

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**

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 reprototechnisch, jedoch nicht inhaltlich überarbeitet. Die Druckqualität hängt von der reprototechnischen 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/tauforschung

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.

Schlussbericht **Planungsleitfaden Zukunft Industriebau**

Forschung an der Technischen Universität Braunschweig

**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.

Inhalt

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 Unter Aspekte	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

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 01TRUI Trumpf Laserfabrik	233
7.2 Projekt 02KAU Kaufmann Holz Vertriebszentrum	239
7.3 Projekt 03USM USM Haller Fabrikationshalle	245
7.4 Projekt 04ERC Erco Leuchten Hochregallager	251
7.5 Projekt 05FAR Farben Kemeter Lagerhalle	255
7.6 Projekt 07GIR GIRA Produktionsgebäude	261
7.7 Projekt 09MOR Mors Vertriebszentrum	267
7.8 Projekt 10WIL Wilkhahn Montagehalle	271
7.9 Projekt 15MPD MP-Druck Produktionshalle	277
7.10 Projekt 16REN Renault Vertriebszentrum	283
7.11 Projekt 17APL Aplix Fabrikgebäude	289
7.12 Projekt 19THO Thomson Elektronikwerk	295
7.13 Projekt 32PRO Schwörer Holzindustrie Produktionshalle	301
7.14 Projekt 40MON ESTA Apparatebau Montagezentrum	307
7.15 Projekt 41BAS BASS Firmensitz	313
7.16 Projekt 42WAL Walter Knoll Multifunktionsgebäude	319
7.17 Projekt 43FRA FRABA Produktionsgebäude	325
7.18 Projekt 44GRO Peter Großbäckerei	331
7.19 Projekt 46OBE Obermayr Fertigungshalle	337
7.20 Pilotprojekt 50DOR Dornbracht Wertschöpfungspark	343
7.21 Pilotprojekt 51HDM Heidelberger Druckmaschinen Halle 11	349
7.22 Projekt 54TRE TREVISION Betriebsgebäude	355
7.23 Projekt 55IPE IPE Lagerhalle	359
Abbildungen Steckbriefe der Fallbeispiele	363

Schlussbericht **Planungsleitfaden Zukunft Industriebau**

Forschung an der Technischen Universität Braunschweig

E1 Einleitung

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.

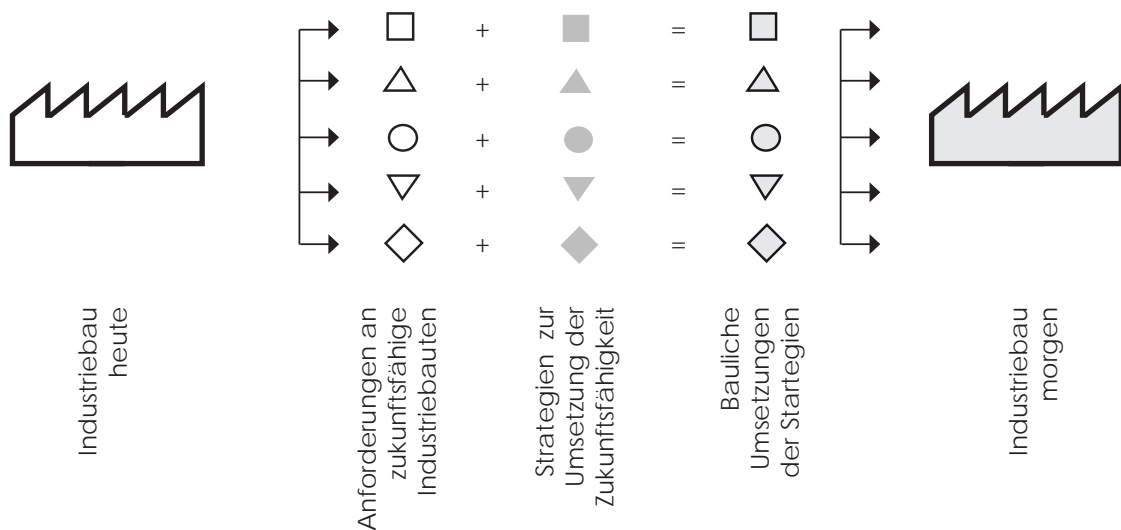


Abb. E1: Entwicklung von Strategien baulicher Umsetzungen für zukunftsfähige Industriebauten

1.2 Zielsetzung & Relevanz

Aufgabe des Forschungskapitels 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.

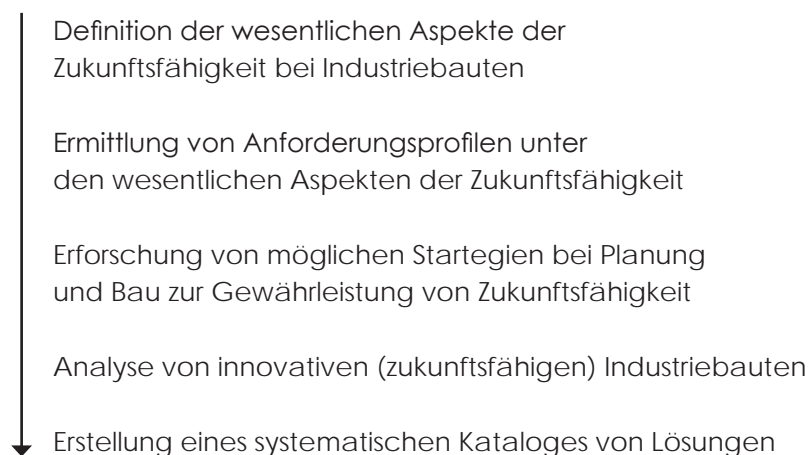


Abb. E2: Analyseverfahren

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 Arbeitsphase zwei Handlungsempfehlungen in Form einer Strukturtypologie und eines Strategienkataloges für zukunftsfähige Industriegebäude erarbeitet (Kapitel 4).

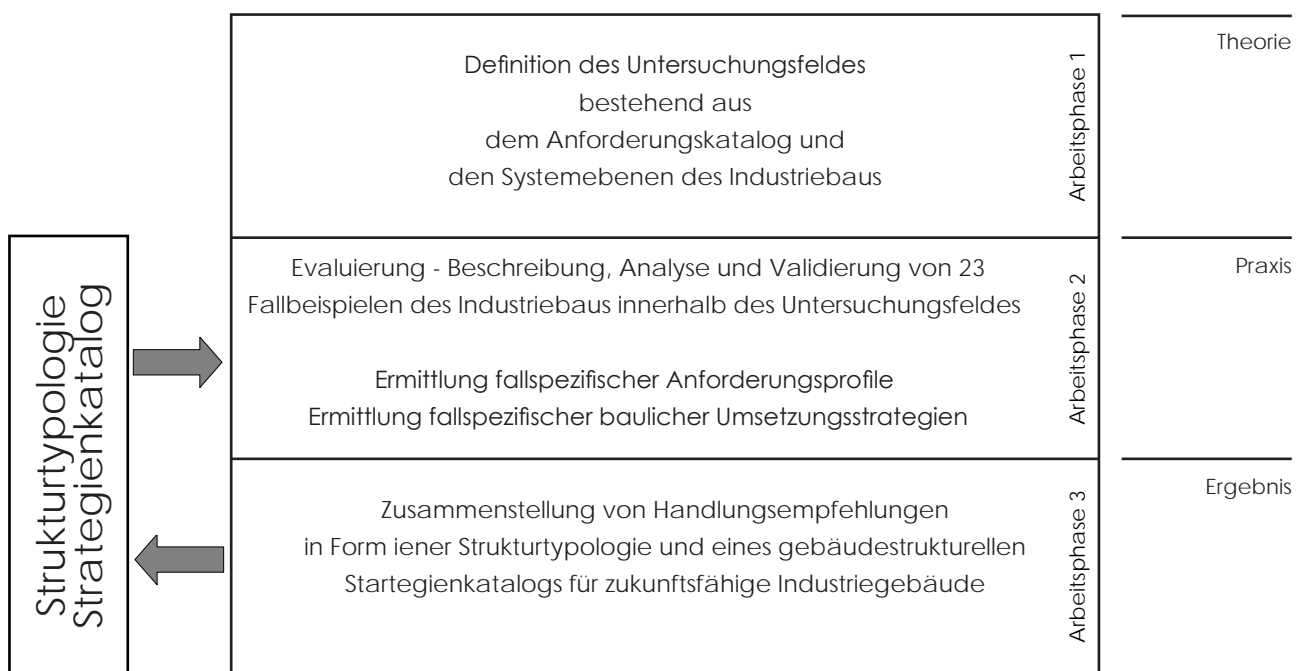


Abb. E3: Darstellung der Arbeitsphasen

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 der 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.

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, gegenüber einer 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 angebundene(n) 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 Erfüllung 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.)

E2 Analyse

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.

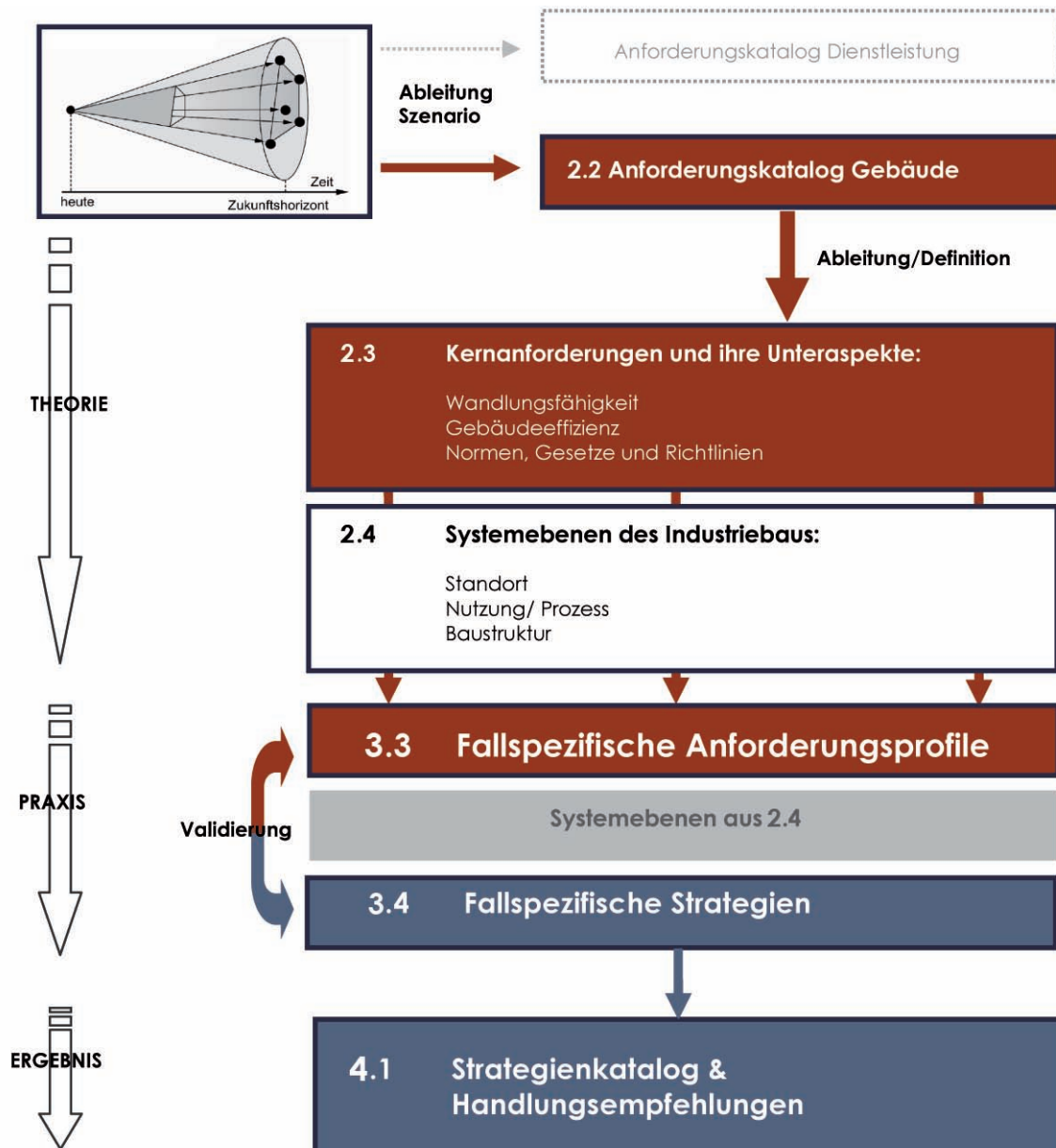


Abb. E4: Systematische Vorgehensweise der Forschung in einzelnen Schritten

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 Umsetzungstrategien aufzuzeigen. Um dieses Analyseverfahren durchführen zu können, wird in Kapitel E2 eine Untersuchungsmatrix aus Anforderungen und Systemebenen zu-
grundegelegt (Abb. E5).

Kernanforderung 1-n	Unterasspekt 1	Bereich 1	S ₁	S ₂	S ₃	S _n					
		Bereich 2									
		Bereich n									
	Unterasspekt 2	Bereich 1									
		Bereich 2									
		Bereich n									
	Unterasspekt n	Bereich 1									
		Bereich 2									
		Bereich n									
			Bereich 1	Bereich 2	Bereich n	Bereich 1	Bereich 2	Bereich n	Bereich 1	Bereich 2	Bereich n
			Struktur 1			Struktur 2			Struktur n		
			Systemebene 1-n								

Abb. E5: Untersuchungsfeld des Strategienkataloges aus Anforderungen und Systemebenen

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 Strategien baulicher Umsetzung und durch welche Praxisbeispiele können sie belegt werden?

Die Vorgehensweise wird in nachfolgendem Schaubild (Abb. E6) nochmals verdeutlicht.

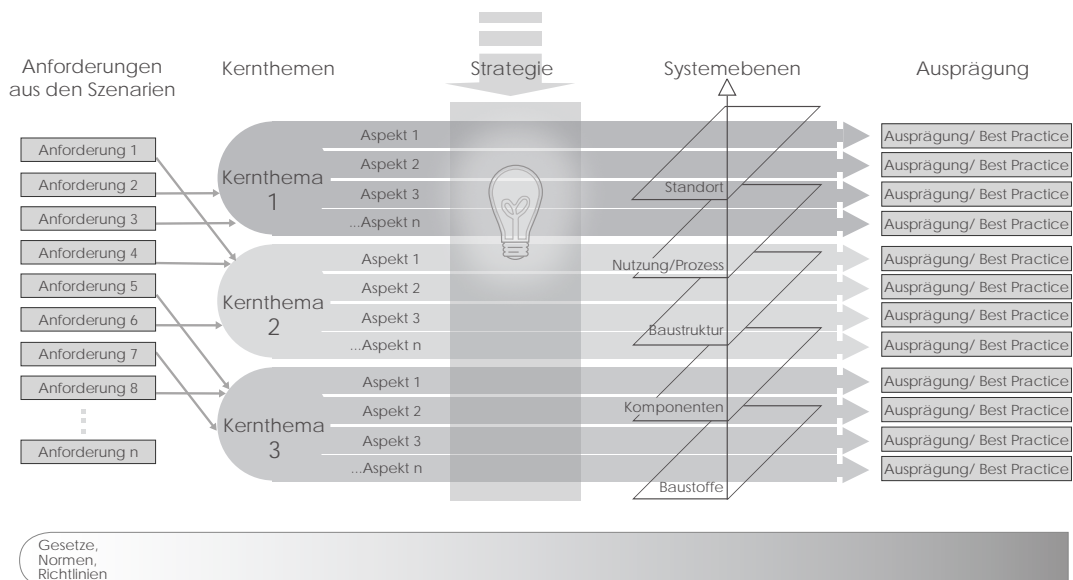


Abb. E6: Analyseprozess

Die fallspezifischen Strategien werden in einen umfassenden, allgemeinen Katalog übergeleitet. Er bildet zusammen mit der Wissensgrundlage aus Kapitel E2 die Handlungsempfehlungen für zukunftsfähige Industriegebäude.

2.2 Die Anforderungen an das „Produkt Gebäude“

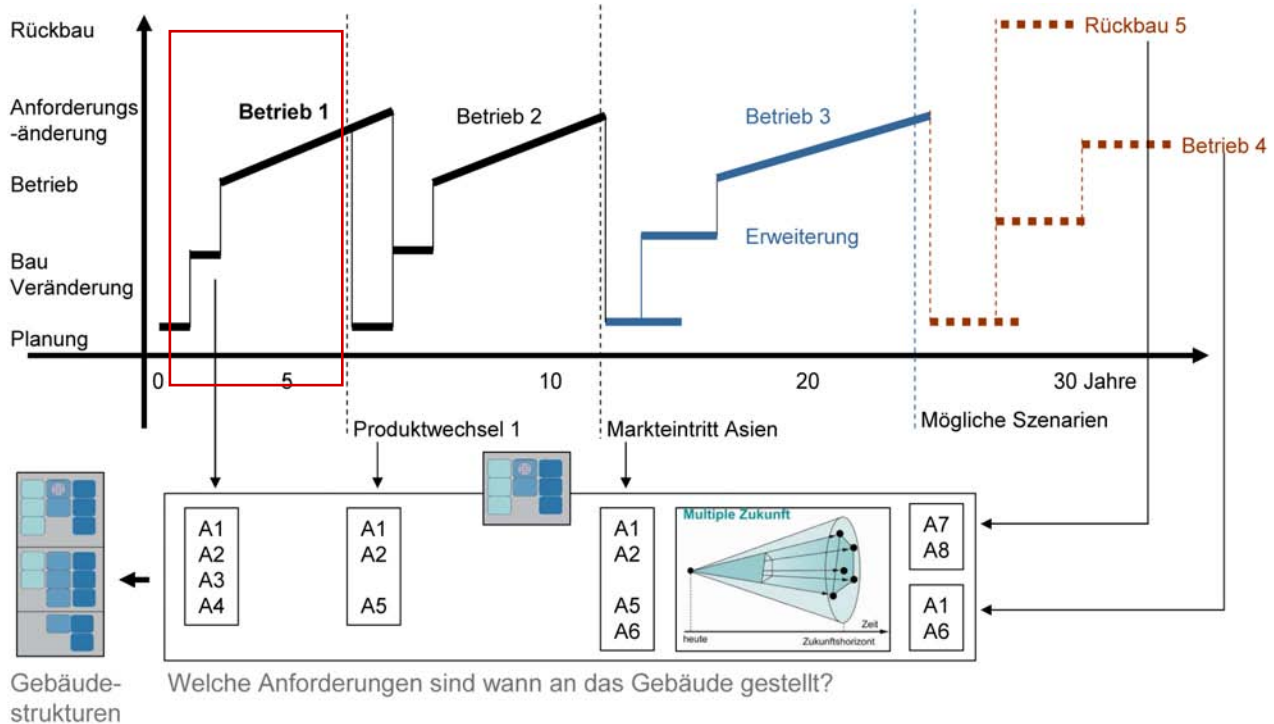


Abb. E7: Anforderungsänderungen entlang des Gebäudelebenszyklus

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.

Gebäudeeffizienz durch ein dem veränderten Anforderungsprofil entsprechendes Raummodell in **Betriebsphase 0**

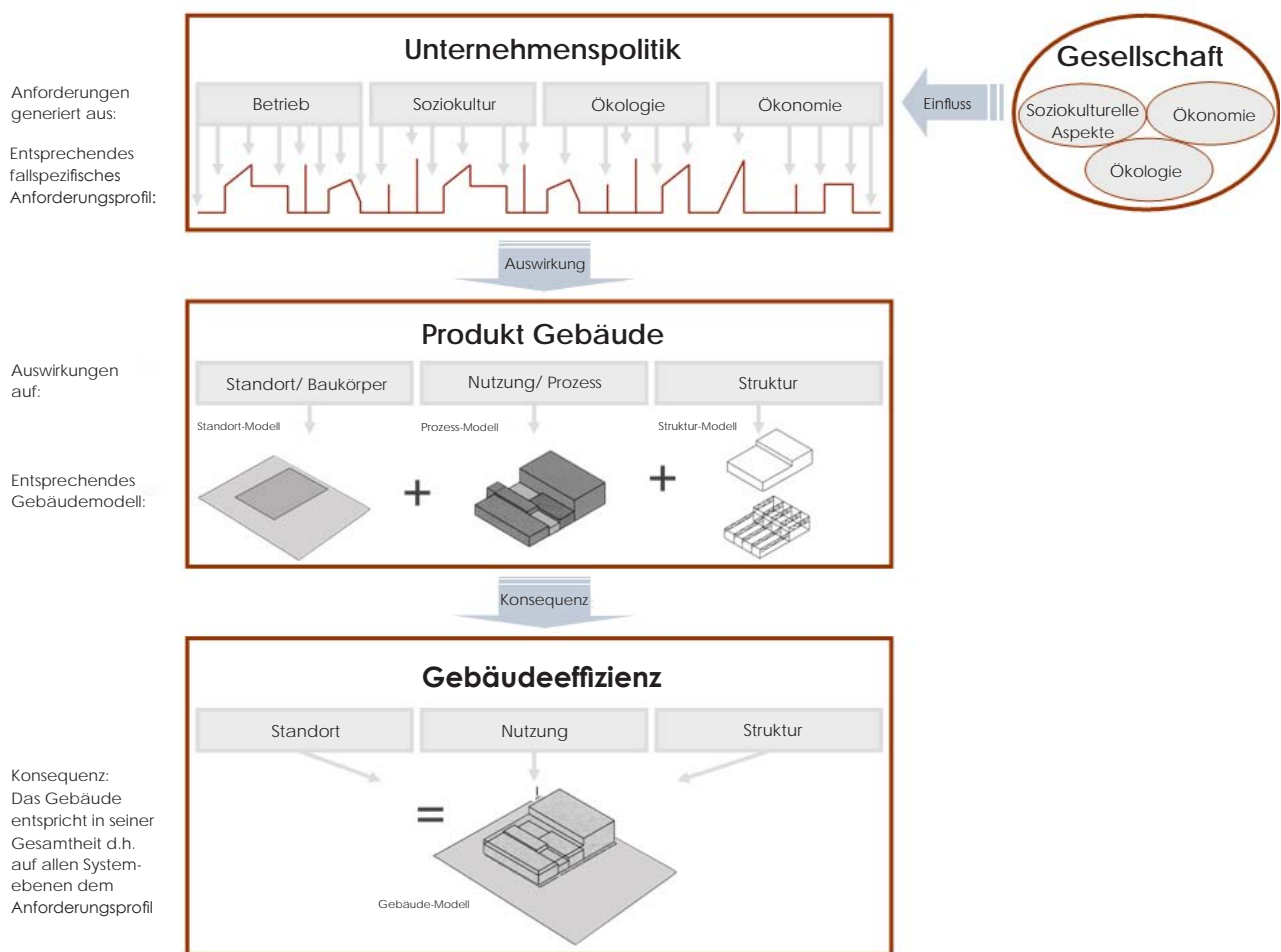


Abb. E8: Gebäudeeffizienz in Betriebsphase 0

Gebäudeeffizienz durch ein dem veränderten Anforderungsprofil
entsprechendes Raummodell in **Betriebsphase 1-n**

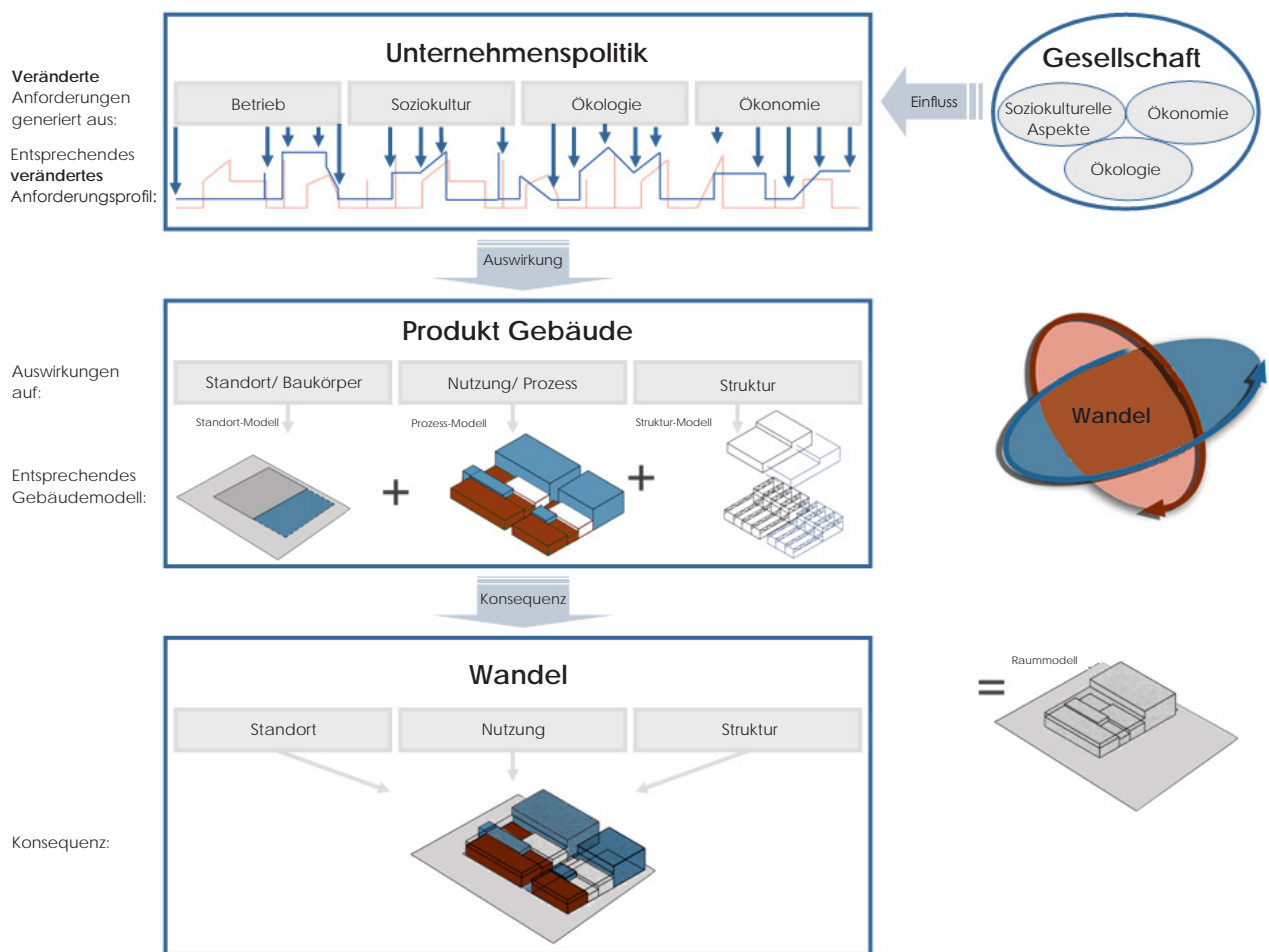


Abb. E9: Gebäudeeffizienz in Betriebsphase 1-n

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 vorstaten 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 Unter Aspekte.

2.3 Die Kernanforderungen und ihre Unterasspekte

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.

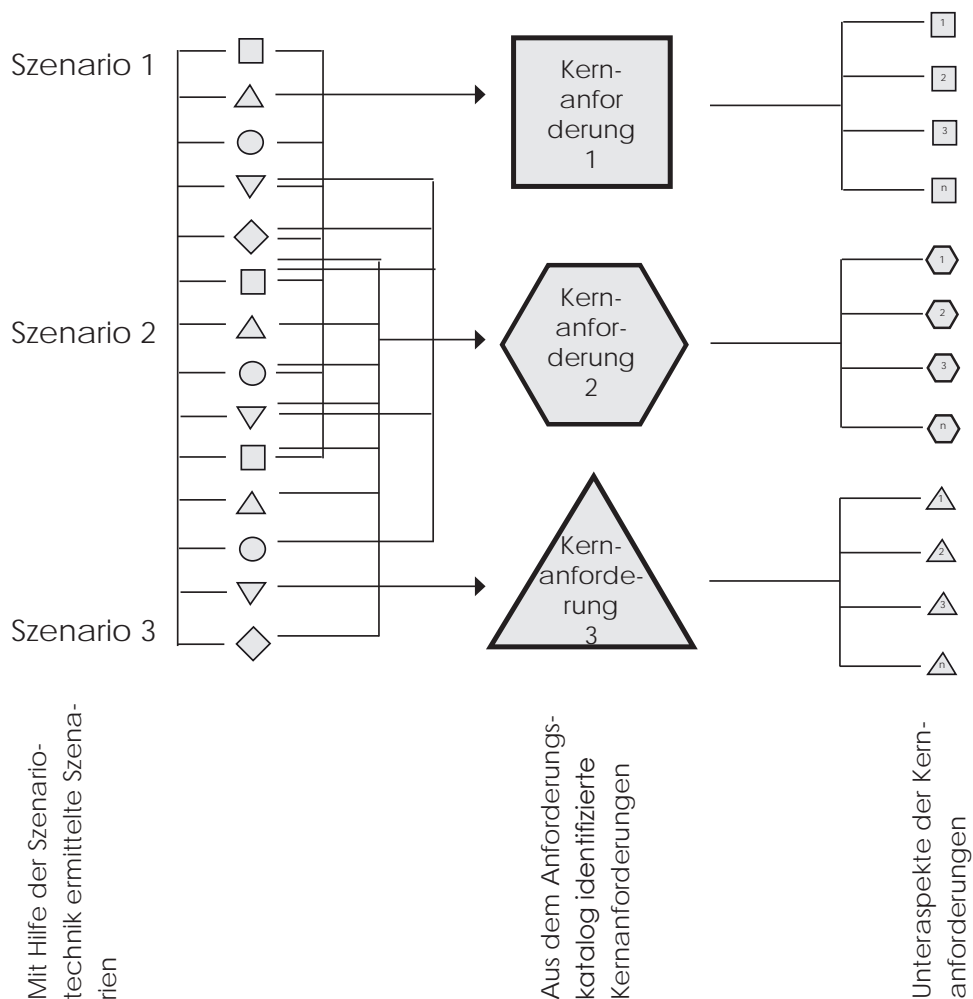
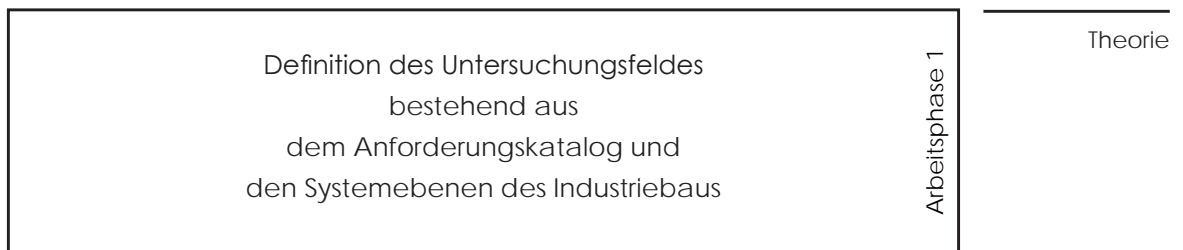


Abb. E10: Überführung szenariospezifischer Anforderungen in Kernanforderungen und Unterasspekte

Schlussbericht Planungsleitfaden Zukunft Industriebau

Forschung an der Technischen Universität Braunschweig

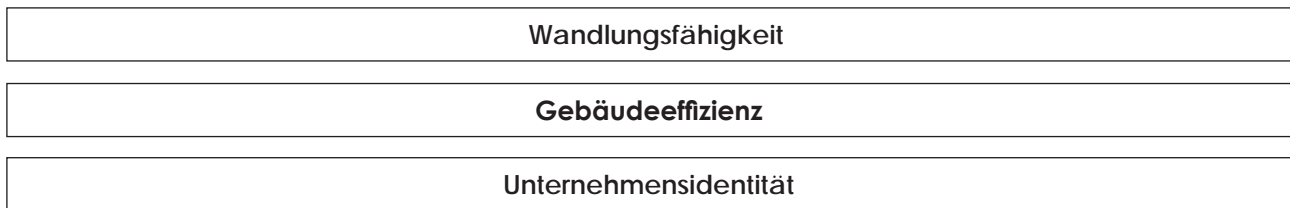
Um die Zusammenstellung von Anforderungen für den weiteren Analyseprozess nutzbar zu machen, werden sie nach Themen gegliedert und als Kernanforderungen und Unteraspekte definiert (vgl. Abb. E10). Kernanforderungen und Unteraspekte bilden eine der beiden Achsen der Untersuchungsmatrix zur Erfassung struktureller Strategien (siehe Abb. E11). Die andere Achse wird durch die Systemebenen (siehe Kapitel E 2.4) gebildet.



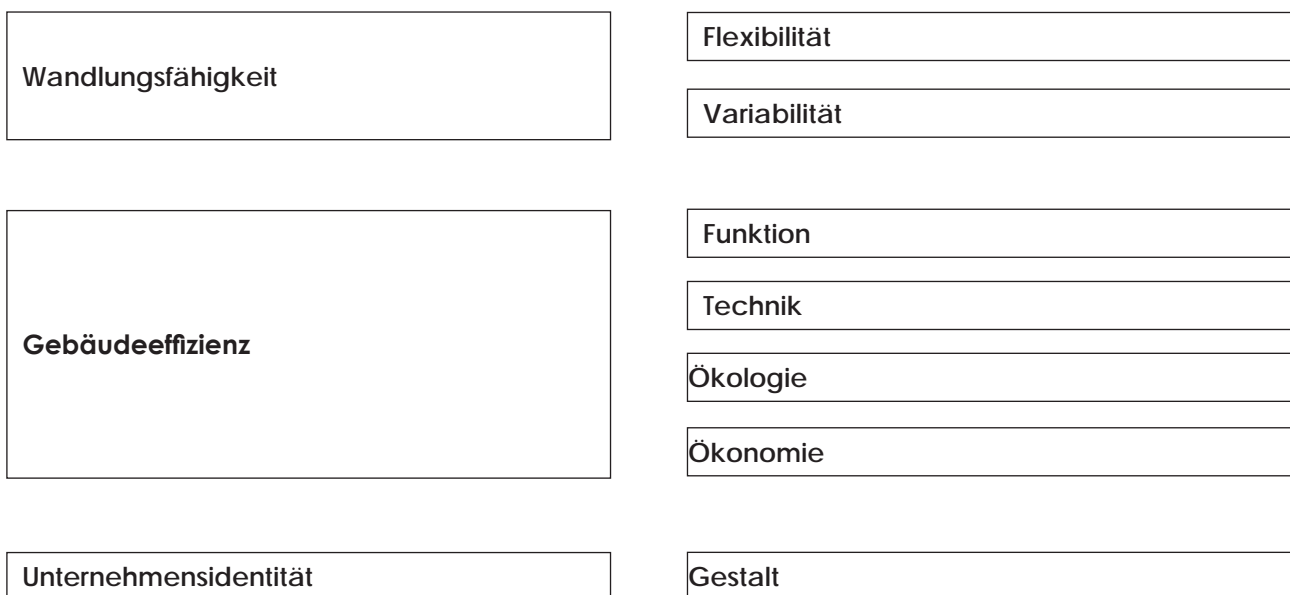
Kernanforderung 1-n	Unteraspekt 1	Bereich 1	S ₁	S ₂	S ₃	S _n						
		Bereich 2										
		Bereich n										
	Unteraspekt 2	Bereich 1										
		Bereich 2										
		Bereich n										
	Unteraspekt n	Bereich 1										
		Bereich 2										
		Bereich n										
				Bereich 1	Bereich 2	Bereich n	Bereich 1	Bereich 2	Bereich n	Bereich 1	Bereich 2	Bereich n
				Struktur 1			Struktur 2			Struktur n		
				Systemebene 1-n								

Abb. E11: Untersuchungsfeld zur Ermittlung gebäudestruktureller Strategien

Drei Kernanforderungen sind in allen drei Szenarien enthalten, jedoch unterschiedlich stark ausgeprägt. Die Kernanforderungen sind:



Die Kernanforderungen sind in folgende Unter Aspekte gegliedert:



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)

Szenario 1

- **Räumliche Erweiterung**
- **Vorhaltung von Strukturen**

Szenario 2

- **Trennung von Strukturen**

Szenario 3

- **Standards und klare Raster**
- **Offene und robuste Strukturen**

Fokussierung

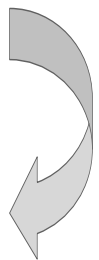


Abb. E12: Gliederung der Anforderungen - Kernanforderung Wandlungsfähigkeit und Schwerpunkte

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 Industriebauwerken lässt sich mit dem Anforderungskatalog für das „Produkt Gebäude“ wie folgt darstellen:



Abb. E13: Gliederung der Anforderungen - Kernanforderung Gebäudeeffizienz und Schwerpunkte

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	<ul style="list-style-type: none"> • Maximale Erfüllung ästhetischer Ansprüche (aus Szenario 1) • Berücksichtigung stadträumlicher Fragestellungen bei der Erstellung des Bauwerks (aus Szenario 1)
Szenario 2	<ul style="list-style-type: none"> • 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	<ul style="list-style-type: none"> • Bedeutung des Produktionsprozesses ist größer als die des Mitarbeiters (Szenario 2+3) • Keine bzw. geringe Erfüllung ästhetischer Ansprüche (aus Szenario 3)

Szenario 1	<ul style="list-style-type: none"> • Maximale Erfüllung ästhetischer Ansprüche (aus Szenario 1)
Szenario 2	<ul style="list-style-type: none"> • Berücksichtigung des „Faktor Mensch“ (aus Szenario 1+2)
Szenario 3	<ul style="list-style-type: none"> • Erfüllung ästhetischer Ansprüche (aus Szenario 2) • Keine bzw. geringe Erfüllung ästhetischer Ansprüche (aus Szenario 3)



Abb. E14: Gliederung der Anforderungen - Kernanforderung Unternehmensidentität und Schwerpunkte

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].

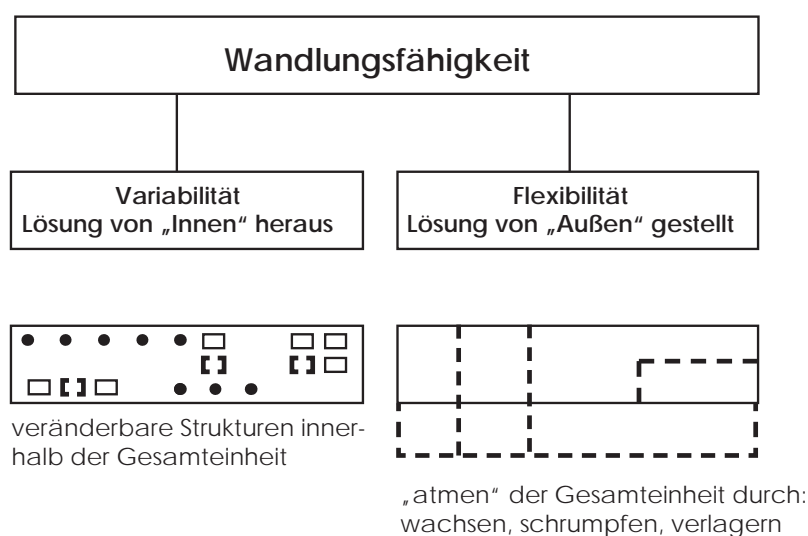


Abb. E15: Wandlungsfähigkeit - Betrachtungsebenen Variabilität und Flexibilität

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:

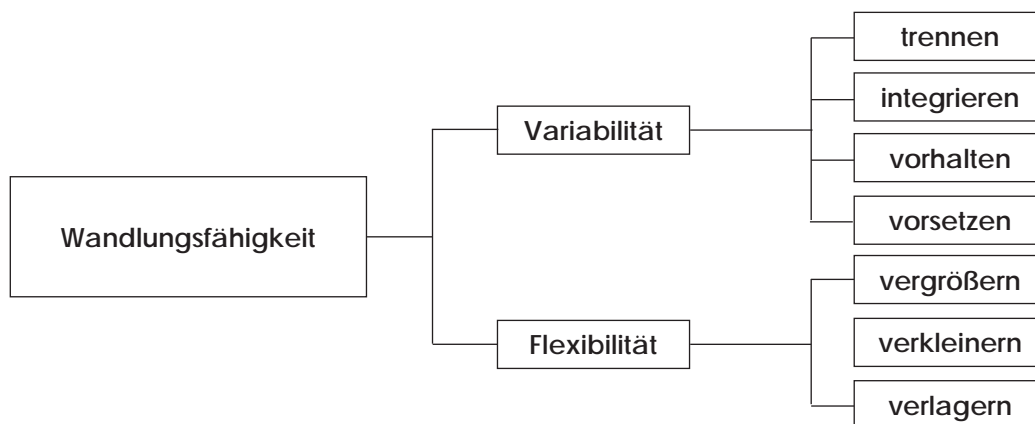


Abb. 16: Wandlungsfähigkeit - Betrachtungsebenen der Variabilität und der Flexibilität

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.

Wandlungsfähigkeit durch baulich, technische Standardisierung, Modularisierung und Vorhaltung

Bauliche und technische Maßnahmen können positiv auf die Wandlungsfähigkeit eines Industriebäudes 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 schadhafte 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.

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):

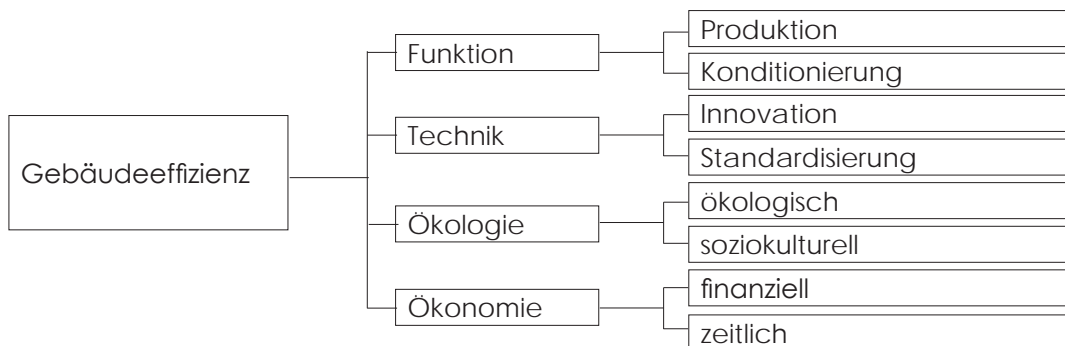


Abb. E17: Gebäudeeffizienz – Betrachtungsebenen

2.3.3 Unternehmensidentität

Industriebauten 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 Gebäudeeffizienz

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.

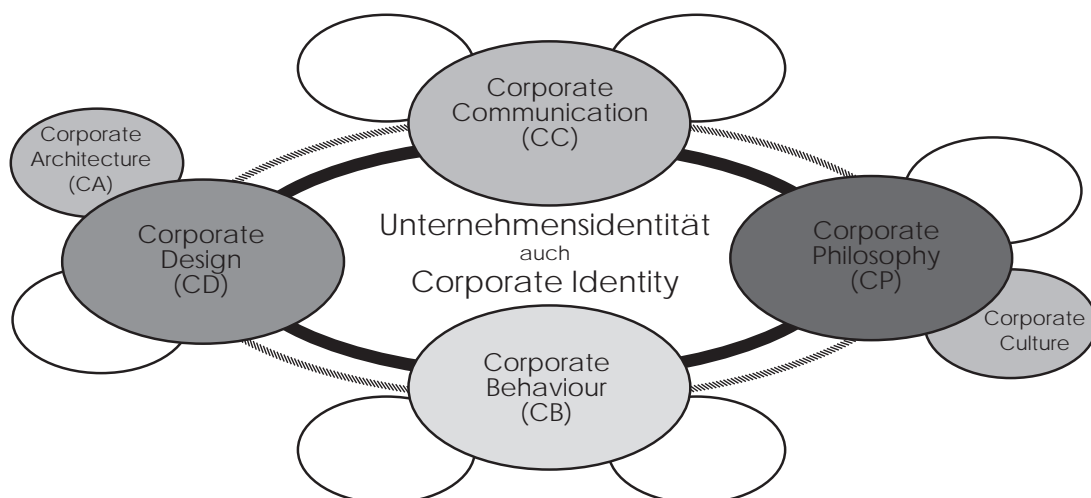


Abb. E18: Definition Unternehmensidentität

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 das 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 Unternehmensidentität 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].

„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]

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]:

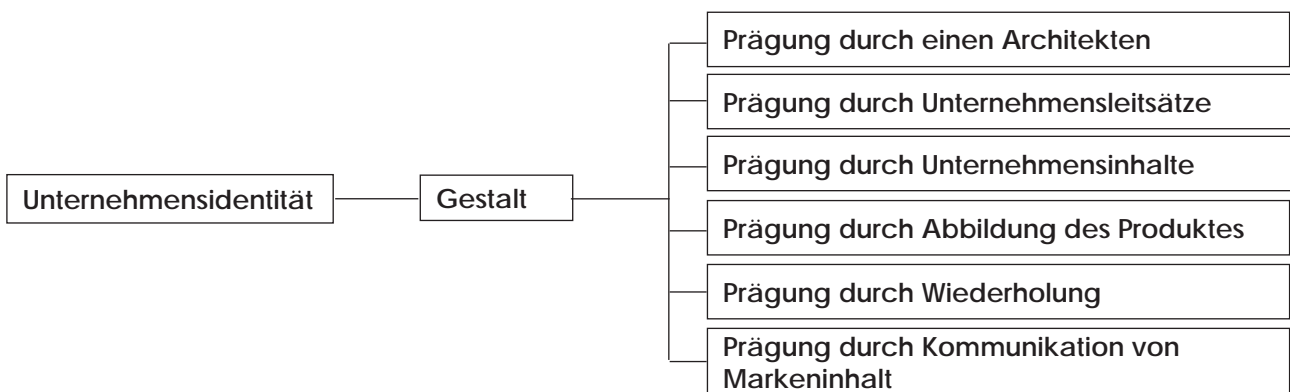


Abb. E19: Unternehmensidentität – Betrachtungsebenen

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.

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 Planungsrecht 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: Bundesraumordnungsgesetz Raumordnungsbericht Raumordnungsprogramm	Gesetze und Verordnungen: Baugesetzbuch Baunutzungsverordnung Planzeichenverordnung	Musterbauordnung (MBO)	Gesetze und Verordnungen z.B.: Bundesimmissionsschutzgesetz Bundesnaturschutzgesetz
Länder	Gesetze und Pläne: Landesplanungsgesetz Landesentwicklungspläne Regionalpläne	Ausführungsgesetze und Durchführungsverordnungen	Gesetze und Verordnungen, z.B.: Bauordnung Stellplatzverordnung Versammlungsstättenverordnung Landesbauordnung (LBO)	Gesetze und Verordnungen z.B.: Naturschutzgesetz Denkmalschutzgesetz Schutzgebietsverordnung
Gemeinden		Satzungen und sonstige Pläne, z.B.: Flächennutzungsplan Bebauungsplan Sanierungssatzung	Satzungen z.B. Gestaltungssatzungen Spielplatzsatzungen Stellplatzsatzungen	Satzungen z.B.: Grünordnungspläne Denkmalbereichssatzungen

Tab. E1: Planungsrecht nach [Schm40], S.234

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 Systemebenen des Industriebaus, vorgestellt.

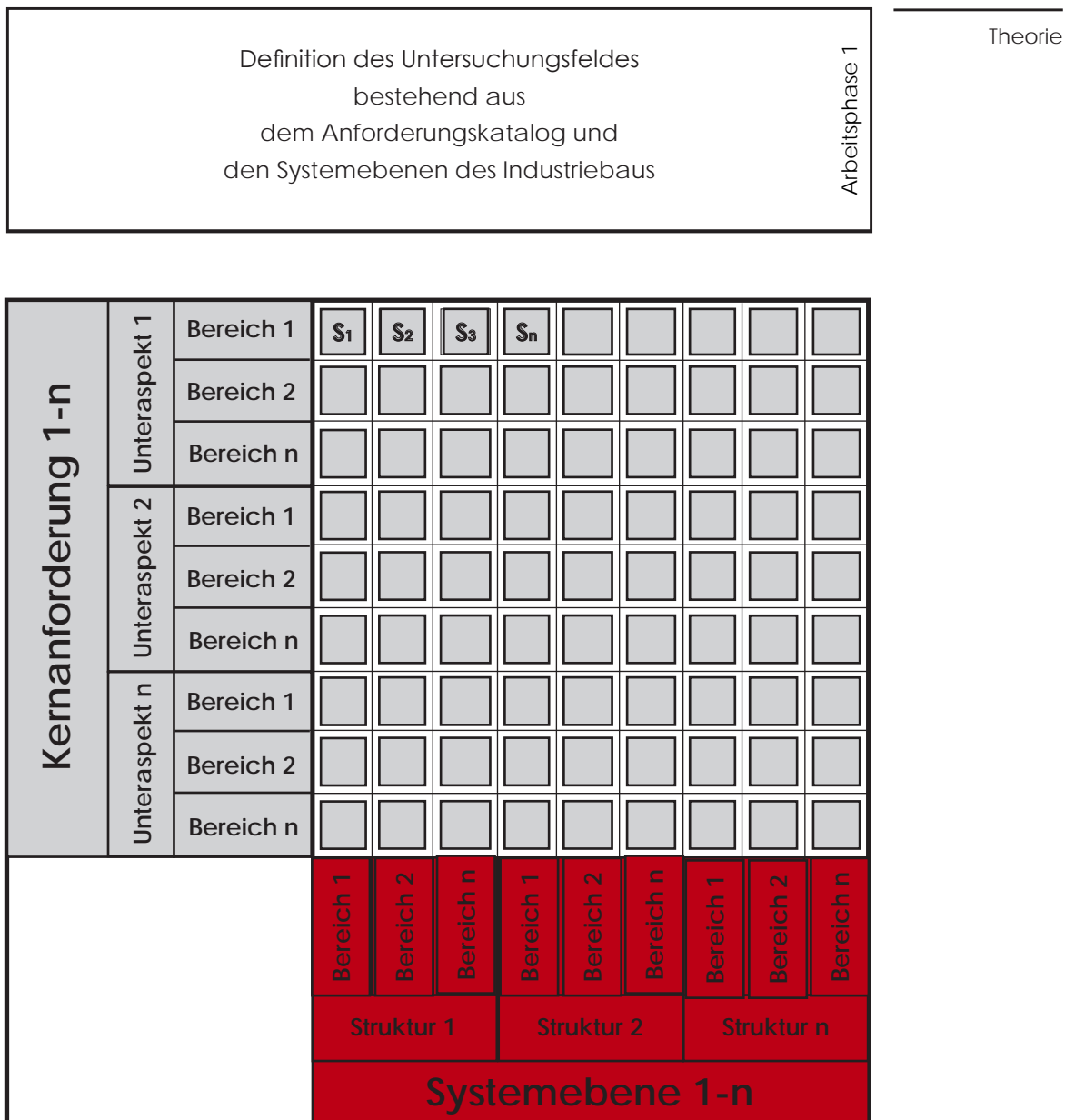


Abb. E20: Untersuchungsfeld zur Ermittlung struktureller Strategien von Gebäuden

Definition der Systemebenen

Industriebauten dienen der Herstellung von Stoffen, Geräten, Maschinen sowie deren Verpackung und Versand einschließlich der Bereitstellung von Rohstoffen und Zwischenprodukten. Industriebäude bilden im Regelfall nur die bauliche Hülle für die erforderlichen Produktionsanlagen und/oder Lagereinrichtungen. Bei Hochregallagern ist zum Beispiel die Lagereinrichtung gleichzeitig das Gebäudeträgerwerk. Der Industriebau wird als Gefüge einzelner Systemebenen verstanden und in drei Systemebenen unterteilt:



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.

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 hindernde 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.

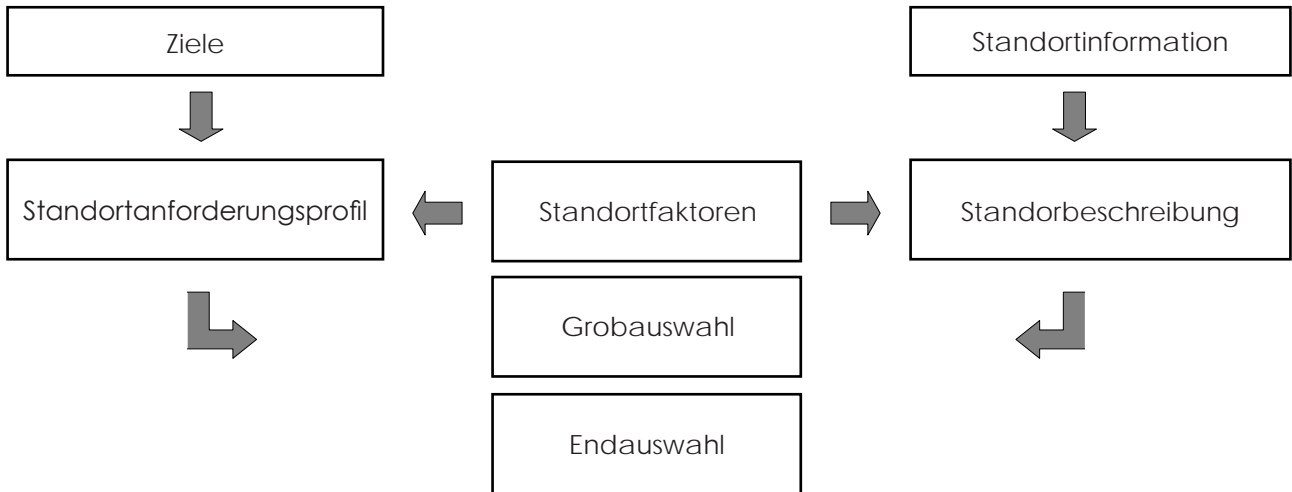


Abb. E21: Ablauf der Standortplanung nach [Wien 05], S. 39

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. Führungsvorteile (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

Harte Standortfaktoren

Infrastruktur	<ul style="list-style-type: none"> -Verkehrsanbindung -Transportkosten, Transportarten, Umladung (gebrchener Verkehr), Container -Energiepreise (z. B. Strompreis, Ölpreis) -Kommunikationsnetz (Breitbandverfügbarkeit, Ausfallsicherheit) -Energieversorgung (Leistungsfähigkeit des Stromnetzes, Verfügbarkeit Fernwärme, rechtliche und praktische Möglichkeit zur Selbstversorgung) -Abfallbeseitigung
staatliche Förderung	<ul style="list-style-type: none"> -Förderungs-, Anpassung- und Erhaltungssubventionen -Subventionen durch Zuschuss, Kredit, Bürgschaft, Förderungskapital
Höhe der Steuern und Abgaben	
Nähe, Größe und Zugang zu Produktionsfaktormärkten	<ul style="list-style-type: none"> -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 Rahmenbedingungen Lohnkosten	
Nähe, Größe und Zugang zum relevanten Absatzmarkt	<ul style="list-style-type: none"> -Schaffung von Clustern zur Synergienutzung -Synergieeffekte
Markttransparenz	
Markteintrittsbarrieren	
Wettbewerbsintensität	
Nähe zu Zulieferbetrieben	
Nähe zu Forschungs-, Bildungs- und Entwicklungseinrichtungen	
Umweltschutzauflagen	
Klima	

Tab. E3: Harte Standortfaktoren

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 Punktbewertungsverfahrens 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

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].

Schlussbericht Planungsleitfaden Zukunft Industriebau

Forschung an der Technischen Universität Braunschweig

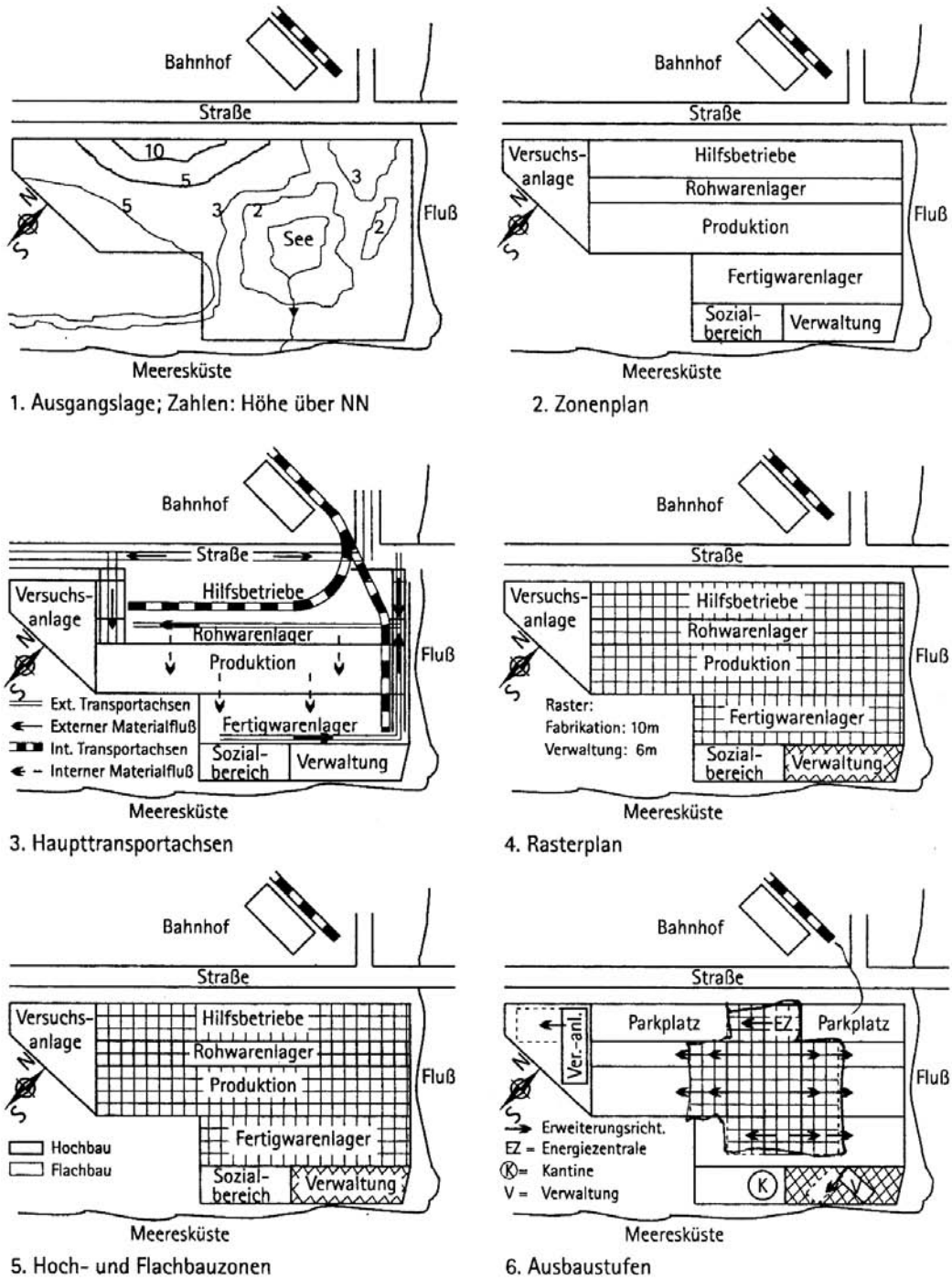


Abb. E22: Generalbebauungsplanung nach [Schm 95], S. 204

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.

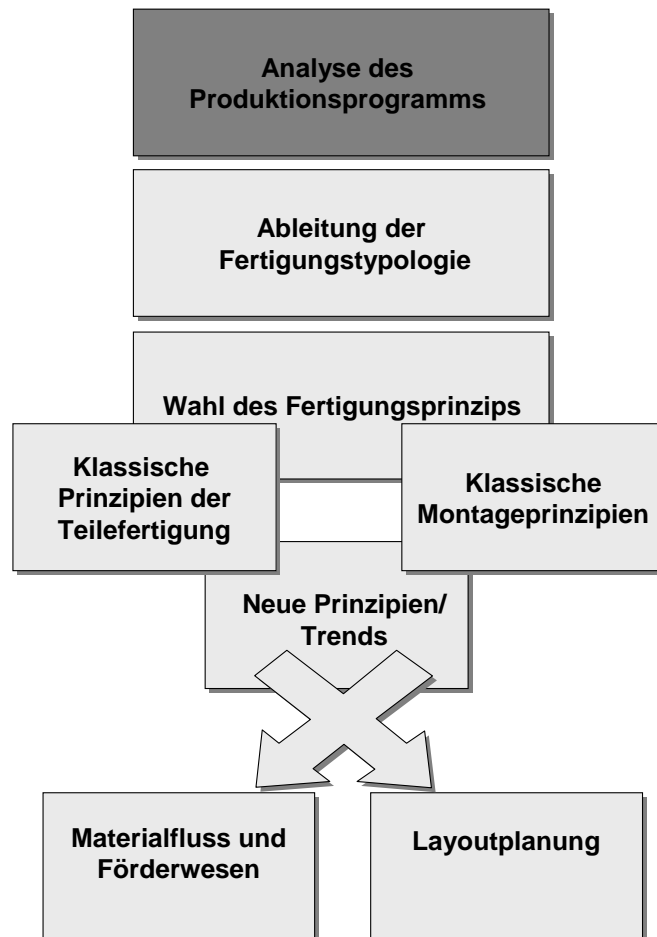


Abb. E23: Vorgehensweise zur Festlegung der Organisationsform der Fertigung

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:

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.

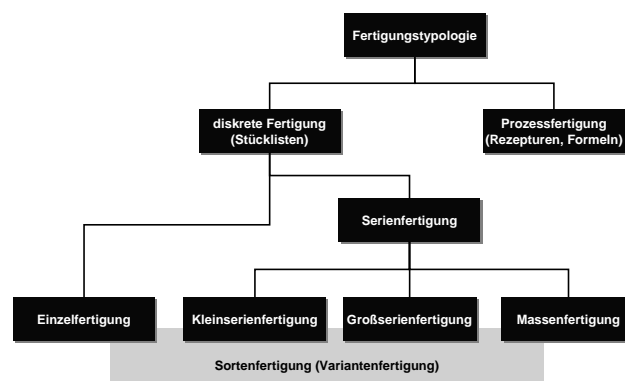


Abb. E24: Fertigungstypologien [Dole 81], S.129

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.

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.

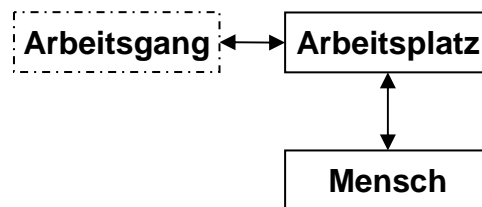


Abb. E25: Räumliche Struktur bei der Werkbankfertigung

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.

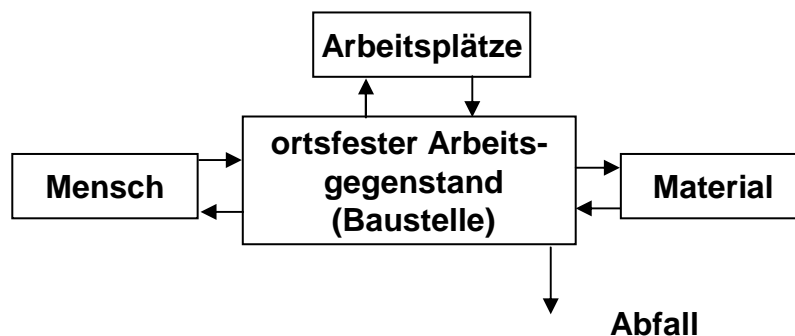


Abb. E26: Räumliche Struktur bei der Baustellenfertigung

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.

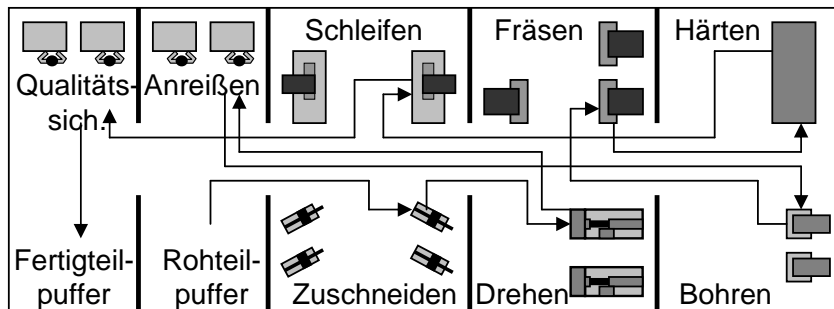


Abb. E27: Räumliche Struktur bei der Werkstattfertigung

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

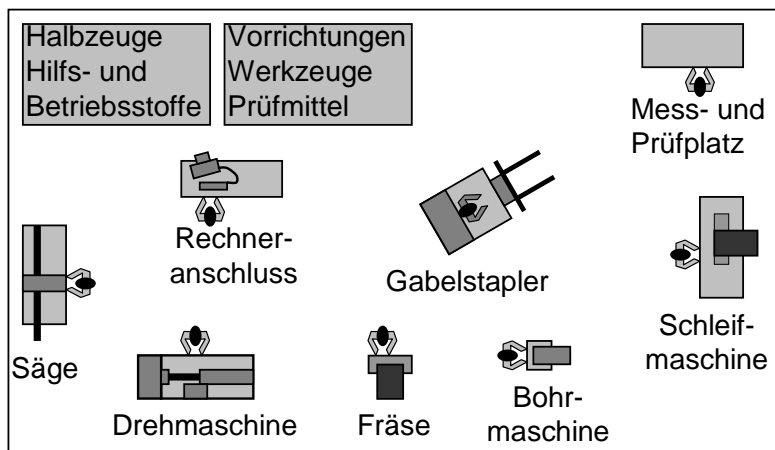


Abb. E28: Räumliche Struktur bei der Inselfertigung

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.

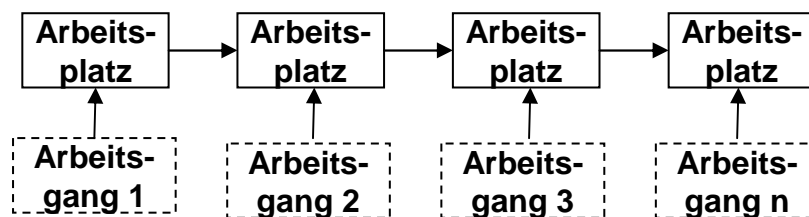


Abb. E29: Räumliche Struktur bei der Fließfertigung

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

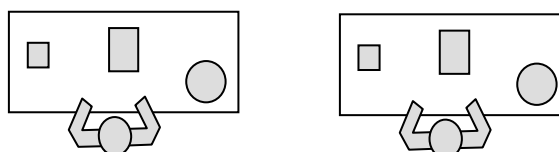


Abb. E30: Räumliche Struktur bei der Einzelplatzmontage

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).

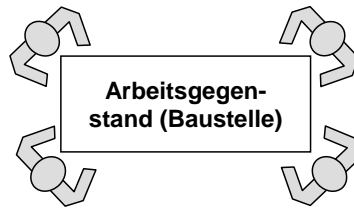


Abb. E31: Räumliche Struktur bei der Baustellenmontage

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 Montageteil auftrag aus.

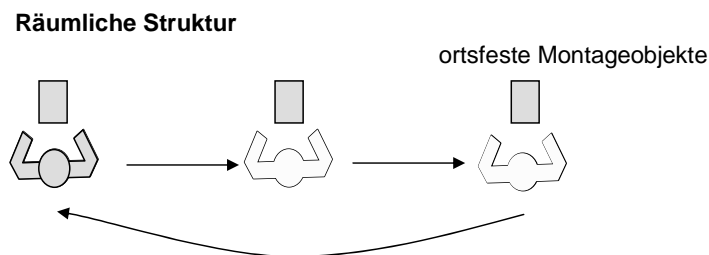


Abb. E32: Räumliche Struktur bei der Wandermontage

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.

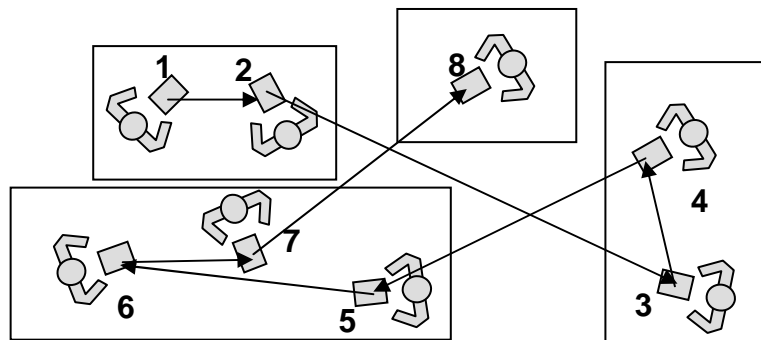


Abb. E33: Räumliche Struktur bei der Werkstättenmontage

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.

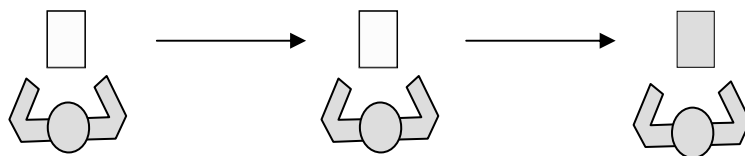


Abb. E34: Räumliche Struktur bei der Fließmontage

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.

		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.

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.

Schlussbericht Planungsleitfaden Zukunft Industriebau

Forschung an der Technischen Universität Braunschweig

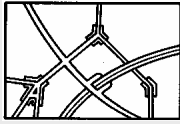
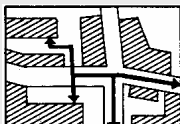
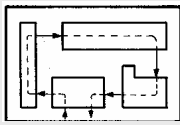
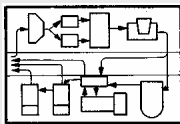
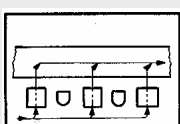
Bereich		Materialflussaufgaben	
	Überregionale und regionale Ebene	Öffentliche Verkehrsplanung Energienetz Beschaffungs- und Absatzmärkte	Betriebsextern
	Lokale Ebene	Standortwahl Verknüpfung der Werksanlage mit dem Verkehrsnetz Innerbetriebliche Transportachsen	
	Betriebsinterne Ebene	Funktionsgerechte 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

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.

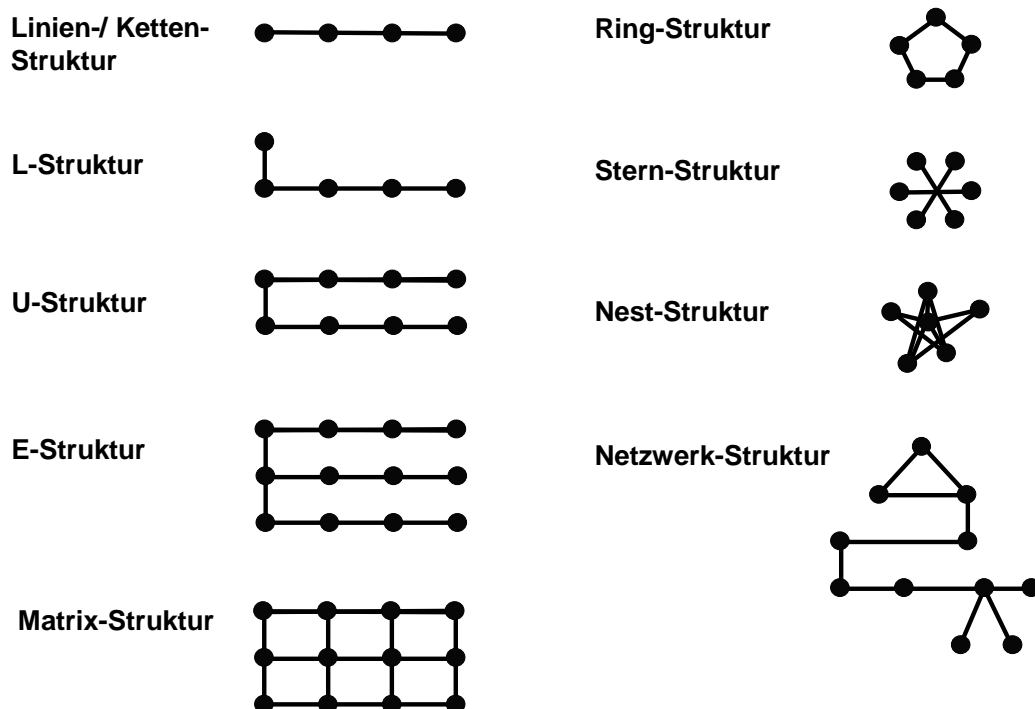


Abb. E38: Strukturen des Materialflusses [Kühn 00]

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.

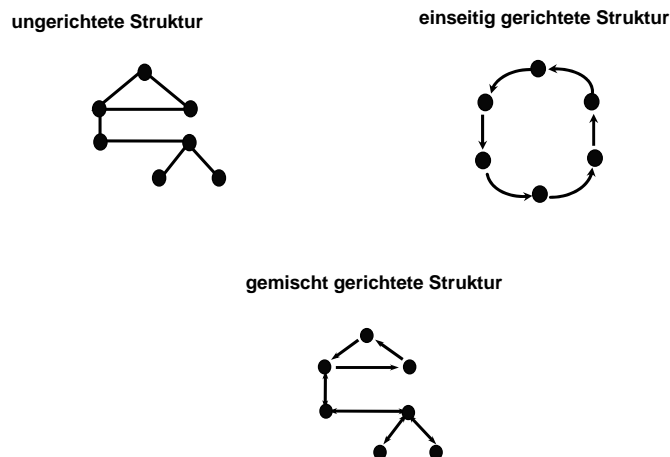


Abb. E39: Räumliche Gebäudestrukturen als Funktion des Materialflusses [Kühn 00]

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.

Grundformen

U-Shape



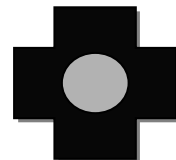
Ringstruktur



Spinne



Plusstruktur



Mischformen

L-Struktur



E-Struktur



Matrix-Struktur



Stern-Struktur



Abb. E40: Prinzip der Layoutplanung [Kühn 00], S.13

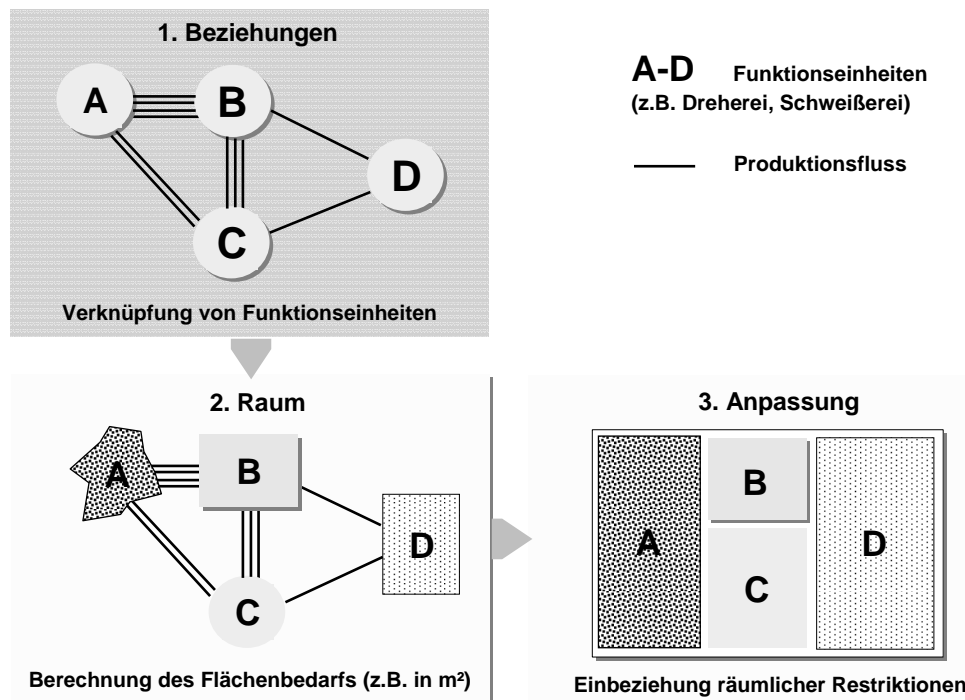
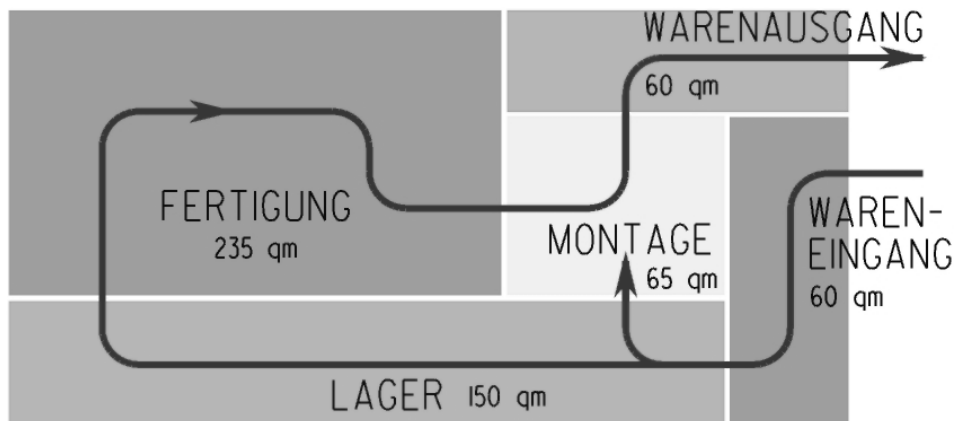


Abb. E42: Grobaufteilung der Layoutplanung, in Anlehnung an [Kett 84]

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,



- Optimierte Anordnung beibehalten
- Fläche dimensioniert
- keine Restriktionen

Abb. E43: Beispiel eines flächenmaßstäblichen Ideallayouts [Kühn 00]

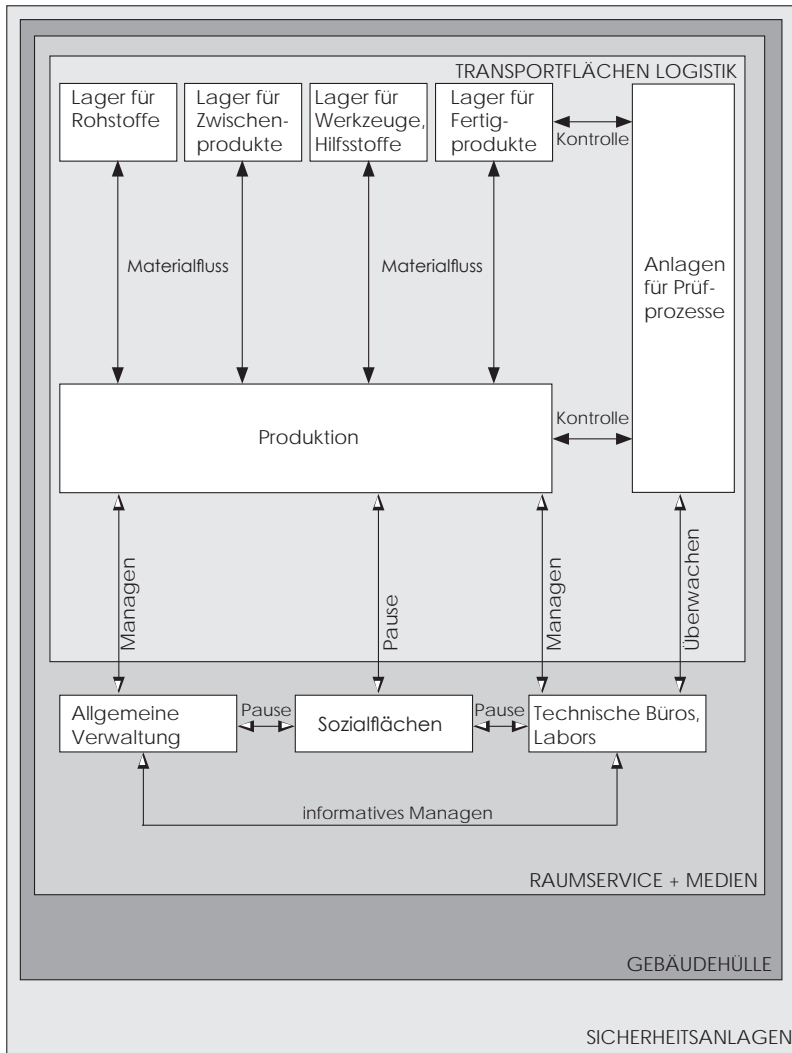
aus denen die jeweiligen Arbeitsgangfolgen und die involvierten Funktionseinheiten hervorgehen. Das Ergebnis des ersten Schrittes der Layoutplanung ist das ideale Funktionsschema. Bei dieser Layoutform sind allerdings noch keine Flächenbedarfe der einzelnen Funktionseinheiten berücksichtigt. Dies geschieht 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.

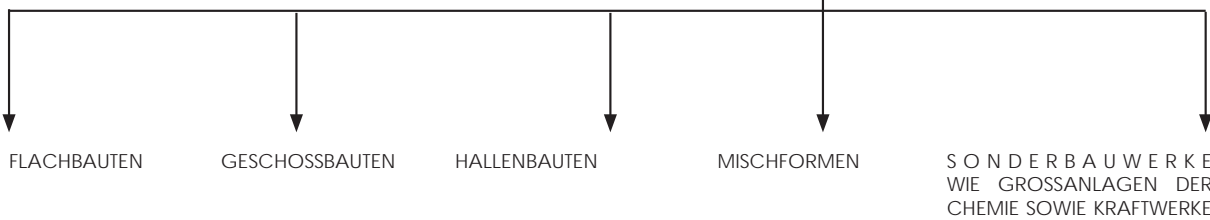
Schlussbericht Planungsleitfaden Zukunft Industriebau

Forschung an der Technischen Universität Braunschweig

Beziehungen zwischen den Flächenarten im Industriebau



↔ Beziehungen über Mitarbeiter
 ↔ Beziehungen über Produkte, Material-, Stofffluss



Entscheidungsfelder für die wirtschaftlichste Lösung

- = geplante Nutzung
- = (Flexibilität, Modularität)
- = Spannweite
- = Raumhöhe
- = Bodentragfähigkeit
- = Deckentragfähigkeit
- = Grundstücksgröße
- = Grundstückskosten
- = Baugrund
- usw.

Abb. E45: Gestaltung von Industriebauten nach [Weiß 01]

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 technische 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]

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).

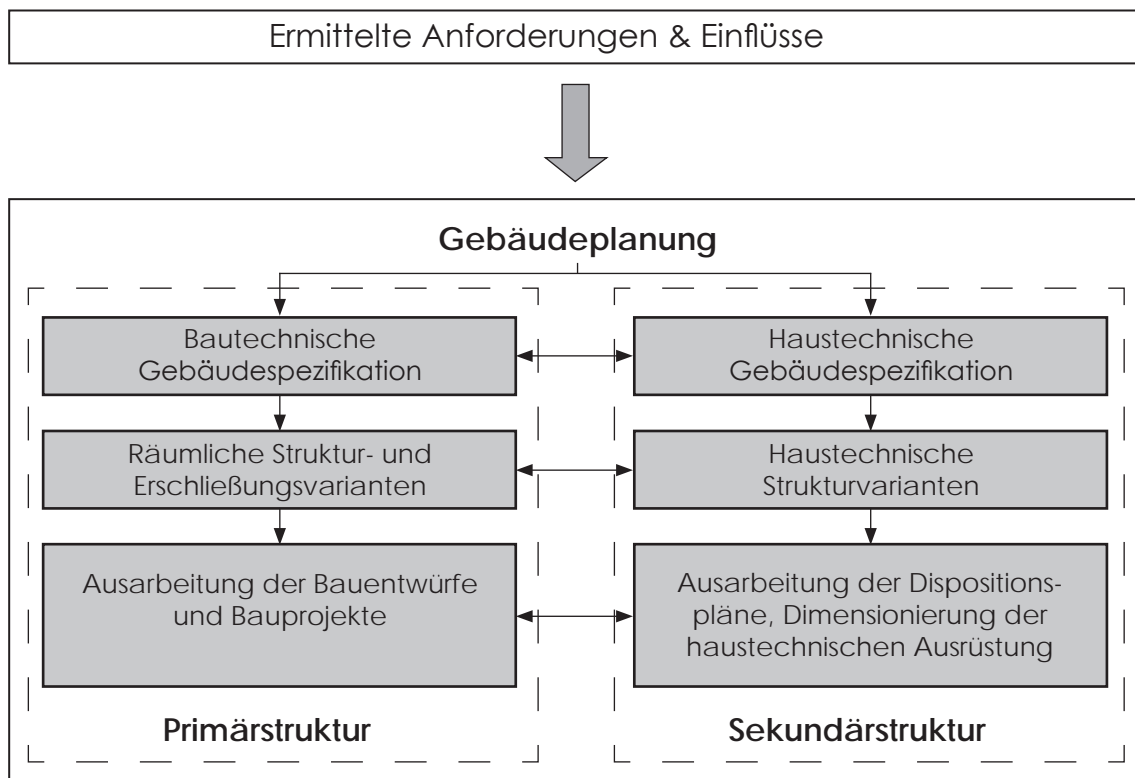


Abb. E46: Gebäudeplanung in Anlehnung [Schm 95], S.42

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 Gesamtkonzept 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.

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
<ul style="list-style-type: none"> - geringe Baufläche - gute Grundflächenausnutzung - wirtschaftliche Bauweise durch Skelettbau - geringe Kosten für Klimatisierung - einfache Dachkonstruktion - Neben- und Sozialräume sind gut einzuordnen 	<ul style="list-style-type: none"> - tragfähiger Grund muss vorhanden sein - natürliche Beleuchtung ist schwierig - schwingende Maschinen können Gebäudeschwingungen hervorrufen - geringe Übersichtlichkeit bei Fertigung in mehreren Etagen - viel unproduktiver Raum durch Aufzüge und Treppen - schwieriger Materialfluss über mehrere Ebenen - Bauhöhe ist oft durch örtliche Vorschriften begrenzt - Einschränkungen durch Unfallverhütungsvorschriften - Tragfähigkeit der Decken ist begrenzt - Erweiterungsmöglichkeiten sind begrenzt

Tab. E6: Vor- und Nachteile von Geschossbauten

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
<ul style="list-style-type: none"> -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 	<ul style="list-style-type: none"> -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

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 Kühllhäusern, 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
<ul style="list-style-type: none"> -übersichtliche, zusammenhängende Fertigungsfläche -gute Gestaltungsmöglichkeiten des Materialflusses ohne Höhensprünge -gute Erweiterungsmöglichkeiten -relativ niedrige Baukosten pro Quadratmeter 	<ul style="list-style-type: none"> -größerer Platzbedarf als beim Geschossbau -höhere Heizungs- und Klimatisierungskosten als beim Geschossbau -lange Leitungswege -bei Shedbau relativ teuer in der Erstellung und Unterhaltung

Tab. E8: Vor- und Nachteile von Hallenbauten

	Geschossbau	Flauchbau	Hallenbau
Grundrissform 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
Raubreiten	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

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.

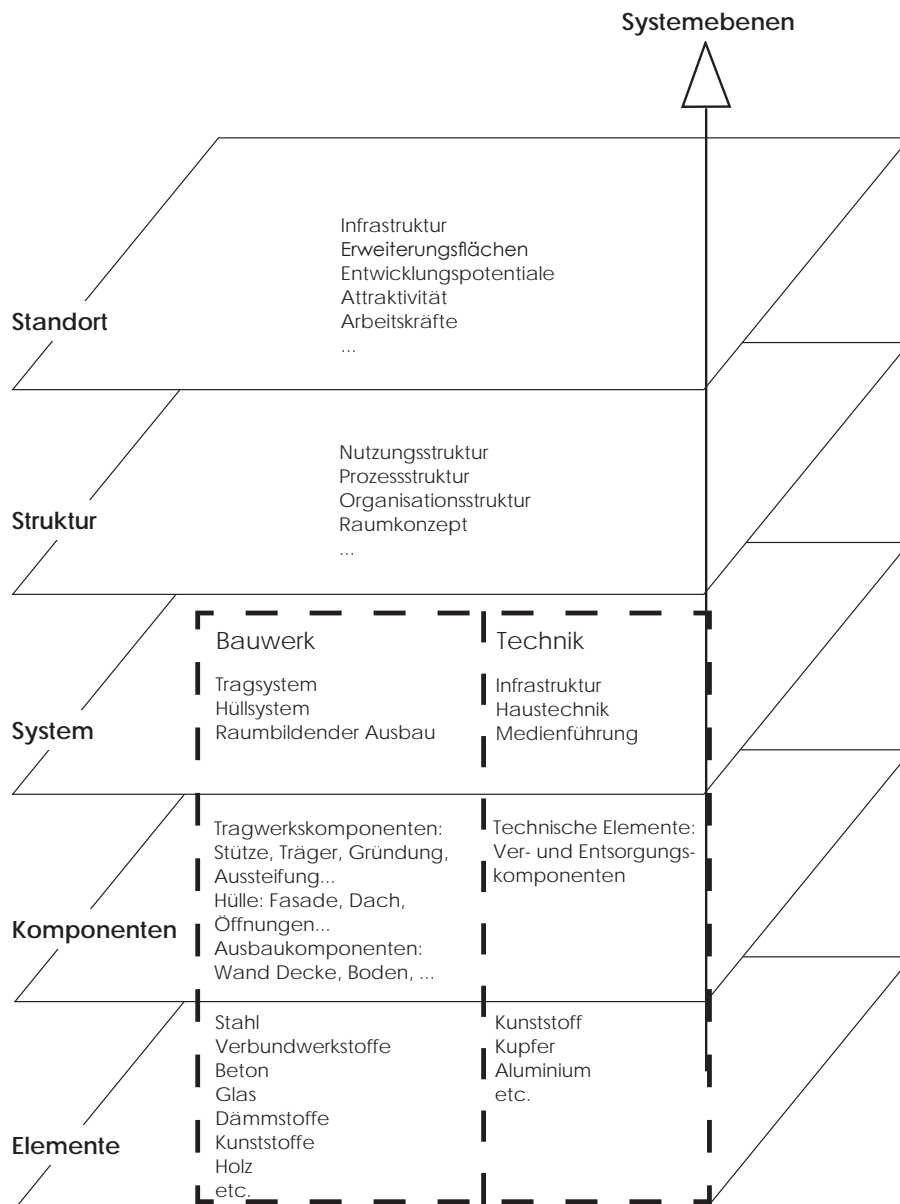


Abb. E47: Systemebenen des Industriebaus

Standort	harte Standortfaktoren	Infrastruktur	Kaufkraft
		staatliche Förderung	Nähe, Größe und Zugang zum relevanten Absatzmarkt
		Höhe der Steuern und Abgaben	Markttransparenz
		Nähe, Größe und Zugang zu Produktionsfaktormärkten	Markteintrittsbarrieren
		Einfuhrzölle	Wettbewerbsintensität
		Kündigungsschutz	Nähe zu Zulieferbetrieben
		Lohnstückkosten	Nähe zu Forschungs-, Bildungs- und Entwicklungseinrichtungen
		gesetzliche und tarifliche Rahmenbedingungen Lohnkosten	Umweltschutzauflagen
	weiche Standortfaktoren	Unternehmensbezogene Standortfaktoren	Klima
		Politische Verhältnisse	Personenbezogene Standortfaktoren
		Bürokratie	Forschungs- und Entwicklungseinrichtungen
			Klima
		Bauwerkstypus	Geschossbauten
Flachbauten			
Hallenbauten	leichte Halle		
	schwere Halle		
Nutzung	Organisationsstruktur		
	Raumkonzept		
	Schnittprofil		
	Grundrissprofil		
	Flächenstruktur		
	Raumkonzept		
Struktur	additiv flächig		
	systemisch linear		

Schlussbericht Planungsleitfaden Zukunft Industriebau

Forschung an der Technischen Universität Braunschweig

Tragwerkselemente	Gründung	Fundamente	Streifenfundamente	Plattenfundamente	Einzelfundamente	Pfahlgründung
		Bodenplatten	Anforderung nach Nutzung und Ausführung			
	Massivkonstruktionen	tragende Hüllflächen	Betonbau	Glasbau	Ziegelbau	
		Flächentragwerke	Platten	Scheiben	Schalen	Membranen
	Skelettkonstruktionen	Stabwerke in Beton-Holz-Stahl	Stütze	ingespannt	gelenkig	
			Binder			
			Träger			
			Rahmen			
			Bogen			
			Schalen			
			Fachwerkträger			
			Aussteifung (mind. 3 Seiten + Dach)			
	Scheibenwirkung					
	Verbindungen	geschraubt				
		geschweisst				
geklebt						
genietet						
gesteckt						

Hüllelemente	Dach	Dachfläche	Flachdach	Warmdach
			geneigtes Dach	Kaltdach
		Dachdeckungen	Metall	
			Membranen	
			Regenschutzdeckungen	
			begrünte Dächer	
			Glaseindeckungen	
		Dachkonstruktionen	Metall	Profilbleche, Metallverbundpaneele
			Glas	Glasaufsatzsysteme, ge- schraubte 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	
			Panelssysteme	
Verglasung			rahmenlose Verglasung	
			Glassteine	
	Gussglas			
Steine	Stahlprofilverglasung			
	Fenstersysteme in Holz / Alu / Kunststoff			
	Betontafeln/ Zementplatten			
	Vorsatzmauerwerk			
Holz	Naturstein			
	Keramik			
	Verkleidungsplatten			
	Verkleidungspaneel und Regenschutz			

Schlussbericht Planungsleitfaden Zukunft Industriebau

Forschung an der Technischen Universität Braunschweig

Hüllelemente	Innenwände	feste Trennwände		
		versetzbare Trennwände		
		verputzte Trennwände		
		Wandplattensysteme		
	Decke	Ortbetondecken		
		Betonfertigteildecken		
		Stahlverbund- und Gitterrostdecken		
		Holzdecken		
		Holzfertigteildecken		
		Glasdecken		
Boden	Bodenbeläge	feste Bodenbeläge	Industriefußboden elektrostatisch leitend	
		aufgeständerte Fußböden		
Ausbauelemente	Räume	Reinraum		
		Bürraum		
		Sozialraum		
		Showroom		
	Öffnungen	Lichtband		
		Lichtschacht		
	Belichtungsmöglichkeiten	Dach	Oberlichter	
		Wand	Fenster	
	Türen	Falldüren		
		Schiebetüren		
Türen mit Angeln und Drehzapfen				
Türen mit Beschlägen				
Tore	Rolltore			
	Hubtore			
Treppen, Rampen, Stege	Rampen			
	Spindeltreppen			
	einläufige Treppen			
	mehrläufige Treppen			
Aufzüge und Rolltreppen	Seilaufzüge			
	hydraulische Aufzüge			
	Rolltreppen			

Ausbauelemente	Transportsysteme	Kranbahnen	
		Laufbänder	
		Schütt-, Stück- und Sperrgutlagersysteme	
		Informations-, Steuerungs- und Transportsysteme	
		Warenverteilungssysteme	Lagerstandorte Schienen- und Strassen-transporte
Haustechnik	Technikzentrale		
	Versorgungsstandards	Hauswasseranforderungen	
		Dampfanforderungen	
		Druckluftanforderungen	
		Reinraumanforderungen	
	Medienführung	zentral	Medienführung Decke
		dezentral	Medienführung Boden Medienführung Wand
	Energienutzung	passive Entwurfsansätze	natürliche Belüftung und thermisch wirksame Masse
			Belichtung mit Tageslicht, Sonnenblenden
			Solarstrom Solarheizung
		aktive Entwurfsansätze	Heiz- Kühlsysteme mit Flüssigkeit
			mechanisch belüftete Heiz und Kühlsysteme
			elektrische Beleuchtung Energieträger und Wasserversorgung
Prozesstechnik			
Kopplung Mediensysteme			

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 Hilfesetzen sowie weiteren Rechtsvorschriften geregelten **abwehrenden** Brandschutz (aktive Massnahmen). Die in den Landesbauordnungen festgesetzten 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 Anfordrungen 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.

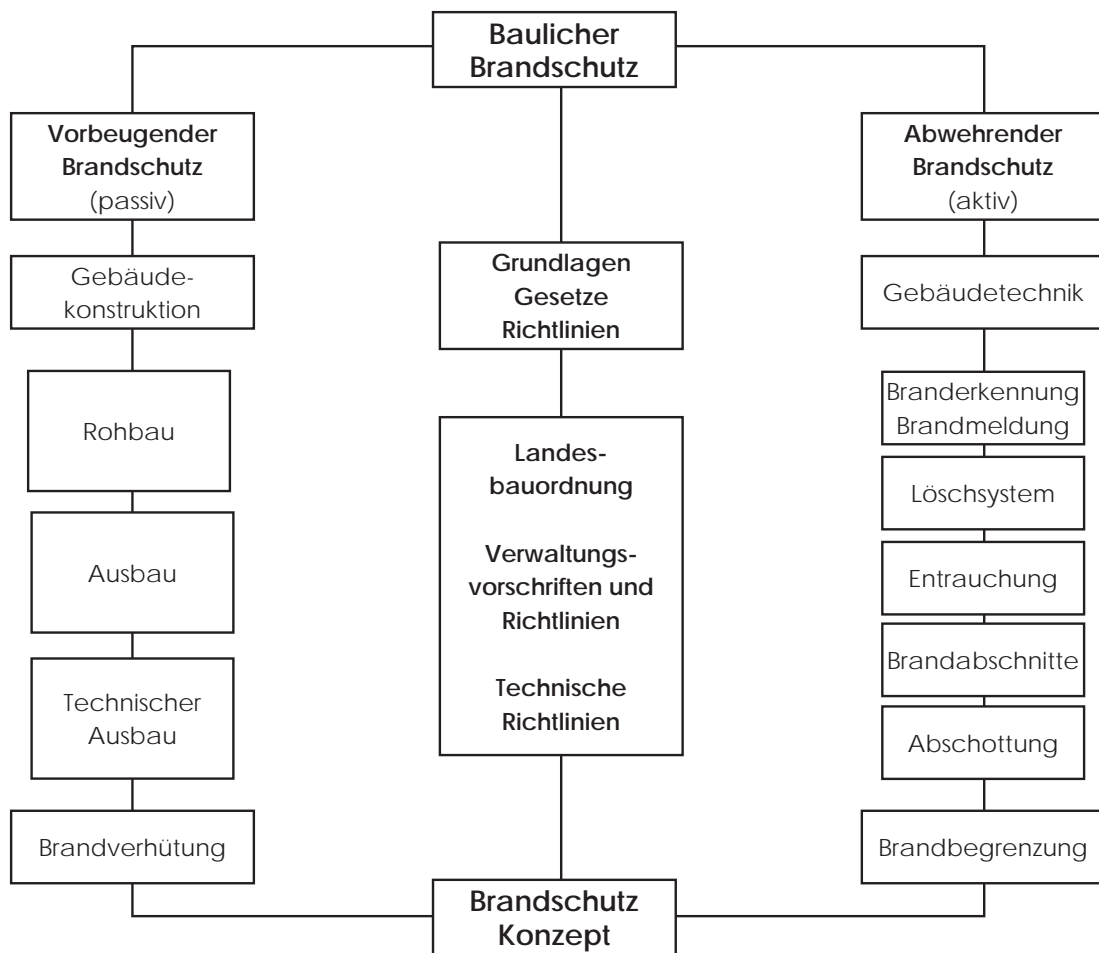


Abb. E48: Bereiche des Brandschutzes nach [Holz 04] , S. 10

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 Versicherer berücksichtigt werden. Dieser Anforderungskatalog bildet die Basis für eine Risikoanalyse unter Berücksichtigung der Nutzung, der Bauweise, der Brandlasten sowie des abwehrenden 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.

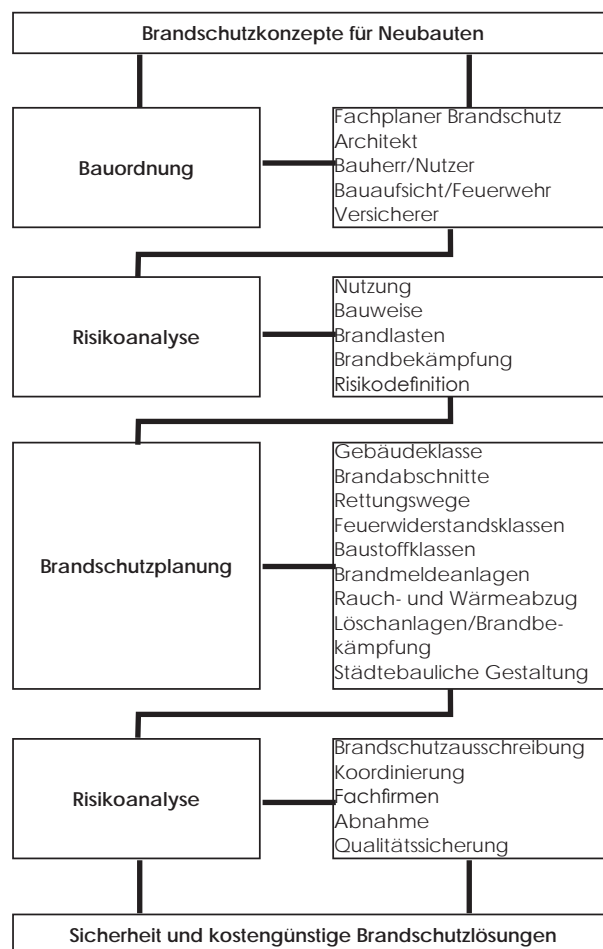


Abb. E49: Erforderliche Bestandteile des Brandschutzkonzeptes nach [Holz 04] , S. 11

Brandschutzkonzept Solvis Nullemissionsfabrik , 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 Gebäudelängerschließung 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.

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 MIndBauRI, als technische Baubestimmung die Mindestanforderungen an den baulichen und abwehrenden Brandschutz zu regeln. Dabei bedient sich die MIndBauRI 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.

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 MIndBauRI 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 MIndBauRI 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 MIndBauRI 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 MIndBauRI die Grundsätze und Voraussetzungen für die Aufstellung solcher Nachweise. Sie regelt die Nachweisführung und Prüfung sowie deren Dokumentation. Mittlerweile ist die MIndBauRI in allen Bundesländern Bauaufsichtlich eingeführt und muß beachtet werden. Im Rahmen der Anwendung der IndBauRI 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.

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 $96 \text{ m}^3/\text{h}$ bei Abschnittsflächen bis zu 2.500 m^2 und von mindestens $192 \text{ m}^3/\text{h}$ bei Abschnittsflächen von mehr als 4.000 m^2 .

Zwischenwerte können linear interpoliert werden. Bei Industriebauten mit selbsttätiger Feuerlöschanlage genügt eine Löschwassermenge für Löscharbeiten der Feuerwehr von mindestens $96 \text{ m}^3/\text{h}$ über einen Zeitraum von einer Stunde.

Rauchabzug

Jeder Produktions- oder Lagerraum mit einer Fläche von mehr als 200 m^2 muss Wand/oder Deckenöffnungen erhalten, die eine Rauchableitung ins Freie ermöglichen. Räume, die einzeln größer als 1600 m^2 sind, müssen eine Rauchableitung haben, damit eine Brandbekämpfung möglich ist. Dies ist dann gewährleistet, wenn zur Brandbekämpfung eine raucharme Schicht von $2,5 \text{ m}$ 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 m^2 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 m^2 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.

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.

Sicherheitskategorie	Maximale Brandabschnittsfläche [m ²]	
	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 _a			
	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

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.

$$A = 3000 \text{ m}^2 \bullet F1 \bullet F2 \bullet F3 \bullet F4 \bullet F5$$

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 MIndBauRI 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 m ²
5.	Anzahl der Geschosse:	1
6.	Öffnungen im Dach:	135 m ²
7.	Tore, Türen, Fenster:	132 m ²
8.	Brandlast:	q _R = 126 kWh/m ²
9.	Automatische Brandmeldeanlage:	Sicherheitskategorie K2
10.	Vorgabe:	keine inneren Brandwände

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 :
 $a_h = A_h / A = 135 \text{ m}^2 / 5000 \text{ m}^2 = 0,027$
- Bestimmung der bezogenen vertikalen Öffnungsfläche a_v :
 $a_v = A_v / A = 132 \text{ m}^2 / 5000 \text{ m}^2 = 0,026$

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:

$$\text{Wärmeabzugsfaktor } w = w_0 \cdot \alpha_w = 1,70 \cdot 1,0 = 1,70$$

Die äquivalente Branddauer (t_a) errechnet sich aus den Faktoren: Brandlastdichte, dem Wärmeabzugsfaktor und einem Faktor c zur Berücksichtigung der Wärmeabzugsflächen der Umfassungsbau- teile. In diesem Beispiel ist c vereinfachend mit dem ungünstigsten Wert angenommen.

$$t_a = q_R \cdot c \cdot w = 126 \cdot 0,25 \cdot 1,70 = 54,0 \text{ Min.}$$

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.

Lösung mit Vollinhaltlichem Nachweisverfahren

Die zweite Möglichkeit beim vollinhaltlichen Verfahren ist ein genauere 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:

$$A = 3000 \text{ m}^2 \cdot F1 \cdot F2 \cdot F3 \cdot F4 \cdot F5 = 3000 \text{ m}^2 \cdot 1,9 \cdot 1,5 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,7 = 5985 \text{ m}^2.$$

Die Feuerwiderstandsklasse der Bauteile muss bei diesem Verfahren nach der folgenden Gleichung nachgewiesen werden:

$$\text{erf. Feuerwiderstandsdauer } t_r = t_a \cdot \gamma \cdot \alpha_L$$

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.

$$\text{erf. } t_r = 54 \cdot 0,6 \cdot 0,9 = 29,16 \text{ Min.} \Rightarrow R 30$$

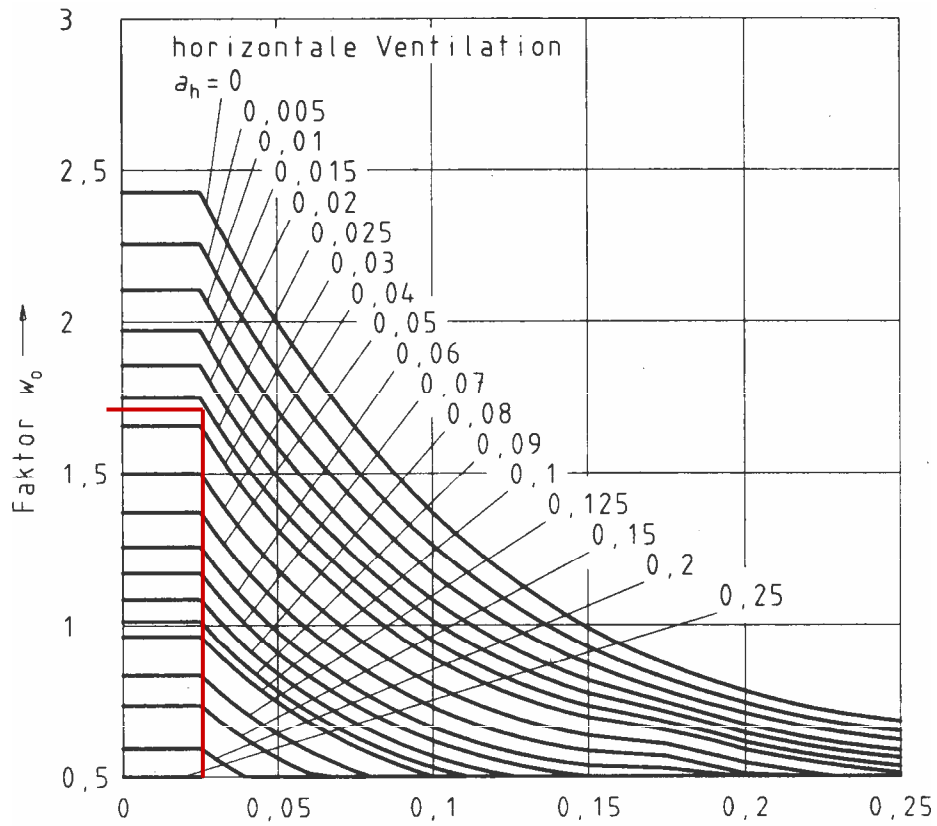


Abb. E50: Diagramm 1

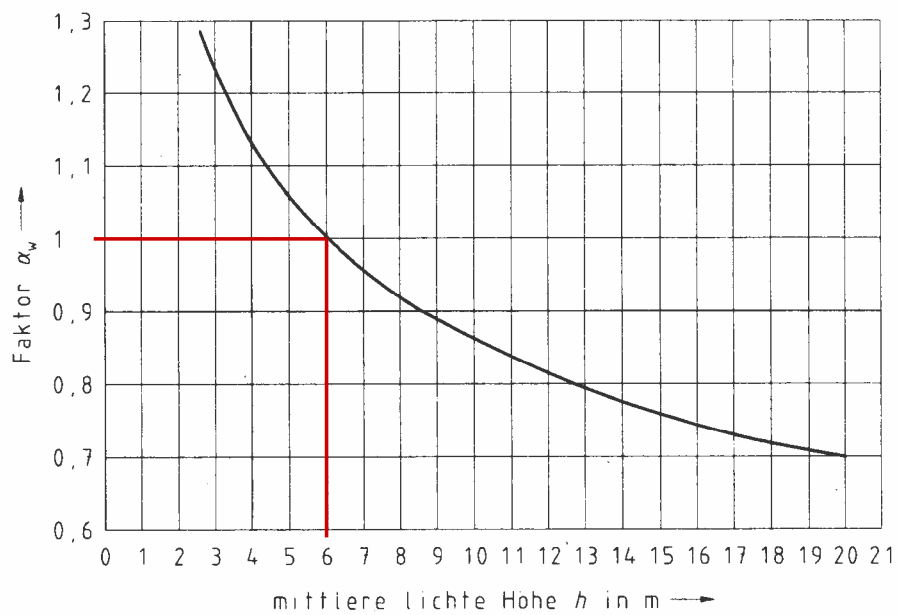


Abb. E51 Diagramm 2

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

2.4.3.2 Versorgungstechnik

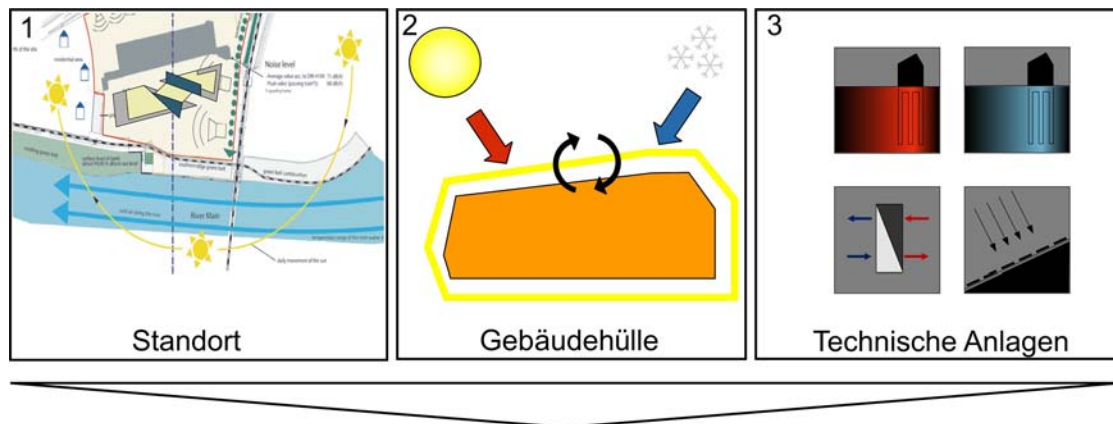
Verfasst durch: IGS, Institut für Gebäude- und Solartechnik, TU Braunschweig
Fachautoren Prof. Dr. Ing. M. Norbert Fisch,
Dr. Ing. Lars Kühl, Dipl. Ing. Babett Hanke, Dipl. Ing. Arch. Thomas Wilken

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.



**Ganzheitliches Konzept
(Planung bis Betrieb)**

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).

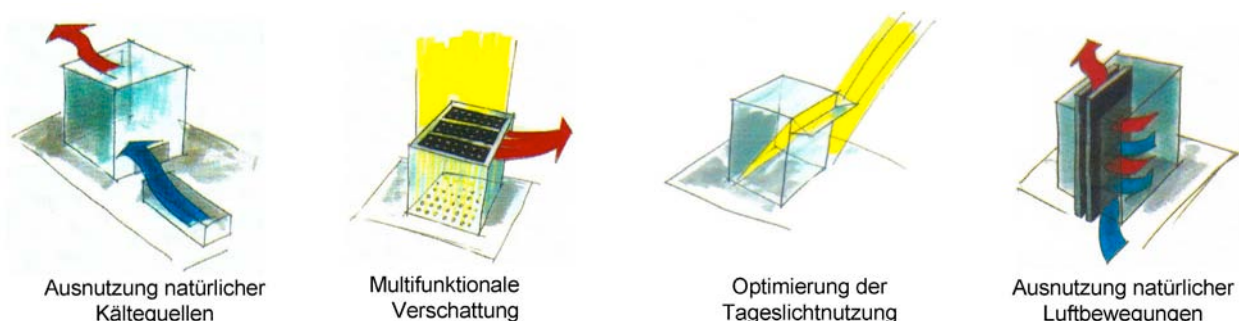


Abb. E52: Energieeffizienz von Gebäuden – Integration regenerativer Energiequellen in das Gesamtkonzept

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 regenerativer 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

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.

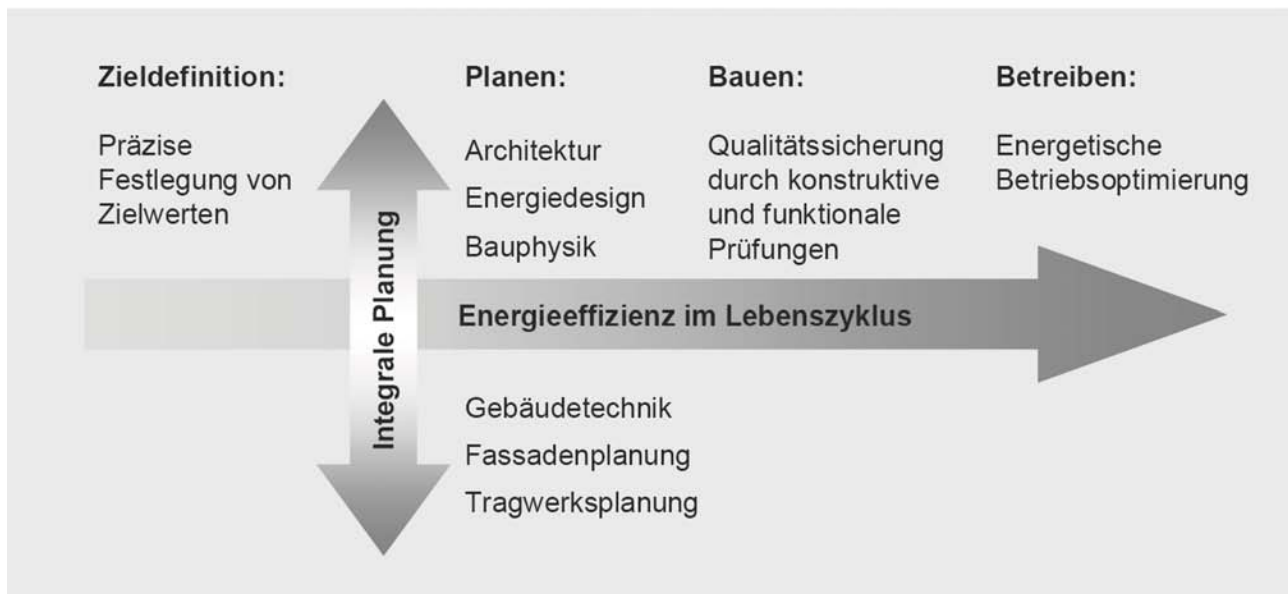


Abb. E53: Energetische Betriebsoptimierung im Lebenszyklus von Gebäuden [IGS]

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 nachprüfbareren 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.

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.

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.

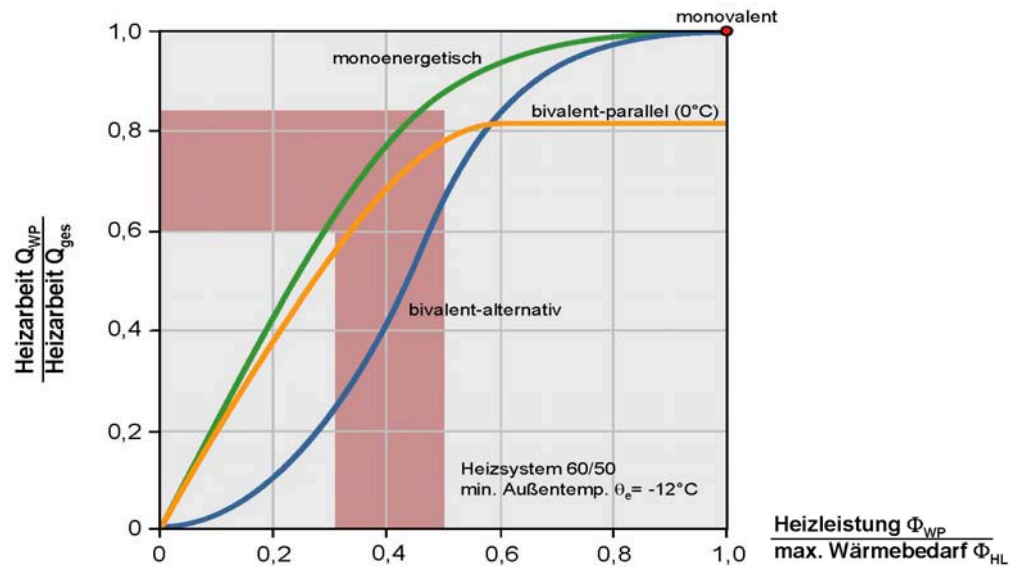


Abb. E54: Auslegungsdiagramm für die Aufteilung in Grund- und Spitzenlasten [IGS]

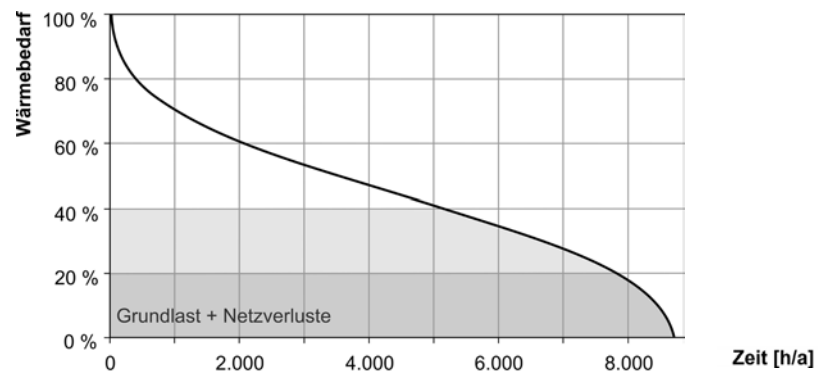


Abb. E55: Geordnete Jahresdauerlinie als Beispiel für die Häufigkeit des Leistungsbedarfs [5, IGS]



Abb. E56: Spezifische Heizleistung in Bezug auf die Qualität der wärmegeprägten Gebäudehülle für Gewerbebauten [1]

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

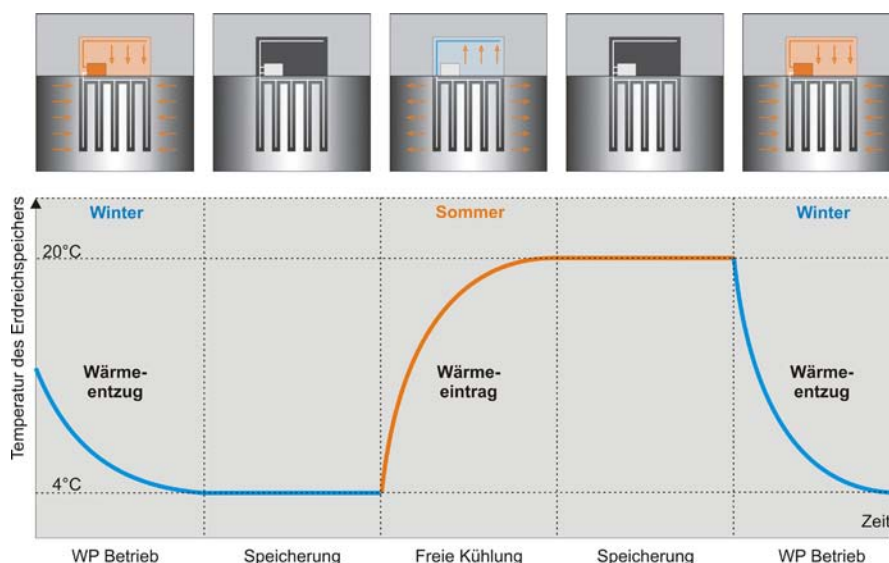


Abb. E57: WKSP Wärme- und Kältespeicherung im Boden [IGS]

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-/ Gewerbebetrieb 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.

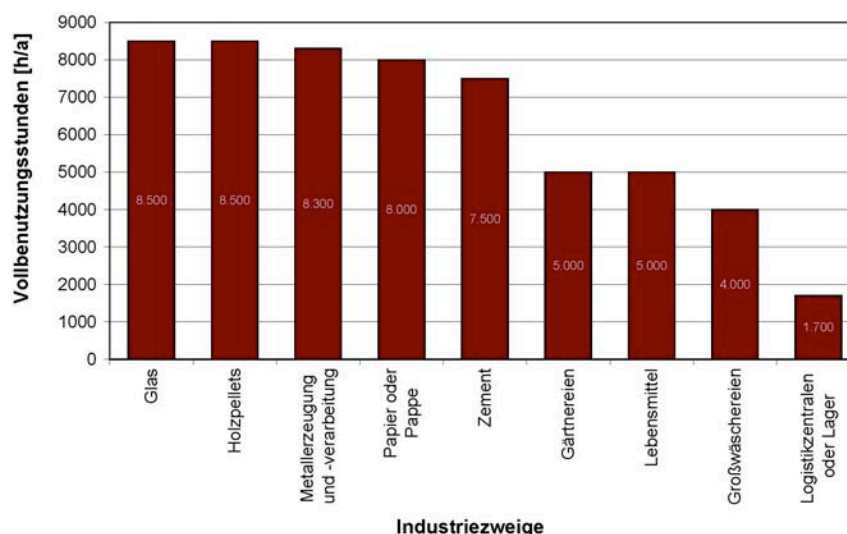


Abb. E58: Vollbenutzungsstunden für Wärmeerzeuger nach Produktionsbereichen [17]

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.

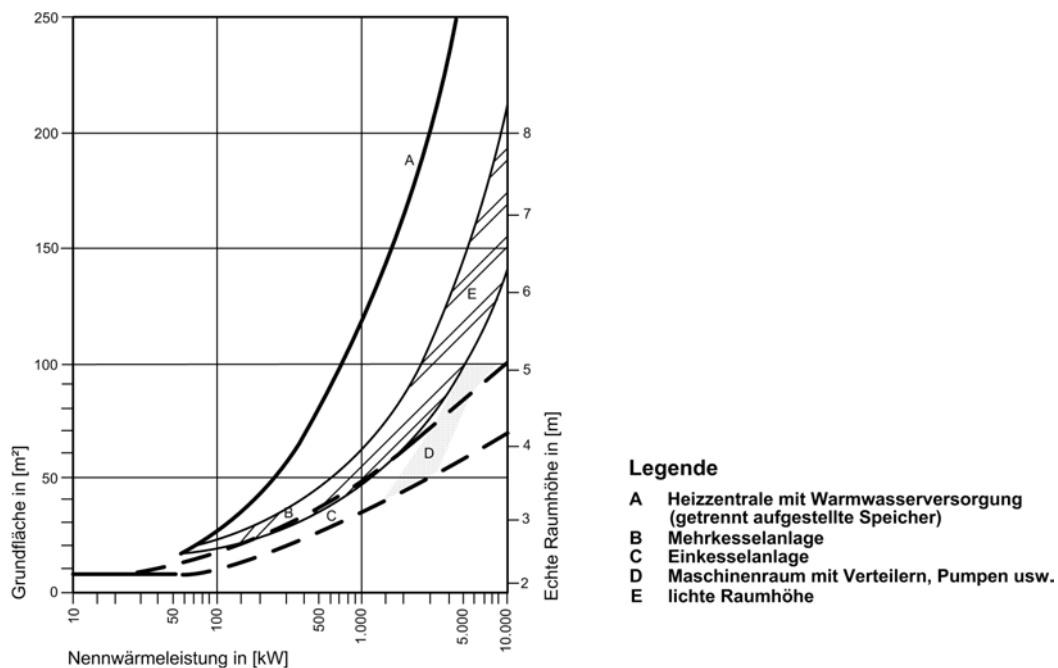


Abb. E59: Flächenbedarf für Heizzentralen [15]

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-

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 Klimaanlage 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.

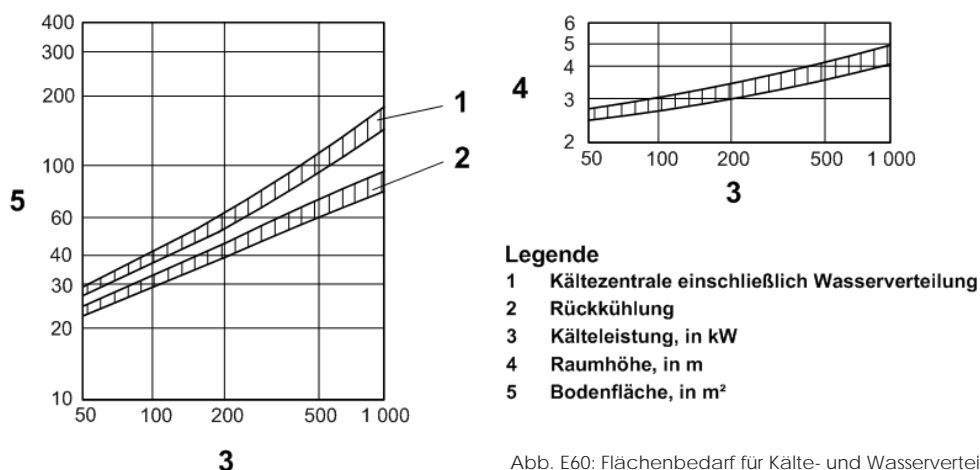


Abb. E60: Flächenbedarf für Kälte- und Wasserverteilstationen [4]

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.

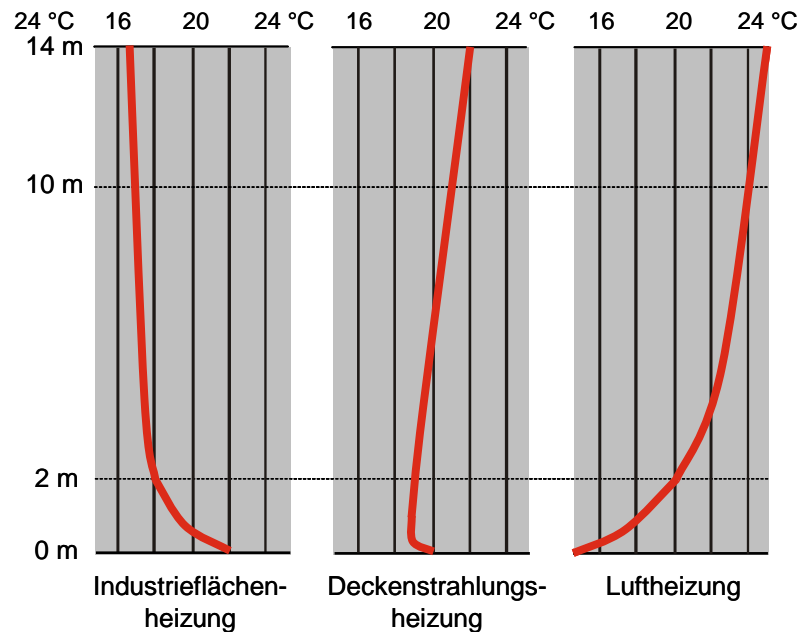
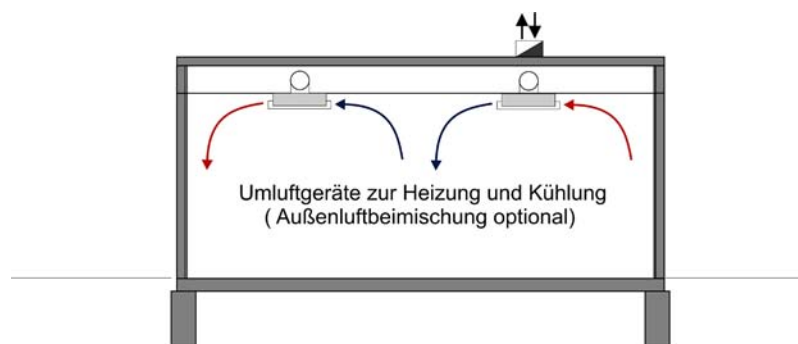


Abb. E61: Raumtemperaturprofile in Abhängigkeit von der Art der Wärmeübergabe für Industriehallen [1, 14]

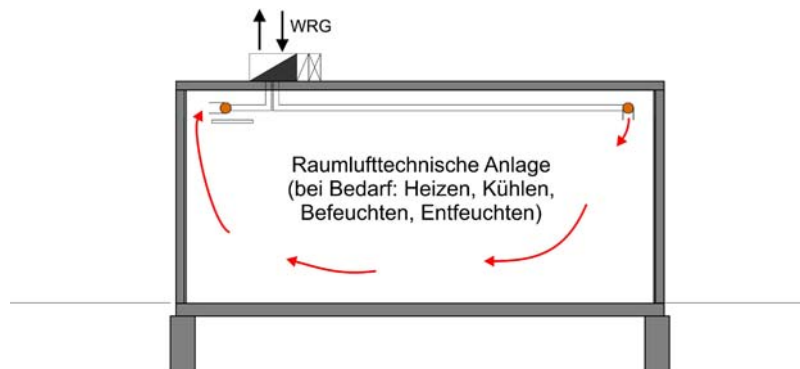


Umluftheizung/ -kühlung

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 Luftheritzer, die über Eingängen oder Toren angebracht, Zugscheinungen reduzieren.

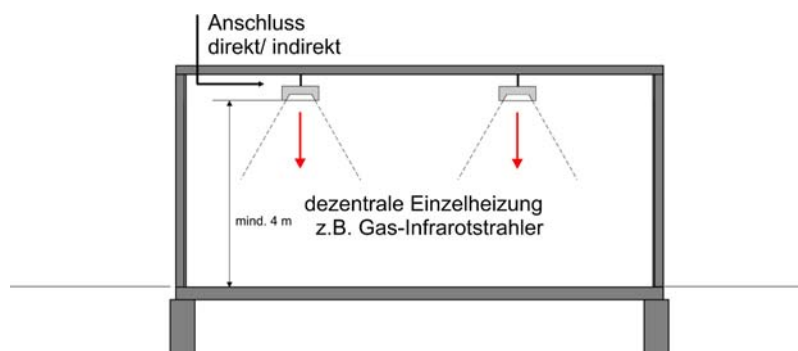
Raumluftechnische Anlagen

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 Raumlufte kann durch entsprechende Filterung gereinigt, das Raumklima bei Bedarf auf eine gewünschte Raumluftefeuchte 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.



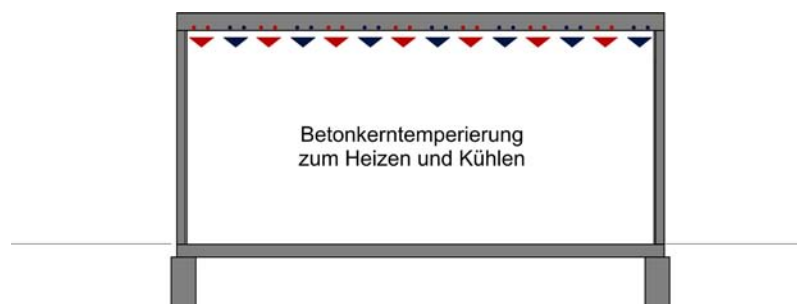
Fußbodenheizung/ -kühlung

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/m^2 zu. Für die Sommermonate besteht die Option zur Raumkonditionierung über Flächenkühlung. Wände können als potentielle Flächen ebenfalls genutzt werden



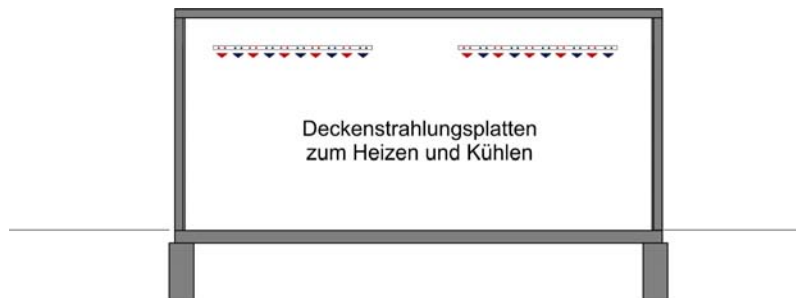
Betonkernaktivierung

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/m^2 decken. Kühllasten können mit etwa 40 W/m^2 kompensiert werden. Bei Kapillarrohrmatten, die unmittelbar an der Bauteiloberfläche eingegossen werden, lässt sich die Leistung bei kürzeren Reaktionszeiten auf bis zu 90 W/m^2 steigern.



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, Beleuchtungssysteme 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.

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 [m ³ /m ² h]
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]

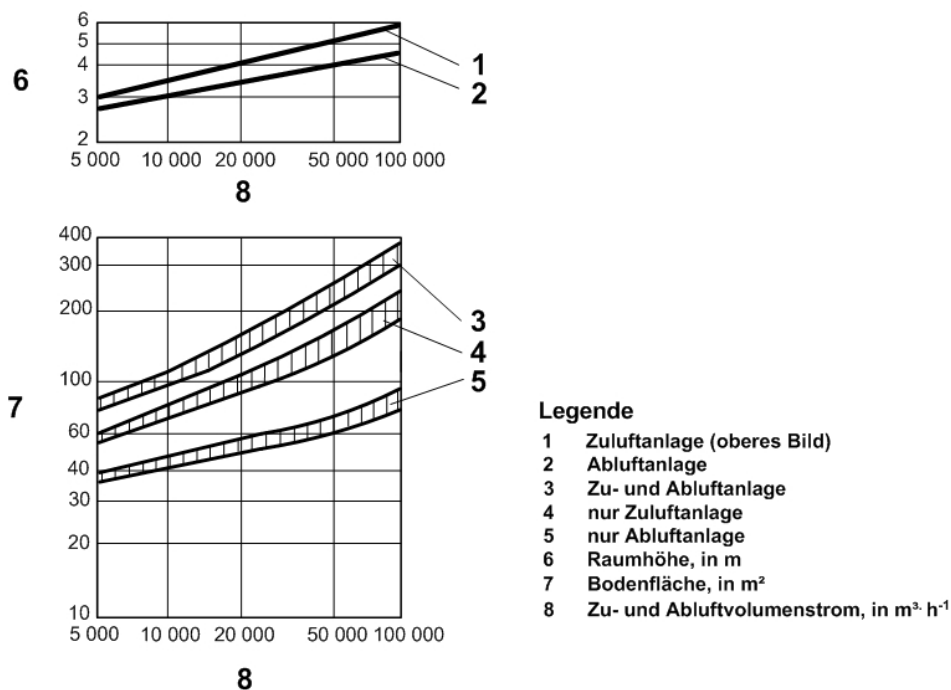


Abb. E62: Flächenbedarf von Lüftungszentralen [4]

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 Randbedingungen (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.

Raumhöhe	mindestens 1 Dachöffnung pro
bis 4 m	30 m ² Grundfläche
bis 6 m	50 m ² Grundfläche
bis 8 m	80 m ² Grundfläche
über 8 m	100 m ² Grundfläche

Tab. E14: Überschlägige Bestimmung der Mindestanzahl von Dachöffnungen [7]

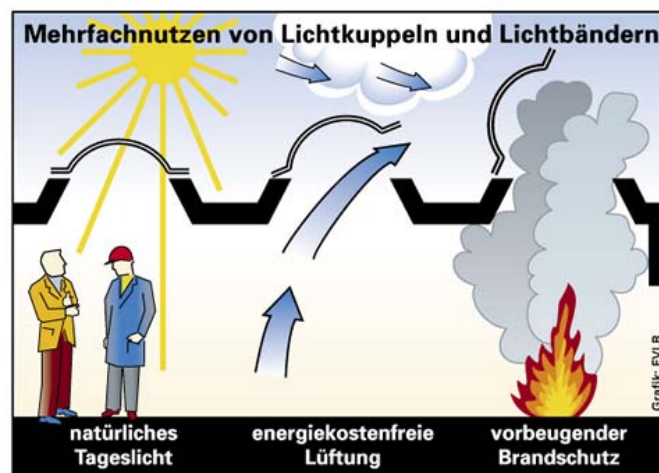


Abb. E63: Mehrfachnutzung von Dachoberlichtern [7]

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

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 Tageslichtnutzung 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]

1.5 Wasserversorgung

Wasserbedarf

Bei Zweck- und Gewerbebauten ist der Wasserbedarf in Abhängigkeit der verschiedenen 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 m ³ 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.

Region	Niederschlag pro Jahr	Verlustfaktor
Schwerin	502 l/(m ² ·a)	0,8
Göttingen	624 l/(m ² ·a)	0,8
Augsburg	1.082 l/(m ² ·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.

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).

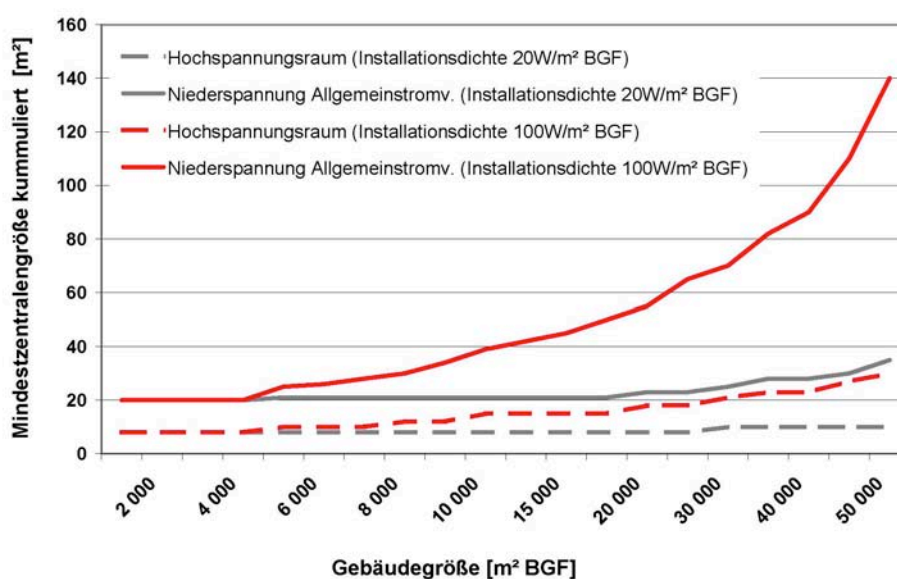


Abb. E64: Mindestflächenbedarf Zentralengröße bei Gebäuden mit einer Installationsdichte von 20 und 100 W/m² [18]

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 $27 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{a}$ 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 m^2 . 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 $27,50 \text{ m}$ an. Die Fassaden sind in Holzelementbauweise bzw. als Holzrahmenbauweise 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.



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

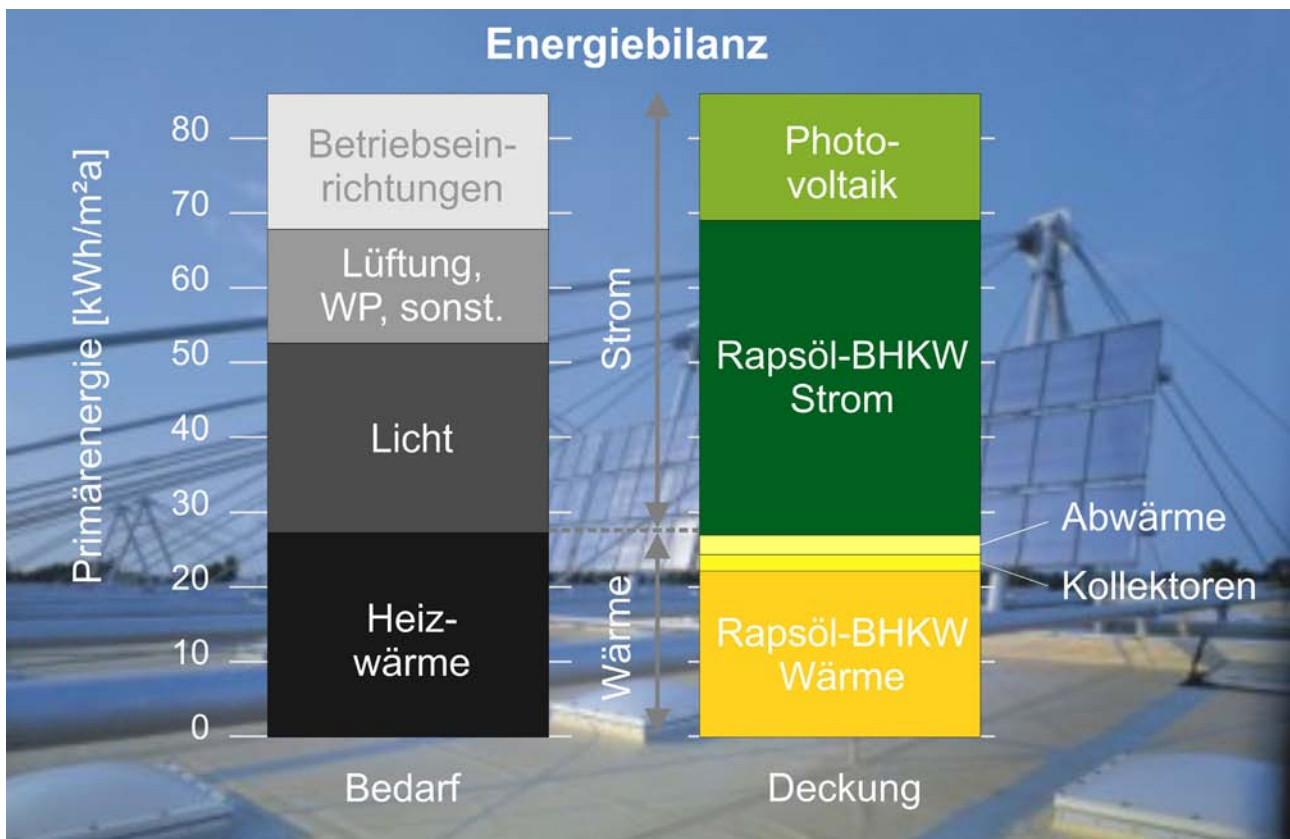


Abb. E66: Primärenergiebilanz der Nullemissionsfabrik Solvis [8]

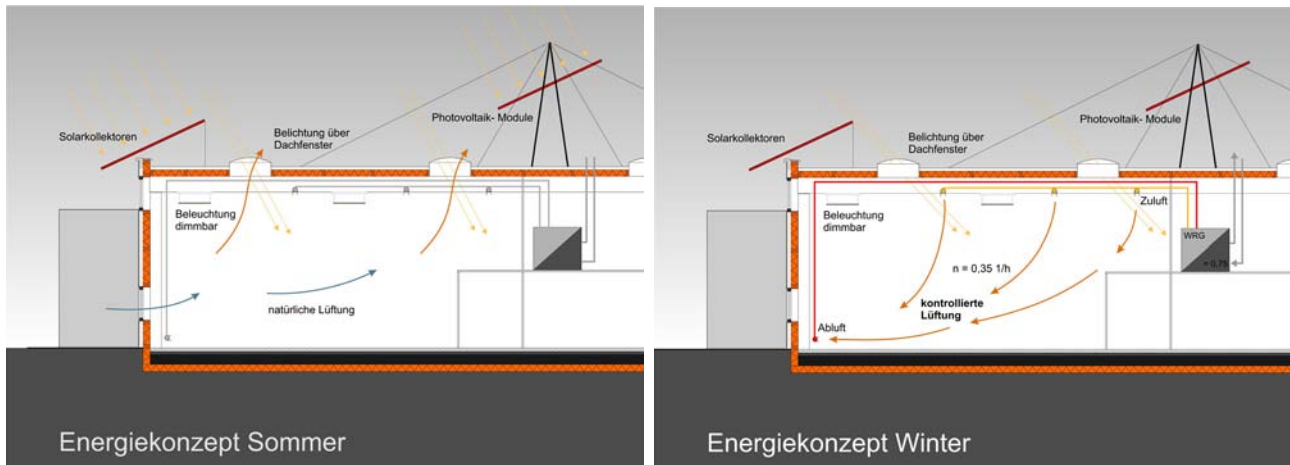


Abb. E68: Energiekonzept für die Betriebshalle [8, IGS]

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.

E3 Evaluierung

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.

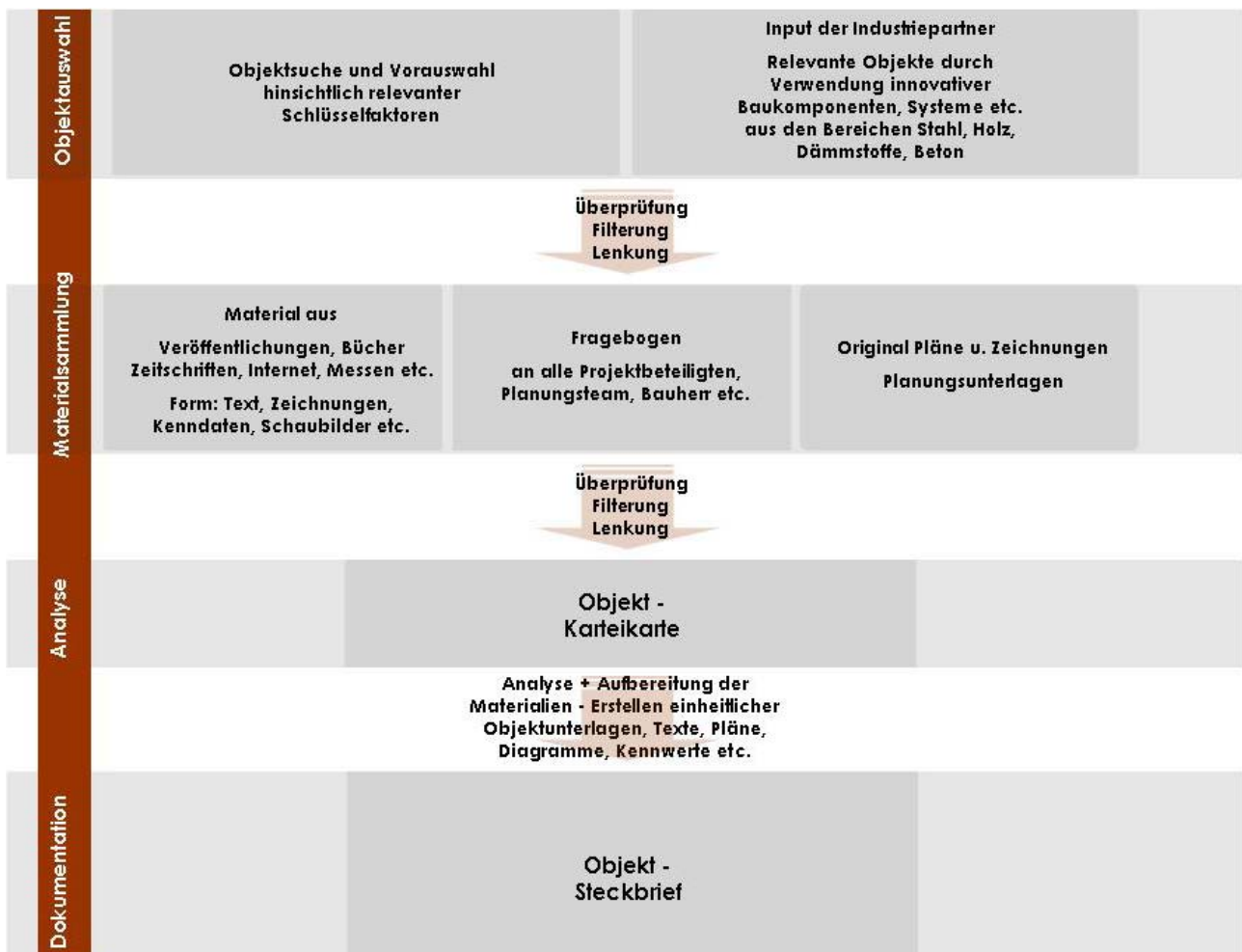


Abb. E69: Evaluierung von Praxisbeispielen

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.**

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.

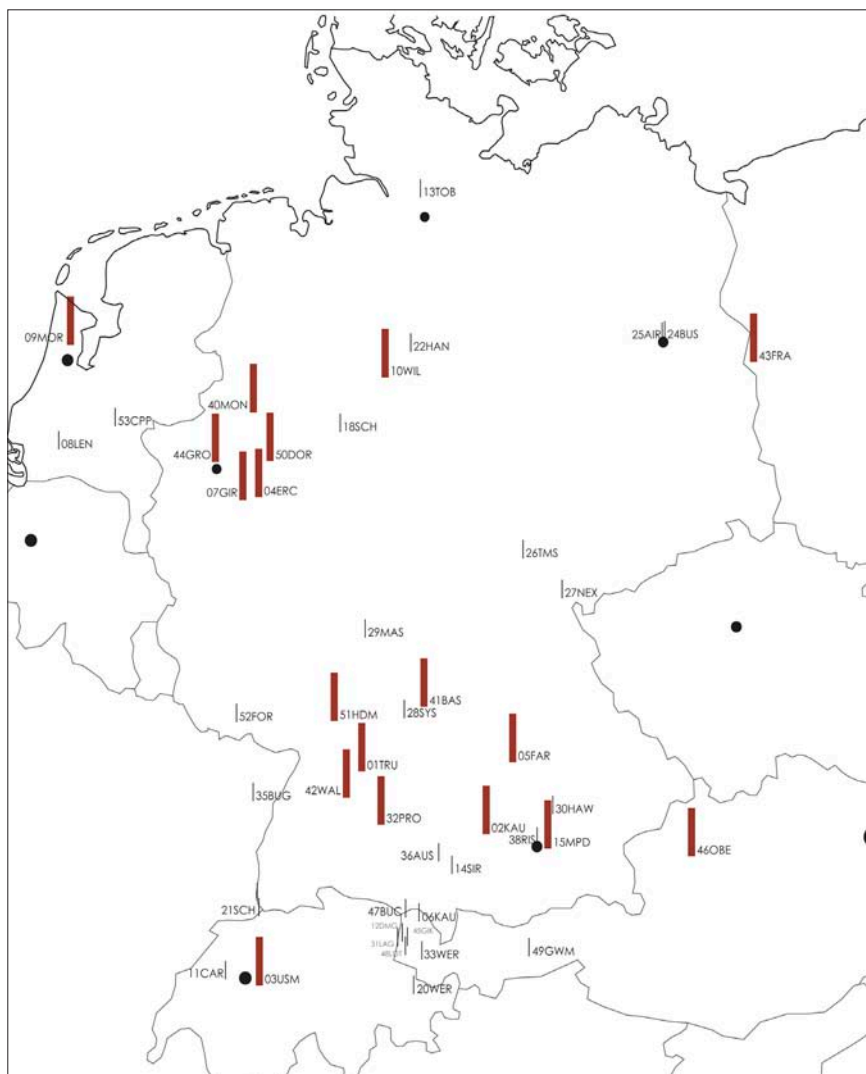



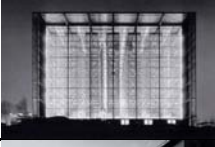








Abb. E70: Standortverzeichnis der Praxisbeispiele Deutschland

Schlussbericht Planungsleitfaden Zukunft Industriebau

Forschung an der Technischen Universität Braunschweig

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= Wandlungsfähigkeit, RES= Ressourcenbilanz, IMA= Image, SYS= System,

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= Wandlungsfähigkeit, RES= Ressourcenbilanz, IMA= Image, SYS= System,

Schlussbericht Planungsleitfaden Zukunft Industriebau

Forschung an der Technischen Universität Braunschweig

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= Wandlungsfähigkeit, RES= Ressourcenbilanz, IMA= Image, SYS= System,

Produkt	Baujahr	Planungsteam	Veröffentlichung
Optoelektronik	1990	Architekt: Renzo Piano Building Workshop Tragwerksplaner: GFC Ingénierie/ 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: Hans Ulrich Benz Tragwerksplaner: IB Fritz Deufel	[Frie 07], S. 26-29 [Benz 07], S. 10- 15
Sensorelektronik	2006	Architekt: Bel Sozietät für Architektur Tragwerksplaner: Marcin Karczmarszy	[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= Wandlungsfähigkeit, RES= Ressourcenbilanz, IMA= Image, SYS= System,

Schlussbericht Planungsleitfaden Zukunft Industriebau

Forschung an der Technischen Universität Braunschweig

Kennziffer	Gebäudetyp	Attribut	Icon	Projekt
0010WIL PILOT01	IND PM	WAN		Wilkahn 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= Wandlungsfähigkeit, RES= Ressourcenbilanz, IMA= Image, SYS= System,

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= Wandlungsfähigkeit, RES= Ressourcenbilanz, IMA= Image, SYS= System,

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 Fallbeispiels auf Logistik und Distributionsaspekte und IMA für das aus der Unternehmensidentität entstehende 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.

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

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-Oktob 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; \varnothing 52 m
------------	---------------------------------

Flächen und Volumen

BRI (Brutto Rauminhalt)	7800 m ³
BGF (Brutto Grundfläche)	2123 m ²
Bausumme in €/m ²	580 €/ m ²



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

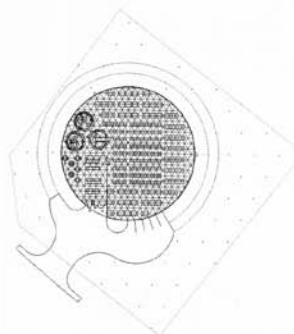


Abb.FRA03: Lageplan [Lees 09] S.35

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 Feuerwehrezufahrt 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

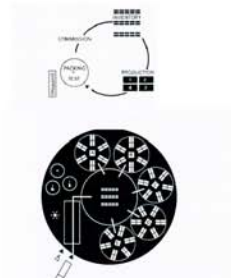


Abb.FRA04: Production flow [Lees 09] S.34

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 Vertrieb 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 Kommunikationsinfrastrukturen 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.

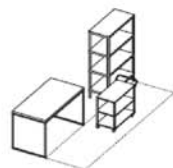


Abb.FRA05: Mobiliar [Ruby 07] S.14

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 vorkommissionierten Bauteile bis zum Montagezeitpunkt eingelagert, dezentral in einzelnen Fertigungseinheiten montiert, im Lager geprüft und verpackt und anschließend wieder per LKW versendet.

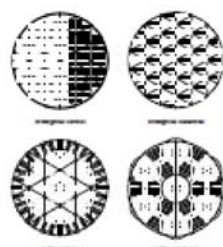


Abb.FRA06: Schema [Ruby 07] S.15

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.

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

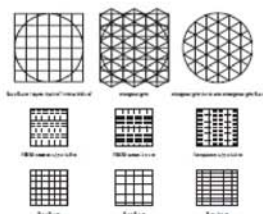


Abb.FRA07: Schema [Ruby 07] S.14

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 Schwerer 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.

AUSSTEIFUNG

Aus der Einspannung der Stützen resultiert die Aussteifung der Gesamthalle, zusätzliche Massnahmen sind nicht erforderlich.



Abb.FRA08: Schnitt [Ruby 07] S.14

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.

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.

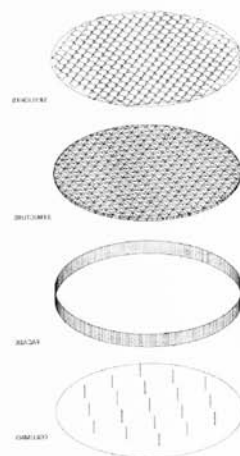


Abb.FRA09: Elemente [Lees 09] S.35

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.

Objektsteckbrief

DOKUMENTATION

STRUKTUR



Abb.FRA09: Elemente [Lees 09] S.35

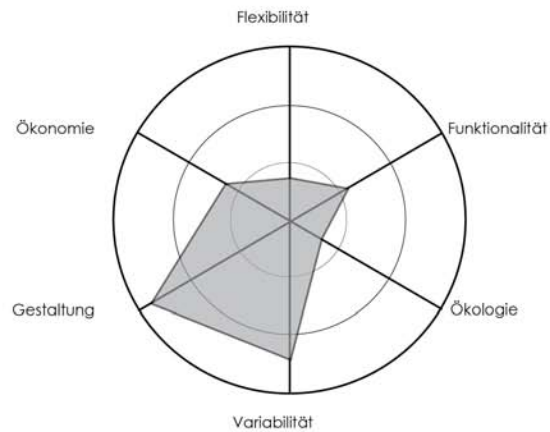
TECHNISCHE GEBÄUDEAUSRÜSTUNG TGA

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



Objektsteckbrief

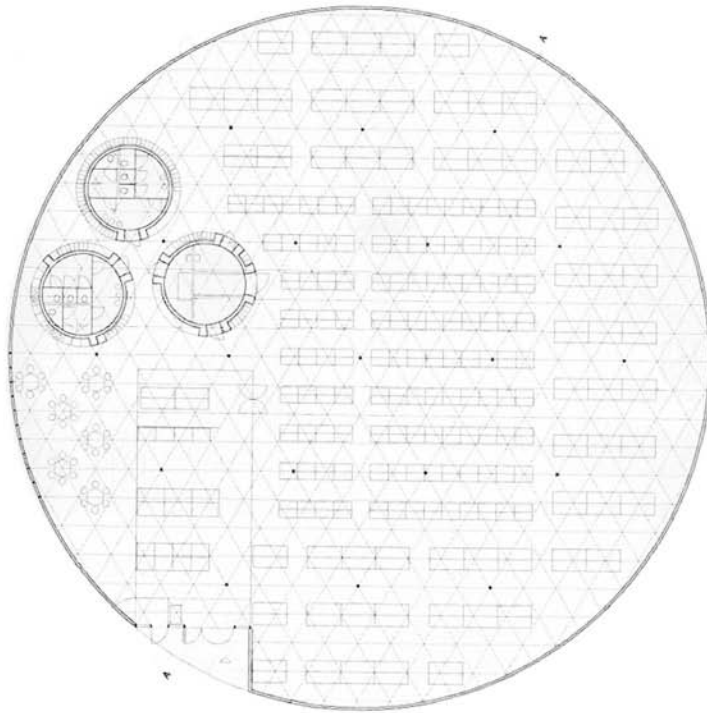


Abb.FRA10: Grundriss [Lees 09] S.35



Abb.FRA11: Anlieferungszone [Lees 09] S.31

Technische Universität Braunschweig | 5
Das Forschungsvorhaben wird gefördert mit Mitteln des Bundesamtes für Bauwesen und Raumordnung

Objektsteckbrief

WANDLUNGSFÄHIGKEIT



Abb.FRA12: Innenraum [Lees 09] S.34



Abb.FRA13: Runde Kerne [Lees 09] S.35

6 | Technische Universität Braunschweig
Das Forschungsvorhaben wird gefördert mit Mitteln des Bundesamtes für Bauwesen und Raumordnung

Objektsteckbrief

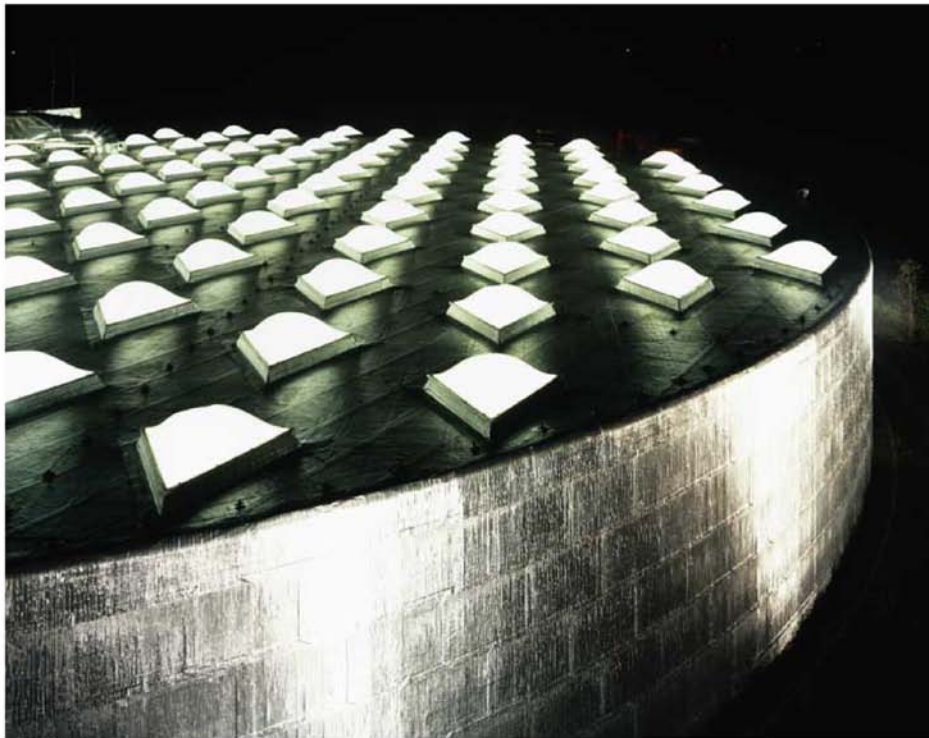


Abb.FRA16: Sicht auf das Dach [Ruby 07] S.15



Abb.FRA17: Gebäude bei Nacht [Ruby 07] S.15

Technische Universität Braunschweig | 7
Das Forschungsvorhaben wird gefördert mit Mitteln des Bundesamtes für Bauwesen und Raumordnung

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 Effizienz 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.

Schlussbericht Planungsleitfaden Zukunft Industriebau

Forschung an der Technischen Universität Braunschweig

Anforderungsmatrix der Praxisbeispiele

		Anforderungen an Produkt Gebäude											
		Wandlungsfähigkeit						Gebäudeeffizienz					
Flexibilität	Vergrößerung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
		Variabilität	Verkleinerung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Trennung				Verlagerung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Integration				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		Vorhaltung	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Versetzung	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
	Funktionalität	Nutzung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Produktion			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
		Konditionierung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Innovation			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	Ökologie	Zertifizierung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Sozio-kulturelle Aspekte			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
		Ökologische Aspekte	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Ökonomie	Wirtschaftliche Aspekte		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
		Finanzielle Aspekte	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	Zeitliche Aspekte		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Gestaltung		Prägung durch Architekten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	Prägung durch Unternehmenssätze		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
		Prägung durch Unternehmensinhalt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	Prägung durch das Produkt		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
		Prägung durch Wiederholung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	Prägung durch Markeninhalt		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Normen, Gesetze und Richtlinien		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
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		
													

Schlussbericht Planungsleitfaden Zukunft Industriebau

Forschung an der Technischen Universität Braunschweig

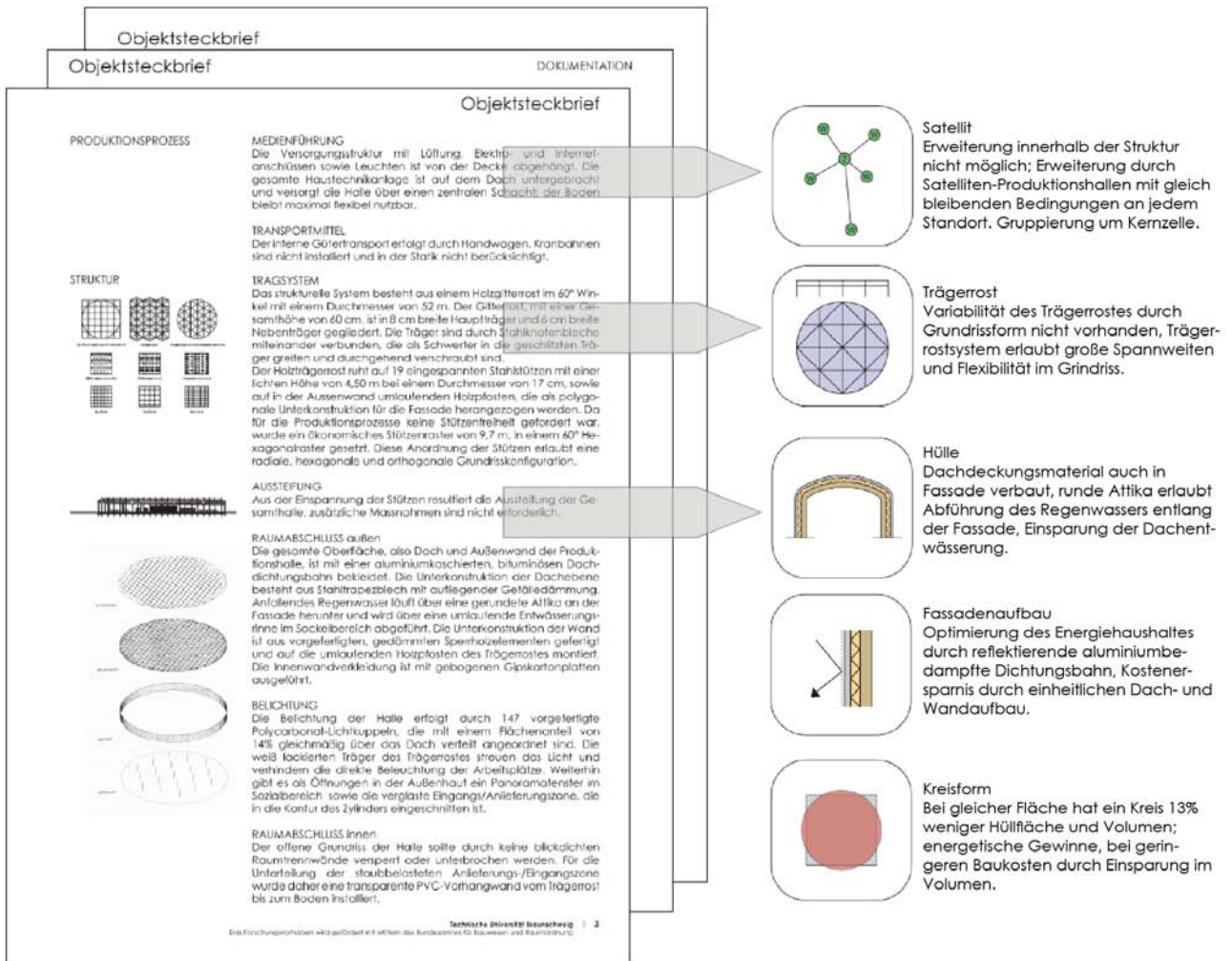


Abb. E72: Extraktion fallspezifischer Strategien

3.4 Fallspezifische Strategien zur Umsetzung der Anforderungsprofile

Basierend auf dem Steckbrief werden Strukturen analysiert, die den Anforderungen aus der Szenario-prognostik entsprechen.

Die nachfolgende Matrix (Tab. E21) stellt dar, wie sich ausgehend von dem ermittelten fallspezifischen Anforderungsprofil bezogen auf die Kernanforderungen und ihrer Unterasspekte 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.

Schlussbericht Planungsleitfaden Zukunft Industriebau

Forschung an der Technischen Universität Braunschweig

Anforderungen an Produkt Gebäude		Wandlungsfähigkeit															
		Flexibilität	Variabilität														
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 Unternehmensleitende												
Prägung durch Unternehmensinhalt																	
Gestaltung			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	Akustik	
		Werksgelände			Parzelle			Baukörper			Produktion		Konditionierung				
		Standort						Raum						Nutzung			

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


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.

Anforderungen an Produkt-Gebäude	Wandelbarkeit	Flexibilität	Vergrößerung	●
			Verkleinerung	
			Verlagerung	
		Variabilität	Trennung	⊙
			Integration	⊙
			Vorhaltung	
	Gebäudelebenszyklus	Funktionalität	Nutzung	●
			Produktion	
			Konditionierung	⊙
		Ökologie	Innovation	⊙
			Zertifizierung	⊙
			Socio-kulturelle Aspekte	●
		Ökonomie	Ökologische Aspekte	●
			Wirtschaftliche Aspekte	○
			Finanzielle Aspekte	⊙
			Zeitliche Aspekte	⊙
	Gestaltung	Gestaltung	Prägung durch Architekten	●
			Prägung durch Unternehmenssätze	●
			Prägung durch Unternehmensinhalt	
			Prägung durch das Produkt	
			Prägung durch Wiederholung	
			Prägung durch Markeninhalt	
			Normen, Gesetze und Richtlinien	●
Anforderungsprofile der Beispielprojekte				

0001TRU IND_PM_IMA_WAN

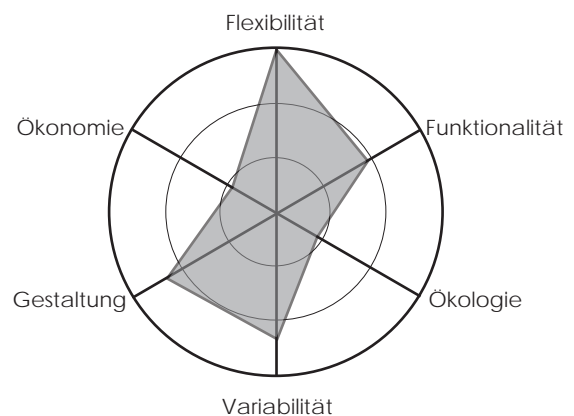


Abb. E73: Überführung des validierten Anforderungsprofils in ein Polaritätsprofil

Schlussbericht Planungsleitfaden Zukunft Industriebau

Forschung an der Technischen Universität Braunschweig

Anforderungsmatrix der Praxisbeispiele

		Anforderungen an Produkt Gebäude										
		Wandlungsfähigkeit			Funktionalität			Gebäudeeffizienz			Gestaltung	
Flexibilität	Vergrößerung	●	●	●	●			○	⊙	●	⊙	○
	Verkleinerung		○	⊙							○	
Variabilität	Verlagerung		○									
	Trennung	⊙	○	●	●	●		⊙	⊙	●		
	Integration	⊙		⊙	⊙	●	●	○	●	○	○	
Funktionalität	Vorhaltung		●	○								
	Versetzung			○								
	Nutzung	●	⊙	●	●	●	●	○	●	⊙	●	
Gebäudeeffizienz	Produktion			●	⊙				●		⊙	
	Konditionierung	⊙		○					●	○	○	
	Innovation	⊙	○		○		●	●	⊙			
Gestaltung	Zertifizierung	⊙		○								
	Sozio-kulturelle Aspekte	●	○	⊙	○				○			
	Ökologische Aspekte	●		⊙	●				○		○	
Gestaltung	Wirtschaftliche Aspekte	○		⊙	⊙	●	●	●	●	●	●	
	Finanzielle Aspekte	⊙	⊙	●		⊙		⊙	⊙	⊙	○	
	Zeitliche Aspekte	⊙	⊙	●	○	⊙	○	⊙	○	○	●	
Gestaltung	Prägung durch Architekten	●	⊙	⊙	⊙	⊙	●	●	⊙	⊙	●	
	Prägung durch Unternehmenssätze	●	●	⊙	●				●		⊙	
	Prägung durch Unternehmensinhalt					⊙	●	●		⊙		
	Prägung durch das Produkt			●		●						
	Prägung durch Wiederholung		⊙						⊙			
	Prägung durch Markeninhalt				○							
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	

●	●	●	⊙	○	⊙	○	○	●	⊙	⊙	⊙	●
●	○	○									⊙	●
○											●	○
●	○	○	○	○			●	●	⊙	⊙	⊙	●
○	●	●	○	○	⊙	●	○		○		●	●
○		○					●				○	○
○											●	
○	●	○	○	●	●	○	⊙	●	⊙	●		○
○	⊙			⊙	●		⊙	○	○	⊙		○
	●	●	●	●	○	○		●				
○	⊙			⊙			○		○		●	●
			●					●	●			
○	●	⊙	○	⊙	⊙	○		○	○	○		
○	○		●		○		○	●	●		●	○
●	⊙	○	⊙	●	⊙	●	⊙	●	●	⊙	⊙	●
○	○	○	●	⊙	○	○	○	○	○	⊙	○	○
⊙	⊙	○	⊙	⊙	○	○	⊙		●	●	⊙	⊙
⊙	●	●	⊙	⊙	●	⊙	⊙	⊙	●	⊙	⊙	●
⊙	⊙	⊙	⊙	●	●	●	⊙	●		⊙		
	⊙						⊙		⊙			⊙
									⊙	●		
⊙							⊙				⊙	⊙
⊙												
●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
0016REN IND VS WAN IMA	0017APL IND PM LD IMA	0019IHO 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	0054IRE IND PM IMA WAN	0055IPE IND LD WAN	0003USM IND SYS PM WAN RES IMA














Tab. E22: Validierungsmatrix

Schlussbericht Planungsleitfaden Zukunft Industriebau

Forschung an der Technischen Universität Braunschweig

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	⊙		⊙	⊙	●	●	○	●	○	○
			Verhaltung		●	○							
			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	001SMPD IND PM RES SYS		

●	●	●	⊙	○	⊙	○	○	●	⊙	⊙	⊙	●
●	○	○									⊙	●
○											●	○
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	0019IHO 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

E4 Ergebnis

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 fallspezifische 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. Eine Übertragung 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 Industriebauten 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 auseinandersetzen.

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.

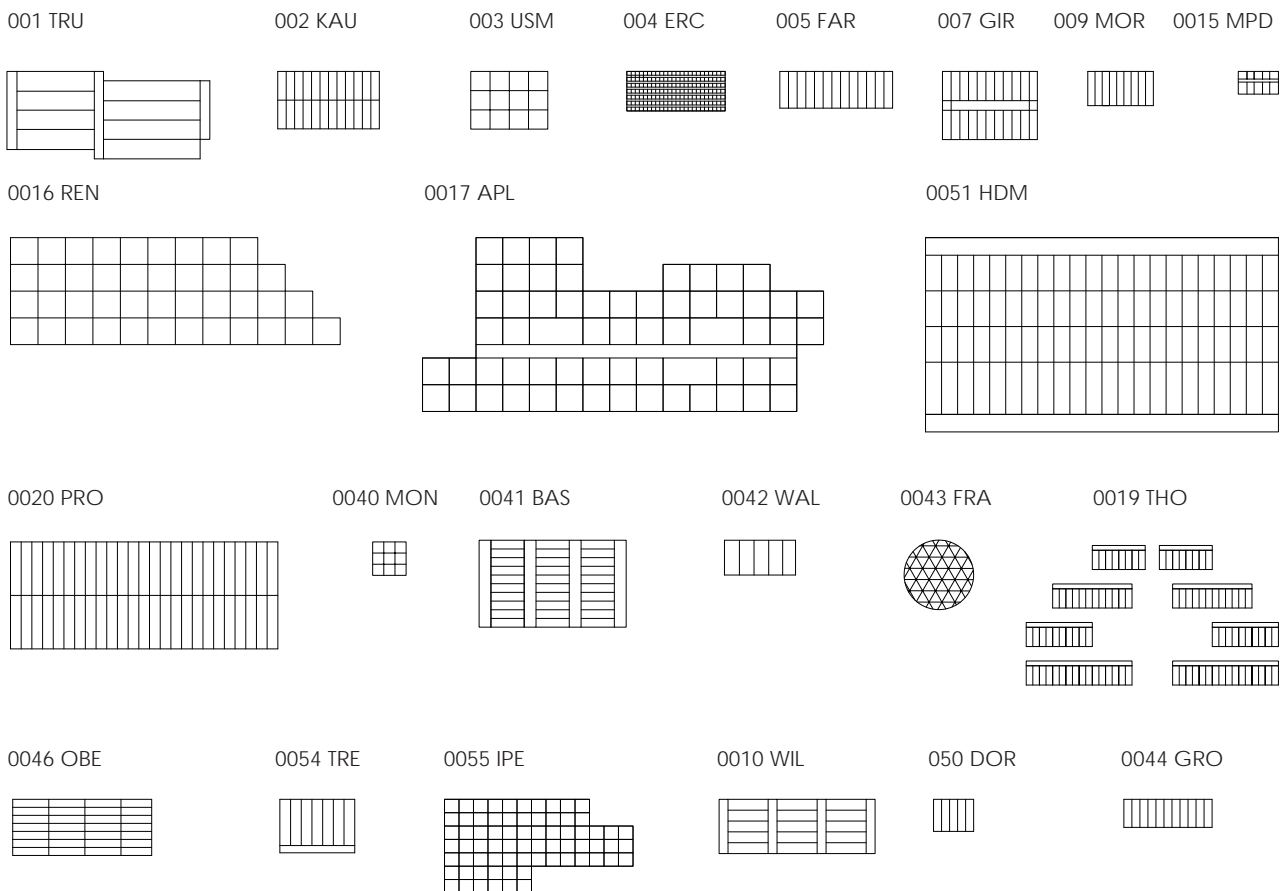


Abb. E74: Ermittlung allgemeingültiger Strategien aus Fallbeispielen Handhabung und Leserichtung

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

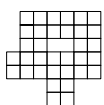
Hallen sind längsorientierte Bauten mit **stützenfrei** überspanntem Innenraum. Sie werden durch eine gerichtete Tragstruktur mit engstehenden Stützenreihen entlang der Längsseiten und die dadurch entstehende frei überspannte Fläche bestimmt. Systemisch können einschiffige Hallen durch Addition von Tragwerksachsen in der Längsrichtung erweitert werden. In der anderen Richtung sind Erweiterungen nicht bzw. nur durch Addition 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 gehaltenen 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:

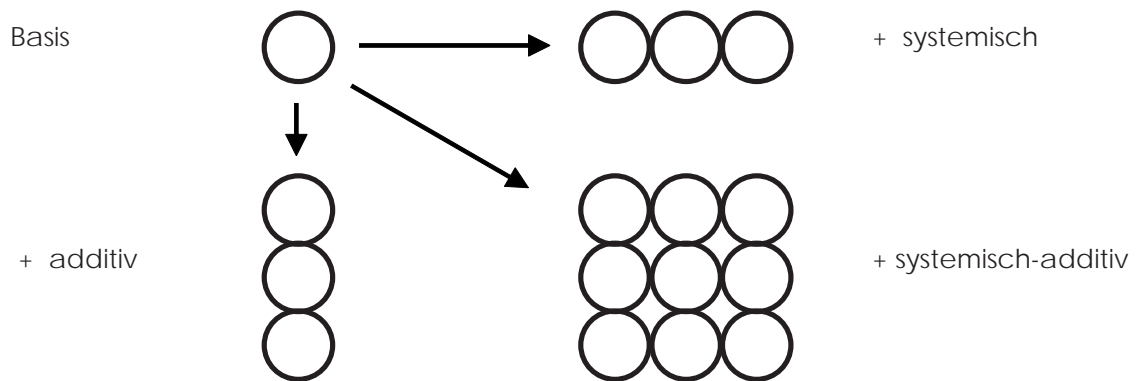
1. Hallen mit Randzonen und alternierenden zwischenliegenden Hallenschiffen
2. Hallen mit zentraler Randzone als Rückgrat an das die Hallenschiffe beidseitig anliegen
3. Hallen mit seitlichen Randzonen in der die Nebennutzungen mehrere hintereinandergeschaltete Hallenschiffe umschliessen.



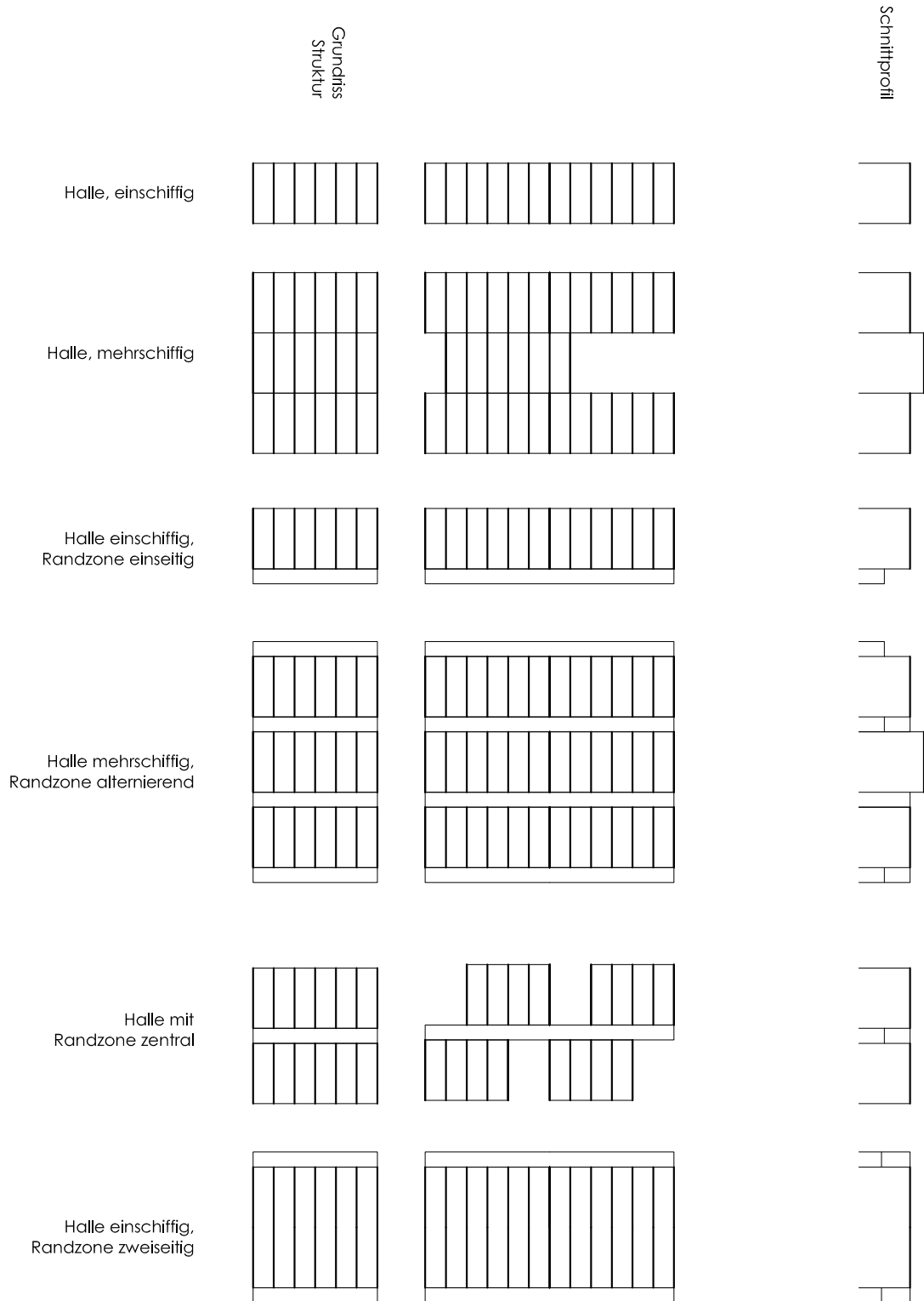
Flachbauten

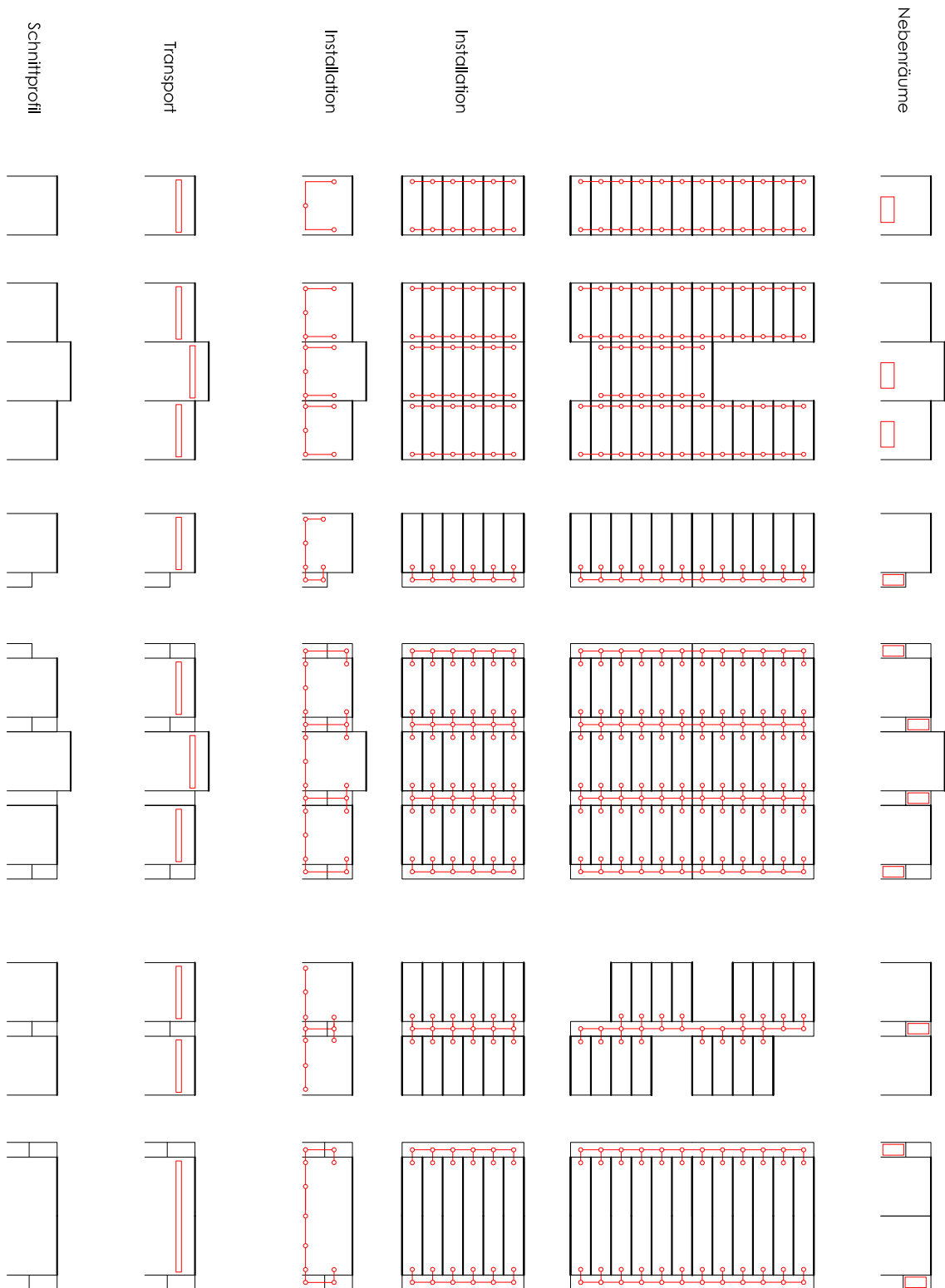
Flachbauten sind durch Strukturen bestimmt, die eine grosse zusammenhängende Fläche bilden können, die aber nicht stützenfrei überspannt ist. Flachbauten sind systemisch in den Richtungen ihrer Hauptachsen erweiterbar. Man unterscheidet die Flachbauten entsprechend ihrer Tragstruktur in gerichtete und ungerichtete Systeme.

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.



4.2.2 Die Strukturtypologie





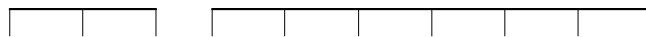
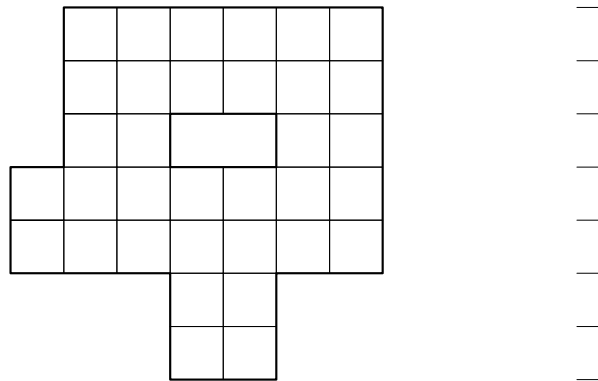
Schlussbericht **Planungsleitfaden Zukunft Industriebau**

Forschung an der Technischen Universität Braunschweig

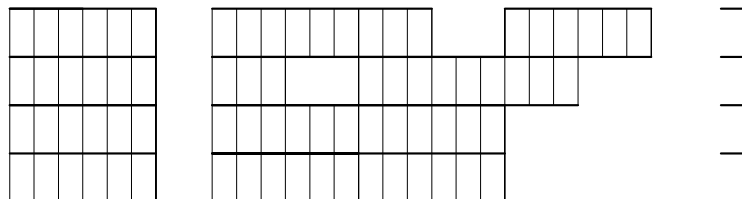
Grundriss
Struktur

Schnittprofil

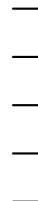
Flachbau ungerichtet



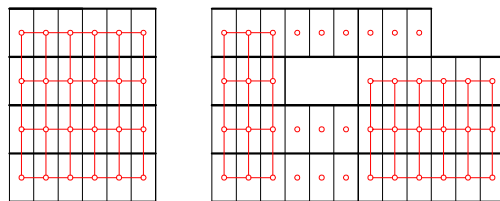
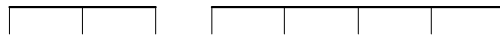
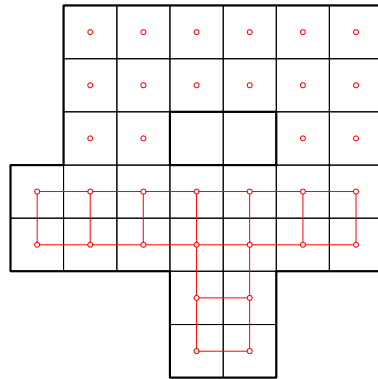
Flachbau gerichtet



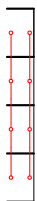
Nebenräume



Installation



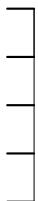
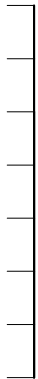
Installation



Transport



Schnittprofil



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 baustruktueller 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 baustruktueller 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.

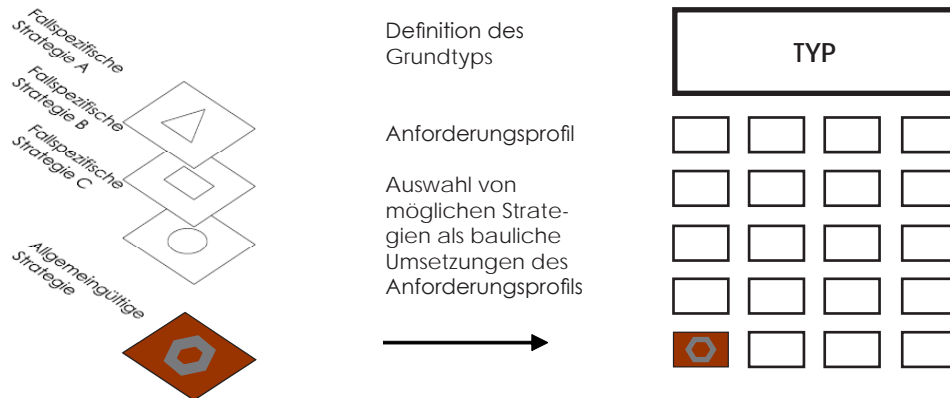


Abb. E75: Ermittlung allgemeingültiger Strategien aus Fallbeispielen zur Hinterlegung von Strukturtypen

Kernanforderung 1-n	Unteraspekt 1	Bereich 1	S ₁	S ₂	S ₃	S _n	◻	◻	◻	◻	◻
		Bereich 2	◻	◻	◻	◻	◻	◻	◻	◻	◻
		Bereich n	◻	◻	◻	◻	◻	◻	◻	◻	◻
	Unteraspekt 2	Bereich 1	◻	◻	◻	◻	◻	◻	◻	◻	◻
		Bereich 2	◻	◻	◻	◻	◻	◻	◻	◻	◻
		Bereich n	◻	◻	◻	◻	◻	◻	◻	◻	◻
	Unteraspekt n	Bereich 1	◻	◻	◻	◻	◻	◻	◻	◻	◻
		Bereich 2	◻	◻	◻	◻	◻	◻	◻	◻	◻
		Bereich n	◻	◻	◻	◻	◻	◻	◻	◻	◻
			Bereich 1	Bereich 2	Bereich n	Bereich 1	Bereich 2	Bereich n	Bereich 1	Bereich 2	Bereich n
			Struktur 1			Struktur 2			Struktur n		
			Systemebene 1-n								

Abb. E76: Aus Systemebenen und Anforderungen aufgespannter Strategienkatalog

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.

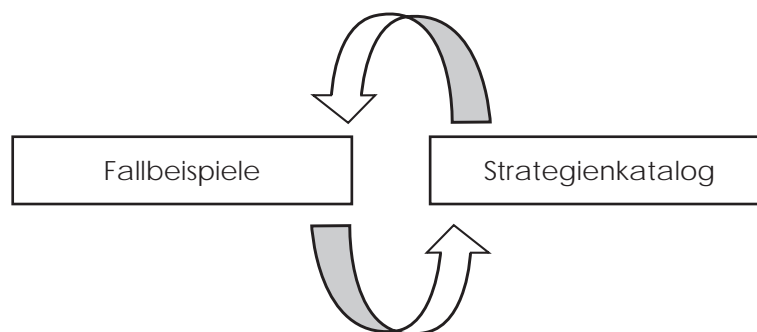


Abb. E77: Gegenseitige Referenzierung von Beispielsammlung und Strategienkatalog

4.3.2 Der Strategienkatalog

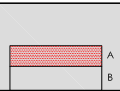
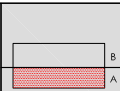
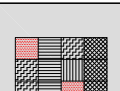


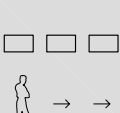
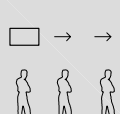


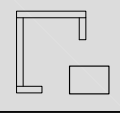
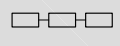
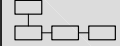

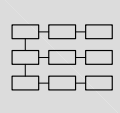
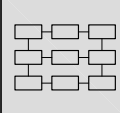
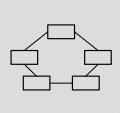
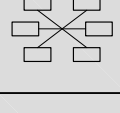
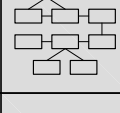

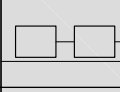
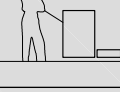
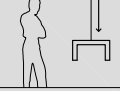
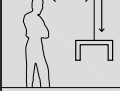
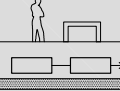
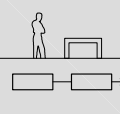
STANDORT INTEGRATION		STÄDTISCHES UMFELD → 42 WAL		GRÜNE WIESE → 09 MOR		BESTEHENDES FIRMENGELÄNDE → 51 HDM
PARZELLE		VOLLFLÄCHIGES BESETZEN DER PARZELLE → 40 MON		PARTIELLES BESETZEN DER PARZELLE → 03 USM		
ORDNUNG		GENERAL- BEBAUUNGSPLAN → 01 TRU		RASTER → 17 APL		AUSBAURASTER → 19 THO
ERWEITERUNG		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		ERSCHLIESS- UNGSSTRASSE → 15 MPD		STICHSTRASSE → 54 TRE
		RINGSTRASSE → 51 HDM		WEGENETZ → 50 DOR		HOF- ERSCHLIESSUNG → 03 USM
		BRÜCKE → 04 ERC		VERSORGUNG- GANG → 07 GIR		RÜCKGRAT → 01 TRU
FLÄCHENVERTEILUNG		ZONIERUNG → 05 FAR		NEBENNUTZUNG- RIEGEL → 54 TRE		ALTERNIEREND → 42 BAS

Verweis zu exemplarischem Projekt aus der Beispielsammlung
→ 00XXX

Material allgemeine Strategie zur Umsetzung der Strukturtypologie
 Personal fallspezifische Strategie zur Umsetzung der Strukturtypologie

Schlussbericht Planungsleitfaden Zukunft Industriebau

Forschung an der Technischen Universität Braunschweig

FLÄCHENVERTEILUNG		NEBENNUTZUNG ÜBER HAUPTNUTZUNG → 10 WIL		NEBENNUTZUNG UNTER HAUPTNUTZUNG → 07 GIR		PROGRAMMATISCHE FELDER → 17 APL
	MONTAGE		EINZELPLATZ-MONTAGE → 43 FRA		BAUSTELLEN-MONTAGE	
		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				

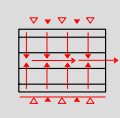
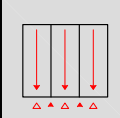
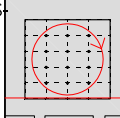
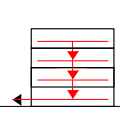
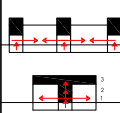
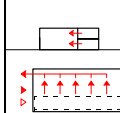
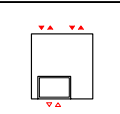
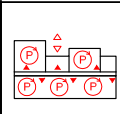
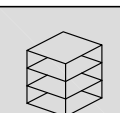
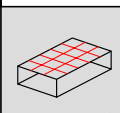
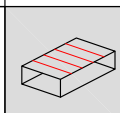
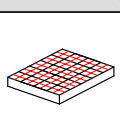
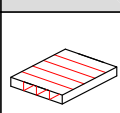
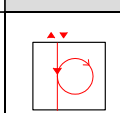
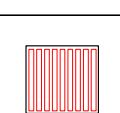
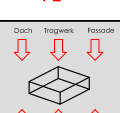
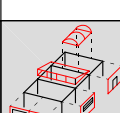
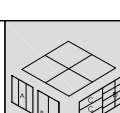
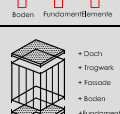
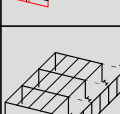
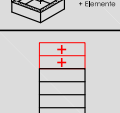
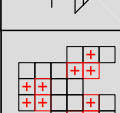
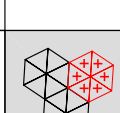
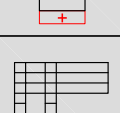
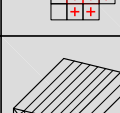
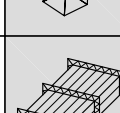
Verweis zu exemplarischem Projekt aus der Beispielsammlung
→ 00XXX



Material
Personal



allgemeine Strategie zur Umsetzung der Strukturtypologie
fallspezifische Strategie zur Umsetzung der Strukturtypologie

NUTZUNG		HORIZONTALE FUNKTIONSTREIFEN → 51 HDM		VERTIKALE FUNKTIONSTREIFEN → 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



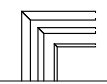

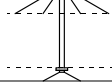
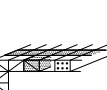
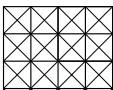

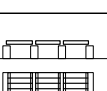
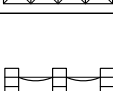
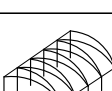

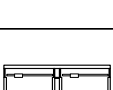
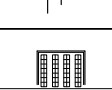
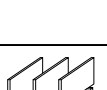
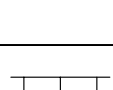
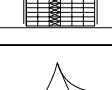
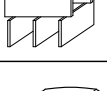
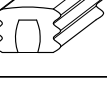

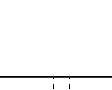
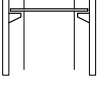
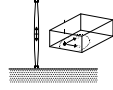
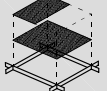
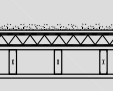


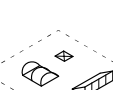
Material
Personal



allgemeine Strategie zur Umsetzung der Strukturtypologie
fallspezifische Strategie zur Umsetzung der Strukturtypologie

Schlussbericht Planungsleitfaden Zukunft Industriebau

Forschung an der Technischen Universität Braunschweig

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

FASSADE		MEDIENFASSADEN → 04 ERC		INTEGRATIVE FASSADE → 07 GIR		DACH ALS FASSADE → 43 FRA
		GESCHLOSSEN → 51 HDM		BODENKANAL → 01 TRU		SYSTEM BODEN → 32 PRO
BODEN		WEISSE WANNE → 05 FAR		MODULARISIERTE BODEN-KONSTRUKTION → 16 REN		
		ORTGEBUNDENE RAUMBOXEN → 43 FRA		MOBILE RAUMBOXEN → 51 HDM		MOBILE WANDSYSTEME → 43 FRA
AUSBAU		PARASITÄRE RAUMBOXEN				
		AUTONOM → 50 DOR		HETERONOM → 42 WAL		
INFRASTRUKTUR		INNENLIEGENDE ZENTRALE VERSORGUNG → 07 GIR		AUSSENLIEGENDE ZENTRALE VERSORGUNG → 32 PRO		DEZENTRALE VERSORGUNG → 43 FRA
		EXTERNE VERSORGUNG → 55 IPE				
VERSORGUNG		DECKEN-VERTEILUNG → 10 WIL		BODEN-VERTEILUNG → 15 MPD		BODEN-/DECKEN-VERTEILUNG → 01 TRU
		VERSORGUNGS-NETZ → 41 BAS		TRASSENSTEGE → 54 TRE		
MEDIENFÜHRUNG						

Verweis zu exemplarischem Projekt aus der Beispielsammlung
→ 00XXX



Material
Personal



allgemeine Strategie zur Umsetzung der Strukturtypologie
fallspezifische Strategie zur Umsetzung der Strukturtypologie

Schlussbericht Planungsleitfaden Zukunft Industriebau

Forschung an der Technischen Universität Braunschweig

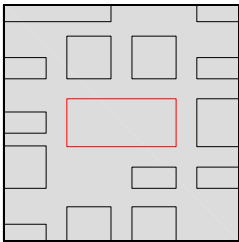
TGA-Konzept	TGA passiv	PASSIVE KONDITIONIERUNG → 10 WIL	TGA aktiv	AKTIVE KONDITIONIERUNG → 40 MON	
	TGA LABEL	ZERTIFIZIERUNG → 46 OBE		HALBAUTOMATION DER KONDITIONIERUNG → 07 GIR	
EFFIZIENZ	¥€\$	ÖKONOMISCHE EFFIZIENZ → 10 HDM		ÖKOLOGISCHE EFFIZIENZ → 51 HDM	
PRÄGUNG		PRÄGUNG DURCH ARCHITEKTEN → 03 USM		PRÄGUNG DURCH UNTERNEHMENSLEITSÄTZE → 10 HDM	 PRÄGUNG DURCH UNTERNEHMENSINHALT → 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

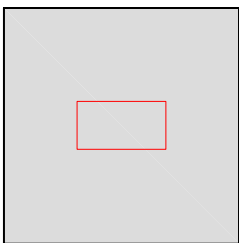
4.3.4 Erläuterungen zum Strategienkatalog

STANDORT



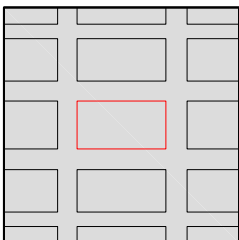
STÄDTISCHES UMFELD

Implementierung des neu zu errichtenden Industriebaus in die gewachsene städtische Struktur. Berücksichtigung von Bestimmungen und Nutzungsspezifischen Erfordernissen wie Lärmemissionen, Transportwege etc.



GRÜNE WIESE

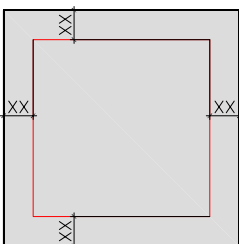
Ansiedlung des neu zu errichtenden Industriebaus an einem neuen Standort wie Industrie- und Gewerbegebiete, Berücksichtigung der Verfügbarkeit von Ressourcen wie Arbeitskräfte, soziokulturelle Aspekte, Wirtschaftsförderungen etc.



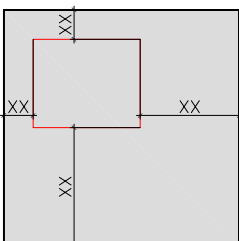
BESTEHENDES FIRMENGELÄNDE

Der neu zu errichtende Industriebau soll in das bereits bestehende Firmenareal integriert 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 Infrastruktur am Standort.

PARZELLE



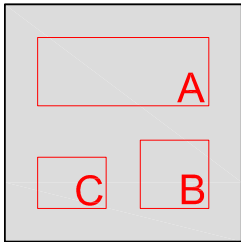
VOLLFLÄCHIGES BESETZEN DER PARZELLE maximale Expansion des Baukörpers auf der Parzelle abhängig von Gesetzen, Richtlinien und Normen wie Brandschutzbestimmungen, Abstandsflächen etc.; Erweiterungsflächen müssen bei Bedarf beschaffen werden oder bereits in unmittelbarer Nähe vorgehalten werden.



PARTIELLES BESETZEN DER PARZELLE

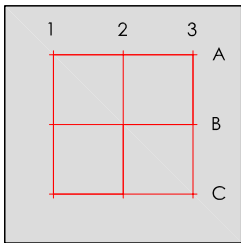
Vorhaltung von Erweiterungsfläche mit und ohne Zwischennutzung wie Acker/Park/Lagerfläche und anschließender Bedarfsaktivierung; bei Expansion auf der Parzelle Berücksichtigung von Gesetzen, Richtlinien und Normen wie Brandschutzbestimmungen, Abstandsflächen etc.

ORDNUNGSPRINZIPIEN



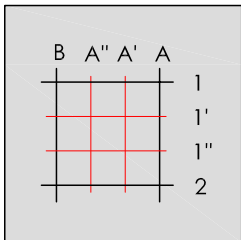
GENERALBEBAUUNGSPLAN

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

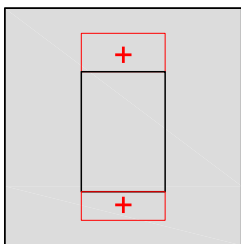
Gebäudesystem aus Grundraster zur Strukturierung der Elemente des Gebäudes; Anpassung innerhalb der orthogonalen Grundgeometrie möglich. Grundlegendes Raster der Planung für die Realisierung unterschiedlicher Grundrissvarianten; erlaubt Erweiterungen, Rückbau und Veränderungen.



AUSBAURASTER

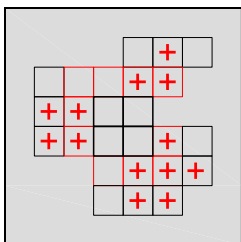
Untersystem des Rasters; stellt das kleinste Ausbaumaß der statisch autonomen Gebäudestruktur dar.

ERWEITERUNG



ERWEITERUNG SYSTEMISCH LINEAR

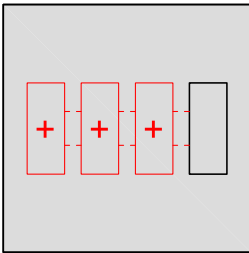
Erweiterung des Gebäudes in einer Richtung durch Addition von Tragwerkskomponenten im Rastermaß des Bestandes bei ausreichender Erweiterungsfläche.



ERWEITERUNG ADDITIV FLÄCHIG

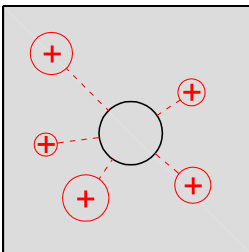
Erweiterung des Gebäudes in zwei Richtungen durch Addition von Tragwerkskomponenten im Rastermaß des Bestandes bei ausreichender Erweiterungsfläche. Durch Erweiterungsflexibilität können unterschiedliche Gebäudekonfigurationen erstellt werden.

ERWEITERUNG



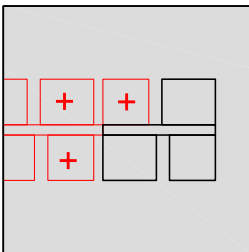
ERWEITERUNG REPETITIV

Erweiterung des bestehenden Firmenareals um Produktionshallen neben dem eigentlichen Werksgelände auf Erweiterungsfläche. Die Erweiterungen werden durch sukzessives partielles Besetzen der Erweiterungsfläche vorgenommen.



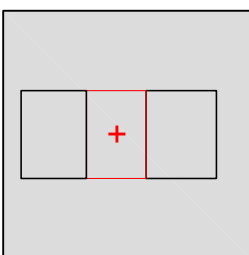
ERWEITERUNG SATELLITISCH

Festgelegtes Erweiterungskonzept aus Repetition und Ansiedlung von autarken Gebäudesatelliten an unterschiedlichen Standorten; Satelliten ohne direkten Bezug zur Zentrale.



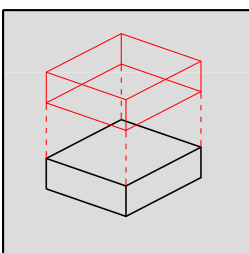
MODULERWEITERUNG ACHSIAL

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

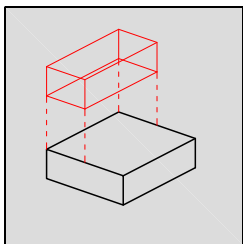
Erweiterung des Gebäudes durch weitere Baukörper; Verbindung von bestehenden Gebäuden durch Kopplung von Einzelgebäuden. Beachtung der ökonomischen Möglichkeit der Demontage der Hüllkonstruktion bzw. der Integration von statischen Elementen zur Kopplung.



ERWEITERUNG IN DER HÖHE VOLL

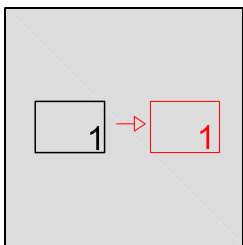
Aufgrund fehlender Erweiterungsflächen auf dem bestehenden Gelände werden die notwendigen Funktionsflächen übereinander zu einem Produktionsturm gestapelt. Zusätzliche Ebenen können nur durch Mehraufwand wie z.B. Vorhaltung von Tragwerksstrukturen realisiert werden.

ERWEITERUNG



ERWEITERUNG IN DER HÖHE PARTIELL

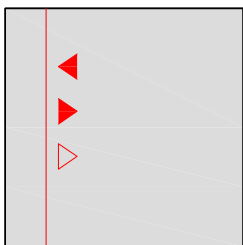
Aufgrund fehlender Erweiterungsflächen auf dem bestehenden Gelände werden die notwendigen Funktionsflächen partiell übereinander positioniert. Zusätzliche Funktionseinheiten können nur durch Mehraufwand wie z.B. Vorhaltung von Tragwerksstrukturen realisiert werden.



VERLAGERUNG

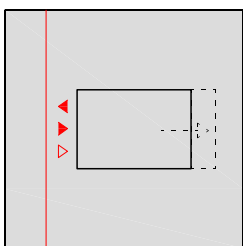
Mobile Gebäudestrukturen als "fliegende Bauten" die an einem Standort aufgebaut, genutzt, abgebaut und zu einem neuen Standort zur Neunutzung transportiert werden können; Beachtung der Lösbarkeit und Adaptierbarkeit der Einzelkomponenten; Vorhaltung von Erschließung und Versorgung an neuem Standort notwendig.

ERSCHLIESSUNG



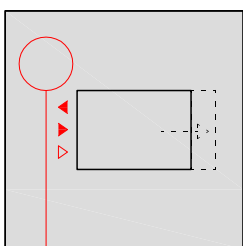
VORHALTUNG DER ERSCHLIESSUNG

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

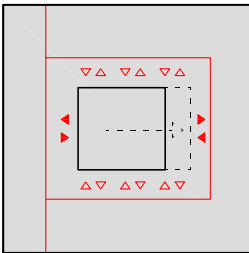
Frontale Erschließung an Gebäudelängsseite entlang der Erschließungsstrasse für gesamte Ver- und Entsorgung des Gebäudes; Warentransport durch 2 grosse Torelemente in der Fassadenlängsseite und separatem Personal- bzw. Kundeneingang.



STICHSTRASSE

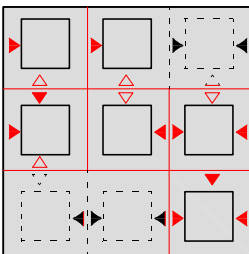
Stichstrasse zur Ver- und Entsorgung über zentral an einer Gebäudeseite angelegten Anlieferungsbereich und Personal/Kundenzugang; bei Erweiterung keine Veränderung der Zuwegung und Ver-/Entsorgung, dadurch Erweiterung bei laufendem Betrieb ohne Produktionsbeeinträchtigung möglich; Berücksichtigung von Wendemöglichkeiten für LKW.

ERSCHLIESSUNG



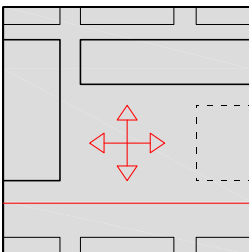
RINGSTRASSE

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



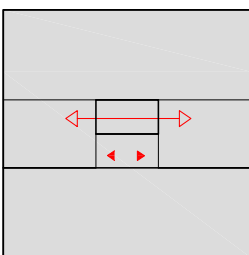
WEGENETZ

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.



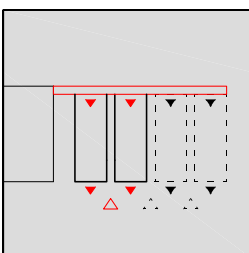
HOFERSCHLIESSUNG

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

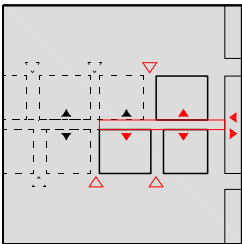
Anbindung des Neubaus an bestehender Halle durch Transportbrücke bei Aufrechterhaltung ebenerdiger Erschliessung von Neu- und Altbau; erdgeschossige An- und Ablieferungszonen in unterschiedlichen Gebäudeteilen, Materialfluss über Brücke von A nach B durch Transportsysteme; Nutzung von bestehender Infrastruktur 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.

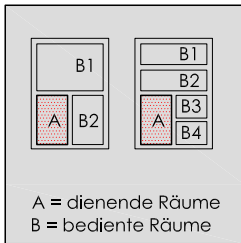
ERSCHLIESSUNG



RÜCKGRAT

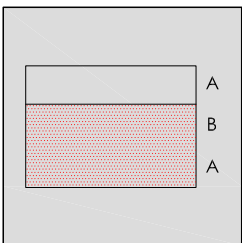
Zentrale Achse als Entwicklungsader bildet logistisches und kommunikatives Rückgrat zur Ver- und Entsorgung von Material, Personal und Kunden; kann bei Anbindung an Bestandsbauten als Bindeglied zwischen den unterschiedlichen Bauabschnitten dienen. Varianz durch seitliche Ver- und Entsorgung der angegliederten Gebäudeteile möglich.

FLÄCHENVERTEILUNG



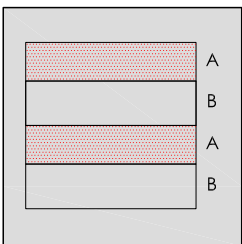
ZONIERUNG

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.



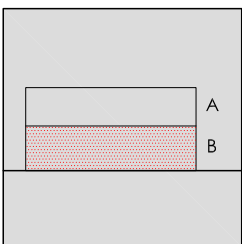
NEBENNUTZUNGSRIEGEL

Bedienender Funktionsriegel seitlich an bedienter Hauptnutzfläche angelegt; Berücksichtigung von Tragwerkskomponenten und Nutzungskonfigurationen.



ALTERNIEREND

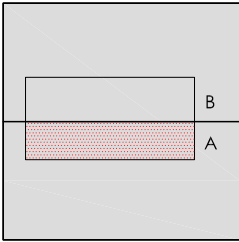
Differenzierung zwischen dienenden und bedienten Räumen in alternierenden Streifen; Berücksichtigung von Tragwerkskomponenten und Nutzungskonfigurationen.



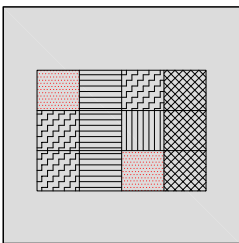
NEBENNUTZUNG ÜBER HAUPTNUTZUNG

Bedienende Funktionsflächen über der Ebene der Hauptnutzfläche; Berücksichtigung bei Dimensionierung des Tragwerks, da Nebennutzungsflächen zur Optimierung des Raumvolumens in Dachtragwerk integriert werden können.

FLÄCHENVERTEILUNG

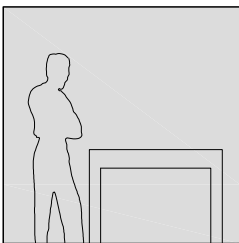


NEBENNUTZUNG UNTER HAUPTNUTZUNG
Bedienende Funktionsflächen unter der Ebene der Hauptnutzfläche; Berücksichtigung von Konditionierung der Nebennutzfläche wenn diese unterhalb der Geländeoberkante liegt.

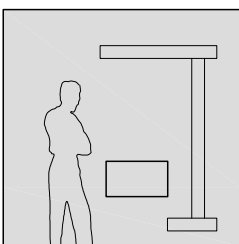


PROGRAMMATISCHE FELDER
Aus Anforderung von Materialfluss und Produktionsablauf ergibt sich eine Zuordnung in spezifische Raumabschnitte, mit einer Anpassung an die Anforderungsidee zwischen bedienenden und bedienten Flächen.

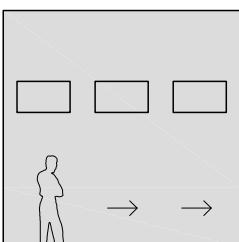
MONTAGE



EINZELPLATZMONTAGE
Vollständige Bearbeitung/Montage des Werkstücks oder eines Auftrages an einem Arbeitsplatz;
Prinzip: Mensch und Werkstück zu Werkzeug (Arbeitsplatz).

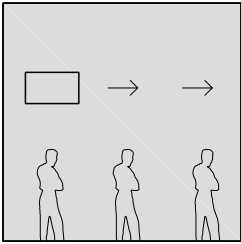


BAUSTELLENMONTAGE
Anordnung von Arbeitsplätzen und Fertigungs- und Montagemitteln am ortsfesten Arbeitsgegenstand;
Prinzip: Mensch und Werkzeug zu Werkstück.



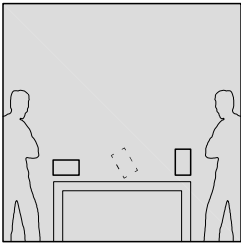
WANDERMONTAGE
Stufenweise Montage eines Produktes durch Mitarbeiter oder einer Gruppe von Mitarbeitern;
Mitarbeiter "wandern" von einem ortsgebundenen Montageobjekt zum anderen und führen jeweils einen definierten Montageteil Auftrag aus.

MONTAGE



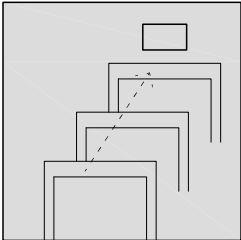
WERKSTATTMONTAGE

Zusammenfassung von Maschinen und Arbeitsplätzen mit gleichartigen Arbeitsverrichtungen zu organisatorischen Einheiten; Werkstücke werden losweise von Arbeitsplatz zu Arbeitsplatz transportiert.



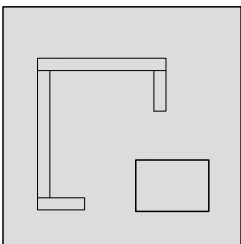
INSELFERTIGUNG (GRUPPENPRINZIP)

Organisatorische Zusammenfassung mehrerer Betriebsmittel unterschiedlicher Fertigungsverfahren zur vollständigen Bearbeitung mehrerer Teilefamilien; Dezentralisierung dispositiver und planender Funktionen.



FLIESSMONTAGE

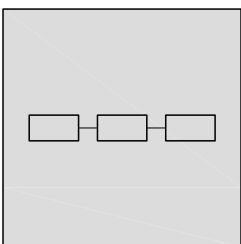
Anordnung der Arbeitsplätze/Maschinen entsprechend der Reihenfolge des Arbeitsablaufes zur Herstellung eines Produktes; Fertigungslinie, Serienmontage oder Variantenmontage.



FLEXIBLE MONTAGESYSTEME

Ein- und mehrstufige Mehrproduktfertigung oder -montage; Entkopplung von Mensch und Maschine; Durchführung mit Bearbeitungszentren, flexible Fertigungszellen, flexiblen Fertigungssystemen und Montagerobotern.

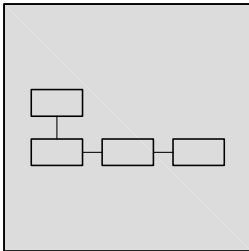
MATERIALFLUSS



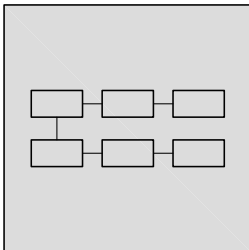
LINIEN STRUKTUR

Lineare Anordnung des Materialflusses; einfache Handhabung und schnelle Erkennung von Fehlern im Materialfluss.

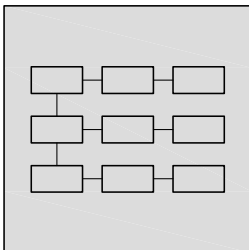
MATERIALFLUSS



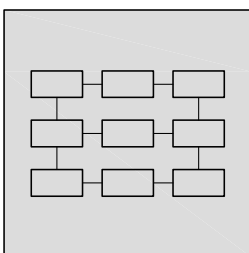
L-STRUKTUR
Materialfluss in L-Form angeordnet.



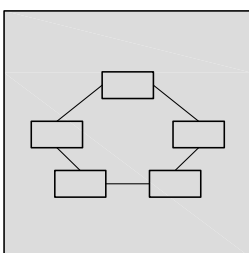
U-STRUKTUR
Materialfluss in U-Form angeordnet;
gute Kommunikation zwischen Mitarbeitern.



E-STRUKTUR
Materialfluss in E-Form angeordnet.

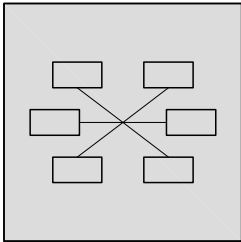


MATRIXSTRUKTUR
Materialfluss in Matrix-Struktur angeordnet.

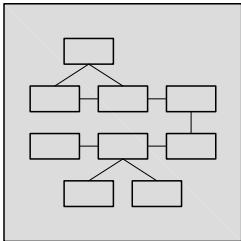


RING-STRUKTUR
Materialfluss in Ringform angeordnet.

MATERIALFLUSS

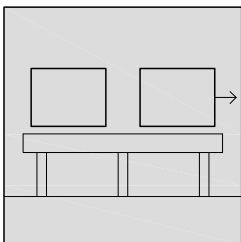


STERN-STRUKTUR
Materialfluss in Stern-Struktur angeordnet.

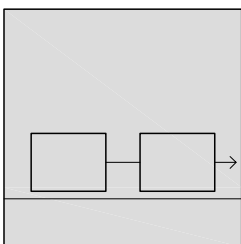


NETZWERK-STRUKTUR
Materialfluss in Netzwerk-Struktur angeordnet.

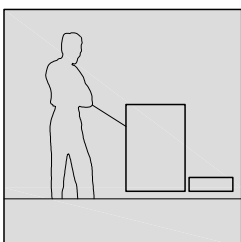
Fördermittel



FLURGEBUNDEN: FEST
Beispiele: Fließbänder, Rutschen, ortsfester Portalkran.

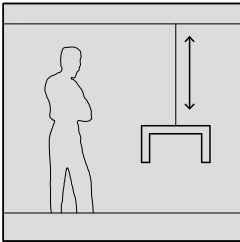


FLURGEBUNDEN: GEFÜHRT
Beispiele: Induktiv gesteuerte Transportsysteme, Plattformwagen, Kipploren, Züge (gleisgebunden), Regalförderfahrzeuge.

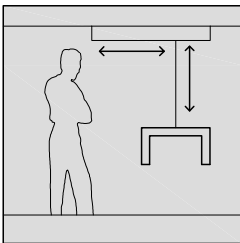


FLURGEBUNDEN: FREI
Beispiele: Hubwagen, Stapler, GPS gesteuerte Transportsysteme, Schlepper, Kommissionierfahrzeuge.

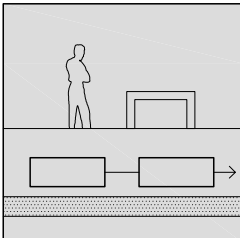
MATERIALFLUSS



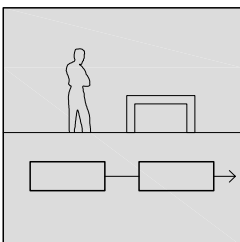
FLURFREI: ORTSFEST
Beispiele: ortsfester Hängekran



FLURFREI: GEFÜHRT VERFAHRBAR
Beispiele: Brückenkrane, Hängekrane, Laufkrane,
Kettenförderer Rollenbahnen

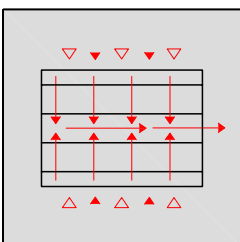


UNTERFLUR: ORTSFEST
Beispiele: Unterflurförderanlagen (z.B. Späneförderer),
Fahrerlose Transportsysteme gesteuert über Induktionsspulen
(unterflur)



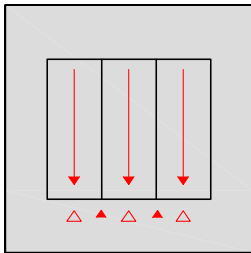
UNTERFLUR: GEFÜHRT VERFAHRBAR
Beispiele: Unterflur Schleppkettenförderer, Fahrerlose
Transportsysteme gesteuert über GPS (unterflur)

NUTZUNG



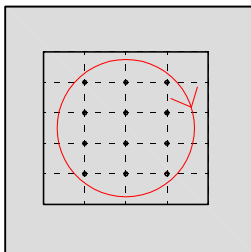
HORIZONTALE FUNKTIONSTREIFEN
Gliederung der Flächen in zur Haupttragrichtung
längslaufenden Streifen entlang der Schiffe der
Hallenkonstruktion; Differenzierung von bedienenden
Funktionen in Aussenbereichen wie Lager und Verwaltung
über Vormontagen hin zu zentraler Endmontage-Fläche.

NUTZUNG



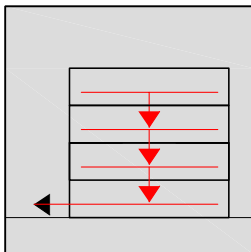
VERTIKALE FUNKTIONSSTREIFEN

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.



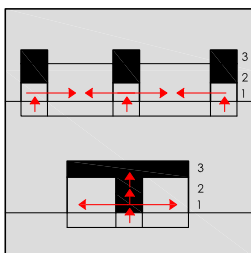
OFFENER GRUNDRISS

Keine direkte Flächenzuweisung für bestimmte Nutzungen; Stützenraster der Tragwerkelemente bestimmen die Fläche; Steigerung der Nutzungsverfäglichkeit durch Anordnungsflexibilität der Tragwerks- und Ausbauelemente.



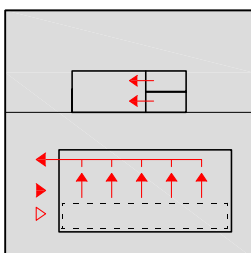
GESTAPELTE FUNKTIONEN

Durch Tragwerkstrukturierte 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

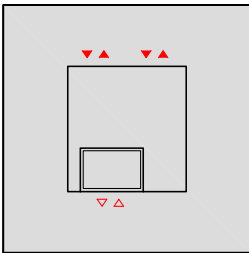
Durch Tragwerkelemente strukturierter Produktionsbereich mit partiell eingestellten Funktionstürmen, die in den oberen Bereichen die bedienenden Funktionen aufnehmen; durch punktuelle Stapelung von Funktionen entsteht direkte visuelle Anbindung an die unter den Türmen durchlaufende Produktionsfläche; über die Dachhaut austretende Turmspitzen mit direktem Aussenraumbezug.



FUNKTIONSBRÜCKE

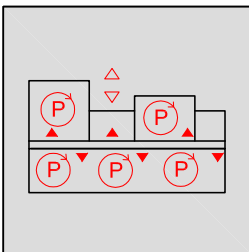
Stützenfreier zweigeschossiger Produktionsbereich mit anschließender längseitiger, zweigeschossiger Funktionsbrücke mit bedienenden Funktionen, die die Produktionsfläche mit Material und Know-how bedient; Anordnung der Brücke zur Optimierung der Kommunikation, da Produktionsfläche von allen Bereichen einsehbar ist.

NUTZUNG



RAUM IN RAUM

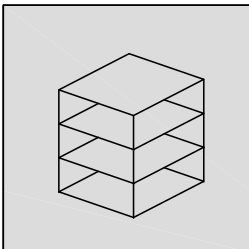
In das Hallenvolumen ist eine zweite Raumeinheit als ein- oder mehrgeschossiger Kubus eingestellt, in dem bedienende Funktionen integriert sind; Positionierung an Aussenbereich zur direkten Erschliessung beider Raumeinheiten ist von Vorteil.



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.

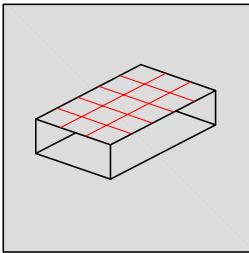
TYPEN



GESCHOSSBAU

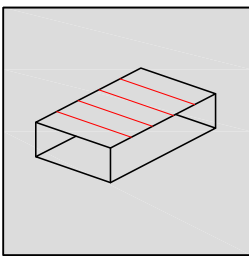
Baulandbedarf: gering
 Nutzflächenbedarf: klein bis mittel
 Belastung: leicht bis mittel
 Krannutzlast: bis 10 kN
 Raumhöhen: 4-4,5 m
 Flexibilität der Nutzung: eingeschränkt
 Erweiterung: Anbau/Aufstockung
 Versorgungsanschlüsse: von Fussboden/Decke, Steigleitung im Festpunkt
 Beleuchtungsansprüche: normal bis hoch
 Raumklimaansprüche: normal bis hoch
 sanitäre Räume: am Treppenhaus
 Querschnittform in Abhängigkeit von Fenstergrösse/Raumtiefe, Spannweiten und Innenstützen

TYPEN



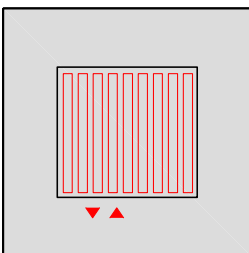
FLACHBAU

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

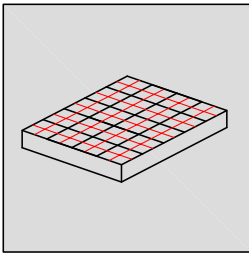
Baulandbedarf: gross
 Nutzflächenbedarf: mittel
 Belastung: leicht bis schwer
 Krannutzlast: 30-50 kN
 Raumhöhen: 4,5 - 6 m
 Flexibilität der Nutzung: sehr gut
 Erweiterung: in einer Richtung
 Tragwerk: gerichtet
 Versorgungsanschlüsse: Bodenkanäle oder Decke
 Beleuchtungsansprüche: normal bis hoch
 Raumklimaansprüche: normal bis hoch
 Sanitäre Räume: in Randzonen oder Unterkellerung
 Querschnittform in Abhängigkeit von Fenstern, Oberlichtbändern, Laufkatzen, Spannweiten/Stützenratser, Dachgefälle



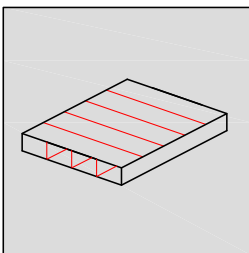
FUNKTIONSSPEZIFISCHE HALLE

Hallenbau als Umsetzung von spezialisierter Nutzungsanforderung wie z.B. vollautomatisierte Hochregallager, Beachtung der durch Spezialisierung eingeschränkten Wandlungsfähigkeit von "Sonder-Bauten".

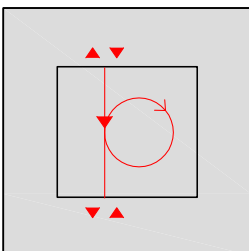
TYPEN



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

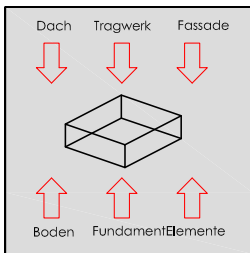


SCHWERE HALLE: EINZELSCHIFFE
 Baulandbedarf: gross
 Nutzflächenbedarf: mittel
 Belastung: schwer bis sehr schwer
 Krannutzlast: bis 1000 kN
 Raumhöhen: über 6 m
 Flexibilität der Nutzung: gewährleistet
 Erweiterung: in einer Richtung
 Tragwerk: gerichtet
 Versorgungsanschlüsse: von Hülle und Bodenkanälen
 Beleuchtungsansprüche: mittel bis hoch
 Raumklimaansprüche: wenig bis normal
 Sanitäre Räume: in Anbauten oder
 Unterkellerung
 Querschnittform in Abhängigkeit von Spannweiten, Kran,
 Kranhakenhöhe, Konditionierungsanforderungen,
 Dachgefälle



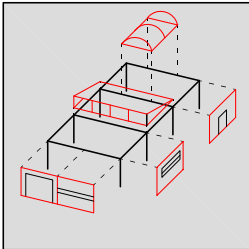
VORHALTUNGSHALLEN
 Nutzungsneutrale Hallenmodule sog. "White Cubes"; Typ
 leichte Halle, stützenfrei, ohne Transportsysteme; offene
 Grundrisskonfiguration zur variablen Nutzung der Fläche als
 Verwaltung, Forschung, Produktion und Repräsentation; bei
 Bedarf Anpassung an ermittelte Anforderungen durch
 Implementierung von Komponenten.

SYSTEM



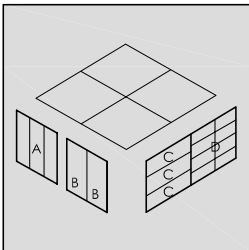
OFFENES SYSTEM

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 Realisierung der spezifischen Anforderungen.



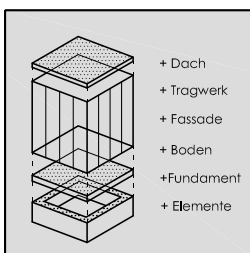
SYSTEMVARIANZ

Differenzierte Sekundärelemente können in die Primärstruktur implementiert / ergänzt werden; als Reaktion auf sich ändernde Anforderungen können Einzelkomponenten ausgetauscht werden.



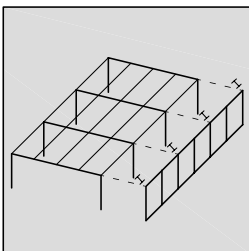
OFFENER BAUSATZ

Die Primärstruktur lässt unterschiedliche Sekundär-Systemstrukturen zu; Einsatz von Subsystemen und modularisierten Bausystemen in Primärstruktur erhöht die Flexibilität und die Effizienz.



BAUKASTENSYSTEM

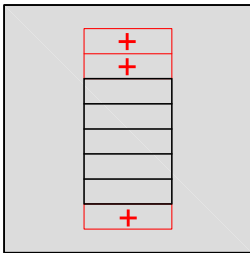
Durch Abstimmung von modularisierten Tragwerks- und Fassadenelementen entsteht ein Baukasten aus dem der Nutzer frei nach Anforderungsprofil das Gebäude konfigurieren und bei Bedarf neu anpassen kann. Elementierung von Primär- und Sekundär-Konstruktion, damit ein Austausch möglich wird.



ELEMENTIERUNG

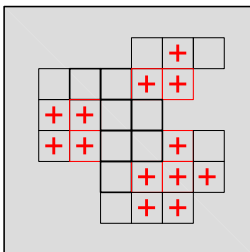
Durch Elementierung der Bauteile entstehen Baukastensysteme zur Konfiguration unterschiedlicher Typen; Ermöglichung des Austausches von Primär- und Sekundär-Konstruktionselementen zur Steigerung der Wandlungsfähigkeit und Effizienz des Gebäudes.

TRAGWERK



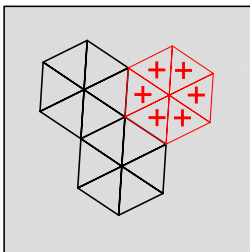
GERICHTETES SYSTEM

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.



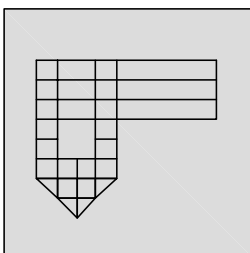
UNGERICHTETES SYSTEM

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.



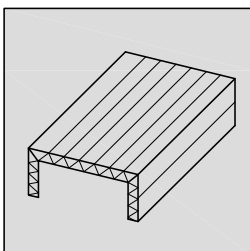
ZENTRISCHES SYSTEM

Tragelemente des Gesamtsystems mindestens auf ein Zentrum bezogen, dreieckige oder viereckige strukturelle Zellen; zentrisches Tragwerkssystem ermöglicht additiv flächige Erweiterung auf mehreren Seiten.



KOMBINIERTES SYSTEM

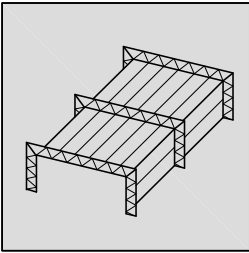
unterschiedliche Tragwerksysteme bilden durch Zusammenfügung ein Gebäude; die konstruktiven Systeme folgen den spezifischen Anforderungen und erlauben unterschiedliche Konfigurationen.



INNENLIEGENDE PRIMÄRSTRUKTUR

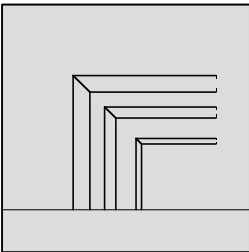
Thermisch dämmende Hüllfläche über der Tragwerksebene; Nutzung der Tragwerksebene zur Installation von technischer Gebäudeausrüstung oder Nebennutzflächen innerhalb des Tragwerkes.

TRAGWERK



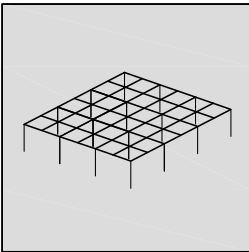
AUSSENLIEGENDE PRIMÄRSTRUKTUR

Durch die Ausführung der Hüllkonstruktion unterhalb der nach aussen liegenden Primärstruktur entsteht ein glattes, stützenfreies und dadurch frei konfigurierbares Hallenvolumen; Versorgung durch technische Gebäudeausrüstung entlang der Wandflächen bzw. innerhalb des Bodens.



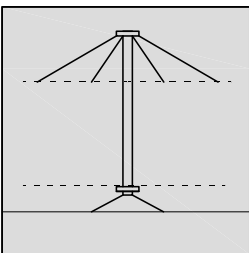
SYSTEMTRAGWERK

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.



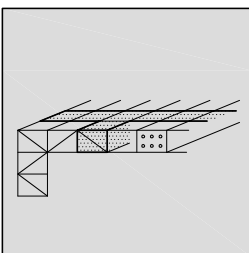
SYSTEMTRAGWERK UNGERICHTET

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

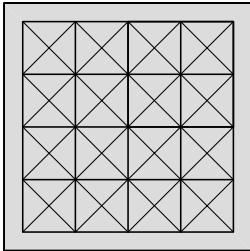
Modularisiertes aussenliegendes zentrales Systemtragwerk mit vorgefertigten, durch Spreizfüsse eingespannte Maststützen mit Seilabspannungen zur Abhängung der Modul-Fassadenelemente und Auflagerkonsolen für Fußbodenkonstruktion; Integration und Vorhaltung von Anschlussmöglichkeiten zur Optimierung und Adaptierbarkeit bei Anforderungsänderungen.



RAUMFACHWERKSYSTEM

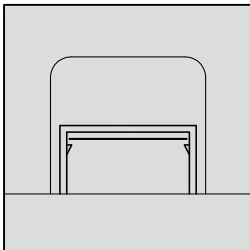
Lastabtragung durch orthogonale und diagonale Stablängskräfte; Standardisierung zu Einzelteile-System zur Gewährleistung von Wiederverwendbarkeit und Vereinfachung der Montage und des Transports; integriert technische Installationen und lässt freie Grundrisskonfigurationen zu.

TRAGWERK



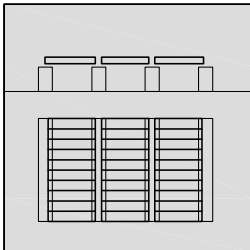
VORGEHALTENES TRAGWERK

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.



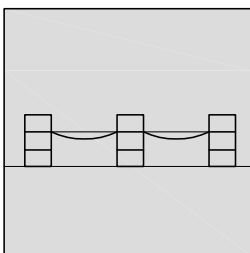
TRAGWERK IM TRAGWERK

Kopplung eines innenliegenden Tragwerktesches 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.



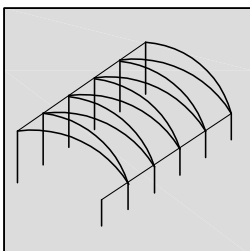
BRÜCKENTRAGWERK

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

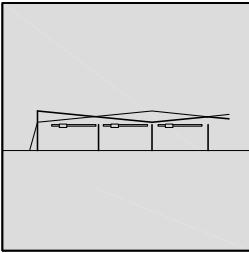
Reihung und Addition von dreigeschossigen tragenden Stütztürmen mit bedienender Funktion von denen aus Hallendächer abgehängt werden und das Hallenvolumen bilden; Obergeschosse mit Aussenraumbezug, Mittelgeschosse als Funktionsbrücke für Produktion und frei bespielbare Montagefläche im Erdgeschoss.



SCHALENTRAGWERK

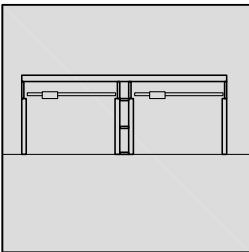
Auf Einzelstützen aufgelegte Schalenkonstruktion als Gitterschale, mit flächiger Mantelschale; Räumliches Tragwerk von hoher Festigkeit aufgrund idealer Lastabtragung durch Schalenform.

TRAGWERK



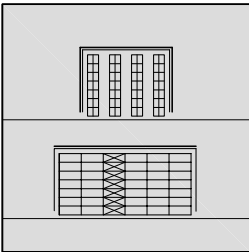
FALTRAHMEN

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.



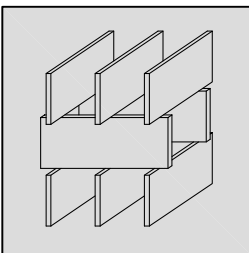
FUNKTIONSOPTIMIERTES TRAGWERK

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.



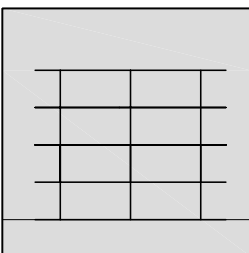
SILOBAU

Kein selbsttragendes, eigenständiges Gebäude sondern Raumbauwerk 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

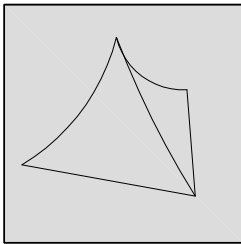
System parallel tragender Wände quer zur Längsachse des Gebäudes, mittels aussteifender Längswände über den Deckenverbund stabilisiert; Bildung einer größeren Anzahl von Räumen mit gleichen Bedingungen; Gebäudetiefe wird durch materialspezifische Spannweiten bestimmt und eingeschränkt.



MASSIVBAU

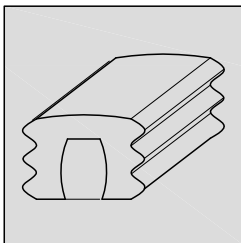
Raumabschließende Elemente wie Wände und Decken mit statisch tragender Funktion; keine Trennung zwischen tragender und raumabschließender Funktion; Verwendung für Geschossbauten; Bemessung der maximalen Belastung bringt Einschränkung in Nutzungsveränderbarkeit.

TRAGWERK



MEMBRANKONSTRUKTIONEN

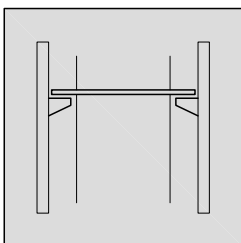
Membrankonstruktionen lassen sich mit geringem ökonomischen und ökologischem Aufwand ab- und an neuem Standort wieder aufbauen; keine systemische Erweiterungsmöglichkeit; Erweiterung durch Repetition.



PNEUMATISCHE KONSTRUKTIONEN

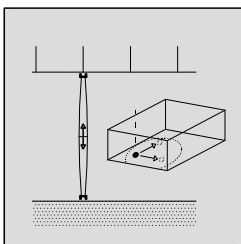
Pneumatische Konstruktionen lassen sich mit geringem ökonomischen und ökologischem Aufwand ab- und an neuem Standort wieder aufbauen; keine systemische Erweiterungsmöglichkeit; Erweiterung durch Repetition.

KOMPONENTEN



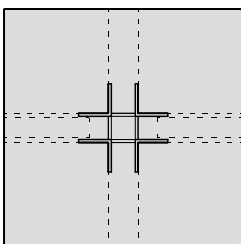
MOBILE EBENEN

Bewegliche Zwischenelemente als Stahl-/Beton-Fertigteil-Konstruktion mit Konsolenhaltepunkten als Vorhaltung für evtl. Ausbau durch Zwischenebenen; Steigerung der Nutzungsveranz durch Konfiguration der Fläche.



MOBILE STÜTZEN

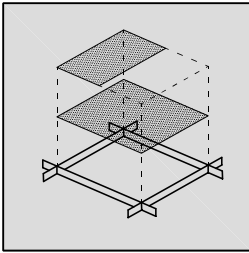
Stützen durch Dimensionierung des Tragwerks innerhalb bestimmter Radien in ihrer Position veränderbar (Trägerrost); hydraulische Konstruktion erlaubt unterschiedliche Positionierung.



SYSTEMSTÜTZE

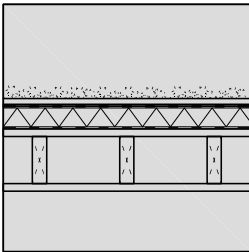
Stützen aus 4 verschweissten Stahl-L-Profilen zur Standardisierung der Montagemöglichkeiten von Fassade an Tragwerk oder Trägerrost an Stütze; Stütze mit 4/2/1-fach Trägerknotenpunkten oder mit Anschluss an Fassadenmodule durch Klemmen.

DACH



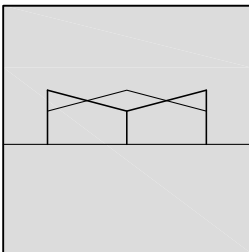
MODULARISIERTES DACH

Vorgefertigte Dach-Module in bestimmten, dem Rastermaß angepassten Abmessungen, zum direkten Einbau auf das Primärtragwerk inkl. aller definierten Anforderungen an die Dachfläche; Fertigteilssysteme mit Auswahlmöglichkeiten von Öffnungsanteilen, Öffnungsarten und Oberflächen.



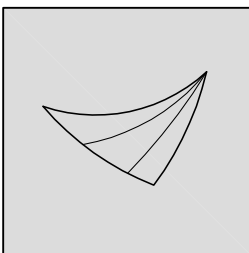
ELEMENTIERTES DACH

Dachaufbau 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.



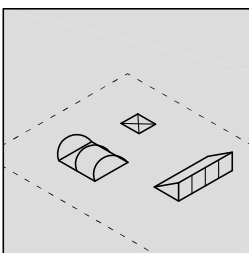
FALTDACH

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

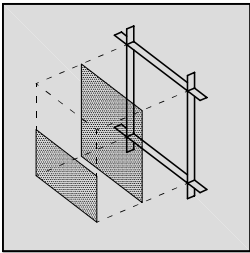
Frei überspannende, leichte Flächentragwerk-Module aus Membranen/Folien als mechanisch gespannte Konstruktionen mit Hochpunkt-, Segel- und Bogenflächen; Erzeugung grosser Spannweiten bei minimalem Materialeinsatz.



MODULVARIANZ

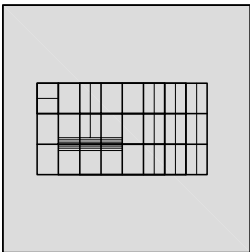
Siehe Systemvarianz; Subsystem innerhalb der Dachmodule, die durch Adaptierbarkeit von immaneten Modulkomponenten Anpassungen an sich ändernde Anforderungen ermöglichen.

FASSADE



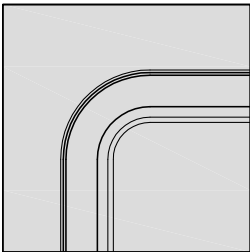
MODULARISIERTE FASSADEN

Vorgefertigte Fassaden-Module in bestimmten, dem Rastermaß angepassten Abmessungen zum direkten Einbau in das Primärtragwerk inkl. aller definierten Anforderungen an die Fassade, Fertigteilssysteme mit Auswahlmöglichkeiten von Öffnungsanteilen, Öffnungsarten und Oberflächen.



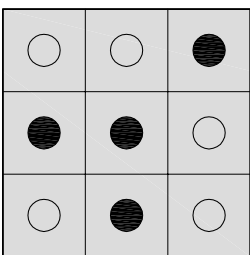
ELEMENTIERTE FASSADEN

Elementierte Fassadenkonstruktionen lassen unterschiedliche Gebäudekonfigurationen und Gebäudeanforderungen im Bezug zur Raumkonditionierung zu; völlige Freiheit bei Gestaltung durch offenes System aus addierbaren Einzelkomponenten.



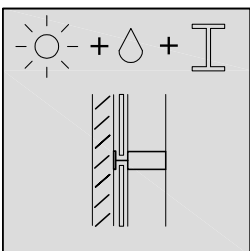
DACH ALS FASSADE

Überführung der Dacheindeckung in die Fassade bei Ausbildung einer wasserführenden Schicht; runde Attika damit Niederschlag von Dachhaut über Fassade in Boden abgeführt wird.



MEDIENFASSADEN

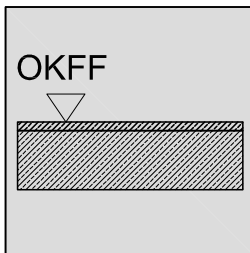
Dynamisierung der Fassadenebene durch Integration veränderbarer Medien wie Leuchten oder Bildschirme, die wechselnde Muster bzw. Mustersequenzen in die Fassade einblenden; Aktivierung der Fassade als Projektionsfläche nach aussen für das Unternehmen.



INTEGRATIVE FASSADE

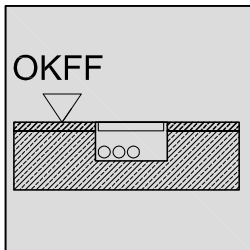
Integration mehrerer Funktionen in Fassadenebene, Zusammenführung von Tragwerk, Fassade, Lüftung, Blendschutz, Niederschlagsführung und Medienversorgung innerhalb einer Schicht.

BODEN



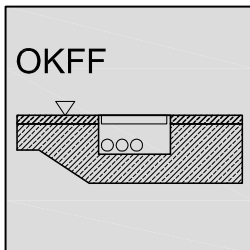
GESCHLOSSEN

Bodenplatte aus Stahlbeton mit fugefreiem 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 Nutzungsveranz.



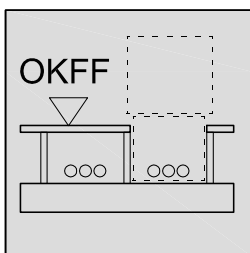
BODENKANAL

Bodenkanäle mit Revisionsöffnungen zur Medienversorgung in Bodenplatte aus Stahlbeton mit fugefreiem 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.



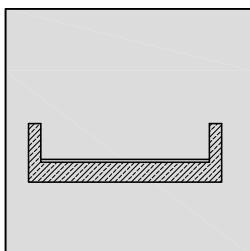
MODULARISIERTE BODENKONSTRUKTION

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

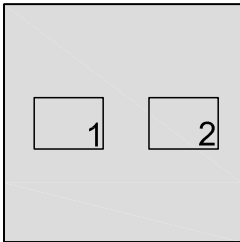
als Hohlboden (Revisionsöffnungen) bzw. Doppelbodensystem (frei zugänglich) zur Aufnahme von Installationstechnik bzw. Maschinenfundamenten; durch variable Adaptionsmöglichkeit der Einzelkomponenten entsteht offener Grundriss; Förderung der Varianz durch Wechsel der unter der Nutzenebene liegenden Maschinenfundamente.



WEISSE WANNE

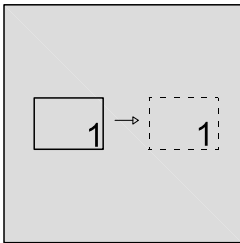
Aus wasserundurchlässigem Beton hergestellt, wodurch keine zusätzliche Abdichtungsschicht und auch u. U. keine Drainagen benötigt werden; Sicherung gegen drückendes Grundwasser oder in Überschwemmungsbereichen; Industriefussboden je nach Nutzung und Anforderung mit Fachplaner zu ermitteln; Frei von Einbauten zur Förderung der Nutzungsveranz.

AUSBAU



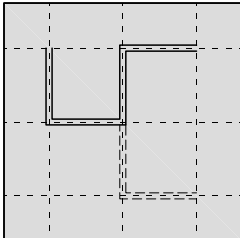
ORTGEBUNDENE RAUMBOXEN

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.



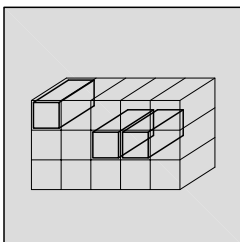
MOBILE RAUMBOXEN

Frei konfigurierbare Containerbauteile als flexible Nutzräume implementierbar für Besprechungs- 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

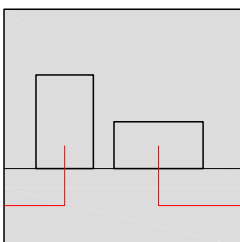
Leichte Trennwände erlauben Positionierung gemäß den Anforderungen nach freien, zonierbaren, offenen Raumsegmenten temporäre Fassadensysteme mit leichten Füllmaterialien wie Polycarbonatdoppelstegplatten, Vorhangfassaden oder Vorhangschürzen aus PVC; bei laufendem Betrieb versetzbar; Anpassung an Variabilität der Flächennutzung.



PARASITÄRE RAUMBOXEN

In Tragkonstruktion eingehängte/ingeschobene autarke Baukörper zur Aufnahme von bedienenden Raumfunktionen; Möglichkeit zur Aktivierung der Dachtragwerksebene z.B. bei Raumfachwerken; Nutzungsvariabel und temporär.

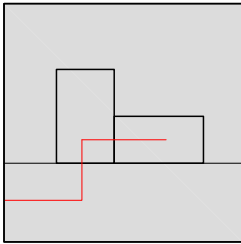
INFRASTRUKTUR



AUTONOM

Gebäudetechnische Unabhängigkeit zwischen Bestandsgebäude und Erweiterungsbau; Gebäudeteile sind zueinander nutzungsunabhängig.

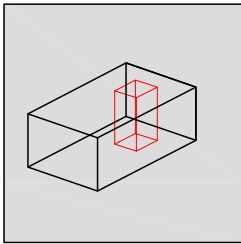
INFRASTRUKTUR



HETERONOM

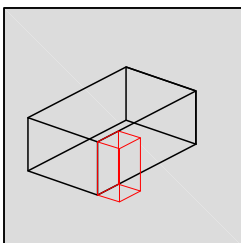
Gebäudetechnische Abhängigkeit zwischen Bestandsgebäude und Erweiterungsbau bei gleichzeitiger, parasitärer Nutzungsabhängigkeit.

VERSORGUNG



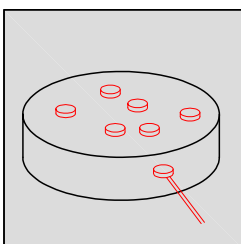
INNENLIEGENDE ZENTRALE VERSORGUNG

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



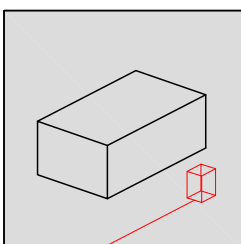
AUSSENLIEGENDE ZENTRALE VERSORGUNG

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

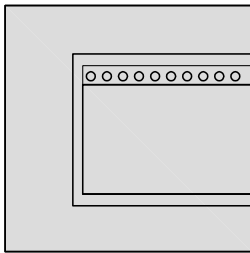
gezielte Positionierung von technischen Komponenten zur Gebäudeausrüstung dezentral in der Gebäudehülle; hohe Erweiterungsmöglichkeiten durch hohen modularen Systemaufbau; heterogen einstellbare Klimabedingungen für das Gesamtgebäude



EXTERNE VERSORGUNG

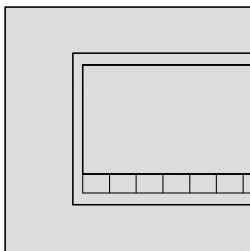
Hallenvolumen ohne Anforderungen an Konditionierung; Verteilung der wenigen technischen Komponenten zur Gebäudeausrüstung für bedienende Räume wie Sozialräume in autarkem Gebäudeteil als Container-Box

MEDIENFÜHRUNG



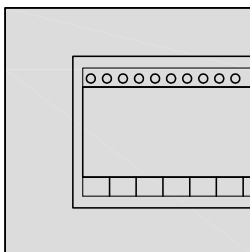
DECKENVERTEILUNG

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



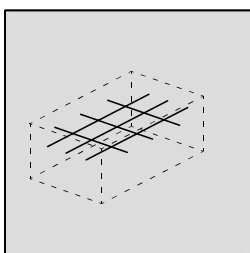
BODENVERTEILUNG

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



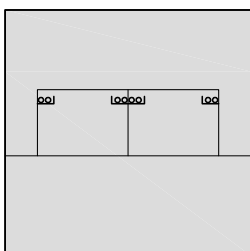
BODEN-/DECKENVERTEILUNG

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 Tragwerkebene 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

TGA-Konzept



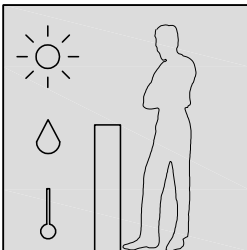
PASSIVE KONDITIONIERUNG

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



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

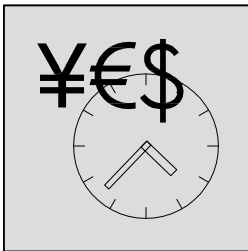
Aktive Entwurfsansätze der TGA durch mechanische Systemlösungen für Belüftung, Belichtung und Energieversorgung; Zentralsteuerung der Haustechnik zur Optimierung; Ergänzung um manuell bedienbare Steuerungssäulen zur Erhöhung der Akzeptanz des Nutzers zur Selbstbestimmung des Arbeitsumfeldes



ZERTIFIZIERUNG

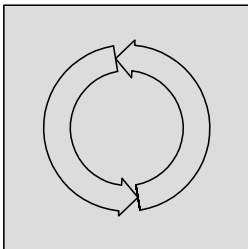
System zur Beschreibung und Bewertung von Einzelbauwerken zu einer nachhaltigen Entwicklung; Nachhaltigkeitsbewertung weitestgehend basierend auf quantifizierbaren Kernkriterien: ökologische Qualität, ökonomische Qualität, soziale, funktionale und technische Qualität; Etablierung von Standards

EFFIZIENZ



ÖKONOMISCHE EFFIZIENZ

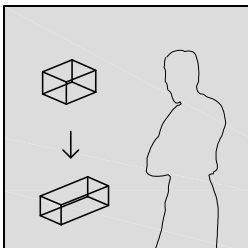
Entscheidungskriterium zur Auswahl von mehreren Maßnahmen, die mit den geringsten Kosten verbunden sind; Ziel: Kosteneffizienz durch Verkürzung der Planungs- und Bauzeit und resultierend, Reduzierung der Baukosten durch Ausnutzung bestehender Werksstrukturen, Erweiterungsflächen, Verwendung von standardisierten, vorgefertigten Tragwerkskomponenten und Fassadenelementen



ÖKOLOGISCHE EFFIZIENZ

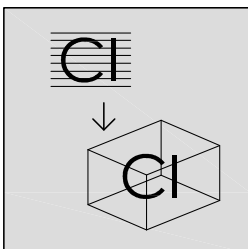
Genauigkeit, mit der ein Umweltziel mit einem umweltpolitischen Instrument erreicht werden kann; Nutzung nachwachsender Rohstoffe und schonender Umgang mit Ressourcen als Ziel der Planung, Bau und Betrieb; Beachtung sozio-kultureller Aspekte und Integration des "Faktor Mensch" in Gesamtbetrachtung

PRÄGUNG



PRÄGUNG DURCH ARCHITEKTEN

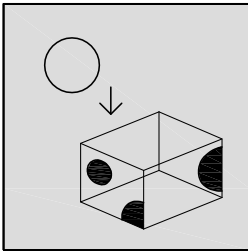
Umsetzung der Bauaufgabe durch Architekten; Übertragung der Persönlichkeit und der Haltung des Gestalters auf das Unternehmen und dessen Produkte; Architekt und Unternehmen entwickeln gemeinsame Haltung, die langfristig baulich umgesetzt werden kann



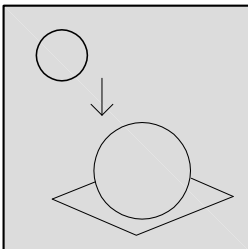
PRÄGUNG DURCH UNTERNEHMENSLEITSÄTZE

Bestimmung von Leitsätzen zu Erscheinungsbild, Haltung und Selbstverständnis 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 Erscheinungsbild ablesbar

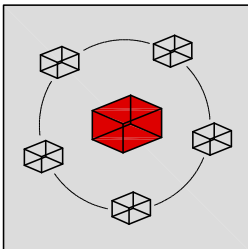
PRÄGUNG



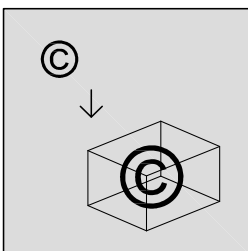
PRÄGUNG DURCH UNTERNEHMENSINHALT
Inhalt und das spezielle Tätigkeitsfeld von Unternehmen werden in der Architektur dargestellt; durch Bestimmung von Material, Farbe, Licht und die spezifische Verwendung produkteigener Elemente oder regionaler Bezüge zur Herkunft werden beim Betrachter Assoziationen erweckt; 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 Hersteller und Kunde ist entscheidend.

E5 Fazit

Schlussbericht **Planungsleitfaden Zukunft Industriebau**

Forschung an der Technischen Universität Braunschweig

E5 Fazit

5.1 Fazit

Die Aufgabe des Forschungskapitels 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 Arbeitsphase 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 Strategienkataloges 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 Leitfaden, der Zukunftsfähigkeit planbar macht.

E6 Anhang

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 Baumschlagler-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.; Möhle, 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.

- [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-Informationen-Zentrum Serie: Stahl und Form - GIRA Produktionsgebäude, Radevormwald. Ingenhoven und Partner Architekten, Düsseldorf. Selbstverlag Stahl-Informationen-Zentrum, Düsseldorf, 2005.
- [Dijk 99] Dijk, H. v.; Linders, J.: Benthem Crouwel. 1980 - 2000. Uitgeverij 010 Publications, Rotterdam, 1999.
- [Ege 07] Ege, K.: Mobile Grenzgänge. 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 decision-making under uncertainty. Taylor & Francis, London, 2006.
- [Elsch 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. Prestel, 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.; Klausner, 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.: KlimaDesign. Lösungen für Gebäude, die mit weniger Technik mehr können. Callwey, München, 2005.
- [Haus 06] Hausladen, G. et al.: KlimaSkin. 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.

Schlussbericht **Planungsleitfaden Zukunft Industriebau**

Forschung an der Technischen Universität Braunschweig

- [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 Munder. In Detail, Heft 6, 1993, S. 700–704
- [Herz 94] Herzog, T.: Rund ums Buch - Produktionshallen in Bad Munder. 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.

- [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 ; [reinventar lo cotidiano = the everyday and its reinvention]. El Croquis, 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] Nellehse, 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.: Aplex. Dominique Perrault, architecte - André Morin, photographe. Müller, Baden, 1999.

Schlussbericht **Planungsleitfaden Zukunft Industriebau**

Forschung an der Technischen Universität Braunschweig

- [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.: Klima 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.

- [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.

- [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 Klimaanlage 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.fvtr.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 „Raumluftechnik - Zentrale Raumluftechnische 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

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: Gebäudeeffizienz – Betrachtungsebenen	30
Abb. E18: Definition Unternehmensidentität	31
Abb. E19: Unternehmensidentität – 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

Schlussbericht **Planungsleitfaden Zukunft Industriebau**

Forschung an der Technischen Universität Braunschweig

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 wärmegeprägten 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 Wasserverteilerzentralen [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

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

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:

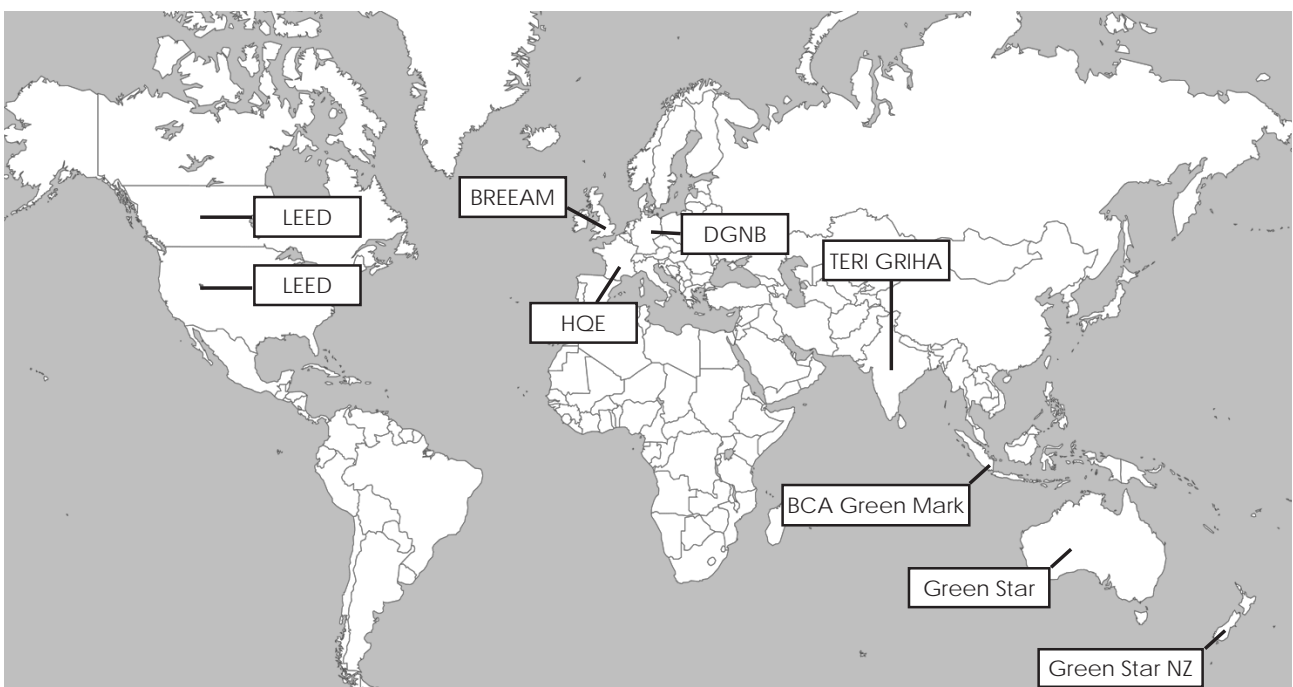


Abb. E78: Zertifizierungssysteme

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

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

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
- Soziale und funktionale Aspekte
- Prozesse
- Ökonomie
- Technik
- 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.

Zertifizierungssystem

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.

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.1 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)

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 lärmarmen Arbeitsstätten (DIN EN 31 690)
Richtlinien für Lagereinrichtungen und -geräte (BGR 234)
Bauliche Maßnahmen für Behinderte und alte Menschen im öffentlichen Bereich, Planungsgrundlagen.
Öffentlich zugängliche 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)

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.1 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

Holzwohle-Leichtbauplatten und Mehrschicht-Leichtbauplatten als Dämmstoffe für das Bauwesen (DIN 1101)
Holzwohle-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 18 550 Teil 2)

Wärmedämmputzsysteme aus Mörteln mit mineralischen Bindemitteln und expandiertem Polystyrol (EPS) als Zuschlag (DIN 18 550 Teil 3)

Kunstharzputze (DIN 18 558)

Holzpflaster GE (DIN 68 701)

Holzpflaster RE (DIN 68 702)

D.4 Estriche

Begriffe, allgemeine Anforderungen, Prüfung (DIN 18 560 Teile I bis 4,7)

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.1 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)

Beleuchtung von Räumen mit Bildschirmarbeitsplätzen und mit Arbeitsplätzen mit Bildschirmunterstützung (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)

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)

Sperrungen 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

Aufistung der Gesetze, Richtlinien und Normen siehe Forschungskapitel C Lebenszyklusbetrachtung

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] Kurzskeizze zur Forschungsinitiative „Zukunft Bau“, Technische Universität Braunschweig

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 seine 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 Crystal 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-

Schlussbericht Planungsleitfaden Zukunft Industriebau

Forschung an der Technischen Universität Braunschweig



Abb.1 : Zeitgenössische Darstellung Crystal Palace

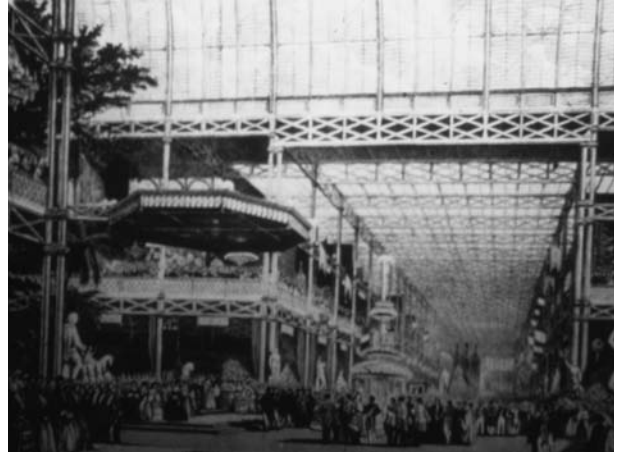


Abb.2 : Crystal Palace Innen

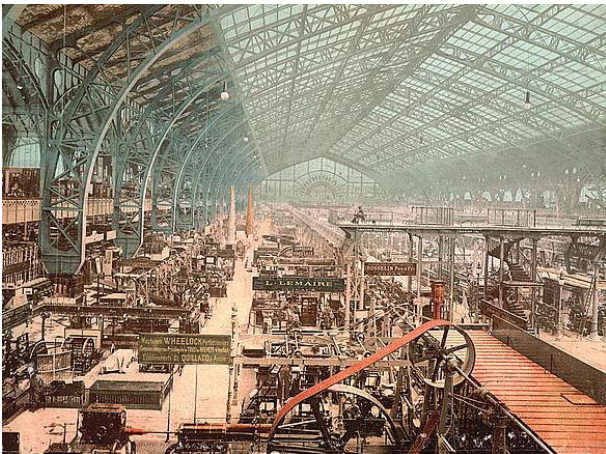


Abb.3 : Maschinenhalle 1889, Pariser Weltausstellung

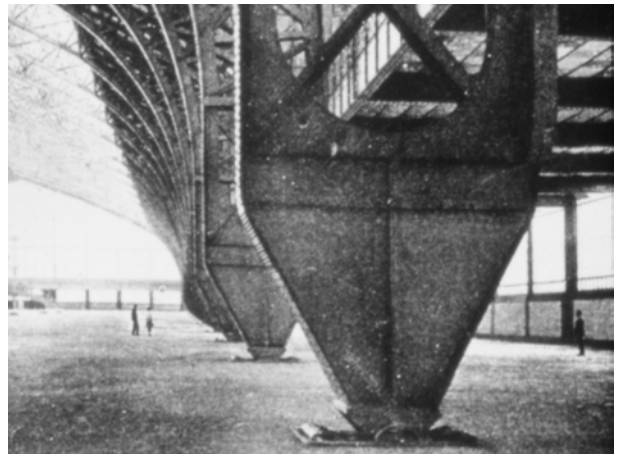


Abb.4 : Stützendetail



Abb.5: AEG Turbinenhalle in Berlin-Moabit

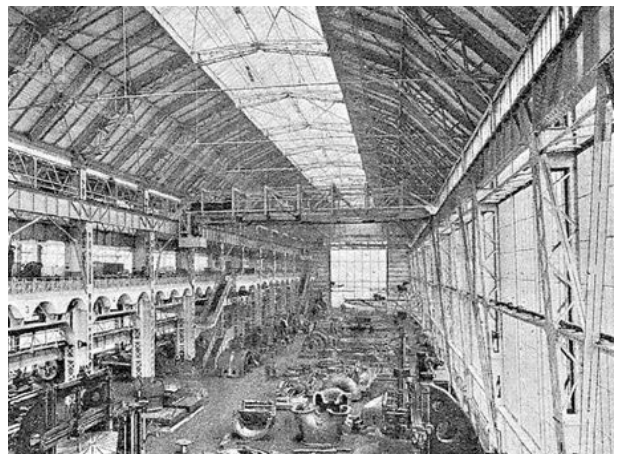


Abb.6: Hauptschiff mit Hallenkran

riss von 423m x 115m und gliederte sich in ein breites Hauptschiff und zwei schmale Seitenschiffe. Ihre mächtigen Stützen erzielten 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 gekannte 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-

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).

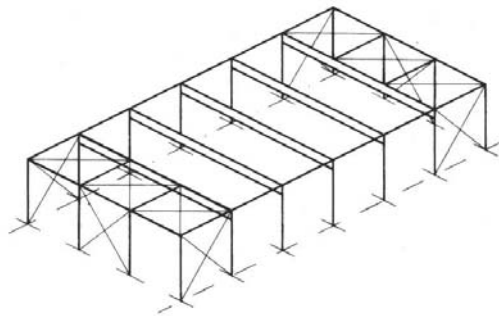


Abb. 7: Stützen/Binder ohne Pfetten

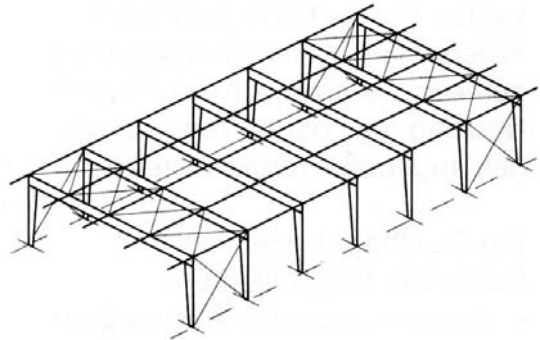


Abb. 8: Zweigelenrahmen mit Pfetten

Räumliche Tragwerke – wie Trägerroste oder Raumfachwerke – als Tragsysteme sind ungerichtete Tragstrukturen. Die Lastabtragung erfolgt in mindestens zwei Richtungen (siehe Abb. 9 und 10).

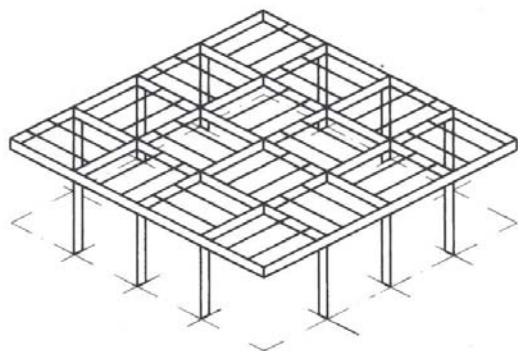


Abb. 9: Trägerrost mit eingespannten Stützen

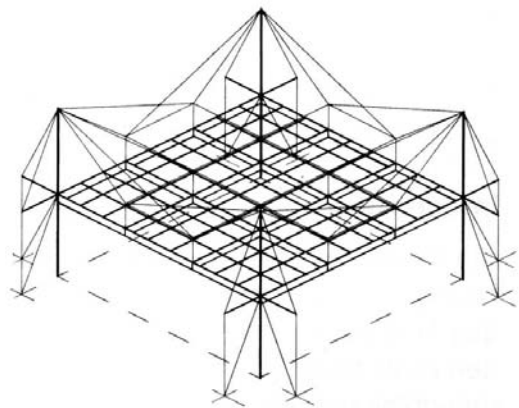


Abb. 10: Abgespannter Trägerrost

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 Spannweiten 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, dass 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)



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

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 beigegeben 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 Bindemittel 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.

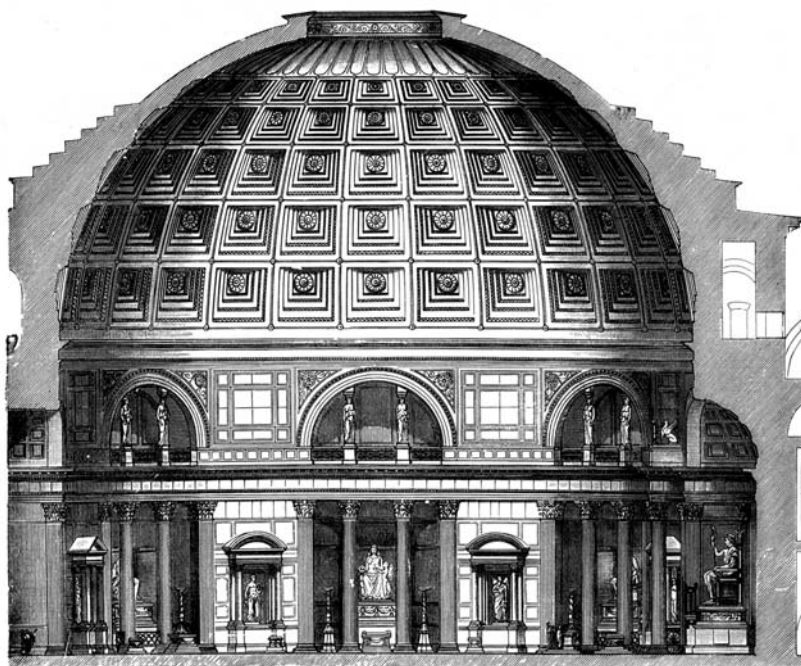


Bild 1: Pantheon in Rom



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: Querbahnsteigehalle 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

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

Schlussbericht Planungsleitfaden Zukunft Industriebau

Forschung an der Technischen Universität Braunschweig

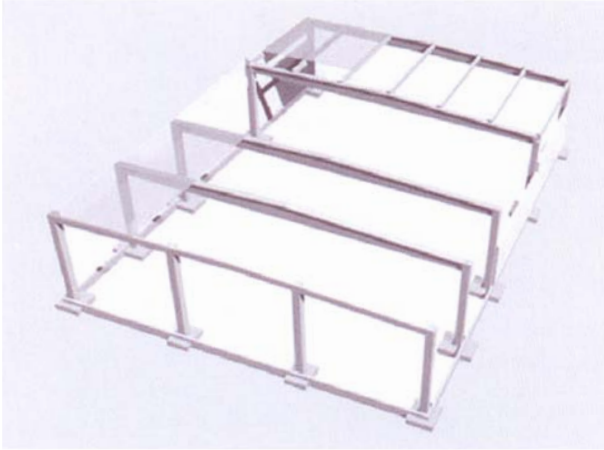


Bild 4: Pfetten-Binder-Konstruktion [2]

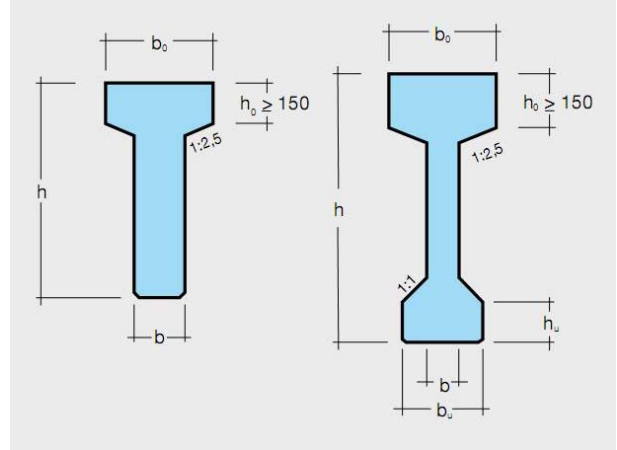


Bild 5: Pfetten-Querschnitte

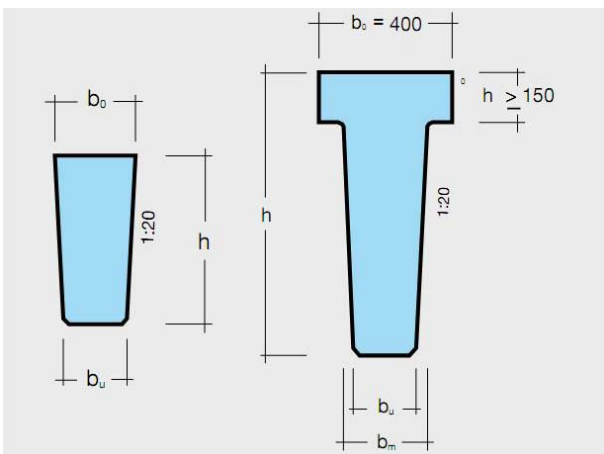


Bild 6: Dachbinder-Querschnitte

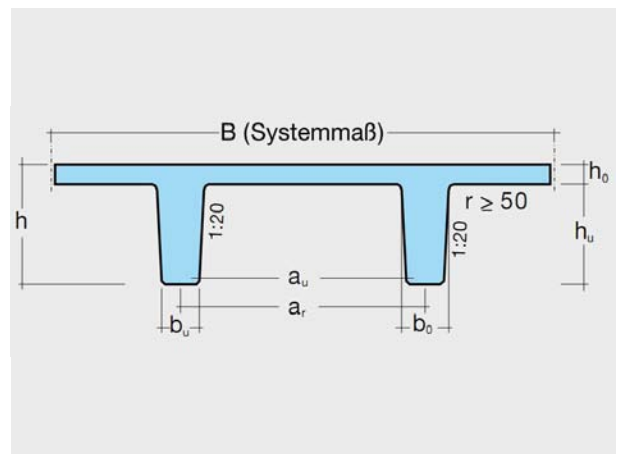


Bild 7: Pi-Platten-Querschnitt

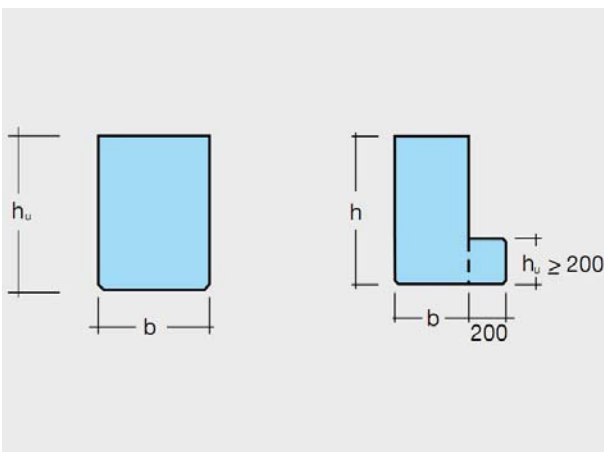


Bild 8: Riegel-Querschnitt mit und ohne Konsole

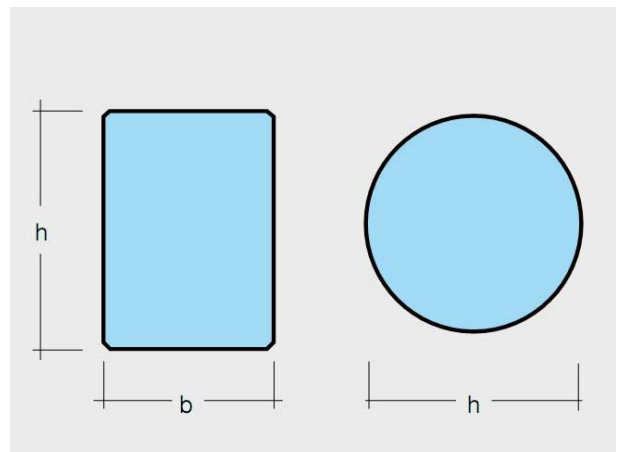


Bild 9: Stützen-Querschnitte

das 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 vorgesehenen 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 der 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-

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 Hebeteknik 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 äußerst 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

E7 Fallbeispiele

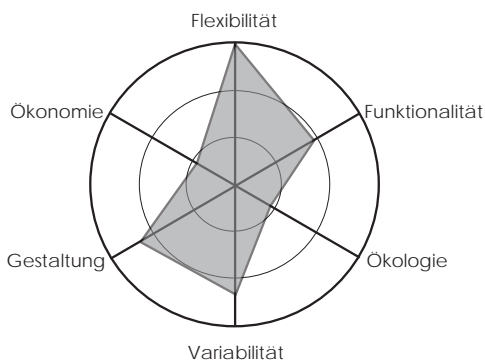


Abb.1: Ansicht der Hallen [Adam 04] S.123

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 m ³ 2.BA 51.425 m ³
BGF (Brutto Grundfläche)	1.BA 10.184 m ² 2.BA 4.675 m ²
HNF (Haupt Nutzfläche)	ges. ca 15.000 m ²

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 genutzte 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 Technikanäle 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.

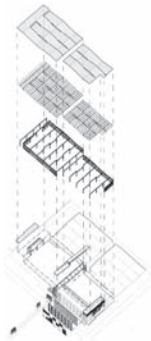


Abb.2: Explosionsisometrie [Adam 04] S.123
NUTZUNGSSTRUKTUR

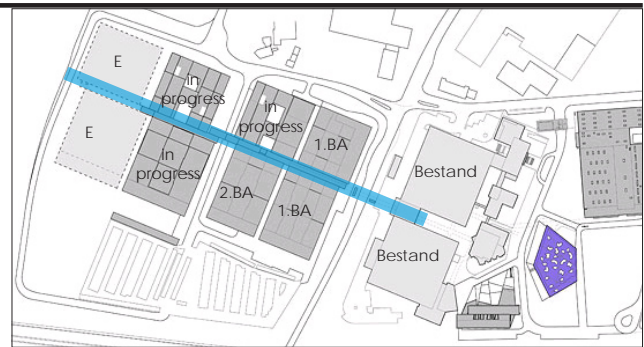


Abb.3: Lageplan [Adam 04] S.122

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 Standorts, 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 Kranbahnen. 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 Dachebene, 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

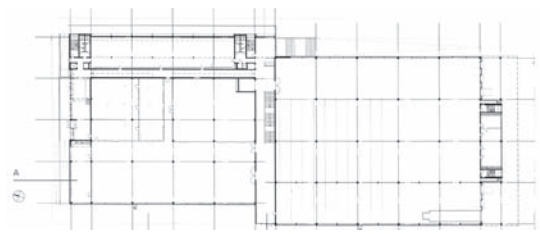
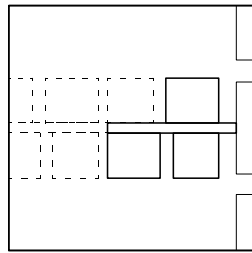


Abb.5: Grundriss [Adam 04] S.122

Schlussbericht Planungsleitfaden Zukunft Industriebau

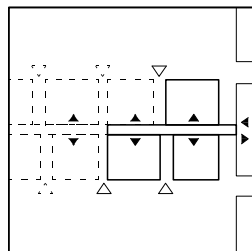
Forschung an der Technischen Universität Braunschweig



→ Erweiterung

MODULERWEITERUNG ACHSIAL

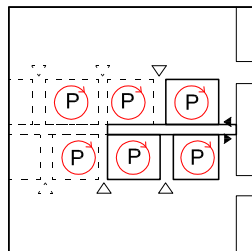
Erweiterungskonzept nach Spezifikation von zukünftigen Anforderungen mit festgelegtem Generalbebauungsplan; Erweiterung des bestehenden Werksgeländes entlang einer Entwicklungsachse; Erweiterungsflächen für zukünftige Erweiterungen als Ackerfläche zwischengenutzt aber im Bedarfsfall verfügbar.



→ Erschliessung

RÜCKGRAT

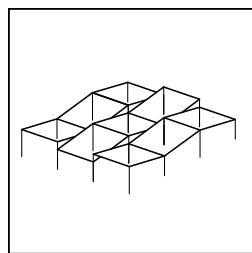
Die Entwicklungsader fungiert als logistisches und kommunikatives Rückgrat der Modulhallen mit unterschiedlichen Produktionsbereichen und gleichzeitig als Bindeglied zwischen dem alten und neuen Produktionsarealen. Die Ver- und Entsorgung der Modulhallen ist seitlich an den Stirnseiten gegeben. Die Fugen zwischen den einzelnen Modulen dienen als Fluchtwege (Brandabschnitte werden eingehalten).



→ Nutzung

NUTZUNGSSPEZIFISCHE MODULHALLEN

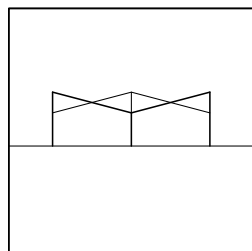
In erster und zweiter Entwicklungsstufe Realisierung von Produktions-Modulen unterschiedlicher Produktionsprozessstrukturen; Je nach Produktionsart Spezifikation und Anpassung an jeweilige Produktionsprozesse durch TGA und Hebewerkzeuge; Zweite realisierte Entwicklungsstufe durch Verwaltungs-Module bei denen die Hallenarchitektur in den Masstab von Verwaltungsbauten übertragen ist.



→ Tragwerk

RAHMEN TRAGWERK

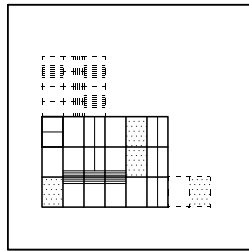
Gerichtetes Rahmentragwerk aus Ort betonstützen mit aufgesetzten Stahlträgern; Rastermaß 14x14m, lichte Höhe 10 m; Aufnahme von Lasten aus Kranbahnanlagen in Teilbereichen der Modulhallen durch Konsolenaufleger an Zusatzstützen gewährleistet; Konsolenmontageösen als Vorhaltung zur Ergänzung bei Erweiterung der Kranbahnanlagen in Modulen.



→ Dach

FALTDACH

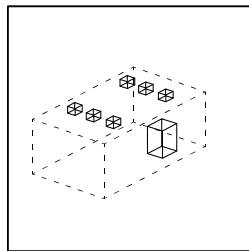
Aufgelegte streifenförmige Dachebene als Warmdach mit Aluminiumstehfalprofileindeckung; Durch Versetzen von Hoch- und Tiefpunkten der Dachstreifen zueinander entstehen gegenläufig geneigte Dachflächen mit rautenförmigen Öffnungen zur Konditionierung der Halle mit Licht und Luft.



→ Fassade

ELEMENTIERTE FASSADEN

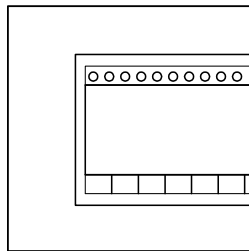
Elementierte Fassadenkonstruktionen lassen unterschiedliche Gebäudekonfigurationen und Gebäudeanforderungen im Bezug zur Raumkonditionierung zu, hier: Wechselspiel aus geschlossener, hinterlüfteter Leichtbaukonstruktion mit Zinkblechverkleidung und verglasten Fassadenflächen in Pfosten-Riegel-Konstruktion.



→ Versorgung

DEZENTRALE MODULVERSORGUNG

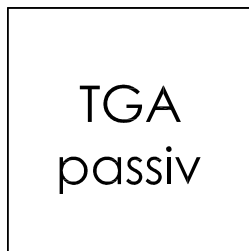
Verteilung der technischen Komponenten zur Gebäudeausrüstung oberhalb der Dachebene als Plug-In; gezielte Positionierung von Elementen möglich; Verteilung direkt unter der Decke dezentral; Wasser- und Stromanschlüsse in Hausanschlussraum innerhalb einer festinstallierten Raumbbox; Dezentrale Versorgung ermöglicht die spezifische Anpassung jedes Hallen-Modules.



→ Medienführung

BODEN-/DECKENVERTEILUNG

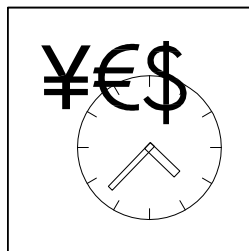
Versorgung der gesamten Produktionshalle durch Installationsführung innerhalb von Bodenkanälen mit Auslässen und zusätzlicher Verteilungsebene unter der Decke; Durch Stahlfachwerkträger ist die Tragwerksebene installationsoffen, da alle Leitungen flexibel und variabel in Trassen oder Abhängungen verlegt werden können.



→ TGA-Konzept

PASSIVE KONDITIONIERUNG

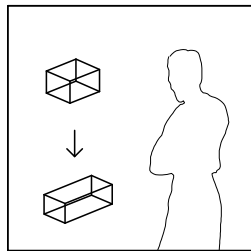
Hallenmodule werden durch natürliche Belüftung und Belichtung konditioniert. Durch die Modul-Systematik können je nach Nutzungsanforderungen durch Zusatzinstallation aktive Konditionierungsmaßnahmen vorgenommen werden, hier: indirekte, blendfreie Beleuchtung der Halle durch rautenförmige Öffnungen in den Giebelflächen, blendfreie, gleichwertige Arbeitsplätze.



→ Effizienz

ÖKONOMISCHE EFFIZIENZ

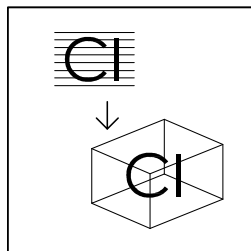
Ausnutzung bestehender Werksstrukturen, Erweiterungsflächen, Verwendung von standardisierten, vorgefertigten Tragwerkskomponenten und Fassadenelementen verkürzt die Planungszeit, Bauzeit und die Baukosten.



→ Prägung

PRÄGUNG DURCH ARCHITEKTEN

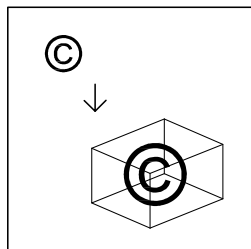
Umsetzung der Bauaufgabe durch Architekten; Übertragung der Persönlichkeit und der Haltung des Gestalters auf das Unternehmen und dessen Produkte; Architekt und Unternehmen entwickeln gemeinsame Haltung, die langfristig baulich umgesetzt werden kann, hier: Entwicklung eines Generalbebauungsplanes, der 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 Hersteller und Kunde ist entscheidend.

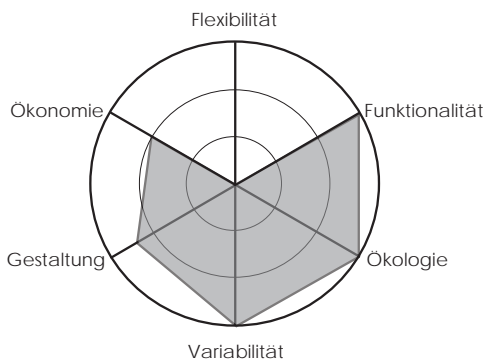


Abb.6: Ansicht der Halle [Nagl 01] S.440

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 m ³
BGF (Brutto Grundfläche)	3728 m ² (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.

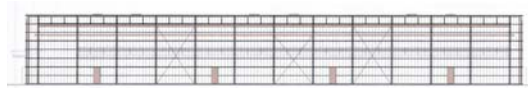


Abb.7: Ansicht Nord [Adam 04] S.75



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 gewährleisten 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.

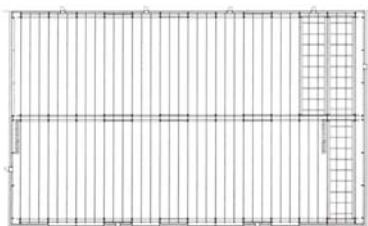
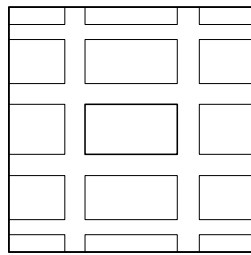


Abb.9: Grundriss [Adam 04] S.77



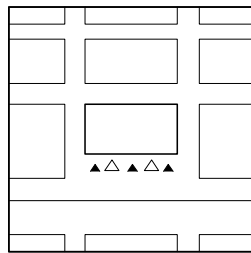
Abb.10: Kranbahn [Adam 04] S.76



→ Erweiterung

VARIABILITÄT

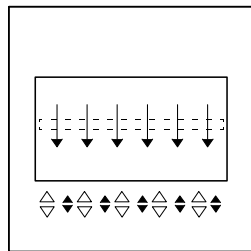
Im dichten, ungleichmäßig bebauten Industriegebiet steht keine Erweiterungsfläche zur Verfügung; Aufstockung für gewünschte Funktion nicht kompatibel; Anstreben hoher Varianz.



→ Erschließung

HOFERSCHLIESSUNG

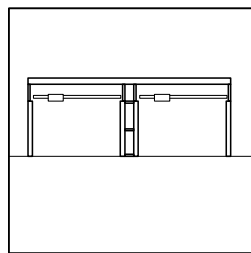
Ver- und Entsorgung über direkt an Stichstrasse anliegendem Hof, entlang der Gebäudelängsseite; Wendemöglichkeiten und temporäre Aussenlagerflächen vorhanden; Zuwegung in die Halle über Toranlagen und Türanlagen für Personal.



→ Nutzung

VERTIKALE FUNKTIONSTREIFEN

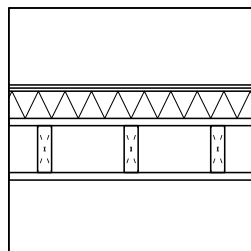
Gliederung der Flächen durch mittige Tragwerksstruktur in autarke Funktionsstreifen entlang der Schiffe; Eigenständigkeit der Funktionsstreifen durch gleiche Erschließungs- und Nutzungsauslegung; Funktionsablauf von im hinteren Bereich der Halle liegendem Lager über Montage, Kommissionierungsbereich zur Auslieferung durch die frontal angelegten Tore und Türen.



→ Tragwerk

FUNKTIONSOPTIMIERTES TRAGWERK

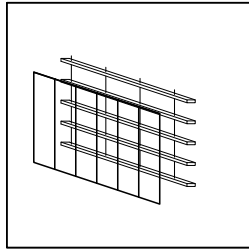
2-schiffige schwere Halle, mittig eingestellte Tragböcke mit Auflagerkonsolen für Krananlagen und im Zwischenraum eingelegter Laufsteg-Brücke für Kranfahrer; Jeweils 5 Transportkrane pro Schiff; Mittige Tragböcke als Tragwerks-, Versorgungs- und Funktionselement zur Steigerung der Varianz durch Generierung funktionsoffener Grundrissflächen.



→ Dach

ELEMENTIERTES DACH

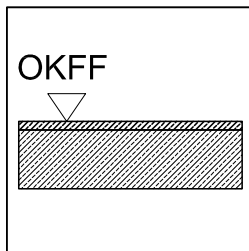
Vorgefertigte Dach-Elemente in standardisierten Abmessungen lassen unterschiedliche Gebäudekonfigurationen und Gebäudeanforderungen in Bezug zur Raumkonditionierung zu, hier: Holzrippendecken als Fertigdeckensystem mit aufgelegtem Warmdachaufbau.



→ Fassade

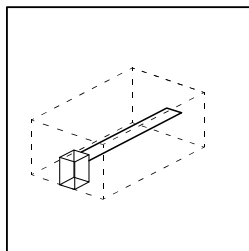
ELEMENTIERTE FASSADEN

Durch Zugstäbe vom Hallentragwerk abgehängte Riegelkonstruktion, Brettschichtholzriegel, senkrecht angeordnete vorgesetzte Polycarbonat- Doppelstegplatten mit Nut-und Feder-Verbindung; Durch Metallprofile mit Riegeln verbunden.



→ Boden

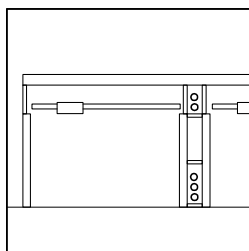
Bodenplatte aus Stahlfaserbeton mit fugenlosem Abschluss als Industriefussboden (EP-Böden, PMMA-Böden, PU-Böden, Polyester und Venylesterböden - Anforderungen nach WHG, § 19, antistatische und leitfähige Industriefussböden); je nach Nutzung und Anforderung mit Fachplaner zu ermitteln; Frei von Einbauten zur Förderung der Nutzungsvarianz.



→ Versorgung

ZENTRALE VERSORGUNG

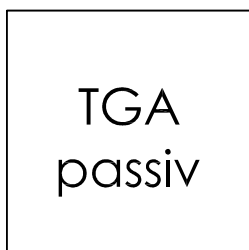
Hausanschlussraum als Zentrale von der die technische Medienversorgung abgeht.



→ Medienführung

TRASSENSTEG

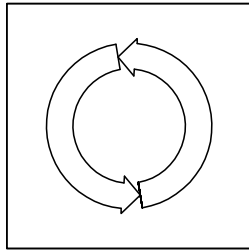
Versorgung der gesamten Produktionshalle mittels in Tragböcken verlegten Trassenstegen, die offen die akut notwendigen Installationen aufnehmen; Hohe Variabilität, da diese je nach Bedarf mit wenig Aufwand aufgefüllt werden können.



→ TGA-Konzept

PASSIVE KONDITIONIERUNG

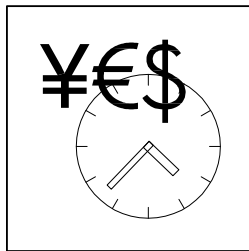
der TGA durch natürliche Belüftung, Belichtung und Nutzung regenerativer Energien; Förderung der Nachhaltigkeit durch Aktivierung von Bauteilmassen als Wärmespeicher und Wärmetauschern, hier: indirekte, blendfreie Beleuchtung der Halle durch transluzente Fassaden und Oberlichter, die als RWA-Klappen zugleich der Belüftung dienen.



→ Effizienz

ÖKOLOGISCHE EFFIZIENZ

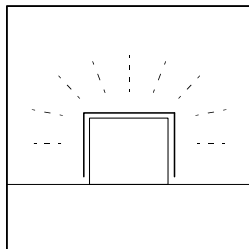
Erstellung eines Energiekonzeptes mit Bauteilaktivierung; Verwendung eines elementierten, recyclingfähigen Industriebaus mit Schwerpunkt auf Verwendung nachwachsender Rohstoffe; gezielte Vermeidung von Verbundbaustoffen.



→ Effizienz

ÖKONOMISCHE EFFIZIENZ

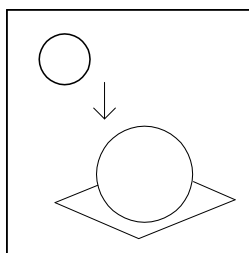
Baumaterialien aus Eigenproduktion und kurze Transportwege auf die Baustelle bewirken Kosten- und Zeiteinsparungen in der Bauphase des Gebäudes.



→ 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 transluzente Fassade.



→ Prägung

PRÄGUNG DURCH DAS PRODUKT

Durch Verwendung der eigenen Produkte wird das Gebäude selbst zum Werbeträger und transportiert den Unternehmensinhalt nach Aussen.

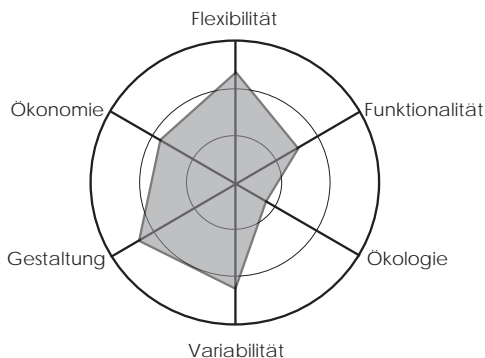


Abb.6: Ansicht der Halle [Nagl05] S.440

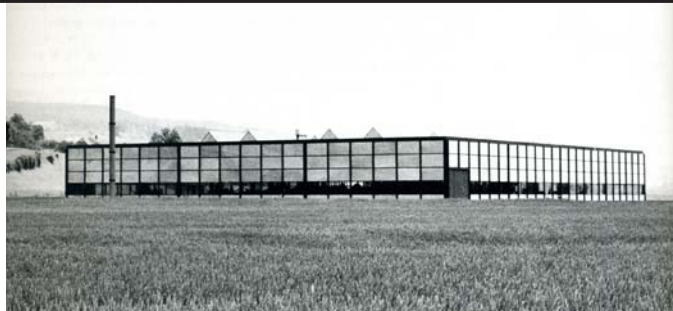


Abb.12: Ansicht der Halle [Adam 04] S.30

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.

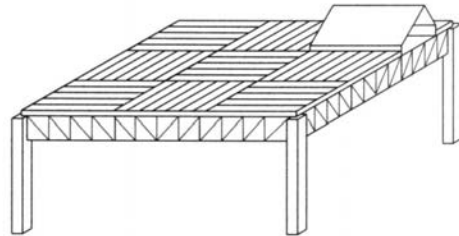


Abb.13: Tragsystem [Hall 89] S.70

NUTZUNGSSTRUKTUR

FLÄCHE

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 bewehrten 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.

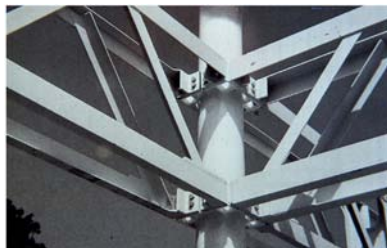
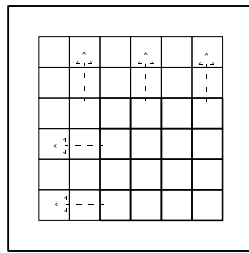


Abb.14: Knotenpunkt [Hall 89] S.75

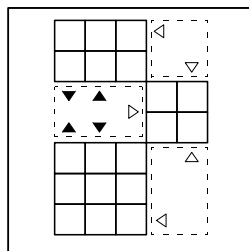
Abb.15: Innenraum [Hall 89] S.75



→ Erweiterung

ADDITIV FLÄCHIG

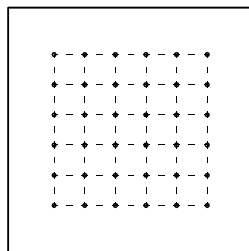
Variables, flexibles Stahlbau-System von USM Haller, Typ "Maxi" für Industriebauten ermöglicht wandelbare Gebäude, die sich an veränderte Ansprüche durch sich verändernde Produktionsbedingungen anpassen lassen. Neben dem Stahlbausystem Maxi für Fabrikanlagen Weiterentwicklung zu Systemen "Mini" und "Midi" für kleinere Bauaufgaben wie Wohn- und Bürohäuser bis hin zum Möbelbau. Durch Modulbauweise sowohl leicht erweiterbar als auch reduzierbar.



→ Erschließung

HOF ERSCHLIESSUNG

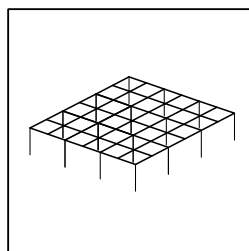
Die Gebäudeteile gruppieren sich additiv flächig um einen Anlieferungshof für Ver- und Entsorgung der Industrieanlage; Rückseitige kleinere Höfe dienen zur Personalererschließung der einzelnen Funktionsbereiche und beherbergen werkseigene Park- und Lagerflächen.



→ Nutzung

OFFENER GRUNDRISS MIT STÜTZENRASTER

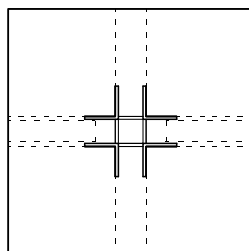
Keine direkte Flächenzuweisung für bestimmte Nutzungen; Grundraster 1,2 x 1,2 x 1,2 m; Stützenraster der einzelnen Grundmodule mit 14,4 x 14,4 x 14,4 m bestimmen den Raum; Steigerung der Nutzungsveränderbarkeit durch Anordnungsflexibilität der Module.



→ Tragwerk

SYSTEMTRAGWERK UNGERICHTET

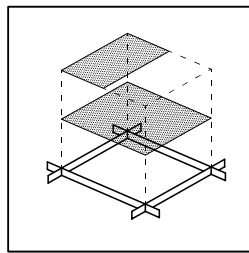
2-achsiger lastabtragender Trägerrost aus Stahl-Fachwerkträgern mit eingespannten Eckstützen aus Stahl; Gelenkige Schraubverbindung zwischen Stütze und Trägerrost.



→ Komponenten

SYSTEMSTÜTZE

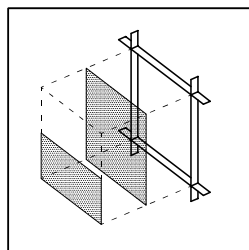
Stützen aus 4 verschweißten Stahl-L-Profilen zur Standardisierung der Montagemöglichkeiten von Fassade an Tragwerk oder Trägerrost an Stütze; Stütze mit 4/2/1-fach Trägerknotenpunkten oder mit Anschluss an Fassadenmodule durch Klemmen.



→ Dach

MODULARISIERTES DACH

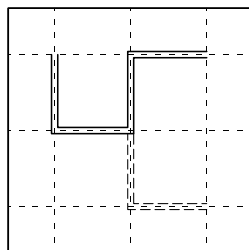
Vorgefertigte Dach-Module in bestimmtem, dem Rastermaß angepassten Abmessungen zum direkten Einbau auf das Primärtragwerk inkl. aller definierten Anforderungen an die Dachfläche, hier: Fertigteilensystem von Gasbetonelementen zum Einhängen in die Trägerrostflächen oder alternativen Oberlichtelementen;
Regendichte Ausbildung der Modul-Fugen.



→ Fassade

MODULARISIERTE FASSADEN

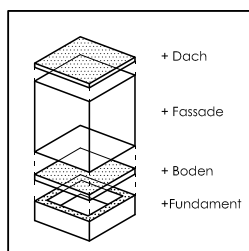
Vorgefertigte Fassaden-Module in bestimmtem, dem Rastermaß angepassten Abmessungen zum direkten Einbau auf das Primärtragwerk inkl. aller definierten Anforderungen an die Fassade, hier: Fertigteilensystem von Fassadenpaneelen massiv aus Gasbeton mit Öffnungen oder als Pfosten-Riegel-Element mit Glasfüllungen und Öffnungen; Fassaden-Elemente sind separat austauschbar.



→ Ausbau

LEICHTE TEMPORÄRE FASSADENSYSTEME

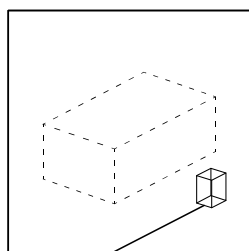
Versetzbare Leichtbautrennwände als Systemkomponenten zur variablen Anpassung der Flächennutzung in Produktion und in Verwaltung, bei laufendem Betrieb versetzbar durch Positionierung auf Fertigboden und selbständige Tragstruktur.



→ System

BAUKASTEN

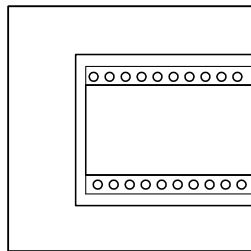
Durch Abstimmung und Auswahl von modularisierten Tragwerks- und Fassadenelementen entsteht ein Baukasten aus dem der Nutzer frei nach Anforderungsprofil das Gebäude konfigurieren und bei Bedarf neu anpassen kann.



→ Versorgung

EXTERNE VERSORGUNG

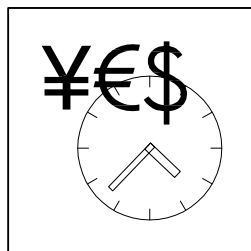
Heizzentrale als separat gestelltes Gebäude auf Firmenareal; Versorgung mit Strom, Pressluft, Wasser und Wärme; Weiterleitung durch Bodenkanal bis in Hallenbereiche; Bei Erweiterung der Produktionshallen kann auch die Haustechnikzentrale erweitert werden, um Zusatzinstallationen bereitzustellen.



→ Medienführung

BODEN-/DECKENVERTEILUNG

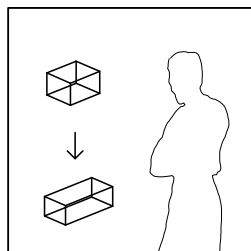
Versorgung der gesamten Produktionshalle durch Installationsführung in Bodenebene mit Auslässen alle 2,4m im Industriefussboden; Zusätzliche Verteilungsebene unter der Decke; Durch Fachwerkträgerrost ist die Tragwerkebene installationsoffen, da alle Leitungen flexibel und variabel in Trassen oder Abhängungen verlegt werden können.



→ Effizienz

ÖKONOMISCHE EFFIZIENZ

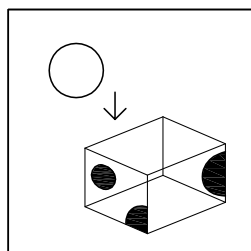
Vorgefertigtes Baukastensystem kann effizient für bestimmte Bauaufgaben genutzt werden; Verkürzung der Bau- und Planungszeit mit Kosteneinsparungen; Abbau und Recycling der einzelnen Bauteile möglich; Kosteneinsparungen durch "recyclen" von Bauteilen bei intakter Funktion; Austauschmöglichkeit und Adaptierbarkeit einzelner Module erhöht die Wandlungsfähigkeit des Gebäudes.



→ Prägung

PRÄGUNG DURCH DEN ARCHITEKTEN

Umsetzung der Bauaufgabe durch Architekten; Übertragung der 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; 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.

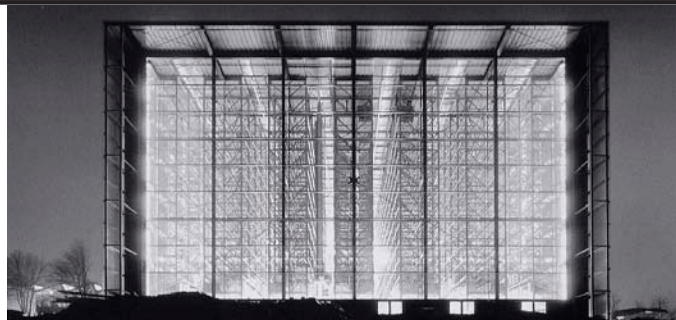
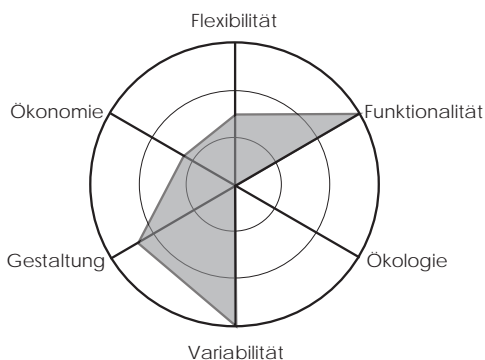


Abb.16: Giebelfassade aus Klarglas [Adam 04] S.68

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 m ³
BGF (Brutto Grundfläche)	3365 m ²

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; Erschließungszone 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.

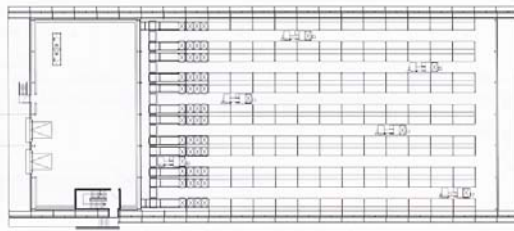


Abb.17: Grundriss [Adam 04] S.68



Abb.18: Längsschnitt [Adam 04] S.69

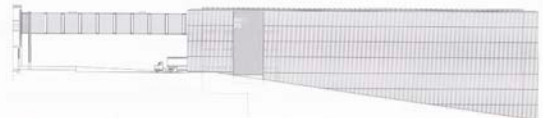


Abb.19: Ansicht Süd [Adam 04] S.69

NUTZUNGSSTRUKTUR

PRODUKTION

Dem Palettenlager ist ein Anlieferungs- und Kommissionsbereich vorgeschaltet, somit können vom Hochregallager Paletten vollautomatisch angedient werden. Teilmengen werden 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 Giebfassaden 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

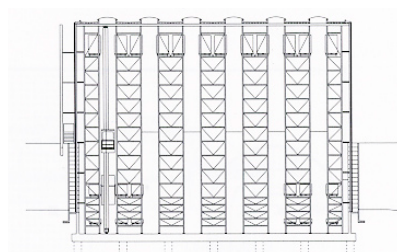
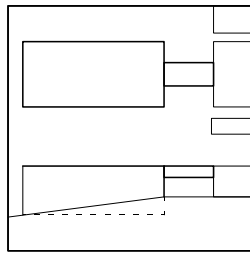


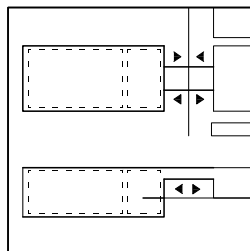
Abb.21: Querschnitt [Adam 04] S.68



→ Standort

ERWEITERUNG AUF UNBENUTZTER HANGFLÄCHE

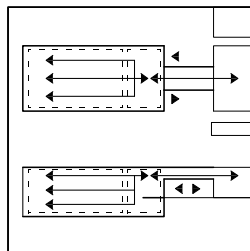
Erweiterung des Firmenareals um ein vollautomatisiertes Hochregallager auf abschüssiger, unbebaubarer Hangfläche am Werksgeländerand ohne Funktion; Ausnutzung des Lagerraums bis in große Höhen möglich; Einsparung von klassischen Lagerhallen oder Gebäuden auf direktem Werksareal.



→ Erschliessung

BRÜCKE

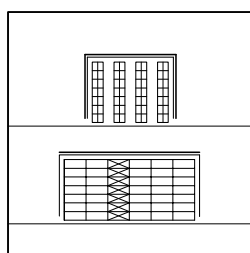
Anbindung des hangseitigen Hochregallagers durch Transportbrücke an Werkshalle; Vollautomatisches Transportsystem zur Ver- und Entsorgung von Lager und auch Produktionshallen; Materialfluss in beide Richtungen; Erschliessungszone mit Laderampen unterhalb der Brücke zu Neubau und Altbau als Schnittstelle.



→ Nutzung

FUNKTIONSSPEZIFISCH

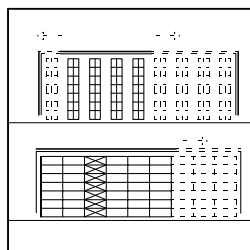
Gliederung in 2-geschossiger Kommissionierungsbereich mit An/Ablieferungszone für LKW und Anschlussstelle für Brücke, anschließender vollautomatischer Hochregallagerbereich.



→ Tragwerk

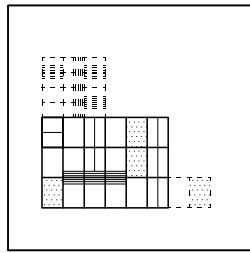
SILOBAU

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

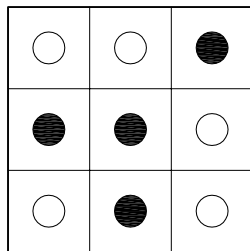
ERWEITERUNG SYTEMISCH LINEAR UND ADDITIV FLÄCHIG, da flexible Erweiterung zu allen Seiten durch Addition von zusätzlichen Regalkonstruktionsreihen bzw. durch Erweiterung der Bestehenden Elemente möglich; Beachtung der maximalen Auslastung der Förderanlagen bei Erweiterung in der Länge der bestehenden Regalreihen.



→ Fassade

ELEMENTIERTE FASSADEN

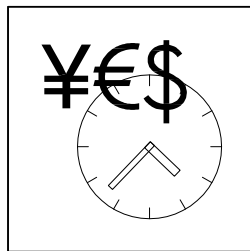
Elementierte Fassadenkonstruktionen lassen unterschiedliche Gebäudekonfigurationen und Gebäudeanforderungen im Bezug zur Raumkonditionierung zu, hier: Gussglasprofilfassade an Gebäudelängsseiten, Structural-Glazing-Fassade an Stirnseiten.



→ Fassade

MEDIEN FASSADEN

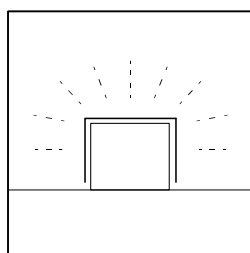
Dynamisierung der Fassadenebene durch Integration veränderbarer Medien wie Leuchten oder Bildschirme, die wechselnde Muster bzw. Mustersequenzen in die Fassade einblenden.



→ Effizienz

ÖKONOMISCHE EFFIZIENZ

Nutzung brachliegender Grundstücksfläche zur Erweiterung, Silobauweise; Verwendung von standardisierten, vorgefertigten 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.

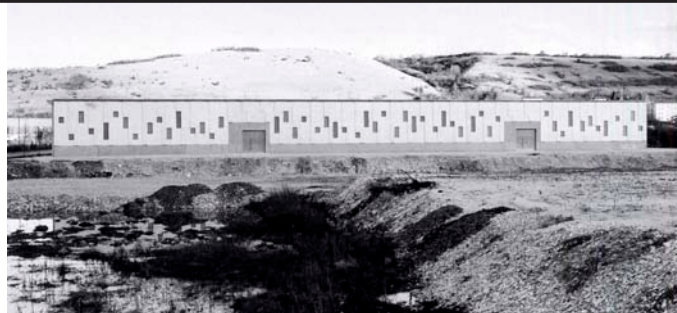
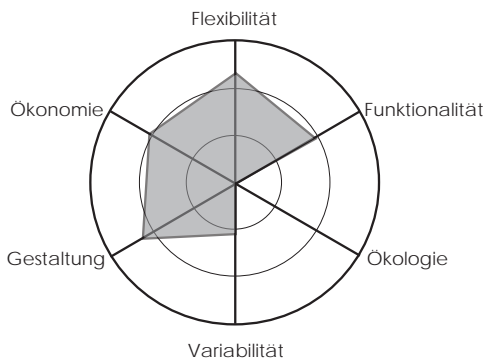


Abb.22: Ansicht Süd-West [Adam 04] S.72

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 m ³
BGF (Brutto Grundfläche)	2500 m ²

STANDORT

AREAL/MASTERPLAN

Die Lagerhalle der Farben Kemeter GmbH & Co. KG liegt inmitten des bestehenden Industriestandortes des Unternehmens. 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.



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 langgestreckte 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 Gefahrgüter 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 über 28 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 die 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 innen

Die Zwischenräume zwischen dem eingestellten Ortbetonkubus der die Verwaltung und das Ge

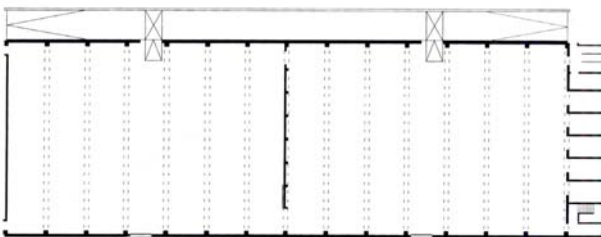


Abb.25: Grundriss [Adam 04] S.72

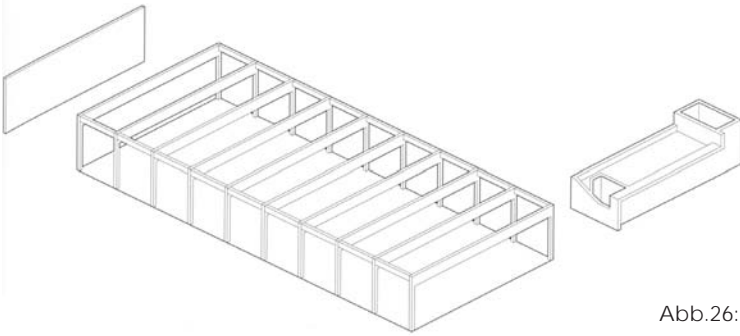
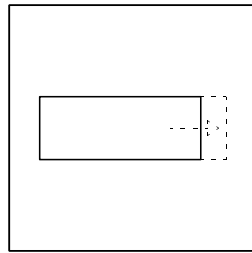


Abb.26: Tragwerksisometrie [Adam 04] S.73

fahrgutlager beherbergt und den Bindern der Hallenkonstruktion sind mit Glasbausteinen bzw. Betonprofilfassaden geschlossen.

CORPORATE IDENTITY

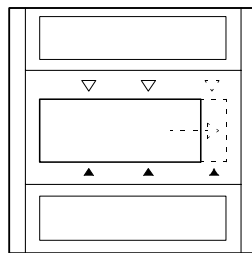
Das Gebäude des Farbenhändlers kommt ohne Farbe als Beschichtung aus. Die Materialien wirken nur aufgrund ihrer Eigenfarbe. Die Farbe als Anstrich wird im Innern, in den Regalen aufbewahrt und verkauft. Die Materialfarbe leitet sich aus dem jeweiligen Produktionsprozess ab.



→ Erweiterung

ERWEITERUNG SYSTEMISCH LINEAR

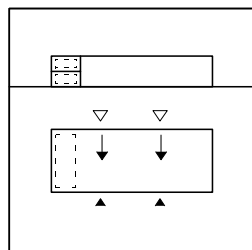
Neubau einer Farbenlagerhalle mit Multifunktion als direkter Verkaufsmarkt für Grosskunden und Endverbraucher als Erweiterung des bestehenden Werksgeländes; Ausnutzung einer als Park-/Lagerfläche genutzten Erweiterungsfläche in einem bebauten Industriegebiet.



→ Erschliessung

RINGSTRASSE

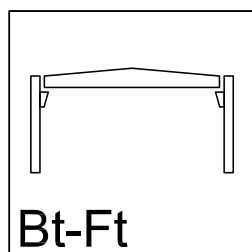
Versorgung über Wegenetz und umlaufende Ringstrasse zur Anbindung an bestehende Infrastruktur; Ver- und Entsorgung entlang der Gebäudelängsseiten; Anlieferung per abgesenkter Laderampe rückseitig; Verkauf auf der Vorderseite mit Parkflächen für Kunden.



→ Nutzung

OFFENER GRUNDRISS STÜTZENFREI

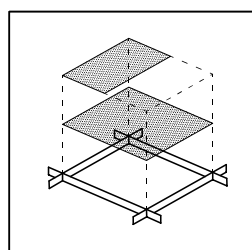
Keine direkte Flächenzuweisung für bestimmte Nutzungen; Grundraster durch Spannweite von 28 m bestimmt, hier: Regallagerbereich im direkten Anschluss an hintere Anlieferungszone; Befüllung der Regale von hinten; Verkauf der Waren an Kunden vorderseitig; Eingestelltes Verkaufsbüro und Sonderlagerkubus.



→ 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.

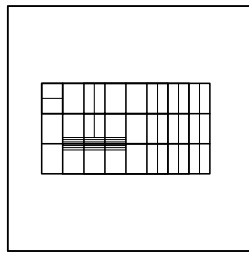


→ Dach

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: Fertigteilensystem von Betonfertigteilelementen zum Einhängen zwischen die Binder mit Rauchklappen als Oberlichter und aufgelegte Dachdichtung.

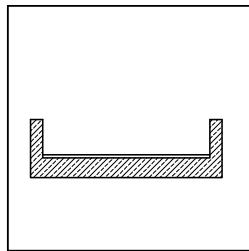
Bt-Ft



→ Fassade

ELEMENTIERTE FASSADEN

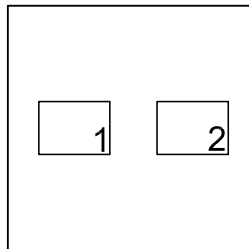
Elementierte Fassadenkonstruktionen lassen unterschiedliche Gebäudekonfigurationen und Gebäudeanforderungen im Bezug zur Raumkonditionierung zu, hier: unterschiedlich angeordnete Betonfertigteile (System von 6 Grössen) lassen, mit Fensterelementen verschlossene Zwischenräume entstehen; Betonfertigteile zur Einhaltung der Feuerwiderstandsklasse F90.



→ Boden

WEISSE WANNE

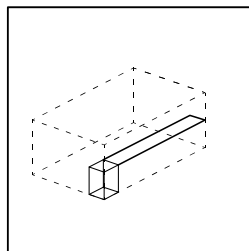
aus wasserundurchlässigem Beton hergestellt, wodurch keine zusätzliche Abdichtungsschicht und auch u. U. keine Drainagen benötigt werden; Sicherung gegen drückendes Grundwasser oder wie hier Überschwemmungsbereich; Industriefussboden je nach Nutzung und Anforderung mit Fachplaner zu ermitteln; Frei von Einbauten zur Förderung der Nutzungsvarianz.



→ Ausbau

RAUMBOXEN

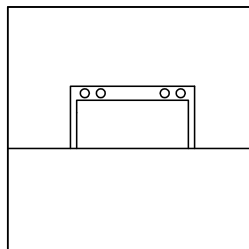
Festinstallierte Raumboxen die den Produktionsraum bedienen, für Besprechungs- und Sozialräume innerhalb der Produktionsfläche zur Optimierung der Kommunikation und Steigerung der Variabilität des zu bespielenden Raumes.



→ Versorgung

ZENTRALE VERSORGUNG

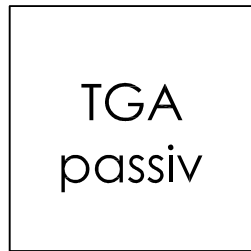
Hausanschlussraum als Zentrale von der die technische Medienversorgung als Strang über die Erschliessungstüren ableitet und verteilt.



→ Medienführung

INSTALLATION ZENTRAL IN DECKENEBENE

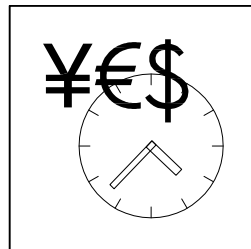
Installationsöffnungen innerhalb der Betonbinder als Vorhaltung eventueller Anpassungen durch zusätzliche Elemente.



→ TGA-Konzept

PASSIVE KONDITIONIERUNG

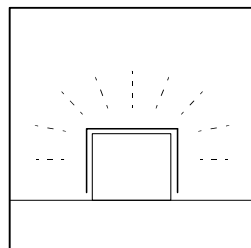
Der TGA durch natürliche Belüftung und Belichtung; Förderung der Nachhaltigkeit durch Aktivierung von Bauteilmassen als Wärmespeicher und Wärmetauschern, hier: indirekte, blendfreie Beleuchtung der Halle durch Fensterstreifen und Oberlichter, die zugleich als RWA-Klappen dienen und belüften.



→ Effizienz

ÖKONOMISCHE EFFIZIENZ

Ausnutzung bestehender Werksstrukturen, Erweiterungsflächen; Verwendung von standardisierten, vofabrizierten Tragwerkskomponenten und Fassadenelementen verkürzt die Planungszeit, Bauzeit und reduziert die Baukosten; Steigerung der Nutzungsvariabilität durch Anordnungsflexibilität 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.

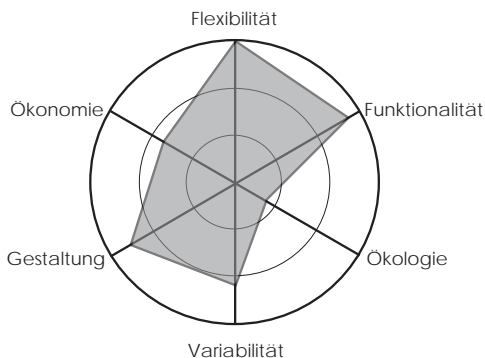


Abb.27: Sicht auf die zwei Baukörper [Inge 03] S.959

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 m ³
BGF (Brutto Grundfläche)	3.621 m ²
HNF (Haupt Nutzfläche)	5.200 [m ²]

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 widerspiegeln.

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 Personalfuss 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.

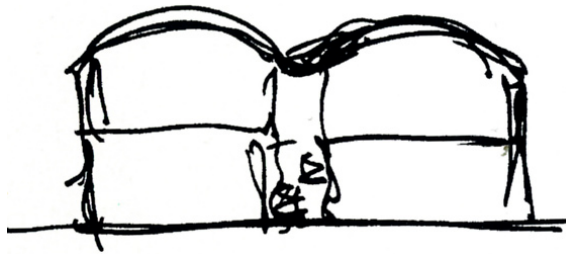


Abb.28: Entwurfsskizze [Inge 03] S.958

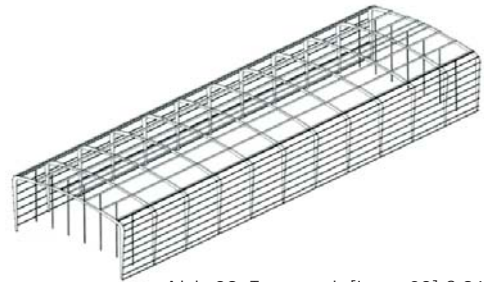


Abb.29: Tragwerk [Inge 03] S.964

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]

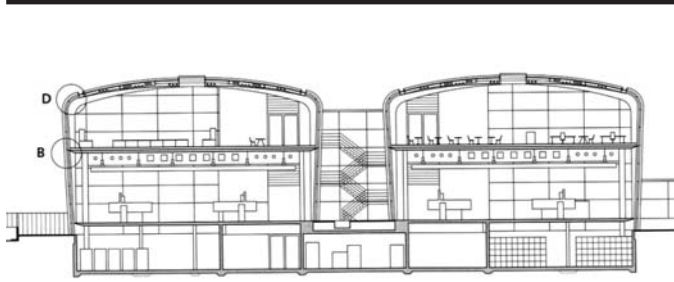


Abb.32: Querschnitt [Adam 04] S.136

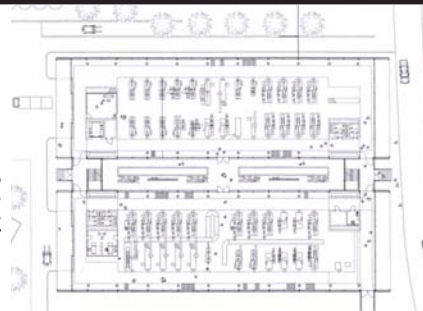


Abb.33: Grundriss [Adam 04] S.137

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 Produktionsbereichen 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

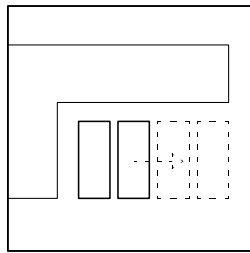
Der Gesamteindruck wird von unterschiedlichen Grautönen geprägt, wobei vereinzelt dunklere Töne Farbakzente setzen sollen. Alle beweglichen Teile, wie Kranbahnen und Stühle sind gelb, um eine Signalfarbe in der Produktion einzusetzen, und in den Arbeitsbereichen eine freundliche Stimmung zu erzeugen.

CORPORATE IDENTITY

Die Unternehmensphilosophie von GIRA wird durch Transparenz, Innovation, Technik und Ästhetik ausgedrückt.

BRANDSCHUTZ

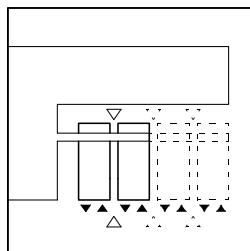
Das Brandschutzkonzept folgt den Funktionen: im UG F120 zum Schutz des Formenlagers, im EG F90, im OG F30-Beschichtung der Stahlkonstruktion. Das gesamte Gebäude ist mit Sprinkleranlage ausgestattet; je zwei Treppenhäuser dienen als Fluchtweg; 5m Mindestabstand entspricht dem lichten Maß des Innenhofes.



→ Erweiterung

ERWEITERUNG DURCH REPETITION

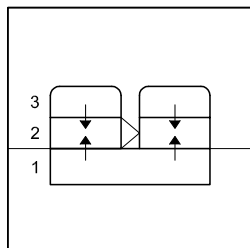
Prüfung der Erweiterungsmöglichkeiten auf dem zur Verfügung stehenden Grundstück durch Erstellung eines Generalbebauungsplanes. Effizienteste Variante der Erweiterung durch modulares Konzept der Repetition von 4 zweigeschossigen Hallenriegeln mit Verbindungsgängen und Innenhöfen auf dem Werksgelände zur Reduzierung des Flächenverbrauchs.



→ Erschliessung

VERSORGUNGSGANG

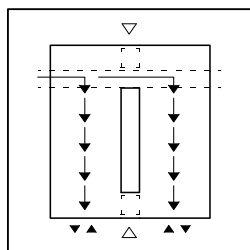
Nutzung der vorhandenen Infrastruktur durch Anschluss an Bestand mit Versorgungsgang; Externe Erschliessung durch zentrale Erschliessungszone zwischen den Riegeln am Innenhof (Einhaltung der Brandschutzbestimmung); Laderampen stirnseitig, dadurch Trennung von Material und Personalfluss mit gezielt positionierten Schnittstellen.



→ Nutzung

VERTIKALE FUNKTIONSSTAFFELUNG

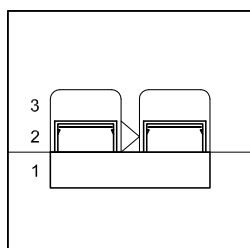
Vertikale Schichtung der Funktionen mit Produktion als Zwischenzone, die von Geschossen darunter und darüber mit Know-How und Material versorgt wird; Schaffung direkter Kommunikationswege durch Schichtung; Untergeschoss mit Sozialräumen, EDV-Verwaltung, Werkzeuglager; Erdgeschoss mit Produktionsflächen und Erschliessung sowie stirnseitiger Ver- und Entsorgungszone; Obergeschoss mit Verwaltung, Entwicklung und Spritzgussfertigung.



→ Nutzung

FRAKTALE FABRIK

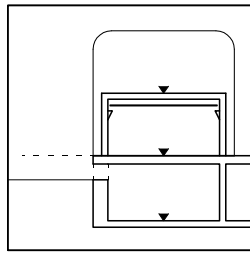
Auflösung der Produktionsfläche zu fraktalen Produktionseinheiten; flexibles Reaktionsvermögen durch sukzessives Verändern der Fraktalanzahl- und -größe nach Auftragslage; Materialfluss von Versorgungsgang über Produktion hin zur Kommissionierung und Versendung.



→ Tragwerk

TRAGWERK IM TRAGWERK

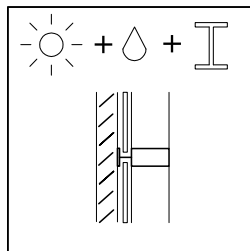
Stahlverbund-Rahmenbau als äußeres Tragwerk; innen eingestellter Stahlverbund-Tisch als Tragwerk für Produktionsraum mit Vielzahl an Hebeanlagen auf Untergeschoßsockel aus Stahlbeton; Optimierung der Tragwerke durch Entkopplung und Anpassung des jeweiligen an Lastfälle; Inneres Tragwerk zur Aufnahme hoher Lasten der Produktion durch Hebeanlagen; äußeres Tragwerk als Klimahülle.



→ Tragwerk

AUFSTÄNDERUNG PRODUKTIONSFLÄCHE

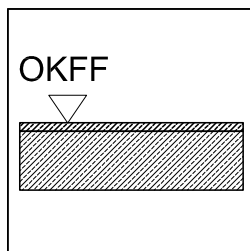
Durch Aufständigung der Produktionsfläche im Erdgeschoss Schaffung einer ebenengleichen Ver- und Entladerampe an Stirnseite sowie der Möglichkeit der natürlichen Belichtung und Belüftung der Untergeschossebene mit Sozialräumen (Wahrung der ArbStättV).



→ Fassade

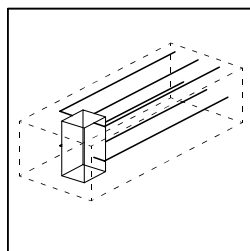
MULTIFUNKTIONALE FASSADE

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

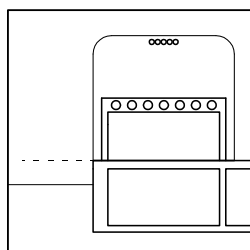
Bodenplatte aus Stahlbeton mit fugenlosem Abschluss als Industriefussboden (EP-Böden, PMMA-Böden, PU-Böden, Polyester und Venylesterböden - Anforderungen nach WHG, § 19, antistatische und leitfähige Industriefussböden); Integration der Leitinstallation für fahrerloses Transportsystem; gabelstaplergeeignet.



→ 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.

0009MOR IND_LD_IMA_WAN

Mors Vertriebszentrum
 Benthem Crowel Architekten

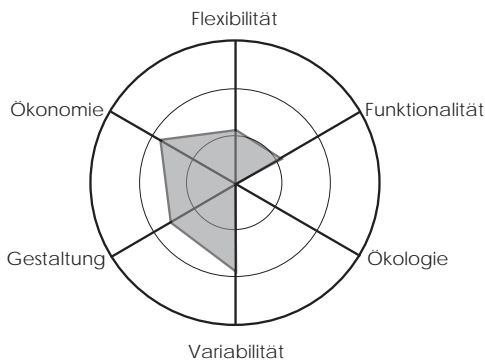


Abb.34: Ansicht West [Adam 04] S.94

ALLGEMEIN

Baujahr	1987-1989
Standort	Opmeer, Niederlande
Nutzungsart	Lagerhalle
Produkt	Wand- und Deckenfertigteile
Eigentümer/Nutzer	Mors Systemplafonds

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.

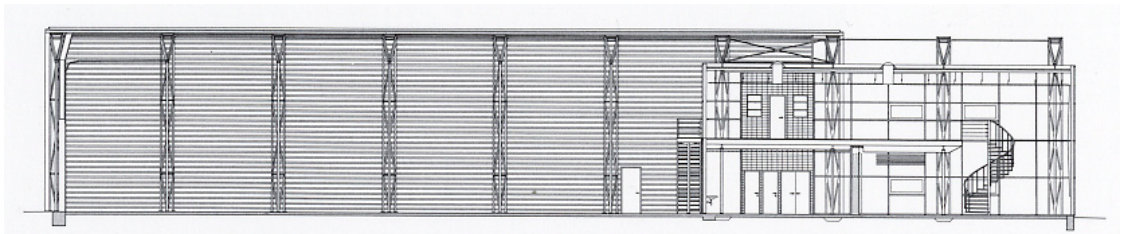


Abb.35: Längsschnitt [Adam 04] S.95

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 Giebelseite 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 Fachwerkräumen zusammen, mit einer freien Spannweite von 21,60m, einem Abstand von 5,40m und der lichten Höhe 7,40m. Die Fachwerkräume bestehen aus drei geschweißten, vorgefertigten Dreigurtbindern, die an den Ecken biegesteif verschraubt sind. Die Zwischenebene des Bürobereiches wird von zusätzlichen 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.

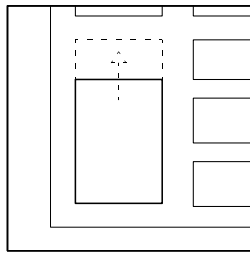
DACH: Das Dach wird durch eine einfach profilierte Dachverkleidung gebildet.



Abb.36, 37, 38: Fachwerkräumen, Sicht auf das Gebäude, Eingangssituation [Adam 04] S.95

Schlussbericht Planungsleitfaden Zukunft Industriebau

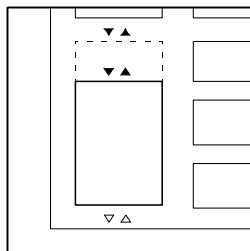
Forschung an der Technischen Universität Braunschweig



→ Erweiterung

ERWEITERUNG SYSTEMISCH LINEAR

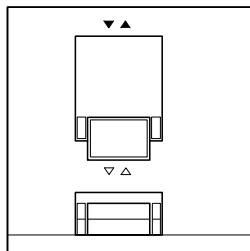
Erweiterung der Hallen durch Addition von Tragwerksrahmen im Rastermaß des Bestandes bei ausreichender Erweiterungsfläche, hier: Erweiterungsmöglichkeit um 2-Achsfelder, da nicht genügend Erweiterungsfläche vorgesehen ist.



→ Erschließung

FRONTAL

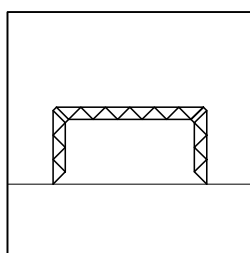
Frontale Erschließung der Gebäudeeinheiten, Trennung von Kunden/Personal und Warentransport durch Positionierung der Zugänge an Stirnseiten; Personal und Kunden von der Vorderfront; hintere Erschließung als An- bzw. Ablieferung für LKW; Bei Erweiterung Verlagerung der Ver- und Entsorgungszonen.



→ Nutzung

RAUM IN RAUM HALLE

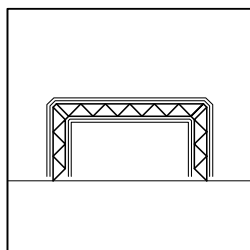
In das Lager-Hallenvolumen ist eine zweite Raumeinheit als 2-geschossiger Glaskubus eingestellt, in dem die Verwaltung, Vertrieb und Show-Room angesiedelt sind. Im Zwischenbereich der "Fuge" sind die Sozialräume und Haustechnikzentrale integriert.



→ Tragwerk

FACHWERKRAHMEN

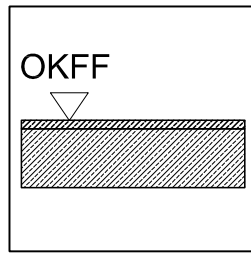
Aus 3-Gurtbindern aus Stahlprofilen, biegesteife Eckverbindungen durch Verschweissen der Binder.



→ Fassade

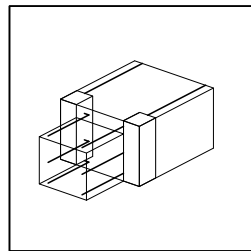
ELEMENTIERTE FASSADEN

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.



→ Boden

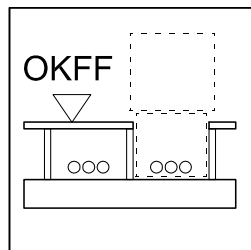
Bodenplatte aus Stahlbeton mit fugenlosem Abschluss als Industriefussboden (EP-Böden, PMMA-Böden, PU-Böden, Polyester und Venylesterböden - Anforderungen nach WHG, § 19, antistatische und leitfähige Industriefussböden); Je nach Nutzung und Anforderung mit Fachplaner zu ermitteln; Frei von Einbauten zur Förderung der Nutzungsveranz.



→ Versorgung

HAUSTECHNIKZENTRALE

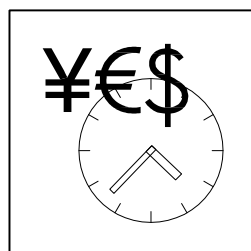
Von seitlichen Haustechnikzentralen aus in den Lagerhallenbereich durch Versorgungsstränge entlang der Tragwerksebene; Versorgung des eingestellten Glaskubus-Volumens auf Boden und Stränge unter der Decke.



→ Medienführung

SYSTEM BODEN

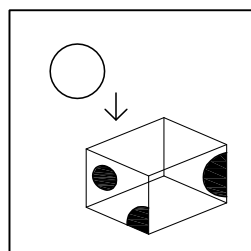
als Hohlboden (Revisionsöffnungen) bzw. Doppelbodensystem (frei zugänglich) zur Aufnahme von Installationstechnik bzw. Maschinenfundamenten; Durch variable Adaptionenmöglichkeit der Einzelkomponenten entsteht offener Grundriss.



→ Effizienz

ÖKONOMISCHE EFFIZIENZ

Vollständige Ausnutzung des Grundstückes ohne Vorhaltung von Erweiterungsflächen; Vorfabrizierte Tragwerkelemente 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.

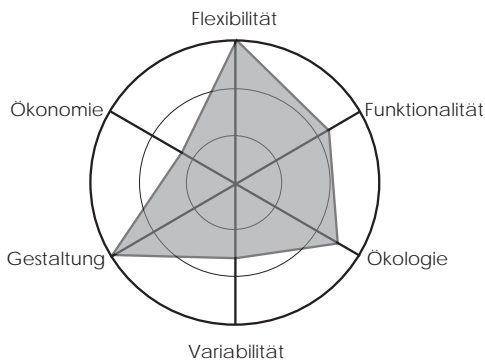


Abb.39 Gesamtansicht [Adam 04] S.102

ALLGEMEIN

Baujahr	1993
Standort	Eimbeckhausen, Bad Münde
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 ästhetischer Ordnungsstrukturen. Eine zeichenhafte Selbstdarstellung der Firma, deren Neubauten ebenso den Einsatz von Hochtechnologie vermitteln, wie das Anliegen, die Arbeitswelt zu kultivieren.

Zielsetzung war die Einführung funktionaler und ästhetischer 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.

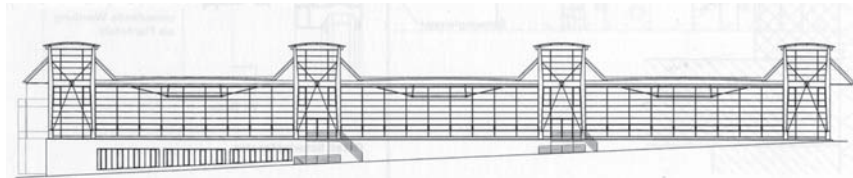


Abb.40 Ansicht West [Adam 04] S.102



Abb.41 Nordfassade [Adam 04] S.103

NUTZUNGSSTRUKTUR

PRODUKTION

Durch Tragwerkselemente strukturierter Produktionsbereich mit partiell überspannenden 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 gußeisnerne Gabelköpfe.



Abb.42 Lageplan [Adam 04] S.105



Abb.43 Dachuntersicht [Adam 04] S.104

Schlussbericht Planungsleitfaden Zukunft Industriebau

Forschung an der Technischen Universität Braunschweig

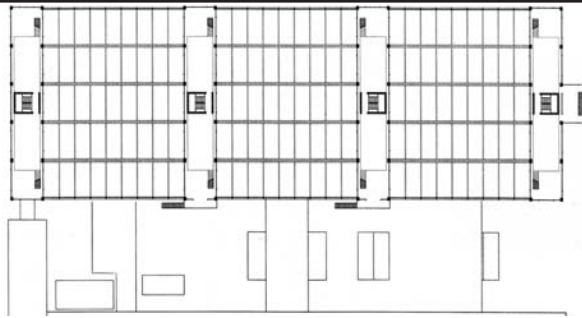


Abb.44 Grundriss [Adam 04] S.105



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 wärmegeprägtem, transluzentem Material.

Die geschlossene Paneele auf den Nord- und Südseiten sind mit Lärchenholz verschalt.

DACH: Für die Dachscheiben wurden verleimte Tafелеlemente 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 Deckenstrahlungssysteme witterungs- und zeitabhängig geregelt.

ENERGIE UND UMWELT

Sehr gute Tageslichtverhältnisse im Produktionsbereich durch die Oberlichtbänder und Ausstattung der Hauptfassaden.

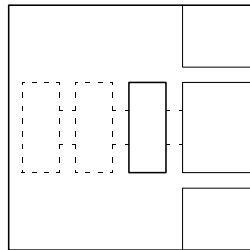
Die Begrünung der Hallendächer schützt vor einer Überhitzung im Sommer, reduziert Schallemissionen, verzögert Regenabfluss und bildet einen Ausgleich zur Flächenüberbauung.

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 Wärmerückgewinnungssystemen ausgestattet.

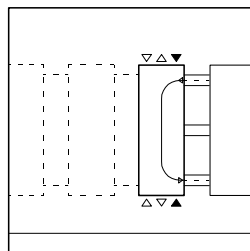
Das Regenwasser wird in die neuen Teichanlagen eingespeist. Erforderliches Löschwasser wird somit sichergestellt ohne ein örtliches Versorgungsnetz.



→ Erweiterung

ERWEITERUNG DURCH REPETITION

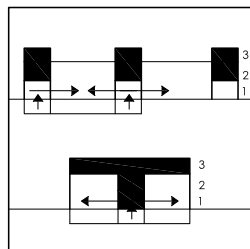
Erweiterung des Firmenareals um Produktionshallen im bestehenden Industrieareal auf der Erweiterungsfläche neben dem eigentlichen Werksgelände. Die Erweiterungen werden durch sukzessives partielles Besetzen der Erweiterungsfläche, die als Ackerfläche zwischengenutzt wird, vorgenommen.



→ Erschliessung

VERSORGUNGSGANG

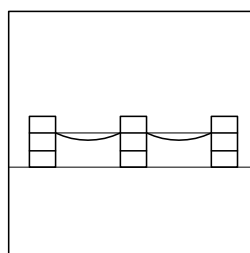
Die interne Ver- und Entsorgung der Produktion erfolgt über das Bestandsgebäude durch mehrere Versorgungsgänge von denen sowohl Personal als auch Material transportiert wird. Die externe LKW-Zufahrt für die Materialanlieferung sowie die Eingänge für Personal und Verwaltung, befinden sich an den Stirnseiten. Eine stirnseitige Stichstraße dient als einseitige An- und Abfahrtszone für LKW.



→ Nutzung

FUNKTIONSTURM

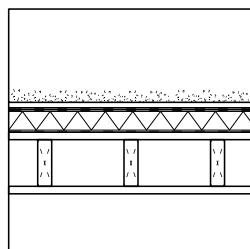
Durch Tragwerkselemente strukturierter Produktionsbereich mit partiell überspannenden raumhohen Funktionstürmen; die Anordnung der Verwaltungszone liegt über dem Produktionsbereich in den Tragwerkselementen. Im 1. OG erfolgt eine direkte visuelle Anbindung an die Produktion. Das 2.OG liegt über der Dachebene der Produktion und erhält so einen Bezug zum Außenraum.



→ Tragwerk

TRAGBÖCKE

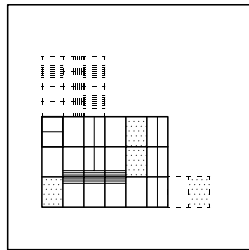
Reihung und Addition von tragenden Stützböcken im Abstand von 30 m aus Brettschichtholz-Fachwerkrahmen mit zwischengehängten Hallendächern aus Brettschichtholzträgern als Fischbauchträger mit Stahlunterspannungen.



→ Dach

MODULARISIERTES DACH

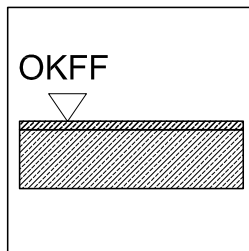
Vorgefertigte Dach-Module in bestimmtem, dem Rastermaß angepassten Abmessungen, zum direkten Einbau auf das Primärtragwerk inkl. aller definierten Anforderungen an die Dachfläche, hier: vorgefertigte, wärmeisolierte Dachelemente als Holzrippendächer mit einem Grunddachaufbau bilden als standardisiertes System zur Förderung der Nachhaltigkeit. Fertigstellung der Gebäudehülle in sehr kurzer Bauzeit.



→ Fassade

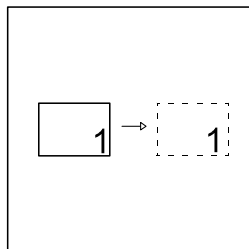
ELEMENTIERTE FASSADEN

Elementierte Fassadenkonstruktionen lassen unterschiedliche Gebäudekonfigurationen und Gebäudeanforderungen im Bezug zur Raumkonditionierung zu. Die Längsseiten der Fassade sind als Pfosten-Riegel in Brett-schichtholz mit transluzenter Kunststoff-füllung ausgeführt; Stirnseiten mit Brett-schichtholz Pfosten-Riegel-Konstruktion als Ausfachungen der Tragwerksböcke.



→ Boden

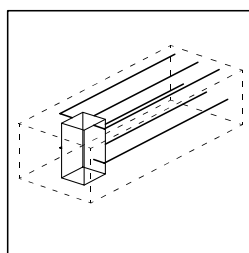
Bodenplatte aus Stahlbeton mit fugenlosem Abschluss als Industriefussboden (EP-Böden, PMMA-Böden, PU-Böden, Polyester und Venylesterböden - Anforderungen nach WHG, § 19, antistatische und leitfähige Industriefussböden); Je nach Nutzung und Anforderung mit Fachplaner zu ermitteln; Frei von Einbauten zur Förderung der Nutzungsverianz.



→ Ausbau

MOBILE RAUMBOXEN

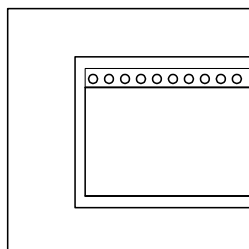
für Besprechung- und Sozialräume innerhalb der Produktionsfläche zur Optimierung der Kommunikation und Steigerung der Variabilität des zu bespielenden Raumes, hier: Raumeinheiten als Gipskarton-Ständerwand-Boxen zur flexiblen, kostengünstigen Erstellung.



→ Versorgung

ZENTRALE VERSORGUNG

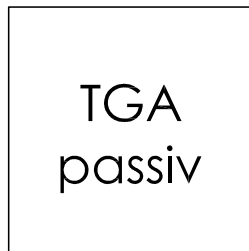
Haustechnikzentrale im Untergeschoss, Verteilung vertikal über in den Tragböcken liegenden Erschließungskern mit Treppen, Aufzügen und Güter-Transportsystem; Weiterverteilung entlang der Geschossdecken innerhalb der Nutzungszonen.



→ Medienführung

DECKENVERTEILUNG

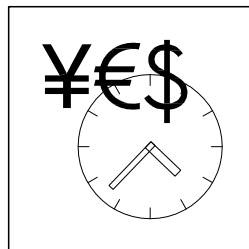
Medienführung über Hallendachebene, weitere Verteilung über Stränge innerhalb der Tragstruktur; bei Erweiterung der Halle werden neue Stränge von Haustechnikzentrale zur Unterstützung der Versorgung der Versorgung installiert.



→ TGA-Konzept

PASSIVE KONDITIONIERUNG

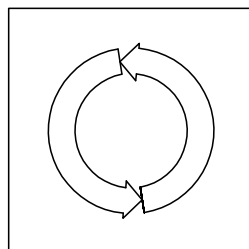
Natürliche Belüftung, Belichtung und Nutzung regenerativer Energien als passive Konditionierungsstrategie der TGA; Förderung der Nachhaltigkeit durch Verzicht auf Klimatisierung; hier: blendfreie Beleuchtung der Halle durch transluzente Fassaden; Heizlemente in Deckenebene zur gleichmässigen Wärmeabstrahlung.



→ Effizienz

ÖKONOMISCHE EFFIZIENZ

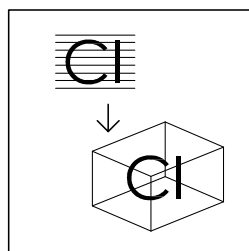
Ausnutzung bestehender Werksstrukturen, Erweiterungsflächen; Verwendung von standardisierten, vofabrizierten Tragwerkskomponenten und Fassadenelementen verkürzt die Planungszeit, Bauzeit und die Baukosten.



→ 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.

0015MPD IND_PM_RES_SYS

MP-Druck
Ingrid Amann Architekten

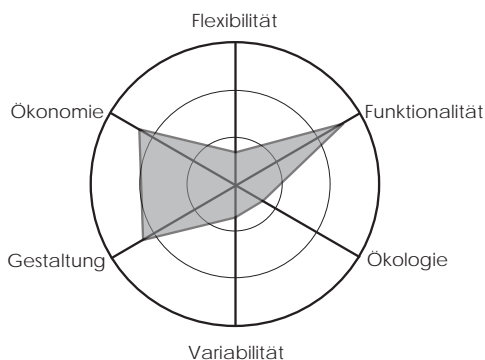


Abb.46 Gesamtansicht [Uffe 09] S.78

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 m ³
BGF (Brutto Grundfläche)	800 m ²

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 entstandene 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.



Abb.47, 48, 49 Grundriss, Längsschnitt, Querschnitt [Baum 06]

NUTZUNGSSTRUKTUR

PRODUKTION

Durch Tragwerkelemente 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]

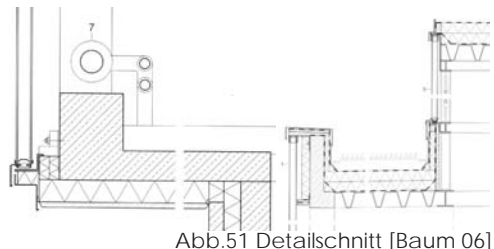
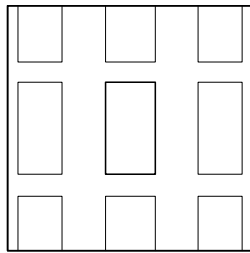


Abb.51 Detailschnitt [Baum 06]

Schlussbericht Planungsleitfaden Zukunft Industriebau

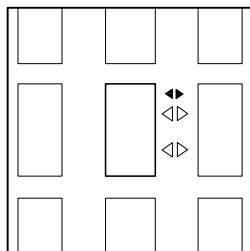
Forschung an der Technischen Universität Braunschweig



→ Erweiterung

VARIABILITÄT

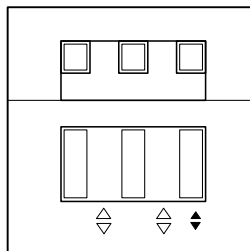
In dichtem, ungleichmässig bebautem Industriegebiet auf einem langgestreckten Grundstück nimmt das Gebäude die gesamte Fläche der Parzelle ein. Es steht keine Erweiterungsfläche zur Verfügung, eine Aufstockung für die gewünschte Funktion ist nicht kompatibel. Ziel ist das Anstreben hoher Varianz.



→ Erschliessung

EINSEITIG FRONTAL

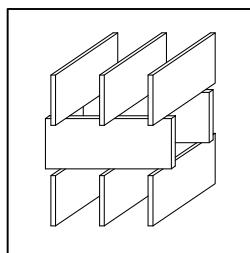
Frontale Erschliessung an Gebäudelängsseite entlang der Erschliessungsstrasse für gesamte Ver- und Entsorgung des Gebäudes; Warentransport durch 2 grosse Torelemente in der Fassadenlängsseite und separatem Personal- bzw. Kundeneingang.



→ Nutzung

FUNKTIONSBRÜCKE

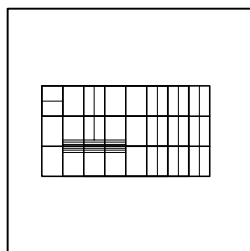
Durch Tragwerkelemente strukturierter Produktionsbereich im Erdgeschoss mit partiell überspannenden raumhohen Funktionsbrücken im Obergeschoss mit Verwaltung und Forschung; Durch Funktionsbrücken entstehen ein- und zweigeschossige Produktionsbereiche innerhalb des Hallenvolumens.



→ Tragwerk

SCHOTTENBAUWEISE

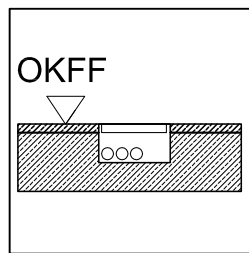
Modulares System aus vorgefertigten Beton-Halbfertigteilen; System parallel tragender Wände quer zur Längsachse des Gebäudes, mittels aussteifender Längswände über den Deckenverbund stabilisiert; Bildung einer größeren Anzahl von Räumen mit gleichen Bedingungen; Gebäudetiefe wird durch materialspezifische Spannweiten bestimmt und eingeschränkt.



→ Fassade

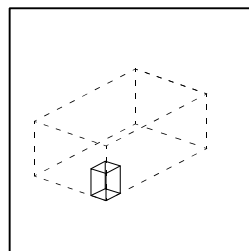
ELEMENTIERTE FASSADEN

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.



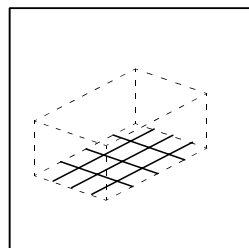
→ Boden

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.



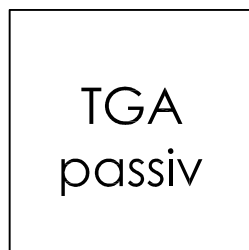
→ Versorgung

ZENTRALE VERSORGUNG
Hausanschlussraum als Zentrale von der die technische Medienversorgung abgeht.



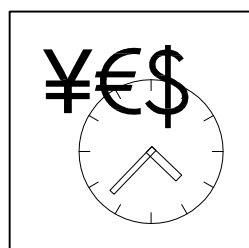
→ Medienführung

VERSORGUNGSNETZ
Verteilung der Haustechnikleitungen innerhalb eines Verteilungsnetzes, hier: komplette Installationen wie Strom, Datenleitungen, Wasser, Heizung und Druckluft innerhalb der Bodenkanäle.



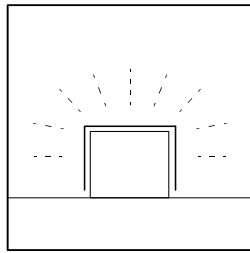
→ TGA-Konzept

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 transluzent 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.



→ Prägung

PRÄGUNG DURCH UNTERNEHMENSINHALT
Abbildung der reinen Funktionsästhetik der Druckerei im
Gebäude durch Reduktion auf die wesentlichen Elemente.

0016REN IND_VS_WAN_IMA

Renault Vertriebszentrum Norman Foster

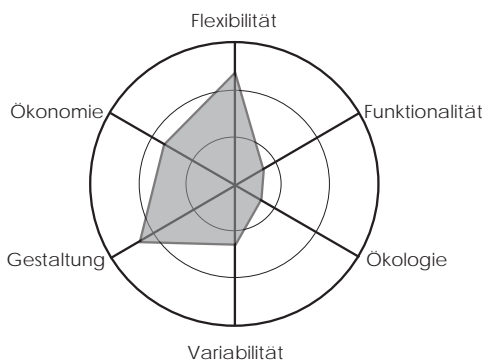


Abb.52: Gesamtansicht [Abe 07] S.213

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 m ²
NGF	20.000 m ² (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.-

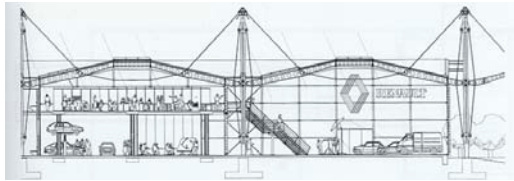


Abb.53: Längsschnitt [Abe 07] S.211

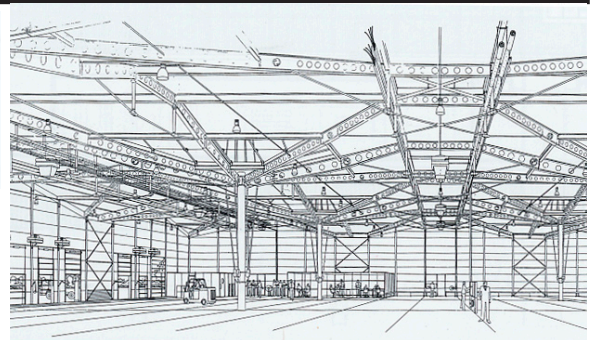


Abb.54: Innenraumperspektive [Adam 04] S.91

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 unter-spannten Trägern bildet ein Modul.

42 baugleiche Module mit einer Grundfläche von 24m x 24m ergeben das gesamte Bauwerk.

Das Tragwerk besteht aus gebogenen Metallträgern, welche im oberen Viertel des Giebelns 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.

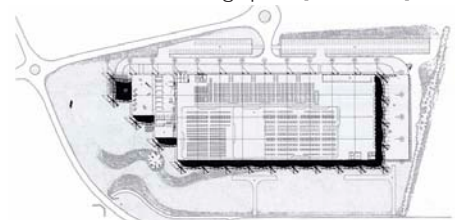


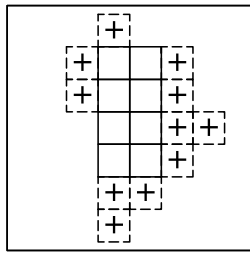
Abb.55: Knotenpunkt [Abe 07] S.215



Abb.56: Vogelperspektive [Abe 07] S.208

Abb.57: Lageplan [Adam 04] S.90

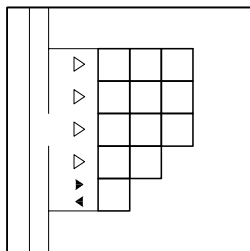




→ Erweiterung

ERWEITERUNG ADDITIV FLÄCHIG

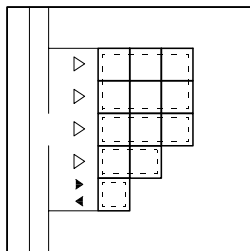
Das Distributionszentrum liegt am Stadtrand von Swindon auf einer unregelmässigen Hangparzelle. Das 6,5 ha grosse Areal kann durch Andocken von Konstruktionsmodulen in jede Richtung erweitert werden. Es kann von jedem Modul aus eine Erweiterung vollzogen werden, eine bestimmte Kombination ist nicht einzuhalten.



→ Erschliessung

HOFERSCHLIESSUNG

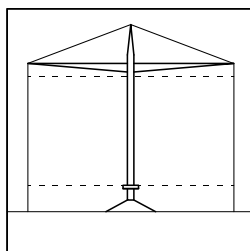
Ver- und Entsorgung über direkt an Stichstrasse anliegendem Hof, entlang der Gebäudelängsseite; Wendemöglichkeiten und temporäre Aussenlagerflächen vorhanden; Zuwegung in die Halle über Toranlagen und Türanlagen für Personal.



→ Nutzung

HORIZONTALE FUNKTIONSTREIFEN

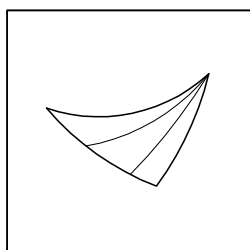
Die Gesamtfläche der 42 Moduleinheiten wird durch die Stützen der Einzelmodule strukturiert. Die Funktionen sind in horizontalen Streifen mehrerer Module unterteilt, die vom repräsentativen Eingang im Süden über Show-Room, Schulung, Verwaltung, Vertrieb bis hin zum Lager im Norden unterteilt sind. Dem benötigten Flächenbedarf wird durch die Anzahl der Module Rechnung getragen, der repräsentative Bereich verjüngt sich im Bezug zu den Modulen.



→ Tragwerk

SYSTEMTRAGWERK ABGEHÄNGT

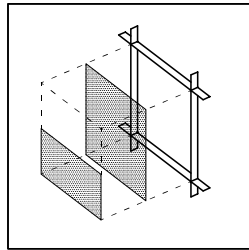
Modularisiertes aussenliegendes Systemtragwerk mit vorgefertigten Stahlträgern, die im oberen Viertel des Giebels von runden Maststützen abgehängt sind; 4 Maststützen ergeben eine Moduleinheit, die Anschlusslaschen für die Bodenkonstruktion - einem Stahlträgerrost und Deckenelemente bereithält; Durch Abhängung Maximierung der Spannweite (24m) bei Minimierung des Materialaufwandes.



→ Dach

MEMBRANDACH

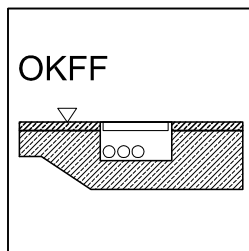
Freiüberspannende, leichte Flächentragwerk-Module aus Membranen/Folien als mechanisch gespannte Konstruktionen mit Hochpunkt-, Segel- und Bogenflächen, hier: PVC-Folie auf 75 mm Glaswolle, die in das Tragwerk eingespannt werden; Glasoberlicht mittig in jedem Feld-Hochpunkt zur Belichtung und Belüftung.



→ Fassade

MODULARISIERTE FASSADEN

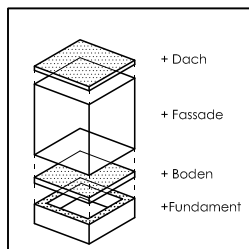
Vorgefertigte Fassaden-Module in bestimmtem, dem Rastermaß angepassten Abmessungen zum direkten Einbau auf das Primärtragwerk inkl. aller definierten Anforderungen an die Fassade, hier: Fertigteilensystem aus 2 Stahlblechen mit innenliegender Dämmung und Klemmverbindung; Vorgänger der heutigen Sandwichpanelle mit Nut- und Federverbindung.



→ Boden

MODULARISIERTE BODENKONSTRUKTION

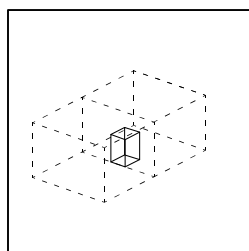
Vorgefertigte Betonfertigteil-Boden-Module in bestimmtem, dem Rastermaß angepassten Abmessungen zum direkten Einbau auf die Auflagerkonsolen des Primärtragwerk, hier: ein Stahlträgerrost der an die Konsolen der Maststützen eingehängt wird; Boden-Module mit eingelassenen Bodenkanälen zur Medienversorgung.



→ System

BAUKASTEN

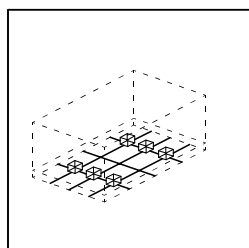
Durch Abstimmung und Auswahl von modularisierten Tragwerks- und Fassadenelementen entsteht ein Baukasten aus dem der Nutzer frei nach Anforderungsprofil das Gebäude konfigurieren und bei Bedarf neu anpassen kann.



→ Versorgung

ZENTRALE VERSORGUNG

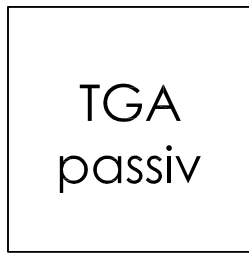
Haustechnikzentrale in einem Modul integriert, an Schnittstelle von repräsentativem und internem Bereich; Als Zentrale von der die technische Medienversorgung entlang der Bodenkanäle der Boden-Elemente abgeht.



→ Medienführung

VERSORGUNGSNETZ

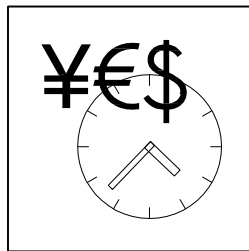
Verteilung der Haustechnikleitungen innerhalb des Verteilungsnetzes, hier: Installation innerhalb der Bodenkanäle mit regelmässig im Modul angeordneten Revisionsöffnungen als Entnahmestellen.



→ TGA-Konzept

PASSIVE KONDITIONIERUNG

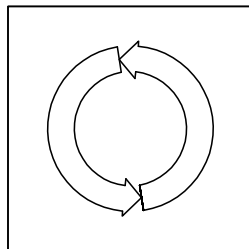
der TGA durch natürliche Belüftung und Belichtung; Förderung der Nachhaltigkeit durch Aktivierung von Bauteilmassen als Wärmespeicher und Wärmetauschern, hier: indirekte, blendfreie Beleuchtung der Halle durch Fensterstreifen und Oberlichter, die zugleich als RWA-Klappen dienen und belüften.



→ Effizienz

ÖKONOMISCHE EFFIZIENZ

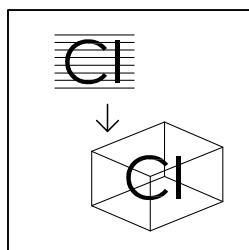
Vorgefertigtes Baukastensystem kann effizient für bestimmte Bauaufgaben genutzt werden; Verkürzung der Bau- und Planungszeit mit Kosteneinsparungen; Abbau und Recycling der einzelnen Bauteile möglich; Kosteneinsparungen durch "recycling" von Bauteilen bei noch intakter Funktion.



→ Effizienz

ÖKOLOGISCHE EFFIZIENZ

Verwendung eines elementierten, recyclingfähigen Stahlskelettbaus und elementarierter Fassadenpanelle; Förderung der Arbeitsplatzqualität durch Förderung von Transparenz und Kommunikation unter den einzelnen Produktionsbereichen; Durch Aufständigung 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.

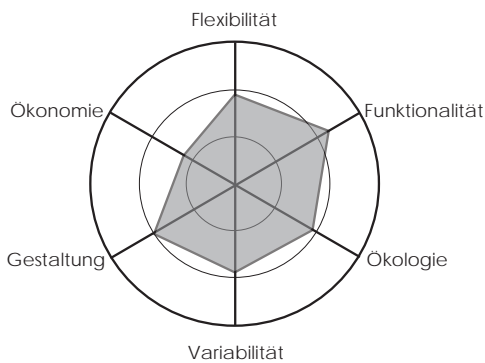


Abb.57: Gebäudeansicht [Adam 04] S.157

ALLGEMEIN

Baujahr	1999
Standort	Cellieres, Frankreich
Nutzungsart	Produktions- und Lagerhalle
Produkt	Haftverschlussysteme
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 mehreren Einheiten gebildet, welches ein Rost bildet. Durch das Aneinandersetzen der Module wird eine schachbrettartige Bebauung des Grundstückes mit überbauten und freien Bereichen erzeugt.

VER+ENTSORGUNG / INFRASTRUKTUR

Eine interne Straße verbindet die einzelnen Werkstattbereiche miteinander, Stahltoie ermöglichen die direkte Andienung an die Fertigungseinrichtungen.

ERWEITERUNGSFLÄCHEN

Das ausgewählte Grundstück erlaubt es, die Grundfläche des fast 30.000m² großen Fabrikgebäudes für eine eventuell später geplante Erweiterung zu verdoppeln.

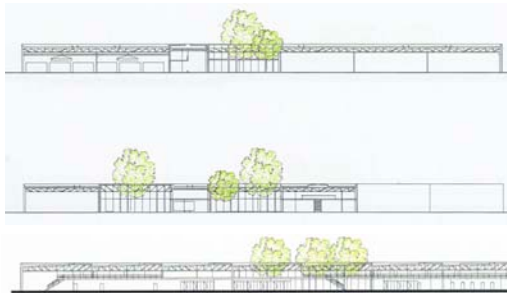


Abb.59: Querschnitt [Adam 04] S.158

Abb.58: Längsschnitt [Adam 04] S.159

NUTZUNGSSTRUKTUR

PRODUKTION

Die Produktion findet in fünf voneinander getrennten, jedoch durch die Erschließungsstraße 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, Stahlstore ermöglichen die direkte Andienung an die Fertigungseinrichtungen, natürliche 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 gefaltem 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

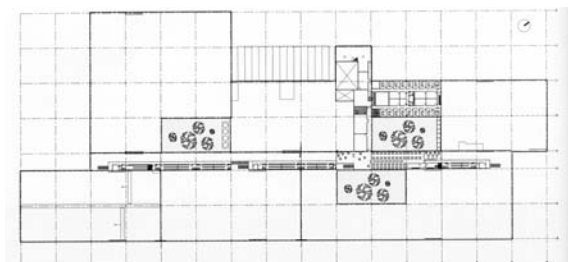
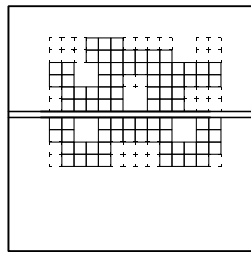


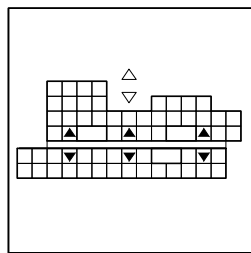
Abb.61: Grundriss [Perr 99] S.284



→ Erweiterung

MODULERWEITERUNG ACHSIAL

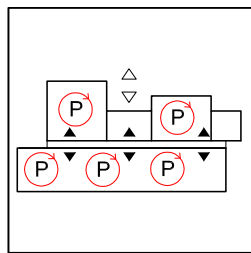
Erweiterungskonzept nach Spezifikation von zukünftigen Anforderungen; Erweiterung des bestehenden Werkgeländes entlang einer Entwicklungsachse durch Repetition von Hallenmodulen nach Schachbrettschema. Das Gebäude ist durch die Modularität schrittweise erweiterbar. Flächen für zukünftige Erweiterungen als Ackerfläche zwischengenutzt.



→ Erschliessung

Rückgrat

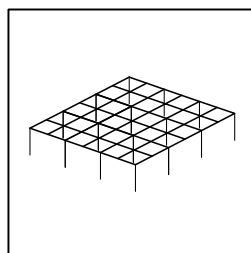
Die Ver- und Entsorgung ist zentral über eine Ladezone mit Lagerbereich angelegt. Von hier aus findet die Verteilung über die Entwicklungsachse statt, die als logistisches und kommunikatives Rückgrat der Modulhallen mit unterschiedlichen Produktionsbereichen fungiert.



→ Nutzung

KONGLOMERAT

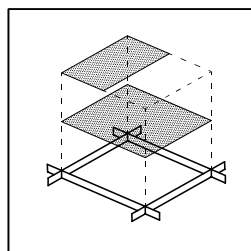
Die Gebäude sind als Baukastensystem aus einer großen Anzahl gleicher Module zusammengesetzt, die durch die Hülle eine Einheit bilden. Diese Produktionseinheiten weisen unterschiedliche Prozessstrukturen auf. Je nach Produktionsart und Spezifikation der Produktionsprozesse werden die Einheiten durch TGA und Hebewerkzeuge angepasst.



→ Tragwerk

SYSTEMTRAGWERK UNGERICHTET

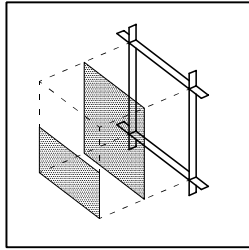
Tragwerk aus Trägerrost-Modulen von jeweils 20x20x7 auf jeweils 4 Stützen; 2-achsig lastabtragender Trägerrost aus Stahl-Fachwerkträgern mit eingespannten Eckstützen aus Stahl; Gelenkige Schraubverbindung zwischen Stütze und Trägerrost.



→ Dach

MODULARISIERTES DACH

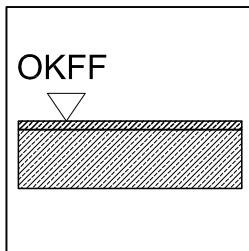
Vorgefertigte Dach-Module in bestimmtem, dem Rastermaß angepassten Abmessungen, zum direkten Einbau auf das Primärtragwerk inkl. aller definierten Anforderungen an die Dachfläche, hier: Fertigteilensystem von hochdämmenden Sandwichelementen zum Auflegen auf die Trägerroste, mit Rauchklappen als Oberlichter und aufgelegter Dachdichtung.



→ Fassade

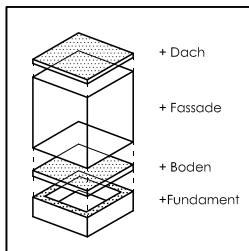
MODULARISIERTE FASSADEN

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

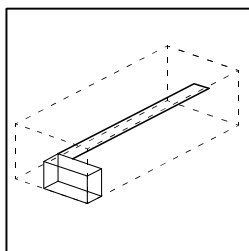
Bodenplatte aus Stahlbeton mit fugenlosem Abschluss als Industriefussboden (EP-Böden, PMMA-Böden, PU-Böden, Polyester und Venylesterböden - Anforderungen nach WHG, § 19, antistatische und leitfähige Industriefussböden); Je nach Nutzung und Anforderung mit Fachplaner zu ermitteln; Frei von Einbauten zur Förderung der Nutzungsverianz.



→ System

BAUKASTEN

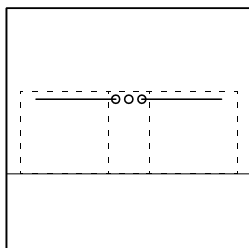
Durch Abstimmung und Auswahl von modularisierten Tragwerks- und Fassadenelementen entsteht ein Baukasten aus dem der Nutzer frei nach Anforderungsprofil das Gebäude konfigurieren und bei Bedarf neu anpassen kann.



→ 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

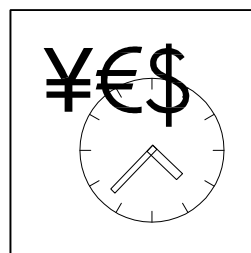
Versorgung der Halleneinheiten aus Modulen mittels längsachsig in der Entwicklungsachse verlegten Trassenstegen die offen die akut notwendigen Installationen aufnehmen; Weiterverteilung innerhalb der Hallenmodule in Dachebene; Hohe Variabilität, da je nach Bedarf mit wenig Aufwand aufgefüllt werden kann und die einzelnen Module somit unterschiedlich bespielt werden können.



→ TGA-Konzept

AKTIVE KONDITIONIERUNG

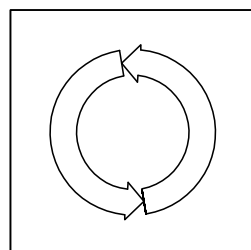
Aktive Entwurfsansätze der TGA durch mechanische Systemlösungen für Belüftung, Belichtung und Energieversorgung; Zentralsteuerung der Haustechnik zur Optimierung.



→ Effizienz

ÖKONOMISCHE EFFIZIENZ

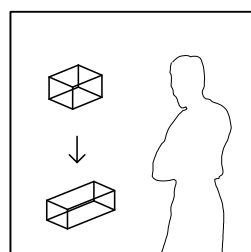
Vorgefertigtes Baukastensystem kann effizient für bestimmte Bauaufgaben genutzt werden; Verkürzung der Bau- und Planungszeit mit Kosteneinsparungen; Im Erweiterungsfall können Fassadenteile demontiert und an das neue Modul gehängt werden.



→ Effizienz

ÖKOLOGISCHE EFFIZIENZ

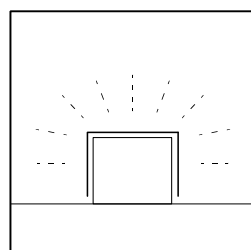
Verwendung eines elementierten, recyclingfähigen Stahlskelettbaus und elementarisierte Fassadenpaneele; Grosses Gebäudevolumen wird durch Spiegelung der Landschaft in der Fassade so dass Tarnung, Mimikri mit der Umgebung entsteht; Innenhöfe mit Vegetation steigern die Arbeitsplatzqualität der ansonsten verschlossenen Halle.



→ Prägung

Prägung durch Architekten

Umsetzung der Bauaufgabe durch Architekten; Übertragung der 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 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.

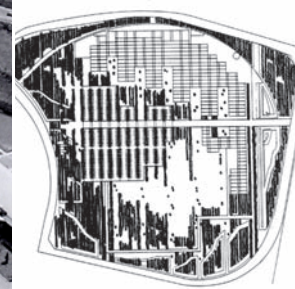
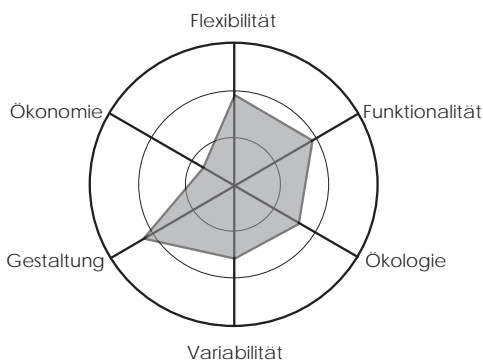


Abb.62,63: Vogelperspektive,Lageplan [Adam 04] S.172

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 m ²
------------------------	-----------------------

STANDORT

AREAL/MASTERPLAN

Das Werk für Optoelektronik der Firma Thomson liegt in einem Gewerbegebiet in der Nähe von Saint-Quentin-en-Yvelines. Der weitläufige 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.



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 gereinigten Oberlichtbänder andererseits auf.

Durch die mögliche Installation von Schiebebühnen und Zwischengeschosson 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 entwickelt.

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.

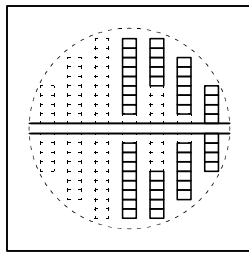


Abb.65: Fabrikanlage [Adam 04] S.172

Abb.66: Ein Modul [Adam 04] S.173

Schlussbericht Planungsleitfaden Zukunft Industriebau

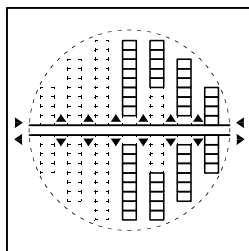
Forschung an der Technischen Universität Braunschweig



→ Erweiterung

MODULERWEITERUNG ACHSIAL

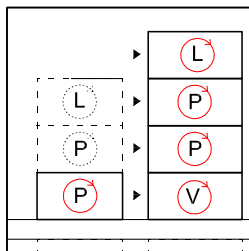
Erweiterungskonzept nach Spezifikation von zukünftigen Anforderungen mit festgelegtem Generalbebauungsplan entlang der Grundstücksgrenzen; Erweiterung des bestehenden Werkgeländes entlang einer Entwicklungsachse durch Repetition von Hallenmodulen, die Gebäude sind dadurch schrittweise erweiterbar; Erweiterungsflächen für zukünftige Erweiterungen als interne Grünfläche / Parkfläche zwischengenutzt.



→ Erschliessung

Rückgrat

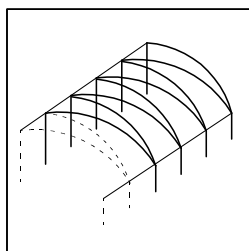
Die Entwicklungsader fungiert als logistisches und kommunikatives Rückgrat der Modulhallen mit unterschiedlichen Produktionsbereichen. Die Ver- und Entsorgung geschieht entlang der Fugen zwischen den einzelnen Modulen, die als Stichstrassen orthogonal von der Erschliessungsachse abgehen.



→ Nutzung

NUTZUNGSSPEZIFISCHE MODULHALLEN

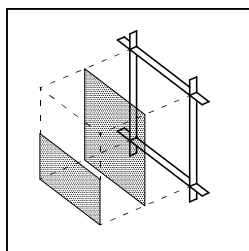
Die Gebäude sind als Baukastensystem aus einer großen Anzahl gleicher Module zusammengesetzt, die flexibel hinzugefügt oder entfernt werden können. Jedes Grundmodul vereint die funktionalen, konstruktiven und klimatischen Anforderungen in einem Element und kann gleichermaßen als Büro, Werkstatt, Labor oder Reinraum genutzt werden.



→ Tragwerk

SCHALENTRAGWERK

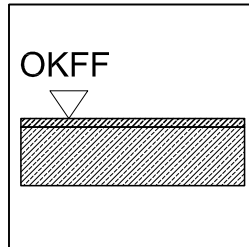
Auf Einzelstützen aufgelegte Schalenkonstruktion als Gitterschale, mit flächiger Mantelschale; Räumliches Tragwerk von hoher Festigkeit aufgrund idealer Lastabtragung durch Schalenform, hier: Stahlträger die alternierend V-förmig zusammenlaufen und Halbschale ausbilden; aufgelagert auf Stahlstützen.



→ Fassade

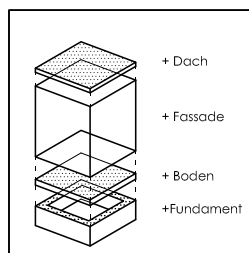
MODULARISIERTE FASSADEN

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 Lüftungselementen etc.



→ Boden

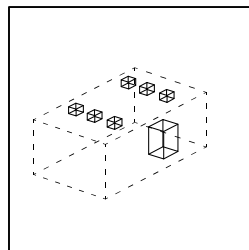
Bodenplatte aus Stahlbeton mit fugenlosem Abschluss als Industriefussboden (EP-Böden, PMMA-Böden, PU-Böden, Polyester und Venylesterböden - Anforderungen nach WHG, § 19, antistatische und leitfähige Industriefussböden); Je nach Nutzung und Anforderung mit Fachplaner zu ermitteln; Frei von Einbauten zur Förderung der Nutzungsverianz.



→ System

BAUKASTEN

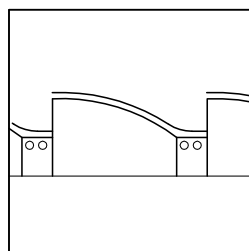
Durch Abstimmung und Auswahl von modularisierten Tragwerks- und Fassadenelementen entsteht ein Baukasten aus dem der Nutzer frei nach Anforderungsprofil das Gebäude konfigurieren und bei Bedarf neu anpassen kann.



→ Medienführung

DEZENTRALE MODULVERSORGUNG

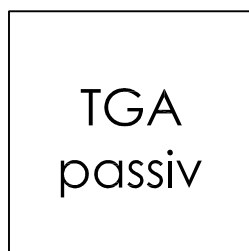
Verteilung der technischen Komponenten innerhalb der Hallenzwischenräume entlang der Gebäudelängsachsen als Plug-In, gezielte Positionierung von Elementen möglich; Wasser- und Stromanschlüsse in Hausanschlussraum innerhalb einer festinstallierten Raumbbox; Dezentrale Versorgung ermöglicht die spezifische Anpassung jedes Hallen-Modules.



→ Versorgung

TRASSENSTEG

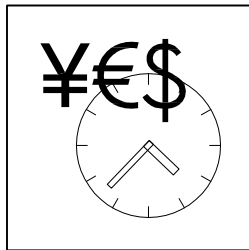
Versorgung der Hallenkomplexe aus Modulen mittels längsachsig in den Hallenzwischenräumen verlegten Trassenstegen die offen die akut notwendigen Installationen aufnehmen; Hohe Variabilität, da diese je nach Bedarf mit wenig Aufwand aufgefüllt werden können und die einzelnen Module somit unterschiedlich bespielt werden können.



→ TGA-Konzept

PASSIVE KONDITIONIERUNG

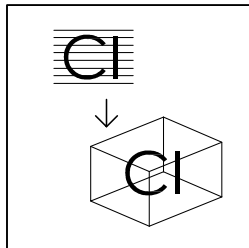
der TGA durch natürliche Belüftung, Belichtung und Nutzung regenerativer Energien; Förderung der Nachhaltigkeit durch Lichtlenkung und Lüftungsstrategien, hier: indirekte, blendfreie Beleuchtung der Halle durch Dachschale als Reflektor für Lichtlenkung, Möglichkeit der Querlüftung.



→ 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.

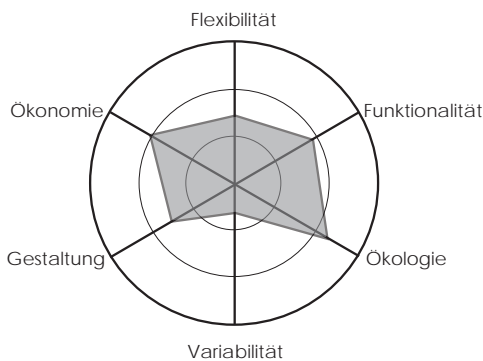


Abb.67: Blick in die Halle [Rack 08] S.28

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 m ³
NGF	16.000 m ²

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.

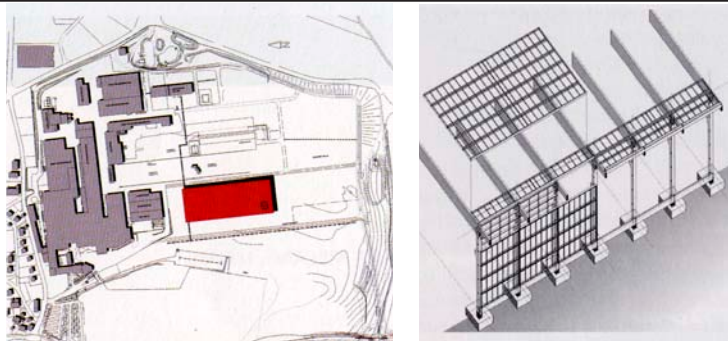


Abb.68: Lageplan [Rack 08] S.31
Abb.69: Isometrie [Rack 08] S.30

NUTZUNGSSTRUKTUR

PRODUKTION

Die Produktion wird durch ein mehrstöckiges Lamellenaushärt- und Pufferlager sowie mehrfach-Verleimpresen gebildet. Eine Lamellensortieranlage unterstützt die Produktion.

FLÄCHE

Die Fläche für das nötige Maschinenanlagen wurde ungebunden an die Hallenkonstruktion angeordnet, um flexibel mit eventuellen Entwicklungen 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 Primärtragssystem ergibt sich aus eingespannten Stahlbetonstützen als Außen und Mittelstützen mit Brettschichtholz-Leimbindern.

Es wurde angestrebt, ein gutes Verhältnis von Dachneigung, Stützhöhe 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

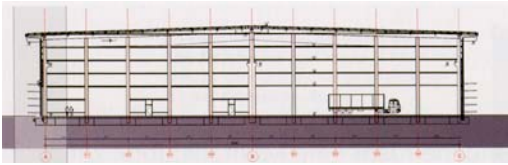
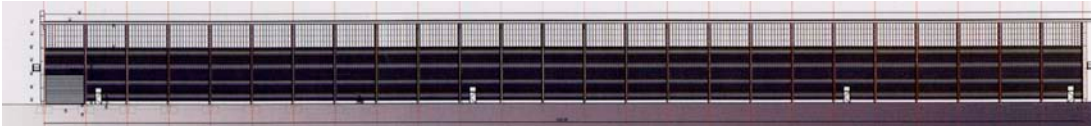


Abb. 72: Querschnitt [Rack 08] S.31
Abb. 73 Ansicht [Rack 08] S.30



TECHNISCHE GEBÄUDEAUSRÜSTUNG TGA

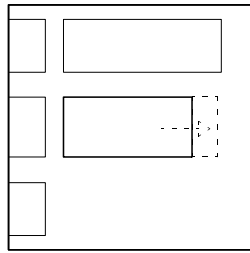
Eine großflächig verlegte Fussbodenheizung dient der Aufrechterhaltung des Hallenklimas von 20 Grad Celsius und der relativen Luftfeuchte von 65 %. Die Abwärme aus dem eigenen Biomasse-Heizkraftwerk kann die benötigte Vorlauftemperatur von 45 Grad Celsius und damit den Wärmebedarf decken.

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.

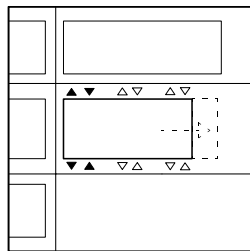
F60-AB für die Stützen, F30-B für die Binder und BSH-Binder des Daches.



→ Erweiterung

ERWEITERUNG SYSTEMISCH LINEAR

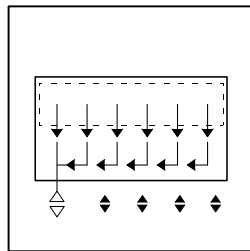
Neubau einer Produktionshalle "auf grüner Wiese" in unmittelbarer Nähe zum Stammwerk des Fertighausherstellers in heterogen bebautem Industrieareal; Grundstück lässt Erweiterung zu; Erweiterungsform systemisch linear durch Erweiterung der linearen Tragwerkskomponenten in einer Richtung.



→ Erschliessung

RINGSTRASSE

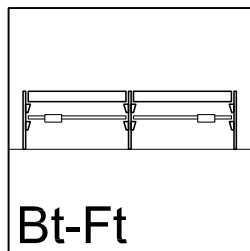
Versorgung über Wegenetz und umlaufende Ringstrasse zur Anbindung an bestehende Infrastruktur; Bei Erweiterung bleibt die zentrale An-Ablieferung an Hallenseite bestehen; Personal: seitliche Erschließung an Längsseite.



→ Nutzung

VERTIKALE FUNKTIONSTREIFEN

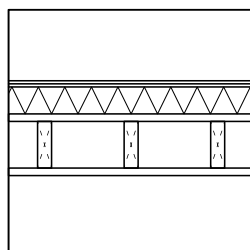
Gliederung der Fläche durch mittige Tragwerksstruktur in autarke Funktionsstreifen für Lager und Produktion entlang der Schiffe; Eigenständigkeit der Funktionsstreifen durch gleiche Erschließungs- und Nutzungsauslegung; Funktionsablauf von im hinteren Bereich der Halle liegendem Lager über Fließmontage mit Kranbahnen und Kommissionierung direkt auf den LKW im Halleninneraum.



→ Tragwerk

ELEMETIERTES TRAGWERK

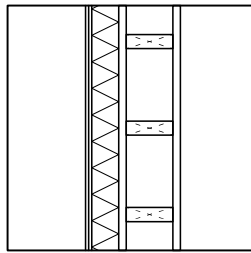
2-schiffige schwere Halle aus eingespannten Stahlbetonstützen im Achsabstand von 8m mit Auflagerkonsolen für Krananlagen; Eingelegte Brett-schichtholz-binder, als Fischbauchträger ausgeführt mit 40m Spannweite; Brett-schichtholz-träger aus Eigenproduktion und für grosse Spannweiten statisch optimierte Stahlbetonstützen zur ökonomischen Optimierung.



→ Dach

MODULARISIERTES DACH

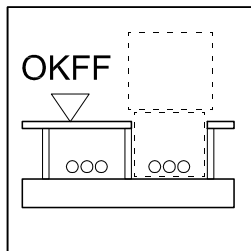
Vorgefertigte Dach-Module in bestimmtem, dem Rastermaß angepassten Abmessungen, zum direkten Einbau auf das Primärtragwerk inkl. aller definierten Anforderungen an die Dachfläche, hier: vorgefertigte, wärmeisolierte Dachelemente in Holztafelbauweise mit Oberlichtern als RWA aus hauseigener Produktion ermöglichten die witterungsunabhängige Fertigstellung der Gebäudehülle in sehr kurzer Bauzeit.



→ Fassade

MODULARISIERTE FASSADEN

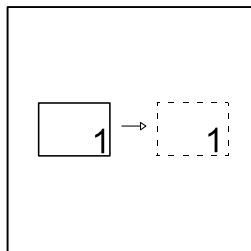
Vorgefertigte Fassaden-Module in bestimmtem, dem Rastermaß angepassten Abmessungen zum direkten Einbau auf das Primärtragwerk inkl. aller definierten Anforderungen an die Fassade, hier: vorgefertigte, wärmegeämmte Wandelemente in Holztafelbauweise aus hauseigener Produktion mit integrierten Tor- und Türanlagen; Modulvarianz durch verglaste Fassadenelemente zur Belichtung.



→ Boden

SYSTEM BODEN

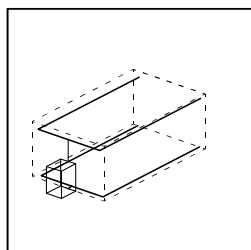
als Hohlboden (Revisionsöffnungen) bzw. Doppelbodensystem (frei zugänglich) zur Aufnahme von Installationstechnik bzw. Maschinenfundamenten; Durch variable Adaptionmöglichkeit der Einzelkomponenten entsteht offener Grundriss, hier: Doppelbodensystem mit eingeleagten Maschinenfundamenten; Bei Umnutzung können die Fundamente angepasst werden; Fundamentzwischenräume zur Medienversorgung.



→ Ausbau

Mobile Raumbboxen

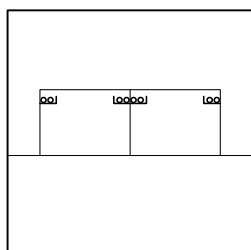
für Besprechungs- und Sozialräume innerhalb der Produktionsfläche zur Optimierung der Kommunikation und Steigerung der Variabilität des zu bespielenden Raumes.



→ Versorgung

HAUSTECHNIKZENTRALE

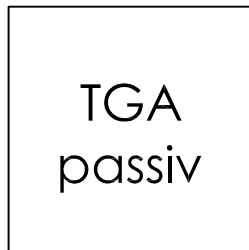
in seitlich liegendem, entkoppeltem Gebäudeteil; Hauptversorgung über Doppelbodensystem; Weitere Medienführung in Hallendachebene durch Aussparungen in Brettschichtholzbindern und Trassen unterhalb der Trägerebene.



→ Medienführung

TRASSESTEGE

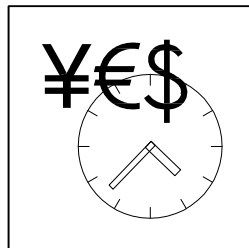
Versorgung der Produktionshalle in Deckenebene mittels seitlich den Hallenschiffen folgenden Trassenstegen, die offen die akut notwendigen Installationen aufnehmen; Hohe Variabilität, da diese je nach Bedarf mit wenig Aufwand aufgefüllt werden können.



→ TGA-Konzept

PASSIVE KONDITIONIERUNG

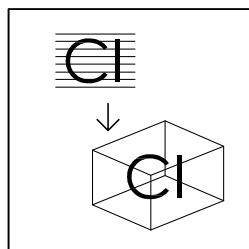
der TGA durch natürliche Belüftung, Belichtung und Nutzung regenerativer Energien; Förderung der Nachhaltigkeit durch Biomasse-Heizkraftwerk die durch Holzsägereste der Produktion betrieben wird; Installation von Fussbodenheizung zur Erzeugung eines konstanten Hallenklimas.



→ Effizienz

ÖKONOMISCHE EFFIZIENZ

Ausnutzung bestehender Werksstrukturen; Erweiterungsflächen, Tragwerkelemente; 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.

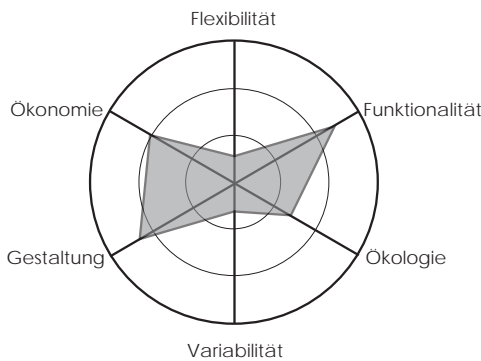


Abb.74: Gebäude in der Dämmerung [Uffe 09] S.90

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, würfelförmiger Bau, ergänzt.

VER+ENTSORGUNG / INFRASTRUKTUR

Nutzung der vorhandenen Infrastruktur zur Ver- und Entsorgung durch Anschluss an Bestandslager über Versorgungsbrücke; Personalschliessung 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.



Abb.75: Grundriss [Uffe 09] S.91

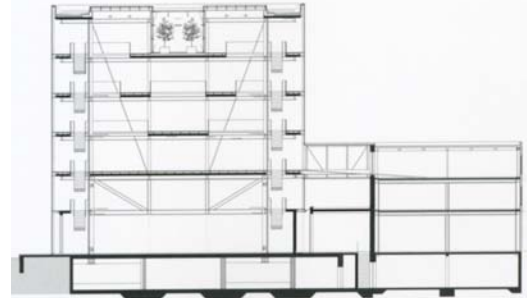


Abb.76: Schnitt [Uffe 09] S.91

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 und 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 energieeffizientes 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



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 geätzt 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 zukunftsweisenden 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 Bauwerks 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.

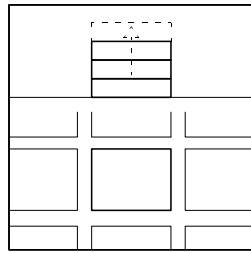
Auch die Kühlung der oberen Geschosse erfolgt über die Geschossdecken mittels Bauteiaktivierung. Zusätzlich wurde ein Grundwasserwärmetauscher, sowie Kühlsegel in den Deckenrandfeldern eingesetzt.

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.

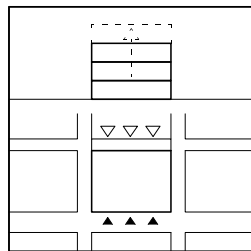
Eine weitere Voraussetzung für die Konstruktion in Stahl war, dass Zu- und Abluftflächen in Fassade und Innenhof eine hinreichende Entrauchung des Montagezentrums garantieren.



→ Erweiterung

ERWEITERUNG IN DER HÖHE

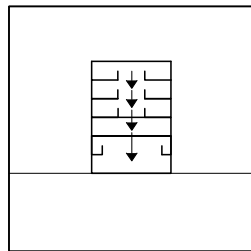
Aufgrund fehlender Erweiterungsflächen auf dem bestehenden Werksgelände werden die notwendigen Funktionsflächen übereinander auf einem bestehenden Kellergeschoss zu einem Produktionsturm gestapelt. Zusätzliche Ebenen können nur durch Mehraufwand wie z.B. Vorhaltung von Tragwerksstrukturen realisiert werden.



→ Erschließung

VERSORGUNGSBRÜCKE

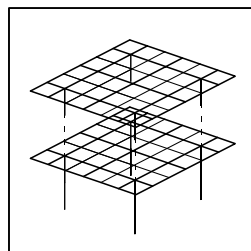
Nutzung der vorhandenen Infrastruktur zur Ver- und Entsorgung durch Anschluss an Bestandslager über Versorgungsbrücke; Personalerschließung durch Frontal gelegene Eingangszone für Kunden/Personal. Keine direkte Ver- und Entsorgung mit LKW-Laderampen vorgesehen.



→ Nutzung

GESTAPELTE FUNKTIONEN

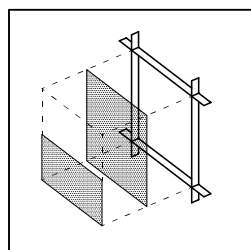
Die stützenfreien Grundrisse sind nach Funktionsart von schwer für Endfertigung über mittel für Vormontage und Konstruktion bis zu leicht für Verwaltung übereinander gestapelt. Die jeweilig benötigte Raumhöhe wird strikt umgesetzt, so dass die Produktionsfläche im EG als zweigeschossiger Bereich mit umlaufender Galerie ausgebildet ist. Die Verwaltungsbereiche verfügen im Innenraum über ein Kommunikationsatrium, was die Ebenen miteinander 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.



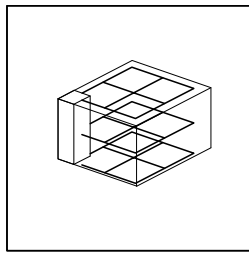
→ Fassade

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 Lüftungskappen zur Optimierung der energetischen Aspekte im Gebäude und zur Schaffung von Transparenz von Innen nach Aussen und von Aussen nach Innen.

Schlussbericht Planungsleitfaden Zukunft Industriebau

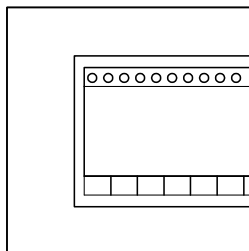
Forschung an der Technischen Universität Braunschweig



→ Versorgung

KERN

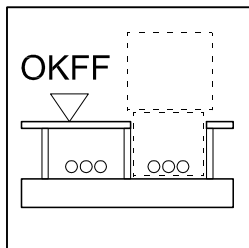
Verteilung der Haustechnik von Zentrale an Erschliessungs- und Versorgungskern angelegter Haustechnikzentrale; Verteilung über vertikalen Schacht und horizontale Ausbildung von Versorgungsnetzen in Boden und Decke.



→ 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

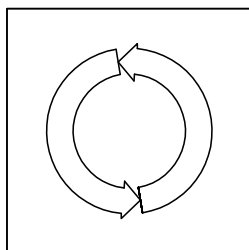
als Hohlboden (Revisionsöffnungen) bzw. Doppelbodensystem (frei zugänglich) zur Aufnahme von Installationstechnik bzw. Maschinenfundamenten; Durch variable Adaptionmöglichkeiten der Einzelkomponenten entsteht offener Grundriss.



→ TGA-Konzept

AKTIVE KONDITIONIERUNG

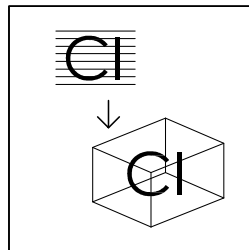
Entwurfsansatz der Nutzung regenerativer Energien; Aktive Entwurfsansätze der TGA durch mechanische Systemlösungen für Belüftung, Belichtung und Energieversorgung; Zentralsteuerung der Haustechnik zur Optimierung; Gebäudewärmung durch Grundwasser mittels Wärmepumpen, dafür erforderliche elektrische Energie 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 Stahlskelettbbaus und elementarisierter Fassadenpaneele; Förderung der Arbeitsplatzqualität durch Förderung von Transparenz und Kommunikation unter den einzelnen Produktionsbereichen.



→ 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.

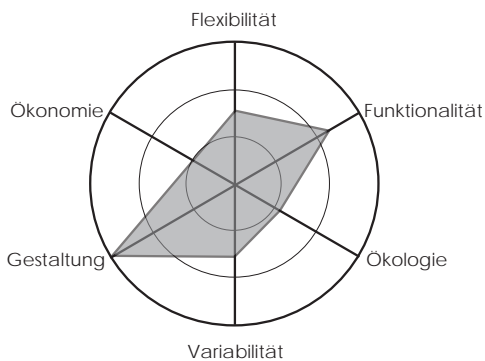


Abb.81: Ansicht [Dam 06]

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 m ³
BGF (Brutto Grundfläche)	6668 m ²
HNF (Haupt Nutzfläche)	5316 m ²

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. Verlagerampen 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.

Auffakt, beziehungsweise Endpunkt für den Materialfluss sind auf beiden Seiten identische großzügige Vordachbereiche mit den erforderlichen Verlagerampen, von denen aus eine

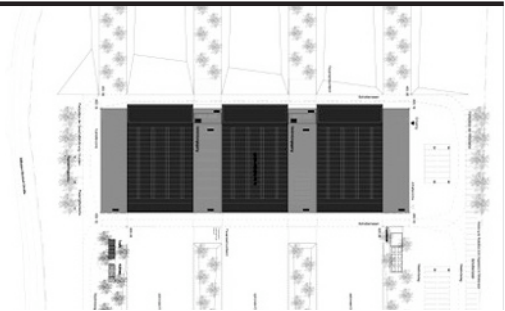


Abb.82: Grundriss [Arch 09]

interne „Straße“ alle Produktionsbereiche erschließt.

Die Anlieferung mit LKW und die stärker frequentierte Personalfahrt 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 Anordnung der drei Hallen mit den Werkbereichen Weichbearbeitung, Hartbearbeitung und Versand.

Die Anordnung der Hallen senkrecht zu den Haupteinschließungen 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 Mitarbeiteringang 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 Auskrugung 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 [Nagi 05] S.1439



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 Trag-schicht für die Installationen zu dienen, bzw. aufgeständert, um das Dach zu tragen. Als Dach-schalung 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.

Trapezblech im Dach gewährleistet eine aussteifende Dachscheibe.

Die seitlichen Raumabschlüsse des Haupttragwerks werden zur Aussteifung 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). Einseh-bare 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.

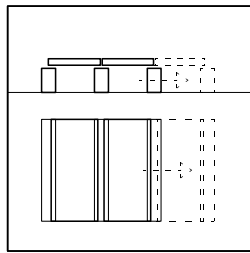
Im Winter wird die Maschinenabwärme zur Beheizung der Hallen genutzt.

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.

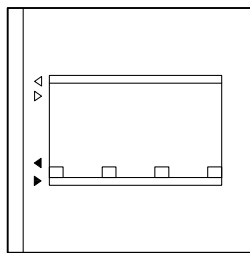
alle sichtbaren Holzwerkstoffe wurden silbergrau lasiert.



→ Erweiterung

ERWEITERUNG DURCH REPETITION

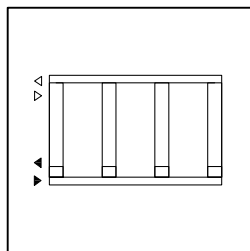
Neubau einer Produktionshalle auf weitläufigem Hügelgrundstück; Grundstück lässt Erweiterung zu; Erweiterungsform systemisch linear durch Erweiterung von jeweils einem Kern, hier: einem eingeschossigem Volumen und einem darauf aufgelegten Hallendachtragwerk.



→ Erschliessung

EINSEITIG FRONTAL

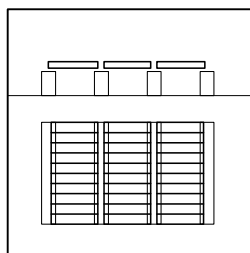
Frontale Erschliessung der Montagehalle; Trennung von Personen und Warentransport durch Positionierung der Zugänge an Gebäudeecken des extremen Kernes; Interne Erschliessung durch an Gebäudelängsseiten verlaufende Korridore mit Treppenaufgängen für Obergeschoßriegel entlang Personeneingang.



→ Nutzung

ALTERNIERENDE FUNKTIONSTREIFEN

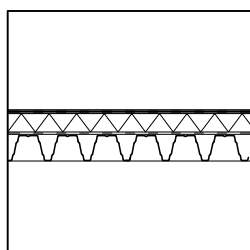
Gliederung der Fläche durch alternierende Kerne als Tragwerksvolumen mit bedienenden Funktionen wie Lager und Technik und bedienten freiüberspannten Produktionsflächen; Verwaltungsbereich im Obergeschoß als Brückengeschoss über gesamter Gebäudelängsseite.



→ Tragwerk

BRÜCKENTRAGWERK

Tragende Stahlbetonwände mit vergossenen Fertigteil-Rippendecken dienen als Auflager für Brett-schichtholz-Einfeldträger mit einem Trägerabstand von 2m; Unterspannung mit Koppelbalken.



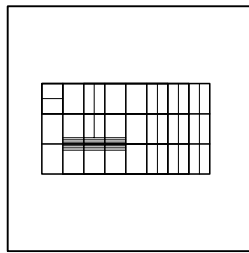
→ Dach

ELEMENTIERTE DACHFLÄCHE

Elementierte Dachkonstruktionen als Warm- bzw. Kaltdach lassen unterschiedliche Gebäudekonfigurationen und Gebäudeanforderungen im Bezug zur Raumkonditionierung zu, hier: akustisch wirksame Trapezblecheindeckung mit Akustikvlies, Dampfsperre, Wärmedämmung, Dachdichtungsbahn; Integration von Dachoberlichtern zur Belichtung, Belüftung und als Rauchabzüge.

Schlussbericht **Planungsleitfaden Zukunft Industriebau**

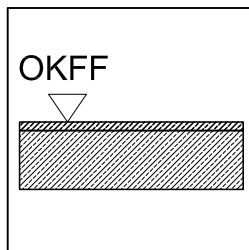
Forschung an der Technischen Universität Braunschweig



→ Fassade

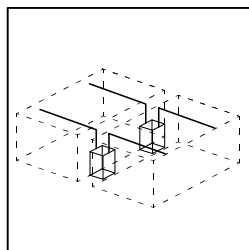
ELEMENTIERTE FASSADEN

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.



→ Boden

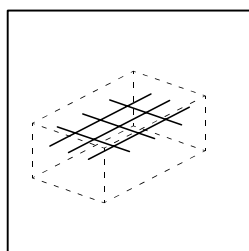
Bodenplatte aus Stahlbeton mit fugenlosem Abschluss als Industriefussboden (EP-Böden, PMMA-Böden, PU-Böden, Polyester und Venylesterböden - Anforderungen nach WHG, § 19, antistatische und leitfähige Industriefussböden); Je nach Nutzung und Anforderung mit Fachplaner zu ermitteln; Frei von Einbauten zur Förderung der Nutzungsveranz.



→ 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

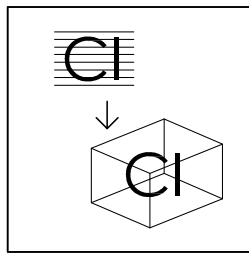
Verteilung der Haustechnikleitungen innerhalb eines Verteilungsnetzes, hier: kompletten Installationen wie Strom, Datenleitungen, Beleuchtung, Wasser, Heizung, Druckluft und Schleiföl am Untergurt der Hallen in Trassen montiert; Die Führung der Lüftungsschächte erfolgt zwischen Hauptträger und Obergurt. 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.



→ 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.

0042WAL IND_PM_LD_VS_ WAN_IMA

Walter Knoll AG & Co.KG
HansUlrich Benz

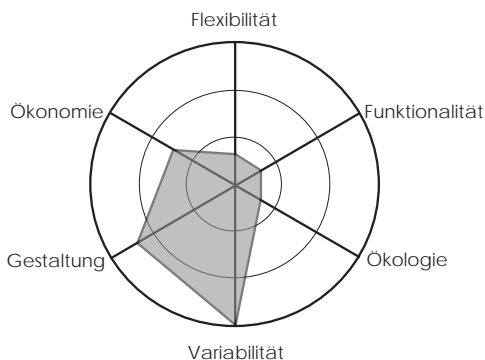


Abb.86: Sicht auf Glasfassade [Frie 07] S.26-29

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 m ²
-----	---------------------

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.



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 Umgebung 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

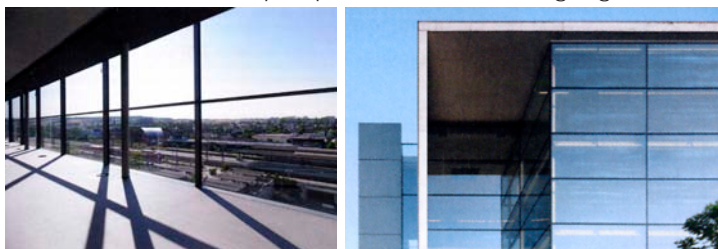


Abb.88: Innenraum [Frie 07] S.26-29
Abb.89: Fassade [Frie 07] S.26-29

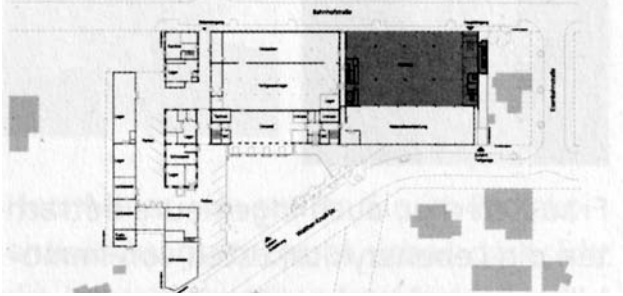
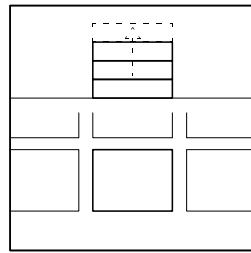


Abb.90: Lageplan [Frie 07] S.26-29

Zuluft erfolgt durch adiabate Abluftbefeuchtung: Die Luft wird durch Sprühnebel gekühlt, anschließend wird ihr Feuchtigkeit entzogen.
Durch Abluftbefeuchtung und Wärmerückgewinnung kann der elektrische Anschlusswert deutlich reduziert werden.

BAULICHER BRANDSCHUTZ

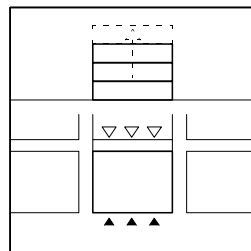
Der Komplette Bau wurde als ein einziger Brandabschnitt konzipiert.
Alle oberirdischen Geschossen sind mit Nass-Sprinkleranlage nach CEA 4001 ausgestattet; die Serverräume mit einer Inertgaslöschanlage.
Fluchtwege, Hohlraum- und Doppelböden, Technikräume und der Medienkanal sind auf Brandmeldeanlage aufgeschaltet.



→ Erweiterung

ERWEITERUNG IN DER HÖHE

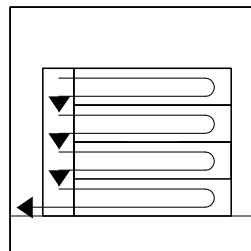
Aufgrund fehlender Erweiterungsflächen auf dem bestehenden Werksgelände werden die notwendigen Funktionsflächen übereinander zu einem Produktionsturm gestapelt. Zusätzliche Ebenen können nur durch Mehraufwand wie z.B. Vorhaltung von Tragwerksstrukturen realisiert werden.



→ Erschliessung

VERSORGUNGSBRÜCKE

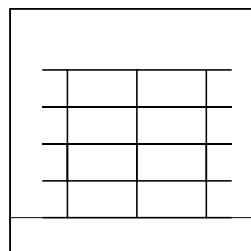
Nutzung der vorhandenen Infrastruktur zur Ver- und Entsorgung durch Anschluss an Bestandslager über Versorgungsbrücke; Externe Erschliessung durch Erschliessung auf EG Neubau frontal; Keine direkte Ver- und Entsorgung mit LKW-Laderampen vorgesehen.



→ Nutzung

GESTAPELTE FUNKTIONEN

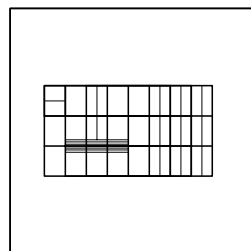
Die durch 6 Stützen strukturierten Grundrisse sind nach Funktionsart von schwer für Polsterei als Endfertigung über mittel für Vormontage und Näherei bis zu leicht für Verwaltung und Showroom übereinander gestapelt. Aufgrund der Produktgrößen haben alle Ebenen die gleiche Raumhöhe. Verbindung der Ebenen 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 Nutzungsvervariabilität; Vorhaltung der Geschossdeckenplattenstärke würde auch schwerere Maschinen in oberen Etagen zulassen.



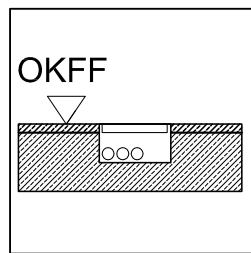
→ Fassade

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.

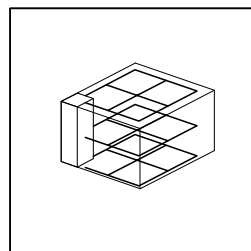
Schlussbericht Planungsleitfaden Zukunft Industriebau

Forschung an der Technischen Universität Braunschweig



→ 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

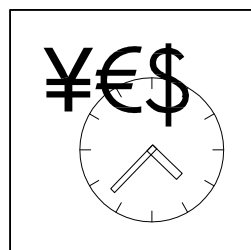
Verteilung der Haustechnik von Zentrale an Erschliessungs und Versorgungskern angelegter Haustechnikzentrale; Verteilung über vertikalen Schacht und horizontale Ausbildung von Versorgungsnetzen in Boden und Decke.



→ TGA-Konzept

AKTIVE KONDITIONIERUNG

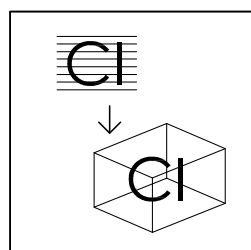
Entwurfsansatz der Nutzung regenerativer Energien; Aktive Entwurfsansätze der TGA durch mechanische Systemlösungen für Belüftung, Belichtung und Energieversorgung; Vollklimatisierung durch Bauteilaktivierung; die Geschossdecken werden als Flächenelemente im Winter zur Heizung und im Sommer zur Kühlung genutzt.



→ Effizienz

ÖKONOMISCHE EFFIZIENZ

Ausnutzung bestehender Werksstrukturen; Optimierung des Flächenverbrauchs des Werkgeländes, ökonomische Baukonstruktion aus Ort beton; 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.

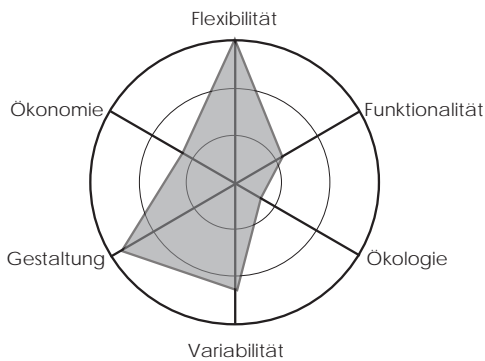


Abb.91: Kreisrundes Gebäude [Lees 09] S.34

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 m ³
BGF (Brutto Grundfläche)	2123 m ²
Bausumme in €/m ²	+580 €/ m ²

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 Feuerwehzufahrt 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.

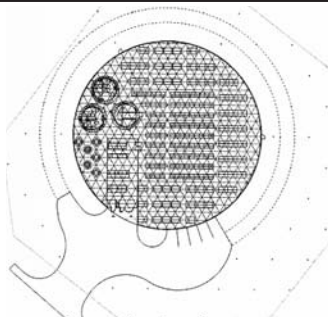


Abb.92: Lageplan [Lees 09] S.35

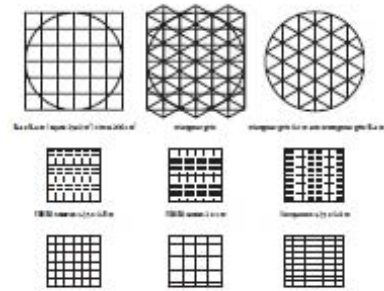


Abb.93: Flexibilität [Lees 09] S.35

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 Vertrieb 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 Kommunikationsinfrastrukturen 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 vorkommissionierten 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



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

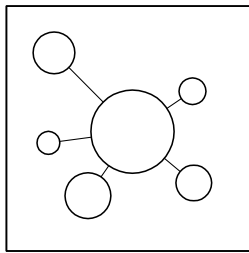
Die auf dem Dach installierte technische Gebäudeausrüstung wird durch einen ESD (electro static discharge) Boden ergänzt, der vor elektrostatischer Aufladung schützt. Eine weitere Vorgabe durch den Produktionsprozess, die Staubfreiheit, wird neben der PVC-Trennwände durch die Filter-Klimaanlage gewährleistet.

ÖBERFLÄCHEN

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

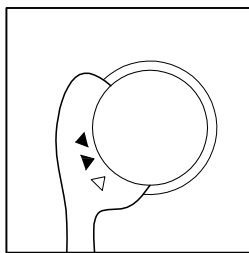
Das kreisrunde Gebäude mit einem Radius von 52 m hat durch seine Geometrie den Vorteil einen maximalen Rettungsweg von 26 m zu haben, vier in die Außenhaut gesetzte Nottüren gewährleisten das entflüchten. Rauchmelder in der Tragwerkskonstruktion.



→ Erweiterung

ERWEITERUNG SATELLITISCH

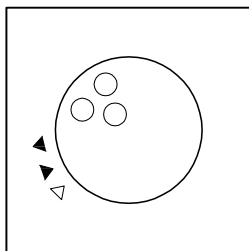
Festgelegtes Erweiterungskonzept aus Repetition von reinen Produktionsatelliten an unterschiedlichen Standorten, hier: Prototyp-Satellit in Polen, Firmenzentrale in Deutschland; Satelliten ohne direkten Bezug zur Zentrale, wo Verwaltung, Forschung und Entwicklung installiert sind, die rein virtuell kommunizieren.



→ Erschließung

STICHSTRASSE MIT SCHLEPPRADIUS

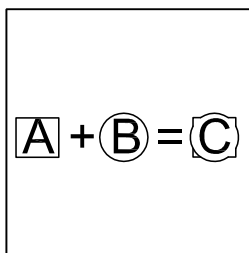
Stichstrasse zur Ver- und Entsorgung über zentral angelegten Anlieferungsbereich und Personalzugang; Ausformung der Stichstrasse mit Schleppradien zur Optimierung der Rangiermöglichkeiten für LKW; Umlaufende Feuerwehrezufahrt, versickerungsoffen.



→ Nutzung

OFFENER GRUNDRISS MIT STÜTZENRASTER

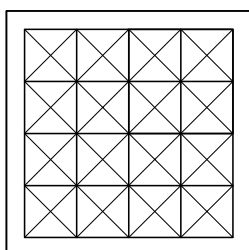
Keine direkte Flächenzuweisung; Festinstallierte Raumböden als den Produktionsraum bedienende Raumeinheiten mit Sozialräumen, Büro und Küche; Restfläche bleibt frei bespielbar und kann je nach Montageverfahren frei konfiguriert werden; Die Möblierung kann frei in den Raum gestellt werden und gibt damit die variable Flächenorganisation.



→ Nutzung

MONTAGEANLEITUNG

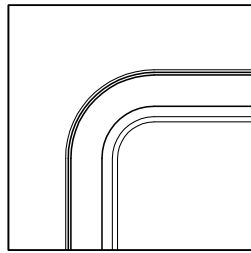
Reine Satellitenproduktionsstätte mit Forschung und Entwicklung in Firmenzentrale; Zentrale liefert Montageanleitung als vereinfachte grafische Darstellung in Piktogrammform; Produktion im Flussverfahren an Einzelplätzen.



→ Tragwerk

VORGEHALTENES TRAGWERK

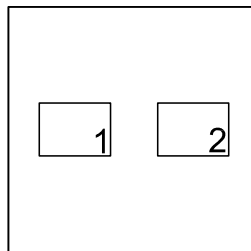
Statisch überdimensioniertes Tragwerk durch Gleichsetzung der Spannrichtungen als Vorhaltung für eventuelles Umsetzen von Stützen oder Integration von Zusatzkomponenten, hier: hexagonaler Holz-Trägerrost mit eingespannten Stahlstützen zur Erzeugung eines radialen, orthonalen und hexagonalen Grundrasters.



→ Fassade

DACH ALS FASSADE

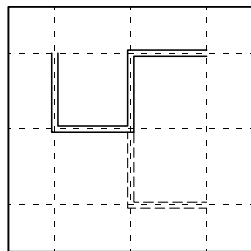
Weiterführung der Dacheindeckung in die Fassade bei Ausbildung einer wasserführenden Schicht; runde Attika damit Niederschlag von Dachhaut über Fassade in Boden abgeführt wird, hier: aluminiumkaschierte, bituminöse Dachdichtungsbahn, wärmegeklämt, an Holzständerwand mit innenseitiger Gipskartonbeplankung.



→ Ausbau

RAUMBÖDEN

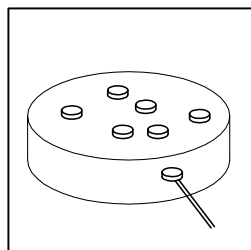
Festinstallierte Raumböden die den Produktionsraum bedienen und mit Besprechungs- und Sozialräumen innerhalb der Produktionsfläche zur Optimierung der Kommunikation und Steigerung der Variabilität des zu bespielenden Raumes dienen.



→ 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

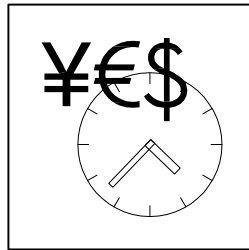
Verteilung der technischen Komponenten zur Gebäudeausrüstung oberhalb der Dachebene als Plug-In; gezielte Positionierung von Elementen möglich; Verteilung direkt unter der Decke dezentral; Wasser- und Stromanschlüsse in Hausanschlussraum innerhalb einer festinstallierten Raumböden.



→ TGA-Konzept

AKTIVE KONDITIONIERUNG

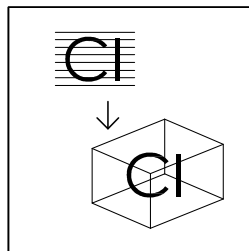
Aktive Entwurfsansätze der TGA durch mechanische Systemlösungen für Belüftung, Belichtung und Energieversorgung; Zentralsteuerung der Haustechnik zur Optimierung; Belichtung durch gleichmäßig verteilte Dachoberlichter (Öffnungsanteil 14%); Aussenraumbezug durch Panoramafenster im Pausenraum.



→ Effizienz

ÖKONOMISCHE EFFIZIENZ

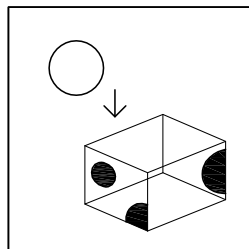
Durch Festlegung aller zukünftigen Erweiterungen mit diesem Prototypen, Einsparung von Planungszeit und Realisierungszeit durch Erfahrungsgewinn; Ausnutzung wirtschaftlich günstiger Standorte bei Optimierung des Flächenbedarfs, da Kreisform bei gleicher Grundfläche weniger Hüllfläche erzeugt.



→ 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 Grossräumlösung 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.

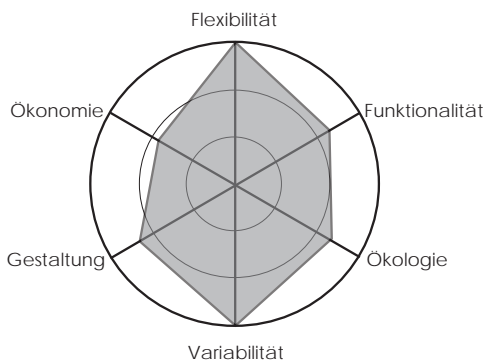


Abb.97: Gebäude in der Dämmerung [Holz 08]

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 m ³
BGF (Brutto Grundfläche)	ca. 1323 m ²
HNF (Haupt Nutzfläche)	2600 m ²

STANDORT

AREAL/MASTERPLAN

Die Großbäckerei für Peter in Essen wurde in einem stadtnahen Gewerbestandort errichtet.

Ökologisch, weil es zu großen Teilen mit recyclebaren Werkstoffen und nach neuesten Erkenntnissen der Energiekosteneinsparungsmöglichkeiten 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 offene 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.

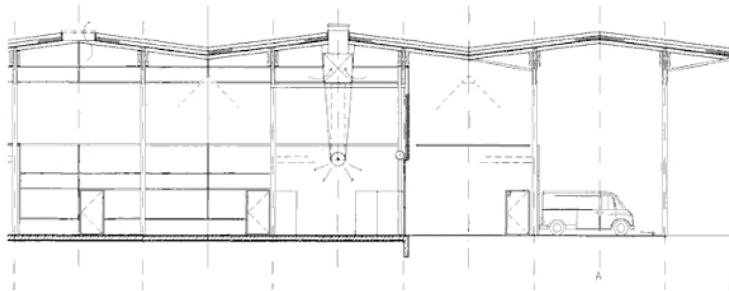


Abb.98: Schnitt [Holz 08]

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 Brettschichtholzangelen; 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 Brettschichtholzangelen 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 Brettschichtholzpfeilen 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

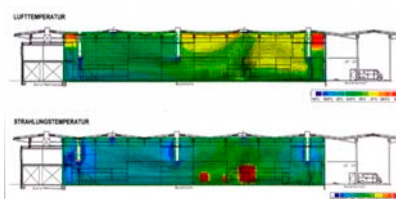
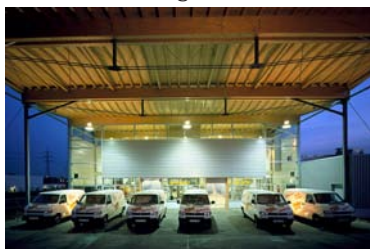


Abb.99: Vordach [Holz 08]

Abb.100: Klimasimulation [Holz 08]

Schlussbericht Planungsleitfaden Zukunft Industriebau

Forschung an der Technischen Universität Braunschweig



Abb.101: Innenraum [Holz 08]

durch Vertikalverbände, in Querrichtung durch die Rahmen.



Abb.102: Anschlusspunkt [Holz 08]

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.

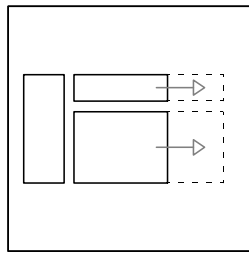
Es wurde eine besondere Belüftungs- und Beheizungsanlage eingesetzt. Diese besteht aus Zuluftanlagen mit Textilgewebe-Ausblassechläuchen, auf denen sich kein Staub ablagern kann.

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.

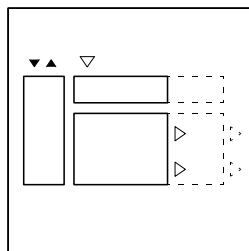
Vor den Fensterwänden angeordnete Vertikalmarkisen dienen der Verschattung.



→ Erweiterung

ERWEITERUNG SYSTEMISCH LINEAR

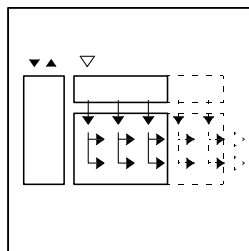
Erweiterungskonzept durch systemisch lineare Erweiterung der Hallenbauten, die als additiv flächiges Ensemble kombiniert sind; Kopfbau ohne Erweiterungsanspruch.



→ Erschliessung

RINGSTRASSE

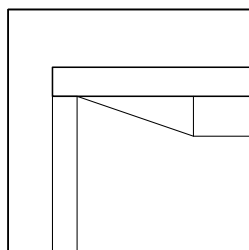
Erweiterungskonzept durch systemische, lineare Erweiterung der Hallenbauten, die als additiv flächiges Ensemble kombiniert sind; Kopfbau ohne Erweiterungsanspruch; Überdachter Warenausgang, der bei Bedarf um Fassadenkonstruktion ergänzt werden kann und zum Halleninnenraum wird.



→ Nutzung

HORIZONTALE FUNKTIONSSTREIFEN, STÜTZENFREI

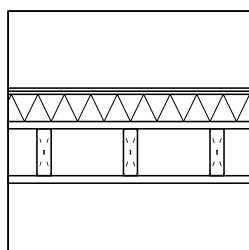
Gliederung der Flächen in längslaufenden Streifen entlang der Hallenkonstruktion; Zentrale Endproduktion in Haupthalle, die von Nebenhallen mit Lager bedient wird; Materialfluss von Lager zu Vorproduktion zu Endmontage; Verwaltungsbereich mit Sozialräumen; Kopfbau ohne Erweiterungsanspruch.



→ Tragwerk

FUNKTIONSOPTIMIERTES TRAGWERK

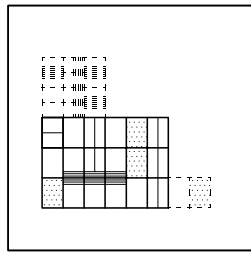
durch Stahlseile unterspannte Brett-schichtholz-Zangen auf eingespannten Stahlstützen; Reduzierung der Staubfangstellen als Anforderung an das Tragwerk durch Ausbildung von BSH-Zangen und Unterspannungen im Vergleich zu reinen Stahl-Fachwerken als Funktionsoptimierung.



→ Dach

ELEMENTIERTES DACH

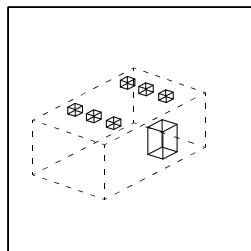
Vorgefertigte Dach-Elemente in standardisierten Abmessungen lassen unterschiedliche Gebäudekonfigurationen und Gebäudeanforderungen im Bezug zur Raumkonditionierung zu, hier: Holzrippendecken als Fertigdeckensystem mit aufgelegtem Warmdachaufbau.



→ Fassade

ELEMENTIERTE FASSADEN

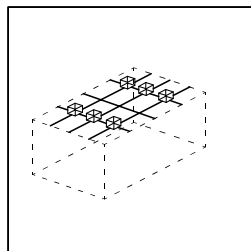
Elementierte Fassadenkonstruktionen lassen unterschiedliche Gebäudekonfigurationen und Gebäudeanforderungen im Bezug zur Raumkonditionierung zu, hier: Wechselspiel aus geschlossenen und verglasten Fassadenflächen in Pfosten-Riegel-Konstruktion an Stahlstützen des Haupttragwerkes.



→ Versorgung

DEZENTRALE VERSORGUNG

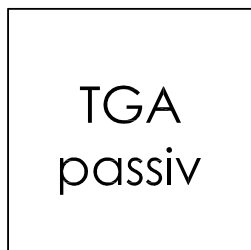
Verteilung der technischen Komponenten zur Gebäudeausrüstung oberhalb der Dachebene als Plug-In; gezielte Positionierung von Elementen möglich; Verteilung direkt unter der Decke dezentral; Wasser- und Stromanschlüsse in Hausanschlussraum innerhalb einer festinstallierten Raumbox.



→ Medienführung

VERSORGUNGSNETZ

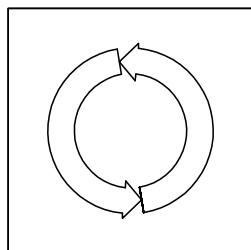
Verteilung der Lüftungs- und Stromverteilung innerhalb von Verteilungsnetzen, hier: Stromschienensystem zur variablen Positionierung der Produktionsmaschinen (Öfen).



→ TGA-Konzept

VERTEILUNG IN DER DECKE

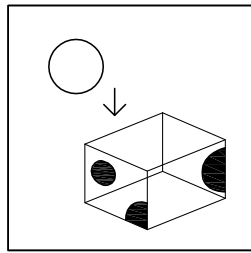
Verteilung der durch dezentrale Installationselemente zu verteilenden TGA-Komponenten innerhalb der Tragwerksebene des Daches durch Zwischenraum der Unterspannungen der Holzträger; Optimierung der Staubflächenreduktion durch aufblasbare Textil-Schläuche, die bei Nichtbedarf der Lüftung in sich zusammenfallen.



→ Effizienz

ÖKOLOGISCHE EFFIZIENZ

Erstellung eines Energiekonzeptes, Verwendung eines elementierten, recyclingfähigen Stahl-Holz-Skelettbbaus; Gezielte Vermeidung von Verbundbaustoffen, PVC-Beschichtungen und nitrogebundenen Beschichtungsmitteln als ökologische Effizienz.



→ 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.

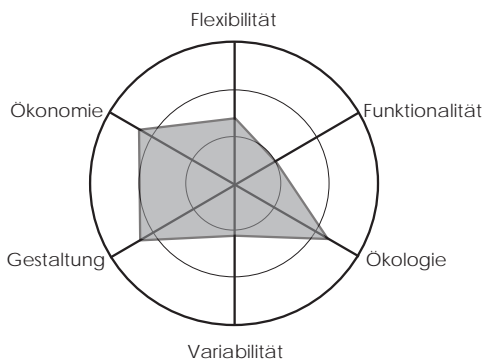


Abb.103: Außenansicht [Holz 08]

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 m ³
-------------------------	----------------------

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 im Passivhausstandard. Die nach Süden und Norden orientierten Glasflächen zwischen den Schnittkanten des Falterwerkes 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 im Passivhausstandard „auf grüner Wiese“ in unmittelbarer Nähe zum bestehenden Werksareal, von ihm getrennt durch eine Erschließungsstrasse; Erweiterungsform systemisch linear durch Repetition der linearen Tragwerkskomponenten in einer Richtung; Erweiterungsfläche als zwischengenutzte Ackerfläche vorhanden.

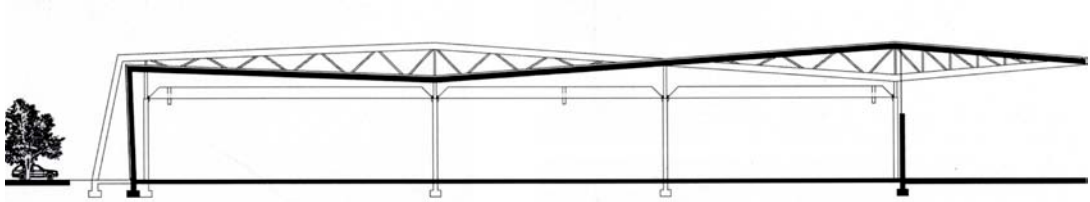


Abb.104: Längsschnitt [Holz 08]

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 Sektionalthor 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 hochwärmegeprägten 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.

Grundvoraussetzung für die minimale Energiekennzahl (Passivhausstandard) ist eine hochwärmegeprägte 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 $8 \text{ kWh/m}^2\text{a}$, 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]

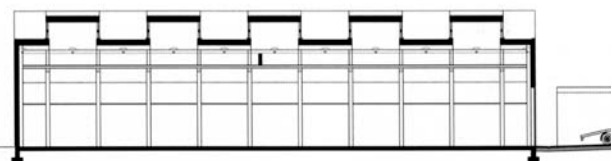


Abb.106: Querschnitt [Holz 08]

Schlussbericht **Planungsleitfaden Zukunft Industriebau**

Forschung an der Technischen Universität Braunschweig

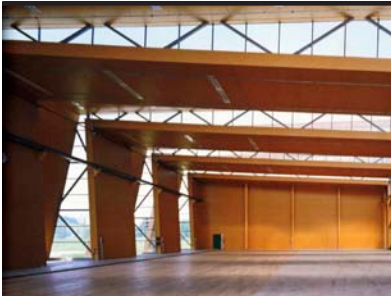


Abb.107: Innenraum [Holz 08]



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.

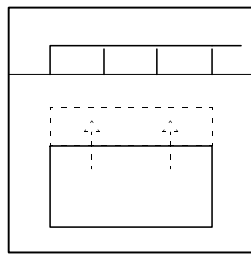
Tagsüber erwärmt sich das Gebäude über Sonneneinstrahlung und nachts wird im Sommer durch zentral gesteuertes Öffnen der Lüftungsflügel überschüssige Wärme abgegeben und die Halle natürlich gekühlt. Dieses Lüftungsverhalten sowie die betriebsbedingte Betätigung der Tore erspart eine Lüftungsanlage. Im 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.

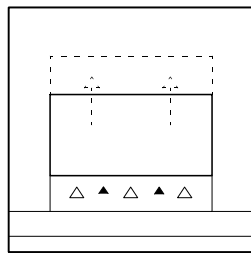
Damit sind gute Belichtungsverhältnisse mit der geringst möglichen Energiezufuhr gewährleistet.



→ Erweiterung

ERWEITERUNG SYSTEMISCH LINEAR

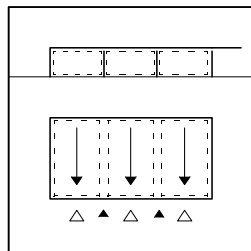
Neubau einer Produktionshalle in Passivhausstandard "auf grüner Wiese" in unmittelbarer Nähe zum bestehenden Werksareal, von ihm getrennt durch eine Erschließungsstrasse; Erweiterungsform systemisch linear durch Repetition der linearen Tragwerkskomponenten in einer Richtung; Erweiterungsfläche als zwischengenutzte Ackerfläche vorhanden.



→ Erschließung

HOF ERSCHLIESSUNG

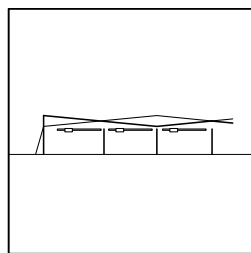
Ver- und Entsorgung über direkt an Stichstrasse anliegendem Hof, entlang der Gebäudelängsseite; Wendemöglichkeiten und temporäre Aussenlagerflächen vorhanden; Zuwegung in die Halle über Toranlagen und Türanlagen für Personal.



→ Nutzung

VERTIKALE FUNKTIONSTREIFEN

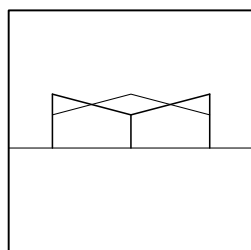
Gliederung der Flächen durch 3-schiffige Tragwerksstruktur in autarke Funktionsstreifen entlang der Schiffe; Eigenständigkeit der Funktionsstreifen durch gleiche Erschließungs- und Nutzungsauslegung.



→ Tragwerk

FALTWERK

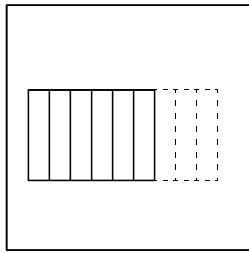
als aus Scheiben bzw. Platten zusammengesetztes räumliches Tragwerk; Ebene Tragwerksteile werden entweder nur in ihrer Ebene beansprucht (Scheibentragwirkung) oder zusätzlich auch auf Biegung beansprucht (Plattentragwirkung); Optimierung des Tragwerkes durch Anpassung an Kräfteverlauf, hier: Holz-Stahl-Fachwerkrahmen mit Plattenbelägen als Tragelement und gleichzeitigem Raumabschluss.



→ Dach

FALTDACH

Durch Faltwerk resultierende Faltdachkonstruktion aus hochgedämmten Holzsandwichen 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.



→ Fassade

ELEMENTIERTE FASSADEN

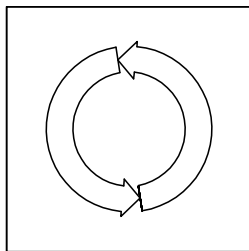
Weiterführung des Faltwerkes in Fassadenebene mit hochgedämmten Holzsandwichelementen; Dämmung aus Hobelspänen, die als Abfallprodukt bei der Produktion entstehen; Zwischenbereiche des Faltwerkes und Giebelseiten ausgefacht mit Pfosten-Riegel-Konstruktion und Ganzglasfüllung; Grosse Belichtungsfläche zur Steigerung der Wärmeeinstrahlung und Erhöhung der Behaglichkeit.



→ TGA-Konzept

PASSIVHAUSSTANDARD

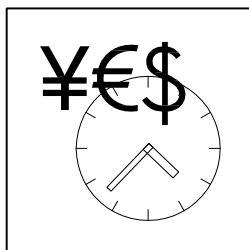
Minimale Energiekennzahlen als Anforderung durch Passivhausstandard festgelegt; Solarer Wärmeeintrag durch grosse verglaste Bereiche auf der Südseite; Durch hochgedämmte Sandwichelemente und eine zentralgesteuerte Belüftung zur Vermeidung von Überhitzung kann die geforderte Temperatur von 15°C ohne Heizungsanlage konstant gehalten werden und somit die Energiekennzahlen einhalten.



→ Effizienz

ÖKOLOGISCHE EFFIZIENZ

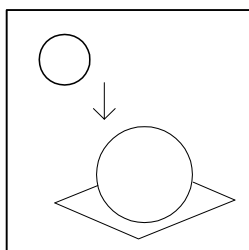
Festsetzung des Passivhausstandards als Anforderung an das Gebäude; Verwendung nachwachsender Baustoffe und die Nutzung von Produkten aus der eigenen Holzproduktion unterstreichen den ökologischen Aspekt.



→ Effizienz

ÖKONOMISCHE EFFIZIENZ

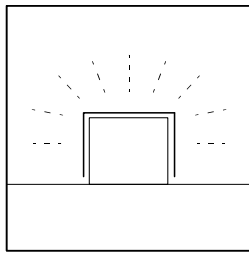
Ausnutzung bestehender Werksstrukturen; Verwendung von standardisierten, vorgefertigten Tragwerkskomponenten und Fassadenelementen verkürzt die Planungszeit, Bauzeit durch Witterungsunabhängigkeit und senkt die Baukosten; Reduzierung von Transportkosten durch Eigenproduktion der Bauteile; Hohe Wärmedämmung 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.



→ 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 Falwerk 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.

0050DOR IND_PM/FE/VS_IMA_
 WAN_RES

Dornbracht Wertschöpfungspark
 AIB agiplan Integrale Bauplanung GmbH

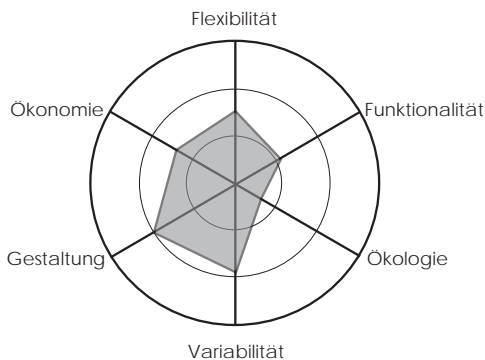


Abb.109: Wertschöpfungseinheiten [Nelle 09] S. 26

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 m ³
BGF (Brutto Grundfläche)	720 m ²
Bausumme in €/m ²	700 €/ m ²
HNF (Haupt Nutzfläche)	700 (Montage)/ 1000 (Ausstellung) / 1400 (Büro) m ²

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 genannten „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

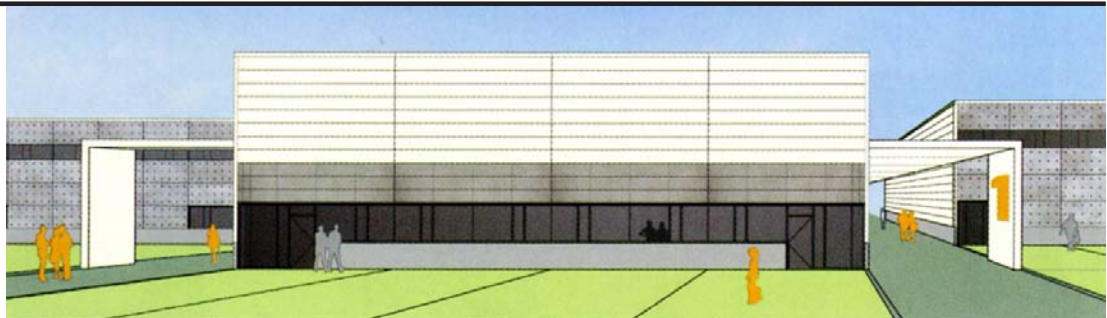


Abb.110: Ansicht [Nelle 09] S. 28

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 Verwaltungsfächen 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.

UNTERNEHMENSKULTUR

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 oberliegenden Sanitäreinheiten, der erdgeschossige Bereich ist frei mit Küchen-,



Abb.111: Grundriss [Nelle 09] S. 29



Abb.112: Lageplan [Nelle 09] S. 27

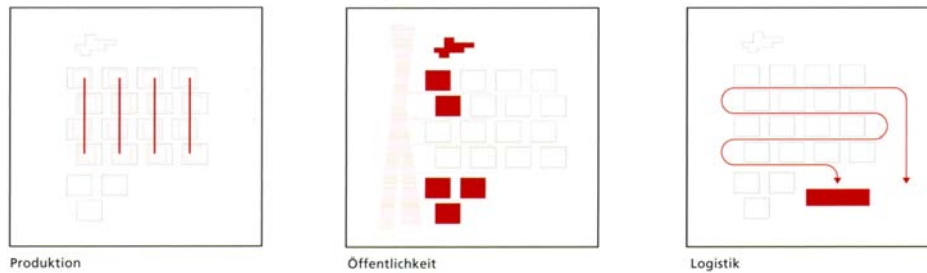


Abb.113: Vernetzung von Funktionen und Prozessen [Nelle 09] S. 29

Sozial- und Pausenräumen, Besprechungszimmern und grösseren Konferenzräumen beispielbar. 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

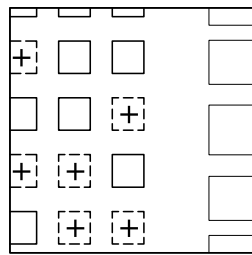
Durch Abstimmung und Auswahl von modularisierten Tragwerks- und Fassadenelementen entsteht ein Baukasten aus dem der Nutzer frei nach Anforderungsprofil das Gebäude konfigurieren und bei Bedarf neu anpassen kann.

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: Fertigteilssystem mit Auswahlmöglichkeiten von Öffnungsanteilen, Öffnungsarten und Oberflächen

TECHNISCHE GEBÄUDEAUSRÜSTUNG TGA

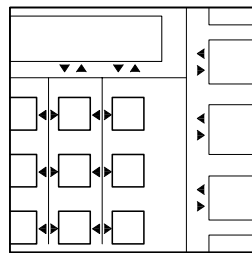
In seitlich bedienendem Funktionsriegel, Medienführung über Hallendachkonstruktion; weitere Verteilung über Stränge innerhalb der Tragstruktur; keine Vorhaltung von Installationen, bei Mehrbedarf werden die zusätzlichen Komponenten additiv installiert.



→ Erweiterung

ERWEITERUNG DURCH REPETITION

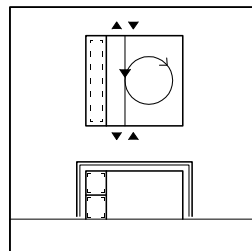
Vom Werksgelände getrennt durch eine Erschliessungsstrasse mit direktem Anschluß an Logistikzentrum; Sukzessive Erweiterung durch Repetition von Hallenmodulen; Erweiterungsfläche als Brachfläche ungenutzt, vorherige Nutzung als Parkzone für externen Dienstleister.



→ Erschliessung

WEGENETZ

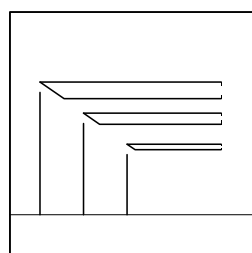
Die Einzeleinheiten des Wertschöpfungsparkes sind durch ein teilweise überdachtes Wegenetz zur Ver- und Entsorgung mit Gütern und Personal miteinander verbunden; Zusammenführung des Wegenetzes an der zentralen Logistikhalle, diese ist Bindeglied von altem und neuem Produktionsbereich; Ringförmige Feuerwehrumfahrt.



→ Nutzung

NUTZUNGSSPEZIFISCHE MODULHALLEN

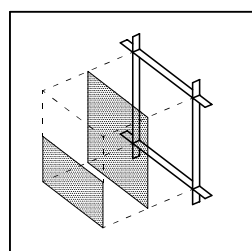
"White Cube" Hallenmodul, Vorhaltungshalle, leichte, stützenfreie Halle ohne Transportsysteme, Rastermaß 6x6 m, Spannweite 36 m; offene Grundrisskonfiguration zur variablen Nutzung als Verwaltung, Forschung, Produktion und Repräsentation, dienender 2-geschossiger Riegel mit Sanitär-, Sozial- und Haustechnikräumen.



→ Tragwerk

SYSTEMTRAGWERK

Modularisiertes Systemtragwerk mit vorgefertigten Stahlfachwerkträgern und Stahlstützen, angepasst auf das modularisierte Fassadensystem.



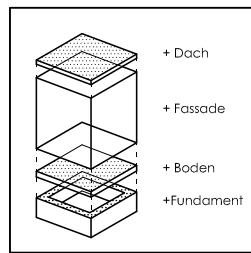
→ Fassade

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: Fertigteilssystem mit Auswahlmöglichkeiten von Öffnungsanteilen, Öffnungsarten und Oberflächen.

Schlussbericht Planungsleitfaden Zukunft Industriebau

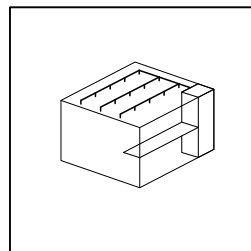
Forschung an der Technischen Universität Braunschweig



→ System

BAUKASTEN

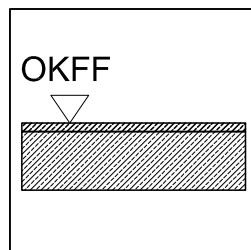
Durch Abstimmung und Auswahl von modularisierten Tragwerks- und Fassadenelementen entsteht ein Baukasten aus dem der Nutzer frei nach Anforderungsprofil das Gebäude konfigurieren und bei Bedarf neu anpassen kann.



→ Versorgung

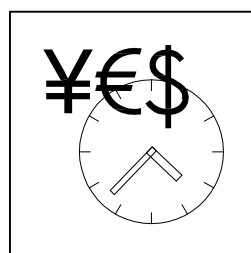
HAUSTECHNIKZENTRALE INNERHALB

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

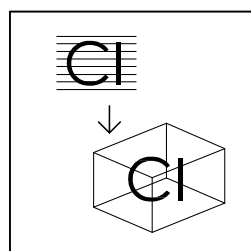
Bodenplatte aus Stahlbeton mit fugenlosem Abschluss als Industriefussboden (EP-Böden, PMMA-Böden, PU-Böden, Polyester und Venylesterböden - Anforderungen nach WHG, § 19, antistatische und leitfähige Industriefussböden); Je nach Nutzung und Anforderung mit Fachplaner zu ermitteln; Frei von Einbauten zur Förderung der Nutzungsvarianz.



→ Effizienz

ÖKONOMISCHE EFFIZIENZ

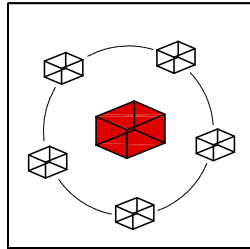
Vorgefertigtes Baukastensystem kann effizient für bestimmte Bauaufgaben bei Bedarf genutzt werden. Verkürzung der Bau- und Planungszeit mit Kosteneinsparungen. Abbau und Recycling der einzelnen Bauteile möglich, Kosteneinsparungen durch "recyclen" von Bauteilen bei intakter Funktion. Vorhaltung von Erweiterungsfläche.



→ 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.



→ 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.

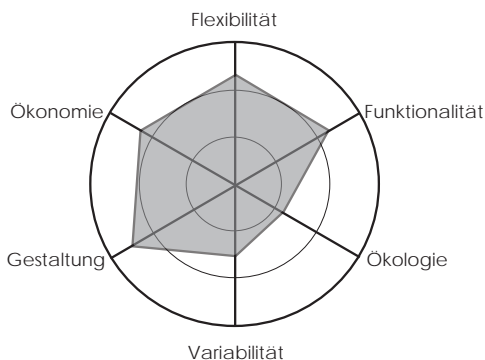


Abb.114: Wertschöpfungseinheiten [Hemp 08] S. 26

ALLGEMEIN

Baujahr	2006 - 2007
Standort	Gutenbergstraße, Wiesloch
Nutzungsart	Montage, Lager, Ausstellung, Büro
Produkt	Großformat-Druckmaschine Speedmaster XL145 und XL165
Eigentümer	Heidelberg 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 m ³
BGF (Brutto Grundfläche)	ca. 35.000 m ²

STANDORT

AREAL/MASTERPLAN

Die Heidelberg 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

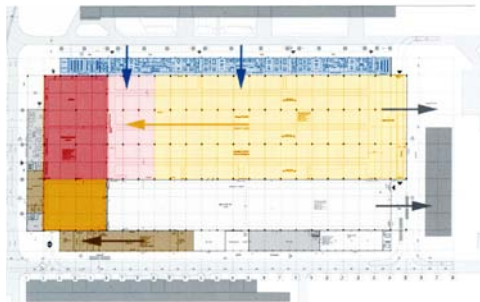


Abb.115: Grundriss [Hemp 08] S. 34



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

UNTERNEHMENSKULTUR & 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

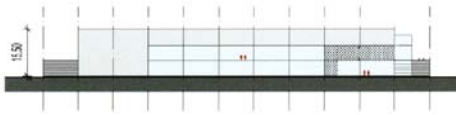


Abb.119: Ansicht Süd-West [Hemp 08] S. 12

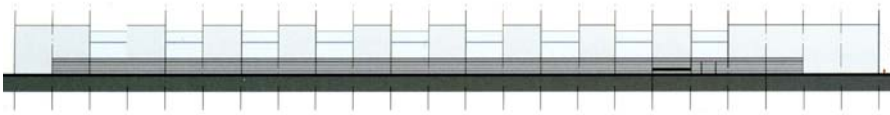


Abb.120: Ansicht Nord-West [Hemp 08] S. 12

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

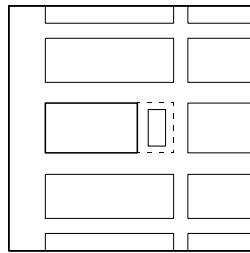
Ein fachübergreifendes Team aus Experten für Lean-Strukturen, Fabrikplanern sowie Bauplanern (Architekten, Bauingenieure, Fachingenieure) und erfahrenen Projektsteuerern entwickelten gemeinsam mit dem HDM Team (bestehend aus Betreibern und Werksplanern) die Lean-Fabrik nach den Erfordernissen der Anwendung.

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.

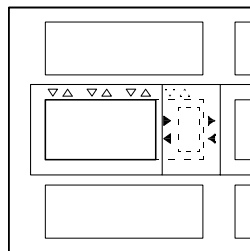
Eine lückenlose Nachverfolgung von userbezogenen Aktivitäten und die Sicherstellung von immer aktuellen Planunterlagen trugen zu einer effizienten Fabrikplanung bei. Damit konnten – verglichen mit vorangegangenen Planungen – Zeit und Kosten reduziert sowie ein hohes Maß an Qualität von der Strukturplanung bis zum Beginn der Serienproduktion (Phase 1–6) erreicht werden.



→ Standort

VOLLFLÄCHIGES BESETZEN DES GRUNDSTÜCKES

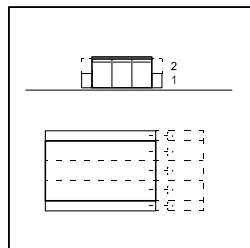
Erweiterung des Werks durch Hallenneubau auf bestehendem Restgrundstück des Werkareals; vollständige Ausnutzung des Grundstückes unter Berücksichtigung der geltenden Richtlinien und Normen; Erweiterung der Halle des zur Disposition stehenden Grundstücks; Zwischennutzung mit Lagerhalle.



→ Erschliessung

RINGSTRASSE

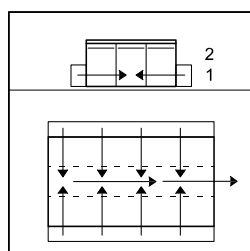
Versorgung über Wegenetz und umlaufende Ringstrasse zur Anbindung an bestehende Infrastruktur; Bei Erweiterung muss diese mit verlegt werden, da An- und Ablieferung an rückseitiger Hallenseite erfolgt; Personal: seitliche Erschliessung an Längsseite mit bedienenden Funktionsräumen.



→ Erweiterung

ERWEITERUNG SYSTEMISCH LINEAR

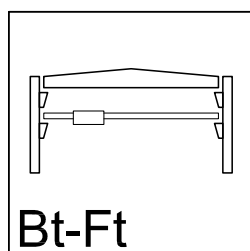
als 3-schiffige Hallenrahmenkonstruktion; Stützenraster 12x24 m; an Betonauflagern aufgesetzte Portalkrane und Kragarmkrane; Erweiterung systemisch linear durch Addition zusätzlicher Hallenrahmen; Erweiterung der Krananlage durch Verlängerung der Laufschiene auf Konsolenauflagern.



→ Nutzung

HORIZONTALE FUNKTIONSTREIFEN

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.

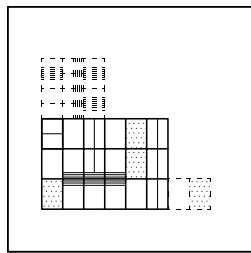


→ Komponente

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.

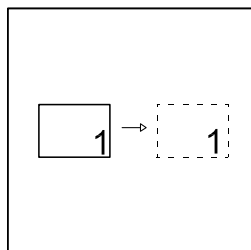
Bt-Ft



→ Fassade

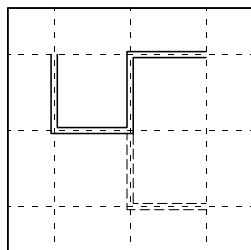
ELEMENTIERTE FASSADEN

Elementierte Fassadenkonstruktionen lassen unterschiedliche Gebäudekonfigurationen und Gebäudeanforderungen im Bezug zur Raumkonditionierung zu, hier: Pfosten-Riegel-Fassaden, Gussglasprofilfassaden, hinterlüftete Aluminiumkassettensfassaden, Betonelementfassaden.



→ Ausbau

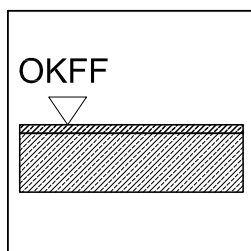
Mobile Raumboxen für Besprechungs- und Sozialräume innerhalb der Produktionsfläche zur Optimierung der Kommunikation und Steigerung der Variabilität des zu bespielenden Raumes.



→ Ausbau

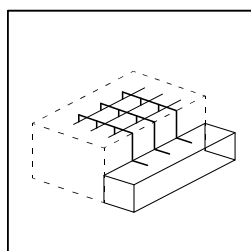
LEICHTE TEMPORÄRE FASSADENSYSTEME

Leichte Füllmaterialien, hier: Polycarbonatdoppelstegplatten an einfachen Stahlprofilen als Tragelement der Fassade; bei laufendem Betrieb versetzbar; Anpassung an Variabilität der Flächennutzung.



→ Boden

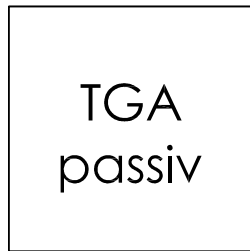
Bodenplatte aus Stahlbeton mit fugenlosem Abschluss als Industriefussboden (EP-Böden, PMMA-Böden, PU-Böden, Polyester und Venylesterböden - Anforderungen nach WHG, § 19, antistatische und leitfähige Industriefussböden); Je nach Nutzung und Anforderung mit Fachplaner zu ermitteln; 45cm Bodenplatte fördert die Variabilität, da alle Produkte des Unternehmens hier gefertigt werden können.



→ Versorgung

HAUSTECHNIKZENTRALE

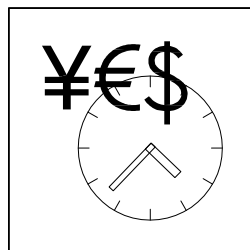
In seitlich liegendem, entkoppeltem Gebäudeteil, Medienführung über Hallendachebene, weitere Verteilung über Stränge innerhalb der Tragstruktur; Aussparung der Stahlbeton-Fertigteilbinder zur Verlegung der Medien; Vorhaltung von Zusatzaussparungen; bei Erweiterung der Halle neue Stränge von Haustechnikzentrale zur Unterstützung der Versorgung.



→ TGA-Konzept

PASSIVE KONDITIONIERUNG

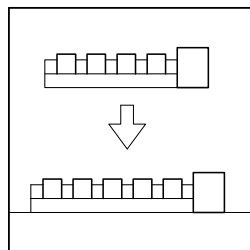
der TGA durch natürliche Belüftung, Belichtung und Nutzung regenerativer Energien; Förderung der Nachhaltigkeit durch Aktivierung von Bauteilmassen als Wärmespeicher und Wärmetauschern, hier: indirekte, blendfreie Beleuchtung der Halle durch transluzente Fassaden und Oberlichter, die als RWA-Klappen zugleich der Belüftung dienen.



→ Effizienz

ÖKONOMISCHE EFFIZIENZ

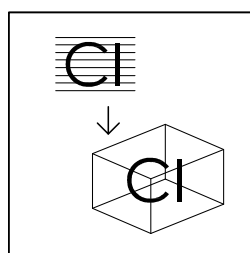
Ausnutzung bestehender Werksstrukturen, Erweiterungsflächen; Verwendung von standardisierten, vofabrizierten Tragwerkskomponenten und Fassadenelementen verkürzt die Planungszeit, Bauzeit und die Baukosten.



→ 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.

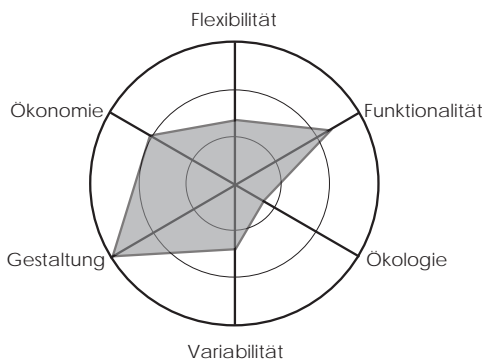


Abb.121: Frontansicht [Mess 05] S. 156

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 m ²
-----	----------------------

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 neuerschlossenen 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.

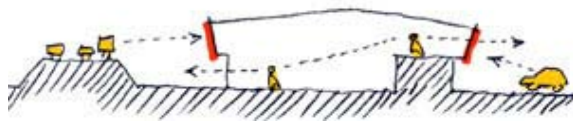


Abb.122: Schnitt-Skizze [Mess 05] S. 154



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.

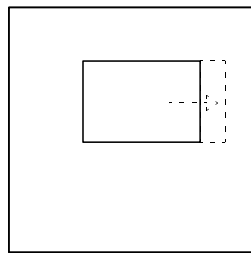
Das von Innen durchsehbare Netz wirkt von Außen wie Metall. die Ambivalenz des Materials schützt die Büroarbeitsplätze vor unangenehmer Sonneneinstrahlung.



Abb.124: Eingangssituation [Mess 05] S. 157



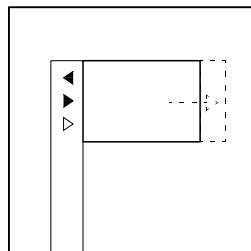
Abb.125: Produktionshalle [Mess 05] S. 159



→ Erweiterung

ERWEITERUNG SYSTEMISCH LINEAR

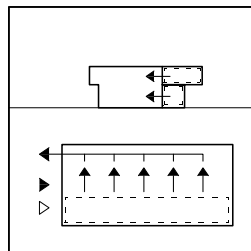
Neubau einer Produktionshalle "auf grüner Wiese" in unmittelbarer Nähe zur Autobahn in einem neuerschlossenen und noch unregelmäßig bebauten Industrieareal; Grundstück lässt max. Erweiterung um 25 m zu (Abstandsflächen); Erweiterungsform systemisch linear durch Erweiterung der linearen Tragwerkskomponenten in einer Richtung.



→ Erschließung

STICHSTRASSE

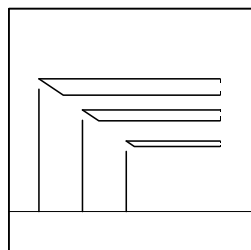
Stichstrasse zur Ver- und Entsorgung über zentral an Stirnseite angelegten Anlieferungsbereich und Personalzugang; Bei Erweiterung keine Veränderung der Zuwegung und Ver-/Entsorgung, dadurch Erweiterung bei laufendem Betrieb ohne Produktionsbeeinträchtigung möglich.



→ Nutzung

FUNKTIONSBRÜCKE

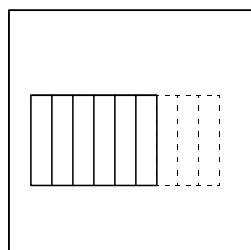
Stützenfreier zweigeschossiger Produktionsbereich mit anschließendem längsseitig liegendem eingeschossigem Lagerbereich im Erdgeschoss über dem die Verwaltung liegt, somit zweigeschossige Funktionsbrücke die die Produktion bedient; Anordnung der Brücke zur Optimierung der Kommunikation, da Produktionsfläche von allen Bereichen einsehbar.



→ Tragwerk

SYSTEMTRAGWERK

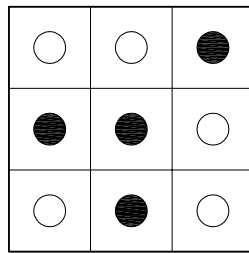
Stahltragwerk aus Fachwerkbindern und Stahlstützen; Maße und Spannweiten in Abhängigkeit des vom Unternehmen angebotenen Systems, um ökonomische Einsparungen durch das kostengünstigste System in der Ausschreibung vornehmen zu können.



→ Fassade

ELEMENTIERTE FASSADEN

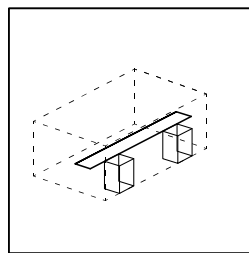
Sandwichelement-Fassade mit Systemanschlüssen und Systemelementen wie Tore/Fenster; bei Erweiterung ist die stirnseitige Fassade demontierbar und neueinsetzbar; Längsseite entlang der Verwaltung mit Pfosten-Riegel-Konstruktion und vorgesetztem Sonnenschutzscreen, der austauschbar ist (siehe Medienfassaden).



→ Fassade

MEDIENFASSADEN

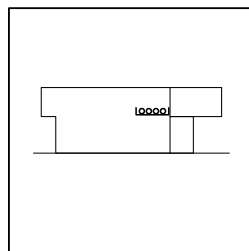
Dynamisierung der Fassadenebene durch Integration veränderbarer Medien wie Leuchten oder Bildschirme, die wechselnde Muster bzw. Mustersequenzen in die Fassade einblenden, hier: Sonnenschutzscreen als Eigenprodukt mit wechselndem, teilweise von Künstlern gestaltetem Banner das über die gesamte Gebäudelänge zu einem Schaufenster wird.



→ Versorgung

DEZENTRALE VERSORGUNG

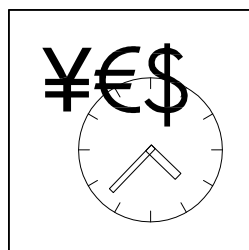
Hausanschlussräume dienen als Zentrale der Medienversorgung. Bei Erweiterung und nicht Ausreichen des Hausanschlussraumes müssen neue entlang der Versorgungsstrassen installiert werden.



→ Medienführung

TRASSESTEGE

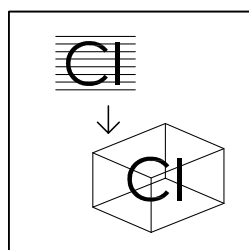
Versorgung der gesamten Produktionshalle mittels 2 den Hallenlängsseiten folgenden Trassenstegen, die offen die akut notwendigen Installationen aufnehmen; Hohe Variabilität, da diese je nach Bedarf mit wenig Aufwand aufgefüllt werden können.



→ 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.

0055IPE IND_LD_WAN

IPE Lagerhalle

Renzo Piano

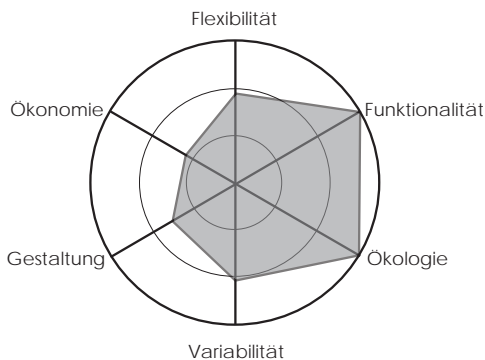


Abb.126: Fassade [Jodi 05]

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 Elementbauweise 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.

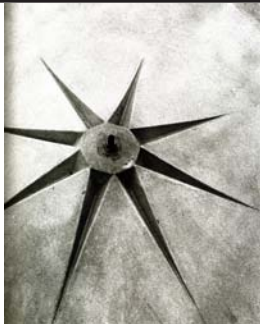


Abb.127: Detailbild [Jodi 05]

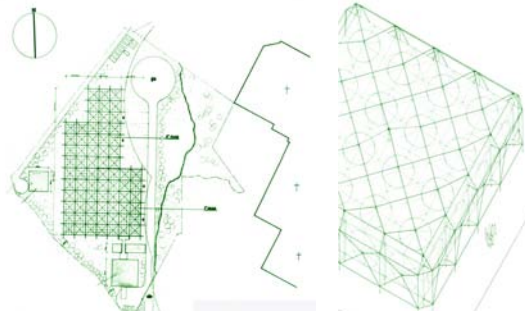


Abb.128: Zeichnungen [Jodi 05]



Abb.129: Dach [Jodi 05]

NUTZUNGSTRUKTUR

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 Nutzungsvervielfältigung durch Anordnungsflexibilität 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.

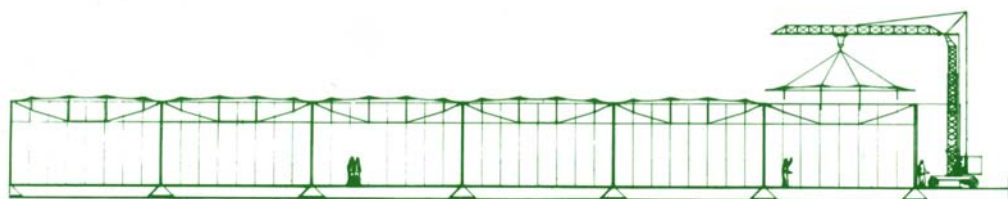
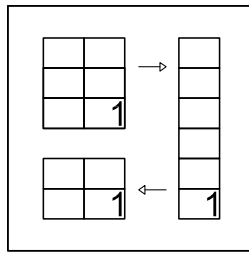


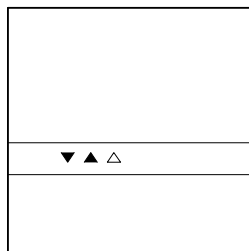
Abb.130: Schnitt [Jodi 05]



→ Erweiterung

VERLAGERUNG

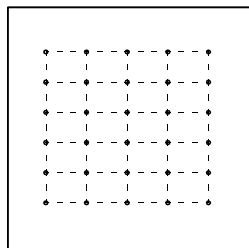
Variables, flexibles Baukastensystem als temporärer, fliegender Bau; Durch Modulbauweise sowohl leicht erweiterbar als auch reduzierbar; Verlagerungsoption der gesamten Anlage durch standardisierte Montage, hier: Wanderpavillon der an mehreren Orten in unterschiedlichen Konfigurationen aufgebaut wurde.



→ Erschliessung

VORHALTUNG DER ERSCHLIESSUNG

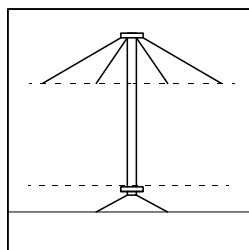
Gewährleistung der Anbindung von lokaler Infrastruktur zur Ver- und Entsorgung des Gebäudes. Prinzipiell ist jeder Standort nutzbar, lediglich die Erschliessung durch LKW muss gewährleistet sein.



→ Nutzung

OFFENER GRUNDRISS MIT STÜTZENRASTER

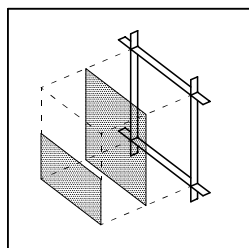
Keine direkte Flächenzuweisung für bestimmte Nutzungen; Stützenraster der einzelnen Module bestimmen den Raum der Lagerhalle; Steigerung der Nutzungsvervielfältigung durch Anordnungsflexibilität der Module.



→ Tragwerk

SYSTEMTRAGWERK ABGEHÄNGT

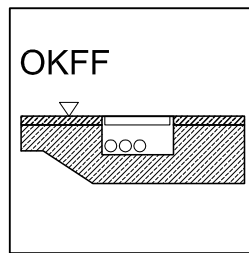
Modularisiertes aussenliegendes Systemtragwerk mit vorgefertigten, durch Spreizfüsse eingespannte Maststützen mit Seilabspannungen zur Abhängung der Fassadenelemente und Auflagerkonsolen für Fussbodenkonstruktion; angepasst auf das modularisierte Fassadensystem.



→ Fassade

MODULARISIERTE FASSADEN

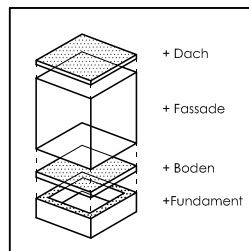
Vorgefertigte Fassaden-Module in bestimmtem, dem Rastermaß angepassten Abmessungen zum direkten Einbau auf das Primärtragwerk inkl. aller definierten Anforderungen an die Fassade, hier: Fertigteilsystem für Dach und Fassade aus Polyestersegmenten mit Faserverstärkungen an Abhängungspunkten; Standardisierte Verbindungsmittel.



→ Boden

MODULARISIERTE BODENKONSTRUKTION

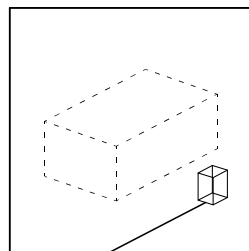
Vorgefertigte Boden-Module in bestimmtem, dem Rastermaß angepassten Abmessungen zum direkten Einbau auf die Auflagerkonsolen des Primärtragwerks; Boden-Module mit eingelassenen Bodenkanälen zur Medienversorgung.



→ System

BAUKASTEN

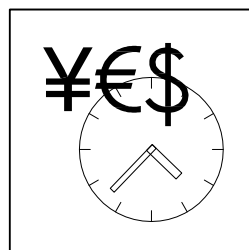
Durch Abstimmung und Auswahl von modularisierten Tragwerks- und Fassadenelementen entsteht ein Baukasten aus dem der Nutzer frei nach Anforderungsprofil das Gebäude konfigurieren und bei Bedarf neu anpassen kann.



→ Versorgung

EXTERNE VERSORGUNG

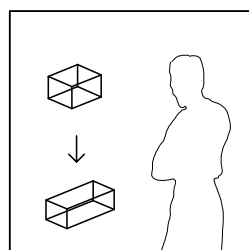
Nutzung als reine Lagerhalle, dadurch minimale Anforderungen an Medienversorgung und Konditionierung des Innenraumes; Verteilung der wenigen technischen Komponenten zur Gebäudeausrüstung innerhalb der Bodenkanäle; Wasser- und Stromanschlüsse in separaten bedienendem Gebäudeteil als Container-Box.



→ 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.

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	0017 APL	[Adam 04], S. 156-157 [Perr 99], S.284–295 [Perr 00], [Perr 01]
0002 KAU	[Schw 02], S. 45-48 [Adam 04], S. 74-77 [Nagl 01], S. 440-445	0019 THO	[Adam 04], S. 172-175 [Pian 92], S. 56–58 [Pian 93], S. 593–597
0003 USM	[Hall 89] [Adam 04], S. 30-32 [Müll 04], S.436-439	0032 PRO	[Rack 08], S. 28-31
0004 ERC	[Schn 04], S. 338-348 [Adam 04], S. 68-69	0040 MON	[Rau 07], S. 07 [Arch 09] [Uffe 09] S. 88-91
0005 FAR	[Adam 04], S. 72-73 [Carg 00], S. 322-325	0041 BAS	[Dam 06] [Nagl 05] S. 1438-1443 [Arch 10]
0007 GIR	[Inge 03], S. 956-972 [Adam 04], S. 136-137 [Dete 05]	0042 WAL	[Frie 07], S. 26-29 [Benz 07], S. 10- 15
0009 MOR	[Dijk 99] [Adam 04], S. 94-95 [Schu 90], S.64-71	0043 FRA	[Lees 09], S. 30-35 [Ruby 07] S. 12-17
0010 WIL	Bauwelt, 27/1993 [Herz 94], S. 45-50 [Herz 93], S. 700–704 [Adam 04], S. 102-103	0044 GRO	[Holz 08], S. 158-161 [Holz 06]
0015 MPD	[Adam 04], S. 134-135 [Baum 06] [Uffe 09] S. 78-81	0046 OBE	[Holz 08], S. 178-183 [Holz 06] S. 86-89
0016 REN	[Adam 04], S. 90-91 [Schu 86] S.36-43 [Fost 91] [Abe 07]	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

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

Schlussbericht **Planungsleitfaden Zukunft Industriebau**

Forschung an der Technischen Universität Braunschweig

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

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