilefertigung zu Fertigungstypologien [Dole 81], S. 142

		Fertigungstypologie			
		Einzel-fertigung	Kleinserien-fertigung	Groß-serienfertigung	Massen-fertigung
Montageprinzip	Einzelplatz-montage	●	●		
	Baustellen-montage	●	●		
	Wander-montage		●		
	Werkstätten-montage		●		
	Flexible Montage-systeme		●	●	
	Fließmontage			●	●

Abb. E36: Zuordnung von Montageprinzipien zu Fertigungstypologien [Dole 81], S. 142

Wie oben bereits erwähnt, wirkt sich die Organisationsform einer Fertigung unmittelbar auf den Materialfluss und das innerbetriebliche Transportwesen sowie auf die Layoutplanung als nachfolgende Phasen der Fabrikplanung aus. Diesen Themen widmen sich die nachfolgenden Teilkapitel.

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.

2. Materialflussplanung

Die Materialflussplanung ist im Rahmen der Fabrikplanungsaktivitäten eines der Kernpunkte zur Gestaltung der Fabrik, um einen effizienten und wirtschaftlichen Produktionsprozess gewährleisten zu können. An dieser Stelle stellt sich zunächst die Frage nach dem Verständnis des Materialflusses. Der Materialfluss ist nach der Definition des Vereins deutscher Ingenieure eine „Verkettung aller Vorgänge beim Gewinnen, Be- und Verarbeiten sowie bei der Verteilung von stofflichen Gütern innerhalb festgelegter Bereiche." Vorgänge können hierbei ebenso die Bearbeitung, das Transportieren, Handhaben oder Prüfen wie auch Materialaufenthalte oder das Lagern sein. Beispiele für Materialflüsse sind beispielsweise Transporte aus dem Lager in den Fertigungsbereich oder auch im Fertigungsbereich von einer Maschine zur anderen.

Mit der Thematik des Materialflusses ist der Transport bzw. das Fördern von Gütern eng verbunden, wird allerdings an dieser Stelle nicht näher betrachtet.

2.1 Bereiche des Materialflusses

Der Materialfluss kann im Sinne der Fabrikplanung in zwei Teilbereiche unterteilt werden, betriebsextern sowie betriebsintern. Im Bereich betriebsexterner Sichten werden die überregionale und regionale sowie die lokale Ebene unterschieden. Auf der überregionalen und regionalen Ebene gehören Details der Verkehrsplanung, der Energienetze sowie der Beschaffungs- und Absatzmärkte zu den relevanten Merkmalen des Materialflusses. Auf der lokalen Ebene sind Materialflussaspekte in der Standortwahl, der Verknüpfung der Werksanlage mit dem Verkehrsnetz sowie der Betrachtung innerbetrieblicher Transportachsen zu sehen. Im Bereich betriebsinterner Sichten werden die betriebsinterne Ebene, die gebäudeinterne Ebene sowie die arbeitsplatzbezogene Ebene unterschieden. Bei der betriebsinternen Ebene stellen die funktionsgerechte Generalbebauung, das innerbetriebliche Förderwesen sowie die innerbetrieblichen Verkehrswege Aspekte des Materialflusses dar. Auf gebäudeinterner Ebene sind unter Materialflussfokus die Layoutfestlegungen sowie die Maschinenaufstellung zu betrachten. Bei der arbeitsplatzbezogenen Ebene rücken die Handhabung am Arbeitsplatz und die Feinplanung der Einrichtung in den Vordergrund der Betrachtungen. Abbildung E37 fasst diese Zusammenhänge noch mal zusammen.

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.

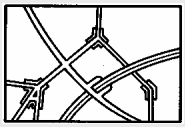
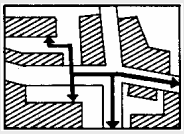
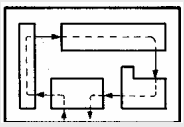
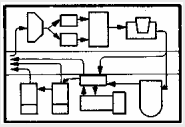
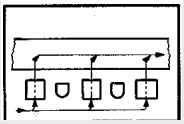
Bereich		*Materialflussaufgaben*	
	**Überregionale und regionale Ebene**	**Öffentliche Verkehrsplanung Energienetz Beschaffungs- und Absatzmärkte**	**Betriebsextern**
	**Lokale Ebene**	**Standortwahl Verknüpfung der Werksanlage mit dem Verkehrsnetz Innerbetriebliche Transportachsen**	
	**Betriebsinterne Ebene**	**Funktionsgerechte Generalbebauung Innerbetriebliches Förderwesen Innerbetriebliche Verkehrswege**	**Betriebsintern**
	**Gebäudeinterne Ebene**	**Layoutbestimmung und Maschinenaufstellung**	
	**Arbeitsplatzbezogene Ebene**	**Handhabung am Arbeitsplatz Einrichtungs-Feinplanung**	

Abb. E37: Betriebsexterne und -interne Bereiche des Materialflusses [Kett 84], S. 158

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.

2.2 Formen und Ausprägungen

Gerade vor dem Hintergrund, dass im vorliegenden Forschungsprojekt Materialflussstrukturen von Beispielfabriken analysiert wurden, sind an dieser Stelle die Grundlagen für diese Untersuchung zu betrachten. Der Fluss von Gütern bzw. Material kann grundsätzlich in unterschiedlichen Formen gestaltet sein. Je nach Produktionsprogramm, Gestaltung des Gebäudeinneren, Produkteigenschaften sowie der zu produzierenden Stückzahl der Ware nimmt der Materialfluss verschiedene Formen an.

Abbildung E38 zeigt verschiedene typische Formen des Materialflusses. Verdichtet man tatsächlich aufgezeichnete Materialflüsse lassen sich die Ergebnisse häufig an eine der gezeigten Formen annähern.

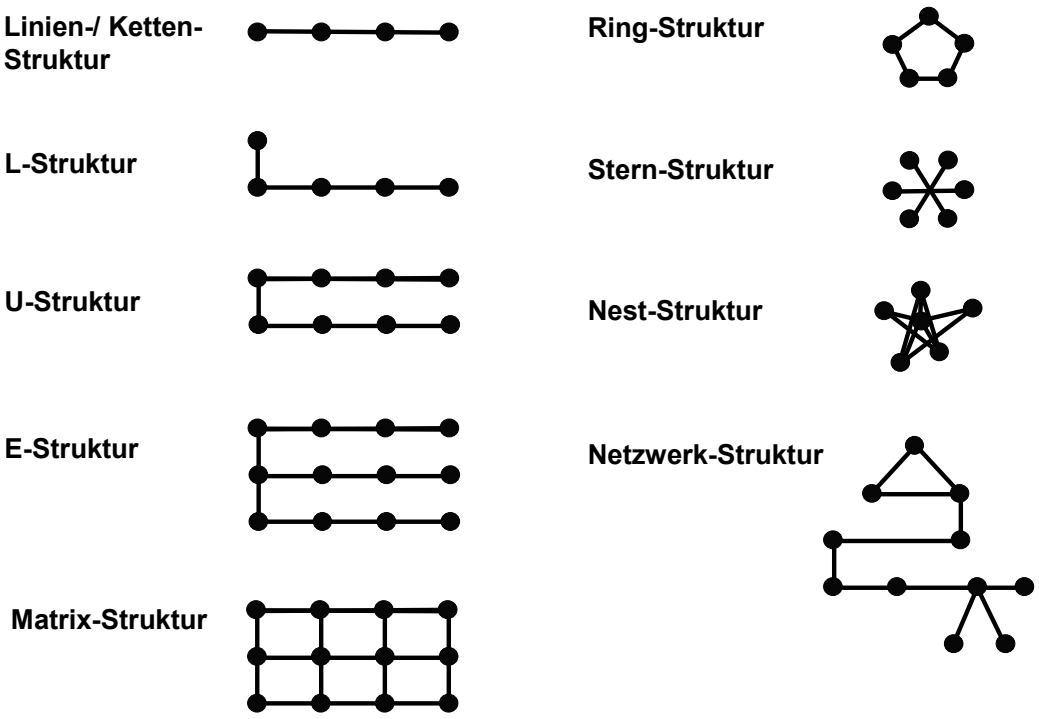


Abb. E38: Strukturen des Materialflusses [Kühn 00]

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.

Es gibt keine Form, die in allen Fällen einen optimalen Materialfluss gewährleistet. Allgemein gilt die Forderung nach möglichst kurzen Transportwegen. Zudem sollten keine Gegenläufigkeiten oder Kreuzungen im Materialfluss auftreten. Vorteilhaft ist ein geradliniger Fluss, der in seiner strengsten Form ausschließlich in Linienfertigungen zu realisieren ist. [Kett 84] S. 160 Neben den bereits erwähnten Forderungen werden außerdem der Flächenbedarf sowie die Ausnutzung des Betriebsgeländes zur Auswahl und Bewertung einzelner Materialflussformen herangezogen. Letztlich hat das Fertigungsprinzip maßgeblichen Einfluss auf die Materialflussform. So lassen sich bei der Linienfertigung völlig andere Formen des Materialflusses realisieren (z. B. Linien-Struktur) als bei der Werkstattfertigung (z. B. Netzwerk-Struktur).

Die Struktur des Materialflusses wird durch die Richtung des Materialflusses charakterisiert, d. h. von welchem Ausgangspunkt das Material wohin fließt. Ebenso wie bei den Materialflussformen lassen sich auch bei der Struktur des Materialflusses reale Situationen an modellhafte Kategorien annähern.

Abbildung E39 zeigt häufig zu findende Strukturen des Materialflusses. Grundsätzlich zu unterscheiden sind die einseitig gerichtete, die gemischt gerichtete und die ungerichtete Struktur. Bei der einseitig gerichteten Struktur fließt das Material nur in eine Richtung während bei der gemischt gerichteten ein Fluss in beiden Richtungen vorkommt. Die ungerichtete Struktur beschreibt einen Zustand, bei dem die Richtung des Materialflusses nicht eindeutig feststeht.

Auch bei der Struktur des Materialflusses lässt sich wieder der Zusammenhang zum Fertigungsprinzip erkennen. Eine einseitig gerichtete Struktur kann in der Regel nur bei der Linienfertigung realisiert werden, die ungerichtet oder die gemischt gerichtete Struktur ist kennzeichnend für die Werkstattfertigung.

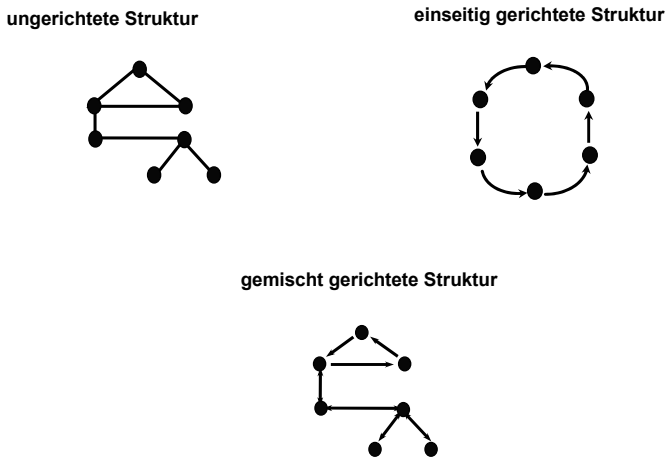


Abb. E39: Räumliche Gebäudestrukturen als Funktion des Materialflusses [Kühn 00]

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.

2.3 Zusammenhang zwischen Gebäudestrukturen und Materialflussformen

Die Materialflussform sowie auch die Struktur des Materialflusses finden sich häufig auch in der räumlichen Struktur des Gebäudes wieder. Berücksichtigt die Gebäudeform den Materialfluss nicht, so entstehen schnell ungenutzte Flächen oder Einschränkungen für die ideale Materialflussform. Hieraus ergibt sich die Notwendigkeit, den Materialfluss und insbesondere die Materialflussform bei der Fabrikplanung schon mit der Planung der Gebäude zu betrachten.

Abbildung E40 zeigt einige Grund- und Mischformen für räumliche Strukturen als Funktion des Materialflusses. Gut zu erkennen ist, dass bei einer Kombination der gezeigten Materialflussformen mit nicht angepassten räumlichen Strukturen ungenutzte bzw. nicht nutzbare Flächen entstehen.

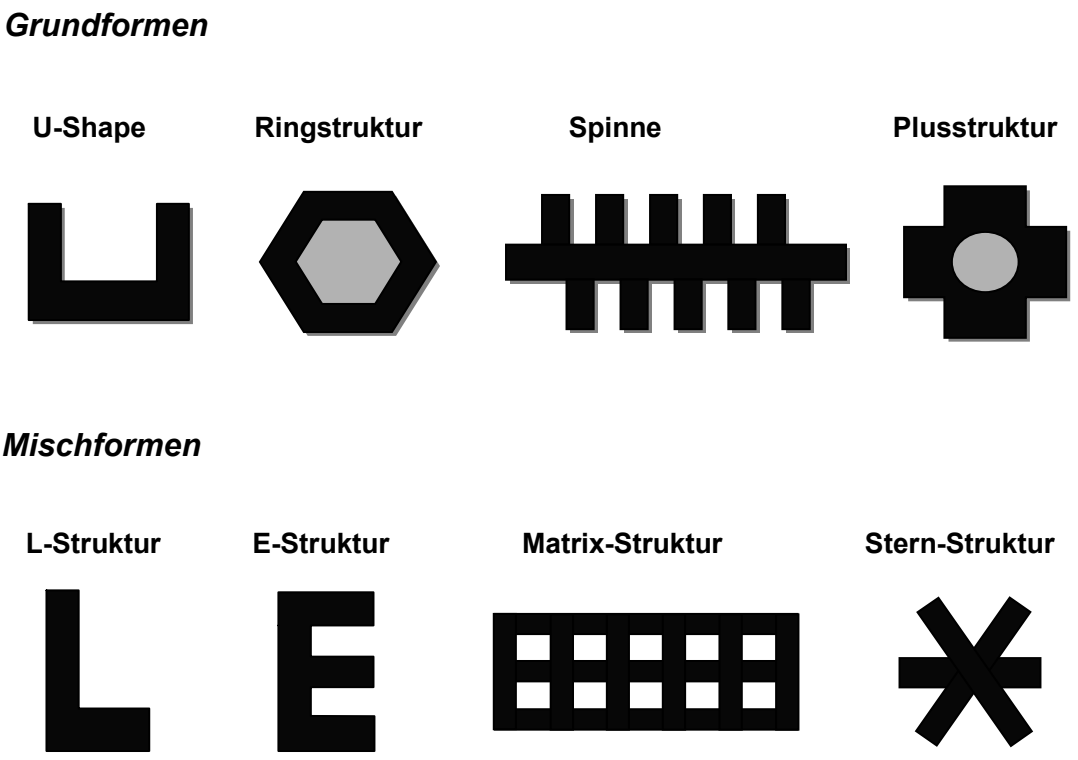


Abb. E40: Prinzip der Layoutplanung [Kühn 00], S.13

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.

3. Layoutplanung

Im Rahmen der Nutzung des Gebäudes ist die so genannte Layoutplanung ein wichtiger Baustein für eine effiziente und wirtschaftliche Gestaltung der zur Verfügung stehenden Flächen, insbesondere im Fabrikinneren. Unter Layout versteht man die räumliche Anordnungsmöglichkeit für gewisse Objekte innerhalb eines Betriebes. Die Layoutplanung wiederum bezeichnet die Entscheidungsvorbereitung und –fällung über Art, Menge und räumliche Anordnung von Potenzialfaktoren und Arbeitssystemen. [Gabl 05]

Den generellen Ablauf einer Layoutplanung zeigt Abbildung E41. Es werden zunächst die schon vorhandenen Planungsdaten über Organisationsform und Materialflüsse in der Fertigung, Grundriss der Hallen, Arbeitspläne etc. herangezogen, auf die anschließend die Methoden der Layoutplanung angewandt werden. Diese Methoden (wie z. B. Anordnungsverfahren oder Verfahren der Flächenbedarfsermittlung) werden im Folgenden vorgestellt. Das letztendliche Ziel dieser Planungsaktivitäten ist die Erstellung eines Reallayouts, das als Grundlage für die Einrichtung einer Fabrik dient.

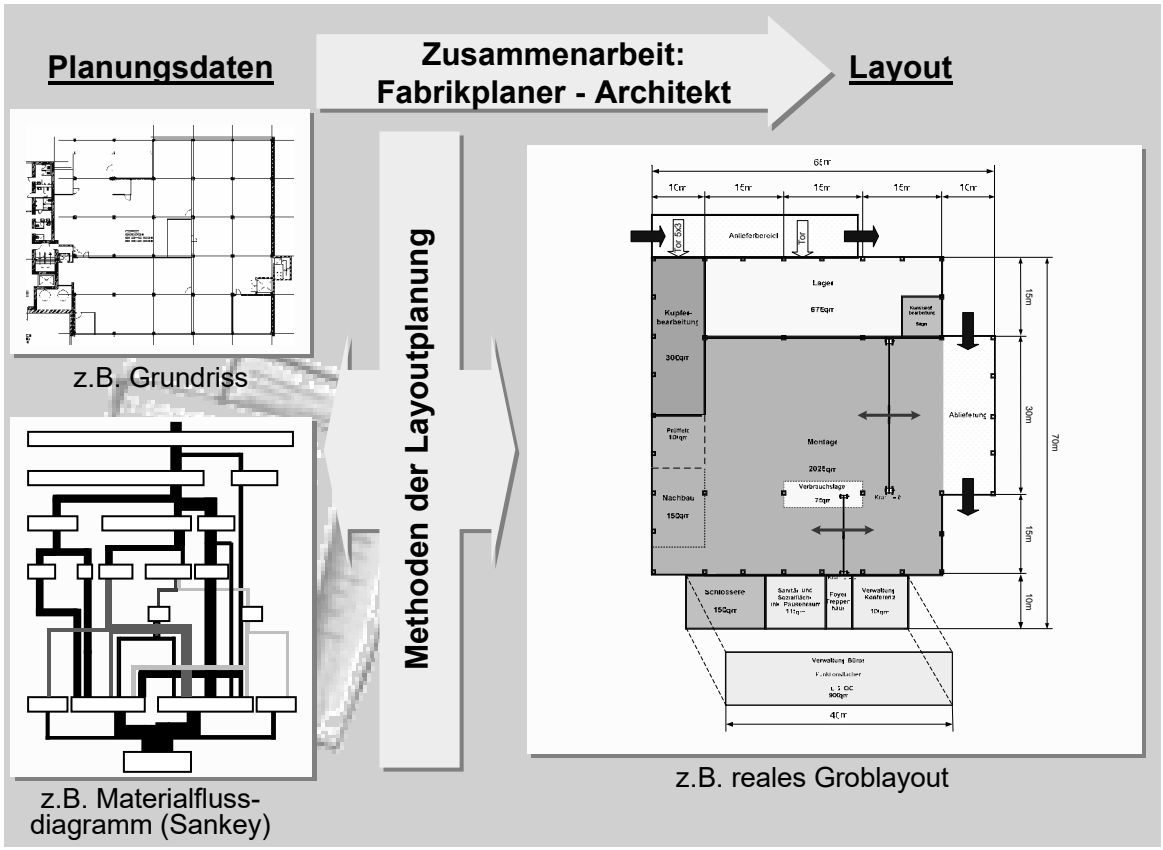


Abb.E41: Ablauf der Layoutplanung, in Anlehnung an [Kühn 00]

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.

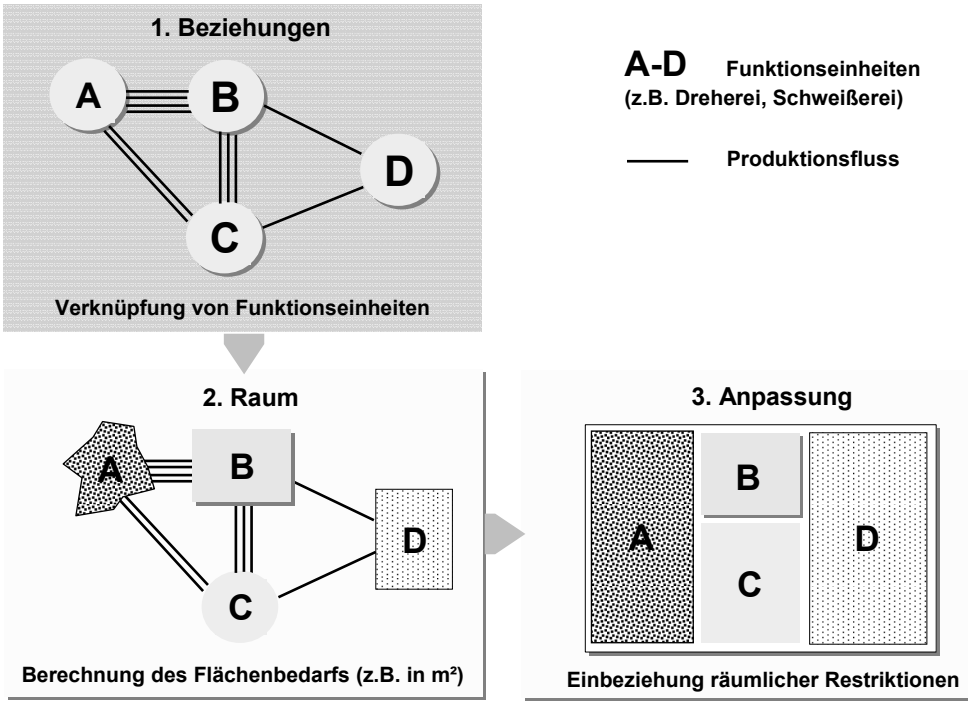


Abb. E42: Grobaufteilung der Layoutplanung, in Anlehnung an [Kett 84]

Die erste wichtige Aufgabe der Layoutplanung ist der Entwurf von so genannten Ideallayouts. Layouts sind genau dann ideal, wenn sie keinerlei Restriktionen unterliegen und dadurch eine optimale Anordnung widerspiegeln.

Danach müssen die Ideallayouts an einen vorhandenen oder durch die Generalbebauungsplanung vorgegebenen Gebäudegrundriss angepasst werden. So entstehen so genannte Reallayouts, die als Grundlage bei der Einrichtung der Fabrik dienen. In diesem Zusammenhang werden die Begriffe „Grob- und Feinlayout" erklärt. Zwischenzeitliche Probelayouts können helfen, aus verschiedenen Varianten das beste Layout auszuwählen. Abbildung E42 illustriert den besagten Sachverhalt.

Vor diesem Hintergrund kann die Layoutplanung in drei Schritte eingeteilt werden (vgl. Abb. E32). Dabei wird zunächst das ideale Funktionsschema aufgestellt wo die einzelnen Funktionseinheiten miteinander verknüpft werden. Das ideale Funktionsschema zeigt alle wesentlichen, für die Herstellung eines Teiles oder Erzeugnisses erforderlichen Arbeitsvorgänge in ihrer funktionell richtigen Reihenfolge und Verknüpfung. Als Grundlage dafür dienen u. a. Arbeitspläne und Verfahrensanweisungen,

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.

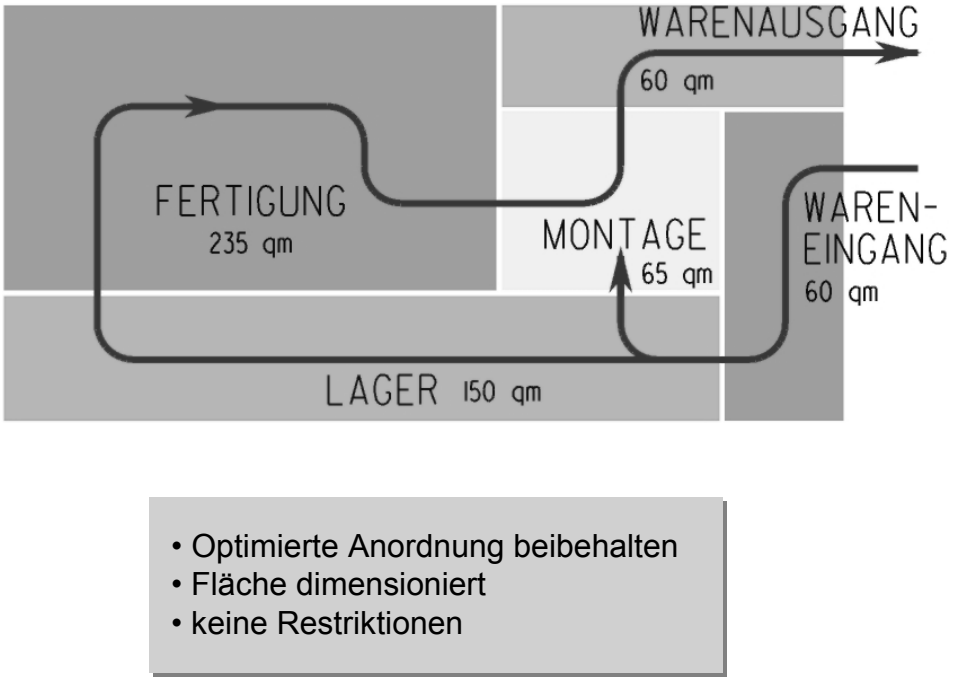


Abb. E43: Beispiel eines flächenmaßstäblichen Ideallayouts [Kühn 00]

aus denen die jeweiligen Arbeitsgangfolgen und die involvierten Funktionseinheiten hervorgehen. Das Ergebnis des ersten Schrittes der Layoutplanung ist das ideale Funktionsschema. Bei dieser Layoutform sind allerdings noch keine Flächenbedarfe der einzelnen Funktionseinheiten berücksichtigt. Dies geschieht im zweiten Schritt. Hier wird das ideale Funktionsschema durch die flächenmäßigen Anforderungen der Funktionseinheiten erweitert. Dabei erfolgt die Berechnung des Flächenbedarfs der Funktionseinheiten, deren reine Anordnung im ersten Schritt optimiert wurde. Das Ziel und Ergebnis des zweiten Schrittes ist es, ein flächenmaßstäbliches Funktionsschema zu entwerfen (vgl. Abb. E43).

Bei dieser Layoutform sind allerdings noch keine Anpassungen an die vorhandenen Gebäude vorgenommen worden. Dies geschieht im dritten Schritt der Layoutplanung. Hier werden die bis dahin idealen Layouts den realen Gegebenheiten und Restriktionen angepasst und das eigentliche, realisierbare Layout erstellt. Das Ergebnis des dritten Schrittes der Layoutplanung ist ein Reallayout, bei dem die räumliche Anpassung vollzogen wurde und das sich gegen alternative Layoutvarianten durchgesetzt hat.

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.

2.4.3 Industriebau

Die Gestaltung von Industriebauten unterliegt vielfältigen Anforderungen aus Arbeitsprozessen, Materialflüssen, Logistikkonzepten und Einflüssen aus grundstücksspezifischen Gegebenheiten, kulturellen Aspekten wie Kommunikation, Erscheinungsbild und Anforderung an die Wandlungsfähigkeit. Aufgrund ähnlicher Hauptanforderungen bilden sich Gebäudetypen im Industriebau in der Regel branchenspezifisch heraus. Industriebauten folgen nach Wiendahl [Wien 05] dem Leitbild von nutzungsneutralen, kommunitionsfördernden Gebäuden mit gestalterischem Anspruch.

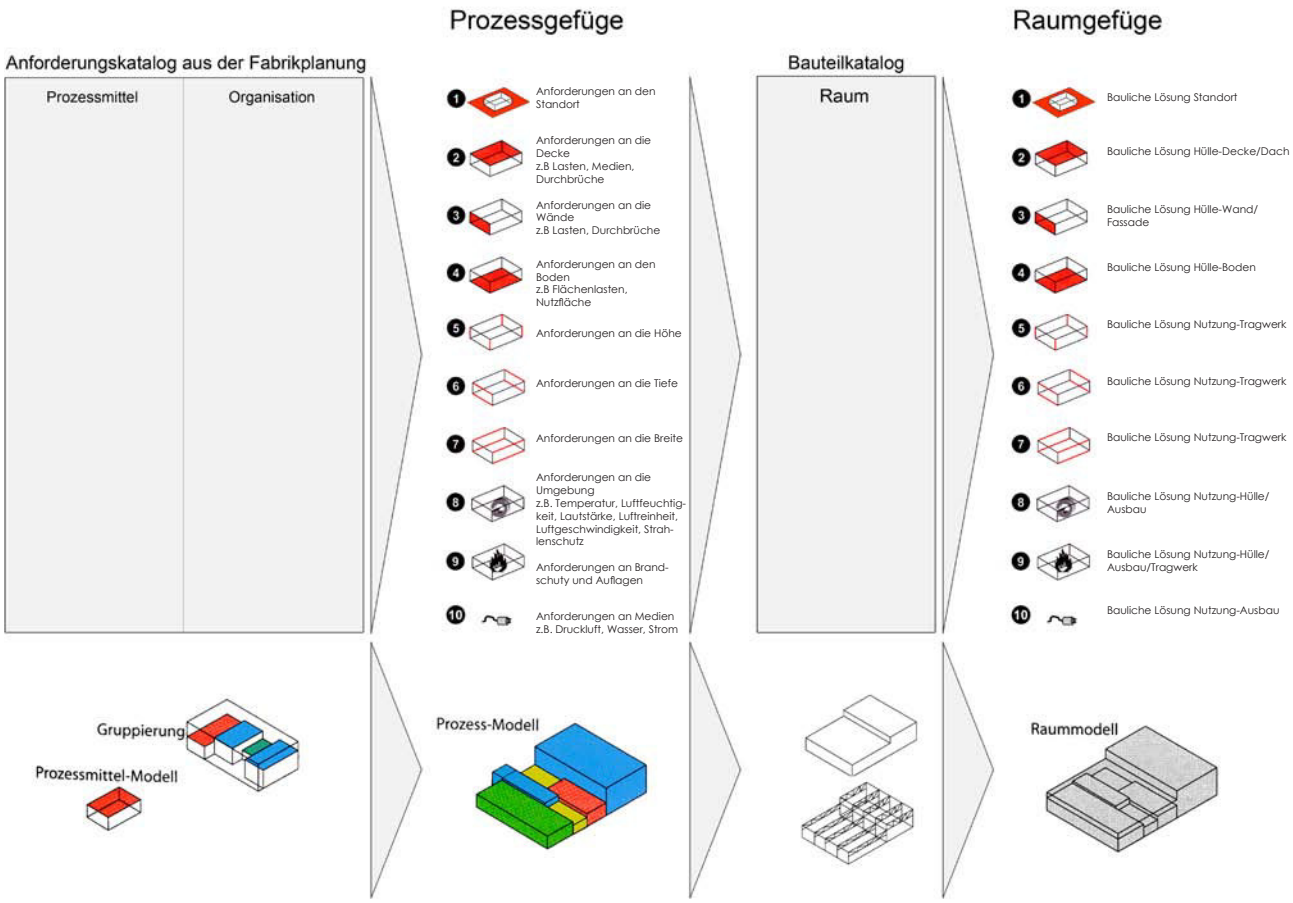
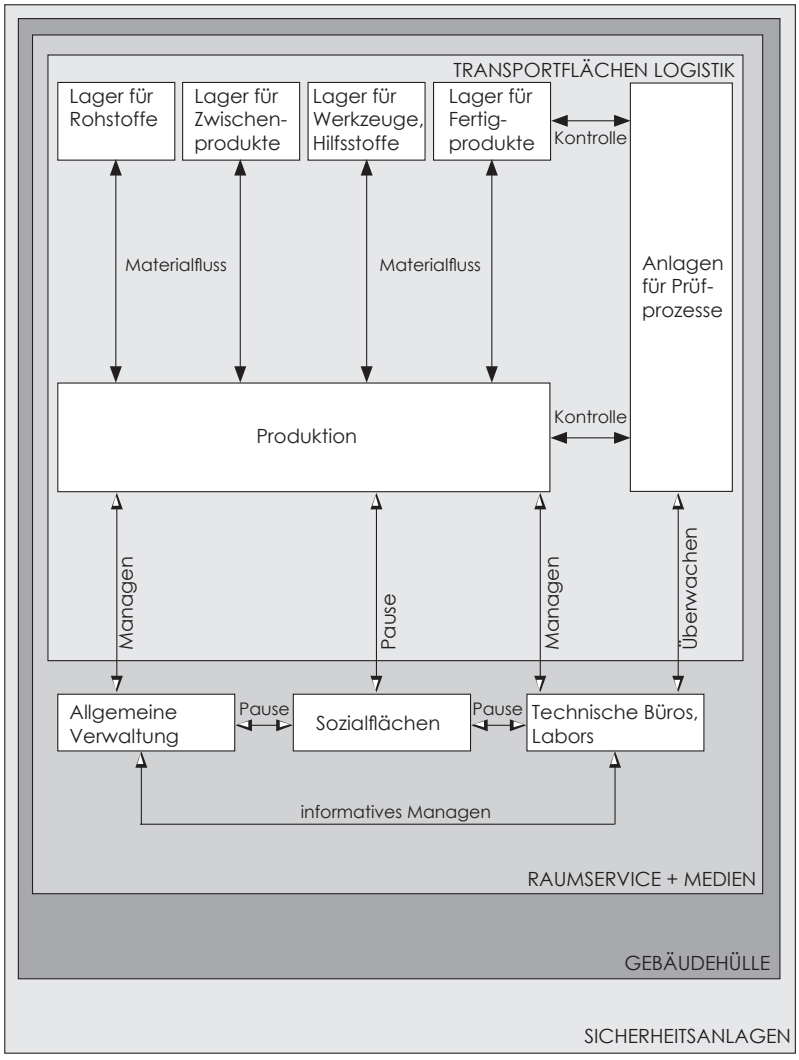


Abb. E44: Raummodell aus Prozess- und Raumgefüge [nach Holz 08], S.23

In der Abfolge der Systemebenen des Industriebaus wird nach Festlegung des Standortes durch Standortplanung und Erstellung eines Generalbebauungsplanes mit Flächengliederung und Gesamtbetriebsschemata als nächste Ebene das Industriegebäude selbst entwickelt (Abb. E44). Im Industriebau entstehen aus den vielfältigen Anforderungen Gebäudetypen (Abb. E45).

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.

Beziehungen zwischen den Flächenarten im Industriebau



Entscheidungsfelder für die wirtschaftlichste Lösung

= geplante Nutzung

= (Flexibilität, Modularität)

= Spannweite

= Raumhöhe

= Bodentragfähigkeit

= Deckentragfähigkeit

= Grundstücksgröße

= Grundstückskosten

= Baugrund

usw.

Beziehungen über Mitarbeiter

Beziehungen über Produkte, Material-, Stoffffluss

FLACHBAUTEN | GESCHOSSBAUTEN | HALLENBAUTEN | MISCHFORMEN | SONDERBAUWERKE WIE GROSSANLAGEN DER CHEMIE SOWIE KRAFTWERKE

Abb. E45: Gestaltung von Industriebauten nach [Weiß 01]

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.

Strukturkategorien

In der Gebäudeplanung unterscheidet man bei baulichen Strukturen Primär- und Sekundärstruktur. Bauliche und technische Ausbauten werden als Tertiärstruktur und Medienstrukturen als Quartärstruktur bezeichnet. Nach Friedrich [Krim 08]) lassen sich diese Baustrukturen nach Ihrer Nutzungsdauer kategorisieren (Tab. E5).

Diese Unterteilung mit einer Betrachtung der Lebensdauer der einzelnen Strukturkategorien ist im Falle eines notwendigen Umbaus, einer Gebäudeergänzung oder Instandhaltung wichtig. Die Zugänglichkeit und Trennung einzelner Gebäudestrukturen und Bauteile (vgl. Abschnitt Strukturebenen und Komponenten) ist dazu notwendig.

Primärstruktur	**Nutzungsdauer ca. 50 Jahre** Tragwerk Rohbau Treppen, Aufzüge, Installationsschächte
Sekundärstruktur	**Nutzungsdauer 15-20 Jahre** Gebäudehülle Innenausbau technnische Installationen Gebäudeautomation
Tertiärstruktur	**Nutzungsdauer 3-6 Jahre** Zonierung der aktuellen räumlichen Anforderungen einzelner Arbeitsgruppen Innenausbau Möblierung
Quartärstruktur	**Nutzungsdauer unter 3 Jahre** Hard- und Software Virtuelle Projektbüros

Tab. E5: Strukturkategorien nach [Krim 08]

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.

Gebäudeplanung

Am Beginn der Gebäudeplanung steht die Beschreibung der einzelnen Strukturebenen durch Ermittlung der Anforderungen, die bei der Planung zu berücksichtigen sind. Auf diesem ersten Schritt basierend werden Varianten für die Kombination der Anforderungen der einzelnen Strukturebenen gebildet. An dieser Stelle wird die Wandlungsfähigkeit maßgeblich festgelegt. Anschließend wird mit der Auswahl der den Anforderungen am ehesten entsprechenden Strukturvarianten abgeschlossen, die im Planungsprozess dann weiter auszuarbeiten sind.

Branchenspezifische Gebäudetypen dienen dazu in der Praxis als planerische Grundlage, die auf die spezifischen Bedingungen der jeweiligen Bauaufgabe hin untersucht werden (Abb. 46).

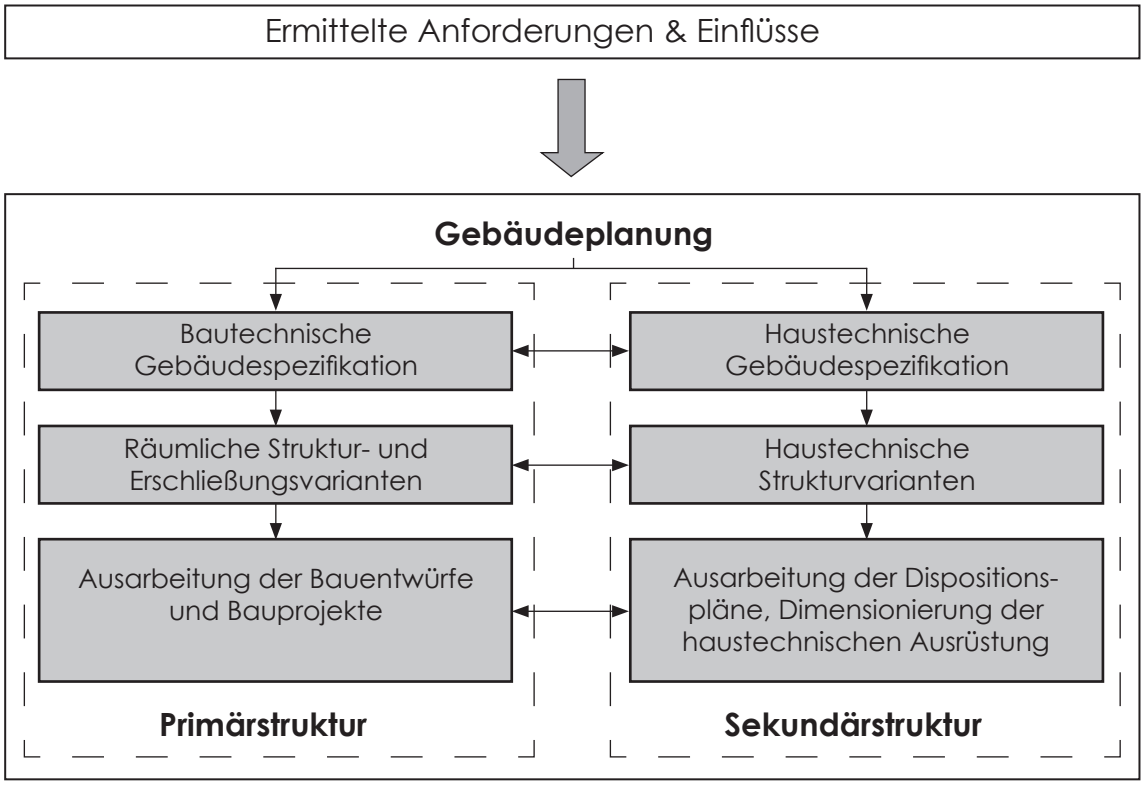


Abb. E46: Gebäudeplanung in Anlehnung [Schm 95], S.42

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.

Zukunftsfähige Industriebautypologie

Eine Zuordnung von klar unterscheidbaren Merkmalen von Industriebauten gibt Aufschluss über die Funktion und Verwendung einer bestimmten Gebäudeform.

Eine reine Gliederung nach Funktionsart beruht auf der Untersuchung der Funktionen. Gebäudetypen sind nicht starr, da Märkte und Produkte stets neue Anforderungen an das Gebäude stellen, die sich auf die Gebäude auswirken. Man unterscheidet traditionell die Funktionsbereiche Produktion und Fertigung, Ver- und Entsorgung, Wartung, Lagerung, Verwaltung, Entwicklung, Sozialbereiche sowie Ausstellung und Verkauf. Eine systematische Einordnung nach Marktebenen [Sche 04] erfolgt dabei hauptsächlich nach Hauptnutzflächen. In den meisten Industriebauten ist diese Unterteilung allerdings nicht ausschließlich auszumachen, weiterhin weisen die Bereiche, trotz gleicher Funktionsart, unterschiedliche Anforderungen an den Baukörper auf. Die Entwicklung aus der Fabrikplanung, Industriebauten anhand der Marktebene zu klassifizieren geht einen Schritt weiter. Die Bauten werden anhand ihrer gesamten Organisation im Bezug zur Marktanforderung klassifiziert, somit lassen sich anhand dieser Unterscheidung die fünf Grundtypen High-Tech-Fabrik, Low-Cost-Fabrik, Variantenflexible Fabrik, Atmende Fabrik, Schnelle Fabrik ausmachen.

Unterteilung nach Konstruktion und gebäudeplanerischen Faktoren

Im Hinblick auf zukunftsfähige und daher wandlungsfähige Industriebauten scheint aber auch diese Unterteilung nicht ausreichend, da die Marktebene, ebenso wie die Funktionsart nur wenig Aussage über die Wandlungsfähigkeit von Industriebauten zulassen, da monofunktionalen Strukturen allgemein ein hohes Maß an Resistenz gegenüber Veränderungen aufweisen. Vielmehr muss eine Typisierung erstellt werden, aus der die Anforderungen unabhängig von Funktion und Markt anhand von Konstruktiven und gebäudeplanerischen Faktoren bestimmt wird. Die Grunddefinitionen von Industriebauten lassen sich am ehesten durch Typologisierung der Grundrissfigur und des Schnittprofils ableiten. Arrangierte Kombinationsformen in denen die Vorteile des Schnittprofils mit einem schlüssigen, alle Werkbereiche verknüpfenden Gesamtkonzepts gekoppelt werden, lassen nachhaltig wandlungsfähige Industriebautypen zu.

Industriebauten lassen sich zu drei Gebäudetypen gruppieren, der Typ Geschossbau, der Typ Flachbau und der Typ Hallenbau. Im Folgenden werden diese drei Typen erläutert und in einer tabellarischen Übersicht gegenübergestellt, in der die wesentlichen typologischen Merkmale aufgeführt werden.

In der Industrie kommen meist Kombinationen aller drei Bauformen, insbesondere von Geschoss- und Flachbauten vor. Eine Beispielhafte Kombination ist die Anordnung von Produktionsräumen in einer Halle bzw. einem Flachbau und von Verwaltungs- und Sozialräume in einem Geschossbau.

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.

Definition von Geschossbauten

Geschossbauten werden gewöhnlich als Skelettbauten in Stahl, Stahlbeton oder Massivbauweise errichtet. Sie besitzen stets mehrere Stockwerke. Wegen des beschränkten natürlichen Lichteinfalls in den unteren Etagen besitzen Geschossbauten meist eine geradlinige oder (mehrfach) abgewinkelte, längliche Form.

Geschossbauten werden verwendet, wo auf beschränktem Grundriss viele Arbeitsplätze untergebracht werden sollen und wo der vertikale Transport über Aufzüge oder Treppen keine allzu großen Schwierigkeiten im Betriebsablauf mit sich bringt. Weiterhin dürfen wegen der Belastbarkeit der Decken die Verkehrslasten nicht zu hoch und die Betriebsmittel nicht zu schwer sein. Geschossbauten eignen sich gut für die Produktion hochwertiger Güter mit niedriger Transportintensität, niedrigem Gewicht und langen Arbeitsprozessen, z. B.:

- optische Industrie
- feinmechanische Industrie
- Lebens- und Genussmittelindustrie
- Bekleidungsindustrie
- elektronische Industrie

Vorteile	**Nachteile**
- geringe Baufläche - gute Grundflächenausnutzung - wirtschaftliche Bauweise durch Skelettbau - geringe Kosten für Klimatisierung - einfache Dachkonstruktion - Neben- und Sozialräume sind gut einzuordnen	- tragfähiger Grund muss vorhanden sein - natürliche Beleuchtung ist schwierig - schwingende Maschinen können Gebäudeschwingungen hervorrufen - geringe Übersichtlichkeit bei Fertigung in mehre ren Etagen - viel unproduktiver Raum durch Aufzüge und Treppen - schwieriger Materialfluss über mehrere Ebenen - Bauhöhe ist oft durch örtliche Vorschriften be grenzt - Einschränkungen durch Unfallverhütungsvor schriften - Tragfähigkeit der Decken ist begrenzt - Erweiterungsmöglichkeiten sind begrenzt

Tab. E6: Vor- und Nachteile von Geschossbauten

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.

Definition von Hallenbauten

Hallen sind ein für Industriebauten charakteristischer Gebäudetyp, der immer dann notwendig wird, wenn aus betriebstechnischen Gründen große Breiten- und Höhenabmessungen (Höhe ab ca. 5 m bis ca. 15-25 m) zugleich mit einer ausgesprochenen Längsorientierung (Hallenschiff) gefordert werden. Man unterscheidet je nach Höhe und Auslegung leichte und schwere Hallen. Hallen werden auch dann eingesetzt, wenn neben dem flurgebundenen Materialfluss auch ein (ggf. kreuzender) flurfreier Materialfluss gewünscht wird; dieser erfordert eine tragfähige Wand- oder Deckenstruktur. Hallen setzen sich aus einzelnen Bindern zusammen, über die sich Pfetten mit der Dachhaut legen.

In Hallen werden meist solche Erzeugnisse produziert oder Maschinen eingesetzt, deren Abmessungen oder deren Gewicht so groß sind, dass sie in anderen Bauwerken nicht untergebracht werden können. Fast alle Hallen haben daher für den Werkzeugwechsel oder den Materialfluss eine Kranausrüstung.Die erforderliche Hakenhöhe bestimmt die Höhenabmessungen der Halle wesentlich mit. Auch für die Aufstellung schwerer Maschinen (Hämmer, Pressen), die ihrer großen Gewichte wegen auf gewachsenem Boden stehen sollten oder zumindest ein großes Fundament benötigen, ist die Halle eine geeignete Gebäudeform, selbst wenn die Größe der produzierten Teile eine Halle nicht unbedingt erforderlich machen würde.

Weit gespannte Hallen mit und ohne Kranausrüstung kommen im Flugzeugbau und als Ausstellungs-, Lager- oder Verkehrshallen vor. Niedrige Hallen ohne Kranausrüstung gehen in ihrer Ausprägung oft in Flachbauten über. Hallenbauten werden weit verbreitet z. B. in den Branchen Fahrzeugindustrie, Flugzeugindustrie (sehr hohe Hallen größter Spannweite), Stahlindustrie (Walzstraßen)und für Dienstleister (z. B. Messehallen, Sporthalle) verwendet.

Vorteile	Nachteile
-übersichtliche, zusammenhängende Arbeitsfläche -gute Gestaltungsmöglichkeiten für den Fertigungsfluss, da freie Flächen ohne Stützen -komplexer, dreidimensionaler Materialfluss möglich -Gestaltungsmöglichkeiten mit Zwischendecken (Büros) -verschiedene Fördermittel einsetzbar -gute Fundamentierungsmöglichkeiten auf gewachsenem Boden -leichte Entlüftung -gute Erweiterungsmöglichkeiten	-relativ große Baufläche erforderlich -aufwendige Dachkonstruktion durch große Stützenweite -größere Leitungswege gegenüber Geschossbau -erhöhter Heizungsbedarf durch größere Abkühlfläche gegenüber Geschossbau -Sozial- und Nebenräume müssen gesondert gebaut werden (Anbau oder Unterkellerung)

Tab. E7: Vor- und Nachteile von Hallenbauten

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.

Definition von Flachbauten

Flachbauten umschließen große, ebenerdige Arbeitsräume, deren lichte Höhe relativ gering ist, z. B. weil nicht überall Krananlagen benötigt werden (Höhe bis ca. 5 m). Sie finden vor allem dann Verwendung, wenn der Baugrund relativ günstig ist und weder von den Erzeugnissen noch von den Produktionseinrichtungen her eine große Gebäudehöhe erforderlich wird. Sie sind universell nutzbare Gewerbebauten. Bei Flachbauten unterscheidet man je nach Naturlichtversorgung solche mit Seitenlicht, also mit Fenster in der Gebäudehülle, mit Lichtraupen bzw. Firstoberlichtern, mit Sheddächern und fensterlose Flachbauten.

Früher war die Shedbauweise am meisten verbreitet. Bei nach Norden (auf der nördlichen Halbkugel) ausgerichteten Sheds wird eine direkte Sonneneinstrahlung vermieden und damit eine gute, gleichmäßige Beleuchtung ermöglicht. Solche Bauten brauchen allerdings zu viel Höhe. Abhilfe bieten Bauten mit Lichtkuppeln oder Kunstlicht. Bei Flachbauten sind viele Sonderformen bekannt. Fensterlose Flachbauten findet man bei Kühlhäusern, Kaufhäusern, chemischer und keramischer Industrie sowie Lagerhallen. Sie haben die Vorteile einer relativ kostengünstigen Bauweise und guter Klimatisierbarkeit, aber den Nachteil, bei vielen Menschen psychische Probleme (Klaustrophobie: Gefühl der Eingeschlossenheit) hervorzurufen. Flachbauten werden verwendet z. B. für:

- Produktionen, die große zusammenhängende Flächen benötigen (z. B. Textilfabriken)
- Druckereien, Kabelwerke
- Produktion mit starker Erschütterungswirkung (Maschinenbau, Gießerei)
- Produktion von sperrigen Gütern
- Handel (Supermärkte)

Vorteile	**Nachteile**
-übersichtliche, zusammenhängende Fertigungsfläche -gute Gestaltungsmöglichkeiten des Materialflusses ohne Höhensprünge -gute Erweiterungsmöglichkeiten -relativ niedrige Baukosten pro Quadratmeter	-größerer Platzbedarf als beim Geschossbau -höhere Heizung- und Klimatisierungskosten als beim Geschossbau -lange Leitungswege -bei Shedbau relativ teuer in der Erstellung und Unterhaltung

Tab. E8: Vor- und Nachteile von Hallenbauten

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.

	Geschossbau	Flauchbau	Hallenbau
Grundrisssform in Abhängigkeit von:	Fluchtweglage zu Treppen max. 30 , Festpunktbildung mit Treppe, Aufzug, sanitären Räumen, Installationen, Festpunkten	zusammenhängenden Fertigungsflächen mit Kopfbau oder Randzonen für die Nebenräume	rechteckig, Kranführung, Gleiseinführung, seitenschiff oder Anbau für Nebenräume
Querschnittsform in Abhängigkeit von:	Fenstergröße / Raumtiefe, Spannweiten / Innenstützen	Belichtungsflächen, Oberlichtbändern, Einzeloberlichtern, Laufkatzen, Spannweiten/Stützenraster, Dachgefälle	Spannweite, Kran, Kranhakenhöhe, Belichtungsflächen, deitenverglasung, Dachoberfläche, Entlüftung, Dachgefälle
Keller	normal	möglich	sehr selten
Versorgungsanschlüsse	von Fußboden oder Decke, Steigleitungen im Festpunkt	von Bodenkanälen, Stützen oder Decke	von Umfassungswänden und Bodenkanälen
Betriebskosten	gute Wärmehaltung	große Abkühlung durch dach	große Abkühlung durch Wände und Dach
Raumhöhen	3,0 - 4,5 m	4,5 – 7,0 m	über 7,0 m
Raumbreiten	12,0 -20,0 m	10,0 - 20,0 m	20,0 - 100,0 m
Krannutzlast	bis 11 t	bis 3 t	bis 100 t
senkrechter Transport	Aufzug, Hebebühne	Kran, Galgen	Kran
waagerechter Transport	Stapler	Stapler, Band, Kran	Kran
Flexibilität der Nutzung	eingeschränkt	voll gewährleistet	gut möglich
Erweiterung	Durch Anbau evtl. durch Aufstockung	Anbau meist in mehreren Richtungen	Verlängerung, Nebenstellung
Lastabgabe	auf Geschoßdecke, schwere und schwingungsempfindliche Balken auf Kellerdecke	auf Baugrund oder steife Kellerdecke, schwingungsempfindliche Balken auf Baugrund	auf Baugrund, selten Unterkellerung
Typisches	beschränkter Grundriss, viele Arbeitsplätze, Treppen und Aufzüge	zusammenhängend, ebenerdige Fläche	große Breiten- und Höhenabmessungen, Krananlagen, wenig Arbeitsplätze
Belastungen	leicht bis mittel	leicht bis schwer	schwer bis sehr schwer
Nutzflächenbedarf	klein bis mittel	groß	mittel bis groß
Baulandbedarf	gering	mittel	groß
Belichtungsbedarf	normal bis hoch	hoch	gering bis normal
Belichtungsflächen	seitliche Fenster	Oberlichtbänder, Oberlichtkuppeln	seitliche Fenster, Dachoberfläche
Raumklimaanforderungen	normal bis hoch	normal bis hoch	normal
Heizung/Lüftung	örtliche Heizkörper, Fensterlüftung	Luftheizung oder Klimatisierung	Luftheizung, Dachentlüftung
Gebäudeform	längsorientiert	richtungslos	längsorientiert
Nebenräume	einfügung gut möglich	Abtrennung oder in Randzonen	Abtrennung oder in Randzonen
Sanitäre Räume	am Treppenhaus	in Randzonen oder Keller	in Randzonen oder Keller

Tab. E9: Merkmale von Industriebautypen [Koet01], S. 60

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.

Strukturebenen und Komponenten

In der nachfolgenden Tabelle werden die Systemebenen des Industriebaus Standort, Nutzung / Prozess und Bau, die Teilsysteme, Strukturen und Elemente systematisch entsprechend der weiteren Analysebetrachtungen aufgeführt.

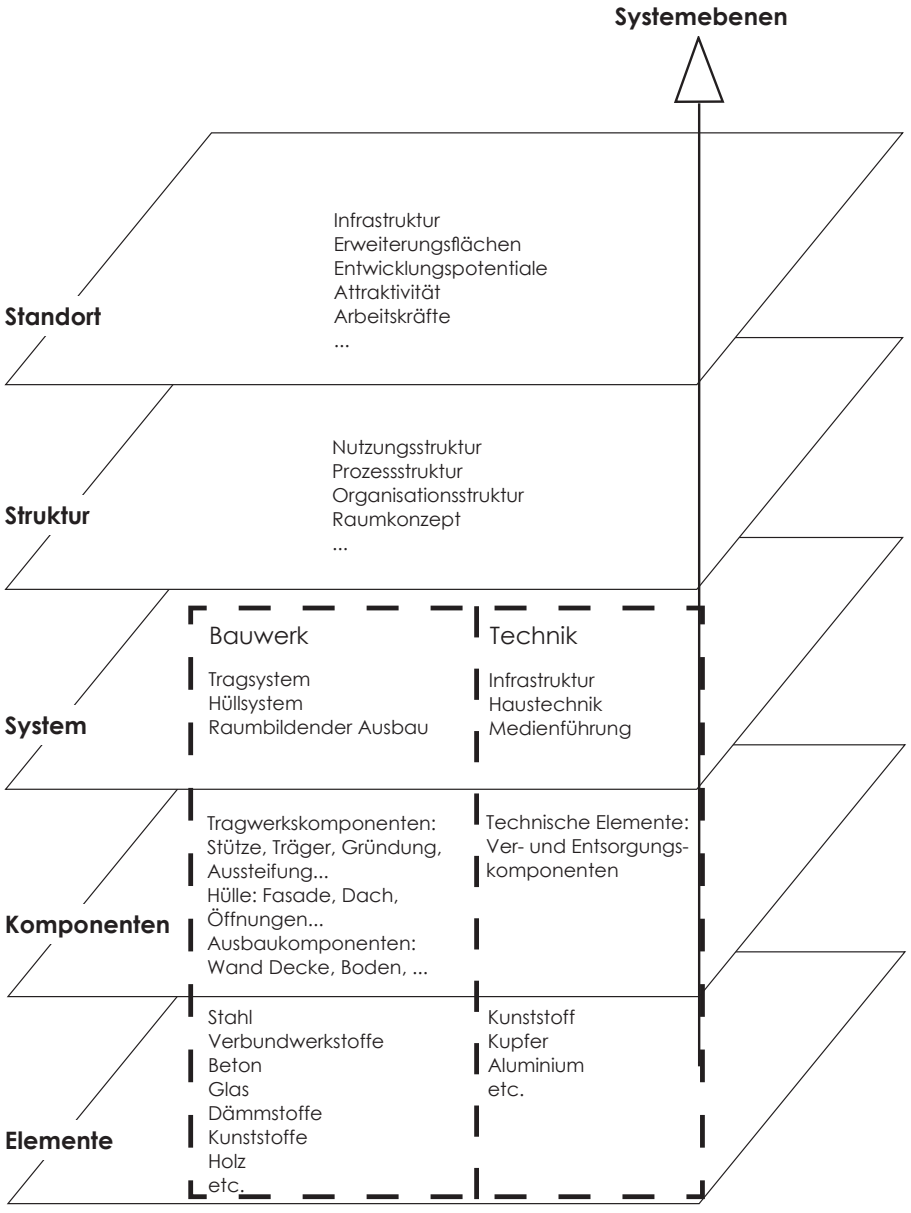
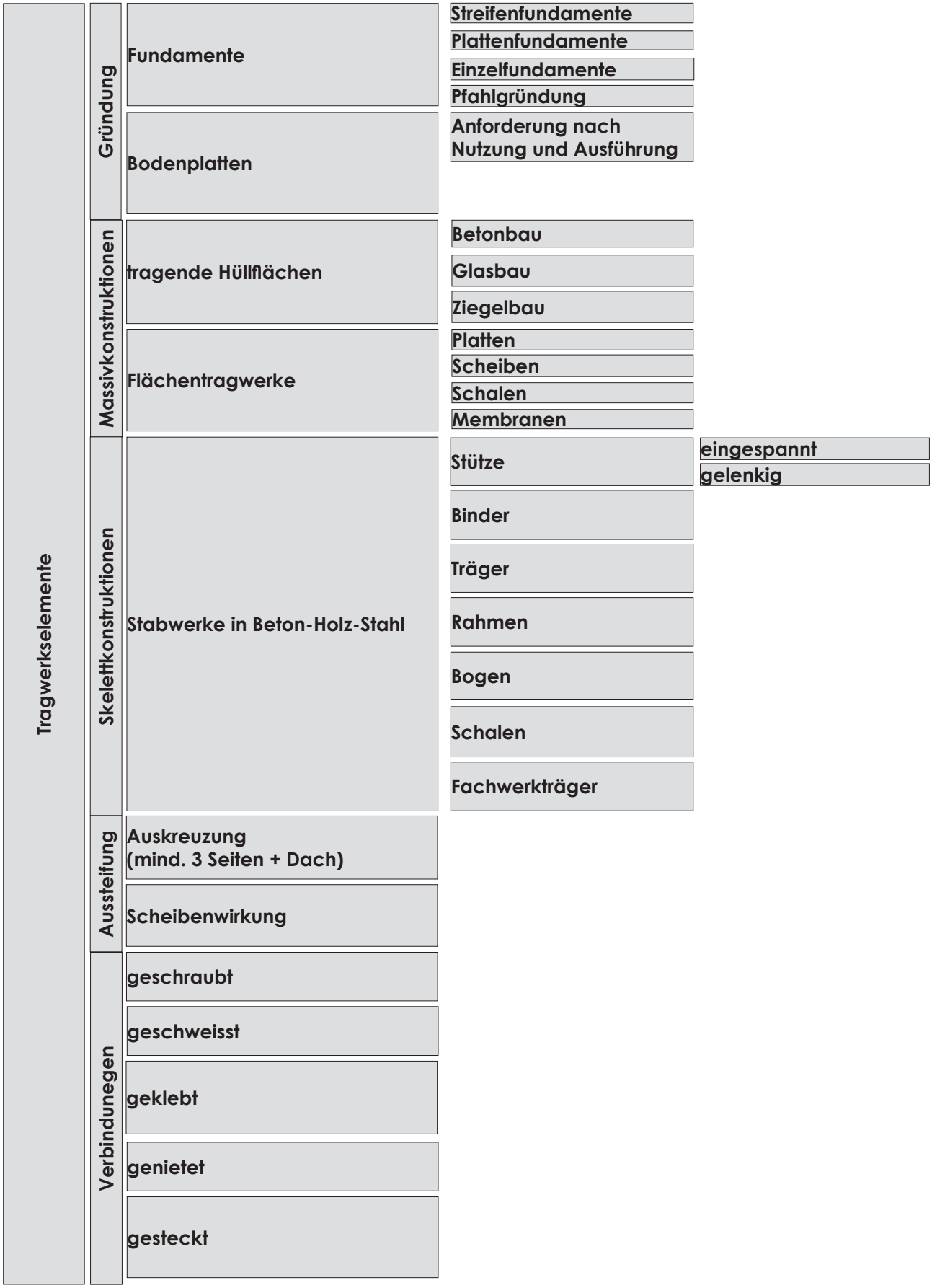


Abb. E47: Systemebenen des Industriebaus

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.

Standort	harte Standortfaktoren	Infrastruktur	Kaufkraft
			Nähe, Größe und Zugang zum relevanten Absatzmarkt
		staatliche Förderung	
		Höhe der Steuern und Abgaben	Markttransparenz
		Nähe, Größe und Zugang zu Produktionsfaktormärkten	Markteintrittsbarrieren
			Wettbewerbsintensität
		Einfuhrzölle	Nähe zu Zulieferbetrieben
		Kündigungsschutz	Nähe zu Forschungs-, Bildungs- und Entwicklungseinrichtungen
		Lohnstückkosten	
		gesetzliche und tarifliche Rahmenbedingungen Lohnkosten	Umweltschutzauflagen
			Klima
	weiche Standortfaktoren	Unternehmensbezogene Standortfaktoren	Personenbezogene Standortfaktoren
		Politische Verhältnisse	Forschungs- und Entwicklungseinrichtungen
		Bürokratie	Klima
Bauwerkstypus	Geschossbauten		
	Flachbauten		
	Hallenbauten	leichte Halle	
		schwere Halle	
Nutzung	Organisationsstruktur		
	Raumkonzept		
	Schnittprofil		
	Grundrissprofil		
	Flächenstruktur		
	Raumkonzept		
Struktur	additiv flächig		
	systemisch linear		

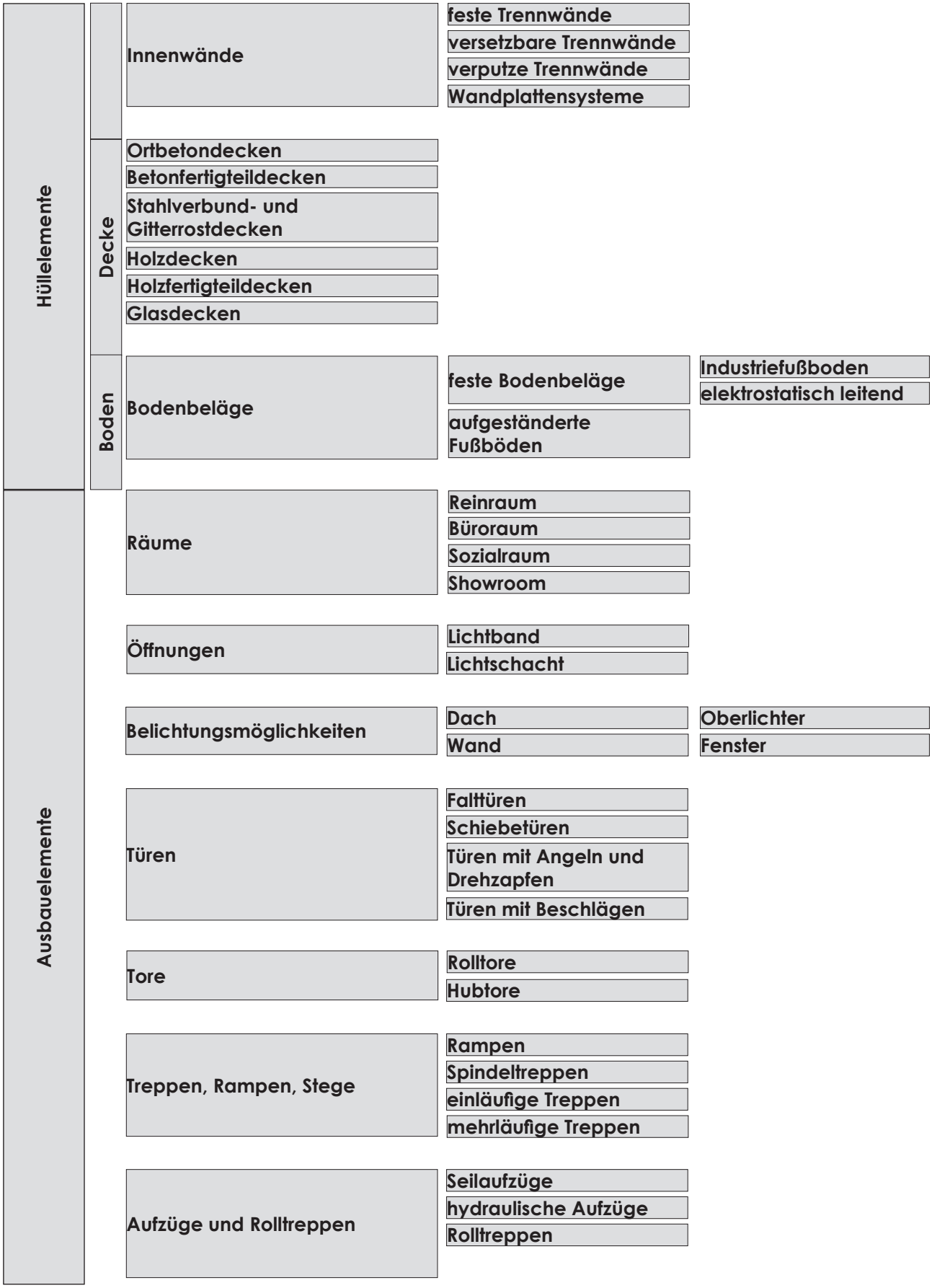
Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.



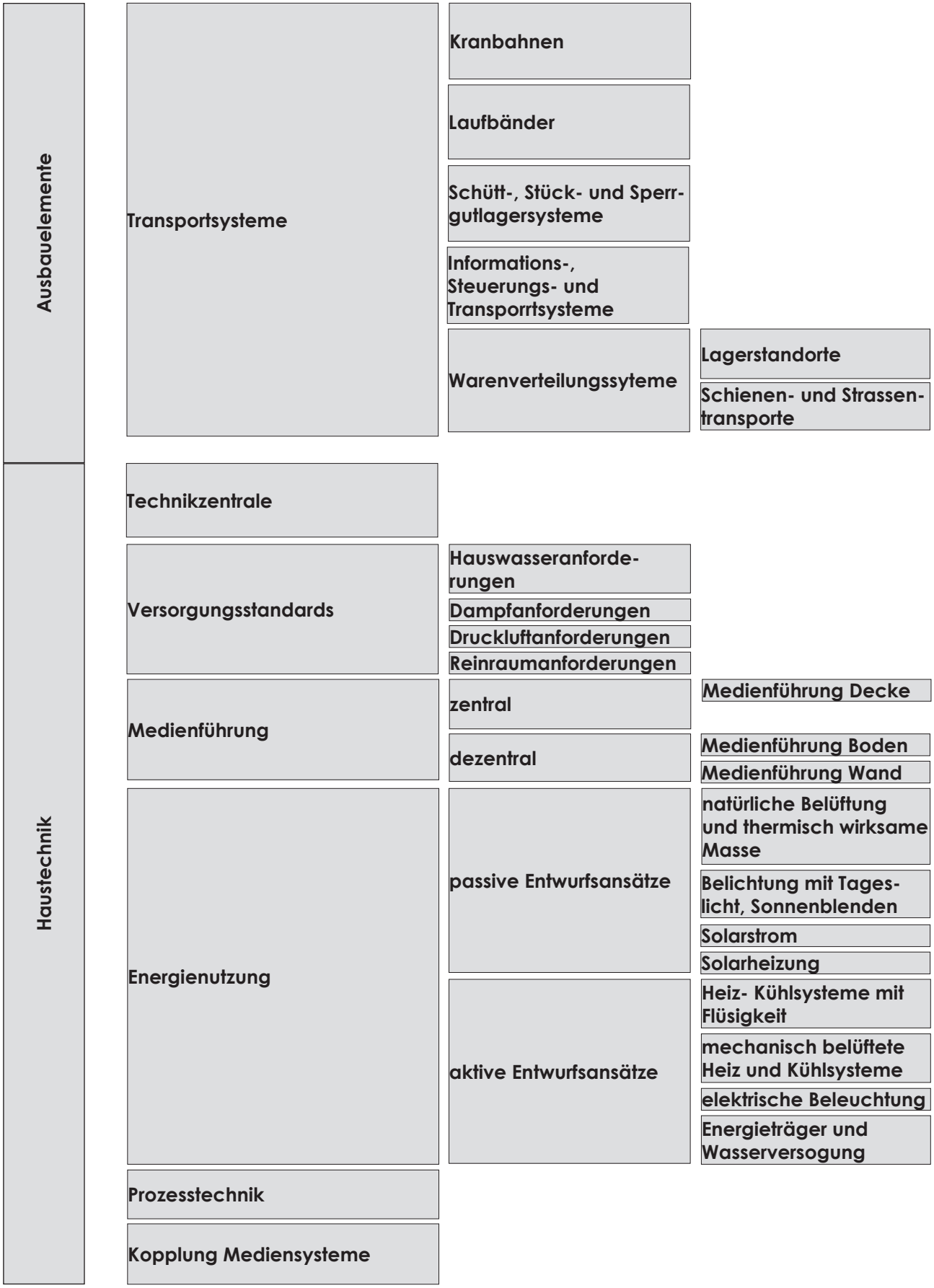
Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.

Hüllelemente	Dach	Dachfläche	Flachdach	Warmdach
			geneigtes Dach	Kaltdach
		Dachdeckungen	Metall	
			Membranen	
			Regenschutzdeckungen	
			begrünte Dächer	
			Glaseindeckungen	
		Dachkonstruktionen	Metall	Profilbleche, Metallverbundpaneele
			Glas	Glasaufsatzsysteme, geschraubte Verglasungen
			Beton	verdeckte / sichtbare Sperschichten
			Stahl	Bogen/ Fachwerkträger, unterspannte Träger,
			Kunststoffe	Polycarbonat, Acryl
			Gewebe	Spannkonstruktionen, Pneumatische Kontr.
		Dachentwässerung	durch Schwerkraft	
			durch Unterdruck	
	Wand	Außenwände / einschichtig	Beton, Ziegel, Gußglasprofile	Warmdach
		Außenwände / mehrschichtig	Putze	Putz
				WDVS
			Metalle	Verbundpaneele
				Wetterschutzsysteme
				Aufsatzsysteme
				Panelsysteme
			Verglasung	rahmenlose Verglasung
				Glassteine
				Gussglas
				Stahlprofilverglasung
				Fenstersysteme in Holz / Alu / Kunsstoff
			Steine	Betontafeln/ Zementplatten
				Vorsatzmauerwerk
				Naturstein
				Keramik
			Holz	Verkleidungsplatten
				Verkleidungspanele und Regenschutz

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.



Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.



Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.

2.4.3.1 Brandschutz im Industriebau

Brandschutzplanung

Der bauliche Brandschutz gliedert sich in zwei Bereiche: der in den Bauordnungen, Sonderbauverordnungen und Verwaltungsvorschriften geregelten **vorbeugenden** Brandschutz (passive Massnahmen) und den im Feuerschutz- und Hilfegesetzen sowie weiteren Rechtsvorschriften geregelten **abwehrenden** Brandschutz (aktive Massnahmen). Die in den Landesbauordnungen fetsgesetzten Mindestanforderungen an Baustoffe, Bauteile, Brandabschnitte und Rettungswege repräsentieren ein von Gesetzgeber gefordertes Mindestniveau an den Brandschutz,, und somit ein Standardbrandschutzkonzept. Aufgrund immer komplexer und größer werdender Baumaßnahmen sind Abweichungen von den Anfordreungen der rechtlichen Regelungen notwendig, die ein individuelles Brandschutzkonzept erfordern, in dem die Umsetzung der Schutzziele des Baurechts durch brandschutztechnische Massnahmen in sich schlüssig und nachvollziehbar dargestellt werden.

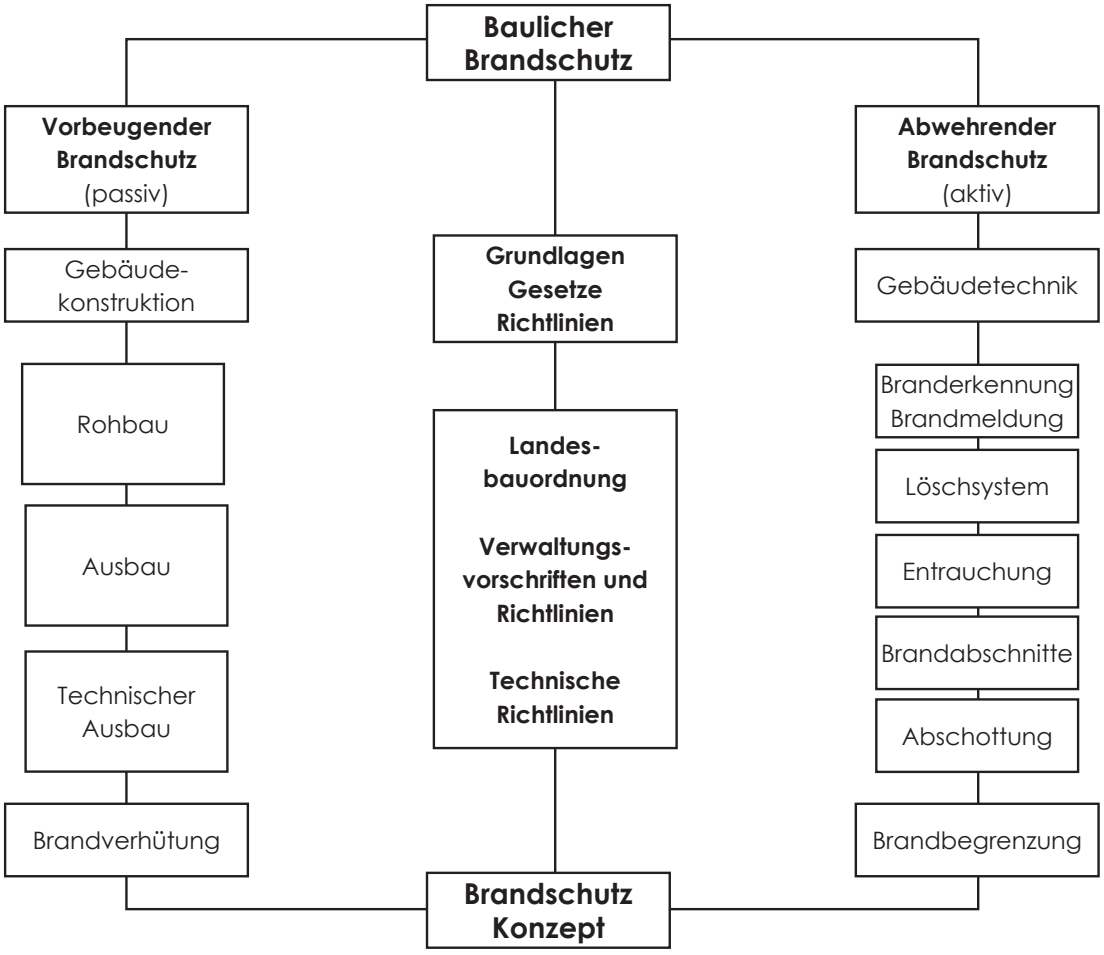


Abb. E48: Bereiche des Brandschutzes nach [Holz 04] , S. 10

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.

Grundlagen eines Brandschutzkonzeptes

Basis für Brandschutzkonzepte sind die Anforderungen der jeweiligen Bauordnung, die durch Anforderungen aus weiteren, tangierenden Richtlinien ergänzt werden. Dabei müssen weitere Wünsche und Anforderungen von Bauherren, Architekten, Bauaufsicht, Feuerwehr und ggf. der Versicherre berücksichtigt werden. Dieser Anfordreungskatalog bildet die Basis für eine Risikoanalyse unter Berücksichtigung der Nutzung, der Bauweise, der Brandlasten sowie des abweherenden Brandschutzes, aus der die eigentliche Brandschutzplanung erfolgt. Es soll bewertet werden können, inwieweit die definierten Schutzziele erreicht werden.

Ziel des Brandschutzkonzeptes ist die Beschreibung der Einzelkomponenten des Brandschutzes und ihrer Abstimmung untereinander unter Berücksichtigung der Nutzung, des Brandrisikos sowie des zu erwarteten Schadensausmaßes.

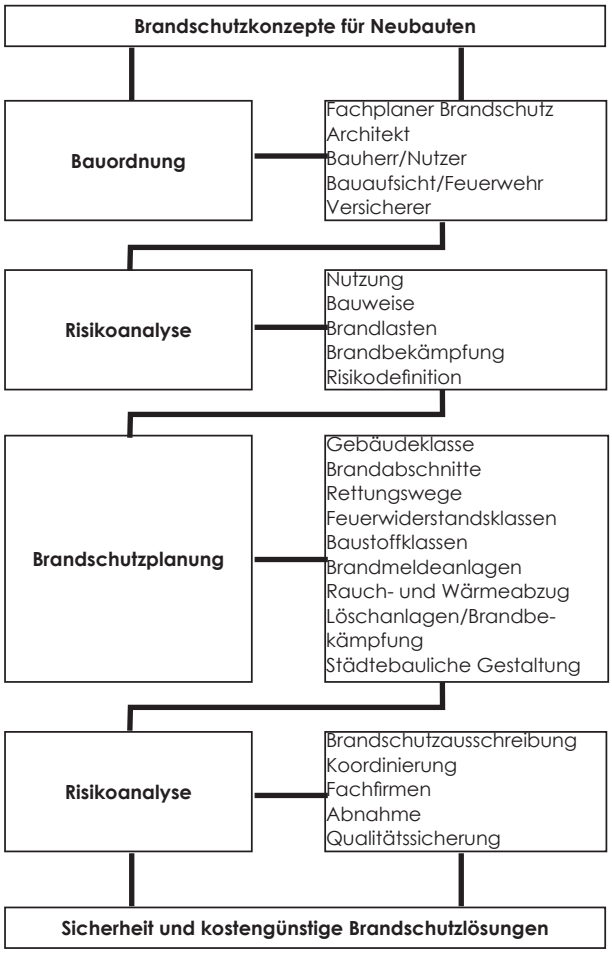


Abb. E49: Erforderliche Bestandteile des Brandschutzkonzeptes nach [Holz 04] , S. 11

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.

Brandschutzkonzept Solvis Nullemmisionsfabrik , SOLVIS Energiessystemem GmbH, 2004, [Holz 04]
Architekt: Banz + Riecks ArchitektenBDA, Brandschutz: Neumann, Krex und Partner, Schmallenberg

Objektbeschreibung Die Solvis GmbH entwickelt und produziert integrierte solare Heizsysteme. In Braunschweig entstand auf einem neuen Standort ein Betriebsgebäude mit Büros und Produktionsanlagen mit einer Nutzfläche von ca. 8000 m2. Die Gebäudelängserschließung erfolgt in der Mittelachse, quer zu den Produktionsketten. Die Verwaltungsbereiche liegen zweigeschossig innerhalb der Produktionsflächen und sind der inneren Erschließung angegliedert. An eine primäre Stahlbetonkonstruktion wurden zu beiden Seiten die Fertigungs- und Lagerbereiche als weit gespannte Holzleichtbaukonstruktionen mit einer Spannweite von 27,50 m angeschlossen (vgl. Kapitel E2.3.4.2)

Tragwerk Der interne Versorgungs- und Erschliessungsgang wurde aus Gründen des Brandschutzes und des sommerlichen Wärmeschutzes in Stahlbetonwänden ausgeführt. Sie dienen gleichzeitig zur räumlichen Aussteifung des Gesamtgebäudes. Über zwischengeschaltete Stahlrahmen, die horizontal über der Dachfläche schweben, wurden die Binder der Dachkonstruktion an Stahlseilen aufgehängt. Die Aufhängung wird durch A-Böcke möglich, die auf den Stahlbetonwänden angeordnet sind. Zwischen den im Abstand von fünf Metern liegenden Dachbindern wurden einzelne Holzelemente mit Abmessungen von 5,0 m x 2,5 m angeordnet. Die Aussteifung der Dachkonstruktion geschieht über die Holzwerkstoffbeplankung der Elemente.

Brandschutzanforderungen Die brandschutztechnische Beurteilung erfolgte in Form eines Brandschutzkonzeptes. Zur Umsetzung mussten insbesondere die Anforderungen der Landesbauordnung (NBauO) und der Muster-Industriebaurichtlinie (MInd- BauRL) beachtet werden. Für die Produktionsstätte sind die Anforderungen der MIndBauRL anzuwenden. Durch den Einbau einer Feuerlöschanlage ergibt sich für das Gebäude die Sicherheitskategorie K4. Der Gesamtkomplex mit ca. 8200 m2 Nutzfläche muss in dieser Kategorie nicht in mehrere Brandabschnitte unterteilt werden. Durch die Feuerlöschanlage bestehen weiterhin keine brandschutztechnischen Anforderungen an die weit gespannte Konstruktion des Hallendaches sowie der Außenwände. Der Verzicht auf das Abschottungsprinzip (Unterteilung in Brandabschnitte) zugunsten einer automatischen Feuerlöschanlage kommt weiterhin der gewünschten Transparenz im Gebäude zu Gute. Die Verwaltungsbereiche und die Rettungswege (interner Erschliessungsgang) wurden für eine Feuerwiderstandsdauer von 60 Minuten dimensioniert und in Stahlbetonbauweise ausgeführt. Im Bereich der Fassade werden zur Abtragung der Deckenlasten Brettschichtholzstützen eingesetzt. Der reduzierte Stützenquerschnitt einer 60-minütigen Brandbeanspruchung wurde beim Standsicherheitsnachweis (Warmbemessung) berücksichtigt. Aus Gründen des Korrosionsschutzes ist die verzinkte Stahlkonstruktion über der Dachfläche zusätzlich mit einer Grundierung und einer Deckschicht überzogen; eine spezielle Brandschutzbeschichtung war nicht erforderlich.

Brandschutztechnische Einrichtungen Es sind eine Brandmeldeanlage und eine Feuerlöschanlage (Sprinkleranlage) vorhanden. Durch die Feuerlöschanlage kann auf innere brandschutzrelevante Abtrennungen verzichtet werden. Es ergibt sich ein zusammenhängender Brandabschnitt.

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.

Nachweisverfahren

Verfasst durch: Brandschutzberatung des »bauforumstahl e. V.,
Fachautor: Dipl.-Ing. Hans-Werner Girkes

Regeln und Richtlinien

Gebäude mit gewerblich-industrieller Nutzung sind entsprechend der Musterbauordnung (MBO) und nach allen Landesbauordnungen bauordnungsrechtlich „Bauliche Anlagen und Räume besonderer Art und Nutzung". An derartige Anlagen können zur Verwirklichung der Grundanforderung, dass die öffentliche Sicherheit und Ordnung, insbesondere Leben, Gesundheit oder die natürlichen Lebensgrundlagen, nicht gefährdet werden, besondere Anforderungen gestellt oder Erleichterungen von den materiellen Vorschriften der Landesbauordnungen gestattet werden.

Diese allgemeine Aussage muss vor dem Hintergrund der Tatsache gesehen werden, dass die materiellen brandschutztechnischen Anforderungen an ein Gebäude nach den Landesbauordnungen sich im engeren Sinn auf die Nutzungsarten „Wohngebäude und vergleichbare Nutzungen" beziehen. Für gewerblich-industrielle Nutzungen ist es weder notwendig noch sinnvoll, die Anforderungen der Landesbauordnungen zu anzuwenden. Es gilt vielmehr, zur Wahrung der allgemeinen Schutzziele zum baulichen Brandschutz den spezifischen Belangen einer industriellen Nutzung in jedem Einzelfall Rechnung zu tragen. Um bei der Gestattung von Erleichterungen oder der Erhebung höherer Anforderungen zu einer Gleichbehandlung zu kommen, entwickelten sich Bestrebungen zu einer einheitlichen Verfahrensweise. Im Hinblick auf eine allgemeine Akzeptanz als allgemein anerkannte Regel der Technik musste dabei der Weg von den Vorschriften der Landesbauordnungen zu wissenschaftlich begründeten Verfahren beschritten werden.

Da Industriebauten als Sonderbauten im Sinne des §51 Abs. 1 MBO in aller Regel nicht ohne Erleichterungen von den sonst geltenden Vorschriften errichtet werden können, ist es das Ziel der MIndBauRl, als technische Baubestimmung die Mindestanforderungen an den baulichen und abwehrenden Brandschutz zu regeln. Dabei bedient sich die MIndBauRl auch des Rechenverfahrens nach DIN 18230-1 -Brandschutz im Industriebau-; rechnerisch erforderliche Feuerwiderstandsdauer.
Da auf Grundlage des § 3 Abs. 3 Satz 3 MBO von technischen Baubestimmungen abgewichen werden kann, schränkt die Richtlinie dies auf anerkannte Methoden des Brandschutzingenieurwesens ein und verlangt, dass diese nach dem normativen Anhang 1 zur Richtlinie aufzustellen sind.
Ziel der Richtlinie ist, die Mindestanforderungen an den Brandschutz von Industriebauten zu regeln, insbesondere an

- die Feuerwiderstandsfähigkeit der Bauteile und die Brennbarkeit der Baustoffe,
- die Größe der Brandabschnitte bzw. Brandbekämpfungsabschnitte, und
- die Anordnung, Lage und Länge der Rettungswege.

Die Richtlinie erleichtert Bauherren, Entwurfsverfassern und Fachplanern die Planung und Behörden Nachweise für Erleichterungen oder Abweichungen von den sonst geltenden Vorschriften der MBO.

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.

Sie ermöglicht den prüfenden und genehmigenden Behörden eine gleiche Beurteilung gleich gelagerter Risiken. Insbesondere wurde ein Nachweisverfahren festgelegt, das ohne ingenieurmäßige Detailuntersuchungen und Berechnungen auskommt. Es unterstützt eine rechtssichere Planung und eine einfache Genehmigungspraxis. Die MIndBauRl gilt für alle Industriebauten unabhängig von ihrer Größe. Sie gilt nicht für: Industriebauten, die lediglich der Aufstellung technischer Anlagen dienen und von Personen nur vorübergehend zu Wartungs- und Kontrollzwecken begangen werden, und sie gilt nicht für Industriebauten, die überwiegend offen sind, wie überdachte Freianlagen oder Freilager, oder die aufgrund ihres Verhaltens im Brandfall diesen gleichgestellt werden können. Darüber hinaus gilt die Richtlinie nicht für Regallager mit Lagerguthöhen von mehr als 9,0 m (Oberkante Lagergut).

Diese Richtlinie kann auch zur Begründung von Erleichterungen nach § 51 MBO für Gebäude und bauliche Anlagen verwendet werden, die nicht unmittelbar vom Geltungsbereich der MIndBauRl erfasst werden, jedoch hinsichtlich ihres Brandrisikos mit Industriebauten vergleichbar sind.

Anforderungen an Nachweisverfahren

Der Nachweis, dass die Voraussetzungen für Erleichterungen nach § 51 Abs. 1 MBO vorliegen, kann durch eines der nachfolgenden Verfahren geführt werden.

Im Vereinfachten Nachweisverfahren nach Abschnitt 6 wird in Abhängigkeit von der Feuerwiderstandsklasse der tragenden und aussteifenden Bauteile sowie nach der brandschutztechnischen Infrastruktur der baulichen Anlage die zulässige Brandabschnittsfläche für einen Brandabschnitt ermittelt. Im Vollinhaltliches Nachweisverfahren nach Abschnitt 7 werden auf der Grundlage des Rechenverfahrens nach DIN 18230-1 die zulässige Fläche und die Anforderungen an die Bauteile nach den Brandsicherheitsklassen für einen Brandbekämpfungsabschnitt bestimmt. Ingenieurmethoden anstelle der Verfahren nach den Abschnitten 6 und 7 können auch Methoden des Brandschutzingenieurwesens eingesetzt werden.

Der Aufsteller des Brandschutzkonzeptes hat bei der Anwendung der MIndBauRl als technische Baubestimmung die Wahl, welches Verfahren (Abschnitt 6 oder 7) er anwendet. Er darf die Verfahren jedoch nicht miteinander vermischen.Für Rechenverfahren nach Methoden des Brandschutzingenieurwesens benennt die MIndBauRl die Grundsätze und Voraussetzungen für die Aufstellung solcher Nachweise. Sie regelt die Nachweisführung und Prüfung sowie deren Dokumentation. Mittlerweile ist die MIndBauRl in allen Bundesländern Bauaufsichtlich eingeführt und muß beachtet werden. Im Rahmen der Anwendung der IndBauRl gibt es mehrere Nachweisverfahren.

In allen Nachweisverfahren gibt es die gleichen allgemeinen Anforderungen, die für alle Verfahren gleich sind und entsprechend beachtet werden müssen. Dazu gehört der Löschwasserbedarf, der Rauchabzug, die Lage und Zugänglichkeit, die Rettungswege und die Brandausbreitung.

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.

Löschwasserbedarf

Der Löschwasserbedarf ist mit der für den Brandschutz zuständigen Dienststelle unter Berücksichtigung der Flächen und der Brandlasten festzulegen. Hierbei ist auszugehen von einem Löschwasserbedarf über einen Zeitraum von zwei Stunden von mindestens 96 m³/h bei Abschnittsflächen bis zu 2.500 m² und von mindestens 192 m³/h bei Abschnittsflächen von mehr als 4.000 m².

Zwischenwerte können linear interpoliert werden. Bei Industriebauten mit selbsttätiger Feuerlöschanlage genügt eine Löschwassermenge für Löscharbeiten der Feuerwehr von mindestens 96 m³/h über einen Zeitraum von einer Stunde.

Rauchabzug

Jeder Produktions- oder Lagerraum mit einer Fläche von mehr als 200m² muss Wand/oder Deckenöffnungen erhalten, die eine Rauchableitung ins Freie ermöglichen. Räume, die einzeln größer als 1600m² sind, müssen eine Rauchableitung haben, damit eine Brandbekämpfung möglich ist. Dies ist dann gewährleistet, wenn zur Brandbekämpfung eine raucharme Schicht von 2,5m Höhe rechnerisch nachgewiesen wird.

Zugänglichkeit

Zur Lage und Zugänglichkeit gehört, dass jeder Brandabschnitt mit mindestens einer Seite an einer Außenwand liegen muss und von dort für die Feuerwehr zugänglich ist. Dies gilt nicht für Brandabschnitte, die eine selbsttätige Feuerlöschanlage haben. Freistehende sowie aneinander gebaute Industriebauten mit einer Grundfläche von insgesamt mehr als 5.000 m² müssen von allen Seiten mit Feuerwehrfahrzeugen anfahrbar sein. Diese Umfahrten müssen die Anforderungen an Flächen für die Feuerwehr erfüllen. Die für die Feuerwehr erforderlichen Zufahrten, Aufstell- und Bewegungsflächen sowie die Umfahrten sind ständig freizuhalten. Darauf ist dauerhaft und leicht erkennbar hinzuweisen.

Rettungswege

Zu den Rettungswegen in Industriebauten gehören die Hauptgänge in den Produktions- und Lagerräumen, die Ausgänge aus diesen Räumen, die notwendigen Flure, die notwendigen Treppen und die Ausgänge ins Freie. Jeder Raum mit einer Fläche von mehr als 200 m² muss mindestens zwei Ausgänge haben. Anhand der maximal zulässigen Rettungsweglängen wird ersichtlich, wie sich der anlagentechnische und der bauliche Brandschutz gegenseitig beeinflussen können. Im Regelfall ist die maximal zulässige Rettungsweglänge – bei einer lichten Höhe bis zu 5 m – auf 35 m beschränkt. Ist jedoch eine Brandmeldeanlage installiert, dann beträgt die maximale Rettungsweglänge 50 m. Die zulässigen Längen erhöhen sich in Abhängigkeit der lichten Raumhöhe auf 50 bzw. 70 m. Die Entfernungen werden in der Luftlinie, jedoch nicht durch Bauteile gemessen. Die tatsächliche Lauflänge darf jedoch nicht mehr als das 1,5-fache der Entfernung, die in der Luftlinie gemessen wurde, betragen. Zu beachten ist, dass von jeder Stelle eines Raumes nach max. 15 m ein Hauptgang erreichbar ist.

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.

Brandausbreitung

Oft tragen Dächer bei Bränden zu einer erheblichen Brandausbreitung bei. Tritt der Lastfall Brand ein, so hängt der weitere Schadenverlauf davon ab, welche Maßnahmen des vorbeugenden baulichen Brandschutzes für das Dach getroffen wurden. Hinsichtlich der Brandweiterleitung bei einer Brandbeanspruchung von unten sind folgende Versagensmechanismen typisch:

1. der „Durchbrand". Gegebenenfalls mit Brandausbreitung auf der Dachoberseite. Anschließend mit einer Brandübertragung nach unten in andere Abschnitte über vorhandene Dachöffnungen, 2. das Versagen der tragenden Dachschale durch Abrutschen vom Auflager, z.B. bei großen Stützweiten, 3. die Brandweiterleitung unterhalb des Daches und 4. ganz gefährlich ist die Brandweiterleitung innerhalb der Dachschale. Dies wird von unten nicht gesehen. Kritisch wird es dann, wenn die Feuerwehr am Brandherd löscht und es plötzlich hinter den Feuerwehrleuten anfängt zu brennen.

Vereinfachtes Nachweisverfahren

Das Vereinfachte Nachweisverfahren basiert auf die Einhaltung zulässiger Größen der Brandabschnittsflächen in Abhängigkeit von der Sicherheitskategorie, der Anzahl der Geschosse und der Feuerwiderstandsklasse der Bauteile. Die Fläche lässt sich in Tab. E10 ablesen und liegt weit auf der sicheren Seite. Für Industriebauten mit einer vorhandenen Sprinkleranlage – Sicherheitskategorie K4 – kann eine maximale Brandabschnittsfläche von 10.000 m² ohne Anforderung an den Feuerwiderstand der Bauteile realisiert werden. Ohne brandschutztechnische Maßnahmen dürfen maximal 1.800 m² ungeschützt verwirklicht werden. Für Industriebauten, die nicht nach dem vereinfachten Verfahren beurteilt werden können, wird das Vollinhaltliche Nachweisverfahren auf der Grundlage des Rechenverfahrens nach der DIN 18230-1 angewendet.

Bei diesem Verfahren wird zuerst die äquivalente Branddauer ermittelt. Mit der äquivalenten Branddauer wird ein Zusammenhang zwischen der Brandwirkung eines Naturbrandes und der Einheitstemperaturzeitkurve (ETK) hergestellt. Die Äquivalenz bezieht sich auf die maximale Bauteiltemperatur unter einem Naturbrand. Nach der Ermittlung der äquivalenten Branddauer stehen zwei unterschiedliche Wege zur Verfügung. Erstens die Bestimmung der maximalen Geschossflächen mittels Tabelle 2. Wenn nach dieser Tabelle gearbeitet wird, brauchen keine Anforderungen an den Feuerwiderstand der Bauteile berücksichtigt werden.
Die zweite Möglichkeit ist schon etwas aufwendiger. Hierbei wird zuerst die maximale Geschossfläche anhand einer Formel berechnet. Bei diesem Verfahren muss die Feuerwiderstandsklasse der Bauteile nachgewiesen werden. Dies geschieht über die erforderliche Feuerwiderstandsdauer.

Anhand der Tab. E11 lässt sich die maximal zulässige Geschossfläche mit Hilfe der Sicherheitskategorie und der äquivalenten Branddauer ablesen. Ebenfalls ablesen lässt sich die dazugehörige Wärmeabzugsfläche, angegeben in % der Geschossfläche und die dazugehörige maximale Breite des Gebäudes.

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.

	Maximale Brandabschnittsfläche [m²]	
Sicherheitskategorie	ohne Anforderungen an den Feuerwiderstand **„F0“**	ohne Anforderungen an den Feuerwiderstand **„F30“**
K1 ohne Anforderung	1800*	3000
K2 mit Brandmeldeanlage	2700*	4500
K3 mit Werkfeuerwehr	3200-4500*	5400-7500
K4 mit Sprinklerung	10000	10000
* Wärmeabzugsfläche ≥ 5% und Breite des Gebäudes ≤ 40m		

Tab. E10: Maximale Brandabschnittsfläche

Sicherheitskategorie	**Äquivalente Branddauer $t_ä$**			
	15	**30**	**60**	**90**
K1, ohne Anforderung	9000	5500	2700	1800
K2,mit Brandmeldeanlage	13500	8000	4800	2700
K3, mit Werkfeuerwehr	16000-22500	10000-13500	5000-6800	3200-4500
K4, mit Sprinklerung	30000 [1)]	20000 [1)]	10000 [1)]	10000 [1)]
Wärmeabzugsflächen [%]	≥1	≥2	≥3	≥4
Breite des Gebäudes [m]	≤80	≤60	≤50	≤40

1) Die Anforderungen hinsichtlich der Wärmeabzugsflächen und der Breite des Industriebaus gelten nicht für Brandbekämpfungsabschnitte der Sicherheitskategorie K 4.

Tab. E11: Sicherheitskategorien

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.

Vollinhaltliches Nachweisverfahren

Bei der zweiten Möglichkeit beim Vollinhaltlichen Nachweisverfahren errechnet sich die maximale Geschossfläche aus dem Grundwert für die Fläche von 3000m² mit den Faktoren F1 bis F5.

A = 3000 m² ● F1 ● F2 ● F3 ● F4 ● F5

Die Faktoren F1 bis F5 berücksichtigen:
F1: die äquivalente Branddauer
F2: die Sicherheitskategorie
F3: die Höhenlage des untersten Geschosse
F4: die Anzahl der Geschosse
F5: die Art der Deckendurchbrüche

Die Summe der so ermittelten Fläche darf 60.000m² nicht überschreiten.

Ein Flächenvergleich der verschiedenen Verfahren für Bauteile ohne Anforderung ergibt beim Vereinfachten Verfahren nach Tabelle eine maximal mögliche Fläche von 10.000 m². Beim Vollinhaltlichen Verfahren nach Tabelle ist eine maximale Fläche von 30.000 m² möglich, und beim Vollinhaltlichen Verfahren mit Berechnung von der Feuerwiderstandsdauer sind 60.000 m² möglich. Und unter ganz speziellen Randbedingungen können sogar bis zu 120.000 m² realisiert werden.

Praktisches Beispiel

Die Vorgehensweise und die Möglichkeiten der MIndBauRl lassen sich am besten an einem Beispiel erläutern und darstellen.

1.	Länge :	100 m
2.	Breite :	50 m
3.	mittlere Höhe:	6 m
4.	Grundfläche:	5000 m²
5.	Anzahl der Geschosse:	1
6.	Öffnungen im Dach:	135 m²
7.	Tore, Türen, Fenster:	132 m²
8.	Brandlast:	q_R= 126 kWh/m²
9.	Automatische Brandmeldeanlage:	Sicherheitskategorie K2
10.	Vorgabe:	keine inneren Brandwände

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.

Lösung mit Vereinfachtem Nachweisverfahren

Die erste Möglichkeit ist das vereinfachte Nachweisverfahren nach Tabelle 101. Die Industriehalle muss mit einer automatischen Sprinklerung ausgestattet werden, um die oben stehenden Bedingungen einzuhalten.

Um das Vollinhaltliche Verfahren anwenden zu können, muss zuerst die äquivalente Branddauer ermittelt werden Dazu wird der Wärmeabzugsfaktor w benötigt. Der Wärmeabzugsfaktor wird unter dem Ansatz von bezogenen Öffnungsflächen bestimmt. Die bezogenen Öffnungsflächen sind Hilfswerte. Dies ist nichts anderes als die Division der Öffnungen im Dach durch die Grundfläche und zum zweiten die Division der Wandöffnungen durch die Grundfläche.

- Bestimmung der bezogenen horizontalen Öffnungsfläche a_h:
  $a_h = A_h / A = 135\ m^2 / 5000\ m^2 = 0{,}027$

- Bestimmung der bezogenen vertikalen Öffnungsfläche a_v:
  $a_v = A_v / A = 132\ m^2 / 5000\ m^2 = 0{,}026$

Die Werte der bezogenen Öffnungsflächen werden in das Diagramm 1 eingetragen und der Wert w_0 kann abgelesen werden. In Abb. E37 wird die die Hallenhöhe berücksichtigt.

Der Wärmeabzugsfaktor für das angenommene Gebäude beträgt demnach:

Wärmeabzugsfaktor $w = w_0 \cdot \alpha_w = 1{,}70 \cdot 1{,}0 = 1{,}70$

Die äquivalente Branddauer ($t_ä$) errechnet sich aus den Faktoren: Brandlastdichte, dem Wärmeabzugsfaktor und einem Faktor c zur Berücksichtigung der Wärmeabzugsflächen der Umfassungsbauteile. In diesem Beispiel ist c vereinfachend mit dem ungünstigsten Wert angenommen.

$t_ä = q_R \cdot c \cdot w = 126 \cdot 0{,}25 \cdot 1{,}70 = 54{,}0$ Min.

Durch Interpolation ergibt sich nach Tab. E11 in der Sicherheitskategorie K2 für eine äquivalente Branddauer von 54 Minuten eine max. Fläche von 4800m². Hier könnte sich der Aufwand des Planers lohnen, die Eingangsdaten zu überprüfen und in Frage zu stellen. Ist die Brandlast eventuell zu hoch? Was passiert, wenn die Öffnungsflächen verändert werden und die Grundfläche gleichzeitig mit verändert wird? Oder was ist mit der Fläche? Kann man auf 200m² verzichten? Der Planer hat hier eine große Verantwortung dem Bauherrn die entsprechenden Möglichkeiten und die Kosten zu nennen und gegenüber zu stellen.

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.

Lösung mit Vollinhaltlichem Nachweisverfahren

Die zweite Möglichkeit beim vollinhaltlichen Verfahren ist ein genauerer rechnerischer Nachweis. Danach errechnet sich die maximale Geschossfläche aus dem Grundwert für die Fläche von 3000 m² mal den Faktoren F1 bis F5. Die Werte für die Faktoren werden Tabellen entnommen und brauchen nicht ermittelt zu werden.

1. Nach Tabelle 3 ist der Faktor F1: 1,9.
2. Nach Tabelle 5 ist der Faktor F2: 1,5.
3. Nach Tabelle 6 ist der Faktor F3: 1,0.
4. Nach Tabelle 7 ist der Faktor F4: 1,0.
5. Nach Tabelle 7 ist der Faktor F5: 0,7.

Eingesetzt in die Formel ergibt sich:

$$\mathbf{A = 3000\ m^2 \cdot F1 \cdot F2 \cdot F3 \cdot F4 \cdot F5 = 3000\ m^2 \cdot 1{,}9 \cdot 1{,}5 \cdot 1{,}0 \cdot 1{,}0 \cdot 0{,}7 = 5985\ m^2.}$$

Die Feuerwiderstandsklasse der Bauteile muss bei diesem Verfahren nach der folgenden Gleichung nachgewiesen werden:

$$\mathbf{erf.\ Feuerwiderstandsdauer\ } t_f = t_{ä} \cdot \gamma \cdot \alpha_L$$

Die Berechnung der Feuerwiderstandsdauer beinhaltet die Faktoren:

1. Die äquivalente Branddauer mit 54 Minuten,
2. dem Sicherheitsbeiwert γ von 0,6 nach Tabelle 2 der DIN 18230 und
3. dem Faktor alpha L zur Berücksichtigung der brandschutztechnischen Infrastruktur von 0,9 nach Tabelle 4 der DIN.

$$\mathbf{erf.\ } t_f = 54 \cdot 0{,}6 \cdot 0{,}9 = 29{,}16\ \mathbf{Min.} \Rightarrow \mathbf{R\ 30}$$

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.

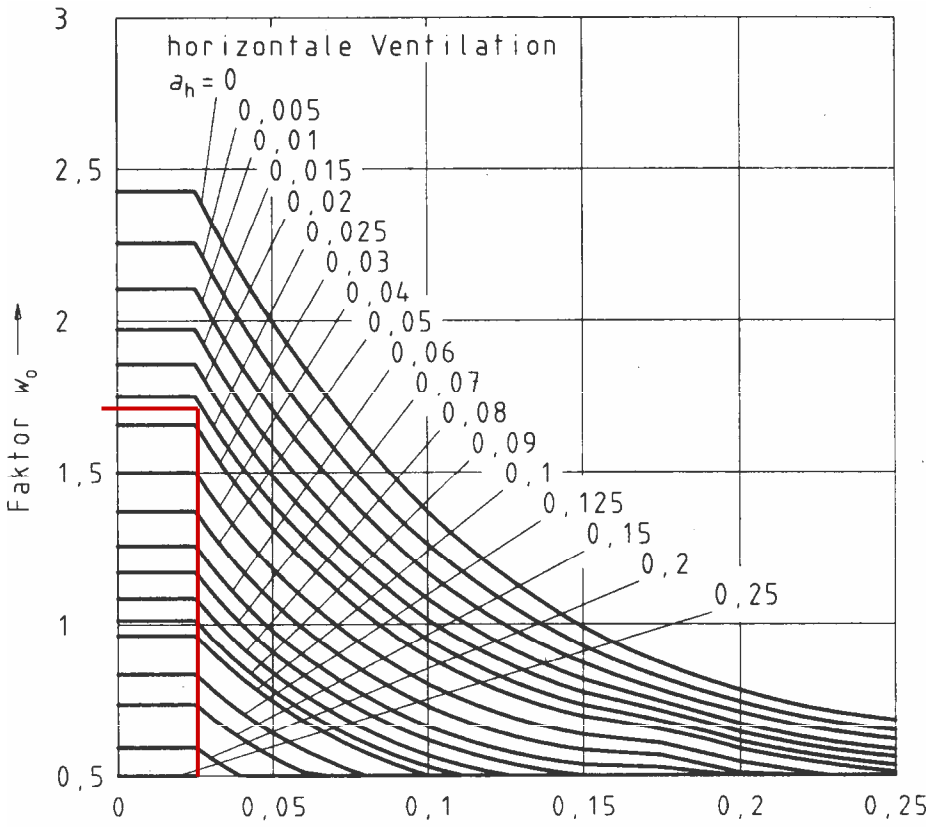


Abb. E50: Diagramm 1

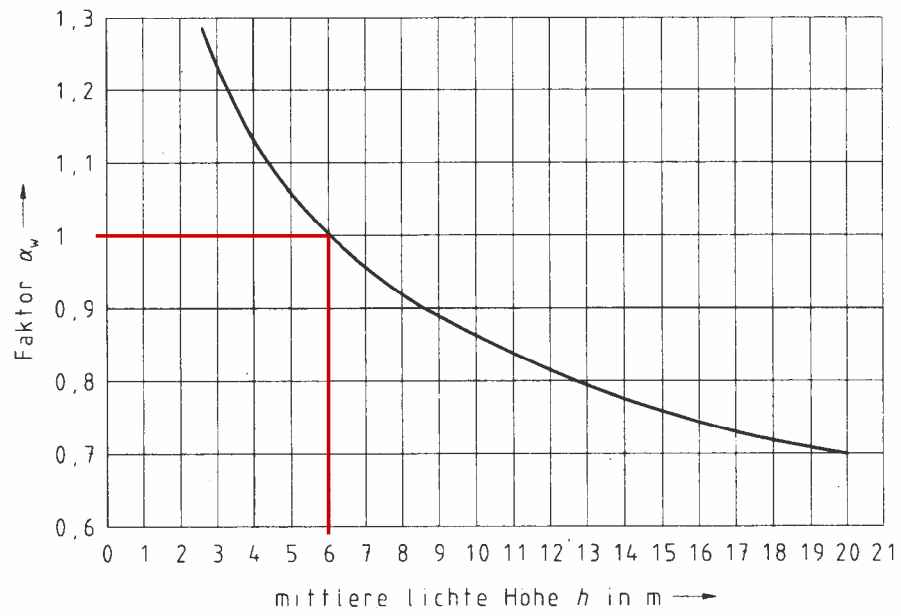


Abb. E51 Diagramm 2

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.

Ein Vergleich der Verfahren, welche Möglichkeiten es gibt und welche Verantwortung dem Planer unterliegt, lässt sich in Tab. E12 erkennen. Um das angenommene Industriegebäude in einem Brandabschnitt und ohne Anforderung an die tragende Konstruktion zu erstellen, muss nach dem vereinfachten Verfahren eine automatische Sprinklerung eingebaut werden. Beim Vollinhaltlichen Verfahren ist mit den vorgegebenen Randbedingungen ein Brandabschnitt von 4800 m² möglich. Um einen Brandabschnitt von 5000 m² zu realisieren muss mindestens eine Werkfeuerwehr vorhanden sein.

Mit Anforderung (F 30) an den Feuerwiderstand der tragenden Konstruktion ist nach dem vereinfachten Verfahren nach Tabelle mindestens eine Werkfeuerwehr erforderlich. Mit einer BMA dagegen ist nur eine Brandabschnittsfläche von 4500 m² möglich. Nach dem Vollinhaltlichen Verfahren ist eine Brandabschnittsfläche von 5989 m².

Anhand der unterschiedlichen Ergebnisse der Verfahren ist ersichtlich, welche Aufgabe der Planer hat. Er soll nicht nur einfach ein Brandschutzkonzept erstellen, sondern er muß den Bauherrn auch auf die unterschiedlichen Möglichkeiten hinweisen, um wirtschaftlich und auf den Produktionsablauf bauen zu können.

	1. Vereinfachtes Nachweisverfahren		**2. Vollinhaltliches Nachweisverfahren**	
	Ohne Anforderung an den Feuerwiderstand	**Mit Anforderung an den Feuerwiderstand**	**2.1 nach Tabelle**	**2.2 Ermittlung der max. Fläche**
K1				
K2	**2700**	**4500**	**4800**	**5985**
K3		**5400 - 7500**	**5000**	
K4	**10.000**			
	F 0	**F 30**	**F 0**	**F 30**

Tab. E12: Vergleich von Nachweisverfahren

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.

2.4.3.2 Versorgungstechnik

Verfasst durch: IGS, Institut für Gebäude- und Solartechnik, TU Braunschweig
Fachautoren Prof. Dr. Ing. M. Norbert Fisch,
Dr. Ing. Lars Kühl, Dipl. Ing. Babett Hanke, Dipl. Ing. Arch. Thomas Wilken

1.1 Energiekonzepte für Gebäude – abgestimmte Maßnahmen für Hülle und Technik

Innovative Gebäude sollen sich durch hohen Nutzerkomfort sowie geringe Betriebs- und Lebenszykluskosten auszeichnen. Baumaterialien sind nachhaltig zu wählen, um den schädlichen Einfluss auf Umwelt und Raumklima zu reduzieren. Gestalterische Aspekte fordern die Kreativität für eine optimale Lösung am Standort. Und nicht zuletzt entscheiden wirtschaftliche Interessen von Investoren und Bauherrn über Umfang und Höhe der Investitionen. Die Aufgabe ist mehrdimensional und endet nicht mit der Fertigstellung.

Die Entwicklung eines Energiekonzeptes für ein Gebäude fängt nicht erst mit der Festlegung des baulichen Wärmeschutzes oder z.B. der Wahl des Verglasungsanteils an. Neben den übergeordneten Parametern für eine Investitions- und Standortentscheidung wie Verkehrsanbindung sowie den in Abhängigkeit vom Bedarf notwendigen Einrichtungen für die Ver- und Entsorgung sind die Lage des Gebäudes im Gelände, die Verschattung durch umgebende Bäume, Hügel oder umgebende Bebauung sowie die am gewählten Standort gegebenen Bedingungen für eine regenerative Wärme- und Kälteversorgung wesentliche Eingangsgrößen zur Konzeptentwicklung (siehe Abb. E51). Optimierte Maßnahmen an der baulichen Hülle reduzieren den Heiz- und Kühlenergiebedarf. Durch Einsatz abgestimmter passiver Maßnahmen des winterlichen und sommerlichen Wärmeschutzes wird der Einsatz aktiver Technik reduziert und der Energiebedarf des Gebäudes wirkungsvoll vermindert. Während für Wohngebäude eine Wärmeschutzverglasung mit Energiedurchlassgraden (g-Wert) im Bereich von 60% den Standard darstellt, ist für Nichtwohngebäude eine richtungsabhängige Wahl der Verglasung sinnvoll. Die Anordnung von einer Sonnenschutzverglasung mit reduzierten g-Werten im Bereich der ost-, süd- und westorientierten Fassaden trägt zur Verminderung der Kühllast bei. Eine hohe Tageslicht-Transmission durch die Verglasung erhöht den Tageslichtanteil im Gebäude und kann zur Reduzierung des Kunstlichteinsatzes beitragen. Die Versorgungstechnik ist auf das resultierende Lastprofil des Gebäudes sowie dessen Nutzung abzustimmen. Dabei sollten die Standortfaktoren im Rahmen der Wärme- und Kälteversorgung berücksichtigt werden. Bei einer evtl. erforderlichen Pfahlgründung des Gebäudes können die statisch ohnehin erforderlichen Gründungsmaßnahmen thermisch aktiviert und in das Energiekonzept integriert werden.

Das Erdreich stellt Kühl- und Heizenergie zur Verfügung. Über eine Wärmepumpe kann der Heizenergiebedarf gedeckt werden und im direkten Kühlbetrieb das Gebäude im Sommer temperiert werden. Die solare Energienutzung kann zur Wärmebereitstellung oder Stromerzeugung genutzt werden. Während für den Einsatz einer solaren Wärmebereitstellung eine entsprechende Nutzung gegeben sein muss, wird der aus Photovoltaik-Anlagen gewonnene Strom in der Regel eingespeist, jedoch in der Energiebilanz des Gebäudes berücksichtigt.

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.

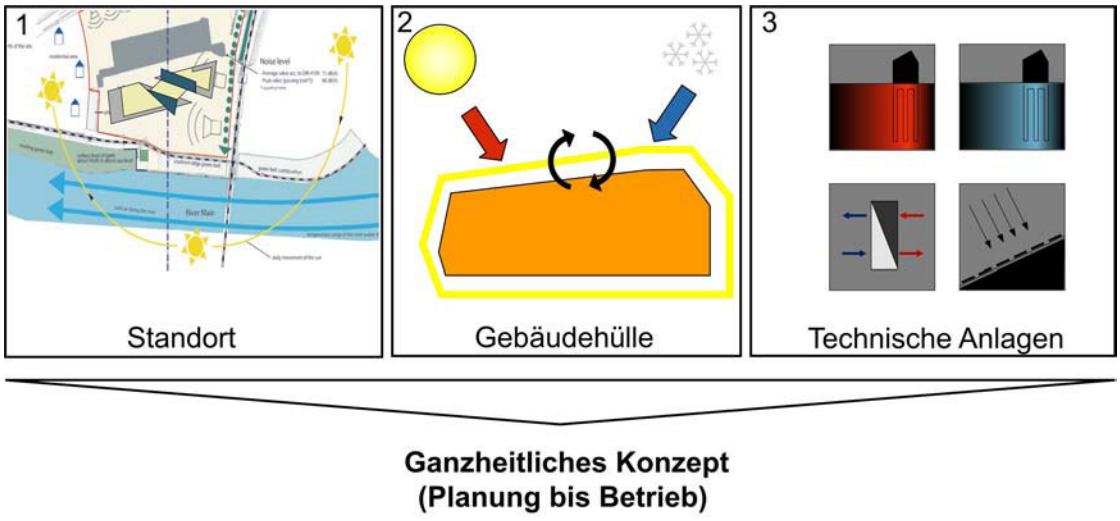


Abb. E51: Energie- und Klimadesign von Gebäuden [IGS]

Über eine Wärmerückgewinnung z.B. in einer Lüftungsanlage kann der Wärmebedarf des Gebäudes gesenkt werden. Die Möglichkeit der Integration einer Wärmerückgewinnung ist abhängig von dem verfügbaren Potential sowie den anlagentechnischen Voraussetzungen. Abwärmepotentiale aus Produktionsprozessen können bei Bedarf in das Gesamtkonzept integriert werden und anteilig Gebäudelasten abdecken. So kann z.B. Abwärme bei der Kälteproduktion zur Vorwärmung von Zuluft genutzt werden. Voraussetzung für die Umsetzung schlanker Energiekonzepte ist die Nutzung natürlicher Ressourcen (siehe Abb. E52).

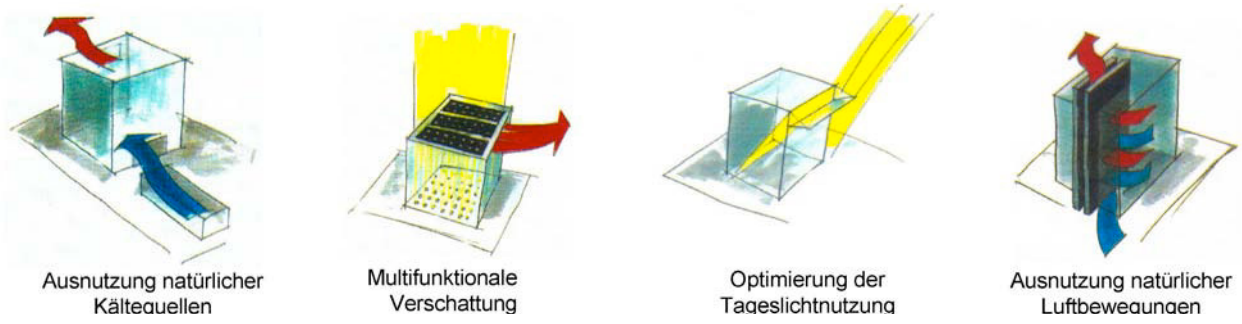


Abb. E52: Energieeffizienz von Gebäuden – Integration regenerativer Energiequellen in das Ge-samtkonzept

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.

Der Einsatz von Gebäudetechnik ist im Hinblick auf die Funktionalität im Betrieb und die Funktionalität des Systems auf ein Mindestmaß zu reduzieren. Die verschiedenen Anlagenteile sind hinsichtlich der Leistungsaufteilung sowie der Regelung sorgfältig aufeinander abzustimmen. Anlagentechnik auf Basis regenerative Energieträger stellt in die Regel den kostenintensiveren Teil dar und wird zur Deckung der Grundlast eingesetzt. Mit der reduzierten verfügbaren Leistung kann der größte Teil des Energiebedarfs zur Heizung und Kühlung gedeckt werden. Der Spitzenlastbedarf wird in der Regel von kostengünstigerer konventioneller Anlagentechnik übernommen.

In Bezug auf die Entwicklung und Umsetzung eines Energiekonzeptes für ein Gebäude sind neben den Aspekten der Energieeinsparung und der Reduzierung der CO2-Emissionen vor allem wirtschaftliche Kriterien die entscheidenden Faktoren. Die zur Umsetzung des Konzeptes mit den baulichen und anlagentechnischen Maßnahmen erhöhten Investitionskosten führen aufgrund der Bedarfsreduzierung und der Nutzung regenerativer Energieträger zu einer Verringerung der Betriebskosten. Bei der Gegenüberstellung der Kosten im Rahmen eines Wirtschaftlichkeitsvergleichs ist jeweils die Entwicklung der Energiekosten zu berücksichtigen. Die hinsichtlich der Investitionen und der daraus resultierenden Kapitalkosten günstigeren konventionellen Lösungen stellen aufgrund des höheren Verbrauchs fossiler Energieträger und der sich daraus ergebenden höheren Betriebskosten oft eine unwirtschaftlichere Lösung dar. Durch das Erneuerbare Energien Wärmegesetz (EEWärmeG) ist seit 2009 der Einsatz regenerativer Versorgungsanteile vorgegeben.

Einfache und für den Betreiber sowie den Nutzer transparente Konzepte stellen eine wesentliche Voraussetzung für einen auslegungsgemäßen Betrieb dar. Zur Erreichung eines energetisch effizienten Betriebes der Systemeinheit Gebäude und Anlagentechnik in der Praxis ist die Entwicklung eines innovativen, technisch einfachen und abgestimmten Konzeptes zu Beginn der Planungsphase in der Regel nicht ausreichend. Der Informationsverlust entlang des Bauprozesses sowie sich ergebende notwendige Änderungen und Abstimmungen erfordern eine kontinuierliche Baubegleitung in Form einer Qualitätssicherung von der Planung bis zu den ersten Betriebsjahren.

Energieeffizienz im Lebenszyklus

Zu Beginn der Konzeptentwicklung für ein Gebäude ist der angestrebte (Primär-) Energiebedarf bzw. der Energiekennwert zu definieren. Im Team aller Beteiligten ist das Konzept zu entwerfen und die einzelnen Maßnahmen auf den Standort, die Nutzung sowie hinsichtlich der Funktion aufeinander abzustimmen. Änderungen in der Zielvorgabe der Gebäudenutzung, in Bezug auf den Komfort sowie der finanziellen Rahmenbedingungen erfordern die kontinuierliche Anpassung des Konzeptes mit dem Fortschritt im Bauprozess (siehe Abb. E53).

Über eine die Baumaßnahme begleitende Qualitätssicherung kann die Umsetzung der geplanten Maßnahmen gewährleistet werden. Mängel in der Ausführung können frühzeitig erkannt und korrigiert werden. Im Rahmen einer Überprüfung der Funktionalität der Anlagen können Fehlfunktionen

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.

aufgezeigt und ggf. falsche Regelparameter angepasst werden. Da in der ersten Betriebsphase häufig noch Abstimmungsprobleme in der Regelung und Fehlfunktionen auftreten, ist eine messtechnische Begleitung sinnvoll. Die über die Messdaten (Temperaturverläufe, Volumenströme, Ventilstellungen, Energieverbrauch, …) erkannten Betriebsmängel können gezielt abgestellt und die Funktion nach Änderung der Parameter überprüft werden. Dieses Einfahren der „Systemeinheit Gebäude und Anlagentechnik" stellt letztlich die Gewähr für das Erreichen eines auslegungsgemäßen Betriebes (Performance) dar.

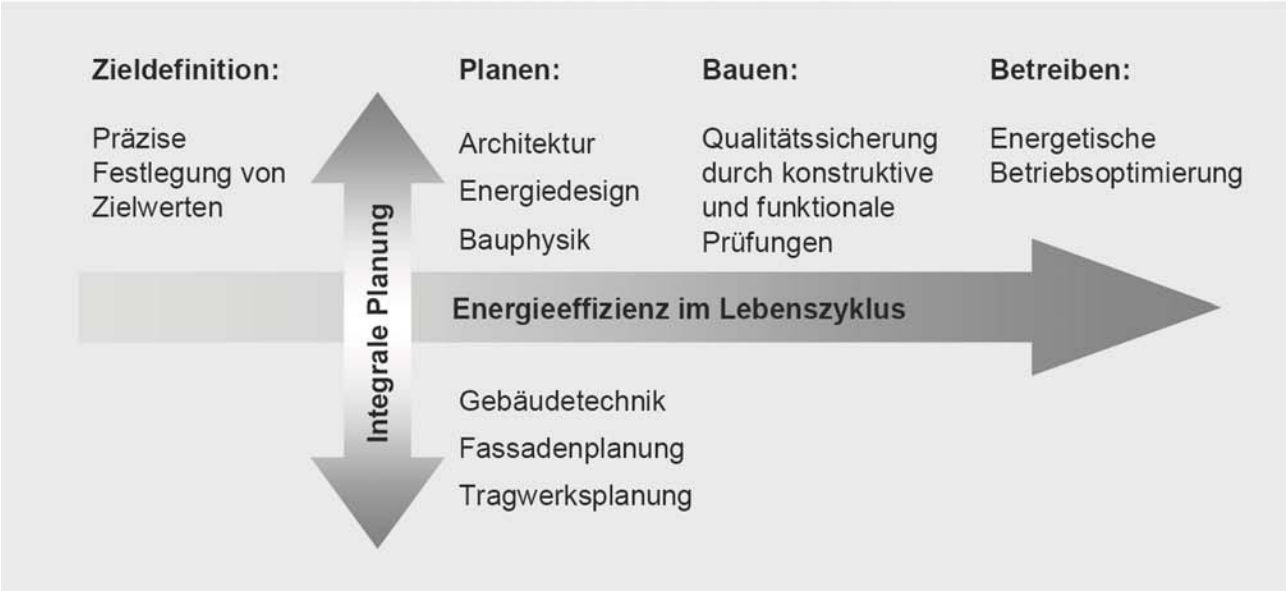


Abb. E53: Energetische Betriebsoptimierung im Lebenszyklus von Gebäuden [IGS]

Die Betreuung der Anlage sollte im weiteren Betrieb fortgesetzt werden. Die Integration der Komponenten in ein Gebäudeleittechnik-System kann zur Gewährleistung eines problemlosen Betriebes beitragen. Die Möglichkeit von Fehlbedienungen ist durch die Begrenzung der manuellen Eingriffe und den automatisierten Betrieb auf ein Mindestmaß beschränkt. Voraussetzung hierfür ist jedoch die Umsetzung der Regelparameter und der in der Durchplanung des Konzeptes entwickelten Verschaltung der Komponenten in der Programmierung des GLT-Systems. Die Erfahrung aus der Evaluierung einer Vielzahl von umgesetzten Energiekonzepten in innovativen Gebäuden zeigt hier deutliche Mängel auf. Ausgehend von z.T. nicht vorhandenen bzw. mangelhaft definierten und damit nicht nachprüfbaren Planungsvorgaben ist im Rahmen des Bauprozesses bei einer Vielzahl der Bauten keine energetische Qualitätssicherung während der Planungs- und Bauphase erfolgt. Die oftmals vorhandene Gebäudeleittechnik wird als aktives Steuerungsinstrument in der Regel nicht genutzt. Das hierüber verfügbare Potential zur Erreichung eines auslegungsgemäßen Betriebes wird nicht abgerufen. Die Folge sind überhöhte Energieverbrauchswerte sowie entsprechend hohe Betriebskosten.

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.

Die sich in der Praxis einstellenden Verbrauchswerte liegen oft deutlich über dem in der Planungsphase rechnerisch ermittelten Bedarf. Der Stromverbrauch für den Gebäudebetrieb ohne Berücksichtigung von Produktionsprozessen stellt mit durchschnittlich 70 bis 90 % den größten Anteil des Energieverbrauchs dar.

Während effiziente Beleuchtungssysteme erfolgreich geplant und eingesetzt werden, sind Lüftungsanlagen oft richtig geplant, arbeiten aber durch mangelnde Betriebsführung (zu lange Laufzeiten, fehlerhafte Regelung der Ventilatoren) vielfach ineffizient.

Weitere, häufig identifizierte Mängel sind:

- Gleichzeitiger Kühl- und Heizbetrieb
- Fehlerhafte Anlagenergänzungen
- Fehlerhafte Hydraulik
- Mangelnde Kalibrierung von Sensoren
- Überhöhte Beleuchtungsinstallationen
- Falsche Regelungsstrategien / Einstellungen
- Mangelhafte Betriebsüberwachung

Die Grundsätze der Entwicklung von Energiekonzepten für Gebäude, der Qualitätssicherung in der Bauphase sowie der messtechnischen Begleitung und Optimierung der Gebäude im Betrieb gelten für Wohn- und Nichtwohngebäude sowie auch für Industriebauten. Je nach Nutzung bzw. Fertigungsprozess kann bei Industriebauten der betriebsbedingte Energiebedarf (Wärme, Kälte, Druckluft, Strom, …) ein Vielfaches des Energiebedarfs für den Gebäudebetrieb betragen.
Durch eine angepasste Gebäudehülle können die Energiebedarfswerte für Kühlung und Heizung auch für Industriebauten jedoch auf ein Minimum reduziert werden. Auch der Komfort am Arbeitsplatz kann durch die Optimierung der Hülle verbessert werden und sollte in die Bewertung der Maßnahme einfließen.

Für Industriebauten besonders interessant ist die Analyse der Energieressourcen vor Ort und die Entwicklung eines Energieversorgungskonzeptes mit Integration regenerativer Energieträger bzw. einer Wärmerückgewinnung oder auch gekoppelter Energiebereitstellung. Eine Kühlung und Heizung über Erdwärme oder Grundwasser, die Nutzung von fließenden Gewässern zur Kühlung, die Integration von Biogas zur Energieerzeugung, die Nutzung von Abwärme aus dem laufenden Prozess sowie die Umsetzung einer Kraft-Wärme-Kälte-Kopplung können wirksame Maßnahmen in einem energetischen Gesamtkonzept sein. Neben der Reduzierung von Primärenergiebedarf und Emissionen kann hierüber auch eine Senkung der Betriebskosten erreicht werden.

Im Folgenden sind Planungs- und Auslegungsgrößen sowie überschlägige Dimensionierungshinweise differenziert nach anlagentechnischen Erfordernissen dargestellt, die im Rahmen der Entwicklung eines integralen Energiekonzeptes zu berücksichtigen sind.

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.

1.2 Energieversorgung

Gebäudeheizung

Die definierten Projektziele im Bezug auf den energetischen Standard, die örtlich vorhandene Infrastruktur und die betriebsbedingten Anforderungen sind ausschlaggebend für die Art und Wahl der Wärmeerzeugung. Im Vordergrund einer integralen Planung stehen zunächst die Optimierung der Gebäudehülle und die Erschließung lokaler Energiequellen zur Energieversorgung. Ein auf den Winter- und Sommerfall optimierter baulicher Wärmeschutz, aktiv und passiv genutzte Solarenergie, die Verwendung regenerativer Energien und eine bedarfsabgestimmte Versorgung reduzieren den Heizenergiebedarf und den resultierenden Einsatz fossiler Energien.

Häufig kommen konventionelle Wärmeerzeuger wie Öl- oder Gaskessel zum Einsatz, die in monovalenter Weise die Anforderungen und das gesamte notwendige Leistungsspektrum abdecken. Zur Erarbeitung eines innovativen Versorgungskonzepts ist die Analyse des Lastprofils für die Wärme- und Kälteleistung sowie die Bewertung des Wärme- und Kältebedarfs hinsichtlich Temperaturniveau und Energiemenge notwendig.

Durch die Aufteilung der spezifischen gewerblichen Versorgungscharakteristik auf Grund- und Spitzenlasten wird der Einsatz alternativer und hocheffizienter Anlagentechnik wie z.B. Wärmepumpen, Kraft-Wärme-Kopplung oder Holzverbrennung bzw. Vergasung möglich und wirtschaftlich interessant. Die Auslegung so genannter Grundlastversorger erfolgt üblicherweise auf ca. 30 bis 50 % der benötigten Leistung, mit der in der Regel mehr als 70 % des jährlichen Energiebedarfs gedeckt werden können. Abbildung E54 zeigt die Auslegungsverhältnisse zwischen Heizleistung und Heizarbeit in Abhängigkeit von der gewählten Betriebsweise der Wärmeerzeuger. Anhand einer Jahresdauerlinie, siehe abbildung E55, lässt sich der geringe Anteil jahreszeitlich bedingter hoher Lasten ablesen. Kostengünstige Standardtechnik wird für den Einsatz von Leistungsspitzen verwendet und steht häufig redundant für das gesamte Versorgungskonzept zur Verfügung.
Bei der Auslegung der Anlagenkomponenten ist insbesondere der Lastverlauf der Fertigung zu beachten.

Die benötigte spezifische auf den Quadratmeter Nutzfläche bezogene Heizleistung ist abhängig von der Dämmqualität der Gebäudehülle und dem notwendigen Luftwechsel mit den daraus resultierenden Lüftungswärmeverlusten. Mit der Verschärfung der gesetzlichen Anforderungen durch die Energieeinsparverordnung hat die Heizleistung und der resultierende Energieverbrauch in den vergangenen Jahren deutlich abgenommen, siehe Abb. E56. Produktionsbedingte Leistungsanforderungen müssen zur notwendigen Gebäudeheizlast hinzuaddiert werden.

Im Folgenden werden am Beispiel einer Wärmepumpe und eines Blockheizkraftwerks die systemrelevanten Voraussetzungen beschrieben, die die jeweilige Technik zum Einsatz als Grundlastversorger benötigt, um energieeffizient und wirtschaftlich eingesetzt werden zu können.

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.

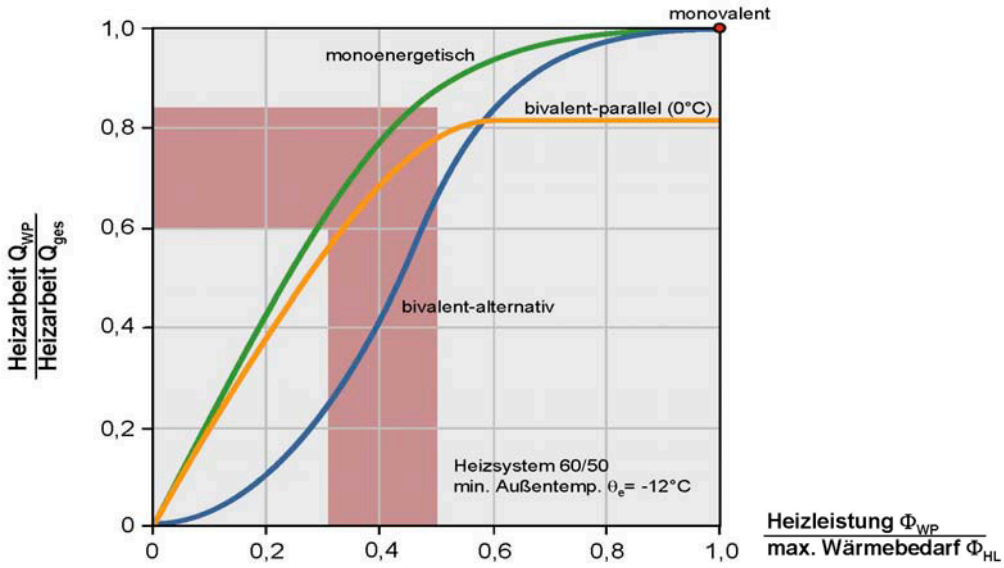


Abb. E54: Auslegungsdiagramm für die Aufteilung in Grund- und Spitzenlasten [IGS]

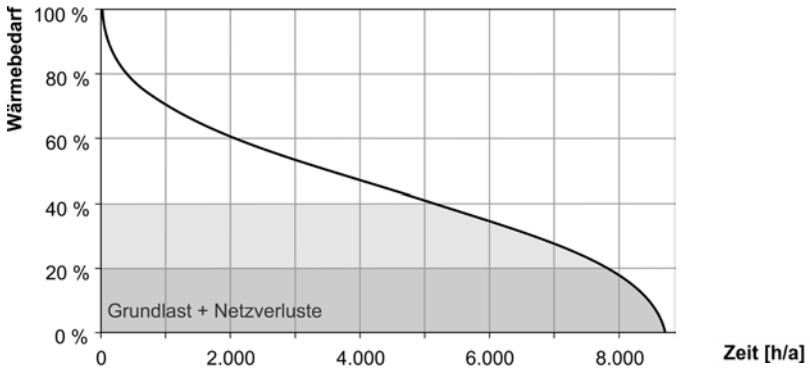


Abb. E55: Geordnete Jahresdauerlinie als Beispiel für die Häufigkeit des Leistungsbedarfs [5, IGS]



Abb. E56:: Spezifische Heizleistung in Bezug auf die Qualität der wärmegedämmten Gebäudehülle für Gewerbebauten [1]

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.

Mit einer Wärmepumpe ist es möglich, in einem Kreisprozess der Umwelt, z.B. dem Wasser, der Luft oder dem Erdreich Wärme zu entziehen und das Temperaturangebot dieser Energiequellen durch elektrisch, motorisch oder thermische betriebene Verdichtung auf ein höheres, zum Heizen geeignetes Niveau zu heben. Die abgegebene Wärmemenge ist dabei ein Vielfaches der zur Verdichtung notwendigen eingesetzten Arbeit. So kann z.B. eine elektrisch angetriebene Wärmepumpe je kW Motorleistung eine Wärmelieferung von 3 bis 4 kW erreichen. Eine Wärmepumpe arbeitet nach dem Prinzip einer Kältemaschine, mit dem Unterschied, dass nicht die Kühlleistung der Entzugsseite (Verdampfer), sondern die Wärmeleistung auf der Abgabeseite (Verflüssiger) verwendet wird. Das Verhältnis von eingesetzter Energie zur abgegebenen Wärmemenge ist umso größer, je geringer der Temperaturunterschied zwischen Wärmequelle und Wärmesenke ist. Die Systeme zur Deckung des Gebäude- oder Produktionswärmebedarfs müssen daher auf die Besonderheit des Wärmeerzeugers angepasst werden. Flächenheizungen wie z.B. Industriefußbodenheizungen mit niedrigen Systemtemperaturen eignen sich besonders zur Kombination mit einer Wärmepumpe. Spitzenlasten bei der Wärmebedarfsdeckung oder der Bereitstellung von Warmwasser sollten durch separate Wärmeerzeuger erfolgen.

Als reversibel genutztes Aggregat kann eine Wärmepumpe im Sommer auch zur Kühlung eingesetzt werden. Dazu werden die Entzugs- und die Abgabeseite getauscht. Mit der Kopplung an das Erdreich wird der Boden damit zu einem saisonalen Speicher, dem im Winter Wärme entzogen und im Sommer durch die Nutzung des Kältepotentials Wärme zugeführt wird.

Blockheizkraftwerke (BHKW) erzeugen auf Basis von Verbrennungsmotoren in einem Leistungsspektrum von etwa 5 kW bis ca. 10 MW elektrische Energie. Die Motorabwärme steht zur Deckung des Wärmebedarfs zur Verfügung. Durch die Nutzung der Kraft-Wärme-Kopplung erhöht sich der Gesamtwirkungsgrad von BHKWs auf über 80 Prozent. Die angebotenen Module dieser Kleinkraftwerke

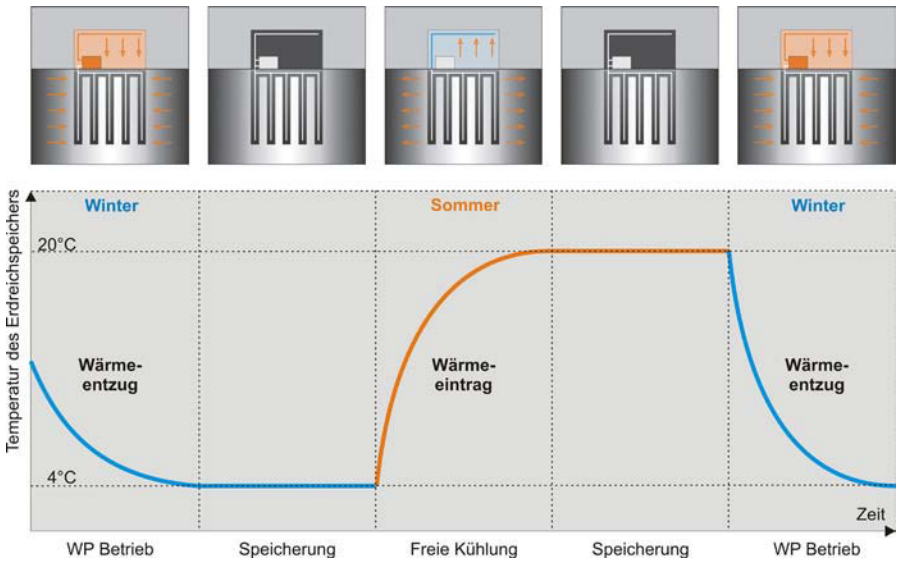


Abb. E57: WKSP Wärme- und Kältespeicherung im Boden [IGS]

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.

lassen sich an unterschiedliche Bedarfsfälle von benötigter Wärme- oder Stromleistung anpassen. Voraussetzung für die Integration eines BHKW in ein Energieversorgungskonzept ist ein ausgeprägter Wärmebedarf. Bei ganzjährig vorhandener Last können hohe Laufzeiten von über 6.000 h/a erzielt werden. Hierdurch kann ein hoher Jahresausnutzungsgrad erzielt und die Anlage damit wirtschaftlich betrieben werden. Der generierte Strom wird in der Regel zunächst im Gebäude oder der Liegenschaft verbraucht, Überschüsse nimmt das öffentliche Netz auf. Wird im Rahmen der spezifischen Anforderungen für den Industrie-/ Gewebebetrieb oder das Gebäude zusätzlich Kälte benötigt, kann mit der Abwärme des BHKW der thermischen Verdichter einer Absorptionskälteanlage betrieben werden. Durch die so genannte Kraft-Wärme-Kälte-Kopplung (KWKK) lässt sich die Laufzeit der Aggregate deutlich erhöhen. Absorptionskältemaschinen werden ebenso wie BHKWs überwiegend zur Deckung der Grundlast eingesetzt, Kältespitzenlasten bedienen kostengünstige Kompressionsanlagen.

Beide Beispiele für Grundlastversorger, Wärmepumpe und Blockheizkraftwerk sollten zur Bereitstellung von Lastspitzen bei der Wärmeerzeugung z.B. durch Öl bzw. Gaskesselanlagen oder eine Fernwärmeanschluss unterstützt werden. Weitere Wärmeerzeuger auf Basis regenerativer Energieträger sind z.B. Holzpellet- oder Stückholzkessel, Holzvergasungsanlage sowie BHKWs, die über Biomasse/ Biogas versorgt werden. Für die Brennstofflagerung bei Holzfeuerung müssen ca. 0,9 m³ Speichervolumen pro kW Heizleistung eingeplant werden. Bei einem hohen Warmwasserbedarf sollte der Einsatz von solarthermischen Kollektoren geprüft werden. Maßgeblich für die überschlägige Dimensionierung der benötigten Wärmeerzeugerleistung sind neben der spezifischen Flächenlast (vgl. Abb. E56) die Vollbenutzungsstunden. Abb. E58 zeigt Vollbenutzungsstunden für verschiedene Produktionsbereiche. Produktionsbedingte Lasten und Gebäudelasten sind dabei zu differenzieren. Die endgültige Auslegung der Kesselanlagen erfolgt nach der errechneten maximalen standortbezogenen Norm-Heizlast nach DIN EN 12831.

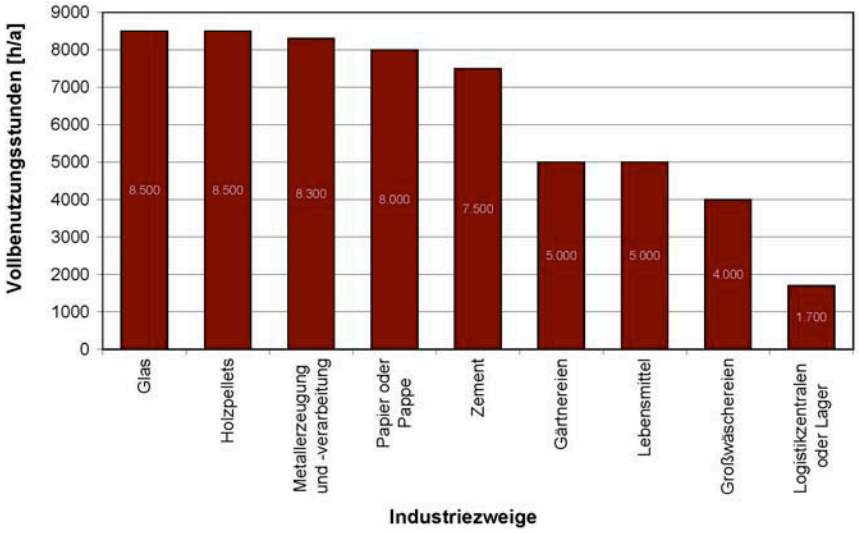


Abb. E58: Vollbenutzungsstunden für Wärmeerzeuger nach Produktionsbereichen [17]

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.

In Abhängigkeit von der Art und dem Umfang der Wärmeerzeugung wird eine Heiz- oder Energiezentrale notwendig. Die Nennleistung und die Anzahl der Wärmeerzeuger bestimmen die Abmessungen des Aufstellraums. Abb. E59 gibt eine Übersicht über den Flächenbedarf und die lichte Raumhöhe einer Heizzentrale mit Bezug auf die angenommene Nennwärmeleistung nach VDI 2050. Ebenfalls in der VDI 2050 und der Muster-Feuerstättenverordnung werden die baulichen Bestimmungen für Aufstellräume, die Brennstofflagerung sowie die Anforderungen an die Verbrennungsluftversorgung definiert. Für die Errichtung, die Beschaffenheit und den Betrieb von Feuerungsanlagen gilt die 1. BImSchV (Brennstoffart fest bis 1 MW Feuerungswärmeleistung, flüssig bis 5 MW und gasförmig bis 10 MW) bei höheren Leistungen nachfolgend die TA Luft bzw. die 13. BImSchV.

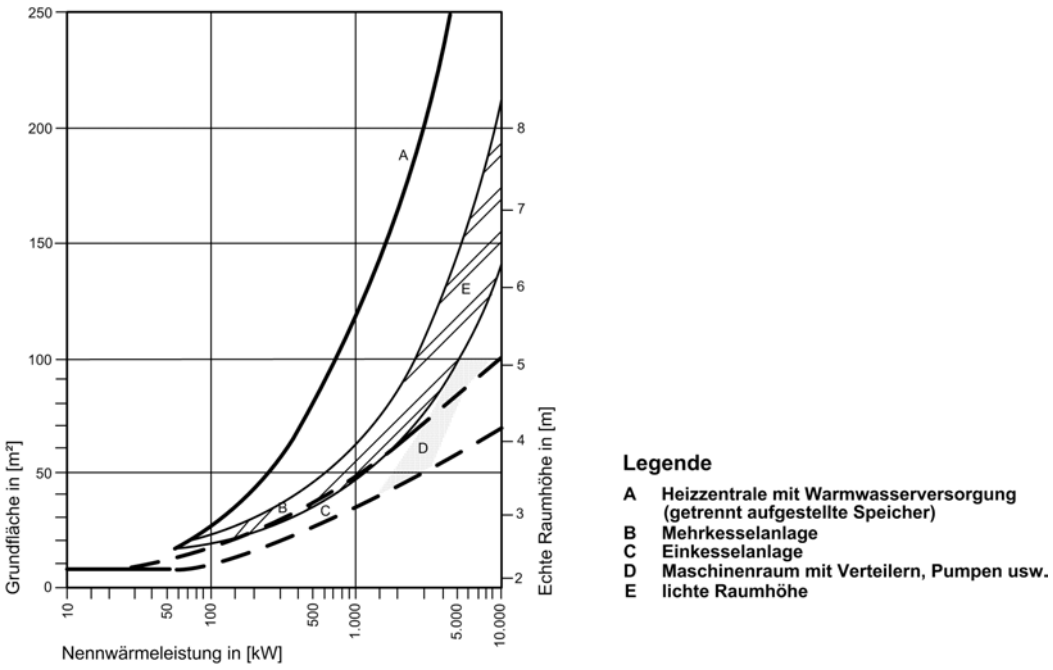


Abb. E59: Flächenbedarf für Heizzentralen [15]

Gebäudekühlung

Der Energieaufwand zur Kühlung von Nichtwohngebäuden ist in den vergangenen Jahren stetig angestiegen. Hohe interne Wärmelasten z.B. durch IT- Equipment und veränderte Komfortansprüche machen eine aktive Kühlung häufig unvermeidbar. Nach Arbeitsstättenrichtlinie (ASR) § 6 soll eine Raumlufttemperatur von 26°C in Arbeitsräumen nicht dauerhaft überschritten werden. Der notwendige Kühlbedarf lässt sich jedoch durch integral geplante und bauphysikalisch optimierte Entwürfe unter besonderer Beachtung des sommerlichen Wärmeschutzes auf ein Minimum reduzieren. In Industriegebäuden wird der Kältebedarf darüber hinaus häufig durch die Abwärme aus Produktions-

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.

prozessen bestimmt. Kann die überschüssige Wärme nicht durch den Luftaustausch mit der Außenluft abgeführt werden, decken in der Regel herkömmliche Anlagen den Kältebedarf über elektrisch betriebene Kompressionskältemaschinen. Sind nur einzelne Zonen im Gebäude zu kühlen, können dezentrale Raumklimageräte zum Einsatz kommen. Steht aus der Produktion Abwärme zur Verfügung, lässt sich die notwendige Kälte über Absorptionsprozesse erzeugen. Als Energiequelle für die thermisch angetriebene Kälteerzeugung kommen alternativ zur Abwärme auch Solarkollektoren in Frage.

Die Berechnung der Gesamtgebäudekühlleistung aus internen und externen Lasten erfolgt nach VDI 2078, produktionsbedingte Kältelasten müssen zusätzlich berücksichtigt werden. In Abb. E60 ist der Flächenbedarf für eine Kältezentrale und die Rückkühlung der Aggregate in Abhängigkeit zur benötigten Leistung dargestellt. Statisch sind z.B. für das Dach bei einer Rückkühlleistung von etwa einem Megawatt vier Tonnen zu berücksichtigen.
In Verbindung mit modernen Gebäudekonzepten lässt sich der Kühlbedarf u.a. durch die Nutzung der Nachtauskühlung reduzieren. Als alternative zur konventionellen Kälteversorgung können auch natürliche Kältequellen wie das Erdreich oder das Grundwasser effizient und wirtschaftlich regenerative Beiträge zur Deckung des Bedarfs liefern. Z.B. über Flächenkollektoren als Bodenabsorber, Energiepfähle oder einen Grundwasserbrunnen kann das am Standort vorhandene Angebot erschlossen werden. Die Übergabesysteme müssen allerdings auf die Temperatur der Quellen angepasst sein. Kühldecken, eine Betonkerntemperierung oder Industriefußbodenkühlung kommen als statische Kältelieferanten für die Räume in Frage. Wird das Gebäude oder die Industriehalle über Luft gekühlt, sind die Kühlregister in den Lüftungsanlagen auf das ggf. höhere Temperaturniveau auszulegen.
Müssen Lüftungs- oder Klimaanlagen zur Deckung der Lasten betrieben werden, lassen sich die natürlichen Kältequellen zur Rückkühlung der Kälteerzeugung nutzen. Dadurch können Technikaufbauten vermeiden werden. Bei ganzjährigem Wärmebedarf kann die Rückkühlenergie auch in das Wärmeversorgungskonzept eingebunden werden. So lässt sich z.B. Trinkwasser vorerwärmen oder bei gleichzeitigem Heiz- und Kühlbedarf die Zuluft vorkonditionieren.

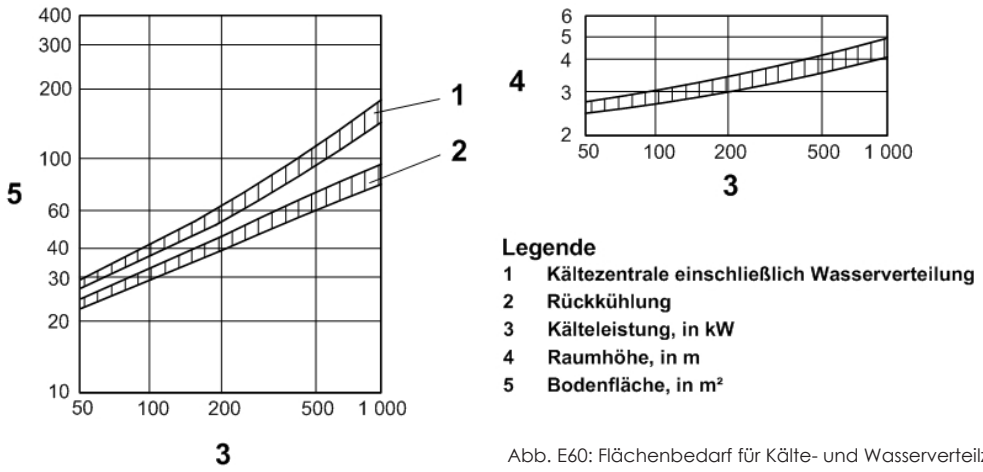


Abb. E60: Flächenbedarf für Kälte- und Wasserverteilzentralen [4]

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.

Behaglichkeit

Industriehallen sind zugleich Arbeitsstätten und müssen den Beschäftigten ein entsprechend angenehmes Raumklima bieten. Thermische Behaglichkeit ist gegeben, wenn der Mensch mit der Temperatur, Feuchte und Luftbewegung in seiner Umgebung zufrieden ist und weder wärmere noch kältere, weder trockenere noch feuchtere Raumluft wünscht. Wesentlichen Einfluss auf das Behaglichkeitsempfinden übt hierbei der Mensch selbst durch seine Tätigkeit und durch die Art seiner Bekleidung aus. Umfeldgrößen (wie z. B. Raumtemperaturen, Lufttemperatur-Schichten, Raumluftgeschwindigkeiten und -feuchte) sind hierbei zu berücksichtigende Parameter. Eine sehr gute thermische Behaglichkeit liegt bei einer Nutzerzufriedenheit von mehr als 90 Prozent vor.

Nach der VDI-Richtlinie 6030 sind Wärmeübergabesysteme so auszulegen und anzuordnen, dass Behaglichkeitsdefizite wie Kaltluftabfall und Kältestrahlung ausgeglichen werden. Das Behaglichkeitsempfinden ist ebenso für den Sommerfall zu gewährleisten. Viele der im Folgenden schematisch dargestellten Übergabesysteme können sowohl den winterlichen wie den sommerlichen Komfort sicherstellen.

Raumheizung und Raumkühlung

Aufgabe von Heiz- und Kühlflächen in Industriebauten ist es, bei Anforderung, in der Art und Gestaltung passend zum Raum und Nutzungszweck, eine schnelle Anpassung an den jeweils erforderlichen Wärme- oder Kältebedarf zu gewährleisten, wirtschaftlich zu Arbeiten, eine lange Lebensdauer aufzuweisen und entsprechend dem Zweck robust und wartungsarm zu sein. Als optimale Heizfläche in Industriebauten werden deshalb Strahlungsheizungen wie Flächenheizungen und/ oder kleine punktuelle Konvektionsheizungen an der Decke oder im oberen Wandbereich empfohlen. Flächenheizungen benötigen dabei entsprechend niedrigere Systemtemperaturen als kleinere Konvektionsheizungen. Der sinnvolle Einsatz alternativer Heiztechnik wird dadurch begünstigt. Nach § 6 der Arbeitsstättenrichtlinie (ASR) müssen die Mindestlufttemperaturen im Stehen bzw. Gehen in den Arbeitsräumen bei leichten Tätigkeiten mit 19°C über mittlere mit 15°C bis zu schweren Tätigkeiten mit 12°C eingehalten werden. Einfluss auf die empfundene Raumtemperatur und eine gute thermische Behaglichkeit haben auch die Oberflächentemperaturen von Decken und Wänden. Die Oberflächentemperaturen stehen in direktem Zusammenhang mit der Dämmqualität der Gebäudehülle. In Abbildung E61 sind die Temperaturprofile verschiedener Wärmeübergabesysteme vergleichend gegenübergestellt.

Die Möglichkeiten zur statischen oder dynamischen Beheizung und Kühlung von Raumvolumina in Industriebauten sind im Folgenden dargestellt. Die Wahl der Übergabekomponenten ist neben den Investitionskosten immer im Zusammenhang mit den Anforderungen der Wärme- bzw. Kälteerzeugung und der aus der Nutzung heraus geforderten Flexibilität zu sehen.

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.

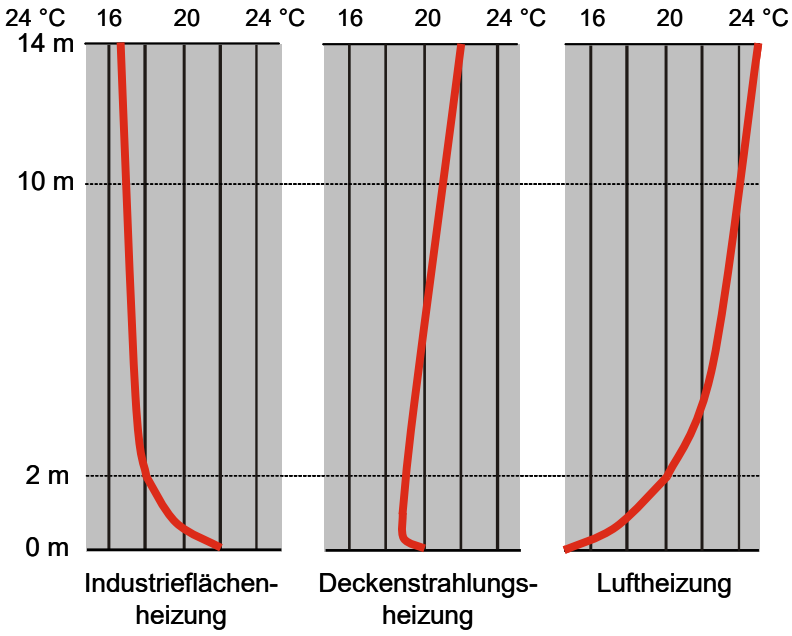
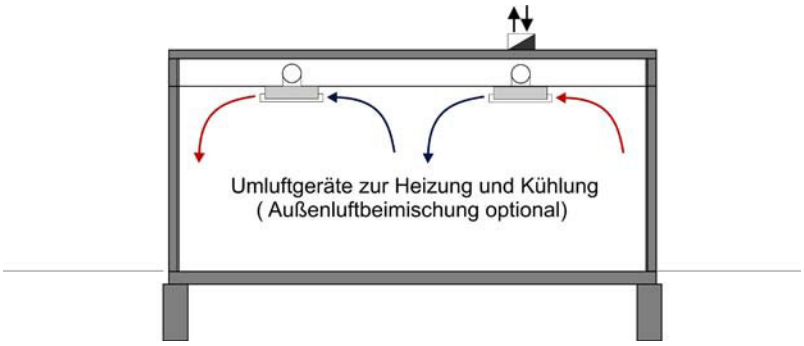


Abb. E61: Raumtemperaturprofile in Abhängigkeit von der Art der Wärmeübergabe für Industriehallen [1, 14]



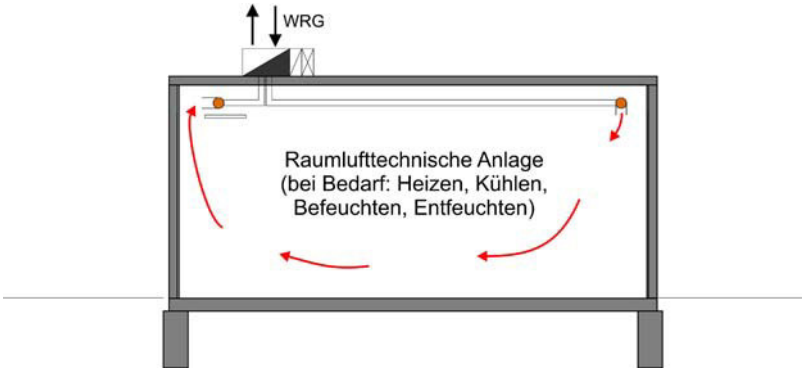
Umluftheizung/ -kühlung

Mit geringen Anschaffungs- und Betriebskosten bietet Luft als Energieträger eine verlustfreie Wärme- und Kälteübertragung. Neben der Raumkonditionierung ist eine kontrollierte Lüftung möglich, da der Umluft je nach Bedarf Außenluft beigemischt werden kann. Die Zulufttemperatur muss im Niveau höher bzw. niedriger als die Raumlufttemperatur sein, damit eine Wärme bzw. Kälteeintrag erfolgt. Die Anlagen eignen sich für Raumhöhen zwischen 3 und 15 m. Der Geräteanschluss kann direkt, z.B. für den Heizfall durch Gasbefeuerung, oder indirekt an einen Wärme- bzw. Kälteerzeuger erfolgen. Sonderformen sind Luftschleieranlagen oder Lufterhitzer, die über Eingängen oder Toren angebracht, Zugerscheinungen reduzieren.

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.

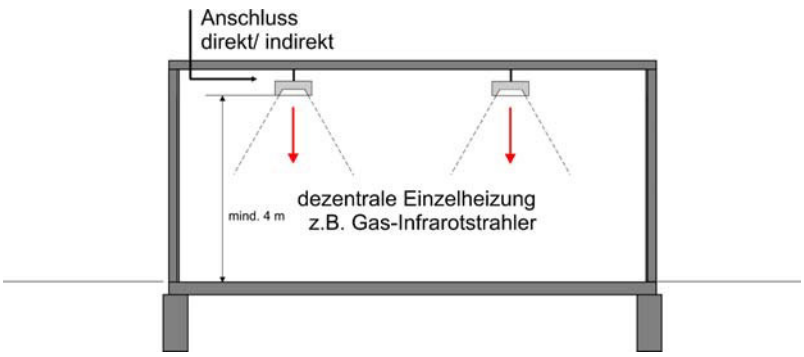
Raumlufttechnische Anlagen

Je nach Konditionierungsanforderung kann der Einsatz einer kontrollierten Lüftung für ein Gebäude notwendig werden. Parallel zur Deckung des Zuluftbedarfs kann über mechanische Be- und Entlüftungsanlagen die Beheizung oder Kühlung erfolgen. Das System ist reaktionsschnell und flexibel und nach den Anforderungen der EnEV ab 4.000 m³/h zusätzlich mit einer Wärmerückgewinnung auszustatten. Die Raumluft kann durch entsprechende Filterung gereinigt, das Raumklima bei Bedarf auf eine gewünschte Raumluftfeuchte eingestellt werden. Voraussetzung ist ein Teil- oder Vollklimagerät mit einem angeschlossenen Kanalsystem, dessen Querschnitte bei der Planung und Auslegung zu berücksichtigen sind.



Einzelheizungen

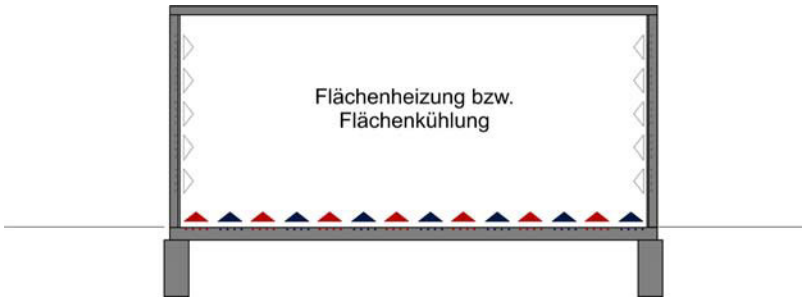
Bei einem nur punktuellen Wärmebedarf an verteilt im Gebäude vorkommenden Positionen, ist die Installation dezentraler Einzelheizungen sinnvoll. Mit ihnen erfolgt bei geringen Anschaffungskosten eine örtlich begrenzte und nutzungsgerechte Erwärmung. Gas-Infrarotstrahler als Beispiel für dezentrale Einzelheizungen strahlen in der Regel mit hoher Temperatur, sodass Mindestinstallationshöhen von mehr als 4,0 m eingehalten werden müssen. Zur Decke und zur Konstruktion sind ebenfalls Sicherheitsabstände zu wahren, um die Verbrennungsluftzufuhr sicherzustellen und den Brandschutz zu gewährleisten. Die Nachteile der dezentralen Erzeugung bzw. des Einsatzes leitungsgebundener Energieträger sind zu beachten.



Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.

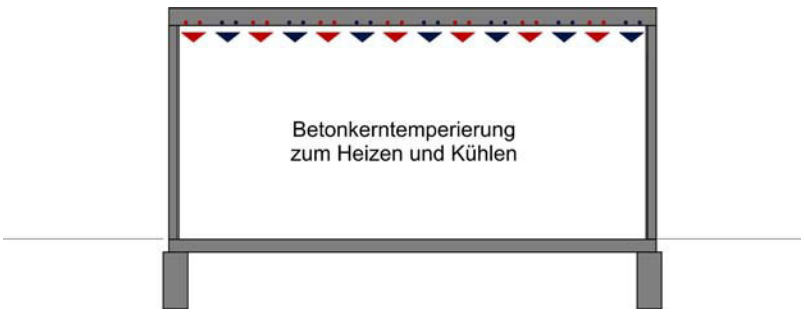
Fußbodenheizung/ -kühlung

Industrieflächenheizungen erzielen bei gleichmäßiger Wärmeabgabe eine optimale Temperaturverteilung im Raum bzw. in einer Halle. Temperaturschwankungen fallen entsprechend gering aus. Als Niedertemperatursystem sind sie besonders geeignet für die Kombination mit regenerativen Wärmeerzeugern. Heizrohre, die in den Betonsohlen oder einen Verbundestrich integriert lassen übliche Beanspruchungen wie hohe Verkehrslasten von bis zu 60 kN/m² zu. Für die Sommermonate besteht die Option zur Raumkonditionierung über Flächenkühlung. Wände können als potentielle Flächen ebenfalls genutzt werden



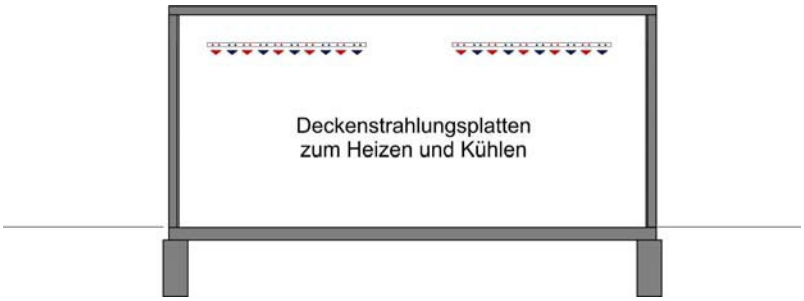
Betonkernaktivierung

Bei der Betonkernaktivierung werden wasserführende Rohre, in der Betondecke angeordnet. Heiz- und Kühlleistung, Regelfähigkeit und die Speicherwirkung sind bei der Betonkernaktivierung abhängig von der Lage im Beton. Bei mittlerer Anordnung lässt sich die Speicherfähigkeit des Betons gut nutzen. Liegen bei der Betonkernaktivierung die Module in der Nähe der Oberfläche, so werden höhere Leistungen erzielt. Im Heizfall lassen sich etwa 10 bis 20 W/m² decken. Kühllasten können mit etwa 40 W/m² kompensiert werden. Bei Kapillarrohrmatten, die unmittelbar an der Bauteiloberfläche eingegossen werden, lässt sich die Leistung bei kürzeren Reaktionszeiten auf bis zu 90 W/m² steigern.



Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.

Deckenstrahlungsplatten
Deckenstrahlungsplatten sind flächige Rohrregister, die mit Abstand von der Decke abgehängt werden. Die Abmessungen lassen sich individuell auf die für den Raum benötigten Leistungen anpassen. In Abhängigkeit von der Abhanghöhe und den gewählten Systemtemperaturen ist der Heiz- oder der Kühlfall ausschlaggebend für die Dimensionierung der Platten. Die gleichmäßige Strahlungsabgabe ist besonders für höhere Räume geeignet. Das System bietet bei Mineralwollauflage zusätzlich die Möglichkeit zur Schallabsorption, Beleuchtungssystem können ebenfalls integriert werden.



1.3 Gebäudelüftung

Die Behaglichkeit in Räumen wird neben der empfundenen Temperatur wesentlich durch die Luftqualität bestimmt. Der klassische Leitwert für die Raumluftbelastung ist das Kohlendioxid (CO2). Liegen keine übermäßigen Verschlechterungen der Raumluft durch Verunreinigungen, Abwärme von Maschinen und Personen oder sonstige Lasten vor, ist eine freie Lüftung in der Regel ausreichend. Anforderungen an die freie Lüftung von Arbeitsräumen werden durch die Arbeitsstättenverordnung (ArbStättV) gestellt und durch die Arbeitsstättenrichtlinie 5 (ASR 5) konkretisiert. Unterschieden werden einseitig belüftete und quer gelüftete Räume. Die notwendigen Querschnitte zur Be- und Entlüftung müssen eine ausreichende und gleichmäßige, möglichst zugfreie Durchlüftung gewährleisten und werden in Bezug zur Tätigkeit (überwiegend sitzende und nicht sitzende Tätigkeit oder schwere körperliche Arbeit) ermittelt. Äußere Randbedingungen wie z.B. mögliche Schallemissionen oder eine Verschmutzung der Umgebungsluft, die gegen die Umsetzung einer freien Lüftung sprechen wie Schallemissionen, Gerüche und ähnliches, sollten zu Beginn der Konzeptentwicklung überprüft werden. Anzahl und Position der Öffnungen lassen sich im Zusammenhang mit den gestalterischen Vorstellungen und den brandschutztechnischen Voraussetzungen planen. Notwendige Entrauchungsöffnungen können in das Lüftungskonzept integriert werden. Die Auswertung von Standortbedingungen wie die Windrichtung und die Druckverhältnisse am Gebäude und die Ausnutzung physikalischer Gesetzmäßigkeiten (Auftrieb) sind Bestandteil der integralen Planung und Maßstab für ein funktionsfähiges und energieeffizientes Konzept.

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.

Ist aufgrund der Projektanforderung oder der Produktionsprozesse ein definiertes Raumklima sicherzustellen, kommen raumlufttechnische Anlagen zum Einsatz. Die frühzeitige Planung und Abstimmung zwischen Architekt und Fachplaner ist notwendig, um wirksame und wirtschaftliche Lösungen für das Gebäude zu entwickeln. Hohe Investitionskosten lassen sich vermeiden, wenn der Gebäudeenergiebedarf unter bauphysikalischen Aspekten wie Orientierung, Wärmedämmstandard, Fensterflächenanteile, Sonnenschutz etc. optimiert ist. Die anlagentechnische Auslegung hat durch die effiziente Planung und Auswahl der Komponenten großen Einfluss auf die Betriebskosten.

Arten	*Luftvolumenstrom [m³/m²h]*
Verkaufsflächen	6
Produktionsflächen	20
Lagerflächen	4 – 8 (0,15)
Messeflächen	20
Umkleiden	20 - 24
Toiletten (Abluft)	14 - 18

Tab. E13: Richtwerte für flächenbezogene Volumenströme nach VDI 3803 [2, 16]

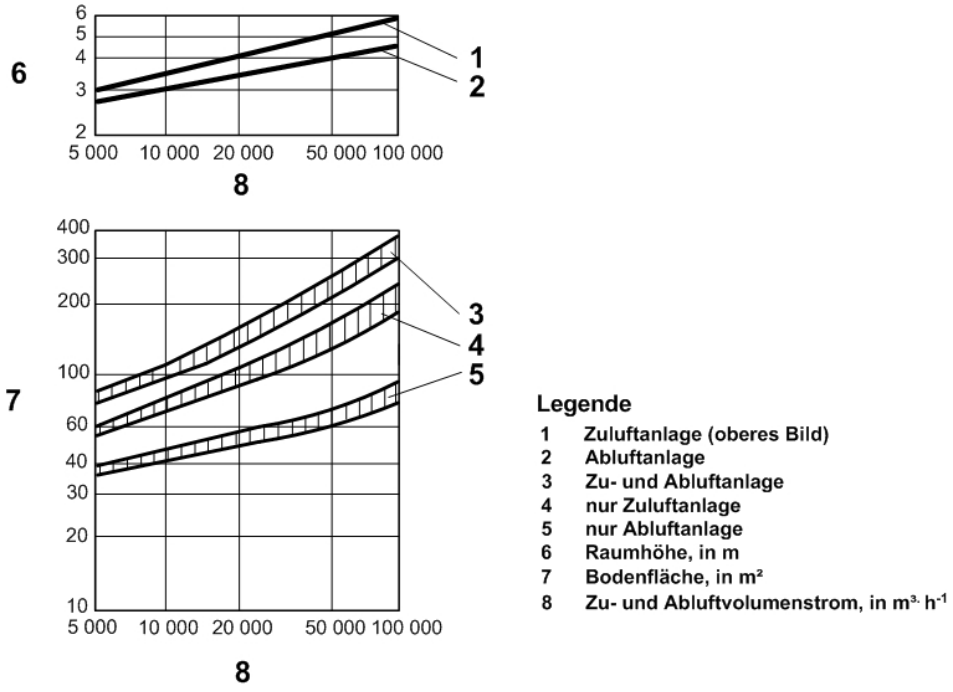


Abb. E62: Flächenbedarf von Lüftungszentralen [4]

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.

Raumlufttechnische Anlagen sind nicht nur durch die Dimensionen der Leitungsquerschnitte für die Luftverteilung entwurfs- und gestaltungsrelevant, siehe Abb. E50. Der Platzbedarf für entsprechende Lüftungszentralen hat neben funktionalen auch konstruktive Aspekte und ist in der Planung frühzeitig zu berücksichtigen. Tab. E13 gibt einen Überblick über den benötigten flächenbezogenen Volumenstrom in Abhängigkeit von der Nutzung. Produktionsbedingte Abweichungen sind möglich. Orientierung für die Abmessungen einer Lüftungszentrale gibt die DIN EN 13779, siehe abbildung E62.
Der Gesetzgeber erhöht die Anforderungen an die Luftdichtheit der Gebäudehülle bei mechanisch gelüfteten Gebäuden. Nach der EnEV darf der stündliche Luftwechsel bei einer definierten Druckdifferenz zwischen innen und außen nicht größer als das 1,5 fache Luftvolumen sein. Zusätzlich sind Lüftungsanlagen mit einem Zuluftvolumenstrom von mehr als 4.000 m³/h mit einer Wärmerückgewinnung auszustatten.

1.4 Tageslichtnutzung und künstliche Beleuchtung

Gute Tageslichtverhältnisse sind die Voraussetzung für ein ermüdungsfreies Arbeiten. Die Berücksichtigung guter Tageslichtverhältnisse ist keine technische Applikation, sondern integraler Entwurfsbestandteil aus dem Aufgabenbereich der Architekten. Intelligente Tageslichtsysteme, Fassadengestaltung, Verglasungsqualitäten, Materialien etc. müssen daher sorgfältig geplant und in Abstimmung mit der künstlichen Beleuchtung eingesetzt werden. Eine angenehme Beleuchtungssituation mit hoher visueller Behaglichkeit steigert die Produktivität und Leistungsfähigkeit. Einflussgrößen sind u.a. das Niveau und die Verteilung der Leuchtdichte/ Kontraste, die Lichtqualität und der Sichtbezug nach außen. Ausreichendes Tageslicht wird erreicht, wenn das Verhältnis von lichtdurchlässiger Fläche (z.B. von Fenstern, Türen, Wänden, Dachoberlichtern) zur Raumgrundfläche mindestens 1 : 10 beträgt. Zur Tageslichtausleuchtung von Arbeitsräumen für bestimmte Nutzungen können die folgenden Flächenanteile angesetzt werden:

- 1/7 z.B. für Kantinen und Waschräume
- 1/6 z.B. für grobe Produktionsarbeiten
- 1/5 z.B. für feine Produktionsarbeiten

Mit Bezug auf die Höhe des Raumes ergibt sich die in Tab. E14 genannte überschlägige Mindestanzahl von Dachöffnungen. Dabei gelten bestimmte Randbedingen (z.B. keine Verbauung) als Voraussetzung. Anforderungen, die an Arbeitsplätze hinsichtlich der Beleuchtung mit Tageslicht und künstlichem Licht gestellt werden und Planungshinweise für eine hohe Nutzerzufriedenheit, sind in der VDI 6011 beschrieben. Empfehlungen zur natürlichen Belichtung mit Tageslicht sind auch in der DIN 5034 „Tageslicht in Innenräumen“ enthalten. Die für die Tageslichttechnik aufzuwendenden Mehrkosten lassen sich in der Regel nicht durch die Einsparung für den Stromeinsatz der künstlichen Beleuchtung ausgleichen. Vielmehr ist eine Gesamtbetrachtung einer tageslichtkonformen Architektur wie das Wohlbefinden der Mitarbeiter, die Identifikation mit einem Licht durchfluteten Arbeitsplatz, Motivation durch ansprechende Innenraumgestaltung etc. das Ziel.

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.

Raumhöhe	*mindestens 1 Dachöffnung pro*
bis 4 m	30 m² Grundfläche
bis 6 m	50 m² Grundfläche
bis 8 m	80 m² Grundfläche
über 8 m	100 m² Grundfläche

Tab. E14: Überschlägige Bestimmung der Mindestanzahl von Dachöffnungen [7]

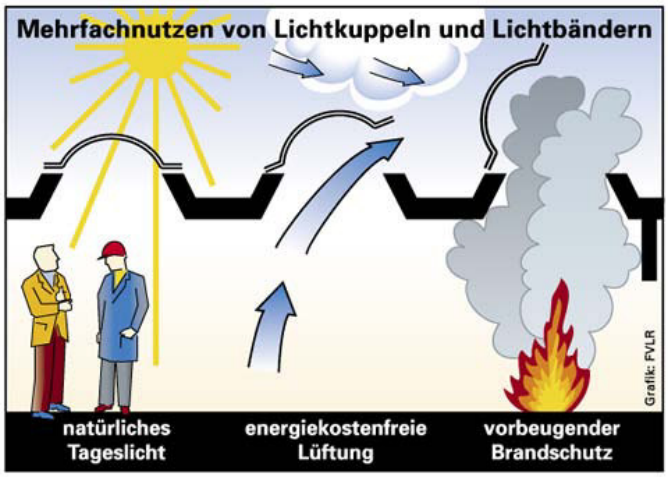


Abb. E63: Mehrfachnutzung von Dachoberlichtern [7]

Darüber hinaus lassen sich Dachoberlichter in einem integral geplanten Konzept mehrfach nutzen, zur Beleuchtung, zur natürlichen Lüftung sowie zum Rauch- und Wärmeabzug im Rahmen des Brandschutzes. Alle Maßnahmen sind immer Zusammenhang mit dem Schutz vor Sommerliche Überhitzung zu sehen. Auch unter energetischen Gesichtspunkten sollte Tageslicht in Gebäuden optimal genutzt werden. Je höher die Tageslichtautonomie, also der Anteil der Nutzungsstunden ohne künstliche Beleuchtung, desto geringer der Strombedarf für das Kunstlicht. Die Vorstellung von der Arbeitsplatzgestaltung hat sich in den letzten Jahren geändert. Aus abgeschlossenen, künstlichen belichteten und ggf. voll klimatisierten Innenwelten wurden zunehmend Gebäude, die vom Austausch mit der Umgebung leben und die bei hohem Arbeitsplatzkomfort nur noch wenig Energie benötigen. Diese Tendenz setzt sich auch im Industriebau durch.

Nicht zu jeder Tages- und Jahreszeit besteht die Möglichkeit, die Arbeitsplätze ausschließlich mit Tageslicht genügend zu beleuchten. Werden die geforderten Beleuchtungsstärken allein durch das Tageslicht nicht erreicht, muss die künstliche Beleuchtung zugeschaltet werden. Arbeitsplätze mit hohen Anforderungen an die Beleuchtungsstärke sollten entsprechend dezentral mit Beleuchtungseinrichtungen ausgestattet werden. Die installiert Kunstlichtleistung ist abhängig von der benötigten Beleuchtungsstärke. Einen Überblick über die Anforderungen mit Bezug auf die jeweilige Tätigkeit

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.

gibt Tabelle E15. Die Leistung der künstlichen Beleuchtung setzt sich fast vollständig in Wärme um und wird als Kühllast im Raum bzw. Gebäude wirksam. Umgerechnet bedeutet eine Beleuchtungsstärke von 1000 lx bei Leuchtstofflampen mit elektronischen Vorschaltgeräten eine zusätzliche interne Last von 15 bis 20 W/m².

Der Energiebedarf für die künstliche Beleuchtung ist neben der notwendigen Beleuchtungsstärke und der installierten Leistung abhängig von der jährlichen Nutzungsdauer. Im Durchschnitt liegt diese in Fabrikhallen bei 2.250 h/a, in Messebauten bei 1.350 h/a und in Lagergebäuden bei 2.750 h/a. Entsprechend groß ist das Einsparpotential durch die Tageslicht¬nutzung und eine hocheffiziente Beleuchtungstechnik mit tageslicht- und präsenzabhängiger Steuerung. Eine Verringerung des Strombedarfs um ca. 50 % ist bei einer ganzheitlichen Planung möglich.

Tätigkeiten		**Beleuchtungsstärke in lx**
Lager- und Kühlräume	Vorrats- und Lagerräume	100
	Versand- und Verpackung	300
Verkaufsräume	Verkaufsbereich	300
	Kassenbereich	500
Messen- / Ausstellungshallen	Allgemein	300
Bäckereien	Vorbereitung und Backen	300
	Endbearbeitung	500
Wäschereien	Waschen, Bügeln	300
	Kontrolle	750
Metallver- und -bearbeitung	Schweißen, Galvanisieren	300
	Kontrolle, Oberflächenbearbeitung	750
	Feinmontage	1000
Optiker	Qualitätskontrolle	1500

Tab. E15: Beleuchtungsleistung abhängig von Tätigkeiten [3]

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.

1.5 Wasserversorgung

Wasserbedarf

Bei Zweck- und Gewerbebauten ist der Wasserbedarf in Abhängigkeit der verschieden Nutzungen stark schwankend. Die benötigte Wasserqualität lässt sich in zwei Bereiche unterscheiden, Trinkwasser und Betriebswasser, wobei auf eine Trennung der Leitungssysteme zu achten ist. Für die Lebensmittelproduktion ist Trinkwasser erforderlich. Die folgende Tabelle zeigt die Schwankungsbreite des Bedarfs.

Branche	**Bezugsgröße**	**Wasserverbrauch**
Bäckereien	l/kg Mehl	0,55 – 0,75 l
Metzgereien	l/Beschäftigter und Tag	250 – 380 l
Wäschereien	l/Tonne Wäsche	10.000 – 23.000 l

Tab. E16: Trinkwasserbedarf für Gewerbliche Zwecke [6]

Für die meisten industriellen Prozesse wie Produktion, Reinigung- oder Kühlung kann Betriebswasser verwendet werden. Mögliche Quellen sind u.a. Niederschlags- und Grundwasser. Durch die gezielte Differenzierung der geforderten Wasserqualität kann Trinkwasser substituiert und die Kosten für die Bereitstellung verringert werden. Eine Übersicht über die möglichen benötigten Wassermengen gibt Tab. E17.

Erforderlich für die Produktion von / Produktionsprozesse	**Wasserverbrauch**
1 l Bier	3 – 15 l
1 kg Zucker	10 – 30 l
1 kg Papier	65 – 100 l
1 kg PVC	400 – 500 l
Kühlwasser Dieselmotor je kWh	20 – 30 l
Herstellung von 1 m³ Beton	125 – 200 l
Herstellung eines Autos	ca. 380.000 l

Tab. E17: Betriebswasserbedarf für Produktionszwecke [11]

Darüber hinaus lassen sich über das Betriebswassernetz Sanitäreinrichtungen wie Toiletten versorgen. Geeignet ist die Wasserqualität ebenso für die Gebäude- und Maschinenreinigung oder die Grundstücksbewässerung. Eine Berechnung des jährlichen Bedarfs erfolgt nach DIN 1989 Teil 1. Der Regenwasserertragswert ist abhängig von der Niederschlagsmenge am Standort bzw. der Region, der Auffangfläche und den Ertragsbeiwerten. beispielhaft sind in Tabelle E18 Niederschlagsmengen für drei ausgewählte Orte dargestellt.

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.

Region	Niederschlag pro Jahr	Verlustfaktor
Schwerin	502 l/(m²·a)	0,8
Göttingen	624 l/(m²·a)	0,8
Augsburg	1.082 l/(m²·a)	0,8

Tab. E18: Beispiel für Niederschlagsmengen in Deutschland [10]

Für große Regenwassernutzungsanlagen, insbesondere mit individuellen Verbrauchsstrukturen, ist eine optimierte Speicherdimensionierung durchzuführen. Überschlägig kann das Nutzvolumen bzw. die Speichergröße mit ca. 6 % vom Betriebswasserbedarf oder Regenwasserertrag angenommen werden, wobei der ermittelte kleinere Wert für die Bemessung anzusetzen ist.

Neben der Bereitstellung der geforderten Wassermenge liegt in gewerblichen und industriellen Betrieben häufig ein ausgeprägter Warmwasserbedarf vor. Ob für Produktionsprozesse oder Sanitärbereiche ist die Bedarfsgröße bzw. die Kontinuität der Anforderung entscheidend für die Art der Erzeugung. Bei kontinuierlicher Abnahme kommen zentrale Systeme zum Einsatz, eine regenerative Unterstützung sollte geprüft werden. Zur Deckung des Warmwasserbedarfs bei kleineren Entnahmemengen, wie z.B. in Teeküchen oder dezentral gelegenen WC-Anlagen, ist eine elektrische Aufheizung sinnvoll.

Eigenversorgungsanlagen werden mit zunehmender Größe wirtschaftlicher und lassen sich häufig mit weiteren notwendigen Maßnahmen im Rahmen der Planung verbinden. Durch den Gewerbebau werden aufgrund der Dimensionen und Abmessungen inkl. der befestigten Außenanlagen häufig große Flächen versiegelt. Die Kanalsysteme sind üblicherweise nicht auf die Ableitung dieser Regenwassermenge ausgelegt, sodass Retentionsmaßnahmen erforderlich werden. Der Bau von Speicherbehältern zur Sammlung und Rückhaltung von Regenwasser wird damit gleichzeitig Bestandteil der TGA- wie der Außenanlagenplanung und trägt durch die Mehrfachnutzung zur Verkürzung der Amortisationszeiten für die Investition bei.

Regenwasser
Niederschlagswasser sollte möglichst vor Ort versickert werden. Ist dies nicht möglich, so wird in vielen Fällen die vorübergehende Speicherung (Rückhaltung oder Retention) von Regenwasser in Rückhalteräumen notwendig, um die Abflusssysteme vor Überlastung zu schützen bzw. deren Dimension zu begrenzen. Für Industriebauten kommt zur Regenwasserrückhaltung u.a. die Begrünung der Dachflächen in Frage. Neben dem verringerten Ablauf von 50 bis 80 % wirkt sich die Verdunstung der gespeicherten Wassermenge positiv auf das Umgebungsklima aus. Bei einer extensiven Begrünung muss von zusätzlichen Dachlasten von etwa 50 bis 150 kg/m² ausgegangen werden. Die resultierende Dachlast ist mit der einer Bekiesung vergleichbar. Bei intensiver Begrünung sind bis zu 400 kg/m² zu berücksichtigen.

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.

Zur Ableitung des Regenwassers im Außenbereich eignen sich Versickerungsanlagen wie Becken, Mulden, Rigolen oder Sickerschächte. Teiche können zusätzlich als Löschwasserreservoir herangezogen werden. Der Flächenbedarf ist abhängig von der Retentionsart, der Grundstücksgröße und der Durchlässigkeit des Bodens. Lassen die Bedingungen vor Ort eine Versickerung nicht zu, müssen Rückhaltevolumen geplant werden. Pro Hektar befestigter Fläche sind zwischen 150 und 250 m³ vorzusehen. Für die Planung der Außenanlagen bieten die notwendigen Retentionsmaßnahmen zusätzlichen Gestaltungsspielraum.

1.6 Elektroinstallation/ Datennetze und Gebäudeleittechnik

Eine zeitgemäße Elektroinstallation in Gebäuden jeglicher Art ist Grundlage und Bestandteil der gesamten Technik, insbesondere aber der Gebäudeautomation bzw. Gebäudesystemtechnik. Für Großbauten muss die Elektroinstallation besonders sorgfältig geplant werden, da Planungsfehler später nur aufwendig zu korrigieren sind. In Fertigungshallen können ggf. Versorgungsleitungen nachgezogen werden, die benötigte Anschlussleistung muss jedoch zu Beginn der Planung unter Berücksichtigung einer entsprechenden Reserve definiert werden. Insbesondere der Raumbedarf für die elektrischen Betriebsräume ist in Zusammenarbeit mit dem Architekten frühzeitig festzulegen.

Schaltanlagen, Transformatoren über 1 kV, Stromversorgungsaggregate mit Batterien u.ä. erfordern in der Regel jeweils eigene Räume mit feuerbeständigen Wänden und Decken. Festlegungen dazu finden sich in der jeweiligen Landesverordnung über den Bau von Betriebsräumen für elektrische Anlagen (EltBauV).

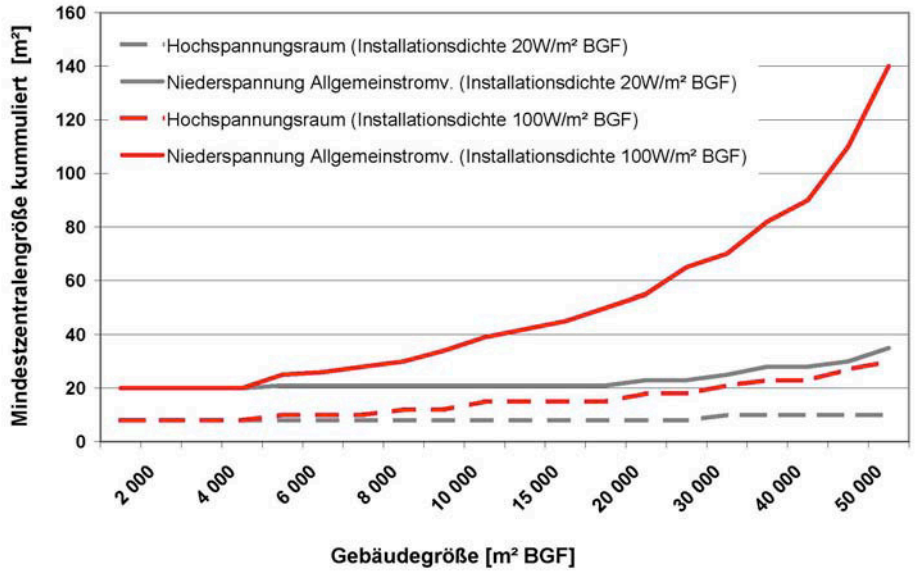


Abb. E64: Mindestflächenbedarf Zentralengröße bei Gebäuden mit einer Installationsdichte von 20 und 100 W/m² [18]

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.

Der Flächenbedarf für die Installationszentralen ist abhängig von der Gebäudegröße und der Installationsdichte, abbildung E64, zeigt nach VDI 2050 Blatt 5 die benötigten Mindestgrößen. Die Räume müssen frei von fremden, insbesondere wasserführenden Installationen sein. Von Vorteil ist ein Doppelboden mit ca. 30 cm Aufbauhöhe zur Leitungsführung. Gewerbe- und Industriebauten bieten durch die häufig großen Dachflächen gute Voraussetzungen für die Integration regenerativer Stromerzeugung. Photovoltaik als eine zukunftsfähige Technik kann bei entsprechender Dimensionierung aufgrund des hohen Potentials der Solarstrahlung bilanziell wesentlich zur Deckung des Energiebedarfs beitragen. Für die Umwandlung von solar generiertem Gleichstrom in netztauglichen Wechselstrom werden so genannte Wechselrichter und in Abhängigkeit der Anlagengröße auch Transformatoren benötigt. Der Flächenbedarf hierfür muss zusätzlich berücksichtigt werden.

Die **Gebäudeautomation** ist als Oberbegriff für die Summe aller Einrichtungen einschließlich der Software zur übergreifenden automatischen Überwachung, Steuerung, Regelung und Betriebsoptimierung von Anlagen in einem oder mehreren Gebäuden zu verstehen. Dazu gehören auch die nötigen Schaltschränke und Kabelnetze für die Mess-, Steuer-, Regelungstechnik sowie die Informationsübertragung. Die digitale Gebäudeautomation umfasst auch die übergeordnete Technik für die Betriebsführung, hat also Managementfunktion für das Beherrschen der Gebäudetechnik. Wichtige Aspekte dabei sind z.B. Ergebnisanalysen, Energiemanagement, Informationsauswertungen.

Nicht zur Gebäudeautomation gehören die Gefahrenmeldeanlagen (Brand, Einbruch, Überfall), Systeme der Zugangskontrolle und Überwachungsanlagen. Diese Systeme können jedoch mit der Gebäudeautomation gekoppelt sein.

Bei der digitalen Gebäudeautomation werden die unterschiedlichen Funktionsnetze als einheitliches System gesehen.

1.7 Strategien zukunftsfähiger Industriebauten, Beispiel Solvis

Im August 2002 feierte der Haustechnikproduzent Solvis die Eröffnung seines neuen Firmengebäudes in Braunschweig mit dem die Firmenphilosophie des nachhaltigen Umweltschutzes umgesetzt wird. In der Nullemissionsfabrik liegt der Heizenergiebedarf durch den hohen baulichen Wärmeschutzstandard, die extrem luftdichte Gebäudehülle und eine effiziente Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung mit 27 kWh/m²•a so niedrig, dass dieser vollständig über regenerative Energien gedeckt wird. Das Gebäude mit Fertigungs- und Lagerbereich sowie Verwaltungstrakt hat eine Bruttogeschossfläche von ca. 14.000 m². Die zentrale innere Erschließung über den so genannten „Solvis Weg“ ist in Stahlbeton konstruiert. Zu beiden Seiten schließen weit gespannte Holzleichtbaukonstruktionen mit einer Spannweite von jeweils 27,50 m an. Die Fassaden sind in Holzelementbauweise bzw. als Holzrahmenbausweise erstellt. Nahezu alle Arbeitsbereiche werden durch eine optimale Tageslichtnutzung über transparente Bauteile in der Fassaden- und Dachkonstruktion natürlich belichtet. Die künstliche Beleuchtung wird zur Reduzierung des Strombedarfs zusätzlich tageslichtabhängig gesteuert.

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.



Abb. E65: Nullemissionsfabrik Solvis, Braunschweig [Solvis GmbH & Co KG]

Im Solvis-Gebäude erfolgt die Deckung des Energiebedarfs über eine Kombination aus folgenden Erzeugern:

- Blockheizkraftwerk (Rapsöl-BHKW) mit einer Leistung von 160 kWth
- 200 m² thermische Kollektoranlage
- PV-Anlage mit einer Leistung von 60 kWp, Erweiterung auf 330 kWp

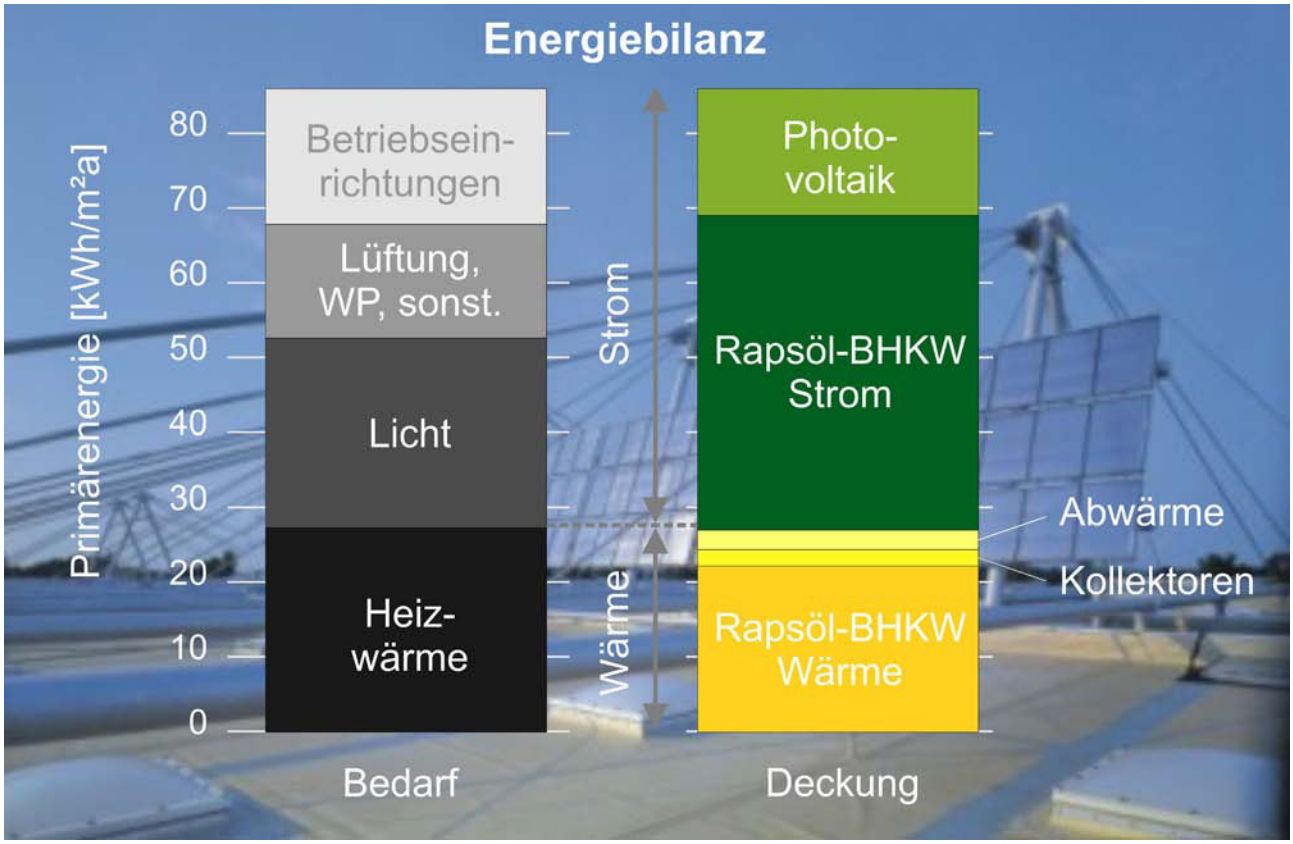


Abb. E66: Primärenergiebilanz der Nullemissionsfabrik Solvis [8]

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.

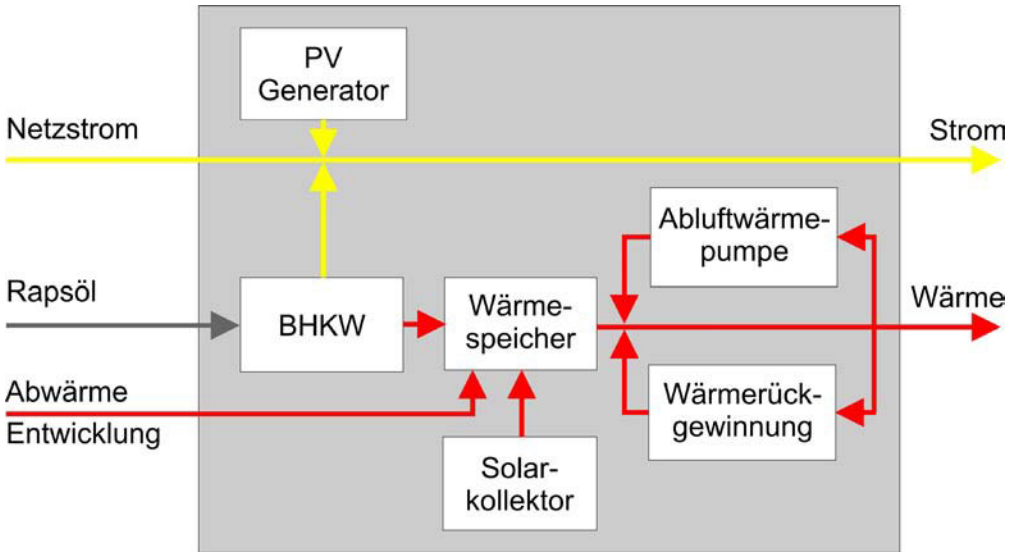


Abb. E67: Schematische Darstellung der Energieversorgung [8]

In der Primärenergiebilanz werden Wärme- und Strombedarf des Produktionsgebäudes erfasst. Der Anteil an elektrisch benötigter Energie beträgt dabei ca. 70 %. Mit dem Ertrag aus dem BHKW Betrieb und der Photovoltaikanlage kann der Bedarf gedeckt werden.
Über die Abwärme aus den Testständen der Entwicklungsabteilung und der Motorkühlung des BHKW sowie den solarthermischen Kollektoren wird die Heizwärme bereitgestellt. Sprinklertanks dienen dabei im Winter und in der Übergangszeit als Pufferspeicher. Insgesamt wird über die PV-Anlage und die Kollektoren ein solarer Deckungsanteil von ca. 22 % erreicht. Abb. E67 schematisch das Konzept der Energieversorgung.
Lüftungstechnisch gliedert sich der Industriebau in zwei Bereiche, die Verwaltungszone und die Produktions- und Lagerhallen. Die Anforderungen an das Lüftungssystem der Produktionsflächen sind:

- Ableitung der Emissionen aus den Fertigungsprozessen und den anliefernden LkWs
- Beheizung auf eine Mindestlufttemperatur von 17°C
- Wärmerückgewinnung mit trockenen Rückwärmezahl von mind. 75%

Alle drei Hallenbereiche sind dazu jeweils mit einem Lüftungsgerät ausgestattet. Für eine ausreichende Luftqualität in den Hallen ist nur ein niedriger Gesamtluftwechsel von 0,35 1/h notwendig, lokal ist dieser in den in den Aufenthaltsbereichen auf einen zweifachen Austausch erhöht. Die Beheizung der Hallen erfolgt aufgrund der hochwärmegedämmten Gebäudehülle vollständig über die Zuluft der Lüftungsanlage. Aufgrund der sommerlich günstigen Temperaturentwicklung in den Hallen ist keine Nachtlüftung vorgesehen, mittels einer zentralen Steuerung zur Öffnung der Hallentore und Oberlichter ist aber eine Durchlüftung tagsüber möglich. Das Konzept für den Sommer- und Winterfall ist in Abb. E68 dargestellt.

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.

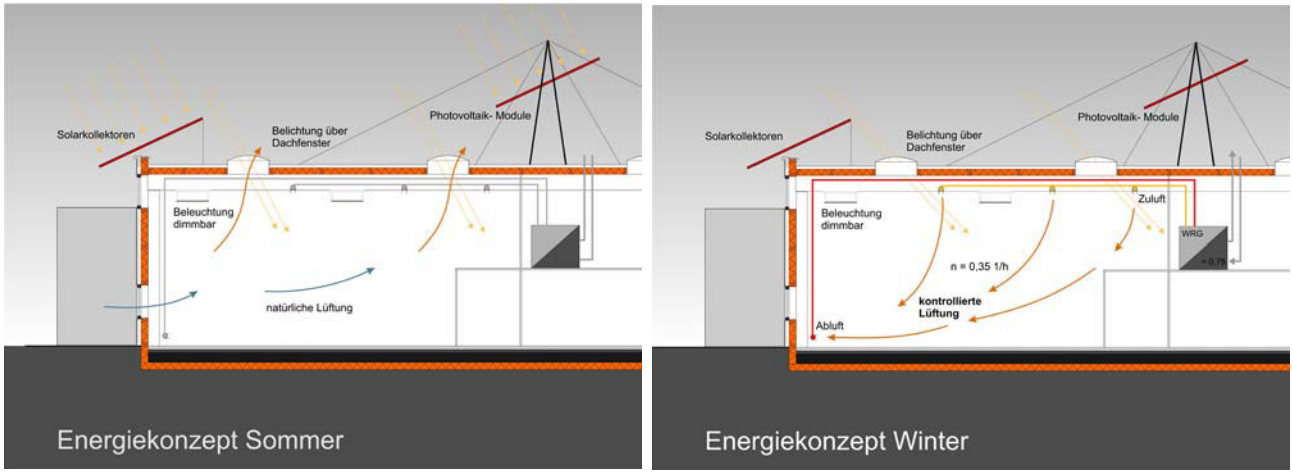


Abb. E68: Energiekonzept für die Betriebshalle [8 , IGS]

1.8 Ausblick

Die EnEV 2009 stellt heute den aktuellen Stand der gesetzlichen Anforderungen an den baulichen Wärmeschutz und den Primärenergiebedarf von Gebäuden dar. Der Einsatz und die Integration erneuerbarer Energien wird durch das EEWärmeG gefordert. Innovative Nichtwohngebäude mit deutlich darüber hinaus gehenden Planungszielen können z.B. als Projekt im Forschungsfeld Energieoptimiertes Bauen durch das Bundeswirtschaftsministerium gefördert werden. Eine Reihe von Beispielgebäuden wurde in den letzten Jahren umgesetzt und die Einhaltung der angestrebten Kennwerte im Rahmen einer messtechnischer Begleitung nachgewiesen. Neuer Trend im Bereich geförderter Modellprojekte ist das Erreichen eines „Net-Zero-Energy"-Standards. „Plusenergiegebäude" überbieten diesen Ansatz, in dem sie z.B. über Stromgewinnung solaraktiver Komponenten im Bereich der baulichen Hülle mehr Energie erzeugen als verbrauchen. Dasselbe Ziel verfolgt die Kommission des Europäischen Parlaments mit dem Vorschlag zur Neufassung der Richtlinie zur Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden. Die Mitgliedsstaaten sollen nationale Pläne entwickeln, wie die Zahl der „Netto-Null- bzw. Plusenergiegebäude" erhöht werden kann. Die Betriebsoptimierung von Gebäude und Anlagentechnik durch ein begleitendes Monitoring wurde im Rahmen verschiedener geförderter Projekte als sinnvolle Maßnahme zur Reduzierung von Energieverbrauch und Emissionen sowie zur Gewährleistung des Nutzerkomforts erkannt. Im Rahmen eines aktuell als EnBop – Energetische Betriebsoptimierung aufgelegten Förderkonzeptes werden entsprechende Vorhaben öffentlich gefördert.
Ziel muss jeweils sein, den Energiebedarf zum Heizen und Kühlen durch bauliche Maßnahmen auf ein Mindestmaß zu beschränken und den verbleibenden Energiebedarf durch einen möglichst hohen Anteil regenerativer Energieträger zu decken. Die Minimierung von Investitions- und Betriebskosten sowie der CO2-Emissionen bei Gewährleistung des Nutzerkomforts in den Gebäuden sind die wesentlichen Kriterien der Konzeptentwicklung. Entscheidend für das Gelingen solcher Projekte sind eindeutig definierte und durchgängig dokumentierte Planungsziele.

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.

E3 Evaluierung

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.

E3 Evaluierung

3.1 Evaluierung von Praxisbeispielen -Beschreibung, Analyse, Validierung

Anhand von 23 ausgesuchten Praxisbeispielen sollen Strukturen aufgezeigt werden, die entsprechend der Ebenenbetrachtung fallspezifische Antworten auf die aus der Szenario-Prognostik ermittelten Kernanforderungen ergeben.

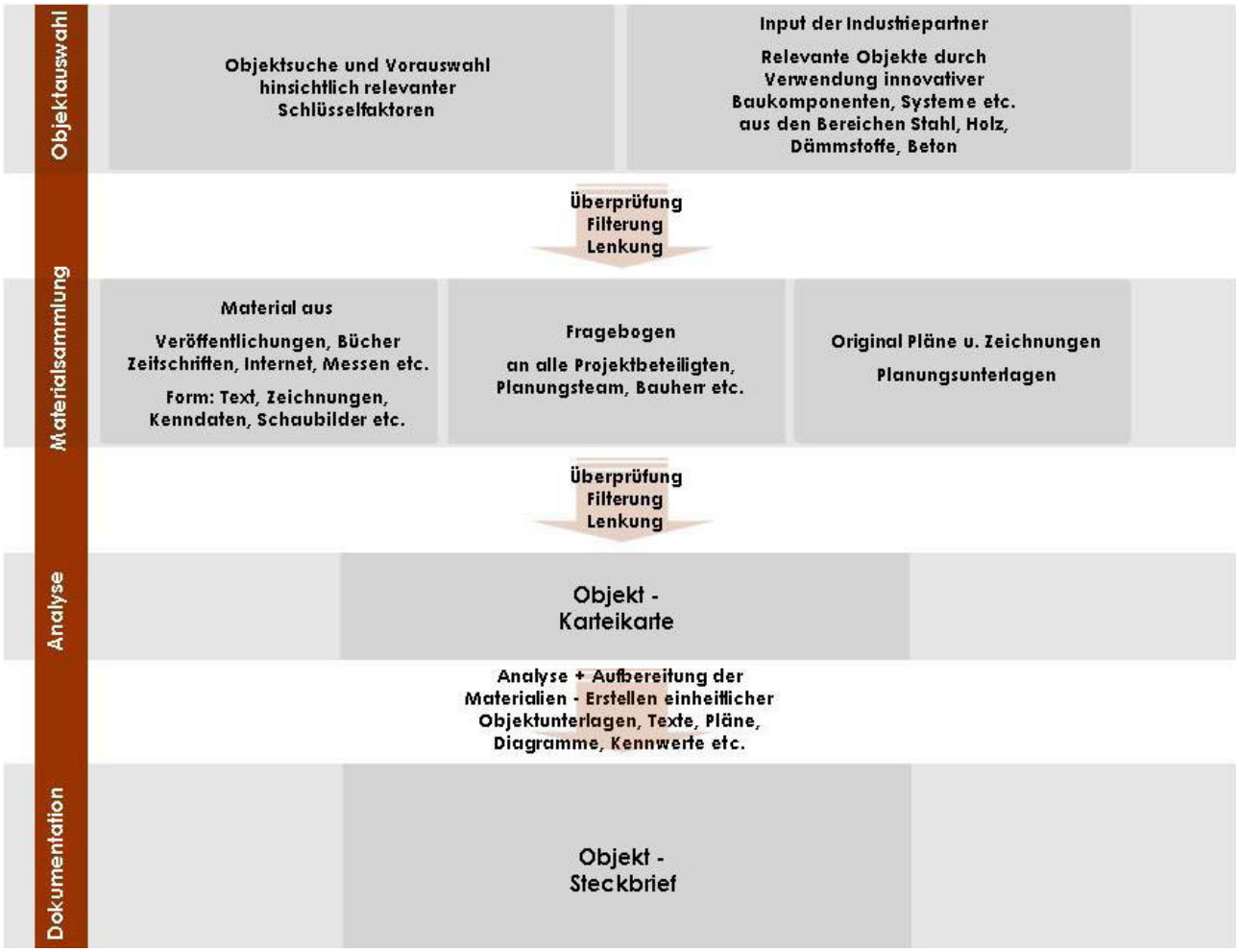


Abb. E69: Evaluierung von Praxisbeispielen

Hierzu wurden in einem ersten Schritt 50 Industriebauten auf Grundlage von aktuellen Publikationen hin gesichtet und auf die Kernanforderungen hin überprüft. Entscheidende Kriterien für diese erste Sichtung waren die aktuelle Situation im laufenden Betrieb – **nur bereits heute funktionierende Gebäude können auch morgen noch den sich eventuell ändernden Anforderungen entsprechen bzw. darauf reagieren.**

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.

Diese erste Sichtung der Gebäude wurde durch eine Sammlung von Projektdaten, in Form von Karteikarten, die alle relevanten Aspekte des zu untersuchenden Industriebaus abbildete sowie durch eine jeweilige objektbezogene Materialsammlung von Fotos, Zeichnungen und Texten vervollständigt. Der Versuch, die einzelnen Planer anzusprechen und die Karteikarte vervollständigen zu lassen, stieß auf wenig Resonanz, so dass die hier dargestellten Informationen über Strukturen und Strategien fast vollständig aus der entsprechenden Fachliteratur entnommen wurden. Eine Übersicht über die Projekte mit den jeweiligen Planern, Betreibern und der Fachliteratur ist in der Objektliste tabellarisch zusammengefasst.

Nach Sichtung und Überprüfung, ob die aufgezeigten Gebäude zukunftsrelevante Aspekte bedienen, wurde eine Auswahl von 23 Industriebauten unterschiedlicher Ausprägung der Kernanforderungen vollzogen. Eine Besonderheit in dieser Sammlung spielen die 3 Pilotprojekte, die durch Besuche und Werksführungen näher untersucht werden konnten.

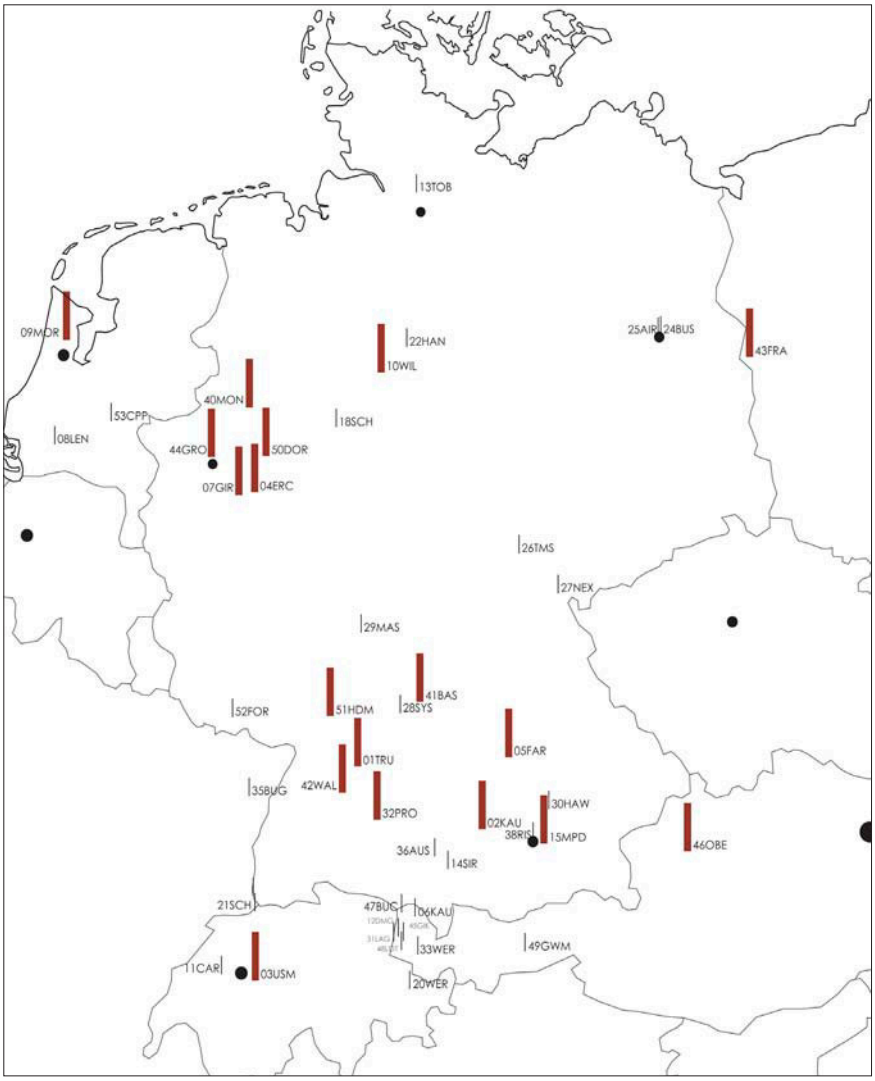


Abb. E70: Standortverzeichnis der Praxisbeispiele Deutschland

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.

Kennziffer	Gebäudetyp	Attribut	Icon	Projekt
0001TRU	IND PM	WAN IMA		Trumpf Laserfabrik, Ditzingen
0002KAU	IND LD	WAN RES IMA		Kaufmann Holz AG Vertriebszentrum, Bobingen
0003USM	IND PM	SYS WAN		USM-Fabrikationsgebäude Münsingen, Schweiz
0004ERC	IND PM	IMA RES		Erco Leuchten Hochregallager, Lüdenscheid
0005FAR	IND LD	IMA		Farben Kemeter Lager- und Verkaufshalle, Eichstätt
0007GIR	IND PM	WAN RES		Gira Produktionsgebäude Radevormwald
0009MOR	IND LD	IMA WAN		Mors Vertriebszentrum Opmeer, Niederlande
0015MPD	IND PM	RES SYS		MP-Druck München
0016REN	IND VS	WAN IMA		Renault Vertriebszentrum Swindon, Großbritannien
0017APL	IND PM LD	IMA		Aplix Fabrikgebäude Le Cellier, Frankreich

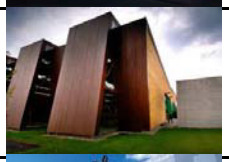
IND= Industriebau, WOH= Wohnungsbau, ÖFF= Öffentliches Gebäude, FE= Forschung/ Entwicklung, VS= Verwaltung/ Schulung, PM= Produktion/ Montage, LD= Logistik/ Distribution, VO=Vorhalte-Hallen, SO= Sonderbau, WAN= Wandlungfähigkeit, RES= Ressourcenbilanz, IMA= Image, SYS= System,

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.

Produkt	Baujahr	Planungsteam	Veröffentlichung
Gas- und Festkörperlaser-Resonatoren	1998-2000	Architekt: Barkow Leibinger Tragwerksplaner: Ingenieurbüro Hans Lück	[Wagn 01], S. 106-119 [Bark 03], S. 948-949 [Adam 04], S. 122-123
BS-Holz	1999	Architekt: Florian Nagler Tragwerksplaner: Merz Kaufmann Partner GmbH	[Schw 02], S. 45-48 [Adam 04], S. 74-77 [Nagl 05], S. 440-445
Metall	1963	Architekt: Haller Tragwerksplaner:	[Hall 89] [Adam 04], S. 30-32 [Müll 04], S,436-439
	2001	Architekt: Schneider + Schumacher Tragwerksplaner: Posselt Consult	[Schn 04], S. 338-348 [Adam 04], S. 68-69
Farben und Lacke	1994	Architekt: Hild und K Tragwerksplaner: Muck und Schneider	[Adam 04], S. 72-73 [Carg 00], S. 322-325
Kunststoffe	2002	Architekt: Ingenhoven Overdiek Architekten Tragwerksplaner: KKK Ingenieurgesellschaft	[Inge 03], S. 956-972 [Adam 04], S. 136-137 [Dete 05]
Wand- und Deckenfertigteile	1988	Architekt: Benthem Crouwel Architekten Tragwerksplaner: Raadgevend Ingenieursbureau van Eden	[Dijk 99] [Adam 04], S. 94-95 [Schu 90], S.64-71
Farbdrucke	1999	Architekt: Ingrid Amann Architekten Tragwerksplaner: Ingenieurbüro Seibt	[Adam 04], S. 134-135 [Baum 06]
Automobile	1982	Architekt: Norman Foster Tragwerksplaner: Ove Arup & Partners	[Adam 04], S. 90-91 [Schu 86] S.36-43 [Fost 91] [Abe 07]
Haftverschluss-systeme	1999	Architekt: Dominique Perrault Tragwerksplaner: Boplan	[Adam 04], S. 156-157 [Müll 99] [Perr 99], S.284–295 [Perr 00], [Perr 01]

IND= Industriebau, WOH= Wohnungsbau, ÖFF= Öffentliches Gebäude, FE= Forschung/ Entwicklung, VS= Verwaltung/ Schulung, PM= Produktion/ Montage, LD= Logistik/ Distribution, VO=Vorhalte-Hallen, SO= Sonderbau, WAN= Wandlungfähigkeit, RES= Ressourcenbilanz, IMA= Image, SYS= System,

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.

Kennziffer	Gebäudetyp	Attribut	Icon	Projekt
0019THO	IND PM	WAN SYS		Thomson Elektronikwerk Saint-Quentin-Yvelines, Frankreich
0032PRO	IND PM	WAN SYS		Produktionshalle Hohenstein-Oberstetten
0040MON	IND PM VS	RES		Montagezentrum ESTA Apparatebau GmbH&Co.KG Senden
0041BAS	IND VS	IMA		BASS GmbH Firmensitz Niederstetten
0042WAL	IND PM LD VS	WAN IMA		Walter Knoll AG & CO.KG Multifunktionsgebäude Herrenberg
0043FRA	IND LD	IMA		Produktionsgebäude Fraba AG Slubice, Polen
0044GRO	IND PM	RES IMA		Großbäckerei Peter Essen
0046OBE	IND PM	IMA		Obermayr Holzkonstruktionen Fertigungshalle
0054TRE	IND PM	IMA WAN		TREVISION Betriebsgebäude
0055IPE	IND LD	WAN		IPE Lagerhalle Genua, Italien

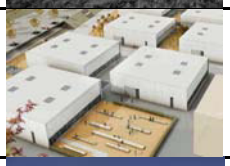
IND= Industriebau, WOH= Wohnungsbau, ÖFF= Öffentliches Gebäude, FE= Forschung/ Entwicklung, VS= Verwaltung/ Schulung, PM= Produktion/ Montage, LD= Logistik/ Distribution, VO=Vorhalte-Hallen, SO= Sonderbau, WAN= Wandlungfähigkeit, RES= Ressourcenbilanz, IMA= Image, SYS= System,

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.

Produkt	Baujahr	Planungsteam	Veröffentlichung
Optoelektronik	1990	Architekt: Renzo Piano Building Workshop Tragwerksplaner: GFC Ingénieurie/ Ove Arup	[Adam 04], S. 172-175 [Pian 92], S. 56–58 [Pian 93], S. 593–597
Fertighäuser	2006	Architekt: Schwörer Haus KG, Kerler Tragwerksplaner: Kerler	[Rack 08], S. 28-31
Absaugtechnik	2007	Architekt: Gerken Architekten + Ingenieure Tragwerksplaner:	[Rau 07], S. 07 [Arch 09]
Technik für Gewinde	2005	Architekt: Florian Nagler Tragwerksplaner:	[Dam 06] [Nagl 05] S. 1438-1443
Möbel	2006	Architekt: Hansulrich Benz Tragwerksplaner: IB Fritz Deufel	[Frie 07], S. 26-29 [Benz 07], S. 10- 15
Sensorelektronik	2006	Architekt: Bel Sozietät für Architektur Tragwerksplaner: Marcin Karczmarczy	[Lees 09], S. 30-35
Backwaren	1998	Architekt: Reichardt Architekten Tragwerksplaner: Baum und Weiher	[Holz 08], S. 158-161 [Holz 06]
Holz-Konstruktionen	2005	Architekt: F2 Architekten Tragwerksplaner: Bernhard Obermeyer	[Holz 08], S. 178-183 [Holz 06]
Großformatdrucke	2001-2002	Architekt: Querkraft Tragwerksplaner: vasko&partner, di lothar heinrich - wien	[Mess 05], S.154-159 [Mein 07]
	1966	Architekt: Renzo Piano Tragwerksplaner:	[Müll 04], S,342-345 [Jodi 05]

IND= Industriebau, WOH= Wohnungsbau, ÖFF= Öffentliches Gebäude, FE= Forschung/ Entwicklung, VS= Verwaltung/ Schulung, PM= Produktion/ Montage, LD= Logistik/ Distribution, VO=Vorhalte-Hallen, SO= Sonderbau, WAN= Wandlungfähigkeit, RES= Ressourcenbilanz, IMA= Image, SYS= System,

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.

Kennziffer	Gebäudetyp	Attribut	Icon	Projekt
0010WIL **PILOT01**	IND PM	WAN		Wilkhahn Montagehalle Bad Münder-Eimbeckhausen
0050DOR **PILOT02**	IND PM FE VS	IMA WAN RES		Dornbracht Wertschöpfungspark Iserlohn
0051HDM **PILOT03**	IND PM	WAN IMA		Halle 11 - Heidelberger Druckmaschinen Wiesloch

IND= Industriebau, WOH= Wohnungsbau, ÖFF= Öffentliches Gebäude, FE= Forschung/ Entwicklung, VS= Verwaltung/ Schulung, PM= Produktion/ Montage, LD= Logistik/ Distribution, VO=Vorhalte-Hallen, SO= Sonderbau, WAN= Wandlungfähigkeit, RES= Ressourcenbilanz, IMA= Image, SYS= System,

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.

Produkt	Baujahr	Planungsteam	Veröffentlichung
Sitzmöbel	1993	Architekt: Herzog + Partner Tragwerksplaner: Sailer + Stepan	Bauwelt, 27/1993 [Herz 94], S. 45-50 [Herz 93], S. 700–704 [Adam 04], S. 102-103
Armaturenfabrik	2006	Architekt: aiB, Architektur- und Ingenieurbüro	[Nelle 09], S.26-29
Großformat Druckmaschine	2006-2007	Architekt: Firma Bilfinger Berger AG & Max Bögl Bauunternehmung GmbH & Co.KG	[Hemp 08]

IND= Industriebau, WOH= Wohnungsbau, ÖFF= Öffentliches Gebäude, FE= Forschung/ Entwicklung, VS= Verwaltung/ Schulung, PM= Produktion/ Montage, LD= Logistik/ Distribution, VO=Vorhalte-Hallen, SO= Sonderbau, WAN= Wandlungfähigkeit, RES= Ressourcenbilanz, IMA= Image, SYS= System,

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.

3.2 Kurzbeschreibung der Fallbeispiele & Pilotprojekte

Die Sammlung der Industriebauten wird durch Steckbriefe dokumentiert, die entlang der Systemebenen alle relevanten Informationen zu dem jeweiligen Projekt aufzeigen.

Struktur und Informationsgehalt

Im Arbeitsschritt der Sammlung von Projektdaten (vgl. Kapitel 3.1) wurden die Einzelprojekte entsprechend des Industrieunternehmens mit einer Objektkennziffer und einem Kürzel für den entsprechenden Gebäudetypus und das Attribut kodiert. Die Kennziffer besteht aus der fortlaufenden, vierstelligen Nummerierung der Sammlung, die drei folgenden Buchstaben ergeben sich aus dem Eigentümer/ Nutzer des Gebäudes. Weiterhin wurde jeder Industriebau der Sammlung einem Nutzungstyp und einem Anforderungsattribut zugeordnet. Die Aufschlüsselung der jeweiligen Kürzel wird in Tabelle E19 dargestellt.

Gebäudetyp	Attribut
- IND Industriebau	- WAN Wandlungsfähigkeit
- WOH Wohnungsbau	- RES Ressourcenbilanz
- ÖFF Öffentliches Gebäude	- IMA Image (Corporate Identity)
- FE Forschung/ Entwicklung	- SYS System
- VS Verwaltung/ Schulung	
- PM Produktion/ Montage	
- LD Logistik/ Distribution	
- VO Vorhalte-Hallen	
- SO Sonderbau	

Tab. E19: Aufschlüsselung der Gebäudecodierung

In dem im Anhang abgebildeten Steckbrief des Produktionsgebäudes der Fraba AG mit der Objektkennziffer 0043FRA_IND_LD_IMA steht die 0043 somit für die laufende Nummer der Fallbeispielsammlung (vgl. Objektliste Kapitel III.1), FRA für die Fraba Ag als Eigentümer und gleichzeitigen Nutzer, IND für produzierendes Gewerbe, LD für den Schwerpunkt des ausgewählten Fallbeispieles auf Logistik und Distributionsaspekte und IMA für das aus der Unternehmensidentität entstehenden Image, das bei diesem Gebäude eine besondere Rolle spielt und somit als Attribut herangezogen werden kann. Der Objektkennziffer folgend wird das Gebäude anhand von allgemeinen Daten erfasst, die aus der Nennung des Planers/Architekten, dem Eigentümer, dem Standort, dem Baujahr und schließlich dem dort erzeugten Produkt besteht. Dem allgemeinen Teil folgen Kenndaten zum Gebäude wie die Form des Baukörpers, die Maße und die Geschossigkeit. Abgeschlossen wird der allgemeine Teil durch Angaben zu Flächen und Volumen.

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.

Die Abbildung des Gebäudes erfolgt innerhalb dieser Forschungsarbeit nach Systemebenen (vgl. Kapitel 2.4), die vom Standort ausgehend weiter das Gebäude fokussieren. Innerhalb der Ebene Standort werden das Gesamtareal des Unternehmens bzw. der Masterplan sowie die Infrastruktur mit Ver- und Entsorgung des Areals sowie die optionalen Erweiterungsflächen abgebildet. Die nächste Ebene bildet die Nutzungsstruktur innerhalb der die Produktion, die Flächenorganisation und die eingesetzten Transportmittel abgebildet werden. Der nächste Fokus wird auf die Ebene der Baustrukturen gelegt, die ausgehend vom Tragwerk über den Raumabschluss in Dach, Fassade und Boden bis hin zur technischen Gebäudeausrüstung das Gebäude abbilden. Der Gebäudesteckbrief wird durch zahlreiche Abbildungen in Kopf- und Fußzeilen ergänzt, die die textlich festgehaltenen Inhalte der einzelnen Systemebenen visuell ergänzt.

Komprimierung

Der in diesem Kapitel exemplarisch dargestellte Gebäudesteckbrief der Fraba AG zeigt die ungekürzte Fassung der Gebäudesteckbriefe, die zur Abbildung innerhalb des Forschungsberichtes komprimiert wurden. Die inhaltliche Betrachtung und Darstellung wurde hierzu stichwortartig zusammengefasst, ausgewählte Bilder und Zeichnungen wurden innerhalb der Kopf- und Fußzeilen verkleinert angeordnet (vgl. Beispielsammlung: Steckbrief 0043 FRA im Anhang)

Abb. E71: Gebäudesteckbrief Fraba AG

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.

Objektsteckbrief **Planungsleitfaden Zukunft Industriebau**
Forschung an der Technischen Universität Braunschweig



Abb.FRA01: Produktionsgebäude Fraba AG [Lees 09] S.34

Produktionsgebäude FRABA AG
Slubice, Polen, 2006, BeL Sozietät für Architektur,Deutschland

Allgemeines

Objektkennziffer	0043FRA
Gebäudetyp	IND_LD_IMA
Baujahr	2005-Oktober 2006
Standort	Os. Przemyslowe 24
Nutzungsart	Produktionsanlage
Produkt	Sensorelektronik
Eigentümer	Fraba AG, Conistics Köln/Slubice
Nutzer	Fraba AG, Conistics Köln/Slubice

Kenndaten

Baukörper	kreisrunde Produktionshalle
Geschossigkeit	eingeschossig
Aussenmaße	Radius 26 m; ø 52 m

Flächen und Volumen

BRI (Brutto Rauminhalt)	7800 m³
BGF (Brutto Grundfläche)	2123 m²
Bausumme in €/m²	580 €/ m²



Abb.FRA02: Innenraum [Lees 09] S.34

Technische Universität Braunschweig | 1

Das Forschungsvorhaben wird gefördert mit Mitteln des Bundesamtes für Bauwesen und Raumordnung

Objektsteckbrief

STANDORT

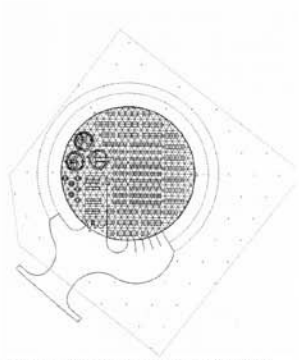


Abb.FRA03: Lageplan [Lees 09] S.35

AREAL/MASTERPLAN
Das Grundstück des Produktionsgebäudes liegt in unmittelbarer Nähe zur Autobahn E30 im Gewerbegebiet von Slubice, nur wenige Kilometer hinter der deutsch/polnischen Grenze bei Frankfurt an der Oder. Das Industriegebiet ist als Sonderwirtschaftszone mit günstigen Investitionskonditionen deklariert.

VER+ENTSORGUNG / INFRASTRUKTUR
Die autarke Einheit der Produktionshalle steht inmitten des Baugrundstückes als Solitär auf einer naturbelassenen Wiese. Lediglich eine Zufahrtsstraße aus hexagonalen Betonpflastersteinen, in ihrer Form den Schleppkurven des Lieferverkehrs folgend, erschließt das Gebäude.
Eine geforderte rundumlaufende Feuerwehrzufahrt ist als Wabengitterweg versickerungsoffen gestaltet.

ERWEITERUNGSFLÄCHEN
Da das Produktionsgebäude einen Prototyp für autarke, reproduzierbare Gebäude darstellt, das von einem Hauptgebäude aus gesteuert wird, bedarf es keiner Erweiterungsflächen; die Erweiterung der Produktion wäre ein Neubau der gleichen Struktur an einem anderen Standort.

PRODUKTIONSPROZESS

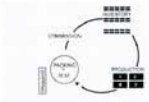




Abb.FRA04: Production flow [Lees 09] S.34

PRODUKTIONSABLAUF

Die seit 1918 in Köln ansässige FRABA AG strebt mit dem Prototyp-Gebäude in Polen eine Neustrukturierung des Unternehmens an. Während die Forschung und Entwicklung sowie der Vetrieb und die Verwaltung in Köln ansässig bleiben, soll die Produktion durch global, an mehreren Standorten ausgelagerten Satelliten-Produktionsstätten gesteigert werden. Um die Produktion der Sensoren für die Automatisierungsindustrie reibungslos und unter höchsten Qualitätsstandards zu gewährleisten, wurden anspruchsvolle Kommunikationsinsfrastrukturen entwickelt und zusätzlich alle Produkte für die dezentrale Produktion mit dem Ziel der Vereinfachung der Montage neu entwickelt. Die Montageanleitung, in Piktogrammform vom Stammhaus Köln geliefert, ist an jedem Satelliten-Produktionsort anwendbar.

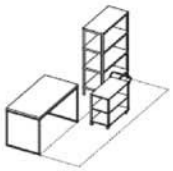


Abb.FRA05: Mobiliar [Ruby 07] S.14

Die Produktion im jeweiligen Satelliten erfolgt im Flussverfahren. Der Produktionsprozess besteht größtenteils aus der Montage vorgefertigter Bauteile an Tischen, Regalen und Handwagen. Von der Anlieferung werden die vorkommisionierten Bauteile bis zum Montagezeitpunkt eingelagert, dezentral in einzelnen Fertigungseinheiten montiert, im Lager geprüft und verpackt und anschließend wieder per LKW versendet.

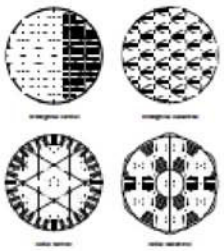


Abb.FRA06: Schema [Ruby 07] S.15

FLÄCHENORGANISATION
Da keine Stützenfreiheit gefordert war, bilden die Innenraumstützen die einzige Strukturierung der Halle. Lediglich drei festinstallierte, kreisförmige Service-Einheiten sind fest im Raum installiert und ergänzen die reine Produktionshalle um die Funktionen Büro, Umkleide, Sanitär und Küchenbereich für die Kantine. Die kreisförmige Grundrissgestaltung sichert eine maximale Flexibilität der Produktionseinheiten; der Innenraum ist flexibel bespielbar, wodurch vielfältige Möglichkeiten der Endmontage zugelassen werden können. Momentan bildet das mittig angelegte Zentrallager den Kern der Produktion; die kleinteiligen internen Fertigungseinheiten sind frei um das Lager gelegt und stehen jederzeit zur Disposition.

Das Forschungsvorhaben wird gefördert mit Mitteln des Bundesamtes für Bauwesen und Raumordnung

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.

Objektsteckbrief

PRODUKTIONSPROZESS

MEDIENFÜHRUNG
Die Versorgungsstruktur mit Lüftung, Elektro- und Internetanschlüssen sowie Leuchten ist von der Decke abgehängt. Die gesamte Haustechnikanlage ist auf dem Dach untergebracht und versorgt die Halle über einen zentralen Schacht; der Boden bleibt maximal flexibel nutzbar.

TRANSPORTMITTEL
Der interne Gütertransport erfolgt durch Handwagen. Kranbahnen sind nicht installiert und in der Statik nicht berücksichtigt.

STRUKTUR

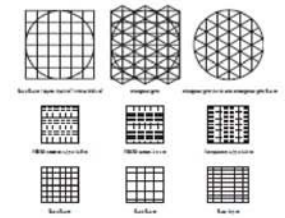


Abb.FRA07: Schema [Ruby 07] S.14

TRAGSYSTEM
Das strukturelle System besteht aus einem Holzgitterrost im 60° Winkel mit einem Durchmesser von 52 m. Der Gitterrost, mit einer Gesamthöhe von 60 cm, ist in 8 cm breite Hauptträger und 6 cm breite Nebenträger gegliedert. Die Träger sind durch Stahlknotenbleche miteinander verbunden, die als Schwerter in die geschlitzten Träger greifen und durchgehend verschraubt sind.
Der Holzträgerrost ruht auf 19 eingespannten Stahlstützen mit einer lichten Höhe von 4,50 m bei einem Durchmesser von 17 cm, sowie auf in der Aussenwand umlaufenden Holzpfosten, die als polygonale Unterkonstruktion für die Fassade herangezogen werden. Da für die Produktionsprozesse keine Stützenfreiheit gefordert war, wurde ein ökonomisches Stützenraster von 9,7 m, in einem 60° Hexagonalraster gesetzt. Diese Anordnung der Stützen erlaubt eine radiale, hexagonale und orthogonale Grundrisskonfiguration.



Abb.FRA08: Schnitt [Ruby 07] S.14

AUSSTEIFUNG
Aus der Einspannung der Stützen resultiert die Aussteifung der Gesamthalle, zusätzliche Massnahmen sind nicht erforderlich.

RAUMABSCHLUSS außen
Die gesamte Oberfläche, also Dach und Außenwand der Produktionshalle, ist mit einer aluminiumkaschierten, bituminösen Dachdichtungsbahn bekleidet. Die Unterkonstruktion der Dachebene besteht aus Stahltrapezblech mit aufliegender Gefälledämmung. Anfallendes Regenwasser läuft über eine gerundete Attika an der Fassade herunter und wird über eine umlaufende Entwässerungsrinne im Sockelbereich abgeführt. Die Unterkonstruktion der Wand ist aus vorgefertigten, gedämmten Sperrholzelementen gefertigt und auf die umlaufenden Holzpfosten des Trägerrostes montiert. Die Innenwandverkleidung ist mit gebogenen Gipskartonplatten ausgeführt.

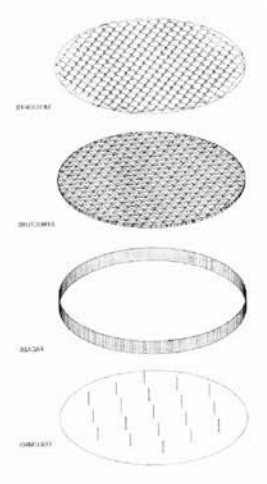


Abb.FRA09: Elemente [Lees 09] S.35

BELICHTUNG
Die Belichtung der Halle erfolgt durch 147 vorgefertigte Polycarbonat-Lichtkuppeln, die mit einem Flächenanteil von 14% gleichmäßig über das Dach verteilt angeordnet sind. Die weiß lackierten Träger des Trägerrostes streuen das Licht und verhindern die direkte Beleuchtung der Arbeitsplätze. Weiterhin gibt es als Öffnungen in der Außenhaut ein Panoramafenster im Sozialbereich sowie die verglaste Eingangs/Anlieferungszone, die in die Kontur des Zylinders eingeschnitten ist.

RAUMABSCHLUSS innen
Der offene Grundriss der Halle sollte durch keine blickdichten Raumtrennwände versperrt oder unterbrochen werden. Für die Unterteilung der staubbelasteten Anlieferungs-/Eingangszone wurde daher eine transparente PVC-Vorhangwand vom Trägerrost bis zum Boden installiert.

Das Forschungsvorhaben wird gefördert mit Mitteln des Bundesamtes für Bauwesen und Raumordnung

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.

Objektsteckbrief

DOKUMENTATION

STRUKTUR

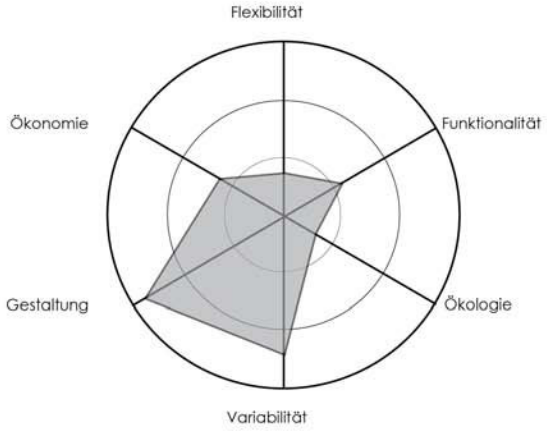


Abb.FRA09: Elemente [Lees 09] S.35

TECHNISCHE GEBÄUDEAUSRÜSTUNG TGA
Die auf dem Dach installierte technische Gebäudeausrüstung wird durch einen ESD (electro static discharge) Boden ergänzt, der vor elektrostatischer Aufladung schützt. Eine weitere Vorgabe durch den Produktionsprozess, die Staubfreiheit, wird neben der PVC-Trennwände durch die Filter-Klimaanlage gewährleistet.

OBERFLÄCHEN
Sämtliche Gebäudeinnenraumteile sind reinweiß lackiert. Die harten, glatten Oberflächen der Bauteile entsprechen der funktionellen Notwendigkeit nach Sauberkeit im Produktionsprozess. Etwaige Verunreinigungen werden sofort ersichtlich und können beseitigt werden.

POLARITÄTSPROFIL



4 | **Technische Universität Braunschweig**
Das Forschungsvorhaben wird gefördert mit Mitteln des Bundesamtes für Bauwesen und Raumordnung

Objektsteckbrief

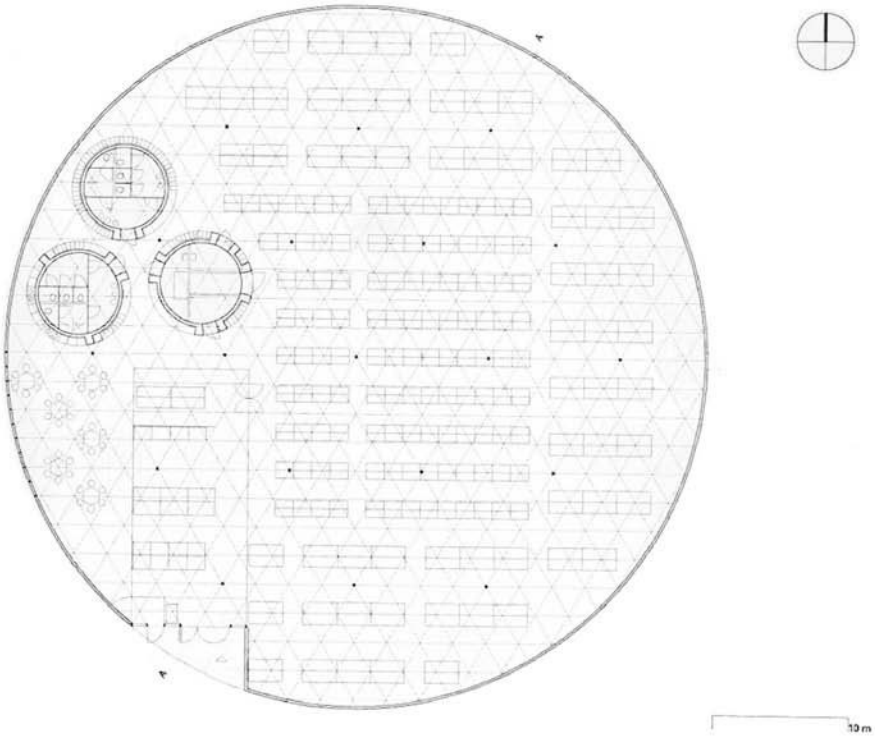


Abb.FRA10: Grundriss [Lees 09] S.35



Abb.FRA11: Anlieferungszone [Lees 09] S.31

Das Forschungsvorhaben wird gefördert mit Mitteln des Bundesamtes für Bauwesen und Raumordnung

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.

Objektsteckbrief

WANDLUNGSFÄHIGKEIT



Abb.FRA12: Innenraum [Lees 09] S.34



Abb.FRA13: Runde Kerne [Lees 09] S.35

Das Forschungsvorhaben wird gefördert mit Mitteln des Bundesamtes für Bauwesen und Raumordnung

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.

Objektsteckbrief

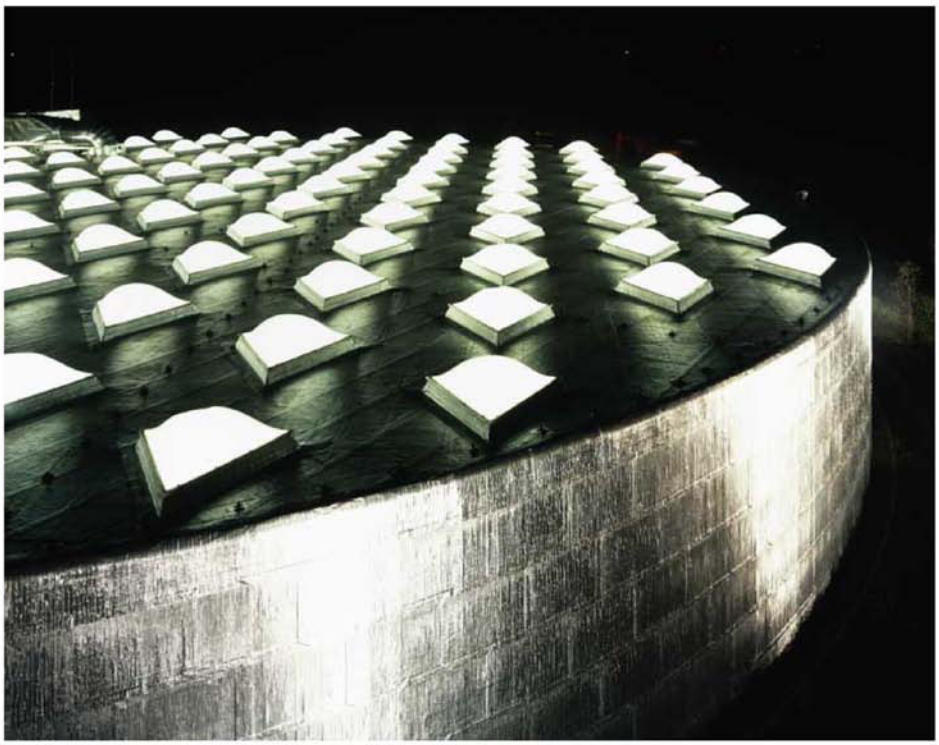


Abb.FRA16: Sicht auf das Dach [Ruby 07] S.15



Abb.FRA17: Gebäude bei Nacht [Ruby 07] S.15

Das Forschungsvorhaben wird gefördert mit Mitteln des Bundesamtes für Bauwesen und Raumordnung

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.

3.3 Fallspezifische Anforderungsprofile

Neben der reinen Abbildung des Gebäudes innerhalb der Beispielsammlung wird anhand der gewonnenen Informationen ein Anforderungsprofil für jedes Gebäude erstellt, welches aufzeigt, auf welche Anforderungen aus der Szenario-Prognostik das zu untersuchende Gebäude eingeht.

Fallspezifische Anforderungen

Ausgehend von dem Kenntnisstand im Gebäudesteckbrief, wird ermittelt, ob und wie das Gebäude auf die Anforderungen reagiert und Lösungen anbietet, und wie Wandlungsfähigkeit und Effiziens erreicht werden.

Das Vorgehen kann am Beispiel der Wandlungsfähigkeit mit folgender Frage belegt sein: Liefert dieses Gebäude im Bezug zur Wandlungsfähigkeit Lösungsansätze? Kann es vergrößert, verkleinert oder verlagert werden? Oder ist es in seiner Grundeinheit fest, dafür aber variabel nutzbar? Lassen sich aus den Anforderungen Antworten ableiten, geht das Gebäude auf die entsprechenden Anforderungen ein.

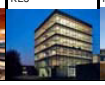
Aus der Verteilung der Anforderungen auf die das Gebäude eingeht bildet sich ein objektspezifisches Anforderungsprofil, welches in den nachfolgenden Tabellen für das jeweilige Einzelprojekt der Beispielsammlung abgebildet wird.

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.

Anforderungsmatrix der Praxisbeispiele

Anforderungen an Produkt Gebäude													
Gebäudeeffizienz	Wandlungsfähigkeit	Flexibilität	Vergrößerung	o	o	o	o		o	o	o	o	o
			Verkleinerung		o	o						o	
			Verlagerung		o								
		Variabilität	Trennung	o	o	o	o	o		o	o	o	
			Integration	o		o	o	o	o	o	o	o	o
			Vorhaltung		o	o							
			Versetzung			o							
		Funktionalität	Nutzung	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o
			Produktion			o	o				o		o
			Konditionierung	o		o					o	o	o
			Innovation	o	o		o		o	o	o		
		Ökologie	Zertifizierung	o		o							
			Sozio-kulturelle Aspekte	o	o	o	o				o		
			Ökologische Aspekte	o		o		o			o		o
		Ökonomie	Wirtschaftliche Aspekte	o		o	o	o	o	o	o	o	o
			Finanzielle Aspekte	o	o	o		o		o	o	o	o
			Zeitliche Aspekte	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o
		Gestaltung	Prägung durch Architekten	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o
			Prägung durch Unternehmensleitsätze	o	o	o	o				o		o
			Prägung durch Unternehmensinhalt					o	o	o		o	
			Prägung durch das Produkt			o		o					
			Prägung durch Wiederholung		o						o		
			Prägung durch Markeninhalt				o						
	Normen, Gesetze und Richtlinien			o	o	o	o	o	o	o	o	o	o
Anforderungsprofile der Beispielprojekte				0010WIL IND PM WAN	0050DOR IND PM FE VS IMA WAN RES	0051HDM IND PM WAN IMA	0001TRU IND PM WAN IMA	0002KAU IND LD WAN RES IMA	0004ERC IND PM IMA RES	0005FAR IND LD IMA	0007GIR IND PM WAN RES	0009MOR IND LD IMA WAN	0015MPD IND PM RES SYS
													

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.

o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o
o	o	o									o	o
o											o	o
o	o	o	o	o			o	o	o	o	o	o
o	o	o	o	o	o	o	o		o		o	o
o		o					o				o	o
o											o	
o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o		o
o	o			o	o		o	o	o	o		o
	o	o	o	o	o	o		o				
o	o			o			o		o		o	o
			o					o	o			
o	o	o	o	o	o	o		o	o	o		
o	o		o		o		o	o	o		o	o
o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o
o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o
o	o	o	o	o	o	o	o		o	o	o	o
o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o
o	o	o	o	o	o	o	o	o		o		
	o						o		o			o
									o	o		
o							o				o	o
o												
o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o
0016REN IND VS WAN IMA	0017APL IND PM LD IMA	0019THO IND PM WAN SYS	0032 PRO IND PM WAN SYS	0040MON IND PM VS RES	0041BAS IND VS IMA	0042WAL IND PM LD VS WAN IMA	0043FRA IND LD IMA	0044GRO IND PM RES IMA	0046OBE IND PM IMA	0054TRE IND PM IMA WAN	0055IBM IND LD WAN	0003USM IND SYS PM WAN RES IMA
												

Tab. E20: Anforderungsmatrix

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.

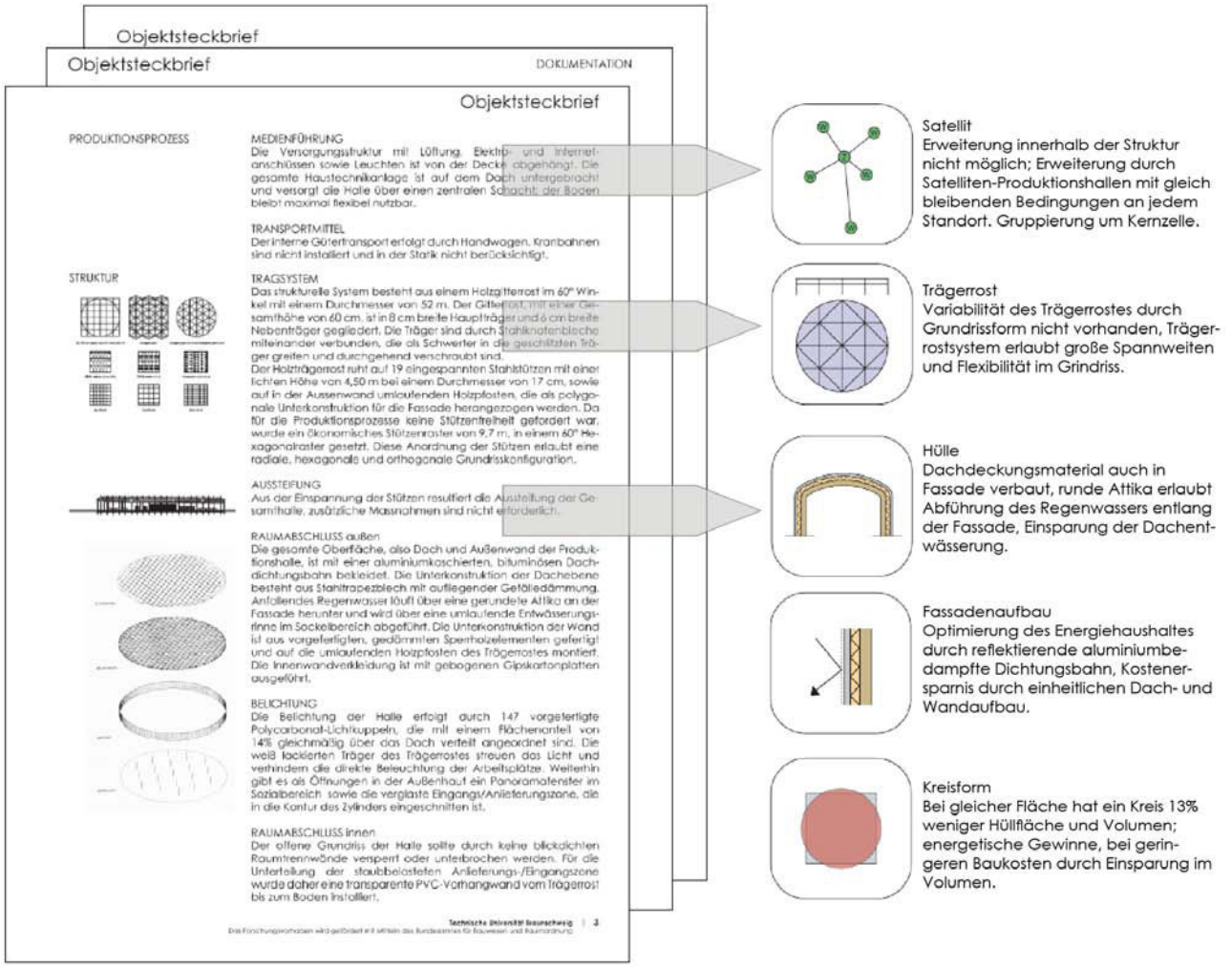


Abb. E72: Extraktion fallspezifischer Strategien

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.

3.4 Fallspezifische Strategien zur Umsetzung der Anforderungsprofile

Basierend auf dem Steckbrief werden Strukturen analysiert, die den Anforderungen aus der Szenarioprognostik entsprechen.

Die nachfolgende Matrix (Tab. E21) stellt dar, wie sich ausgehend von dem ermittelten fallspezifischen Anforderungsprofil bezogen auf die Kernanforderungen und ihrer Unteraspekte über gezielte Fragestellungen anwendbare Strategien als bauliche Umsetzungsmöglichkeiten ergeben.

Dieser Prozess „Frage - Antwort - Weiterleitung - Ergebnis“ kann am Beispiel der Wandlungsfähigkeit mit folgenden Fragen belegt sein: Welche Formen der Wandlungsfähigkeit weist das fallspezifische Anforderungsprofil auf und welche Strategien sind erforderlich bzw. können angewendet werden, um diese Anforderung der Wandlungsfähigkeit zu erreichen? Welche Systemebenen (Standort, Tragwerk, Hülle, TGA etc.) sind bei der Umsetzung der Strategie aktiv? Wie definieren sich die baulichen Umsetzungen?

Die Analyse von fallspezifischen Umsetzungen ist projektbezogen an den Objektsteckbrief angehängt und besteht aus einem Piktogramm mit der wesentlichen fallspezifischen Information und einem erläuterndem Textbaustein.

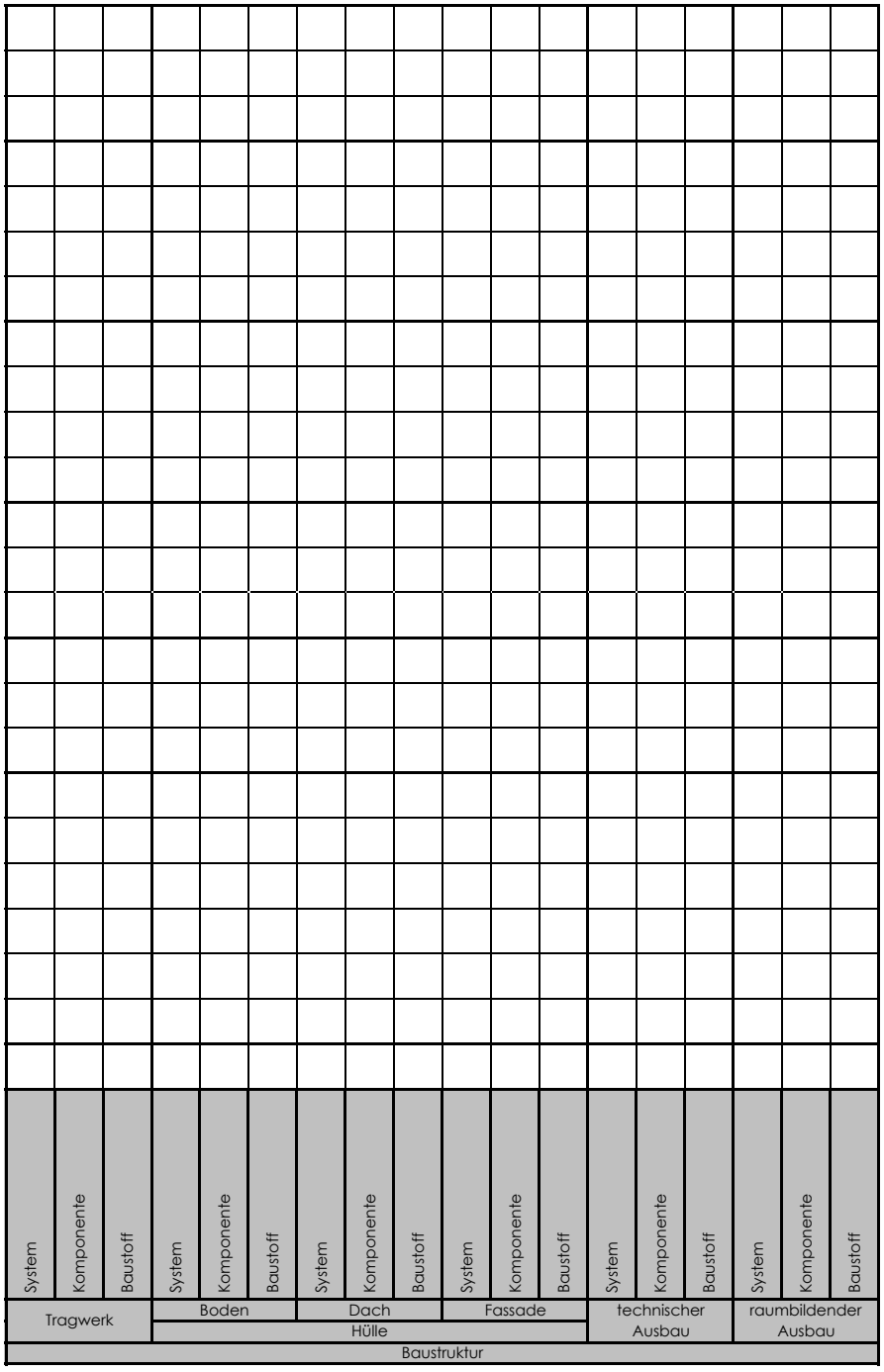
Nachfolgendes Beispiel des Produktionsgebäudes der Fraba AG aus der Sammlung der Fallbeispiele zeigt, wie sich die forschungsrelevanten Themenaspekte, also die aus der Matrix hervorgegangenen baulichen Ausprägungen, extrahieren und für die Integration in den Strukturbaukasten abbilden lassen (Abb. E72).

Die herausgearbeiteten Themenaspekte werden für sich analysiert aber auch in ihrem Zusammenhang und ihrer Abhängigkeit zueinander betrachtet und in Beziehung gestellt. Der Katalog einzelner Themenaspekte bildet die Grundlage, das Gesamtgefüge eines Industriegebäudes sowie Zusammenhänge und Abhängigkeiten aller Gebäude überblicken zu können.

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.

Anforderungen an Produkt Gebäude	Wandlungsfähigkeit	Flexibilität	Vergrößerung															
			Verkleinerung															
			Verlagerung															
		Variabilität	Trennung															
			Integration															
			Vorhaltung															
			Versetzung															
	Gebäudeeffizienz	Funktionalität	Nutzung															
			Produktion															
			Konditionierung															
			Innovation															
		Ökologie	Zertifizierung															
			Sozio-kulturelle Aspekte															
			Ökologische Aspekte															
		Ökonomie	Wirtschaftliche Aspekte															
			Finanzielle Aspekte															
			Zeitliche Aspekte															
		Gestaltung	Prägung durch Architekten															
			Prägung durch Unternehmensleitsätze															
			Prägung durch Unternehmensinhalt															
			Prägung durch das Produkt															
			Prägung durch Wiederholung															
			Prägung durch Markeninhalt															
	Normen, Gesetze und Richtlinien																	
Anforderungsprofile der Beispielprojekte				Lage	Erschließung	Anordnung	Lage	Erschließung	Anordnung	Lage	Erschließung	Anordnung	Organisation	Material/Informationsfluss	Fertigungsprozess	Belüftung	Belichtung	Akkustik
				Werksgelände			Parzelle			Baukörper			Produktion			Konditionierung		
				Standort									Raum					
													Nutzung					

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.



Tab. E21 Matrix fallspezifischer Strategien

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.

3.5 Validierung der Fallbeispiele

Im Rahmen dieses Forschungsvorhabens bezeichnet Evaluation den Vorgang der Beschreibung, Analyse und Bewertung der Beispielprojekte. Ziel des durchgeführten Evaluationsverfahrens ist die Informationsgewinnung über die Entsprechung, hier die tatsächlich umgesetzte und quantifizierte Erfüllung, zur Erwartung des jeweils angefertigten Anforderungsprofils eines Projektes aus der Fallbeispielsammlung.

Überführen der Kernanforderungen in ein Polaritätsprofil

Anhand der aufgestellten Definition der Kernthemen mit ihren Anforderungen und deren Beziehung zueinander lassen sich Objekte anforderungsspezifisch abbilden. Die zu untersuchenden Objekte werden auf die ermittelten Kriterien hin analysiert und bewertet. Die gewonnenen Werte lassen sich in ein Polaritätsprofil übertragen und visualisieren die Ausprägungsintensität (vgl. Abb. 73). Das Polaritätsprofil dient als Bewertungsmethode zum Vergleich verschiedener Lösungsalternativen bezüglich der relevanten Kernanforderungen der Untersuchung. Die zu beurteilenden Merkmale, Eigenschaften und Anforderungen werden nacheinander auf einer Skala markiert. Die Abbildungsstrecken der Einzelfaktoren werden im Polaritätsprofil, zur Abbildung der skalierbaren Argumente, strahlenförmig um ein Zentrum herum angeordnet und zeigen den Maßstab der Zielerfüllung der ermittelten Anforderungen an. Die zu untersuchenden Objekte werden bezüglich ihrer Eigenschaften untereinander vergleichbar abgebildet.

Untersuchte Kriterien

Die Untersuchungskriterien sind entsprechend den Themenfeldern der Kernanforderungen zusammengefasst. Die Wandlungsfähigkeit wird durch die Themenfelder Variabilität und Flexibilität abgebildet. Die Gebäudeeffizienz durch die Themenfelder Ökologie, Ökonomie, Gestaltung und Funktionalität. Gesetze, Richtlinien und Normen werden als Untersuchungsfeld separat aufgelistet und bewertet. Sie gehen durch ihren allgemeingültigen Charakter nicht als einzelnes Untersuchungsfeld in die Validierung ein und werden daher nicht in die Gesamtbetrachtung der Gebäudequalität mit einbezogen.

Validierungsmatrix

Durch die Bewertung der jeweiligen Kriterien der Themenfelder durch eine einer Punkteskala entsprechenden Symbolik, kann je Themenfeld ein maximaler Entsprechungswert der Erwartung von 100% erreicht werden. Je nach Bewertung der umgesetzten Anforderung werden die Symbole für die Einzelaspekte vergeben.

●	2 Punkte	⦿	1Punkt	○	0,5 Punkte

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.

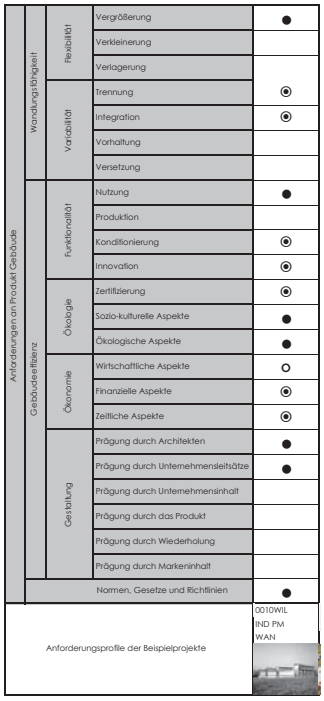
Die Validierungsmatrix (Tab. 23) zeigt den Aufbau und den prozentual ermittelten Erfüllungsgrad der Anforderung. Die aus dieser Matrix ermittelten Werte jedes einzelnen Fallbeispiels werden im jeweiligen Gebäudesteckbrief in ein Polaritätsprofil übertragen und bilden somit die Erfüllung bezüglich der Anforderungen ab.

Auswertung

Die hier aufgeführte Validierung der Umsetzung der Anforderung kann als Gradmesser der Zukunftsfähigkeit herangezogen werden. Wie in der Einleitung in Kapitel I.4 bereits beschrieben muss ein Industriegebäude, um als zukunftsfähig bezeichnet zu werden, nicht allen möglichen, sondern allen wahrscheinlichen, in der Zukunft auftretenden Anforderungen entsprechen können.

Die rein wirtschaftliche Bewertung kann an dieser Stelle als Gradmesser der aktuell im Gebäude vorhandenen Strukturen herangezogen werden. Die hier negativ bewerteten, weil als Vorhaltungen aktuell unwirtschaftlichen und noch nicht relevanten Strukturen müssen in diese Bewertung einfließen.

Dementsprechend ist es unabdingbar, in die aktuelle Gebäudenachhaltigkeitsbewertung, Faktoren, wie die der zur Entsprechung zukünftiger Anforderungen vorgehaltenen Gebäudestrukturen, mit einzubeziehen. Es muss abgewogen werden, ob der Aufwand für die Erstellung der Vorhaltung oder der spätere Nutzen der Vorhaltung als gewichtiger einzuschätzen ist. Die hier durchgeführte Validierungsmethode liefert dazu erste Ansätze.



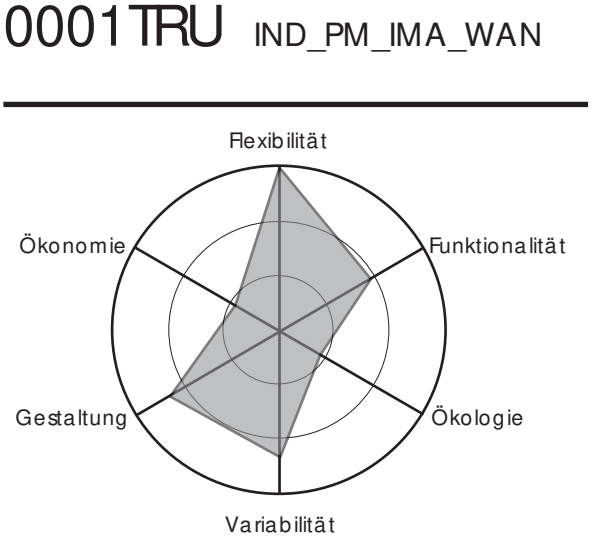


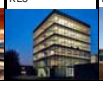
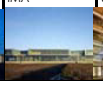
Abb. E73: Überführung des validierten Anforderungsprofils in ein Polaritätsprofil

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.

Anforderungsmatrix der Praxisbeispiele

Anforderungen an Produkt Gebäude				0010WIL IND PM WAN	0050DOR IND PM FE VS IMA WAN RES	0051HDM IND PM WAN IMA	0001TRU IND PM WAN IMA	0002KAU IND LD WAN RES IMA	0004ERC IND PM IMA RES	0005FAR IND LD IMA	0007GIR IND PM WAN RES	0009MOR IND LD IMA WAN	0015MPD IND PM RES SYS
Wandlungsfähigkeit	Flexibilität	Vergrößerung		●	●	●	●		○	◉	●	◉	○
		Verkleinerung			○	◉						○	
		Verlagerung			○								
	Variabilität	Trennung		◉	○	●	●	●		◉	◉	●	
		Integration		◉		◉	◉	●	●	○	●	○	○
		Vorhaltung			●	○							
		Versetzung				○							
Gebäudeeffizienz	Funktionalität	Nutzung		●	◉	●	●	●	●	○	●	◉	●
		Produktion				●	◉				●		◉
		Konditionierung		◉		○					●	○	○
		Innovation		◉	○		○		●	●	◉		
	Ökologie	Zertifizierung		◉		○							
		Sozio-kulturelle Aspekte		●	○	◉	○				○		
		Ökologische Aspekte		●		◉		●			○		○
	Ökonomie	Wirtschaftliche Aspekte		○		◉	◉	●	●	●	●	●	●
		Finanzielle Aspekte		◉	◉	●		◉		◉	◉	◉	○
		Zeitliche Aspekte		◉	◉	●	○	◉	○	◉	○	○	●
	Gestaltung	Prägung durch Architekten		●	◉	◉	◉	◉	●	●	◉	◉	●
		Prägung durch Unternehmensleitsätze		●	●	◉	●				●		◉
		Prägung durch Unternehmensinhalt						◉	●	●		◉	
		Prägung durch das Produkt				●		●					
		Prägung durch Wiederholung			◉						◉		
		Prägung durch Markeninhalt					○						
Normen, Gesetze und Richtlinien				●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Anforderungsprofile der Beispielprojekte													

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.

●	●	●	◉	○	◉	○	○	●	◉	◉	◉	●
●	○	○									◉	●
○ ●											● ◉	○ ●
○	●	●	○	○	◉	●	○		○		●	●
○		○					●				○	○
○											●	
○	●	○	○	●	●	○	◉	●	◉	●		○
○	◉			◉	●		◉	○	○	◉		○
	●	●	●	●	○	○		●				
○	◉			◉			○		○		●	●
			●					●	●			
○	●	◉	○	◉	◉	○		○	○	○		
○	○		●		○		○	●	●		●	○
●	◉	○	◉	●	◉	●	◉	●	●	◉	◉	●
○	○	○	●	◉	○	○	○	○	○	◉	○	○
◉	◉	○	◉	◉	○	○	◉		●	●	◉	◉
◉	●	●	◉	◉	●	◉	◉	◉	●	◉	◉	●
◉	◉	◉	◉	●	●	●	◉	●		◉		
	◉						◉		◉			◉
									◉	●		
◉							◉				◉	◉
◉												
●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
0016REN IND VS WAN IMA	0017APL IND PM LD IMA	0019THO IND PM WAN SYS	0032 PRO IND PM WAN SYS	0040MON IND PM VS RES	0041BAS IND VS IMA	0042WAL IND PM LD VS WAN IMA	0043FRA IND LD IMA	0044GRO IND PM RES IMA	0046OBE IND PM IMA	0054TRE IND PM IMA WAN	0055IPE IND LD WAN	0003USM IND SYS PM WAN RES IMA
												

Tab. E22: Validierungsmatrix

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.

Anforderungsmatrix der Praxisbeispiele

Anforderungen an Produkt Gebäude													
Wandlungsfähigkeit	Flexibilität	Vergrößerung	●	●	●	●		○	◉	●	◉	○
		Verkleinerung		○	◉						○	
		Verlagerung		○								
		Erfüllungsgrad	100%	50%	75%	100%	0%	50%	75%	100%	38%	25%
	Variabilität	Trennung	◉	○	●	●	●		◉	◉	●	
		Integration	◉		◉	◉	●	●	○	●	○	○
		Vorhaltung		●	○							
		Versetzung			○							
		Erfüllungsgrad	50%	63%	50%	75%	100%	100%	38%	75%	63%	25%
Gebäudeeffizienz	Funktionalität	Nutzung	●	◉	●	●	●	●	○	●	◉	●
		Produktion			●	◉				●		◉
		Konditionierung	◉		○					●	○	○
		Innovation	◉	○		○		●	●	◉		
		Erfüllungsgrad	75%	38%	75%	59%	100%	100%	63%	88%	38%	88%
	Ökologie	Zertifizierung	◉		○							
		Sozio-kulturelle Aspekte	●	○	◉	○				○		
		Ökologische Aspekte	●		◉		●			○		○
		Erfüllungsgrad	83%	25%	38%	25%	100%	0%	0%	25%	0%	25%
	Ökonomie	Wirtschaftliche Aspekte	○		◉	◉	●	●	●	●	●	●
		Finanzielle Aspekte	◉	◉	●		◉		◉	◉	◉	○
		Zeitliche Aspekte	◉	◉	●	○	◉	○	◉	○	○	●
		Erfüllungsgrad	42%	50%	75%	25%	67%	42%	67%	58%	58%	75%
	Gestaltung	Prägung durch Architekten	●	◉	◉	●	◉	◉	◉	●	◉	●
		Prägung durch Unternehmensleitsätze	●	●	●	●				●		◉
		Prägung durch Unternehmensinhalt					●	●	●		◉	
		Prägung durch das Produkt			●		●					
		Prägung durch Wiederholung		◉						◉		
		Prägung durch Markeninhalt				○						
		Erfüllungsgrad	100%	66%	83%	75%	83%	75%	75%	83%	50%	75%
	Normen, Gesetze und Richtlinien		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Anforderungsprofile der Beispielprojekte			0010WIL IND PM WAN	0050DOR IND PM FE VS IMA WAN RES	0051HDM IND PM WAN IMA	0001TRU IND PM WAN IMA	0002KAU IND LD WAN RES IMA	0004ERC IND PM IMA RES	0005FAR IND LD IMA	0007GIR IND PM WAN RES	0009MOR IND LD IMA WAN	0015MPD IND PM RES SYS
												

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.

●	●	●	⦿	○	⦿	○	○	●	⦿	⦿	⦿	●
●	○	○									⦿	●
○											●	○
75%	63%	63%	50%	25%	50%	25%	25%	100%	50%	50%	63%	75%
●	○	○	○	○			●	●	⦿	⦿	⦿	●
○	●	●	○	○	⦿	●	○		○		●	●
○		○					●				○	○
○											●	
44%	63%	50%	25%	25%	50%	100%	75%	100%	38%	50%	69%	75%
○	●	○	○	●	●	○	⦿	●	⦿	●		○
○	⦿			⦿	●		⦿	○	○	⦿		○
	●	●	●	●	○	○		●				
○	⦿			⦿			○		○		●	●
25%	75%	63%	63%	75%	75%	25%	38%	75%	34%	75%	100%	50%
			●					●	●			
○	●	⦿	○	⦿	⦿	○		○	○	○		
○	○		●		○		○	●	●		●	○
25%	63%	50%	75%	50%	38%	25%	25%	75%	75%	25%	100%	25%
●	⦿	○	⦿	●	⦿	●	⦿	●	●	⦿	⦿	●
○	○	○	●	⦿	○	○	○	○	○	⦿	○	○
⦿	⦿	○	⦿	⦿	○	○	⦿		●	●	⦿	⦿
58%	42%	25%	67%	67%	33%	50%	42%	63%	75%	67%	42%	58%
●	●	●	⦿	⦿	●	⦿	●	⦿	●	●	⦿	●
●	⦿	⦿	⦿	●	●	●	●	●		●		
	⦿						⦿		⦿			⦿
									⦿	●		
⦿							●				⦿	⦿
⦿												
75%	66%	75%	50%	75%	100%	75%	88%	75%	75%	100%	50%	75%
●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
0016REN IND VS WAN IMA	0017APL IND PM LD IMA	0019THO IND PM WAN SYS	0032 PRO IND PM WAN SYS	0040MON IND PM VS RES	0041BAS IND VS IMA	0042WAL IND PM LD VS WAN IMA	0043FRA IND LD IMA	0044GRO IND PM RES IMA	0046OBE IND PM IMA	0054TRE IND PM IMA WAN	0055IPE IND LD WAN	0003USM IND SYS PM WAN RES IMA
												

Tab. E23: Validierungsmatrix -Prozentuale Validierung

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.

E4 Ergebnis

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.

E4 Ergebnis

4.1 Strukturtypologie und Strategienkatalog

In Kapitel E4 werden die aus der Beispielsammlung gewonnenen Ergebnisse in einen Strategienkatalog und einer ergänzenden, allgemeinen Strukturtypologie abgebildet.

Anwendung von Strukturtypologie und Strategienkatalog

Das grafische Darstellung der Strukturtypologie mit system- und strukturbestimmenden Merkmalen und des Strategienkataloges mit Abbildung der Kernanforderungen an zukunftsfähige Industriebauten und der Systemebenen vom Standort bis hin zu einzelnen Baustrukturen und Baukomponenten soll potentielle Planer und Bauherren eines Industriegebäudes auf die starken Abhängigkeiten zwischen baustrukturellen Entscheidungen und dem Ergebnis eines zukunftsfähigen Industriegebäudes aufmerksam machen. Außerdem soll den Planungsbeteiligten das Potential, das in einer sorgfältigen Planung und Umsetzung dieses sensiblen Beziehungsgefüges steckt, nahe gebracht werden. Die Erarbeitung eigener fallspezifischre Gebäudeanforderungen und Umsetzungsstrategien soll auf der Grundlage der in der Forschung angewandten Systematik angeleitet werden. Erst durch die umfassende Auseinandersetzung mit den ermittelten Anforderungen und der umfassenden Kenntnis über das Zusammenspiel der Systemebenen kann der Anwender hinterfragen, welche Kriterien in seiner Planung berücksichtigt werden müssen. Der Strategienkatalog zeigt ihm dann durch Abbildung anforderungsspezifischer Strukturen mögliche Lösungsansätze auf, wie seine Anforderungen umgesetzt werden können. Die im Katalog aufgeführten Umsetzungsstrategien stellen lediglich eine Zusammenstellung potentieller Lösungsmöglichkeiten für die angestrebte Erfüllung einer Anforderung dar. Eins zu eins Übertragungen dieser Lösungen auf das eigene Industriebauvorhaben sind oftmals nur ansatzweise möglich. Dennoch hilft der dargestellte Strategienpool dabei, zuerst einmal die vielfältigen Ansätze kennen zu lernen. Durch Hinterfragung der eigenen Anforderungen an das neue Gebäude kann erst ein zukunftsfähiger Bau entstehen, da dieser nur die für den speziellen Nutzer wichtigen Aspekte bedient. Die Lösung der Zukunftsfähigkeit kann nicht die Multifunktionshalle sein, die sowohl flexibel als auch variabel ist und darüber hinaus sämtliche Vorhaltungen bereithält um in Zukunft für alle neuen Anforderungen gewappnet zu sein; vielmehr muss der zukunftsfähige Industriebau genau den Zielvorgaben des Nutzers/Planers entsprechen, der im Vorfeld die entscheidenden Parameter festlegt und damit Strukturen schafft, die im Bedarfsfall aktiviert werden können, um den neuen Anforderungen zu entsprechen. Als konkrete Handlungsempfehlung kann somit an dieser Stelle die Hinterfragung der eigenen Anforderungen für zukunftsfähige Industriebauteten dem Leser mitgegeben werden. Erst dadurch kann er gezielt nach für ihn relevanten Strukturen im Strategienkatalog suchen und sich mit den konkreten, angewandten Strategien innerhalb der Fallbeispielsammlung auseinandersetzten.

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.

4.2 Strukturtypologie

Der Strategienkatalog wird um die Strukturtypologie ergänzt, eine systematisch geordnete Sammlung von Strukturen, durch die deren allgemeine Strukturmerkmale bestimmt werden. Das Hauptkriterium der Typologie liegt auf den verwendeten Erweiterungsmöglichkeiten der Strukturtypen, die den Industriebau der Zukunft bestimmen werden. Die aus der in Kapitel E3 gewonnenen system- und strukturbestimmenden Merkmale der Fallbeispiele werden in Abb. E 74 alle im gleichen Maßstab abgebildet. Die Abbildung zeigt auch deren Unabhängigkeit von der Gebäudegröße.

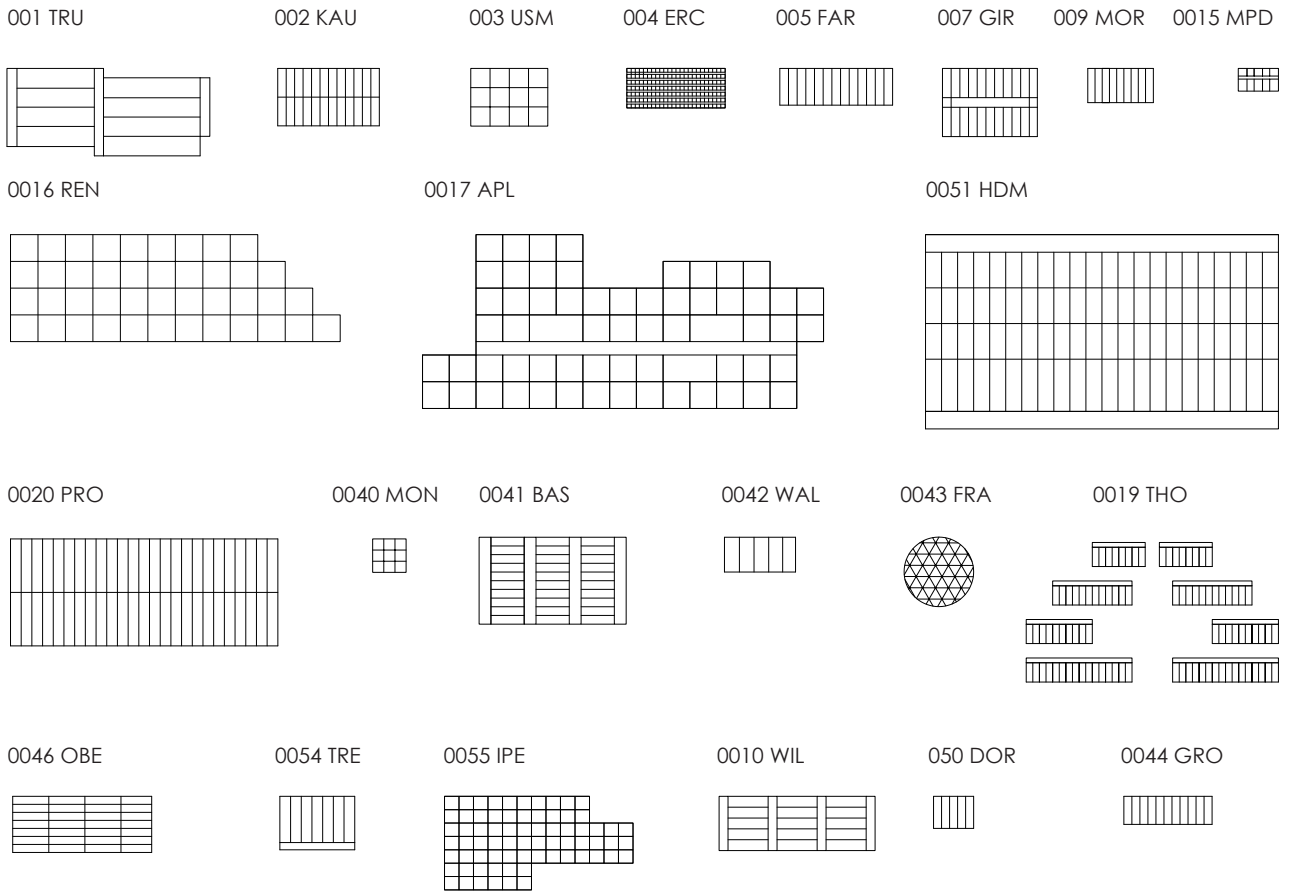


Abb. E74: Ermittlung allgemeingültiger Strategien aus Fallbeispielen Handhabung und Leserichtung

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.

4.2.1 Handhabung und Leserichtung

Die Merkmale werden nach konstruktiven und gebäudeplanerischen Faktoren systematisch katalogisiert und um das Merkmal der Erweiterungsmöglichkeiten ergänzt. Neben der Grundrissstruktur werden die Aspekte Transport, Installation und dienende Nebenräume in Grundriss und Schnittprofil dargestellt. Die Grundtypen und ihre Strukturmerkmale werden nachfolgend erläutert



Einschiffige Halle

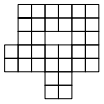
Hallen sind längsorientierte Bauten mit **stützenfrei** überspanntem Innenraum. Sie werden durch eine gerichtete Tragstruktur mit engstehenden Stützenreihen entlang der Längsseiten und die dadurch entstehende frei überspannte Fläche bestimmt. Systemisch können einschiffige Hallen durch Addition von Tragwerksachsen in der Längsrichtung erweitert werden. In der anderen Richtung sind Erweiterungen nicht bzw. nur durch Addfition vollständiger Hallenschiffe möglich. Die Systemstruktur ermöglicht unterschiedliche Grundrisskonfigurationen für mehrschiffige Hallen (Länge der Einzelschiffe). Merkmale von Hallenbauten sind unter anderem die einfache Integration von Kranbahnen und die bevorzugte Lage und Vorhaltung der Installationen zur Gewährleistung einer frei von Einbauten gehaltenene Decke.

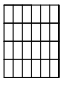


Halle mit Randzone

Hallenbauten können durch längsseitige **Randzonen** in ihrem Funktionsumfang ergänzt werden. Diese Randzonen sind dem Hallenschiff seitlich zugeordnet und nehmen dienende, kleinteilige Nutzungen wie die Installation oder Nebenräume auf, die über die gesamte Hallenhöhe und Länge gehen oder auch mehrgeschossig ausgeführt werden können. Es ergeben sich drei systemische Erweiterungsstrukturen:

1. Hallen mit Randzonen und alternierenden zwischenliegenden Hallenschiffen
2. Hallen mit zentraler Randzone als Rückgrat an das die Hallenschiffe beidseitig anliegen
3. Hallen mit seitlichen Randzonen in der die Nebnennutzungen mehrere hinterienandergeschaltete Hallenschiffe umschliessen.



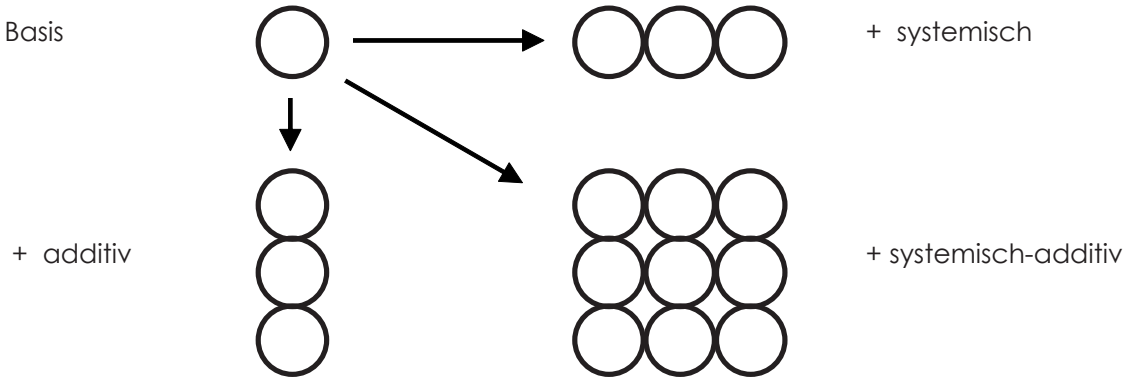


Flachbauten

Flachbauten sind durch Strukturen bestimmt, die eine grosse zusammenhängende Fläche bilden können, die aber nicht stützenfrei überspannt ist. Flachbauten sind systemisch in den Richtungen ihrer Hauptachsen erweiterbar. Man unterscheidet die Flachbauten entsprechend ihrer Tragstruktur in gerichtete und ungerichtete Systeme.

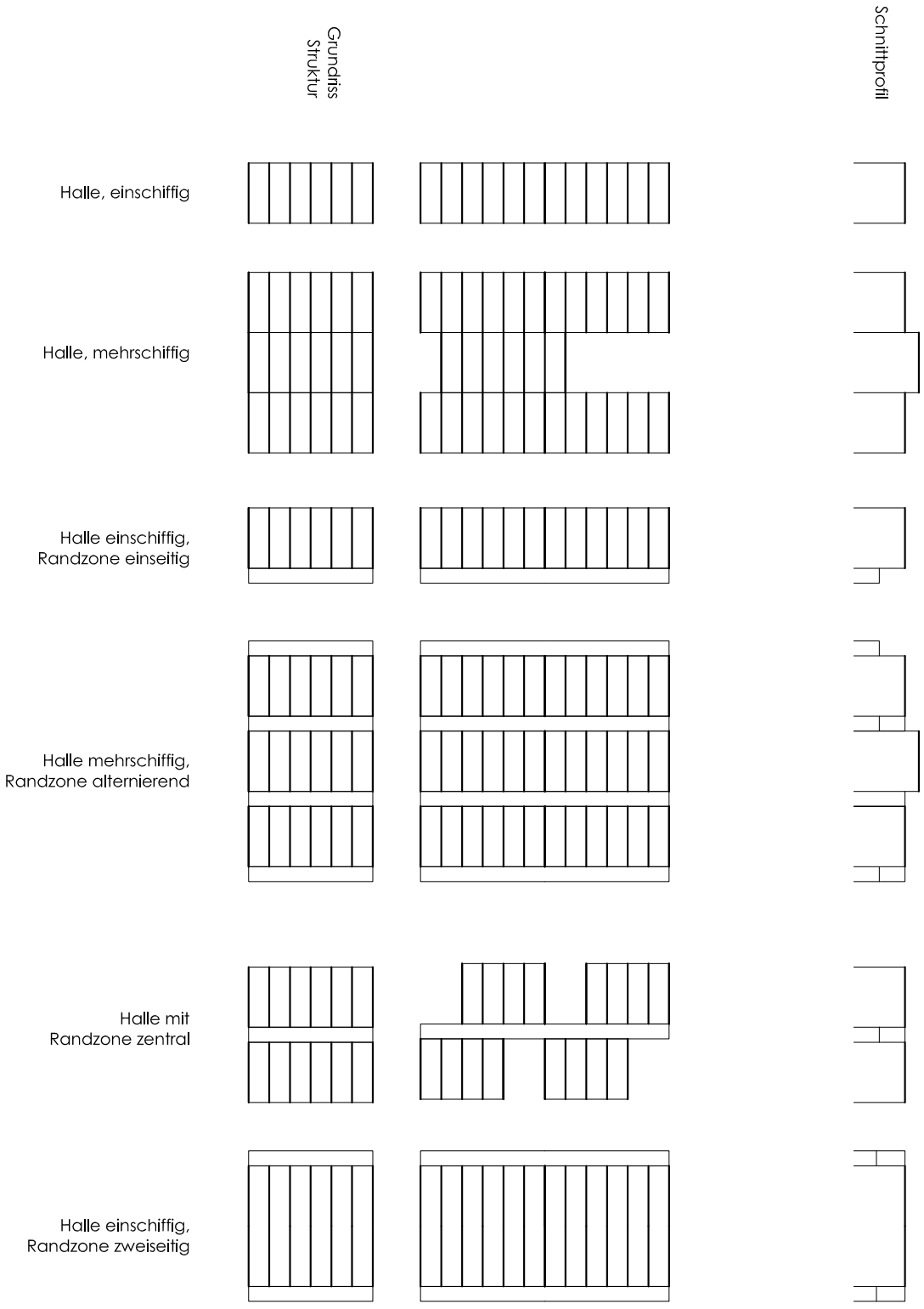
Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.

Der Grundtyp der Halle wird in der nebenstehenden Abbildung jeweils **systemisch** erweitert. In der unterhalb liegenden Abbildung ist die Erweiterungsstruktur **additiv.** Diagonal als Summe der beiden Erweiterungen steht die **systemisch-additive** Erweiterung, durch die auch die Grundtypen der Flachbauten erweitert werden.

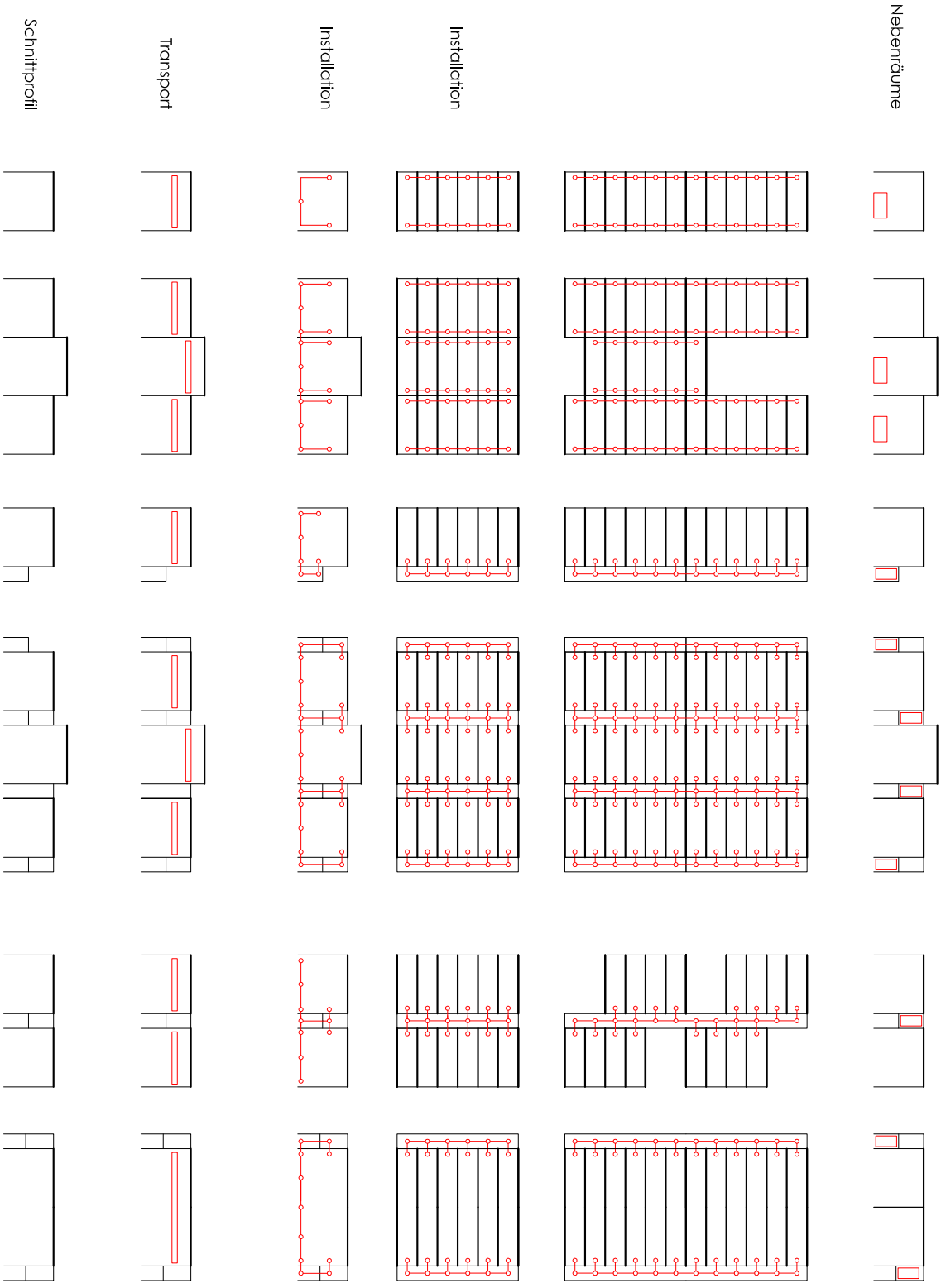


Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.

4.2.2 Die Strukturtypologie



Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.

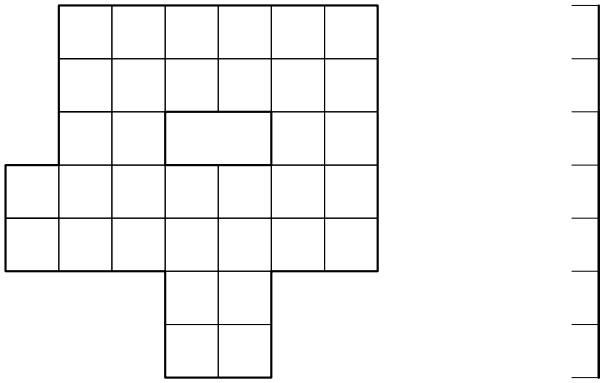


Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.

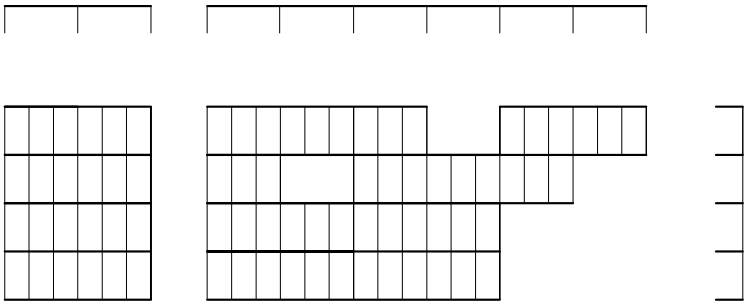
Grundriss Struktur

Schnittprofil

Flachbau ungerichtet



Flachbau gerichtet



Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.



Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.

4.3 Strategienkatalog

Der Strategienkatalog weist Lösungsmöglichkeiten für die vorher definierten Gebäudetypen der Strukturtypologie auf und bildet so von praktischer Seite zusammen mit den fallspezifischen Strategien der Projektbeispiele und den Erläuterungen der Themenaspekte aus Kapitel 2 den Katalog der Handlungsempfehlungen für den Planungsleitfaden „Zukunft Industriebau".

Die Übertragung der fallspezifischen baulichen Umsetzungsstrategien aus der Analyse der Beispielprojekte in einen unspezifischen (abstrakten) Strategienkatalog verfolgt die weitgehende Entkoppelung der Strategien von deren Gebäudekontext. Diese Vorgehensweise soll für den Nutzer des Kataloges eine breite Zugänglichkeit zu Lösungsmöglichkeiten durch eine allgemeine Zuordnung der eigenen Bauaufgabe ermöglichen. Hat der Nutzer diese Zuordnung der eigenen Bauaufgabe innerhalb des Strategienkataloges vorgenommen, eröffnet ihm die Rückkoppelung zu den fallspezifischen Strategien der Einzelprojekte einen Pool an Einzellösungen.

So unterschiedlich wie die Produkte der verschiedenen Unternehmen sind auch deren Gebäude-Anforderungsprofile und baulichen Umsetzungsstrategien, was eine Standardisierung und Vereinheitlichung baustruktureller Strategien (zur baulichen Umsetzung von Gebäudeanforderungen) und deren Zusammenführung in einer Art „Strategienbaukasten" zur Zusammenstellung eines Gebäudes als wenig sinnvoll erscheinen lässt. Es gibt nicht immer ein und dieselbe Ausgangssituation und ein und dasselbe Anforderungsprofil, das sich mit immer denselben Strategien baulich lösen lässt (vgl. Kapitel 3.3 Fallspezifische Anforderungsprofile). Und auch die baustrukturellen Abhängigkeiten der einzelnen Ebenen sind es, die eine Vorgehensweise nach dem „Baukastenprinzip" erschweren.

Die verschiedenen baulichen Lösungsansätze werden in einem Katalog aufgeführt und nebeneinander gestellt mit dem Ziel, für das enge Beziehungsgeflecht (Abhängigkeit) zwischen baustruktureller Entscheidungen und Auswirkung auf die Nutzbarkeit eines Gebäudes zu sensibilisieren. Der Strategiekatalog soll als systematisch geordnete Sammlung von Strukturen verstanden werden. Hierbei sollen Strategien von zukunftsorientierten Baustrukturen entlang der Systemebenen des Industriebaus aufgeführt werden, so dass hier alternative Lösungsansätze aufgezeigt werden können und eine Auswahlhilfe für die jeweilige Anforderung dargestellt werden kann.

Aus der Beispielsammlung erkannte praxisorientierte Strategien sind abstrahiert und allgemeingültig in den Katalog eingeflossen. Bei der systematischen Einordnung wurden Strategien erkannt, die nicht in einem Beispielprojekt Anwendung fanden. Diese Strategien wurden mit aufgenommen, sind aber ohne Fallsbeispiel referenziert. Kritisch anzumerken ist, dass der erstellte Strategienkatalog keinen Anspruch auf Vollständigkeit erheben kann.

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.

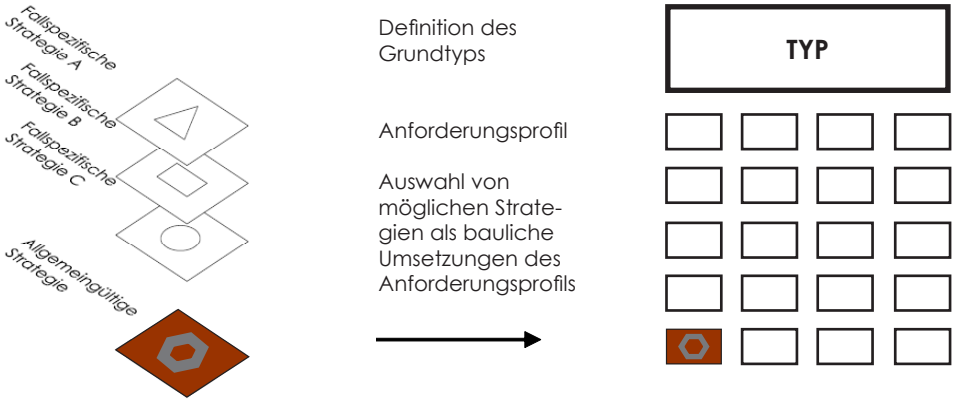


Abb. E75: Ermittlung allgemeingültiger Strategien aus Fallbeispielen zur Hinterlegung von Strukturtypen

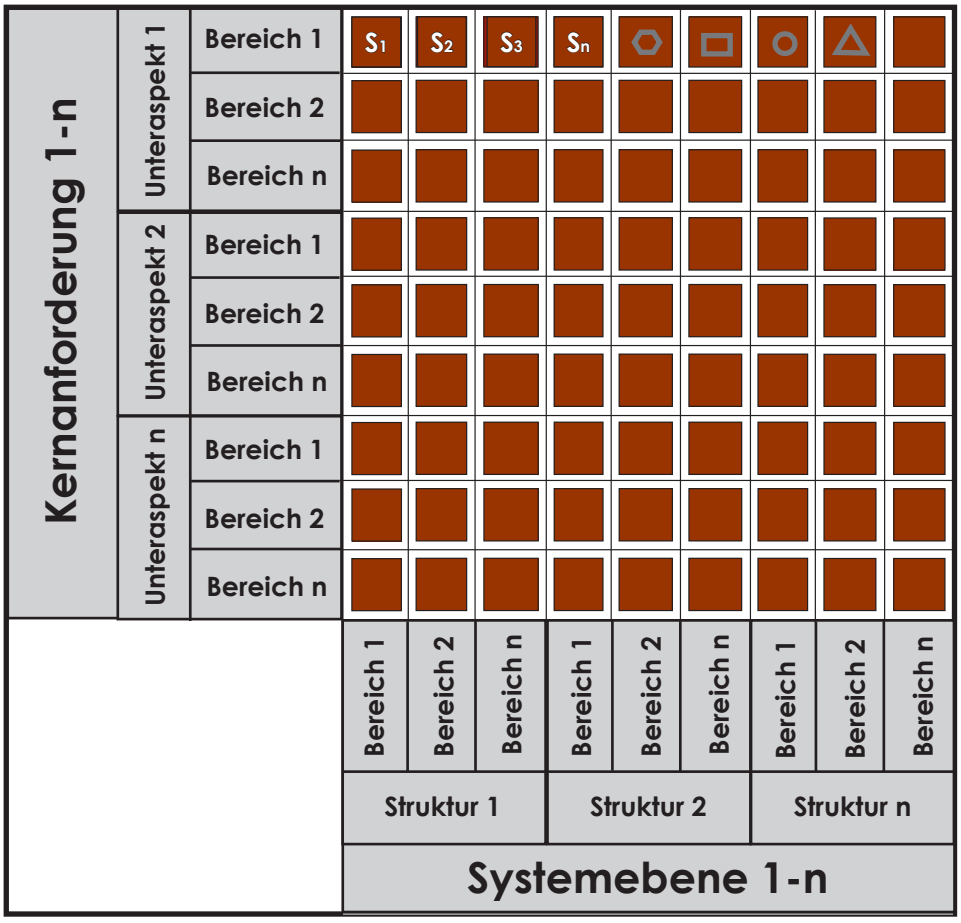


Abb. E76: Aus Systemebenen und Anforderungen aufgespannter Strategienkatalog

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.

4.3.1 Handhabung und Leserichtung

Der Strategienkatalog gliedert sich in zwei Bereiche. Der erste Teil umfasst eine tabellarische Abbildung als Übersicht der ermittelten Strategien entlang der Systemebenen in Kurzform als Logo mit zugehöriger Überschrift. Die Kurzstrategie wird durch den Verweis auf ein exemplarisches Fallbeispiel ergänzt, indem die genannte Strategie exemplarisch angewendet wurde.

Die Analyse der Fallbeispiele wiederum referenziert unterhalb des fallspezifischen Logos auf das Themenfeld, in das die jeweilige fallspezifische Strategie eingeflossen ist. Die Referenzierungen sind jeweils durch einen Pfeil dargestellt.

Der Strategienkatalog und die Beispielsammlung sind durch die gegenseitige Referenzierung als zwei gleichwertige Komponenten des Forschungsthemas zu betrachten, die sich gegenseitig bedienen und bedingen (Abb. E77). Die Leserichtung ist nicht festgelegt; man kann sowohl von den Beispielen aus, sich eine Systemebene auswählen und im Strategienkatalog nachschlagen, welche Lösungsansätze als Strategien weiterhin vorhanden sind als auch vom Strategienkatalog, wie eine allgemeingültige Strategie exemplarisch in einem Gebäude umgesetzt wurde.

Der zweite Teil des Strategiebaukastens umfasst die Sammlung der Einzelstrategien entlang der Systemebenen mit Erläuterungen. Hier wird neben der Abbildung des Logos der Strategie zur Wiedererkennung aus der tabellarischen Übersicht, auch eine Kurzerklärung und die Relevanz hinsichtlich der Anforderung erbracht.

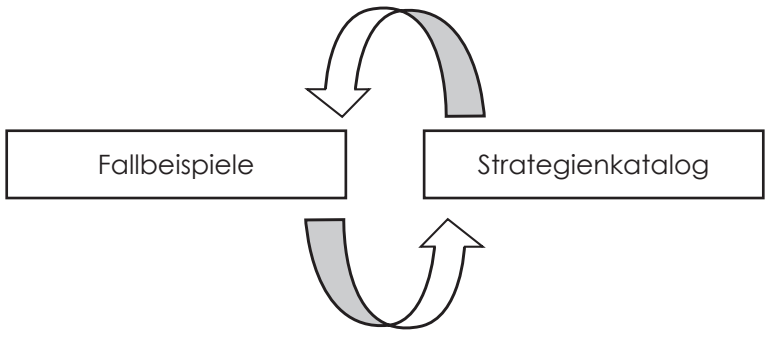
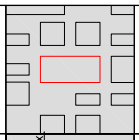
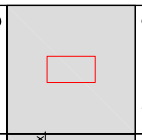
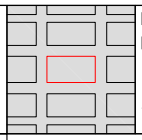
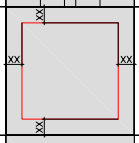
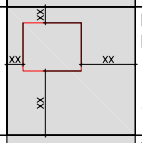
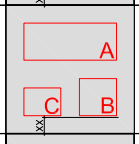
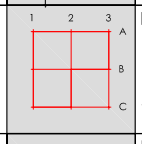
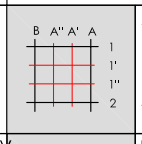
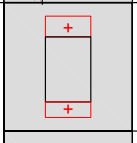
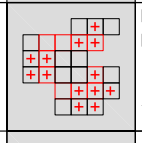
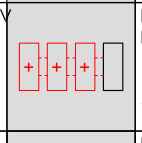
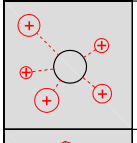
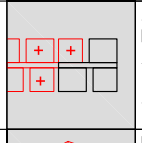
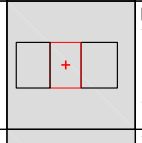
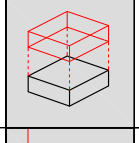
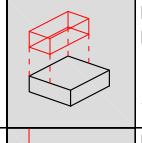
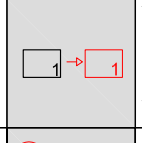
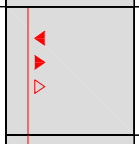
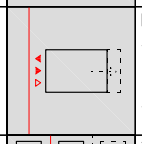
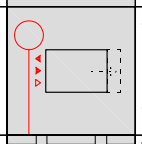
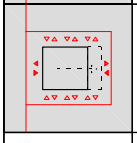
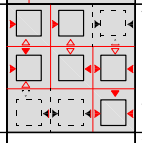
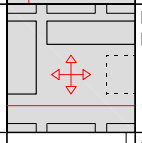
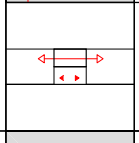
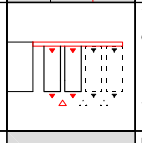
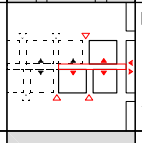
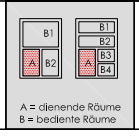
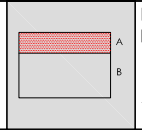
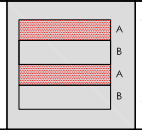


Abb. E77: Gegenseitige Referenzierung von Beispielsammlung und Strategienkatalog

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.

4.3.2 Der Strategienkatalog

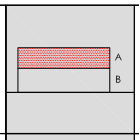
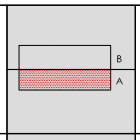
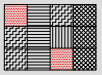
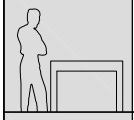
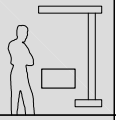
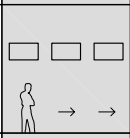
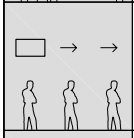
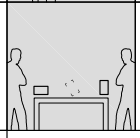
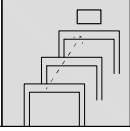
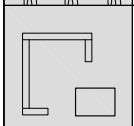
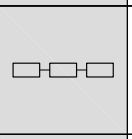
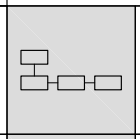
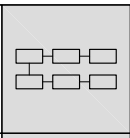
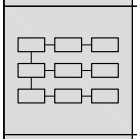
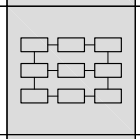
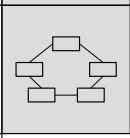
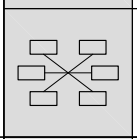
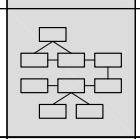
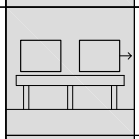
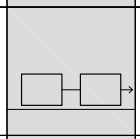
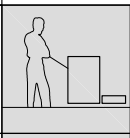
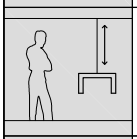
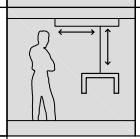
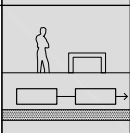
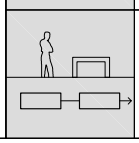
STANDORT INTEGRATION		STÄDTISCHES UMFELD → 42 WAL		GRÜNE WIESE → 09 MOR		BESTEHENDES FIRMENGELÄNDE → 51 HDM
PARZELLE		VOLLFLÄCHIGES BESETZEN DER PARZELLE → 40 MON		PARTIELLES BESETZEN DER PARZELLE → 03 USM		
ORDNUNG		GENERAL-BEBAUUNGSPLAN → 01 TRU		RASTER → 17 APL		AUSBAURASTER → 19 THO
ERWEITERUNG		ERWEITERUNG SYSTEMISCH LINEAR → 05 FAR		ERWEITERUNG ADDITIV FLÄCHIG → 16 REN		ERWEITERUNG REPETITIV → 10 WIL
		ERWEITERUNG SATELLITISCH → 43 FRA		MODUL-ERWEITERUNG ACHSIAL → 01 TRU		ERWEITERUNG VERBINDEND → 41 BAS
		ERWEITERUNG IN DER HÖHE VOLL → 42 WAL		ERWEITERUNG IN DER HÖHE PARTIELL → 41 BAS		VERLAGERUNG → 16 REN
ERSCHLIESSUNG		VORHALTUNG DER ERSCHLIESSUNG → 55 IPE		ERSCHLIES-SUNGSSTRASSE → 15 MPD		STICHSTRASSE → 54 TRE
		RINGSTRASSE → 51 HDM		WEGENETZ → 50 DOR		HOF-ERSCHLIESSUNG → 03 USM
		BRÜCKE → 04 ERC		VERSORGUNGS-GANG → 07 GIR		RÜCKGRAT → 01 TRU
FLÄCHENVERTEILUNG		ZONIERUNG → 05 FAR		NEBENNUTZUNGS-RIEGEL → 54 TRE		ALTERNIEREND → 42 BAS

Verweis zu exemplarischem Projekt aus der Beispielsammlung
→ 00XXX

▶ Material
▷ Personal

allgemeine Strategie zur Umsetzung der Strukturtypologie
fallspezifische Strategie zur Umsetzung der Strukturtypologie

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.

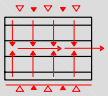
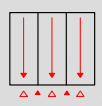
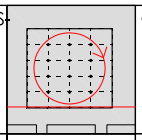
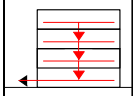
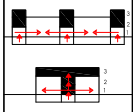
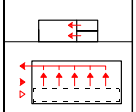
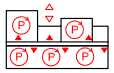
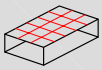
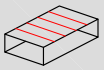
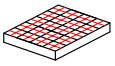
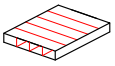
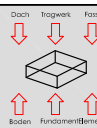
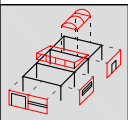
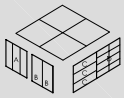
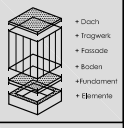
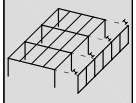
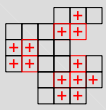
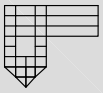
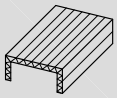
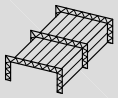
FLÄCHENVERTEILUNG		NEBENNUTZUNG ÜBER HAUPTNUTZUNG → 10 WIL		NEBENNUTZUNG UNTER HAUPTNUTZUNG → 07 GIR		PROGRAMMATISCHE FELDER → 17 APL
MONTAGE		EINZELPLATZ-MONTAGE → 43 FRA		BAUSTELLEN-MONTAGE		WANDERMONTAGE → 50 DOR
		WERKSTATT-MONTAGE → 10 WIL		INSELFERTIGUNG (GRUPPENPRINZIP) → 32 PRO		FLIESSMONTAGE →07 GIR
		FLEXIBLE MONTAGESYSTEME → 51 HDM				
MATERIALFLUSS		LINIEN STRUKTUR		L-STRUKTUR		U-STRUKTUR
		E-STRUKTUR		MATRIXSTRUKTUR		RING-STRUKTUR
		STERN-STRUKTUR		NETZWERK-STRUKTUR		
FÖRDERMITTEL		FLURGEBUNDEN: FEST → 07 GIR		FLURGEBUNDEN: GEFÜHRT → 04 ERC		FLURGEBUNDEN: FREI → 05 FAR
		FLURFREI: ORTSFEST → 42 WAL		FLURFREI: GEFÜHRT VERFAHRBAR → 51 HDM		UNTERFLUR: ORTSFEST → 10 WIL
		UNTERFLUR: GEFÜHRT VERFAHRBAR				

Verweis zu exemplarischem Projekt aus der Beispielsammlung
→ 00XXX

▶ Material
▷ Personal

allgemeine Strategie zur Umsetzung der Strukturtypologie
fallspezifische Strategie zur Umsetzung der Strukturtypologie

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.

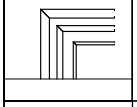
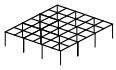
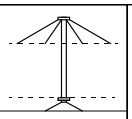
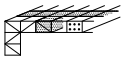
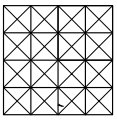
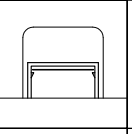
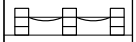
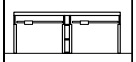
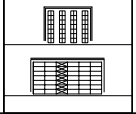
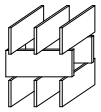
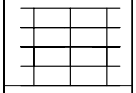
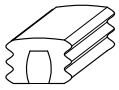
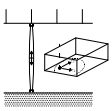
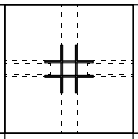
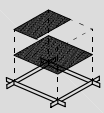
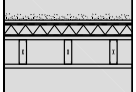
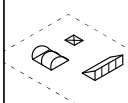
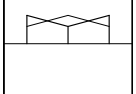
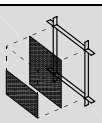
NUTZUNG		HORIZONTALE FUNKTIONS-STREIFEN → 51 HDM		VERTIKALE FUNKTIONS-STREIFEN → 46 OBE		OFFENER GRUNDRISS → 50 DOR
		GESTAPELTE FUNKTIONEN → 40 MON		FUNKTIONSTURM → 10 WIL		FUNKTIONSBRÜCKE → 54 TRE
		RAUM IN RAUM → 09 MOR		KONGLOMERAT → 17 APL		
TYPEN		GESCHOSSBAU → 42 WAL		FLACHBAU → 03 USM		HALLENBAU → 54 TRE
		SCHWERE HALLE: GROSSRAUMHALLE → 16 REN		SCHWERE HALLE: EINZELSCHIFFE → 51 HDM		VORHALTUNGS-HALLEN → 50 DOR
		FUNKTIONS-SPEZIFISCHE HALLE → 04 ERC				
SYSTEM		OFFENES SYSTEM → 10 WIL		SYSTEMVARIANZ → 03 USM		OFFENER BAUSATZ → 17 APL
		BAUKASTEN-SYSTEM → 50 DOR		ELEMENTIERUNG → 02 KAU		
TRAGWERK		GERICHTETES SYSTEM → 32 PRO		UNGERICHTETES SYSTEM → 16 REN		ZENTRISCHES SYSTEM → 43 FRA
		KOMBINIERTES SYSTEM → 10 WIL		INNENLIEGENDE PRIMÄRSTRUKTUR → 15 MPD		AUSSENLIEGENDE PRIMÄRSTRUKTUR → 09 MOR

Verweis zu exemplarischem Projekt aus der Beispielsammlung
→ 00XXX

▶ Material
▷ Personal

allgemeine Strategie zur Umsetzung der Strukturtypologie
fallspezifische Strategie zur Umsetzung der Strukturtypologie

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.

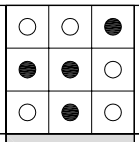
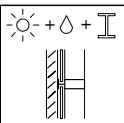
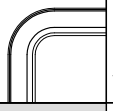
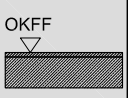
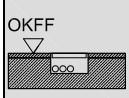
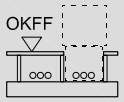
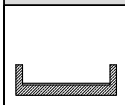
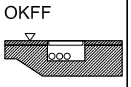
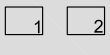
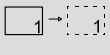
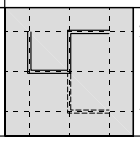
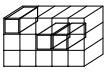
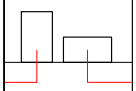
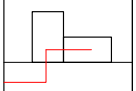
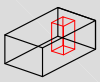
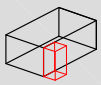
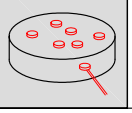
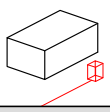
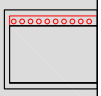
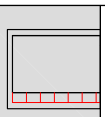
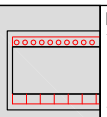
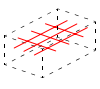
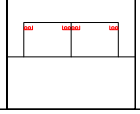
TRAGWERK		SYSTEMTRAGWERK → 50 DOR		SYSTEMTRAGWERK UNGERICHTET → 03 USM		SYSTEMTRAGWERK ABGEHÄNGT → 16 REN
		RAUMFACHWERK-SYSTEM		VORGEHALTENES TRAGWERK → 43 FRA		TRAGWERK IM TRAGWERK → 07 GIR
		BRÜCKEN-TRAGWERK → 41 BAS		TRAGTURM → 10 WIL		SCHALEN-TRAGWERK → 19 THO
		FALTWERK → 46 OBE		FUNKTIONS-OPTIMIERTES TRAGWERK → 44 GRO		SILOBAU → 04 ERC
		SCHOTTEN-BAUWEISE → 15 MPD		MASSIVBAU → 40 MON		MEMBRAN-KONSTRUKTIONEN → 55 IPE
		PNEUMATISCHE KONSTRUKTIONEN				
KOMPONENTEN		MOBILE EBENEN → 51 HDM		MOBILE STÜTZEN		SYSTEMSTÜTZEN
DACH		MODULARISIERTES DACH → 03 USM		ELEMENTIERTES DACH → 10 WIL		
		MEMBRANDACH		MODULVARIANZ → 55 IPE		FALTDACH → 01 TRU
FASSADE		MODULARISIERTE FASSADEN → 50 DOR		ELEMENTIERTE FASSADEN → 51 HDM		

Verweis zu exemplarischem Projekt aus der Beispielsammlung
→ 00XXX

▶ Material
▷ Personal

allgemeine Strategie zur Umsetzung der Strukturtypologie
fallspezifische Strategie zur Umsetzung der Strukturtypologie

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.

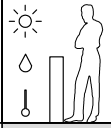
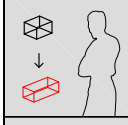
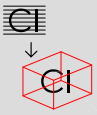
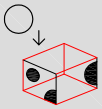
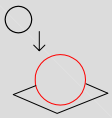
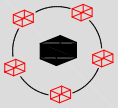
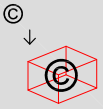
FASSADE		MEDIENFASSADEN → 04 ERC		INTEGRATIVE FASSADE → 07 GIR		DACH ALS FASSADE → 43 FRA
BODEN		GESCHLOSSEN → 51 HDM		BODENKANAL → 01 TRU		SYSTEM BODEN → 32 PRO
		WEISSE WANNE → 05 FAR		MODULARISIERTE BODEN-KONSTRUKTION → 16 REN		
AUSBAU		ORTGEBUNDENE RAUMBOXEN → 43 FRA		MOBILE RAUMBOXEN → 51 HDM		MOBILE WANDSYSTEME → 43 FRA
		PARASITÄRE RAUMBOXEN				
INFRASTRUKTUR		AUTONOM → 50 DOR		HETERONOM → 42 WAL		
VERSORGUNG		INNENLIEGENDE ZENTRALE VERSORGUNG → 07 GIR		AUSSENLIEGENDE ZENTRALE VERSORGUNG → 32 PRO		DEZENTRALE VERSORGUNG → 43 FRA
		EXTERNE VERSORGUNG → 55 IPE				
MEDIENFÜHRUNG		DECKEN-VERTEILUNG → 10 WIL		BODEN-VERTEILUNG → 15 MPD		BODEN-/DECKEN-VERTEILUNG → 01 TRU
		VERSORGUNGS-NETZ → 41 BAS		TRASSENSTEGE → 54 TRE		

Verweis zu exemplarischem Projekt aus der Beispielsammlung
→ 00XXX

▶ Material
▷ Personal

allgemeine Strategie zur Umsetzung der Strukturtypologie
fallspezifische Strategie zur Umsetzung der Strukturtypologie

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.

TGA-Konzept	TGA passiv	PASSIVE KONDITIONIERUNG → 10 WIL	TGA aktiv	AKTIVE KONDITIOTNIERUNG → 40 MON		
	TGA LABEL	ZERTIFIZIERUNG → 46 OBE		HALBAUTOMATION DER KONDITIONIERUNG → 07 GIR		
EFFIZIENZ		ÖKONOMISCHE EFFIZIENZ → 10 HDM		ÖKOLOGISCHE EFFIZIENZ → 51 HDM		
PRÄGUNG		PRÄGUNG DURCH ARCHITEKTEN → 03 USM		PRÄGUNG DURCH UNTERNEHMENS-LEITSÄTZE → 10 HDM		PRÄGUNG DURCH UNTERNEHMENS-INHALT → 04 ERC
		PRÄGUNG DURCH DAS PRODUKT → 51 HDM		PRÄGUNG DURCH REPETITION → 50 DOR		PRÄGUNG DURCH MARKENINHALT → 01 TRU

Verweis zu exemplarischem Projekt aus der Beispielsammlung
→ 00XXX

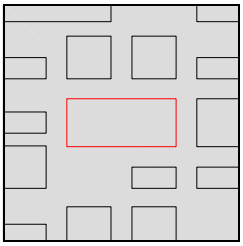
▶ Material
▷ Personal

allgemeine Strategie zur Umsetzung der Strukturtypologie
fallspezifische Strategie zur Umsetzung der Strukturtypologie

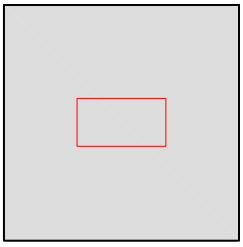
Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.

4.3.4 Erläuterungen zum Strategienkatalog

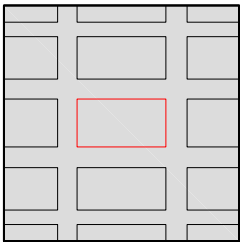
STANDORT



STÄDTISCHES UMFELD
Implementierung des neu zu errichtenden Industriebaus in die gewachsene städtische Struktur. Berücksichtigung von Bestimmungen und Nutzungsspezifischen Erfordernissen wie Lärmemissionen, Transportwege etc.

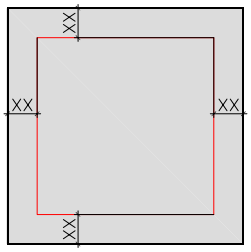


GRÜNE WIESE
Ansiedlung des neu zu errichtenden Industriebaus an einem neuen Standort wie Industrie- und Gewerbegebiete, Berücksichtigung der Verfügbarkeit von Ressourcen wie Arbeitskräfte, soziokulturelle Aspekte, Wirtschafttförderungen etc.

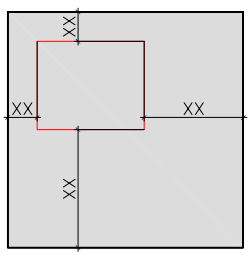


BESTEHENDES FIRMENGELÄNDE
Der neu zu errichtende Industriebau soll in das bereits bestehende Firmenareal intergriert werden; dies kann innerhalb des Firmengeländes auf einer Restfläche, die als Erweiterungsfläche genutzt werden kann, oder auf einer in unmittelbarer Nähe angesiedelten Parzelle erfolgen; Vorteile der Nutzung der bereits existenten Infratsruktur am Standort.

PARZELLE



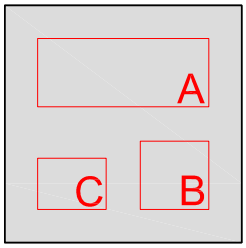
VOLLFLÄCHIGES BESETZEN DER PARZELLE maximale Expansion des Baukörpers auf der Parzelle abhängig von Gesetzen, Richtlinien und Normen wie Brandschutzbestimmungen, Abstandsflächen etc.; Erweiterungsflächen müssen bei Bedarf beschaffen werden oder bereits in unmittelbarer Nähe vorgehalten werden.



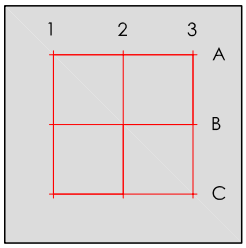
PARTIELLES BESETZEN DER PARZELLE
Vorhaltung von Erweiterungsfläche mit und ohne Zwischennutzung wie Acker/Park/Lagerfläche und anschliessender Bedarfsaktivierung; bei Expansion auf der Parzelle Berücksichtigung von Gesetzen, Richtlinien und Normen wie Brandschutz- betsimmungen, Abstandsflächen etc.

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.

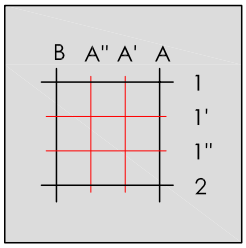
ORDNUNGSPRINZIPIEN



GENERALBEBAUUNGSPLAN
Erstellung eines langfristigen Planungsdokumentes als verbindlichen Leitplan der Unternehmensleitung für die bauliche Nutzung des Betriebsgebäudes aber auch der betrieblichen Ordnung der Bebauung unter ganzheitlichen und langzeitlichen Gesichtspunkten.

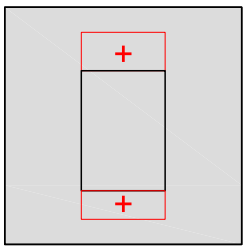


RASTER
Gebäudesystem aus Grundraster zur Strukturierung der Elemente des Gebäudes; Anpassung innerhalb der orthogonalen Grundgeometrie möglich. Grundlegendes Raster der Planung für die Realisierung unterschiedlicher Grundrissvarianten; erlaubt Erweiterungen, Rückbau und Veränderungen.

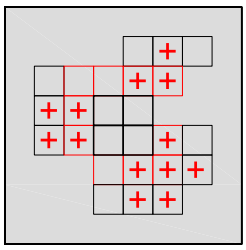


AUSBAURASTER
Untersystem des Rasters; stellt das kleinste Ausbaumaß der statisch autonomen Gebäudestruktur dar.

ERWEITERUNG



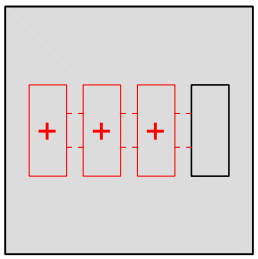
ERWEITERUNG SYSTEMISCH LINEAR
Erweiterung des Gebäudes in einer Richtung durch Addition von Tragwerkskomponenten im Rastermaß des Bestandes bei ausreichender Erweiterungsfläche.



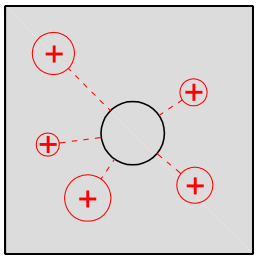
ERWEITERUNG ADDITIV FLÄCHIG
Erweiterung des Gebäudes in zwei Richtungen durch Addition von Tragwerkskomponenten im Rastermaß des Bestandes bei ausreichender Erweiterungsfläche. Durch Erweiterungsflexibilität können unterschiedliche Gebäudekonfigurationen erstellt werden.

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.

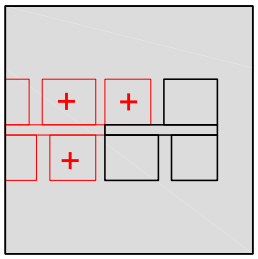
ERWEITERUNG



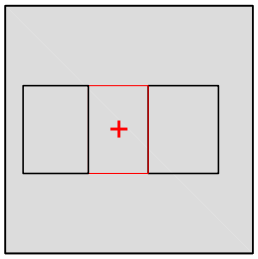
ERWEITERUNG REPETITIV
Erweiterung des bestehenden Firmenareals um Produktionshallen neben dem eigentlichen Werksgelände auf Erweiterungsfläche. Die Erweiterungen werden durch sukzessives partielles Besetzen der Erweiterungsfläche vorgenommen.



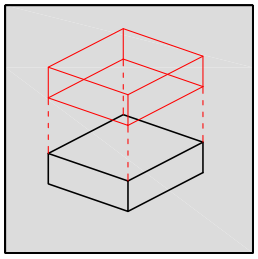
ERWEITERUNG SATELLITISCH
Festgelegtes Erweiterungskonzept aus Repetition und Ansiedlung von autarken Gebäudesatelliten an unterschiedlichen Standorten; Satelliten ohne direkten Bezug zur Zentrale.



MODULERWEITERUNG ACHSIAL
Erweiterung des bestehenden Werksgeländes entlang einer Entwicklungsachse als kommunikatives und logistisches Rückgrat mit Andockung von autarken Hallenkonstruktionen. Generierte Zwischenbereiche als Ver- und Entsorgungsmöglichkeiten und Fluchtwege zur Einhaltung von Brandschutzbestimmungen.



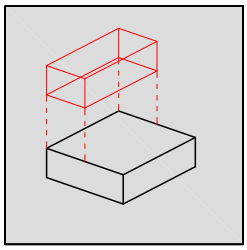
ERWEITERUNG VERBINDEND
Erweiterung des Gebäudes durch weitere Baukörper; Verbindung von bestehenden Gebäuden durch Kopplung von Einzelgebäuden. Beachtung der ökonomischen Möglichkeit der Demontage der Hüllkonstruktion bzw. der Integration von statischen Elementen zur Kopplung.



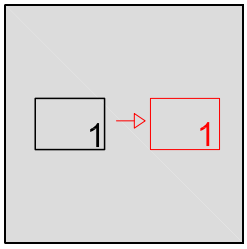
ERWEITERUNG IN DER HÖHE VOLL
Aufgrund fehlender Erweiterungsflächen auf dem bestehenden Gelände werden die notwendigen Funktionsflächen übereinander zu einem Produktionsturm gestapelt. Zusätzliche Ebenen können nur durch Mehraufwand wie z.B. Vorhaltung von Tragwerksstrukturen realisiert werden.

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.

ERWEITERUNG

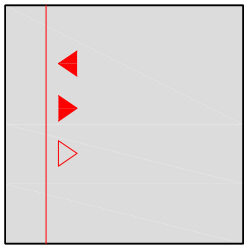


ERWEITERUNG IN DER HÖHE PARTIELL
Aufgrund fehlender Erweiterungsflächen auf dem bestehenden Gelände werden die notwendigen Funktionsflächen partiell übereinander positioniert. Zusätzliche Funktionseinheiten können nur durch Mehraufwand wie z.B. Vorhaltung von Tragwerksstrukturen realisiert werden.

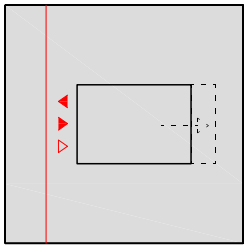


VERLAGERUNG
Mobile Gebäudestrukturen als "fliegende Bauten" die an einem Standort aufgebaut, genutzt, abgebaut und zu einem neuen Standort zur Neunutzung transportiert werden können; Beachtung der Lösbarkeit und Addaptierbarkeit der Einzelkomponenten; Vorhaltung von Erschliessung und Versorgung an neuem Standort notwendig.

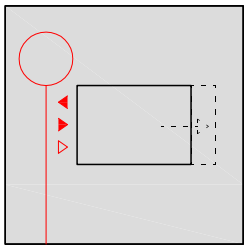
ERSCHLIESSUNG



VORHALTUNG DER ERSCHLIESSUNG
Gewährleistung der Anbindung von lokaler Infrastruktur zur Ver- und Entsorgung des Gebäudes. Prinzipiell ist jeder Standort nutzbar, lediglich die Erschliessung durch LKW und die benötigte Infrastruktur muss gewährleistet sein.



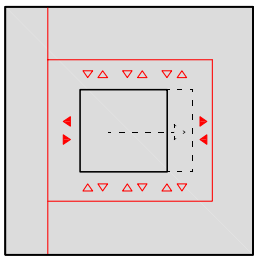
ERSCHLIESSUNGSSTRASSE
Frontale Erschliessung an Gebäudelängsseite entlang der Erschliessungsstrasse für gesamte Ver- und Entsorgung des Gebäudes; Warentransport durch 2 grosse Torelemente in der Fassadenlängsseite und separatem Personal- bzw. Kundeneingang.



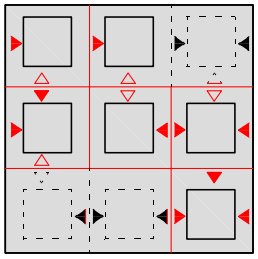
STICHSTRASSE
Stichstrasse zur Ver- und Entsorgung über zentral an einer Gebäudeseite angelegten Anlieferungs- bereich und Personal/Kundenzugang; bei Erweiterung keine Veränderung der Zuwegung und Ver-/Entsorgung, dadurch Erweiterung bei laufendem Betrieb ohne Produktions-beeinträchtigung möglich; Berücksichtigung von Wendemöglichkeiten für LKW.

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.

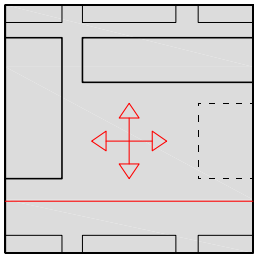
ERSCHLIESSUNG



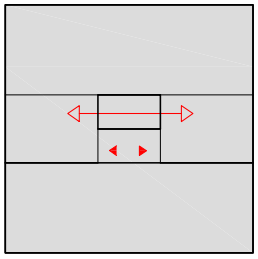
RINGSTRASSE
Versorgung über umlaufende Ringstrasse; Möglichkeit der Erschliessung aller vier Gebäudeseiten; bei Erweiterung muss hinterer Ringbereich bei Bedarf mit verlegt werden, wenn An- und Ablieferung an rückseitiger Hallenseite erfolgt; Differenzierungsmöglichkeit: Kunden-Frontal, Personal-Seitlich, Warentransport-Rückseitig



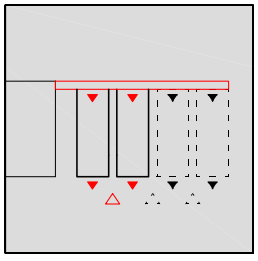
WEGENETZ
Ver- und Entsorgung mit Gütern und Personal mehrerer Einzelgebäude durch ein Wegenetz aus Erschliessungsstrassen; Sicherstellung der internen Verbindung und der Schaffung von Synergieeffekten durch Austausch untereinander. Weiterführung des Wegenetzes oder einzelner Strassen zur Erschliessung von Erweiterungsbauten.



HOFERSCHLIESSUNG
Ver- und Entsorgung über direkt anliegenden Hof; zentrale Erschliessung der um den Hof liegenden Gebäude; Nutzung der Fläche für Wendemöglichkeit und temporäre Aussenlagerflächen; Erweiterung durch Besetzung des Hofes mit Neubau bewirkt Wechsel der Versorgungsstrategie.



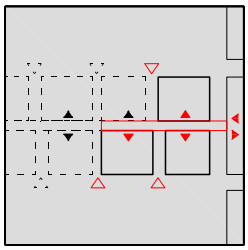
BRÜCKE
Anbindung des Neubaus an bestehender Halle durch Transportbrücke bei Aufrechterhaltung ebenerdiger Erschliessung von Neu- und Altbau; erdgeschossige An- und Ablieferungszonen in unterschiedlichen Gebäudeteilen, Materialfluss über Brücke von A nach B durch Transportsysteme; Nutzung von bestehender Infrastruktur durch direkte bauliche Anbindung.



VERSORGUNGSGANG
Nutzung der vorhandenen Infrastruktur durch Anschluss an Bestand mit Versorgungsgang zur Materialversorgung; externe Erschliessung durch frontale Erschliessungszone mit Laderampen, dadurch Trennung von Material und Personalfluss; Trennung von Materialfluss und Personal/Kundenerschliessung.

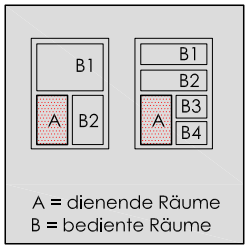
Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.

ERSCHLIESSUNG

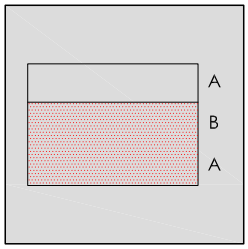


RÜCKGRAT
Zentrale Achse als Entwicklungsader bildet logistisches und kommunikatives Rückgrat zur Ver- und Entsorgung von Material, Personal und Kunden; kann bei Anbindung an Bestandsbauten als Bindeglied zwischen den unterschiedlichen Bauabschnitten dienen. Varianz durch seitliche Ver- und Entsorgung der angegliederten Gebäudeteile möglich.

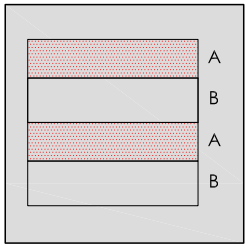
FLÄCHENVERTEILUNG



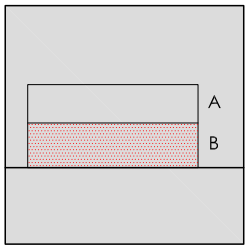
ZONIERUNG
Durch Festlegung von räumlichen Konfigurationen zwischen A für dienende Räume mit Nebennutzungscharakter wie Lager, Haustechnik, Sozialräume und B für bediente Räume mit Hauptnutzcharakter wie Montagezonen können unterschiedliche Flächen- und Nutzungsverteilungen abgebildet werden.



NEBENNUTZUNGSRIEGEL
Bedienender Funktionsriegel seitlich an bedienter Hauptnutzfläche angelegt ; Berücksichtigung von Tragwerkskomponenten und Nutzungskonfigurationen.



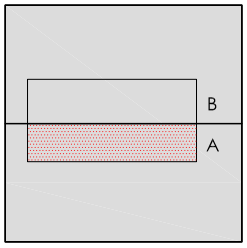
ALTERNIEREND
Differenzierung zwischen dienenden und bedienten Räumen in alternierenden Streifen; Berücksichtigung von Tragwerkskomponenten und Nutzungskonfigurationen.



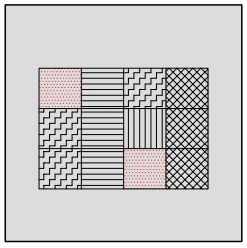
NEBENNUTZUNG ÜBER HAUPTNUTZUNG
Bedienende Funktionsflächen über der Ebene der Hauptnutzfläche; Berücksichtigung bei Dimensionierung des Tragwerks, da Nebennutzungsflächen zur Optimierung des Raumvolumens in Dachtragwerk integriert werden können.

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.

FLÄCHENVERTEILUNG

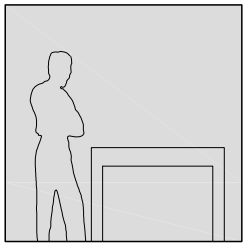


NEBENNUTZUNG UNTER HAUPTNUTZUNG
Bedienende Funktionsflächen unter der Ebene der Hauptnutzfläche; Berücksichtigung von Konditionierung der Nebennutzfläche wenn diese unterhalb der Geländeoberkante liegt.

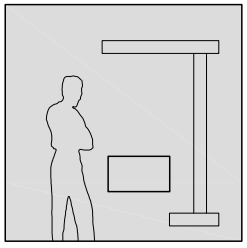


PROGRAMMATISCHE FELDER
Aus Anforderung von Materialfluss und Produktionsablauf ergibt sich eine Zuordnung in spezifische Raumabschnitte, mit einer Anpassung an die Anforderungsidee zwischen bedienenden und bedienten Flächen.

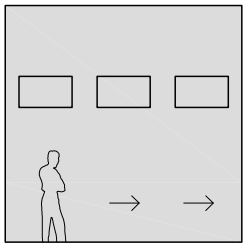
MONTAGE



EINZELPLATZMONTAGE
Vollständige Bearbeitung/Montage des Werkstücks oder eines Auftrages an einem Arbeitsplatz;
Prinzip: Mensch und Werkstück zu Werkzeug (Arbeitsplatz).



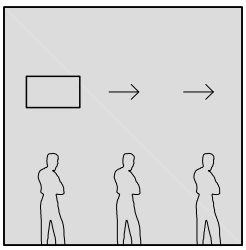
BAUSTELLENMONTAGE
Anordnung von Arbeitsplätzen und Fertigungs- und Montagemitteln am ortsfesten Arbeitsgegenstand;
Prinzip: Mensch und Werkzeug zu Werkstück.



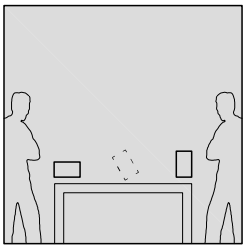
WANDERMONTAGE
Stufenweise Montage eines Produktes durch Mitarbeiter oder einer Gruppe von Mitarbeitern;
Mitarbeiter "wandern" von einem ortsgebundenen Montageobjekt zum anderen und führen jeweils einen definierten Montageteilauftrag aus.

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.

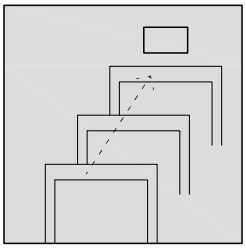
MONTAGE



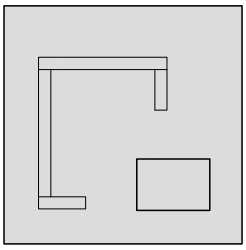
WERKSTATTMONTAGE
Zusammenfassung von Maschinen und Arbeitsplätzen mit gleichartigen Arbeitsverrichtungen zu organisatorischen Einheiten; Werkstücke werden losweise von Arbeitsplatz zu Arbeitsplatz transportiert.



INSELFERTIGUNG (GRUPPENPRINZIP)
Organisatorische Zusammenfassung mehrerer Betriebsmittel unterschiedlicher Fertigungsverfahren zur vollständigen Bearbeitung mehrerer Teilefamilien;
Dezentralisierung dispositiver und planender Funktionen.

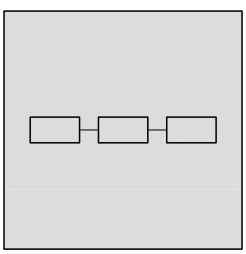


FLIESSMONTAGE
Anordnung der Arbeitsplätze/Maschinen entsprechend der Reihenfolge des Arbeitsablaufes zur Herstellung eines Produktes;
Fertigungslinie, Serienmontage oder Variantenmontage.



FLEXIBLE MONTAGESYSTEME
Ein- und mehrstufige Mehrproduktfertigung oder -montage;
Entkopplung von Mensch und Maschine;
Durchführung mit Bearbeitungszentren, flexible Fertigungszellen, flexiblen Fertigungssystemen und Montagerobotern.

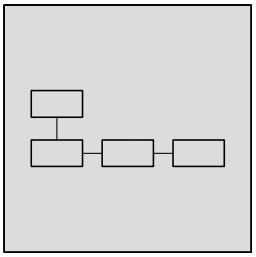
MATERIALFLUSS



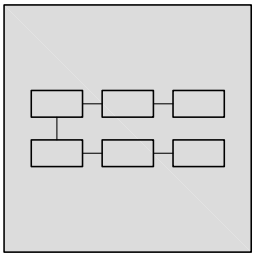
LINIEN STRUKTUR
Lineare Anordnung des Materialflusses;
einfache Handhabung und schnelle Erkennung von Fehlern im Materialfluss.

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.

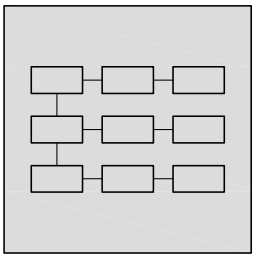
MATERIALFLUSS



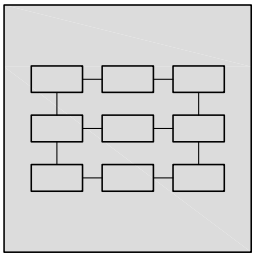
L-STRUKTUR
Materialfluss in L-Form angeordnet.



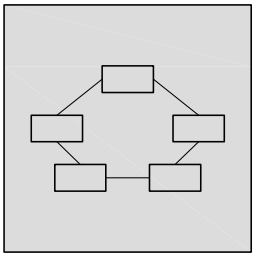
U-STRUKTUR
Materialfluss in U-Form angeordnet;
gute Kommunikation zwischen Mitarbeitern.



E-STRUKTUR
Materialfluss in E-Form angeordnet.



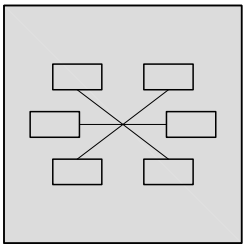
MATRIXSTRUKTUR
Materialfluss in Matrix-Struktur angeordnet.



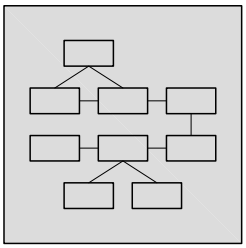
RING-STRUKTUR
Materialfluss in Ringform angeordnet.

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.

MATERIALFLUSS

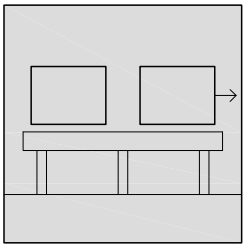


STERN-STRUKTUR
Materialfluss in Stern-Struktur angeordnet.

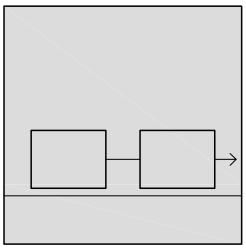


NETZWERK-STRUKTUR
Materialfluss in Netzwerk-Struktur angeordnet.

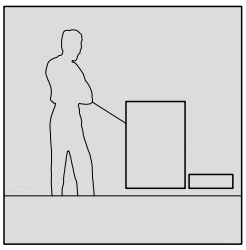
Fördermittel



FLURGEBUNDEN: FEST
Beispiele: Fließbänder, Rutschen, ortfester Portalkran.



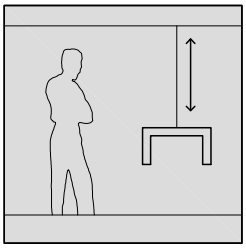
FLURGEBUNDEN: GEFÜHRT
Beispiele: Induktiv gesteuerte Transportsysteme, Plattformwagen, Kipploren, Züge (gleisgebunden), Regalförderfahrzeuge.



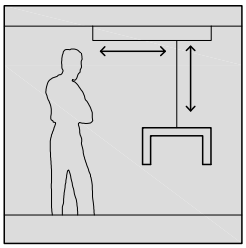
FLURGEBUNDEN: FREI
Beispiele: Hubwagen, Stapler, GPS gesteuerte Transportsysteme, Schlepper, Kommisionierfahrzeuge.

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.

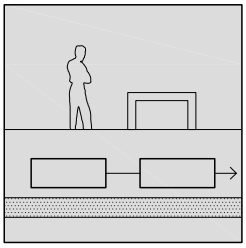
MATERIALFLUSS



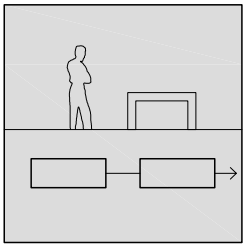
FLURFREI: ORTSFEST
Beispiele: ortsfester Hängekran



FLURFREI: GEFÜHRT VERFAHRBAR
Beispiele: Brückenkrane, Hängekrane, Laufkrane, Kettenförderer Rollenbahnen

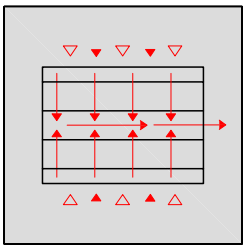


UNTERFLUR: ORTSFEST
Beispiele: Unterflurförderanlagen (z.B. Späneförderer), Fahrerlose Transportsysteme gesteuert über Induktionsspulen (unterflur)



UNTERFLUR: GEFÜHRT VERFAHRBAR
Beispiele: Unterflur Schleppkettenförderer, Fahrerlose Transportsysteme gesteuert über GPS (unterflur)

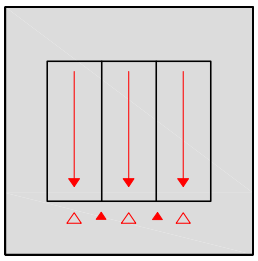
NUTZUNG



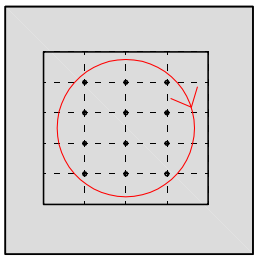
HORIZONTALE FUNKTIONSSTREIFEN
Gliederung der Flächen in zur Haupttragrichtung längslaufenden Streifen entlang der Schiffe der Hallenkonstruktion; Differenzierung von bedienenden Funktionen in Aussenbereichen wie Lager und Verwaltung über Vormontagen hin zu zentraler Endmontage-Fläche.

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.

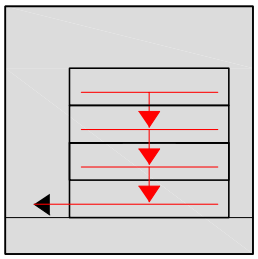
NUTZUNG



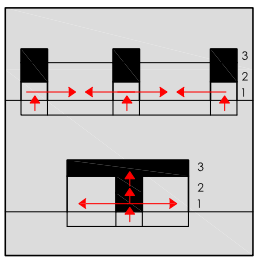
VERTIKALE FUNKTIONSSTREIFEN
Gliederung der Flächen in zur Haupttragrichtung querlaufenden Streifen entlang der Schiffe der Hallenkonstruktion; autarke Funktionsstreifen; Eigenständigkeit der Funktionsstreifen durch gleiche Erschliessungs- und Nutzungsauslegung so dass jede Funktion integriert werden kann.



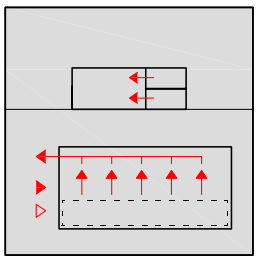
OFFENER GRUNDRISS
Keine direkte Flächenzuweisung für bestimmte Nutzungen; Stützenraster der Tragwerkselemente bestimmen die Fläche; Steigerung der Nutzungsvariabilität durch Anordnungsflexibilität der Tragwerks- und Ausbaukomponenten.



GESTAPELTE FUNKTIONEN
Durch Tragsystem strukturierte Geschossflächen sind nach Funktionsart von schwer über mittel bis zu leicht übereinander gestapelt; Aufgrund von Produktionsanforderungen werden die Geschosshöhen differenziert; Verbindung der Ebenen für Ver- und Entsorgung mit Erschliessung und Warentransportsystem muss berücksichtigt werden.



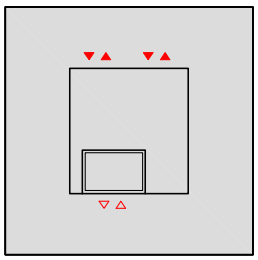
FUNKTIONSTURM
Durch Tragwerkselemente strukturierter Produktionsbereich mit partiell eingestellten Funktionstürmen, die in den oberen Bereichen die bedienenden Funktionen aufnehmen; durch punktuelle Stapelung von Funktionen entsteht direkte visuelle Anbindung an die unter den Türmen durchlaufende Produktionsfläche; über die Dachhaut austretende Turmspitzen mit direktem Aussenraumbezug.



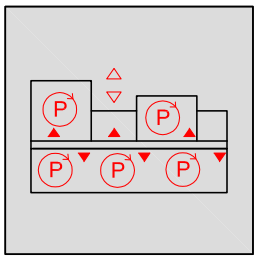
FUNKTIONSBRÜCKE
Stützenfreier zweigeschossiger Produktionsbereich mit anschliessender längseitiger, zweigeschossiger Funktionsbrücke mit bedienenden Funktionen, die die Produktionsfläche mit Material und Know-how bedient; Anordnung der Brücke zur Optimierung der Kommunikation, da Produktionsfläche von allen Bereichen einsehbar ist.

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.

NUTZUNG

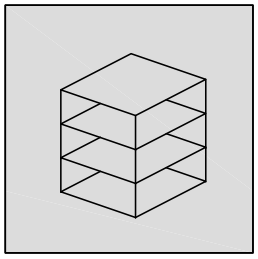


RAUM IN RAUM
In das Hallenvolumen ist eine zweite Raumeinheit als ein- oder mehrgeschossiger Kubus eingestellt, in dem bedienende Funktionen integriert sind; Positionierung an Aussenbereich zur direkten Erschliessung beider Raumeinheiten ist von Vorteil.



KONGLOMERAT
Bedarfsspezifische Nutzung der Flächen; diese Produktionseinheiten weisen unterschiedliche Prozessstrukturen auf die je nach Produktionsart und Spezifikation der Produktionsprozesse durch TGA und Hebewerkzeuge angepasst werden können; die Einzelkompartimente werden individuell bespielt.

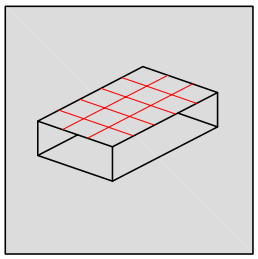
TYPEN



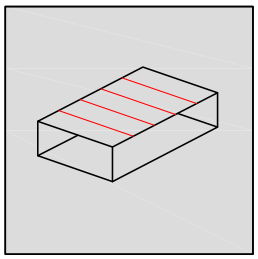
GESCHOSSBAU
Baulandbedarf: gering
Nutzflächenbedarf: klein bis mittel
Belastung: leicht bis mittel
Krannutzlast: bis 10 kN
Raumhöhen: 4-4,5 m
Flexibilität der Nutzung: eingeschränkt
Erweiterung: Anbau/Aufstockung
Versorgungsanschlüsse: von Fussboden/Decke, Steigleitung im Festpunkt
Beleuchtungsansprüche: normal bis hoch
Raumklimaansprüche: normal bis hoch
sanitäre Räume: am Treppenhaus
Querschnittform in Abhängigkeit von Fenstergrösse/Raumtiefe, Spannweiten und Innenstützen

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.

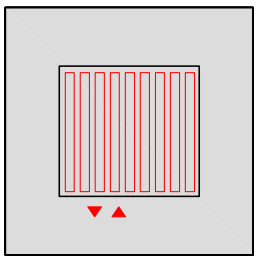
TYPEN



FLACHBAU
Baulandbedarf: mittel
Nutzflächenbedarf: gross
Belastung: leicht bis schwer
Krannutzlast: 30-50 kN
Raumhöhen: 4,5 - 6 m
Flexibilität der Nutzung: voll gewährleistet
Erweiterung: in zwei Richtungen
Tragwerk: ungerichtet
Versorgungsanschlüsse: von Bodenkanälen, Stützen oder Decke
Beleuchtungsansprüche: hoch
Raumklimaansprüche: hoch
Sanitäre Räume: in Randzonen oder Unterkellerung
Querschnittform in Abhängigkeit von Fenstern, Oberlichtbändern, Laufkatzen, Spannweiten/Stützenratser, Dachgefälle



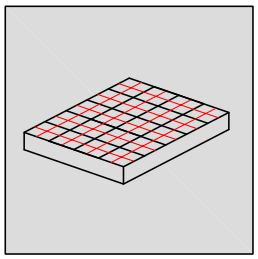
LEICHTE HALLE
Baulandbedarf: gross
Nutzflächenbedarf: mittel
Belastung: leicht bis schwer
Krannutzlast: 30-50 kN
Raumhöhen: 4,5 - 6 m
Flexibilität der Nutzung: sehr gut
Erweiterung: in einer Richtung
Tragwerk: gerichtet
Versorgungsanschlüsse: Bodenkanäle oder Decke
Beleuchtungsansprüche: normal bis hoch
Raumklimaansprüche: normal bis hoch
Sanitäre Räume: in Randzonen oder Unterkellerung
Querschnittform in Abhängigkeit von Fenstern, Oberlichtbändern, Laufkatzen, Spannweiten/Stützenratser, Dachgefälle



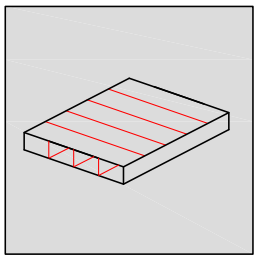
FUNKTIONSSPEZIFISCHE HALLE
Hallenbau als Umsetzung von spezialisierter Nutzungsanforderung wie z.B. vollautomatisierte Hochregallager, Beachtung der durch Spezialsierung eingeschränkten Wandlungsfähigkeit von "Sonder-Bauten".

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.

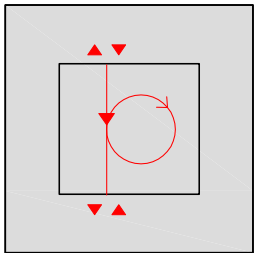
TYPEN



SCHWERE HALLE: GROSSRAUMHALLEN
Baulandbedarf: mittel
Nutzflächenbedarf: gross
Belastung: schwer bis sehr schwer
Krannutzlast: bis 1000 kN
Raumhöhen: über 6 m
Flexibilität der Nutzung: voll gewährleistet
Erweiterung: in zwei Richtungen
Tragwerk: ungerichtet
Versorgungsanschlüsse: von Bodenkanälen, Stützen
Beleuchtungsansprüche: mittel bis hoch
Raumklimaansprüche: wenig bis normal
Sanitäre Räume: in Anbauten oder Unterkellerung
Querschnittform in Abhängigkeit von Spannweiten, Kran, Kranhakenhöhe, Konditionierungsanforderungen, Dachgefälle



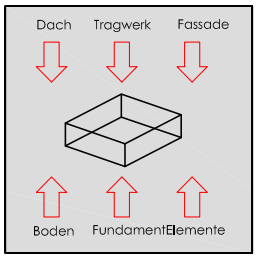
SCHWERE HALLE: EINZELSCHIFFE
Baulandbedarf: gross
Nutzflächenbedarf: mittel
Belastung: schwer bis sehr schwer
Krannutzlast: bis 1000 kN
Raumhöhen: über 6 m
Flexibilität der Nutzung: gewährleistet
Erweiterung: in einer Richtung
Tragwerk: gerichtet
Versorgungsanschlüsse: von Hülle und Bodenkanälen
Beleuchtungsansprüche: mittel bis hoch
Raumklimaansprüche: wenig bis normal
Sanitäre Räume: in Anbauten oder Unterkellerung
Querschnittform in Abhängigkeit von Spannweiten, Kran, Kranhakenhöhe, Konditionierungsanforderungen, Dachgefälle



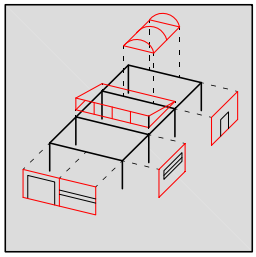
VORHALTUNGSHALLEN
Nutzungsneutrale Hallenmodule sog. "White Cubes"; Typ leichte Halle, stützenfrei, ohne Transportsysteme; offene Grundrisskonfiguration zur variablen Nutzung der Fläche als Verwaltung, Forschung, Produktion und Repräsentation; bei Bedarf Anpassung an ermittelte Anforderungen durch Implementierung von Komponenten.

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.

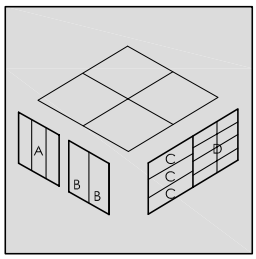
SYSTEM



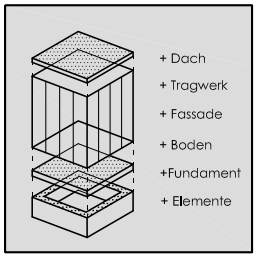
OFFENES SYSTEM
Die Einzelkomponenten des Gebäudes sind untereinander kompatibel und integrierbar; durch offene Schnittstellen und Spezifikationen wird die Fügbarkeit sichergestellt; Prinzip der Fügung des Ganzen durch individuelle Einzelkomponenten und Segmenten zur Realsierung der spezifischen Anforderungen.



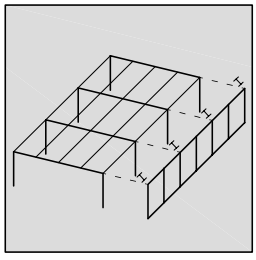
SYSTEMVARIANZ
Differenzierte Sekundärelemente können in die Primärstruktur implementiert / ergänzt werden; als Reaktion auf sich ändernde Anforderungen können Einzelkomponenten ausgestauscht werden.



OFFENER BAUSATZ
Die Primärstruktur lässt unterschiedliche Sekundär-Systemstrukturen zu; Einsatz von Subsystemen und modularisierten Bausystemen in Primärstruktur erhöht die Flexibilität und die Effizienz.



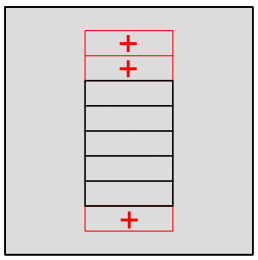
BAUKASTENSYSTEM
Durch Abstimmung von modularisierten Tragwerks- und Fassadenelementen entsteht ein Baukasten aus dem der Nutzer frei nach Anforderungsprofil das Gebäude konfigurieren und bei Bedarf neu anpassen kann. Elementierung von Primär- und Sekundär-Konstruktion, damit ein Austausch möglich wird.



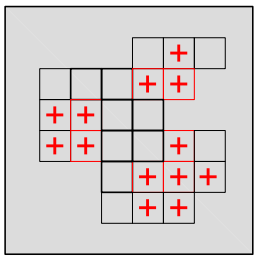
ELEMENTIERUNG
Durch Elementierung der Bauteile entstehen Baukastensysteme zur Konfiguration unterschiedlicher Typen; Ermöglichung des Austausches von Primär- und Sekundär-Konstruktionselementen zur Steigerung der Wandlungsfähigkeit und Effizienz des Gebäudes.

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.

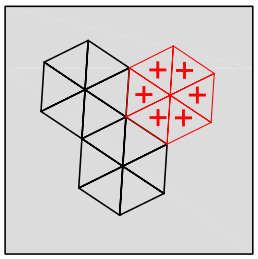
TRAGWERK



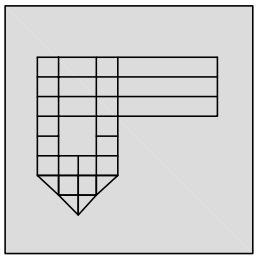
GERICHTETES SYSTEM
Hierarchisch geordnetes Gesamtsystem der Tragglieder des Gebäudes mit Haupt- und Nebentraggliedern, Rechteck als strukturelle Zelle; ungerichtetes Tragwerk ermöglicht systemisch lineare Erweiterung um jeweils eine Haupttragachse.



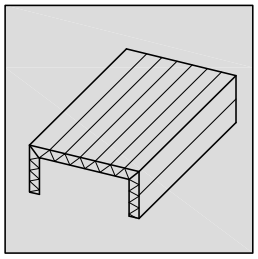
UNGERICHTETES SYSTEM
Gleichwertige Ordnung der statischen Tragglieder als Gesamtsystem des Gebäudes mit 2 oder 3 gleichwertigen Tragrichtungen, gleichseitige Rechtecke und Dreiecke als strukturelle Zelle; ungerichtetes Tragwerk ermöglicht additiv flächige Erweiterung auf zwei Seiten.



ZENTRISCHES SYSTEM
Tragelemente des Gesamtsystems mindestens auf ein Zentrum bezogen, dreieckige oder viereckige strukturelle Zellen; zentrisches Tragwerkssystem ermöglicht additiv flächige Erweiterung auf mehreren Seiten.



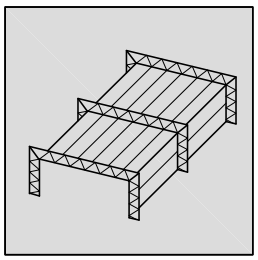
KOMBINIERTES SYSTEM
unterschiedliche Tragwerksysteme bilden durch Zusammenfügung ein Gebäude; die konstruktiven Systeme folgen den spezifischen Anforderungen und erlauben unterschiedliche Konfigurationen.



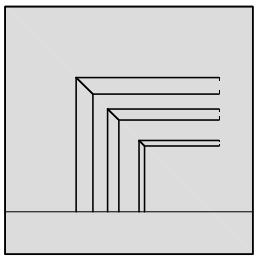
INNENLIEGENDE PRIMÄRSTRUKTUR
Thermisch dämmende Hüllfläche über der Tragwerksebene; Nutzung der Tragwerksebene zur Installation von technischer Gebäudeausrüstung oder Nebennutzflächen innerhalb des Tragwerkes.

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.

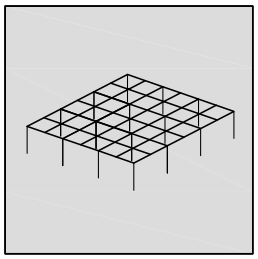
TRAGWERK



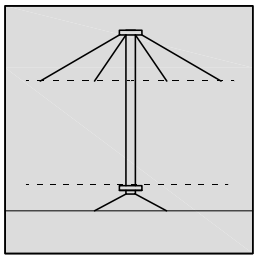
AUSSENLIEGENDE PRIMÄRSTRUKTUR
Durch die Ausführung der Hüllkonstruktion unterhalb der nach aussen liegenden Primärstruktur ensteht ein glattes, stützenfreies und dadurch frei konfigurierbares Hallenvolumen; Versorgung durch technische Gebäudeausrüstung entlang der Wandflächen bzw. innerhalb des Bodens.



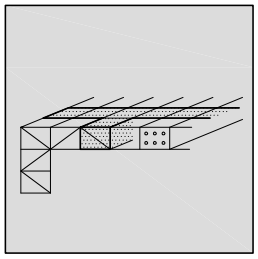
SYSTEMTRAGWERK
Modularisiertes Systemtragwerk mit vorgefertigten Stahlfachwerkträgern und Stahlstützen, Systemhallen als vorgefertigte Produkte in bestimmten Spannweiten und Komponenten zur Erstellung eines effizienzsteigernden Systembaus; Integration und Vorhaltung von Anschlussmöglichkeiten zur Optimierung bei Anforderungsänderungen.



SYSTEMTRAGWERK UNGERICHTET
Modularisiertes Tragwerk aus Trägerrost-Modulen auf Stützen; Systemhallen als vorgefertigte Produkte in bestimmten Spannweiten und Komponenten zur Erstellung eines effizienzsteigernden Systembaus; Integration und Vorhaltung von Anschlussmöglichkeiten zur Optimierung und Adaptierbarkeit bei Anforderungsänderungen.



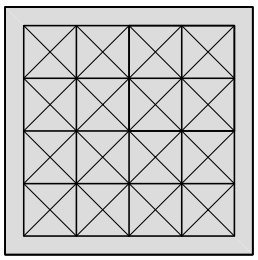
SYSTEMTRAGWERK ABGEHÄNGT
Modularisiertes aussenliegendes zentrisches Systemtragwerk mit vorgefertigten, durch Spreizfüsse eingespannte Maststützen mit Seilabspannungen zur Abhängung der Modul-Fassadenelementen und Auflagerkonsolen für Fussbodenkonstruktion; Integration und Vorhaltung von Anschlussmöglichkeiten zur Optimierung und Adaptierbarkeit bei Anforderungsänderungen.



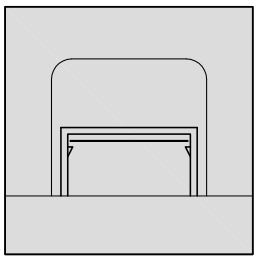
RAUMFACHWERKSYSTEM
Lastabtragung durch orthogonale und diagonale Stablängskräfte; Standardisierung zu Einzelteile-System zur Gewährleistung von Wiederverwendbarkeit und Vereinfachung der Montage und des Transports; integriert technische Installationen und lässt freie Grundrisskonfigurationen zu.

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.

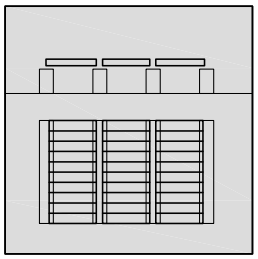
TRAGWERK



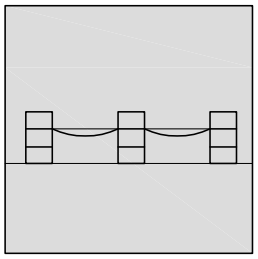
VORGEHALTENES TRAGWERK
Statisch hochaktives Tragwerk durch Integration von orthogonalen, diagonalen bzw. hexagonalen Spannrichtungen als Vorhaltung für eventuelles Umsetzen von Stützen oder Integration von Zusatzkomponenten zur Erzeugung eines radialen, orthogonalen und hexagonalen Grundrasters das jede Nutzungsänderung zulässt.



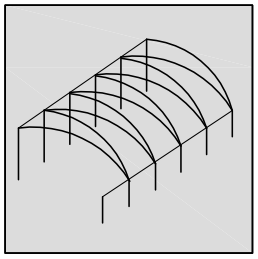
TRAGWERK IM TRAGWERK
Kopplung eines innenliegenden Tragwerktisches zur Aufnahme hoher Lasten der Produktion aus Bedarf nach Hebeanlagen und eines äußeren Tragwerkes als Tragkonstruktion der Klimahülle; entstehender Zwischenraum als Verwaltungsbereich nutzbar; Optimierung der Tragwerke durch Entkopplung und Anpassung des jeweiligen an Lastfälle.



BRÜCKENTRAGWERK
Reihung und Addition von tragenden Stützvolumen als Brückenpfeiler mit bedienenden Funktionen, dienen als Auflager für Einfeldträger, die zwischen den Stützvolumen spannen und das Hallenvolumen bilden; Kombination aus Tragelement und Nutzungseinheit, Hallenflächen frei von Einbauten; Erweiterung durch Repetition von Volumen und Träger.



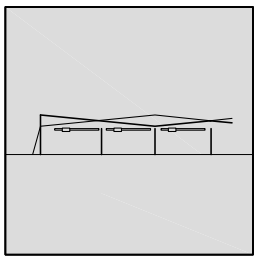
TRAGTURM
Reihung und Addition von dreigeschossigen tragenden Stütztürmen mit bedienender Funktion von denen aus Hallendächer abgehängt werden und das Hallenvolumen bilden; Obergeschosse mit Aussenraumbezug, Mittelgeschosse als Funktionsbrücke für Produktion und frei bespielbare Montagefläche im Erdgeschoss.



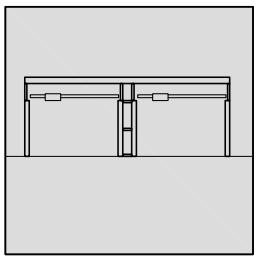
SCHALENTRAGWERK
Auf Einzelstützen aufgelegte Schalenkonstruktion als Gitterschale, mit flächiger Mantelschale; Räumliches Tragwerk von hoher Festigkeit aufgrund idealer Lastabtragung durch Schalenform.

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.

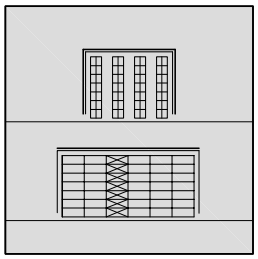
TRAGWERK



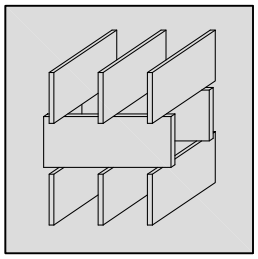
FALTWERK
Aus Scheiben bzw. Platten zusammengesetztes räumliches Tragwerk; Ebene Tragwerksteile werden entweder nur in ihrer Ebene beansprucht (Scheibentragwirkung) oder zusätzlich auch auf Biegung beansprucht (Plattentragwirkung); Optimierung des Tragwerkes durch Anpassung an Kräfteverlauf.



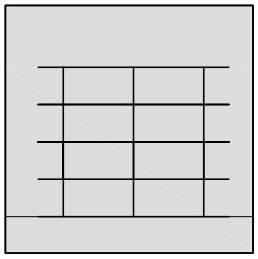
FUNKTIONSOPTIMIERTES TRAGWERK
Kombination von Tragwerkstypen zur Optimierung der Funktionsweise durch Integration von Funktionen in das Tragwerk; Aktivierung von Stützen zu Tragböcken als Tragwerks-, Versorgungs- und Funktionselement zur Steigerung der Varianz durch Generierung funktionsoffener Grundrissflächen.



SILOBAU
Kein selbsttragendes, eigenständiges Gebäude sondern Raumfachwerk als Regalkonstruktion, an der die Hüllkonstruktion (Dach- und Wandverkleidungen) befestigt ist; Äußere Gebäudehülle wird von Regalkonstruktion getragen und nimmt alle von außen wirkenden Kräfte auf.



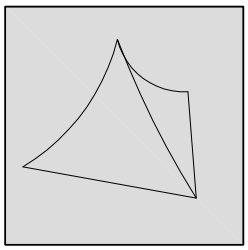
SCHOTTENBAUWEISE
System parallel tragender Wände quer zur Längsachse des Gebäudes, mittels aussteifender Längswände über den Deckenverbund stabilisiert; Bildung einer größeren Anzahl von Räumen mit gleichen Bedingungen; Gebäudetiefe wird durch materialspezifische Spannweiten bestimmt und eingeschränkt.



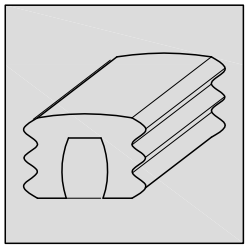
MASSIVBAU
Raumabschließende Elemente wie Wände und Decken mit statisch tragender Funktion; keine Trennung zwischen tragender und raumabschließender Funktion; Verwendung für Geschossbauten; Bemessung der maximalen Belastung bringt Einschränkung in Nutzungsvariabilität.

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.

TRAGWERK

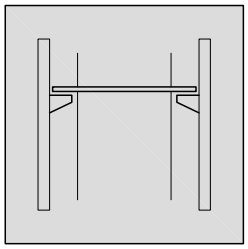


MEMBRANKONSTRUKTIONEN
Membrankonstruktionen lassen sich mit geringem ökonomischen und ökologischem Aufwand ab- und an neuem Standort wieder aufbauen; keine systemische Erweiterungsmöglichkeit; Erweiterung durch Repetition.

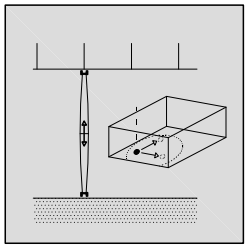


PNEUMATISCHE KONSTRUKTIONEN
Pneumatische Konstruktionen lassen sich mit geringem ökonomischen und ökologischem Aufwand ab- und an neuem Standort wieder aufbauen; keine systemische Erweiterungsmöglichkeit; Erweiterung durch Repetition.

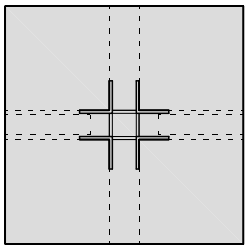
KOMPONENTEN



MOBILE EBENEN
Bewegliche Zwischenelemente als Stahl-/Beton-Fertigteil-Konstruktion mit Konsolenhaltepunkten als Vorhaltung für evtl. Ausbau durch Zwischenebenen; Steigerung der Nutzungsvarianz durch Konfiguration der Fläche.



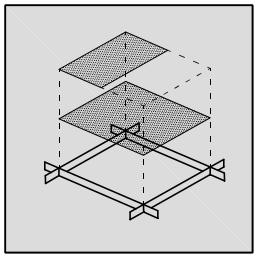
MOBILE STÜTZEN
Stützen durch Dimensionierung des Tragwerks innerhalb bestimmter Radien in ihrer Position veränderbar (Trägerrost); hydraulische Konstruktion erlaubt unterschiedliche Positionierung.



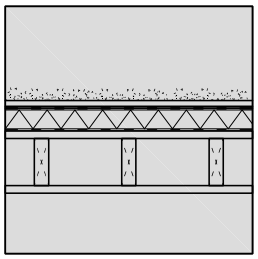
SYSTEMSTÜTZE
Stützen aus 4 verschweissten Stahl-L-Profilen zur Standardisierung der Montagemöglichkeiten von Fassade an Tragwerk oder Trägerrost an Stütze; Stütze mit 4/2/1-fach Trägerknotenpunkten oder mit Anschluss an Fassadenmodule durch Klemmen.

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.

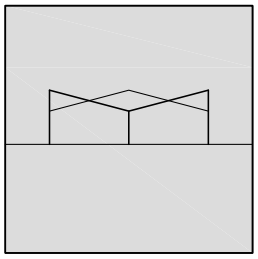
DACH



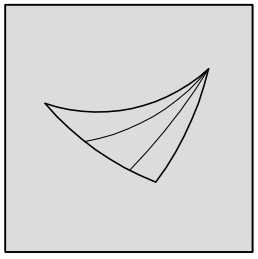
MODULARISIERTES DACH
Vorgefertigte Dach-Module in bestimmten, dem Rastermaß angepassten Abmessungen, zum direkten Einbau auf das Primärtragwerk inkl. aller definierten Anforderungen an die Dachfläche; Fertigteilsysteme mit Auswahlmöglichkeiten von Öffnungsanteilen, Öffnungsarten und Oberflächen.



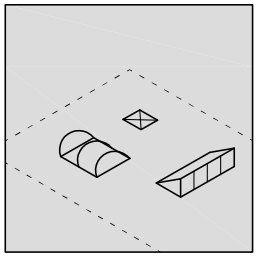
ELEMENTIERTES DACH
Dachaufbu aus einzelnen Elementen in aufeinander folgenden Schichten lassen unterschiedliche Gebäudekonfigurationen und Gebäudeanforderungen im Bezug zur Raumkonditionierung zu; völlige Freiheit bei Gestaltung durch offenes System aus addierbaren Einzelkomponenten.



FALTDACH
Durch Faltwerk resultierende Faltdachkonstruktion mit flächigem Dachaufbau aus Modulen oder auch Einzelementen; durch Versetzen von Hochpunkten und Tiefpunkten der Dachstreifen zueinander entstehen gegenläufig geneigte Dachflächen mit rautenförmigen Öffnungen zur Konditionierung der Halle mit Licht und Luft.



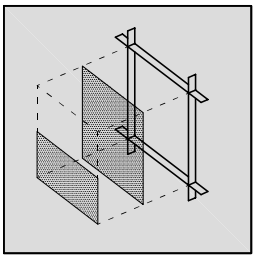
MEMBRANDACH
Frei überspannende, leichte Flächentragwerk-Module aus Membranen/Folien als mechanisch gespannte Konstruktionen mit Hochpunkt-, Segel- und Bogenflächen; Erzeugung grosser Spannweiten bei minimalem Materialeinsatz.



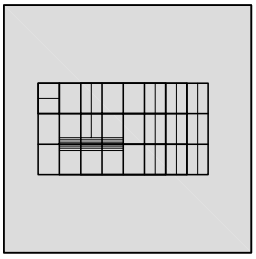
MODULVARIANZ
Siehe Systemvarianz; Subsystem innerhalb der Dachmodule, die durch Adaptierbarkeit von immanneten Modulekomponenten Anpassungen an sich ändernde Anforderungen ermöglichen.

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.

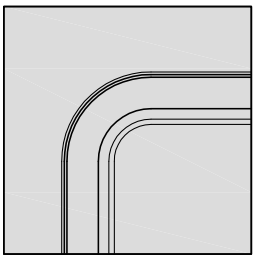
FASSADE



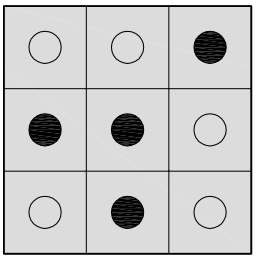
MODULARISIERTE FASSADEN
Vorgefertigte Fassaden-Module in bestimmten, dem Rastermaß angepassten Abmessungen zum direkten Einbau in das Primärtragwerk inkl. aller definierten Anforderungen an die Fassade, Fertigteilsysteme mit Auswahlmöglichkeiten von Öffnungsanteilen, Öffnungsarten und Oberflächen.



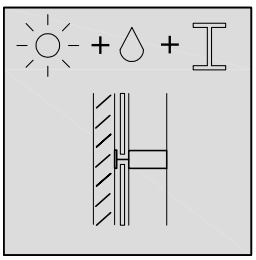
ELEMENTIERTE FASSADEN
Elementierte Fassadenkonstruktionen lassen unterschiedliche Gebäudekonfigurationen und Gebäudeanforderungen im Bezug zur Raumkonditionierung zu; völlige Freiheit bei Gestaltung durch offenes System aus addierbaren Einzelkomponenten.



DACH ALS FASSADE
Überführung der Dacheindeckung in die Fassade bei Ausbildung einer wasserführenden Schicht; runde Attika damit Niederschlag von Dachhaut über Fassade in Boden abgeführt wird.



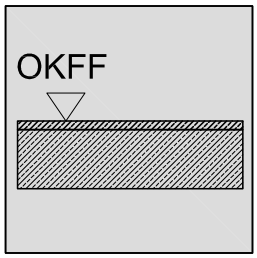
MEDIENFASSADEN
Dynamisierung der Fassadenebene durch Integration veränderbarer Medien wie Leuchten oder Bildschirme, die wechselnde Muster bzw. Mustersequenzen in die Fassade einblenden; Aktivierung der Fassade als Projektionsfläche nach aussen für das Unternehmen.



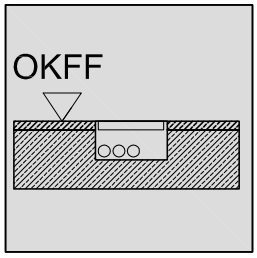
INTEGRATIVE FASSADE
Integration mehrerer Funktionen in Fassadenebene, Zusammenführung von Tragwerk, Fassade, Lüftung, Blendschutz, Niederschlagsführung und Medienversorgung innerhalb einer Schicht.

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.

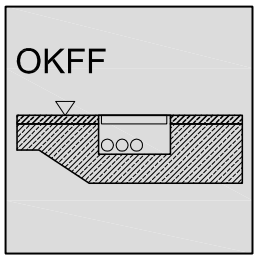
BODEN



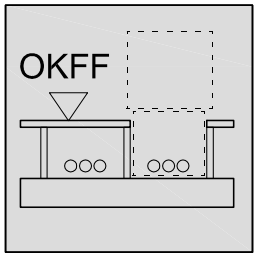
GESCHLOSSEN
Bodenplatte aus Stahlbeton mit fugenlosem Abschluss als Industriefussboden (EP-Böden, PMMA-Böden, PU-Böden, Polyester und Venylesterböden - Anforderungen nach WHG, § 19, antistatische und leitfähige Industriefussböden); je nach Nutzung und Anforderung mit Fachplaner zu ermitteln; frei von Einbauten zur Förderung der Nutzungsvarianz.



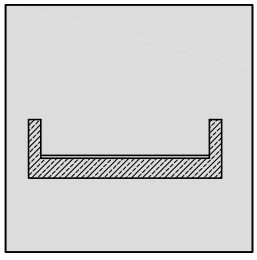
BODENKANAL
Bodenkanäle mit Revisionsöffnungen zur Medienversorgung in Bodenplatte aus Stahlbeton mit fugenlosem Abschluss als Industriefussboden (EP-Böden, PMMA-Böden, PU-Böden, Polyester und Venylesterböden - Anforderungen nach WHG, § 19, antistatische und leitfähige Industriefussböden); je nach Nutzung und Anforderung mit Fachplaner zu ermitteln.



MODULARISIERTE BODENKONSTRUKTION
Vorgefertigte Boden-Module in bestimmten, dem Rastermaß angepassten Abmessungen zum direkten Einbau in die Auflagerkonsolen des Primärtragwerks; Integration von eingelassenen Bodenkanälen zur Medienversorgung möglich.



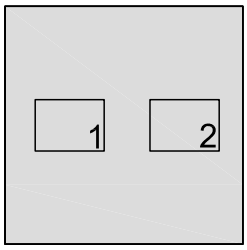
SYSTEM BODEN
als Hohlboden (Revisionsöffnungen) bzw. Doppelbodensystem (frei zugänglich) zur Aufnahme von Installationstechnik bzw. Maschinenfundamenten; durch variable Adaptionsmöglichkeit der Einzelkomponenten entsteht offener Grundriss; Förderung der Varianz durch Wechsel der unter der Nutzebene liegenden Maschinenfundamente.



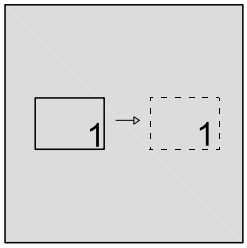
WEISSE WANNE
Aus wasserundurchlässigem Beton hergestellt, wodurch keine zusätzliche Abdichtungsschicht und auch u. U. keine Drainagen benötigt werden; Sicherung gegen drückendes Grundwasser oder in Überschwemmungsbereichen; Industriefussboden je nach Nutzung und Anforderung mit Fachplaner zu ermitteln; Frei von Einbauten zur Förderung der Nutzungsvarianz.

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.

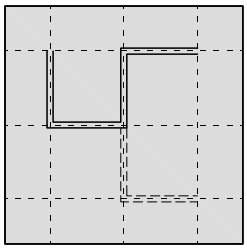
AUSBAU



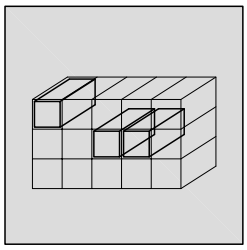
ORTGEBUNDENE RAUMBOXEN
Innerhalb der Produktionsfläche zur Optimierung der Kommunikation und Steigerung der Variabilität des zu bespielenden Raumes; bediende Funktionen wie Besprechungs-, Sozial- oder Sanitärräume; ortsungebundene Einbauten werden in den Raum eingestellt; leicht auf- und abbaubar.



MOBILE RAUMBOXEN
Frei konfigurierbare Containerbauteile als flexible Nutzräume implementierbar für Besprechung- und Sozialräume innerhalb der Produktionsfläche zur Optimierung der Kommunikation und Steigerung der Variabilität des zu bespielenden Raumes; Gipskarton-Ständerwand-Boxen bzw. als Fertigteilcontainer zur flexiblen, kostengünstigen Erstellung.

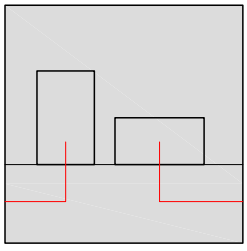


MOBILE WANDSYSTEME
Leichte Trennwände erlauben Positionierung gemäß den Anforderungen nach freien, zonierbaren, offenen Raumsegmenten temporäre Fassadensysteme mit leichten Füllmaterialien wie Polycarbonatdoppelstegplatten, Vorhangfassaden oder Vorhangschürzen aus PVC; bei laufendem Betrieb versetzbar; Anpassung an Variabilität der Flächennutzung.



PARASITÄRE RAUMBOXEN
In Tragkonstruktion eingehängte/eingeschobene autarke Baukörper zur Aufnahme von bedienenden Raumfunktionen; Möglichkeit zur Aktivierung der Dachtragwerksebene z.B. bei Raumfachwerken; Nutzungsvariabel und temporär.

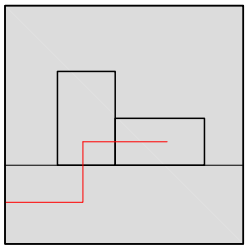
INFRASTRUKTUR



AUTONOM
Gebäudetechnische Unabhängigkeit zwischen Bestandsgebäude und Erweiterungsbau; Gebäudeteile sind zueinander nutzungsunabhängig.

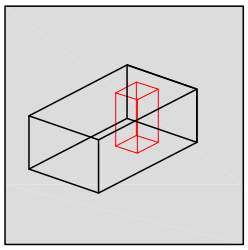
Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.

INFRASTRUKTUR

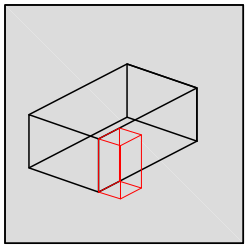


HETERONOM
Gebäudetechnische Abhängigkeit zwischen Bestandsgebäude und Erweiterungsbau bei gleichzeitiger, parasitärer Nutzungsabhängigkeit.

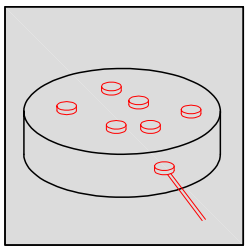
VERSORGUNG



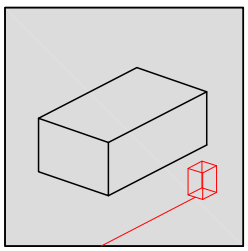
INNENLIEGENDE ZENTRALE VERSORGUNG
Haustechnikzentrale in bedienenden Funktionsbereichen innerhalb der Gebäudekubatur, Weiterverteilung der Haustechnik zentral über horizontale und vertikale Verteilungssysteme; sehr geringer modularer Systemaufbau dadurch geringe Erweiterungsmöglichkeiten; homogen einstellbare Klimabedingungen für das Gesamtgebäude



AUSSENLIEGENDE ZENTRALE VERSORGUNG
in seitlich liegendem, entkoppeltem Gebäudeteil; Hauptversorgung über Doppelbodensystem; weitere Medienführung in Hallendachebene; sehr geringer modularer Systemaufbau dadurch geringe Erweiterungsmöglichkeiten; homogen einstellbare Klimabedingungen für das Gesamtgebäude



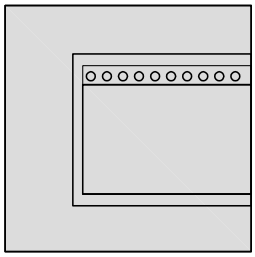
DEZENTRALE VERSORGUNG
gezielte Positionierung von technischen Komponenten zur Gebäudeausrüstung dezentral in der Gebäudehülle; hohe Erweiterungsmöglichkeiten durch hohen modularen Systemaufbau; heterogen einstellbare Klimabedingungen für das Gesamtgebäude



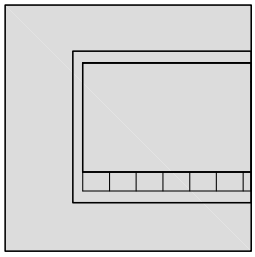
EXTERNE VERSORGUNG
Hallenvolumen ohne Anforderungen an Konditionierung; Verteilung der wenigen technischen Komponenten zur Gebäudeausrüstung für bedienende Räume wie Sozialräume in autarkem Gebäudeteil als Container-Box

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.

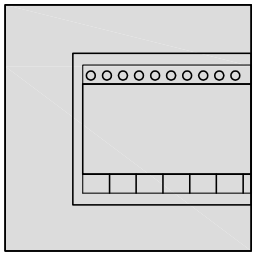
MEDIENFÜHRUNG



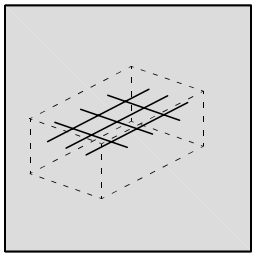
DECKENVERTEILUNG
zentral unter der Dachkonstruktion definierte Installationsbereiche ermöglichen Anpassung der technischen Ausstattung an sich ändernde Nutzungen, ermöglichen flexible Grundrissgestaltung; bei Erweiterung der Halle werden neue Stränge von Haustechnikzentrale zur Unterstützung der Versorgung installiert



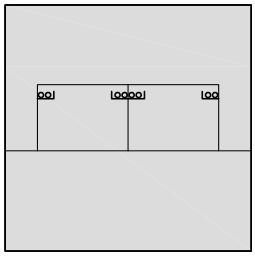
BODENVERTEILUNG
zentral unter dem Boden definierter Installationsbereich innerhalb von Bodenkanälen oder doppelschaligen Systembodenkonstruktionen; spezifische Anpassung unterschiedlicher Nutzungskonfigurationen wird möglich; Deckenebene bleibt frei von Einbauten für Förderanlagen



BODEN-/DECKENVERTEILUNG
Versorgung der gesamten Produktionshalle durch Installationsführung innerhalb von Bodenkanälen mit Auslässen und zusätzlicher Verteilungsebene unter der Decke; spezifische Anpassung unterschiedlicher Nutzungskonfigurationen wird möglich; Berücksichtigung des Lichtraumprofieles bei Kranbahnbedarf



VERSORGUNGSNETZ
Verteilung der Haustechnikleitungen innerhalb eines Verteilungsnetzes; Installationen wie Strom, Datenleitungen, Beleuchtung, Wasser, Heizung, Druckluft und Schleiföl an Unterseite der Tragwerksebene innerhalb von Trassengruppen montiert



TRASSENSTEGE
Versorgung der Produktionshalle in Deckenebene mittels seitlich den Hallenschiffen folgenden Trassenstegen, die offen die akut notwendigen Installationen aufnehmen; Hohe Variabilität, da diese je nach Bedarf mit wenig Aufwand aufgefüllt werden können

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.

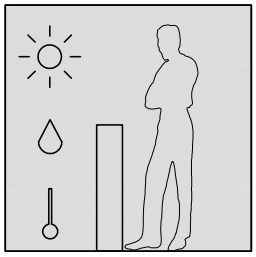
TGA-Konzept

TGA passiv

PASSIVE KONDITIONIERUNG
Natürliche Belüftung, Belichtung und Nutzung regenerativer Energien als passive Konditionierungsstrategie der TGA; Förderung der Nachhaltigkeit durch Verzicht auf Klimatisierung; Nutzung von Kraft-Wärme-Kopplung und regenerativer Energien

TGA aktiv

AKTIVE KONDITIONIERUNG
Aktive Entwurfsansätze der technischen Gebäudeausrüstung durch mechanische Systemlösungen für Belüftung, Belichtung und Energieversorgung; Zentralsteuerung der Haustechnik zur Optimierung der Betriebskosten bei Berücksichtigung der Installationskosten



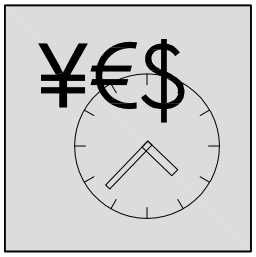
HALBAUTOMATION DER KONDITIONIERUNG
Aktive Entwurfsansätze der TGA durch mechanische Systemlösungen für Belüftung, Belichtung und Energieversorgung; Zentralsteuerung der Haustechnik zur Optimierung; Ergänzung um manuell bedienbare Steuerungssäulen zur Erhöhung der Akzeptanz des Nutzers zur Selbstbestimmung des Arbeitsumfeldes

TGA LABEL

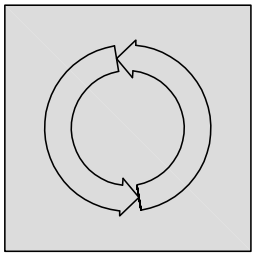
ZERTIFIZIERUNG
System zur Beschreibung und Bewertung von Einzelbauwerken zu einer nachhaltigen Entwicklung; Nachhaltigkeitsbewertung weitestgehend basierend auf quantifizierbaren Kernkriterien: ökologische Qualität, ökonomische Qualität, soziale, funktionale und technische Qualität; Etablierung von Standarts

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.

EFFIZIENZ

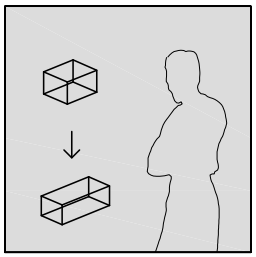


ÖKONOMISCHE EFFIZIENZ
Entscheidungskriterium zur Auswahl von mehreren Maßnahmen, die mit den geringsten Kosten verbunden sind; Ziel: Kosteneffizienz durch Verkürzung der Planungs- und Bauzeit und resultierend, Reduzierung der Baukosten durch Ausnutzung bestehender Werksstrukturen, Erweiterungsflächen, Verwendung von standardisierten, vorfabrizierten Tragwerkskomponenten und Fassadenelementen

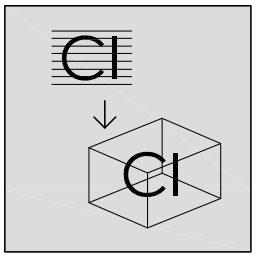


ÖKOLOGISCHE EFFIZIENZ
Genauigkeit, mit der ein Umweltziel mit einem umweltpolitischen Instrument erreicht werden kann; Nutzung nachwachsender Rohstoffe und schonender Umgang mit Ressourcen als Ziel der Planung, Bau und Betrieb; Beachtung sozio-kultureller Aspekte und Integration des "Faktor Mensch" in Gesamtbetrachtung

PRÄGUNG



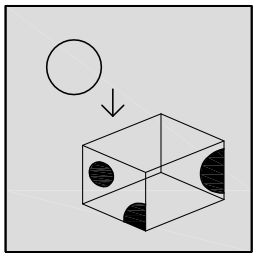
PRÄGUNG DURCH ARCHITEKTEN
Umsetzung der Bauaufgabe durch Architekten; Übertragung der Persönlichkeit und der Haltung des Gestalters auf das Unternehmen und dessen Produkte; Architekt und Unternehmen entwickeln gemeinsame Haltung, die langfristig baulich umgesetzt werden kann



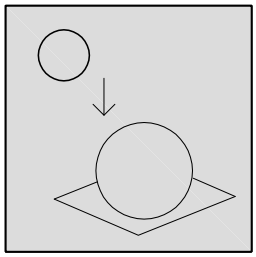
PRÄGUNG DURCH UNTERNEHMENSLEITSÄTZE
Bestimmung von Leitsätzen zu Erscheinungsbild, Haltung und Selbstverständniss des Unternehmens, um strategische Ziele zu verdeutlichen; berücksichtigt werden hierbei vor allem die Organisationsform, die Produkte und die Produktionsweise, sowie die Werbung und der Betrieb; die inhaltlichen Standpunkte werden im äußeren Erscheinungbild ablesbar

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.

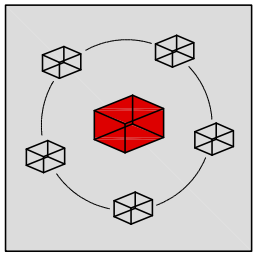
PRÄGUNG



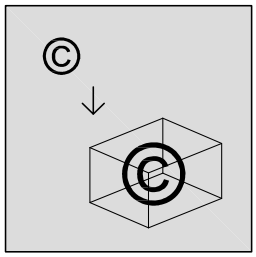
PRÄGUNG DURCH UNTERNEHMENSINHALT
Inhalt und das spezielle Tätigkeitsfeld von Unternehmen werden in der Architektur dargestellt; durch Bestimmung von Material, Farbe, Licht und die spezifische Verwendung produkteigener Elemente oder regionaler Bezüge zur Herkunft werden beim Betrachter Assoziationen erweckt; das Unternehmen kann sich auf diese Weise nach Außen zeigen.



PRÄGUNG DURCH DAS PRODUKT
Die Architektur wird als Werbebotschaft genutzt, indem im Extremfall das Abbild des Produktes direkt auf die Gebäudeform übertragen wird; eine exzentrische Strategie, bei der es zu architektonischen Sonderformen kommen kann; ebenso können Materialien der Fassade Bezüge zum Produkt herstellen.



PRÄGUNG DURCH REPETITION
Durch Duplizierung eines Bautypus/Baukörpers an unterschiedlichen Standorten funktioniert das Gebäude als Erkennungsmerkmal; dies wird durch einheitliche Gestaltungsrichtlinien und typische Gestaltungselemente erreicht.



PRÄGUNG DURCH MARKENINHALT
Wertvorstellungen der Marke sollen sich in der Gestaltung des Gebäudes wiederfinden, sodass die Marke vor Ort "erlebt" wird; durch dieses "Branding" wird eine enge Kopplung zwischen Produkt, Marke, Unternehmen und dem Konsumenten erzeugt; emotionale Bindung zwischen Herrsteller und Kunde ist entscheidend.

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.

E5 Fazit

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.

E5 Fazit

5.1 Fazit

Die Aufgabe des Forschungkapitels E bestand darin, die Abhängigkeit zwischen Baustruktur und Werthaltigkeit eines Gebäudes darzustellen, und Planer, Bauherren und Interessierte hierfür zu sensibilisieren.

Nach der Ermittlung von Anforderungen an zukunftsfähige Industriebauten in Kapitel B konnten im Forschungsteil E Anforderungsprofile erarbeitet, sowie Strukturtypen und Strategien als deren bauliche Umsetzung zugeordnet werden. Dazu wurde zunächst das Untersuchungsfeld definiert, das sich aus dem Anforderungskatalog für Zukunftsfähigkeit und den Systemebenen des Industriebaus ergibt. Es konnte eine Matrix erstellt werden, mit der bauliche Umsetzungen des Anforderungsprofils in Form von Strategien aufgezeigt werden. 23 Industriebauten des Mittelstandes wurden untersucht und die Standort-, Nutzungs- und Baudaten ausgewertet, um fallspezifische Strategien und Strukturen zu erschließen. Auf Grundlage der Erkenntnisse aus dieser Arbietsphase wurden mit Hilfe der Matrix Handlungsempfehlungen erarbeitet. Einzelstrategien wurden zu Konzepten zusammengeführt. Durch Einordnung in einen übergeordneten Strategienkatalog wurden Typologien zukunftsfähiger Industriebauten erkennbar. Daneben wurden für die untersuchten Industriebauten durch Auswertung der projektbezogenen Daten deren spezifische Anforderungsprofile erschlossen. Der Grad der Entsprechung von baulicher Umsetzung und Erwartung, also dem Anforderungsprofil, wurde in einem Polaritätsprofil abgebildet. Die Bewertung macht die untersuchten Bauten untereinander vergleichbar. Analyse und Validierung der Fallbeispiele ergänzen die Handlungsempfehlungen der Strukturtypologie und des Startgeienkataloges auf anschauliche Weise.

Der Katalog von Strukturen und Strategien zeigt auf, was Zukunftsfähigkeit im Industriebau bedeutet, welchen Mehrwert sie mit sich bringt, wie sie baulich umgesetzt werden kann und wie sich Investitionen in zukunftsfähig geplante und realisierte Industriegebäude in Form von Werthaltigkeit bezahlt machen können.
Die Arbeit an Typologien hat uns in der Auffassung bestätigt, dass, um als zukunftsfähig bezeichnet zu werden, ein Industriebau nicht allen möglichen sondern nur den wahrscheinlichsten Anforderungen entsprechen kann. Anforderungsprofile können nur fallspezifisch erstellt werden.
Es gibt kein Rezept für zukunftsfähigen Industriebau, vielmehr erhalten die am Bau beteiligten einen Leidfaden, der Zukunftsfähigkeit planbar macht.

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.

E6 Anhang

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.

E6 Anhang

6.1 Literaturverzeichnis

[Abe 07] Abel, C.: Norman Foster: Works. Prestel, München, 2007.

[Acha 04] Achammer, C. M.; et al.: Risiko Industriebau. Euro und andere Werte; Praxisreport 2003;[Praxisseminar des Instituts für Industriebau an der Technischen Universität Wien]. Springer, Wien, 2004.

[Acke 99] Ackermann, P.: Halle 13. Deutsche Messe AG, Expo 2000, Hannover GmbH: Expo hall 13. Prestel, München, 1999.

[Adam 04] Adam, J. et al.: Entwurfsatlas Industriebau. Birkhäuser Verl., Basel, 2004.

[Addi 05] Addington, D. M.: Smart materials and new technologies. Architectural Press, Oxford, 2005.

[Agin 03] Arbeitsgemeinschaft Industriebau e.V.: Stahl, Glas und Membranen im Industriebau. Ein Leitfaden für Architekten, Ingenieure und Unternehmen. Callwey, München, 2003.

[Alis 05] Alisch, K.: Gabler Wirtschafts-Lexikon. Gabler, Wiesbaden, 2005.

[Arch 09] Gertraud Wittmann für architekten24.de: Montagezentrum Esta. ABV Architekten und Bauherren Verlag GmbH, Ergolding, 2009, URL: http://www.architekten24.de/projekt/montagezentrum-esta-senden/uebersicht/index.html, 10.01.2009.

[Badk 08] Badke-Schaub, P.; Hofinger, G.; Lauche, K.: Human Factors. Psychologie sicheren Handelns in Risikobranchen ; mit 17 Tabellen. Springer Medizin Verl., Heidelberg, 2008.

[Bark 03] Barkow Leibinger Architekten: Laserfabrik und Logistikzentrum in Ditzingen. In Detail, 2003, Heft 9; S. 948-949

[Bark 08] Barkow Leibinger Architekten: Thema - Produktionsgebäude - Produktionshalle TMS Saalfeld - Modular und serientauglich - Barkow Leibinger Architekten. In IndustrieBAU, 2008, Heft 6; S. 18–21.

[Baum 03] ARGE Baumschlager-Eberle: Bauten und Projekte 1996 - 2002. Springer, Wien, 2003.

[Baum 06] Baumeister, N.; Ganser, K.: Architektur Neues München. Münchner Baukultur 1994-2005. Braun, Berlin, 2006.

[Baue 07] Bauer, M.; Mösle, P.; Schwarz, M.: Green Building. Konzepte für nachhaltige Architektur. Callwey, München, 2007.

[Benz 07] Benz, H. U.: Multifunktionsgebäude für Walter Knoll, Herrenberg. In Glas Architektur und Technik, 2007, Heft 2, S. 10.

[Bohn 06] Bohne, D.; Wellpott, E.: Technischer Ausbau von Gebäuden. Kohlhammer, Stuttgart, 2006.

[Bran 07] Brandin, T.: Thema Unternehmen International - Montagewerk mit Lager und Logistik zentrum in Qingdao, China - Architektur mit Ortsbezug. In IndustrieBAU, 2007, Heft 6; S. 20–25.

[Brus 07] Bruss, S.; Quade, S.: Erfolgsfaktor Immobilienmarketing. Eine Zusatzqualifikation für Architekten. Diplomica-Verlag, Hamburg, 2007.

[Bund 02] Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung: Leitfaden Nachhaltiges Bauen, 2001.

[Carg 00] Cargill Thompson, J.: 40 architects under 40. Taschen, Köln, 2000.

[Cies 86] Ciesielski, G.; Wirth, S.: Die moderne Fabrik in Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft, TH Karl-Marx-Stadt, Karl-Marx-Stadt, 1986.

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.

[Corn 06] Cornelius, W.: Thema- Internationaler Industriebau - Bugatti Automobile S.A.S. in Molsheim, Frankreich - Heilige Halle. In IndustrieBAU, 2006, Heft 2; S. 30–33.

[Dani 00] Daniels, K.: Gebäudetechnik. Oldenbourg Industrieverlag AG, München, 2000.

[Dam 06] Deutsches Architektur-Museum, Frankfurt am Main: DAM-Jahrbuch 2006 - Thematischer Schwerpunkt: Wohnen in der Stadt. Prestel, München, 2006.

[Dete 05] Determann, J., Michalek, F.: Stahl-Informations-Zentrum Serie: Stahl und Form - GIRA Produktionsgebäude, Radevormwald. Ingenhoven und Partner Architekten, Düsseldorf. Selbstverlag Stahl-Informations-Zentrum, Düsseldorf, 2005.

[Dijk 99] Dijk, H. v.; Linders, J.: Benthem Crouwel. 1980 - 2000. Uitgeverij 010 Publications, Rotterdam, 1999.

[Ege 07] Ege, K.: Mobile Grenzgänger. Module und durchgängige Prozesse. In IndustrieBAU, 2007, Heft 6, S. 50–52.

[Elli 06] Ellingham, I.; Fawcett, W.: New generation whole-life costing. property and construction de cision-making under uncertainty. Taylor & Francis, London, 2006.

[Elsc 04] Elscher, A.; Fischer, C. L. ;Heger, et al.: Neues Werk für Zulieferer in den USA. Mit Synergetischer Fabrikplanung sicher in die Zukunft. In WT Werkstattstechnik online, 2004, Heft 4; S. 132–136.

[Fost 91] Foster, N.: Renault Centre. Architecture Design and Technology Pr.estel, London, 1991.

[Frie 07] Friess, U.: Thema nachhaltiges Bauen - Multifunktionsgebäude Walter Knoll AG und CO. KG - Ästhetisch effizient. In IndustrieBAU, 2007, Heft 5; S. 26–29.

[Fürs 05] Fürstenau, B.; Klauser, F.; Born, V.; et al.:Erfahrungswissen sichern und aufbereiten – Zur effizienten Gestaltung von Wissensmanagementprozessen bei der BMW AG im Projekt „Werksaufbau Leipzig“. Physica-Verlag, Heidelberg, 2005.

[Gail 04] Gail, L.: Reinraumtechnik. Springer, Berlin, 2004.

[Gaus 96] Gausemeier, J.; Fink, A.; Schlake, O.: Szenario-Management: Planen und Führen mit Szenarien. 2., bearbeitete Auflage. Carl Hanser Verlag, München, Wien, 1996.

[Gint 10] Gintars, D.; Gramlich, T.; Schmid, G.; et al.; Baunetz Wissen Nachhaltig Bauen. BauNetz Media GmbH, Berlin, Online unter: http://www.baunetzwissen.de/standardartikel/Nachhaltig-Bauen_Planung-eines-nachhaltigen-Gebaeudes_665891.html?source=hpt%29 vom 02.02.2010

[Góme 01] Gómez, L.: High-Tech für High-Tech. Kohlhammer, Stuttgart, 2001.

[Grün 06] Grünzig,, M.: Neuorganisation der Trumpf-Werke in Neukirch. In db Deutsche Bauzeitung, Heft 6, S. 28-33

[Habe 09] Habenicht, G.: Kleben. Springer, Berlin, 2009.

[Hall 89] Haller, F.: System - Design Fritz Haller. Bauten - Möbel - Forschung. Birkhäuser, Basel, 1989.

[Haus 05] Hausladen, G.: ClimaDesign. Lösungen für Gebäude, die mit weniger Technik mehr können. Callwey, München, 2005.

[Haus 06] Hausladen, G. et al.: ClimaSkin. Konzepte für Gebäudehüllen, die mit weniger Energie mehr leisten. Callwey, München, 2006.

[Hegg 08] Hegger, M.: Energie-Atlas. Nachhaltige Architektur. Birkhäuser, Basel, 2008.

[Heie 03] Heiermann, W.; Linke, L.: VOB-Musterbriefe für Auftraggeber. Bauherren, Architekten, Bauingenieure. Vieweg, Wiesbaden, 2003.

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.

[Hemp 08] Jörg Hempel, S.: Heidelberger Druckmaschinen - Modernste Montagehalle für Druckmaschinen. Eien Fabrik der Zukunft. Mit freundlicher Genehmigung der Heidelberger Druckmaschinen AG, 2008.

[Henn 05] Henn, G.: Bugatti Molsheim. Junius, Hamburg, 2005.

[Hern 03] Hernández, R.: Systematik der Wandlungsfähigkeit in der Fabrikplanung. Dissertation, Hannover, 2003.

[Herz 93] Herzog, T.: Produktionshallen in Bad Münder. In Detail, Heft 6, 1993, S. 700–704

[Herz 94] Herzog, T.: Rund ums Buch - Produktionshallen in Bad Münder. In db, Heft 5, 1994, S. 45-50.

[Heste 08] Hestermann, U.; Rongen, L.; Neumann, D.: Baukonstruktionslehre 2.

[Heste 10] Hestermann, U. et al.: Baukonstruktionslehre. Vieweg + Teubner, Wiesbaden, 2010.

[Hild 05] Hildebrand, T.: Theoretische Grundlagen der bausteinbasierten, technischen Gestaltung wandlungsfähiger Fabrikstrukturen nach dem Plug + Produce Prinzip. Dissertation, Chemnitz, 2005.

[Hors 03] Horschig, J.: Brandschutz im Industriebau. Ein Leitfaden für Architekten, Ingenieure und Unternehmen. Callwey, München, 2003.

[Hors 04] Horschig, J.: Objektschutz und Sicherheitstechnik im Industriebau. Ein Leitfaden für Architekten, Ingenieure und Unternehmen. Callwey, München, 2004.

[Hors 05] Horschig, J.: Grundlagen der Standortentwicklung im Industriebau. Ein Leitfaden für Architekten, Ingenieure und Unternehmen. Callwey, München, 2004.

[Holz 07] Holzabsatzfonds Hrsg.: Industrie- und Gewerbebau in Holz.
Fachtagung Holzbau 2007. Tagungsband zur Fachtagung am 17.01.2007.

[Holz 04] Holzabsatzfonds Hrsg.: Holzbau Handbuch. Brandschutz im Hallenbau..
Reihe 3, Teil 4, Folge 4, Bonn, 2004.

[Holz 06] Holzabsatzfonds Hrsg.: Holzbau Handbuch. Holzkonstruktionen in Mischbauweise.
Reihe 1, Teil 1, Folge 5, Bonn, 2006.

[Holz 08] Holzabsatzfonds Hrsg.: Holzbau Handbuch. Industrie- und Gewerbebau in Holz.
Reihe 1, Teil 3, Folge 11, Bonn, 2008.

[Holz 09] Holzabsatzfonds Hrsg.: Spezial. Flachdächer in Holzbauweise. oktober 2008,
Bonn, 2008.

[Hube 07] Huber, C.: Integriert oder Angedockt_Vorkonditionierte Bauelemente.
In IndustrieBAU, 2007, Heft 6; S. 48–49.

[Inge 03] Ingenhoven Overdiek und Partner Architekten: Produktionsgebäude in Radevormwald. In Detail, 2003, Heft 9; S. 956- 972

[Jodi 05] Jodidio, P.: Piano. Taschen, Köln, 2005.

[Kapf 03] Kapfinger, O.: Baukunst in Vorarlberg seit 1980. Ein Führer zu 260 sehenswerten Bauten. Hatje, Ostfildern-Ruit, 2003.

[Kleb 08] Klebelsberg, B.: Systemhaus Bürkert Fluid Control Systems - Alles unter einem Dach.
In IndustrieBAU, 2008, Heft 6; S. 26–28.

[Knit 06] Knittel-Ammerschuber, S.: Erfolgsfaktor Architektur - strategisches Bauen für Unternehmen. Birkhäuser, Basel, 2006.

[Koet 01] Koether, R.; Kurz, B.; Seidel, et al.: Betriebsstättenplanung und Ergonomie. Planung von Arbeitssystemen. Carl Hanser Verlag, München, 2001.

[Köhn 08] Köhn, R.: Die neue Liaison Mensch und Maschine. In FAZ, 05.06.2008.

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.

[Krim 08] Krimmling, J.: Facility Management: Strukturen und methodische Instrumente. Fraunhofer Irb Stuttgart, Stuttgart, 2008.
[Kron 08] Kronenburg, R.: Mobile Architektur. Birkhäuser, Basel , 2008.
[Krüg 06] Krüger, W.: Excellence in Change. Wege zur strategischen Erneuerung. Gabler, Wiesbaden, 2006.
[Kühn 06] Kühn, C.: Thema - Internationaler Industriebau - Bösch KG in Lustenau, Österreich – Leise Töne. In IndustrieBAU, 2006, Heft 2; S. 24–29.
[Lams 08] Lamster, J.: Contracting im Hochbau: Einführung in das „zyklische Systemmodell", Band 2 von Hochschule Luzern - Technik & Architektur, Kompetenzzentrum Typologie & Planung in Architektur, Competence Center Typologie & Planung in Architektur, Interact Verlag, Luzern, 2008.
[Lees 09] Leeser, J.: Thema - International - Produktionsgebäude der Fraba AG, Slubice, Polen - Dezentrale Fertigung. In IndustrieBAU, 2009, Heft 1; S. 30–35.
[Leve 05] Levene, R. C.: Herzog & de Meuron. 1981 - 2000. El Croquis Ed., Madrid, 2005.
[Lore 91] Lorenz, P.: Gewerbebau, Industriebau. Koch, Leinfelden-Echterdingen, 1991.
[Márq 08] Márquez Cecilia, F.; Levene, R.: Annette Gigon/Mike Guyer. 2001/2008 ; [reiventar lo cotidiano = the everyday and its reinvention]. El Cróquis, Madrid, 2008.
[Mein 07] Meinig, M.: Thema Corporate architecture - Ausstellungs- und Präsentationsgebäude, Erkheim - Imageträger. In IndustrieBAU, 2007, Heft 1; S. 28–33.
[Mein 08] Meinig, M.: Produktionsgebäude Nexans Power Accessories, Hof - Zukunftsfähiges System. In IndustrieBAU, 2008, Heft 6; S. 22–25.
[Mein 09] Meinig, M.: Hawe Hydraulik Werkserweiterung, Freising - Gelungenes Konzept. In IndustrieBAU, 2008, Heft 6 ; S. 32–33.
[Mess 05] Messedat, J.: Corporate architecture. Entwicklung, Konzepte, Strategien. Avedition, Ludwigsburg, 2005.
[Müll 04] Müller, M. E.: Strukturelle und funktionale Untersuchungen zu Gebäudesystemen und Planungsmethoden wandelbarer Architektur. Dissertation. Mensch & Buch-Verlag, Berlin, 2004.
[Müll 08] Müller, E.; Engelmann, J.; Strauch, J.: Energieeffizienz als Zielgröße in der Fabrikplanung.Energieeffizienzorientierte Planung von Produktionsanlagen am Beispiel der Automobilindustrie. In WT Werkstatttechnik online, 2008, 98; Heft 8 S. 634–639.
[Nagl 05] Nagler, F.: Fabrikgebäude in Niderstätten. In Detail, 2005, Heft 12, S. 1438-1443.
[Nelle 09] Nellehsen, C.: Modulpark Dornbracht, Iserlohn - Autarke Wertschöpfungseinheiten. In IndustrieBAU, 2009, Heft 6; S. 26–29.
[Neum 03] Neumann, D. et al.: Baukonstruktionslehre 2. Teubner, Stuttgart, 2003.
[Nyhu 04] Nyhuis, P.; Elscher, A.; Kolakowski, M.: Prozessmodell der Synergetischen Fabrikplanung. Ganzheitliche Integration von Prozess- und Raumsicht. In WT Werkstatttechnik online, 2004, Heft 4; S. 95–99.
[Pawe 08] Pawellek, G.: Ganzheitliche Fabrikplanung. Grundlagen, Vorgehensweise, EDV-Unterstützung. Springer, Berlin, 2008.
[Perr 99] Perrault, D.; Morin, A.; Müller, L.: Aplix. Dominique Perrault, architecte - André Morin, photographe. Müller, Baden, 1999.

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.

[Perr 00] Dominique Perrault, A. M.: APLIX. Lars Müller, University of Michigan, 1999.
[Perr 01] Perrault, D.; Whyte, A.: Dominique Perrault. Selected and current works. Images Publ. Group, Mulgrave, Vic., 2001.
[Pian 92] Renzo Piano Architects: Das Amerikanische Zeitalter. In Arch+, 1992, Heft 114/115, S. 56–58.
[Pian 93] Piano, R.: Elektronikfabrik in Guyancourt, Frankreich. In Detail, Heft 6, 1992, S. 593-597.
[Pist 01] Pistohl, W.: Handbuch der Gebäudetechnik 1 : Planungsgrundlagen und Beispiele. Allgemeines, Sanitär, Elektro, Gas. Werner, Köln, 2007.
[Pist 02] Pistohl, W.: Handbuch der Gebäudetechnik 2: Planungsgrundlagen und Beispiele. Heizung, Lüftung, Beleuchtung, Energiesparen. Werner, Köln, 2009.
[Rack 08] Rackwitz, J.: Produktionshalle in Hohenstein-Oberstetten - Elementierte Module. In IndustrieBAU, 2008, Heft 3; S. 28–31.
[Rau 06] Rau, C.: Thema Produktionsgebäude - Produktionshallen-Erweiterung Hager Euramis, Blieskastel - Werk Design. In IndustrieBAU, 2006, Heft 4; S. 24–30.
[Rau 07] Rau, C.: Porträt - Kiessler + Partner, München - Integriertes Bauen. In IndustrieBAU, 2007, Heft 4; S. 62–65.
[Rau 08] Rau, C.: Porträt - Reichert Pranschke Maluche Architekten, München - Partnerschaftlich im Team. In IndustrieBAU, 2007, Heft 6; S. 62–65.
[Rege 09] Regenthal, G.: Ganzheitliche Corporate Identity. Profilierung von Identität und Image. Gabler, Wiesbaden, 2009.
[Reic 04] Reichhardt, J. et al.: Wandlungsfähigkeit moderner Industriebauten. Hohe Veränderungsfähigkeit durch das Konzept der „Cases“. In WT Werkstatttechnik online, 2004, 96; S. 144–149.
[Ruby 07] Ruby, A.; Ruby, I; Budynek Seksmisji, Fertigungshalle in Słubice: BeL Architekten. In Bauwelt, 2007, Heft 9, S.12-17.
[Rusk 04] Ruske, W.: Holzbau für Gewerbe, Industrie, Verwaltung. Birkhäuser, Basel, 2004.
[Sald 06] Saldanha, M.; Liedl, P.; Hausladen, G.: Clima Skin. Callwey, München, 2006.
[Sche 04] Schenk, M.: Fabrikplanung und Fabrikbetrieb. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg, 2004.
[Schi 06] Schittich, C.; Draeger, K.: Im Detail: Gebäudehüllen. Birkhäuser, Basel, 2006.
[Schm 95] Schmigalla, H.: Fabrikplanung. Hanser, München,1995.
[Schn 04] Schneider + Schumacher Architekten: Hochregallager in Lüdenscheid. In Detail, 2004, Heft 4, S. 338-348.
[Schü 85] Schütz, P.; Einführung in die Gebäudelehre –Gebäudetypologie. Lehrstuhl für Gebäudelehre u. Entwerfen, Univ. Karlsruhe, Selbstverlag, 1985.
[Schu 86] Schulitz, H. C.: Industriearchitektur in Europa. Constructa-Preis ‚86 ; Industrial architecture in Europe. Quadrato, Wien, 1986.
[Schu 90] Schulitz, H. C.; Van der Horst, D. L.: Industriearchitektur in Europa. Constructa-Preis ‚90: Industrial architecture in Europe. Vincentz, Hannover, 1990.
[Schu 92] Schulitz, H. C.: Industriearchitektur in Europa. Constructa-Preis 1992: Industrial architecture in Europe. Ernst, Berlin, 1992.
[Schu 94] Schulitz, H. C.: Industriearchitektur in Europa. Constructa-Preis 1994: Industrial architecture in Europe. Ernst, Berlin, 1994.
[Schu 03] Schumacher, W.: Leben in Lüdenscheid. Sutton-Verlag, Erfurt, 2003.

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.

[Schw 02] Schwarz, U.: Neue deutsche Architektur. Eine reflexive Moderne ; [anlässlich der Ausstellung „Neue Deutsche Architektur. Eine Reflexive Moderne“, Martin-Gropius-Bau Berlin, 11. Juli bis 16. September 2002 … ; Katalog]. Hatje Cantz, Ostfildern-Ruit, 2002.

[Seel 08] Seelinger, M.: Massivholzwerk Pollmeier-Gruppe, Aschaffenburg - Qualitativ funktional. In IndustrieBAU, 2008, Heft 6; S. 29–31.

[Siem 04] Siemon, K. D.: HOAI-Praxis bei Architektenleistungen. Anleitungen zur Anwendung der Honorarrechnung für Architekten. Vieweg, Wiesbaden, 2004.

[Uffe 09] Uffelen, C. v.: Factory Design. Braun, Salenstein, 2009.

[Uhde 09] Uhde, R.: Thema - Systembau - Produktionsgebäude in Oss, Niederlande - Flexible Hülle. In IndustrieBAU, 2009, Heft 3; S. 18–23.

[Uhl 98] Uhl, J.: Industrie- und Gewerbebauten aus Stahl. WEKA-Baufachverl., Verl. für Architekten und Ingenieure, Augsburg, 1998.

[Wagn 01] Wagner, G.; Schindler, S.; Mostafavi, M.: Barkow Leibinger. Werk-Bericht 1993 - 2001. Birkhäuser, Basel, 2001.

[Watt 01] Watts, A.: Moderne Baukonstruktion. MBK. Neue Gebäude - neue Techniken. Springer, Wien, 2001.

[Watt 05] Watts, A.: Moderne Baukonstruktion Fassaden. MBF. Springer, Wien, 2005.

[Watt 06] Watts, A.: Moderne Baukonstruktion Dächer. MBD.Springer, Wien, 2005.

[Wehr 06] Wehrle, M.: Thema Produktionsgebäude- GWM Gerätewerk Matrei, Österreich - Industriearchitektur in den Bergen. In IndustrieBAU, 2006, Heft 4; S. 20–23.

[Weiß 01] Weißer, L.: Corporate process architecture. Industriebau in der postindustriellen Gesellschaft. Springer, Berlin, 2001.

[Wien 02] Wiendahl, H. P.: Wandlungsfähigkeit. Schlüsselbegriff der zukunftsfähigen Fabrik. In WT Werkstatttechnik online, 2002, 92; S. 122–127.

[Wien 05] Wiendahl, H.-P.: Planung modularer Fabriken. Vorgehen und Beispiele aus der Praxis. Hanser, München, 2005.

[Wien 01] Wiendahl, H. P.; Reichhardt, J.; Hernández, R.: Kooperative Fabrikplanung. Wandlungsfähigkeit durch zielorientierte Integration von Prozess- und Bauplanung. In WT Werkstatttechnik, 2001, 91; S. 186–191.

[Wien 03] Wiendahl, H. P. et al.: Regelkreisbasierte Wandlungsprozesse. Wandlungsfähigkeit auf Basis modularer Fabrikstrukturen. In Werkstatttechnik online, 2003, 93; S. 238–242.

[Witt 07] Witte, H.: Allgemeine Betriebswirtschaftslehre. Oldenburg, München [u.a.], 2007.

Kapitel 2.4.2 NUTZUNG PROZESS

[Dole 81] Dolezalek, C. M.; Warnecke, H. J.: Planung von Fabrikanlagen. 2. neu bearbeitete und erweiterte Auflage. Berlin: Springer 1981.

[Gabl 05] Gabler Wirtschaftslexikon, Hrsg.: Katrin Alisch, Ute Arentzen, Reinhold Sellien, Eggert Winter. Gabler Verlag März 2005.

[Kett 84] Kettner, H.; Schmidt, J.; Greim, H.-R.: Leitfaden der systematischen Fabrikplanung, München: Carl Hanser 1984.

[Kühn 00] Kühnle, H.: Vorlesungsunterlage Fabrikplanung. Magdeburg: Fraunhofer Institut für Fabrikbetrieb und -automatisierung 2000.

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.

[Nede 97] Nedeß, C.: Organisation des Produktionsprozesses. Stuttgart: Teubner 1997.
[Refa 93] REFA: Methodenlehre der Betriebsorganisation - Lexikon der Betriebsorganisation. 1. Auflage. München: Carl Hanser 1993.
[VDI 78] VDI-Richtlinie 2815 05.78: Begriffe für die Produktionsplanung und Produktionssteuerung. Düsseldorf: VDI 1978.
[Warn 93] Warnecke, H.-J.: Der Produktionsbetrieb. Band 2: Produktion, Produktionssicherung. 2., neubearbeitete Auflage. Berlin: Springer, 1993.
[Wien 05] Wiendahl, H.-P.: Betriebsorganisation für Ingenieure. 5. aktualisierte Auflage. München: Carl Hanser Verlag 2005.

Kapitel 2.4.3.2 Versorgungstechnik

[1] ASUE: „Erdgas-Strahlungsheizung für Hallen und andere Großräume“, Arbeitsgemeinschaft für sparsamen und umweltfreundlichen Energieverbrauch e.V., Verlag rationeller Erdgaseinsatz Kaiserslautern, 2009
[2] Energetische Bewertung von Gebäuden – Teil 10: Nutzungsrandbedingungen, Klimadaten, Stand 02/2007
[3] Licht und Beleuchtung - Beleuchtung von Arbeitsstätten - Teil 1: Arbeitsstätten in Innenräumen, Entwurf Stand 09/2009
[4] Lüftung von Nichtwohngebäuden - Allgemeine Grundlagen und Anforderungen für Lüftungs- und Klimaanlagen und Raumkühlsysteme, Stand 09/2007
[5] Dötsch, C.; Taschenberger, J.; Schönberg, I.: “Leitfaden Nahwärme“, Fraunhofer Umsicht IRB Verlag Stuttgart, 1998
[6] DVGW-Arbeitsblatt W 410 „Wasserbedarf – Kennwerte und Einflussgrößen“, Stand 12/2008
[7] Fachverband Tageslicht und Rauchschutz e.V. FVTLR, www.fvlr.de, Detmold
[8] Jäger, H.: „Solvis - Auf dem Weg zur Nullemissionsfabrik : Banz + Riecks Architekten“, Koch Verlag Leinfelden-Echterdingen, 2002
[9] Mayr-Melnhof Kaufmann Holding GmbH, Leoben, Österreich
[10] METEOTEST Bern, Software „Meteonorm Version 6.0.0.7“, www.meteotest.ch
[11] Pistohl, W.: „Handbuch der Gebäudetechnik / Allgemeines, Sanitär, Elektro, Gas - Band 1“, Werner Verlag Köln, 7. Auflage 2009
[12] Pistohl, W.: „Handbuch der Gebäudetechnik / Heizung, Lüftung, Beleuchtung - Band 2“, Werner Verlag Köln, 7. Auflage 2009
[13] Schramek, E.-R; Recknagel, H.; Sprenger, E.: „Taschenbuch für Heizung und Klimatechnik“, Oldenbourg Industrieverlag München, 74. Auflage 2009
[14] Uponor GmbH: „Praxishandbuch der technischen Gebäudeausrüstung (TGA)“, Beuth Verlag Berlin, 1. Auflage 2009
[15] VDI 2050 Blatt 1 „Anforderungen an Technikzentralen - Technische Grundlagen für Planung und Ausführung“, Stand 12/2006
[16] VDI 3803 „Raumlufttechnik - Zentrale Raumlufttechnische Anlagen“, Stand 11/1986
[17] ZuG 2012, Anhang 4: „Vollbenutzungsstunden pro Jahr“, Gesetz über den nationalen Zuteilungsplan für Treibhausgas-Emissionsberechtigungen in der Zuteilungsperiode 2008 bis 2012, Ausfertigung 07.08.2007, aus BGBl. I 2007, 1800 – 180

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.

6.2 Verzeichnis von Abbildungen und Tabellen

Abbildungen

Abb. E1: Entwicklung von Strategien baulicher Umsetzungen für zukunftsfähige Industriebauten 8
Abb. E2: Analyseverfahren 9
Abb. E3: Darstellung der Arbeitsphasen 10
Abb. E4: Systematische Vorgehensweise der Forschung in einzelnen Schritten 14
Abb. E5: Untersuchungsfeld des Strategienkataloges aus Anforderungen und Systemebenen 15
Abb. E6: Analyseprozess 16
Abb. E7: Anforderungsänderungen entlang des Gebäudelebenszyklus 17
Abb. E8: Gebäudeeffizienz in Betriebsphase 0 18
Abb. E9: Gebäudeeffizienz in Betriebsphase 1-n 19
Abb. E10: Überführung Anforderungen in Kernanforderungen undUnteraspekte 21
Abb. E11: Untersuchungsfeld zur Ermittlung gebäudestruktureller Strategien 22
Abb. E12: Gliederung der Anforderungen - Kernanforderung Wandlungsfähigkeit 24
Abb. E13: Gliederung der Anforderungen - Kernanforderung Gebäudeeffizienz 25
Abb. E14: Gliederung der Anforderungen - Kernanforderung Unternehmensidentität 26
Abb. E15: Wandlungsfähigkeit - Betrachtungsebenen Variabilität und Flexibilität 27
Abb. E16: Wandlungsfähigkeit - Betrachtungsebenen der Variabilität und der Flexibilität 28
Abb. E17: Gebäudeffizienz – Betrachtungsebenen 30
Abb. E18: Definition Unternehmensidentität 31
Abb. E19: Unternehemnsidentität – Betrachtungsebenen 34
Abb. E20: Untersuchungsfeld zur Ermittlung struktureller Strategien von Gebäuden 37
Abb. E21: Ablauf der Standortplanung [nach Wien 05], S. 39 40
Abb. E22: Generalbebauungsplanung nach [Schm 95], S. 204 44
Abb. E23: Vorgehensweise zur Festlegung der Organisationsform der Fertigung 46
Abb. E24: Fertigungstypologien [Dole 81], S.129 47
Abb. E25: Räumliche Struktur bei der Werkbankfertigung 49
Abb. E26: Räumliche Struktur bei der Baustellenfertigung 49
Abb. E27: Räumliche Struktur bei der Werkstattfertigung 50
Abb. E28: Räumliche Struktur bei der Inselfertigung 50
Abb. E29: Räumliche Struktur bei der Fließfertigung 51
Abb. E30: Räumliche Struktur bei der Einzelplatzmontage 51
Abb. E31: Räumliche Struktur bei der Baustellenmontage 52
Abb. E33: Räumliche Struktur bei der Werkstättenmontage 52
Abb. E32: Räumliche Struktur bei der Wandermontage 52
Abb. E34: Räumliche Struktur bei der Fließmontage 53
Abb. E35: Zuordnung von Prinzipien der Teilefertigung zu Fertigungstypologien [Dole 81], S. 142 54
Abb. E36: Zuordnung von Montageprinzipien zu Fertigungstypologien [Dole 81], S. 142 54
Abb. E37: Betriebsexterne und -interne Bereiche des Materialflusses [Kett 84], S. 158 56
Abb. E38: Strukturen des Materialflusses [Kühn 00] 57
Abb. E39: Räumliche Gebäudestrukturen als Funktion des Materialflusses [Kühn 00] 58
Abb. E40: Prinzip der Layoutplanung [Kühn 00], S.13 59

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.

Abb. E41: Ablauf der Layoutplanung, in Anlehnung an [Kühn 00] 60
Abb. E42: Grobaufteilung der Layoutplanung, in Anlehnung an [Kett 84] 61
Abb. E43: Beispiel eines flächenmaßstäblichen Ideallayouts [Kühn 00] 62
Abb. E44: Raummodell aus Prozess- und Raumgefüge [nach Holz 08], S.23 63
Abb. E45: Gestaltung von Industriebauten nach [Weiß 01] 64
Abb. E46: Gebäudeplanung in Anlehnung [Schm 95], S.42 66
Abb. E47: Systemebenen des Industriebaus 72
Abb. E48: Bereiche des Brandschutzes nach [Holz 04] , S. 10 78
Abb. E49: Erforderliche Bestandteile des Brandschutzkonzeptes nach [Holz 04] , S. 11 79
Abb. E50 Diagramm 1 89
Abb. E51 Diagramm 2 89
Abb. E51: Energie- und Klimadesign von Gebäuden [IGS] 92
Abb. E52: Integration regenerativer Energiequellen in das Gesamtkonzept 92
Abb. E53: Energetische Betriebsoptimierung im Lebenszyklus von Gebäuden [IGS] 94
Abb. E54: Auslegungsdiagramm für die Aufteilung in Grund- und Spitzenlasten [IGS] 97
Abb. E55: Geordnete Jahresdauerlinie als Beispiel für die Häufigkeit des Leistungsbedarfs [5, IGS] 97
Abb. E56: Spezifische Heizleistung der wärmegedämmten Gebäudehülle [1] 97
Abb. E57: WKSP Wärme- und Kältespeicherung im Boden [IGS] 98
Abb. E58: Vollbenutzungsstunden für Wärmeerzeuger nach Produktionsbereichen [17] 99
Abb. E59: Flächenbedarf für Heizzentralen [15] 100
Abb. E60: Flächenbedarf für Kälte- und Wasserverteilzentralen [4] 101
Abb. E61: Raumtemperaturprofile [1, 14] 103
Abb. E62: Flächenbedarf von Lüftungszentralen [4] 107
Abb. E63: Mehrfachnutzung von Dachoberlichtern [7] 109
Abb. E64: Mindestflächenbedarf [18] 113
Abb. E65: Nullemissionsfabrik Solvis, Braunschweig [Solvis GmbH & Co KG] 115
Abb. E66: Primärenergiebilanz der Nullemissionsfabrik Solvis [8] 115
Abb. E67: Schematische Darstellung der Energieversorgung [8] 116
Abb. E68: Energiekonzept für die Betriebshalle [8 , IGS] 117
Abb. E69: Evaluierung von Praxisbeispielen 119
Abb. E70: Standortverzeichnis der Praxisbeispiele Deutschland 120
Abb. E71: Gebäudesteckbrief Fraba AG 128
Abb. E72: Extraktion fallspezifischer Strategien 139
Abb. E73: Überführung des validierten Anforderungsprofils in ein Polaritätsprofil 144
Abb. E74: Ermittlung allgemeingültiger Strategien aus Fallbeispielen 151
Abb. E75: Ermittlung allgemeingültiger Strategien aus Fallbeispielen 159
Abb. E76: Aus Systemebenen und Anforderungen aufgespannter Strategienkatalog 159
Abb. E77: Gegenseitige Referenzierung von Beispielsammlung und Strategienkatalog 160
Abb. E78: Zertifizierungssysteme 211

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.

Tabellen

Tab. E1: Planungsrecht nach [Schm40], S.234 36
Tab. E2: weiche Standortfaktoren 40
Tab. E3: Harte Standortfaktoren 41
Tab. E4: Beispielhafte Standortanalyse durch Nutzwertanalyse 42
Tab. E5: Strukturkategorien nach [Krim 08] 65
Tab. E6: Vor- und Nachteile von Geschossbauten 68
Tab. E7: Vor- und Nachteile von Hallenbauten 69
Tab. E8: Vor- und Nachteile von Hallenbauten 70
Tab. E9: Merkmale von Industriebautypen [Koet01], S. 60 71
Tab. E10: Maximale Brandabschnittsfläche 85
Tab. E11: Sicherheitskategorien 86
Tab. E12: Vergleich von Nachweisverfahren 90
Tab. E13: Richtwerte für flächenbezogene Volumenströme nach VDI 3803 [2, 16] 107
Tab. E14: Überschlägige Bestimmung der Mindestanzahl von Dachöffnungen [7] 109
Tab. E15: Beleuchtungsleistung abhängig von Tätigkeiten [3] 110
Tab. E16: Trinkwasserbedarf für Gewerbliche Zwecke [6] 111
Tab. E17: Betriebswasserbedarf für Produktionszwecke [11] 111
Tab. E18: Beispiel für Niederschlagsmengen in Deutschland [10] 112
Tab. E19: Aufschlüsselung der Gebäudecodierung 127
Tab. E20: Anforderungsmatrix 138
Tab. E21 Matrix fallspezifischer Strategien 142
Tab. E22: Validierungsmatrix 146
Tab. E23: Validierungsmatrix -Prozentuale Validierung 148

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.

6.3 Verzeichnis von Begriffen und Definitionen

Die drei Zertifizierungssysteme BREEAM, LEED und DGNB im Überblick

Für die Bewertung der Nachhaltigkeit von Gebäuden gibt es seit den 90er Jahren vielfältige, teilweise aufeinander aufbauende Bewertungs- und Zertifizierungssysteme. Die drei gängigsten sind BREEAM, LEED und DGNB, welche im Folgenden erläutert werden.Zur Vollständigkeit erfolgt eine Auflistung weiterer Zertifizierungssysteme:

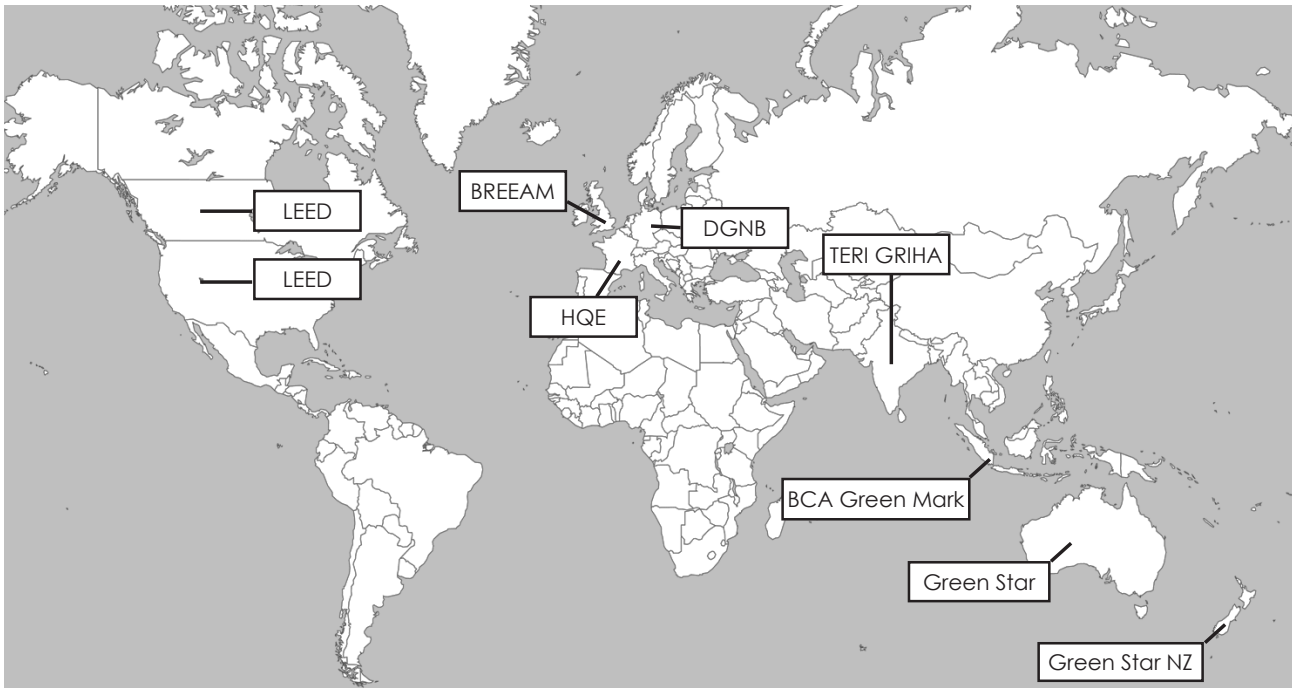


Abb. E78: Zertifizierungssysteme

BREEAM (Building Research Establishment Environmental Assessment Method)

Das 1990 in Großbritannien entwickelte BREEAM ist das älteste und am weitesten verbreitete Zertifizierungssystem für nachhaltiges Bauen. Nach einem einfachen Punktesystem in acht Beurteilungskategorien wird nach BREEAM ein Gütesiegel in vier Abstufungen vergeben. Auf diese Weise werden durch die Kriterien Auswirkungen auf globaler, regionaler, lokaler und innenräumliche Ebene berücksichtigt. Ursprünglich beurteilte BREEAM die Phasen von der Planung über die Ausführung bis hin zur Nutzung. Durch eine 2008 erfolgte umfassende Novellierung wird nun der gesamte Lebenszyklus mit einbezogen und u. a. auch eine veränderte Gewichtung der Umweltauswirkungen und zwingend erforderliche Punkte einführt.

Beurteilungskategorien:

- Management
- Landverbrauch+Ökologie
- Gesundheit+ Wohlbefinden
- Material
- Energie
- Wasser
- Transport
- Verschmutzung

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.

Für jede dieser Beurteilungskategorien wird eine bestimmte Punktzahl vergeben. Aufgrund unterschiedlicher Gewichtung werden einzelne Punkte zu einer Gesamtpunktzahl zusammengerechnet. Auch die Kombination der Punkteverteilung in den einzelnen Kategorien wirkt sich dabei aus. Anschließend wird die erreichte Punktezahl bewertet.

Anwendungsbereich:
- Sanierung und Neubau
- Breites Spektrum von Gebäudearten wie Büros, öffentliche Gebäude
- Industrie
- Wohnhäuser und Siedlungen.

Bewertung: Ausgezeichnet, Sehr gut, Gut oder Durchschnittlich

Verbreitung: Über 100 000 Gebäude zertifiziert, über 500 000 registriert.

LEED (Leadership in Energy and Environmental Design)

Auf Basis des BREEAM-Systems wurde 1998 das US-amerikanische LEED-System zur Klassifizierung nachhaltiger Gebäude entwickelt. Zur Zertifizierung der Gebäude müssen bereits bestimmte Grundbedingungen des ökologischen Bauens erfüllt sein. Einzelne Kriterien spielen bei der Bewertung durch eine Punktevergabe eine Rolle. Anhand der erreichten Gesamtpunktzahl wird das Gebäude eingestuft. Bei dem LEED-System werden alle Phasen des Lebenszyklus mit einbezogen.

Beurteilungskategorien:
- Nachhaltiger Grund und Boden
- Wasser Effizienz
- Energie und Atmosphäre
- Materialien und Ressourcen
- Raumqualität
- Innovations- und Designprozess

Es müssen mindestens neun Vorbedingungen, so genannte prerequisites, eingehalten werden um ein Zertifikat zu erhalten. Außerdem ist ein Minimum an anderen Kriterien aus den sechs Kategorien erforderlich.

Anwendungsbereich:
- Sanierung und Neubau
- Büro- und Verwaltungsbauten
- Schulen
- Ein- und Mehrfamilienhäuser etc.

Bewertung: Zertifiziert, Silber, Gold, Platin

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.

DGNB - Deutsches Gütesiegel für Nachhaltiges Bauen

Seit Januar 2009 gibt es das Deutsche Gütesiegel für die Nachhaltigkeit von Bauwerken. Es ist ein Gemeinschaftsprojekt des Bundesministeriums für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS) und der 2007 gegründeten Deutschen Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen (DGNB). Der Anspruch Deutschlands bei der Entwicklung eines eigenen Zertifikats war es, die Lücken bestehender Systeme zu schließen und weitere Qualitätskriterien einzuführen, die auch deutsche Normen und Regelungen berücksichtigen. Das System baut auf dem Lebenszyklusgedanken auf und bezieht – anders als die meisten eingeführten Bewertungsmethoden - neben den ökologischen Aspekten auch ökonomische und soziokulturelle Themen ein - also alle drei Säulen der Nachhaltigkeit. Außerdem berücksichtigt das Zertifikat regionale Besonderheiten und Baustoffe. Bereits um die unterste Zertifizierungsstufe zu erreichen, müssen Gebäude deutlich mehr als die gesetzlichen Standards erfüllen.

Beurteilungskategorien:

- Ökologie
- Ökonomie
- Soziale und funktionale Aspekte
- Technik
- Prozesse
- Standort

Die sechs Kriterien setzten sich - z. B. im Bereich Büro und Verwaltung - aus insgesamt 49 Indikatoren zusammen, so genannten Steckbriefen. Die ersten fünf Themenfelder werden gleichwertig behandelt, nur dem Standortfaktor kommt eine Sonderstellung zu.

Anwendungsbereich: Das Zertifikat ist für Hochbauten jeder Art ausgelegt, vom Bürohochhaus über Einfamilienhäuser bis hin zu Infrastrukturbauten wie Tunnel und Brücken.

Bewertung: Bronze, Silber und Gold.

Zerteifizeirungsystem

Je Kategorie wird die Leistungsfähigkeit eines Gebäudes einzeln bewertet, wobei Schwächen in einem Segment nicht durch besondere Stärken in einem anderen Segment ausgeglichen werden können. Das Erreichen einer guten Note pro Teilbereich ist Voraussetzung um ein Zertifikat zu erhalten.
Wie läuft die Zertifizierung ab? Bauherren legen bereits im Vorfeld mit den Zertifizierungsstellen fest, welche Qualitätsstufe sie erreichen wollen. Zunächst muss ein Planer beauftragt werden, der aufgrund einer Zusatzausbildung zur Zertifizierung qualifiziert wurde. Diese Ausbildung soll an Hochschulen, Kammern oder anderen Bildungseinrichtungen angeboten werden. Gleichzeitig mit der Anmeldung des Zertifikats müssen die Planer die Ziele für das geplante Objekt in einem Pflichtenheft einreichen. Werden alle Kriterien erfüllt, erhält der Bauherr ein Vorzertifikat – als Werbemöglichkeit für sein Gebäude. Während der Bauphase erfolgt eine kontinuierliche Beobachtung. Abweichungen werden festgehalten und müssen nachgebessert werden, falls sie die angestrebte Zertifikatsstufe beeinträchtigen. Wird bei der endgültigen Prüfung durch die DGNB festgestellt, dass das gesamte Verfahren ordnungsgemäß stattgefunden hat, wird neben einer Plakette auch das Zertifikat vergeben.

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.

6.4 Verzeichnis von Normen und Richtlinien

A Grundnormen

Maßordnung im Hochbau (DIN 4172)
Modulordnung im Bauwesen (DIN 18 000)
Maßtoleranzen (DIN 18 201, DIN 18 202, DIN 18 203 Teil 1-3)
Kosten im Hochbau (DIN 276)
Grundflächen und Rauminhalte von Bauwerken im Hochbau (DIN 277 Teil 1 u. 2)
Baunutzungskosten von Hochbauten (DIN 18 960 Teil 1)

B Planungsgrundlagen

B.I Allgemeine Normen und Vorschriften

Baugesetzbuch (BauGB)
Maßnahmengesetz zum Baugesetzbuch (BauGB-MaßnahmenG)
Baunutzungsverordnung (BauNVO)
Raumordnungsgesetz (ROG)
Verordnung zu § 6 a Abs. 2 des Raumordnungsgesetzes (RoV)
Bedarfsplanung im Bauwesen (E DIN 18 205)

B.2 Arbeitsschutz und Ergonomie

Gewerbeordnung (GewO)
Chemikaliengesetz (ChemG)
Verordnung über gefährliche Stoffe (GefStoffV)
Verordnung über Arbeitsstätten (ArbStättV)
Arbeitsstättenrichtlinien (ASR); Grundsätzliches
Sichtverbindung nach außen (ASR 7/1)
Fußböden (ASR 8/1)
Merkblatt keramische Bodenbeläge für Arbeitsräume und Arbeitsbereiche mit erhöhter Rutschgefahr (BGR 181)
Türen, Tore (ASR 10/1)
Schutz gegen Ausheben, Herausfallen und Herabfallen von Türen und Toren (ASR 10/6)
Kraftbetätigte Türen und Tore (ASR 11/1-5)
Schutz gegen Absturz und herabfallende Gegenstände (ASR 12/1-3)
Verkehrswege (ASR 17/1,2)
Fahrtreppen und Fahrsteige (ASR 18/1-3)
Steigeisengänge (ASR 20)
Pausenräume (ASR 29/1-4)
Liegeräume (ASR 31) 127
Umkleideräume (ASR 34/1-5)
Waschräume (ASR 35/1-4)
Merkblatt Bodenbeläge für nassbelastete Barfußbereiche (GUV 26. 17)
Waschgelegenheiten außerhalb von erforderlichen Waschräumen(ASR 35/5)
Toilettenräume (ASR 37/1)
Sanitätsräume (ASR 38/2)

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.

Empfehlungen des BMA zu § 55 ArbStättV zur Aufstellung von Fluchtplänen
Flächen für die Aufstellung und die Benutzung von Büromöbeln (E DIN 4543 T 2) 150
Sitzgelegenheiten (ASR 25/1)
Büromöbel; Schreibtische, Büromaschinentische und Bildschirmarbeitstische; Maße (DIN 4549)
Sicherheitsregeln für Büro-Arbeitsplätze (ZH 1/535)
Bildschirmarbeitsplätze, Gestaltung des Arbeitsplatzes (DIN 66 234 T 6)
Sicherheitsregeln für Bildschirmarbeitsplätze im Bürobereich (ZH 1/618) 168
Arbeitsplatzmaße im Produktionsbereich (DIN 33 406)
Richtlinien für Laboratorien (BGR 120)
Richtlinien für die Gestaltung lärmarmer Arbeitsstätten (DIN EN 31 690)
Richtlinien für Lagereinrichtungen und -gerate (BGR 234)
Bauliche Maßnahmen für Behinderte und alte Menschen im öffentlichen Bereich, Planungsgrundlagen.
Öffentlich zugängige Gebäude (DIN 18 024) N

B.3 Umweltschutz

Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG)
Verordnung über genehmigungsbedürftige Anlagen 4. BImSchV
Verordnung über das Genehmigungsverfahren - 9. BImSchV
Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft (TA Luft)
Gesetz über die Umweltverträglichkeitsprüfung UVPG
Wasserhaushaltsgesetz (WHG)
Katalog wassergefährdender Stoffe
Schallschutz im Städtebau, Berechnungsverfahren (DIN 18 005 T I)
Schallschutz im Städtebau. Hinweis für die Planung (EVDI2718)
Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm (TA Lärm)
Beurteilung von Arbeitslärm in der Nachbarschaft (VDI2058 Bbl. 1)

B.4 Brand- und Explosionsschutz

Entwurf des Musters einer Richtlinie über den baulichen Brandschutz
im Industriebau - Industriebaurichtlinie
Richtlinie über den baulichen Brandschutz im Industriebau (Industriebaurichtlinie
- IndBauR-NRW)
Baulicher Brandschutz im Industriebau (DIN V 18 230)
Brandwände und Komplextrennwände (VdS 2234)
Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen (DIN 4102)
Allgem. Sicherheitsvorschriften der Feuerversicherer für Fabriken und gewerbliche Anlagen (ASF) (VdS 2038)
Brandschutz im Lager (VdS 2199)
Verordnung über brennbare Flüssigkeiten (VbF)
Technische Regeln für brennbare Flüssigkeiten (TRbF)
Sprengstoffgesetz (SprengG)
Zweite Verordnung zum Sprengstoffgesetz (2. SprengV)
Verordnung über elektrische Anlagen in explosionsgefährdeten Räumen (ElexV, CHV 11)
Feuergefährdete Betriebsstätten und Fabriken (VdS 2033)
Feuerlöscheinrichtungen (ASR 13/1, 2)

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.

C Schall, Wärme, Feuchtigkeit

Schallschutz im Hochbau (DIN 4109)
Wärmeschutz im Hochbau (DIN 4108 und WärmeschutzV)
Bauwerksabdichtungen (DIN 18 195)
Dachabdichtungen (DIN 18 531)
Dränung zum Schutz baulicher Anlagen (DIN 4095)

D Baustoffe und Bauteile

D.I Mauersteine, Wandbauplatten, Außenwandbekleidungen

Vollziegel und Hochlochziegel (DIN 105 Teil 1)
Leichthochlochziegel (DIN 105 Teil 2)
Hochfeste Ziegel und hochfeste Klinker (DIN 105 Teil 3)
Keramikklinker (DIN 105 Teil 4)
Leichtlanglochziegel und Leichtlangloch-Ziegelplatten (DIN 105 Teil 5)
Vollsteine, Lochsteine, Blocksteine, Hohlblocksteine (DIN 106 Teil 1)
Vormauersteine und Verblender (DIN 106 Teil 2)
Vollsteine, Lochsteine, Hohlblocksteine (DIN 398)
Porenbeton-Blocksteine und Gasbeton-Plansteine (DIN 4165)
Gasbeton-Bauplatten und Gasbeton-Planbauplatten (DIN 4166)
Hohlblöcke aus Leichtbeton (DIN 18 151)
Vollsteine und Vollblöcke aus Leichtbeton (DIN 18 152)
Mauersteine aus Beton (Normalbeton) (DIN 18 153)
Wandbauplatten aus Leichtbeton; unbewehrt (DIN 18 162)
Glasbausteine (DIN 18 175)
Außenwandbekleidungen, hinterlüftet (DIN 18 516)

D.2 Dämmstoffe und Bauplatten

Holzwolle-Leichtbauplatten und Mehrschicht-Leichtbauplatten als Dämmstoffe für das Bauwesen (DIN 1101)
Holzwolle-Leichtbauplatten und Mehrschicht-Leichtbauplatten nach DIN 1101 als Dämmstoffe für das Bauwesen (DIN 1102)
Schaumkunststoffe als Dämmstoffe für das Bauwesen:
Dämmstoffe für die Wärmedämmung (DIN 18 164 Teil 1)
Dämmstoffe für die Trittschalldämmung (DIN 18 164 Teil 2)
Faserdämmstoffe für das Bauwesen:
Dämmstoffe für die Wärmedämmung (DIN 18 165 Teil 1)
Dämmstoffe für die Trittschalldämmung (DIN 18 165 Teil 2)
Gipskartonplatten (DIN 18 180)
Gipskartonplatten im Hochbau (DIN 18 181)
Gipskarton-Verbundplatten (DIN 18 184)

D.3 Bodenbeläge, Putze

Bodenklinkerplatten (DIN 18 158)
Putz, Begriffe und Anforderungen (DIN 18 550 Teil 1)
Putze aus Mörteln mit mineralischen Bindemitteln (DIN 18 550Teil 2)

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.

Wärmedämmputzsysteme aus Mörteln mit mineralischen Bindemitteln
und expandiertem Polystyrol (EPS) als Zuschlag (DIN 18 550Teil 3)
Kunstharzputze (DIN 18 558)
Holzpflaster GE (DIN 68 701)
Holzpflaster RE (DIN 68 702)

D.4 Estriche

Begriffe, allgemeine Anforderungen, Prüfung (DIN 18 560Teile Ibis4,7)

D.5 Korrosionsschutz

Feuerverzinken von Einzelteilen (DIN 50 976)
Korrosionsschutz von Stahlbauten durch Beschichtungen und Überzüge (DIN 55 928)

E Baukonstruktionen

Beton und Stahlbeton (DIN 1045)
Holzbauwerke (DIN 1052 Teil 1)
Mauerwerk - Rezeptmauerwerk (DIN 1053 Teil 1)
Kranbahnen/Stahltragwerke (DIN 4132)
Wände aus Leichtbeton mit haufwerksporigem Gefüge (DIN 4232)
Nichttragende innere Trennwände (DIN 4103 Teil 2)
Stahlbauten (DIN 18 800)
Stahlhochbauten (DIN 18 801)
Stahltrapezprofile (DIN 18 807 Teil 3)
Dachabdichtungen (DIN 18 531)
F Technische Gebäudeausrüstung

F. Versorgungstechnik

F.I Allgemeines

Hausanschlußräume (DIN 18 012)
Gerätesicherheitsgesetz

F.2 Belichtung und Beleuchtung

Tageslicht in Innenräumen. Allgemeine Anforderungen (DIN 5034 T 1)
Anforderungen (DIN 5035 T 1. 6. 90)
Beleuchtung mit künstlichem Licht.
Richtwerte für Arbeitsstätten in Innenräumen und im Freien (DIN 5035 T 2)
Notbeleuchtung (DIN 5035 T 5)
BeleuchtungvonRäumenmitBildschirmarbeitsplätzenundmitArbeitsplätzenmitBildschirmunterstützung (DIN 5035 T 7)
Künstliche Beleuchtung (ASR 7/3)
Künstliche Beleuchtung für Arbeitsplätze und Verkehrswege im Freien (ASR 41/3)
Sicherheitsbeleuchtung (ASR 7/4)
Bildschirmarbeitsplätze. Beleuchtung und Anordnung (DIN 66 234 T 7)

F.3 Heizung, Lüftung und Klima

Raumtemperaturen (ASR 6/1,3)
Lüftung (ASR 5)
Lüftung von Bädern und Toilettenräumen ohne Außenfenster (DIN 18 017 T 1)

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.

Lüftung von Bädern und Toilettenräumen ohne Außenfenster mit Ventilatoren (DIN 18 017 T 3)
Klima am Arbeitsplatz und in der Arbeitsumgebung (DIN 33 403)
Raumlufttechnische Anlagen für Fertigungsstätten (E VDI 3802)
Baulicher Brandschutz im Industriebau. Rauch- und Wärmeabzugsanlagen (DIN 18 232 T 2)

F.4 Wasser und Abwasser

Tech. Regel für Trinkwasserinstallationen (DIN 1988, TRWI)
Entwässerungsanlagen (DIN 1986 T 1)
Kleinkläranlagen (DIN 4261)
Abscheider für Leichtflüssigkeiten (DIN 1999)
Abscheider für Fette (DIN 4040)
Sperren für Leichtflüssigkeiten (DIN 4043)
Ortsfeste Feuerlöschanlagen mit dem Löschmittelpulver
Sprühwasser-Löschanlagen. Ortsfest mit offenen Düsen (DIN 14 494)
Berieselung von oberirdischen Behältern zur Lagerung brennbarer Flüssigkeiten im Brandfalle (DIN 14 495)
Löschwasserteiche (DIN 14 210)

F.5 Elektrische Ausrüstung

Elektrische Anlagen in Wohngebäuden (DIN 18 015 T 1, T 3)
Errichten von Starkstromanlagen mit Nennspannungen bis 1 000 V (DIN 57 100/VDEO100)
Bestimmungen für das Errichten und den Betrieb von elektrischen Anlagen in Versammlungsstätten usw. (DIN VDE 108)
Blitzschutzanlagen. Allgemeines für das Errichten (DIN 57 185 T I VDE 185)
Blitzschutzanlagen. Errichten besonderer Anlagen (DIN 57 185 T 2. VDE 185)

F.6 Transport

Personenaufzüge für andere als Wohngebäude sowie Bettenaufzüge (DIN 15 309)
Sicherheitsregeln für die Konstruktion und den Einbau von Personen- und Lastenaufzügen sowie Kleingüteraufzügen (DIN EN 81 Teil 1)

G Fabrikplanung

Auflistung der Gesetze, Richtlinien und Normen siehe Forschungskapitel C Lebenszyklusbetrachtung

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.

6.5 Themenplattform

Verfasst für die beteiligten Forschungspartner
durch bauforumstahl e.V., Fachautor Dipl.-Ing. Michael Schmidt,

Zukünftige Anforderungen an Industrie- und Gewerbebauten

Industrie und Gewerbe sind durch den Konkurrenzdruck der globalisierten Märkte sich ständig ändernden Rahmenbedingungen und daraus resultierenden kürzeren Strategie- und Entscheidungszyklen unterworfen. Daraus ergeben sich für den Industriebau neue Anforderungen: Flexibilität, Wandlungsfähigkeit und Reaktionsschnelligkeit als Basis für den langfristigen wirtschaftlichen Erfolg erfordern zukunftsfähige und nachhaltige Industriegebäude. Die bisher gängige Praxis spontaner, den Änderungen der Produktion folgender Neubauten, Erweiterungen und Umbauten bedeutet vor diesem Hintergrund nicht nur eine unwirtschaftliche Verschwendung von baulichen Ressourcen, sondern hat aufgrund ihrer zeitlichen Dimension und der oftmals fehlenden Absicherung der Planungsanforderungen und Planungsergebnisse unmittelbare Auswirkungen auf die Wettbewerbsfähigkeit einer Produktionsstätte. Das fehlen eines langfristig angelegten interdisziplinären Planungs- und Nutzungsmanagements hat insbesondere für den Nutzer weit reichende Folgen, da hierdurch ggf. nicht der optimale Betrieb erreicht werden kann. Bisher gehören massive Anpassungen von Industriebauten nach deren Fertigstellung oder spätestens bei Umstellungen im Produktions- bzw. Nutzungsprozess zum Alltag. Hierdurch entstehen Ausfallzeiten, wodurch entscheidende Marktanteile für das betreffende Unternehmen verloren gehen können.[3] Zukunftsfähige Industrie- und Gewerbebauten müssen die Fähigkeit zur Wandlung schon von der ersten Planungsphase in sich tragen. H.-P. Wiendahl definiert die Wandlungsfähigkeit wie folgt: „Wandlungsfähigkeit bezeichnet die taktische Fähigkeit einer ganzen Fabrikstruktur, sich auf eine andere - meist aber ähnliche - Produktfamilie reaktiv oder proaktiv umzustellen und/oder die Produktionskapazität zu verändern. Dabei werden strukturelle Eingriffe in die Produktions- und Logistiksysteme, in die Gebäudestruktur und deren Einrichtungen, in die Aufbau und Ablauforganisation sowie in den Personalbereich erforderlich. Die Wandlungsfähigkeit setzt flexible, rekonfigurierbare und umrüstbare Systeme auf den darunter liegenden Ebenen voraus.“ Übersetzt man diesen Begriff der Wandlungsfähigkeit in Anforderungen aus bauplanerischer Sicht an den Industriebau ergeben sich folgende Aspekte: Umnutzen (Umstrukturierung einer Produktion oder Nachnutzung durch eine andere Funktion), Atmen (Erweitern, Verkleinern), Verlagern (Abbau und Wiederaufbau) und Recyceln der eingesetzten Baumaterialien.

[3] Kurzskizze zur Forschungsinitiative „Zukunft Bau“, Technische Universität Braunschweig

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.

6.5.1 Hallen aus Stahl – integrales Element im Industrie-und Gewerbebau

Verfasst durch bauforumstahl e.V.,
Fachautor Dipl.-Ing. Michael Schmidt,

Historische Entwicklung

Als Industrie- und Gewerbebau bezeichnen wir die Konstruktion und das Errichten von Gebäuden, in denen industrielle Produktions- und Fertigungsprozesse stattfinden, wie zum Beispiel Fabriken und Werkstätten. Seit der Industrialisierung ab dem 18.Jahrhundert sind diese Gebäude ein wichtiger Bestandteil der gebauten Umgebung und unterliegen den verschiedensten Wandlungen der Architektur sowie der Konstruktion und des Bauens. Diese Gebäude und hier speziell die Bautypen der Fabrikationshallen waren schon von Beginn an Vorreiter der Modernen Architektur sowie innovativer Konstruktions- und Bauweisen. Hauptaugenmerk im Industriebau liegt auf einer Bauweise, die die Anforderungen des Bauherrn, die sich aus dessen Produktionsprozess ergeben, auf möglichst wirtschaftliche Weise erfüllt. Neben den reinen Baukosten sind dabei zunehmend auch die Kosten der Bewirtschaftung über den gesamten Lebenszyklus des Bauwerks von großer Bedeutung. Weitere relevante Anforderungen an das Gebäude sind Aspekte der Nachhaltigkeit sowie in vielen Fällen die repräsentative Außenwirkung des Gebäudes (Corporate Design).

Nachdem es um 1720 in England gelungen war, das Roheisen im Hochofen mit Koks statt mit Holzkohle zu erschmelzen, war die Gewinnung von Eisen in großen Mengen möglich und damit eine der wichtigsten Voraussetzung für eine neue Bautechnik und für die industrielle Revolution überhaupt.

Nachdem viele epochale Brückenbauwerke mit diesem neuen Baustoff errichtet wurden, begann man im 19. Jahrhundert große Hallenkonstruktionen wie zum Beispiel Bahnhofs-, Empfangs- und Ausstellungshallen, in Eisen- bzw. Stahlbauweise zu realisieren. Eines der wohl bekanntesten Gebäude ist zweifelsfrei der so genannte Crystal Palace in London. Dieser war ein vom britischen Architekten Joseph Paxton eigens für die erste Weltausstellung 1851 in London (Great Exhibition) entworfenes Ausstellungsgebäude im viktorianischen Baustil. (siehe Abb. 1 und 2)

Paxton legte einen Entwurf ganz aus Glas und Gusseisen vor, der in nur 17 Wochen in Modulbauweise aus vorgefertigten Eisengittern und Glassegmenten errichtet werden konnte. Das Gebäude war durch seinen Konstruktionsweise beliebig erweiterbar und überdeckte mit seinen Abmessungen von ca. 615m x 150m eine Gesamtfläche von 93.000 m².Es wurde ursprünglich im Hyde Park errichtet und nach Ende der Weltausstellung nach Sydenham im Londoner Stadtteil Lewisham versetzt, wo es ein erweiterter Größe 1854 erneut eröffnet wurde. 1936 wurde der Crystel Palace durch einen Brand vollständig zerstört.

Als weiterer Meilenstein in der Entwicklung von Hallenbauten war es wieder eine Weltausstellung, Paris 1889, die den Bau einer gewaltigen Ausstellungshalle initiierte. Bekannt unter dem Namen Maschinenhalle oder Galerie des Machines wurde diese Halle als Gemeinschaftswerk des Architekten Charles Dutert und des Ingenieurs Victor Contamin erbaut. Die Halle hatte einen rechteckigen Grund-

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.

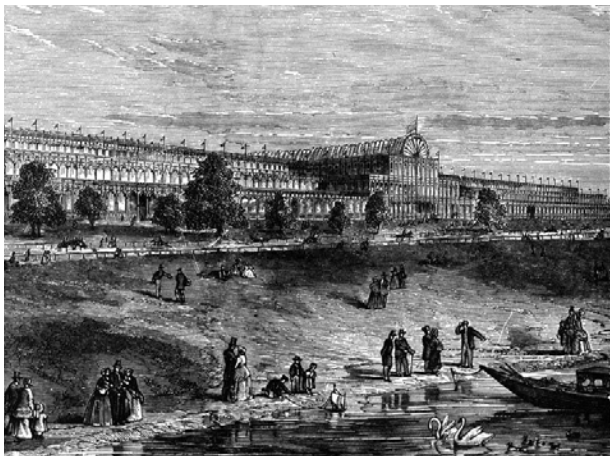


Abb.1 : Zeitgenössische Darstellung Crystal Palace

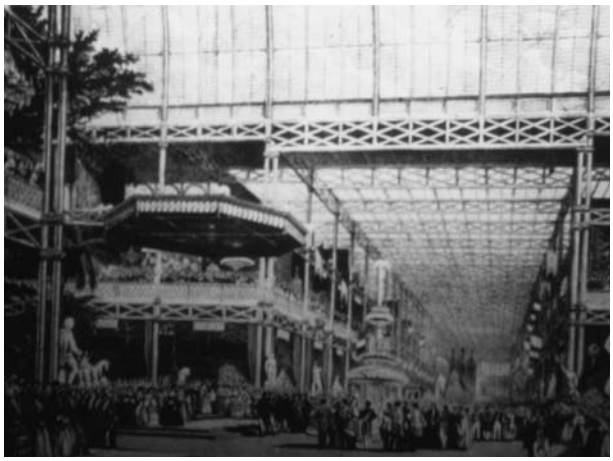


Abb.2 : Crystal Palace Innen

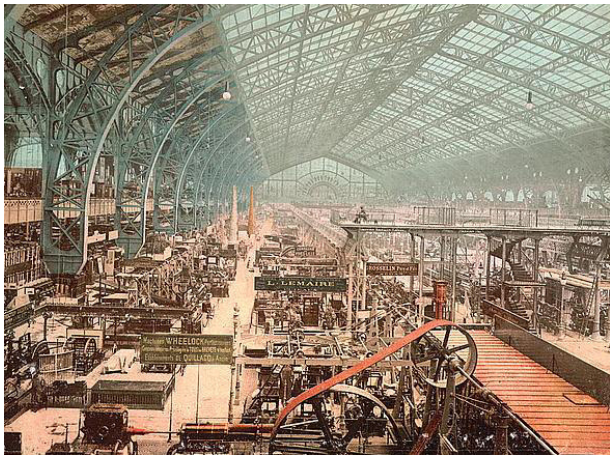


Abb.3 : Maschinenhalle 1889, Pariser Weltausstellung

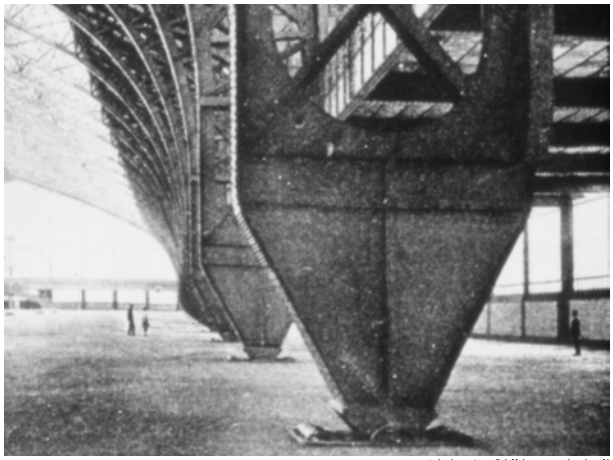


Abb.4 : Stützendetail



Abb.5: AEG Turbinenhalle in Berlin-Moabit

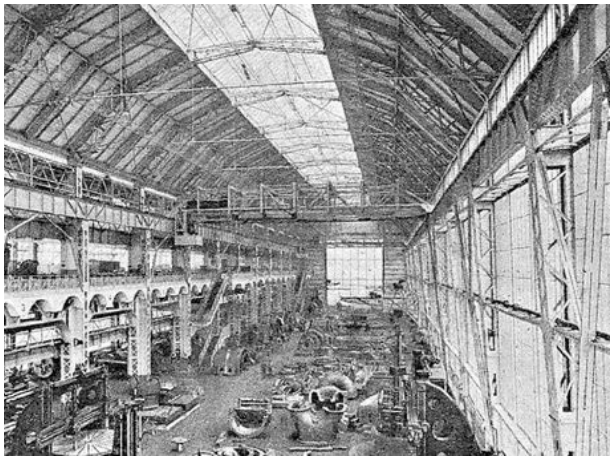


Abb.6: Hauptschiff mit Hallenkran

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.

riss von 423m x 115m und gliederte sich in ein breites Hauptschiff und zwei schmale Seitenschiffe. Ihre mächtigen Stützen erzielen eine außerordentliche Wirkung auf den Betrachter (siehe Abb.3 und 4). Die Konstruktion sowie Fertigungsdetails wurden so konzipiert um der temporären Funktion der Halle gerecht zu werden. Wie vorgesehen wurde die Halle 1910 vollständig demontiert.

Unter den europäischen Architekten die vor ca. 100 Jahren die Wende zur modernen Architektur herbeiführten, nimmt ohne Zweifel der deutsche Architekt Peter Behrens eine Schlüsselstellung ein. 1907 wurde Behrens zum Chefarchitekten und Produktgestalter der AEG berufen. Die Turbinenhalle der AEG an der Huttenstraße in Moabit ist der erste große Wurf der Industriearchitektur des letzten Jahrhunderts (siehe abb. 5 und 6). In Absprache mit dem Ingenieur Karl Bernhard entwarf Behrens 1908 ein äußerst zweckmäßiges Gebäude, das die enormen Lasten der Kranbahn für die Turbinenproduktion aufnehmen konnte und einen zweistöckigen seitlichen Anbau für die Zuarbeit zur Produktion besaß. Mehrfach gebrochene Dreigelenkbinder bestimmen das Bild des Hallenraums. Behrens wollte an der äußeren Hülle zwar den grundsätzlichen Aufbau, aber keinesfalls jede technische Funktion der Tragkonstruktion zeigen. Er verwendete die Materialien Eisen, Glas und Beton und erzeugte durch die großen Glasflächen die er zwischen die Stützen spannte eine bis dato nicht gekanntes Maß an Transparenz. Die Seitenhalle wurde als zweigeschossiger Stockwerksrahmen ausgeführt. Die Laufkräne hatten eine Tragkraft von je 50 to. Die Montagezeit für die gesamte Hallenkonstruktion war für damalige Verhältnisse extrem kurz. Sie betrug nur 5 Monate und in dieser Zeit wurden insgesamt 2000 to Eisenkonstruktion verbaut. Der Bau der Turbinenhalle der AEG setzte für die weitere Entwicklung der Industriearchitektur aber auch was den weiteren allgemeinen Geschoßbau betrifft neue Maßstäbe. Beweis dafür ist u. A. die Tatsache, dass im Atelier von Peter Behrens Architekten wie Gropius, Mies van der Rohe ebenso wie Le Corbusier gearbeitet und gelernt haben. [1]

Hallen als Element moderner Industrie- und Gewerbebauten

Heutzutage sind Hallen immer Bestandteil einer komplexen Gesamtstruktur von Industrie- und Gewerbeanlagen. Sie müssen im hohen Maße funktional, individuell den jeweiligen Erfordernissen angepasst geplant und gebaut werden. Dabei sollte die die Halle konstruktiv so entwickelt werden, dass spätere Erweiterungen bzw. Um- und Anbauten ohne größere Schwierigkeiten möglich sind. Hallen sind immer mehr oder weniger große stützenfreie Räume. Dabei kommen die Vorzüge des Baumaterials Stahl voll zum Tragen. Wie kein anderer Werkstoff ist Stahl in der Lage, die Lasten mit vergleichsweise schlanken Elementen abzutragen. Die Möglichkeit, ein Tragwerk in millimetergenau vorgefertigten Montageeinheiten herzustellen, die auf der Baustelle durch Schraub- oder Schweißverbindungen gefügt werden, ist nur einer der vielen Vorteile dieses Werkstoffes. Die Entscheidung für den Werkstoff Stahl bedeutet die Verwendung spezialisierter, an ihre jeweilige Aufgabe angepasster Bauteile. Das Tragwerk, die Hüllkonstruktion und die Elemente des technischen Ausbaus sind im Stahlskelettbau als voneinander unabhängige Systeme ausgebildet. Es ist die Aufgabe von Architekt und Ingenieur, diese unterschiedlichen Systeme im konstruktiven Entwurf eines Hallenbauwerks zu integrieren. Dabei können sowohl im Planungs- als auch im Bauprozess die Vorzüge des industriellen Bauens genutzt werden. Darüber hinaus genügt das Bauen mit Stahl hinsichtlich Herstellung, Verar-

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.

beitung, Dauerhaftigkeit und der Möglichkeit einer vollständigen Wiederverwertung des Materials den Ansprüchen, die heute unter dem Aspekt der Nachhaltigkeit an einen Werkstoff bzw. Bauweise gestellt werden. [2]

Die architektonische Gestalt einer Halle ist die äußere Erscheinung einer bestimmten inneren Struktur. Grundsätzlich kann man gerichtete und ungerichtete Strukturformen unterscheiden. Tragstrukturen, deren Haupttragelemente aus Stützen und Bindern, oder aus Rahmen und deren Nebentragelemente aus Pfetten, Trapezblechen oder Platten bestehen, sind gerichtete Tragstrukturen. Die einzelnen Elemente sind in Längs- und Querrichtung unterschiedlich beansprucht. Die Haupttragglieder stehen in der Regel senkrecht zur Gebäudelängsachse (siehe Abb. 7 und 8).

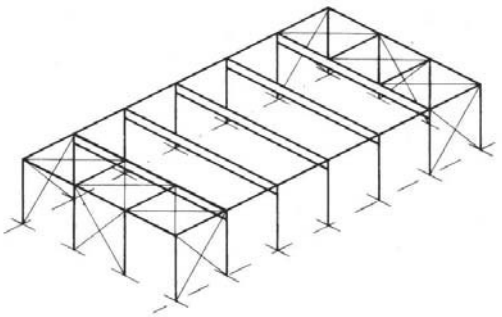


Abb.7: Stützen/Binder ohne Pfetten

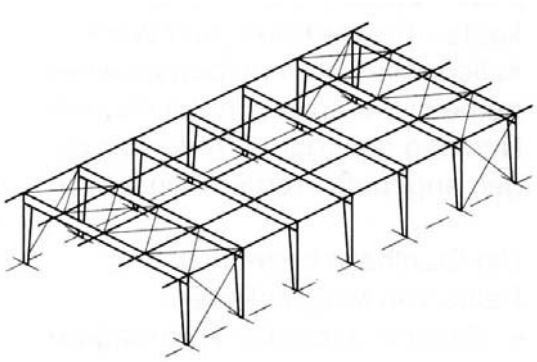


Abb.8: Zweigelenkrahmen mit Pfetten

Räumliche Tragwerke – wie Trägerroste oder Raumfachwerke – als Tragsysteme sind ungerichtete Tragstrukturen. Die Lastabtragung erfolgt in mindestens zwei Richtungen (siehe Abb. 9 und 10).

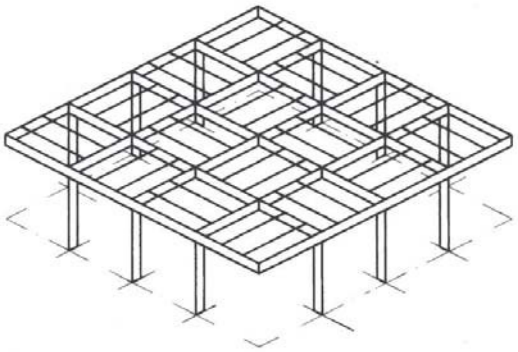


Abb.9: Trägerrost mit eingespannten Stützen

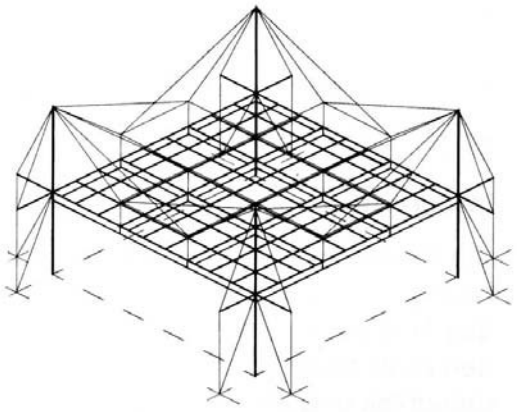


Abb.10: Abgespannter Trägerrost

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.

Für alle Strukturformen gilt, dass sie als ebene, einachsig oder zweiachsig gekrümmte Tragwerke ausgebildet werden können. Ein gelungener Entwurf berücksichtigt die Bedingungen, die sich aus dem strukturellen Aufbau der Konstruktion ergeben. Die Anordnung der aussteifenden Verbände, der Öffnungen für Belichtung und Belüftung, der Tore, der Kranbahn sowie der Elemente des technischen Ausbaus soll mit der geometrischen Struktur im Einklang stehen. Im Allgemeinen werden bei kleinen bis mittleren Spanweiten handelsübliche normierte Walzprofile eingesetzt. Bei größeren Spannweiten eignen sich Schweißkonstruktionen besser, darüber hinaus werden hier, sowie bei noch größeren Spannweiten Fachwerkkonstruktionen als wirtschaftliche Lösung verwendet. [2]

Im modernen Industrie- und Gewerbebau werden Hallen als bauliche Hülle für Fertigungs- bzw. Produktionsprozesse, für Logistiksysteme sowie für Ausstellungs- und Verkaufsflächen errichtet. Dabei wird die Größe und Form der Halle der jeweiligen Nutzungsaufgabe angepasst. Allerdings haben Marktanalysen gezeigt das in Deutschland Hallen mit einer Hallenfläche von ca. 2500 m² und einer Spannweite zwischen 12m und 20m den größten Marktanteil bei den geplanten bzw. gebauten Hallen haben. Sehr großflächige Hallen wie sie zum Beispiel die Automobil- oder die chemische Industrie benötigt, sind zwar immer sehr große Hallenprojekte, allerdings in der Anzahl der gebauten Hallen der kleinerer Marktanteil. Ebenso finden immer wieder sehr spektakuläre Hallenkonstruktionen den Weg in die Literatur, die dann dort dokumentiert werden und von der Leistungsfähigkeit der jeweiligen Bauweise künden. Als Beispiel dafür sei die ehemalige Cargo-Lifter Halle bei Berlin genannt. Die ursprünglich als Werfthalle zum Bau und zur Wartung großer Luftschiffe gebaute Halle ist 360m lang, 107m hoch und hat eine Spannweite von 210m. Gegenwärtig wird die Halle als Hüllkonstruktion für ein Spaß- und Erlebnisbad genutzt.



Abb.11: ehemalige Cargo-Lifter Halle bei Berlin (jetzt Tropical Islands)

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.



Abb.12: Montage der Stahlbögen

Quellen:

[1] Franz Hart, Vorwort zu Stahlbauten in Berlin; Deutscher Stahlbau-Verband DStV
[2] Dokumentation 534, Hallen aus Stahl; Stahl-Informations-Zentrum, Düsseldorf

Abbildungen:

Abb.1 : Zeitgenössische Darstellung Crystal Palace 213
Abb.2 : Crystal Palace Innen 213
Abb.3 : Maschinenhalle 1889, Pariser Weltausstellung 213
Abb.4 : Stützendetail 213
Abb.5: AEG Turbinenhalle in Berlin-Moabit 213
Abb.6: Hauptschiff mit Hallenkran 213
Abb.7: Stützen/Binder ohne Pfetten 215
Abb.8: Zweigelenkrahmen mit Pfetten 215
Abb.9: Trägerrost mit eingespannten Stützen 215
Abb.10: Abgespannter Trägerrost 215
Abb.11: ehemalige Cargo-Lifter Halle bei Berlin (jetzt Tropical Islands) 216
Abb.12: Montage der Stahlbögen 217

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.

6.5.2 Betonfertigteile für den Industriebau

Verfasst durch Forschungsvereinigung der deutschen Beton- und Fertigteilindustrie e.V.,
Fachautor Bauassessorin Dipl.-Ing. Alice Becke

Die Anfänge des Betonbaus

Der frühe Betonbau lässt sich bis in die Antike zurückverfolgen. Das großartigste Gebäude ist das vollständig erhaltende Pantheon in Rom, dessen Kuppel mit einer lichten Weite von 43,30 m und einem Rundfenster im Scheitel von 9 m Durchmesser aus Beton besteht (Bild 1). Diese Dimensionen waren erst möglich, nachdem die Eigenschaften des Konglomerats „Beton“ aus Sand, Kies oder Gesteinsbrocken und einem natürlichen Bindemittel durch die Weiterentwicklung des Bindemittels immer weiter verbessert wurden.

Mit der Erfindung hydraulischer Bindemittel, mit denen deutlich höhere Festigkeiten erreichbar waren, wurde das Bauen in der Antike revolutioniert. Das sogenannte „Opus caementitium“, der Vorläufer unseres heutigen Betons, wurde aus Steinen, Sand und gebranntem Kalkstein gemischt, dem zusätzlich Puzzolane beigesetzt wurden. Erst durch die Beimengung der Puzzolane erhielt das „opus caementitium“ hydraulische Eigenschaften, durch die dieses Gemisch nach der Zugabe von Wasser zu druckfestem Stein aushärtete. Obwohl das Wissen um die natürlichen hydraulischen Bindemitteln weitergegeben und im Mittelalter zum Beispiel im Burgenbau noch vielfach eingesetzt wurde, gingen die Kenntnisse und praktischen Fähigkeiten der römischen Baumeister allmählich verloren. Es sollte lange dauern, bis der Betonbau wieder neu entdeckt wurde.

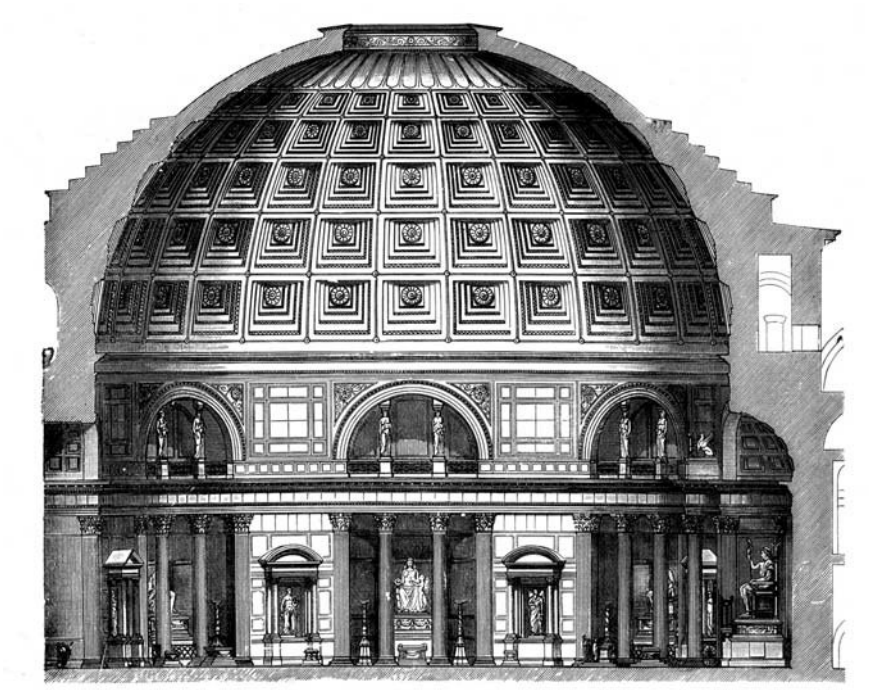


Bild 1: Pantheon in Rom

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.



Bild 2: Die erste Betonbrücke Deutschlands auf der Kunst- und Gewerbeausstellung 1880 in Düsseldorf. Errichtet von Eugen Dyckerhoff und den Zementwerken Dyckerhoff & Söhne [Stadtarchiv Wiesbaden]



Bild 3: Querbahnsteighalle Hauptbahnhof Leipzig (1913)

Neuentdeckung des Betonbaus

Die Anfänge des neuzeitlichen Betonbaus liegen im 19. Jahrhundert. Dies war eine Zeit schnell wachsender Fortschritte in Naturwissenschaft und Technik, das Bauwesen eingeschlossen. Drei Entwicklungsschritte waren wegbereitend für den heutigen breiten Einsatz von Beton und Betonfertigteilen in Hoch- und Tiefbau:

- die Erfindung des Zementes,
- die Entwicklung des Stahlbetons und
- die Entwicklung des Spannbetons.

Entscheidende Grundlage aller weiteren Entwicklungen war die Erfindung des künstlichen hydraulischen Bindemittels Zement in der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts. Aus diesem wurde zusammen mit Sand, grober Gesteinskörnung und unter Zugabe von Wasser Beton hergestellt, mit dem zunächst vor allem Betonwaren wie Blocksteine, Rohre aller Größen und Skulpturen gefertigt wurden. Aus dem damals verwendeten sogenannten Stampfbeton, der verhältnismäßig trocken angemacht wurde und durch gründliches festes Einstampfen verdichtet wurde, baute man bereits zu dieser Zeit konstruktive Bauteile und Brücken. Die erste Stampfbetonbrücke wurde für die Kunst- und Gewerbeausstellung 1880 in Düsseldorf errichtet (Bild 2). Die älteste erhaltende Brücke dieser Bauweise ist ein Aquädukt über die Murg in Langenbrand (Kreis Rastatt) aus dem Jahre 1885. Es handelt sich um eine Bogenbrücke mit der beachtenswerten Spannweite von 40 m.

Unabhängig voneinander wurde in der Mitte des 19. Jahrhunderts – in Deutschland in der Mitte der 1880er Jahre – damit begonnen, Eisen in Beton einzubetten, um den wenig zugfesten Beton zu verstärken. Damit konnte der für damalige Zeit wesentliche Hauptvorteil der Betonbauweise - die Feuersicherheit – für breitere Anwendungsbereiche nutzbar gemacht werden. Zunächst hatte diese neuartige Bauweise – der Stahlbetonbau - mit ganz erheblichen Widerständen zu kämpfen. Es dauerte noch einmal rund 20 Jahre, diese zu überwinden. Der Grund lag einerseits in den zunächst

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.

vorherrschenden Zweifeln bezüglich der Tragfähigkeit und Dauerhaftigkeit. Andererseits hatte der Betonbau zu dieser Zeit noch nicht den Ruf einer theoretisch gut fundierten ingenieurmäßigen Bauweise. Bis zum Ende des 19. Jahrhunderts waren schon durchaus beachtliche Bauwerke aus bewehrtem Beton entstanden. Aber erst die wissenschaftliche Klärung wesentlicher Grundlagen zur Wirkungsweise des Verbundbaustoffes Stahlbeton und die Schaffung von Bemessungsgrundlagen und Konstruktionsregeln schufen die Voraussetzung dafür, dass sich der Stahlbeton den ihm gebührenden Platz erobern konnte.
In Deutschland erfolgte der Durchbruch der Bauweise in den ersten 15 Jahren nach 1900. Beachtenswerte Bauwerke aus dieser Zeit sind ein 6- bis 8-geschossiges Lagerhaus im Straßburger Rheinhafen (mit 60 m Länge und 24 m Breite), der Neubau der königlichen Anatomie in München um 1906 mit einer 22 m weit gespannten Kuppel sowie die Querbahnsteighalle des Leipziger Hauptbahnhofs (1911) mit 35 m weit gespannten Bindern (Bild 3).

Schon in der Anfangszeit des bewehrten Betons war die im Vergleich zu seiner Druckfestigkeit sehr geringe Zugfestigkeit des Betons bekannt. Eine Lösung des Problems besteht bis heute darin, die Bewehrung vorzuspannen, das heißt, vorab unter Zug zu setzen. Wird die Reaktionskraft dieser Bewehrungszugkraft über Verankerungen auf den Betonquerschnitt übertragen, entstehen in diesem vorab Druckspannungen. Diese müssen von den Zugwirkungen infolge späterer Lasten erst aufgezehrt werden, bevor es zu Betonzugspannungen und in deren Folge zu Rissen kommen kann. Nach längeren Entwicklungen und Fehlschlägen wurde 1938 der erste Auftrag für eine Brücke aus Spannbeton in Deutschland erteilt. Das Vorspannen der Bewehrung war der dritte wesentliche Schritt, der die erreichbaren Spannweiten und Tragfähigkeiten von Betonbauteilen ermöglichte.

Etablierung der Vorfertigung im Stahlbetonbau und Entwicklung der Typisierung im Hochbau

Einhergehend mit der Weiterentwicklung des Beton- und Stahlbetonbaus entstanden Ende des 19. Jahrhunderts die ersten Ansätze zur Vorfertigung. Zu Beginn des 20. Jahrhunderts kannte man bereits eine Vielzahl unterschiedlicher Betonfertigteile wie Stahlbetonrammpfähle, Stahlbetonmasten und Stahlbetonschwellen für den Eisenbahnbau. Die Verwendung von vorgefertigten Stützen, Dachbindern und Dachplatten aus Stahlbeton für Industrie- und Militärbauten wurde während des 1. Weltkrieges weiterentwickelt. Nach dessen Ende führte die große Wohnungsnot in industriellen Ballungsgebieten zu wesentlichen Impulsen für die Entwicklung im Betonfertigteilbau. In dieser Zeit entwickelte sich der Bau von Skelettsystemen als Tragwerke mit Stützen, Trägern und weit gespannten Deckenplatten oder Bindern und Pfetten im Hallenbau (Bild 4).

Schließlich führten Großaufträge für Industriehallen in der Zeit des Wiederaufbaus und wirtschaftlichen Aufschwungs nach dem 2. Weltkrieg zu den Anfängen der Typisierung für die Herstellung von Stahlbetonfertigteilen. Zunächst entwickelten die meisten großen Baufirmen ihre eigenen Systeme. Der moderne Hochbau ist durch die Forderung nach einer schnelleren und kostengünstigeren Bauausführung geprägt. Dies hat zu einer zunehmenden Rationalisierung durch weitgehende Vorfertigung der Bauelemente geführt. Bereits 1976 wurde erstmals das **Typenprogramm** „Skelett- und Hallenbau“ von der Fachvereinigung Deutscher Betonfertigteilbau e.V. (FDB) erarbeitet und veröffentlicht. Für

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.

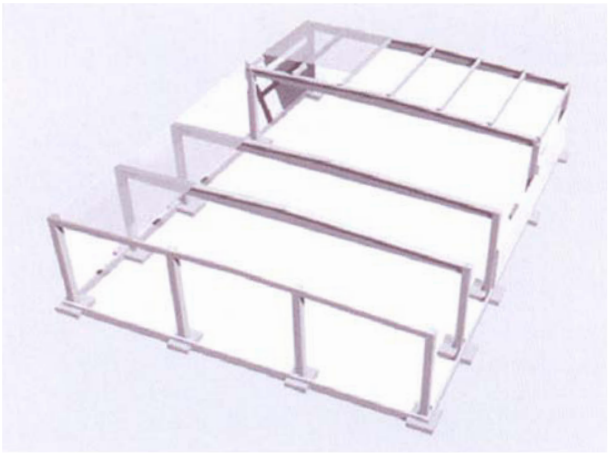


Bild 4: Pfetten-Binder-Konstruktion [2]

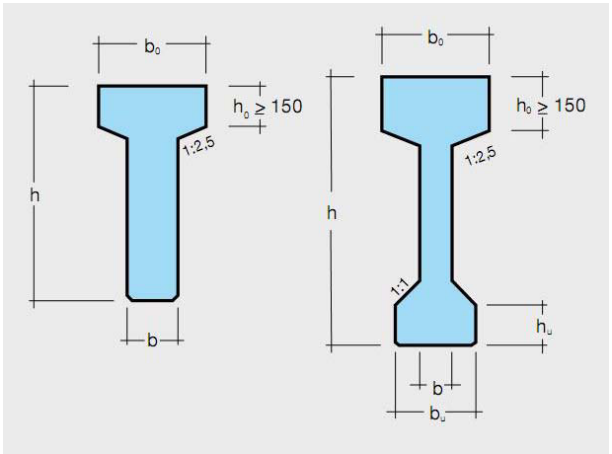


Bild 5: Pfetten-Querschnitte

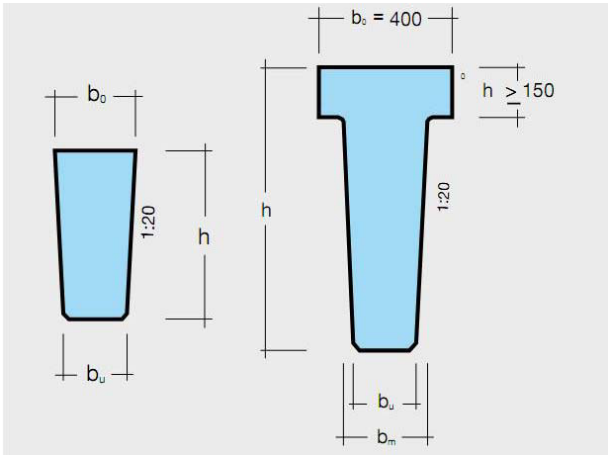


Bild 6: Dachbinder-Querschnitte

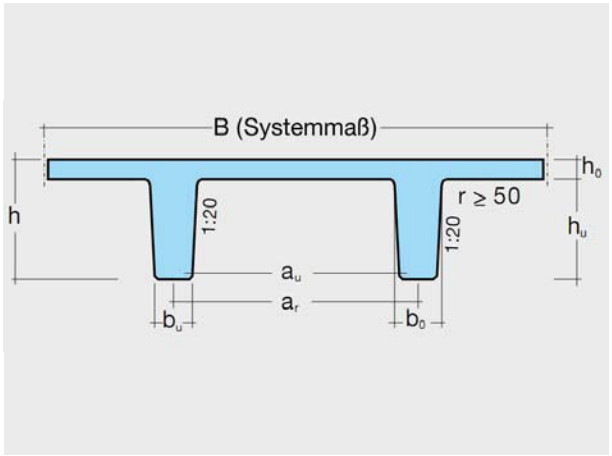


Bild 7: Pi-Platten-Querschnitt

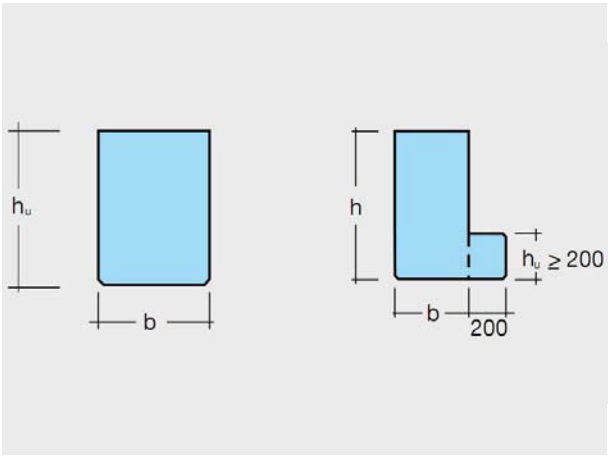


Bild 8: Riegel-Querschnitt mit und ohne Konsole

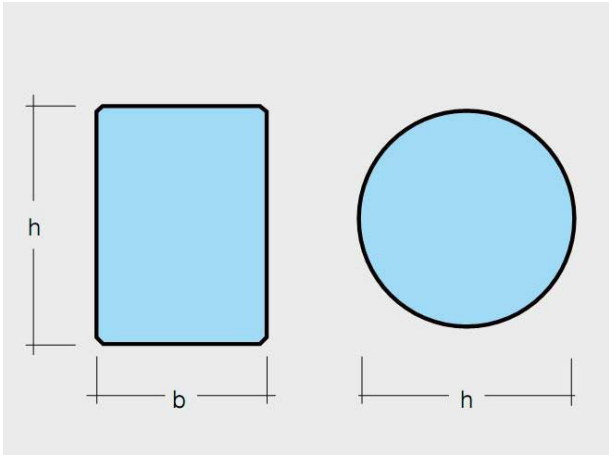


Bild 9: Stützen-Querschnitte

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.

das industrialisierte Bauen wurde mit dessen Hilfe die unendliche Vielfalt von Bauteilquerschnitten und deren Abmessungen auf ein sinnvolles Maß beschränkt, ohne den Entwurf und die Gestaltung eines Industriegebäudes einzuschränken. Die Typisierung der Bauteile erstreckt sich im Wesentlichen auf die Querschnittsform. Für alle typisierten Betonfertigteilquerschnitte halten die Werke Schalungen bereit, die im vorgesehen Rahmen die Veränderbarkeit der Profilhöhen und Breiten erlauben. Zu diesem Zeitpunkt wurden auch die ersten Musterlösungen für Knotenpunkte entwickelt. Dabei können Bauwerke aus Stahlbetonfertigteilen bei geeigneter Wahl der Verbindungen später auch demontieren und an anderer Stelle wieder aufgebaut werden. Übliche typisierte Querschnitte für den Hallenbau [2] sind in den Abbildungen 5-9 dargestellt.

Bei die Vorfertigung und Typisierung der Bauteile stehen neben der Bauzeitverkürzung die Einsparungen von Schalungs- und Gerüstkosten im Vordergrund. Gleichzeitig ermöglicht die witterungsunabhängige Fertigung im Werk eine gleichbleibende hohe Ausführungsqualität. Um das Potenzial der Betonfertigteilbauweise voll auszunutzen, erfordert das Entwerfen und Planen von Fertigteilbauten die frühzeitige Zusammenarbeit von Architekt und Tragwerksplaner. Eine Beratung durch Fachingenieure der Fertigteilindustrie bietet die Gewähr für eine rationelle Bauweise. Folgende **Grundsätze für Fertigteilbauwerke** sollten für eine wirtschaftliche Lösung der Bauaufgabe eingehalten werden:

- gleichmäßiges Planungsraster des Tragwerks,
- aussteifende Kernbauwerke dem Planungsraster maßlich anpassen
- möglichst keine Deckensprünge
- Deckenöffnungen im Raster einfügen
- Große Anzahl gleicher Elemente
- Transportabmessungen und mögliche Montagegewichte berücksichtigen
- Standardquerschnitte und Standardknotenpunkte

Durch die Einplanung zusätzlicher Konsolen bereits im Entwurf und der Wahl einer Giebelkonstruktion mit freitragenden Dachbindern ist auch eine Erweiterung in Hallenlängs- und –querrichtung zu einem späteren Zeitpunkt problemlos umsetzbar.

Im Fertigteilwerk werden bei der **Arbeitsvorbereitung** alle Fertigungsprozesse, die Belegung der Schalungen sowie die Zwischenlagerung fertiger Teile auf den Transport und die Montage abgestimmt. Voraussetzung hierfür sind rechtzeitige Entscheidungen im Planungsprozess zu Abmessungen, Bewehrung, gewünschte Oberflächenbeschaffenheit sowie Durchbrüche und Aussparungen.
Wegen der Produktionsbedingungen im Werk kann unter üblichen Umständen ein Fertigteil am folgenden Tag nach dem Betonieren aus der Schalung herausgenommen und zum Lager transportiert werden. Nach ihrer Herstellung benötigen Stahlbetonfertigteile zur Sicherstellung der Dauerhaftigkeit weder einen zusätzlichen Oberflächenschutz noch eine dauernde Wartung. Sie sind bei herkömmlicher Witterung in der Regel jahrzehntelang beständig.

Einen wesentlichen Einfluss auf die Möglichkeiten des Betonfertigteilbaus haben **der Transport und die Montage** auf der Baustelle. In den meisten Fällen erfolgt der Transport über die Straße. In einigen Fällen ist auch ein Transport über Schienen oder Wasserstraßen möglich. Die höchstzulässigen Ab-

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.

messungen und das Gesamtgewicht werden durch die Straßenverkehrszeichenverordnung und die Straßenverkehrsordnung festgelegt. Bei größeren Abmessungen oder einem größeren Gesamtgewicht als dort zugelassen, ist eine Einzelfahrtgenehmigung erforderlich.
Die fortschreitende Entwicklung bei der Hebetechnik sowohl in den Fertigungshallen als auch auf den Baustellen führte im Laufe der Zeit zu immer längeren und schwereren Bauteilen.

Moderner Hallenbau und weitere Entwicklungen

Hallenbauwerke haben den Zweck, große Räume möglichst stützenfrei zu überspannen. Auf die Gebäudehülle wirken in der Regel nur Schnee- und Windlasten ein, so dass weitgespannte Tragwerke mit geringem Materialaufwand verwirklicht werden können. Aufgrund der hohen Genauigkeit der witterungsabhängigen Fertigung von Bauteilen im Werk und deren guten Überwachung wird eine hohe Ausführungsqualität sichergestellt. Beim Betonfertigteilbau ergeben sich besondere Vorteile beim Brand- und Schallschutz sowie bei erhöhten Anforderungen an die Dauerhaftigkeit bei aggressiven Umweltbedingungen oder an die Hygiene in der Lebensmittelindustrie.
Die Weiterentwicklung der Betontechnologie ermöglicht inzwischen hochfeste Beton, die in Verbindung mit Vorspannung äußert leistungsfähige Bauteile zulassen.
Ein Ende der Weiterentwicklung des Fertigteilbaus ist nicht abzusehen. Neue und bisher nicht ausgeschöpfte Potenziale bestehen bei der Verwendung von Faserbetonen oder textilen Bewehrungen sowie ultrahochfestem Beton. In diesen neuen Baustoffen und ihren Kombinationen liegen Entwicklungspotenziale, deren Dimensionen man zum gegenwärtigen Zeitpunkt gerade erst erahnen kann.

Quellen:

[1] Gebaute Visionen – Festschrift 100 Jahre Deutscher Ausschuss für Stahlbeton 1907 – 2007. Beuth Verlag 2007
[2] Betonfertigteile m Geschoss- und Hallenbau – Grundlagen für die Planung. Fachvereinigung Deutscher Betonfertigteilbau 2009
[3] Bachmann, Steinle, Hahn. Bauen mit Betonfertigteilen im Hochbau. Ernst & Sohn 2010

Abbildungen:

Bild 1: Pantheon in Rom 218
Bild 2: Die erste Betonbrücke Deutschlands 1880 in Düsseldorf 219
Bild 3: Querbahnsteighalle Hauptbahnhof Leipzig (1913) 219
Bild 4: Pfetten-Binder-Konstruktion [2] 221
Bild 5: Pfetten-Querschnitte 221
Bild 6: Dachbinder-Querschnitte 221
Bild 7: Pi-Platten-Querschnitt 221
Bild 8: Riegel-Querschnitt mit und ohne Konsole 221
Bild 9: Stützen-Querschnitte 221

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.

E7 Fallbeispiele

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.

0001TRU IND_PM_IMA_WAN Trumpf Laserfabrik

Barkow Leibinger Architekten

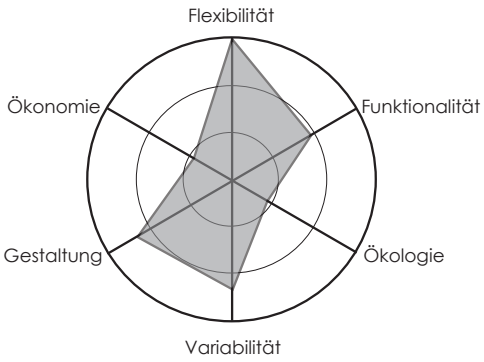




Abb.1: Ansicht der Hallen [Adam 04] S.123

ALLGEMEIN

Baujahr	1.BA 1996-1998, 2.BA 1999-2000
Standort	Johann-Maus-Strasse, Ditzingen
Nutzungsart	Montage
Produkt	Gas- und Festkörperlaser- Resonatoren
Eigentümer/Nutzer	Trumpf GmbH & Co.

KENNDATEN

Baukörper	
Geschossigkeit	1-geschossige Montagehalle
Aussenmaße	1.BA.: 152 m x 67 m x 10 m 2.BA.: 85 m x 55 m x 11 m

FLÄCHEN UND VOLUMEN

BRI (Brutto Rauminhalt)	1.BA 101.840 m³ 2.BA 51.425 m³
BGF (Brutto Grundfläche)	1.BA 10.184 m² 2.BA 4.675 m²
HNF (Haupt Nutzfläche)	ges. ca 15.000 m²

STANDORT

AREAL/MASTERPLAN

Ein von den Architekten erstellter Masterplan zur Neuordnung und Weiterentwicklung zu einem grossflächigen Industriestandort der Firma Trumpf liegt als Grundlage vor. Das Grundstück grenz im Osten an das bestehende Werksgelände der Fa. Trumpf, im Westen an landwirtschaftlich genutze Flächen, die als Erweiterungsflächen im Masterplan ausgewiesen sind, im Norden grenzt der bestehende Firmensitz an die Autobahn.

VER+ENTSORGUNG / INFRASTRUKTUR

Im 1.BA wurden Versorgungsleitungen und Technikkanäle unter der Dachkonstruktion nach Bedarf der Maschinenplanung verlegt, im 2.BA wurden entlang von 4 Längsachsen Bodenkanäle verlegt, der Produktionsraum bleibt frei von Installationen, wodurch eine flexible Maschinenaufstellung erreicht wird.

ERWEITERUNGSFLÄCHEN

Erweiterungskonzept nach Spezifikation von zukünftigen Anforderungen mit festgelegtem Generalbebauungsplan; Erweiterung des bestehenden Werksgeländes entlang einer Entwicklungsachse; Erweiterungsflächen für zukünftige Erweiterungen als Ackerfläche zwischengenutzt aber im Bedarfsfall verfügbar.

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.

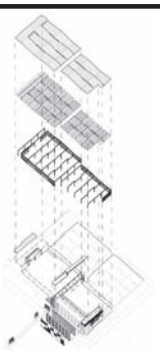


Abb.2: Explosionsisometrie [Adam 04] S.123

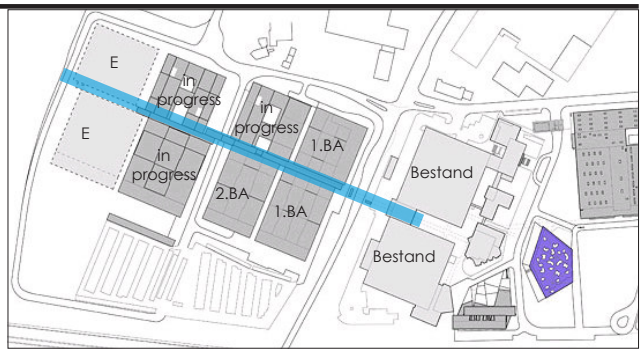


Abb.3: Lageplan [Adam 04] S.122

NUTZUNGSSTRUKTUR

PRODUKTION

In den Laserproduktionsanlagen und Logistikzentrum erfolgt eine Fliessmontage.

FLÄCHE

Auf dem Firmengelände befinden sich Laserproduktionshallen, Lagerhallen, Büros, eine Empfangshalle, ein Ausstellungsgeschoss und eine Firmenkantine.

Produktion und Verwaltung sind in dem Neubau, entgegen des Standarts, räumlich einander zugeordnet; der Verwaltungstrakt ist als zweigeschossiger Kopfbau Teil einer der Hallen. Die Produktionshallen erstrecken sich entlang einer Entwicklungsachse, die den Bestand mit den Neubauten verbindet und somit als kommunikatives und logistisches Rückgrat dient. Dieses gibt die Richtung für zukünftige Entwicklungsschritte vor, mit denen weitere, in Grösse und Programm flexible Einheiten hinzukommen können.

TRANSPORT

Die Anforderungen der Produktion bestimmen die Auslegung und Positionierung der Kranbahnnen. Die Laufschienen liegen in Richtung der Fließmontage, somit also senkrecht zum Erschliessungsgang mit Transportrichtung von der Anlieferung bis zur Erschliessungsspanne und entlang des Transports der Maschinen auf Luftkissen.

BAUSTRUKTUR

TRAGWERK

Das Stützenraster richtet sich nach den zu produzierenden Maschinen, im 1.BA liegt das Raster bei 14.40 m x 14.40 m x 10m im 2.BA bei 18 x 14.40m x 11 m. Das Tragwerk ist gerichtet. Die Rahmen- und Stützenkonstruktion der Produktionshallen besteht aus Ortbeton. Durch Faltungen der streifenförmigen Dachstruktur entstehen gegenläufige, geneigte Flächen und rautenförmige Öffnungen in der Dacheebene, die zur Belichtung dienen.

Die eingespannten Betonstützen können Lasten in Längs- und Querrichtung aufnehmen, die Dachscheibe braucht nicht ausgesteift werden, wodurch die Faltung der Dachebene erfolgen kann.

RAUMABSCHLUSS

WAND: Die Wandverkleidung der Produktionshallen ist als hinterlüftete Leichtbaukonstruktion mit Zinkverkleidung ausgebildet.

DACH: Durch Faltungen in der streifenförmigen Dachstruktur entstehen gegenläufige, geneigte Flächen und rautenförmige Öffnungen zur Belichtung der Hallen die mit einer Pfosten-Riegel-Konstruktion abgeschlossen sind. Die Dachentwässerung erfolgt durch in den Tiefpunkten eingelassene Rinnen und Dachgullys, die über dem Inneraum verlegte Leitungen das Wasser abführen.Das Dach wird durch seine Struktur zur fünften Fassade. Die Dacheindeckung aus Aluminiumstehfalzprofilen unterstreicht das architektonische Konzept der Mimikri in der landwirtschaftlich genutzten Umgebung. Das Dach verschmilzt optisch mit der Landschaft.



Abb.4: Blick auf das Dach [Adam 04] S.122

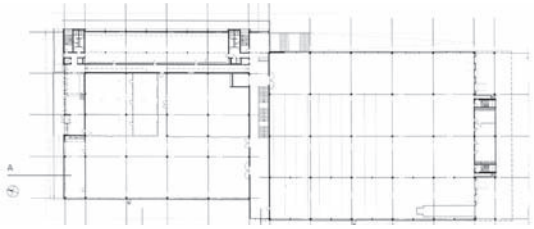
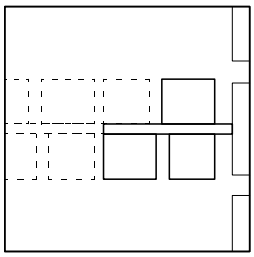


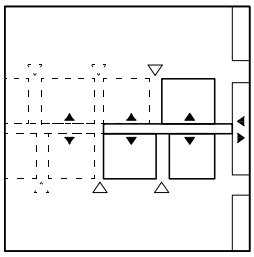
Abb.5: Grundriss [Adam 04] S.122

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.



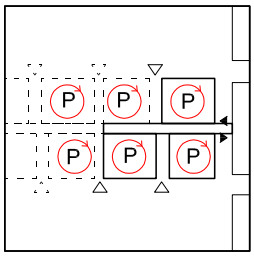
→ Erweiterung

MODULERWEITERUNG ACHSIAL
Erweiterungskonzept nach Spezifikation von zukünftigen Anforderungen mit festgelegtem Generalbebauungsplan; Erweiterung des bestehenden Werksgeländes entlang einer Entwicklungsachse; Erweiterungsflächen für zukünftige Erweiterungen als Ackerfläche zwischengenutzt aber im Bedarfsfall verfügbar.



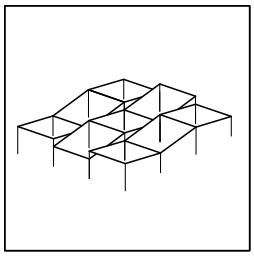
→ Erschliessung

RÜCKGRAT
Die Entwicklungsader fungiert als logistisches und kommunikatives Rückgrat der Modulhallen mit unterschiedlichen Produktionsbereichen und gleichzeitig als Bindeglied zwischen dem alten und neuen Produktionsarealen. Die Ver- und Entsorgung der Modulhallen ist seitlich an den Stirnseiten gegeben. Die Fugen zwischen den einzelen Modulen dienen als Fluchtwege (Brandabschnitte werden eingehalten).



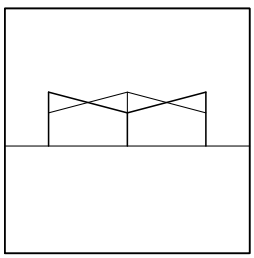
→ Nutzung

NUTZUNGSPEZIFISCHE MODULHALLEN
In erster und zweiter Entwicklungsstufe Realisierung von Produktions-Modulen unterschiedlicher Produktionsprozessstrukturen; Je nach Produktionsart Spezifikation und Anpassung an jeweilige Produktionsprozesse durch TGA und Hebewerkzeuge; Zweite realisierte Entwicklungsstufe durch Verwaltungs-Module bei denen die Hallenarchitektur in den Masstab von Verwaltungsbauten übertragen ist.



→ Tragwerk

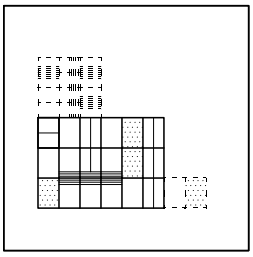
RAHMENTRAGWERK
Gerichtetes Rahmentragwerk aus Ortbetonstützen mit aufgesetzten Stahlträgern; Rastermaß 14x14m, lichte Höhe 10 m; Aufnahme von Lasten aus Kranbahnanlagen in Teilbereichen der Modulhallen durch Konsolenauflager an Zusatzstützen gewährleistet; Konsolenmontageösen als Vorhaltung zur Ergänzung bei Erweiterung der Kranbahnanlagen in Modulen.



→ Dach

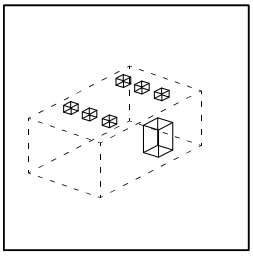
FALTDACH
Aufgelegte streifenförmige Dachebene als Warmdach mit Aluminiumstehfalsprofileindeckung; Durch Versetzen von Hoch- und Tiefpunkten der Dachstreifen zueinander entstehen gegenläufig geneigte Dachflächen mit rautenförmigen Öffnungen zur Konditionierung der Halle mit Licht und Luft.

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.



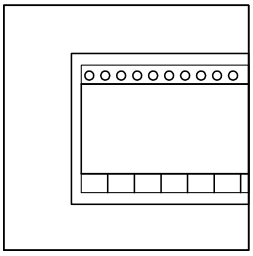
→ Fassade

ELEMENTIERTE FASSADEN
Elementierte Fassadenkonstruktionen lassen unterschiedliche Gebäudekonfigurationen und Gebäudeanforderungen im Bezug zur Raumkonditionierung zu, hier: Wechselspiel aus geschlossener, hinterlüfteten Leichtbaukonstruktion mit Zinkblechverkleidung und verglasten Fassadenflächen in Pfosten-Riegel-Konstruktion.



→ Versorgung

DEZENTRALE MODULVERSORGUNG
Verteilung der technischen Komponenten zur Gebäudeausrüstung oberhalb der Dachebene als Plug-In; gezielte Positionierung von Elemeneten möglich; Verteilung direkt unter der Decke dezentral; Wasser- und Stromanschlüsse in Hausanschlussraum innerhalb einer festinstallierten Raumbox; Dezentrale Versorgung ermöglicht die spezifische Anpassung jedes Hallen-Modules.



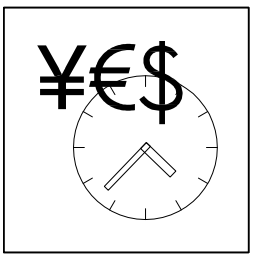
→ Medienführung

BODEN-/DECKENVERTEILUNG
Versorgung der gesamten Produktionshalle durch Installationsführung innerhalb von Bodenkanälen mit Auslässen und zusätzlicher Verteilungsebene unter der Decke; Durch Stahlfachwerkträger ist die Tragwerksebene installationsoffen, da alle Leitungen flexibel und variabel in Trassen oder Abhängungen verlegt werden können.

TGA
passiv

→ TGA-Konzept

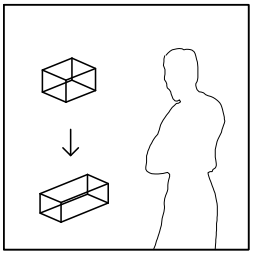
PASSIVE KONDITIONIERUNG
Hallenmodule werden durch natürliche Belüftung und Belichtung konditioniert. Durch die Modul-Systematik können je nach Nutzungsanforderungen durch Zusatzinstallation aktive Konditionierungsmassnahmen vorgenommen werden, hier: indirekte, blendfreie Beleuchtung der Halle durch rautenförmige Öffnungen in den Giebelflächen, blendfreie, gleichwertige Arbeitsplätze.



→ Effizienz

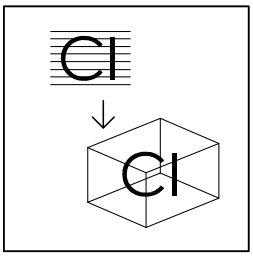
ÖKONOMISCHE EFFIZIENZ
Ausnutzung bestehender Werksstrukturen, Erweiterungsflächen, Verwendung von standardisierten, vorfabrizierten Tragwerkskomponenten und Fassadenelementen verkürzt die Planungszeit, Bauzeit und die Baukosten.

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.



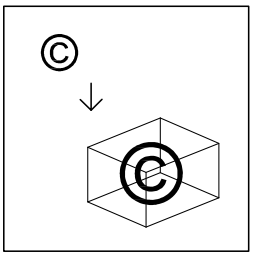
→ Prägung

PRÄGUNG DURCH ARCHITEKTEN
Umsetzung der Bauaufgabe durch Architekten; Übertragung der Persönlichkeit und der Haltung des Gestalters auf das Unternehmen und dessen Produkte; Architekt und Unternehmen entwickeln gemeinsame Haltung, die langfristig baulich umgesetzt werden kann, hier: Entwicklung eines Generalbebaungsplanes, der die sukzessiven Erweiterungen vorsieht und diese auch eingehalten werden.



→ Prägung

PRÄGUNG DURCH UNTERNEHMENSLEITSÄTZE
Das Unternehmensprinzip aus Festlegung von Qualitätsstandards der Bereiche Produktion, Kommunikation und Distribution werden in die Architektur übertragen. Das logistische und kommunikative Rückgrat mit angedockten Modulhallen steht für die gemeinsame Kommunikation und den reibungslosen Ablauf innerhalb der Produktion, da alle Einzeleinheiten zu einem grossen Ganzen verbunden werden.



→ Prägung

PRÄGUNG DURCH MARKENINHALT
Wertvorstellungen der Marke sollen sich in der Gestaltung des Gebäudes wiederfinden, sodass die Marke vor Ort "erlebt" wird; durch dieses "Branding" wird eine enge Kopplung zwischen Produkt, Marke, Unternehmen und dem Konsumenten erzeugt; emotionale Bindung zwischen Herrsteller und Kunde ist entscheidend.

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.

0002KAU IND_LD_WAN_RES_IMA Kaufmann Holz AG

Florian Nagler

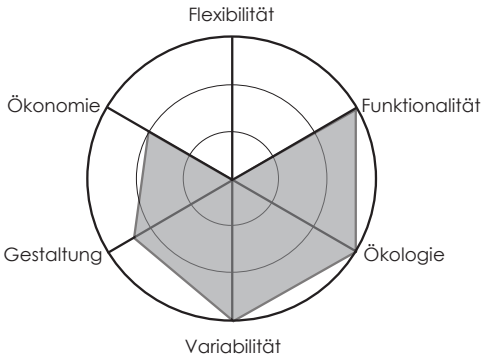




Abb.6: Ansicht der Halle [Nagl 01] S.440

ALLGEMEIN

Baujahr	1999
Standort	Gutenbergstraße 7, Bobingen
Nutzungsart	Lagerhalle
Produkt	BS-Holz
Eigentümer/Nutzer	Kaufmann Holz AG

KENNDATEN

Baukörper	rechteckiger Kubus
Geschossigkeit	eingeschossig
Aussenmaße	43 m x 76 m x 10 m

FLÄCHEN UND VOLUMEN

BRI (Brutto Rauminhalt)	32680 m³
BGF (Brutto Grundfläche)	3728 m² (Lagerfläche)

STANDORT

AREAL/MASTERPLAN

Auf dem uneinheitlichen bebauten Gelände im Industriegebiet von Bobingen bei Augsburg benötigten die Kaufmann Holzbauwerke eine einfache Halle.

VER+ENTSORGUNG / INFRASTRUKTUR

Ver- und Entsorgung über direkt an Stichstrasse anliegendem Hof, entlang der Gebäudelängsseite; Wendemöglichkeiten und temporäre Aussenlagerflächen vorhanden; Zuwegung in die Halle über Toranlagen und Türanlagen für Personal.

ERWEITERUNGSFLÄCHEN

Die Halle sollte eine hohe Flexibilität gegenüber möglichen künftigen Entwicklungen des Holz verarbeitenden Unternehmens aufweisen. Weshalb eine angemessene Konstruktion mit einfachen Details gewählt wurde.

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.



Abb.7: Ansicht Nord [Adam 04] S.75



Abb.8: Längsschnitt [Adam 04] S.75

NUTZUNGSSTRUKTUR

PRODUKTION

Durch eine Vielzahl der teilweise direkt nebeneinander angeordneten Tore in der Längsfassade erfolgt die Be- und Endladung; im inneren Prozess wird die Lagerung durch Kräne gesteuert.

FLÄCHE

Zugänglich ist die Lagerhalle durch Tore an der Längsseite über den Hof, mittig der Halle befindet sich ein Laufsteg. An der Ostseite der Halle im Bereich der zweigeschossigen Säge- und Hobelanlage wurden Stahlbühnen eingefügt, die zu einem späteren Zeitpunkt wieder leicht demontiert werden können.

TRANSPORT

Der interne Gütertransport erfolgt durch Kranbahnen. Zwischen den Gurten der mittleren Stützenreihe verläuft der Laufsteg für den Kranführer, der die Beobachtung und Führung der fünf Kräne auf den beiden parallel laufenden Kranbahnen in beiden Hallenschiffen ermöglicht.

BAUSTRUKTUR

TRAGWERK

Im Achsabstand von 6 m stehen verleimte Doppelstützen aus Brettschichtholz in Form von Vierendeelträgern, die Stützenreihen bilden eine zweischiffige Halle.
Der höhere Gurt der Stützen trägt jeweils Lasten aus dem Dachtragwerk, der niedrigere die Lasten der beiden Kranbahnen. Die Mittelstützen nehmen die Dachlasten über einen Fachwerkbinder auf.
Das Haupttragwerk des Daches wird aus einer Trägerlage aus schlanken, im Abstand von 2 m angeordneten Brettschichtholzbindern gebildet.
Zwischen den Gurten der mittleren Stützenreihe verläuft der Laufsteg für den Kranführer.
Soweit möglich, wurden eigens hergestellte Baustoffe verwendet.
Die Breite der Doppelstütze und die Einspannung beider Gurte über Stahlbleche im Fundament gewähleisten die Aussteifung in Querrichtung,
In Längsrichtung wird die Halle durch Stahlkreuze in der Längsfassade ausgesteift. Dreischichtplatten dienen als Dachschalung, Längsträger sowie Kranbahnschienen.

RAUMABSCHLUSS

WAND: Haut aus transluzenten Polycarbonat-Doppelstegplatten; senkrecht angeordnete, gebäudehohe Platten sind durch Nut und Feder miteinander verbunden und am Fußpunkt fest eingespannt, oben lose gefasst. Durch Metallprofile an schmale, mit Stahlstäben abgehängte Fassadenriegel geklammert.
Eine Senkrecht angeordnete Schiebekonstruktion dient den großen Toren.
DACH: 40 mm starke Dachschalung
BODEN: Eine Bodenplatte aus Stahlfaserbeton beugt durch hohe Speicherkapazität einer Überhitzung der Halle im Sommer vor.

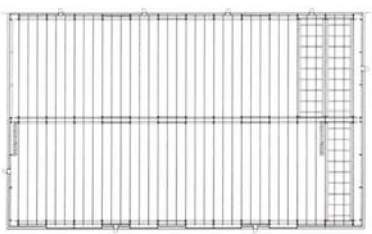


Abb.9: Grundriss [Adam 04] S.77

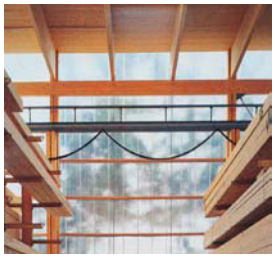
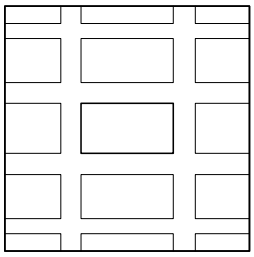


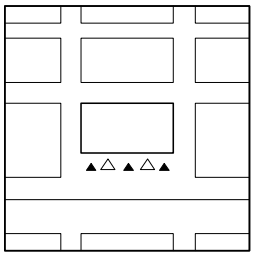
Abb.10: Kranbahn [Adam 04] S.76

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.



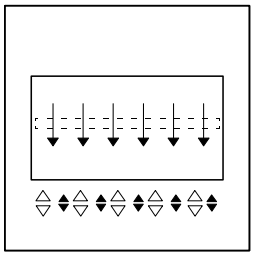
→ Erweiterung

VARIABILITÄT
Im dichten, ungleichmässig bebauten Industriegebiet steht keine Erweiterungsfläche zur Verfügung; Aufstockung für gewünschte Funktion nicht kompatibel;
Anstreben hoher Varianz.



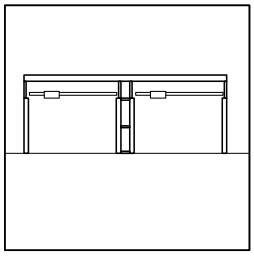
→ Erschliessung

HOFERSCHLIESSUNG
Ver- und Entsorgung über direkt an Stichstrasse anliegendem Hof, entlang der Gebäudelängsseite; Wendemöglichkeiten und temporäre Aussenlagerflächen vorhanden; Zuwegung in die Halle über Toranlagen und Türanlagen für Personal.



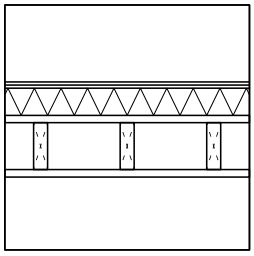
→ Nutzung

VERTIKALE FUNKTIONSSTREIFEN
Gliederung der Flächen durch mittige Tragwerksstruktur in autarke Funktionsstreifen entlang der Schiffe;
Eigenständigkeit der Funktionsstreifen durch gleiche Erschliessungs- und Nutzungsauslegung; Funktionsablauf von im hinteren Bereich der Halle liegendem Lager über Montage, Kommisionierungsbereich zur Auslieferung durch die frontal angelegten Tore und Türen.



→ Tragwerk

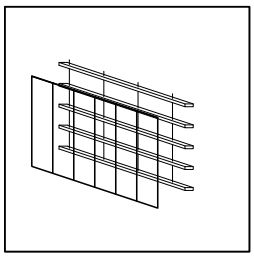
FUNKTIONSOPTIMIERTES TRAGWERK
2-schiffige schwere Halle, mittig eingestellte Tragböcke mit Auflagerkonsolen für Krananlagen und im Zwischenraum eingelegter Laufsteg-Brücke für Kranfahrer; Jeweils 5 Transportkrane pro Schiff; Mittige Tragböcke als Tragwerks-, Versorgungs- und Funktionselement zur Steigerung der Varianz durch Generierung funktionsoffener Grundrissflächen.



→ Dach

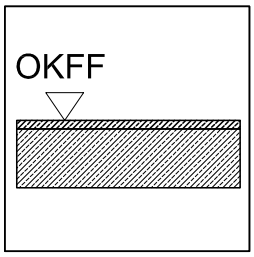
ELEMENTIERTES DACH
Vorgefertigte Dach-Elemente in standardisierten Abmessungen lassen unterschiedliche Gebäudekonfigurationen und Gebäudeanforderungen in Bezug zur Raumkonditionierung zu, hier: Holzrippendecken als Fertigdeckensystem mit aufgelegtem Warmdachaufbau.

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.



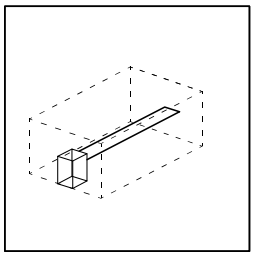
→ Fassade

ELEMENTIERTE FASSADEN
Durch Zugstäbe vom Hallentragwerk abgehängte Riegelkonstruktion, Brettschichtholzriegel, senkrecht angeordnete vorgesetzte Polycarbonat- Doppelstegplatten mit Nut-und Feder-Verbindung; Durch Metallprofile mit Riegeln verbunden.



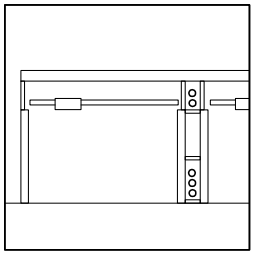
→ Boden

Bodenplatte aus Stahlfaserbeton mit fugenlosem Abschluss als Industriefussboden (EP-Böden, PMMA-Böden, PU-Böden, Polyester und Venylesterböden - Anforderungen nach WHG, § 19, antistatische und leitfähige Industriefussböden); je nach Nutzung und Anforderung mit Fachplaner zu ermitteln; Frei von Einbauten zur Förderung der Nutzungsvarianz.



→ Versorgung

ZENTRALE VERSORGUNG
Hausanschlussraum als Zentrale von der die technische Medienversorgung abgeht.



→ Medienführung

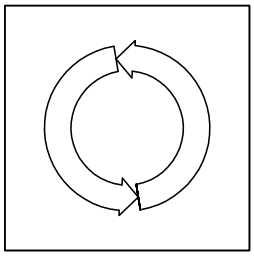
TRASSENSTEG
Versorgung der gesamten Produktionshalle mittels in Tragböcken verlegtenTrassenstegen, die offen die akut notwendigen Installationen aufnehmen; Hohe Variabilität, da diese je nach Bedarf mit wenig Aufwand aufgefüllt werden können.



→ TGA-Konzept

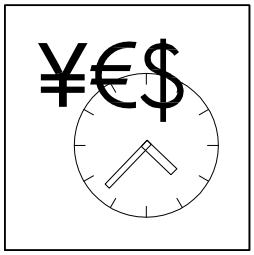
PASSIVE KONDITIONIERUNG
der TGA durch natürliche Belüftung, Belichtung und Nutzung regenerativer Energien; Förderung der Nachhaltigkeit durch Aktivierung von Bauteilmassen als Wärmespeicher und Wärmetauschern, hier: indirekte, blendfreie Beleuchtung der Halle durch transluzente Fassaden und Oberlichter, die als RWA-Klappen zugleich der Belüftung dienen.

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.



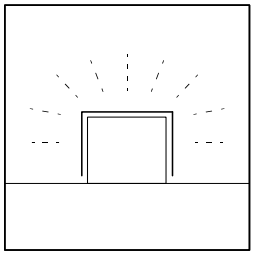
→ Effizienz

ÖKOLOGISCHE EFFIZIENZ
Erstellung eines Energiekonzeptes mit Bauteilaktivierung; Verwendung eines elementierten, recyclingfähigen Industriebaus mit Schwerpunkt auf Verwendung nachwachsender Rohstoffe; gezielte Vermeidung von Verbundbaustoffen.



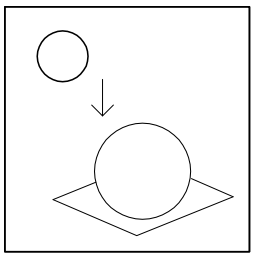
→ Effizienz

ÖKONOMISCHE EFFIZIENZ
Baumaterialien aus Eigenproduktion und kurze Transportwege auf die Baustelle bewirken Kosten- und Zeiteinsparungen in der Bauphase des Gebäudes.



→ Prägung

PRÄGUNG DURCH UNTERNEHMENSINHALT
Innovation durch erstmalige Verwendung der Polycarbonatfassadenpaneele in einem Zweckbau; Abbildung der inneren Prozesse und Schaffung gleichwertiger Arbeitsplätze durch gleichmässige Lichtverteilung in der Halle durch tansluzente Fassade.



→ Prägung

PRÄGUNG DURCH DAS PRODUKT
Durch Verwendung der eigenen Produkte wird das Gebäude selbst zum Werbeträger und transportiert den Unternehmensinhalt nach Aussen.

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.

0003USM IND_PM_SYS_WAN USM-Fabrikationshalle

Haller

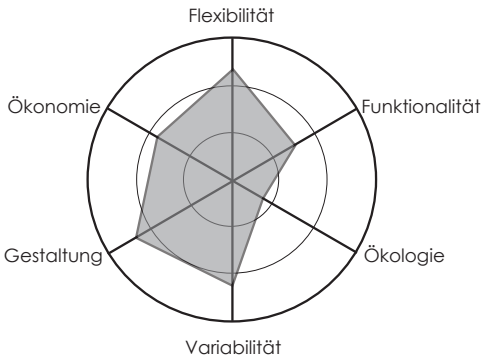


Abb.6: Ansicht der Halle [Nagl05] S.440

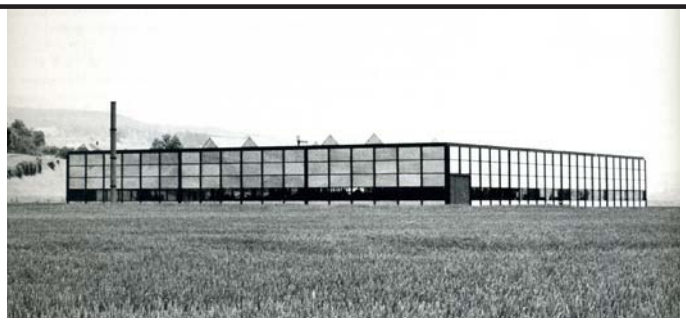


Abb.12: Ansicht der Halle [Adam 04] S.30

ALLGEMEIN

Baujahr	1.BA 1996-1998, 2.BA 1999-2000
Standort	Bern-Thun-Straße, Münsingen Schweiz
Nutzungsart	Produktionsgebäude
Produkt	Metall
Eigentümer/Nutzer	USM

KENNDATEN

Baukörper	
Geschossigkeit	1-geschossig
Aussenmaße	43,2 m x 57,6 m

FLÄCHEN UND VOLUMEN

BGF (Brutto Grundfläche) 2490 m²

STANDORT

AREAL/MASTERPLAN

Für den Neubau der Firma USM wurde in enger Zusammenarbeit zwischen dem Architekten und Bauherrn ein Baukastensystem entwickelt, das vom Bauherrn produziert und als System MAXI noch heute vertrieben wird. Hinsichtlich auf sich ändernde Produktionsanforderungen und Größenentwicklungen ist das System anpassbar und erweiterbar.
Durch das Stahlbausystem MAXI können eingeschossige Hallen mit großen Stützenabständen umgesetzt werden, welche flexibel um- und angebaut werden können. Im Vordergrund steht dabei eine arbeitssparende und schnelle Fertigung und Montage bei maximaler Wirtschaftlichkeit.

VER+ENTSORGUNG / INFRASTRUKTUR

Ver- und Entsorgung über direkt an Stichstrasse anliegendem Hof, entlang der Gebäudelängsseite; Wendemöglichkeiten und temporäre Aussenlagerflächen vorhanden; Zuwegung in die Halle über Toranlagen und Türanlagen für Personal.

ERWEITERUNGSFLÄCHEN

Das Baukastensystem wurde speziell für eine problemlose Erweiterung entwickelt, das entwickelte Grundelement erlaubt entsprechend dem Raster jede Gebäudeform.
Die Positionierung wurde in der ersten Bauphase so gewählt, dass für spätere Erweiterungen mehrere Möglichkeiten offen bleiben.

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.

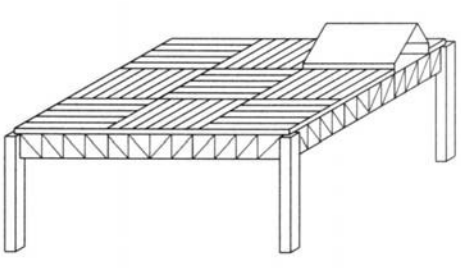


Abb.13: Tragsystem [Hall 89] S.70

NUTZUNGSSTRUKTUR

FLACHE

Die Halle wurde nutzungsneutral entworfen, sodass Maschinen frei positioniert werden können.
Das Erdgeschoss ist offen und als flexibler Großraum konzipiert. Fest installierte Räume wurden entweder außerhalb der Fabrikhalle angeordnet oder in die Mitte der Halle ins Untergeschoss gelegt, um die Erweiterungsmöglichkeiten nicht einzuschränken. Festlegung in der Erschließung wurden möglichst vermieden. Der Zugang wurde so geplant, dass dieser mit der Erweiterung des Gebäudes von der Westseite zur Ostseite verlegt werden kann.

BAUSTRUKTUR

TRAGWERK

Das ungerichtete Tragsystem wird durch Addition einer statisch eigenständigen Grundeinheit gebildet, die auf dem Rastermaß von 1,2m aufgebaut ist. Das Grundsystem überspannt eine Fläche von 14,4m x 14,4m.
Ein zweiachsig abtragendes Trägerrost und die an den jeweiligen Ecken angeordneten Stützen bilden ein solches Grundsystem.
Alle Stützen wurden gleich ausgebildet, gelenkig mit dem Trägerrost verbunden und am Fußpunkt in die Stahlbetonstützen des Untergeschosses eingespannt, und ermöglichen eine Erweiterung in beiden Richtungen. Die Eigenständigkeit einer Grundeinheit wird somit gewährleistet.
Ein Trägerrost besteht aus vier Randträgern und vier Zwischenträgern. Pro Grundeinheit entstehen neun Felder von 4,8m x 4,8m.
Die Stützen werden aus vier gleichschenkligen Winkelprofilen L 130/130/15 gebildet, die durch eingeschweißte Bindebleche statisch zusammenwirken. In den Randpositionen gewährleistet die Konstruktion den Anschluss von Fassadenelementen, sowie das Einhängen weiterer Gitterträger im Falle einer Gebäudeerweiterung, und nimmt gleichzeitig Dachentwässerung sowie die vertikalen Versorgungsleitungen auf.Die Aussteifung erfolgt über die Dachkonstruktion.

RAUMABSCHLUSS

WAND: Verglaste Fassadenelemente (Klarglas, Verbundglas) bilden den vertikalen Raumabschluss. Sie basieren auf einem Planungsmodul von 2,4m und vertikal 0,6m. Die Fassadenelemente werden von einem Traggerüst aus vertikalen T-Profilen als Montagesprossen und Windversteifung getragen.
DACH: Das auf dem Trägerrost aufliegende Dach wird aus bewährten Gasbetonplatten (4,8m x 0,4m) und den schachbrettartig angeordneten Trpezprofilblechen gebildet.

TECHNISCHE GEBÄUDEAUSRÜSTUNG TGA

Die 45 cm starke Betondecke besitzt im Raster von 2,4m Aussparungen, so dass jede Maschine über die nächstliegende Durchführung vom Versorgungssystem mit den entsprechenden Energien gespeist werden kann. Somit ist das Verschieben und Auswechseln der Maschinen jederzeit möglich. Eine zweite Installationsebene liegt in der Ebene des Dachtragwerks.
Die Heizzentrale liegt außerhalb des Hallengrundrisses. Von hier aus erfolgt die Warmwasserversorgung für alle Gebäude.

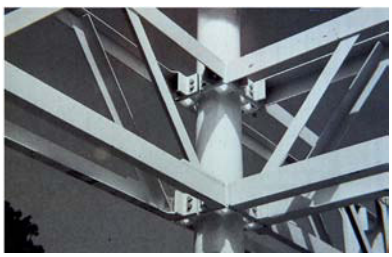
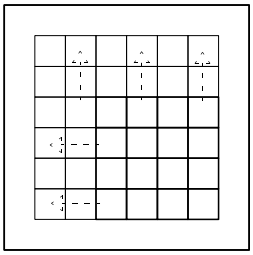




Abb.14: Knotenpunkt [Hall 89] S.75

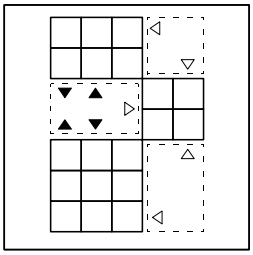
Abb.15: Innenraum [Hall 89] S.75

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.



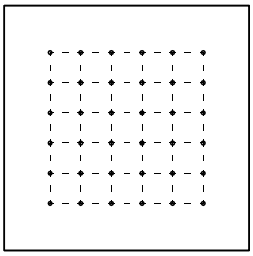
→ Erweiterung

ADDITIV FLÄCHIG
Variables, flexibles Stahlbau-System von USM Haller, Typ "Maxi" für Industriebauten ermöglicht wandelbare Gebäude, die sich an veränderte Ansprüche durch sich verändernde Produktionsbedingungen anpassen lassen. Neben dem Stahlbausystem Maxi für Fabrikanlagen Weiterentwicklung zu Systemen "Mini" und "Midi" für kleinere Bauaufgaben wie Wohn- und Bürohäuser bis hin zum Möbelbau. Durch Modulbauweise sowohl leicht erweiterbar als auch reduzierbar.



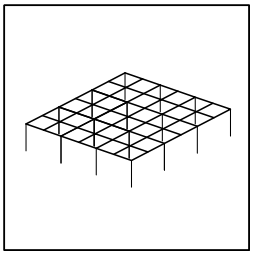
→ Erschliessung

HOF ERSCHLIESSUNG
Die Gebäudeteile gruppieren sich additiv flächig um einen Anlieferungshof für Ver- und Entsorgung der Industrienalage; Rückseitige kleinere Höfe dienen zur Personalerschliessung der einzelnen Funktionsbereiche und beherbergen werkseigene Park- und Lagerflächen.



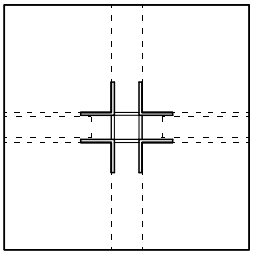
→ Nutzung

OFFENER GRUNDRISS MIT STÜTZENRASTER
Keine direkte Flächenzuweisung für bestimmte Nutzungen; Grundraster 1,2 x 1,2 x1,2 m; Stützenraster der einzelnen Grundmodule mit 14,4 x 14,4 x 14,4 m bestimmen den Raum; Steigerung der Nutzungsvariabilität durch Anordnungsflexibiliät der Module.



→ Tragwerk

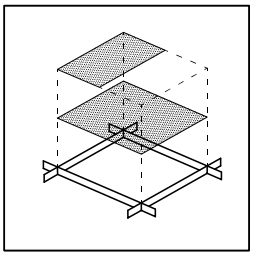
SYSTEMTRAGWERK UNGERICHTET
2-achsig lastabtragender Trägerrost aus Stahl-Fachwerkträgern mit eingespannten Eckstützen aus Stahl; Gelenkige Schraubverbindung zwischen Stütze und Trägerrost.



→ Komponenten

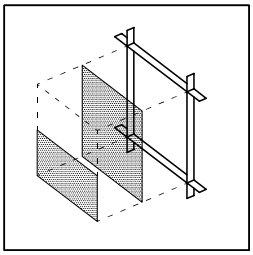
SYSTEMSTÜTZE
Stützen aus 4 verschweissten Stahl-L-Profilen zur Standardisierung der Montagemöglichkeiten von Fassade an Tragwerk oder Trägerrost an Stütze; Stütze mit 4/2/1-fach Trägerknotenpunkten oder mit Anschluss an Fassadenmodule durch Klemmen.

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.



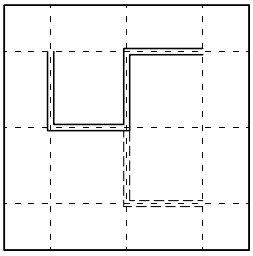
→ Dach

MODULARISIERTES DACH
Vorgefertigte Dach-Module in bestimmtem, dem Rastermaß angepassten Abmessungen zum direkten Einbau auf das Primärtragwerk inkl. aller definierten Anforderungen an die Dachfläche, hier: Fertigteilsystem von Gasbetonelementen zum Einhängen in die Trägerrostflächen oder alternativen Oberlichtelementen;
Regendichte Ausbildung der Modul-Fugen.



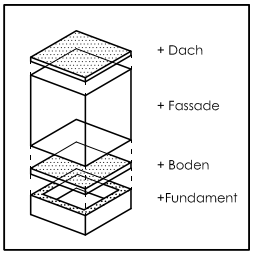
→ Fassade

MODULARISIERTE FASSADEN
Vorgefertigte Fassaden-Module in bestimmtem, dem Rastermaß angepassten Abmessungen zum direkten Einbau auf das Primärtragwerk inkl. aller definierten Anforderungen an die Fassade, hier: Fertigteilsystem von Fassadenpaneelen massiv aus Gasbeton mit Öffnungen oder als Pfosten-Riegel-Element mit Glasfüllungen und Öffnungen;
Fassaden-Elemente sind separat austauschbar.



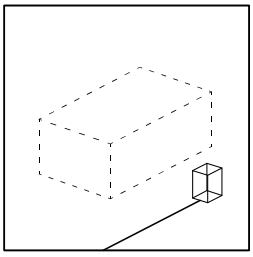
→ Ausbau

LEICHTE TEMPORÄRE FASSADENSYSTEME
Versetzbare Leichtbautrennwände als Systemkomponenten zur variablen Anpassung der Flächennutzung in Produktion und in Verwaltung, bei laufendem Betrieb versetzbar durch Positionierung auf Fertigboden und selbständige Tragstruktur.



→ System

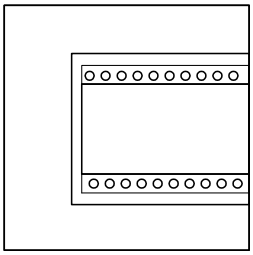
BAUKASTEN
Durch Abstimmung und Auswahl von modularisierten Tragwerks- und Fassadenelementen entsteht ein Baukasten aus dem der Nutzer frei nach Anforderungsprofil das Gebäude konfigurieren und bei Bedarf neu anpassen kann.



→ Versorgung

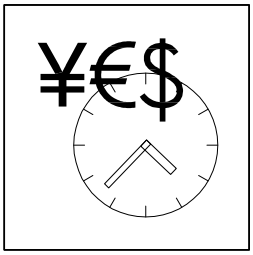
EXTERNE VERSORGUNG
Heizzentrale als separat gestelltes Gebäude auf Firmenareal; Versorgung mit Strom, Pressluft , Wasser und Wärme; Weiterleitung durch Bodenkanal bis in Hallenbereiche; Bei Erweiterung der Produktionshallen kann auch die Haustechnikzentrale erweitert werden, um Zusatzinstallationen bereitzustellen.

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.



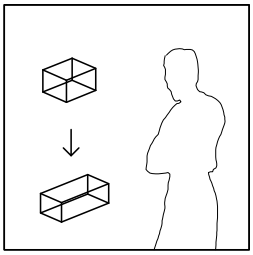
→ Medienführung

BODEN-/DECKENVERTEILUNG
Versorgung der gesamten Produktionshalle durch Installationsführung in Bodenebene mit Auslässen alle 2,4m im Industriefussboden; Zusätzliche Verteilungsebene unter der Decke; Durch Fachwerkträgerrost ist die Tragwerksebene installationsoffen, da alle Leitungen flexibel und variabel in Trassen oder Abhängungen verlegt werden können.



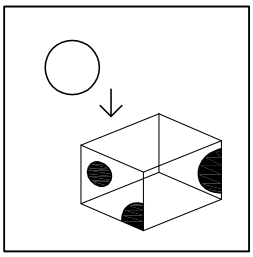
→ Effizienz

ÖKONOMISCHE EFFIZIENZ
Vorgefertigtes Baukastensystem kann effizient für bestimmte Bauaufgaben genutzt werden; Verkürzung der Bau- und Planungszeit mit Kosteneinsparungen; Abbau und Recycling der einzelnen Bauteile möglich; Kosteneinsparungen durch "recyclen" von Bauteilen bei intakter Funktion; Austauschmöglichkeit und Adaptierbarkeit einzelner Module erhöht die Wandlungsfähigkeit des Gebäudes.



→ Prägung

PRÄGUNG DURCH DEN ARCHITEKTEN
Umsetzung der Bauaufgabe durch Architekten; Übertragung der Persöhnlichkeit und der Haltung des Gestalters auf das Unternehmen und dessen Produkte; Architekt und Unternehmen entwickeln gemeinsame Haltung, die langfristig baulich umgesetzt werden kann, hier: Entwicklung einer leichten, flexiblen und variablen Struktur mit minimalem Materialeinsatz; Sinnbild: USM = Unternehmen, Haller = Architekt .



→ Prägung

PRÄGUNG DURCH UNTERNEHMENSINHALT
Das Unternehmensprinzip - Form folgt Funktion - der USM Möbelbausysteme reduziert sich auf einfache, klare Lösungen. Die Funktion ist im Design ablesbar. Jeglicher Verzicht auf modische Trends führt zu einer dauerhaften, klassischen Ästhetik sowohl für das erzeugte Produkt als auch für das Gebäude in dem es produziert wird.

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.

Kapitel E7
Fallbeispiele

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.

0004ERC IND_PM_IMA_RES Erco Leuchten Hochregallager

Schneider + Schumacher

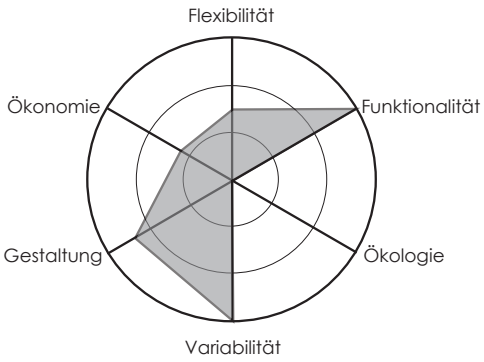




Abb.16: Giebelfassade aus Klarglas [Adam 04] S.68

ALLGEMEIN

Baujahr	2001
Standort	Lüdenscheid, Deutschland
Nutzungsart	Lager
Eigentümer/Nutzer	Erco Leuchten GmbH

KENNDATEN

Baukörper	rechteckiger Kubus
Geschossigkeit	1-geschossige Lagerhalle
Aussenmaße	max 73,60m x 29,60 m x 23m

FLÄCHEN UND VOLUMEN

BRI (Brutto Rauminhalt)	47967 m³
BGF (Brutto Grundfläche)	3365 m²

STANDORT

AREAL/MASTERPLAN

Die beiden bestehenden Produktionsgebäude der ERCO Leuchten GmbH sollten durch ein neues Palettenlager ergänzt werden. Dieses wurde als ein in den Hang eingeschnittener Baukörper entwickelt, dem ein großzügiger Anlieferungsbereich angrenzt.

VER+ENTSORGUNG / INFRASTRUKTUR

Anbindung des hangseitigen Hochregallagers durch Transportbrücke an Werkshalle; Vollautomatisches Transportsystem zur Ver- und Entsorgung von Lager und auch Produktionshallen; Materialfluss in beide Richtungen; Erschlissungszone mit Laderampen unterhalb der Brücke zu Neubau und Altbau als Schnittstelle.

ERWEITERUNGSFLÄCHEN

Erweiterung systemisch linear und additiv flächig, da flexible Erweiterung zu allen Seiten durch Addition von zusätzlichen Regalkonstruktionsreihen bzw. durch Erweiterung der Bestehenden Elemente möglich; Beachtung der maximalen Auslastung der Förderanlagen bei Erweiterung in der Länge der bestehenden Regalreihen.

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.

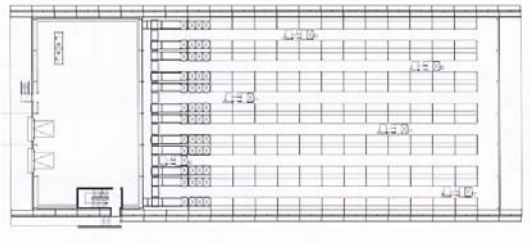


Abb.17: Grundriss [Adam 04] S.68

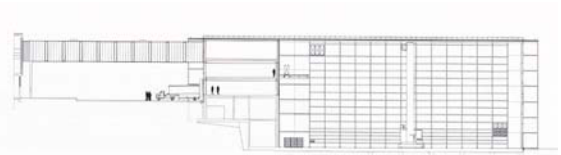


Abb.18: Längsschnitt [Adam 04] S.69



Abb.19: Ansicht Süd [Adam 04] S.69

NUTZUNGSSTRUKTUR

PRODUKTION

Dem Palettenlager ist ein Anlieferungs- und Kommissionsbereich vorgeschaltet, somit können vom Hochregallager Paletten vollautomatisch angedient werden. Teilmengen werde manuell aus den Paletten entnommen, in Boxen gelegt und automatisch zum Montagebereich geliefert. Die palettierten Güter werden im Hochregallager gelagert. Ein- und Auslagern erfolgt vollautomatisch. Über eine stützenfreie Verbindungsbrücke erfolgt die Anbindung an die bestehenden Produktionsbauten.

FLÄCHE

Auf der Westseite des Gebäudes befindet sich der Anlieferungsbereich, welcher sich unterhalb der Verbindungsbrücke zwischen dem neuen Lager und den bestehenden Produktionsgebäuden gelegen ist. Angrenzend an diesen Bereich vier-geschossiger Zwischenbereich, vor der großen Lagerhalle.

TRANSPORT

Die Produktion erfolgt durch ein vollautomatisches Transportsystem.

BAUSTRUKTUR

TRAGWERK

Das Gebäude wurde in Silobauweise errichtet.
Kein selbsttragendes, eigenständiges Gebäude sondern Raumfachwerk als Regalkonstruktion, an der die Hüllkonstruktion (Dach- und Wandverkleidungen) befestigt ist; Äußere Gebäudehülle wird von Regalkonstruktion getragen und nimmt alle von außen wirkenden Kräfte auf.

RAUMABSCHLUSS

WAND: Speziell entwickeltes doppelschaliges Profilglas bildet die Längsfassade des Lagergebäudes; durchsichtiges Flachglas mit großformatigen Isolierglasscheiben wurde für die Giebelfassaden gewählt; die Verkleidung der Verbindungsbrücke zu den bestehenden Produktionshallen ist aus Aluminium- Sandwichpaneelen.

TECHNISCHER AUSBAU

Ein Speziell entwickeltes Lichtsystem für die vollautomatischen Regalbediengeräte macht deren Bewegungen sichtbar.



Abb.20: Verbindungsbrücke [Adam 04] S.69

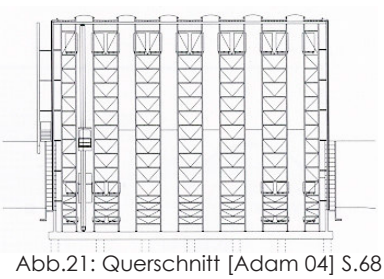
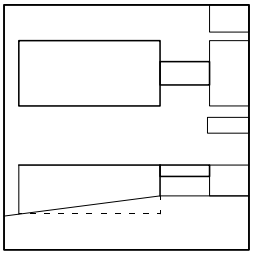


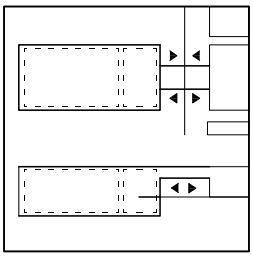
Abb.21: Querschnitt [Adam 04] S.68

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.



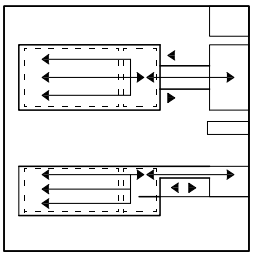
→ Standort

ERWEITERUNG AUF UNBENUTZTER HANGFLÄCHE
Erweiterung des Firmenareals um ein vollautomatisiertes Hochregallager auf abschüssiger, unbebaubarer Hangfläche am Werksgeländerand ohne Funktion; Ausnutzung des Lagerraums bis in große Höhen möglich; Einsparung von klassischen Lagerhallen oder Gebäuden auf direktem Werksareal.



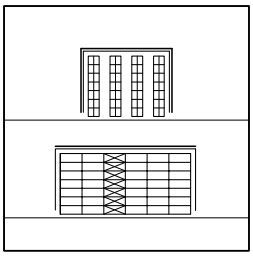
→ Erschliessung

BRÜCKE
Anbindung des hangseitigen Hochregallagers durch Transportbrücke an Werkshalle; Vollautomatisches Transportsystem zur Ver- und Entsorgung von Lager und auch Produktionshallen; Materialfluss in beide Richtungen; Erschlissungszone mit Laderampen unterhalb der Brücke zu Neubau udn Altbau als Schnittstelle.



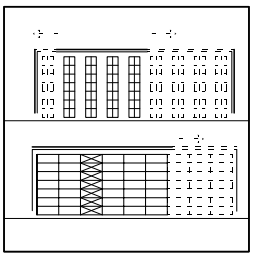
→ Nutzung

FUNKTIONSSPEZIFISCH
Gliederung in 2-geschossiger Kommisionierungsbereich mit An/Ablieferungszone für LKW und Anschlussstelle für Brücke, anschliessender vollautomatischer Hochregallagerbereich.



→ Tragwerk

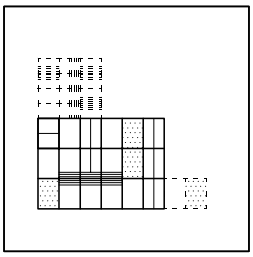
SILOBAU
Kein selbsttragendes, eigenständiges Gebäude sondern Raumfachwerk als Regalkonstruktion, an der die Hüllkonstruktion (Dach- und Wandverkleidungen) befestigt ist; Äußere Gebäudehülle wird von Regalkonstruktion getragen und nimmt alle von außen wirkenden Kräfte auf.



→ Erweiterung

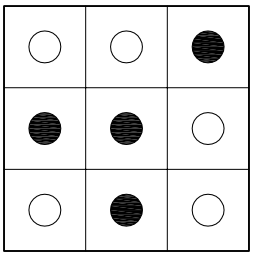
ERWEITERUNG SYTEMISCH LINEAR UND ADDITIV FLÄCHIG, da flexible Erweiterung zu allen Seiten durch Addition von zusätzlichen Regalkonstruktionsreihen bzw. durch Erweiterung der Bestehenden Elemente möglich; Beachtung der maximalen Auslastung der Förderanlagen bei Erweiterung in der Länge der bestehenden Regalreihen.

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.



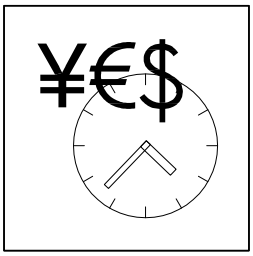
→ Fassade

ELEMENTIERTE FASSADEN
Elementierte Fassadenkonstruktionen lassen unterschiedliche Gebäudekonfigurationen und Gebäudeanforderungen im Bezug zur Raumkonditionierung zu, hier:
Gussglasprofilfassade an Gebäudelängsseiten,
Structural-Glazing-Fassade an Stirnseiten.



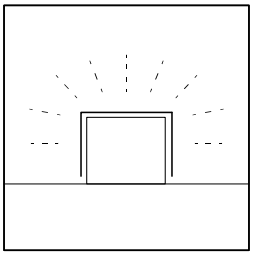
→ Fassade

MEDIEN FASSADEN
Dynamisierung der Fassadenebene durch Integration veränderbarer Medien wie Leuchten oder Bildschirme, die wechselnde Muster bzw. Mustersequenzen in die Fassade einblenden.



→ Effizienz

ÖKONOMISCHE EFFIZIENZ
Nutzung brachliegender Grundstücksfläche zur Erweiterung, Silobauweise; Verwendung von standardisierten, vorfabrizierten Fassadenelemente verkürzt die Bauzeit und die Baukosten.



→ Prägung

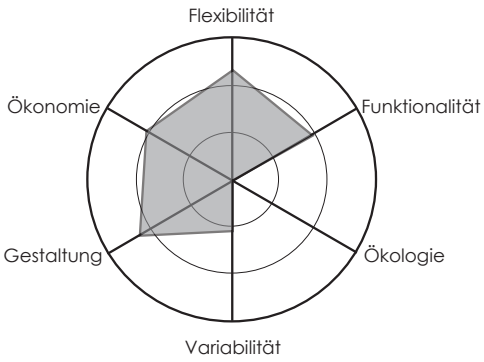
PRÄGUNG DURCH UNTERNEHMENSINHALT
Inszenierung des Hochregallagers auf freier Fläche im Hang mit transluzenter Medienfassade lässt es tagsüber zum Sinnbild für die im Unternehmen geförderte Transparenz, Unternehmens-Know-How und Innovationskraft durch das unvermittelte zeigen der Produktionsabläufe nach Außen hin werden. Abends wird durch die Illumination mit wechselndem Fassadenspiel das Gebäude zum Leuchtkörper. Landmark und Identifikationsmerkmal mit Symbolkraft für die Region und die Mitarbeiter.

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.

0005FAR IND_LD_IMA

Farben Kemeter

Hild und K



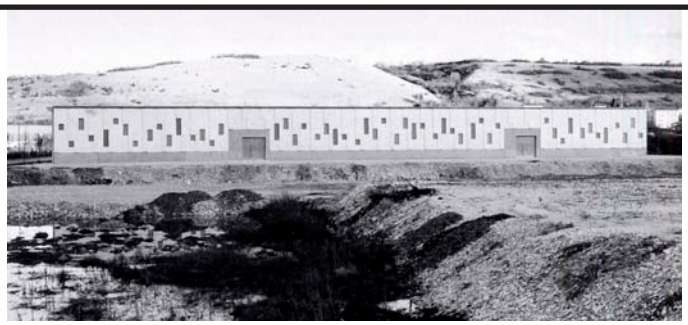


Abb.22: Ansicht Süd-West [Adam 04] S.72

ALLGEMEIN

Baujahr	1994
Standort	Sollnau Strasse, Eichstätt
Nutzungsart	Lagerhalle und Verwaltung
Produkt	Farben und Lacke
Eigentümer/Nutzer	Farben Kemeter GmbH & Co. KG

KENNDATEN

Baukörper	einschiffige Halle
Geschossigkeit	eingeschossig mit eingestelltem Riegel
Aussenmaße	84,4m x 27,5m x 7,25m

FLÄCHEN UND VOLUMEN

BRI (Brutto Rauminhalt)	20.000 m³
BGF (Brutto Grundfläche)	2500 m²

STANDORT

AREAL/MASTERPLAN

Die Lagerhalle der Farben Kemeter GmbH & Co. KG liegt inmitten des bestehenden Industriestandortes des Unternhemens. Ausgehend von der Erschliessungsstrasse Sollnau erweitert sich der Firmensitz gen Norden, hin zum Überflutungsgebiet des nahe gelegenen Altmühl-Flusses.

VER+ENTSORGUNG / INFRASTRUKTUR

Das Areal der Firmengeländes der Kemeter wird von einer Ringstrasse umschlossen; sie ermöglicht die Anlieferung der Rohstoffe zu den einzelnen Produktionsstätten der Farbenwerke, von wo aus die erzeugten Güter in das Farbenlager weitertransportiert werden.Kundenparkplätze befinden sich an der Vorderseite des Gebäudes entlang einer Durchfahrt; auf der Rückseite befindet sich eine vertiefte Anlieferungsstraße.

ERWEITERUNGSFLÄCHEN

Die Lage des nahegelegenen Flusses Altmühl begrenzt die Erweiterungsmöglichkeiten am Standort Sollnau. Nach Osten ist, entlang der Hauptstrasse, Expansionsfläche vorhanden. Die einzelnen Gebäude folgen keinem übergeordneten Erweiterungsprinzip.

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.



Abb.23: Porenbetonfassade [Carg 00] S.322



Abb.24: Innenraum [Adam 04] S.73

NUTZUNGSSTRUKTUR

PRODUKTION

Ein Regalsystem ist in der Lagerhalle vorhanden, jedoch keine automatische Einsortierung über Regalbediensysteme.

FLÄCHE

Das langgestereckte Gebäude ist in Lager- und Verwaltungstrakt gegliedert. Der vordere Bereich mit den Kundenparkplätzen dient als Farbengrossmarkt mit Direktabholung; der interne hintere bereich mit der Anlieferungsstrasse dient der Versorgung. Im Westen endet der Baukörper mit einem eingestellten Querriegel, der im Erdgeschoss fünf spezielle Lagerräume für Gefahrengüter wie Lösungsmittel und andere brandgefährdete Stoffe beherbergt, darüber im 1.OG befindet sich der Büro/Verwaltungstrakt von wo aus der Verkauf koordiniert wird.

TRANSPORT

Es sind keine festinstallierten Transportmittel vorhanden; die Bedienung der Regale erfolgt über bodengeführte Regalbedienelemente (Gabelstapler).

BAUSTRUKTUR

TRAGWERK

Das Gebäude ist als einschiffige Halle konzipiert, die wegen der schwierigen Gründung im Überschwemmungsbereich des nahegelegenen Flusses Altmühl mit Spannbetonfertigteilbinder als vorgespannter Einfeldbinder wirtschaftlicher realisierbar war als mit einer Tragwerksvariante mit geringeren Spannweiten mit mehreren Stützen. Die verwendeten Spannbetonfertigteilbinder mit einer Höhe von 80cm tragen über28 m. Die eingespannten Stützen stehen im Achsabstand von 6,25m.
Aus der Einspannung der Stützen resultiert die Aussteifung der Gesamthalle, zusätzliche Massnahmen sind nicht notwendig.

RAUMABSCHLUSS

WAND: Durch dei Vorgabe des Brandschutzes (siehe Brandschutz), die eine Ausführung der Halle in F90 fordert, wurde eine Porenbetonfassade für die Längsverkleidung der Lagerhalle verwendet. Handelsübliche Porenbetonelemente in sechs Längen und zwei Dicken wurden derart kombiniert, dass drei Fenstergrößen entstanden. Die dickeren Elemente bilden einen schützenden Vorsprung über den rahmenlos bündig in die Fassade eingelassenen Fenstern. Die zurückspringenden Platten nehmen im Traufbereich die Außenbeleuchtung auf. Der Abschluss der Querwände wird durch eine frei unter den Binder gestellte Ortbetonwand sichergestellt.

RAUMABSCHLUSS innnen

Die Zwischenräume zwischen dem eingestellten Ortbetonkubus der die Verwaltung und das Ge

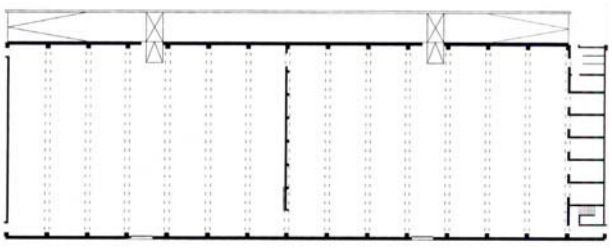


Abb.25: Grundriss [Adam 04] S.72

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.

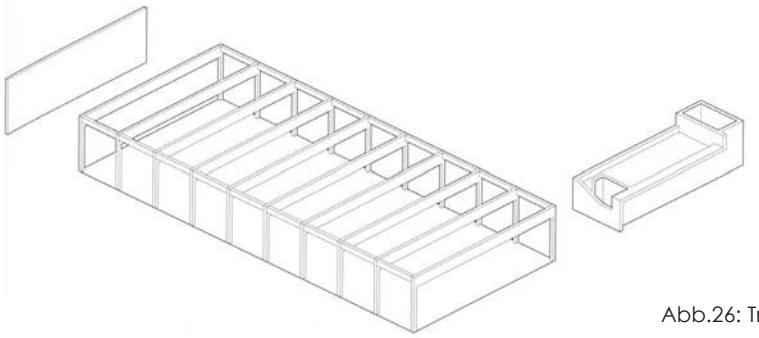


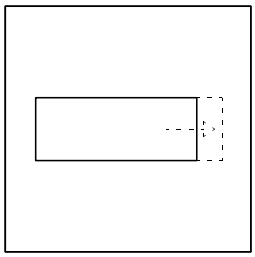
Abb.26: Tragwerksisometrie [Adam 04] S.73

fahrengutlager beherbergt und den Bindern der Hallenkonstruktion sind mit Glasbausteinen bzw. Betonprofilfassaden geschlossen.

CORPORATE IDENTITY

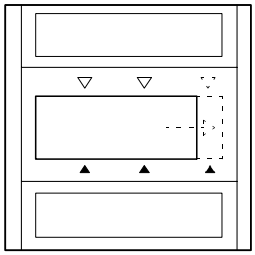
Das Gebäude des Farbenhändlers kommt ohne Farbe als Beschichtung aus. Die Materialien wirken nur aufgrund ihrer Eigenfarbe. Die Farbe als Anstrich wird im Innern, in den Regalen aufbewahrt und verkauft. Die Materialfarbe leitet sich aus dem jeweiligen Produktionsprozess ab.

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.



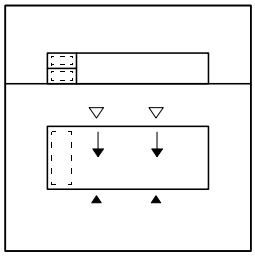
→ Erweiterung

ERWEITERUNG SYSTEMISCH LINEAR
Neubau einer Farbenlagerhalle mit Multifunktion als direkter Verkaufsmarkt für Grosskunden und Endverbraucher als Erweiterung des bestehenden Werksgeländes; Ausnutzung einer als Park-/Lagerfläche genutzten Erweiterungsfläche in einem bebauten Industriegebiet.



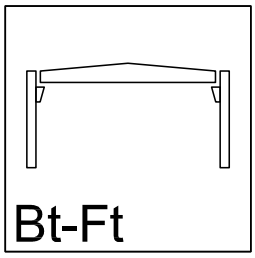
→ Erschliessung

RINGSTRASSE
Versorgung über Wegenetz und umlaufende Ringstrasse zur Anbindung an bestehende Infrastruktur; Ver- und Entsorgung entlang der Gebäudelängsseiten; Anlieferung per abgesengter Laderampe rückseitig; Verkauf auf der Vorderseite mit Parkflächen für Kunden.



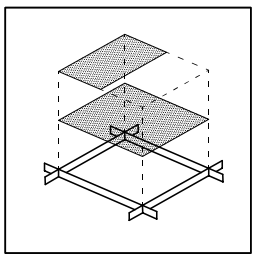
→ Nutzung

OFFENER GRUNDRISS STÜTZENFREI
Keine direkte Flächenzuweisung für bestimmte Nutzungen; Grundraster durch Spannweite von 28 m bestimmt, hier: Regallagerbereich im direkten Anschluss an hintere Anlieferungszone; Befüllung der Regale von hinten; Verkauf der Waren an Kunden vorderseitig; Eingestelltes Verkaufsbüro und Sonderlagerkubus.



→ Tragwerk

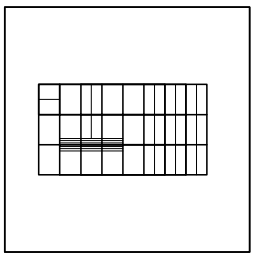
STAHLBETONFERTIGTEIL-TRAGWERK
Einschiffige Halle mit eingespannten Betonfertigteilstützen und -bindern; Vorgespannter Einfeldbinder ist bedeutend wirtschaftlicher als geringere Spannweiten mit mehreren Stützen; Vorfabrikation bringt Kosten- und Zeitvorteile durch verkürzten Einbauzeitraum; Nachteile durch Zulieferung bedingte Grössen.



→ Dach

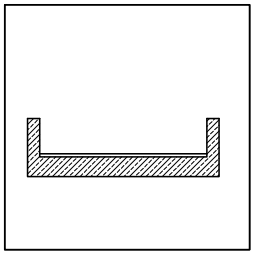
MODULARISIERTES DACH
Vorgefertigte Dach-Module in dem Rastermaß angepassten Abmessungen von 6,25 m, zum direkten Einbau auf das Primärtragwerk inkl. aller definierten Anforderungen an die Dachfläche, hier: Fertigteilsystem von Betonfertigteilelementen zum Einhängen zwischen die Binder mit Rauchklappen als Oberlichter und aufgelegte Dachdichtung.

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.



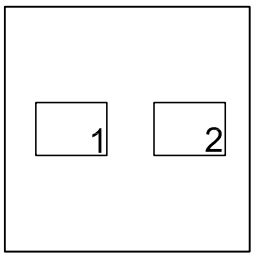
→ Fassade

ELEMENTIERTE FASSADEN
Elementierte Fassadenkonstruktionen lassen unterschiedliche Gebäudekonfigurationen und Gebäudeanforderungen im Bezug zur Raumkonditionierung zu, hier: unterschiedlich angeordnete Betonfertigteile (System von 6 Grössen) lassen, mit Fensterelementen verschlossene Zwischenräume entstehen; Betonfertigteile zur Einhaltung der Feuerwiderstandsklasse F90.



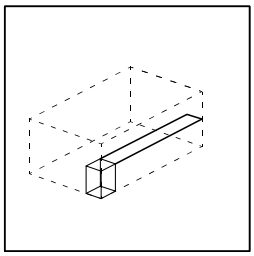
→ Boden

WEISSE WANNE
aus wasserundurchlässigem Beton hergestellt, wodurch keine zusätzliche Abdichtungsschicht und auch u. U. keine Drainagen benötigt werden; Sicherung geben drückendes Grundwasser oder wie hier Überschwemmungsbereich; Industriefussboden je nach Nutzung und Anforderung mit Fachplaner zu ermitteln; Frei von Einbauten zur Förderung der Nutzungsvarianz.



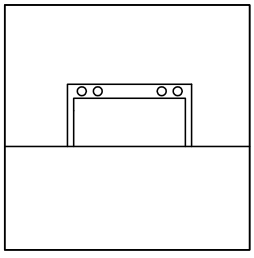
→ Ausbau

RAUMBOXEN
Festinstallierte Raumboxen die den Produktionsraum bedienen, für Besprechungs- und Sozialräume innerhalb der Produktionsfläche zur Optimierung der Kommunikation und Steigerung der Variabilität des zu bespielenden Raumes.



→ Versorgung

ZENTRALE VERSORGUNG
Hausanschlussraum als Zentrale von der die technische Medienversorgung als Strang über die Erschliessungstüren ableitet und verteilt.



→ Medienführung

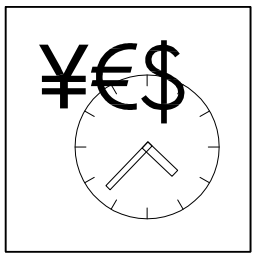
INSTALLATION ZENTRAL IN DECKENEBENE
Installationsöffnungen innerhalb der Betonbinder als Vorhaltung eventueller Anpassungen durch zusätzliche Elemente.

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.



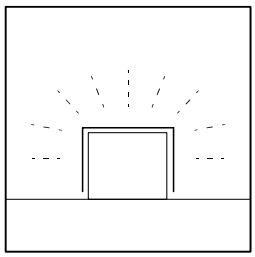
→ TGA-Konzept

PASSIVE KONDITIONIERUNG
Der TGA durch natürliche Belüftung und Belichtung; Förderung der Nachhaltigkeit durch Aktivierung von Bauteilmassen als Wärmespeicher und Wärmetauschern, hier: indirekte, blendfreie Beleuchtung der Halle durch Fensterstreifen und Oberlichter, die zugleich als RWA-Klappen dienen und belüften.



→ Effizienz

ÖKONOMISCHE EFFIZIENZ
Ausnutzung bestehender Werksstrukturen, Erweiterungsflächen; Verwendung von standardisierten, vorfabrizierten Tragwerkskomponenten und Fassadenelementen verkürzt die Planungszeit, Bauzeit und reduziert die Baukosten; Steigerung der Nutzungsvariabilität durch Anordnungsflexibiliät der Lagerflächen; Optimierung des Verkaufs durch Warenlaufoptimierung.



→ Prägung

PRÄGUNG DURCH UNTERNEHMENSINHALT
Der Hersteller von Farben verzichtet in seiner Lagerhalle auf Farbe - die Materialien wirken nur aufgrund ihrer Eigenfarbe. Die Farbe als Anstrich wird im Inneren, in den Regalen aufbewahrt und verkauft. Die Materialfarbe leitet sich aus dem jeweiligen Produktionsprozess ab. Die Lagerhalle für Farben ohne Farben wird zum Statement.

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.

0007GIR IND_PM_WAN_RES GIRA-Produktionsgebäude

Ingenhoven Overdiek Architekten

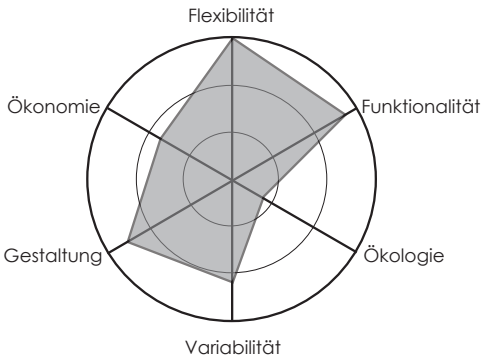




Abb.27: Sicht auf die zwei Baukörper [Inge 03] S.959

ALLGEMEIN

Baujahr	1.BA 2002 2.BA 1999-2000
Standort	Dahlienstr. 12, Radevormwald
Nutzungsart	Verwaltung, Produktion
Produkt	Elektro-Installationssysteme
Eigentümer/Nutzer	GIRA Giersiepen GmbH & Co. KG

KENNDATEN

Baukörper	2 gläserne Gebäuderiegel
Geschossigkeit	2-geschossig+Untergeschoss
Aussenmaße	1.BA.: 71m x 51m x 14m

FLÄCHEN UND VOLUMEN

BRI (Brutto Rauminhalt)	50.694 m³
BGF (Brutto Grundfläche)	3.621 m²
HNF (Haupt Nutzfläche)	5.200 [m²]

STANDORT

AREAL/MASTERPLAN

Zunächst wurde ein Gesamtbebauungsplan für das Firmengelände in Radevormwald im Bergischen Land erstellt. Das Unternehmen GIRA weißt einen hohen Grad an Anspruch für Technik und Design auf. Dies sollte sich auch in dem Entwurf wiederspiegeln.
Obwohl das Grundstück über ausreichende Reserveflächen verfügt, sollte wirtschaftlich mit dem Grundstück umgegangen werden. Ein modulares Konzept führte zu vier zweigeschossigen Gebäuderiegeln mit über 20.000 m² Nutzfläche.
Da über Jahrzehnte in dem Gebäude gearbeitet werden soll, sind die Anforderungen sehr hoch.

VER+ENTSORGUNG / INFRASTRUKTUR

Nutzung der vorhandenen Infrastruktur durch Anschluss an Bestand mit Versorgungsgang; Externe Erschliessung durch zentrale Erschliessungszone zwischen den Riegeln am Innenhof (Einhaltung der Brandschutzbestimmung); Laderampen stirnseitig, dadurch Trennung von Material und Personalfluss mit gezielt positionierten Schnittstellen.

ERWEITERUNGSFLÄCHEN

Das Grundstück bietet ausreichend Fläche zur Erweiterung. Das modulare Baukonzept enthält bereits Pläne zu zwei weiteren Gebäuderiegeln, welche problemlos durch Zwischenbauten ergänzt werden können.

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.

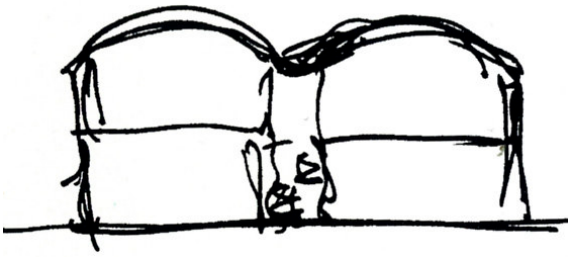


Abb.28: Entwurfsskizze [Inge 03] S.958

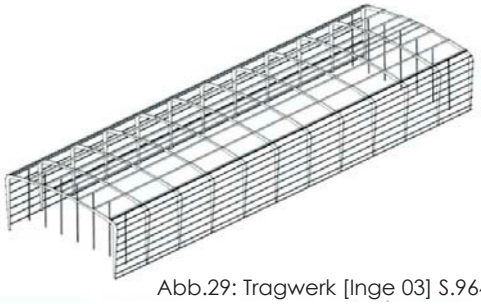


Abb.29: Tragwerk [Inge 03] S.964

NUTZUNGSSTRUKTUR

PRODUKTION

Die Produktpalette ist auf acht Vormontage-Gruppen eingeteilt. Das Konzept kann sukzessive verändert, angepasst und erweitert werden.

FLÄCHE

Die beiden Gebäuderiegel sind nebeneinander auf Abstand angeordnet. Der dadurch entstandene Zwischenraum dient mit den beiden Treppenhäusern als zentrale Erschliessungsfuge.
Um die Abläufe zu optimieren und direkte Kommunikationswege zu schaffen, wurden die Produktionsflächen im EG und die Entwicklung und Verwaltung im OG übereinander angeordnet und auf diese Weise eng miteinander verknüpft. Im Untergeschoss sind die Sozialräume, Energieversorgung, Gebäudetechnik, EDV-Verteilung und ein Werkzeuglager für den Formbau untergebracht.
Für beide Geschosse wurden multifunktionale Flächen vorgesehen, um den späteren Verwendungszweck anpassen zu können. Durch leicht einzuziehende oder umzusetzende Trennwände ist die Raumaufteilung sehr flexibel gehalten.
Die transparenten Treppenhäuser verbinden an den Gebäudeenden die Riegel miteinander, und schaffen einen begrünten Innenhof.

TRANSPORT

Eine Vielzahl von Hebezeugen ist erforderlich: eine allseitig verfahrbare Krananlage unter der Decke über EG, ortsfeste Kranbahnen im OG und diverse ortsfeste Schwenkkräne in Verschiedenen speziellen Produktionsbereichen. EG und UG sind mit Gabelstapler befahrbar, im OG gibt es teilweise fahrerlose Transportsysteme.

BAUSTRUKTUR

TRAGWERK

Das Produktions- und Bürogebäude besteht aus zwei annähernd baugleichen Hallen.
Stahl und Stahlverbundbau ermöglichen große Spannweiten, um die Arbeitsflächen stützenfrei auszuführen. Eine vom inneren Tragwerk unabhängige Rahmenkonstruktion mit biegesteifen, abgerundeten Ecken trägt die Gebäudehülle. Stahlbinder mit einem flachen Scheitelbogen von mehr als 20m Spannweite stehen in einem Achsabstand von 6.50m. Über den Rahmenriegeln befinden sich die durchlaufenden Pfetten. Diese dienen als Auflager für die Dacheindeckung und schließen die einzelnen Rahmen an die aussteifenden Kerne an. Die eingespannten Betonstützen können Lasten in Längs- und Querrichtung aufnehmen, die Dachscheibe braucht nicht ausgesteift werden, wodurch die Faltung der Dachebene erfolgen kann.
Die Decke über dem UG ist eine schlanke Flachdeckenkonstruktion, über dem EG eine Filigrandecke mit Ortbetonergänzung.



Abb.30: Innenraum [Dete 05]



Abb.31: Gebäude in der Dämmerung [Dete 05]

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.

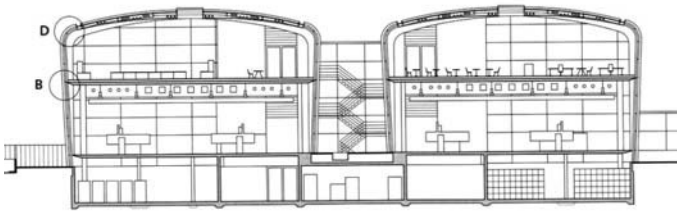


Abb.32: Querschnitt [Adam 04] S.136

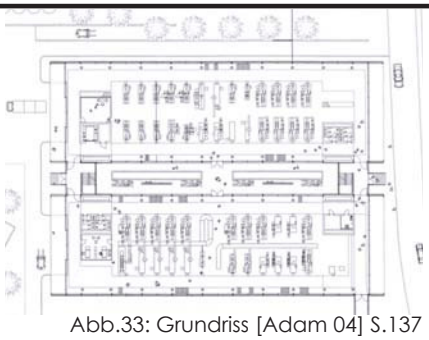


Abb.33: Grundriss [Adam 04] S.137

RAUMABSCHLUSS
Das statische System für Fassade und Dach ist ein Zweigelenkrahmen, zusammengesetzt aus geschweißten Blechprofilen.
DACH: auf den Rahmenriegeln liegen durchlaufende Dachpfetten aus Standard-Walzprofilen. Sie bilden das Auflager für die Dacheindeckung mit Metallverkleidung.
WAND: Die Längswände und die Giebelflächen sind vollständig verglast. Dies führt zu lichtdurchfluteten Bereichen um die Arbeitsatmosphäre zu verbessern. Der Sonnenschutz wird durch aussenliegende Lamellen gewährleistet. Die Wandverkleidung der Produktionshallen ist als hinterlüftete Leichtbaukonstruktion mit Zinkverkleidung ausgebildet.
Bei der Fassadenplanung wurde es vermieden, Elemente nur aus optischen Gründen einzusetzen. Alle Bestandteile haben Mehrfachfunktionen. Die Hauptachsen haben einen Abstand von 6,5m, die schlanke Pfosten-Riegel-Konstruktion Abstände von 3,25m. Die Übergänge zu geschlossenen Fassadenteilen sind vorderkantenbündig, sodass sich eine komplett bündige Fassadenebene ergibt.

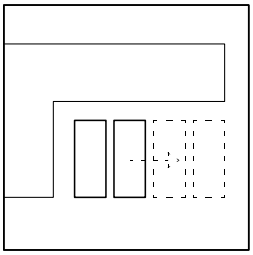
TECHNISCHE GEBÄUDEAUSRÜSTUNG TGA
Die komplexe Haus- bzw. Fertigungstechnik ist in das Tragwerk integriert. In den Produlktionsbereichen im EG sind Regelöffnungen in den Trägern ausgespart, um die Installationsführung sichtbar unter der Decke verlaufen zu lassen.
Ein minimaler Verbrauch an Primärenergie war großer Bestandteil des Konzeptes. Interne Wärmelasten sollten durch Rückgewinnung genutzt werden, besonders aus der Kunststofffertigung. 60 % der Wärmeenergie stammen aus der Rückgewinnung. Die Massivdecken dienen als Aktivspeicher.
Elektronisch gesteuerte Fensterbänder in der Fassade dienen der Frischluftversorgung.
Zum steuern der technischen Funktionen dient das System „GIRA Instabus“. Herzstück bildet ein Leitrechner.

OBERFLÄCHEN
Der Gesamteindruck wird von unterschiedlichen Grautönen geprägt, wobei vereinzelt dunklere Töne Farbakzente setzten sollen. Alle beweglichen Teile, wie Kranbahnen und Stühle sind gelb, um eine Signalfarbe in der Produktion einzusetzen, und in den Arbeitsbereichen eine freundliche Stimmung zu erzeugen.

CORPORATE IDENTITY
Die Unternehmensphilosophioe von GIRA wird durch Transparenz, Innovation, Technik und Ästhetik ausgedrückt.

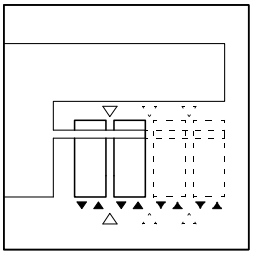
BRANDSCHUTZ
Das Brandschutzkonzept folgt den Funktionen: im UG F120 zum Schutz des Formenlagers, im EG F90, im OG F30-Beschichtung der Stahlkonstruktion. Das gesamte Gebäude ist mit Sprinkleranlage ausgestattet; je zwei Treppenhäuser dienen als Fluchtweg; 5m Mindestabstand entspricht dem lichten Maß des Innenhofes.

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.



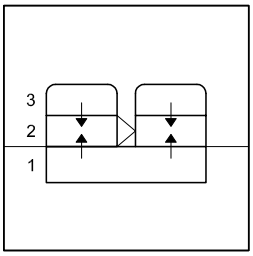
→ Erweiterung

ERWEITERUNG DURCH REPETITION
Prüfung der Erweiterungsmöglichkeiten auf dem zur Verfügung stehenden Grundstück durch Erstellung eines Generalbebauungsplanes. Effizienteste Variante der Erweiterung durch modulares Konzept der Repetition von 4 zweigeschossigen Hallenriegeln mit Verbindungsgängen und Innenhöfen auf dem Werksgelände zur Reduzierung des Flächenverbrauchs.



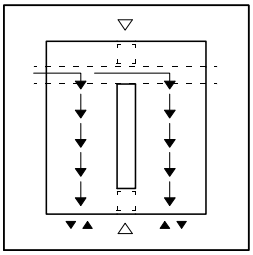
→ Erschliessung

VERSORGUNGSGANG
Nutzung der vorhandenen Infrastruktur durch Anschluss an Bestand mit Versorgungsgang; Externe Erschliessung durch zentrale Erschliessungszone zwischen den Riegeln am Innenhof (Einhaltung der Brandschutzbestimmung); Laderampen stirnseitig, dadurch Trennung von Material und Personalfluss mit gezielt positionierten Schnittstellen.



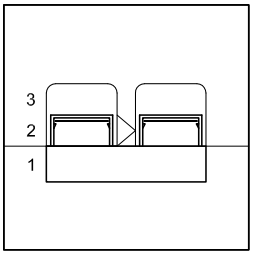
→ Nutzung

VERTIKALE FUNKTIONSSTAFFELUNG
Vertikale Schichtung der Funktionen mit Produktion als Zwischenzone, die von Geschossen darunter und darüber mit Know-How und Material versorgt wird; Schaffung direkter Kommunikationswege durch Schichtung; Untergeschoss mit Sozialräumen, EDV-Verwaltung, Werkzeuglager; Ergeschoss mit Produktionsflächen und Erschliessung sowie stirnseitiger Ver- und Entsorgungszone; Obergeschoss mit Verwaltung, Entwicklung und Spritzgussfertigung.



→ Nutzung

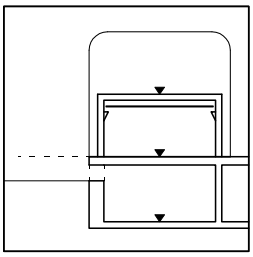
FRAKTALE FABRIK
Auflösung der Produktionsfläche zu fraktalen Produktionseinheiten; flexibles Reaktionsvermögen durch sukzessives Verändern der Fraktalanzahl- und grösse nach Auftragslage; Materialfluss von Versorgungsgang über Produktion hin zur Kommisionierung und Versendung.



→ Tragwerk

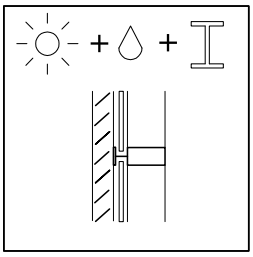
TRAGWERK IM TRAGWERK
Stahlverbund-Rahmenbau als äußeres Tragwerk; innen eingestellter Stahlverbund-Tisch als Tragwerk für Produktionsraum mit Vielzahl an Hebeanlagen auf Untergeschoßsockel aus Stahlbeton; Optimierung der Tragwerke durch Entkopplung und Anpassung des jeweiligen an Lastfälle; Inneres Tragwerk zur Aufnahme hoher Lasten der Produktion durch Hebeanlagen; äußeres Tragwerk als Klimahülle.

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.



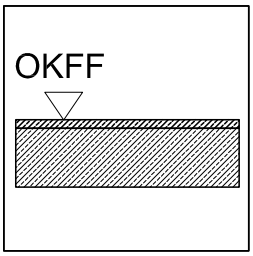
→ Tragwerk

AUFSTÄNDERUNG PRODUKTIONSFLÄCHE
Durch Aufständerung der Produktionsfläche im Erdgeschoss Schaffung einer ebenengleichen Ver- und Entladerampe an Stirnseite sowie der Möglichkeit der natürlichen Belichtung und Belüftung der Untergeschossebene mit Sozialräumen (Wahrung der ArbStättV).



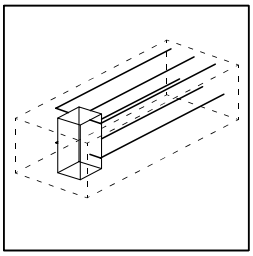
→ Fassade

MULTIFUNKTIONALE FASSADE
Integration der Funktionen Tragwerk, Fassade mit Lüftung und Blendschutz sowie Niederschlagsführung in einer Ebene; Rahmenbinder als Fassadenriegel einer Pfosten-Riegel-Konstruktion mit Standard-Stahlhohlprofilen als zusätzliche Pfosten zwischen den Rahmen, Glasfüllungen; Pressprofile als Lisenen zur Abführung des Regenwassers und als Haltewinkel der Sonnenschutzlamellen.



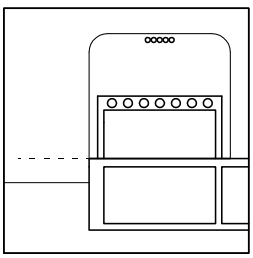
→ Boden

Bodenplatte aus Stahlbeton mit fugenlosem Abschluss als Industriefussboden (EP-Böden, PMMA-Böden, PU-Böden, Polyester und Venylesterböden - Anforderungen nach WHG, § 19, antistatische und leitfähige Industriefussböden); Integration der Leitinstallation für fahrerloses Transportsystem; gabelstaplergeeignet.



→ Versorgung

ZENTRALE VERSORGUNG
Haustechnikzentrale im Untergeschoss; Verteilung vertikal über einen, den Hallenbau aussteifenden Erschliessungskern mit Treppen, Aufzügen und Güter-Transportsystem; Weiterverteilung entlang der Geschossdecken innerhalb der Nutzungszonen.



→ Medienführung

INSTALLATION ZENTRAL IN DECKENEBENE
Installationsöffnungen innerhalb der Betonbinder als Vorhaltung eventueller Anpassungen durch zusätzliche Elemente; Medienführung der Verwaltungsebene durch Versorgungsstrang inkl. Belichtung und Sprinkleranlage unterhalb der Dach/Fassadenkonstruktion in einem geschlossenen Deckenstreifen; Verwaltungsgeschoss kann durch Leitungsstrang im Bedarfsfall auch zu Produktionsfläche werden.

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.

Kapitel E7
Fallbeispiele

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.

0009MOR IND_LD_IMA_WAN Mors Vertriebszentrum

Benthem Crouwel Architekten

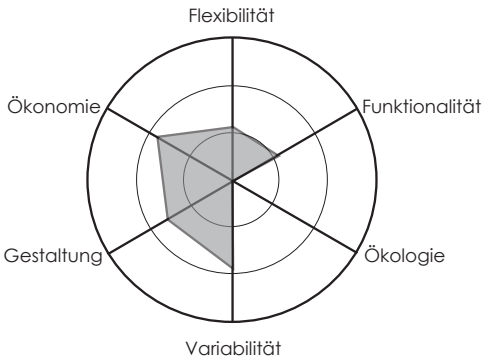




Abb.34: Ansicht West [Adam 04] S.94

ALLGEMEIN

Baujahr	1987-1989
Standort	Opmeer, Niederlande
Nutzungsart	Lagerhalle
Produkt	Wand- und Deckenfertigteile
Eigentümer/Nutzer	Mors Systeemplafonds

KENNDATEN

Baukörper	ineinander geschobene Kuben
Geschossigkeit	1-geschossige Lagerhalle; 2-geschossiger Ausstellungs-/ Verwaltungsbereich
Aussenmaße	51m x 24,5m x 9,70m

FLÄCHEN UND VOLUMEN

BGF (Brutto Grundfläche) 800 m² (Lager/Werkstatt)

STANDORT

AREAL/MASTERPLAN

Der Gewerbebau des Unternehmens liegt nördlich von Amsterdam in einem Gewerbegebiet.

VER+ENTSORGUNG / INFRASTRUKTUR

An der Gibelseite der Lagerhalle befinden sich zwei Tore zur Be- und Endladung.

ERWEITERUNGSFLÄCHEN

Erweiterung erfolgt systemisch linear.
Erweiterung der Hallen durch Addition von Tragwerksrahmen im Rastermaß des Bestandes bei ausreichender Erweiterungsfläche, hier: Erweiterungsmöglichkeit um 2-Achsfelder, da nicht genügend Erweiterungsfläche vorgesehen ist.

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.

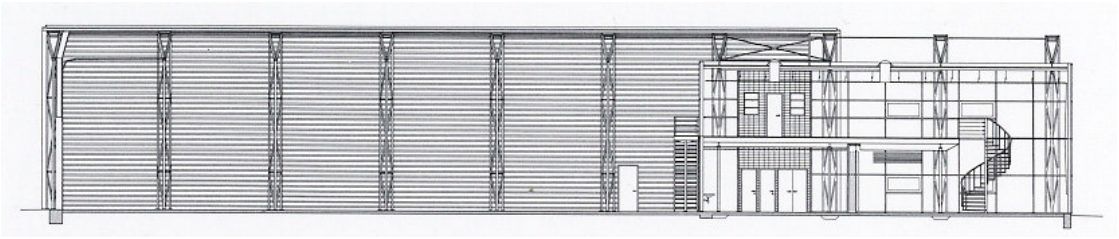


Abb.35: Längsschnitt [Adam 04] S.95

NUTZUNGSSTRUKTUR

PRODUKTION

Die Be- und Endladung erfolgt an der Giebelseite des Lagers. Durch eine interne Treppe wird die Verbindung zwischen Produktion und Organisation gewährleistet.

FLÄCHE

Das Vertriebszentrum der Firma Mors gliedert sich in zwei unterschiedliche Bereiche. Durch den Wechsel von einer innenliegenden zur außenliegenden Gebäudehülle werden die unterschiedlichen Funktionen klar von einander getrennt. An der Vorderseite zeigt sich der repräsentative Teil mit Besuchereingang, Ausstellungsflächen und Büros, welche über eine Wendeltreppe erschlossen werden. Rückwärtig befindet sich die geschlossene Lagerhalle, an deren Gibelseite zwei Tore zum Be- und Endladen angeordnet sind. In dem Überschneidungsbereich dieser beiden Bereiche sind die Nebenräume untergebracht.

TRANSPORT

Eine Medienführung ist nicht vorhanden, könnte bei statischer Berücksichtigung der Rahmenkonstruktion simpel implantiert werden.

BAUSTRUKTUR

TRAGWERK

Das Tragwerk setzt sich aus zehn Fachwerkrahmen zusammen, mit einer freien Spannweite von 21,60m, einem Abstand von 5,40m und der lichten Höhe 7,40m. Die Fachwerkrahmen bestehen aus drei geschweißten, vorgefertigten Dreigurtbindern, die an den Ecken biegesteif verschraubt sind. Die Zwischenebene des Bürobereiches wird von zusätzliche Stahlstützen getragen.

RAUMABSCHLUSS

WAND: Im Lagerraum wurde eine isolierte, doppelt profilierte Wandverkleidung eingebaut.
Die Außenwand wird aus zwei Stahltrapezblechen mit dazwischen liegender Dämmschicht ausgebildet. Büro und Ausstellungsbereich sind die Außenwände ganzflächig verglast.
Im geschlossenen Zwischenbereich kommt eine Isolierverglasung mit waagerechten Lamellen als Sonnenschutz zum Einsatz.
DACH: Das Dach wird durch eine einfach profilierte Dachverkleidung gebildet.

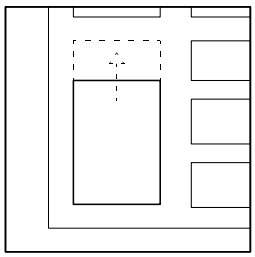






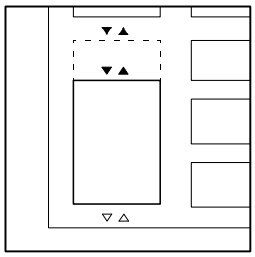
Abb.36, 37, 38: Fachwerkrahmen, Sicht auf das Gebäude, Eingangssituation [Adam 04] S.95

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.



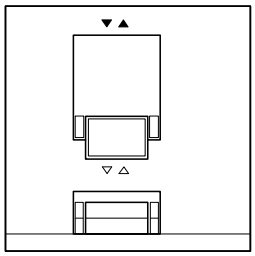
→ Erweiterung

ERWEITERUNG SYSTEMISCH LINEAR
Erweiterung der Hallen durch Addition von Tragwerksrahmen im Rastermaß des Bestandes bei ausreichender Erweiterungsfläche, hier: Erweiterungsmöglichkeit um 2-Achsfelder, da nicht genügend Erweiterungsfläche vorgesehen ist.



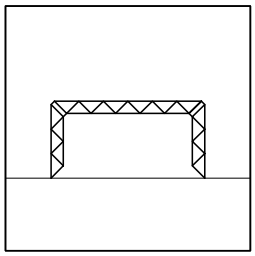
→ Erschliessung

FRONTAL
Frontale Erschliessung der Gebäudeeinheiten, Trennung von Kunden/Personal und Warentransport durch Positionierung der Zugänge an Stirnseiten; Personal und Kunden von der Vorderfront; hintere Erschliessung als An- bzw. Ablieferung für LKW; Bei Erweiterung Verlagerung der Ver- und Entsorgungszonen.



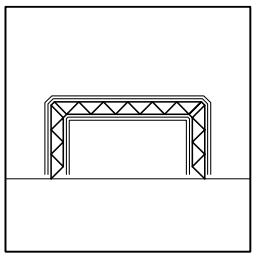
→ Nutzung

RAUM IN RAUM HALLE
In das Lager-Hallenvolumen ist eine zweite Raumeinheit als 2-geschossiger Glaskubus eingestellt, in dem die Verwaltung, Vertrieb und Show-Room angesiedelt sind. Im Zwischenbereich der "Fuge" sind die Sozialräume und Haustechnikzentrale integriert.



→ Tragwerk

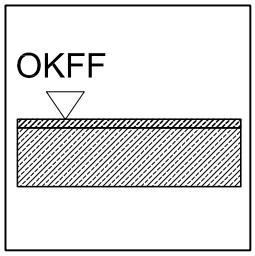
FACHWERKRAHMEN
Aus 3-Gurtbindern aus Stahlprofilen, biegesteife Eckverbindungen durch Verschweissen der Binder.



→ Fassade

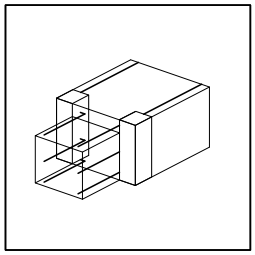
ELEMENTIERTE FASSADEN
Wechsel von innen- und aussenliegender Fassadenkonstruktion an Primärstruktur; Lagerhallenvolumen mit aussenliegender doppelschaliger Trapezblecheindeckung mit zwischengelegter Wärmedämmung; Innenliegende Fassade als Pfosten-Riegel-Fassade mit Stahlprofilen und Glasfüllung; Zwischenbereich von innen- und aussenliegender Fassade mit Pfosten-Riegelkonstruktion und Glasfüllung.

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.



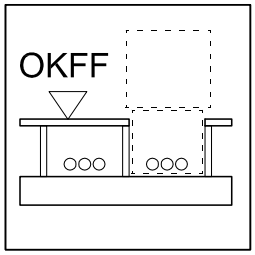
→ Boden

Bodenplatte aus Stahlbeton mit fugenlosem Abschluss als Industriefussboden (EP-Böden, PMMA-Böden, PU-Böden, Polyester und Venylesterböden - Anforderungen nach WHG, § 19, antistatische und leitfähige Industriefussböden); Je nach Nutzung und Anforderung mit Fachplaner zu ermitteln; Frei von Einbauten zur Förderung der Nutzungsvarianz.



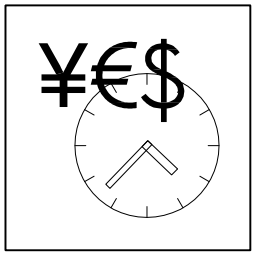
→ Versorgung

HAUSTECHNIKZENTRALE
Von seitlichen Haustechnikzentralen aus in den Lagerhallenbereich durch Versorgungsstränge entlang der Tragwerksebene; Versorgung des eingestellten Glaskubus-Volumens auf Boden und Stränge unter der Decke.



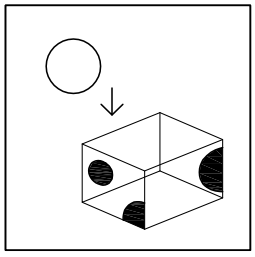
→ Medienführung

SYSTEM BODEN
als Hohlboden (Revisionsöffnungen) bzw. Doppelbodensystem (frei zugänglich) zur Aufnahme von Installationstechnik bzw. Maschinenfundamenten; Durch variable Adaptionsmöglichkeit der Einzelkomponenten entsteht offener Grundriss.



→ Effizienz

ÖKONOMISCHE EFFIZIENZ
Vollständige Ausnutzung des Grundstückes ohne Vorhaltung von Erweiterungsflächen; Vorfabrizierte Tragwerkselemente und standardisierte, segmentierte Fassadenelemente verkürzen Bauzeit und Kosten.



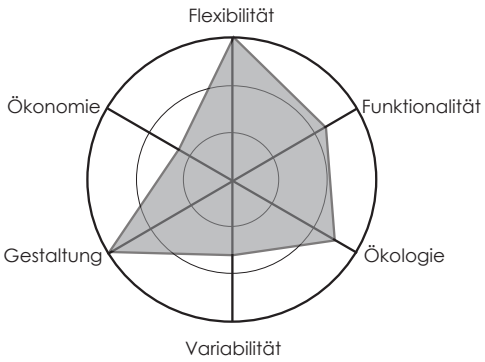
→ Prägung

PRÄGUNG DURCH UNTERNEHMENSINHALT
Durch halb in den Lagerhallenbereich eingeschobenen Glaskubus mit Verwaltung und Show-Room öffnet sich das Unternehmen visuell seinem Kunden gegenüber und vermittelt ihm Offenheit und Transparenz. Der Einblick durch die Glasfassade des Kubus in die bei anderen Unternehmen abgeschirmten Lagerbereiche verstärkt diesen Effekt. Die Verwendung von eigenen Produkten im Verwaltungstrakt und die Ablesbarkeit der zwei Funktionsbereiche bildet den Unternehmensinhalt ab.

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.

0010WIL IND_PM_WAN_RES Wilkahn Montagehalle

Herzog + Partner, Bad Münder-Eimbeckhausen



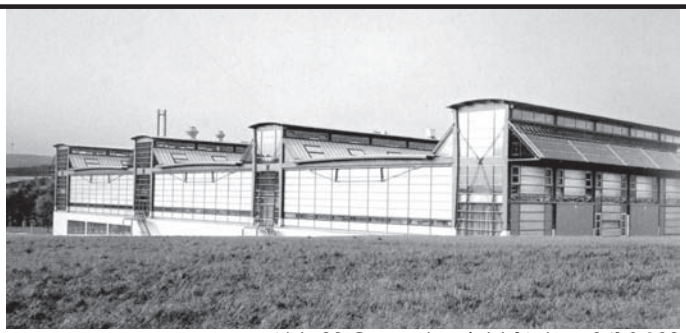


Abb.39 Gesamtansicht [Adam 04] S.102

ALLGEMEIN

Baujahr	1993
Standort	Eimbeckhausen, Bad Münder
Nutzungsart	Montagehalle
Produkt	Sitzmöbel
Eigentümer	Wilkening+Hahne GmbH&Co.

KENNDATEN

Baukörper	rechteckiger Baukörper
Geschossigkeit	ein- bis zweigeschossig
Aussenmaße	94,50m x 33m x 11,80m

FLÄCHEN UND VOLUMEN

BGF (Brutto Grundfläche) 2400 m²

STANDORT

AREAL/MASTERPLAN

Durch Expansionspläne wurde eine Generalplanung für das Gesamtareal in Eimbeckhausen bei Hannover unter Einbeziehung des baulichen Bestandes notwendig. Die Anlage bestand aus Produktionshallen und Pavillons, einem Ensemble aus Altbauten und einem Bürogebäude.
Zwei geometrische Hauptrichtungen bestimmen die Orientierung der vorhandenen und der neuen Bauten. Quer durch das Terrain fließt ein kleiner Bach.
Gebäudekonzept und Materialwahl sollte durch energiebewusstes und ressourcenschonendes Bauen betont werden. Entsprechend wurde bei der Lage der Gebäude und Verkehrsanlagen auf den vorhandenen Baumbestand rücksicht genommen.
Zielsetzung war die Einführung funktionaler und ästhtischer Ordnungsstrukturen. Eine zeichenhafte Selbstdarstellung der Firma, deren Neubauten ebenso den Einsatz von Hochtechnologie vermitteln, wie das Anliegen, die Arbeitswelt zu kultivieren.

VER+ENTSORGUNG / INFRASTRUKTUR

An der nördlichen Seite des Hanggeschosses befindet sich die An- und Ablieferungszone für LKW-Lieferungen.
PKW-Abstellplätze und Feuerwehrumfahrten sind als Schotterrasen bzw. Rasenpflaster ausgebildet.

ERWEITERUNGSFLÄCHEN

Das Grundstück bietet im Westen reichlich Fläche für eventuelle Erweiterungen. Der Neubau lässt sich somit durch Zwischenbauten einfach aneinanderreihen. Auch die Energiezentrale ist auf mögliche Erweiterungen eingestellt.

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.

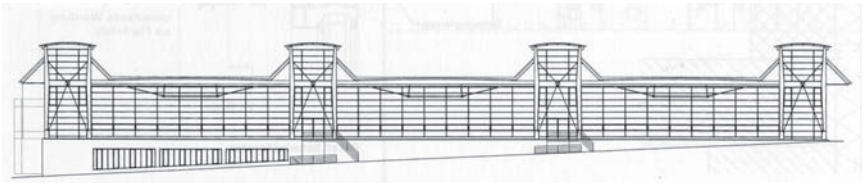


Abb.40 Ansicht West [Adam 04] S.102



Abb.41 Nordfassade [Adam 04] S.103

NUTZUNGSSTRUKTUR

PRODUKTION

Durch Tragwerkselemente strukturierter Produktionsbereich mit partiell überspannennden raumhohen Funktionsbrücken in den Obergeschossen. Die Anordnung der Verwaltungszone liegt über dem Produktionsbereich in den Tragwerkslementen.
Im 1. OG erfolgt eine direkte visuelle Anbindung an die Produktion. Das 2.OG liegt über der Dachebene der Produktion und erhält so einen Bezug zum Außenraum.

FLÄCHE

Im Bereich der vertikalen Tragwerksteile sind die Erschließungs- und Installationskerne untergebracht. Dazwischen liegt der weitläufige Montageraum, welcher durch Sozialräume an den verglasten Bereichen der Fassade gegliedert wird.
Am nördlichen Rand des Gebäudes liegen die schmalen Zonen für die Büros.

TRANSPORT

Als Transportmittel wird eine Fördertechnikanlage verwendet, welche auf der oberen Bahn der Anlieferung des Fördergutes dient, die untere Bahn ist für die Rückführung der leeren Werkstückträger zuständig. Das Fördergut wird durch Lichtschranken gesteuert, sodass es nur bei freier Sektion auf der Hauptbahn gefördert wird.

BAUSTRUKTUR

TRAGWERK

Durch Reihung und Addition der tragenden Elemente sollte konstruktiv die Prozesshaftigkeit industrieller Produktion symbolisiert werden.
Das Hanggeschoss ist als massive Stahlbetonkonstruktion errichtet, die Trennwände zwischen den Hallen sind gemauert; 30 cm starke Flachdecken liegen auf den Stützen.
Das Haupttragwerk des Obergeschosses ist aus Brettschichtholz gefertigt, wobei die Stützen zu den Enden hin konisch zulaufen. Der Achsabstand beträgt 6,60m. Die unterspannten Träger haben eine statische Höhe von 1,50 m. Es werden große, stützenfreie Spannweiten ermöglicht: Im Abstand von 30m stehen 5,40m breite Böcke, zwischen denen die stützenfreien, begrünten Hallendächer hängen.
Die orthogonale Holzkonstruktion aus druck- und biegebeanspruchten Balken wird durch die stählernen Zugelemente stabilisierend durchspannt.
Die Galleriegeschosse und Installationsbühnen und die Raumabtrennungen zu den Hallen hin sind als Stahlkonstruktion ausgeführt.
Längsaussteifung erfolgt über Auskreuzung aus diagonalen Zugstäben, wird gleichzeitig zum gestalterischen Thema integriert.
Zugstäbe sind an den Stirnseiten vorgespannt; Kräfte werden über Schlitzbleche und Stabdübel angeschlossen. Der Übergang zu den Rundstäben erfolgt über gußeiserne Gabelköpfe.

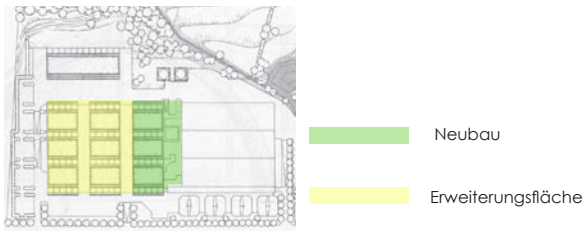


Abb.42 Lageplan [Adam 04] S.105



Abb.43 Dachuntersicht [Adam 04] S.104

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.

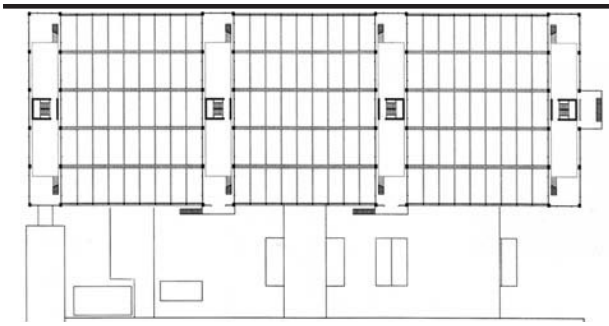


Abb.44 Grundriss [Adam 04] S.105



Abb.45 Innenraum [Adam 04] S.104

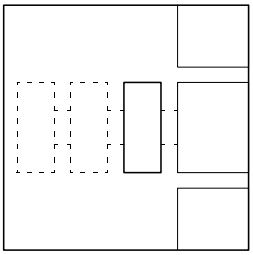
RAUMABSCHLUSS
WAND: Die Ost- und Westfassaden der Halle bestehen aus Pfosten-Riegel-Konstruktionen in Brettschichtholz. Hinter den Pfosten stehen im Hallenbereich verschweißte Stahlleichtträger zur Aufnahme der Horizontallasten.
Die Einspannung am Fußpunkt schützt vor Anpralllasten. Der überwiegende Teil der Längsfassaden ist mit wärmedämmenden, lichtstreuenden Paneelen ausgefüllt. Sie wirken gleichzeitig als Blendschutz.
Die Fassaden im Bereich der Montage sind aus wärmegedämmten, transluzentem Material.
Die geschlossene Paneele auf den Nord- und Südseiten sind mit Lärchenholz verschalt.
DACH: Für die Dachscheiben wurden verleimte Tafelelemente von 2,7m x 6,6m verwendet. Die Beplankung aus Sperrholz ist durch Holzrippen verstärkt. Die begrünten Dächer sind als Warmdachkonstruktionen ausgeführt.
Die Tonnendächer der Kopf- und Zwischenbauten sind mit bombiertem Wellblech gedeckt.

BELICHTUNG
Die Belichtung des Montagebereiches erfolgt zum Einen über durchlaufende Oberlichtbänder, zum Anderen ist die Hauptfassade mit transluzentem Material ausgestattet. Oberlichtbänder enthalten Lüftungsflügel zur natürlichen Wärmeabfuhr im Sommer sowie RWA Anlagen. Nordseitig ist farbneutrales Wärmeschutzglas eingebaut, südseitig kommen Kapillar- und Vlieseinlagen als Sommerschutzmaßnahmen hinzu.

TECHNISCHE GEBÄUDEAUSRÜSTUNG TGA
Eine Photovoltaikanlage (4kW) auf der Vordachfläche der Südseite dient der Stromerzeugung.
Die neue Energiezentrale, angeschlossen an die neue Erdgasversorgung, enthält zwei Kessel zur besseren Wärmebedarfsanpassung. Die Schornsteinhöhe beträgt 30m. Die Abgaswärme wird genutzt. Über Fernheizleitungen werden auch Altbauten und das „Prisma“ mit Wärme versorgt. Innerhalb der Hallen erfolgt die Beheizung durch Deckenstrahlungssystheme witterungs- und zeitabhängig geregelt.

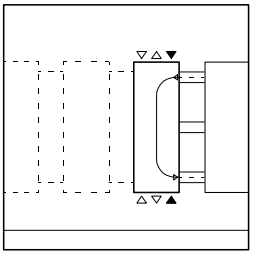
ENERGIE UND UMWELT
Sehr gute Tageslichtverhältnisse im Produktionsbereich durch die Oberlichtbänder und Ausstattung der Hauptfassaden.
Die Begrünung der Hallendächer schützt vor einer Überhitzung im Sommer, reduziert Schallemissionen, verzögert Regenabfluss und bildet einen Ausgleich zur Flächenüberbauung.
Die opaken Außenwandbauteile bestehen aus Holz, ebenso wie das gesamte Primärtragwerk sowie die gesamte Konstruktion der Dachflächen.
Die Querschnittsgeometrie der Hallen unterstützt die natürliche Durchlüftung.
Alle Lüftungsanlagen in den Bereichen mit Schadstoffen wurden mit rekuperativen Wärmerückgewinnungssysthemen ausgestattet.
Das Regenwasser wird in die neuen Teichanlagen eingespeist. Erforderliches Löschwasser wird somit sichergestellt ohne ein örtliches Versorgungsnetz.

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.



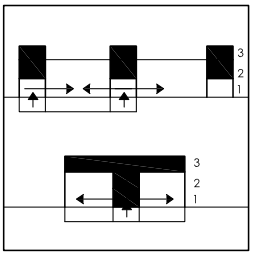
→ Erweiterung

ERWEITERUNG DURCH REPETITION
Erweiterung des Firmenareals um Produktionshallen im bestehenden Industrieareal auf der Erweiterungsfläche neben dem eigentlichen Werksgelände. Die Erweiterungen werden durch sukzessives partielles Besetzen der Erweiterungsfläche, die als Ackerfläche zwischengenutzt wird, vorgenommen.



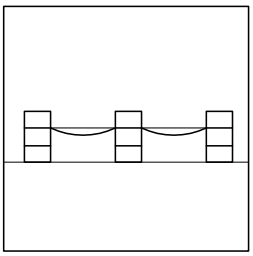
→ Erschliessung

VERSORGUNGSGANG
Die interne Ver- und Entsorgung der Produktion erfolgt über das Bestandsgebäude durch mehrere Versorgungsgänge von denen sowohl Personal als auch Material transportiert wird. Die externe LKW-Zufahrt für die Materialanlieferung sowie die Eingänge für Personal und Verwaltung, befinden sich an den Stirnseiten. Eine stirnseitige Stichstraße dient als einseitige An- und Abfahrtszone für LKW.



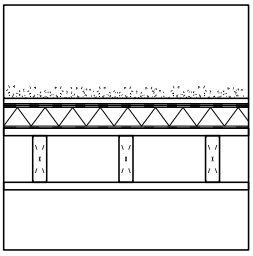
→ Nutzung

FUNKTIONSTURM
Durch Tragwerkselemente strukturierter Produktionsbereich mit partiell überspannennden raumhohen Funktionstürmen; die Anordnung der Verwaltungszone liegt über dem Produktions-
bereich in den Tragwerkslementen. Im 1. OG erfolgt eine direkte visuelle Anbindung an die Produktion. Das 2.OG liegt über der Dachebene der Produktion und erhält so einen Bezug zum Außenraum.



→ Tragwerk

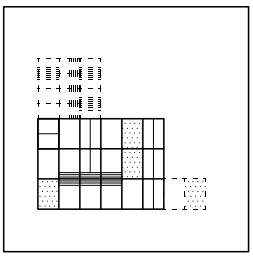
TRAGBÖCKE
Reihung und Addition von tragenden Stützböcken im Abstand von 30 m aus Brettschichtholz-Fachwerkrahmen mit zwischengehängten Hallendächern aus Brettschichtholzträgern als Fischbauchträger mit Stahlunterspannungen.



→ Dach

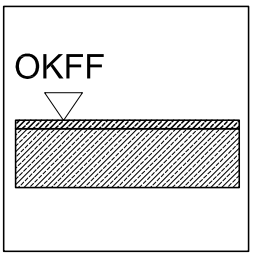
MODULARISIERTES DACH
Vorgefertigte Dach-Module in bestimmtem, dem Rastermaß angepassten Abmessungen, zum direkten Einbau auf das Primärtragwerk inkl. aller definierten Anforderungen an die Dachfläche, hier: vorgefertigte, wärmegedämmte Dachelemente als Holzrippendächer mit einem Gründachaufbau bilden als standardisiertes System zur Förderung der Nachhaltigkeit.
Fertigstellung der Gebäudehülle in sehr kurzer Bauzeit.

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.



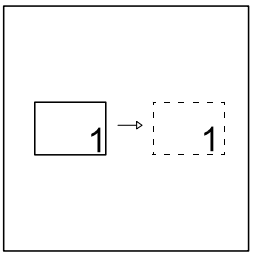
→ Fassade

ELEMENTIERTE FASSADEN
Elementierte Fassadenkonstruktionen lassen unterschiedliche Gebäudekonfigurationen und Gebäudeanforderungen im Bezug zur Raumkonditioneirung zu. Die Längsseiten der Fassade sind als Pfosten-Riegel in Brettschichtholz mit transluzenter Kunststofffüllung ausgeführt; Stirnseiten mit Brettschichtholz Pfosten-Riegel-Konstruktion als Ausfachungen der Tragwerksböcke.



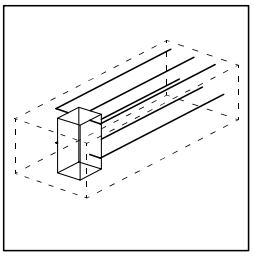
→ Boden

Bodenplatte aus Stahlbeton mit fugenlosem Abschluss als Industriefussboden (EP-Böden, PMMA-Böden, PU-Böden, Polyester und Venylesterböden - Anforderungen nach WHG, § 19, antistatische und leitfähige Industriefussböden); Je nach Nutzung und Anforderung mit Fachplaner zu ermitteln; Frei von Einbauten zur Förderung der Nutzungsvarianz.



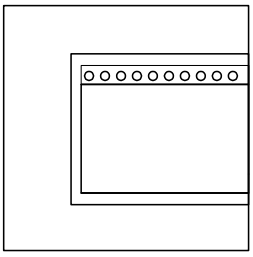
→ Ausbau

MOBILE RAUMBOXEN
für Besprechung- und Sozialräume innerhalb der Produktionsfläche zur Optimierung der Kommunikation und Steigerung der Variabilität des zu bespielenden Raumes, hier: Raumeinheiten als Gipskarton-Ständerwand-Boxen zur flexiblen, kostengünstigen Erstellung.



→ Versorgung

ZENTRALE VERSORGUNG
Haustechnikzentrale im Untergeschoss, Verteilung vertikal über in den Tragböcken liegenden Erschliessungskern mit Treppen, Aufzügen und Güter-Transportsystem; Weiterverteilung entlang der Geschossdecken innerhalb der Nutzungszonen.



→ Medienführung

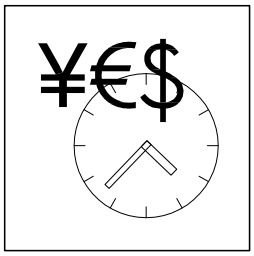
DECKENVERTEILUNG
Medienführung über Hallendachebene, weitere Verteilung über Stränge innerhalb der Tragstruktur; bei Erweiterung der Halle werden neue Stränge von Haustechnikzentrale zur Unterstützung der Versorgung installiert.

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.



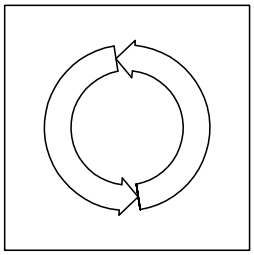
→ TGA-Konzept

PASSIVE KONDITIONIERUNG
Natürliche Belüftung, Belichtung und Nutzung regenerativer Energien als passive Konditionierungsstrategie der TGA; Förderung der Nachhaltigkeit durch Verzicht auf Klimatisierung; hier: blendfreie Beleuchtung der Halle durch transluzente Fassaden; Heizlemente in Deckenebene zur gleichmässigen Wärmeabstrahlung.



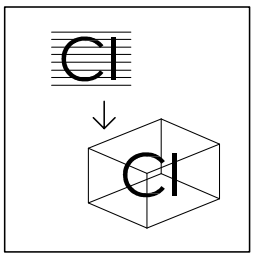
→ Effizienz

ÖKONOMISCHE EFFIZIENZ
Ausnutzung bestehender Werksstrukturen, Erweiterungsflächen; Verwendung von standardisierten, vorfabrizierten Tragwerkskomponenten und Fassadenelementen verkürzt die Planungszeit, Bauzeit und die Baukosten.



→ Effizienz

ÖKOLOGISCHE EFFIZIENZ
Nutzung nachwachsender Rohstoffe und schonender Umgang mit Ressourcen als Zielsetzung in der Planung festgesetzt; Gründach als Ausgleich der durch den Neubau versiegelten Fläche zur Ökobilanzierung; Umsetzung von internen Kommunikationsstandards auch in der Architektur.



→ Prägung

PRÄGUNG DURCH UNTERNEHMENSLEITSÄTZE
Festlegung von Leitsätzen, die die Kultur des Miteinanders prägen; Firmenphilosophie bestehend aus Grundsatzpapier, das Mensch-Natur-Technik in den Vordergrund vor schnelle Gewinne stellt; Schaffung konkreter partnerschaftlicher Umgangsformen anstelle hierarchischer Strukturen, die das gesamte Unternehmen prägen und die durch die Gebäude nach aussen transportiert werden.

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.

0015MPD IND_PM_RES_SYS MP-Druck

Ingrid Amann Architekten

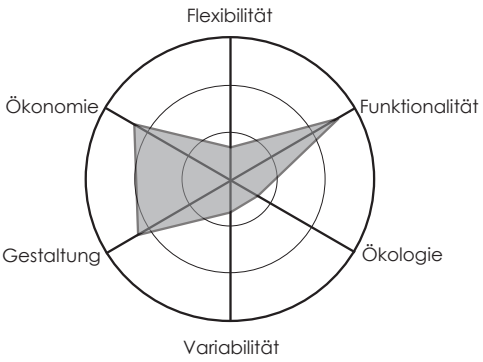




Abb.46 Gesamtansicht [Uffe 09] S.78

ALLGEMEIN

Baujahr	2000
Standort	München
Nutzungsart	Produktionsgebäude
Produkt	Drucke
Eigentümer/Nutzer	Riem GbR

KENNDATEN

Baukörper	rechteckiger Baukörper
Geschossigkeit	zweigeschossig
Aussenmaße	17m x 30m x 10,5m

FLÄCHEN UND VOLUMEN

BRI (Brutto Rauminhalt)	5.355 m³
BGF (Brutto Grundfläche)	800 m²

STANDORT

AREAL/MASTERPLAN

„Funktionsästhetik“ ist das Motto dieses Gewerbebaus in der Messestadt Riem. Durch die Reduktion auf wenige Materialien und modular geplante, vorgefertigte Bauteile konnte das Gebäude innerhalb von nur 2 1/2 Monaten errichtet werden.
Im Inneren der Halle wechseln hohe, bis zu den Oberlichtern reichende Raumabschnitte mit ein- oder zweigeschossigen Bereichen.

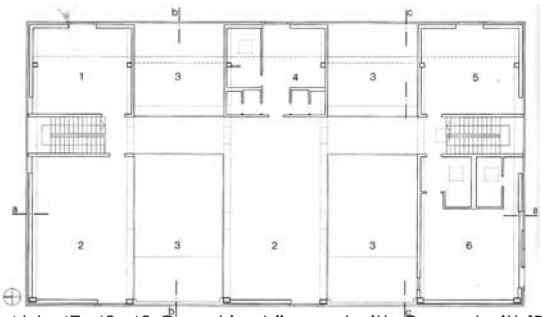
VER+ENTSORGUNG / INFRASTRUKTUR

An der östlichen Längseite ist der Baukörper im Erdgeschoss eingerückt und markiert durch die entstandende Überdachung den Anlieferungs- und Eingangsbereich zur Produktionshalle.

ERWEITERUNGSFLÄCHEN

In dichtem, ungleichmässig bebautem Industriegebiet auf einem langgestreckten Grundstück nimmt das Gebäude die gesamte Fläche der Parzelle ein. Es steht keine Erweiterungsfläche zur Verfügung, eine Aufstockung für die gewünschte Funktion ist nicht kompatibel. Ziel ist das Anstreben hoher Varianz.

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.



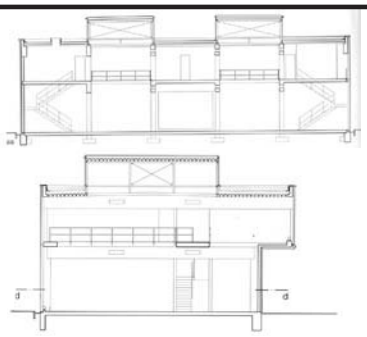


Abb.47, 48, 49 Grundriss, Längsschnitt, Querschnitt [Baum 06]

NUTZUNGSSTRUKTUR

PRODUKTION

Durch Tragwerkselemente strukturierter Produktionsbereich im Erdgeschoss mit partiell überspannenden raumhohen Funktionsbrücken im Obergeschoss mit Verwaltung und Forschung; Durch Funktionsbrücken entstehen ein- und zweigeschossige Produktionsbereiche innerhalb des Hallenvolumens.

FLÄCHE

Die Produktionshalle befindet sich im EG; zusätzliche Produktionsbereiche sind im Obergeschoss zu finden. Aus der Produktionshalle im EG führen zwei Treppen, eine liegt an der Nordfassade, die andere an der Südfassade, in die zweite Ebene. Dort verbindet ein offener Steg diese Treppen in Längsrichtung miteinander und erschliesst die einzelnen Funktionsbereiche im OG.

Im OG entspricht die Zonierung dem gerichteten Tragsystem. In Querrichtung wechseln sich Funktionsbereiche und Lufträume ab. Durch diese Lufträume entstehen hohe, bis zu den Oberlichtern reichende Raumabschnitte. Diese ermöglichen eine zusätzliche Belichtung der unteren Produktionsbereiche.

BAUSTRUKTUR

TRAGWERK

Rahmen aus vorgefertigten Stahlbetonstützen und -trägern bilden das Tragsystem. Deren Achsabstand beträgt ca.6.00m, die Trägerspannweite ca.14m. Die Deckenelemente über dem EG sind in Stahlbeton-Halbfertigteilen ausgeführt, die Deckenelemente über dem OG in leichtem Trapezblech.

Die Tragstruktur aus Stahlbeton-Fertigteilen basiert auf einem Stecksystem.

RAUMABSCHLUSS

WAND: Doppelschalige Streifen aus Profilglas mit flächenbündig eingesetzten Fenster- und Türelementen bilden die einheitliche, glatte Aussenhaut.

Stahlbetonfertigteile werden zwischen die Stützen gesetzt, wenn dieses aus funktionalen Gründen notwendig ist. Dadurch ergibt sich ein Wechselspiel in der Fassade, die Innenraumwirkung wird in der Fassade sichtbar.

BELICHTUNG

Die Fassadenhülle aus doppelschaligen Profilgläsern bietet in der Produktionshalle das für die Druckerei gewünschte, gleichmäßige Licht.

RAUMABSCHLUSS innen

Die Sichtbetonoberflächen sind entsprechend ihrer Einbausituation flügelgeglättet, handgeglättet oder schalungsrauh.

TECHNISCHE GEBÄUDEAUSRÜSTUNG TGA

Alle Stahlbetonelemente bleiben unverkleidet; Haustechnik und Elektrik werden sichtbar geführt.

OBERFLÄCHEN

Alle Materialien sind ursprünglich, alle Oberflächen bleiben unbehandelt.



Abb.50 Innenraum [Uffe 09]

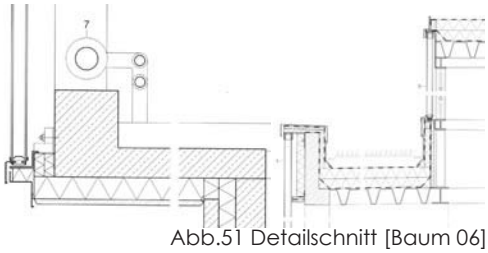
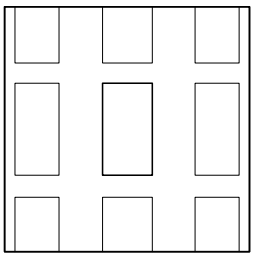


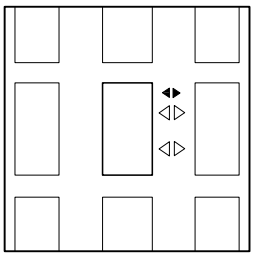
Abb.51 Detailschnitt [Baum 06]

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.



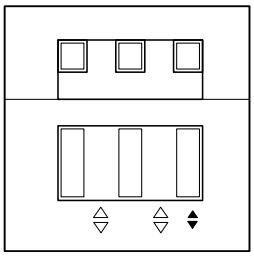
→ Erweiterung

VARIABILITÄT
In dichtem, ungleichmässig bebautem Industriegebiet auf einem langgestreckten Grundstück nimmt das Gebäude die gesamte Fläche der Parzelle ein. Es steht keine Erweiterungsfläche zur Verfügung, eine Aufstockung für die gewünschte Funktion ist nicht kompatibel. Ziel ist das Anstreben hoher Varianz.



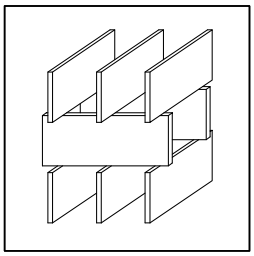
→ Erschliessung

EINSEITIG FRONTAL
Frontale Erschliessung an Gebäudelängsseite entlang der Erschliessungsstrasse für gesamte Ver- und Entsorgung des Gebäudes; Warentransport durch 2 grosse Torlemente in der Fassadenlängsseite und separatem Personal- bzw. Kundeneingang.



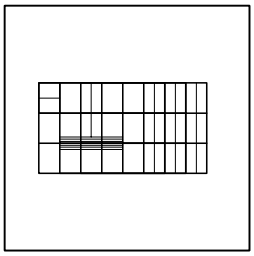
→ Nutzung

FUNKTIONSBRÜCKE
Durch Tragwerkselemente strukturierter Produktionsbereich im Erdgeschoss mit partiell überspannenden raumhohen Funktionsbrücken im Obergeschoss mit Verwaltung und Forschung; Durch Funktionsbrücken entstehen ein- und zweigeschossige Produktionsbereiche innerhalb des Hallenvolumens.



→ Tragwerk

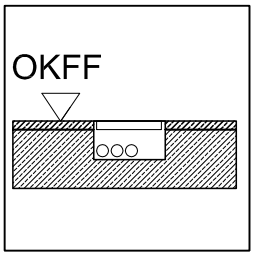
SCHOTTENBAUWEISE
Modulares System aus vorgefertigten Beton-Halbfertigteilen; System parallel tragender Wände quer zur Längsachse des Gebäudes, mittels aussteifender Längswände über den Deckenverbund stabilisiert; Bildung einer größeren Anzahl von Räumen mit gleichen Bedingungen; Gebäudetiefe wird durch materialspezifische Spannweiten bestimmt und eingeschränkt.



→ Fassade

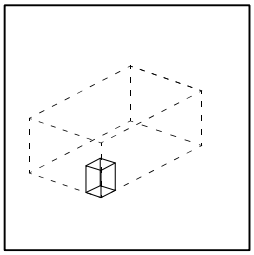
ELEMENTIERTE FASSADEN
Elementierte Fassadenkonstruktionen lassen unterschiedliche Gebäudekonfigurationen und Gebäudeanforderungen im Bezug zur Raumkonditionierung zu, hier:
Gussglasprofilfassade zur indirekten Belichtung des Innenraumes mit blendfreiem Licht; In Funktionsbereichen mit direktem Bezug zum Aussenraum Auswechslung mit Aluminium-Fenstern und Tor- bzw. Türanlagen; optimaler Lichteinfall, da keine konstruktiven Einschränkungen für die Außenwände durch Tragwerk bestehen.

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.



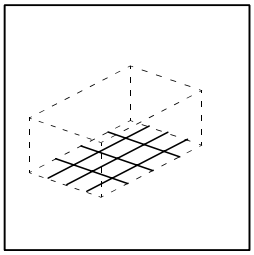
→ Boden

Bodenplatte aus Stahlbeton mit fugenlosem Abschluss als Industriefussboden (EP-Böden, PMMA-Böden, PU-Böden, Polyester und Venylesterböden - Anforderungen nach WHG, § 19, antistatische und leitfähige Industriefussböden); Je nach Nutzung und Anforderung mit Fachplaner zu ermitteln; Bodenkanäle mit Revisionsöffnungen zur Medienversorgung.



→ Versorgung

ZENTRALE VERSORGUNG
Hausanschlussraum als Zentrale von der die technische Medienversorgung abgeht.



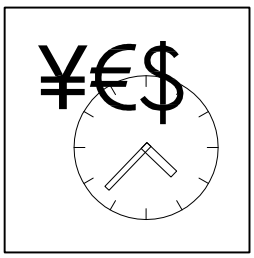
→ Medienführung

VERSORGUNGSNETZ
Verteilung der Haustechnikleitungen innerhalb eines Verteilungsnetzes, hier: komplette Installationen wie Strom, Datenleitungen, Wasser, Heizung und Druckluft innerhalb der Bodenkanäle.



→ TGA-Konzept

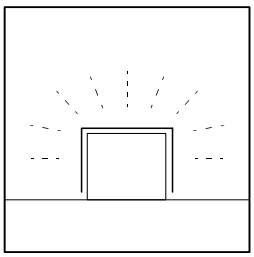
PASSIVE KONDITIONIERUNG
der TGA durch natürliche Belüftung, Belichtung und Nutzung regenerativer Energien; Förderung der Nachhaltigkeit durch Lichtlenkung und Lüftungsstrategien, hier: indirekte, blendfreie Beleuchtung der Halle, Fassade aus transluznet gedämmten Gussglasprofilen, Möglichkeit der Querlüftung.



→ Effizienz

ÖKONOMISCHE EFFIZIENZ
Vorgefertigtes Baukastensystem kann effizient für bestimmte Bauaufgaben genutzt werden. Verkürzung der Bau- und Planungszeit mit Kosteneinsparungen, hier: Verkürzung der Bauzeit auf 2,5 Monate; Optimierung der Kommunikation durch Funktionsbrücken durch Schaffung direkter Kommunikation innerhalb des Betriebes. Durch Schottenbauweise günstiges Verhältnis von Fassade zur Grundrissfläche durch die quer zur Längsachse liegenden tiefen Grundrisse.

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.



→ Prägung

PRÄGUNG DURCH UNTERNEHMENSINHALT
Abbildung der reinen Funktionsästhetik der Druckerei im Gebäude durch Reduktion auf die wesentlichen Elemente.

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.

Kapitel E7
Fallbeispiele

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.

0016REN IND_VS_WAN_IMA Renault Vertriebszentrum

Norman Foster

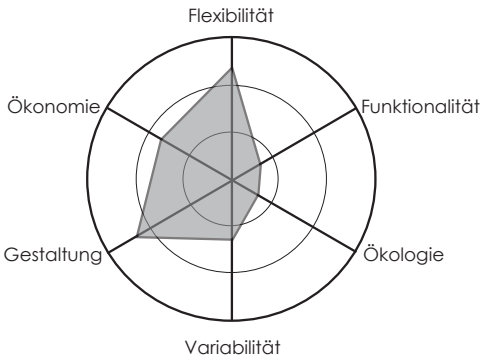




Abb.52: Gesamtansicht [Abe 07] S.213

ALLGEMEIN

Baujahr	1981-83
Standort	Swindon, Großbritannien
Nutzungsart	Lagerhalle
Eigentümer/Nutzer	Renault UK Ltd.

KENNDATEN

Baukörper	42 quadratische Module
Geschossigkeit	eingeschossig
Aussenmaße	288m x 96m x 8,75m

FLÄCHEN UND VOLUMEN

BGF (Brutto Grundfläche)	25.000 m²
NGF	20.000 m² (Lagerfläche)

STANDORT

AREAL/MASTERPLAN

Renault Vertriebszentrum ist die Hauptvertriebsstelle des französischen Automobilherstellers in Großbritannien.
Das Grundstück ist 6,5 ha groß und liegt auf einer unregelmäßigen Hangparzelle am Westrand von Swindon.

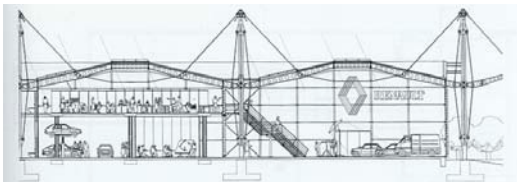
VER+ENTSORGUNG / INFRASTRUKTUR

Ver- und Entsorgung über direkt an Stichstrasse anliegendem Hof, entlang der Gebäudelängsseite; Wendemöglichkeiten und temporäre Aussenlagerflächen vorhanden; Zuwegung in die Halle über Toranlagen und Türanlagen für Personal.

ERWEITERUNGSFLÄCHEN

Mögliche spätere Veränderungen am Gebäude sollten im Entwurf berücksichtigt werden. Mit seiner Modulbauweise erfüllt der Entwurf die Anforderungen des Bauherrn, und kann flexibel erweitert werden.
An der Konstruktion sind bereits Anschlusspunkte vorhanden, um Bauarbeiten ohne Betriebliche Störungen vorzunehmen.-

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.



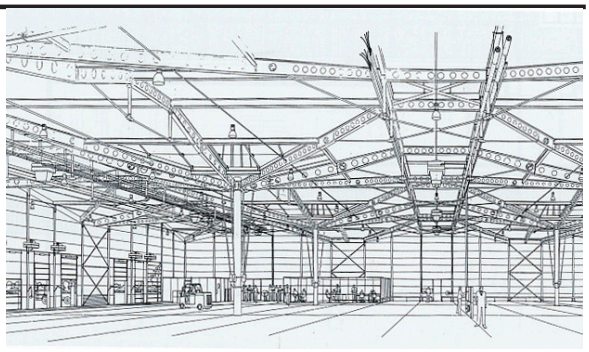


Abb.53: Längsschnitt [Abe 07] S.211

Abb.54: Innenraumperspektive [Adam 04] S.91

NUTZUNGSSTRUKTUR

FLÄCHE

Am südlichen Ende der Halle befindet sich der Glasüberdachte Haupteingang.
Lager, Vertrieb, regionales computergesteuertes Zentrum, ein Ausstellungsraum für Pkw und Lkw, ein Schulungszentrum mit Werkstätten und Seminarräumen sowie Restaurant und Foyer; einzelne Bereiche lassen sich leicht durch weitere Module erweitern. Nutzungsschwerpunkt: Lagerfläche.

BAUSTRUKTUR

TRAGWERK

Das Bauwerk wird durch eine eindrucksvolle Tragstruktur geprägt: ein abgehängter Rost aus unterspannten Trägern bildet ein Modul.
42 baugleiche Module mit einr Grundfläche von 24m x 24m ergeben das gesamte Bauwerk.
Das Tragwerk besteht aus gebogenen Metallträgern, welche im oberen Viertel des Giebels an runden vorgespannten Hohlmasten aus Stahl aufgehängt sind. Maximale Spannweite bei minimalem Materialaufwand.

RAUMABSCHLUSS

DAS Gebäude wird von einer einzigen Hülle umschlossen,
DACH: Die Dachhaut wird aus PVC-Folie gebildet, auf einer 75mm dicken Schicht aus Glaswolle.
WAND: Die Außenwand besteht aus zwei Stahlblechen, dazwischen wärmedämmende Schicht aus Polyurethanschaum.

BELICHTUNG

Die Belichtung erfolgt durch Glaspaneelen an jedem Mast.

OBERFLÄCHEN

Gezielte Verwendung der Renaultfarbe Gelb.

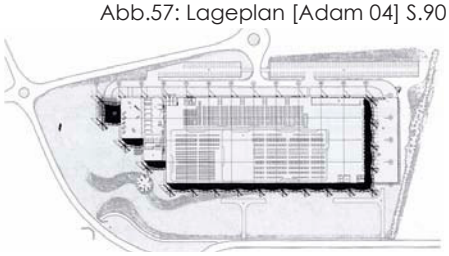


Abb.55: Knotenpunkt [Abe 07] S.215

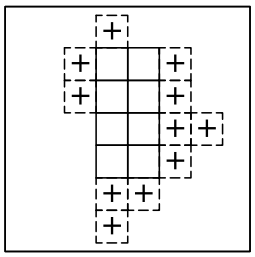


Abb.56: Vogelperspektive [Abe 07] S.208

Abb.57: Lageplan [Adam 04] S.90

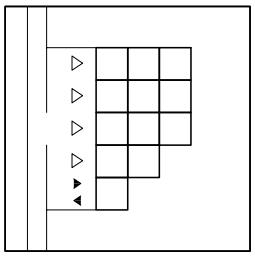


Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.



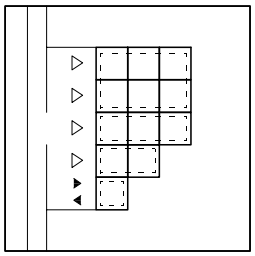
→ Erweiterung

ERWEITERUNG ADDITIV FLÄCHIG
Das Distributionszentrum liegt am Stadtrand von Swindon auf einer unregelmässigen Hangparzelle. Das 6,5 ha grosse Areal kann durch Andocken von Konstruktionsmodulen in jede Richtung erweitert werden. Es kann von jedem Modul aus eine Erweiterung vollzogen werden, eine bestimmte Kombination ist nicht einzuhalten.



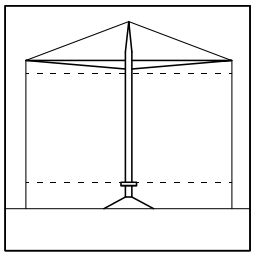
→ Erschliessung

HOFERSCHLIESSUNG
Ver- und Entsorgung über direkt an Stichstrasse anliegendem Hof, entlang der Gebäudelängsseite; Wendemöglichkeiten und temporäre Aussenlagerflächen vorhanden; Zuwegung in die Halle über Toranlagen und Türanlagen für Personal.



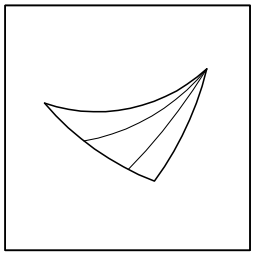
→ Nutzung

HORIZONTALE FUNKTIONSSTREIFEN
Die Gesamtfläche der 42 Moduleinheiten wird durch die Stützen der Einzelmodule strukturiert. Die Funktionen sind in horizontalen Streifen mehrerer Module unterteilt, die vom repräsentativen Eingang im Süden über Show-Room, Schulung, Verwaltung, Vertrieb bis hin zum Lager im Norden unterteilt sind. Dem benötigten Flächenbedarf wird durch die Anzahl der Module Rechnung getragen, der repräsentative Bereich verjüngt sich im Bezug zu den Modulen.



→ Tragwerk

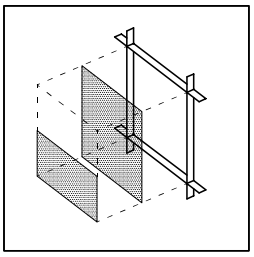
SYSTEMTRAGWERK ABGEHÄNGT
Modularisiertes aussenliegendes Systemtragwerk mit vorgefertigten Stahlträgern, die im oberen Viertel des Giebels von runden Maststützen abgehängt sind; 4 Maststützen ergeben eine Moduleinheit, die Anschlusslaschen für die Bodenkonstruktion - einem Stahlträgerrost und Deckenelemente bereithält;
Durch Abhängung Maximierung der Spannweite (24m) bei Minimierung des Materialaufwandes.



→ Dach

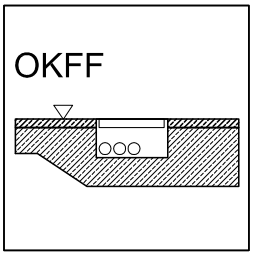
MEMBRANDACH
Freiüberspannende, leichte Flächentragwerk-Module aus Membranen/Folien als mechanisch gespannte Konstruktionen mit Hochpunkt-, Segel- und Bogenflächen, hier: PVC-Folie auf 75 mm Glaswolle, die in das Tragwerk eingespannt werden; Glasoberlicht mittig in jedem Feld-Hochpunkt zur Belichtung und Belüftung.

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.



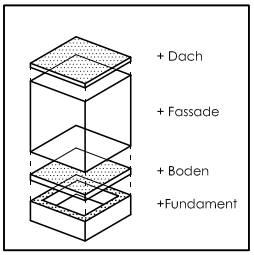
→ Fassade

MODULARISIERTE FASSADEN
Vorgefertigte Fassaden-Module in bestimmtem, dem Rastermaß angepassten Abmessungen zum direkten Einbau auf das Primärtragwerk inkl. aller definierten Anforderungen an die Fassade, hier: Fertigteilsystem aus 2 Stahlblechen mit inneliegender Dämmung und Klemmverbindung; Vorgänger der heutigen Sandwichpanelle mit Nut- und Federverbindung.



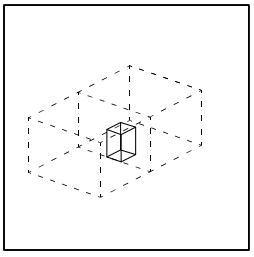
→ Boden

MODULARISIERTE BODENKONSTRUKTION
Vorgefertigte Betonfertigteil-Boden-Module in bestimmtem, dem Rastermaß angepassten Abmessungen zum direkten Einbau auf die Auflagerkonsolen des Primärtragwerk, hier: ein Stahlträgerrost der an die Konsolen der Maststützen eingehängt wird; Boden-Module mit eingelassenen Bodenkanälen zur Medienversorgung.



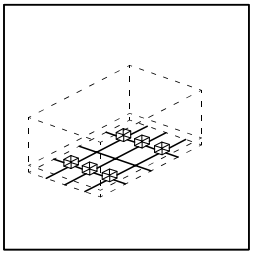
→ System

BAUKASTEN
Durch Abstimmung und Auswahl von modularisierten Tragwerks- und Fassadenelementen entsteht ein Baukasten aus dem der Nutzer frei nach Anforderungsprofil das Gebäude konfigurieren und bei Bedarf neu anpassen kann.



→ Versorgung

ZENTRALE VERSORGUNG
Haustechnikzentrale in einem Modul intergriert, an Schnittstelle von repräsentativem und internem Bereich; Als Zentrale von der die technische Medienversorgung entlang der Bodenkanäle der Boden-Elemente abgeht.



→ Medienführung

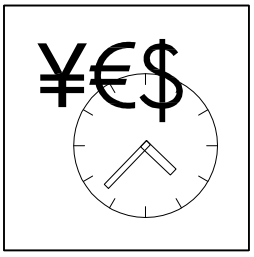
VERSORGUNGSNETZ
Verteilung der Haustechnikleitungen innerhalb des Verteilungsnetzes, hier: Installation innerhalb der Bodenkanäle mit regelmässig im Modul angeordneten Revisionsöffnungen als Entnahmestellen.

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.



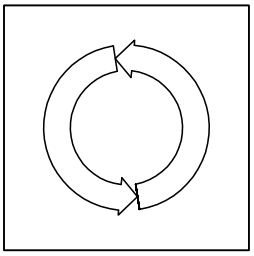
→ TGA-Konzept

PASSIVE KONDITIONIERUNG
der TGA durch natürliche Belüftung und Belichtung; Förderung der Nachhaltigkeit durch Aktivierung von Bauteilmassen als Wärmespeicher und Wärmetauschern, hier: indirekte, blendfreie Beleuchtung der Halle durch Fensterstreifen und Oberlichter, die zugleich als RWA-Klappen dienen und belüften.



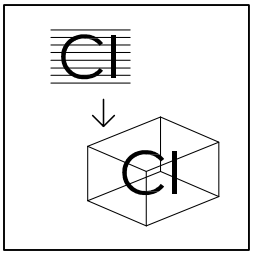
→ Effizienz

ÖKONOMISCHE EFFIZIENZ
Vorgefertigtes Baukastensystem kann effizient für bestimmte Bauaufgaben genutzt werden; Verkürzung der Bau- und Planungszeit mit Kosteneinsparungen; Abbau und Recycling der einzelnen Bauteile möglich; Kosteneinsparungen durch "recycling" von Bauteilen bei noch intakter Funktion.



→ Effizienz

ÖKOLOGISCHE EFFIZIENZ
Verwendung eines elementierten, recyclingfähigen Stahlskelettbaus und elementarisierter Fassadenpanelle; Förderung der Arbeitsplatzqualität durch Förderung von Transparenz und Kommunikation unter den einzelnen Produktionsbereichen; Durch Aufständerung Minimierung des Flächenverbrauchs und rückstandsloser Abriss/Verlagerung.



→ Prägung

PRÄGUNG DURCH UNTERNEHMENSLEITSÄTZE
Gemeinsame Festlegung von Prämissen mit Bauherrn und Architekten. Das Gebäude sollte den innovativen Arbeitsansatz des Unternehmens widerspiegeln, die Design, Technik und Umwelt gleichwertig betrachten und Zielsetzungen für Außen-, Innen-sowie Produktdesign festhalten. Verwendung der damaligen CI-Farbe gelb für Tragwerk.

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.

Kapitel E7
Fallbeispiele

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.

0017APL IND_PM_LD_IMA

APLIX Fabrikgebäude

Dominique Perrault

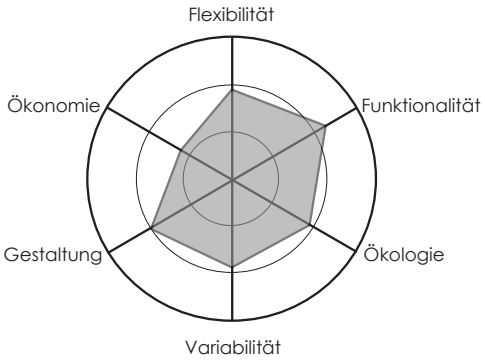




Abb.57: Gebäudeansicht [Adam 04] S.157

ALLGEMEIN

Baujahr	1999
Standort	Cellieres, Frankreich
Nutzungsart	Produktions- und Lagerhalle
Produkt	Haftverschlusssysteme
Eigentümer/Nutzer	Aplix SA

KENNDATEN

Baukörper	rechteckiger Baukörper
Geschossigkeit	eingeschossig
Aussenmaße	max 300m x 130m x 7m

FLÄCHEN UND VOLUMEN

BGF (Brutto Grundfläche) 30.000 m²

STANDORT

AREAL/MASTERPLAN

Die Fabrik Aplix liegt im Industriegebiet von Les Relandières bei Cellier, einer Gemeinde in der Nähe von Nantes.
Das Fabrikgebäude hat die Form eines langen Rechtecks und liegt in der Mitte des Grundstückes.
Der Baukörper wird aus mehereren Einheiten gebildet, welches ein Rost bildet. Durch das Aneinanadersetzen der Module wird eine schachbrettartige Bebauung des Grundstücks mit überbauten und freien Bereichen erzeugt.

VER+ENTSORGUNG / INFRASTRUKTUR

Eine interne Straße verbindet die einzelnen Werkstattbereiche miteinander, Stahltore ermöglichen die direkte Andienung an die Fertigungseinrichungen.

ERWEITERUNGSFLÄCHEN

Das ausgewählte Grundstück erlaubt es, die Grundfläche des fast 30.000m² großen Fabrikgebäudes für eine eventuell später geplante Erweiterung zu verdoppeln.

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.

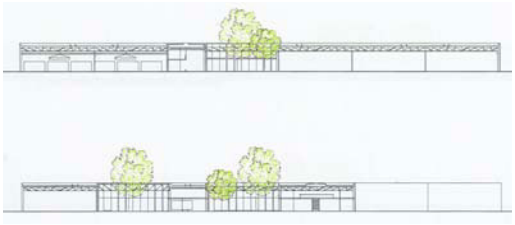


Abb.59: Querschnitt [Adam 04] S.158



Abb.58: Längsschnitt [Adam 04] S.159

NUTZUNGSSTRUKTUR

PRODUKTION

Die Produktion findet in fünf voneinader getrennetn, jedoch durch die Erschliessungsstarße verbundene Werkstätten statt, die entsprechend dem Fertigungsablauf angeordnet sind: vom Rohmaterial bis zum Endprodukt werden sukzessiv die unterschiedlichen Fertigungsabschnitte durchlaufen. Neben den Produktionsflächen sind auch Lagerflächen, ein Empfangsbereich und Sozialbereiche an der Erschliessungsstraße orientiert.

FLÄCHE

Eine interne Straße verbindet die einzelnen Werkstattbereiche miteinander, Stahltore ermöglichen die direkte Andienung an die Fertigungseinrichungen, nätürliche Belichtung und Belüftung der Nutzungsbereiche durch innenliegende Höfe.

BAUSTRUKTUR

TRAGSYSTEM

Der Baukörper besteht aus einem repetitiven Grundmodul aus Fachwerkträger-Rosten, mit einer Spannweite von jeweils 20m x 20m, und einer Höhe von 7m. Das isolierte Blechdach wird von dem Rost getragen.

RAUMABSCHLUSS

DACH: Isoliertes Blechdach auf Fachwerkträgerrost der Grundmodule bildet das Dach.
WAND: Geschlossene Paneelfassaden aus poliertem, alle 50cm gefalztem Edelstahl bildet die Außenwand. Die Innenhöfe erhalten eine Glasfassade aus beschichteten Einfach- bzw. Doppelverglasungen in Aluminiumrahmen mit Aussteifungen aus verzinktem Stahl.

TECHNISCHE GEBÄUDEAUSRÜSTUNG TGA

Die zentrale Führung der kompletten Haustechnik und Elektrik wurde sichtbar von der Decke in der linearen Erschliessungsstraße verlegt, und aderförmig in die einzelnen Funktionsbereiche innerhalb des Fachwerkrostes geführt und abgehängt. Klimatechnik lokal auf Dächern der Grundmodule.

OBERFLÄCHEN

Die Innenräume wurden mit akustisch wirksamen Lochblechen verkleidet.



Abb.60: Interne Straße [Adam 04] S.158

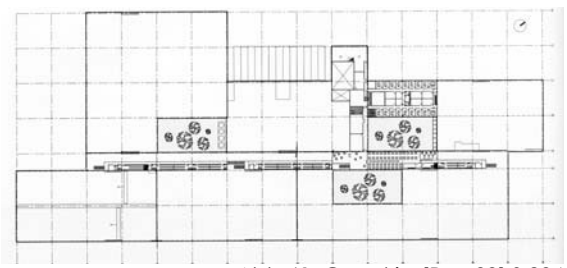
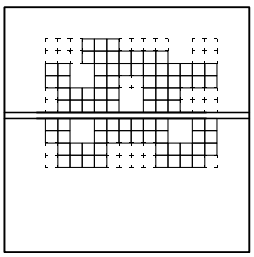


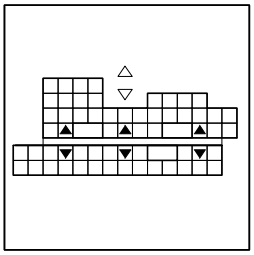
Abb.61: Grundriss [Perr 99] S.284

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.



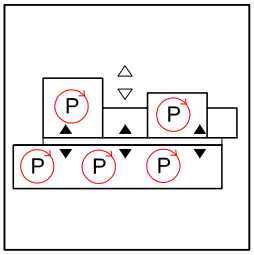
→ Erweiterung

MODULERWEITERUNG ACHSIAL
Erweiterungskonzept nach Spezifikation von zukünftigen Anforderungen; Erweiterung des bestehenden Werkgeländes entlang einer Entwicklungsachse durch Repetition von Hallenmodulen nach Schachbrettschema. Das Gebäude ist durch die Modularität schrittweise erweiterbar. Flächen für zukünftige Erweiterungen als Ackerfläche zwischengenutzt.



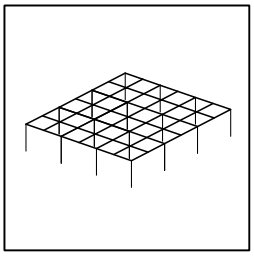
→ Erschliessung

Rückgrat
Die Ver- und Entsorgung ist zentral über eine Ladezone mit Lagerbereich angelegt. Von hier aus findet die Verteilung über die Entwicklungsachse statt, die als logistisches und kommunikatives Rückgrat der Modulhallen mit unterschiedlichen Produktionsbereichen fungiert.



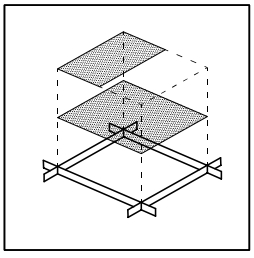
→ Nutzung

KONGLOMERAT
Die Gebäude sind als Baukastensystem aus einer großen Anzahl gleicher Module zusammengesetzt, die durch die Hülle eine Einheit bilden. Diese Produktionseinheiten weisen unterschiedliche Prozessstrukturen auf. Je nach Produktionsart und Spezifikation der Produktionsprozesse werden die Einheiten durch TGA und Hebewerkzeuge angepasst.



→ Tragwerk

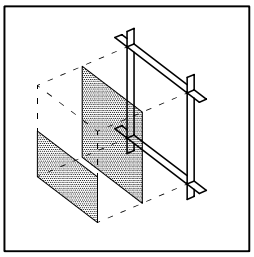
SYSTEMTRAGWERK UNGERICHTET
Tragwerk aus Trägerrost-Modulen von jeweils 20x20x7 auf jeweils 4 Stützen; 2-achsig lastabtragender Trägerrost aus Stahl-Fachwerkträgern mit eingespannten Eckstützen aus Stahl; Gelenkige Schraubverbindung zwischen Stütze und Trägerrost.



→ Dach

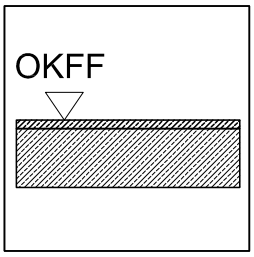
MODULARISIERTES DACH
Vorgefertigte Dach-Module in bestimmtem, dem Rastermaß angepassten Abmessungen, zum direkten Einbau auf das Primärtragwerk inkl. aller definierten Anforderungen an die Dachfläche, hier: Fertigteilsystem von hochdämmenden Sandwichlementen zum Auflegen auf die Trägerroste, mit Rauchklappen als Oberlichter und aufgelegter Dachdichtung.

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.



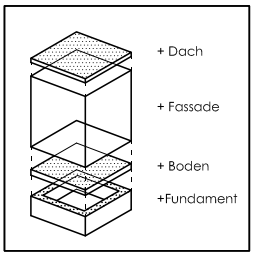
→ Fassade

MODULARISIERTE FASSADEN
Vorgefertigte Fassaden-Module in bestimmtem, dem Rastermaß angepassten Abmessungen zum direkten Einbau auf das Primärtragwerk inkl. aller definierten Anforderungen an die Fassade, hier: Innenhöfe mit vollverglasten Fassadenmodulen aus Aluminium zur Belichtung der Halleninnenräume; Aussenfassade als geschlossene Elementfassade mit gefalzter hochglänzender Aluminiumverkleidung.



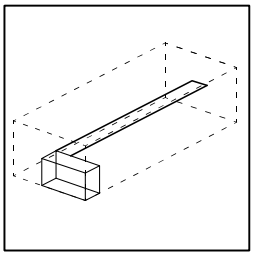
→ Boden

Bodenplatte aus Stahlbeton mit fugenlosem Abschluss als Industriefussboden (EP-Böden, PMMA-Böden, PU-Böden, Polyester und Venylesterböden - Anforderungen nach WHG, § 19, antistatische und leitfähige Industriefussböden); Je nach Nutzung und Anforderung mit Fachplaner zu ermitteln; Frei von Einbauten zur Förderung der Nutzungsvarianz.



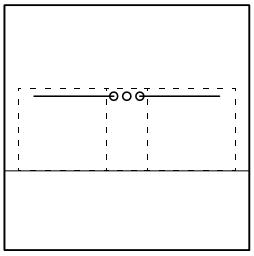
→ System

BAUKASTEN
Durch Abstimmung und Auswahl von modularisierten Tragwerks- und Fassadenelementen entsteht ein Baukasten aus dem der Nutzer frei nach Anforderungsprofil das Gebäude konfigurieren und bei Bedarf neu anpassen kann.



→ Medienführung

HAUSTECHNIKZENTRALE
Zentrale Medienversorgung in seitlich liegendem, entkoppeltem Gebäudeteil; Medienführung entlang der Entwicklungsachse, weitere Verteilung über Stränge innerhalb der Tragstruktur der Einzelhallenmodule; Trägerrost aus Fachwerkträgern lässt weitere Verteilung der Medienführung in alle Richtungen zu.



→ Versorgung

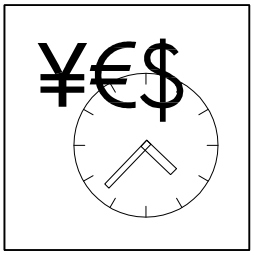
TRASSENSTEG
Versorgung der Halleneinheiten aus Modulen mittels längsachsig in der Entwicklungsachse verlegten Trassenstegen die offen die akut notwendigen Installationen aufnehmen; Weiterverteilung innerhalb der Hallenmodule in Dachebene; Hohe Variabilität, da je nach Bedarf mit wenig Aufwand aufgefüllt werden kann und die einzelnen Module somit unterschiedlich bespielt werden können.

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.



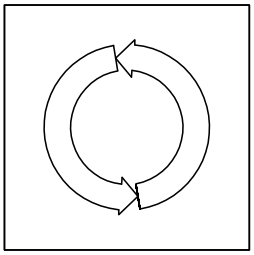
→ TGA-Konzept

AKTIVE KONDITIONIERUNG
Aktive Entwurfsansätze der TGA durch mechanische Systemlösungen für Belüftung, Belichtung und Energieversorgung; Zentralsteuerung der Haustechnik zur Optimierung.



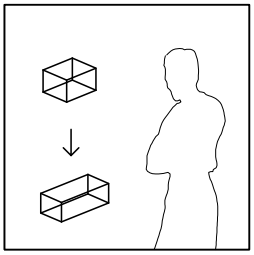
→ Effizienz

ÖKONOMISCHE EFFIZIENZ
Vorgefertigtes Baukastensystem kann effizient für bestimmte Bauaufgaben genutzt werden; Verkürzung der Bau- und Planungszeit mit Kosteneinsparungen; Im Erweiterungsfall können Fassadenteile demontiert und an das neue Modul gehängt werden.



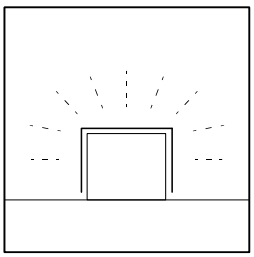
→ Effizienz

ÖKOLOGISCHE EFFIZIENZ
Verwendung eines elementierten, recyclingfähigen Stahlskelettbaus und elementarisierter Fassadenpanele; Grosses Gebäudevolumen wird durch Spiegelung der Landschaft in der Fassade so dass Tarnung, Mimikri mit der Umgebung entsteht; Innenhöfe mit Vegetation steigern die Arbeitsplatzqualität der ansonsten verschlossenen Halle.



→ Prägung

Prägung durch Architekten
Umsetzung der Bauaufgabe durch Architekten; Übertragung der Persöhnlichkeit und der Haltung des Gestalters auf das Unternehmen und dessen Produkte; Architekt und Unternehmen entwickeln gemeinsame Haltung, die langfristig baulich umgesetzt werden kann, hier: Entwicklung eines Generalbebaungsplanes, der die sukzessiven Erweiterungen vorsieht und eingehalten wird.



→ Prägung

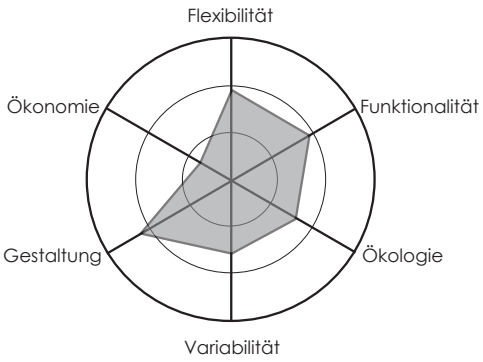
PRÄGUNG DURCH UNTERNEHMENSINHALT
Der Hersteller von Klettverschlüssen nutzt das Kernthema seines Produktes für sein Gebäude - die Verbindung und Vereinheitlichung. Die Einzelmodule verbinden sich zu Hallenkonglomeraten mit spezifischen Funktionen, die Fassade vereint wiederum die Konglomerate zu einem Gebäude mit einer spezifischen Kontur. Diese wird durch die spiegelnde Fassadenausführung mit der umgebenden Landschaft verbunden und integriert. Das Gebäude wird nahezu immateriell.

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.

0019THO IND_PM_WAN_SYS Thomson Elektronikwerk

Renzo Piano Building Workshop



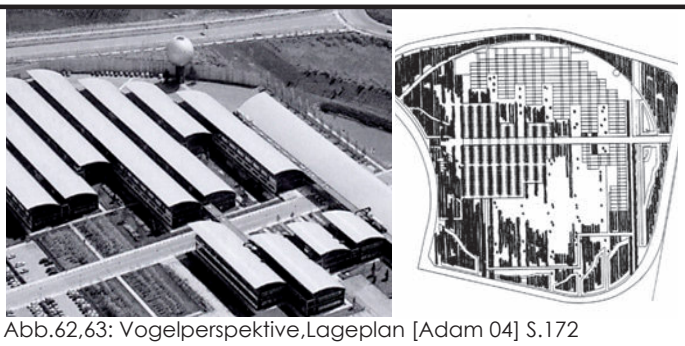


Abb.62,63: Vogelperspektive,Lageplan [Adam 04] S.172

ALLGEMEIN

Baujahr	1988-1990
Standort	Guyancourt, Frankreich
Nutzungsart	Produktionshalle
Produkt	Optoelektronik
Eigentümer/Nutzer	Thomson CSF

KENNDATEN

Baukörper	additiv aus einzelnen Modulen
Geschossigkeit	ein- bis zweigeschossig
Aussenmaße	241 Module à 14,4mx7,2mx11m 181 Module à 3,6mx7,2mx6,2m

FLÄCHEN UND VOLUMEN

HNF (Haupt Nutzfläche)	30.000 m²

STANDORT

AREAL/MASTERPLAN

Das Werk für Optoelektronik der Firma Thomson liegt in einem Gewerbegebiet in der Nähe von Saint-Quentin-en-Yvelines. Der weittläufige Gebäudekomplex wurde in die flache Landschaft einer Hochebene eingebettet, wobei die Arbeitsatmosphäre für die Fabrikarbeiter verbessert werden sollte.
Die Werksanlage ist stark von Grün durchdrungen und in seiner landwirtschaftlich geprägten Umgebung aufgelöst.
Orientiert an einer gebogenen Begrenzungsmauer im Osten bildet sich das Ensemble aus mehreren einzelnen Gebäuderiegeln unterschiedlicher Länge.

VER+ENTSORGUNG / INFRASTRUKTUR

Eine zentrale Erschließungsstraße durchzieht die Anlage und endet auf der Rückwärtigen Seite des Baugrundstückes, wo sich auch die Parkplätze befinden.
Die einzelnen Gebäudeteile werden durch Nebenerschließungsstraßen, die im rechten Winkel abzweigen, angedient.

ERWEITERUNGSFLÄCHEN

Die Gebäude sind als Baukastensystem aus einer großen Anzahl gleicher Module zusammengesetzt, die flexibel hinzugefügt oder entfernt werden können. Die Gebäude sind dadurch schrittweise nach Westen erweiterbar.

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.

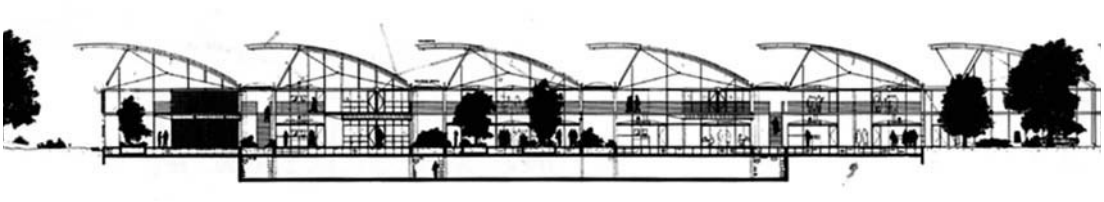


Abb.64: Schnitt [Adam 04] S.173

NUTZUNGSSTRUKTUR

FLÄCHE

Im Hallenkomplex wechseln sich Hallen für die einzelnen Nutzungen mit Nebenzonen für Erschließung ab.
In den parallel angeordneten Baukörpern sind jeweils die Funktionen Produktion bzw. Montage untergebracht. In einzelnen Riegeln befinden sich die Verwaltung des Unternehmens sowie Räume für Schulungen und Weiterbildung von Mitarbeitern und Kunden.
Jedes Grundmodul vereint die funktionalen, konstruktiven und klimatischen Anforderungen in einem Element und kann gleichermaßen als Büro, Werkstatt, Labor oder Reinraum genutzt werden.

BAUSTRUKTUR

TRAGWERK

Den einzelnen Modulen liegt ein Tragwerksraster von 3,60m x 7,20m im Bereich der Nebenzonen und 7,20m x 14,40m im Bereich der Großflächen zugrunde. Ein Grundmodul spannt jeweils über 14,40m.
Gebogene Doppel-T-Träger aus Stahl sind paarweise V-förmig angeordnet und liegen auf dem Rahmensystem der Erschließungszonen einerseits und auf der filigranen Konstruktion der geneigten Oberlichtbänder andererseits auf.
Durch die mögliche Installation von Schiebebühnen und Zwischengeschossen bieten die Module im Inneren hohe Flexibilität.
Die Tragstruktur der Dachflächen besteht aus einer Skelettkonstruktion, die im Boden verankert ist.
Die Gebäudelängen in Querrichtung ergeben sich aus den derzeitigen Bedürfnissen an Fläche im jeweiligen Produktions-, Forschungs- und Verwaltungsbereich und sind aufgrund der einfachen Modulstruktur leicht veränderbar.

RAUMABSCHLUSS

WAND: Der Abschluss der einzelnen Hallen erfolgt mit großflächigen Glasfassaden.

BELICHTUNG

Das Konzept sowohl für die natürliche als auch die künstliche Belichtung wurde von Renzo Piano speziell für dieses Projekt eltwickelt.
Aufgrund von den nur 56 mm starken Profilen sind die natürlichen Lichtverhältnisse besonders hoch. Über die nach Norden hin geöffneten Dachflächen dringt viel Licht ins Innere.
Für die indirekte künstliche Beleuchtung wurde in Zusammenarbeit mit einer Fachfirma eine Natrium-Quecksilber-Leuchte entwickelt.

TECHNISCHE GEBÄUDEAUSRÜSTUNG TGA

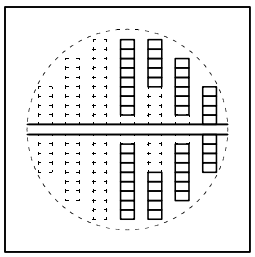
Die Haustechnik ist in Längsrichtung der einzelnen Gebäude angeordnet.





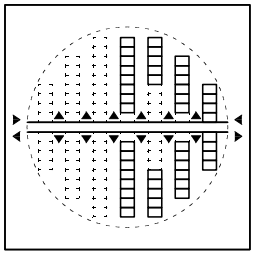
Abb.65: Fabrikanlage [Adam 04] S.172
Abb.66:Ein Modul [Adam 04] S.173

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.



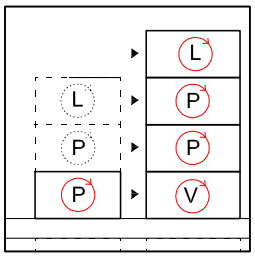
→ Erweiterung

MODULERWEITERUNG ACHSIAL
Erweiterungskonzept nach Spezifikation von zukünftigen Anforderungen mit festgelegtem Generalbebauungsplan entlang der Grundstücksgrenzen; Erweiterung des bestehenden Werkgeländes entlang einer Entwicklungsachse durch Repetition von Hallenmodulen, die Gebäude sind dadurch schrittweise erweiterbar; Erweiterungsflächen für zukünftige Erweiterungen als interne Grünfläche / Parkfläche zwischengenutzt.



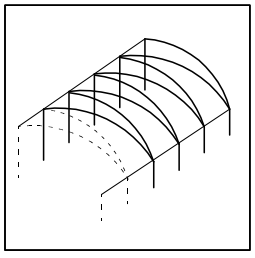
→ Erschliessung

Rückgrat
Die Entwicklungsader fungiert als logistisches und kommunikatives Rückgrat der Modulhallen mit unterschiedlichen Produktionsbereichen. Die Ver- und Entsorgung geschieht entlang der Fugen zwischen den einzelnen Modulen, die als Stichstrassen orthogonal von der Erschliessungsachse abgehen.



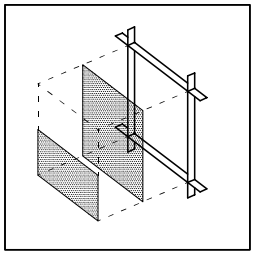
→ Nutzung

NUTZUNGSPEZIFISCHE MODULHALLEN
Die Gebäude sind als Baukastensystem aus einer großen Anzahl gleicher Module zusammengesetzt, die flexibel hinzugefügt oder entfernt werden können. Jedes Grundmodul vereint die funktionalen, konstruktiven und klimatischen Anforderungen in einem Element und kann gleichermaßen als Büro, Werkstatt, Labor oder Reinraum genutzt werden.



→ Tragwerk

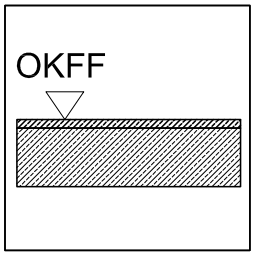
SCHALENTRAGWERK
Auf Einzelstützen aufgelegte Schalenkonstruktion als Gitterschale, mit flächiger Mantelschale; Räumliches Tragwerk von hoher Festigkeit aufgrund idealer Lastabtragung durch Schalenform, hier: Stahlträger die alternierend V-förmig zusammenlaufen und Halbschale ausbilden; aufgelagert auf Stahlstützen.



→ Fassade

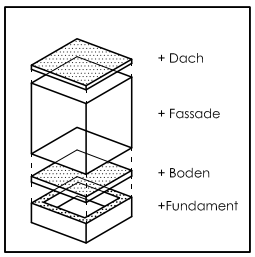
MODULARISIERTE FASSADEN
Vorgefertigte Fassaden-Module in bestimmtem, dem Rastermaß angepassten Abmessungen zum direkten Einbau auf das Primärtragwerk inkl. aller definierten Anforderungen an die Fassade, hier: System-Module für Hülle in unterschiedlichen Konfigurationen zum Anpassen an die jeweils gewünschte Funktion durch Positionierung bzw. Anzahl von Öffnungen und Installationen wie Lüftungslementen etc.

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.



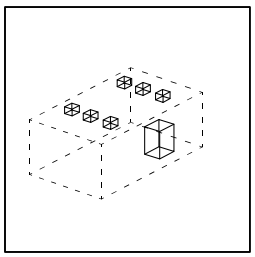
→ Boden

Bodenplatte aus Stahlbeton mit fugenlosem Abschluss als Industriefussboden (EP-Böden, PMMA-Böden, PU-Böden, Polyester und Venylesterböden - Anforderungen nach WHG, § 19, antistatische und leitfähige Industriefussböden); Je nach Nutzung und Anforderung mit Fachplaner zu ermitteln; Frei von Einbauten zur Förderung der Nutzungsvarianz.



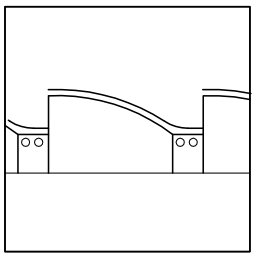
→ System

BAUKASTEN
Durch Abstimmung und Auswahl von modularisierten Tragwerks- und Fassadenelementen entsteht ein Baukasten aus dem der Nutzer frei nach Anforderungsprofil das Gebäude konfigurieren und bei Bedarf neu anpassen kann.



→ Medienführung

DEZENTRALE MODULVERSORGUNG
Verteilung der technischen Komponenten innerhalb der Hallenzwischenräume entlang der Gebäudelängsachsen als Plug-In, gezielte Positionierung von Elemeneten möglich; Wasser- und Stromanschlüsse in Hausanschlussraum innerhalb einer festinstallierten Raumbox; Dezentrale Versorgung ermöglicht die spezifische Anpassung jedes Hallen-Modules.



→ Versorgung

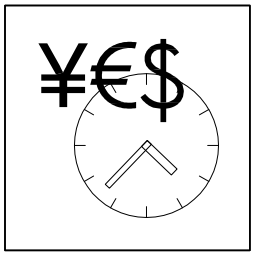
TRASSENSTEG
Versorgung der Hallenkomplexe aus Modulen mittels längsachsig in den Hallenzwischenräumen verlegten Trassenstegen die offen die akut notwendigen Installationen aufnehmen; Hohe Variabilität, da diese je nach Bedarf mit wenig Aufwand aufgefüllt werden können und die einzelnen Module somit unterschiedlich bespielt werden können.



→ TGA-Konzept

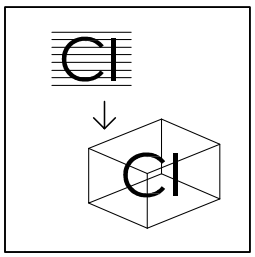
PASSIVE KONDITIONIERUNG
der TGA durch natürliche Belüftung, Belichtung und Nutzung regenerativer Energien; Förderung der Nachhaltigkeit durch Lichtlenkung und Lüftungsstrategien, hier: indirekte, blendfreie Beleuchtung der Halle durch Dachschale als Reflektor für Lichtlenkung, Möglichkeit der Querlüftung.

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.



→ Effizienz

ÖKONOMISCHE EFFIZIENZ
Vorgefertigtes Baukastensystem kann effizient für bestimmte Bauaufgaben genutzt werden; Verkürzung der Bau- und Planungszeit mit Kosteneinsparungen; Abbau und Recycling der einzelnen Bauteile möglich; Kosteneinsparungen durch "recycling" von Bauteilen bei noch intakter Funktion.



→ Prägung

PRÄGUNG DURCH UNTERNEHMENSLEITSÄTZE
Als Konglomerat mehrerer Firmen sollte das neue Werk diese Vielfalt visuell untermalen. Die eigenständigen, aber doch durch die Achse zusammengewachsenen Hallen bilden eine Einheit, die sich harmonisch in die flache, ländlich geprägte Umgebung einpasst. Grünzonen und Kommunikationsschnittstellen zwischen den Hallenmodulen stärken den Informationsfluss der für das Zusammenwachsen nötig ist.

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.

Kapitel E7
Fallbeispiele

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.

0032PRO IND_PM_WAN_SYS Produktionshalle Schwörer

Schwörer Haus KG, Kerler

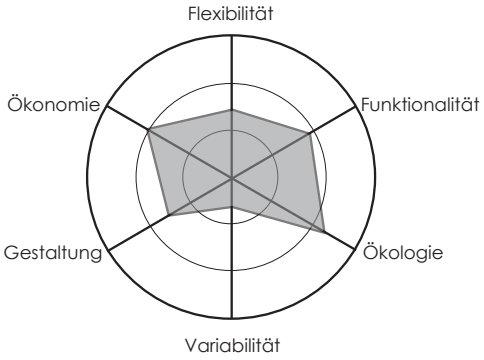




Abb.67: Blick in die Halle [Rack 08] S.28

ALLGEMEIN

Baujahr	2005-2006
Standort	Hohenstein-Oberstetten
Nutzungsart	Produktionshalle
Produkt	Holzprodukte
Eigentümer/Nutzer	Schwörer Haus KG

KENNDATEN

Baukörper	kubischer Baukörper
Geschossigkeit	ein- bis zweigeschossig
Aussenmaße	200m x 80m

FLÄCHEN UND VOLUMEN

BRI (Brutto Rauminhalt)	256.000 m3
NGF	16.000 m²

STANDORT

AREAL/MASTERPLAN

Um der steigenden Nachfrage gerecht zu werden, wurde am Hauptstandort in Hohenstein-Oberstetten für die Firma SchwörerHaus KG, die Holzwerkstoffe und Häuser in Holzbauweise produziert, ein Neubau nötig.
Bestehendes Werksgelände, ca. 20 km südlich von Reutlingen, wurde um eine zweischiffige Halle erweitert.
Hoher vorfertigungsgrad von Dach- und Wandelementen im eigenen Werk.

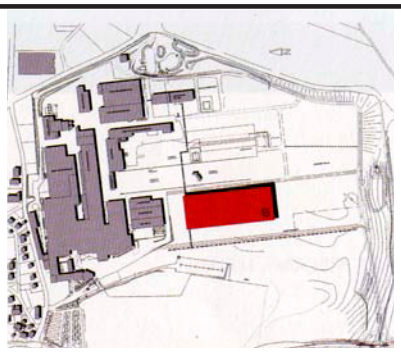
VER+ENTSORGUNG / INFRASTRUKTUR

Versorgung über Wegenetz und umlaufende Ringstrasse zur Anbindung an bestehende Infratsruktur; Bei Erweiterung bleibt die zentrale An-Ablieferung an Hallenseite bestehen; Personal: seitliche Erschliessung an Längsseite.

ERWEITERUNGSFLÄCHEN

Neubau einer Produktionshalle „auf grüner Wiese“ in unmittelbarer Nähe zum Stammwerk des Fertighausherstellers in heterogen bebautem Industrieareal; Grundstück lässt Erweiterung zu; Erweiterungsform systemisch linear durch Erweiterung der linearen Tragwerkskomponenten in einer Richtung.

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.



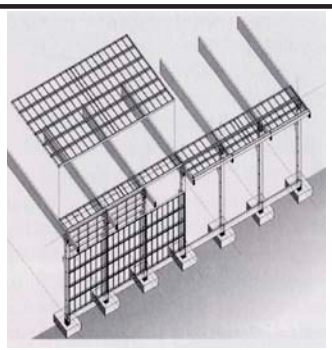


Abb.68: Lageplan [Rack 08] S.31
Abb.69: Isometrie [Rack 08] S.30

NUTZUNGSSTRUKTUR

PRODUKTION

Die Produktion wird durch ein mehrstöckiges Lamellenaushärt- und Pufferlager sowie mehrfach-Verleimpressen gebildet. Eine Lamellensortieranlage unterstützt die Produktion.

FLÄCHE

Die Fläche für das nötige Maschinenanlagen wurde ungebunden an die Hallenkonstruktion angeordnet, um flexibel mit eventuellen Entwiklungen und Veränderungen umgehen zu können.
Um in Hallenquerrichtung genügend Spielraum für den Materialtransport zu haben, wurden die Stützen in Achse 14 bis 17 entsprechend anders abgefangen.

TRANSPORT

Zwei Krananlagen dienen dem Materialtransport.

BAUSTRUKTUR

TRAGWERK

Eine klar strukturierte Konstruktion aus elementierten Modulen bildet das Tragwerk, witterungsunabhängig schnell montierbar.
Das Primärtragsystem ergibt sich aus eingespannten Stahlbetonstützen als Außen und Mittelstützen mit Brettschichthoz-Leimbindern.
Es wurde angestrebt, ein gutes Verhältnis von Dachneigung, Stützenhöhe und Hallenvolumen zu finden, um den Umfang der Halle (Hülle) minimal zu halten.
Kostengünstige Flachgründungen aus Einzelfundamenten, zusätzliche Einzelfundamente an Stellen höherer Belastung durch Maschinen kamen zum Einsatz.
Das Stützenraster basiert auf einem Abstand von 8m.
Die Träger wurden als Fischbauchbinder ausgeführt mit einer Breite von 23cm, und maximaler Höhe am Stich von 2,79m. Die Parabolische Form der Träger entspricht optimal dem Verlauf des Biegemoments.
Aufgrund hoher Auflagerkräfte sind zusätzliche Schlitzbleche mit Stabdübelanbindung sowie eine Stahlplatte in Bereichen der Lasteinleitung eingebaut.
Die Aussteifung erfolgt in Hallenquerrichtung durch sieben Windverbände.

RAUMABSCHLUSS

Alle Wand- und Dachelemente wurden im eigenen Werk speziell angefertigt, im Grundprinzip einer Rippenstruktur, bestehend aus beidseitigen Längsträgern mit dazwischen liegenden Querträgern.
Auf den Dachelementen liegt eine 27mm starke OSB-Platte, Dampfsperre, 140mm Mineralfaserdämmung und eine zweilagige Bitumenabdichtung (ein Modul 24m x 2,40m).
Die Wandelemente wurden mit einer hinterlüfteten Holzfassade mit Stulpschalung als Fassadenbekleidung ausgeführt.





Abb.70: Stütze [Rack 08] S.29
Abb.71: Innenraum [Rack 08] S.29

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.

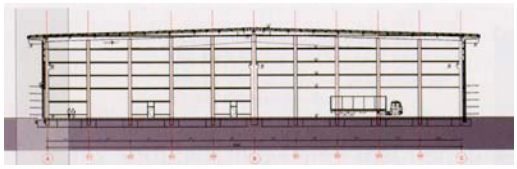
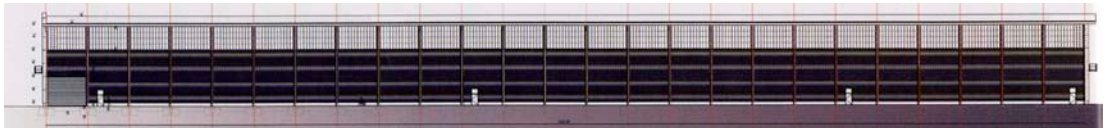


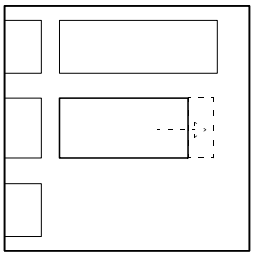
Abb.72: Querschnitt [Rack 08] S.31
Abb.73 Ansicht [Rack 08] S.30



TECHNISCHE GEBÄUDEAUSRÜSTUNG TGA
Eine großflächig verlegte Fussbodenheizung dient der Aufrechterhaltung des Hallenklimas von 20 Grad Celsius und der relativen Luftfeuchte von 65 %. Die Abwärme aus dem eigenen Biomasse-Heizkraftwerk kann die benötigte Vorlauftemperatur von 45 Grad Celsius und damit den Wärmebedarf decken.
Die Strom-, Wärme- und Wasserversorgung erfolgt über unterirdischen Kanal.

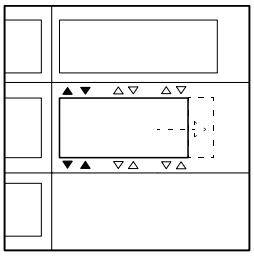
BAULICHER BRANDSCHUTZ
Sicherheitskategorie K4, welche eine selbsttätige Feuerlöschanlage fordert nach Mindestanforderungen aus der Landesbauordnung sowie der Industriebaurichtlinie.
F60-AB für die Stützen, F30-B für die Binder und BSH-Binder des Daches.

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.



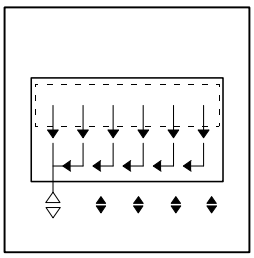
→ Erweiterung

ERWEITERUNG SYSTEMISCH LINEAR
Neubau einer Produktionshalle "auf grüner Wiese" in unmittelbarer Nähe zum Stammwerk des Fertighausherstellers in heterogen bebautem Industrieareal; Grundstück lässt Erweiterung zu; Erweiterungsform systemisch linear durch Erweiterung der linearen Tragwerkskomponenten in einer Richtung.



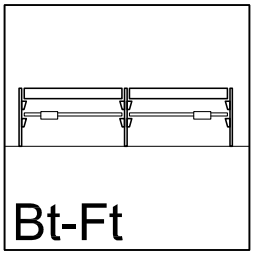
→ Erschliessung

RINGSTRASSE
Versorgung über Wegenetz und umlaufende Ringstrasse zur Anbindung an bestehende Infratsruktur; Bei Erweiterung bleibt die zentrale An-Ablieferung an Hallenseite bestehen; Personal: seitliche Erschliessung an Längsseite.



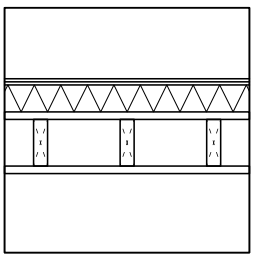
→ Nutzung

VERTIKALE FUNKTIONSSTREIFEN
Gliederung der Fläche durch mittige Tragwerksstruktur in autarke Funktionsstreifen für Lager und Produktion entlang der Schiffe; Eigenständigkeit der Funktionsstreifen durch gleiche Erschliessungs- und Nutzungsauslegung; Funktionsablauf von im hinteren Bereich der Halle liegendem Lager über Fliessmontage mit Kranbahnen und Kommisionierung direkt auf den LKW im Halleninneraum.



→ Tragwerk

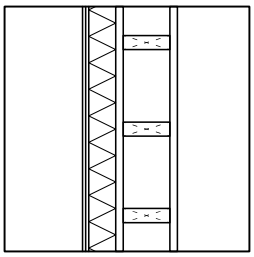
ELEMETIERTES TRAGWERK
2-schiffige schwere Halle aus eingespannten Stahlbetonstützen im Achsabstand von 8m mit Auflagerkonsolen für Krananlagen; Eingelegte Brettschichtholzbinder, als Fischbauchträger ausgeführt mit 40m Spannweite; Brettschichtholzträger aus Eigenproduktion und für grosse Spannweiten statisch optimierte Stahlbetonstützen zur ökonomischen Optimierung.



→ Dach

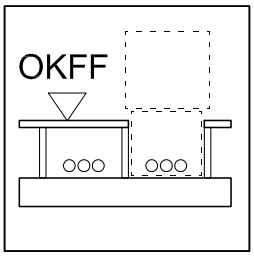
MODULARISIERTES DACH
Vorgefertigte Dach-Module in bestimmtem, dem Rastermaß angepassten Abmessungen, zum direkten Einbau auf das Primärtragwerk inkl. aller definierten Anforderungen an die Dachfläche, hier: vorgefertigte, wärmegedämmte Dachelemente in Holztafelbauweise mit Oberlichtern als RWA aus hauseigener Produktion ermöglichten die witterungsunabhängige Fertigstellung der Gebäudehülle in sehr kurzer Bauzeit.

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.



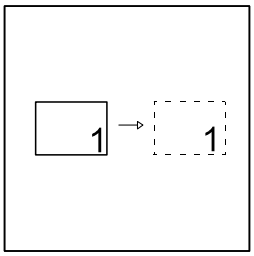
→ Fassade

MODULARISIERTE FASSADEN
Vorgefertigte Fassaden-Module in bestimmtem, dem Rastermaß angepassten Abmessungen zum direkten Einbau auf das Primärtragwerk inkl. aller definierten Anforderungen an die Fassade, hier: vorgefertigte, wärmegedämmte Wandelemente in Holztafelbauweise aus hauseigener Produktion mit integrierten Tor- und Türanlagen; Modulvarianz durch verglaste Fassadenelemente zur Belichtung.



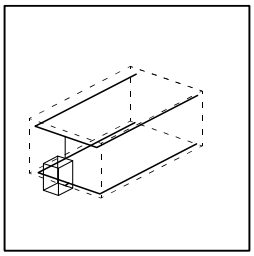
→ Boden

SYSTEM BODEN
als Hohlboden (Revisionsöffnungen) bzw. Doppelbodensystem (frei zugänglich) zur Aufnahme von Installationstechnik bzw. Maschinenfundamenten; Durch variable Adaptionsmöglichkeit der Einzelkomponenten entsteht offener Grundriss, hier: Doppelbodensystem mit eingelegten Maschinenfundamenten; Bei Umnutzung können die Fundamente angepasst werden; Fundamentzwischenräume zur Medienversorgung.



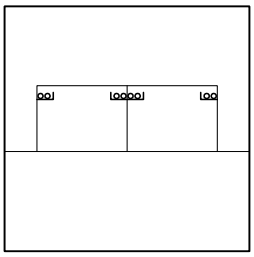
→ Ausbau

Mobile Raumboxen
für Besprechungs- und Sozialräume innerhalb der Produktionsfläche zur Optimierung der Kommunikation und Steigerung der Variabilität des zu bespielenden Raumes.



→ Versorgung

HAUSTECHNIKZENTRALE
in seitlich liegendem, entkoppeltem Gebäudeteil; Hauptversorgung über Doppelbodensystem; Weitere Medienführung in Hallendachebene durch Aussparungen in Brettschichtholzbindern und Trassen unterhalb der Trägerebene.



→ Medienführung

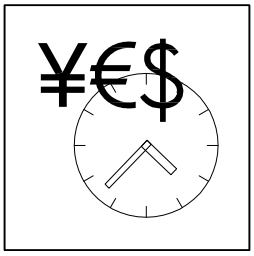
TRASSESTEGE
Versorgung der Produktionshalle in Deckenebene mittels seitlich den Hallenschiffen folgenden Trassenstegen, die offen die akut notwendigen Installationen aufnehmen; Hohe Variabilität, da diese je nach Bedarf mit wenig Aufwand aufgefüllt werden können.

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.



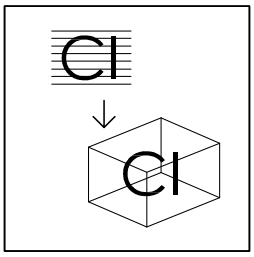
→ TGA-Konzept

PASSIVE KONDITIONIERUNG
der TGA durch natürliche Belüftung, Belichtung und Nutzung regenerativer Energien; Förderung der Nachhaltigkeit durch Biomasse-Heizkraftwerk die durch Holzsägereste der Produktion betrieben wird; Installation von Fussbodenheizung zur Erzeugung eines konstanten Hallenklimas.



→ Effizienz

ÖKONOMISCHE EFFIZIENZ
Ausnutzung bestehender Werksstrukturen; Erweiterungsflächen, Tragwerkselemente; Dach- und Wandelemente aus hauseigener Produktion ermöglichen die witterungsunabhängige Fertigstellung der Gebäudehülle in sehr kurzer Bauzeit.



→ Prägung

PRÄGUNG DURCH UNTERNEHMENSLEITSÄTZE
Dem Selbstverständnis des Bauherrn entsprechend, demonstriert das Bauwerk die besonderen Möglichkeiten und die Wirtschaftlichkeit von Holzbauweisen für Bauaufgaben dieser Art exemplarisch. Die Elementierung der gesamten Hallenkonstruktion zeigt die klare Gliederung und die Einfachheit der Halle aussen wie auch innen.

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.

0040MON IND_PM_VS_RES Montagezentrum ESTA

Gerken Architekten und Ingenieure

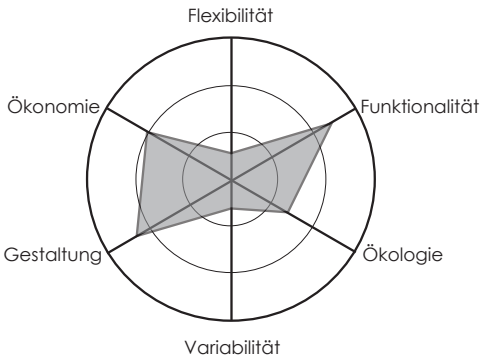




Abb.74: Gebäude in der Dämmerung [Uffe 09] S.90

ALLGEMEIN

Baujahr	2007
Standort	Gotenstraße 2-6 , Senden
Nutzungsart	Lagerhalle
Produkt	Holzwerkstoffe
Eigentümer/Nutzer	Dr. Peter Kulitz/ ESTA Apparatebau GmbH&Co.KG

KENNDATEN

Baukörper	Kubischer Baukörper
Geschossigkeit	sechsgeschossig
Aussenmaße	25m x 25m

FLÄCHEN UND VOLUMEN

BRI (Brutto Rauminhalt)	15.625 m3
BGF (Brutto Grundfläche)	3.800 m²
Bausumme in €	7,2 Mio. €

STANDORT

AREAL/MASTERPLAN

Die Firma ESTA, eine der weltweit führenden Hersteller im Bereich der Absaugtechnik, entschied sich 2005 für eine Erweiterung ihres Firmensitzes, um die hohe Nachfrage bedienen und darüber hinaus auch expandieren zu können. Das Grundstück befindet sich in Senden, in unmittelbarer Nähe zur Autobahn.
Für das neue Montagezentrum wurden gemeinsam mit dem Bauherrn Prämissen festgelegt. Das Gebäude sollte den innovativen Arbeitsansatz der Firma ESTA widerspiegeln, es sollte kommunikativ und offen sein, integrativ Entwicklung, Produktion und Montage verzahnen und komplett mit regenerativer Energie beheizt und gekühlt werden.
Das bestehende L-förmige Firmengebäude wurde erhalten und zur südlich verlaufenden Straße durch den kubischen Neubau, ein freistehender, würfelähnlicher Bau, ergänzt.

VER+ENTSORGUNG / INFRASTRUKTUR

Nutzung der vorhandenen Infrastruktur zur Ver- und Entsorgung durch Anschluss an Bestandslager über Versorgungsbrücke; Personalerschliessung durch Frontal gelegene Eingangszone für Kunden/Personal. Keine direkte Ver- und Entsorgung mit LKW-Laderampen vorgesehen.

ERWEITERUNGSFLÄCHEN

Der bestehende Komplex soll durch ein 450m² großes Hochregallager mit einer Kapazität von 1500 Paletten ersetzt werden und den Ort weiter aufwerten.

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.

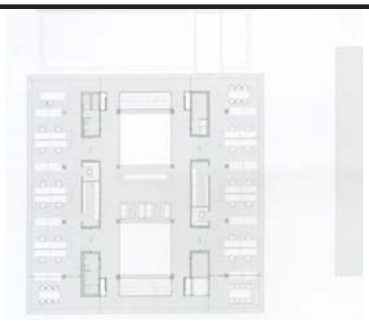


Abb.75: Grundriss [Uffe 09] S.91

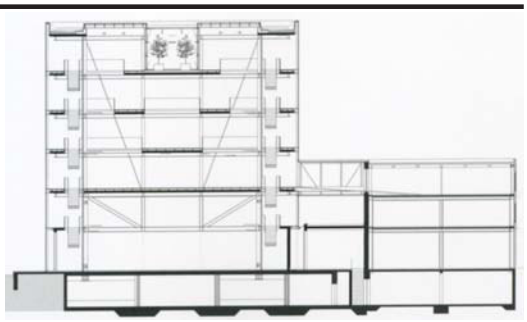


Abb.76: Schnitt [Uffe 09] S.91

NUTZUNGSSTRUKTUR

FLÄCHE

In dem 8 m hohen Erdgeschoss befindet sich die Großgerätemontage, welche von einer umlaufenden Galerie, die zusätzlich als Ausstellungsfläche dient, einsehbar ist.
Das zentrale Atrium der darüber liegenden vier Geschosse ist der kommunikative Mittelpunkt der Firma.
Im ersten Stock ist die Fertigung der Kleingeräte untergebracht; Verwaltung und Konstruktionsabteilung befinden sich in den Etagen zwei bis vier.
Die Büroflächen sind zu beiden Seiten des Atriums angeordnet, und wurden sowohl offen als auch als Einzelbüros konzipiert.
Durch stegähnliche Brücken wurde eine Querverbindung der einzelnen Bereiche geschaffen.
Eingestellte Boxen auf den jeweiligen Ebenen dienen den erforderlichen Nebennutzungen (sanitäre Einrichtungen, Bibliotheken, Technikräume, etc.).
In der ersten unde zweiten Etage wurde der Neubau durch eine geschlossene Brücke mit dem dreistöckigen angrenzenden Altbau verbunden.

BAUSTRUKTUR

TRAGWERK

Da das neue Montagezentrum auf einem bestehenden Kellergeschoss gründet, musste die Auflast des Gebäudes möglichst gering ausfallen. Als Baustoff wurde daher Stahl gewählt.
Eine weitere Einschränkung resultiert aus der Nutzung im Erdgeschoss, welches für die Montage der Großgeräte stützenfrei ausgeführt werden sollte.
Fachwerkträger spannen über 17,95m zwischen den vier Hauptstützen, auf denen das gesamte Gebäude ablastet.
Die vier Obergeschosse sind als Verbundkonstruktion von Stahl-Vierendeelträgern und Sichtbetondecken ausgebildet, die zusätzlich durch Verbände ausgesteift werden.
Bei der Gestaltung der stark biegebeanspruchten Stahlknoten konnte eine reduzierte und hocheffiziente Lösung realisiert werden.
Die Montage erfolgte geschossweise. Pro Ebene liegen jeweils sechs tischförmige Träger mit den vier Eckstützen und dem umlaufenden Trägerkranz auf dem entsprechenden Untergeschoss.
Zur Horizontalaussteifung bindet die Galerie, die sich als Stahlbetonaufkantung aus dem Außenbelag entwickelt, an Hauptstützen und Fachwerkträger an.

RAUMABSCHLUSS

WAND: Da ein möglichst energieefizientes Bauwerk entwickelt werden sollte, musste die Planung der Glasfassade mit größter Präzision erfolgen.
Somit kam für die Fassade ein neu entwickeltes Isolierglas der Fa. Trösch zum Einsatz, das erstmals bei 70-prozentiger Lichttransmission einen g-Wert von nur 36% erreicht.
Dieser Wert wird durch die Kombination einer äußeren, zehn Millimeter starken Scheibe aus Ein-





Abb.77: Fassade [Arch 09]
Abb.78: Galerie [Uffe 09] S. 89

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.



Abb.79: Treppe [Uffe 09] S. 90



Abb.80: Galerie [Arch 09]

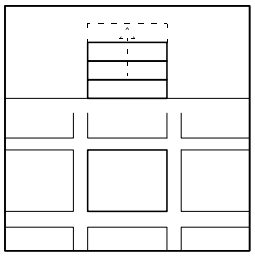
bensicherheitsglas und einem auf der Innenseite angebrachten Verbundsicherheitsglas mit einer Dicke von etwa 10 Millimetern erreicht. Die äußere Scheibe ist mit einer selektiven Beschichtung versehen, die für die flächenbündige Montage der Deckenleisten außenseitig entsprechend gefräst wurde.
Mit der Gestaltung des 40-prozentigen Siebdrucks als über das gesamte Gebäude laufendes Netz, das sich zu den Geschossdecken verdichtet und zur Fenstermitte beinahe vollständig auflöst, konnte für den Nutzer maximale Transparenz erreicht werden.

BELICHTUNG
Die Belichtung erfolgt über die transparente Fassade.

TECHNISCHE GEBÄUDEAUSRÜSTUNG TGA
Die Entwicklung eines zukunftweisenden Energiekonzeptes erhielt oberste Priorität, bei dem die Nutzung der regenerativen Energien eine große Rolle spielt. Durch Gebäudesimulation wurden unterschiedliche Temperaturszenarien untersucht.
Die im Grundwasser gespeicherte Energie sollte zur Kühlung und Erwärmung des Bauwerks herangezogen werden, unterstützt durch eine Photovoltaikanlage und ein mit Pflanzenöl betriebenes Blockheizwerk. Dieses Konzept sollte sich nicht nur auf den Neubau beschränken, sondern auch auf den Bestand bezogen werden.
Die Wärmepumpen entnehmen dem Grundwasser thermische Energie, die sie anschließend über elektrische Kompression für den Heizbetrieb des Bauweks verwenden. Im Erdgeschoss wurde zusätzlich eine Fussbodenheizung eingesetzt, unterstützt durch eine Betonkernaktivierung.
In den darüber liegenden Geschossen erfolgt die Beheizung ebenfalls über Betonkernaktivierung, somit wird die Wärme über große Oberflächen abgegeben.
Auch die Kühlung der oberen Geschosse erfolgt über die Geschossdecken mittels Bauteiaktivierung. Zusätzlich wurde ein Grundwasserwärmetauscher, sowie Kühlsegel in den Deckenrandfeldern eingesetzt.

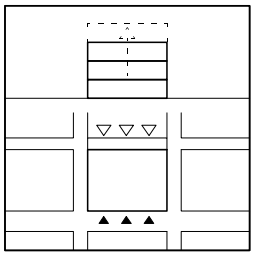
BAULICHER BRANDSCHUTZ
Auch beim Brandschutzkonzept konnte ein innovativer Weg beschritten werden. Dem Wunsch des Bauherren nach einem offenen, hoch transparenten Gebäude entsprechend, wurden die notwendigen Fluchttreppenhäuser vollständig verglast ausgeführt.
Zwei grundlegende Maßnahmen haben hierzu beigetragen: Zum einen eine flächige Sprinklerung des gesamten Neubaus, zum anderen konnte entsprechend dem Brandschutzkonzept statt der sonst üblichen G30-Verglasung eine VSG-Verglasung mit Seitenwandsprinklerung eingebaut werden.
Eine weitere Voraussetzung für die Konstruktion in Stahl war, dass Zu- und Abluftflächen in Fassade und Innenhof eine hinreichende Entrauchung des Montagezentrums garantieren.

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.



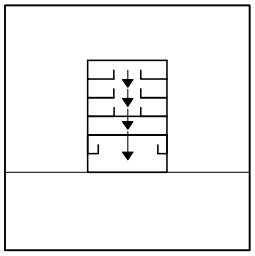
→ Erweiterung

ERWEITERUNG IN DER HÖHE
Aufgrund fehlender Erweiterungsflächen auf dem bestehenden Werksgelände werden die notwendigen Funktionsflächen übereinander auf einem bestehenden Kellergeschoss zu einem Produktionsturm gestapelt. Zusätzliche Ebenen können nur durch Mehraufwand wie z.B. Vorhaltung von Tragwerksstrukturen realisiert werden.



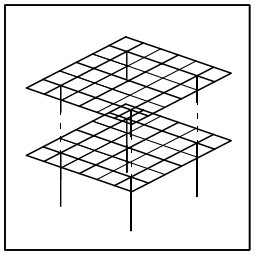
→ Erschliessung

VERSORGUNGSBRÜCKE
Nutzung der vorhandenen Infrastruktur zur Ver- und Entsorgung durch Anschluss an Bestandslager über Versorgungsbrücke; Personalerschliessung durch Frontal gelegene Eingangszone für Kunden/Personal. Keine direkte Ver- und Entsorgung mit LKW-Laderampen vorgesehen.



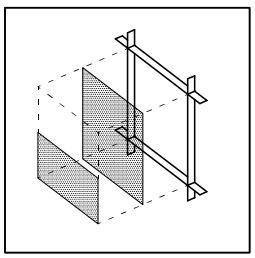
→ Nutzung

GESTAPELTE FUNKTIONEN
Die stützenfreien Grundrisse sind nach Funktionsart von schwer für Endfertigung über mittel für Vormontage und Konstruktion bis zu leicht für Verwaltung übereinander gestapelt. Die jeweilig benötigte Raumhöhe wird strikt umgesetzt, so dass die Produktionsfläche im EG als zweigeschossiger Bereich mit umlaufender Gallerie ausgebildet ist. Die Verwaltungsbereiche verfügen im Innenraum über ein Kommunikationsatrium, was die Ebenen miteienander verbindet.



→ Tragwerk

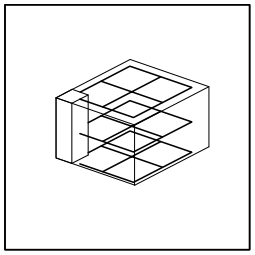
SYSTEMTRAGWERK UNGERICHTET
Staffelung durch Aufeinanderstapeln von Trägerrosten; Produktionsbereich 2-achsig lastabtragender Trägerrost aus Stahl-Fachwerkträgern mit eingespannten Eckstützen aus Stahl; Zusatzebenen als "Tische" in Verbundkonstruktion von Stahl-Vierendeelträgern und Sichtbetondecken ausgebildet, die zusätzlich durch Verbände ausgesteift werden.



→ Fassade

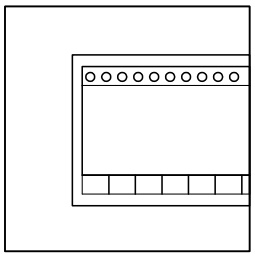
MODULARISIERTE FASSADEN
Vorgefertigte Fassaden-Module in bestimmtem, dem Rastermaß angepassten Abmessungen zum direkten Einbau auf das Primärtragwerk inkl. aller definierten Anforderungen an die Fassade, hier: vollflächige Glasmodule mit 40% Bedruckung aus Isolierglas mit mechanischen Lüftungsklappen zur Optimierung der energetischen Aspekte im Gebäude und zur Schaffung von Transparenz von Innen nach Aussen und von Aussen nach Innen.

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.



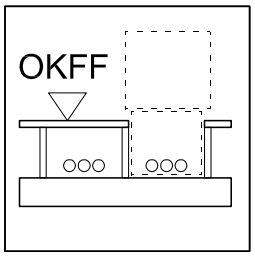
→ Versorgung

KERN
Verteilung der Haustechnik von Zentrale an Erschliessungs und Versorgungskern angelegter Haustechnikzentrale; Verteilung über vertikalen Schacht und horizontale Ausbildung von Versorgungsnetzen in Boden und Decke.



→ Medienführung

BODEN- UND DECKENVERTEILUNG
Versorgung der gesamten Produktionshalle durch Installationsführung in Bodenkanälen mit Auslässen in Industriefussboden und zusätzlicher Verteilungsebene unter der Decke; Durch Abhangdecken ist die Tragwerksebene installationsoffen, da alle Leitungen flexibel und variabel in Trassen oder Abhängungen verlegt werden können.



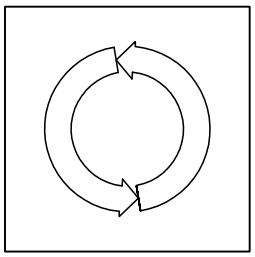
→ Boden

SYSTEM BODEN
als Hohlboden (Revisionsöffnungen) bzw. Doppelbodensystem (frei zugänglich) zur Aufnahme von Installationstechnik bzw. Maschinenfundamenten; Durch variable Adaptionsmöglichkeit der Einzelkomponenten entsteht offener Grundriss.



→ TGA-Konzept

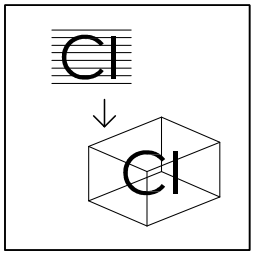
AKTIVE KONDITIONIERUNG
Entwurfsansatz der Nutzung regenerativer Energien; Aktive Entwurfsansätze der TGA durch mechanische Systemlösungen für Belüftung, Belichtung und Energieversorgung; Zentralsteuerung der Haustechnik zur Optimierung; Gebäudewärmung durch Grundwasser mittels Wärmepumpen, dafür erforderliche elektrische Energie durch Rapsöl-BHKW sowie Dach-Solaranlage; Durch Bauteilaktivierung werden die Geschossdecken als Flächenelemente im Winter zur Heizung und im Sommer zur Kühlung genutzt.



→ Effizienz

ÖKOLOGISCHE EFFIZIENZ
Erstellung eines Energiekonzeptes; Verwendung eines elementierten, recyclingfähigen Stahlskelettbaus und elementarisierter Fassadenpanele; Förderung der Arbeitsplatzqualität durch Förderung von Transparenz und Kommunikation unter den einzelnen Produktionsbereichen.

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.



→ Prägung

PRÄGUNG DURCH UNTERNEHMENSLEITSÄTZE
Gemeinsame Festlegung von Prämissen mit Bauherrn und Architekten. Das Gebäude sollte den innovativen Arbeitsansatz der Firma ESTA widerspiegeln, es sollte kommunikativ und offen sein, integrative Entwicklung, Produktion und Montage verzahnen und komplett mit regenerativer Energie beheizt und gekühlt werden. Die Massnahmen sollen die Vision - Marktpräsenz - Technologie - Soziales - des Unternehmens nach Aussen transportieren.

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.

0041BAS IND_VS_IMA

BASS GmbH & Co.KG Firmensitz

Florian Nagler Architekten

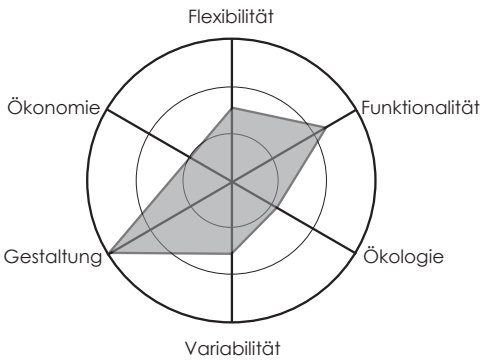




Abb.81: Ansicht [Dam 06]

ALLGEMEIN

Baujahr	März 2003- Dezember 2004
Standort	Niederstetten
Nutzungsart	Montagegebäude
Produkt	Technik für Gewinde
Eigentümer/Nutzer	BASS Gmbh & Co.KG

KENNDATEN

Baukörper	drei Haupthallen mit verbindenden Zwischenkörpern
Geschossigkeit	ein- bis zweigeschossig
Aussenmaße	x m x x **m x x m**

FLÄCHEN UND VOLUMEN

BRI (Brutto Rauminhalt)	39121 m³
BGF (Brutto Grundfläche)	6668 m²
HNF (Haupt Nutzfläche)	5316 m²

STANDORT

AREAL/MASTERPLAN

Die Firma Bass GmbH Niederstetten plant den Neubau ihres Firmensitzes am westlichen Rand des Gewerbegebiets „Hohe Buche“ oberhalb Niederstettens.
Um den flacheren Bereich des 39295m² großen Grundstückes optimal zu nutzen und den Abstand zum süd-westlich angrenzenden Wohngebiet möglichst groß zu halten, wurde der Gebäudekomplex nahe an die östliche Grundstücksgrenze gesetzt.
Mittels einer ca. 1m hohen Stützwand wurde ein Plateau geschaffen, das sowohl für den zunächst zu realisierenden Bauabschnitt, als auch für eventuelle spätere Erweiterungen ein nahezu ebenes Baufeld bietet. Die natürliche Hangsituation kann dabei geschickt für die getrennt angeordneten Anlieferungs- bzw. Verladerampen genutzt werden. Die in drei Haupthallen mit verbindenden Zwischenbaukörpern gegliederte Anlage greift dabei die Ausrichtung der benachbarten Gewerbehallen ganz selbstverständlich auf.

VER+ENTSORGUNG / INFRASTRUKTUR

Die Zufahrt zum Grundstück erfolgt von der Straße Am Rehhof aus. Die Verkehrsflächen auf dem Grundstück für Zufahrten, Zugänge etc. werden als Mischflächen ausgeführt. Zusätzliche separate Fuß- und Radwege werden auf dem Grundstück nicht vorgesehen.
Auftakt, beziehungsweise Endpunkt für den Materialfluss sind auf beiden Seiten identische großzügige Vordachbereiche mit den erforderlichen Verladerampen, von denen aus eine

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.

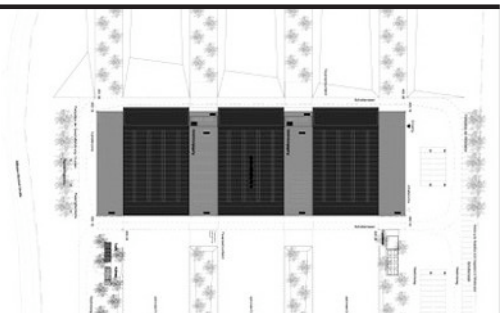


Abb.82: Grundriss [Arch 09]

interne „Straße“ alle Produktionsbereiche erschließt.
Die Anlieferung mit LKW und die stärker frequentierte Personalzufahrt wurde aus lärmtechnischen Gründen in die nordwestlichste Ecke des Grundstücks gelegt.

ERWEITERUNGSFLÄCHEN
Schon im ersten Bauabschnitt wurden die Erweiterungsflächen mit eingeplant und sind ausreichend vorhanden. Der Gebäudekomplex lässt sich somit einfach um neue Hallen durch Zwischenbaukörper nach vorhandenem Prinzip erweitern.

NUTZUNGSSTRUKTUR

PRODUKTION
Die einzelnen Produktionsschritte werden deutlich ablesbar durch die Anordung der drei Hallen mit den Werkbereichen Weichbearbeitung, Hartbearbeitung und Versand.
Die Anordnung der Hallen senkrecht zu den Haupterschließungen ermöglicht einen reibungslosen Materialfluss.

FLÄCHE
Hinter den beiden nahezu vollständig verglasten Längsfassaden verlaufen interne Wege. Im Westen der 4m breite Erschließungsweg mit zwei einläufigen Treppen ins Obergeschoss zur Verwaltung. Im Osten befindet sich ebenfalls ein 4m breiter Transportweg, der durch große Schiebetore mit den Hallen in Verbindung steht.
An der Nordseite befindet sich der Mitarbeitereingang und die Anlieferung, an der Südseite der Kundeneingang und die Auslieferung.
In den drei im Obergeschoss auskragenden Blöcken befinden sich die Büros, entlang einer offenen Flurzone. Zwischen den Auskragungen sind Terrassen angeordnet.

BAUSTRUKTUR

TRAGWERK
Dem Entwurf liegt in Ost-West-Richtung ein Grundraster von 1,04 m zu Grunde. In Nord-Süd-Richtung basiert der Entwurf auf einem Grundraster von 1,00m.
Die Gründung wird als Flächengründung, teilweise platten-, teilweise streifenförmig vorgenommen.
Die tragenden Wände sind in Stahlbetonkonstruktion vorgesehen und bleiben überwiegend sichtbar. Die Vertikal- und Horizontallasten werden überwiegend über diese Wandscheiben abgetragen.
Die Dächer der Kerne II + III spannen als Fertigteil-Rippendecke über 12.48m. Lediglich die auskragenden Dächer der Kerne II + III nach Osten und Westen hin werden durch Stützen abgefangen.
Die Dächer der Kerne I + IV sind aufgrund der großen Auskragung der Vordächer als vorgespannte Flachdecken in Stahlbeton ausgebildet, wobei hier aus bauphysikalischen Gründen zusätzliche thermische Trennungen vorgesehen sind.



Abb.83: Blick entlang Fassade [Dam 06]



Abb.84: Westfassade [Nagl 05] S.1439

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.

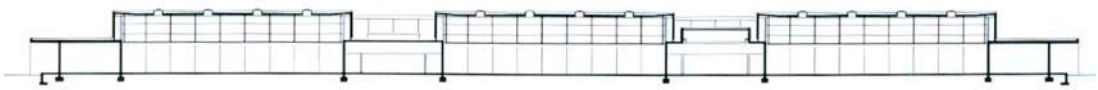


Abb.85: Schnitt [Nagl 05] S.1438

Die Haupttragwerke der Produktionshallen sind mit Einfeldträgern aus Brettschichtholz im Abstand von 2 m überspannt. Von diesen Trägern sind schlanke Koppelbalken abgehängt, um als Tragschicht für die Installationen zu dienen, bzw. aufgeständert, um das Dach zu tragen. Als Dachschalung dient dort gelochtes Trapezblech, welches mittels eingelegter Absorber hervorragende akustische Eigenschaften aufweist. Die seitlichen Raumabschlüsse des Haupttragwerks werden als elementierte Holz-Pfosten-Riegel-Konstruktionen ausgeführt.
Die Haupttragwerke der Verwaltung und der Technikbühnen werden als Mischkonstruktion aus Stahlstützen und in die Decke integrierten Unterzügen aus Stahl bzw. Holz, zwischen denen einfache Holzbalkendecken spannen, die wiederum mit sichtbar bleibenden OSB_Platten verkleidet werden, ausgeführt.
Trpezblech im Dach gewährleistet eine aussteifende Dachscheibe.
Die seitlichen Raumabschlüsse des Haupttragwerks werden zur Aussteiffung herangezogen

RAUMABSCHLUSS
WAND: Die Verglasungen und Fassaden im Bereich der Produktion werden als Industrie-Stahl-Glas-Fassaden ausgebildet.
Im Bereich der Verwaltung werden die Fassaden mit zusätzlichem innen liegendem Blendschutz ausgebildet. Als Sonnenschutz dient hier, aufgrund der örtlichen Windverhältnisse, ein starr montierter, den gesamten Obergeschoßbereich umspannender, gut durchschaubarer Screen aus textilem Sonnenschutzstoff, der metallisch bedampft ist. Hinter diesem Screen ist es möglich, alle Arten von Leitungen, Lüftungsöffnungen, Klappen, Fluchtbalkone etc. wind- und wettergeschützt und wenig einsehbar anzuordnen.

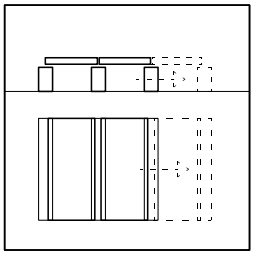
RAUMABSCHLUSS innen
Die Trennwände im Verwaltungsbereich sind als einfache Gipskartonständerwände mit teilweisen Verglasungen ausgeführt.

BELICHTUNG
Die Ausführung von nicht einsehbaren Oberlichtöffnungen erfolgt mittels einfacher, standardisierter Oberlichtverglasungen aus Polycarbonat (mit integrierten RWA-, bzw. Lüftungsöffnungen). Einsehbare Oberlichtkuppeln (Kerne) erhalten zusätzliche Blenden.

TECHNISCHE GEBÄUDEAUSRÜSTUNG TGA
Die kompletten Installationen wie Strom, Datenleitungen, Beleuchtung, Wasser, Heizung, Druckluft und Schleiföl sind am Untergurt der Hallen montiert.
Die Führung der Lüftungsschächte erfolgt zwischen Hauptträger und Obergurt.
Im Winter wird die Maschinenabwärme zur Beheizung der Hallen genutzt.

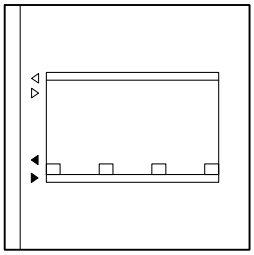
OBERFLÄCHEN
Der Bodenbelag im Bereich der Produktion ist lediglich eine Imprägnierung mit einer Wasser-Epoxidharz-Emulsion auf den flügelgeglätteten Betonflächen. Die Windfänge wurden vollflächig als Sauberlaufzone ausgebildet. In den Sanitärräumen sind Fliesen, oder alternativ eine Epoxydharzbeschichtung vorgesehen.
Die Verwaltung erhält einen grauen textilen Bodenbelag.
alle sichtbaren Holzwerkstoffe wurden silbergrau lasiert.

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.



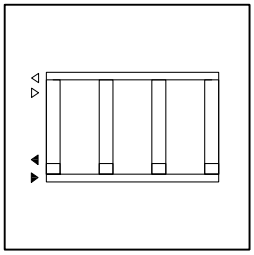
→ Erweiterung

ERWEITERUNG DURCH REPETITION
Neubau einer Produktionshalle auf weitläufigem Hügelgrundstück; Grundstück lässt Erweiterung zu; Erweiterungsform systemisch linear durch Erweiterung von jeweils einem Kern, hier: einem eingeschossigem Volumen und einem darauf aufgelegten Hallendachtragwerk.



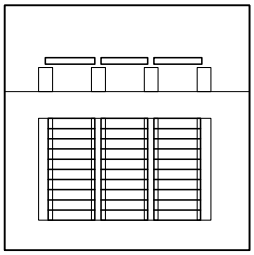
→ Erschliessung

EINSEITIG FRONTAL
Frontale Erschliessung der Montagehalle; Trennung von Personen und Warentransport durch Positionierung der Zugänge an Gebäudeecken des extremen Kernes; Interne Erschliessung durch an Gebäudelängsseiten verlaufende Korridore mit Treppenaufgängen für Obergeschossriegel entlang Personeneingang.



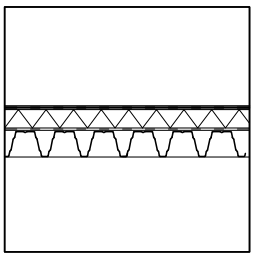
→ Nutzung

ALTERNIERENDE FUNKTIONSSTREIFEN
Gliederung der Fläche durch alternierende Kerne als Tragwerksvolumen mit bedienenden Funktionen wie Lager und Technik und bedienten freiüberspannten Produktionsflächen; Verwaltungsbereich im Obergeschoss als Brückengeschoss über gesamter Gebäudelängsseite.



→ Tragwerk

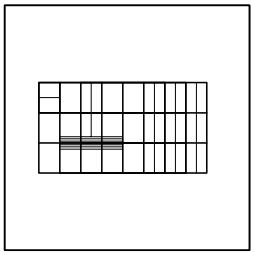
BRÜCKENTRAGWERK
Tragende Stahlbetonwände mit vergossenen Fertigteil-Rippendecken dienen als Auflager für Brettschichtholz-Einfeldträger mit einem Trägerabstand von 2m; Unterspannung mit Koppelbalken.



→ Dach

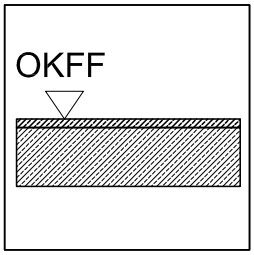
ELEMENTIERTE DACHFLÄCHE
Elementierte Dachkonstruktionen als Warm- bzw. Kaltdach lassen unterschiedliche Gebäudekonfigurationen und Gebäudeanforderungen im Bezug zur Raumkonditionierung zu, hier: akustisch wirksameTrapezblecheindeckung mit Akustikvlies, Dampfsperre, Wärmedämmung, Dachdichtungsbahn;
Integration von Dachoberlichtern zur Belichtung, Belüftung und als Rauchabzüge.

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.



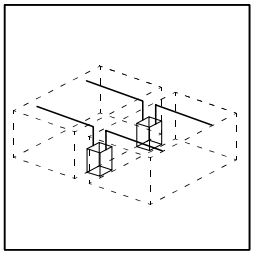
→ Fassade

ELEMENTIERTE FASSADEN
Elementierte Fassadenkonstruktionen lassen unterschiedliche Gebäudekonfigurationen und Gebäudeanforderungen im Bezug zur Raumkonditionierung zu, hier:
Pfosten-Riegel-Konstruktion in Aluminium und vollflächiger Verglasung, Südseite mit Sonennschutzlamellen, die als Segmente von der Fassade abgehängt sind.



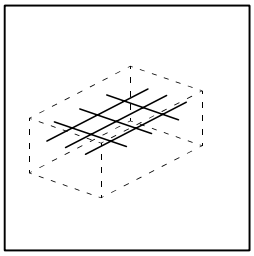
→ Boden

Bodenplatte aus Stahlbeton mit fugenlosem Abschluss als Industriefussboden (EP-Böden, PMMA-Böden, PU-Böden, Polyester und Venylesterböden - Anforderungen nach WHG, § 19, antistatische und leitfähige Industriefussböden); Je nach Nutzung und Anforderung mit Fachplaner zu ermitteln; Frei von Einbauten zur Förderung der Nutzungsvarianz.



→ Versorgung

DEZENTRALE VERSORGUNG
Hausanschlussräume in den bedienenden Tragwerkskernen dienen als Versorgungsstationen
der Medienversorgung; Bei Erweiterung und nicht ausreichen der Hausanschlussräume müssen neue Versorgungsstationen in neuen Tragwerkskernen installiert werden.



→ Medienführung

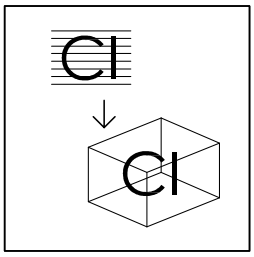
VERSORGUNGSNETZ
Verteilung der Haustechnikleitungen innerhalb eines Verteilungsnetzes, hier: kompletten Installationen wie Strom, Datenleitungen, Beleuchtung, Wasser, Heizung, Druckluft und Schleiföl am Untergurt der Hallen in Trassen montiert; Die Führung der Lüftungsschächte erfolgt zwischen Hauptträger und Obergurt. Abhängung mittels Koppelbalken.



→ TGA-Konzept

AKTIVE KONDITIONIERUNG
Aktive Entwurfsansätze der TGA durch mechanische Systemlösungen für Belüftung, Belichtung und Energieversorgung; Zentralsteuerung der Haustechnik zur Optimierung; Möglichkeit zur Selbststeuerung des Nutzers durch Öffnungselemente zur Steigerung der Arbeitsplatzqualität.

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.



→ Prägung

PRÄGUNG DURCH UNTERNEHMENSLEITSÄTZE
Das Unternehmen steht für konstant hohe Qualität in der Entwicklung und Produktion von Gewindewerkzeugen. Die Maxime Innovation - Qualität - Kommunikation sollen nicht nur in der Fertigung mit optimalen Produktionsbedingungen sondern auch im Gebäude und im Miteinander aufgewiesen werden.

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.

0042WAL IND_PM_LD_VS_WAN_IMA

Walter Knoll AG & Co.KG

Hansulrich Benz

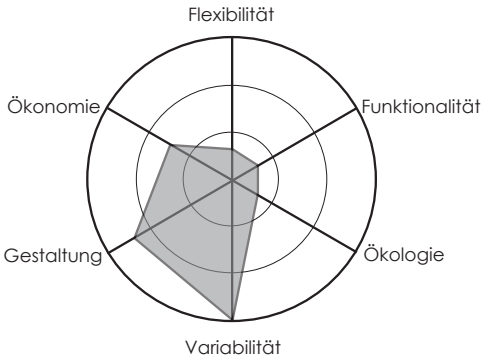




Abb.86: Sicht auf Glasfassade [Frie 07] S.26-29

ALLGEMEIN

Baujahr	2006
Standort	Bahnhofstr. 25, Herrenberg
Nutzungsart	Multifunktionsgebäude
Produkt	Möbel
Eigentümer/Nutzer	Firma Walter Knoll GmbH &Co

KENNDATEN

Baukörper	Rahmen, mit eingeschobenem Glaskörper
Geschossigkeit	viergeschossig
Aussenmaße	50 m x 26 m x 16 m

FLÄCHEN UND VOLUMEN

NGF	6000 m²

STANDORT

AREAL/MASTERPLAN

Der Neubau des Möbelherstellers Walter Knoll bildet den Schlussstein umfangreicher Restrukturierungs- und Sanierungsmaßnahmen auf dem historischen Firmengelände. Einzelnen Funktionsbereiche mussten auf dem Areal neu organisiert werden. Das Gebäude wurde multifunktional konzipiert.
Offenheit und Flexibilität waren bei der Planung wichtige Themen.
Der Neubau setzt sich aus zwei Elementen zusammen: einem Rahmen, der die Form städtebaulich proportioniert und gegenüber dem historischen Areal akzentuiert; und einem in den Rahmen geschobenen gläsernen Kubus, welcher die Inhalte in die Öffentlichkeit tragen soll.

VER+ENTSORGUNG / INFRASTRUKTUR

Nutzung der vorhandenen Infrastruktur zur Ver- und Entsorgung durch Anschluss an Bestandslager über Versorgungsbrücke; Externe Erschliessung durch Erschliessung auf EG Neubau frontal; Keine direkte Ver- und Entsorgung mit LKW-Laderampen vorgesehen.

ERWEITERUNGSFLÄCHEN

Aufgrund fehlender Erweiterungsflächen auf dem bestehenden Werksgelände werden die notwendigen Funktionsflächen übereinander zu einem Produktionsturm gestapelt. Zusätzliche Ebenen können nur durch Mehraufwand wie z.B. Vorhaltung von Tragwerksstrukturen realisiert werden.

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.



Abb.87: Grundrisse [Frie 07] S.26-29

NUTZUNGSSTRUKTUR

FLÄCHE

Die Grundrissgestaltung bietet hohe Nutzungsflexibilität.
In dem gläsernen Kubus befinden sich die funktionalen Bereiche, zwischen Glaskörper und Rahmen bildet ein großzügiger, über alle Etagen offener Bereich das Foyer.
Die Geschosse werden von zwei Seiten über einen mittigen Deckenschlitz erschlossen.
Das Gebäude beinhaltet einen Produktionsbereich im EG und 1.OG, die Verwaltung im 2.OG und einen Ausstellungsbereich im 3.OG. Zusätzlich befindet sich im Untergeschoss eine Tiefgarage.
Gerasterte Montagepunkte an den Decken ermöglichen eine hohe Flexibilität für Veränderungen.

BAUSTRUKTUR

TRAGWERK

Alle konstruktiven Bestandteile wurden in Sichtbeton gefertigt.
Auf jeder Etage wurden sechs Hauptstützen mit Spannweiten von ca. 12,5m angeordnet. Zusätzlich wurden kleinere Fassadenstützen eingesetzt.

RAUMABSCHLUSS

WAND: An den Längsseiten wurde eine großflächige Glasfassade eingesetzt, welche ohne Verspiegelung die Farbgebung der Umgabung aufnimmt. Vorgesetzte Glaslamellen an der Südseite bilden den Wärmeschutz.
Die kurzen Seiten der Außenwand sind aus Sichtbeton.

BELICHTUNG

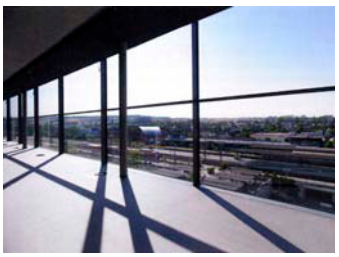
Die Grundbeleuchtung erfolgt über deckenbündige Lichtkanal-Systemleuchten; in den Büro- und Ausstellungsgeschossen wurden zusätzlich Strahlleuchten eingesetzt.

RAUMABSCHLUSS innen

Die Wände und Decken sind mit unterschiedlichen Werkstoffen aus Metall verkleidet;
die transparenten Bereiche aus Glas.

TECHNISCHE GEBÄUDEAUSRÜSTUNG TGA

Die Steuerung der Beleuchtungs-, Sonnenschutz- und Toranlagen erfolgt durch ein zentrales EIB-Bus-System.
Speziell entwickelte System für die Beheizung, Kühlung und Klimatisierung.
Die Technik wird unsichtbar ohne angehängte Decken in den Geschossen geführt.
Eine Vollklimatisierung wird durch Bauteilaktivierung gewährleistet.
Die Klimamodule entlang der Fassade wurden deckenbündig angeordnet, und dienen gleichzeitig als schalltechnische Absorberfläche.
Gasbetriebene Wärmepumpen dienen der Erzeugung von Wärme- und Kälteenergie. Kühlung der



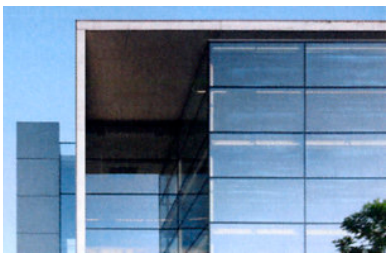


Abb.88: Innenraum [Frie 07] S.26-29
Abb.89: Fassade [Frie 07] S.26-29

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.

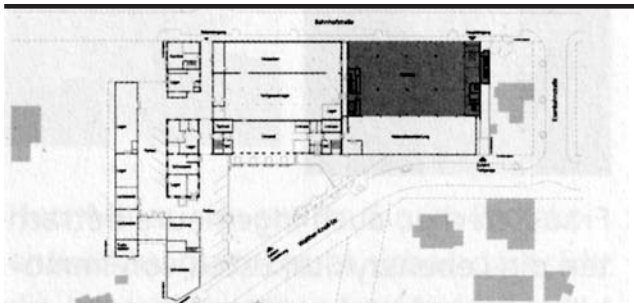
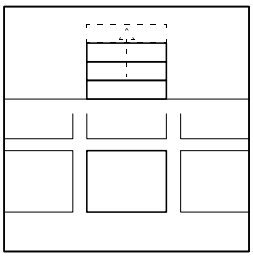


Abb.90: Lageplan [Frie 07] S.26-29

Zuluft erfolgt durch adiabate Abluftbefeuchtung: Die Luft wird durch Sprühnebel gekühlt, anschließen wird ihr Feuchtigkeit entzogen.
Durch Abluftbefeuchtung und Wärmerückgewinnung kann der elektrische Anschlusswert deutlich reduziert werden.

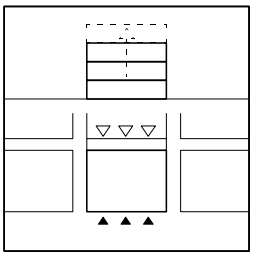
BAULICHER BRANDSCHUTZ
Der Komplette Bau wurde als ein einziger Brandabschnitt konzipiert.
Alle oberirdischen Geschossen sind mit Nass-Sprinkleranlage nach CEA 4001 ausgestattet; die Serverräume mit einer Inertgaslöschanlage.
Fluchtwege, Hohlraum- und Doppelböden, Technikräume und der Medienkanal sind auf Brandmeldeanlage aufgeschaltet.

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.



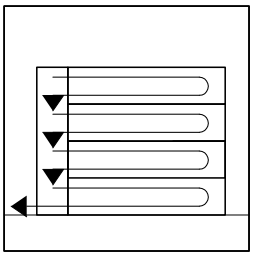
→ Erweiterung

ERWEITERUNG IN DER HÖHE
Aufgrund fehlender Erweiterungsflächen auf dem bestehenden Werksgelände werden die notwendigen Funktionsflächen übereinander zu einem Produktionsturm gestapelt. Zusätzliche Ebenen können nur durch Mehraufwand wie z.B. Vorhaltung von Tragwerksstrukturen realisiert werden.



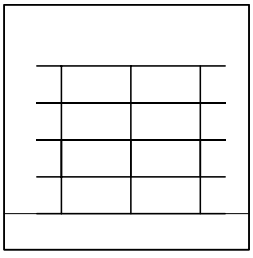
→ Erschliessung

VERSORGUNGSBRÜCKE
Nutzung der vorhandenen Infrastruktur zur Ver- und Entsorgung durch Anschluss an Bestandslager über Versorgungsbrücke; Externe Erschliessung durch Erschliessung auf EG Neubau frontal; Keine direkte Ver- und Entsorgung mit LKW-Laderampen vorgesehen.



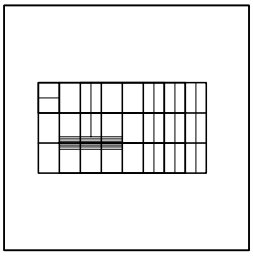
→ Nutzung

GESTAPELTE FUNKTIONEN
Die durch 6 Stützen strukturierten Grundrisse sind nach Funktionsart von schwer für Polsterei als Endfertigung über mittel für Vormontage und Näherei bis zu leicht für Verwaltung und Showroom übereinander gestapelt. Aufgrund der Produktgrössen haben alle Ebenen die gleiche Raumhöhe. Verbindung der Ebenen durch seitlich liegende Ver- und Entsorgungsfuge mit Erschliessung und Warentransportsystem.



→ Tragwerk

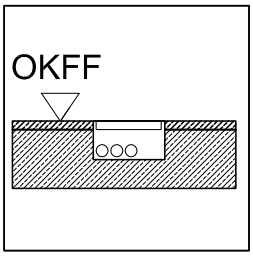
GESCHOSSBAU
Geschossbau aus Ortbeton mit Stahlbetonstützen und Stahlbetondeckenplatten; Ober/Unterzüge in Deckenplatte integriert, Schaffung durchgehender ebener Flächen in Boden/Decke; Bemessung der maximalen Belastung bringt Einschränkung in Nutzungsvariabilität; Vorhaltung der Geschossdeckenplattenstärke würde auch schwerere Maschinen in oberen Etagen zulassen.



→ Fassade

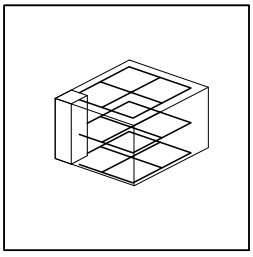
ELEMENTIERTE FASSADEN
Elementierte Fassadenkonstruktionen lassen unterschiedliche Gebäudekonfigurationen und Gebäudeanforderungen im Bezug zur Raumkonditionierung zu, hier:
Pfosten-Riegel-Konstruktion in Aluminium und vollflächiger Verglasung; Südseite mit Sonnenschutzlamellen, die als Segmente von der Fassade abgehängt sind.

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.



→ Boden

Bodenplatten aus Stahlbeton mit fugenlosem Abschluss als Industriefussboden (EP-Böden, PMMA-Böden, PU-Böden, Polyester und Venylesterböden - Anforderungen nach WHG, § 19, antistatische und leitfähige Industriefussböden); Je nach Nutzung und Anforderung mit Fachplaner zu ermitteln; Bodenkanäle mit Revisionsöffnungen zur Medienversorgung.



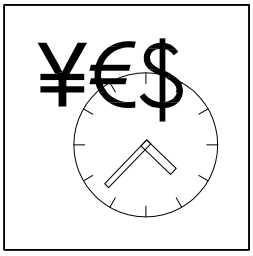
→ Versorgung

KERN
Verteilung der Haustechnik von Zentrale an Erschliessungs und Versorgungskern angelegter Haustechnikzentrale; Verteilung über vertikalen Schacht und horizontale Ausbildung von Versorgungsnetzen in Boden und Decke.



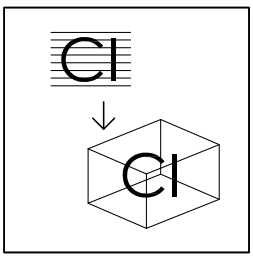
→ TGA-Konzept

AKTIVE KONDITIONIERUNG
Entwurfsansatz der Nutzung regenerativer Energien; Aktive Entwurfsansätze der TGA durch mechanische Systemlösungen für Belüftung, Belichtung und Energieversorgung; Vollklimatisierung durch Bauteilaktivierung; die Geschossdecken werden als Flächenelemente im Winter zur Heizung und im Sommer zur Kühlung genutzt.



→ Effizienz

ÖKONOMISCHE EFFIZIENZ
Ausnutzung bestehender Werksstrukturen; Optimierung des Flächenverbrauchs des Werkgeländes, ökonomische Baukonstruktion aus Ortbeton; Verwendung standardisierter Fassadenelemente verringert Zeit und Kosten in Planung und Bau; Automatisierte mechanische Konditionierung verringern Unterhalts- und Betriebskosten.



→ Prägung

PRÄGUNG DURCH UNTERNEHMENSLEITSÄTZE
Die Architektur des Gebäudes visualisiert die Unternehmensleitsätze Hightech und Handwerk, es bildet das Produkt/Produktion nach aussen ab und erlaubt Begegnungen mit der Kultur des Unternehmens durch die Etablierung des Showrooms an exponierter Stelle. Auf dem gewachsenen Gelände korrespondiert der moderne Multifunktionsbau mit der traditionellen Industriearchitektur aus dem Bestand.

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.

0043FRA IND_LD_IMA

Produktionsgebäude FRABA AG

BeL Sozietät für Architektur,Deutschland

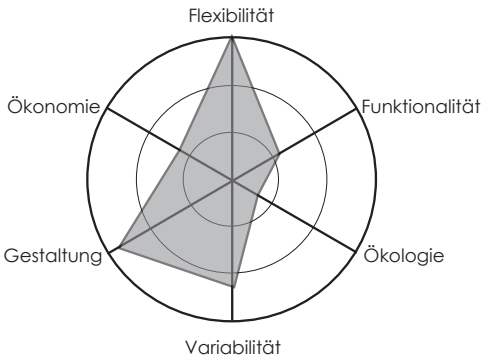




Abb.91: Kreisrundes Gebäude [Lees 09] S.34

ALLGEMEIN

Baujahr	2005-Oktober 2006
Standort	Os. Przemyslowe 24
Nutzungsart	Produktionsanlage
Produkt	Sensorelektronik
Eigentümer	Fraba AG, Conistics Köln/ Slubice

KENNDATEN

Baukörper	kreisrunde Produktionshalle
Geschossigkeit	eingeschossig
Aussenmaße	ø 52 m; Höhe 4,5 m

FLÄCHEN UND VOLUMEN

BRI (Brutto Rauminhalt)	7800 m³
BGF (Brutto Grundfläche)	2123 m²
Bausumme in €/m²	+580 €/ m²

STANDORT

AREAL/MASTERPLAN

Das Grundstück des Produktionsgebäudes liegt in unmittelbarer Nähe zur Autobahn E30 im Gewerbegebiet von Slubice, nur wenige Kilometer hinter der deutsch/polnischen Grenze bei Frankfurt an der Oder. Das Industriegebiet ist als Sonderwirtschaftszone mit günstigen Investitionskonditionen deklariert.

VER+ENTSORGUNG / INFRASTRUKTUR

Die autarke Einheit der Produktionshalle steht inmitten des Baugrundstückes als Solitär auf einer naturbelassenen Wiese. Lediglich eine Zufahrtsstraße aus hexagonalen Betonpflastersteinen, in ihrer Form den Schleppkurven des Lieferverkehrs folgend, erschließt das Gebäude.
Eine geforderte rundumlaufende Feuerwehrzufahrt ist als Wabengitterweg versickerungsoffen gestaltet.

ERWEITERUNGSFLÄCHEN

Da das Produktionsgebäude einen Prototyp für autarke, reproduzierbare Gebäude darstellt, das von einem Hauptgebäude aus gesteuert wird, bedarf es keiner Erweiterungsflächen; die Erweiterung der Produktion wäre ein Neubau der gleichen Struktur an einem anderen Standort.

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.

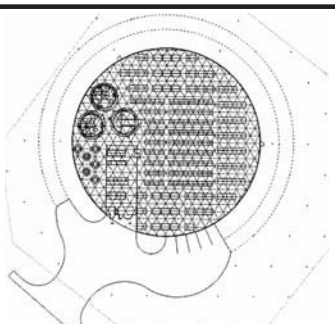


Abb.92: Lageplan [Lees 09] S.35

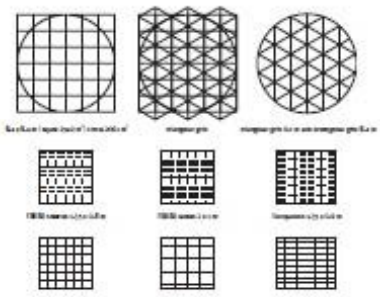


Abb.93: Flexibilität [Lees 09] S.35

NUTZUNGSSTRUKTUR

PRODUKTION

Die seit 1918 in Köln ansässige FRABA AG strebt mit dem Prototyp-Gebäude in Polen eine Neustrukturierung des Unternehmens an. Während die Forschung und Entwicklung sowie der Vetrieb und die Verwaltung in Köln ansässig bleiben, soll die Produktion durch global, an mehreren Standorten ausgelagerten Satelliten-Produktionsstätten gesteigert werden. Um die Produktion der Sensoren für die Automatisierungsindustrie reibungslos und unter höchsten Qualitätsstandards zu gewährleisten, wurden anspruchsvolle Kommunikationsinsfrastrukturen entwickelt und zusätzlich alle Produkte für die dezentrale Produktion mit dem Ziel der Vereinfachung der Montage neu entwickelt. Die Montageanleitung, in Piktogrammform vom Stammhaus Köln geliefert, ist an jedem Satelliten-Produktionsort anwendbar.

Die Produktion im jeweiligen Satelliten erfolgt im Flussverfahren. Der Produktionsprozess besteht größtenteils aus der Montage vorgefertigter Bauteile an Tischen, Regalen und Handwagen. Von der Anlieferung werden die vorkommisionierten Bauteile bis zum Montagezeitpunkt eingelagert, dezentral in einzelnen Fertigungseinheiten montiert, im Lager geprüft und verpackt und anschließend wieder per LKW versendet.

FLÄCHE

Da keine Stützenfreiheit gefordert war, bilden die Innenraumstützen die einzige Strukturierung der Halle. Lediglich drei festinstallierte, kreisförmige Service-Einheiten sind fest im Raum installiert und ergänzen die reine Produktionshalle um die Funktionen Büro, Umkleide, Sanitär und Küchenbereich für die Kantine. Die kreisförmige Grundrissgestaltung sichert eine maximale Flexibilität der Produktionseinheiten; der Innenraum ist flexibel bespielbar, wodurch vielfältige Möglichkeiten der Endmontage zugelassen werden können. Momentan bildet das mittig angelegte Zentrallager den Kern der Produktion; die kleinteiligen internen Fertigungseinheiten sind frei um das Lager gelegt und stehen jederzeit zur Disposition.

TRANSPORT

Der interne Gütertransport erfolgt durch Handwagen. Kranbahnen sind nicht installiert und in der Statik nicht berücksichtigt.

MEDIENFÜHRUNG

Die Versorgungsstruktur mit Lüftung, Elektro- und Internet-anschlüssen sowie Leuchten ist von der Decke abgehängt. Die gesamte Haustechnikanlage ist auf dem Dach untergebracht und versorgt die Halle über einen zentralen Schacht; der Boden bleibt maximal flexibel nutzbar.



Abb.94: Innenraum [Lees 09] S.34



Abb.95: Anlieferungszone [Lees 09] S.31

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.



Abb.96: Flächentragwerk aus BSH [Lees 09] S.32

BAUSTRUKTUR

TRAGWERK

Das strukturelle System besteht aus einem Holzgitterrost im 60° Winkel mit einem Durchmesser von 52m. Der Gitterrost, mit einer Gesamthöhe von 60 cm, ist in 8 cm breite Hauptträger und 6 cm breite Nebenträger gegliedert. Die Träger sind durch Stahlknotenbleche miteinander verbunden, die als Schwerter in die geschlitzten Träger greifen und durchgehend verschraubt sind.
Der Holzträgerrost ruht auf 19 eingespannten Stahlstützen mit einer lichten Höhe von 4,50 m bei einem Durchmesser von 17 cm, sowie auf in der Aussenwand umlaufenden Holzpfosten, die als polygonale Unterkonstruktion für die Fassade herangezogen werden. Da für die Produktionsprozesse keine Stützenfreiheit gefordert war, wurde ein ökonomisches Stützenraster von 9,7 m, in einem 60° Hexagonalraster gesetzt. Diese Anordnung der Stützen erlaubt eine radiale, hexagonale und orthogonale Grundrisskonfiguration.
Aus der Einspannung der Stützen resultiert die Aussteifung der Gesamthalle, zusätzliche Massnahmen sind nicht erforderlich.

RAUMABSCHLUSS

WAND: Die Unterkonstruktion der Wand ist aus vorgefertigten, gedämmten Sperrholzelementen gefertigt und auf die umlaufenden Holzpfosten des Trägerrostes montiert.Die Innenwandverkleidung ist mit gebogenen Gipskartonplatten ausgeführt.
DACH: Die gesamte Oberfläche, also Dach und Außenwand der Produktionshalle, ist mit einer aluminiumkaschierten, bituminösen Dachdichtungsbahn bekleidet. Die Unterkonstruktion der Dachebene besteht aus Stahltrapezblech mit aufliegender Gefälledämmung. Anfallendes Regenwasser läuft über eine gerundete Attika an der Fassade herunter und wird über eine umlaufende Entwässerungsrinne im Sockelbereich abgeführt.

BELICHTUNG

Die Belichtung der Halle erfolgt durch 147 vorgefertigte Polycarbonat-Lichtkuppeln, die mit einem Flächenanteil von 14% gleichmäßig über das Dach verteilt angeordnet sind. Die weiß lackierten Träger des Trägerrostes streuen das Licht und verhindern die direkte Beleuchtung der Arbeitsplätze. Weiterhin gibt es als Öffnungen in der Außenhaut ein Panoramafenster im Sozialbereich sowie die verglaste Eingangs/Anlieferungszone, die in die Kontur des Zylinders eingeschnitten ist.

RAUMABSCHLUSS innen

Der offene Grundriss der Halle sollte durch keine blickdichten Raumtrennwände versperrt oder unterbrochen werden. Für die Unterteilung der staubbelasteten Anlieferungs-/Eingangszone wurde daher eine transparente PVC-Vorhangwand vom Trägerrost bis zum Boden installiert.

TECHNISCHE GEBÄUDEAUSRÜSTUNG TGA

Die auf dem Dach installierte technische Gebäudeausrüstung wird durch einen ESD (electro static discharge) Boden ergänzt, der vor elektrostatischer Aufladung schützt. Eine weitere Vorgabe durch den Produktionsprozess, die Staubfreiheit, wird neben der PVC-Trennwände durch die Filter-Klimaanlage gewährleistet.

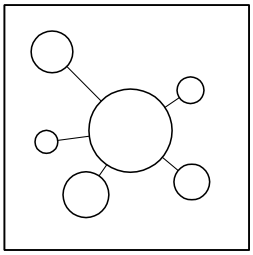
OBERFLÄCHEN

Sämtliche Gebäudeinnenraumteile sind reinweiß lackiert. Die harten, glatten Oberflächen der Bauteile entsprechen der funktionellen Notwendigkeit nach Sauberkeit im Produktionsprozess. Etwaige Verunreinigungen werden sofort ersichtlich und können beseitigt werden.

ORGANISATORISCHER BRANDSCHUTZ

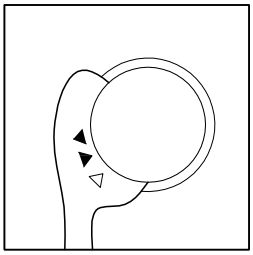
Das kreisrunde Gebäude mit einem Radius von 52 m hat durch seine Geometrie den Vorteil einen maximalen Rettungsweg von 26 m zu haben, vier in die Außenhaut gesetzte Nottüren gewährleisten das entflüchten. Rauchmelder in der Tragwerkskonstruktion.

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.



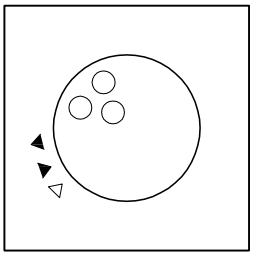
→ Erweiterung

ERWEITERUNG SATELLITISCH
Festgelegtes Erweiterungskonzept aus Repetition von reinen Produktionssatelliten an unterschiedlichen Standorten, hier: Prototyp-Satellit in Polen, Firmenzentrale in Deutschland; Satelliten ohne direkten Bezug zur Zentrale, wo Verwaltung, Forschung und Entwicklung installiert sind, die rein virtuell kommunizieren.



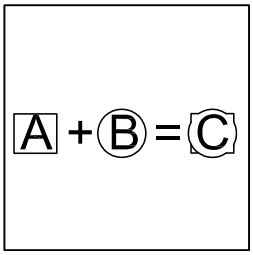
→ Erschliessung

STICHSTRASSE MIT SCHLEPPRADIUS
Stichstrasse zur Ver- und Entsorgung über zentral angelegten Anlieferungsbereich und Personalzugang; Ausformung der Stichstrasse mit Schleppradien zur Optimierung der Rangiermöglichkeiten für LKW; Umlaufende Feuerwehrzufahrt, versickerungsoffen.



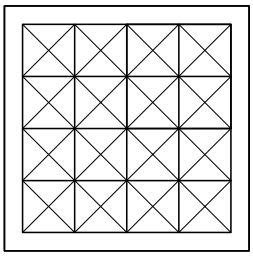
→ Nutzung

OFFENER GRUNDRISS MIT STÜTZENRASTER
Keine direkte Flächenzuweisung; Festinstallierte Raumboxen als den Produktionsraum bedienende Raumeinheiten mit Sozialräumen, Büro und Küche; Restfläche bleibt frei bespielbar und kann je nach Montageverfahren frei konfiguriert werden; Die Möblierung kann frei in den Raum gestellt werden und gibt damit die variable Flächenorganisation.



→ Nutzung

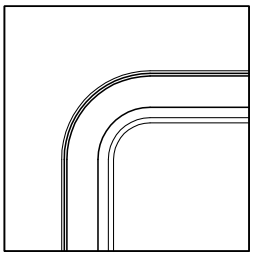
MONTAGEANLEITUNG
Reine Satellitenproduktionsstätte mit Forschung und Entwicklung in Firmenzentrale; Zentrale liefert Montageanleitung als vereinfachte grafische Darstellung in Piktogrammform; Produktion im Flussverfahren an Einzelplätzen.



→ Tragwerk

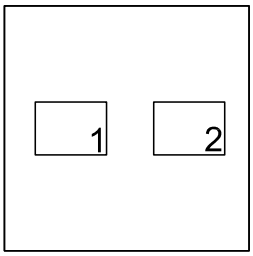
VORGEHALTENES TRAGWERK
Statisch überdimensioniertes Tragwerk durch Gleichsetzung der Spannrichtungen als Vorhaltung für eventuelles Umsetzen von Stützen oder Integration von Zusatzkomponenten, hier: hexagonaler Holz-Trägerrost mit eingespannten Stahlstützen zur Erzeugung eines radialen, orthonalen und hexagonalen Grundrasters.

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.



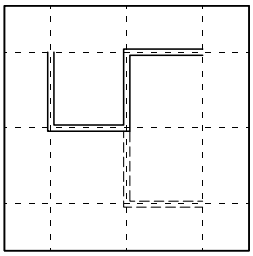
→ Fassade

DACH ALS FASSADE
Weiterführung der Dacheindeckung in die Fassade bei Ausbildung einer wasserführenden Schicht; runde Attika damit Niederschlag von Dachhaut über Fassade in Boden abgeführt wird, hier: aluminiumkaschierte, bituminöse Dachdichtungsbahn, wärmegedämmt, an Holzständerwand mit innenseitiger Gipskartonbeplankung.



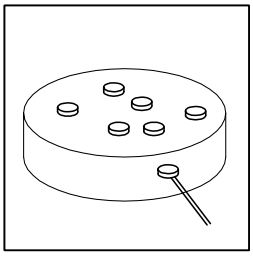
→ Ausbau

RAUMBOXEN
Festinstallierte Raumboxen die den Produktionsraum bedienen und mit Besprechungs-und Sozialräumen innerhalb der Produktionsfläche zur Optimierung der Kommunikation und Steigerung der Variabilität des zu bespielenden Raumes dienen.



→ Ausbau

LEICHTE TEMPORÄRE FASSADENSYSTEME
Versetzbare Leichtbautrennwände zur variablen Anpassung der Flächennutzung in Produktion als auch in Verwaltung; bei laufendem Betrieb versetzbar durch Positionierung auf Fertigboden und selbständige Tragstruktur, hier: transluzentes PVC-Vorhangsystem, Abhängung von hexagonalem Trägerrost.



→ Versorgung

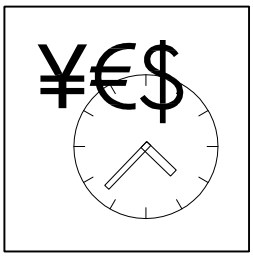
DEZENTRALE VERSORGUNG
Verteilung der technischen Komponenten zur Gebäudeausrüstung oberhalb der Dachebene als Plug-In; gezielte Positionierung von Elementen möglich; Verteilung direkt unter der Decke dezentral; Wasser- und Stromanschlüsse in Hausanschlussraum innerhalb einer festinstallierten Raumbox.



→ TGA-Konzept

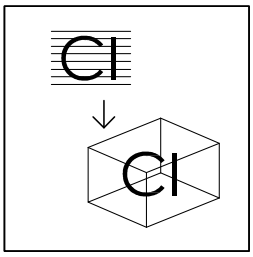
AKTIVE KONDITIONIERUNG
Aktive Entwurfsansätze der TGA durch mechanische Systemlösungen für Belüftung, Belichtung und Energieversorgung; Zentralsteuerung der Haustechnik zur Optimierung; Belichtung durch gleichmässig verteilte Dachoberlichter (Öffnungsanteil 14%); Aussenraumbezug durch Panoramafenster im Pausenraum.

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.



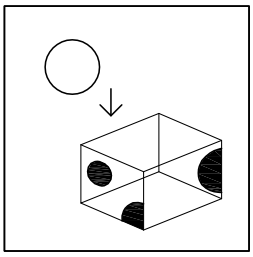
→ Effizienz

ÖKONOMISCHE EFFIZIENZ
Durch Festlegung aller zukünftigen Erweiterungen mit diesem Prototypen, Einsparung von Planungszeit und Realisierungszeit durch Erfahrungsgewinn; Ausnutzung wirtschaftlich günstiger Standorte bei Optimierung des Flächenbedarfs, da Kreisform bei gleicher Grundfläche weniger Hüllfläche erzeugt.



→ Prägung

PRÄGUNG DURCH UNTERNEHMENSLEITSÄTZE
Die Unternehmensprinzipien - Hierarchielosigkeit, Transparenz und Flexibilität - des Produzenten von Sensoren für die Automatisierungsindustrie werden in den Produktionsprozess übertragen. Die Installation von transparenten PVC-Vorhängen und die Grossraumlösung ohne Einzelbüros etc. zeigen die angestrebte Hierarchielosigkeit.



→ Prägung

PRÄGUNG DURCH UNTERNEHMENSINHALT
Die Entscheidung hin zu reinen Produktionssatelliten manifestiert sich in der Architektursprache. Der kreisrunde Bau mit seiner metallisch schimmernden Oberfläche erscheint als temporärer Fremdkörper an dem Standort. Die Reduktion der Farbpalette auf reines weiss signalisiert die Präzision und die Verantwortung der Mitarbeiter in völliger Reinheit zu produzieren, da jeglicher Schmutz sofort ersichtlich würde.

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.

0044GRO IND_PM_IMA_RES Großbäckerei

Reichardt Architekten

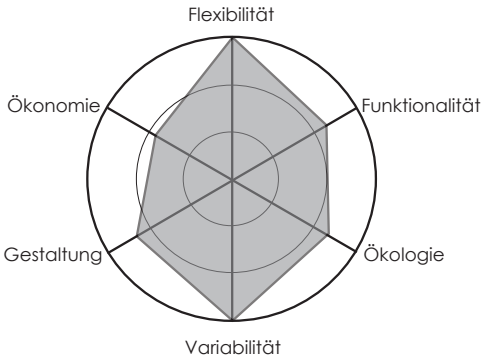




Abb.97: Gebäude in der Dämmerung [Holz 08]

ALLGEMEIN

Baujahr	1996-1998
Standort	Essen, Zur Schmiede 13
Nutzungsart	Produktionsgebäude
Produkt	Backwaren
Eigentümer/Nutzer	ChristaPeter/Peter Backwaren

KENNDATEN

Baukörper	rechteckiger Baukörper mit Anbau
Geschossigkeit	ein- bis zweigeschossig
Aussenmaße	63m x 21m

FLÄCHEN UND VOLUMEN

BRI (Brutto Rauminhalt)	16500 m³
BGF (Brutto Grundfläche)	ca. 1323 m²
HNF (Haupt Nutzfläche)	2600 m²

STANDORT

AREAL/MASTERPLAN

Die Großbäckerei für Peter in Essen wurde in einem stadtnahen Gewerbepark errichtet.
Ökologisch, weil es zu großen Teilen mit recyclebaren Werkstoffen und nach neuesten Erkenntnissen der Energiekosteneinsparmöglichkeiten errichtet wurde.
Ökonomisch, weil es die Funktion einer Großbäckerei berücksichtigt und in vernünftigem Kostenrahmen errichtet wurde.
Aufgrund der integralen Planung erhielt das Gebäude eine thermisch effiziente, gefaltete Holzdachkonstruktion, eine offen Backhalle und innovative Belüftung mit einem Textilschlauchsystem.

VER+ENTSORGUNG / INFRASTRUKTUR

Durch ein verlängertes Vordach an der Stirnseite der Backhalle wurde eine wettergeschützte An- und Ablieferungszone geschaffen.

ERWEITERUNGSFLÄCHEN

Bei der Baukörperanordnung wurde auf voneinander unabhängige Erweiterbarkeit von Servicetrakt und Backhalle geachtet.

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.

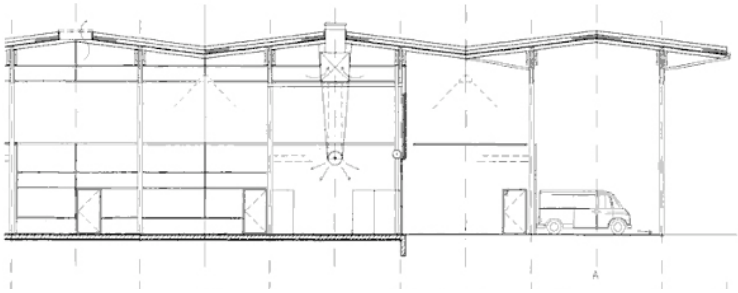


Abb.98: Schnitt [Holz 08]

NUTZUNGSSTRUKTUR

PRODUKTION

Die zentrale Endproduktion findet in der Haupthalle statt, die von den Nebenhallen mit Lager bedient wird; Materialfluss von Lager zu Vorproduktion zu Endmontage.

FLÄCHE

An die Backhalle lagern sich zwei 9m tiefe, jeweils die Halle übergreifende Baukörper mit Zusatzfunktionen zum Backprozess an.
An der Stirnseite der Backhalle sind im Erdgeschoss Foyer, Mehlsilo, Werkstatt, Lebensmittellager und Technikräume angedockt. Darüber befinden sich im Obergeschoss Büroräume sowie der Pausenbereich mit Umkleide sowie Sanitärräumen. Die Büroräume sind gegeneinander verglast und gestatten über eine vollverglaste Flurwand zur Halle sowie zur vorgelagerten offenen Galerie jederzeit Kontakt mit der Backhalle.
Dem Backprozess parallel folgend wurden die Servicefunktionen Kühlhäuser, Konditorei, Snack, Spülbereich und Retouren in einem eingeschossigen Trakt längs der Halle angeordnet.
Zwischen Büroriegel und Servicetrakt ist ein wettergeschützter Bereich für die Anlieferung der Lebensmittel vorgesehen.

BAUSTRUKTUR

TRAGWERK

Für die Konstruktion erwies sich eine Kombination aus Holz und Stahl besonders vorteilhaft.
Das Tragskelett der Backhalle besteht aus Stahlstützen mit unterspannten Brettschichtholzzangen; für die Dachschicht wurde eine durch Holzrippen verstärkte, gefaltete Funierschichtholzkonstruktion gewählt.
Die Stahlstützen (MSH 200) bilden im Raster 6m x 21m zusammen mit den doppelt (M 36/St 52) unterspannten Brettschichtholzzangen 20/60cm einen eingespannten Binder, wobei die Rahmenecke durch eine Kopfbandstrebe biegesteif ausgebildet wird. Das über den Bereich des Anlieferhofes sowie den Bürotrakt durchlaufende, flach geneigte Satteldach besteht aus 30mm dicker Funierschichtholz-Eindeckung mit unterseitig verschraubten, im Knickstoß als Durchlaufträger wirkenden keilgezinkten Brettschichtholzpfetten 20 x 18cm.
Das Traggerüst der Fassade bildet eine verglaste Pfosten-Riegel-Konstruktion. Diese ist an den Stahlstützen des Haupttragwerks befestigt. Die Glasfassade wird nur durch große Vertikalmarkisen unterbrochen. Die Stützen sind im Betonboden eingespannt. In der Produktionshalle wurde an allen verglasten Seiten ein Betonsockel gebaut. Er dient der empfindlichen Stahlkonstruktion auf der Innenseite als Stoßschutz und der Außenfassade als Spritzwasserschutz.
Die Anbauten wurden als zweigeschossige Bauteile in Massivbauweise (Stahlbeton/Mauerwerk) und als eingeschossige Skelett-Anbauten errichtet.
Im Hinblick auf zukünftige Anforderungen wurde auf recyclingfähige Materialien Wert gelegt.
Die Stabilisierung der Halle in Längsrichtung erfolgt durch Verbände in der Dachebene sowie



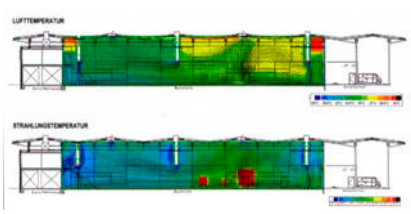


Abb.99: Vordach [Holz 08]
Abb.100: Klimasimulation [Holz 08]

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.


Abb.101: Innenraum [Holz 08]


Abb.102: Anschlusspunkt [Holz 08]

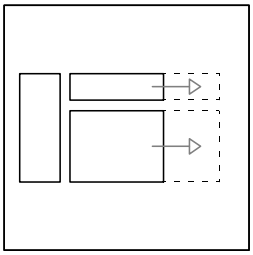
durch Vertikalverbände, in Querrichtung durch die Rahmen.

RAUMABSCHLUSS
WAND: Der Trakt hinter der Backhalle trägt eine Hülle aus Metallblech, der Verwaltungstrakt hat eine Klinkerfassade.

TECHNISCHE GEBÄUDEAUSRÜSTUNG TGA
Beim Neubau der Großbäckerei Peter in Essen wurde gemeinsam mit Architekten und Bauherrn eine integrale Planung durchgeführt. Das Besondere an dieser teamorientierten Planung war die detaillierte Analyse und Bestandsaufnahme aller technischen Anlagen und Prozessabläufe zur optimalen Integration aller Gewerke.
Die Ergebnisse einer Simulation waren die Grundlage für das ganzheitliche Energie- und Klimakonzept. Baukörper, Werkstoffe und die Anlagentechnik konnten im Zusammenspiel mit den Arbeits- und Produktionsprozessen optimiert werden.
Es wurde eine besondere Belüftungs- und Beheizungsanlage eingesetzt. Diese besteht aus Zuluftanlagen mit Textilgewebe-Ausblasschläuchen, auf denen sich kein Staub ablagern kann.
Die Warmwasserversorgung erfolgt durch eine Solaranlage.

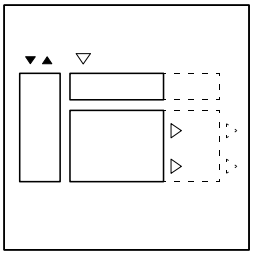
BELICHTUNG
Unter dem Dachüberstand an allen Seiten des Gebäudes wurden Stehverglasungen ausgeführt. Die vollverglasten Seiten des Gebäudes sowie Fensterbänder dienen zusätzlich zur natürlichen Belichtung.
Vor den Fensterwänden angeordnete Vertikalmarkisen dienen der Verschattung.

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.



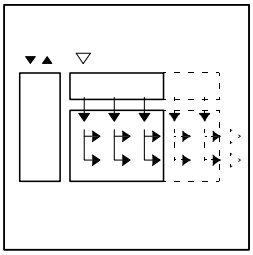
→ Erweiterung

ERWEITERUNG SYSTEMISCH LINEAR
Erweiterungkonzept durch systemisch lineare Erweiterung der Hallenbauten, die als additiv flächiges Ensemble kombiniert sind; Kopfbau ohne Erweiterungsanspruch.



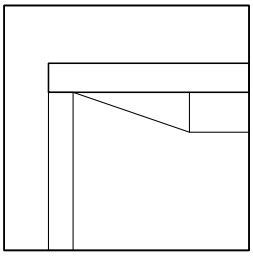
→ Erschliessung

RINGSTRASSE
Erweiterungkonzept durch systemische, lineare Erweiterung der Hallenbauten, die als additiv flächiges Ensemble kombiniert sind; Kopfbau ohne Erweiterungsanspruch; Überdachter Warenausgang, der bei Bedarf um Fassadenkonstruktion ergänzt werden kann und zum Halleninnenraum wird.



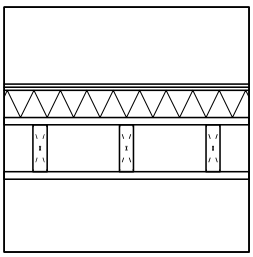
→ Nutzung

HORIZONTALE FUNKTIONSSTREIFEN, STÜTZENFREI
Gliederung der Flächen in längslaufenden Streifen entlang der Hallenkonstruktion; Zentrale Endproduktion in Haupthalle, die von Nebenhallen mit Lager bedient wird; Materialfluss von Lager zu Vorproduktion zu Endmontage; Verwaltungsbereich mit Sozialräumen; Kopfbau ohne Erweiterungsanspruch.



→ Tragwerk

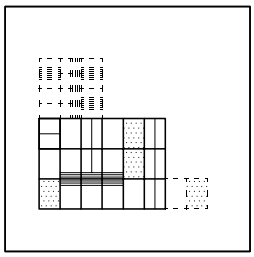
FUNKTIONSOPTIMIERTES TRAGWERK
durch Stahlseile unterspannte Brettschichtholz-Zangen auf eingespannten Stahlstützen; Reduzierung der Staubfangstellen als Anforderung an das Tragwerk durch Ausbildung von BSH-Zangen und Unterspannungen im Vergleich zu reinen Stahl-Fachwerken als Funktionsoptimierung.



→ Dach

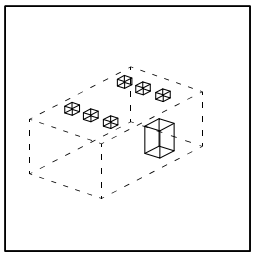
ELEMENTIERTES DACH
Vorgefertigte Dach-Elemente in standardisierten Abmessungen lassen unterschiedliche Gebäudekonfigurationen und Gebäudeanforderungen im Bezug zur Raumkonditionierung zu, hier: Holzrippendecken als Fertigdeckensystem mit aufgelegtem Warmdachaufbau.

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.



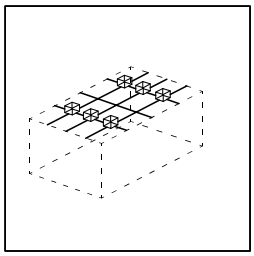
→ Fassade

ELEMENTIERTE FASSADEN
Elementierte Fassadenkonstruktionen lassen unterschiedliche Gebäudekonfigurationen und Gebäudeanforderungen im Bezug zur Raumkonditionierung zu, hier: Wechselspiel aus geschlossenen und verglasten Fassadenflächen in Pfosten-Riegel-Konstruktion an Stahlstützen des Haupttragwerkes.



→ Versorgung

DEZENTRALE VERSORGUNG
Verteilung der technischen Komponenten zur Gebäudeausrüstung oberhalb der Dachebene als Plug-In; gezielte Positionierung von Elementen möglich; Verteilung direkt unter der Decke dezentral; Wasser- und Stromanschlüsse in Hausanschlussraum innerhalb einer festinstallierten Raumbox.



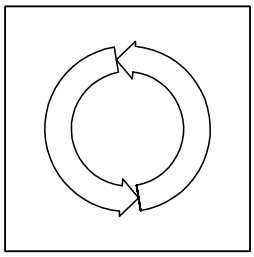
→ Medienführung

VERSORGUNGSNETZ
Verteilung der Lüftungs- und Stromverteilung innerhalb von Verteilungsnetzen, hier: Stromschienensystem zur variablen Positionierung der Produktionsmaschinen (Öfen).

TGA
passiv

→ TGA-Konzept

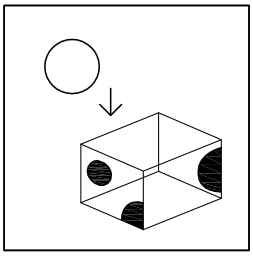
VERTEILUNG IN DER DECKE
Verteilung der durch dezentrale Installationselemente zu verteilenden TGA-Komponenten innerhalb der Tragwerksebene des Daches durch Zwischenraum der Unterspannungen der Holzträger; Optimierung der Staubflächenreduktion durch aufblasbare Textil-Schläuche, die bei Nichtbedarf der Lüftung in sich zusammenfallen.



→ Effizienz

ÖKOLOGISCHE EFFIZIENZ
Erstellung eines Energiekonzeptes, Verwendung eines elementierten, recyclingfähigen Stahl-Holz-Skelettbaus; Gezielte Vermeidung von Verbundbaustoffen, PVC-Beschichtungen und nitrogebundenen Beschichtungsstoffen als ökologische Effizienz.

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.



→ Prägung

PRÄGUNG DURCH UNTERNEHMENSINHALT
Das Unternehmensprinzip - Form folgt Funktion - der Peter Grossbäckerei reduziert sich auf einfache, klare, funktionale Lösungen. Die Funktion ist im Design und in der Nutzung ablesbar. Jede Funktionseinheit wird in einem eigenen Gebäudeteil angesiedelt und funktioniert als bedienende Komponente für die Produktionshalle als zentrales Bindeglied der einzelnen Gebäude und Nutzungseinheiten.

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.

0046OBE IND_PM_IMA Obermayr Fertigungshalle

F2 Architekten

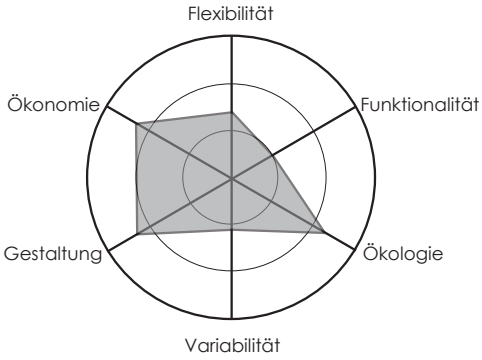




Abb.103: Außenansicht [Holz 08]

ALLGEMEIN

Baujahr	2005
Standort	Schwanenstadt, Johann Pabst-Straße 20
Nutzungsart	Produktionshalle
Produkt	Holzkonstruktionen
Eigentümer/Nutzer	Obermayr Holzkonstruktionen GmbH

KENNDATEN

Baukörper	rechteckiger Baukörper
Geschossigkeit	ein- bis zweigeschossig

FLÄCHEN UND VOLUMEN

BRI (Brutto Rauminhalt)	49300 m³
BGF (Brutto Grundfläche)	4700 m²

STANDORT

AREAL/MASTERPLAN

In enger Zusammenarbeit von Architekt, Fachplaner und Statiker, der zugleich Bauherr war, entstand im oberösterreichischen Schwanenstadt eine Produktionshalle in Passivhausstandard. Die nach Süden und Norden orientierten Glasflächen zwischen den Schnittkanten des Faltwerkes gewährleisten eine gleichmäßige Ausleuchtung der Produktionsflächen. Das tief in die Halle eindringende Sonnenlicht bildet die Basis für den hohen Energiestandard des Gebäudes. Die Ausführung spart ebenso Energie im Betrieb und Kosten in der Errichtung, da auf ein Heizsystem verzichtet werden konnte.
Es handelt sich um die erste großvolumige Industriehalle im Passivhausstandard in Österreich.

VER+ENTSORGUNG / INFRASTRUKTUR

Aus logistischen Gründen erfolgt die Erschließung der Halle für die drei Produktionsbereiche zur Gänze südseitig.

ERWEITERUNGSFLÄCHEN

Neubau einer Produktionshalle in Passivhausstandard „auf grüner Wiese“ in unmittelbarer Nähe zum bestehenden Werksareal, von ihm getrennt durch eine Erschliessungstrasse; Erweiterungsform systemisch linear durch Repetition der linearen Tragwerkskomponenten in einer Richtung; Erweiterungsfläche als zwischengenutzte Ackerfläche vorhanden.

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.

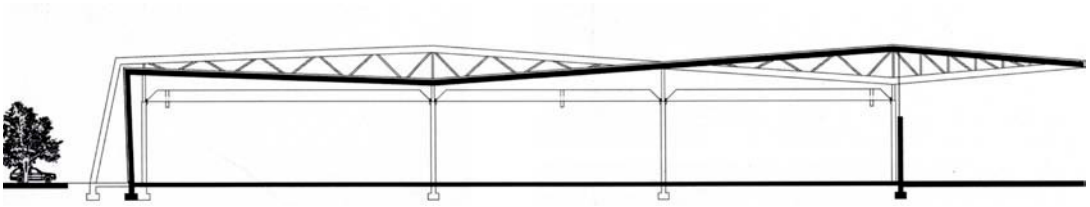


Abb.104: Längsschnitt [Holz 08]

NUTZUNGSSTRUKTUR

FLÄCHE

Durch die Konstruktion und die daraus folgende Positionierung der Stützen wird die Halle in drei Bereiche geteilt, die an der Südseite jeweils über ein Sektionalhubtor erschlossen werden. Jedem Tor ist ein witterungsgeschützter Lagerbereich zugeordnet. Abgerückt von der Produktionshalle verschmilzt dieser optisch mit dem Vorplatz.

BAUSTRUKTUR

TRAGWERK

Von der westseitigen Außenwand beginnend überspannen elf zueinander verschränkte Platten die Halle in Längsrichtung und enden in einem frei auskragendem Vordach. Sie ruhen auf zwei innenliegenden Stützenreihen und auf der Ostwand. Aufgrund des Stützabstandes von 27m, sowie der Auskragung des Vordaches von 18m, sind die Platten an ihren Rändern mittels Stahlstreben kraftschlüssig verbunden. Sie bestehen aus hochwärmegedämmten Holzsandwichelementen mit einer Gesamtkonstruktionsstärke von 44cm.
Die Dachkonstruktion wurde aufgeteilt in Holz-Stahl- Fachwerksrahmen, die in den Schnittlinien der zueinander verschränkten Platten angeordnet sind, sowie in Holzsandwichelemente, die zwischen die Fachwerksrahmen gehängt wurden.
Grundvorraussetzung für die minimale Energiekennzahl (Passivhausstandard) ist eine hochwärmegedämmte und luftdichte (n = 0,12/h) Konstruktion. Dieser Wert wird unter anderem durch Dämmstärken von 28cm für die Wand und 40cm für das Dach erzielt, wobei – wirtschaftlich und ökologisch sinnvoll – Hobelspäne als Dämmstoff für die Wand und aus Brandschutzgründen Steinwolle für das Dach eingesetzt wurden.
In Längsrichtung wird die Aussteifung durch die Fachwerkträger gewährleistet, in Querrichtung steifen die Dachfelder das Gebäude aus.

RAUMABSCHLUSS

WAND: Die Materialisierung der Halle in Form von unbehandelter Lärchenschalung und braun lasierten Dreischichtplatten (Faltwerk) spiegelt den Unternehmeninhalt wieder - Holz.

PASSIVHAUSSTANDARDS

Die Halle besitzt einen Heizwärmebedarf von 8 kWh/m²a, um die gewünschte Raumtemperatur von 15 Grad C zu erzielen.
Da die Fertigungshalle als Passivhaus funktioniert – die Raumtemperatur von mindestens 15°C also sommers wie winters ohne Heizung gehalten wird – und der Produktionsablauf selbst kaum Wärmequellen birgt, wurde der solare Wärmeeintrag durch große südseitige Verglasungen optimiert, während eine zentral gesteuerte Nachtkühlung sommerlicher Überhitzung entgegenwirkt.



Abb.105: Ansicht bei Dämmerung [Holz 08]

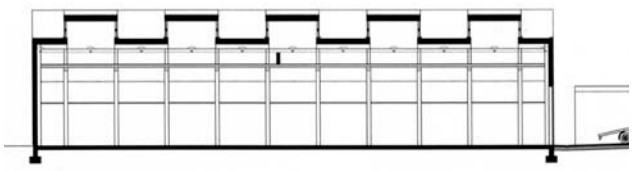


Abb.106: Querschnitt [Holz 08]

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.

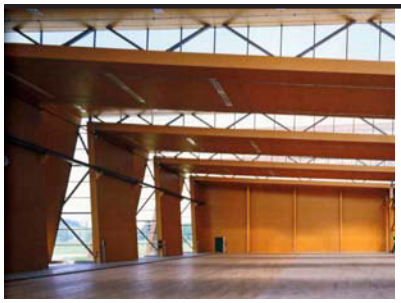


Abb.107: Innenraum [Holz 08]

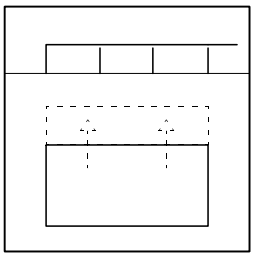


Abb.108:Vordach [Holz 08]

TECHNISCHE GEBÄUDEAUSRÜSTUNG TGA
Aufgrund des hohen Tageslichtanteils ist das Kunstlicht tageslichtgesteuert, wodurch sich der Energiebedarf auf ein sechstel reduziert. Der erst in der Dämmerung entstehende Kunstlichtbedarf wird durch Lichtsimulation und einen Lichtsensor auf dem Dach stufenlos gesteuert, sodass konstante Lichtverhältnisse von mindestens 500 Lux geschaffen werden. Die eigens für dieses Projekt entwickelten Leuchten- bestückt mit Leuchtstoffröhren- sind bündig in die Dachkonstruktion integriert. 70% der Beleuchtungsenergie können so eingespart werden.
Tagsüber erwärmt sich das Gebäude über Sonneneinstrahlung und nachts wird im Sommer durch zentral gesteuertes Öffnen der Lüftungsflügel überschüssige Wärme abgegeben und die Halle natürlich gekühlt. Dieses Lüftungsverhalten sowie die betriebsbedingte Betätigung der Tore erspart eine Lüftungsanlage. Im Winter weist die Halle ohne zusätzliche Heizung eine für körperliche Arbeiten ausreichende Temperatur von mindestens 12 Grad Celsius auf. Unter dem Gebäude bildet sich eine Blase, die sich über einen längeren Zeitraum auf die Umgebungstemperatur – in diesem Fall die durchschnittliche Raumtemperatur – einpendelt.

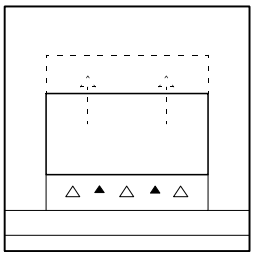
BELICHTUNG
Durch Versetzen der Falten entstehen Zwischenräume an der Westseite und im Dach, die der Belichtung des Innenraums dienen.
Das Tageslicht dringt durch blendungsfreies Spezialglas gleichmäßig aus großer Höhe tief in die Halle. Helle, reflektierende Dachfolien in den unteren Bereichen des Faltwerkes bringen zusätzliches Licht ins Innere. Auftreffendes Sonnenlicht wird nach oben reflektiert und die Dachunterseite erhellt.
Damit sind gute Belichtungsverhältnisse mit der geringst möglichen Energiezufuhr gewährleistet.

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.



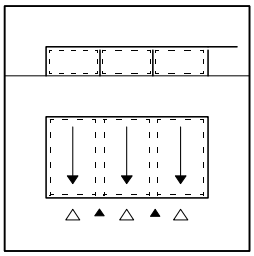
→ Erweiterung

ERWEITERUNG SYSTEMISCH LINEAR
Neubau einer Produktionshalle in Passivhausstandard "auf grüner Wiese" in unmittelbarer Nähe zum bestehenden Werksareal, von ihm getrennt durch eine Erschliessungstrasse; Erweiterungsform systemisch linear durch Repetition der linearen Tragwerkskomponenten in einer Richtung; Erweiterungsfläche als zwischengenutzte Ackerfläche vorhanden.



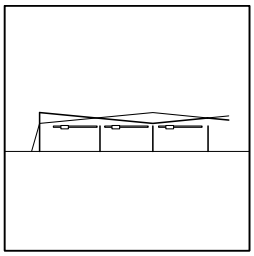
→ Erschliessung

HOF ERSCHLIESSUNG
Ver- und Entsorgung über direkt an Stichstrasse anliegendem Hof, entlang der Gebäudelängsseite; Wendemöglichkeiten und temporäre Aussenlagerflächen vorhanden; Zuwegung in die Halle über Toranlagen und Türanlagen für Personal.



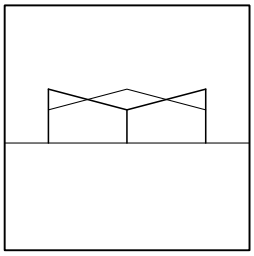
→ Nutzung

VERTIKALE FUNKTIONSSTREIFEN
Gliederung der Flächen durch 3-schiffige Tragwerksstruktur in autarke Funktionsstreifen entlang der Schiffe; Eigenständigkeit der Funktionsstreifen durch gleiche Erschliessungs- und Nutzungsauslegung.



→ Tragwerk

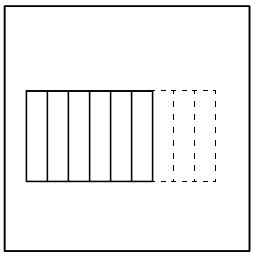
FALTWERK
als aus Scheiben bzw. Platten zusammengesetztes räumliches Tragwerk; Ebene Tragwerksteile werden entweder nur in ihrer Ebene beansprucht (Scheibentragwirkung) oder zusätzlich auch auf Biegung beansprucht (Plattentragwirkung); Optimierung des Tragwerkes durch Anpassung an Kräfteverlauf, hier: Holz-Stahl-Fachwerkrahmen mit Plattenbelägen als Tragelement und gleichzeitigem Raumabschluss.



→ Dach

FALTDACH
Durch Faltwerk resultierende Faltdachkonstruktion aus hochgedämmten Holzsandwichlementen mit hochdämmendem Warmdachaufbau; Durch Versetzen von Hochpunkten und Tiefpunkten der Dachstreifen zueinander entstehen gegenläufig geneigte Dachflächen mit rautenförmigen Öffnungen zur Konditionierung der Halle mit Licht und Luft.

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.



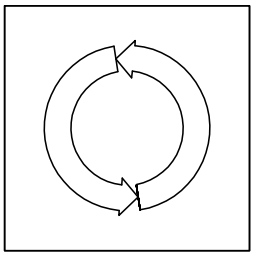
→ Fassade

ELEMENTIERTE FASSADEN
Weiterführung des Faltwerkes in Fassadenebene mit hochgedämmten Holzsandwichelementen; Dämmung aus Hobelspänen, die als Abfallprodukt bei der Produktion entstehen; Zwischenbereiche des Faltwerkes und Giebelseiten ausgefacht mit Pfosten-Riegel-Konstruktion und Ganzglasfüllung; Grosse Belichtungsfläche zur Steigerung der Wärmeeinstrahlung und Erhöhung der Behaglichkeit.



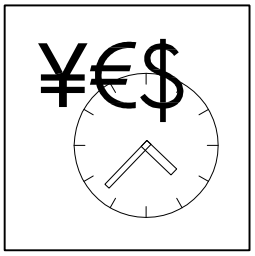
→ TGA-Konzept

PASSIVHAUSSTANDARD
Minimale Energiekennzahlen als Anforderung durch Passivhausstandard festgelegt; Solarer Wärmeeintrag durch grosse verglaste Bereiche auf der Südseite; Durch hochgedämmte Sandwichelemente und eine zentralgesteuerte Belüftung zur Vermeidung von Überhitzung kann die geforderte Temperatur von 15°C ohne Heizungsanlage konstant gehalten werden und somit die Energiekennzahlen einhalten.



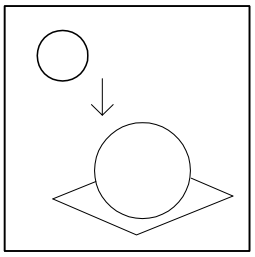
→ Effizienz

ÖKOLOGISCHE EFFIZIENZ
Festsetzung des Passivhausstandards als Anforderung an das Gebäude; Verwendung nachwachsender Baustoffe und die Nutzung von Produkten aus der eigenen Holzproduktion unterstreichen den ökologischen Aspekt.



→ Effizienz

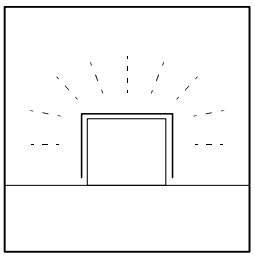
ÖKONOMISCHE EFFIZIENZ
Ausnutzung bestehender Werksstrukturen; Verwendung von standardisierten, vorfabrizierten Tragwerkskomponenten und Fassadenelementen verkürzt die Planungszeit, Bauzeit durch Witterungsunabhängigkeit und senkt die Baukosten; Reduzierung von Transportkosten durch Eigenproduktion der Bauteile; Hohe Wärmedämmung senkt die Betriebskosten.



→ Prägung

PRÄGUNG DURCH DAS PRODUKT
Durch Verwendung der eigenen Produkte in Form der Holz-Sandwich-Elemente für das Faltwerk wird das Gebäude selbst zum Werbeträger und transportiert die Botschaft des Unternehmens nach aussen.

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.



→ Prägung

PRÄGUNG DURCH UNTERNEHMENSINHALT
Die Materialisierung des Industriegebäudes spiegelt den Unternehmensinhalt -Holz- wieder. Das Gebäude symbolisiert ein geschnittenes Stück Holz mit dunkler aussenliegender Rinde, dem Faltwerk im Gebäude und der vergrauten Schnittkante, die durch die Glassfassaden verdeutlicht wird. Durch Umsetzung des Passivhausstandards, die Schaffung gleichwertiger Arbeitsplätze und das angewendete Know-How der Eigenprodukte wird ein Zeichen für die Philosophie des Unternehmens gesetzt.

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.

0050DOR IND_PM/FE/VS_IMA_WAN_RES Dornbracht Wertschöpfungspark

AIB agiplan Integrale Bauplanung GmbH

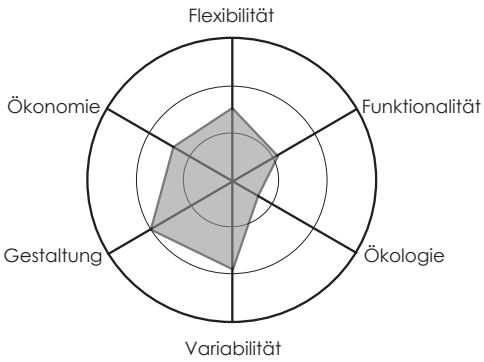




Abb.109: Wertschöpfungseinheiten [Nelle 09] S. 26

ALLGEMEIN

Baujahr	3 Einheiten 2006, Ergänzungshallen sukzessiv
Standort	Köbbingser Mühle 6 , 58640 Iserlohn, Deutschland
Nutzungsart	Montage, Ausstellung, Büro
Produkt	Armaturenfabrik
Eigentümer	Aloys F. Dornbracht GmbH & Co. Kg

KENNDATEN

Baukörper	19 Baukörper
Geschossigkeit	1 geschossige Hallen, in Teilbereichen 2 geschossig
Aussenmaße	9m x 30m x 24m (je Einheit)

FLÄCHEN UND VOLUMEN

BRI (Brutto Rauminhalt)	6.480 m³
BGF (Brutto Grundfläche)	720 m²
Bausumme in €/m²	700 €/ m²
HNF (Haupt Nutzfläche)	700 (Montage)/ 1000 (Ausstellung) / 1400 (Büro) m²

STANDORT

AREAL/MASTERPLAN

Auf dem seit den 1940 Jahren angesiedelten und erweiterten Produktionsstandort des Herstellers von hochwertigen Armaturen für Bad und Küche Aloys F. Dornbracht GmbH & Co. Kg. in Iserlohn bei Dortmund wurde ein Erweiterungskonzept entwickelt, das flexibel und elastisch auf zukünftige Märkte reagieren können sollte. Darauf aufbauend entwickelte aIB agiplan GmbH einen Masterplan für das ca. 8 ha großen Erweiterungsgrundstück am Standort Iserlohn, westlich der bestehenden Werkshallen gelegen. Das Gelände wird mit Wertschöpfungseinheiten, so gennanten „White Cubes" clusterartig in einem Geflecht aus partiell überdachten Wegen und Grünflächen organisiert. Das jeweils freistehende Einzelmodul bildet eine Wertschöpfungseinheit, die weitgehend eigenständig agiert. Das Wertschöpfungsmodul ist die bauliche Konzentration auf das Wesentliche. Das Wachstum vollzieht sich durch Errichtung neuer, unterschiedlich nutzbarer „White Cubes" auf dem bereits bereitgestellten Areal im Wertschöpfungspark. Für Dornbracht ist die kontinuierliche Investition in den Standort ein klares Bekenntnis zum Produktionsstandort Deutschland.

VER+ENTSORGUNG / INFRASTRUKTUR

Auf dem für die Expansion vorgesehenen Areal befinden sich zwei bestehende Logistikhallen, die die Produktion in den

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.

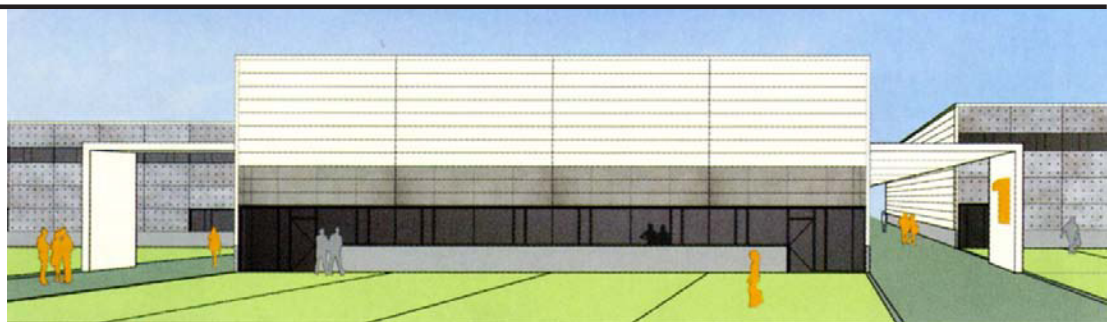


Abb.110: Ansicht [Nelle 09] S. 28

bestehenden Hallen versorgt. Südwestlich dieser beiden Logistikhallen dockt das Wegenetz für die Erweiterungshallen an und versorgt auch die Erweiterungshallen mit Produktionsgütern. Die Anordnung der Hallen und die Ausrichtung der Zuwegungen innerhalb der Hallen gewähren eine orthogonal zu den Transportwegen stattfindende Bewegung der Mitarbeiter, so dass diese von einer Halle zur anderen über diese Schnittstellen gelangen. Die Wege organisieren die Erschliessung und die Versorgung mit Rohstoffen über die Anbindung an die nördlich und östlich gelegenen Logistikzentren. Die Wertschöpfungseinheiten, freistehende Einzelmodule, organisieren sich selbst.

ERWEITERUNGSFLÄCHEN
Das Wertschöpfungsmodul ist die bauliche
Konzentration auf das Wesentliche. Zum aktuellen Zeitpunkt sind drei „White Cubes" mit Ausstellungs- und Verwaltungsflächen erstellt. In Planung befinden sich zwei weitere Hallen, die neue Montagebereiche aufnehmen werden.

NUTZUNGSSTRUKTUR

PRODUKTION
Zentrale, erfolgsorientierte Schüsselfaktoren sind für Dornbracht hohe Flexibilität und hervorragender Service. Daraus resultierend steigen die Anforderungen an Produktion und Logistik. Um diesem Sachverhalt gerecht zu werden, wurde 2007 eine veränderte Fabrikplanung konzipiert. Dieses neue Schema sieht vor, einzelne Fertigungseinheiten mit den dazugehörigen Verwaltungsbereichen in flexiblen Hallenmodulen unter einem Dach zu gruppieren.

UNTERNEHEMENSKULTUR
Die Unternehmenskultur von Dornbracht ist geprägt von einem offenen Klima, das Mitarbeitermotivation, Verantwortungstransfer, Qualitätsbewusstsein, Leistungswillen, Liebe zum Produkt und Service-Leistungen fördert und honoriert.

PRODUKT
Ganzheitliches Qualitätsbewusstsein prägt alle Entwicklungsstufen: von der Entscheidung für eine neue Entwicklung bis zu ihrer idealen Vollendung. Handwerkliche Fähigkeiten in Verbindung mit modernen Methoden der Verfahrens- und Fertigungstechnik sowie gestalterische Höchstleistungen haben Dornbracht über die Branche hinaus zu einem Begriff gemacht.

FLÄCHE
Die einzelnen Moduleinheiten weisen eine Grundfläche von 720qm auf. Die äusserste Gebäudeachse in Querrichtung beinhaltet einen 2-geschossigen Versorgungstrakt mit obenliegenden Sanitäreinheiten, der erdgeschossige Bereich ist frei mit Küchen-,

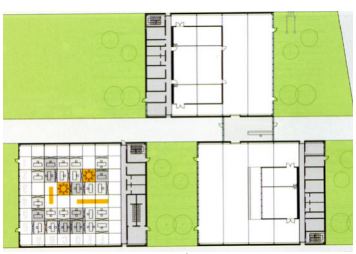


Abb.111: Grundriss [Nelle 09] S. 29



Abb.112: Lageplan [Nelle 09] S. 27

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.

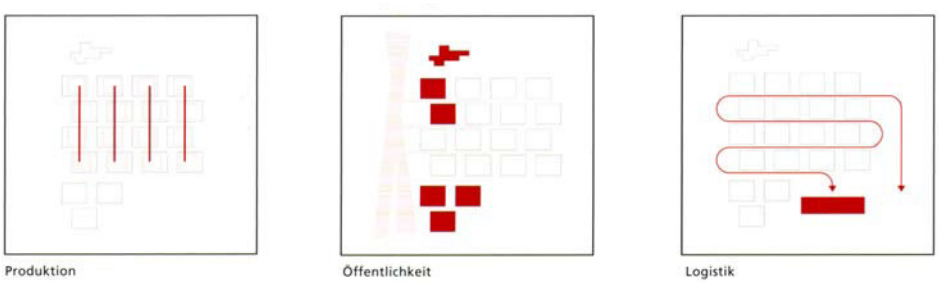


Abb.113: Vernetzung von Funktionen und Prozessen [Nelle 09] S. 29

Sozial- und Pausenräumen, Besprechungszimmern und grösseren Konferezräumen bespielbar. Die restliche Fläche ist je nach zu implementierendem Inhalt frei gestaltbar. Durch die jeweils an den Längsseiten installierten kleinen und grossen Toreinfahrten ist die Zuwegung und Versorgung an Produktionsmaterialien sichergestellt.

BAUSTRUKTUR

TRAGWERK

Modularisiertes Systemtragwerk mit vorgefertigten Stahlfachwerkträgern und Stahlstützen, angepasst auf das modularisierte Fassadensystem

Durch Abstimmung und Auswahl von modularisierten Tragwerks- und Fassadenelementen entsteht ein Baukasten aus dem der Nutzer frei nach Anforderungsprofil das Gebäude konfigurieren und bei Bedarf neu anpassen kann.

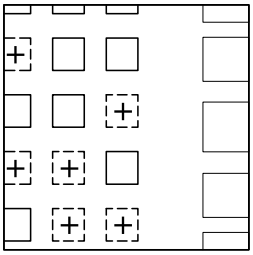
RAUMABSCHLUSS

WAND: Vorgefertigte Fassaden-Module in bestimmtem, dem Rastermaß angepassten Abmessungen zum direkten Einbau auf das Primärtragwerk inkl. aller definierten Anforderungen an die Fassade, hier: Fertigteilsystem mit Auswahlmöglichkeiten von Öffnungsanteilen, Öffnungsarten und Oberflächen

TECHNISCHE GEBÄUDEAUSRÜSTUNG TGA

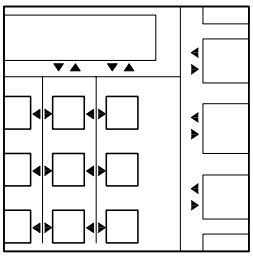
In seitlich bedienendem Funktionsriegel, Medienführung über Hallendachkonstruktion; weitere Verteilung über Stränge innerhalb der Tragstruktur; keine Vorhaltung von Installationen, bei Mehrbedarf werden die zusätzlichen Komponenten additiv installiert.

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.



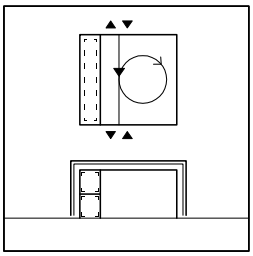
→ Erweiterung

ERWEITERUNG DURCH REPETITION
Vom Werksgelände getrennt durch eine Erschliessungsstrasse mit direktem Anschluß an Logistikzentrum; Sukzessive Erweiterung durch Repetition von Hallenmodulen; Erweiterungsfläche als Brachfläche ungenutzt, vorherige Nutzung als Parkzone für externen Dienstleister.



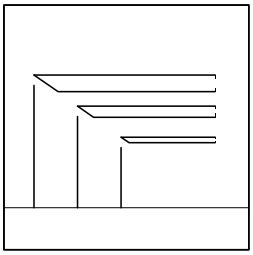
→ Erschliessung

WEGENETZ
Die Einzeleinheiten des Wertschöpfungsparkes sind durch ein teilweise überdachtes Wegenetz zur Ver- und Entsorgung mit Gütern und Personal miteinander verbunden; Zusammenführung des Wegenetzes an der zentralen Logistikhalle, diese ist Bindeglied von altem und neuem Produktionsbereich; Ringförmige Feuerwehrumfahrt.



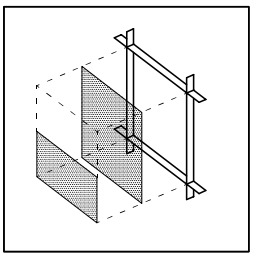
→ Nutzung

NUTZUNGSSPEZIFISCHE MODULHALLEN
"White Cube" Hallenmodul, Vorhaltungshalle, leichte, stützenfreie Halle ohne Transportsysteme, Rastermaß 6x6 m, Spannweite 36 m; offene Grundrisskonfiguration zur variablen Nutzung als Verwaltung, Forschung, Produktion und Repräsentation, dienender 2-geschossiger Riegel mit Sanitär-, Sozial- und Haustechnikräumen.



→ Tragwerk

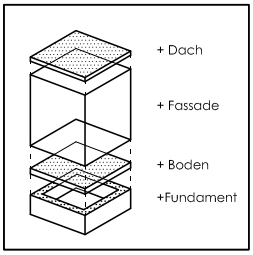
SYSTEMTRAGWERK
Modularisiertes Systemtragwerk mit vorgefertigten Stahlfachwerkträgern und Stahlstützen, angepasst auf das modularisierte Fassadensystem.



→ Fassade

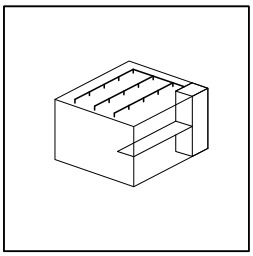
MODULARISIERTE FASSADEN
Vorgefertigte Fassaden-Module in bestimmtem, dem Rastermaß angepassten Abmessungen zum direkten Einbau auf das Primärtragwerk inkl. aller definierten Anforderungen an die Fassade, hier: Fertigteilsystem mit Auswahlmöglichkeiten von Öffnungsanteilen, Öffnungsarten und Oberflächen.

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.



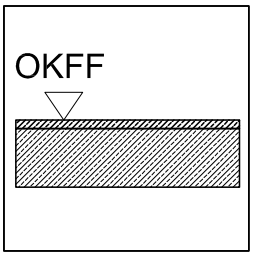
→ System

BAUKASTEN
Durch Abstimmung und Auswahl von modularisierten Tragwerks- und Fassadenelementen entsteht ein Baukasten aus dem der Nutzer frei nach Anforderungsprofil das Gebäude konfigurieren und bei Bedarf neu anpassen kann.



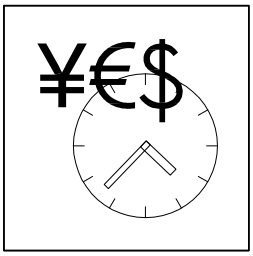
→ Versorgung

HAUSTECHNIKZENTRALE INNERHALB
In seitlich bedienendem Funktionsriegel, Medienführung über Hallendachkonstruktion; weitere Verteilung über Stränge innerhalb der Tragstruktur; keine Vorhaltung von Installationen, bei Mehrbedarf werden die zusätzlichen Komponenten additiv installiert.



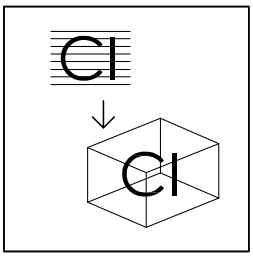
→ Boden

Bodenplatte aus Stahlbeton mit fugenlosem Abschluss als Industriefussboden (EP-Böden, PMMA-Böden, PU-Böden, Polyester und Venylesterböden - Anforderungen nach WHG, § 19, antistatische und leitfähige Industriefussböden); Je nach Nutzung und Anforderung mit Fachplaner zu ermitteln; Frei von Einbauten zur Förderung der Nutzungsvarianz.



→ Effizienz

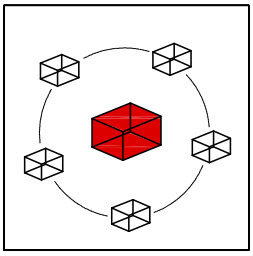
ÖKONOMISCHE EFFIZIENZ
Vorgefertigtes Baukastensystem kann effizient für bestimmte Bauaufgaben bei Bedarf genutzt werden. Verkürzung der Bau- und Planungszeit mit Kosteneinsparungen. Abbau und Recycling der einzelnen Bauteile möglich, Kosteneinsparungen durch "recyclen" von Bauteilen bei intakter Funktion. Vorhaltung von Erweiterungsfläche.



→ Prägung

PRÄGUNG DURCH UNTERNEHMENSLEITSÄTZE
Die Unternehmenskultur von Dornbracht ist geprägt von einem offenen Klima, das Mitarbeitermotivation, Verantwortungstransfer, Qualitätsbewusstsein, Leistungswillen, Liebe zum Produkt und Service-Leistungen fördert und honoriert; Förderung von Innovation durchbrechen mit traditionellen Strukturen; Orientierung zu offenen, flexiblen Produktionsstrategien, die Abkehr von Fließbandfertigung hin zu Manufaktur-Strukturen.

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.



→ Prägung

PRÄGUNG DURCH REPETITION
durch Duplizierung eines Bautypus/Baukörpers an unterschiedlichen Standorten funktioniert das Gebäude als Erkennungsmerkmal; dies wird durch einheitliche Gestaltungsrichtlinien und typische Gestaltungselemente erreicht.

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.

0051HDM IND_PM_WAN_IMA Halle 11–Heidelberger Druckmaschinen

Firma Bilfinger Berger AG & Max Bögl GmbH&Co.KG

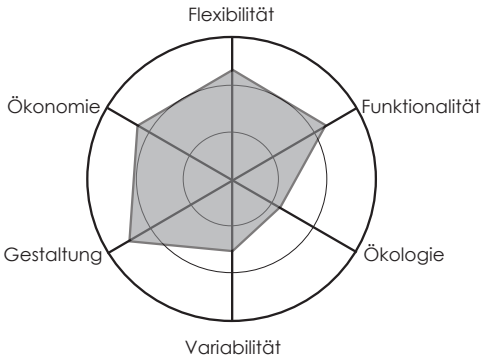




Abb.114: Wertschöpfungseinheiten [Hemp 08] S. 26

ALLGEMEIN

Baujahr	2006 - 2007
Standort	Gutenbergstraße, Wiesloch
Nutzungsart	Montage, Lager, Ausstellung, Büro
Produkt	Großformat-Druckmaschine Speedmaster XL145 und XL165
Eigentümer	Heidelberger Druckmaschinen AG

KENNDATEN

Baukörper	1 Baukörper
Geschossigkeit	1- geschossige Halle, in Teilbereichen 3- geschossig
Aussenmaße	17m x 260m x 135m

FLÄCHEN UND VOLUMEN

BRI (Brutto Rauminhalt)	ca. 596.700 m³
BGF (Brutto Grundfläche)	ca. 35.000 m²

STANDORT

AREAL/MASTERPLAN

Die Heidelberger Druckmaschinen AG (HDM) mit Hauptsitz in Heidelberg ist ein weltweit führendes Unternehmen in der Herstellung von Präzisionsdruckmaschinen. Im Standort Wiesloch-Walldorf befinden sich die Produktionshallen der Druckmaschinen. HDM-Wiesloch/ Walldorf ist der größte Produktionsstandort des weltweiten Heidelberg-Produktionsverbunds. Das Areal umfasst 860.000 qm, was in etwa 88 Fußballfeldern entspricht. Die Gebäudenutzfläche misst 510.000 qm; 70 % der Produktionsfläche entfällt auf die Montage der Druckmaschinenteile.

Für die Herstellung der Großformat-Druckmaschine Speedmaster XL145 und der Variante XL165 wurde auf dem Betriebsgelände der HDM in Wiesloch die neue ca. 260 m x 135 m große „Halle 11“ errichtet.

Die Entscheidung für den Bau der „Halle 11“ im Standort Wiesloch/Walldorf im Hochlohnland Deutschland fiel aus hauptsächlich fünf Gründen:
– vorhandene Produktions- und Werksinfrastruktur
– Nähe zur Entwicklung
– Mitarbeiter-Know-how
– Kapazitätsmanagement
– Teilelogistik (Gleichteile mit anderen Produktlinien)

VER+ENTSORGUNG / INFRASTRUKTUR

ERWEITERUNGSFLÄCHEN

Obwohl die Struktur der Halle 11 auf das neue Produkt „Ganz

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.

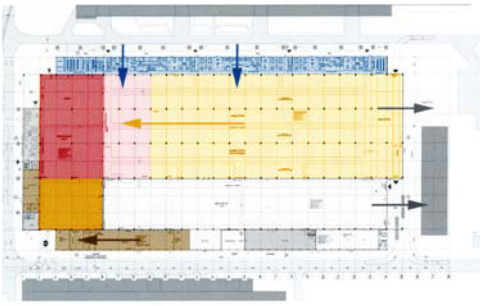


Abb.115: Grundriss [Hemp 08] S. 34



Abb.116: Fassade [Hemp 08] S. 23

großes Format" (GGF) ausgelegt ist, gestattet das Gebäude dem Nutzer hier jedes beliebige Maschinenprogramm zu montieren und kundenspezifisch abzunehmen.
Alle Produktionsmodule werden mit Medien von oben versorgt. Eine geschlossene Bodenplatte lässt variabel jede Nutzung für Produktion und Logistik zu.
Sämtliche Bereiche wie Endmontage, Modulmontage, Lager/Logistik, Papierlager/ Technische Gebäudeausrüstung sowie administrative Bereiche der Montageplanung, Service und Entwicklung können in Längsrichtung entlang des Stützenrasters von drei Hallenschiffen expandieren. Erweiterungsflächen werden hierfür nördlich der Halle vorgehalten. Der seitlich angeschlossene Büroriegel kann zudem um ein weiteres Geschoss aufgestockt werden.
Der Showroom ist lediglich durch eine leichte Trennwand von der Montage- und Lagereinheit getrennt und kann daher bei Bedarf mit geringem Aufwand diesen Einheiten zugeschlagen werden.
Das zentrale Element der neuen Fabrik ist die 450 mm dicke, durchgängige Bodenplatte, die bei der Montage der neuen Produktreihe die hohen Präzisionsanforderungen des Druckmaschinenherstellers gewährleistet. Damit können alle HDM- Produktprogramme in dieser Halle produziert werden. Die Wände im Innenraum der Fabrik können flexibel versetzt werden, ohne dabei die Tragfähigkeit des Baukörpers zu beeinträchtigen.
Die gesamte Medienversorgung erfolgt von oben ohne Behinderung des Kranschattens. So kann die modularisierte Halle im vollen Betrieb baulich erweitert werden.

NUTZUNGSSTRUKTUR

UNTERNEHEMENSKULTUR & UNTERNEHMENSIMAGE

Entstanden ist eine Montagehalle mit der modernsten Logistik und der weltweit führenden Serienproduktion für Druckmaschinen. Dabei entspricht die Architektur der Halle 11 den in Wiesloch-Walldorf produzierten Produkten: Die gesamte Halle ist wie eine Druckmaschine gestaltet - mit Papieranleger, Druckwerken und Papierausleger. Das Erscheinungsbild von Heidelberg stand bei der Architektur der Halle 11 Pate und verdeutlicht die Qualität der dort produzierten Druckmaschinen sowie die Innovationskraft des Unternehmens.

FLÄCHE

Entlang der gesamten Fassadenfläche befindet sich die „Galerie", auf der der
Drucker die Maschinen bedient. Hier sind die Verwaltung und Bürobereiche
nach einem „Lean-Office-Prinzip" (einfach, transparent und sehr offen) untergebracht und erlauben eine enge Zusammenarbeit von Entwicklung, Produktion, Service und Vertrieb unter einem Dach. Der repräsentative Eingang symbolisiert den „Ausleger", das Maschinenmodul, in dem die fertig bedruckten Bögen gestapelt werden. Die Fassade wird abgerundet durch den Versandbereich, welcher den „Anleger" visualisiert. In diesem Modul wird der Druckbogen als Papierstapel auf Paletten in die Maschine eingeführt.



Abb.117: Farbkonzept [Hemp 08] S. 23



Abb.118: Produktionshalle [Hemp 08] S. 23

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.

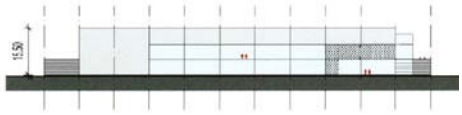


Abb.119: Ansicht Süd-West [Hemp 08] S. 12

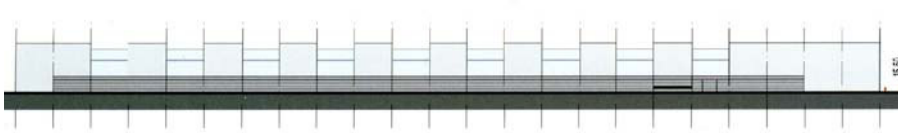


Abb.120: Ansicht Nord-West [Hemp 08] S. 12

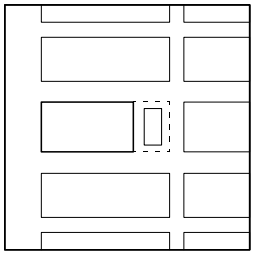
BAUSTRUKTUR
RAUMABSCHLUSS
WAND: Lichtbänder in Pfosten-Riegel-Konstruktion
Die geschlossenen Fassadenbereiche sind aus Aluminium-Sandwich-Elementen gefertigt.

RAUMBILDENDER AUSBAU
Sogar die verwendeten Farben des Gebäudes entsprechen den Farben der in der Halle 11 gebauten Maschinen. Metallisch glänzende Flächen stehen für Innovation.
Die verwendeten Glasflächen bieten Transparenz beim Blick in die Halle. Dieser Entwurfsgedanke der Transparenz setzt sich im Inneren fort. Beim Entwurf wurde das Tageslicht in die Halle gezogen.
Farbkonzept im Inneren bietet mit hellen Farben eine maximale Lichtausbeute mit minimalem Kunstlicht an.
Die Gestaltung der Bürobereiche verkörpert die Offenheit der Organisation der Geschäftseinheiten untereinander.
Die Mitarbeiter dieser Bereiche können über eine 200m lange Verglasung jederzeit auch in die Produktion schauen und umgekehrt.

MEDIENVERSORGUNG
Die Versorgung der Montage mit notwendigen Produktionsmedien wie z.B. Strom und Druckluft erfolgt von oben.

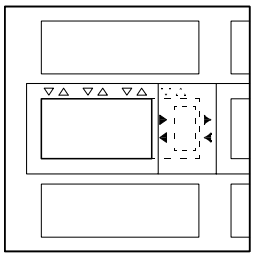
PLANUNG
Ein fachübergreifendes Team aus Experten für Lean-Strukturen, Fabrikplanern sowie Bauplanern (Architekten, Bauingenieure, Fachingenieure) und erfahrenen Projektsteuerern entwickelten gemeinsam mit dem HDM Team (bestehend aus Betreibern und Werksplanern) die Lean-Fabrik nach den Erfordernissen der Anwendung.
Mit dem „6-Phasen-Modell“ der ganzheitlichen Fabrikplanung, wurden die drei Leistungen Fabrikplanung, Projektmanagement sowie Bauplanung/Architektur zeitgleich nach entscheidungsspezifischen Meilensteinen geführt. Die Methodik hat sich bewährt.
Von der ersten Planungsminute nutzt ein integratives Team die ganzheitlichen Kompetenzen aller für die Fabrikplanung relevanten Ingenieurdisziplinen.
Hierbei unterstützte der Einsatz eines virtuellen Projektraums, auf den alle
Planer über Webbrowser zugreifen konnten.
Eine lückenlose Nachverfolgung von userbezogenen Aktivitäten und die Sicherstellung von immer aktuellen Planunterlagen trugen zu einer effizienten Fabrikplanung bei. Damit konnten – verglichen mit vorangegangenen Planungen – Zeit und Kosten reduziert sowie ein hohes Maß an Qualität von der Strukturplanung bis zum Beginn der Serienproduktion (Phase 1–6) erreicht werden.

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.



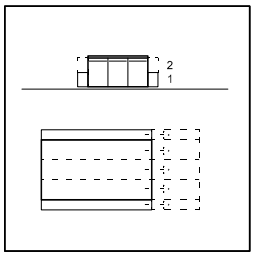
→ Standort

VOLLFLÄCHIGES BESETZEN DES GRUNDSTÜCKES
Erweiterung des Werks durch Hallenneubau auf bestehendem Restgrundstück des Werkareals; vollständige Ausnutzung des Grundstückes unter Berücksichtigung der geltenden Richtlinien und Normen; Erweiterung der Halle des zur Disposition stehenden Grundstücks; Zwischennutzung mit Lagerhalle.



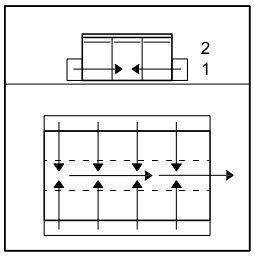
→ Erschliessung

RINGSTRASSE
Versorgung über Wegenetz und umlaufende Ringstrasse zur Anbindung an bestehende Infrastruktur; Bei Erweiterung muss diese mit verlegt werden, da An- und Ablieferung an rückseitiger Hallenseite erfolgt; Personal: seitliche Erschliessung an Längsseite mit bedienenden Funktionsräumen.



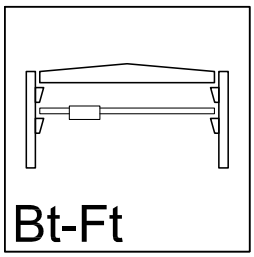
→ Erweiterung

ERWEITERUNG SYSTEMISCH LINEAR
als 3-schiffige Hallenrahmenkonstruktion; Stützenraster 12x24 m; an Betonauflagern aufgesetze Portalkrane und Kragarmkrane; Erweiterung systemisch linear durch Addition zusätzlicher Hallenrahmen; Erweiterung der Krananlage durch Verlängerung der Laufschiene auf Konsolenauflagern.



→ Nutzung

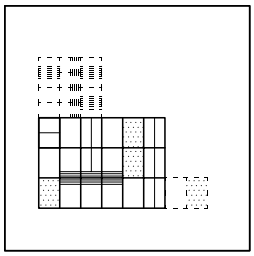
HORIZONTALE FUNKTIONSSTREIFEN
Gliederung der Flächen in längslaufenden Streifen entlang der Schiffe der Hallenkonstruktion; Zentrale Endmontage-Fläche (mittig); Materialfluss von Lager zu Vormontage zu Endmontage; Verwaltungsbereich mit Sozialräumen als zweiter die Endmontage bedienender Riegel.



→ Komponente

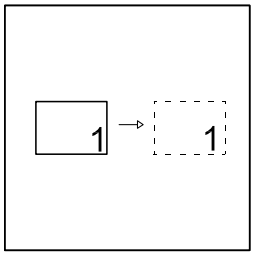
STAHLBETONFERTIGTEIL-TRAGWERK
mit vorgehaltenen Auflagerkonsolen und Konsolenaufsteckern für Stahlkonsolen zur späteren Erweiterung; Vorfabrikation bringt Kosten- und Zeitvorteile durch verkürzten Einbauzeitraum; Nachteile durch Zulieferung bedingte Grössen.

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.



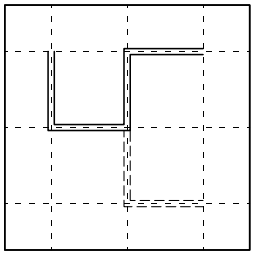
→ Fassade

ELEMENTIERTE FASSADEN
Elementierte Fassadenkonstruktionen lassen unterschiedliche Gebäudekonfigurationen und Gebäudeanforderungen im Bezug zur Raumkonditionierung zu, hier:
Pfosten-Riegel-Fassaden, Gussglasprofilfassaden, hinterlüftete Alumiumkasettenfassaden, Betonelementfassaden.



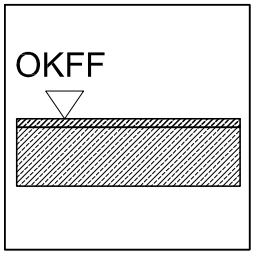
→ Ausbau

Mobile Raumboxen für Besprechungs- und Sozialräume innerhalb der Produktionsfläche zur Optimierung der Kommunikation und Steigerung der Variabilität des zu bespielenden Raumes.



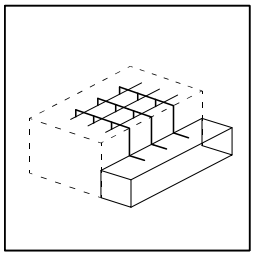
→ Ausbau

LEICHTE TEMPORÄRE FASSADENSYSTEME
Leichte Füllmaterialien, hier: Polycarbonatdoppelstegplatten an einfachen Stahlprofilen als Tragelement der Fassade; bei laufendem Betrieb versetzbar; Anpassung an Variabilität der Flächennutzung.



→ Boden

Bodenplatte aus Stahlbeton mit fugenlosem Abschluss als Industriefussboden (EP-Böden, PMMA-Böden, PU-Böden, Polyester und Venylesterböden - Anforderungen nach WHG, § 19, antistatische und leitfähige Industriefussböden); Je nach Nutzung und Anforderung mit Fachplaner zu ermitteln; 45cm Bodenplatte fördert die Variabilität, da alle Produkte des Unternehemns hier gefertigt werden können.



→ Versorgung

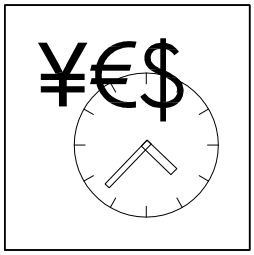
HAUSTECHNIKZENTRALE
In seitlich liegendem, entkoppeltem Gebäudeteil, Medienführung über Hallendachebene, weitere Verteilung über Stränge innerhalb der Tragstruktur; Aussparung der Stahlbeton-Fertigteilbinder zur Verlegung der Medien; Vorhaltung von Zusatzaussparungen; bei Erweiterung der Halle neue Stränge von Haustechnikzentrale zur Unterstützung der Versorgung.

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.



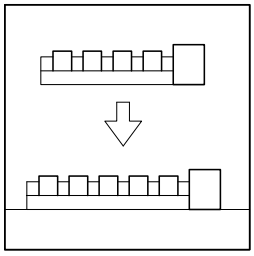
→ TGA-Konzept

PASSIVE KONDITIONIERUNG
der TGA durch natürliche Belüftung, Belichtung und Nutzung regenerativer Energien; Förderung der Nachhaltigkeit durch Aktivierung von Bauteilmassen als Wärmespeicher und Wärmetauschern, hier: indirekte, blendfreie Beleuchtung der Halle durch transluzente Fassaden und Oberlichter, die als RWA-Klappen zugleich der Belüftung dienen.



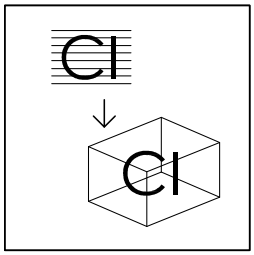
→ Effizienz

ÖKONOMISCHE EFFIZIENZ
Ausnutzung bestehender Werksstrukturen, Erweiterungsflächen; Verwendung von standardisierten, vorfabrizierten Tragwerkskomponenten und Fassadenelementen verkürzt die Planungszeit, Bauzeit und die Baukosten.



→ Prägung

PRÄGUNG DURCH ABBILD DES PRODUKTES
Abbildung des Produktes im Bauwerk; Ausformung der Halle als grosse überdimensionale Druckmaschine mit Einzelkomponenten; Papieranleger als An/Ablieferung; Druckköpfe als Montagehalle; Bedienbrücke als Verwaltungstrakt, Drucklager als Show-Room; Übersetzung 1:1 in größeren Maßstab.



→ Prägung

PRÄGUNG DURCH UNTERNEHMENSLEITSÄTZE
Festlegung von Leitsätzen, die die Kultur des Miteinanders prägen; Firmenphilosophie bestehend aus Qualität, Transparenz, Innovation und Kompetenz sollen durch das Gebäude visuell gezeigt und erlebbar werden; Implementierung der Lean-Strategie zur Optimierung der Produktion und des Miteinanders; Schaffung niedriger Hierarchien und damit kurzer Kommunikationswege.

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.

0054TRE IND_PM_IMA

TREVISION Betriebsgebäude

Querkraft

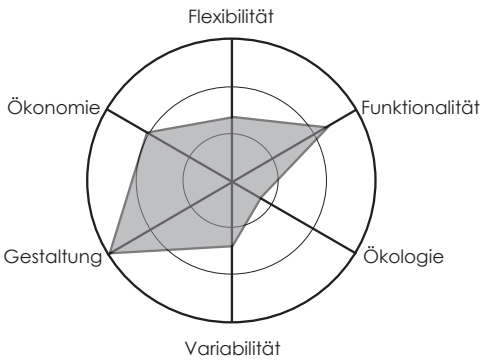




Abb.121: Frontansicht [Mess 05] S. 156

ALLGEMEIN

Baujahr	2001-2002
Standort	Industriestraße, Großhöflein, Österreich
Nutzungsart	Produktionsgebäude
Produkt	Großformatdrucke
Eigentümer/Nutzer	Firma Trevision

KENNDATEN

Baukörper	Kubischer Baukörper
Geschossigkeit	ein- bis zweigeschossig

FLÄCHEN UND VOLUMEN

HNF	2.133 m²

STANDORT

AREAL/MASTERPLAN

Der neue Standort der Firma Trevision befindet sich in einem wachsendem Gewerbegebiet unmittelbar neben der Autobahn A3. Der Baukörper wurde in seinem Querschnitt nach den Funktionsabläufen optimiert. Durch die vielen Blickbezüge haben funktionelle Verbesserungen zur einer Steigerung der Produktivität beigetragen.
Die beiden Längs- bzw Schauseiten werden mit Produkten des Auftraggebers, der Firma „trevision“, bespielt: zur Autobahn mit einem 265 m2 großen „museum in progress“ Leuchtbild und zum Besucher mit einem ebenso großem bedruckten Netz, das unvorbeischaubar ist. Kunst und Werbung für das eigene Produkt gehen hier Hand in Hand.

VER+ENTSORGUNG / INFRASTRUKTUR

STICHSTRASSE

Stichstrasse zur Ver- und Entsorgung über zentral an Stirnseite angelegten Anlieferungsbereich und Personalzugang; Bei Erweiterung keine Veränderung der Zuwegung und Ver-/ Entsorgung, dadurch Erweiterung bei laufendem Betrieb ohne Produktionsbeeinträchtigung möglich.

ERWEITERUNGSFLÄCHEN

Neubau einer Produktionshalle „auf grüner Wiese“ in unmittelbarer Nähe zur Autobahn in einem neueerschlossenen und noch unregelmässig bebauten Industrieareal; Grundstück lässt max. Erweiterung um 25 m zu (Abstandsflächen); Erweiterungsform systemisch linear durch Erweiterung der linearen Tragwerkskomponenten in einer Richtung.

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.

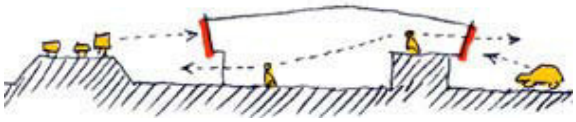


Abb.122: Schnitt-Skizze [Mess 05] S. 154



Abb.123: Ostseite [Mess 05] S. 156

NUTZUNGSSTRUKTUR

FLÄCHE

Alle Büros befinden sich in einem offenen Areal oberhalb des Lagerbereichs. Die verglaste Bürozone öffnet sich auf der Eingangsseite komplett zu einem großzügigen „Balkon“ mit Begrünung und Möblierung. Hier wird die monolithische Zugangstreppe aus Sichtbeton erschlossen, zu der das Gebäude vom Parkplatz aus erreicht wird. Zur Halle hin befindet sich ein Steg wie eine Schiffsreling, von dem aus sich die Druckmaschinen und die Produkte in der Draufsicht betrachten lassen. Kunden und Mitarbeiter können sich auf diese Weise einen Überblick über die Bilder verschaffen, die gerade geplottet werden.
Die Seitenansicht des Gebäudes läßt sich als Querschnitt durch das Raumprogramm lesen. Eine gemeinsame Konstruktion mit drei Inhalten: Halle (links, zweigeschossig), Büros (rechts oben), lager (rechts unten). Die Faltung markiert den Eingang.

BAUSTRUKTUR

TRAGWERK

Stahltragwerk aus Fachwerkbindern und Stahlstützen; Maße und Spannweiten in Abhängigkeit des vom Unternehmen angebotenen Systems, um ökonomische Einsparungen durch das kostengünstigste System in der Ausschreibung vornehmen zu können

RAUMABSCHLUSS außen

WAND: Über beide Längsseiten der Halle sind zwei in der Dunkelheit hinterleuchtete Großbilder gespannt. Auf der Zufahrtsseite ist der in riesigen Lettern gedruckte Werbeslogan des Unternehmens „Unvorbeischaubar“ angebracht.
Das Trägermaterial der in der Firma selbst produzierten Membrane filtert die vom dahinterliegenden Balkon und dem Bürobereich.
Das von Innen durchsehbare Netz wirkt von Außen wie Metall. die Ambivalenz des Materials schützt die Büroarbeitsplätze vor ungangenehmer Sonneneinstrahlung.

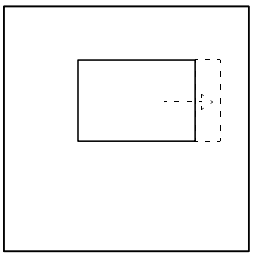


Abb.124: Eingangssituation [Mess 05] S. 157



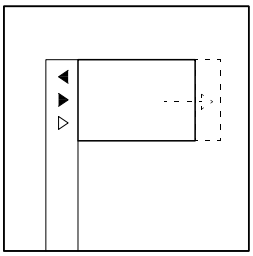
Abb.125: Produktionshalle [Mess 05] S. 159

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.



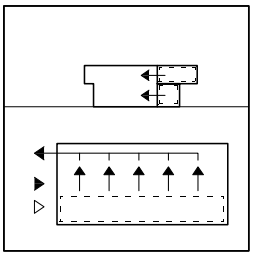
→ Erweiterung

ERWEITERUNG SYSTEMISCH LINEAR
Neubau einer Produktionshalle "auf grüner Wiese" in unmittelbarer Nähe zur Autobahn in einem neueerschlossenen und noch unregelmässig bebauten Industrieareal; Grundstück lässt max. Erweiterung um 25 m zu (Abstandsflächen); Erweiterungsform systemisch linear durch Erweiterung der linearen Tragwerkskomponenten in einer Richtung.



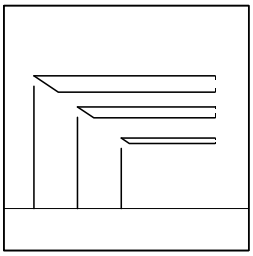
→ Erschliessung

STICHSTRASSE
Stichstrasse zur Ver- und Entsorgung über zentral an Stirnseite angelegten Anlieferungsbereich und Personalzugang; Bei Erweiterung keine Veränderung der Zuwegung und Ver-/Entsorgung, dadurch Erweiterung bei laufendem Betrieb ohne Produktionsbeeinträchtigung möglich.



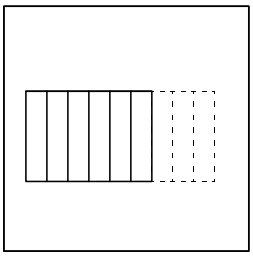
→ Nutzung

FUNKTIONSBRÜCKE
Stützenfreier zweigeschossiger Produktionsbereich mit anschliessendem längseitig liegendem eingeschossigem Lagerbereich im Erdgeschoss über dem die Verwaltung liegt, somit zweigeschossige Funktionsbrücke die die Produktion bedient; Anordnung der Brücke zur Optimierung der Kommunikation, da Produktionsfläche von allen Bereichen einsehbar.



→ Tragwerk

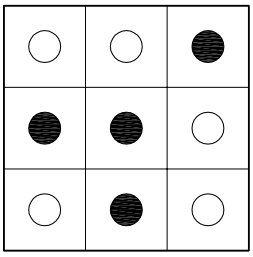
SYSTEMTRAGWERK
Stahltragwerk aus Fachwerkbindern und Stahlstützen; Maße und Spannweiten in Abhängigkeit des vom Unternehmen angebotenen Systems, um ökonomische Einsparungen durch das kostengünstigste System in der Ausschreibung vornehmen zu können.



→ Fassade

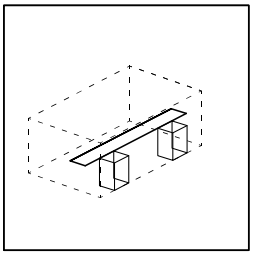
ELEMENTIERTE FASSADEN
Sandwichelement-Fassade mit Systemanschlüssen und Systemelementen wie Tore/Fenster; bei Erweiterung ist die stirnseitige Fassade demontierbar und neueinsetzbar; Längsseite entlang der Verwaltung mit Pfosten-Riegel-Konstruktion und vorgesetztem Sonnenschutzscreen, der austauschbar ist (siehe Medienfassaden).

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.



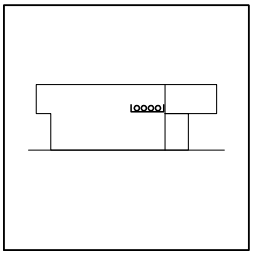
→ Fassade

MEDIENFASSADEN
Dynamisierung der Fassadenebene durch Integration veränderbarer Medien wie Leuchten oder Bildschirme, die wechselnde Muster bzw. Mustersequenzen in die Fassade einblenden, hier: Sonnenschutzscreen als Eigenprodukt mit wechselndem, teilweise von Künstlern gestaltetem Banner das über die gesamte Gebäudelänge zu einem Schaufenster wird.



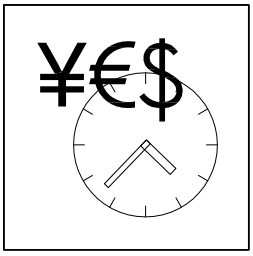
→ Versorgung

DEZENTRALE VERSORGUNG
Hausanschlussräume dienen als Zentrale der Medienversorgung. Bei Erweiterung und nicht Ausreichen des Hausanschlussraumes müssen neue entlang der Versorgungstrassen installiert werden.



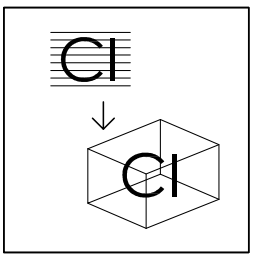
→ Medienführung

TRASSESTEGE
Versorgung der gesamten Produktionshalle mittels 2 den Hallenlängsseiten folgenden Trassenstegen, die offen die akut notwendigen Installationen aufnehmen; Hohe Variabilität, da diese je nach Bedarf mit wenig Aufwand aufgefüllt werden können.



→ Effizienz

ÖKONOMISCHE EFFIZIENZ
Berücksichtigung in der Planung und Verwendung von Systemtragwerkskomponenten und Systemfassaden im Bau verkürzen Planungs- und Ausführungszeitraum und damit auch die Kosten. Verkürzung der Bauzeit auf 2,5 Monate.



→ Prägung

PRÄGUNG DURCH UNTERNEHMENSLEITSÄTZE
Der Leitsatz nach Flexibilität als Standard von sozialer, ökonomischer und ökologischer Nachhaltigkeit wird durch die Architektur übertragen. Die Flexibilität der Fassadengestaltung spielt dabei eine wesentliche Rolle, da diese als Schaufenster mit der Umwelt direkt in Kontakt tritt und die Gestaltung durch Künstler den Industriebau kulturell wertvoller macht.

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.

0055IPE IND_LD_WAN

IPE Lagerhalle

Renzo Piano

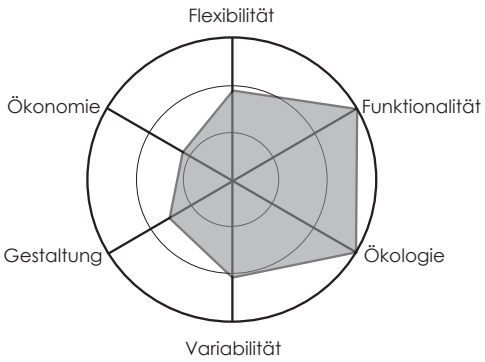




Abb.126: Fassade [Jodi 05]

ALLGEMEIN

Baujahr	1966
Standort	Genua, Italien
Nutzungsart	Lagerhalle

KENNDATEN

Baukörper	Quadratische Module
Geschossigkeit	eingeschossig
Aussenmaße	10m x 10m je Modul

STANDORT

AREAL/MASTERPLAN

Das Grundstück der neuen Lagerhalle befindet sich im Vorgebirge Genuas. Das Gebäudekonzept bezieht sich auf die direkte landschaftliche Umgebung. Das Gebäude wurde unter ökonomischen Gesichtspunkten errichtet und sollte flexibel auf mögliche spätere Erweiterungen reagieren können.
Zudem wurde es als Temporärbau konstruiert, so dass es problemlos auf- und abgebaut werden kann, um es in unterschiedlichen Städten aufzubauen. Dies wird durch Elemntbauweise erreicht.

VER+ENTSORGUNG / INFRASTRUKTUR

Die Anlieferung erfolgt über vier Öffnungen, die an der Hauptzufahrtstraße gelegen sind.

ERWEITERUNGSFLÄCHEN

Variables, flexibles Baukastensystem als temporärer, fliegender Bau; Durch Modulbauweise sowohl leicht erweiterbar als auch reduzierbar; Verlagerungsoption der gesamten Anlage durch standardisierte Montage, hier: Wanderpavillon der an mehreren Orten in unterschiedlichen Konfigurationen aufgebaut wurde.

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.

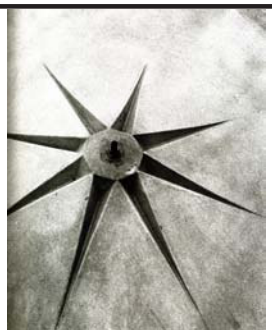


Abb.127: Detailbild [Jodi 05]

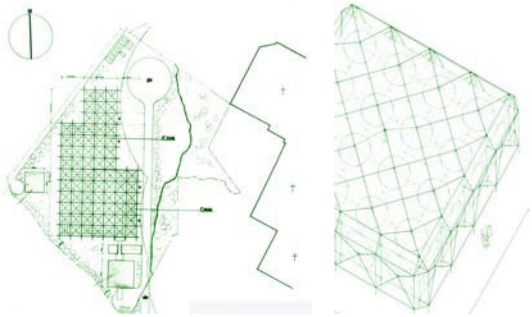


Abb.128: Zeichnungen [Jodi 05]



Abb.129: Dach [Jodi 05]

NUTZUNGSSTRUKTUR

FLÄCHE

Das Gebäude wird monofunktional als Lagerhalle genutzt.
Keine direkte Flächenzuweisung für bestimmte Nutzungen; Stützenraster der einzelnen Module bestimmen den Raum der Lagerhalle; Steigerung der Nutzungsvariabilität durch Anordnungsflexibiliät der Module.

BAUSTRUKTUR

TRAGWERK

Das Tragwerk ergibt sich aus einer leichten Membran- und Schalenkonstruktion. Auf diese Weise wurden maximale Spannweiten bei relativ geringem Materialaufwand erreicht.
Durch elementierte Anschlussbedingungen und vorgefertigte Gebäudeelemente kann das Gebäude entsprechend späteren Erweiterungen modifiziert werden.
Die verstärkte Polyestermembran der Dachhaut wird von einer filigranen Unterkonstruktion aus Stahlstäben getragen. Die Membran ist in quadratische Felder unterteilt. Die kleinste Feldeinheit mit mittigem Hochpunkt besitzt eine Seitenlänge von 2,5m x 2,5m. 16 Felder ergeben ein frei tragendes Gesamtfeld von 10x10m. Dies ergibt eine Montageeinheit. Die Unterspannung besteht aus Stahlstäben, die Stützen der Hochpunkte sind als Stahlrundrohre ausgeführt. Im Mittelfeld beträgt die Konstruktionshöhe 1,7m.
Das Gewicht der gesamten Dachkonstruktion liegt bei 9 kg/m².
Die Stahlstützen wurden als Doppel-T-Träger gefertigt.
Durch die Aufteilung der Kräfte in ein räumliches Kräftesystem wird der Kraftfluss gleichmäßiger auf der Membran verteilt. Außerdem können die einzelnen Elemente in handlichen Dimensionen ausgeführt werden. Die Punktlast der Hochpunkte in den einzelnen Membranfeldern erzeugt eine Belastungskonzentration, weshalb die Angriffsfläche durch ein kreisförmiges Element vergrößert wird. In diesen Bereichen ist die Membran doppelt mit Luftzwischenraum ausgeführt.
Die Anschlusspunkte werden durch Schraubverbindungen gebildet, sodass ein problemloses Abbauen oder Verändern der Konstruktion möglich ist.

RAUMABSCHLUSS

DACH: Das Dach wird durch eine transluzente Polyesterhaut gebildet.
WAND: Vorgefertigte Fassaden-Module in bestimmtem, dem Rastermaß angepassten Abmessungen zum direkten Einbau auf das Primärtragwerk inkl. aller definierten Anforderungen an die Fassade, hier: Fertigteilsystem für Dach und Fassade aus Polyestermembransegmenten mit Faserverstärkungen an Abhängungspunkten; Standardisierte Verbindungsmittel

TECHNISCHE GEBÄUDEAUSRÜSTUNG TGA

Die technischen Installationen werden in der Bodenplatte geführt.

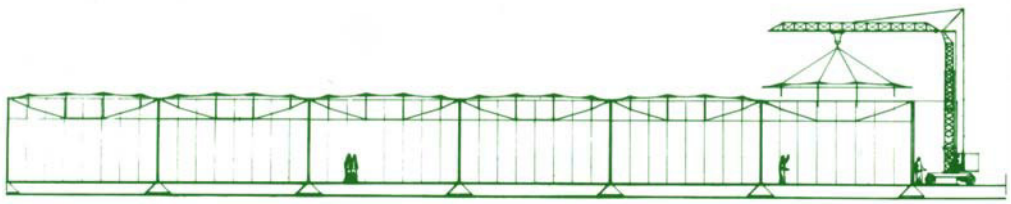
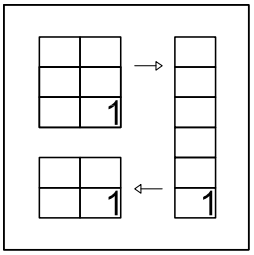


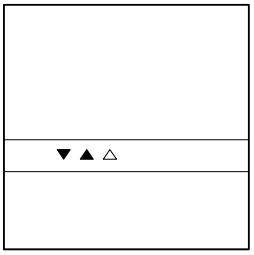
Abb.130: Schnitt [Jodi 05]

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.



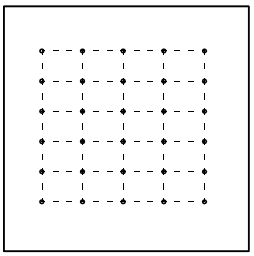
→ Erweiterung

VERLAGERUNG
Variables, flexibles Baukastensystem als temporärer, fliegender Bau; Durch Modulbauweise sowohl leicht erweiterbar als auch reduzierbar; Verlagerungsoption der gesamten Anlage durch standardisierte Montage, hier: Wanderpavillon der an mehreren Orten in unterschiedlichen Konfigurationen aufgebaut wurde.



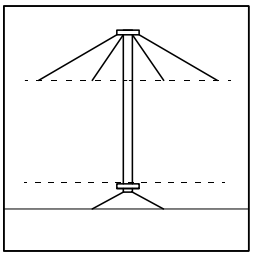
→ Erschliessung

VORHALTUNG DER ERSCHLIESSUNG
Gewährleistung der Anbindung von lokaler Infrastruktur zur Ver- und Entsorgung des Gebäudes. Prinzipiell ist jeder Standort nutzbar, lediglich die Erschliessung durch LKW muss gewährleistet sein.



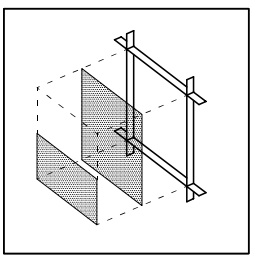
→ Nutzung

OFFENER GRUNDRISS MIT STÜTZENRASTER
Keine direkte Flächenzuweisung für bestimmte Nutzungen; Stützenraster der einzelnen Module bestimmen den Raum der Lagerhalle; Steigerung der Nutzungsvariabilität durch Anordnungsflexibiliät der Module.



→ Tragwerk

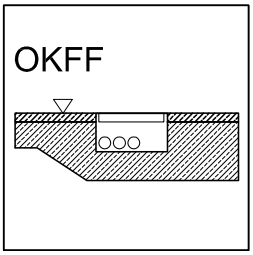
SYSTEMTRAGWERK ABGEHÄNGT
Modularisiertes aussenliegendes Systemtragwerk mit vorgefertigten, durch Spreizfüsse eingespannte Maststützen mit Seilabspannungen zur Abhängung der Fassadenelemente und Auflagerkonsolen für Fussbodenkonstruktion; angepasst auf das modularisierte Fassadensystem.



→ Fassade

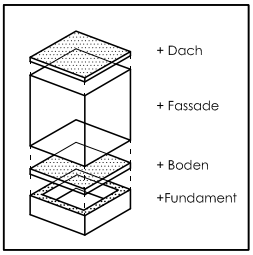
MODULARISIERTE FASSADEN
Vorgefertigte Fassaden-Module in bestimmtem, dem Rastermaß angepassten Abmessungen zum direkten Einbau auf das Primärtragwerk inkl. aller definierten Anforderungen an die Fassade, hier: Fertigteilsystem für Dach und Fassade aus Polyestermembransegmenten mit Faserverstärkungen an Abhängungspunkten; Standardisierte Verbindungsmittel.

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.



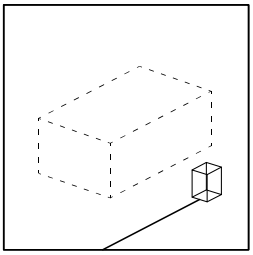
→ Boden

MODULARISIERTE BODENKONSTRUKTION
Vorgefertigte Boden-Module in bestimmtem, dem Rastermaß angepassten Abmessungen zum direkten Einbau auf die Auflagerkonsolen des Primärtragwerks; Boden-Module mit eingelassenen Bodenkanälen zur Medienversorgung.



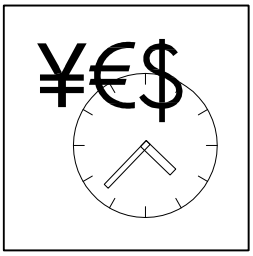
→ System

BAUKASTEN
Durch Abstimmung und Auswahl von modularisierten Tragwerks- und Fassadenelementen entsteht ein Baukasten aus dem der Nutzer frei nach Anforderungsprofil das Gebäude konfigurieren und bei Bedarf neu anpassen kann.



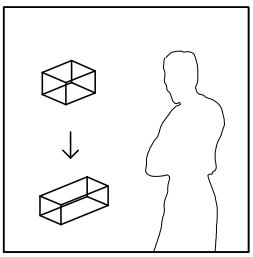
→ Versorgung

EXTERNE VERSORGUNG
Nutzung als reine Lagerhalle, dadurch minimale Anforderungen an Medienversorgung und Konditionierung des Innenraumes; Verteilung der wenigen technischen Komponenten zur Gebäudeausrüstung innerhalb der Bodenkanäle; Wasser- und Stromanschlüsse in separaten bedienendem Gebäudeteil als Container-Box.



→ Effizienz

ÖKONOMISCHE EFFIZIENZ
Vorgefertigtes Baukastensystem kann effizient für bestimmte Bauaufgaben genutzt werden; Verkürzung der Bau- und Planungszeit mit Kosteneinsparungen; Abbau und Recycling der einzelnen Bauteile möglich, Kosteneinsparungen durch "recyclen" von Bauteilen bei intakter Funktion.



→ Prägung

PRÄGUNG DURCH ARCHITEKTEN
Umsetzung der Bauaufgabe durch Architekten; Übertragung der Persönlichkeit und der Haltung des Gestalters auf das Unternehmen und dessen Produkte; Architekt und Unternehmen entwickeln gemeinsame Haltung, die langfristig baulich umgesetzt werden kann, hier: Entwicklung einer leichten, flexiblen und variablen Struktur mit minimalem Materialeinsatz, Ästhetisierung der Konstruktion.

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.

Abbildungen Steckbriefe der Fallbeispiele

Sämtliche Abbildungen sind aus Fachzeitschriften und -büchern sowie Architektenveröffentlichungen entnommen. Die Abbildungen innerhalb der einzelnen Steckbriefe der Fallbeispiele sind der unter dem Projekt aufgeführten Literaturquellen entnommen. Trotz intensiver Bemühungen, die Rechte für die einzelnen Abbildungen zu verfolgen und zu wahren bitten wir im Voraus bei den Urhebern um Entschuldigung, falls es in Einzelfällen zu unbeabsichtigten Versäumnissen gekommen sein sollte. Gerne ergänzen wir dann das unten angeführte Abbildungsverzeichnis um die entsprechenden Quellen.

0001 TRU	[Wagn 01], S. 106-119
	[Bark 03], S. 948-949
	[Adam 04], S. 122-123
0002 KAU	[Schw 02], S. 45-48
	[Adam 04], S. 74-77
	[Nagl 01], S. 440-445
0003 USM	[Hall 89]
	[Adam 04], S. 30-32
	[Müll 04], S,436-439
0004 ERC	[Schn 04], S. 338-348
	[Adam 04], S. 68-69
0005 FAR	[Adam 04], S. 72-73
	[Carg 00], S. 322-325
0007 GIR	[Inge 03], S. 956-972
	[Adam 04], S. 136-137
	[Dete 05]
0009 MOR	[Dijk 99]
	[Adam 04], S. 94-95
	[Schu 90], S.64-71
0010 WIL	Bauwelt, 27/1993
	[Herz 94], S. 45-50
	[Herz 93], S. 700–704
	[Adam 04], S. 102-103
0015 MPD	[Adam 04], S. 134-135
	[Baum 06]
	[Uffe 09] S. 78-81
0016 REN	[Adam 04], S. 90-91
	[Schu 86] S.36-43
	[Fost 91]
	[Abe 07]
0017 APL	[Adam 04], S. 156-157
	[Perr 99], S.284–295
	[Perr 00],
	[Perr 01]
0019 THO	[Adam 04], S. 172-175
	[Pian 92], S. 56–58
	[Pian 93], S. 593–597
0032 PRO	[Rack 08], S. 28-31
0040 MON	[Rau 07], S. 07
	[Arch 09]
	[Uffe 09] S. 88-91
0041 BAS	[Dam 06]
	[Nagl 05] S. 1438-1443
	[Arch 10]
0042 WAL	[Frie 07], S. 26-29
	[Benz 07], S. 10- 15
0043 FRA	[Lees 09], S. 30-35
	[Ruby 07] S. 12-17
0044 GRO	[Holz 08], S. 158-161
	[Holz 06]
0046 OBE	[Holz 08], S. 178-183
	[Holz 06] S. 86-89
0050 DOR	[Nelle 09], S.26-29
0051 HDM	[Hemp 08]
0054 TRE	[Mess 05], S.154-159
	[Mein 07]
0055 IPE	[Müll 04], S,342-345
	[Jodi 05] S. 240-242

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.

Abb.1: Ansicht der Hallen [Adam 04] S.123 233
Abb.2: Explosionsisometrie [Adam 04] S.123 234
Abb.4: Blick auf das Dach [Adam 04] S.122 234
Abb.3: Lageplan [Adam 04] S.122 234
Abb.5: Grundriss [Adam 04] S.122 234
Abb.6: Ansicht der Halle [Nagl 01] S.440 239
Abb.9: Grundriss [Adam 04] S.77 240
Abb.7: Ansicht Nord [Adam 04] S.75 240
Abb.8: Längsschnitt [Adam 04] S.75 240
Abb.10: Kranbahn [Adam 04] S.76 240
Abb.6: Ansicht der Halle [Nagl05] S.440 245
Abb.12: Ansicht der Halle [Adam 04] S.30 245
Abb.13: Tragsystem [Hall 89] S.70 246
Abb.14: Knotenpunkt [Hall 89] S.75 246
Abb.15: Innenraum [Hall 89] S.75 246
Abb.16: Giebelfassade aus Klarglas [Adam 04] S.68 251
Abb.20: Verbindungsbrücke [Adam 04] S.69 252
Abb.17: Grundriss [Adam 04] S.68 252
Abb.21: Querschnitt [Adam 04] S.68 252
Abb.18: Längsschnitt [Adam 04] S.69 252
Abb.19: Ansicht Süd [Adam 04] S.69 252
Abb.22: Ansicht Süd-West [Adam 04] S.72 255
Abb.23: Porenbetonfassade [Carg 00] S.322 256
Abb.24: Innenraum [Adam 04] S.73 256
Abb.25: Grundriss [Adam 04] S.72 256
Abb.26: Tragwerksisometrie [Adam 04] S.73 257
Abb.27: Sicht auf die zwei Baukörper [Inge 03] S.959 261
Abb.30: Innenraum [Dete 05] 262
Abb.28: Entwurfsskizze [Inge 03] S.958 262
Abb.31: Gebäude in der Dämmerung [Dete 05] 262
Abb.29: Tragwerk [Inge 03] S.964 262
Abb.32: Querschnitt [Adam 04] S.136 263
Abb.33: Grundriss [Adam 04] S.137 263
Abb.34: Ansicht West [Adam 04] S.94 267
Abb.36: Fachwerkrahmen [Adam 04] S.95 268
Abb.37: Sicht auf das Gebäude [Adam 04] S.95 268
Abb.38: Eingangssituation [Adam 04] S.95 268
Abb.35: Längsschnitt [Adam 04] S.95 268
Abb.39 Gesamtansicht [Adam 04] S.102 271
Abb.42 Lageplan [Adam 04] S.105 272
Abb.40 Ansicht West [Adam 04] S.102 272
Abb.41 Nordfassade [Adam 04] S.103 272
Abb.43 Dachuntersicht [Adam 04] S.104 272
Abb.44 Grundriss [Adam 04] S.105 273

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.

Abb.45 Innenraum [Adam 04] S.104 273
Abb.46 Gesamtansicht [Uffe 09] S.78 277
Abb.47 Grundriss [Baum 06] 278
Abb.48 Längsschnitt [Baum 06] 278
Abb.49 Querschnitt [Baum 06] 278
Abb.50 Innenraum [Uffe 09] 278
Abb.51 Detailschnitt [Baum 06] 278
Abb.52: Gesamtansicht [Abe 07] S.213 283
Abb.53: Längsschnitt [Abe 07] S.211 284
Abb.54: Innenraumperspektive [Adam 04] S.91 284
Abb.55: Knotenpunkt [Abe 07] S.215 284
Abb.56: Vogelperspektive [Abe 07] S.208 284
Abb.57: Lageplan [Adam 04] S.90 284
Abb.57: Gebäudeansicht [Adam 04] S.157 289
Abb.58: Längsschnitt [Adam 04] S.159 290
Abb.60: Interne Straße [Adam 04] S.158 290
Abb.59: Querschnitt [Adam 04] S.158 290
Abb.61: Grundriss [Perr 99] S.284 290
Abb.62: Vogelperspektive [Adam 04] S.172 295
Abb.63: Lageplan [Adam 04] S.172 295
Abb.64: Schnitt [Adam 04] S.173 296
Abb.65: Fabrikanlage [Adam 04] S.172 296
Abb.66:Ein Modul [Adam 04] S.173 296
Abb.67: Blick in die Halle [Rack 08] S.28 301
Abb.67: Blick in die Halle [Rack 08] S.28 301
Abb.68: Lageplan [Rack 08] S.31 302
Abb.69: Isometrie [Rack 08] S.30 302
Abb.71: Innenraum [Rack 08] S.29 302
Abb.70: Stütze [Rack 08] S.29 302
Abb.72: Querschnitt [Rack 08] S.31 303
Abb.73 Ansicht [Rack 08] S.30 303
Abb.74: Gebäude in der Dämmerung [Uffe 09] S.90 307
Abb.75: Grundriss [Uffe 09] S.91 308
Abb.78: Galerie [Uffe 09] S. 89 308
Abb.76: Schnitt [Uffe 09] S.91 308
Abb.77: Fassade [Arch 09] 308
Abb.79: Treppe [Uffe 09] S. 90 309
Abb.80: Galerie [Arch 09] 309
Abb.81: Ansicht [Dam 06] 313
Abb.82: Grundriss [Arch 09] 314
Abb.83: Blick entlang Fassade [Dam 06] 314
Abb.84: Westfassade [Nagl 05] S.1439 314
Abb.85: Schnitt [Nagl 05] S.1438 315
Abb.86: Sicht auf Glasfassade [Frie 07] S.26-29 319

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.

Abb.87: Grundrisse [Frie 07] S.26-29 320
Abb.88: Innenraum [Frie 07] S.26-29 320
Abb.89: Fassade [Frie 07] S.26-29 320
Abb.90: Lageplan [Frie 07] S.26-29 321
Abb.91: Kreisrundes Gebäude [Lees 09] S.34 325
Abb.92: Lageplan [Lees 09] S.35 326
Abb.94: Innenraum [Lees 09] S.34 326
Abb.95: Anlieferungszone [Lees 09] S.31 326
Abb.93: Flexibilität [Lees 09] S.35 326
Abb.96: Flächentragwerk aus BSH [Lees 09] S.32 327
Abb.97: Gebäude in der Dämmerung [Holz 08] 331
Abb.98: Schnitt [Holz 08] 332
Abb.100: Klimasimulation [Holz 08] 332
Abb.99: Vordach [Holz 08] 332
Abb.101: Innenraum [Holz 08] 333
Abb.102: Anschlusspunkt [Holz 08] 333
Abb.103: Außenansicht [Holz 08] 337
Abb.105: Ansicht bei Dämmerung [Holz 08] 338
Abb.104: Längsschnitt [Holz 08] 338
Abb.106: Querschnitt [Holz 08] 338
Abb.107: Innenraum [Holz 08] 339
Abb.108:Vordach [Holz 08] 339
Abb.109: Wertschöpfungseinheiten [Nelle 09] S. 26 343
Abb.111: Grundriss [Nelle 09] S. 29 344
Abb.110: Ansicht [Nelle 09] S. 28 344
Abb.112: Lageplan [Nelle 09] S. 27 344
Abb.113: Vernetzung von Funktionen und Prozessen [Nelle 09] S. 29 345
Abb.114: Wertschöpfungseinheiten [Hemp 08] S. 26 349
Abb.115: Grundriss [Hemp 08] S. 34 350
Abb.117: Farbkonzept [Hemp 08] S. 23 350
Abb.118: Produktionshalle [Hemp 08] S. 23 350
Abb.116: Fassade [Hemp 08] S. 23 350
Abb.119: Ansicht Süd-West [Hemp 08] S. 12 351
Abb.120: Ansicht Nord-West [Hemp 08] S. 12 351
Abb.121: Frontansicht [Mess 05] S. 156 355
Abb.122: Schnitt-Skizze [Mess 05] S. 154 356
Abb.124: Eingangssituation [Mess 05] S. 157 356
Abb.123: Ostseite [Mess 05] S. 156 356
Abb.125: Produktionshalle [Mess 05] S. 159 356
Abb.126: Fassade [Jodi 05] 359
Abb.127: Detailbild [Jodi 05] 360
Abb.128: Zeichnungen [Jodi 05] 360
Abb.129: Dach [Jodi 05] 360
Abb.130: Schnitt [Jodi 05] 360

Das Forschungsvorhaben wurde gefördert mit Mitteln des BBR.