

F 2892

Reinhold Rauh, Martin Ferger, Nicole Gollenbeck-Sunke,
Philipp Konstantin Krüger, Gero Weitz

Organisationsmodelle und vertragliche Anreizsysteme zur Verbesserung der Bauqualität bei der Ausführung schlüsselfertiger Baumaßnahmen

F 2892

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

2014

ISBN 978-3-8167-9251-2

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

Bitte beachten:

Fehlende Seiten sind **Leerseiten**,
die bei Erstellung
der PDF-Datei für den Download nicht
berücksichtigt wurden

Fraunhofer IRB Verlag

Abschlussbericht zum Forschungsvorhaben

**Organisationsmodelle und vertragliche Anreizsysteme zur
Verbesserung der Bauqualität bei der Ausführung
schlüsselfertiger Baumaßnahmen**

Kurztitel: QS-Organisationsmodelle im SF-Bau.

Wissenschaftliche Leitung: Prof. Dr.-Ing. Reinhold Rauh
Wiss. Mitarbeiter: Dipl.-Ing. Martin Ferger
Dr.-Ing. Dipl.-Kffr. Nicole Gollenbeck-Sunke
Dipl.-Ing. Philipp Konstantin Krüger
Gero Weitz, Bauingenieur (M.Sc.)

Forschungsstelle: Universität Siegen – Fakultät IV
LuFG Baubetrieb und Bau-Projektmanagement
Paul-Bonatz-Str. 9 - 11, 57068 Siegen

Der Forschungsbericht wurde mit Mitteln der Forschungsinitiative Zukunft Bau des Bundesinstitutes für Bau-, Stadt- und Raumforschung gefördert.

Aktenzeichen des Forschungsprojekts: Az: SF – 10.08.18.7-09.12 / II 3 – F20-09-009.

Die Verantwortung für den Inhalt des Berichts liegt beim Autor.

Siegen, 20.12.2013

Danksagung

Dem vom Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (BBR) zur Beratung der forschenden Stelle eingesetzten Beratergremium gehörten an:

- Herr Dipl.-Ing. Guido Hagel,
Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung, Bonn,
- Herr Prof. Dr.-Ing. Manfred Helmus,
Lehrstuhl für Baubetrieb und Bauwirtschaft, Bergische Universität Wuppertal,
- Herr Dipl.-Ing. Rolf Scharmann,
Johann Augel - Bauunternehmung GmbH, Weibern,
- Herr Dr. Helmut Weingarten,
Kanzlei Hecker-Werner-Himmelreich & Partner, Köln.

Die Forschungsstelle dankt den Mitgliedern des Beratergremiums für ihre wichtigen fachlichen Hinweise und die intensiven Diskussionen.

Ebenso wird den Unterstützern aus der Privatwirtschaft gedankt, die durch ihre Mitwirkung und auch finanzielle Unterstützung das Projekt ermöglicht haben. Zu diesen Industriepartnern zählen maßgeblich die TÜV SÜD Industrie Service GmbH, Geschäftsfeld Bautechnik, München, die Rechtsanwaltskanzlei Kapellmann und Partner aus Düsseldorf sowie die Runkel Hochbau GmbH aus Siegen.

Inhaltsverzeichnis

Danksagung	III
Abkürzungsverzeichnis	VII
1 Einführung	1
1.1 Anlass des Forschungsprojekts	1
1.2 Inhaltliche Konzeption und Zielsetzung	4
1.3 Begriffe	8
2 Umfrage zur Anwendung von Qualitätsmaßnahmen	11
2.1 Hinweise zur Organisation und Zielsetzung der Umfrage	11
2.2 An der Umfrage beteiligte Unternehmen	11
2.3 Qualitätsstandards	12
2.4 Erwartungen an den Nutzen eines QM-Systems	13
2.5 Technische Qualitätsdokumentation	15
2.6 Mängelkosten	17
2.7 Qualitätsanreize	19
2.8 Fazit	22
3 Anreizsystem zur Verbesserung der Bauqualität	23
3.1 Wissenschaftlicher Kontext zur Entwicklung eines Anreizsystems	23
3.2 Anreizsysteme in der Bauwirtschaft	26
3.3 Konzeption eines Anreizsystems zur Verbesserung der Bauqualität	29
3.4 Elemente des Qualitäts-Anreizsystems	32
3.4.1 Qualitätsmessinstrument	33
3.4.2 Belohnungsfunktion	33
3.4.3 Qualitätsvertrag	38
4 Auswahl bewertungsrelevanter Objekte eines Qualitätssystems	39
4.1 Untersuchungen zur Häufigkeit von Fehlern, Mängeln und Schäden an Bauleistungen	40
4.1.1 Mängelanalysen von Praxisprojekten	40
4.1.2 Untersuchungen zur Häufigkeit von Baumängeln und Schäden aus Wissenschaft und Literatur	48
4.1.3 Vergleich und Gesamtbewertung	55

4.2	Bauleistungen mit erhöhtem Haftungsrisiko für die Bauüberwachung	59
4.2.1	Grundlagen	59
4.2.2	Datenbanken mit Baurechtsurteilen	60
4.2.3	Baurechtsurteile zur Haftung bei der Bauüberwachung	63
4.2.4	Bewertung: Bauleistungen mit erhöhten Haftungsrisiko für die Bauüberwachung	65
4.3	Qualitätsrelevante Leistungen zur Sicherheit und zum Gesundheitsschutz auf Baustellen	67
4.4	Ermittlung qualitätskritischer Leistungen mit der Fehlermöglichkeits- und Einflussanalyse (FMEA)	70
4.4.1	Grundlagen und Ansatz	70
4.4.2	FMEA-Methode	73
4.4.3	Bewertung	83
4.5	Qualitätsbewertung mit dem Quality Function Deployment (QFD)	84
4.5.1	Grundlagen und Ansatz	84
4.5.2	QFD-Methode	84
4.5.3	Bewertung	87
4.6	Empfehlungen zur Festlegung der bewertungsrelevanten Objekte eines Qualitätssystems	88
5	Softwarelösungen im Mängelmanagement (Marktanalyse)	91
5.1	Grundkonzeption von Mängelmanagementprogrammen	91
5.2	Kurzbeschreibung der analysierten Mängelmanagementprogramme	94
5.3	Leistungsmerkmale von Mängelmanagementprogrammen	97
5.4	Fazit	101
6	Bewertungsmodell der Bauqualität	103
6.1	Qualitätszahlen	104
6.2	Defizitwert	105
6.3	Projektbezogene Normierung	110
6.4	Normierter Defizitwert des Gesamtprojekts	111
6.5	Testfälle zur Validierung der Qualitätszahl	113
6.5.1	Testfälle zur Überprüfung der Projektnormierung (Fälle A-1 bis A-4)	113
6.5.2	Testfälle zur Überprüfung des Einflusses der Gewichtungsfaktoren der Funktionskomplexe (Fälle B-1 bis B-3)	116
6.6	Beispielhafte Auswertung mit dem QZ-Formular	119

7	Entwicklung einer Datenbank zur Qualitätsbewertung	121
7.1	Vorgehen bei der Datenbankentwicklung	122
7.2	Erfassung und Analyse des Informationsbedarfs	123
7.3	Konzeptionelles Datenbankmodell	124
7.4	Relationales Datenbankmodell	128
7.5	Implementierung der Datenbankanwendung	132
7.6	Defizitdokumentationen und Projektanalyse	144
7.6.1	Defizitdokumentation	144
7.6.2	Ergebnisse der Berechnungsfälle	147
8	Höhe der Qualitätsprämie	153
9	Vertragliche Regelungen eines qualitätsbezogenen Prämiensystems	157
9.1	Vertragliche Regelungen zur Anwendung des Qualitäts-Prämiensystems (Qualitätsvertrag)	158
9.2	Sachverständigenvertrag	167
10	Anwendung des Qualitäts-Anreizsystems (Organisationskonzept)	171
10.1	Voraussetzungen für die Anwendung des Qualitätssystems	171
10.2	Organisation des Qualitäts-Prämiensystems	173
11	Zusammenfassung / Fazit	181
	Abbildungsverzeichnis	185
	Tabellenverzeichnis	189
	Literaturverzeichnis	185
	Glossar	195
	Anlagen	

Abkürzungsverzeichnis:

aaRdT	allgemein anerkannte Regeln der Technik
AD	Aufnahmedichte
AG	Auftraggeber
AMS Bau	Arbeitsschutzmanagementsystem der BG BAU
AN	Auftragnehmer
bbgl	baubegleitend
BBR	Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung
BGB	Bürgerliches Gesetzbuch
BGH	Bundesgerichtshof
BH	Bauherr
BKI	Baukosteninformationszentrum Deutscher Architektenkammern
bQÜ	baubegleitende Qualitätsüberwachung
BRI	Bruttorauminhalt
DB	Datenbank
DBMS	Datenbankmanagementsystem
EMAS	Eco-Management and Audit Scheme
eQ-track	elektronischen Qualitätsverfolgung (Datenbankanwendung)
ERD	Entity-Relationship-Diagram
ERM	Entity-Relationship-Modell
FMEA	Fehlermöglichkeits- und Einflussanalyse
GMP	Garantierter Maximalpreis
g	Gewichtung der Funktionskomplexe
IBF	Institut für Bauschadensforschung
IEMB	Institut für Erhaltung und Modernisierung von Bauwerken e.V. an der TU Berlin
IFB	Institut für Bauvorsuchung e.V.
KMU	kleine und mittlere Unternehmen
KW	Kalenderwoche
ltd.	leitend
N	Normierungswert
n	Optionssumme der betroffenen Funktionskomplexe
OLG	Oberlandesgericht
PPP	Public Private Partnership
PW	Projektwochen
QA	Qualitätsaufnahme
QFD	Quality Function Deployment
QKZ	Qualitätskennzahl
QM	Qualitätsmanagement
QMI	Qualitätsmessinstrument

QRK	Qualitätsregelkarte
QS	Qualitätssicherung
QÜ	Qualitätsüberwachung
QV	Qualitätsvertrag
QZ	Qualitätszahl
RDM	Relationales Datenbankmodell
RdT	Regeln der Technik
RFID	Radio frequency identification
RPZ	Risiko-Prioritätszahlen
SF-Bau	Schlüsselfertigbau
sog.	so genannte
SPC	statistical process control / statistische Prozesssteuerung;
SQL	Structured Query Language
STLB	Standardleistungsbuch
TGA	Technische Gebäudeausrüstung
u. U.	unter Umständen
VBA	Visual Basic for Application
VOB	Vergabe- und Vertragsordnungen von Bauleistungen
Wdh	Wiederholung

1 Einführung

1.1 Anlass des Forschungsprojekts

National und auch international genießt die deutsche Bauwirtschaft einen hervorragenden Ruf. Dies gilt in bautechnischer Hinsicht, aber auch bez. des Leistungsprofils der Unternehmen, die neben klassischen Bautätigkeiten auch Leistungen zur Entwicklung und zum Betrieb von Immobilien erbringen. Der hohe technische und organisatorische Anspruch der in Deutschland realisierten Baumaßnahmen steht allerdings in gewissem Widerspruch zu der in der Öffentlichkeit weit verbreiteten Meinung zur Qualität in der Bauwirtschaft und dem geschäftsethischen Verhalten. Nicht selten assoziiert man die Geschäftstätigkeit mit Schwarzarbeit, Korruption, schlechter Beratung und niedriger Qualität (Abb. 1.1-1).

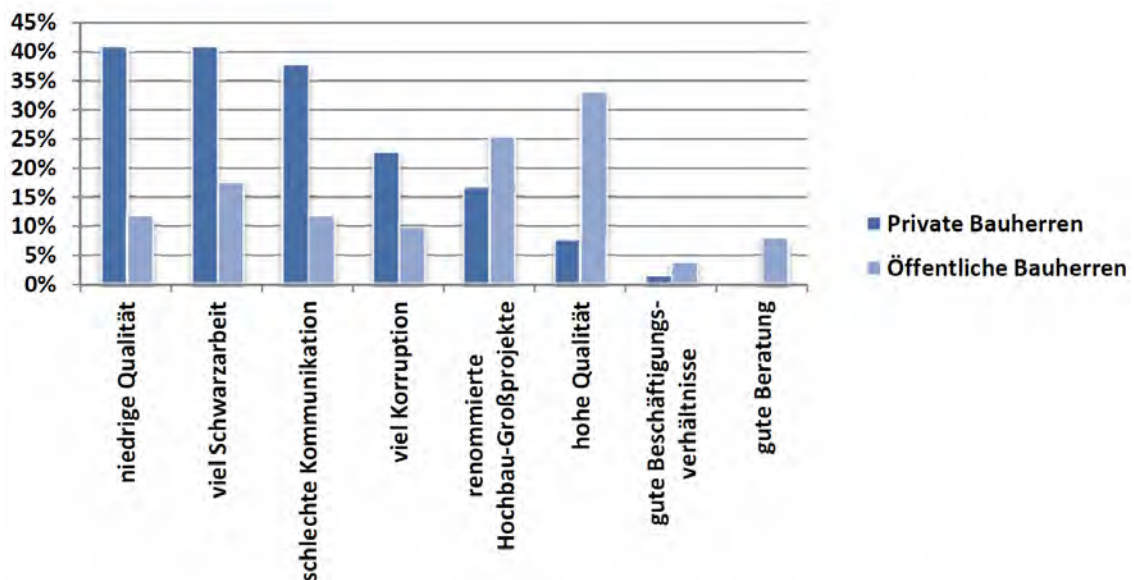


Abb. 1.1-1: Assoziation der Bevölkerung zur Bauwirtschaft
[aus (Helmus und Offergeld 2011)]

Speziell private Bauherren ohne professionelle Baukenntnisse beurteilen die Qualität der erbrachten Bauleistungen sehr negativ. Die Bauwirtschaft bemüht sich zwar diesem Eindruck entgegen zu wirken, ist jedoch in einer defensiven Position. Letzteres kann man dadurch erklären, dass die Handlungen der Unternehmen auf dem Gebiet des Qualitätswesens weitgehend auf die Erfüllung von Mindestanforderungen fokussiert sind. Qualitätszusagen (Garantien), die über die Normen oder die allgemeinen Vertragsbedingungen für Bauleistungen hinausgehen, werden äußerst selten gemacht.

Anders in der stationären Industrie, in der die Produktqualität ein wesentlicher Wettbewerbsfaktor ist und in vielen Fällen mit konkreten Leistungszusagen der Hersteller ver-

bunden wird. Beispielsweise bietet der Automobilhersteller KIA-Motors für seine Produkte eine 7-jährige Herstellergarantie¹. Eine solch lange Garantzeit ist Ausdruck einer sehr effektiven Qualitätssicherung in der Produktion; ansonsten wäre eine solche Garantie unternehmerisch nicht zu vertreten.

In der Bauwirtschaft stellt der Preis den bestimmenden Wettbewerbsfaktor dar; die Qualität steht im Hintergrund bzw. wird unter Bezug auf die zahlreichen technischen Normen als selbstverständlich angesehen.

Von „Bauleuten“ werden Vergleiche mit der stationären Industrie meist abgelehnt; man verweist dann auf die vollständig anderen Produktionsverhältnisse, die u.a. in folgenden Bedingungen bestehen:

- Unikatfertigung mit entsprechenden Entwicklungs- und Produktionsrisiken
- kurze Planungszeiten
- Änderungen der Planung während der Bauausführung
- Trennung von Planung und Ausführung (Schnittstellenrisiken)
- kurze Zeiten für Arbeitsvorbereitung bzw. Bauorganisation
- hoher Anteil manueller Bautätigkeiten
- geringere Homogenität der Stoffe (i.V. zur stationären Industrie)
- ungünstige Witterungsverhältnisse bei der Baustellenproduktion
- wechselnde Zusammensetzung der an einem Bauprojekt Beteiligten

Häufig wird die Auffassung vertreten, dass ein Vergleich der Fehlerquoten von Leistungen bzw. Produkten der stationären Industrie und der Bauwirtschaft wegen der Unterschiede der Bedingungen nicht möglich sei. Diesem Einwand muss man grundsätzlich zustimmen. Allerdings darf dies nicht dazu führen, dass man die intensive Anwendung von Qualitätsmaßnahmen - so wie in der stationären Industrie - für die Bauwirtschaft ablehnt. Das Gegenteil sollte der Fall sein. Da die Bedingungen der Produktion in der Bauwirtschaft erschwert sind, müssen Qualitätsmaßnahmen hier umso intensiver praktiziert werden. Soweit für die Baustellenproduktion geeignete Qualitätsmethoden nicht existieren, müssen diese entwickelt werden. Durch diese Forderungen ergibt sich ein breites Forschungs- und Entwicklungsfeld für die Anwendung in der Bauwirtschaft. Die Bemühungen auf dem Gebiet der Qualitätssicherung müssen verstärkt werden, denn nur so kann man den Anforderungen der Auftraggeber einer Baumaßnahme entsprechen, die für ihr langfristig zu nutzendes Investitionsgut eine hohe und sichere Bauqualität erwarten. Dieser Weg eröffnet den Baufirmen gleichzeitig die Möglichkeit von dem derzeit bestehenden Preiswettbewerb zu einem Leistungswettbewerb zu kommen.

¹ http://www.kia-presse.de/press/unternehmen/13_01_11_pm%20kia-kampagne%20zum%20jahresstart%202013.aspx

In der Vergangenheit wurden in vielen Unternehmen der Bauwirtschaft Qualitätsmanagementsysteme nach DIN ISO 9001 eingeführt.²⁾ Diese Systeme sind allerdings vorwiegend auf den Bereich der organisatorischen Rahmenbedingungen ausgerichtet. Es handelt sich also mehr um die „Qualität des Managements“ als das „Management der Qualität“. Im primären Interesse der Auftraggeber steht jedoch die Qualität des Produkts nicht die der Organisation oder des Managements. Das Qualitätsmanagement im Sinne der DIN ISO 9001 kann daher nur ein Baustein auf dem Gebiet des Qualitätswesens sein. Die schwierigen Bedingungen bei der Abwicklung von Baumaßnahmen erfordern Qualitätsmaßnahmen, die alle Bereiche durchdringen - Organisation, Planung und Ausführung. In allen Bereichen muss das Fehlerpotenzial verringert und Leistungen bzw. Produkte hinsichtlich der Erfüllung der gestellten Anforderungen kontrolliert werden. Für diese Aufgaben gibt es zahlreiche Methoden und Instrumente, die größtenteils in der Industrie entwickelt wurden:

- a) **Qualitätsplanung und Qualitätsmanagement**
(z.B.: Total Quality Management, Qualitätscontrolling, Design Reviews, Fehler-Möglichkeiten- und Einflussanalysen, Six-Sigma-Anwendungen u.a.)
- b) **Konstruktiv-verfahrenstechnische Qualitätsmaßnahmen**
(z.B.: Verwendung vorgefertigter Bauelemente, automatisierte Bauteilidentifikation und Systemprüfungen mittels RFID³, Bauwerksmonitoring u.a.)
- c) **Integrierte Planungstechniken**
(z.B.: Building Information Modelling, Logistiksysteme⁴ u.a.)
- d) **Maßnahmen der Mitarbeiterqualifikation**
- e) **Maßnahmen der Motivationsförderung**
(z.B. Qualitätsprämien, Bonussystem für Verbesserungsvorschläge u.a.)

Man muss leider feststellen, dass eine systematische Anwendung der Qualitätsinstrumente bei der Entwicklung und Ausführung von Baumaßnahmen nur selten erfolgt. Obwohl es hierfür keine wissenschaftlich gesicherten Belege gibt, werden die bestehenden Qualitätsmethoden von der Bauwirtschaft größtenteils als nicht geeignet angesehen. Man verlässt sich deswegen mehr auf das persönliche Erfahrungswissen und die Motivation der Mitarbeiter, besonders der für die Bauausführung verantwortlichen Bauleiter.⁵⁾ Dieser Ansatz ist allerdings mit erheblichen Qualitätsrisiken verbunden und trägt zu den bekannten Qualitätsproblemen der Bauproduktion bei.

Die ungenügende Akzeptanz der Qualitätsmethoden in der Bauwirtschaft erfordert es sicherlich, branchenangepasste, operativ wirksame Instrumente der Qualitätssicherung

² Anlass für eine QM-Zertifizierung war vielfach das sog. Managementurteil des BGH 12.3.1992 (VII ZR 334/90) nach dem bei gravierenden, augenfälligen Mängeln an wichtigen Bauleistungen auf eine Verletzung der Aufsichtspflicht (Organisationsverschulden) des Unternehmers geschlossen werden kann.

³ Klaubert 2011

⁴ Heißing 2009

⁵ Giesa 2010

zu entwickeln. Wie in der stationären Industrie muss dabei die Planung der Qualität als eigenständige Aufgabe verstanden werden. Dazu gehört auch der Aspekt der Motivation: Gute Qualität muss sich lohnen. Unter Berücksichtigung dieses Leitsatzes wird im Rahmen des Forschungsvorhabens ein neuartiges Qualitätssystem zur kooperativen Anwendung von Auftraggeber und Auftragnehmer entwickelt.

1.2 Inhaltliche Konzeption und Zielsetzung

Die Errichtung funktionsbereiter baulicher Anlagen als komplexe Einheit wird als „Schlüsselfertigbau“ (SF-Bau) bezeichnet.⁶ In der klassischen Ausprägung dieser Form der Bauorganisation übernimmt ein sog. Generalunternehmer als „Gesamt-Auftragnehmer“ die Ausführung aller Gewerkeleistungen. Häufig gehören zum Auftragsumfang auch Planungsleistungen.

Das Interesse der Auftraggeber, ein Bauvorhaben in einer Organisationsform des SF-Bau zu realisieren, besteht in der Reduzierung der vertraglichen Schnittstellen und in der Übertragung der Kosten- und Terminrisiken. Hierzu wird ein spezieller Bauvertrag abgeschlossen, der im Regelfall auf der Grundlage einer funktionalen Leistungsbeschreibung aufbaut und eine Pauschalvergütung für das Bauwerk als Gesamtleistung vorsieht.

Für den Auftraggeber ist die möglichst weitgehende Übertragung von Projektrisiken auf den Auftragnehmer von wesentlicher Bedeutung. Mit diesem Ansatz ist allerdings zugleich verbunden, dass die Interessen der Vertragspartner auf die jeweils eigenen Verantwortungsbereiche polarisieren. Die Motivation, zum Nutzen der übergeordneten Projektziele „Bauqualität“, „Termineinhaltung“ und „Wirtschaftlichkeit“ zu kooperieren, nimmt ab. Um dem entgegen zu wirken, soll im Rahmen des Forschungsvorhabens ein Instrument entwickelt werden, das die kooperativen Bemühungen der Bauvertragsparteien um die Verbesserung und Sicherung der Qualität auf den Baustellen fördern soll. Für dieses Forschungsziel wurden für das Forschungsvorhaben folgende einzelne Arbeitspakete bzw. Ziele gebildet:

„Umfrage zur Anwendung von Qualitätsmaßnahmen“

Im Rahmen des Forschungsvorhabens wurde eine Umfrage zur Anwendung von Qualitätssicherungsmaßnahmen in der Bauwirtschaft durchgeführt (Kapitel 2). Ziel der Umfrage ist es, Informationen zur Organisation von Qualitätssicherungsmaßnahmen und den Erwartungen der Beteiligten an diese zu erhalten. Insbesondere für die Konzeption eines Qualitätssystems sind diese Erkenntnisse von Bedeutung.

⁶ sog. „turn-key-Projekte“

„Anreizsystem zur Verbesserung der Bauqualität“

Um der vorstehend beschriebenen Situation ausgeprägter Partikularinteressen der Vertragsparteien im SF-Bau abzuweichen, soll im Rahmen des vorliegenden Forschungsvorhabens ein auf die Bauqualität ausgerichteter Anreizsystem entwickelt werden (Kapitel 3). Gute Qualität soll im Rahmen eines Prämiensystems durch einen Bonus belohnt, schlechte Qualität durch einen Malus sanktioniert werden. Diese positive oder negative Qualitätsprämie stellt einen wesentlichen Anreizfaktor für die Bauunternehmen dar, schon bei der Bauausführung auf die Einhaltung definierter Qualitätskriterien zu achten. Damit wird ein Projektelement geschaffen, das – unabhängig vom Bauvertrag – im Rahmen einer vertraglichen Kooperation von Auftraggeber und Auftragnehmer auf dem Gebiet der Qualitätsplanung und Bewertung angewendet werden kann. Bei Anwendung des Anreizsystems ist eine Verbesserung der Qualität bei der Ausführung von Baumaßnahmen zu erwarten (Globalziel des Forschungsvorhabens).

„Defizite der Bauqualität“

Qualität muss geplant und bei der Produktion bzw. Bauausführung überwacht werden! Bei einer „totalen“ Qualitätssicherung wären alle Bauleistungen bzw. Bauteile bez. der Beurteilungskriterien der Bauqualität zu überprüfen. Ein solcher totaler Anspruch ist allerdings nicht realisierbar, da allein schon die große Zahl der technischen Regeln eine vollständige Überprüfung aller Anforderungen aus den Detailbestimmungen praktisch unmöglich macht. In der Praxis beschränkt man sich daher auf bestimmte Leistungen, die nach „Wichtigkeit“ für Funktion des Bauwerks oder „Fehlerrisiko“ ausgewählt werden. Die Möglichkeiten der Identifikation von solchen für die Qualitätsbewertung besonders relevanten Leistungen ist Gegenstand von Kapitel 4. Im Rahmen des entwickelten Qualitätssystems finden diese bevorzugt Berücksichtigung.

Im Rahmen des Forschungsvorhabens werden bestehende empirische Untersuchungen zur Häufigkeit von Baufehlern und Baumängeln analysiert, die Ergebnisse zusammengefasst und mit eigenen Erhebungen verglichen. Weiterhin werden Leistungen recherchiert, die durch die Rechtsprechung als besonders haftungs- bzw. qualitätsrelevant beurteilt werden.

Um die Unternehmen der Bauwirtschaft bei der Beurteilung ihrer jeweils sehr spezifischen Qualitätsrisiken zu unterstützen, werden auch Methoden aus der stationären Industrie eingesetzt. Es wird ein Vorschlag zur Anwendung der Fehlermöglichkeits- und Einflussanalyse (FMEA)⁷ und der Aufstellung des sog. „House of Quality“ des Quality Function Deployment entwickelt. Die Durchführung der FMEA in dieser auf die Bauwirtschaft angepassten Form wird an Beispielen vorgeführt.

⁷ engl.: *Failure mode and effect analysis (FMEA)*

„EDV-Programme zum Mängelmanagement“

Nach der Methode der statistischen Prozessregelung (SPC⁸) findet die Beurteilung der Qualität auf Grundlage einer Stichprobenprüfung statt. Die Qualitätsmerkmale, insbesondere aber auch Mängel der Bauausführung müssen also erfasst und analysiert werden. Man bedient sich hierbei entsprechender EDV-Datenbanken, die in der Bauwirtschaft üblicherweise als „Mängelmanagementprogramme“ bezeichnet werden. Im Rahmen des Forschungsvorhabens werden auf dem Markt angebotene Mängelmanagementprogramme bezüglich ihrer Leistungsmerkmale verglichen und hinsichtlich der Eignung zur Anwendung im Rahmen eines Qualitäts-Anreizsystems bewertet (Kapitel 5).

„Bewertungssystem der Bauqualität“

Allgemein wird „Qualität“ als unbestimmter Begriff benutzt. Eine Methode zur Einstufung des Qualitätsniveaus existiert derzeit nicht. Im Rahmen des Forschungsvorhabens wird eine Methode zur Bewertung der technischen Bauqualität von Leistungen und Leistungsprozessen entwickelt, mit der das Niveau der Bauqualität quantitativ ausgedrückt werden kann. Die entwickelte Methode liefert als Ergebnis eine Qualitätszahl der Bauausführung (Kapitel 6).

Im Unterschied zur bauvertraglich geregelten Abnahme des Bauwerks, bei der die Qualität (nur) zu einem fixen Endtermin festgestellt wird, soll das im Rahmen des Forschungsvorhabens entwickelte Bewertungssystem auch die Qualitätsmerkmale einbeziehen, die im Zuge der Herstellung temporär aufgetreten sind.

„Datenbank zur Dokumentation von Qualitätsdefiziten“

Ein Bewertungssystem der Bauqualität muss mit einer potenziell großen Zahl von Baufehlern umgehen. Für diese Aufgabe wird eine EDV-Datenbank programmiert, die den speziellen Anforderungen des im Rahmen des Forschungsvorhabens entwickelten Qualitätsmodells genügt (Kapitel 7). Über diese Datenbank (Bezeichnung: eQ-track) werden die qualitätsmäßigen Baudefizite dokumentiert und bewertet. Die Programmierung erfolgte mit offenem Quellcode, sodass Anwender in der Bauwirtschaft die Datenbank auf eigene EDV-Systeme adaptieren oder weiterentwickeln können.

„Qualitätsprämie“

Gute Qualität soll mit einer Prämie belohnt werden (Bonus), schlechte Qualität soll zu einem vergütungsmäßigen Abzug führen (Malus). Die Belohnungsfunktion in allgemeiner Form wird in Kapitel 8 entwickelt. Die Entwicklungen des Forschungsvorhabens sind so angelegt, dass diese Funktion, das vom Auftraggeber festgesetzte Prämienbudget und die Qualitätszahl, die Höhe der tatsächlichen Qualitätsprämie bestimmen

⁸ SPC – statistical process control

„Qualitätsvertrag“

Die Anwendung eines Prämiensystems zur Verbesserung der Bauqualität erfordert eine spezielle Vereinbarung zwischen Auftraggeber und Auftragnehmer (sog. Qualitätsvertrag). Prämienhöhe, die Parameter der Prämienfunktion u.a.m. müssen geregelt werden. Um die Anwendung des Prämiensystems in der Praxis zu erleichtern, wird ein Mustervertrag mit den erforderlichen Regelungen zur Prämienberechnung, Zahlungsbedingungen und organisatorischen Durchführung aufgestellt. Der Mustervertrag kann von den Beteiligten auf die eigenen Verhältnisse angepasst werden (Kapitel 9).

„Organisationsmodell / Anwendung des Qualitätssystems“

Die Anwendung eines Qualitätssystems hat Einfluss auf die Projektorganisation. Im Rahmen von Kapitel 10 werden die verschiedenen Möglichkeiten der Systemimplementierung analysiert. Die für die Anwendung notwendigen Schritte werden in der entsprechenden Abfolge dargestellt.

1.3 Begriffe

Der Begriff „**Qualität**“ leitet sich aus dem Lateinischen „qualitas“ ab und steht für die Beschaffenheit eines gegenständlichen oder nicht-gegenständlichen Objekts. Es ist hiermit allerdings der reine Zustand gemeint, nicht eine damit verbundene Güte. Letzteres wäre im Lateinischen als „bonitas“ zu bezeichnen.

Auch nach der Norm DIN EN ISO 9000 ist der Begriff der Qualität nicht als Güte im Sinne einer positiven Eigenschaft zu verstehen, es handelt sich vielmehr um eine bewertungsneutrale Angabe für den Grad, in dem ein Satz inhärenter Merkmale bestimmte Anforderungen erfüllt.⁹⁾ Die Wertung erfolgt durch die Verwendung von Adjektiven wie „schlecht“, „gut“ oder „ausgezeichnet“ (s. DIN EN ISO 9000 Nr. 3.1.1).

Die Anforderungen an die Qualität haben eine ähnliche Bedeutung wie die Beurteilungskriterien der Sachmängel nach § 13 Abs. 1 VOB/B. Die Anforderungen oder Beurteilungskriterien können „festgelegt“, „üblicherweise vorausgesetzt“ oder „verpflichtend“ sein. Hierzu sind die Festlegungen eines Bauvertrages, der vorgesehene Verwendungszweck eines Bauwerks und die anerkannten Regeln der Technik von Bedeutung.

Der häufig verwendete Begriff „**Bauqualität**“ wird in sehr vielen Zusammenhängen benutzt. Man charakterisiert hiermit die Qualität der Architektur eines Bauwerks ebenso wie dessen städtebauliche und soziale Funktion, bauhistorische Merkmale, das technische Anforderungs- oder Ausstattungsniveau oder das handwerkliche bzw. fertigungstechnische Niveau.

Im Rahmen des vorliegenden Forschungsvorhabens wird auf die Qualität von Bauleistungen oder Prozessen fokussiert. Die Beurteilung des Qualitätsgrads erfolgt an Hand technischer Merkmale und Anforderungen. Auf weitere Aspekte der Qualität (z.B. die Nachhaltigkeit, soziale Werte u.a.) die beim Total-Quality-Management (TQM) berücksichtigt werden, geht das Forschungsvorhaben nicht ein.¹⁰⁾ Gleiches gilt für rechtliche oder vertragliche Kriterien.

Man kann den Begriff „Qualität“ daher folgendermaßen definieren:

Qualität

... bezeichnet den an einer Defizitquote gemessenen Erfüllungsgrad gestellter oder üblicher Anforderungen an eine fertige oder unfertige Leistung oder einen Herstellprozess. Die Anforderungen werden nach Merkmalen oder Eigenschaftskriterien unterschieden. Die Qualität wird nicht an Hand des Bestehens von Sachmängeln im rechtlichen Sinne festgestellt.

⁹⁾ DIN EN ISO 9000 (2005) Nr. 3.1.1

¹⁰⁾ Beim TQM werden z.B. auch Wirkungen auf übergeordnete Unternehmensziele, Bedürfnisse der Mitarbeiter und Umwelteinflüsse betrachtet.

Die Definition berücksichtigt den besonderen Bezug des Forschungsvorhabens auf die Qualität der Herstellprozesse während der Bauausführung; zum Untersuchungsumfang gehören danach auch unfertige Leistungen. Die Qualität einer Leistung im Sinne des Forschungsvorhabens ergibt sich nicht aus ihrem Zustand bei Fertigstellung (i.d.R. festgestellt im Rahmen der Abnahme) sondern aus den Merkmalen in der Bauphase. Die Nicht-Einhaltung von Verarbeitungsrichtlinien stellt beispielsweise ein solches Merkmal dar.

Bauunternehmer weisen in der Bauphase erfolgte „Mangelrügen“ häufig mit der Begründung zurück, dass die Leistung nach dem Vertrag noch nicht fällig sei und man später bei Fertigstellung bzw. Abnahme eine fachgerechte Leistung abliefern würde. Die notwendigen Restleistungen würden noch ausgeführt werden.

Eine solche Zurückweisung einer Mängelrüge an einer unfertigen Leistung ist korrekt begründet, da das Bestehen von Mängeln im rechtlichen Sinne stets an die Fälligkeit der betreffenden Leistung gebunden ist. Im Rahmen der Forschungsarbeit, die sich aufgabegemäß mit den Merkmalen der Bauleistungen in der Bauphase beschäftigt, können Mängel daher kein Beurteilungsmaßstab der Bauqualität sein. Zur Abgrenzung von dem rechtlich normierten Begriff des Mangels wird für die speziellen Entwicklungen des Forschungsvorhabens der Begriff des „**Qualitätsdefizit**“ eingeführt und in folgender Weise definiert:

Qualitätsdefizit

... bezeichnet das Bestehen eines Merkmals oder einer Eigenschaft eines Prozesses oder einer Leistung, welche faktisch oder potenziell die gestellten Anforderungen nachteilig beeinflussen könnte.

Zur weiteren inhaltlichen Abgrenzung wird auf die Unterschiede der Begriffe des Baumangels oder Qualitätsdefizits zum **Bauschaden** hingewiesen. Bauschäden entstehen durch einen unsachgemäßen oder übermäßigen oder langen Gebrauch eines Bauwerks. Auch Unfälle oder höhere Gewalt kommen als Ursache in Betracht. Da Schäden normalerweise erst in der Nutzungsphase eines Bauwerks festgestellt werden, gehören diese nicht zum Qualitätsbegriff des Forschungsvorhabens.

Die im Rahmen des Forschungsvorhabens verwendeten speziellen Begriffe des entwickelten Qualitätsmodells sind in Anlage A des Forschungsberichts mit entsprechenden Erläuterungen zusammengestellt.

2 Umfrage zur Anwendung von Qualitätsmaßnahmen in der Bauwirtschaft

2.1 Hinweise zur Organisation und Zielsetzung der Umfrage

Im Rahmen des Forschungsvorhabens wurde eine Umfrage zur Anwendung von Qualitätssicherungsmaßnahmen in der Bauwirtschaft durchgeführt. Mit der Umfrage wurde das Ziel verfolgt, Informationen zur Organisation von Qualitätssicherungsmaßnahmen und den Erwartungen der Beteiligten an diese zu erhalten. Diese Informationen sind für die Konzeption eines Qualitätssystems insofern von Bedeutung, als ein neuartiges Instrument - das im Rahmen des Forschungsvorhabens entwickelte Qualitäts-Prämiensystem - in den Grundlagen auf die Bedürfnisse und Erwartung der Anwender auf der Unternehmerseite ausgerichtet werden muss, um überhaupt zur Anwendung zu gelangen. Die beiden Unternehmen herzustellende grundsätzliche Akzeptanz ist Voraussetzung für eine Anwendung, da es sich um ein freiwilliges System handelt.

2.2 An der Umfrage beteiligte Unternehmen

Die an der Umfrage beteiligten Personen und Unternehmen gehörten zu 72 % zur Gruppe der Bauunternehmen. Damit ist die Haupt-Zielgruppe eines Qualitätssicherungssystems angesprochen. Die Umfrageteilnehmer kamen zu 72% aus den Baubetrieben, 20 % der Teilnehmer sind Planer und 8% sind als Investoren, Bauherren oder Projektentwickler tätig. Wie sich die befragten Unternehmen hinsichtlich Ihrer Mitarbeiterzahl verteilen ist im folgenden Diagramm dargestellt.

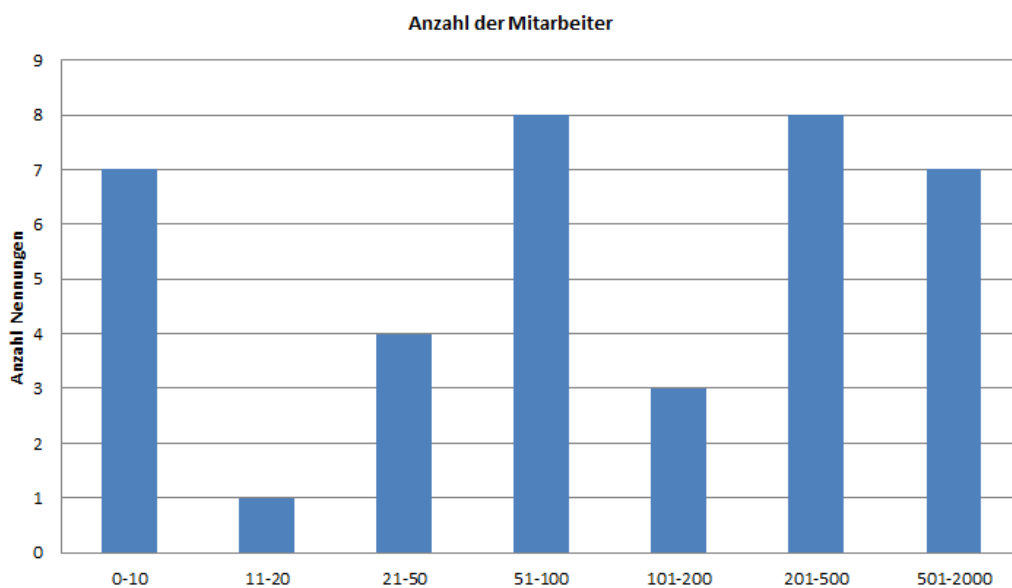


Abb. 2.2-1: Unternehmensgröße der Umfrageteilnehmer

2.3 Qualitätsstandards

Bei der Konzeption der Umfrage ist davon ausgegangen worden, dass sich hieran vorzugsweise Unternehmen beteiligen, die ein besonderes Interesse an der Qualitätssicherung haben. Erkennen ließe sich dies annahmegemäß daran, dass ein Unternehmen nach DIN ISO 9001 zertifiziert ist oder eine besonders hohe Zahl von freiwilligen qualitätsrelevanten Zertifikaten hat. Unternehmen, die sich an der Umfrage beteiligt haben, sind zu gleichem Anteil nach DIN ISO 9001 zertifiziert (50 %) bzw. nicht zertifiziert (50 %).

Bei der Frage nach den qualitätsrelevanten Zertifikaten der Unternehmen zeigt sich, dass diese überwiegend aus dem Bereich des Tiefbaus, insbesondere dem Leitungsbau stammen. Der Bereich des Schlüsselfertigbaus ist durch die angegebenen Zertifikate nur in wenigen Fällen abgedeckt. Die Antworten zeigen, dass im Hochbau- bzw. Schlüsselfertigbau kaum durch Zertifikate nachgewiesene Qualitätsstandards anzutreffen sind (Tab. 2.3-1).

Bei der Analyse der Antworten zeigte sich auch, dass das Verständnis von Qualitätszertifikaten nicht einheitlich ist. Mehrere Umfrageteilnehmer führten Präqualifikationsmaßnahmen als Qualitätszertifikate auf. Diese entsprechen nicht dem eigentlichen Charakter eines Qualitätszertifikats. Das nicht einheitliche Verständnis von Qualitätszertifizierungen wird auch durch den hohen Anteil an nicht zuzuordnenden oder unklaren Antworten deutlich.

Genannte Zertifikate	Anzahl Nennungen
Güteschutz Kanalbau	14
DVGW (Gas & Wasser)	13
Fachbetrieb nach WHG	7
AMS Bau	3
Güteschutz Beton	3
Güteschutz Kabelleitungstiefbau	1
Güteschutz Gleisbau	1
Nasjinalt tillegg NA 2007 (Skandinavien)	1
Auditorenausbildung ISO 50001 / DIN EN 16247	1
Bauen für die Umwelt	1
Arbeitsschutzmanagement SCC	1
Umweltschutzmanagement DIN 14001	1
EMAS	1
HypZert ISO/IEC 17024	1
Unklare Antworten	9

Tab. 2.3-1: Qualitätsrelevante Zertifikate der Umfrageteilnehmer

2.4 Erwartungen an den Nutzen eines QM-Systems

Die Erwartungen der Umfrageteilnehmer an ein Qualitätsmanagementsystem wurden zunächst bez. des organisatorischen und kostenmäßigen Nutzens abgefragt. Die Antworten zeigen sehr deutlich, dass man organisatorische Verbesserungen erwartet (Abb. 2.4-1).



Abb. 2.4-1: Anteile der Teilnehmer, die organisatorische Verbesserungen erwarten

Wesentlich geringer, jedoch mit 50 % erheblich, ist die Zahl der Teilnehmer, die durch ein Qualitätsmanagementsystem auch eine Verbesserung bei den Herstellkosten erwarten (Abb. 2.4-2).



Abb. 2.4-2: Anteile der Teilnehmer, die Einsparungen bei den Herstellkosten erwarten

Die Höhe dieser Zahl mag überraschen, da Qualitätsmanagementsysteme primär auf die Verbesserung der Planung, Durchführung und Dokumentation der Qualitätsmaßnahmen ausgelegt werden. Häufig wirken diese Maßnahmen nur indirekt auf die Qualität der Bauleistung als Endprodukt und die hierfür durchzuführenden Prozesse. Dass die höhere Qualität dann mit Einsparungen bei den Herstellkosten verbunden ist, kann man nicht annehmen. Ohne Berücksichtigung des Mängelbeseitigungsaufwandes bedeutet eine planmäßig höhere Qualität im Normalfall auch höherer Herstellkosten. Gleichwohl erwarten 83 % der Befragten eine Verbesserung im technischen Qualitätsbereich, wie dies durch eine Reduzierung der Mängelquoten zum Ausdruck kommt. (Abb. 2.4-3)



Abb. 2.4-3: Anteil der Umfrageteilnehmer, die durch die Anwendung eines QM-Systems eine Reduzierung von Baumängeln erwarten

Die Problematik des Zusammenhangs von Anwendung des Qualitätssystems und der hiervon ausgehenden Kostenwirkung wird auch durch die Antworten zu der Kontrollfrage nach den Erwartungen bez. der Einsparungen bei den Verwaltungskosten bestätigt. Obwohl die Anwendung eines Qualitätsmanagementsystems mehr der Organisation und damit der Verwaltung eines Unternehmens dient, erwarten mit 36 % in diesem Bereich weniger Teilnehmer Einsparungen als bei den Herstellkosten (dort 50 %) (Abb. 2.4-4).

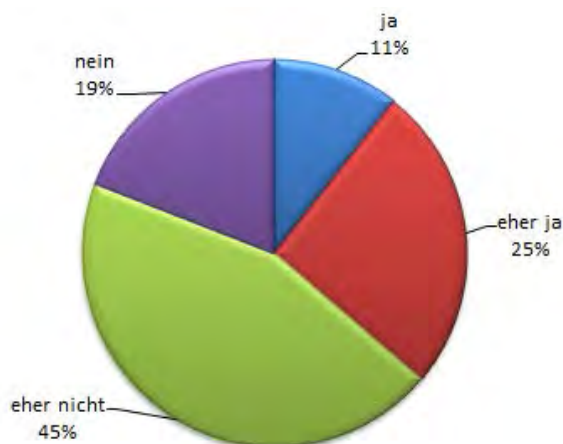


Abb. 2.4-4 Anteile der Teilnehmer, die Einsparungen bei den Verwaltungskosten erwarten

Wenn eine Verringerung der Verwaltungskosten nur in vergleichsweise geringerem Maß erwartet wird, muss dies auch für den Arbeitsaufwand gelten. Die Antworten zur persönlichen Arbeitsbelastung bestätigen, dass nur wenige Teilnehmer hierbei eine Verbesserung erwarten; über 70 % erwarten eine Verschlechterung (Abb. 2.4-5). Bei diesen Verhältnissen kann man davon ausgehen, dass die Umfrageteilnehmer, die zu einem großen Teil der Geschäftsführung angehören einem Qualitätsmanagementsystem nicht positiv gegenüberstehen. Letzteres ist eine Erfahrung, die auf Symposien der Bauwirtschaft und in der Fachliteratur häufig wiedergegeben wird.

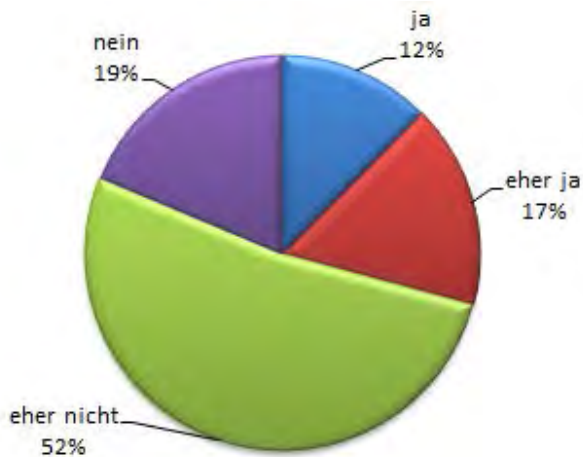


Abb. 2.4-5: Verringerung der persönlichen Arbeitsbelastung durch die Anwendung eines QM-Systems

2.5 Technische Qualitätsdokumentation

Zu der technischen Qualitätsdokumentation gehören als wichtige Aufgaben die Erfassung von Baumängeln und die Nachverfolgung der Beseitigungsmaßnahmen. Bei der Umfrage gaben 83 % der Befragten an, dass hierzu eine umfassende bzw. laufende Dokumentation erfolgt. Dieser hohe Anteil darf aber nicht von der sehr bedenklichen Erkenntnis ablenken, dass 13 % erklärtermaßen keine Dokumentation durchführen, oder dass dies 4 % der Befragten überhaupt nicht bekannt ist (Abb. 2.5-1).



Abb. 2.5-1: Beantwortung der Frage, ob Mängel dokumentiert werden

Die Zahlen zeigen, dass ein nicht unerheblicher Teil von Unternehmen erhebliche Defizite bei den organisatorischen Voraussetzungen der Qualitätssicherung hat. Auftraggebern kann dann nur angeraten werden, die Durchführung von Qualitätssicherungsmaßnahmen zum Gegenstand der vertraglichen Vereinbarungen zu machen. Das im Rahmen des Forschungsvorhabens entwickelte Qualitätssystem leistet hierzu einen Beitrag.

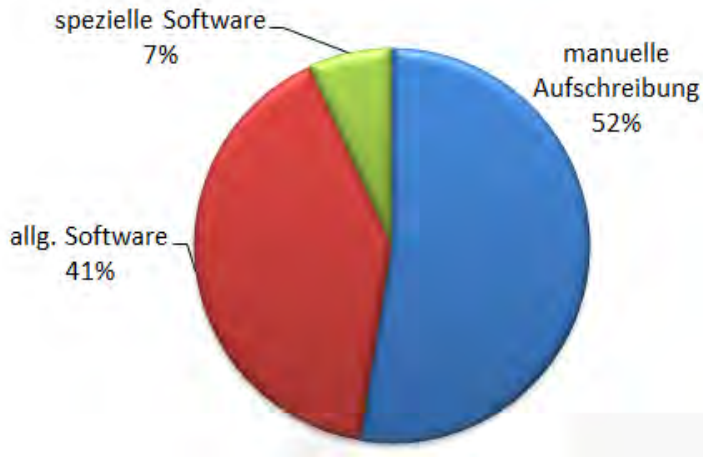


Abb. 2.5-2: Art der Mängeldokumentation

Ein hoher Anteil der Befragten erledigt die Mängeldokumentation durch manuelle Aufschreibung (Abb. 2.5-2). Grundsätzlich gibt es gegen diese Verfahrensweise keine Bedenken, auch wenn die Anwendung von Software die Effektivität des Projektmanagements sicher verbessern würde. Vergleichsweise wenig werden spezielle Mängelmanagementprogramme genutzt.

Manuelle Aufschreibungen von Mängeln und die Verwendung allgemeiner Bürosoftware führt bei den Projekten eines Unternehmens dazu, dass Mängel nach Art und Wirkung vom Bau- oder Projektleiter nach dessen eigener Systematik erfasst werden. Erfahrungsgemäß wird die Systematik dann auch häufig verändert. Unter diesen Verhältnissen ist eine längerfristige und projektübergreifende Auswertung von Mängeln nicht möglich. Unternehmen können so ihre „Schwachstellen“ nicht erkennen, und die Grundlage für eine Qualitätsverbesserung ist schon vom Ansatz her nicht gegeben.

Die erheblichen Probleme bei der Mängeldokumentation bestätigen sich bei den teilweise widersprüchlichen Antworten zur Frage nach den häufigsten bzw. seltensten Ursachenbereichen von Mängeln (Abb. 2.5-3 und Abb. 2.5-4). Beispielsweise wird die Planung zu nahezu gleichem Anteil als häufigste und seltenste Ursache von Mängeln angesehen.

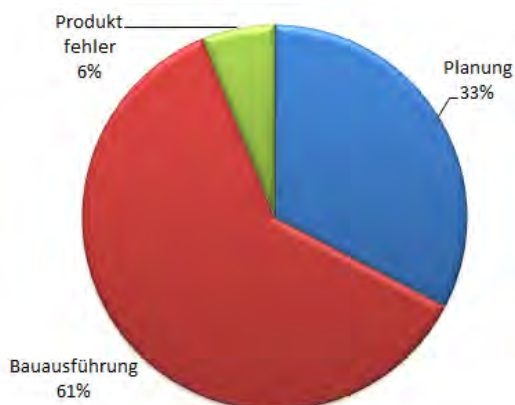


Abb. 2.5-3: Häufigster Ursachenbereich von Baumängeln

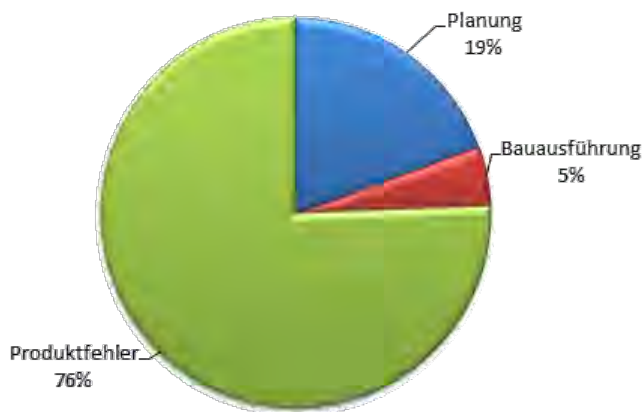


Abb. 2.5-4: Seltenster Ursachenbereich von Baumängeln

2.6 Mängelkosten

Die Wirksamkeit von Qualitätsmaßnahmen und die Qualität von Baumaßnahmen wird in der Praxis meist an der Zahl der bei Abnahme festgestellten Mängel beurteilt. Dieser Ansatz ist allerdings schon deshalb kritisch zu beurteilen, da Mängelzahlen nicht unerheblich von der Überwachungsintensität abhängen, letztere ist von Projekt zu Projekt unterschiedlich und von dem Aufwand bei der Abnahme abhängig. Außerdem muss in eine sachgerechte Qualitätsbewertung der durch die Mängel gegebene oder potenzielle Minderwert der Leistung eingehen. Eine Qualitätsbewertung allein an Hand der Mängelzahl ist also ebenso abzulehnen, wie eine übertriebene Mängelsuche durch Auftraggeber, die nicht das Ziel der Qualitätsfeststellung hat, sondern eine möglichst hohe Rechnungskürzung.

Aus Sicht der Unternehmen kann Qualität plausibel an dem Aufwand gemessen werden, der durch die Maßnahmen der Mängelbeseitigung entsteht. Bei dieser Vorgehensweise gehen dann geringfügige Mängel oder hinzunehmende Unregelmäßigkeit der Bauausführung nur wenig oder gar nicht in die Projektkosten ein. Voraussetzung für die Messung der Qualität an Hand der Kosten der Mängelbeseitigung ist ein Kontenplan mit einem speziellen Konto (z.B. mit der Bezeichnung „Mängelbeseitigungsmaßnahmen“). Nach den Ergebnissen der Umfrage haben 51 % der Unternehmen für die Mängelbeseitigung ein spezielles Konto (Abb. 2.6-1). Dieses grundsätzlich im Sinne einer effektiven und transparenten Qualitätsorganisation positive Ergebnis ist nach Rücksprache mit Wirtschaftsprüfern allerdings nicht plausibel und bedarf daher der Verifizierung.



Abb. 2.6-1: Unternehmen mit speziellem Konto für die Mängelbeseitigung

Sehr ungewöhnlich und entgegen den Vorschriften des Bilanzrechts geben 41 % der Umfrageteilnehmer an, bei der Leistungswertermittlung keine Rückstellung für Mängelbeseitigungsmaßnahmen vorzunehmen (Abb. 2.6-2). Bei diesem Ergebnis muss man Zweifel an der ordnungsgemäßen wirtschaftlichen Geschäftsführung und der sachgerechten Durchführung des Projektmanagements anbringen. Auch diese Ergebnisse sollten durch weitere Untersuchungen überprüft werden.



Abb. 2.6-2: Anteil der Unternehmen, die bei der Leistungswertermittlung für die Mängelbeseitigung Rückstellungen vornehmen

Im Rahmen der Umfrage wurde auch abgefragt, welcher Zeitaufwand (Anteil an der Gesamtarbeitszeit) für die Beseitigung von Schlechtleistungen und Mängeln benötigt wird (Abb. 2.6-3). Die Ergebnisse belegen, dass der Zeitaufwand - hiervon abgeleitet auch die Kosten der Mängelbeseitigung - in einer Größenordnung (2-3%) liegen, die dem durchschnittlichen kalkulatorischen Gewinn eines Projektes nahekommen. Die Bedeutung der Mängel für das wirtschaftliche Ergebnis eines Projekts ist also erheblich.

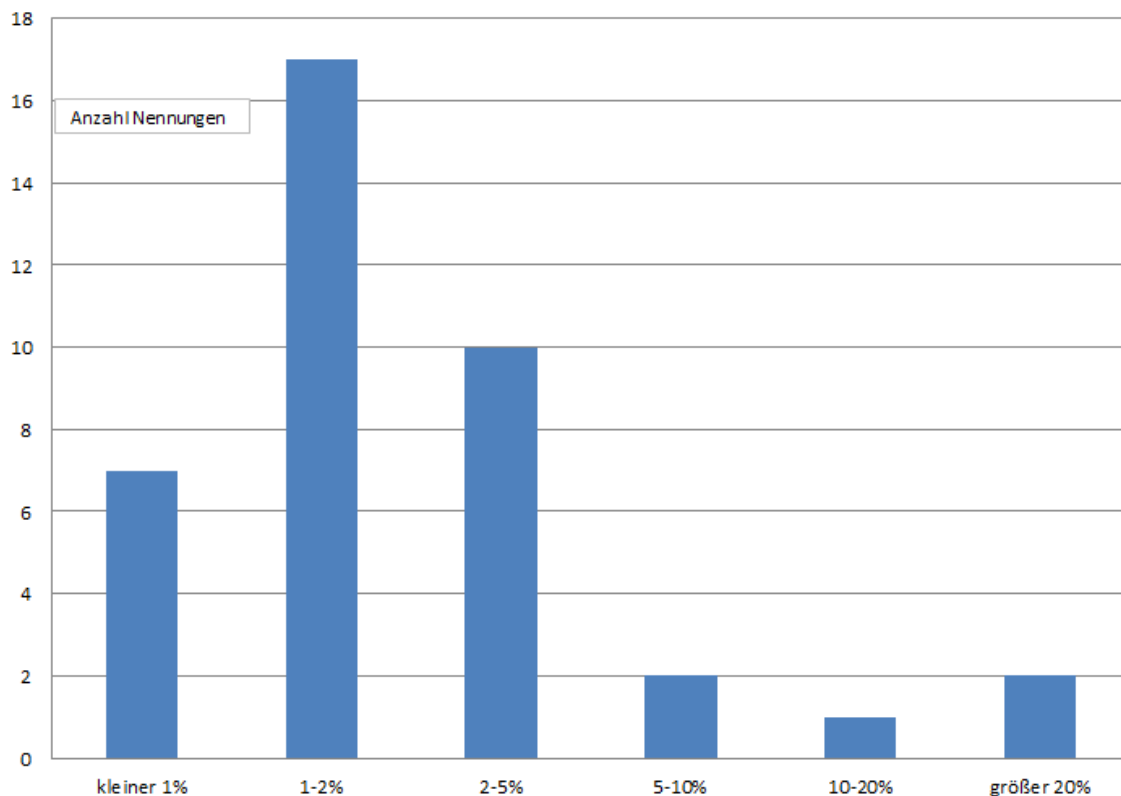


Abb. 2.6-3: Zeitaufwand (bezogen auf die Gesamtarbeitszeit) für die Beseitigung von Schlechtleistungen und Mängeln

2.7 Qualitätsanreize

Für die Unternehmer stellt es eine Hauptpflicht dar, die nach dem Vertrag geforderte Qualität zu erbringen. Unabhängig hiervon belegen Mängelstatistiken ständig, dass Qualität bei der produktionsmäßigen Umsetzung des Vertrags – in der Bauphase – keine Selbstverständlichkeit ist. Es reicht daher nicht, Qualität im Vertrag zu definieren, vielmehr müssen für die an der Bauausführung Beteiligten Anreize gesetzt werden, verstärkt auf die Einhaltung der Anforderungen zu achten. Eine übliche Form des Anreizes in der Wirtschaft besteht in monetären Belohnungen. Ergebnisabhängige Leistungsprämien sind in der Bauwirtschaft üblich; die Gewährung einer qualitätsabhängigen Prämie beschränkt sich aber auf 39 % der Unternehmen (Abb. 2.7-2). Nach den Erfahrungen der Forschungsstelle ist dieser Anteil dennoch überraschend hoch. Ursache könnte die verkürzte Fragestellung sein, in der nicht zum Ausdruck gebracht wird, ob das Qualitäts-Prämien system in direkter – wertmäßiger – Abhängigkeit zur erbrachten Bauqualität stehen soll. Dies wäre der Fall, wenn die Prämienhöhe z.B. von der Zahl der Mängel abhängig gemacht wird. Die Antwort aus Abb. 2.7-2 wird so interpretiert, dass die an Mitarbeiter gezahlte Prämie auch von der Qualität abhängig ist und zwar in allgemein bewerteter Weise.



Abb. 2.7-1: Anteil von Unternehmen mit ergebnisabhängigen Prämiensystemen

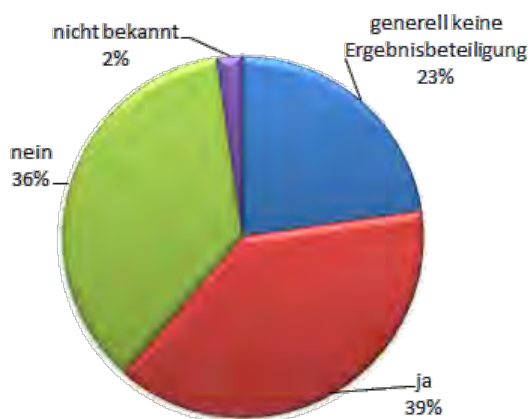


Abb. 2.7-2: Anteil von Unternehmen mit qualitätsabhängigen Prämiensystemen

Nach der Zielsetzung des Forschungsvorhabens soll ein Anreizsystem zur Verbesserung der Bauqualität entwickelt werden, wobei die Qualitätsmotivation in einer Prämie bestehen soll. Bei Einhaltung einer definierten quantitativen Qualitätszahl (diese ist durch das Forschungsvorhaben zu entwickeln) soll eine finanzieller Bonus zur Anwendung kommen, im anderen Fall ein Malus. Es ist daher eine interessante Frage, ob Bauunternehmen eine solche Maßnahme für sinnvoll halten. Nach den Ergebnissen der Umfrage sehen 48 % der Unternehmen ein Anreizsystem mit Bonus als sinnvoll an; ein System mit einem Qualitätsmalus könnten sich 42 % der Unternehmen vorstellen (Abb. 2.7-3 und Abb. 2.7-4).

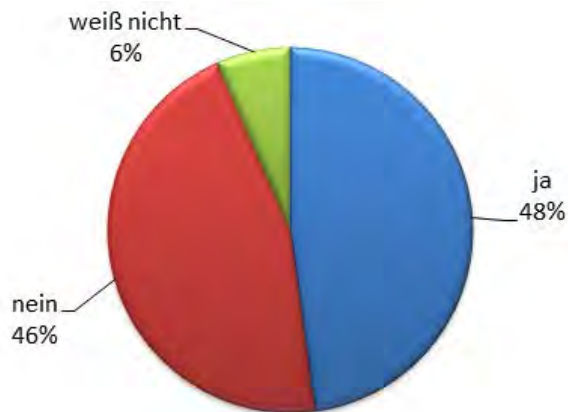


Abb. 2.7-3: Anteil von Unternehmen, die einen Qualitätsanreiz durch einen Bonus für sinnvoll halten



Abb. 2.7-4: Anteil von Unternehmen, die einen Qualitätsanreiz durch einen Malus für sinnvoll halten

Das Ergebnis der Umfrage bez. der Einstellung der Unternehmen zur einem Bonus / Malus System für die Bauqualität zeigt ein näherungsweise Gleichgewicht von Ablehnungen und Zustimmungen. Vor dem Hintergrund, dass ein solches System für die Unternehmen vollständig neu und unbekannt ist, sollte dies die Zielsetzung des Forschungsvorhabens nicht in Frage stellen. Außerdem ist zu berücksichtigen, dass das zu entwickelnde Qualitätssystem als freiwillige und den Bauvertrag ergänzende Maßnahme konzipiert ist.

2.8 Fazit

Die Umfrage zeigt, dass die Bauwirtschaft von der Anwendung eines Qualitätssystems deutliche organisatorische Verbesserungen erwartet. Hiermit zusammenhängende kostenmäßige Verbesserungen sieht man jedoch primär im Bereich der Bauausführung bei den Herstellkosten; dagegen wird erwartet, dass die Verwaltungskosten und die persönliche Arbeitsbelastung durch die Umsetzung der QM-Maßnahmen eher steigen. Die Ergebnisse der Umfrage zeigen, dass Qualitätssysteme bez. ihrer Wirkungen für die Beteiligten stärker durchgebildet werden müssen. QM-Systeme müssen so gestaltet werden, dass ihre Zielsetzung und Wirkung auf Organisation und Prozesse klarer wird. Das Ziel muss in der Entwicklung fokussierter, auf spezielle Ziele ausgerichtete Qualitätssysteme bestehen, damit diese dann von den Beteiligten verstanden und unterstützt werden.

Durch mehrere Fragen wurde in Erfahrung gebracht, ob in den Unternehmen die notwendigen Grundlagen für eine Qualitätsanalyse vorhanden sind. Für den in diesem Zusammenhang wichtigen Komplex der Mängeldokumentation muss dies nach den Ergebnissen der Umfrage negativ beurteilt werden. Nahezu die Hälfte aller Befragten führt überhaupt keine laufenden Mängeldokumentationen durch. Bei einer solchen (fehlenden) Grundlage der Mängelanalyse ist dann u.a. auch keine positive Aussage zu den finanziellen Auswirkungen von Baumängeln zu erwarten. Zahlreiche Unternehmen halten weder die Kosten der Mängelbeseitigung fest, noch berücksichtigen sie diese bei der Leistungswertermittlung.

Positiv wird von ca. 42 – 48 % der befragten Unternehmen der Ansatz beurteilt, das Bemühen um die Erreichung qualitativer Standards durch einen finanziellen Bonus bzw. Malus zu fördern. Dies wird als Ausdruck gewertet, dass man von einem Preiswettbewerb zu einem Leistungswettbewerb kommen möchte. Die Umfrage zeigt allerdings, dass hierzu noch zahlreiche interne organisatorische Bedingungen zu verbessern sind.

3 Anreizsystem zur Verbesserung der Bauqualität (Qualitäts-Anreizsystem)

3.1 *Wissenschaftlicher Kontext zur Entwicklung eines Anreizsystems*

Die Motivation von Menschen, bestimmte Handlungen auszuführen oder Ziele zu erreichen wird durch Anreize beeinflusst. Die Motivationsforschung unterscheidet hierbei zwischen einer intrinsischen und einer extrinsischen Motivation.¹¹⁾ Beide bestimmen das „Wollen“ eines Menschen.

Bei der intrinsischen Motivation wird ein Verhalten wegen seiner selbst – ohne Opportunismus – ausgeführt. Die Motivation entsteht sozusagen durch den „Spaß an der Sache“. Bezogen auf das Qualitätswesen wäre also die innere Befriedigung über eine qualitativ hochwertige Leistung oder z.B. das Selbstverständnis eines Ingenieurs der entscheidende Anreiz. So positiv eine solche Einstellung ist, aus Sicht des Managements stellt die fehlende Nutzenabwägung einen Nachteil dar. Bei einem Qualitätsbewusstsein als intrinsische Motivation wird die Qualität wegen ihrer selbst ausgeführt und überschreitet hierbei ggf. die Anforderungen des Vertrags oder die budgetierten Kosten für die Leistungserbringung.

Die extrinsische Motivation beruht dagegen auf von außen kommenden Anreizen. Beispiele sind z.B. materielle Belohnungen, deren Entzüge, Bestrafungen, einer Heraushebung gegenüber einer sozialen Gruppe (offenes Lob bzw. Tadel) oder einer Aneignung fremder Ziele (Unternehmensziele) durch das Individuum durch dessen eigenes Wertesystem.

Intrinsische Anreize:	Extrinsische Anreize:
Freude / Interesse an der Arbeit	Betriebsbedingungen
Innere Leistungsbereitschaft	Identifikation mit Unternehmenszielen
Harmoniebedürfnis	Aufstiegschancen
Verantwortungsbewusstsein	Belohnung, Bestrafung
Ansehen / Auszeichnung	Herabwürdigung, Degradierung

Tab. 3.1-1: Intrinsische und Extrinsische Anreize

Die von einem Mitarbeiter eines Unternehmens tatsächlich erbrachte Leistung wird neben seinem durch Motivation bestimmten Wollen, auch von seinem Können, den gesellschaftlichen Normen (Dürfen) und den unmittelbaren Situationsbedingungen (situative

¹¹ Hofmann 2001

Ermöglichung) bestimmt.¹²⁾ Die Determinanten der Leistung führen auf das die Leistung bestimmende Zirkulationsmodell, das von Porter, L und Lawler, E. im Rahmen ihrer Motivationstheorie entwickelt wurde.¹³⁾ Das Zirkulationsmodell verdeutlicht den Zusammenhang der leistungsbestimmenden Determinanten (s. Abb. 3.1-1).

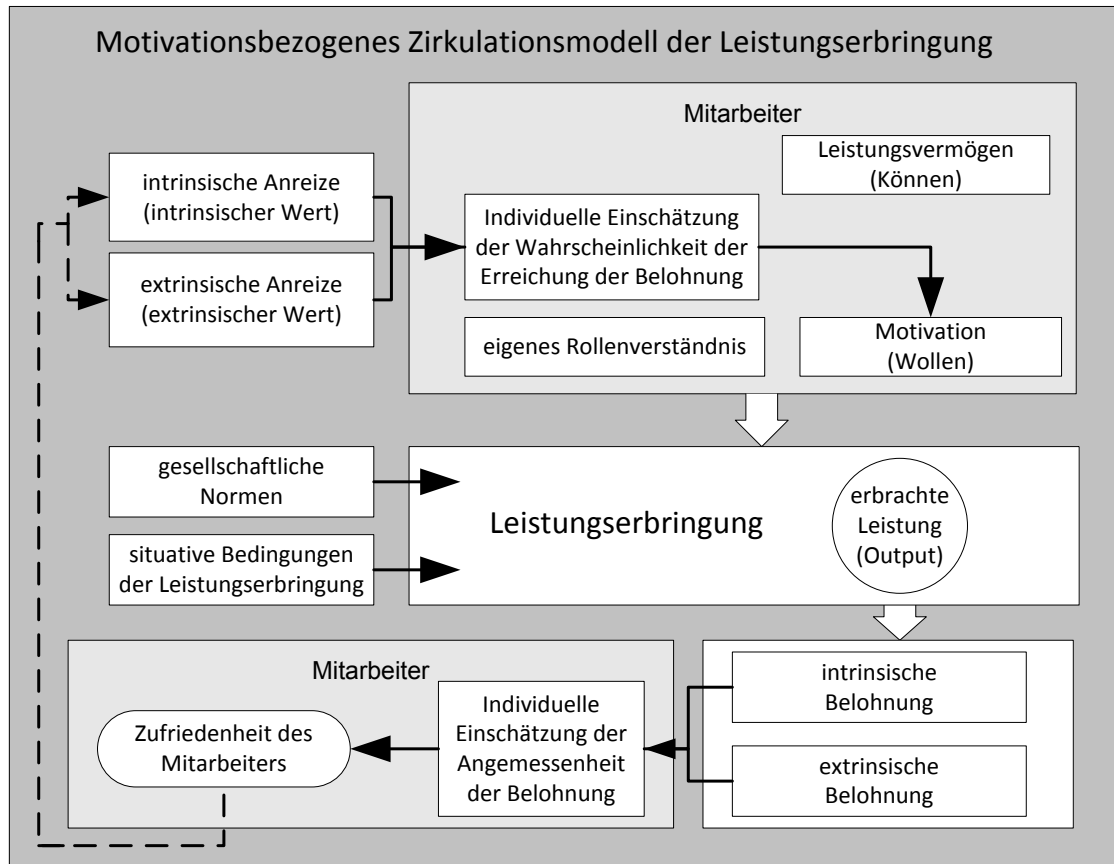


Abb. 3.1-1: Motivationsgesteuertes Zirkulationsmodell nach Porter / Lawler

Anreizsysteme beeinflussen die Motivation von Mitarbeitern oder Projektbeteiligten und sind daher ein häufiges Mittel der Steuerung durch die Unternehmensführung. Das Anreizsystem setzt eine an die Projektverhältnisse angepasste Planung und konkrete Ziele (z.B. die Terminverkürzung oder Kosteneinsparung) voraus. Die Beteiligten sollen durch das Anreizsystem motiviert werden, ihr Verhalten und die Entscheidungen im Prozesssystem den Zielen des Unternehmens anzupassen (Motivierungsfunktion). Nach Kern

„[...] soll das Verhalten von Organisationsmitgliedern so beeinflusst werden, dass es der Erreichung der Unternehmensziele förderlich ist.“ (Kern et al. 1996, S. S. 87ff)

Ein Anreizsystem lässt zahlreiche Wechselwirkungen der sozialen und produktionstechnischen Verhältnisse entstehen, wobei bez. der Gestaltung und Durchführung Asymmet-

¹²⁾ Comelli und Rosenstiel 2003

¹³⁾ Porter und Lawler E. 1968

rien im Verhältnis der Beteiligten bestehen. D.h., dass deren Zuständigkeiten, Abhängigkeiten und Interessen nicht gleichgerichtet sind, sondern divergieren. Das Verhalten der Beteiligten in einem System ist Gegenstand der Agency Theorie (auch als Principal Agent Theory bezeichnet) der Wirtschaftswissenschaft und sozialwissenschaftlichen Soziologie. Diese Theorie hat eine weite Verbreitung in verschiedenen Gebieten der Betriebswirtschaftslehre gefunden, beispielsweise im Corporate Governance, dem Controlling oder dem Personalmanagement (Roiger 2007).

Die Principal-Agent-Beziehung besteht z.B. bei einer Vertragsbeziehung zwischen mindestens zwei Akteuren. Der Principal (Auftraggeber), als bestimmende Instanz, setzt den Agenten (Auftragnehmer) gegen Entgelt als Beauftragten zur Erfüllung bestimmter Aufgaben ein. Der Principal ist dabei von der Leistung und Fachkunde des Agenten abhängig. Bei dieser (Vertrags-) Beziehung kann unterstellt werden, dass sowohl der Prinzipal als auch der Agent bestrebt sind, den eigenen Nutzen zu maximieren (Eigennutzenmaximierung).

Zentrales Element der Agency Theory ist die Institution des Vertrags wegen seiner Bedeutung für die Kooperation von Prinzipal und Agent bei Interessenskonflikten, Umfeldveränderungen und Informationsflüssen (Alparslan 2006). Kommt es seitens der einen oder anderen Seite zu Verstößen gegen die Vertragsbedingungen spricht man von Opportunismus. Dieses Problem wird dadurch verstärkt, dass dem Principal oftmals Informationen über das Handeln des Agenten fehlen und aus Kostengründen eine Kontrolle und Sanktion schwer möglich wird (bspw. Bogaschewsky 1995, S. 166). Das opportunistische Verhalten des Agenten kann durch Einrichtung eines Anreizsystems abgeschwächt oder unterbunden werden (Picot et al. 2002, S. 38).

Überträgt man die Agency-Theory auf die Situation im SF-Bau, so bestehen die beiden folgenden Beziehungsvarianten:

Beziehungsvariante 1: Auftraggeber / Bauherr als Principal
Generalunternehmer als Agent

Beziehungsvariante 2: Generalunternehmer als Principal
Nachunternehmer als Agent

Der GU bzw. NU ist als Agent für die erfolgreiche Baudurchführung und die Erfüllung der Auftraggeberziele (Qualität, Termine, Kosten) verantwortlich. Dem AG bzw. GU obliegt als Principal die Vergütung der Leistungen. Opportunismus liegt insb. dann vor, wenn der AN seinen bauvertraglichen Pflichten nicht nachkommt und bspw. ein Werk abgeliefert, welches nicht frei von Mängeln ist und ihm dabei Vorteile entstehen. Dies kann bspw. Einsparungen bei Material (bei Verwendung anderer als der vereinbarten Bauteile und Materialien) oder Personalkosten (bspw. Ausführung von Arbeiten durch Personen mit geringer Qualifikation) mit sich bringen. Einem solchen opportunistischen Verhalten eines AN bei SF-Bauprojekten soll durch die Einrichtung eines Anreizsystems in Form eines Prämien-Systems (QPS) begegnet werden. Der Anreiz besteht in der Gewährung

einer Qualitätsprämie, die mit Hilfe einer Belohnungsfunktion mit der Variablen „erreichte Qualität“ ermittelt wird.¹⁴⁾

3.2 Anreizsysteme in der Bauwirtschaft

Alle Vereinbarungen zu wechselseitigen Vertragspflichten bewirken bestimmte Anreize auf die Vertragspartner. Letzteres gilt grundsätzlich auch für die Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen (VOB), deren Bestimmungen bei den Vertragspartnern Anreize zu einem bestimmten Verhalten auslösen. Man muss hierzu allerdings feststellen, dass die Regelungen der VOB nur auf den Ausgleich angemessener Ansprüche der einen oder anderen Vertragspartei bei Störungen der Projektabwicklung gerichtet sind.

Nr.	Indikator	Anreiz	Wirkung
1	Bauzeit- überschreitung	Schadensersatzanspruch und Möglichkeit der Kündigung durch den Auftraggeber n. § 5 Abs. 4 VOB/B. Vertragsstrafe n. § 11 Abs. 2 VOB/B.	AN achtet auf termingerechte Durchführung und mögliche Verletzung der Mitwirkungspflichten des AG.
2	Bauzeit- beschleunigung	Bei gesonderte Vereinbarung: Beschleunigungsprämien n. § 9 Abs. 5 VOB/A.	Verbesserung der Kooperationsbereitschaft der Vertragspartner.
3	Zahlungs- termine	Skontovereinbarung und Verzugszinsen gem. § 16 Abs. 5 VOB/B.	Beschleunigte Rechnungsbearbeitung durch den AG.
4	Mängel	Ersatzvornahme des AG n. § 13 Abs. 5 Nr. 2 VOB/B. Haftung n. § 13 Abs. 7 VOB/B. Abnahmeverweigerung n. § 12 VOB/B. Forderungseinbehalt n. § 16 Abs. 1 VOB/B. Minderung n. § 13 Abs. 6 VOB/B.	Verschweigen von Bau- od. Organisationsfehlern, erhöhter Prüf- bzw. Abnahmeaufwand.

Tab. 3.2-1: Bestimmungen der VOB mit Anreizwirkung

Vertraglichen Bestimmungen stellen zwar grundsätzlich ein Motiv dar, Handlungen in der einen oder anderen Weise auszuführen, haben jedoch keine tiefgreifende Wirkung auf die Motivation¹⁵ der Beteiligten, womit eine wichtige Voraussetzung fehlt, um von einem Anreizsystem sprechen zu können (Wälchli 1995). Die Bestimmungen werden in gewissem Sinne als Sanktionen bei Vorliegen einer Störung der Vertragsabwicklung verstanden und stellen daher einen negativen Anreiz dar. Die Projektbeteiligten entwickeln als

¹⁴ vgl. Laux 2005, S. S. 525

¹⁵ Zum Unterschied zwischen Motiv und Motivation wird auf die Literatur zur Motivationspsychologie verwiesen.

Konsequenz „Vermeidungsstrategien“ um den Sanktionen zu entgehen, werden aber nicht zu einer positiven Mitwirkung zur Erreichung der Ziele des Anreizsystems angehalten.

Generell ist bei der Beurteilung der Anreizwirkung zu beachten, ob durch eine vertragliche Regelung ein zusätzlicher Vorteil für einen Projektbeteiligten entsteht oder ob es nur um die Sicherstellung eines Anspruchs geht, der ohnehin besteht. Beispielsweise hat ein Auftragnehmer den Anspruch auf eine Erstattung der zusätzlichen Kosten für eine angewiesene Beschleunigung des Bauablaufs zur Erreichung einer gegenüber dem Vertrag vorzeitigen Fertigstellung. Handelt es sich nur um einen Ausgleich der durch die Beschleunigungsmaßnahmen verursachten Mehrkosten, ist damit beim Auftragnehmer noch keine positive Anreizwirkung verbunden. Erst die Aussicht auf einen zusätzlichen Gewinn, die in der Vertragspraxis meist als „Prämie“ bezeichnet wird, würde eine positive Anreizwirkung auslösen.

Anreizsysteme findet man in der Bauwirtschaft relativ häufig für die unternehmensinterne Organisation; hierzu zählen Leistungslohnmodelle, ergebnisabhängige Gehaltskomponenten bei leitenden Mitarbeitern und Prämiensysteme für Verbesserungsvorschläge. Im Unterschied hierzu kommen Anreizsysteme für unternehmensübergreifende Kooperation von Auftraggeber und Auftragnehmer (Partnering-Modelle) nach der Auffassung zahlreicher Autoren sehr selten zum Einsatz.^{16,17,18} Die Gründe bestehen u.a. in einer sehr starken Unternehmensorientierung auf die Optimierung der kurzfristigen Investments bzw. Aufträge.¹⁹ Nach den im Rahmen des Forschungsprojekts durchgeführten Recherchen gibt es allerdings zur Anwendung von Partnering-Modellen, speziell zum Einsatz von kooperativen Anreizsystemen zwischen Auftraggeber und Auftragnehmer, keine wissenschaftlichen Untersuchungen. Letzteres gilt auch für den Schlüsselfertigbau.

Anreizsystem:	Anwendung		Messgröße	Anreiz
	intern / extern (unternehmensintern / - übergreifend)	Motivationsgruppe		
Leistungslohnsysteme	intern	gewerbliche Beschäftigte	Output: Leistungseinheiten	Prämienlohn [€/Std.]
Bauvertrag mit Bauzeitprämie	extern	AG, AN	vorvertraglicher Fertigstellungstermin	Bauzeitprämie [€/Tg.]
Projektvertrag mit Ergebnisbeteiligung	extern	AG, AN	Cost + fee	Fee [%]
GMP-Vertrag	extern	AG, AN	Unterschreitung definierter Max.Kosten	Ergebnisanteil [%] Reputationverbesserung
Mitarbeitervertrag mit Ergebnisbeteiligung	intern	ltd. Angestellte	Auftragsergebnis	Ergebnisanteil [%]
Vorschlagswesen	intern	alle	Wert der Vorschläge	Partizipation, Würdigung, Prämie [€]

Abkürzungen und Legende:

GMP - Garantierter Maximalpreis

Ltd. Angestellter - Leitender Angestellter größerer Projektverantwortung

Tab. 3.2-2: Anreizsysteme der Bauwirtschaft

¹⁶ Schwerdtner 2007, S. S. 97

¹⁷ Eschenbruch 2005, S. S. 153

¹⁸ Loskant und Merkl 2009, S. S. 102

¹⁹ Giesa 2010, S. S. 40, S. 124

Werden Anreizsysteme zwischen Wirtschaftsunternehmen vereinbart, beruht die motivationsfördernde Wirkung stets auf der Gewährung monetärer Belohnungen (Tab. 3.2-2). Als Beispiel hierfür wird in der Literatur häufig das Bauvertragsmodell mit Guaranteed Maximum Price (GMP-Modell) genannt. Dieses Modell wurde während der Krise in der US-amerikanischen Bauwirtschaft in den 1990er Jahren zur Förderung einer partnerschaftlichen Zusammenarbeit von Auftraggeber und Auftragnehmer und Schaffung einer Win-Win-Situation entwickelt.²⁰⁾ Beim GMP-Modell wird ein vom Auftragnehmer zu garantierender Maximalpreis für die Baumaßnahme vertraglich vereinbart. In der Planungs- und Bauausführung bemühen sich die Vertragsparteien durch Planungsoptimierungen oder günstige Nachunternehmervergaben um Kosteneinsparungen. Der Motivationsanreiz besteht darin, dass der Auftragnehmer einen gewissen Anteil von den erzielten Einsparungen erhält (Bonus auf den GMP), unter der Voraussetzung, dass der GMP insgesamt nicht überschritten wird. Liegen die Kosten der Baumaßnahme trotz einzelner Kosteneinsparungen über dem GMP, müssen die Mehrkosten vom Auftragnehmer allein getragen werden.

Die Frage, ob durch ein Partnering auch qualitative Verbesserungen verbunden sind wird in der Literatur unterschiedlich beantwortet. Einige Autoren vertreten die Auffassung, dass allein schon durch das Partnering an sich qualitative Verbesserungen entstehen.^{21,22)} Andere Autoren sehen Zielkonflikte, wenn Anwender zur Erreichung der monetären Belohnungen qualitative Anforderungen vernachlässigen.^{23,24,25)}

Zielkonflikte sind bei Anreizsystemen mit unterschiedlichen Zielkriterien (Kosten, Zeit, Qualität, Sozialverträglichkeit u.a.) nie auszuschließen. Dieses Problem kann nur durch den Einsatz monokriterieller, nur auf die Förderung der Bauqualität ausgerichteter Anreizsysteme grundsätzlich ausgeschlossen werden.

Auf die Bauqualität fokussierte Anreizsysteme finden in der Bauwirtschaft bisher keine Anwendung, dies gilt auch für über den Bauvertrag hinausgehende Sanktionen bei verfehlten Qualitätszielen.²⁶⁾ Eschenbruch macht den Vorschlag, einen von der Zahl der Mängel abhängigen Qualitätsbonus zu vereinbaren.²⁷⁾ Dieser Ansatz ist jedoch problematisch, da die Klassifizierung von Leistungen als mangelhaft in der Praxis von den Vertragsparteien häufig kontrovers beurteilt wird. Da es außerdem Mängel sehr verschiedener Art gibt (optische Mängel, wesentliche Mängel, Sicherheitsmängel u.a.) können diese nicht nur nach der Anzahl in ein Qualitätssystem eingehen, sondern müssen nach deren Bedeutung für das Projekt unterschiedlich behandelt werden. Erste konkretere Ansätze

²⁰⁾ Mathoi und Wais 2004

²¹⁾ Giesa 2010, S. S. 8, 357

²²⁾ Eitelhuber 2007, S. S. 92

²³⁾ Eschenbruch 2003, S. Rdn. 1438

²⁴⁾ El-Rayes und Kandil 2005, S. S. 477

²⁵⁾ Schwerdtner 2007, S. S. 111

²⁶⁾ Giesa 2010 #59: S. 342}

²⁷⁾ Eschenbruch 2005, S. S. 176

für ein qualitätsbezogenes Bewertungssystem wurden von (Schwerdtner 2007) gemacht.²⁸⁾ Hierauf aufbauend wurde im Rahmen des Forschungsvorhabens ein Anreizsystem zur Verbesserung der Bauqualität entwickelt.

3.3 Konzeption eines Anreizsystems zur Verbesserung der Bauqualität (Entwicklung des Forschungsprojekts)

Nach Abschluss der Baumaßnahmen erfolgt im Rahmen der Bauabnahme die verbindliche und abschließende Beurteilung darüber, ob ein Bauvorhaben entsprechend den Anforderungen errichtet wurde. Die Anforderungen bestimmen sich aus dem Bauvertrag oder allgemein aus den Eigenschaften des Bauwerks, die für die nach dem Vertrag vorausgesetzte oder gewöhnliche Nutzung erforderlich sind (siehe §13 VOB/B und §633 BGB). Der so bestimmte Soll-Zustand des Bauwerks wird bei der Abnahme (§ 12 VOB/B) mit dem tatsächlich gegebenen Ist-Zustand verglichen. Negative Soll-Ist-Abweichungen des Zustandsniveaus bezeichnet man als Mangel und sind ein Merkmal, das üblicherweise mit dem Begriff schlechter Qualität gleichgesetzt wird.

Eine Qualitätsbeurteilung der erbrachten Bauleistung durch Vergleich von Soll- und Ist-Werten stellt grundsätzlich eine schlüssige Verfahrensweise dar. Die praktische Durchführung ist jedoch mit zahlreichen Problemen verbunden:

- Die große Zahl der technischen Vorschriften und Bauwerkselemente macht bei der Bauabnahme eine vollständige Überprüfung des Ist-Zustands bez. aller qualitätsbestimmenden Detailanforderungen praktisch unmöglich.
- Die qualitativen Ziele sind bez. der meisten Details im Vertrag nicht explizit definiert, sondern mit einer allgemeinen Formulierung oder Vorschrift in den Vertrag einbezogen. Eine solche allgemeine Bestimmung ist z.B. die Forderung nach § 4 Abs. 2 VOB/B, dass die Regeln der Technik und die gesetzlichen und behördlichen Bestimmungen beachtet werden müssen. Besonders beim „Global-Pauschalvertrag“²⁹⁾ im Schlüsselfertigbau müssen Unternehmer und auch die Bauüberwachung des Auftraggebers diese allgemeine Bestimmung konkretisieren. Es ist im Einzelnen zu recherchieren, welche Detailanforderungen für die Beurteilung des Bauwerks gelten.
- Die technischen Vorschriften und besonders die in Bauverträgen benutzten Beschreibungen der Leistungspflichten sind häufig nicht widerspruchsfrei oder nicht vollständig. Qualitätsziele sind daher in der Praxis nicht immer eindeutig.
- Es besteht ein erheblicher Interpretationsspielraum, wenn Anforderungen ohne Bezug auf konkrete technische Vorschriften oder den Vertrag nach der Nutzung des Bauwerks festgelegt werden müssen.

²⁸⁾ Schwerdtner 2007, S. S. 138

²⁹⁾ Kapellmann und Schiffers 2011, Rn. 11

- Im Zuge des Fortschritts von Bauarbeiten werden bereits erstellte Leistungen verdeckt und überbaut und so einer Prüfung entzogen.
- Da der zeitliche Ablauf der Bauarbeiten selbst bei guter Arbeitsvorbereitung mit erheblichen Abweichungen verbunden ist, entgehen dem Auftraggeber bez. seiner Qualitätsüberwachung bestimmte Einzelleistungen, da er im Normalfall nicht ständig auf der Baustelle anwesend ist.
- Fehler der Bauausführung, die vor Abnahme beseitigt wurden, gehen nicht in eine Qualitätsbewertung ein, wenn sich diese nur nach der Zahl der Abnahmemängel richtet.

Die vorstehenden Punkte erschweren die Bestimmung der technischen Merkmale der Soll-Werte und auch die Feststellung der Ist-Werte. Wenn eine Qualitätsüberprüfung also unvollständig oder unsachgemäß durchgeführt wurde, so steht das einer Abnahme dennoch nicht entgegen, da die Qualitätsüberprüfung keine rechtliche Voraussetzung der Bauabnahme ist. Es liegt zwar nicht im Interesse eines Auftraggebers, eine Abnahme kann jedoch auch ohne jede Überprüfung der erbrachten Bauleistung vorgenommen werden. Für die bauvertragliche Abwicklung kommt es letztlich nur darauf an, dass die Leistung vom Auftraggeber durch die Abnahme als privatrechtlicher Rechtsakt angenommen ist, damit die Voraussetzungen für die Werklohnfälligkeit, den Gefahrübergang, die Beweislastumkehr und den Verjährungsbeginn vorliegen.

Durch die Abnahme drückt der Auftraggeber aus, dass die erstellte Bauleistung von ihm als im Wesentlichen vertragsgerecht beurteilt wird. Es handelt sich in gewissem Sinne um eine ja/nein-Klassifizierung, die aber keine Auskunft darüber gibt, welches Qualitätsniveau bzw. welchen Qualitätsgrad die erstellte Bauleistung hat. Für eine Qualitätsbewertung ist die Abnahme vom Zeitpunkt her ungeeignet. Die Abnahme ist zeitlich an die Fertigstellung der Bauleistung gebunden und kann von daher auch nur die Qualität des Werks als Sache betreffen, nicht jedoch die Art und Weise wie diese zustande gekommen ist. Eine prozessorientierte Qualitätsbewertung lässt sich an Hand der Feststellungen der Bauabnahme nicht vornehmen.

Eine gute Bauqualität ist nur dann zu erwarten, wenn die Herstellprozesse sachgerecht geplant, fachgerecht ausgeführt und systematisch überwacht werden. Erst die Qualität der Prozesse sichert die Qualität des Bauwerks als Endprodukt. Für den Auftraggeber und Auftragnehmer stellt es einen wesentlichen Unterschied dar, ob der vertragsgerechte Zustand einer Leistung erst durch mehrfache Nachbesserung oder als Folge einer von vornherein fachgerechten Prozessausführung zu Stande gekommen ist. Da der auf das Endprodukt (das Werk) ausgerichtete Bauvertrag keine besonderen qualitätsbezogenen Leistungsanreize besitzt, wird hierzu im Rahmen des Forschungsvorhabens ein neuartiges Instrument entwickelt.

Folgende Punkte sollen in dem zu entwickelnden Anreizsystem berücksichtigt werden:

1. Der Anspruch des Auftraggebers auf ein mängelfreies Werk existiert durch den Bauvertrag per se und soll durch das Anreizsystem nicht verändert werden.
2. Das Anreizsystem berücksichtigt ausschließlich qualitative Merkmale in der Phase vor Fertigstellung bzw. vor Abnahme. Dieser Ansatz geht von der Erkenntnis aus, dass nur ein fachgerecht ausgeführter Prozess zu einer hohen Produktqualität führt.
3. Bei der Ermittlung der Prozessqualität werden auch teilfertige Leistungen einbezogen. Unabhängig von der Möglichkeit einer Nachbesserung führen danach Regelabweichungen bei der Lagerung oder Verarbeitung von Materialien oder der Montage von Bauelementen zu Abstrichen bei der Qualitätsbewertung.
4. Die Kriterien der Qualitätsbeurteilung sind durch den Auftraggeber im Einzelnen festzulegen. Es erfolgt hierzu eine Auswahl von Anforderungen bzw. Bauteilen, die für die Funktion des Gebäudes von besonderer Bedeutung sind. Die in das Qualitätssystem einbezogenen Anforderungen werden in einem abzuschließenden Qualitätsvertrag konkret benannt.
Aus Gründen der praktischen Handhabung können nicht alle nach dem Bauvertrag geforderten Qualitätsmerkmale in einem Qualitätssystem erfasst werden. Der hiermit verbundene Prüfaufwand wäre nicht zu bewältigen. Durch die Einschränkung auf bestimmte Anforderungen entstehen dem Auftraggeber jedoch keine Nachteile, da er nach dem Bauvertrag den vollen Anspruch auf ein mängelfreies Werk bei Abnahme behält.
5. Die Beurteilung der Qualität muss durch quantitative und für die Vertragsparteien nachprüfbare Messgrößen erfolgen. Die allgemein übliche Einstufung von Leistungen als „gute Qualität“ oder „schlechte Qualität“ ist intransparent und reicht für ein Qualitätssystem nicht aus.
6. Das Qualitätsniveau der im Qualitätssystem berücksichtigten Leistungen bzw. Kriterien ist als Gesamtheit zu ermitteln, hierbei sind vom Auftraggeber festgelegte Gewichtungen zu berücksichtigen.
7. Es ist eine Qualitätsprämie zu bestimmen, die einen Anreiz für eine qualitätsorientierte Organisation bzw. Herstellung der Bauleistungen durch den Auftragnehmer darstellt. Im Allgemeinen wird man bei der Prämie von einem Bonus ausgehen. Es kommt aber bei einem Qualitätssystem grundsätzlich auch eine negative Prämie in Betracht. Letzteres würde einen Anreiz bewirken, eine bestimmte vorgegebene Fehlerquote zu vermeiden (Vermeidungsanreiz).

8. Es ist ein rechnerischer (funktionaler) Zusammenhang zwischen dem erreichten Qualitätsniveau und der Höhe der Qualitätsprämie zu bestimmen.

Für die Anwendung des Qualitätssystems in der Praxis sind die vorstehenden konzeptionellen Eckpunkte in einem Vertrag zwischen Auftraggeber und Auftragnehmer zu fixieren (Kapitel 9).

3.4 Elemente des Qualitäts-Anreizsystems

Für den Auftragnehmer besteht der besondere Anreiz zur Erreichung eines bestimmten Qualitätsniveaus in der Qualitätsprämie (QP). Die Qualitätsprämie wird vom Auftraggeber aus seinem Prämienbudget (PB) ausgezahlt. Das Qualitätsniveau ist durch eine Messgröße, die als Qualitätszahl (QZ) bezeichnet werden soll, quantitativ zu beschreiben.

$$QP = f(QZ, PB) \quad \text{mit } QP[\text{€}] \leq PB[\text{€}]$$

Die Qualitätsprämie ist von der Qualitätszahl und dem Prämienbudget abhängig. Der funktionale Zusammenhang wird als Belohnungsfunktion bezeichnet.

Es ist Ziel des Forschungsvorhabens, die quantitativen Größen für die Berechnung einer Qualitätsprämie zu entwickeln. Die hierbei verwendeten konzeptionellen Ansätze werden im Folgenden beschrieben. Die detaillierte Darstellung der Entwicklungen erfolgt in den jeweiligen Hauptkapiteln des Forschungsberichts.

3.4.1 Qualitätsmessinstrument

Für die Anwendung eines Qualitäts-Prämiensystems müssen die Feststellungen zur Qualität der Bauleistungen, die nicht unerheblich auch von subjektiven Beurteilungen geprägt sind, in eine quantitative Größe überführt werden. Diese Größe muss über das Qualitätsniveau der erstellten Bauleistungen und Prozesse Auskunft geben. Im Rahmen des Forschungsprojekts wird hierfür die Bezeichnung Qualitätszahl verwendet.

Wegen der großen Zahl von Bauleistungen, die bei einer Qualitätsbeurteilung potenziell berücksichtigt werden müssen und deren Komplexität bez. der Bauwerksfunktionen sind für das zu entwickelnde Qualitätssystem nach Zahl und Inhalt Vereinfachungen notwendig. Grundsätzlich basiert die Qualitätsbewertung immer auf einer Zählung von Defiziten, wobei hierfür folgende Ansätze für die Bewertungsbasis verwendet werden können:

1. Zählung der reinen Zahl festgestellter Defizite
2. Zählung auf Grundlage spezieller Qualitätseinheiten, mit denen ein Qualitätsmerkmal gemessen wird.
3. Zählung auf Grundlage von Stichproben

Spezielle Qualitätseinheiten (Möglichkeit 2) sind notwendig, wenn die Zahl der Defizite nur mit großem Aufwand zählbar ist oder Defizitausprägungen nur schwer zu unterscheiden sind. Beispiel hierfür sind Defizite an Bauteiloberflächen mit unterschiedlicher Ausprägung (Farbabweichungen, Unebenheiten, Maßabweichungen) oder Rissbilder einer Wand mit unterschiedlichen Rissbreiten und Risslängen (mm, cm, m).

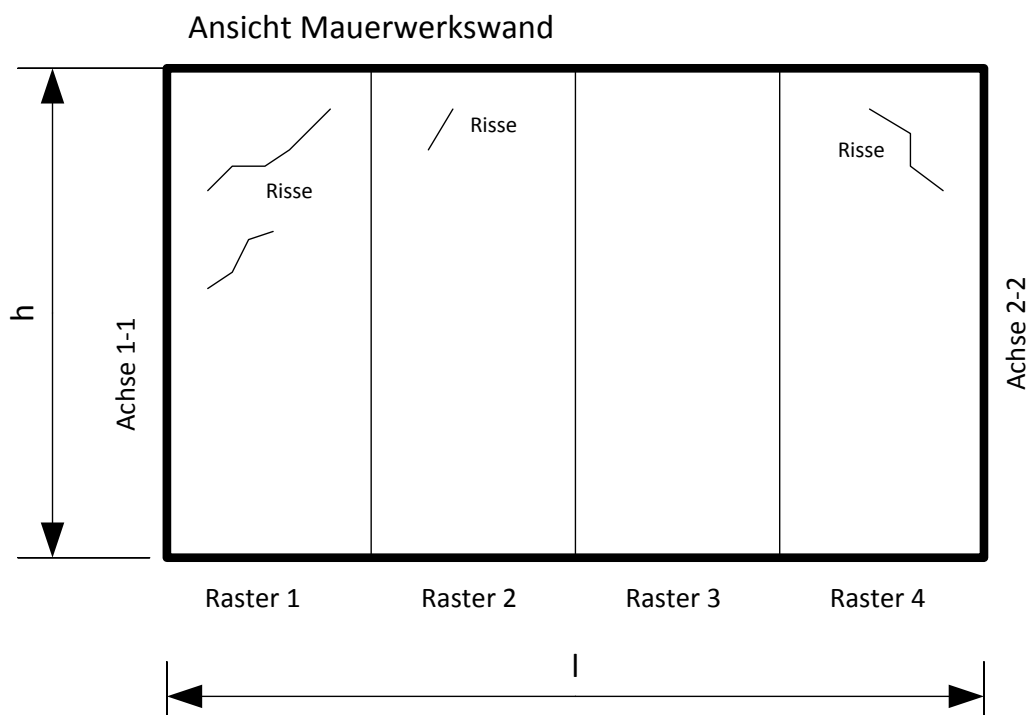


Abb. 3.4-1 Beispiel zur Defizitzählung mit speziellen Qualitätseinheiten

In solchen Fällen kann die Bewertung an Hand von Bauteileinheiten oder Prüfrastern erfolgen. Bei Bauteileinheiten werden bei der Qualitätsbewertung Bauteile mit Defiziten gezählt, unabhängig von der Zahl der Defizite je Bauteil. Bei Prüfrastern wird das Bauteil bzw. die Bauteilfläche unterteilt. Die Rastergröße kann unterschiedlich sein. Bei der Qualitätsbewertung wird die Zahl der Raster mit Defiziten gezählt. Bei einer solchen Vorgehensweise ist z.B. die Zahl der Defizite unabhängig von der Zahl der Risse und deren Ausprägung innerhalb eines Rasters.

Bei der Defizitzählung ergeben sich je nach Bewertungsbasis größere Unterschiede. Bezeichnet man als Abweichungsgrad A das Verhältnis der Zahl der Defizite zur Bewertungsbasis, erhält man z.B. für den in Abb. 3.4-1 dargestellten Fall, bei dem die Qualitätsbewertung für eine einzelne Mauerwerkswand vorgenommen werden soll:

Ohne Vereinfachung bez. der Bewertungsbasis:

$$\text{Abweichungsgrad } A = \frac{4 \text{ Defizite}}{1} = 4$$

Bei Wahl der Wand als Bewertungsbasis:

$$\text{Abweichungsgrad } A_{(\text{Bauteil})} = \frac{1 \text{ Defizit}}{1} = 1$$

Bei Wahl der Raster als Bewertungsbasis:

$$\text{Abweichungsgrad } A_{(\text{Raster})} = \frac{3 \text{ Defizite}}{4} = 0,75$$

Würde man die Qualitätsbewertung auf der Grundlage von Stichproben der Wände als Bauteil durchführen, würde der Abweichungsgrad Werte von 0 oder 1 annehmen, je nachdem, ob die betreffende Wand zur Stichprobe gehört.

Das Beispiel zeigt, dass die Festlegung der Bewertungsbasis den Abweichungsgrad und damit das festgestellte Qualitätsniveau bestimmt. Es sind daher in der Qualitätsvereinbarung entsprechende Vereinbarungen vorzunehmen.

Bei der Qualitätsbewertung festgestellte Defizite können in ein Bewertungssystem nach ihrer reinen Zahl bzw. Häufigkeit eingehen. Aus Sicht des Auftraggebers ist es allerdings notwendig, eine weitergehende Bewertung im Hinblick auf die Funktionsanforderungen des Bauvorhabens vorzunehmen. Dies entspricht in gewisser Weise der baurechtlichen Bewertung von Mängeln als wesentlicher Mangel, hinzunehmender Mangel, Sicherheitsmangel u.a..

Je nach Nutzungsart des Bauwerks und Ansprüchen des Auftraggebers müssen Defizite gewichtet werden. Die Komplexität der technischen und individuellen vom Auftraggeber vorgegebenen Anforderungen entzieht sich jedoch einer Systematik und kann daher in

einem Qualitätssystem in vollem Umfang nicht berücksichtigt werden. Im Rahmen der Qualitätsbewertung ist daher auch eine inhaltliche Vereinfachung erforderlich. Im Rahmen der Entwicklungen des Forschungsvorhabens erfolgt dies durch eine Beschränkung der Bewertung festgestellter Defizite auf folgende Funktionskomplexe:³⁰

1. Nutzungsdauer
2. Nutzungskosten
3. Standsicherheit
4. Brandschutz
5. Schallschutz
6. Wärmeschutz
7. Feuchteschutz
8. Optik
9. Sicherheit und Gesundheit
10. Sonstiges

Für die vorgenannten Funktionskomplexe müssen vom Auftraggeber bei einer Anwendung des entwickelten Qualitätsmodells Gewichtungsfaktoren festgelegt werden. Da mit solchen individuellen Gewichtungsfaktoren eine Vergleichbarkeit des Qualitätsniveaus bzw. der Qualitätszahl unterschiedlicher Projekte nicht möglich ist, erfolgt deren Ermittlung im Rahmen des Qualitätssystems stets parallel mit einer unspezifischen Gewichtungsskala, die für alle Funktionskomplexe den Wert 5 aufweist. (siehe Kap. 6.1)

³⁰ Nähere Erläuterungen zu Funktionskomplexen, siehe Kap. 4.5

Das Forschungsvorhaben hat also den „zweigleisigen“ Ansatz verfolgt:

1. Ermittlung einer spezifischen Qualitätszahl, die die individuellen Anforderungen des Auftraggebers berücksichtigt.
2. Ermittlung einer unspezifischen (allgemeinen) Qualitätszahl, um eine Vergleichbarkeit des Qualitätsniveaus unterschiedlicher Projekte zu ermöglichen

Die detaillierte Beschreibung und Begründung der Entwicklung dieses Qualitätsmessinstruments wird in Kap. 6 vorgenommen. Das darauf aufbauende, im Rahmen des Forschungsprojekts entwickelte EDV-Programm zur Erfassung der Defizite und Berechnung der Qualitätszahlen (Bezeichnung eQ-track) ist Gegenstand des Kapitels 7.

3.4.2 Belohnungsfunktion

Die Belohnungsfunktion beschreibt den Zusammenhang zwischen Qualitätszahl und Qualitätsprämie. Man kann hierfür auch die Bezeichnung „Prämienfunktion“ verwenden. Mit der Belohnungsfunktion wird die Höhe des Bonus ermittelt, den ein Auftragnehmer erhält, wenn eine im Qualitätsvertrag festgelegte Qualitätszahl überschritten wird. Andernfalls wird hiermit der Malus ermittelt, wenn diese Qualitätszahl unterschritten wird. Die Belohnungsfunktion besteht in ihrer allgemeinen Form aus 5 Abschnitten.

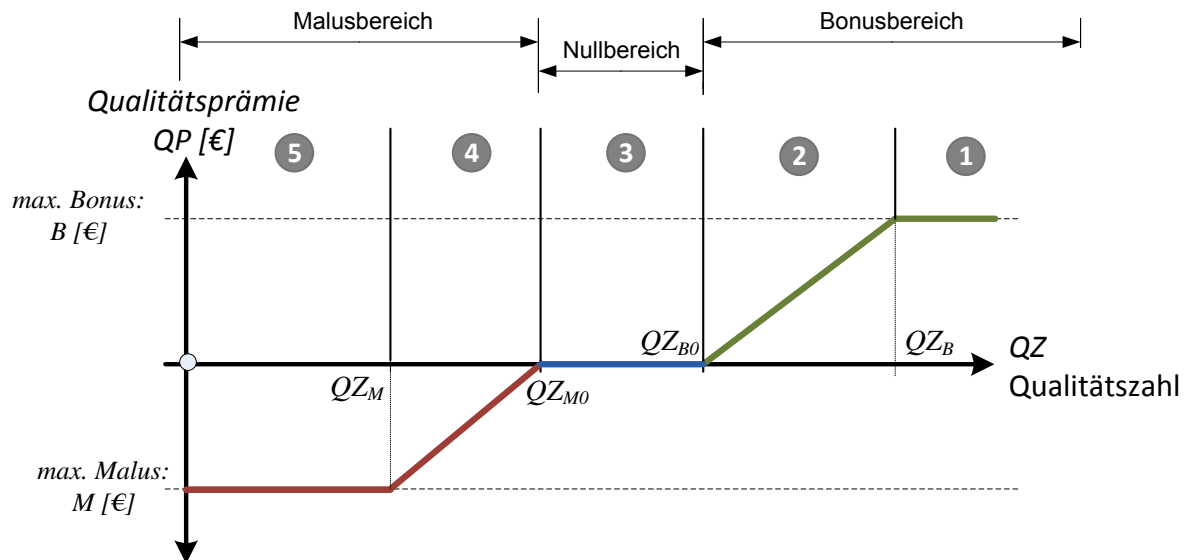


Abb. 3.4-2: Belohnungsfunktion

- Bereich 1: Erreicht der Auftragnehmer die gem. Qualitätsvertrag vereinbarte Qualitätszahl QZ_B erhält er die Qualitätsprämie in voller Höhe (maximaler Bonus).
- Bereich 2: Liegt die vom Auftragnehmer erreichte Qualitätszahl QZ unterhalb von QZ_B in dem Bereich $QZ_{B0} \leq QZ \leq QZ_B$ erhält er nur einem Teil der Qualitätsprämie.
- Bereich 3: Liegt die vom Auftragnehmer erreichte Qualitätszahl QZ in einem Bereich $QZ_{M0} \leq QZ \leq QZ_{B0}$ erhält er keine Qualitätsprämie, keinen Bonus und keinen Malus.
- Bereich 4: Liegt die vom Auftragnehmer erreichte Qualitätszahl QZ in einem Bereich $QZ_M \leq QZ \leq QZ_{M0}$ wird an seiner Vergütung aus dem Bauvertrag ein Abzug vorgenommen. Dieser sog. Malus wird als Anteil eines maximalen Malus bestimmt.
- Bereich 5: Liegt die vom Auftragnehmer erreichte Qualitätszahl QZ in einem Bereich unterhalb des Wertes von QZ_M wird an seiner Vergütung aus dem Bauvertrag ein Abzug in vollen Höhe des vereinbarten Betrags vorgenommen (maximaler Malus).

Die Belohnungsfunktion ist maßgebend für den Anreiz des Auftragnehmers, in besonderer Weise auf die Einhaltung der im Qualitätsmessinstrument definierten Qualitätsparameter zu achten. Ist es beabsichtigt, nur positive Anreize zu setzen, kann die Belohnungsfunktion aus den Bereichen 1 bis 3 bestehen. Soll der Anreiz auf die Vermeidung schlechter Qualität ausgerichtet werden, kann die Belohnungsfunktion aus den Bereichen 3 bis 5 bestehen. Der maximale Bonus und der maximale Malus können dabei vom Betrag her unterschiedlich sein.

Die Belohnungsfunktion ist in ihrer vollständigen Form bestimmt, wenn im Qualitätsvertrag die folgenden Größen vereinbart sind:

maximaler Bonus: B

maximaler Malus: M

Obere Qualitätszahl: QZ_B

Obere Nullgröße der Qualitätszahl: QZ_{B0}

Untere Nullgröße der Qualitätszahl: QZ_{M0}

Untere Qualitätszahl: QZ_M

3.4.3 Qualitätsvertrag

Ein Instrument zur Verbesserung der Bauqualität kann nur dann die beabsichtigte Wirkung erzielen, wenn dieses auf klaren und verbindlichen Festlegungen beruht. Im Ergebnis führt das auf die Formulierung vertraglicher Regelungen zum Qualitätsmanagement. Für die Projektorganisation ist es dabei von entscheidender Bedeutung, ob die Regelungen zum Qualitätsmanagement als Bestandteil des Bauvertrags vereinbart werden oder ob hierfür ein gesonderter Vertrag – ein sog. Qualitätsvertrag – geschlossen wird.

Nach Gesprächen mit Experten aus der Wirtschaft wurde für das Forschungsvorhaben entschieden, das Anreizsystem zur Verbesserung der Bauqualität in einem eigenständigen – vom Bauvertrag unabhängigen – Qualitätsvertrag zu regeln (Kapitel 9). Der übliche Regelungsbereich von Bauverträgen soll also nicht verändert werden. Damit wird der oftmals komplizierte und in vielen Punkten problembehaftete Rechtskomplex des Bauvertrags durch den Qualitätsvertrag nicht berührt. Insbesondere bleiben die wechselseitigen Ansprüche von Auftraggeber und Auftragnehmer aus dem Bauvertrag beim Umgang mit Baumängeln in vollem Umfang erhalten. Durch die Anwendung des vertraglichen Anreizsystems ist der Auftragnehmer also auch nicht von seiner Pflicht zur Qualitätssicherung oder Beseitigung von Mängeln entbunden.

Auf der Grundlage eines Qualitätsvertrags, der die Anwendung des Qualitäts-Anreizsystems zwischen den Vertragsparteien regelt, soll so eine kooperative prozessbegleitende Qualitätsbewertung der Bauleistung erfolgen. Hierdurch wird die frühzeitige Erkennung von Fehlern der Bauausführung unterstützt und Fehlerkosten reduziert.

Die Unterschiede der vertraglichen Merkmale zwischen einem üblichen Bauvertrag und dem entwickelten Qualitätsvertrag sind in Abb. 3.4-2 dargestellt.

Vertragliche Merkmale von Bauvertrag und Qualitätsvertrag		
	Bauvertrag:	Qualitätsvertrag:
1. Qualitätsüberprüfung:	zum Fälligkeitszeitpunkt der Leistung (Bauabnahme)	baubegleitend
2. Zahl der Qualitätsüberprüfungen:	einmal	mehrfach
3. Prüfparameter:	Leistungsmängel	Bau- und Prozessdefizite
4. Umfang der Qualitätsüberprüfung:	(theoretisch) vollständig	beschränkt auf bestimmte qualitätsrelevante Leistungen
5. Vergütung:	Baupreis (pauschal oder mengenabhängig)	Qualitätsprämie (Bonus und / oder Malus)
6. Vertragserfordernis:	erforderlich	optional (abhängig vom Sicherheitsbedürfnis des AG)

Abb. 3.4-3: Gegenüberstellung von Merkmalen des Bauvertrags und des Qualitätsvertrags

4 Auswahl bewertungsrelevanter Objekte eines Qualitätssystems

Jede Anwendung von Qualitätssystemen setzt eine Auswahl von Prüfobjekten und Prüfmerkmalen voraus. Prüfobjekte können allgemein Gegenstände (Bauteile als Leistung des Unternehmers) oder auch Prozesse sein. Das im Rahmen des Forschungsvorhabens entwickelte Qualitäts-Anreizsystem ist auf gegenständliche Objekte ausgelegt, weil dies dem rechtlichen Verständnis eines Werkvertrags – als Regelform des Bauvertrags – entspricht. Es kommt bei diesem Vertragstypus auf die vertragsgerechte Erfüllung – die Werkleistung – an, nicht aber auf die Art und Weise des Zustandekommens.

Die Ausrichtung eines Qualitätssystems auf gegenständliche Objekte ist außerdem dadurch gerechtfertigt, dass der Gegenstand als Produkt das Ergebnis der durchgeführten Prozesse darstellt. Vernachlässigt man Ereignisse höherer Gewalt kann man daher davon ausgehen, dass ein fachgerecht ausgeführter Prozess zu einem qualitativ einwandfreiem Ergebnis (Bauteil) führt. Zu beachten ist allerdings, dass beim Forschungsvorhaben auch unfertige Bauteile bzw. Leistungen bewertungsrelevant sind.

Für die Anwendung eines Anreizsystems sind aus rein praktischen Gründen Beschränkungen bez. des Bewertungsumfangs, der sich aus der Zahl der Bewertungsobjekte (sog. Kontrollgegenstände) und der Prüfmerkmale ergibt, zu begrenzen. Ansonsten wäre der mit der Prüfung und Bewertung verbundene Aufwand zeitlich und finanziell nicht zu bewältigen.

Nach der Konzeption des entwickelten Anreizsystems müssen die Vertragsparteien den Bewertungsumfang im Qualitätsvertrag vereinbaren, wobei hierfür folgende Grundlagen in Frage kommen:

- Statistiken zu Baumängeln und / oder Bauschäden (Fehlerquoten).
- Besondere Haftungsrisiken bei der Bauüberwachung.
- Arbeiten mit besonderen Risiken für die Sicherheit der Beschäftigten.
- Fehlermöglichkeits- und Einflussanalysen (Risiko-Prioritätszahlen).
- Scoring im Rahmen der Methode des Quality Function Deployment (QFD)

Die Ausführungen der folgenden Kapitel stellen die Prinzipien der Anwendung vorstehender Möglichkeiten zur Auswahl bzw. Festlegung der bewertungsrelevanten Objekte des Qualitäts-Anreizsystems dar und analysieren und bewerten diese bez. ihrer Eignung. Vorschriften oder Normen zur Festlegung des Bewertungsumfangs existieren derzeit nicht. Die Vertragsparteien müssen hierzu jeweils eigene vertragliche Vereinbarungen treffen. Dies führt dazu, dass empirische Aussagen über die Entwicklung des Qualitätsniveaus unterschiedlicher Projekte nicht möglich sind.

Ein Ansatz zur Standardisierung der Erfassung von Mängeln wurde seitens der Bundesanstalt für Straßenwesen gemacht. In Technischen Vertragsbedingungen wurde die Durchführung von Qualitätssicherungsmaßnahmen während der Ausführung geregelt.³¹⁾

³¹ Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Ingenieurbauwerke (ZTV-ING)

4.1 Untersuchungen zur Häufigkeit von Fehlern, Mängeln und Schäden an Bauleistungen

Zur Identifikation besonders fehleranfällige Gewerke und Bauteile wurden im Rahmen des Forschungsvorhabens folgende Informationsquellen ausgewertet:

- Mängeldokumentationen von Bauprojekten.
- Wissenschaftliche Arbeiten und allgemeine Literatur zu Baumängeln.

Durch die Auswertung von Mängelanalysen soll der Anwender eines Qualitätssystems bei der Auswahl der bewertungsrelevanten Objekte unterstützt werden. Konkret bedeutet dies, dass Leistungen oder Bauteile, die bei der Ausführung mit einem erhöhten Mängelrisiko verbunden sind, im Qualitätssystem berücksichtigt werden sollten. Die nachstehenden Ausführungen dienen der Identifikation dieser qualitätskritischen Leistungen oder Bauteile.

4.1.1 Mängelanalysen von Praxisprojekten

Die von der Forschungsstelle durchgeführten Untersuchungen zur Mängelanfälligkeit von Bauleistungen wurden mit einem im Rahmen des Forschungsvorhabens entwickelten Datenbanksystem (Bezeichnung eQ-track) durchgeführt.³²⁾ Die Funktionalitäten dieses Programms sind in Kap 7 im Detail beschrieben.

Projektinformationen und Datengrundlage

Als Grundlage für die Analyse wurde der Forschungsstelle ein Pool von Projektdokumentationen der TÜV SÜD Industrie Service GmbH zur Verfügung gestellt. Dieser Dienstleister erfasst Mängeldaten im Rahmen baubegleitender Qualitätskontrollen.

Im Rahmen des Forschungsvorhabens wurden die Mängeldaten geeigneter Projekte mit dem Datenbanksystem eQ-track erfasst und bezüglich Auswirkungen auf die Funktion des Objekts, Defizitklasse und den rechtlichen Auswirkungen klassifiziert. Im Anschluss an die Datenerhebung erfolgte die Auswertung.

Daraufhin erfolgte die Auswahl von Referenzprojekten. Es bestand dabei die Anforderung, dass die Projekte in Hinblick auf die Dokumentation und Rahmenbedingungen vergleichbar sein sollten. Diesbezüglich wurden folgende Eigenschaften der Projekte überprüft:

- Bauwerkstyp und konstruktive Besonderheiten
- Anzahl der durchgeführten baubegleitenden Begehungen
- Zeitraum und Ort des Bauvorhabens

Durch den Abgleich der aufgelisteten Bedingungen und der vom TÜV-SÜD dokumentierten Projekte wurden die in Tab. 4.1-1 aufgeführten Selektionskriterien ausgearbeitet.

³²⁾ Die in diesem Kapitel vorgestellten Mängelanalysen mit eQ-track weisen gegenüber der in Kap. 7 beschriebenen Programmfassung im Layout ab.

Kriterium	Ausbildung
Objektgruppe	Mehrfamilienhäuser
Wohneinheiten	Unterschiedliche Anzahl
Garage	Mit / ohne Garage, teilweise mit Tiefgarage
Anzahl der Begehungen	3 bis 12 Begehungen pro Projekt
Projektzeitraum	2005 bis 2010
Bauregion	Großraum München

Tab. 4.1-1: Selektionskriterien zur Auswahl der Projektdokumentationen des TÜV-SÜD

Mit den aufgelisteten Kriterien konnten mithilfe von eQ-track 23 Projekte herausgefiltert werden. Bei diesen sind insgesamt 1449 Defizite dokumentiert.

Abb. 4.1-1 zeigt die Ansicht des Datenbanksystems eQ-track nach Anwendung der Filterkriterien. Zu sehen sind die verbliebenen Projekte mit zugehörigen Informationen zu den Projektbeteiligten, der Zahl dokumentierter Begehungen und der Zahl der Defizite. Im unteren Teil sind die weiteren Analysemöglichkeiten dargestellt.

Hauptmenü - Abfragen eQ-track

Eingabe: Gebäudetyp: MFH

Bisher sind 23 Projekte erfasst Bisher sind 1449 Defizite erfasst

Projektnummer	Bauvorhaben	Auftraggeber	Auftragnehmer	Begehungen	Mängel
215122/ 698186	Mehrfamilienhaus mit 4 WE	B.Bau GmbH	TÜV SÜD Industrie Service	5	62
215143/ 704402	Doppelhaus mit 4 Wohneinhe	B.Bau GmbH	TÜV SÜD Industrie Service	5	102
216028/ 976260	Mehrfamilienhaus mit Tiefgar	B.Bau GmbH	TÜV SÜD Industrie Service	2	2
216156/ 868345	Mehrfamilienhaus mit TG	B.Bau GmbH	TÜV SÜD Industrie Service	9	83
217009/ 938287	MFH mit TG	Prokon	TÜV SÜD Industrie Service	6	135
217103	2 MFH'S mit 12 WE	XXY Versicherung	TÜV SÜD Industrie Service	7	178
217070	3 Mehrfamilienhäuser mit TG	Wohnkonzept	TÜV SÜD Industrie Service	7	41
215096	Mehrfamilienhaus	K + K Wohnbau GmbH	TÜV SÜD Industrie Service	2	3
215145 / 705901	Mehrfamilienanlage mit TG	Hawo Bau GmbH + Co. KG	TÜV SÜD Industrie Service	5	20

aufheben

Abfragen: Mängelhäufigkeit

STLB | Geschoss | Raum | Bauteil

Abfragen: Mängel nach

STLB | Geschoss | Raum | Bauteil

Abfragen: Mängel nach Auswirkungen auf

Funktion | Mängelklasse | Bauausführung | Hersteller / Planungsdaten | rechtlichen Bewertungen

Abb. 4.1-1: Screenshot eQ-track, gefilterte Auswahl von Projekten

Im Rahmen des Forschungsvorhabens erfolgte die Auswertung der Projekte nach der Kategorie *Defizithäufigkeit*. Im Einzelnen wurden die Analysen hinsichtlich der Gewerke (Einteilung nach den Leistungsbereichen des STLB Bau) und der Bauteile verwendet. Die entsprechenden Ergebnisse werden im Folgenden vorgestellt und interpretiert.

Defizithäufigkeit der Gewerkeleistungen

Die nachfolgende Tabelle Tab. 4.1-2 zeigt die Einteilung der Leistungsbereiche. Grundlage ist die Gliederung des Standardleistungsbuchs Bau (Stand April 2013). Jedes Defizit kann bei der Eingabe in die Datenbank einem oder mehreren der aufgeführten Leistungsbereiche zugeordnet werden.

Leistungsbereich	Bezeichnung
000	Sicherheitseinrichtungen, Baustelleneinrichtungen
001	Gerüstarbeiten
002	Erdarbeiten
003	Landschaftsbauarbeiten
004	Landschaftsbauarbeiten - Pflanzen
005	Brunnenbauarbeiten und Aufschlussbohrungen
006	Spezialtiefbauarbeiten
007	Untertagebauarbeiten
008	Wasserhaltungsarbeiten
009	Entwässerungskanalarbeiten
010	Drän- und Versickerarbeiten
011	Abscheider- und Kleinkläranlagen
012	Mauerarbeiten
013	Betonarbeiten
014	Natur- und Betonwerksteinarbeiten
016	Zimmer- und Holzbauarbeiten
017	Stahlbauarbeiten
018	Abdichtungsarbeiten
019	Kampfmittelräumarbeiten
020	Dachdeckungsarbeiten
021	Dachabdichtungsarbeiten
022	Klempnerarbeiten
023	Putz- und Stuckarbeiten, Wärmedämmsysteme
024	Fliesen- und Plattenarbeiten
025	Estricharbeiten
026	Fenster, Außentüren
027	Tischlerarbeiten
028	Parkett-, Holzpflasterarbeiten
029	Beschlagarbeiten
030	Rolladenarbeiten
031	Metallbauarbeiten
032	Verglasungsarbeiten
033	Baureinigungsarbeiten
034	Maler- und Lackierarbeiten - Beschichtungen

Leistungs- bereich	Bezeichnung
035	Korrosionsschutzarbeiten an Stahlbauten
036	Bodenbelagarbeiten
037	Tapezierarbeiten
038	Vorgehängte hinterlüftete Fassaden
039	Trockenbauarbeiten
040	Wärmeversorgungsanlagen - Betriebseinrichtungen
041	Wärmeversorgungsanlagen - Leitungen, Armaturen, Heizflächen
042	Gas- und Wasseranlagen - Leitungen, Armaturen
043	Druckrohrleitungen für Gas, Wasser und Abwasser
044	Abwasseranlagen - Leitungen, Abläufe, Armaturen
045	Gas-, Wasser- und Entwässerungsanlagen - Ausstattung, Elemente, Fertigbäder
046	Gas-, Wasser- und Entwässerungsanlagen - Betriebseinrichtungen
047	Dämm- und Brandschutzarbeiten an technischen Anlagen
049	Feuerlöschanlagen, Feuerlöschgeräte
050	Blitzschutz-/Erdungsanlagen, Überspannungsschutz
051	Kabelleitungstiefbauarbeiten
052	Mittelspannungsanlagen
053	Niederspannungsanlagen - Kabel/Leitungen, Verlegesysteme, Installationsgeräte
054	Niederspannungsanlagen - Verteilersysteme und Einbaugeräte
055	Ersatzstromversorgungsanlagen
057	Gebäudesystemtechnik
058	Leuchten und Lampen
059	Sicherheitsbeleuchtungsanlagen
060	Elektroakustische Anlagen, Sprechanlagen, Personenrufanlagen
061	Kommunikationsnetze
062	Kommunikationsanlagen
063	Gefahrenmeldeanlagen
064	Zutrittskontroll-, Zeiterfassungssysteme
069	Aufzüge
070	Gebäudeautomation
075	Raumlufttechnische Anlagen
078	Kälteanlagen für raumlufttechnische Anlagen
080	Straßen, Wege, Plätze
081	Betonerhaltungsarbeiten
082	Bekämpfender Holzschutz
083	Sanierungsarbeiten an schadstoffhaltigen Bauteilen
084	Abbruch- und Rückbauarbeiten

Leistungs- bereich	Bezeichnung
085	Rohrvortriebsarbeiten
087	Abfallentsorgung, Verwertung und Beseitigung
090	Baulogistik
091	Stundenlohnarbeiten
096	Bauarbeiten an Bahnübergängen
097	Bauarbeiten an Gleisen und Weichen
098	Witterungsschutzmaßnahmen

Tab. 4.1-2: Verwendete Leistungsbereiche nach STLB

Tab. 4.1-3 zeigt die Häufigkeiten von Baudefiziten in Bezug auf die Leistungsbereiche nach STLB. Von den insgesamt 1449 dokumentierten Defiziten beeinflussen 1296 ein oder mehrere Leistungen eines Gewerks. Die restlichen Defizite sind in den Mängeldokumentationen des TÜV-SÜD keinem Leistungsbereich zugeordnet. Dadurch werden diese von der Datenbank nicht in die Zusammenfassung einbezogen.

Ran- king	STLB- Nr.	Bezeichnung	Anzahl Defizite	Relative Häufigkeit	Kumulierte Häufigkeit
1	023	Putz- und Stuckarbeiten, Wärmedämmsysteme	170	13,12 %	13,12 %
2	034	Maler- und Lackierarbeiten - Beschichtungen	126	9,72 %	22,84 %
3	026	Fenster, Außentüren	88	6,79 %	29,63 %
4	031	Metallbauarbeiten	69	5,32 %	34,95 %
5	027	Tischlerarbeiten	60	4,63 %	39,58 %
6	053	Niederspannungsanlagen - Kabel/Leitungen, Verlege- systeme, Installationsgeräte	54	4,17 %	43,75 %
7	013	Betonarbeiten	48	3,70 %	47,45 %
...
Σ		Alle Kategorien	1296	-	100,00 %

Tab. 4.1-3: Auflistung der Gewerke in Abhängigkeit der jeweils aufgetretenen Defizite, absteigend sortiert.

Auffällig ist, dass fast 50% der 1296 aufgetretenen Defizite lediglich 7 Gewerke betreffen. Mit 13,12%, der gesamten Baudefizite, bilden die Defizite an *Putz- und Stuckarbeiten* und am *Wärmedämmsystem* den größten Anteil. Ordnet man die Leistungsbereiche nach den Gewerkegruppen Rohbau, Ausbau und Gebäudetechnik³³, zeigt sich das in Tab. 4.1-4 bis Tab. 4.1-6 dargestellte Ranking der Häufigkeiten.

³³ Die Zuordnung der Gewerke zu den Gewerkegruppen Rohbau, Ausbau, Gebäudetechnik erfolgt analog der Systematik des Baukosteninformationsdienstes (BKI).

Ran- king	Leistungsbereiche nach STLB → Rohbaugewerke		Anzahl Defizite	Relative Häufigkeit
1	013	Betonarbeiten	48	3,70 %
2	022	Klempnerarbeiten	48	3,70 %
3	012	Mauerarbeiten	45	3,47 %
4	018	Abdichtungsarbeiten	41	3,16 %
5	021	Dachabdichtungsarbeiten	35	2,70 %
6	020	Dachdeckungsarbeiten	29	2,24 %
7	014	Natur-, Betonwerksteinarbeiten	26	2,01 %
8	016	Zimmer- und Holzbauarbeiten	20	1,54 %
9	000	Sicherheitseinrichtungen, Baustelleneinrichtungen (inkl. 001)	8	0,62 %
10	003	Landschaftsbauarbeiten	2	0,15 %

Tab. 4.1-4: TÜV SÜD: Auflistung der 10 fehleranfälligsten Rohbaugewerke Ausbaugewerke in Bezug zur relativen Häufigkeit, absteigend sortiert

Ran- king	Leistungsbereiche nach STLB → Ausbaugewerke		Anzahl Defizite	Relative Häufigkeit
1	023	Putz- und Stuckarbeiten, Wärmedämmsysteme	170	13,12 %
2	026	Fenster, Außentüren (inkl. 029 u. 032)	133	10,26 %
3	034	Maler- und Lackierarbeiten - Beschichtungen (inkl. 037)	126	9,72 %
4	031	Metallbauarbeiten (inkl. 035)	70	5,40 %
5	027	Tischlerarbeiten	60	4,63 %
6	039	Trockenbauarbeiten	48	3,70 %
7	024	Fliesen- und Plattenarbeiten	46	3,55 %
8	033	Baureinigungsarbeiten	22	1,70 %
9	030	Rollladenarbeiten	16	1,23 %
10	025	Estricharbeiten	15	1,16 %

Tab. 4.1-5: TÜV SÜD: Auflistung der 10 fehleranfälligsten Ausbaugewerke in Bezug zur relativen Häufigkeit, absteigend sortiert

Ran- king	Leistungsbereiche nach STLB → Gewerke der TGA		Anzahl Defizite	Relative Häufig- keit
1	053	Niederspannungsanlagen - Kabel/Leitungen, Ver- legesysteme, Installationsgeräte (inkl. 054)	70	5,40 %
2	042	Gas- und Wasseranlagen - Leitungen, Armaturen (inkl. 043)	53	4,09 %
3	040	Wärmeversorgungsanlagen - Betriebseinrichtun- gen (inkl. 041)	37	2,85 %
4	044	Abwasseranlagen - Leitungen, Abläufe, Armaturen	31	2,39 %
5	069	Aufzüge	27	2,08 %
6	045	Gas-, Wasser- und Entwässerungsanlagen - Aus- stattung, Elemente, Fertigbäder (Inkl. 046)	19	1,47 %
7	046	Gas-, Wasser- und Entwässerungsanlagen - Be- triebseinrichtungen	14	1,08 %
8	058	Leuchten und Lampen (inkl. 059)	11	0,85 %
9	061	Kommunikationsnetze (inkl. 062)	4	0,31 %
10	080	Straßen, Wege, Plätze	4	0,00 %

Tab. 4.1-6: TÜV SÜD: Auflistung der 10 fehleranfälligen Gewerke der TGA in Bezug zur relativen Häufigkeit, absteigend sortiert

Defizithäufigkeit von Bauteilen

Im Rahmen des Forschungsvorhabens wurden 45 Bauteile definiert, die durch Defizite betroffen sein können. Tab. 4.1-7 listet diese auf.

Bauteilnummer	Bezeichnung	Bauteilnummer	Bezeichnung
1	Treppe	22	Rollladen / Rollo
2	Außenwand	23	Stütze / Pfeiler
3	Innenwand	24	Dachpfette
4	Dach	25	Kniestock
5	Decke	26	Stützen
6	Balkon / Terrasse	27	Handlauf
7	Traufe	28	Garagentor
8	Haustür / Außentür	29	Zaunanlage
9	Wohnungsabschlusstür	30	Giebel
10	Tür (Raum)	31	Regenfallrohr
11	Fenster / Fenstertüren	32	Fensterbank
12	Balkontür / Terrassentür	33	Badewanne, Dusche
13	Fußboden	34	Garage
14	Dachflächenfenster	35	Lüftungsschacht
15	Fassade	36	Sparren
16	Lichtschacht	37	Heizkörper
17	Sockel (Außenbereich)	38	Außentreppe
18	Geländer	39	WC
19	Erker	40	Aufzug
20	Kamin	41	Podest
21	Gaube / Gauben	42	Überdachung (Eingang)

Tab. 4.1-7: Definierte Bauteile für die Mangelzuordnung

Bei den untersuchten Praxisprojekten konnten 863 Defizite eindeutig den definierten Bauteilen aus Tab. 4.1-7 zugeordnet werden. Von den insgesamt 1449 Baudefiziten lagen bei 586 (= 40 %) keine klaren Angaben zu den betroffenen Bauteilen vor.

Ran-king	Bauteil	Anzahl Defizite	Relative Häufigkeit	Kumulierte Häufigkeit
1	Fenster / Fenstertüren	107	12,40 %	12,40 %
2	Balkon/Terrasse	84	9,73 %	22,13 %
3	Tür (Raum)	65	7,53 %	29,66 %
4	Innenwand	64	7,42 %	37,08 %
5	Decke	55	6,37 %	43,45 %
6	Außenwand	51	5,91 %	49,36 %
7	Fußboden	51	5,91 %	55,27 %
8	Treppe	44	5,10 %	60,37 %
9	Balkontür / Terrassentür	34	3,94 %	64,31 %
10	Dach	34	3,94 %	68,25 %
...
Σ	Alle Bauteile	863	-	100,00 %

Tab. 4.1-8: TÜV SÜD: Auflistung der 10 fehleranfälligesten Bauteile in Bezug zur relativen Häufigkeit, absteigend sortiert

Wie die Tab. 4.1-8 zeigt, betreffen fast 70% aller Defizite 10 von 42 definierten Bauteilen. Dabei treten die meisten Defizite an *Fenstern / Fenstertüren* auf. Insgesamt wurden 256 Defizite (29,66%) an *Fenstertüren, Raamtüren, Balkontüren* und *Terrassentüren* sowie an *Wohnungsabschluss-, Haus- und Außentüren* registriert.

4.1.2 Untersuchungen zur Häufigkeit von Baumängeln und Schäden aus Wissenschaft und Literatur

Die Mängelanfälligkeit von Bauleistungen ist Gegenstand zahlreicher Veröffentlichungen. Diese Ergebnisse aus früheren Untersuchungen oder Mängelanalysen können für die Auswahl bewertungsrelevanter Objekte von Nutzen sein. Es ist in diesem Zusammenhang von Interesse, diese Ergebnisse mit den Erkenntnissen des vorliegenden Forschungsvorhabens zu vergleichen und auf Übereinstimmungen oder Widersprüche zu überprüfen.

Die im Rahmen des Forschungsvorhabens durchgeführte Recherche nach Mängelanalysen ist in Anlage D aufgelistet.

Die Daten zur Häufigkeit von Baumängeln und Schäden aus unterschiedlichen Arbeiten waren aus den folgenden Gründen nur sehr beschränkt zusammenzuführen bzw. miteinander vergleichbar:

- Die Art der Dokumentation hinsichtlich genutzter Hilfsmittel (händische Dokumentation, digitale Erfassung, Nutzung spezieller Software für das Mängelmanagement usw.) war unterschiedlich.
- Die Untersuchungszeiträume wichen stark voneinander ab.
- Zu den Bauwerken waren keine Bauwerkstypen (Wohnbauten, Industriebauten u.a.) angegeben oder die Typenzuordnung war unklar.
- Die Bauteil- oder Gewerkezuordnung war nicht klar dokumentiert.
- Die Ergebnisse werden teilweise als monetär bewerteter Gesamtschaden grob differenzierter Kategorien dargestellt (kein Rückschluss auf quantitative Mängelstatistiken möglich).

Von den recherchierten Untersuchungen wurden folgende Arbeiten zur Häufigkeit von Baumängeln im Rahmen des Forschungsvorhabens ausgewertet:

- **Dialog Bauqualität (Stand 2002)**³⁴

(Kurzbezeichnung: IEMB)

Der „Dialog Bauqualität“ wurde vom Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung in Auftrag gegeben. Der Abschlussberichts wurde am 02.09.2002 publiziert. Forschungsstelle war das Institut für Erhaltung und Modernisierung von Bauwerken e. V. der TU Berlin (IEMB). Zur Grundlagenermittlung dienten die drei Bauschadensberichte des Bundesministeriums für Raumordnung, Bauwesen und Städtebau, Untersuchungen der Forschungsnehmer, Literaturrecherche in Fachdatenbanken und im Internet. Zusätzlich wurden Interviews mit Experten zu ausgewählten Themen geführt. Die Ergebnisse des Endberichts sind besonders in Bezug auf die Mängelhäufigkeit von Bauteilen und Bauteilgruppen relevant.

³⁴ Vogdt 2002

- **Zweiter DEKRA-Bericht zu Baumängeln an Wohngebäuden (Stand 2008)**³⁵

(Kurzbezeichnung: DEKRA)

Der „Zweiter DEKRA-Bericht zu Baumängeln an Wohngebäuden“ wurde von der DEKRA Real Estate Expertise GmbH angefertigt und im Januar 2008 veröffentlicht. Das Sachverständigenunternehmen beschäftigt sich mit Dienstleistungen rund um Bau- und Immobilienqualität. Der Bericht baut auf dem „Ersten DEKRA-Bericht zu Baumängeln an Wohngebäuden“ auf und analysiert im Wesentlichen baubegleitend dokumentierte Mängel von 50 Wohnimmobilien aus den Jahren 2006 und 2007. Für diesen Forschungsbericht sind speziell die in STLB-Kategorien eingeteilten Mangelhäufigkeiten von Bedeutung.

- **Bauqualität beim Neubau von Ein- und Zweifamilienhäusern (Stand 2012)**³⁶

(Kurzbezeichnung: IFB)

Der Abschlussbericht zur „Bauqualität beim Neubau von Ein- und Zweifamilienhäusern“ des Instituts für Bauforschung (IFB) wurde im Mai 2012 publiziert. Kernaufgaben des IFB sind wissenschaftliche Forschung und deren Förderung auf den Gebieten Planung im Bauwesen, Baustoffe, Bauarten, Baubetrieb sowie Bauschäden und deren Ursachen. Der Forschungsauftrag wurde vom Bauherren Schutz Bund (BSB) erteilt. Die Ergebnisse beruhen auf 800 Schadensprotokollen des BSB. Untersucht wurden 1115 dokumentierte Mängel von 100 Ein- und Zweifamilienhäuser die zwischen 2009 und 2011 errichtet worden sind. Für diesen Forschungsbericht sind speziell die in STLB-Kategorien eingeteilten Mangelhäufigkeiten von Bedeutung. Eine entsprechende Differenzierung befindet sich nicht im aufgeführten Abschlussbericht und wurde daher beim IFB abgefragt.

- **Bauschadensprophylaxe als Beitrag zur Qualitätssicherung während der Bauausführung (Stand 2005)**³⁷

(Kurzbezeichnung: Weyhe)

Die Dissertation „Bauschadensprophylaxe als Beitrag zur Qualitätssicherung während der Bauausführung“ wurde von Stefan Weyhe an der Bauhaus-Universität Weimar erstellt und im Januar 2005 publiziert. Die Untersuchung umfasst Schäden, die von öffentlich bestellten und vereidigten Sachverständigen erfasst wurden. Dabei sind Wohn- und Gewerbeeinheiten geprüft worden, die ab dem Jahr 1990 neu erbaut wurden. Im Rahmen der Auswertung wurden 1786 Gutachten mit 10155 Mängeln erfasst und analysiert. Die Ergebnisse der wissenschaftlichen Arbeit sind besonders in Bezug auf die Mangelhäufigkeit von Bauteilen und Bauteilgruppen relevant.

³⁵ DEKRA Real Estate Expertise GmbH 2008

³⁶ Böhmer 2012

³⁷ Weyhe 2005

Ergebnisse bestehender Untersuchungen zu Mängelhäufigkeiten

Die Ergebnisse sind entsprechend Kapitel 4.1.1 in Gewerke und Bauteile gegliedert. In den folgenden Tabellen (Tab. 4.1-9 bis Tab. 4.1-15) werden jeweils die 10 Leistungsbereiche, gegliedert in Gewerkegruppen, und Bauteile mit den höchsten relativen Häufigkeiten aufgeführt. Diese Anteile beziehen sich auf die Anzahl der aufgetretenen Mängel in Bezug zu den in der gesamten Untersuchung dokumentierten Mängeln.

Defizithäufigkeit nach Gewerkegruppen

Ran- king	Leistungsbereiche nach STLB → Rohbaugewerke		Relative Häufigkeit
	DEKRA		
1	012	Mauerarbeiten	7,00 %
2	018	Abdichtungsarbeiten	5,40 %
3	016	Zimmer- und Holzbauarbeiten	5,30 %
4	013	Betonarbeiten	4,00 %
5	020	Dachdeckungsarbeiten	3,80 %
6	021	Dachabdichtungsarbeiten	3,10 %
7	022	Klempnerarbeiten	2,70 %
8	000	Sicherheitseinrichtungen, Baustelleneinrichtungen (inkl. 001)	3,60 %
9	003	Landschaftsbauarbeiten	0,10 %
10	014	Natur-, Betonwerksteinarbeiten	0,00 %

Tab. 4.1-9: DEKRA: Auflistung der 10 fehleranfälligsten Rohbaugewerke in Bezug zur relativen Häufigkeit, absteigend sortiert

Ran- king	Leistungsbereiche nach STLB → Rohbaugewerke		Relative Häufigkeit
	IFB		
1	012	Mauerarbeiten	11,30 %
2	013	Betonarbeiten	8,61 %
3	018	Abdichtungsarbeiten	6,82 %
4	016	Zimmer- und Holzbauarbeiten	6,28 %
5	000	Sicherheitseinrichtungen, Baustelleneinrichtungen (inkl. 001)	5,92 %
6	020	Dachdeckungsarbeiten	3,14 %
7	021	Dachabdichtungsarbeiten	3,05 %
8	022	Klempnerarbeiten	1,97 %
9	003	Landschaftsbauarbeiten	0,00 %
10	014	Natur-, Betonwerksteinarbeiten	0,00 %

Tab. 4.1-10: IFB: Auflistung der 10 fehleranfälligesten Rohbaugewerke in Bezug zur relativen Häufigkeit, absteigend sortiert

Ran- king	Leistungsbereiche nach STLB → Ausbaugewerke		Relative Häufigkeit
	DEKRA		
1	026	Fenster, Außentüren (inkl. 029 u. 032)	13,20 %
2	023	Putz- und Stuckarbeiten, Wärmedämmsysteme	10,80 %
3	025	Estricharbeiten	5,50 %
4	027	Tischlerarbeiten	4,30 %
5	024	Fliesen- und Plattenarbeiten	3,20 %
6	039	Trockenbauarbeiten	1,90 %
7	033	Baureinigungsarbeiten	1,40 %
8	034	Maler- und Lackierarbeiten - Beschichtungen (inkl. 037)	1,20 %
9	031	Metallbauarbeiten (inkl. 035)	1,00 %
10	030	Rolladenarbeiten	0,20 %

Tab. 4.1-11: DEKRA: Auflistung der 10 fehleranfälligesten Ausbaugewerke in Bezug zur relativen Häufigkeit, absteigend sortiert

Ran- king	Leistungsbereiche nach STLB → Ausbaugewerke		Relative Häufigkeit
	IFB		
1	026	Fenster, Außentüren (inkl. 029 u. 032)	11,21 %
2	025	Estricharbeiten	4,66 %
3	039	Trockenbauarbeiten	3,68 %
4	024	Fliesen- und Plattenarbeiten	2,42 %
5	023	Putz- und Stuckarbeiten, Wärmedämmsysteme	2,15 %
6	030	Rollladenarbeiten	2,06 %
7	034	Maler- und Lackierarbeiten - Beschichtungen (inkl. 37)	1,43 %
8	027	Tischlerarbeiten	1,26 %
9	033	Baureinigungsarbeiten	0,00 %
10	031	Metallbauarbeiten (inkl. 035)	0,00 %

Tab. 4.1-12: IFB: Auflistung der 10 fehleranfälligsten Ausbaugewerke in Bezug zur relativen Häufigkeit, absteigend sortiert

Ran- king	Leistungsbereiche nach STLB → Gewerke der TGA		Relative Häufigkeit
	DEKRA		
1	040	Wärmeversorgungsanlagen - Betriebseinrichtungen (inkl. 041)	6,60 %
2	053	Niederspannungsanlagen - Kabel/Leitungen, Ver- legesysteme, Installationsgeräte (inkl. 054)	3,60 %
3	042	Gas- und Wasseranlagen - Leitungen, Armaturen (inkl. 043)	3,00 %
4	044	Abwasseranlagen - Leitungen, Abläufe, Armatu- ren	2,90 %
5	045	Gas-, Wasser- und Entwässerungsanlagen - Aus- stattung, Elemente, Fertigbäder (Inkl. 046)	2,60 %
6	075	Raumlufttechnische Anlagen	1,10 %
7	046	Gas-, Wasser- und Entwässerungsanlagen - Be- triebseinrichtungen	0,50 %
8	061	Kommunikationsnetze (inkl. 062)	0,50 %
9	070	Gebäudeautomation	0,30 %
10	058	Leuchten und Lampen (inkl. 59)	0,30 %

Tab. 4.1-13: DEKRA: Auflistung der 10 fehleranfälligsten Gewerke der TGA in Bezug zur relativen Häufigkeit, absteigend sortiert

Die Untersuchung des IFB ermöglicht keine ausreichend differenzierte Aussage bezüglich fehleranfälliger Gewerke der TGA. Aus den Statistiken geht lediglich hervor, dass die relativen Häufigkeiten aller Gewerke im Bereich der TGA kumuliert einen Anteil von 11,75% generieren.

Die Ursache dafür liegt in der Fokussierung der Dokumentationen auf den Roh- und Ausbau durch den Projektförderer (BSB). Die Ergebnisse der beiden anderen Gewerkegruppen sind jedoch im Sinne dieses Forschungsvorhabens uneingeschränkt verwendbar.

Defizithäufigkeit nach Bauteilen

Ran- king	Bauteilgruppe	Relative Häufigkeit
	IEMB	
1	Außenwand	32,00 %
2	Dächer, Balkone, Terrassen	25,00 %
3	Bauteile im Erdbereich	17,00 %
4	Fußböden, Decken	12,00 %
5	Sonstiges	6,00 %
6	Innenwände	4,00 %
7	Türen, Fenster	4,00 %

Tab. 4.1-14: Dialog Bauqualität: Auflistung der Bauteilgruppen in Bezug zur relativen Häufigkeit, absteigend sortiert

Ran- king	Bauteilgruppe	Relative Häufigkeit
	Weyhe	
1	Außenwand	26,80 %
2	Fußböden, Decken	15,80 %
3	Einbauelemente	13,70 %
4	Keller, Drainage	12,40 %
5	Dächer	11,30 %
6	Sonstiges	5,90 %
7	Balkon, Terrasse	5,00 %
8	Innenwände	5,00 %
9	Außenanlagen	3,40 %
10	Gründungen	0,70 %

Tab. 4.1-15: Weyhe: Auflistung der Bauteilgruppen in Bezug zur relativen Häufigkeit, absteigend sortiert

4.1.3 Vergleich und Gesamtbewertung

Im Folgenden werden die Ergebnisse der in Kapitel 4.1.1 ermittelten Mängelhäufigkeiten der Praxisprojekte des Forschungsvorhabens mit den Ergebnissen bestehender Untersuchungen (aus Kapitel 4.1.2) verglichen.

Vergleich der nach Leistungsphasen gruppierten Gewerke

Die Ergebnisse der verschiedenen Mängeluntersuchungen sind nach Gewerkegruppen unterteilt gegenübergestellt worden. Aus dieser Gesamttabelle wurden anschließend die Gewerke herausgefiltert, die insgesamt eine Häufigkeit von mind. 30% ergeben (Tab. 4.1-9 bis Tab. 4.1-13). Diese Vorgehensweise entspricht prinzipiell der einer ABC-Analyse³⁸.

Für die Gewerkegruppe des Rohbaus zeigt Tab. 4.1-16, dass etwa 4 bis 5 Gewerke ein Drittel des gesamten Mängelaufkommens ausmachen. Zwei Drittel aller Gewerke tragen zum Mängelaufkommen nur im geringen Maß bei, je Gewerk waren hiermit weniger als 5 bis 6 % des Gesamt-Mängelaufkommens verbunden.

Die höchsten Mängelhäufigkeiten sind nach Tab. 4.1-16 durchgängig bei den Leistungen der Gewerke *013 Betonarbeiten*, *012 Mauerarbeiten* und *018 Abdichtungsarbeiten* festgestellt worden.

³⁸ Betriebswirtschaftliches Auswahlverfahren, bei dem in die Klassen A,B,C untergliedert wird. Diese sind nach Bedeutung absteigend sortiert.

Rohbau	TÜV-SÜD			DEKRA			IFB		
	Pos.	STLB-Nr.	rel. H. [%]	Pos.	STLB-Nr.	rel. H. [%]	Pos.	STLB-Nr.	rel. H. [%]
	1	013	13,12	1	012	7,00	1	012	11,30
	2	022	9,72	2	018	5,40	2	013	8,61
	3	012	6,79	3	016	5,30	3	018	6,82
	4	018	5,32	4	013	4,00	4	016	6,28
				5	020	3,80			
				6	021	3,10			
				7	022	2,70			
		$\Sigma =$	34,95		$\Sigma =$	31,3		$\Sigma =$	33,01

Tab. 4.1-16: Vergleich der jeweils fehleranfälligesten Rohbaugewerke der verschiedenen Untersuchungen

Für die Gewerkegruppe des Ausbaus zeigt Tab. 4.1-17, dass etwa vier Gewerke ein Drittel des gesamten Mängelaufkommens ausmachen. Die restlichen zwei Drittel aller Gewerke tragen lediglich mit weniger als 4 bis 5 % am gesamten Mängelaufkommen bei. Die höchsten Mängelhäufigkeiten sind nach Tab. 4.1-17 durchgängig bei den Leistungen der Gewerke *023 Putz- und Stuckarbeiten, Wärmedämmsysteme* und *026 Fenster, Außentüren* festgestellt worden.

Ausbau	TÜV-SÜD			DEKRA			IFB		
	Pos.	STLB-Nr.	rel. H. [%]	Pos.	STLB-Nr.	rel. H. [%]	Pos.	STLB-Nr.	rel. H. [%]
	1	023	13,12	1	026	13,20	1	026	11,21
	2	034	9,72	2	023	10,80	2	025	4,66
	3	026	6,79	3	025	5,50	3	039	3,68
	4	031	5,32	4	027	4,30	4	024	2,42
							5	023	2,15
							6	030	2,06
							7	034	1,43
		$\Sigma =$	34,95		$\Sigma =$	33,80		$\Sigma =$	27,61

Tab. 4.1-17: Vergleich der jeweils fehleranfälligesten Ausbaugewerke der verschiedenen Untersuchungen

Für die Gewerkegruppe der Technischen Gebäudeausrüstung zeigt Tab. 4.1-18, dass die Praxisdaten des TÜV-SÜD sich in Bezug auf die relativen Häufigkeiten offensichtlich von der Untersuchung durch die DEKRA unterscheiden. Bei den Daten des TÜV-SÜD sind bereits 4 Gewerke der TGA für über ein Drittel der Mängel verantwortlich. Die Daten der DEKRA zeigen, dass neun Gewerken nur einem Fünftel aller Mängel zugeordnet werden konnten.

Unabhängig von den relativen Häufigkeiten konnten jedoch die durchgängig jeweils fehleranfälligsten Gewerke ermittelt werden. Identifiziert wurden die Leistungen der Gewerke *053 (inkl. 054) Niederspannungsanlagen, 042 (inkl. 043) Gas- und Wasseranlagen, 040 (inkl. 041) Wärmeversorgungsanlagen und 044 Abwasseranlagen - Leitungen, Abläufe und Armaturen.*

Technische Gebäudeausrüstung	TÜV-SÜD			DEKRA		
	Pos.	STLB-Nr.	rel. H. [%]	Pos.	STLB-Nr.	rel. H. [%]
	1	053	13,12	1	040	6,6
	2	042	9,72	2	053	3,6
	3	040	6,79	3	042	3,0
	4	044	5,32	4	044	2,9
				5	045	2,6
				6	075	1,1
				7	046	0,5
				8	061	0,5
				9	070	0,3
		$\Sigma =$	34,95		$\Sigma =$	21,10

Tab. 4.1-18: Vergleich der jeweils fehleranfälligsten Gewerke der TGA der verschiedenen Untersuchungen

Vergleich der Bauteilgruppen

Die in verschiedenen Untersuchungen festgestellten Mängelhäufigkeiten wurden in Bauteilgruppen zusammengefasst, um einen direkten Vergleich der Häufigkeiten nach den Ursachenbereichen herzustellen (Tab. 4.1-19).

Bauteilgruppen	TÜV-Süd			IEMB			Weyhe		
	Pos	Bauteilgruppe	rel.H. [%]	Pos	Bauteilgruppe	rel.H. [%]	Pos	Bauteilgruppe	rel.H. [%]
	1	Türen, Fenster	33,95	1	Außenwände	32,00	1	Außenwände	26,80
	2	Dächer, Balkone, Terrassen	16,45	2	Dächer, Balkone, Terrassen	25,00	2	Dächer, Balkone, Terrassen	16,30
	3	Sonstiges	14,95	3	Bauteile im Erdbereich	17,00	3	Fußböden, Decken	15,80
	4	Fußböden, Decken	12,28	4	Fußböden, Decken	12,00	4	Türen, Fenster	13,70
	5	Außenwände	10,78	5	Sonstiges	6,00	5	Bauteile im Erdbereich	13,10
	6	Innenwände	7,42	6	Innenwände	4,00	6	Sonstiges	9,30
	7	Bauteile im Erdbereich	4,17	7	Türen, Fenster	4,00	7	Innenwände	5,00
	$\Sigma = 100,00$			$\Sigma = 100,00$			$\Sigma = 100,00$		

Tab. 4.1-19: Vergleich der Bauteilgruppen bezüglich der relativen Mängelhäufigkeiten

Der Vergleich der Mängelhäufigkeiten aus den drei Untersuchungen ergibt gemäß Tab. 4.1-19 eindeutige Differenzen bez. der relativen Häufigkeiten der Bauteilgruppen. Die Daten der TÜV-Projekte weisen z.B. aus, dass *Türen und Fenster* größter Ursachenbereich von Mängel ist (33,95 %). Nach den Ergebnissen des IEMB sind diese Bauteile bez. der Mängel von nachrangiger Bedeutung (4 %) und nach der Analyse von Weyhe liegen diese im Mittelfeld (13,7 %).

Die erheblichen Unterschiede der in Tab. 4.1-19 angegebenen Häufigkeiten von Mängeln lassen keine Aussage über die Haupt-Ursachenbereiche von Baumängeln bezüglich Bauteilgruppen zu.

Möglicher Erklärungsansatz für die widersprüchlichen Ergebnisse kann sein, dass die Verhältnisse bei den Projekten (z.B. die Qualifikation der Beschäftigten oder die Baubedingungen) zu unterschiedlich sind und entsprechend keine Übereinstimmungen bei den

Mängelhäufigkeiten unterschiedlicher Projekte zeigen. Da das Ziel des „Mängelvergleichs“ im Rahmen des Forschungsvorhabens darin bestand, die bewertungsrelevanten Objekte an Hand der Mängelhäufigkeit zu identifizieren, muss bez. der Bauteile bezweifelt werden, dass dieser Ansatz für ein Qualitätsmodell zielführend ist. In der Praxis kann der Bauteilkomplex „Fenster und Türen“ ggfs. als qualitätskritisch festgestellt werden, dies sollte jedoch lediglich als Hinweis auf einen bewertungsrelevanten Leistungsbereich verstanden werden. Sollen für ein Projekt - im Vorhinein - die Bewertungsobjekte jeder Qualität festgelegt werden, kann dies nicht allein an Hand von Mängelstatistiken früherer Projekte erfolgen.

4.2 Bauleistungen mit erhöhtem Haftungsrisiko für die Bauüberwachung³⁹

4.2.1 Grundlagen

Bauleiter der Unternehmer, Objektüberwacher und Bauoberleiter der Auftraggeber tragen durch Ihre Tätigkeit dazu bei, dass Bauleistungen mängelfrei ausgeführt werden und im Zuge der Ausführung keine Gefahren für Beschäftigte oder die Allgemeinheit entstehen. Die Maßnahmen der zuständigen Personen sind wesentlicher Teil der Qualitätssicherung eines Bauvorhabens. Bei der Organisation der Bauüberwachung können nach der Art der zu überwachenden Leistungen folgende Gruppen unterschieden werden. Die Unterscheidung der Gruppen ergibt sich aus der Rechtsprechung im Hinblick auf die Haftung aus der Bauüberwachung.

a) Leistungen ohne besonderen Schwierigkeitsgrad:

Es handelt sich um Leistungen, die von Mitarbeitern der Fachunternehmen häufig ausgeführt werden und mit denen keine besonderen Gefahrenquellen verbunden sind.

Bei der Bauüberwachung der Leistungen dieser Gruppe kann man sich im Rahmen der Bauüberwachung auf Stichproben vor Ort beschränken.⁴⁰⁾

b) Leistungen mit besonderem Schwierigkeitsgrad oder erhöhtem Gefährdungspotenzial:

Haben Leistungen eine besondere Bedeutung für die Nutzung des Bauvorhabens, ein erhöhtes Mängelrisiko oder sind hiermit erhöhte Gefährdungen verbunden, ist eine intensive Überwachung erforderlich. An die Fachkunde des Überwachenden werden dabei erhöhte Anforderungen gestellt.⁴¹⁾

³⁹ Bauüberwachung ist im Rahmen des Forschungsprojekts als Oberbegriff für die Maßnahmen der Bauleitung, Objektüberwachung und Bauoberleitung zu verstehen.

⁴⁰ OLG Düsseldorf, Urteil vom 6.11.2012 – I-23 U 156/11.

⁴¹ BGH, Urteil vom 6.7.2000 – VII ZR 82/98

- c) Leistungen, die von fachlich unkundigen Personen ausgeführt werden (z.B. Eigenleistungen des Bauherrn):
Leistungen dieser Gruppe erfordern eine besonders detaillierte Planung⁴² und intensive Bauüberwachung⁴³.

Leistungen der Gruppen b und c bezeichnet man als Risikoleistungen, weil diese generell oder auf Grund gemachter Erfahrungen häufiger mit Mängeln verbunden sein können. Für eine wirksame und sichere Qualitätssicherung müssen die zu überwachenden Leistungen nach den vorstehenden Gruppen geordnet werden. Erst hieraus ergeben sich die Organisation und der Aufwand der Qualitätssicherung.

Leicht zu identifizieren sind Leistungen der Gruppe c. Die Unterscheidung der Gruppen a und b gestaltet sich dagegen schwierig, da eindeutige Unterscheidungsmerkmale fehlen.

Sollen durch die Organisation der Qualitätssicherung die haftungsrechtlichen Risiken minimiert werden, kann die Zuordnung von Leistungen in die Gruppe b an Hand von Gerichtsurteilen zu Streitfällen aus dem Komplex „Haftungsrisiken der Bauüberwachung“ erfolgen. Im Rahmen des Forschungsvorhabens wurden daher entsprechende Recherchen in Urteilsdatenbanken durchgeführt.

4.2.2 Datenbanken mit Baurechtsurteilen

Die Recherche der Baurechtsurteile zum Komplex „Haftungsrisiken der Bauüberwachung“ wurde über folgende Datenbanken und Medien vorgenommen:

- WorldCat⁴⁴ (bibliografische Datenbank).
- Verbundkatalog des Gemeinsamen Bibliotheksverbandes (GBV).⁴⁵
- Webportale des Bundesgerichtshofs und der Oberlandesgerichte.
- WWW-Suchmaschinen (Google).
- konkrete Onlinesuche nach den unterschiedlichen Quellenarten sowie gegebenenfalls nach einschlägigen Herstellern beziehungsweise Herausgebern.

Über die vorstehenden Medien wurden 111 Quellen mit Baurechtsurteilen gefunden. Diese Vorauswahl wurde themenspezifisch gefiltert. Die Urteilsrecherche erfolgte danach in einer Liste von 63 Quellen. Der größte Teil dieser Quellen gehört zu den Online-Datenbanken, was auf das umfassende Onlineangebot der Gerichte zurückzuführen ist. Darüber hinaus sind aber auch spezielle Zeitschriften u.a. gelistet.

⁴² LG Aachen, Urteil vom 30.4.2003 – 13 U 207/01

⁴³ OLG Düsseldorf, Urteil vom 8.5.2009 – I-22 U 184/08

⁴⁴ WorldCat (WorldCat 2012): Online-Bibliothekskatalog des OCLC Online Computer Library Center, Inc., USA, Online im Internet, URL <<http://www.worldcat.org/>> (Abruf: 17.10.2012)

⁴⁵ Verbundzentrale des GBV (GBV 2012): Online Bibliothekskatalog des GBV, Online im Internet, URL <<http://www.gbv.de/>> (Stand: 18.10.2012, Abruf: 18.10.2012)

Die Quellenliste ist in der Anlage C zum Forschungsbericht enthalten. Die Quellen sind kategorisiert nach der Art der Medien:

Quellentypen:

DO	Datenbanken - online
DP	Datenbanken - print
W	Web-Portale von Zeitschriften / Verlagen, Gerichte u.a.
M	Monographien
Z	Zeitschriften
D	Datenträger

In der Quellenliste der Anlage C sind auch Angaben darüber enthalten, ob die Benutzung für den Anwender kostenfrei oder mit Kosten verbunden ist.

Abb. 4.2-1 zeigt einen Auszug aus der Quellenliste.

Anlage B-1.1: Quellenliste Baurechtsurteile zum Komplex "Haftungsrisiken der Bauüberwachung"										
Lauf-Nr.	Kategorien	Autor, Herausgeber oder Institution	Titel/Unteritel	Jahr ermittelt	Ort	a) Verlag b) Auflage / Version c) Band/ Jahrgang	ISBN	[ISSN]	Verfügbarkeit	
1	Web-Portale (W); Zeitschriften (Z)	Parz Verlag - Berlin/ Hannover	ABC-Recht: Wichtige Urteile im Baurecht	1931	http://www.allgemeinebauzeitung.de/ARTIKEL/SRechtscb/203/News%26%26/PLs-oh-am-Bau-Weiche-Verjaehrung.aspx	a) - b) - c) 82. Jahrgang (2012)		0002-8011	frei Einzelauf/ Abo (Z)	
2	Web-Portale (W)	Berger, Wilfried	Baufachforum Urteile - Baumängel - Möbel - Baugewerker Wissen zum sofort download		http://www.baufachforum.de/s/hop/Urteile-Baumangel-Moebel-1021.html	a) - b) - c) -			frei	
3	Datenbanken - online (DO); Web-Portale (W)	Jäde, Henning; Dribberger, Franz Weß, Josef	BauGB, BauNVO context 6 Online Version		http://www.beck-s-hop.de/laede-Dribberger-Weiss-BauGB-BauNVO-context-6-Online-Version/productview.aspx?product=31289	a) - b) Version 6.0 c) -			Abo	
4	Web-Portale (W); Zeitschriften (Z)	Verlagsgruppe Rudolf Müller GmbH	Baugewerbe-Magazin Baumanagement - Recht	1920	http://www.baugewerbe-magazin.de/recht/168/1205/	a) - b) - c) 94. Jahrgang (2013)			frei Einzelauf/ Abo (Z)	
5	Datenbanken - online (DO); Zeitschriften (Z)	Wiener Verlag	BauR - Zeitschrift für das gesamte öffentliche und private Baurecht Zeitschrift: Baurecht + www.wiener-baurecht.de		http://www.wiener-baurecht-jurion.de/	a) - b) - c) -		0940-7489	Abo Einzelauf (Z)	
6	Datenträger (D)	Keltings, Kniffka, Leupnitz, Franke; Oppler, Upmeyer	baurecht (BauR) auf CD-ROM	seit 1970		a) Wiener Verlag b) - c) -	978-3-8041-4866-3		Einzelauf	
7	Datenbanken - online (DO); Web-Portale (W)	BauNetz Media GmbH	Baurecht für Architekten, Urteile, Rechtsprechung im Bauwesen		http://www.baunez.de/recht/index.html?our=ceee-z	a) - b) - c) -			frei	
8	Datenträger (D)		Baurecht für die am Bau Beteiligten	2012/2013		a) Wiener Verlag b) - c) -	978-3-8041-4615-3		Einzelauf	
9	Zeitschriften (Z)	DOMS & SIEBERT	Baurecht und Baupraxis	~2003-2007		a) - b) - c) -		1611-9622	Einzelauf/ Abo (Z)	
10	Zeitschriften (Z)	Frikell, Eckhard; Hofmann, Olaf	Baurechts-Report			a) - b) - c) -			Abo	
11	Datenbanken - print (DP)	Thiel, Fritz Gebler, Konrad Upmeyer, Hans-Dieter	Baurechtssammlung BS: Rechtsprechung des Bundesverwaltungsgerichts, der Oberverwaltungsgerichte der Länder und anderer Gerichte zum Bau- und Bodenrecht	1945 - laufend	Neuwied	a) Wiener Verlag b) - c) 78. Band (12.2012)	978-3-8041-3621-2; 978-3-8041-3620-5; 380413581	0721-9451	Einzelauf	
12	Datenträger (D)	Thiel, Fritz Gebler, Konrad Upmeyer, Hans-Dieter	Baurechtssammlung auf CD-ROM	seit 1945		a) Wiener Verlag b) - c) -	978-3-8041-3600-7		Einzelauf	
13	Datenbanken - online (DO)	Kampa, Patrick	Baurechtsurteile.de Baurecht	21.11.2012	http://www.baurechtsurteile.de/	a) - b) - c) -			frei	
14	Web-Portale (W)	Immowelt AG	Baurecht-Urteile, Schadensersatz, Prusch am Bau und Co. bei immowelt.de	25.07.2012	http://ratgeber.immowelt.de/wohnen/recht/baurecht-urteile.html	a) - b) - c) -			frei	

Abb. 4.2-1: Auszug aus der Quellenliste der Baurechtsurteile
(Anlage C zum Forschungsbericht)

4.2.3 Baurechtsurteile zur Haftung bei der Bauüberwachung

Die in der Anlage C-1.1 angegebenen Datenbanken und sonstigen Quellen von Baurechtsurteilen wurden nach den folgenden Stichwörtern nach Baurechtsurteilen zum Komplex der „Haftungsrisiken der Bauüberwachung“ durchsucht.

Stichworte zur Urteilsrecherche:

1. Bauleitung
2. Bauüberwachung
3. Objektüberwachung
4. Qualitätsüberwachung
5. Baumängel
6. Bauqualität
7. Abnahme
8. Baukontrollen
9. Baubegleitende Qualitätssicherung

Nacheinander wurden in den Quellen nach den angegebenen Stichworten recherchiert. Für die Erfassung der Urteile wurde besonders intensiv die Online-Datenbank jurion.de benutzt.

Legende der Suchkriterien:

- A1 Suche nach einzelnen Stichworten,
Stufe 1: BGH-Urteile der letzten 10 Jahre
- A2 Suche nach einzelnen Stichworten,
Stufe 2: OLG-Urteile der letzten 10 Jahre

Datum	Suchkriterien	Quelle/ Datenbank	Stichwort	Anzahl gesamt	Anzahl verwendet
01.02.2013	A1	Jurion	Bauleitung	38	9
04.02.2013	A1	Jurion	Bauüberwachung	27	11
04.02.2013	A1	Jurion	Objektüberwachung	21	6
04.02.2013	A1	Jurion	Qualitätsüberwachung	0	0
05.02.2013	A1	Jurion	Baumängel	88	7
06.02.2013	A1	Jurion	Bauqualität	1	0
06.02.2013	A1	Jurion	Abnahme	379	13
17.02.2013	A1	Jurion	Baukontrollen	1	1
17.02.2013	A1	Jurion	Baubegleitende Qualitätssicherung	0	0
18.02.2013	A2	Jurion / jew. OLG	Bauleitung	327	29

Tab. 4.2-1: Trefferzahlen der Urteilsrecherche

Für die Recherche wurden folgende Einschränkungen gemacht bzw. Suchkriterien verwendet:

Suchkriterium A1: Urteile des BGH⁴⁶ der letzten 10 Jahre

Suchkriterium A2: Urteile der OLG's⁴⁷ der letzten 10 Jahre

In einem weiteren Rechenschritt wurden die Ergebnisse der Suchkriterien A1 und A2 mit Kombinationen der Stichwörter gefiltert, woraus sich die in Tab. 4.2-1 angegebenen Trefferzahlen ergaben. Die Trefferzahlen zeigen, dass einige Stichworte besonders ergiebig waren (beispielsweise „Bauleitung“ und „Abnahme“). Die Stichworte „Qualitätsüberwachung“, „Bauqualität“ und „Baubegleitende Qualitätsüberwachung“ erzielten bei der Suche keine Treffer. Zu beachten ist auch, dass bei der Zahl der BGH-Urteile Mehrfachnennungen enthalten sind.

Die recherchierten Urteile zu Bauleistungen, die mit einem erhöhten Haftungsrisiko bei der Bauüberwachung verbunden sind, wurden in einer Liste dokumentiert (Anlage C). Diese Urteilsliste enthält neben den Quellenangaben die zugehörigen Recherchestichworte. Zum besseren Verständnis wurden die wesentlichen Inhalte der Urteile kurz zusammengefasst (sog. Fazit / Leitsatz). Abb. 4.2-2 zeigt einen Auszug aus der Urteilsliste. Der dem Forschungsbericht beiliegende Datenträger enthält die Datei der Anlage C mit URL-Links, sodass die weitergehende Information über den Inhalt der Urteile ohne größeren Aufwand möglich ist.

4.2.4 Bewertung: Bauleistungen mit erhöhtem Haftungsrisiko für die Bauüberwachung

Die Urteilsliste wurde bez. der Bauleistungen ausgewertet, die für die Bauüberwachung mit einem besonderen Haftungsrisiko verbunden sind. Das besondere Haftungsrisiko rührt daher, dass nach ständiger Rechtsprechung Bauleistungen mit einem erhöhten Mängelrisiko oder mit erhöhten Gefahren für Umwelt oder Beschäftigte besonders sorgfältig und intensiv zu überwachen sind. Anders werden die Anforderungen an die Bauaufsicht beurteilt, wenn es sich bei den betreffenden Bauleistungen um übliche Arbeiten (handwerkliche Selbstverständlichkeiten) handelt.

Kommt es bei der Bauausführung zu Schäden oder Unfällen, so wird bei einem Streitfall der Vertragsparteien zunächst geprüft, ob besonders mängelanfällige oder gefährliche Bauleistungen vorgelegen haben. Es liegt nahe, die von den Gerichten so qualifizierten Bauleistungen in einem Qualitätssicherungssystem zu berücksichtigen; hierzu wurden die Urteilsliste der Anlage C bez. dieser Risikobauleistungen ausgewertet.

⁴⁶ BGH - Bundesgerichtshof

⁴⁷ OLG - Oberlandesgericht

Urteil Nr.	Leistungen bzw. Situationen mit erhöhtem Risiko
BGH-4 StR 252/08	Abstützungsmaßnahmen bei Wanddurchbrüchen.
BGH-VI ZR 178/05	Arbeiten mit nicht fachkundigen oder zuverlässigen Unternehmern.
BGH-VI ZR 178/05	Verkehrssicherungsmaßnahmen.
BGH-VII ZR 116/10	Gründung ohne Bodenuntersuchung.
BGH-VII ZR 133/04 OLG Karlsruhe 9 U 159/04 OLG Düsseldorf I-23 U 58/07	Kellerabdichtung.
BGH-VII ZR 158/03	Überprüfung der Tragfähigkeit von Bauteilen des Gebäudebestands.
BGH-VII ZR 172/08	Einweisung des Personals.
BGH-VII ZR 24/08	Besondere Witterungseinflüsse.
BGH-VII ZR 59/07	Aufbau der Konstruktion von Fußböden.
BGH-VII ZR 65/06	Einbau von RWA- und Lüftungskuppeln.
BGH-VII ZR 77/08 OLG München 9 U 1027/11	Herstellung der Dachisolierung und Dampfsperre.
OLG Brandenburg 12 U 67/06	Einbau von Bauelementen mit mehreren Anlagenkomponenten.
OLG Celle 7 U 14/07	Bauleistungen, die durch Folgearbeiten verdeckt werden.
OLG Celle 7 U 174/06	Schutz vor Witterungsverhältnissen.
OLG Celle 7 U 59/12	Erdarbeiten im oberflächennahen Bereich (Bestandsleitungen).
OLG Düsseldorf I-22 U 184/08	Verfüllung von Arbeitsräumen.
OLG Düsseldorf I-5 U 8/11	Brandschutzarbeiten
OLG Frankfurt a.M. 1 U 257/04	Tiefbauarbeiten im Bereich von Bestandsbauten.
OLG Frankfurt a.M. 23 U 10/98 OLG Hamm I-21 U 11/10 OLG Hamm 12 U 103/06	Gründungsarbeiten.
OLG München 13 U 4561/09	Überprüfung von Bauteilen auf Übereinstimmung mit den aaRdT

Tab. 4.2-2: Bauleistungen mit erhöhten Risiko für die Bauüberwachung

Bei der Vielfalt und Komplexität von Bauarbeiten ist eine große Zahl von Situationen denkbar, durch die Mängel oder Gefährdungssituationen entstehen können. Es reicht daher nicht aus, die Festlegung von Prüfobjekten und Prüfmerkmalen an Hand von Gerichtsurteilen vorzunehmen. Außerdem ist zu berücksichtigen, dass durch Gerichte Bauleistungen oder Bausituationen erst im Nachhinein – nach einem Schadenseintritt – als Risikoleistungen qualifiziert werden. Bei der Planung eines Qualitätssystems muss das Prüfobjekt jedoch vorab – vor Bauausführung – definiert werden. Aus diesem Grund sind weitere Wege und Quellen zur Festlegung der bewertungsrelevanten Leistungen eines Qualitätssystems unabdingbar.

4.3 Qualitätsrelevante Leistungen zur Sicherheit und zum Gesundheitsschutz auf Baustellen

Bei der Auswahl der für die Bewertung der Qualität maßgebenden Bauleistungen, ist es notwendig, diejenigen Arbeiten zu berücksichtigen, die im Sinne der Sicherheit und des Gesundheitsschutzes mit einem besonderen Risiko verbunden sind. Da es zu den Maßnahmen des betrieblichen Arbeitsschutzes gehört, gefährliche Arbeitsbereiche und die mit den Arbeiten verbundenen Gefährdungen zu ermitteln und Arbeitsschutzmaßnahmen festzulegen, können hieraus die sicherheitsrelevanten Leistungen der Qualitätsbewertung abgeleitet werden.

Anhang II der Baustellenverordnung nennt als gefährliche Arbeiten:

1. Arbeiten, bei denen die Beschäftigten der Gefahr des Versinkens, des Verschüttetwerdens in Baugruben oder in Gräben mit einer Tiefe von mehr als 5 m oder des Absturzes aus einer Höhe von mehr als 7 m ausgesetzt sind,
2. Arbeiten, bei denen die Beschäftigten explosionsgefährlichen, hochentzündlichen, krebserzeugenden (Kategorie 1 oder 2), erbgutverändernden, fortpflanzungsgefährdenden oder sehr giftigen Stoffen und Zubereitungen im Sinne der Gefahrstoffverordnung oder biologischen Arbeitsstoffen der Risikogruppen 3 und 4 im Sinne der Richtlinie 90/679/EWG des Rates vom 26. November 1990 über den Schutz der Arbeitnehmer gegen Gefährdung durch biologische Arbeitsstoffe bei der Arbeit (ABl. EG Nr. L 374 S. 1) ausgesetzt sind,
3. Arbeiten mit ionisierenden Strahlungen, die die Festlegung von Kontroll- oder Überwachungsbereichen im Sinne der Strahlenschutz- sowie im Sinne der Röntgenverordnung erfordern,
4. Arbeiten in einem geringeren Abstand als 5 m von Hochspannungsleitungen,
5. Arbeiten, bei denen die unmittelbare Gefahr des Ertrinkens besteht,
6. Brunnenbau, unterirdische Erdarbeiten und Tunnelbau,
7. Arbeiten mit Tauchgeräten,
8. Arbeiten in Druckluft,
9. Arbeiten, bei denen Sprengstoff oder Sprengschnüre eingesetzt werden,
10. Aufbau oder Abbau von Massivbauelementen mit mehr als 10 t Einzelgewicht.

Nach dem Arbeitsschutzgesetz müssen die Arbeitgeber eine Beurteilung der für die Beschäftigten mit ihrer Arbeit verbundenen Gefahren vornehmen (§ 5 ArbSchG). Für die verschiedenen Baugewerke sind diese sog. Gefährdungsbeurteilungen als Musterunterlage⁴⁸ vorhanden. Eine Anpassung an die speziellen betriebliche Verhältnisse ist aber in jedem Fall erforderlich, sodass konkret gefährliche Arbeiten bekannt sind (Bsp. 4.3-1).

⁴⁸ http://www.bgbau-medien.de/site/gb/gb_einstieg.htm (WWW-Aufruf 2.10.2013)

Gefährdungsbeurteilung Kläranlage Brühl
 Mechanische Reinigung
 Risikobewertung

Tätigkeit Ausbau / Einbau der Fettfangpumpe mit Reinigung

Lfd. Nr.	Objekt / Tätigkeitsschritt	Gefährdung	Risiko	Relevante Vorschrift, Regelwerk, Anleitungen	Einzuhaltende Grenzwerte	SOLL - Ist-Vergleich / Handlungsbedarf
1	Vorbereitung	Gegenstand einer eigenen Gefährdungsbeurteilung (siehe Spülwagen)				
2	Entnahme der Fettfangpumpe	Erlangung eines elektrischen Schlages bei Arbeiten an der Pumpe können schwerste Verletzungen des Herz-Kreislaufsystems hervorrufen. Weiterhin sind Brandwunden möglich. Im Extremfall tödliche Folgen.	hoch	BetrSichV TRBS 2131 BGY / GUV A3 BGR / GUV R 126 BGI 600 BGI 608 BGI / GUV-I 8653	Quantitative Grenz- oder Orientierungswerte oder qualitative Anforderungen liegen nicht vor; Allgemeine Schutzziele beachten, Ampelmodell verwenden	Dringender Handlungsbedarf
		Quetschungen, Schürfungen oder Schnittwunden beim Herstellen und Lösen der Verbindung Kette - Hebeband, inkl. der jeweiligen Befestigung am Stahlgalgen	eher gering	BGV A1 BetrSichV BGY / GUV-V D6 BGR / GUV-R 500 BGR / GUV -V 151 BGR / GUV -V 152 Aufbau- und Verwendungsanleitung	Quantitative Grenz- oder Orientierungswerte oder qualitative Anforderungen liegen nicht vor; Allgemeine Schutzziele beachten, Ampelmodell verwenden	Langfristiger Handlungsbedarf für Schutz-, Qualifizierungs- und Überwachungsmaßnahmen
		Anstoßen, getroffen werden von der Lastaufnahmekonstruktion beim Heben der Pumpe. Folgen können Hämatome, Platzwunden oder Schnittwunden sein	eher gering	BGV A1 BetrSichV BGY / GUV-V D6 BGR / GUV-R 500 BGR / GUV -V 151 BGR / GUV -V 152 Aufbau- und Verwendungsanleitung	Quantitative Grenz- oder Orientierungswerte oder qualitative Anforderungen liegen nicht vor; Allgemeine Schutzziele beachten, Ampelmodell verwenden	Langfristiger Handlungsbedarf für Schutz-, Qualifizierungs- und Überwachungsmaßnahmen

Bsp. 4.3-1: Auszug aus einer Gefährdungsbeurteilung⁴⁹

⁴⁹ Ingenieurbüro Dudek, Drolshagen

Außer den Angaben der Baustellenverordnung und der Gefährdungsbeurteilung können auch betriebliche oder überbetriebliche Unfallstatistiken für die Festlegung der bewertungsrelevanten Leistungen der Bauqualität herangezogen werden. Zahlreiche Institutionen werten Arbeitsunfälle detailliert aus, sodass man aus den Statistiken konkret die Gewerke oder Leistungen „herauslesen“ kann, die im Sinne des Arbeitsschutzes verbessert werden müssen.

Arbeitsbereich Bereich Schwerpunkt	Häufigkeit	In Prozent der Fälle
Hoch- und Montagebaustellen	319	26,0
Dachbau – Flachdach (Dachdeckung, auch Dachtragwerk)	96	7,8
Dachbau – Neigungsdach (Dachdeckung, auch Dachstuhl, -gaube)	91	7,4
Konventioneller Bau (Massivbau), Stahlbetonskelettbau	73	5,9
Transport, Förderung, Umschlag	234	19,1
Arbeitsstätten im Gefahrenbereich von Baggern/ Ladern im Hebezeugeinsatz	79	6,4
Gerüste	105	8,6
Standgerüste	73	5,9
Erdbaustellen, Abbruch-, Demontagestellen	127	10,3
Arbeitsplatz an/auf fahrbaren Geräten	120	9,8
Fahrerplatz/ Bedienungsstand von fahrbaren Geräten (Kran, Stapler)	70	5,7
Ausbau, Arbeitsvorbereitung auf Baustellen	119	9,7
Arbeiten an haustechnischen Anlagen/ Installation (Heizung, Elektroinstallation)	62	5,0
Sonstige	204	16,6
Gesamt	1.228	100,0

Abb. 4.3-1: Arbeitsbereiche bei Baustellenunfällen
[Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin 2012]

Unfallvorgang	Häufigkeit	In Prozent der Fälle
Absturz insgesamt	214	34,6
Absturz durch ein Dach (nicht begehbar)	56	9,0
Absturz von der Leiter	31	5,0
Gequetscht	113	18,3
Erfasst	83	13,4
Getroffen, aufgeprallt, erschlagen	71	11,5
Elektrifiziert	49	7,9
Sonstige	89	14,4
Gesamt	620	100,0

Abb. 4.3-2: Unfallvorgänge bei Instandhaltungsarbeiten
[Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin 2012]

4.4 Ermittlung qualitätskritischer Leistungen mit der Fehlermöglichkeits- und Einflussanalyse (FMEA)

4.4.1 Grundlagen und Ansatz

Die Fehlermöglichkeits- und Einflussanalyse (FMEA)⁵⁰ ist eine präventive Methode der Qualitätsplanung, die besonders in der stationären Industrie häufig eingesetzt wird. Je nach Gegenstand der FMEA unterscheidet man die Konstruktions-FMEA, die Prozess-FMEA oder die System-FMEA. Mit der FMEA können deutliche Verbesserungen bei den Kosten und der Qualität erzielt werden (Abb. 4.4-1). Im Rahmen des Forschungsvorhabens wurden Instrumente der FMEA (Schwierigkeitsmatrix (Abb. 4.4-3), Bewertungskriterien der Faktoren der Risikoprioritätszahl) an die Verhältnisse bei der Bauausführung angepasst. Hierdurch wird die Auswahl von Leistungen, an Hand derer die Bewertung der Bauqualität vorgenommen werden soll, erleichtert.

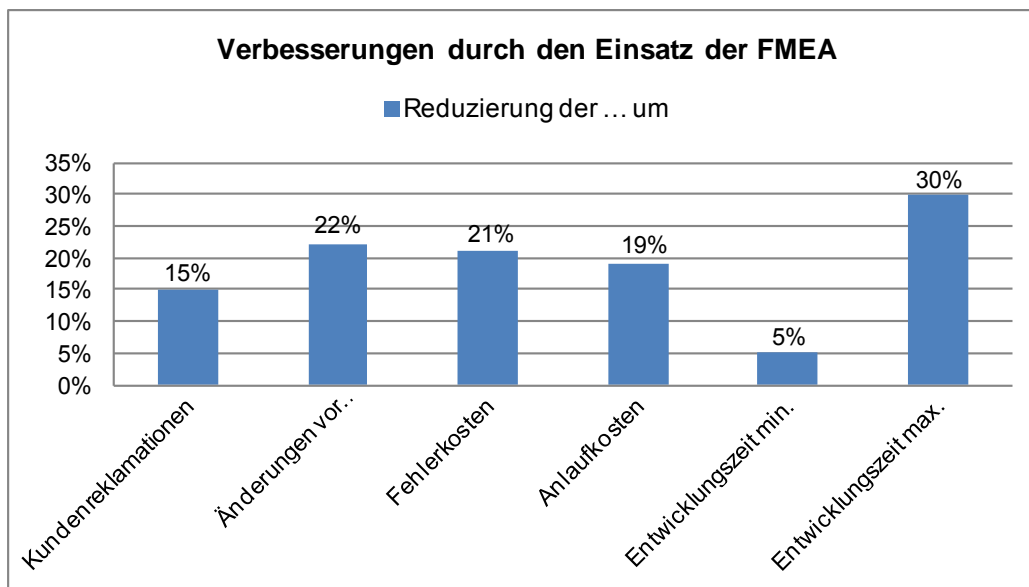


Abb. 4.4-1: Verbesserungen durch den Einsatz der FMEA
[Kaminske und Brauer Jörg-Peter, S. 319]

Obwohl die FMEA überwiegend für Produkte der Serienfertigung eingesetzt wird, ist diese auch für die Produktionsprozesse der Bauwirtschaft gut geeignet. Deren Leistungen bestehen zwar im Normalfall in stark individualisierten – prototypischen – Bauwerken, jedoch setzen sich diese aus häufig wiederholten Leistungskomplexen zusammen. Ein Bauwerk mag also individuell sein, die Prozessgruppen (z.B. zur Herstellung eines schwimmenden Estrichs, Herstellung eines Wärmedämm-Verbundsystems u.a.) wiederholen sich in ähnlicher Weise wie die Vorgänge in der Serienfertigung. Diese Mehrfachausführung von Bauleistungen macht den Aufwand für die Anwendung der FMEA auch in der Bauwirtschaft wirtschaftlich vertretbar.

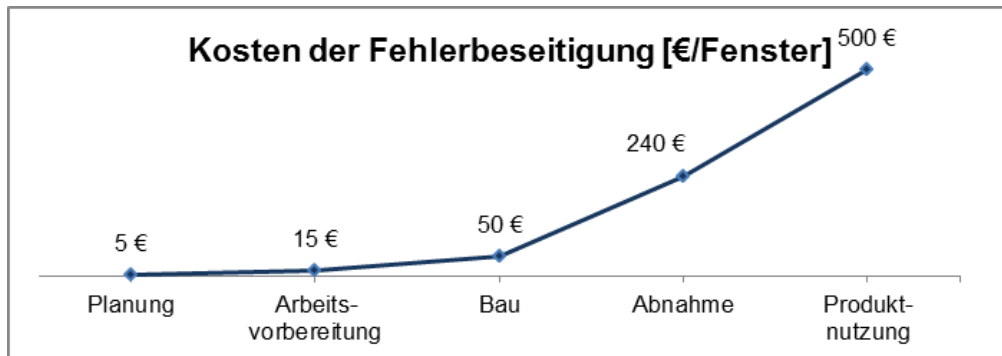
⁵⁰ engl. Failure mode and effects analysis

Gegenstand der FMEA ist im Normalfall eine auf einen Leistungs-Teilbereich fokussierte Analyse von Planungs- und / oder Produktionsmaßnahmen bez. potenzieller Fehler und ihrer Folgen. Beispielsweise kann man den Teilbereich eines Fenstereinbaus intensiv einer FMEA unterziehen. Sehr systematisch und detailliert werden die einzelnen Prozessschritte analysiert. Bsp. 4.4-1 zeigt beispielhaft die Fehlersituation, die bei der Verankerung eines Fensters bzw. Blendrahmens auftreten kann und nimmt eine Zuordnung zu den Projektphasen vor. Es wird deutlich, wie das Fortbestehen eines vergleichsweise einfachen Fehlers (im Beispiel die fehlenden Planungsangaben zur Art der Dübel) von der Phase der Planung bis zur Nutzung eine sukzessive verstärkte Fehlerwirkung hervorruft.

Projektphasen	Situationsbeschreibung und Fehlerbeseitigungsmaßnahmen
Planung:	<p>Ausgangssituation: <i>Im Leistungsverzeichnis ist nur eine allgemeine Angabe enthalten, dass zum Einbau der Fenster deren Befestigung gehört. Angaben zur Art der Konstruktion (z.B. Holz-Mauersteine) fehlen. Die LV-Angaben sind daher unvollständig.</i></p> <p>Fehlerbeseitigungsmaßnahme in vorliegender Phase: Korrektur des LV's: Genaue Angabe des Dübeltyps in Abhängigkeit der Bauwerkskonstruktion.</p>
Arbeitsvorbereitung:	<p>Status bei Nicht-Beseitigung des Fehlers in Vorphase: <i>Dübel üblicher Art werden für den Auftrag kommissioniert.</i></p> <p>Fehlerbeseitigungsmaßnahme in vorliegender Phase: Richtige Dübel müssen beschafft werden. Wenn die Dübel auf dem Lager nicht vorhanden sind, verlängert sich der Prozess um den Bestellvorgang.</p>
Bau / Herstellung:	<p>Status bei Nicht-Beseitigung des Fehlers in Vorphase: <i>Nicht geeignete Dübel auf Baustelle.</i></p> <p>Fehlerbeseitigungsmaßnahme in vorliegender Phase: Beschaffung der richtigen Dübel. Folge: Arbeitsunterbrechung oder Verzögerung, Nachbestellung und zusätzliche Anlieferung.</p>
Abnahmeprüfung:	<p>Status bei Nicht-Beseitigung des Fehlers in Vorphase: <i>Fenster wurde mit ungeeigneten Dübeln befestigt.</i></p> <p>Fehlerbeseitigungsmaßnahme in vorliegender Phase: Nachbestellung und zusätzliche Anlieferung der richtigen Dübel, Zeitverzögerung, Ausbau der Mechanik und ggf. Verglasung, Einbau der Anker.</p>
Nutzungsphase:	<p>Status bei Nicht-Beseitigung des Fehlers in Vorphase: <i>Fenster wurde mit ungeeigneten Dübeln befestigt. Durch Winddruck und Fensterbedienung werden Risse im Putz und Abdichtung sichtbar. Die Ausprägung ist so groß, dass das komplette Fenster ausgebaut werden muss</i></p> <p>Fehlerbeseitigungsmaßnahme in vorliegender Phase: Nachbestellung und zusätzliche Anlieferung der richtigen Dübel, Zeitverzögerung, Ausbau der Mechanik und ggf. Verglasung, Einbau der Anker. Ausbesserung der Abdichtung. Beseitigung der Putzrisse. Tapezierung im Leibungsbereich und Anstrich.</p>

Bsp. 4.4-1: Entwicklung eines Fehlers der Fensterbefestigung

Die Kosten der Fehlerbeseitigung in den verschiedenen Projektphasen lassen sich durch eine entsprechende Kalkulation ermitteln. Die Kostenentwicklung der in Bsp. 4.4-1 angegebenen Maßnahmen der Fehlerbeseitigung zur Fensterentwicklung stellt Bsp. 4.4-2 dar. Vom Betrag her wird hierdurch die sog. Zehnerregel⁵¹ zwar nicht bestätigt, vom Prinzip her erkennt man aber auch hier die überproportionale Steigerungsrate der Fehlerbeseitigungskosten von Phase zu Phase.



Bsp. 4.4-2: Kostenentwicklung eines Fehlers bei der Fensterbefestigung

⁵¹ Die Zehnerregel besagt, dass sich die Kosten für Fehlerbehebung in den jeweiligen Projektphasen ungefähr mit dem Faktor 10 vervielfachen.

4.4.2 FMEA-Methode

Durch die FMEA wird ein „Analysegegenstand“ in systematischer Weise auf sein Fehler-Risikopotenzial untersucht.

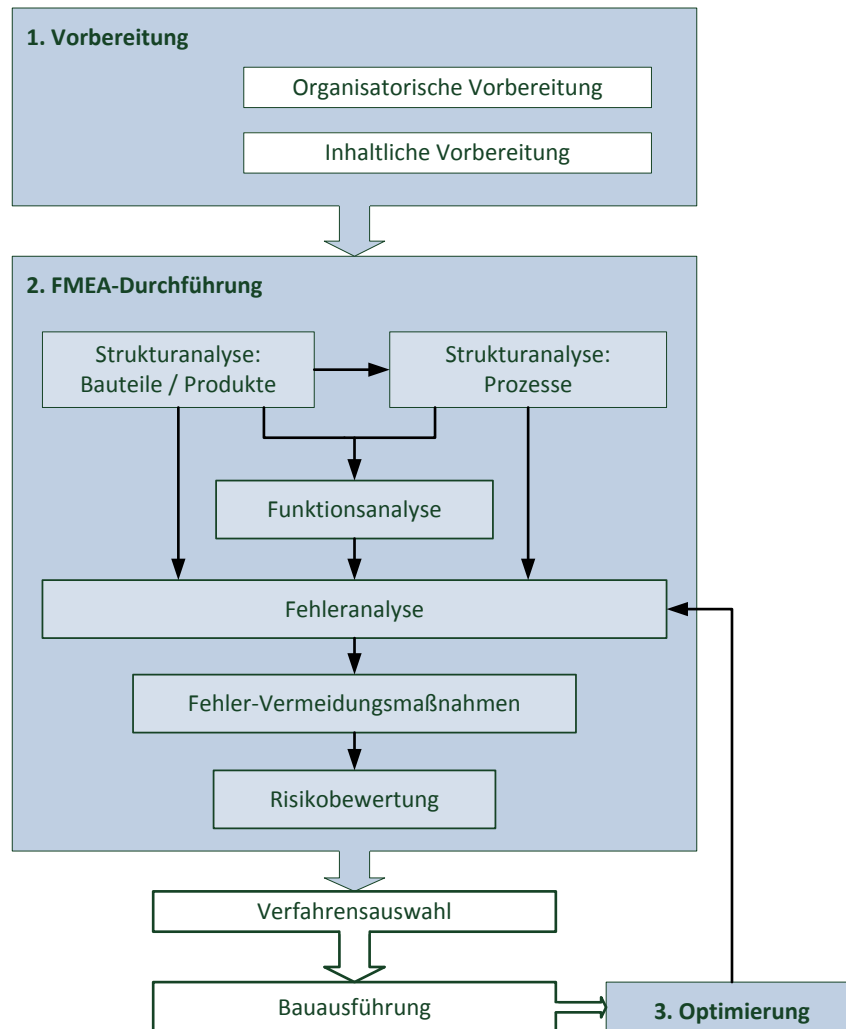


Abb. 4.4-2: Verfahrensschritte im Rahmen der Durchführung einer FMEA

Die Verfahrensschritte und der Ablauf einer FMEA ist in Abb. 4.4-2 dargestellt. Diese Schritte werden im Folgenden kurz erläutert.

Organisatorische Vorbereitung

Im Rahmen der organisatorischen Vorbereitung werden durch die Geschäftsführung des Unternehmens der Umfang und die Zielsetzung der FMEA festgelegt. Die betreffenden Produkte, Leistungen, Konstruktionen oder Prozesse sind bereichsweise oder als Gruppe anzugeben. Diese Objekte bilden den Analysegegenstand.

Das für die Durchführung zuständige Team wird festgelegt, wobei es besonders auf gute theoretische und praktische Fachkenntnisse der Teammitglieder ankommt. Der Teamleiter – als sog. FMEA-Moderator – wird bestimmt. Für die Durchführung der FMEA wird ein Zeitplan erstellt.

Zu den für die FMEA ausgewählten oder festgelegten Elementen stellt man alle Informationen bzw. Unterlagen über die betriebliche Handhabung zusammen. Hierbei handelt es sich z.B. um Prozessbeschreibungen, Produktionsdokumentationen, Abnahmeprotokolle, Fehlerlisten.

Inhaltliche Vorbereitung

Die in der FMEA untersuchten Elemente (Produkte, Prozesse, Konstruktionen) werden einzeln aufgelistet. Zur Verringerung des Aufwands der FMEA behandelt man häufig nicht alle Elemente, sondern konzentriert sich auf die kritischen Bereiche. Diese können durch eine systematische Bewertung in einer sog. Schwierigkeitsmatrix dargestellt werden (Abb. 4.4-3). Die Priorität der Elemente ergibt sich aus deren Punktzahl. Leistungskomplexe mit der höchsten Summe werden bei den Qualitätsmaßnahmen vorrangig behandelt.

Schwierigkeitskriterien	Produkt / Leistung / Konstruktion:								
	Nr. 1	Nr. 2	Nr. 3	Nr. 4	Nr. 5	Nr. 6	Nr. 7	Nr. 8	...
Neuartige Materialien	2	0	0	0	1	0	0	0	0
Neuartiges Bauverfahren	0	1	0	0	2	0	0	0	0
Neuartige Konstruktion	0	1	0	0	2	0	0	0	0
Sicherheitsrelevanz	1	2	2	0	1	0	1	1	0
Techn. Hauptfunktion für Bauwerk	0	0	2	0	1	0	0	0	0
überwiegend manuelle Ausführung	2	0	0	0	0	2	1	0	0
hohe optische Bedeutung	0	0	0	2	0	0	0	0	0
Häufige Leistung (Pareto: A-Gruppe)	0	0	0	2	0	2	0	0	0
...									
Summe:	5	4	4	4	7	4	2	1	0

Wertung: 0 = "nein"; 1 = "teilweise zutreffend"; 2 "vollkommen zutreffend"

**Abb. 4.4-3: Identifizierung der untersuchten FMEA-Elemente:
Schwierigkeitsmatrix**

Strukturanalyse

Im Rahmen der Strukturanalyse einer Produkt-FMEA bzw. Prozess-FMEA ordnet man deren Elemente nach sachlogischen Kriterien. Bei einer Produkt-FMEA geht man z.B. vom Endprodukt aus (oberste Hierarchieebene) und ordnet diesem nach dem Top-Down-Prinzip die konstruktiven Teilsysteme zu.

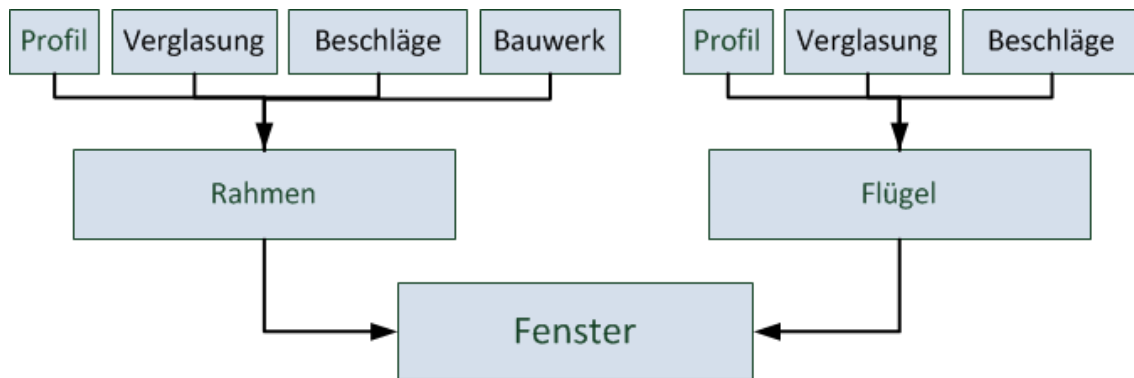


Abb. 4.4-4: Produkt-FMEA: Systemstruktur (Bsp. Fensterelement) ⁵²

In analoger Weise wird die Prozess-FMEA durchgeführt; Bei der produktionsbezogenen FMEA eines Baubetriebs steht beispielsweise der auf die erfolgsbezogene Werkleistung bezogene Prozess an oberster Stelle. Ausgehend hiervon erfolgt die weitere Untergliederung in der erforderlichen Detaillierung (Abb. 4.4-5).

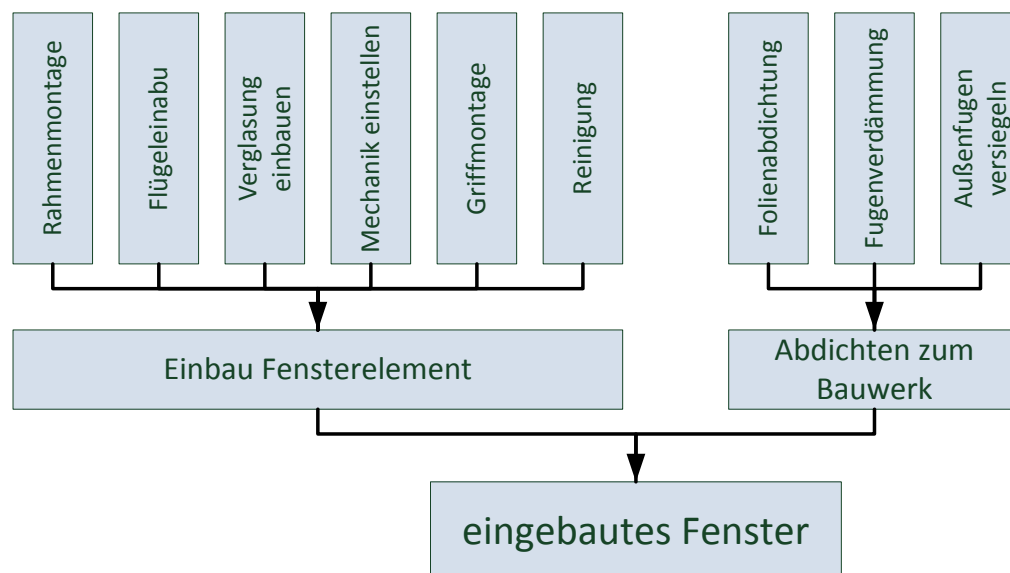


Abb. 4.4-5: Prozess-FMEA: Systemstruktur (Bsp. Fenstereinbau)

⁵² Eine weitere Detaillierung der Konstruktion ist möglich. Beispielsweise kann die Verglasung nach Glas, Gasfüllung, Verklotzung, Dichtung, Distanzprofil aufgliedert werden.



<p>5.4</p>	<p>Vorbereitung Blendrahmen</p> <p>Dichtband (für innen) bereitstellen. Dieses auf der Innenseite des Blendrahmens umlaufend auf der später der Laibung zugewandten Fläche ankleben. An den Ecken jeweils Schlaufen für ausreichendes Spiel im späteren Verlauf ausbilden. Einbaurichtung des Bandes beachten, den Rahmen vorher säubern. Für einen "schonenden Einbau" die überstehenden Teile des Bandes mit Kreppband leicht auf der inneren Blendfläche des Rahmens befestigen. Je nach Größe des Elements Aussteifungen mit entsprechenden Holzleisten vornehmen, um Durchbiegung zu verhindern. Nach Bedarf Montageschlaudern anbringen.</p>	 <p>Abb.: Ankleben eines Dichtbands innen (Schlaufenausbildung).</p> <p>Abb.: Fertiger Blendrahmen mit Dichtband und Montageschlaudern.</p>
<p>5.5</p>	<p>Einsetzen und Ausrichten Blendrahmen</p> <p>Einbaustelle auf Sauberkeit prüfen, dabei alle Seiten beachten. Flache Tragklötze in der Wandebene verteilen, in der das Fenster später sitzen soll (einfacheres Unterschieben der Keile). Vorbereiteten Blendrahmen vorsichtig in die Öffnung hineinheben und in etwa ausrichten. Keile an den Ecken von innen und außen unterschieben, dabei keine Spannungen aufbauen. Lot- und fluchtgerechtes Ausrichten des Rahmens mit den Keilen, Distanz zum Meterriss beachten (soweit beim Altbau möglich auch Flucht zu anderen Etagen einhalten). Fugenbreiten beachten. Abschließend an erforderlichen Stellen mit passgenauen Klötzen unterfüttern und diese gegen verrutschen sichern.</p>  <p>Abb.: Unterlegung mit Tragklötzen</p>	

Abb. 4.4-6: Auszug aus einer FMEA zum Fenstereinbau

Funktionsanalyse

Speziell bei technischen Anlagen mit vielen zusammenwirkenden Komponenten ist es für das Verständnis der Konstruktion sinnvoll, die Funktionen eingehend zu untersuchen. Dies erfolgt entweder in einem methodisch eigenen Schritt – der sog. Funktionsanalyse – oder im Zusammenhang der Struktur- oder Fehleranalyse.

Im Rahmen der Funktionsanalyse werden die Produktfunktionen bzw. Prozessziele beschrieben und den hierbei gestellten normmäßigen oder produktionstechnischen Anforderungen (Festigkeitswerte u.a.) gegenübergestellt. Die Zusammenhänge der Funktionsanalyse lassen sich mit Hilfe von Funktionsverteilungsplänen / -listen, HIPO-Diagrammen⁵³ u.a. visualisieren.

Die Funktionsanalyse ist weitgehend eine Dokumentationsaufgabe. Auf dieser Grundlage werden im Rahmen des folgenden Methodenschritts der Fehleranalyse nicht zueinander passende oder ungeeignete Anforderungen der FMEA-Elemente (Systemwidersprüche) identifiziert.

Fehleranalyse

Die Fehleranalyse ist der Kernbereich der FMEA; es werden hierbei alle im Rahmen der Strukturanalyse definierten Elemente auf ihre Fehlermöglichkeiten untersucht. In der Literatur findet man hierfür teilweise auch die Bezeichnung Risikoanalyse. Die Fehleranalyse erfolgt in folgenden Schritten:

1. Auflistung aller potentiellen oder bereits bekannten Fehler der Elemente der FMEA.
2. Untersuchung möglicher Fehlerursachen.
3. Untersuchung möglicher Fehlerfolgen.
4. Festlegung von Prüf- und Vermeidungsmaßnahmen.

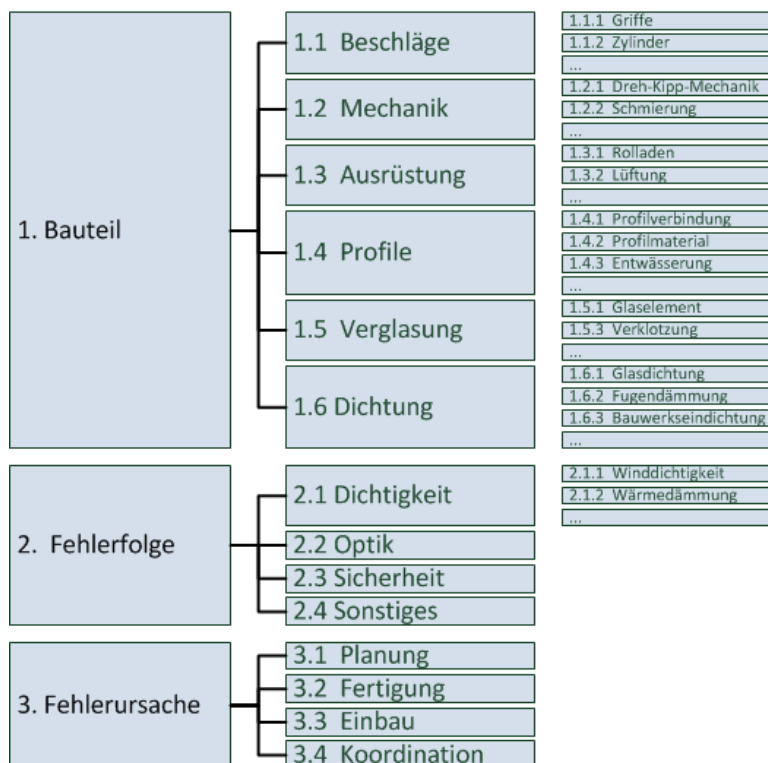


Abb. 4.4-7: Beispiel eines Fehlerschlüssels für den Fenstereinbau

⁵³ HIPO-Diagramm (Hierarchy: Input-Process-Output): Darstellung des Zusammenhangs von Eingabe, Verarbeitung und Ausgabe (EVA-Prinzip)

Im Rahmen der Fehleranalyse werden Erfahrungen bei ähnlichen Produkten oder Systemen ausgewertet. Mängelstatistiken der Produktion werden ebenso genutzt wie die Kenntnisse der Mitarbeiter, die in den betreffenden Prozess der Leistungserstellung eingebunden sind.

Es ist zu empfehlen, dass alle potenziellen oder bereits bekannten Fehler der Elemente der FMEA mit einer Kennung versehen werden, die über die Fehlerart, Fehlerfolge und Fehlerursache Auskunft gibt (siehe Abb. 4.4-7). Über den Fehlerschlüssel ist eine Sortierung oder Filterung von Fehlerdaten möglich.

Werden im Unternehmen sog. Mängelmanagementprogramme eingesetzt oder werden Fehler und Mängel in einer Datenbank systematisch erhoben, verringert dies den Aufwand für die Fehleranalyse wesentlich.

Risikobewertung

Die Risikobewertung erfolgt mit Hilfe einer sog. Risiko-Prioritätszahl (RPZ), die für jedes Element der FMEA ermittelt wird. Über die Maßnahmen der Qualitätssicherung kann auf Grundlage der Höhe der RPZ der verschiedenen Prozesse oder Produkte entschieden werden.

Die RPZ ergibt sich aus dem Produkt der Auftretenswahrscheinlichkeit eines Fehlers (A), der Bedeutung der Fehlerfolge (B) und der Entdeckungswahrscheinlichkeit des Fehlers (E). Es gilt somit:

$$\text{Risiko-Prioritätszahl: } \mathbf{RPZ = B \times A \times E}$$

Die Faktoren der Risikoprioritätszahl (RPZ-Faktoren) können Werte von 1 bis 10 annehmen:

$$\mathbf{B - Bedeutung der Fehlerfolgen:} \quad 1 \leq B \leq 10$$

„Schwere“ der Fehlerfolge: 1 = „niedrig“; 10 = „hoch“

$$\mathbf{A - Auftretenswahrscheinlichkeit eines Fehlers:} \quad 1 \leq A \leq 10$$

Wahrscheinlichkeit: 1 = „niedrig“; 10 = „hoch“

$$\mathbf{E - Entdeckungswahrscheinlichkeit eines Fehlers:} \quad 1 \leq E \leq 10$$

Wahrscheinlichkeit: 1 = „niedrig“; 10 = „hoch“

Mit der Faktoren B, A und E hat die RPZ den Wertebereich:

$$\mathbf{1 \leq RPZ \leq 1000}$$

Die folgenden Tabellen zeigen die Skalen der Kriterienfaktoren A, B und E der Risikoprioritätszahl, so wie diese im Rahmen des Forschungsvorhabens auf die Verhältnisse in der Bauwirtschaft angepasst wurden.

B - Bedeutung des Fehlers		Bewertungs- punkte
1.	Es ist unwahrscheinlich , dass der Fehler irgendeine wahrnehmbare Auswirkung auf die Eigenschaften des Bauwerks oder des Systems haben könnte; bei Auftreten wird ein solcher Fehler keine Wirkungen zeigen und deswegen nicht bemerkt werden.	1
2.	Der Fehler ist unbedeutend und der Auftraggeber ist hiervon nur geringfügig nachteilig betroffen; funktionelle Beeinträchtigungen sind hiermit nicht verbunden. Man wird wahrscheinlich keine oder nur eine geringfügige Beeinträchtigung des Systems bemerken.	2 bis 3
3.	Mittelschwerer Fehler , der Unzufriedenheit bei Auftraggebern auslösen kann; eine Beeinträchtigung des Systems wird bemerkt werden.	4 bis 6
4.	Schwerer Fehler , der den Auftraggeber bei der Nutzung des Bauwerks beeinträchtigt; Sicherheitsaspekte oder gesetzliche Bestimmungen sind nicht betroffen.	7 bis 8
5.	Sehr schwerer Fehler , der die vorgesehene Nutzung des Bauwerks ausschließt, die Sicherheit beim Bau oder bei der Nutzung gefährdet oder gegen gesetzliche Bestimmungen oder behördliche Auflagen verstößt.	9 bis 10

Tab. 4.4-1: Bedeutung der Fehlerfolgen (in Anlehnung an VDA 2009)

A - Auftretenswahrscheinlichkeit des Fehlers		Häufigkeit	Bewertungs- punkte
1.	Es ist unwahrscheinlich, dass ein solcher Fehler auftritt; ähnliche Leistungen sind bisher fehlerfrei erstellt worden.	0%	1
2.	Die Wahrscheinlichkeit des Auftretens dieses Fehlers ist sehr gering. Ähnliche Leistungen sind bisher mit sehr geringen Fehlerquoten erstellt worden.	1 % bis 2 %	2 bis 3
3.	Die Wahrscheinlichkeit des Auftretens dieses Fehlers ist gering (Normalbereich). Ähnliche Leistungen haben bisher nur selten Fehler gehabt.	3 % bis 5 %	4 bis 6
4.	Solche Leistungen zeigten bisher eine erhöhte Fehlerquote.	5 % bis 20 %	7 bis 8
5.	Solche Leistungen waren bisher nur selten fehlerfrei.	21 % bis 100 %	9 bis 10

Tab. 4.4-2: Auftretenswahrscheinlichkeit von Fehlern
(in Anlehnung an VDA 2009)

E - Entdeckungswahrscheinlichkeit des Fehlers		Häufigkeit	Bewertungs- punkte
1.	Sehr hoch, da der Fehler mit direkten funktionellen Einschränkungen verbunden ist oder optisch stark hervortritt.	> 95 %	1
2.	Hoch, da der Fehler mit nachteiligen Wirkungen für Beteiligte verbunden ist oder ohne intensivere Prüfmaßnahmen festzustellen ist.	> 70 %	2 bis 5
3.	Gering, da der Fehler verdeckt oder nur mit erheblichem Prüfaufwand festzustellen ist.	> 30 %	6 bis 8
4.	Sehr gering, da die Feststellung des Fehlers, intensive Prüfmaßnahmen, z.B. in Laboren, erfordert.	> 5 %	9
5.	Unwahrscheinlich, da der Fehlers keine Wirkungen nach sich zieht oder keine technische Prüfverfahren angewendet werden können.	> 5 %	10

**Tab. 4.4-3: Entdeckungswahrscheinlichkeit von Fehlern
(in Anlehnung an VDA 2009)**

Eine Risikoprioritätszahl von 1 sagt aus, dass mit dem betrachteten Element kein bzw. ein sehr geringes Risiko verbunden ist. Ein Wert von 1000 zeigt ein maximales bzw. sehr hohes Risiko an. Es ist üblich, dass Risikoklassen gebildet werden⁵⁴, z.B.:

RPZ < 40:	geringes Risiko, kein Hinweis, dass keine Maßnahmen erforderlich sind
40 < RPZ < 100:	mäßiges Risiko, bei Sicherheitsstellen in jedem Fall Maßnahmen erforderlich, einfach umzusetzende Maßnahmen immer durchführen
RPZ > 100:	Risiko nicht tolerierbar; Maßnahmen erforderlich

Zur Skalierung der RPZ-Faktoren wird in der Literatur häufig auf die Vorschläge des Verbandes der Automobilindustrie verwiesen. Die Wertetabellen des VDA können zwar als Grundlage für Anwendungsfälle aus anderen Branchen dienen, in jedem Fall sind jedoch spezifische Anpassungen an die Produkt- und Marktverhältnisse der Unternehmen erforderlich. Für die gewerbliche Bauwirtschaft sind z.B. folgende Aspekte detailliert zu untersuchen:

- Gesetzliche Auflagen
- Arbeits-Sicherheitsmängel, Umweltgefahren
- Nutzungseinschränkungen
- Witterungsrisiken
- Toleranzen
- Optische Mängel, u.a.

⁵⁴ Weyhe 2005, S. S. 51

Zuordnung		Beschreibung des Fehlers	Fehlerschlüssel	A	B	E	RPZ	
Fenster- element	Allgemein	Falsches Fensterelement verbaut	1100 - 26 - 31	2	6	1	12	
		Fehlerhafte Menge der einzubauenden Fenster (z.B. wg. Diebstahl)	1100 - 21 - 31	3	5	1	15	
Blend- rahmen	Rahmenprofil	Rahmenbruch	1111 - 21 - 33	3	8	1	24	
		Falsche Positionierung des Fensters in Wandquerschnitt	1111 - 22 - 33	4	7	1	28	
		Vertausch von oben/unten und/oder innen/außen	1111 - 25 - 33	2	9	1	18	
		Nicht lot- und fluchtgerechter Einbau	1111 - 25 - 33	3	6	5	90	
		Fehlerhafte Höhe zu Meteriss	1111 - 26 - 33	3	3	6	54	
		Nicht eingehaltene Randabstände	1111 - 24 - 33	5	4	5	100	
		Verzogener Rahmen	1111 - 21 - 33	3	7	6	126	
		Verkratzter Rahmen	1111 - 26 - 33	5	3	1	15	
		Beklebter oder verunreinigter Rahmen (z.B. durch PU-Schaum)	1111 - 26 - 34	4	2	1	8	
		Hitzekratzer (z.B. durch Winkelschleifer-Trennarbeiten)	1111 - 26 - 31	3	3	1	9	
		Chemisch gestörte Oberfläche (z.B. durch Reinigung)	1111 - 26 - 35	3	2	1	6	
		Abdichtung zu Flügelrahmen	Gestauchte oder verzogene Profildichtung	1112 - 21 - 33	6	7	2	84
	Schadhafte Profildichtung		1112 - 21 - 33	5	8	1	40	
	Nicht vollständig umlaufende Profildichtung		1112 - 21 - 33	5	8	1	40	
	Beschläge	Verformte Beschläge (z.B. durch Gewalteinwirkung)	1113 - 25 - 33	3	8	1	24	
		Verkratzte Beschläge	1113 - 26 - 33	3	1	1	3	
		Beklebte oder verunreinigte Beschläge (z.B. durch PU-Schaum)	1113 - 25 - 34	2	3	1	6	
		Scher- und Schubgeräusche (z.B. durch falsche oder fehlende Flügeljustage)	1113 - 25 - 33	6	2	2	24	
	Flügel	Rahmenprofil	Rahmenbruch	1121 - 23 - 33	3	9	1	27
			Nicht lot- und fluchtgerechte Justage	1121 - 21 - 33	7	7	3	147
Verzogener Rahmen			1121 - 21 - 33	2	7	6	84	
Verkratzter Rahmen			1121 - 26 - 33	6	3	1	18	
Beklebter oder verunreinigter Rahmen (z.B. durch PU-Schaum)			1121 - 26 - 34	4	2	1	8	
Hitzekratzer (z.B. durch Winkelschleifer-Trennarbeiten)			1121 - 26 - 31	3	3	1	9	
Chemisch gestörte Oberfläche (z.B. durch Reinigung)			1121 - 26 - 35	3	2	1	6	
Abdichtung zu Blendrahmen			Gestauchte oder verzogene Profildichtung	1122 - 21 - 33	7	6	3	126
		Schadhafte Profildichtung	1122 - 21 - 31	5	7	2	70	
		Nicht vollständig umlaufende Profildichtung	1122 - 21 - 31	5	7	1	35	
Dreh-Kipp- Beschlag		Hakender oder klemmender Dreh-Kipp-Beschlag (z.B. durch Gewalteinwirkung)	1123 - 25 - 33	2	9	1	18	
		Beschädigter Vierkant für Fensterbetätigung (z.B. durch artfremde Bedienung)	1123 - 25 - 33	3	9	1	27	
		Hakender oder klemmender Dreh-Kipp-Beschlag (z.B. durch Justage)	1123 - 25 - 33	4	9	1	36	
Fenstergriff		Fehlerhafte Griffstellung	1124 - 25 - 33	7	7	1	49	
		Falscher Griff verbaut	1124 - 26 - 33	7	2	1	14	
		Beschädigter Vierkant für Fensterbetätigung (z.B. durch artfremde Bedienung)	1124 - 25 - 33	3	7	1	21	
		Verkratzter Fenstergriff	1124 - 26 - 33	4	2	1	8	
		Beklebter oder verunreinigter Fenstergriff (z.B. durch PU-Schaum)	1124 - 26 - 34	3	2	1	6	
		Fehlender Fenstergriff	1124 - 25 - 33	2	7	1	14	
		Zu geringe Schraubenanzahl	1124 - 23 - 33	2	3	5	30	
		Falsche Schrauben verbaut	1124 - 23 - 33	3	3	5	45	
Glasleiste		(s. Rahmenprofil und Dichtung zu Isolierglas)	1125 - -					
Dichtung zu Isolierglas		Eingedrückte oder herausstehende Gummidichtlippe	1126 - 21 - 33	3	6	1	18	
		Schadhafte Gummilippe	1126 - 21 - 33	2	7	1	14	
		Chemisch gestörte Oberfläche (z.B. durch Reinigung)	1126 - 26 - 35	2	3	1	6	
		Hitzekratzer (z.B. durch Winkelschleifer-Trennarbeiten)	1126 - 21 - 31	3	4	1	12	
Isolierglas mit Verklotzung		Verkratztes Isolierglas	1127 - 26 - 33	5	4	6	120	
		Chemisch gestörte Oberfläche z.B. durch Reinigung	1127 - 26 - 35	3	4	6	72	
		Feuchtigkeit im Glasverbund	1127 - 22 - 33	3	6	6	108	
		Kondenzwasserbildung auf der Innenseite	1127 - 22 - 34	4	5	6	120	
		Kondenzwasserbildung auf der Außenseite	1127 - 22 - 34	3	4	6	72	
		Gerissenes oder gebrochene Verglasung	1127 - 21 - 33	5	9	1	45	
	Hitzekratzer (z.B. durch Winkelschleifer-Trennarbeiten)	1127 - 26 - 31	3	4	1	12		
	Beklebte oder verunreinigte Verglasung (z.B. durch PU-Schaum)	1127 - 26 - 34	3	3	1	9		

Bsp. 4.4-3: Risikoprioritätszahl (Auszug aus einer FMEA zum Fenstereinbau)

Optimierung

Durch die FMEA werden Veränderungen bei den Systemen und Prozessen der Leistungserbringung initiiert. Ob diese Veränderungen wirksam zur Qualitätsverbesserung beigetragen haben, ist durch entsprechende Controlling-Maßnahmen festzustellen. Als Maßstab der Verbesserung kann hierbei wieder die Risikoprioritätszahlen benutzt werden. Je größer die Differenz der Soll- und Ist-RPZ ist, desto erfolgreicher waren die vorgenommenen Veränderungen.

Werden geplante oder vorgegebene Qualitätsziele nicht erreicht, ist eine nochmalige FMEA vorzunehmen. Vergleicht man die RPZ eines Systems vor und nach Durchführung von Qualitätsmaßnahmen, so kann dies als Maßstab für die Wirksamkeit der Veränderung angesehen werden. Die Optimierung ist durch die Verringerung der RPZ nachgewiesen.

4.4.3 Bewertung

Im Rahmen des Forschungsvorhabens wurden verschiedene FMEA's durchgeführt, um zu untersuchen, ob diese Methode für die Festlegung der bewertungsrelevanten Objekte eines Qualitätssystems geeignet ist. Nach den dabei gewonnenen Erfahrungen kann festgestellt werden:

- Die Bedeutung von Prozessen oder Produkten für die Qualitätssicherung kann an Hand der Risikoprioritätszahl ermittelt werden. Objekte mit hohen RPZ-Werten sind bei der Planung der Qualitätssicherung und Bewertung der Qualität vorrangig zu berücksichtigen.
- Da in die Ermittlung der RPZ die Entdeckungswahrscheinlichkeit E von Fehlern eingeht, beeinflussen die bei der späteren Produktion durchgeführten Qualitätssicherungsmaßnahmen die tatsächliche Fehlerquote. Die Rankings gem. FMEA und gem. Produktion sind daher nur beschränkt vergleichbar.
- Bei der FMEA kommt es nicht primär auf die Nominalskala der Faktoren B, A und E an, sondern auf deren einheitliche Anwendung innerhalb eines Unternehmens bzw. Projekts. Ein Vergleich unterschiedlicher Projekte an Hand der absoluten Größe der RPZ ist nicht ohne weiteres möglich, da meist unterschiedliche Bewertungen bzw. Skalen für die Faktoren B, A und E zu Grunde liegen.
- Die Durchführung einer FMEA erfordert einen größeren Zeitaufwand (ca. 3 – 4 Wochen). Sollen die Ergebnisse der FMEA in einem vertraglich zwischen Auftraggeber und Auftragnehmer vereinbarten Qualitätssystem verwendet werden, muss diese Zeit für das Ausschreibungs- und Vergabeverfahrens eingeplant werden.

4.5 Qualitätsbewertung mit dem Quality Function Deployment (QFD)

4.5.1 Grundlagen und Ansatz

Das Quality Function Deployment (QFD) ist eine Methode des Total Quality Management (TQM) zur Entwicklung und Optimierung von Produkten oder Leistungen. Das QFD ist eine vergleichsweise unbekanntere Methode. Nach der Umfrage von (Delgado-Hernandez et al. 2007) war das Konzept des QFD nur 18 % der befragten Bauexperten bekannt. Die Anwendung des QFD und des House of Quality in der Bauindustrie ist trotz der geringen Umsetzung in der Praxis jedoch nicht neu. Seit 1990 gibt es wissenschaftliche Ausarbeitungen, welche sich mit der Anwendung des QFD in der Bauindustrie beschäftigen.⁵⁵⁾ Der Ansatz der Methode besteht darin, dass die Anforderungen des Auftraggebers (WAS) und die technischen Lösungsmerkmale (WIE) im Zusammenhang bewertet werden.

4.5.2 QFD-Methode⁵⁶

Beim QFD werden Auftraggeberanforderungen und Merkmale der Erfüllung der Anforderungen in einem komplexen Bewertungssystem behandelt. Dieses System in Matrixform wird anschaulich als House of Quality bezeichnet (HoQ).

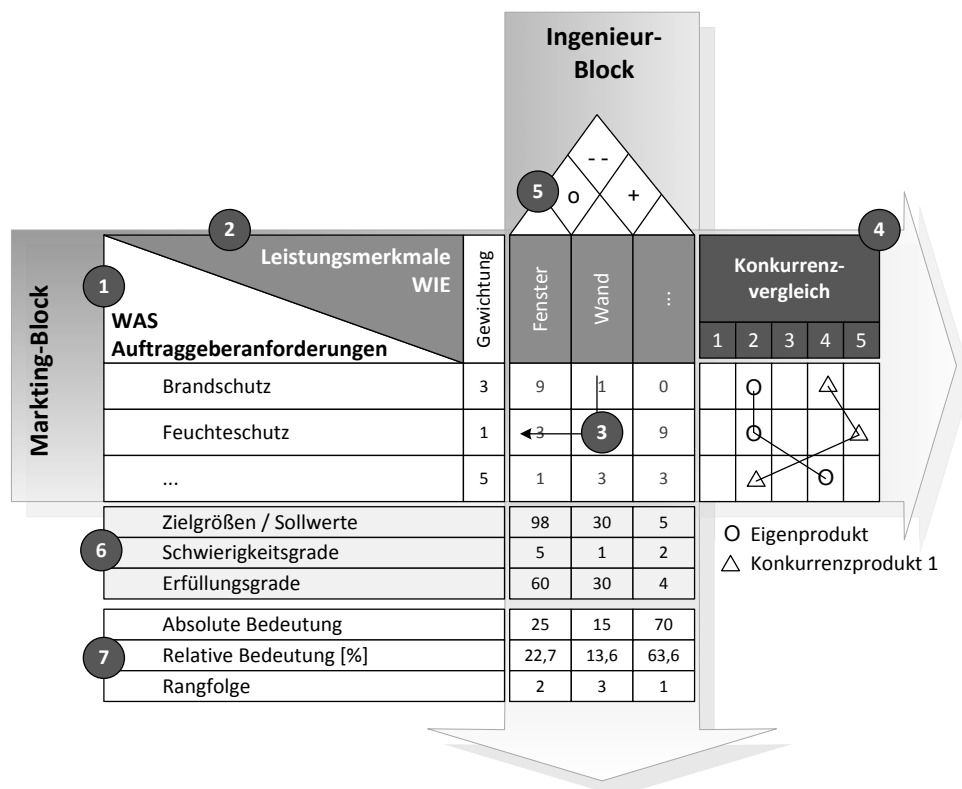


Abb. 4.5-1: House of Quality

⁵⁵ Eine Auflistung existierender Veröffentlichungen im englischsprachigen Raum ist folgender Veröffentlichung von Delgado, Hernandez et al. zu entnehmen Delgado-Hernandez et al. 2007.

⁵⁶ Saatweber 1994

Die horizontale Dimension des HoQ repräsentiert die Anforderungen des Auftraggebers. In vertikaler Richtung findet sich der „Leistungsblock“, der die technischen Produktmerkmale enthält. Das HoQ vereint damit die Bedürfnisseite (an eine Leistung) aus Auftraggebersicht und die Umsetzungsseite (der Leistung) durch die Planer oder Unternehmer. Im Produktentwicklungsbereich und im Dienstleistungsbereich werden beim HoQ sechs „Räume“ unterschieden (Nummerierung siehe Abb. 4.5-1).

Raum 1 (vertikale Dimension) bildet die **Auftraggeberanforderungen (AA)** ab. Dabei wird für jede Anforderung eine entsprechende Auftragbergewichtung vergeben. Grundlage können hierbei subjektive Anforderung der Nutzung oder gesetzliche oder normmäßige Vorschriften sein.

Raum 2 (horizontale Dimension) bildet die **Leistungsmerkmale (LM)** bzw. Designanforderungen an den Herstellungs- bzw. Bauprozess ab. Diese tragen in unterschiedlicher Intensität zur Erfüllung der Auftraggeberanforderungen bei, was sich in Raum 3 widerspiegelt.

Raum 3 stellt die **Beziehungsmatrix** zwischen den Auftraggeberanforderungen und den Leistungsmerkmalen dar. Die Anwender des HoQ bewerten dabei die Bedeutung der Leistungsmerkmale bez. der gestellten Anforderungen (Unterstützungsgrad des jeweiligen Leistungsmerkmals). Der Unterstützungsgrad kann definitionsgemäß „schwach“, „mittel“ oder „stark“ sein.

Raum 4 dient dem Vergleich der Leistungsmerkmale aus Raum 2 mit denen der Konkurrenz. Soll mit dem QFD allein ein Ranking der qualitätsrelevanten Leistungen erstellt werden, ist Raum 4 nicht erforderlich.

Raum 5 dient der Analyse der **Wechselwirkungen der Leistungsmerkmale**. Diese sind durch verschiedene Symbole gekennzeichnet. Diese Matrix deckt Zielkonflikte bzw. die internen Wechselwirkungen zwischen den Leistungsmerkmalen auf.⁵⁷⁾ Dieser „Kontrollraum“ verhindert, dass Leistungsmerkmale, die nicht direkt zur Befriedigung einer Auftraggeberanforderung dienen (bspw. optische Anforderungen an eine Empfangshalle), dennoch beachtet werden, falls sie eine zentrale Bedeutung bei der Nutzung des Objektes haben (bspw. Brandschutz). Zusätzlich werden im Raum 5 negative Wechselwirkungen (wie sie z.B. in der Dienstleistungsbranche häufig vorkommen) als Zielkonflikte aufgedeckt. Extrem negative Wechselwirkungen geben Hinweise auf erforderliche Änderungen oder die Notwendigkeit, andere Lösungsansätze zu generieren.

Raum 6 und Raum 7 enthalten die Auswertungen der Zusammenhänge der anderen Räume. In Raum 6 ist für jedes Leistungsmerkmal die Zielgröße, der Schwierigkeitsgrad der Umsetzung sowie der Erfüllungsgrad anzugeben.⁵⁸⁾ In Raum 7 wird die absolute und relative Bedeutung der Leistungsmerkmale für die Erfüllung der Auftraggeberanforderungen definiert und die Rangfolge der Leistungsmerkmale ermittelt.

⁵⁷⁾ Gogoll und Theden 1994, S. S. 334

⁵⁸⁾ Saatweber 1994, S. S. 454

Raum	Bezeichnung	Fragestellung	Beschreibung	Skalierung
1	Auftraggeberanforderungen (AA)	Welche Anforderungen haben Auftraggeber an die Bauleistung?	<ul style="list-style-type: none"> • Auftraggeberanforderungen/-präferenzen • Gewichtung der Auftraggeberanforderungen 	Gewichtung (G): Sehr gering,..., sehr hoch 1,..., 5 (Gogoll und Theden 1994, S. S. 332)
2	Leistungsmerkmale (LM)	Welche Leistungsmerkmale tragen zur Erfüllung der Anforderungen bei?	<ul style="list-style-type: none"> • Leistungsmerkmale bzw. Anforderungen an den Produktionsprozess 	
3	Beziehungsmatrix	In welcher Stärke trägt ein LM zur Erfüllung der jeweiligen Anforderungen bei?	<ul style="list-style-type: none"> • Unterstützungsgrad der Auftraggeberanforderungen durch die Leistungsmerkmale 	Einfluss: Kein: 0 Schwach: 1 Mittel: 3 Stark: 9 (Saatweber 2011, S. S.199)
4	Konkurrenzvergleich	Wie erfüllt der Wettbewerb die AA und wo liegen Verbesserungspotentiale?	<ul style="list-style-type: none"> • Abbildung der Konkurrenzfähigkeit durch Leistungsvergleich 	Beurteilungswerte Schlechter: 1 bis Besser: 5 (Saatweber 2011, S. S.199)
5	Korrelationsmatrix	Welche Wechselwirkungen existieren zwischen den Leistungsmerkmalen?	<ul style="list-style-type: none"> • Interne Wechselbeziehungen der Leistungsmerkmalen • Aufdecken von Zielkonflikten 	Korrelation positiv/negativ/keine ++/ -- / 0
6	Beschreibung der LM: Zielgrößen, Schwierigkeitsgrade und Erfüllungsgrade	Welche Zielgröße sollen die Leistungsmerkmale einnehmen, wie schwer sind diese jeweils umzusetzen und wie fällt ein Konkurrenzvergleich in technischer Hinsicht aus?	<ul style="list-style-type: none"> • Abbildung von Zielgrößen • Abbildung von Schwierigkeitsgraden • Durchführung eines Konkurrenzvergleichs auf Basis der Erfüllungsgrade 	Werte und Einheiten entsprechen den Leistungsmerkmalen
7	Auswertung der LM: Bedeutung und Rangfolge	Welche Bedeutung hat das LM für das Gesamtprojekt und welche Rangfolge für weitere Optimierungsschritte existiert?	<ul style="list-style-type: none"> • absolute/ relative Bedeutung • Rangfolge der Leistungsmerkmale 	Absolute Werte 0,...,n Relative Werte 0,...,100%

Tab. 4.5-1: Bedeutung der Räume des HoQ bei Bauprojekten

4.5.3 Bewertung

Durch die Anwendung des QFD können die Anforderungen des Auftraggebers mit den technischen Merkmalen der Leistung (aus dem vom Auftragnehmer zu vertretenden Bereich) im Zusammenhang bewertet werden. Insofern eignet sich die Methode besonders für die Abwicklung von schlüsselfertigen Bauvorhaben auf der Grundlage einer total-funktionalen Leistungsbeschreibung.⁵⁹⁾ Die QFD- Methodik zeichnet sich durch grundlegende Analyse-, Bewertungs- sowie Dokumentationsfähigkeit aus.

Qualitative Merkmale lassen sich mit der QFD-Methode in eine quantitative Bewertung überführen. Es wird hierdurch erkennbar, welche Leistungen des Auftraggebers in besonderer Weise für die Erfüllung der Auftraggeberanforderungen von Bedeutung sind. Das QFD ist damit zur Ermittlung von qualitätsrelevanten Leistungen geeignet. Ein Nachteil der Methode besteht darin, dass die Anwendung eine erhebliche Zeit und Aufwand erfordert. Da die Ergebnisse des QFD-Prozesses außerdem von den Teilnehmern – insbesondere auch vom Unternehmer als Anbieter der im QFD berücksichtigten Leistungsmerkmale - abhängig sind, wird man den Aufwand nur in Kauf nehmen, wenn der Unternehmer als Bieter mit hoher Wahrscheinlichkeit den Bauauftrag erhalten wird.

⁵⁹ Kapellmann 2013

4.6 Empfehlungen zur Festlegung der bewertungsrelevanten Objekte eines Qualitätssystems

Aus den Verfahren und Untersuchungen der Kapitel 4.1 bis 4.5 lassen sich Bauteile oder Leistungen identifizieren, die sich bei der Abwicklung von Bauprojekten als besonders fehleranfällig herausgestellt haben. Der in Kap. 4.1 angestellte Vergleich der Mängelhäufigkeiten aus unterschiedlichen Projekten zeigt jedoch, dass die Bedeutung bzw. das Ranking der Ursachenbereiche (Bauteile oder Gewerke) wechselt. Einige Leistungsbereiche können zwar als Mängelschwerpunkt bezeichnet werden (z.B. Putzarbeiten) jedoch ist hiermit noch keine Aussage verbunden, ob es sich um Mängel handelt, die z.B. mit hohen Mängelbeseitigungskosten (dies ist z.B. bei Malerarbeiten selten der Fall) oder Funktionsbeeinträchtigungen verbunden sind. Man muss daher feststellen, dass die Festlegung der für die Qualität bewertungsrelevanten Leistungen oder Bauteile nicht allein an Hand von Mängelquoten früherer Projekte erfolgen kann.

Das Qualitätsrisiko lässt sich nach den Untersuchungen und Erfahrungen der Forschergruppe besser durch systematische Analysen ermitteln, hierzu wurden Beispielfälle mit der Fehlermöglichkeits- und Einflussanalyse (FMEA) und dem Quality Deployment Function (QFD) bzw. dem House of Quality durchgeführt. Die Anwendung dieser Methoden erfordert allerdings selbst bei zügiger Durchführung einen Zeitbedarf von etwa 3 bis 4 Wochen. Da die bewertungsrelevanten Objekte bei einer Praxisanwendung des entwickelten Qualitätssystems im Zuge der Auftragsverhandlungen – vor Vertrag – festgelegt werden sollten, sind die FMEA oder das QFD aus Zeitgründen nicht oder nur in Ausnahmefällen einsetzbar.

Geeignet für die Auswahl der Qualitätsrelevanten Leistungen sind jedoch die Ergebnisse von Gefährdungsanalysen im Sinne der SiGe-Planung (Kap. 4.3) und die Erkenntnisse aus den gerichtlich entschiedenen Streitfällen zum Haftungsrisiko der Bauüberwachung (Kap. 4.2). Das Kriterium „Unfallgefahr“ ist dabei im Normalfall mehr für die Auftragnehmerseite relevant, das Haftungsrisiko mehr für die Architekten oder Ingenieure der Auftraggeberseite.

Es kann davon ausgegangen werden, dass die Anwendung eines Qualitäts-Anreizsystems in der Praxis eher von Auftraggebern vorgeschlagen wird. Die inhaltliche Ausrichtung wird dann sicher mehr von dieser Seite als von den Auftragnehmern bestimmt werden. Dies bedeutet konkret, dass die Festlegung der bewertungsrelevanten Objekte nach der subjektiven Wichtigkeit für den jeweiligen Auftraggeber, weniger an Hand der Mängelstatistiken erfolgt. Es kommt dann auf die Nutzung an, der das Bauwerk dienen soll, hieraus kann man die qualitätsrelevanten Funktionskomplexe ableiten.

Funktionskomplex

... ist ein Eigenschaftsbereich von Bauleistungen bez. seiner Zweckbestimmung. Ein Funktionskomplex ist für die Auswahl der qualitätsrelevanten Objekte und deren Bewertung von Bedeutung.

Funktionskomplexe des Bauwerks:	Bedeutung für den Projekterfolg im Allgemeinen ...		
	... niedrig	... normal	... hoch
Standsicherheit		x→	
Brandschutz		x→	
Sicherheit und Gesundheitsschutz		x→	
Feuchteschutz und Wasser-Dichtigkeit		x→	
Wärmeschutz			x↑
Sommerlicher Wärmeschutz	x↑		
Schallschutz		x↑	
Bauwerksschwingungen		x→	
Elektromagnetische Belastung	x↑		
Optik und Gestaltungsqualität		x↓	
Allg. Nutzbarkeit			x→
Altersgerechte Nutzbarkeit		x↑	
Nutzungskosten, Erhaltungsaufwand			x↑
Termin der Inbetriebnahme			x→
Ökologische Gebäudequalität		x↑	
Grad der Wiederverwertbarkeit der Baustoffe	x↑		
Erdbebensicherheit	x→		
Sturmsicherheit	x↑		
Sicherheit gegen Überflutung	x↑		
Autarkie der Energieversorgung	x↑		
Erweiterbarkeit des Bauwerks	x→		
Änderbarkeit (Grundrisse und Konstruktion)		x↑	

Abb. 4.6-1: Funktionskomplexe im SF-Bau

Für schlüsselfertige Hochbaumaßnahmen wurden durch Fachgespräche mit Vertretern der Bauwirtschaft und durch wertanalytische Betrachtungen die in Abb. 4.6-1 angegebenen Funktionskomplexe zusammengestellt und bewertet. Aus Gründen der Praktikabilität werden die Funktionskomplexe ihrer Bedeutung nach nur in drei Klassen unterschieden: „niedrig“, „normal“ und „hoch“. Die Zuordnung in die Bedeutungsklassen ist nach heutigem Anforderungsniveau vorgenommen. Die Tendenz der Entwicklung der Bedeutung der Funktionskomplexe in der Zukunft ist durch einen Pfeil gekennzeichnet. Beispielsweise ist der Funktionskomplex Sturmsicherheit nach heutigen Maßstäben eher mit geringen Anforderungen verbunden. Durch den Klimawandel bzw. die Zunahme der Windstärken müssen in dieser Hinsicht in Zukunft erhöhte Anforderungen erwartet werden.

Aus dieser Liste von Funktionskomplexen wurde für das entwickelte Anreizmodell der Bauqualität eine Auswahl von 10 Komplexen vorgenommen, die dann mit einer entsprechenden Gewichtung in die Bewertung der Qualität eingehen (siehe Konzeption des Qualitätsmessinstrumentes Kap. 3.4.1).

5 Softwarelösungen im Mängelmanagement (Marktanalyse)

Für das Mängelmanagement existiert eine Vielzahl von Programmen, die den Anwender bei der Dokumentation von fehlerhaften Materialien und Leistungen unterstützen. Im Rahmen des Forschungsvorhabens wurde das Marktangebot untersucht. Dabei wurden Anwendungen oder Module⁶⁰ berücksichtigt, deren Schwerpunkt in der Dokumentation und Bewertung von Mängeln liegt. Die untersuchten Funktionen richten sich nach Bedingungen, die vor dem Hintergrund des Forschungsvorhabens für das Projektmanagement, insbesondere für die Qualitätssicherung, relevant sind.

Eine Übersicht der Programme und ihrer Funktionalitäten ist in Tab. 5.3-1, Tab. 5.3-2 und Tab. 5.3-3 enthalten. Die Ergebnisse beruhen auf durchgeführten Programm-Tests der Forschungsstelle und Befragungen der jeweiligen Softwareentwickler.

5.1 Grundkonzeption von Mängelmanagementprogrammen

Die Programme unterscheiden sich neben ihrer Funktionalität im Wesentlichen in der genutzten Plattform:

- Einzelplatzanwendung
- Client-Server-Modell
- Webanwendung

Die klassische *Einzelplatzanwendung* wird aufgrund des manuellen Datenaustauschs über Schnittstellen nur noch selten genutzt. Durch die Anzahl der Beteiligten und der hohen Priorität die Daten an jeder Ein- und Ausgabestelle aktuell zu halten, werden im Mängelmanagement fast ausschließlich Echtzeitsysteme⁶¹ genutzt. Einzelplatzprogramme sind in diesem Zusammenhang in der Regel intern programmierte Excel- oder Accessprogramme bzw. sehr einfache Softwarelösungen, die nur für kleine Vorhaben eingesetzt werden.

Ein *Client-Server-Modell* besteht wie in Abb. 5.1-1 zu sehen aus einer zentralen Einheit, dem zumeist firmeninternen Server, und mehreren dezentralen Einheiten, den Clients. Jedoch wird das traditionelle Client-Server-Modell, bei dem in einem Firmennetzwerk jeder Client über eigene energieintensive Ressourcen verfügt, im Zuge der immer wichtiger werdenden Datenschutz- und Green-IT-Richtlinien⁶² zunehmend durch das „Server

⁶⁰ Ein Modul ist eine abgeschlossene funktionale Einheit einer Software.

⁶¹ Als Echtzeitsysteme werden "Systeme zur *unmittelbaren* Steuerung und Abwicklung von Prozessen" bezeichnet.

⁶² Unter Green IT versteht man Bestrebungen, die Nutzung von Informations- und Kommunikationstechnologie (IKT) über deren gesamten Lebenszyklus hinweg umwelt- und ressourcenschonend zu gestalten

Based Computing“ ersetzt. Dabei wird der Großteil der Rechenleistung vom Server bereitgestellt und die Clients dienen lediglich als Ein- und Ausgabekomponenten. Prinzipiell unterscheiden sich die Netzwerksysteme nicht.

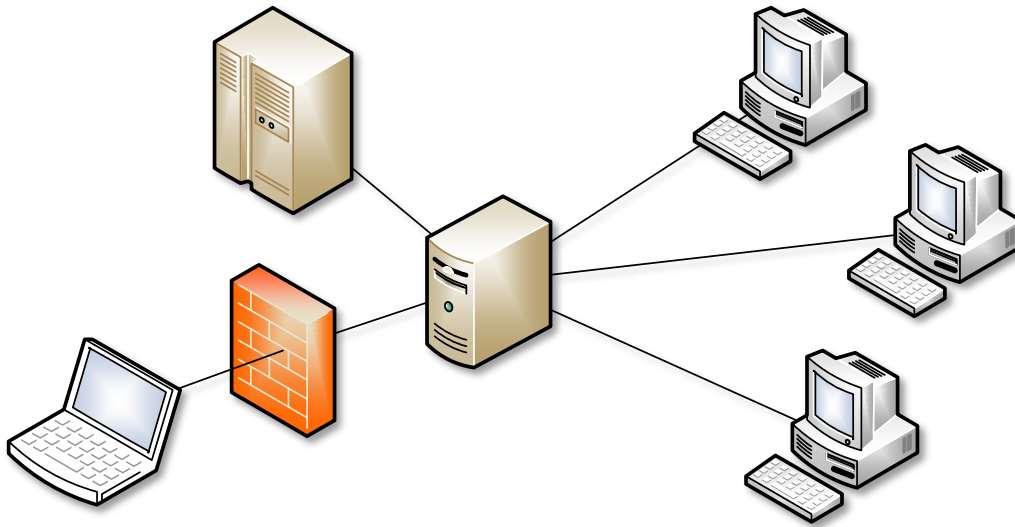


Abb. 5.1-1: Client-Server-Modell

Eine häufig verwendete Erweiterung besteht in der Nutzung von VPN-Verbindungen⁶³ oder RDP-Anwendungen⁶⁴. Dabei kann ein firmeninterner Server über das Internet geografisch ungebunden von einem Client erreicht werden.

Die *Webanwendung*, auch Cloud-Computing genannt, wird im Bereich der Mängelmanagementsoftware am häufigsten verwendet. Dieses System nutzt das Prinzip des Client-Server-Modells, erweitert es jedoch um eine webbasierte Schnittstelle. Abb. 5.1-2 verdeutlicht den Aufbau.

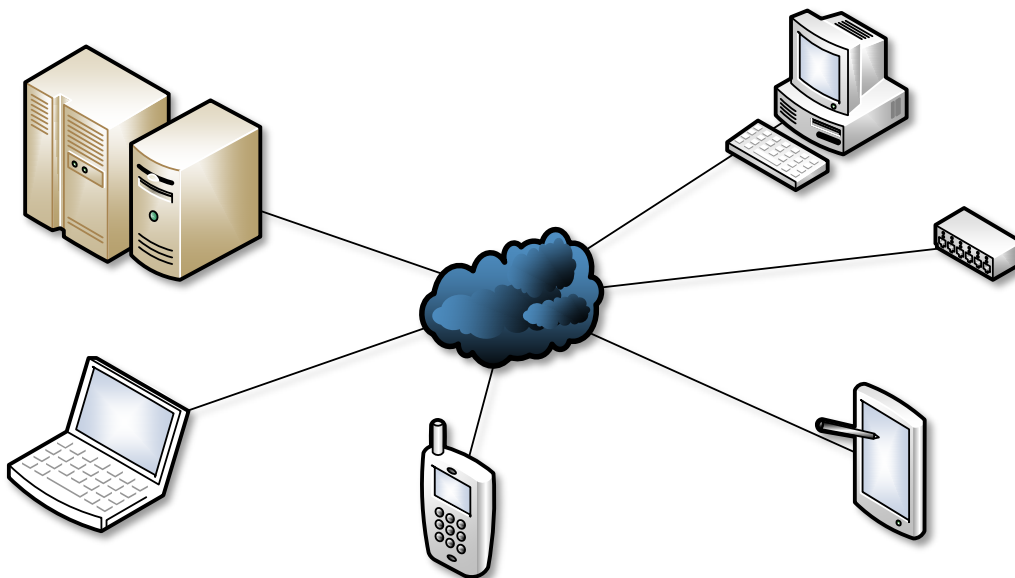


Abb. 5.1-2: Cloud-Computing

⁶³ „Virtual Private Network“ zur externen Nutzung des Firmennetzwerkes über das Internet

⁶⁴ „Remote Desktop Protocol“ zur Verwendung von firmeninternen Ressourcen über das Internet

Die wesentliche Innovation besteht in der Bereitstellung von Rechenleistung durch einen Anbieter, der zumeist auch die Software zur Verfügung stellt. Dadurch werden ressourcenaufwendige IT-Systeme der Firma ausgelagert. Kleine und mittlere Unternehmen, welche nur selten über eine entsprechende IT-Ausstattung verfügen, können dennoch mit Hilfe der webbasierten Software leistungsfähige Softwarelösungen nutzen.

Der Zugang zu den Anwendungen erfolgt vornehmlich über den Webbrowser, durch Accounts werden die Anwender authentifiziert und mit der entsprechenden Datenbank verknüpft. Durch diese Identifikation ist eine kontrollierte Vergabe von Zugriffsrechten der Projektbeteiligten möglich. Dadurch vereinfacht dieses Konzept die Protokollierung der Zugriffe und erhöht somit die Qualität der Nachverfolgung der Datenbearbeitung.

Ein elementarer Vorteil dieses Konzepts besteht für das Mängelmanagement in der Erweiterbarkeit des Systems hinsichtlich der Funktionalitäten. Die meisten Softwareentwickler bieten dem Kunden an, weitere individuelle Module zu programmieren. Dadurch lässt sich die Programmeffizienz für den Anwender erheblich steigern.

Mängelmanagementlösungen werden aktuell in zwei konzeptionellen Varianten angeboten:

- Als eigenständige Anwendung
- Als Modul eines Projektraums

Als *eigenständige Anwendung* dient die Software ausschließlich zur Erfassung und Verwaltung von Mängeln. Der Vorteil liegt dabei im thematischen Schwerpunkt und der damit verknüpften gezielten Entwicklung.

Als *Modul einer übergeordneten Software* oder eines Projektraums ist das Mängelmanagement Teil eines größeren Datenverwaltungspakets. Der Vorzug dieses Konzepts ist die Zentralisierung von Stammdaten und die Reduzierung auf eine einzige Lösung zur EDV-technischen Abwicklung eines Bauvorhabens.

5.2 **Kurzbeschreibung der analysierten Mängelmanagementprogramme**

Die folgenden Ausführungen geben einen Überblick über die wichtigsten Leistungsmerkmale marktaktueller Programme zum Mängelmanagement.

Amadeus (Datex GmbH: www.datex.de)⁶⁵

Amadeus ist ein verhältnismäßig kleines Programm mit geringem Funktionsumfang.

Ein Datenaustausch über ein Netzwerk ist grundsätzlich möglich, muss jedoch manuell eingeleitet werden. Dadurch ist eine garantierte Bereitstellung der Daten in Echtzeit an verschiedenen Standorten nicht möglich. Die Stammdatenverwaltung begrenzt sich auf die Kontakte. Der Mangelstatus lässt sich binär eintragen.

Eine Bewertung der dokumentierten Mängel ist mit dieser Anwendung lediglich im Freitextfeld möglich.

Die Software *Amadeus* eignet sich aufgrund der relativ geringen Funktionalität für kleinere Bauvorhaben mit wenigen Beteiligten.

Docma MM (EDR Software GmbH: www.edr-software.com)⁶⁶

Docma MM ist eine relativ umfangreiche Mängelmanagementsoftware.

Bezüglich der Plattform existieren zwei Varianten, zum einen kann eine „Vollversion“ gekauft und zum anderen ein Zugang zu einer browserbasierten „Webanwendung“ gemietet werden. Die verfügbare mobile Erweiterung erlaubt eine Mängelbearbeitung im Offline-Modus und aktualisiert die Daten bei bestehender Internetverbindung automatisch.

Eine weitere Besonderheit liegt in der Zuweisung von Rollen für die Nutzer. Dadurch können gezielt Berechtigungen zugeteilt und die Anwenderstruktur praxisnah gestaltet werden.

Die Möglichkeit der Mangelbewertung ist lediglich im Freitextfeld vorgesehen. Jedoch bietet der Entwickler bei der Webanwendung eine Individualisierung der Programmfeatures an, dabei können auch neue Module beauftragt werden. Theoretisch ist dadurch die Integration eines Bewertungsmodells möglich.

Docma MM ist ein praxiserprobtes Mängelmanagementsystem das auch für die Abwicklung von großen Hoch-, Tief- und Ingenieurbauwerken geeignet ist.

⁶⁵ Vgl. <http://www.datex.de/software/amadeus/amadeus1.htm> (WWW-Abruf: 04.11.2013)

⁶⁶ Vgl. <http://www.edr-software.com/loesungen/software/maengelmanagement> (WWW-Abruf: 04.11.2013)

faden Mängelverfolgung (faden it service GmbH: www.maengelfolger.de)⁶⁷

Die Mängelmanagementsoftware *faden* ist eine verhältnismäßig komplexe Webanwendung.

Neben der standardmäßigen Anmeldung über den Browser und einer mobilen Applikation stellt *faden* eine komplette Integration in Microsoft Outlook zur Verfügung. Dieses Feature unterstützt zudem die Kommunikation und den Datenabgleich der Beteiligten und ermöglicht das Arbeiten im Offline-Modus.

Eine gezielte Bewertung der Mängel ist nicht vorgesehen.

Die Anwendung ist auch für das Mängelmanagement größerer Bauvorhaben geeignet.

Modul Mängelmanagement (conetics AG: www.conectis.com)⁶⁸

Diese Software ist Teil eines Projektraums für das Dokumentenmanagement und nutzt somit auch geteilte Funktionalitäten anderer Module.

Die webbasierte Anwendung verfügt über mobile Erweiterungen. Eine Mangelbewertung existiert nicht.

Durch die zentrale Nutzung von Stammdaten ist das gesamte Programmpaket auch bei großen Bauvorhaben anwendbar.

Modul Mängelmanagement (think project! International: www.thinkproject.com)⁶⁹

Die Mängelmanagementsoftware ist Teil eines webbasierten Projektraums, der häufig von anderen Entwicklern als Grundlage für individualisierte Anwendungen verwendet wird. Dadurch ist diese Basissoftware weit verbreitet und kommt oft auch in angepasster Form zum Einsatz.

Der Projektraum verknüpft das Mängelmanagement mit weiteren Modulen und bietet dadurch die Vorteile der zentralen Datenverwaltung. Der Zugang erfolgt über einen Browser.

Die Bewertung von Mängeln ist in dieser Basissoftware nicht möglich.

Aufgrund des oftmals als Entwicklungsgrundlage genutzten Konzeptes findet die Software auch bei großen Bauvorhaben Anwendung.

⁶⁷ Vgl. <http://www.maengelfolger.de/language=de/6075/faden-maengelfolgerung>
(WWW-Abruf: 04.11.2013)

⁶⁸ Vgl. <http://www.conetics.com/de/produkte/maengelmanagement.php> (WWW-Abruf: 04.11.2013)

⁶⁹ Vgl. <http://www.thinkproject.com/de/loesungen-services/module-individuelle-loesungen/maengelmanagement/> (WWW-Abruf: 04.11.2013)

Contrace (Conclude GmbH: www.conclude.com)⁷⁰

Contrace ist eine recht umfangreiche Webanwendung zur Unterstützung des Mängelmanagements. Durch das Angebot von weiteren Systemkomponenten bietet es Funktionen zur Eingliederung in ein Gesamtprojekt. Für die mobile Datenerfassung steht eine Applikation für Endgeräte des Herstellers Apple zur Verfügung.

Neben den üblichen Funktionen zur Lokalisierung eines Mangels, wie Positionsnummer oder Beschreibung, stellt der Anbieter ein Bearbeitungspaket für CAD-Dateien zur Verfügung. Darüber können beispielsweise die Orte von fehlerhaften Leistungen anschaulich markiert werden. Zusätzlich bietet die Anwendung umfangreiche Möglichkeiten zum Entwurf von Statistiken.

iTWO Mängelmanagement (RIB: www.rib-software.com)⁷¹

Das gesamte Programm *iTWO* ist eine umfangreiche Software für das klassische Baumanagement und ist der Nachfolger von ARRIBA. Sie setzt darüber hinaus das Konzept des „Building Information Modeling“ (BIM)⁷² um. Das Modul Mängelmanagement kann zusätzlich erworben werden und integriert sich vollständig in das Programm.

Die Software ist als „Einzelplatzanwendung“ oder „Client-Server-Model“ organisiert. Eine Erweiterung zur mobilen Datenverwaltung existiert in Form einer Smartphone-Applikation, die von einer Partnerfirma entwickelt wurde.

iTWO ist aufgrund der langjährigen Existenz im softwaregestützten Baumanagement ein weit verbreitetes Programm und auch zur Abwicklung großer Baumaßnahmen geeignet.

Sonixc (sonixc GmbH: www.sonixc.com)⁷³

Die Anwendung von Sonixc bietet dem Benutzer die Möglichkeit über ein Webinterface auf entsprechende Daten zuzugreifen. Darüber hinaus wird auch eine Arbeit offline ermöglicht.

Der Anbieter stellt unterschiedliche Komplett-Lösungen zur Verfügung, welche die Lösung zum Mängelmanagement enthalten. Ein Zugriff auf die Daten ist über drei mobile Betriebssysteme vorgesehen. Die Integration von CAD-Dateien ist in bestimmten Dateiformaten möglich. Sollte ein Dokument in einem nicht kompatiblen Format vorliegen, wird eine Konvertierung angeboten.

Wegen der Unterstützung unterschiedlicher mobiler Betriebssysteme und der Möglichkeit bei fehlender Verbindung offline arbeiten zu können, eignet sich diese Lösung besonders für Projekte an beispielsweise entlegenen oder unterirdischen Orten.

⁷⁰ Vgl. <http://www.conclude.com/loesungen/contrace/> (WWW-Abruf: 04.11.2013)

⁷¹ Vgl. <http://www.rib-software.com/de/loesungen/architektur-und-bauplanung/arriba-ava/baustellen-managen-projekte-abnehmen.html> (WWW-Abruf: 04.11.2013)

⁷² Der Begriff Building Information Modeling beschreibt eine Methode der optimierten Planung, Ausführung und Bewirtschaftung von Gebäuden mit Hilfe von Software.

⁷³ Vgl. <http://www.sonixc.com/cafm-features/bauprojektmanagement/> (WWW-Abruf: 04.11.2013)

5.3 Leistungsmerkmale von Mängelmanagementprogrammen

Die Anwendungen sind unter Berücksichtigung der folgenden Kategorien und Kriterien begutachtet worden:

- Allgemein (Tab. 5.3-1)
 - Programminformationen
 - Programmfeatures
- Mangeldokumentation (Tab. 5.3-2)
 - Mangel detaillierung
 - Mangelverfolgung
 - Mangelstatus
- Mangelverwaltung (Tab. 5.3-3)
 - Datenintegrität
 - Statistik
 - Bewertung

Im *allgemeinen Bereich* werden Informationen zum Entwickler, der genutzten Plattform und den Programmfeatures aufgeführt. Die Sparte der *Mangeldokumentation* gibt Auskunft über den Umfang der mangelbezogenen Eingabemöglichkeiten. Diese beziehen sich auf den Zeitpunkt der Mängelerhebung und auf die Änderung des Mangelstatus. Im Bereich der *Mangelverwaltung* werden Angaben zu den Anwendern gemacht. Diese Informationen sind im Falle von Rechtsstreitigkeiten von Bedeutung. Weiterhin werden Angaben zur statistischen Auswertung und Bewertung der dokumentierten Mängel gegeben.

Oberhalb jeder Übersicht befindet sich eine entsprechende Tabelle, die alle im Rahmen der Analyse möglichen Eigenschaften eines Mängelmanagementprogramms auflistet.

Mögliche Angaben

		Allgemein			
		Software	Programmfeatures		
Programm	Entwickler	Plattform <ul style="list-style-type: none"> Einzelplatz Client-Server Webanwendung 	Mobile Systemerweiterung <ul style="list-style-type: none"> Android iOS Win Phone BlackBerry Webanwendung nicht vorhanden 	Schnittstellen zu externen Programmen <ul style="list-style-type: none"> Excel Outlook Word PDF Writer sonstige nicht vorhanden 	Stammdatenverwaltung <ul style="list-style-type: none"> Integriert Outlook nicht möglich

Getätigte Angaben

		Allgemein				
		Software	Programmfeatures			
Programm	amadeus	Datekx GmbH datekx.de	<ul style="list-style-type: none"> Einzelplatz Client-Server 	<ul style="list-style-type: none"> nicht vorhanden 	<ul style="list-style-type: none"> Excel Outlook Word PDF Writer sonstige 	<ul style="list-style-type: none"> Integriert
	docma MM	EDR Software GmbH edr-software.com	<ul style="list-style-type: none"> Einzelplatz Client-Server Webanwendung 	<ul style="list-style-type: none"> Android Webanwendung 	<ul style="list-style-type: none"> Excel Word PDF Writer sonstige 	<ul style="list-style-type: none"> Integriert
	faden Mängelverfolgung	faden.it services GmbH faden-its.de	<ul style="list-style-type: none"> Webanwendung 	<ul style="list-style-type: none"> iOS Win Phone 	<ul style="list-style-type: none"> Excel Outlook Word PDF Writer sonstige 	<ul style="list-style-type: none"> Integriert Outlook
	Modul Mängel- management	Conetics AG conetics.com	<ul style="list-style-type: none"> Webanwendung 	<ul style="list-style-type: none"> Webanwendung 	<ul style="list-style-type: none"> Excel Word PDF Writer 	<ul style="list-style-type: none"> Integriert
	Modul Mängel- management	think project GmbH thinkproject.com	<ul style="list-style-type: none"> Webanwendung 	<ul style="list-style-type: none"> Android iOS Webanwendung 	<ul style="list-style-type: none"> Excel Word Outlook PDF Writer sonstige 	<ul style="list-style-type: none"> Integriert
	Contrace	Conclude GmbH conclude.com	<ul style="list-style-type: none"> Webanwendung 	<ul style="list-style-type: none"> iOS 	<ul style="list-style-type: none"> Excel PDF Writer 	<ul style="list-style-type: none"> Integriert
	ITWO Mängel- management	RIB Software AG rib-software.com	<ul style="list-style-type: none"> Einzelplatz Client-Server Webanwendung 	<ul style="list-style-type: none"> Webanwendung 	<ul style="list-style-type: none"> Excel Outlook Word PDF Writer sonstige 	<ul style="list-style-type: none"> Integriert Outlook
	Sonixc	sonixc GmbH sonixc.com	<ul style="list-style-type: none"> Einzelplatz Webanwendung 	<ul style="list-style-type: none"> Android iOS Win Phone 	<ul style="list-style-type: none"> Excel Outlook Word PDF Writer 	<ul style="list-style-type: none"> Integriert

Tab. 5.3-1: Übersicht Mängelmanagementprogramme - Allgemein

Mögliche Angaben		Mangeldokumentation										
		Mangeldetaillierung			Mangelfolgerung							
Programm	Foto-/Dokumentenintegration	<ul style="list-style-type: none"> • Begrenzung • keine Begrenzung • Bearbeitung • nicht möglich 	CAD-Dateiformate	<ul style="list-style-type: none"> • Darstellung • Notizen • Bearbeitung • nicht möglich 	Angaben zur Lokalisierung	<ul style="list-style-type: none"> • Bauteil/Position • Freitext • CAD-Plan • nicht möglich 	Mängelanzeigen	<ul style="list-style-type: none"> • Liste • Text • VOB/BGB • Antwort • nicht möglich 	Differenzierung Projektbeteiligte	<ul style="list-style-type: none"> • fest definiert • frei wählbar • nicht möglich 	Mangelstatus angeben	<ul style="list-style-type: none"> • definierter Status • Frei/Textfeld • Ampelsystem • nicht möglich
	Legende und Abkürzungen:	k.A. = keine Angaben VOB = Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen CAD = computer-aided design (rechnerunterstütztes Konstruieren)										

Getätigte Angaben		Mangeldokumentation					
		Mangeldetaillierung			Mangelfolgerung		
Programm	amadeus	<ul style="list-style-type: none"> • keine Begrenzung 	<ul style="list-style-type: none"> • nicht möglich 	<ul style="list-style-type: none"> • Bauteil/Position • Freitext 	<ul style="list-style-type: none"> • Text 	<ul style="list-style-type: none"> • frei wählbar 	<ul style="list-style-type: none"> • definierter Status
	docma MM	<ul style="list-style-type: none"> • keine Begrenzung • Bearbeitung 	k.A.	<ul style="list-style-type: none"> • Bauteil/Position • Freitext 	<ul style="list-style-type: none"> • Liste • Text • VOB/BGB 	<ul style="list-style-type: none"> • frei wählbar 	<ul style="list-style-type: none"> • definierter Status • Frei/Textfeld • Ampelsystem
	fäden Mangelfolgerung	<ul style="list-style-type: none"> • keine Begrenzung 	k.A.	<ul style="list-style-type: none"> • Bauteil/Position • Freitext 	<ul style="list-style-type: none"> • Text • VOB/BGB • Antwort 	<ul style="list-style-type: none"> • frei wählbar 	<ul style="list-style-type: none"> • definierter Status • Ampelsystem
	Modul Mängelmanagement	<ul style="list-style-type: none"> • keine Begrenzung 	<ul style="list-style-type: none"> • Darstellung 	<ul style="list-style-type: none"> • Bauteil/Position • Freitext 	<ul style="list-style-type: none"> • Text • VOB/BGB • Antwort 	<ul style="list-style-type: none"> • frei wählbar 	<ul style="list-style-type: none"> • definierter Status
	Modul Mängelmanagement	<ul style="list-style-type: none"> • keine Begrenzung • Bearbeitung 	<ul style="list-style-type: none"> • Darstellung • Notizen 	<ul style="list-style-type: none"> • Bauteil/Position • Freitext • CAD-Plan 	<ul style="list-style-type: none"> • Liste • Text • VOB/BGB • Antwort 	<ul style="list-style-type: none"> • frei wählbar 	<ul style="list-style-type: none"> • definierter Status • Frei/Textfeld • Ampelsystem
	Contrace	<ul style="list-style-type: none"> • keine Begrenzung 	<ul style="list-style-type: none"> • Darstellung • Notizen • Bearbeitung 	<ul style="list-style-type: none"> • Bauteil/Position • Freitext • CAD-Plan 	<ul style="list-style-type: none"> • Text • VOB/BGB 	<ul style="list-style-type: none"> • frei wählbar 	<ul style="list-style-type: none"> • Frei/Textfeld
	ITWO Mängelmanagement	<ul style="list-style-type: none"> • keine Begrenzung 	<ul style="list-style-type: none"> • Darstellung 	<ul style="list-style-type: none"> • Bauteil/Position • Freitext • CAD-Plan 	<ul style="list-style-type: none"> • Liste • Text 	<ul style="list-style-type: none"> • frei wählbar 	<ul style="list-style-type: none"> • definierter Status • Frei/Textfeld
	Sonicc	<ul style="list-style-type: none"> • keine Begrenzung 	<ul style="list-style-type: none"> • Darstellung • Notizen 	<ul style="list-style-type: none"> • Bauteil/Position • Freitext 	<ul style="list-style-type: none"> • Liste • Text 	<ul style="list-style-type: none"> • frei wählbar 	<ul style="list-style-type: none"> • definierter Status • Ampelsystem

Tab. 5.3-2: Übersicht Mängelmanagementprogramme - Mangeldokumentation

Mögliche Angaben

		Mangelverwaltung			
		Datenintegrität	statistische Auswertung	Bewertung	
Programm	Zeitstempel bei	<ul style="list-style-type: none"> • Aufnahme • Bearbeitung • Fristen • Abschluss • nicht möglich 	<ul style="list-style-type: none"> • Benutzer • Passwörter • Zugangsrechte • Protokoll • nicht möglich 	<ul style="list-style-type: none"> • Zahlen • Diagramm • Freier Entwurf • nicht möglich 	<ul style="list-style-type: none"> • rechtlich • technisch • sonstige • nicht möglich
		Authentizität	<ul style="list-style-type: none"> • Benutzer • Passwörter • Zugangsrechte • Protokoll • nicht möglich 	<ul style="list-style-type: none"> • Zahlen • Diagramm • Freier Entwurf • nicht möglich 	<ul style="list-style-type: none"> • rechtlich • technisch • sonstige • nicht möglich

Legende und Abkürzungen: i.A. = keine Angaben

Getätigte Angaben

		Mangelverwaltung			
		Datenintegrität	statistische Auswertung	Bewertung	
Programm	Zeitstempel bei	<ul style="list-style-type: none"> • Aufnahme • Bearbeitung • Fristen • Abschluss 	<ul style="list-style-type: none"> • Benutzer • Passwörter • Zugangsrechte • Protokoll 	<ul style="list-style-type: none"> • Zahlen 	<ul style="list-style-type: none"> • technisch • sonstige
		<ul style="list-style-type: none"> • Aufnahme • Bearbeitung • Fristen • Abschluss 	<ul style="list-style-type: none"> • Benutzer • Passwörter • Zugangsrechte • Protokoll 	<ul style="list-style-type: none"> • Zahlen • Diagramm • Freier Entwurf 	<ul style="list-style-type: none"> • rechtlich • technisch • sonstige
		<ul style="list-style-type: none"> • Aufnahme • Bearbeitung • Fristen • Abschluss 	<ul style="list-style-type: none"> • Benutzer • Passwörter • Zugangsrechte • Protokoll 	<ul style="list-style-type: none"> • Zahlen • Diagramm • Freier Entwurf 	<ul style="list-style-type: none"> • sonstige
		<ul style="list-style-type: none"> • Aufnahme • Bearbeitung • Fristen • Abschluss 	<ul style="list-style-type: none"> • Benutzer • Passwörter • Zugangsrechte • Protokoll 	<ul style="list-style-type: none"> • nicht möglich 	<ul style="list-style-type: none"> • sonstige
		<ul style="list-style-type: none"> • Aufnahme • Bearbeitung • Fristen • Abschluss 	<ul style="list-style-type: none"> • Benutzer • Passwörter • Zugangsrechte 	<ul style="list-style-type: none"> • Zahlen • Diagramm • Freier Entwurf 	<ul style="list-style-type: none"> • rechtlich • technisch • sonstige
		<ul style="list-style-type: none"> • Aufnahme • Bearbeitung • Fristen • Abschluss 	<ul style="list-style-type: none"> • Benutzer • Passwörter • Zugangsrechte • Protokoll 	<ul style="list-style-type: none"> • Freier Entwurf 	<ul style="list-style-type: none"> • sonstige
		<ul style="list-style-type: none"> • Bearbeitung • Fristen • Abschluss 	<ul style="list-style-type: none"> • Benutzer • Passwörter • Zugangsrechte 	<ul style="list-style-type: none"> • Zahlen • Diagramm 	<ul style="list-style-type: none"> • nicht möglich
		<ul style="list-style-type: none"> • Aufnahme • Bearbeitung • Fristen • Abschluss 	<ul style="list-style-type: none"> • Benutzer • Passwörter • Zugangsrechte • Protokoll 	<ul style="list-style-type: none"> • Zahlen 	<ul style="list-style-type: none"> • sonstige

Tab. 5.3-3: Übersicht Mängelmanagementprogramme - Mangelverwaltung

5.4 Fazit

Moderne EDV-gestützte Mängelmanagementsysteme sind meist webbasierte Anwendungen die zentral gespeicherten Daten eines Projektraums nutzen. Die Funktionalitäten des serverseitig gelagerten Programms sind häufig erweiterbar und bieten dem Anwender entsprechende Individualisierungsmöglichkeiten.

Die Anwendungen sind in ihren Schwerpunkten ausnahmslos auf die baubegleitende Erfassung, Verfolgung und Behebung von Baufehlern ausgerichtet. Diesbezüglich ist es mit den meisten Programmen möglich, unterstützende Statistiken zur Mängelbeseitigung auszugeben und ähnliche hilfreiche Auswertungen zu nutzen.

In Bezug auf dieses Forschungsvorhaben liegt jedoch ein wesentliches Defizit in der nachhaltigen Analyse der Daten. Mit den aktuell erhältlichen Programmen ist eine Datenanalyse bezüglich des Qualitätsmanagements nur eingeschränkt möglich. Für eine quantitative Bewertung der Bauprozessqualität sind diese nicht geeignet.

6 Bewertungsmodell der Bauqualität

Die Summe der Fehler, die während eines Prozesses entstanden sind, beeinflusst die Prozessqualität maßgeblich. Nach Linß⁷⁴ ist eine gute Prozessqualität Voraussetzung für eine gute Produktqualität. Adaptiert auf ein Bauprojekt steht dessen Qualität im Wesentlichen in Abhängigkeit zu der Bauprozessqualität, demnach von den während der Ausführung auftretenden Fehlern. Diese Defizite sind im Sinne der qualitativen Betrachtung alle Merkmale oder Eigenschaften eines Prozesses oder einer Leistung, welche faktisch oder potenziell die gestellten Anforderungen nachteilig beeinflussen oder beeinflussen können. Dabei ist es irrelevant, ob diese Fehler zum Zeitpunkt der Fertigstellung behoben sind. Auf diesem Ansatz basieren das Konzept und die Berechnung der Qualitätszahl.

Zudem fließt ein weiterer Faktor in Form einer Normierungsgröße in die Qualitätszahl ein. Diese berücksichtigt projektspezifische Randbedingungen. Dadurch wird es möglich, quantitativ bewertete Bauprozesse von unterschiedlichen Projekten eines Gebäudetyps zu vergleichen. Gebäudetypen sind entsprechend der Klassifizierung nach BKI⁷⁵ abgegrenzt. Eine differenzierte Beschreibung des Normierungswertes wird in Kap 6.3 vorgenommen.

Die Qualitätszahl ist von zwei Werten abhängig:

1. Summe aller dem Qualitätsvertrag entsprechend dokumentierten und bewerteten Defizite
2. Größe, welche die Qualitätszahl normiert und dadurch eine Vergleichbarkeit ermöglicht

Um ein nachvollziehbares Ergebnis zu erhalten, das bei ansteigender Qualität zunimmt, wird der Kehrwert des Quotienten gebildet.

$$\text{normierte Qualitätszahl} = QZ_n = 1 / \frac{\text{Summe der Defizitbewertungen}}{\text{Normierungsgröße}}$$

Im Folgenden werden zwei Varianten der Qualitätszahl entwickelt. Die allgemeine normierte Qualitätszahl wird QZ_n genannt.

⁷⁴ Linß 2011

⁷⁵ Baukosteninformationszentrum Deutscher Architektenkammern GmbH

6.1 Qualitätszahlen

Aus der normierten Qualitätszahl (QZ_n) leiten sich zwei Varianten ab:

- Die spezifische Qualitätszahl (QZ)
- Die unspezifische Qualitätszahl (\overline{QZ})

Die **spezifische Qualitätszahl** entspricht dem Grundgedanken der Qualität. Linß beschreibt diese als „... durch die Nutzer wahrgenommen und [...] der Bedürfnisbefriedigung der Kunden...“ dienlich. Um diesen Ansatz zu realisieren werden die Defizite im Berechnungsalgorithmus der spezifischen Qualitätszahl mit den Prioritäten des Kunden (Auftraggebers) hinsichtlich der Funktionskomplexe kombiniert. Ein Funktionskomplex ist ein Eigenschaftsbereich der Bauleistung, der den Bewertungsrahmen der Qualität absteckt (siehe Kapitel 4.6).

Durch die Möglichkeit der individuellen Gewichtung von Eigenschaftsbereichen wird die Qualitätszahl von der Bedürfnisbefriedigung des Auftraggebers beeinflusst. Dadurch kann sie gezielt als Grundlage für Qualitätsverträge eingesetzt werden, dient dem kundenorientierten Controlling der Bauprozesse und erfüllt somit den Ansatz des Forschungsvorhabens.

Die **unspezifische Qualitätszahl** wird analog zur spezifischen Qualitätszahl berechnet, basiert aber auf einheitlichen Gewichtungsfaktoren für alle Funktionskomplexe. Damit ist die Möglichkeit gegeben, verschiedene Projekte zu vergleichen, unabhängig von der Prioritäten des Auftraggebers. Voraussetzung für den Vergleich ist, dass die gegenübergestellten Bauvorhaben dem identischen Gebäudetyp angehören und demnach eine ähnliche Gewerkestruktur aufweisen.

Im nachfolgenden wird lediglich die spezifische Qualitätszahl (QZ) erläutert.

6.2 Defizitwert

Der Defizitwert stellt eine numerische Größe zur qualitativen Beurteilung eines Qualitätsdefizits dar und geht in den Algorithmus zur Bewertung der Bauprozessqualität (-> Qualitätszahl) ein. Der gesamte Defizitwert (Defizitwert_ges) eines Projektes setzt sich aus den kumulierten Defizitwerten (Defizitwert_ein) der während der Qualitätsaufnahmen festgestellten und bewerteten Baundefizite zusammen.

Die einzelnen Defizitwerte werden auf Grundlage der bei den Begehungen dokumentierten Defiziteigenschaften berechnet. Diese berücksichtigen den vom Auftraggeber festgelegten Strafzuschlag im Sinne des Qualitätsvertrags, die Gewichtungen der einzelnen Funktionskomplexe und die ggfs. auftretenden wiederholten Funde des gleichen Defizits. Die relevanten Eigenschaften für die Berechnung eines dokumentierten Defizits sind demnach:

- Defizitstartwert
 - Häufigkeit des Defizits bezogen auf seine Art (-> Strafzuschlag)
 - wiederholte Dokumentation des Defizits
- Beeinflussung eines oder mehrerer Funktionskomplexe

Die Funktionskomplexe für die Defiziteigenschaften und die projektspezifischen Gewichtungen durch den Auftraggeber sind in die folgenden Bereiche Tab. 6.2-1 unterteilt und den aufgeführten Funktionskategorien zugeordnet:

Funktionskomplex	Funktionskategorie
Nutzungsdauer	} → Nutzung
Nutzungskosten	
Standicherheit	
Brandschutz	
Schallschutz	} → Bauphysik
Wärmeschutz	
Feuchteschutz	
Optik	} → Sonstiges
Sicherheit und Gesundheit	
Sonstiges	

Tab. 6.2-1: Gewichtbare Funktionskomplexe und die Einteilung in Funktionskategorien

Durch die Möglichkeit des Auftraggebers den Funktionskomplexen einmalig zum Projektbeginn verschiedene Wertigkeiten zuzuordnen, erfährt die Qualitätszahl eine kundenorientierte Anpassung. Der Wertebereich jedes Funktionskomplexes erstreckt sich von 0 bis 10. Standardmäßig liegt die Gewichtung im neutralen Bereich, demnach auf dem Wert 5. Um den Auftraggeber für die Festsetzung zu sensibilisieren, dürfen die über die 10

Funktionskomplexe vergebenen Punkte summiert nicht die Marke von 50 über- oder unterschreiten. Die Kategorien ermöglichen eine gewichtungsabhängige Schwerpunktanalyse.

Für die Ermittlung der unspezifischen Qualitätszahl werden die Gewichtungen der Funktionskomplexe ignoriert. Daher erfolgt die Berechnung jeweils mit dem Wert 5 und bleibt daher neutral. Die nachfolgende Abbildung (Abb. 6.2-1) schematisiert die Berechnung eines einzelnen Defizitwertes. Anschließend werden die Variablen und Vorgänge schrittweise erläutert.

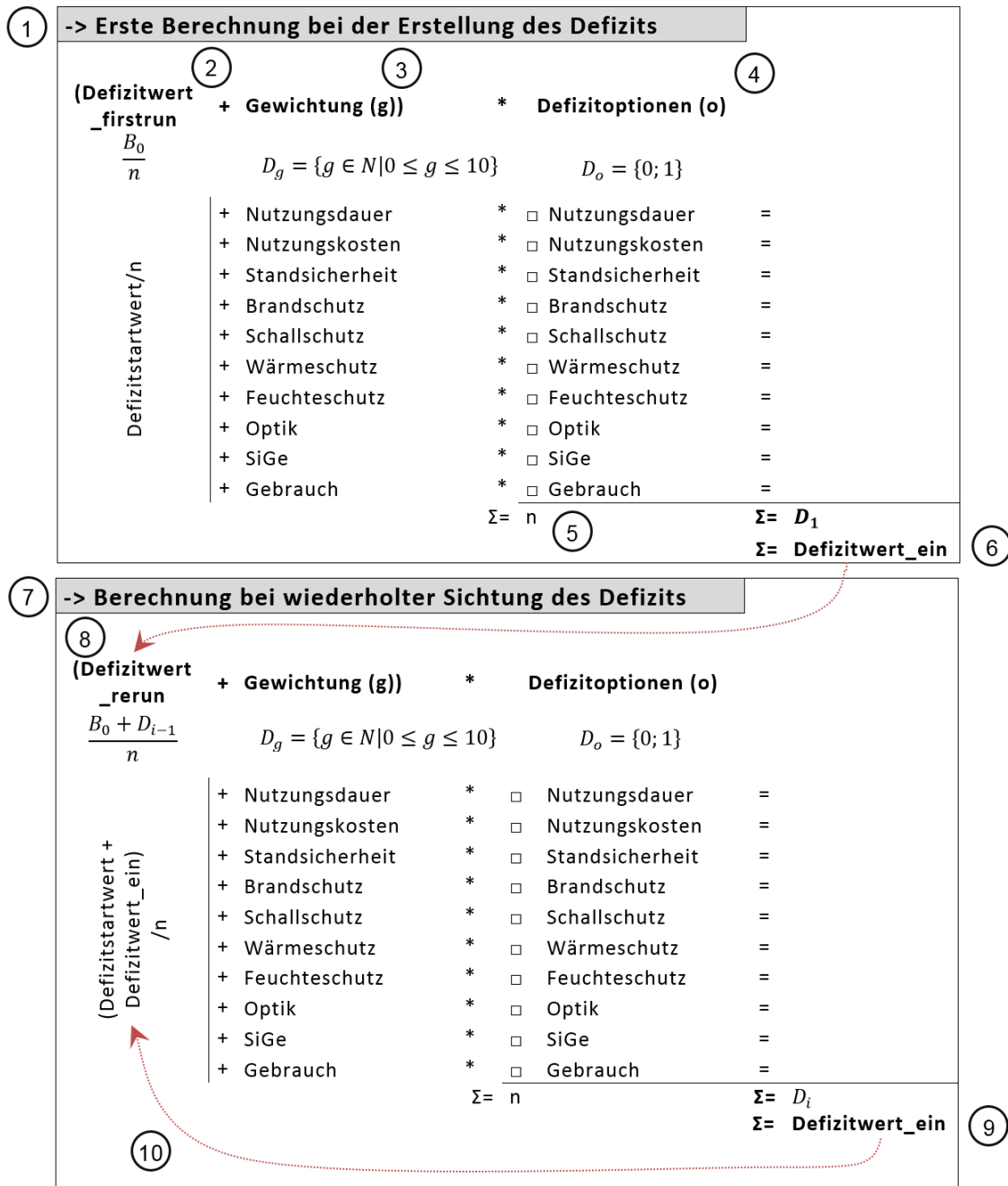


Abb. 6.2-1: Schematische Darstellung der Defizitwertberechnung

Tab. 6.2-2 erläutert die Variablen und Schritte zur Ermittlung des Wertes eines Defizits.

1	Berechnung bei erstem Fund:
	Berechnungsabschnitt, der durchlaufen wird, wenn das Defizit als neues Defizit aufgenommen wird.
2	Defizitstartwert_firstrun (B_0):
	Errechnet sich durch Division des bei der Defizitaufnahme festgelegten Wertes und der Optionssumme. Der Defizitstartwert verkörpert den Strafzuschlag, der die Berücksichtigung neuer Defizite, die in ähnlicher Art bereits aufgetreten sind, ermöglicht.
3	Gewichtung (g):
	Gewichtet den entsprechenden Funktionskomplex. Wird bei der Erstellung des Projektes einmalig durch den AG festgelegt.
4	Defizitoptionen (o):
	Werden bei der Erstellung des Defizits eingetragen (Feld nimmt den Wert 0 oder 1 an); aus programmtechnischen Gründen notwendig, um auch Defizite mit Auswirkungen auf mehrere Funktionskomplexe verfahrensgerecht zu berücksichtigen.
5	Optionssumme (n):
	Errechnet sich aus den kumulierten Defiziteigenschaftsfeldern, die das Defizit beeinflussen.
6	Defizitwert_ein (D):
	Errechnet sich aus den kumulierten Ergebnissen der vorangegangenen Berechnungsschritte.
7	Berechnung bei wiederholtem Fund:
	Berechnungsabschnitt, der durchlaufen wird, wenn das Defizit seit der letzten Qualitätsaufnahme nicht beseitigt und somit erneut aufgenommen wird.
8	Defizitwert_rerun:
	Bei der wiederholten Berechnung wird der Defizitstartwert im Vergleich zur ersten Berechnung zu Beginn mit dem aktuellen <i>Defizitwert_ein</i> addiert.
9	Resultierender Defizitwert_ein:
	Dieser Wert ersetzt den Wert aus Punkt 6 für den Fall, dass ein Defizit wiederholt aufgenommen wird.
10	Wiederholung der Berechnung:
	Bei mehrfach wiederholter Aufnahme des Defizits wird der zweite Berechnungsabschnitt jeweils erneut durchlaufen. Dabei fließt der aktuelle <i>Defizitwert_ein</i> neben dem <i>Defizitstartwert</i> in die Berechnung ein.

Tab. 6.2-2: Variablen und Schritte zur Defizitwertberechnung

Das nachfolgende Zahlenbeispiel (Bsp. 6.2-1 bis Bsp. 6.2-4) verdeutlicht die Berechnung des Defizitwertes:

Eingangswerte:

Defiziteigenschaften	Formelzeichen, Wertebereich und Beispielwerte	
Strafzuschlag	Defizitstartwert $SZ = \{B_0 \in N 0 \leq B_0 \leq 10\}$	5
Funktionskomplexe	Gewichtung $D_g = \{g \in N 0 \leq g \leq 10\}$	Defizitoption $D_o = \{0; 1\}$
Nutzungsdauer	3	1
Nutzungskosten	4	0
Standicherheit	5	1
Brandschutz	6	0
Schallschutz	7	1
Wärmeschutz	7	0
Feuchteschutz	6	1
Optik	5	0
SiGe	4	1
Gebrauch	3	0
Summe	$\Sigma =$ 50	$\Sigma =$ 5
Wiederholte Funde	Berechnungswiederholungen $Wdh = \{i \in N 0 \leq i \leq \infty\}$	2

Bsp. 6.2-1: Eingangswerte für die beispielhafte Berechnung des Defizitwertes

-> Erste Berechnung bei der Erstellung des Defizits				Defizitfund	
(Defizitwert _firstrun	+ Gewichtung (g)	* Defizitoptionen (o)			
$\frac{B_0}{n}$	$D_g = \{g \in N 0 \leq g \leq 10\}$	$D_o = \{0; 1\}$			
$2/5 = 0,4$	+ 3	*	1	=	3,4
	+ 4	*	0	=	0
	+ 5	*	1	=	5,4
	+ 6	*	0	=	0
	+ 7	*	1	=	7,4
	+ 7	*	0	=	0
	+ 6	*	1	=	6,4
	+ 5	*	0	=	0
	+ 4	*	1	=	4,4
	+ 3	*	0	=	0
	$\Sigma = 50$		$\Sigma = n = 5$		$\Sigma = D_1 = 27$

Bsp. 6.2-2: Beispielhafte Berechnung des Defizitwertes (Defizitfund)

-> Berechnung bei zweiter Sichtung des Defizits:					Erste Wdh
(Defizitwert _rerun $\frac{B_0 + D_{i-1}}{n}$)	+ Gewichtung (g)	*	Defizitoptionen (o)	=	
	$D_g = \{g \in N 0 \leq g \leq 10\}$		$D_o = \{0; 1\}$		
(2+27)/5 = 5,8	+ 3	*	1	=	8,8
	+ 4	*	0	=	0,0
	+ 5	*	1	=	10,8
	+ 6	*	0	=	0,0
	+ 7	*	1	=	12,8
	+ 7	*	0	=	0,0
	+ 6	*	1	=	11,8
	+ 5	*	0	=	0,0
	+ 4	*	1	=	9,8
	+ 3	*	0	=	0,0
	$\Sigma = 50$		$\Sigma = n = 5$	$\Sigma = D_2 =$	54,0

Bsp. 6.2-3: Beispielhafte Berechnung des Defizitwertes (erste Wdh)

-> Berechnung bei dritter Sichtung des Defizits:					Zweite Wdh
(Defizitwert _rerun $\frac{B_0 + D_{i-1}}{n}$)	+ Gewichtung (g)	*	Defizitoptionen (o)	=	
	$D_g = \{g \in N 0 \leq g \leq 10\}$		$D_o = \{0; 1\}$		
(2+54)/5 = 11,2	+ 3	*	1	=	14,2
	+ 4	*	0	=	0,0
	+ 5	*	1	=	16,2
	+ 6	*	0	=	0,0
	+ 7	*	1	=	18,2
	+ 7	*	0	=	0,0
	+ 6	*	1	=	17,2
	+ 5	*	0	=	0,0
	+ 4	*	1	=	15,2
	+ 3	*	0	=	0,0
	$\Sigma = 50$		$\Sigma = n = 5$	$\Sigma =$	$D_3 = 81,0$

Bsp. 6.2-4: Beispielhafte Berechnung des Defizitwertes (zweite Wdh)

Nach dreimaligem Durchlauf des Algorithmus (Defizitfund + zwei Wdh.) beträgt der **Defizitwert für die spezifische Qualitätszahl 81**. Dieser Wert ergibt mit den analog berechneten weiteren einzelnen Defizitwerten den gesamten Defizitwert eines Projekts.

6.3 Projektbezogene Normierung

Der Normierungswert ermöglicht einen Vergleich der resultierenden Qualitätszahlen verschiedener Projekte gleichen Gebäudetypus. Der Wert setzt sich aus den in der nachfolgend aufgeführten Variablen zusammen.

$$\text{Normierungswert } N = \text{BRI} * \frac{QA}{PW} \quad \text{F. 6.3-1}$$

$BRI = \text{Bruttorauminhalt } [m^3]$

$QA = \text{Qualitätsaufnahmen } [-]$

$PW = \text{Projektwochen } [W]$

Gemäß DIN 277 beschreibt der **Brutto-Rauminhalt (BRI)** den Rauminhalt des Baukörpers ohne Fundamente, der von den äußeren Begrenzungsflächen des Bauwerks umschlossen wird.

Aufgrund dieses Wertes in der Normierung wird die geometrische Größe des Objekts relativiert. Dadurch ist es möglich, die Qualität unterschiedlich großer Gebäude eines Gebäudetyps zu vergleichen.

Die **Projektwochen (PW)** beschreiben den Qualitäts-Bewertungszeitraum (Bauzeit) vom Beginn bis zum Ende der Bauausführung und werden in Wochen angegeben. Um die Ermittlung zu vereinfachen, werden alle Tage (Werk-, Sonn- und Feiertage) gleichermaßen einbezogen.

Mit dem Wert PW wird die Dauer einer Bauausführung normiert und die Vergleichbarkeit von Projekten mit unterschiedlichen Dauern bez. der Bauausführung ermöglicht.

Die **Qualitätsaufnahmen (QA)** sind als vertraglich (Qualitätsvertrag) festgesetzte Begehungen zur qualitativen Bewertung der vereinbarten Prüfleistungen zu verstehen. Durch die regelmäßigen Begutachtungen und die resultierenden Aufnahmen von Defiziten ist eine fundierte Aussage bezüglich der Prozessqualität möglich.

Infolge der Variable QA wird die mit steigender Anzahl von Qualitätsaufnahmen ebenfalls steigende Zahl festgestellter Defizite durch den Bezug auf die Projektwochen normiert.

Der **Quotient (QA/PW)** bildet die **Qualitätsaufnahmedichte** ab. Diese spiegelt die auf den Qualitäts-Bewertungszeitraum (Bauzeit) bezogene Zahl der Qualitätsaufnahmen wieder. Bei zunehmender Aufnahmedichte erhöhen sich die potenzielle Genauigkeit der Qualitätszahl und deren Aussagekraft.

Das nachfolgende Zahlenbeispiel verdeutlicht die Berechnung des Normierungswertes. Bsp. 6.3-1 fasst die Eingangswerte zusammen – Bsp. 6.3-2 zeigt die auf diesen Werten basierende Berechnung:

Eingangswerte:

Projekt-Randbedingungen	Formelzeichen	Beispielwerte
Bruttorauminhalt	BRI	200 [m ³]
Qualitätsaufnahmen	QA	8 [-]
Projektwochen	PW	10 [W]
→ Qualitätsaufnahmedichte	-	0,8 [$\frac{QA}{PW}$]

Bsp. 6.3-1: Eingangswerte für die beispielhafte Berechnung des Normierungswertes

-> Beispielhafte Berechnung des Normierungswertes	
Normierungswert:	$N = BRI * \frac{QA}{PW}$
	$N = 200 * \frac{8}{10} = 160 [-]$

Bsp. 6.3-2: Beispielhafte Berechnung des Normierungswertes

Der Normierungswert des Beispielprojektes beträgt **160**.

6.4 Normierter Defizitwert des Gesamtprojekts

Auf Grundlage der im Vorfeld erläuterten Werte entwickelt sich die folgende Formel zur Berechnung der Qualitätszahl:

$$Qualitätszahl = \frac{1}{\sum (Defizitwert_{ein})} \cdot \frac{BRI * \frac{QA}{PW}}{BRI * \frac{QA}{PW}} \quad \text{F. 6.4-1}$$

$$BRI = \text{Bruttorauminhalt [m}^3\text{]}$$

$$QA = \text{Qualitätsaufnahmen [-]}$$

$$PW = \text{Projektwochen [W]}$$

Zusammengefasst ergibt sich daraus die folgende Formel:

$$Qualitätszahl = \frac{1}{\frac{(Defizitwert_{ges})}{Normierungswert}} \quad \text{F. 6.4-2}$$

Diese Formel (F. 6.4-2) entspricht dem zu Beginn formulierten Ansatz und den zu berücksichtigenden Kriterien zur Berechnung einer Qualitätszahl:

- Prozessbegleitende Bewertung auf Grundlage von Fehlern im Sinne des Qualitätsvertrages
- Berücksichtigung auftraggeberspezifischer Priorisierungen
- Vergleichbarkeit von Bauprozessen durch
 - Normierungsgröße
 - Quantitatives Ergebnis

Das nachfolgende Zahlenbeispiel verdeutlicht die Berechnung der Qualitätszahl auf Grundlage der im Vorfeld beispielhaft ermittelten Werte. Bsp. 6.4-1 fasst die Eingangswerte zusammen – Bsp. 6.4-2 zeigt die auf diesen Werten basierende Berechnung:

Eingangswerte:

Projektspezifische Werte	Formelzeichen	Beispielwerte
Summe der Defizitwerte	Defizitwert_ges	81 [–]
Σ (Einzelner Defizitwert)	Defizitwert_ein	81 [–]
Normierungsgröße	Normierungswert	160 [–]
Bruttorauminhalt	BRI	200 [m ³]
Qualitätsaufnahmen	QA	8 [–]
Projektwochen	PW	10 [W]

Bsp. 6.4-1: Eingangswerte für die beispielhafte Berechnung der normierten spezifischen Qualitätszahl

-> Beispielhafte Berechnung der Qualitätszahl	
Qualitätszahl:	$QZ = 1 / \frac{\Sigma(\text{Defizitwert}_{\text{ein}})}{BRI * \frac{QA}{PW}}$ $QZ = 1 / \frac{\text{Defizitwert}_{\text{ges}}}{\text{Normierungswert}}$
	$QZ = 1 / \frac{\Sigma(81)}{200 * \frac{8}{10}}$ $QZ = 1 / \frac{81}{160} = \mathbf{1,975}$

Bsp. 6.4-2: Beispielhafte Berechnung der normierten spezifischen Qualitätszahl

6.5 Testfälle zur Validierung der Qualitätszahl

Im Folgenden wird die Anwendung der Qualitätszahlen anhand definierter Testfälle vorgestellt. Dadurch soll die Funktionalität des Algorithmus verdeutlicht, die Vergleichbarkeit der Qualitätszahl nachgewiesen und die Auswirkung unterschiedlicher Schwerpunkt-festsetzungen bez. Der Funktionskomplexe gezeigt werden.

Die Fälle sind in zwei Gruppen A und B unterteilt. In der ersten (Fälle A-1 bis A-4) wird die Wirksamkeit des Normierungswertes N nachgewiesen. Die zweite Gruppe (Fälle B-1 bis B-3) zeigt die Veränderung der Qualitätszahl infolge unterschiedlicher Gewichtungen der Funktionskategorien.

6.5.1 Testfälle zur Überprüfung der Projektnormierung (Fälle A-1 bis A-4)

Die Fälle in dieser Gruppe haben unterschiedliche Projekt-Randbedingungen, beinhalten jedoch die jeweils 10 gleichen fiktiven Defizite. Hierdurch wird die Eignung der Normierung der Qualitätszahl unter Anwendung der Formel 6.4-1 überprüft.

Die Parameter der Testfälle sind in Tab. 6.5-1 angegeben. Die Defizite mit den für die Berechnung des Defizitwertes relevanten Informationen sind in Tabelle Tab. 6.5-2 aufgeführt. Dabei verdeutlichen die Pfeile die gezielten Änderungen der Projekt-Randbedingungen. Tab. 6.5-3, Tab. 6.5-4 und Tab. 6.5-5 verdeutlichen die Defizitfeststellungen in Bezug auf die Qualitätsaufnahmen und die Projektzeiträume. Detaillierte Angaben zu den Eigenschaften der Testfälle und den Defiziten können dem Anlage F entnommen werden.

Fall-nummer	Beschreibung	Projekt-Rand-bedingungen	BRI	QA	PW	Gewichtung der Funktionskomplexe
A-1	Referenz-projekt	QA_R ; BRI_R ; PT_R	1000	10	8,429	Neutrale Gewichtung →Alle Funktionskomplexe sind mit dem Wert 5 gewichtet.
A-2	Projekt QA	$QA=2*QA_R$	1000	20	8,429	
A-3	Projekt BRI	$BRI=2*BRI_R$	2000	10	8,429	
A-4	Projekt PT	$PW=2*PW_R$	1000	10	16,571	
Legende:		QA_R = Qualitätsaufnahmen des Referenzprojekts QA = Qualitätsaufnahmen BRI_R = Bruttonrauminhalt des Referenzprojekts BRI = Bruttonrauminhalt PW_R = Projektwochen des Referenzprojekts PW = Projektwochen				

Tab. 6.5-1: Testfälle und Randbedingungen der Gruppe A

Defizitnummer	Defizitstartwert	Defizitwiederholungen			Auswirkung auf die Funktionskomplexe
		A-1, A-3	A-2	A-4	
101	0	0	1	0	
102	0	2	5	1	
103	0	1	3	0	
104	0	2	5	1	
105	0	3	7	2	
106	2	0	1	0	
107	2	2	5	1	
108	2	1	3	0	
109	2	2	5	1	
110	2	3	7	2	

Alle 10 Defizite beeinflussen die Funktionskomplexe *Nutzungsdauer, Standsicherheit, Optik und Sonstiges.*

Tab. 6.5-2: Eigenschaften der 10 fiktiven Defizite für Testgruppe A

		Qualitätsaufnahmen der Testfälle A-1, A-3									
Defizitnummer	Wdh	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		07.1.13	14.1.13	21.1.13	28.1.13	31.1.13	04.2.13	08.2.13	11.2.13	18.2.13	28.2.13
101	0	⊙	✓								
102	2	⊙	×	×	✓						
103	1		⊙	×	✓						
104	2		⊙	×	×	✓					
105	3			⊙	×	×	×	✓			
106	0				⊙	✓					
107	2				⊙	×	×	✓			
108	1					⊙	×	✓			
109	2					⊙	×	×	✓		
110	3						⊙	×	×	×	✓

Legende: ⊙ = Defizit erstmalig vorgefunden × = Defizit wiederholt vorgefunden ✓ = Defizit behoben

Tab. 6.5-3: Qualitätsaufnahmen der Testfälle A-1 und A-3

		Qualitätsaufnahme Testfall A-2																			
Defizitnummer	Wdh	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
		07.01.01	09.01.01	14.01.01	17.01.01	21.01.01	24.01.01	28.01.01	29.01.01	31.01.01	02.02.01	04.02.01	06.02.01	08.02.01	10.02.01	11.02.01	15.02.01	18.02.01	22.02.01	26.02.01	28.02.01
101	1	⊙	×	✓																	
102	5	⊙	×	×	×	×	×	✓													
103	3			⊙	×	×	×	✓													
104	5			⊙	×	×	×	×	×	✓											
105	7				⊙	×	×	×	×	×	×	×	✓								
106	1						⊙	×	✓												
107	5						⊙	×	×	×	×	×	×	✓							
108	3								⊙	×	×	×	×	✓							
109	5								⊙	×	×	×	×	×	×	✓					
110	7										⊙	×	×	×	×	×	×	×	×	×	✓

Legende: ⊙ = Defizit erstmalig vorgefunden × = Defizit wiederholt vorgefunden ✓ = Defizit behoben

Tab. 6.5-4: Qualitätsaufnahmen des Testfalls A-2

Defizit- nummer	Wdh	Qualitätsaufnahmen des Testfalls A-4									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		07.1.13	21.1.13	04.2.13	18.2.13	01.3.13	11.3.13	25.3.13	01.4.13	15.4.13	25.4.13
101	0	⊖	✓								
102	1	⊖	✗	✓							
103	0		⊖	✓							
104	1		⊖	✗	✓						
105	2			⊖	✗	✗	✓				
106	0				⊖	✓					
107	1				⊖	✗	✓				
108	0					⊖	✓				
109	1					⊖	✗	✓			
110	2						⊖	✗	✗	✓	

Legende: ⊖ = Defizit erstmalig vorgefunden ✗ = Defizit wiederholt vorgefunden ✓ = Defizit behoben

Tab. 6.5-5: Qualitätsaufnahmen des Testfalls A-4

Die Ergebnisse der Berechnungen nach Formel 6.4-1 sind in Tab. 6.5-6 zusammengestellt. Die detaillierte Berechnung ist dem Anlage F zu entnehmen.

	Fallnummer			
	A-1	A-2	A-3	A-4
Beschreibung	Referenzfall	Fall QA	Fall BRI	Fall PW
Normierungswert	1186,4	2372,9	2372,9	608,7
Aufnahmedichte	1,186	2,373	1,186	0,609
Defizitwert_ges	585	1170	585	405
Qualitätszahl	2,028	2,028	4,056	1,503

Tab. 6.5-6: Ergebnisse der Testfallgruppe A

Der **Fall A-1** dient als Referenzobjekt. Die für dieses Bauvorhaben ermittelte Aufnahmedichte und Qualitätszahl liefert die Vergleichswerte der Parametervariationen.

Bei **Fall A-2** wird die doppelte Anzahl an Qualitätsaufnahmen durchgeführt. Dadurch steigt die Aufnahmedichte auf 2,373. Die Qualitätszahl hingegen bleibt unverändert. Dieses Ergebnis zeigt, dass die Qualitätszahl unabhängig von der Anzahl der festgelegten Qualitätsaufnahmen ist. Projekte mit unterschiedlicher Aufnahmedichte sind demnach bezüglich der Qualitätszahl vergleichbar.

Der **Fall A-3** hat gegenüber dem Referenzfall den doppelten Bruttorauminhalt. Aufgrund der gleichen Anzahl an Qualitätsaufnahmen und Projekttagen bleibt die Aufnahmedichte unverändert. Die Qualitätszahl steigt um den Faktor 2, da bei dem Bauvorhaben trotz verdoppeltem BRI lediglich gleich viele Defizite verursacht wurden.

Bei **Fall A-4** wird im Vergleich zum Referenzobjekt doppelt so lange gebaut. Dadurch verringert sich bei gleich bleibender Anzahl von festgelegten Qualitätsaufnahmen die Aufnahmedichte um die Hälfte.

Theoretisch bleibt die Qualitätszahl unverändert. Praktisch jedoch weicht sie vom Referenzobjekt ab. Diese Abweichung ist mit der Tatsache zu begründen, dass keine teilweise wiederholte Feststellung eines Defizits möglich ist.

Zur Verdeutlichung: Wird in Fall A-1 ein Defizit aufgenommen und in den zwei darauffolgenden Qualitätsaufnahmen wiederholt festgestellt, beläuft sich der Defizitwert auf beispielsweise 30. Werden nun in Fall A-4 die Abstände zwischen den Qualitätsaufnahmen infolge der längeren Projektdauer größer, könnte das Defizit, wenn es nach gleicher Zeit behoben wurde, bereits nach der ersten darauffolgenden QA nicht mehr festgestellt werden und erhält den Defizitwert 10. Dagegen würde bei einer Feststellung nach der zweiten QA der Defizitwert 20 betragen. Daher kann der theoretische Defizitwert von 15 nicht erreicht werden.

Diese Situation erklärt die abweichende Qualitätszahl von Testfall A-4 und verdeutlicht, dass die Aufnahmedichte bei der Beurteilung der Qualität bedeutsam ist.

Durch die Testfälle der Gruppe A wurde nachgewiesen, dass sich die Qualitätszahl infolge variierender Randbedingungen (QA, PW und BRI) verfahrensgemäß ändert.

6.5.2 Testfälle zur Überprüfung des Einflusses der Gewichtungsfaktoren der Funktionskomplexe (Fälle B-1 bis B-3)

Die Testfälle in dieser Gruppe haben untereinander identische Randbedingungen jedoch, unterschiedliche Gewichtungen der Funktionskomplexe. Bei gleichbleibenden Anzahl von Defiziten und Wiederholungen erfolgt eine Variation der Gewichtungsfaktoren bez. der Funktionskomplexe.

Die Berechnungsdaten der untersuchten Fälle B-1, B-2 und B-3 und ihre Besonderheiten hinsichtlich der Gewichtung sind in Tab. 6.5-7 zusammengestellt. Die Angaben zu den Defiziten enthält Tab. 6.5-8. Die Qualitätsaufnahmen mit den Defizitfunden gestalten sich analog zum Referenzprojekt A-1 und sind in Tabelle Tab. 6.5-3 aufgeführt. Detaillierte Angaben können dem Anlage F entnommen werden.

Fallnummer	Beschreibung	Projekt-Randbedingungen	Gewichtung der Funktionskomplexe										Σ
			Nutzungsdauer	Nutzungskosten	Stand-sicherheit	Brandschutz	Schallschutz	Wärme-schutz	Feuchte-schutz	Optik	Sicherheit u. Gesundheit	Sonstiges	
B-1	Gewichtung Nutzung	Identisch mit Referenzfall A-1 (Tabelle 3.1)	10	10	10	10	2	2	2	2	1	1	50
B-2	Gewichtung Bauphysik		3	3	3	3	10	10	10	3	3	2	50
B-3	Gewichtung Sonstiges		4	4	3	3	2	2	2	10	10	10	50

→ Die Gewichtungen werden zu Beginn des Projekts vom AG einmalig festgelegt.
→ Intervall: $0 \leq \text{Gewichtungswert} \leq 10$.
 $\Sigma \text{ Gewichtungen} = 50!$

Tab. 6.5-7: Testfälle und Randbedingungen der Gruppe B

Defizitnummer	Defizitstartwert	Wdh	Beeinträchtigung der Funktionskomplexe									
			Nutzungsdauer	Nutzungskosten	Stand-sicherheit	Brandschutz	Schallschutz	Wärme-schutz	Feuchte-schutz	Optik	Sicherheit u. Gesundheit	Sonstiges
101	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0
102	0	2	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0
103	0	1	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0
104	0	2	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0
105	0	3	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0
106	2	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0
107	2	2	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0
108	2	1	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0
109	2	2	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0
110	2	3	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0

→ Wert 1: Funktionskomplex beeinflusst.
→ Wert 0: Funktionskomplex nicht beeinflusst.

Tab. 6.5-8: Eigenschaften der 10 fiktiven Defizite für Testgruppe B

Die Ergebnisse der Berechnungen nach Formel 6.4-1 sind in Tab. 6.5-9 zusammengestellt. Die detaillierte Berechnung ist dem Anhang F zu entnehmen.

	Fallnummer		
	B-1	B-2	B-3
Beschreibung	Gewichtung Nutzung	Gewichtung Bauphysik	Gewichtung Sonstiges
Normierungswert	1186,44	1186,44	1186,44
Aufnahmedichte	0,175	0,175	0,175
Defizitwert_ges	221	845	221
Qualitätszahl	5,369	1,404	5,369

Tab. 6.5-9: Ergebnisse der Testfallgruppe B

Bei **Fall B-1** sind die Schwerpunkte auf die Funktionskategorie Nutzung gelegt worden. Die Qualitätszahl beträgt 5,369. Der Wert ist aufgrund der Defizite, die lediglich die Funktionskomplexe der Bauphysik beeinflussen, relativ hoch (relativ gute spezifische Qualität).

Bei **Fall B-2** liegen die Schwerpunkte im Bereich der bauphysikalischen Eigenschaften. In Folge der Defizite, die ausschließlich solche beeinträchtigen, sinkt die Qualitätszahl im Vergleich zu Fall B-1 und B-3 auf 1,404 (relativ schlechte spezifische Qualität).

Bei **Fall B-3** ist die Gewichtung der sonstigen Funktionskomplexe verhältnismäßig hoch. Dies hat wie bereits in Fall B-1 dargestellt zur Folge, dass aufgrund der Defizite, die lediglich die bauphysikalischen Funktionskomplexe beeinträchtigen, die Qualitätszahl im Vergleich zu B-2 den relativ hohen Wert 5,369 annimmt (relativ gute spezifische Qualität).

Die drei Testfälle zeigen das korrelierende Verhalten von festgelegten Gewichtungen mit Defiziten, die entsprechende Funktionskomplexe beeinflussen, und den daraus resultierenden Qualitätszahlen. Unabhängig vom Normierungswert, der lediglich eine Vergleichbarkeit von Projekten mit gleicher Nutzung ermöglicht, beeinflusst in Gruppe B ausschließlich die Summe der einzelnen Defizitwerte die Qualitätszahl.

7 Entwicklung einer Datenbank zur Qualitätsbewertung

Die auf dem Markt verfügbaren Mängelmanagementprogramme ermöglichen zwar die Speicherung von Informationen zu Mängeln, für die Anwendung des im Rahmen des Forschungsvorhabens entwickelten Qualitäts-Bewertungssystems sind aber zusätzlich die folgenden Punkte relevant:

- Die Bestimmung von Risikoleistungen auf Grundlage der Fehlertragweiten.
- Die Möglichkeit Funktionskomplexe im Sinne der Qualitätsbewertung zu gewichten.
- Die Berücksichtigung der Auswirkungen eines Defizits auf eine oder mehrere für das Bewertungsmodell relevante Funktionen eines Objektes.
- Die Ermittlung einer quantitativen Qualitätszahl auf Grundlage von Kapitel 6.

Aus diesem Grund wurde eine entsprechende Entwicklung vorgenommen. Für die Programmierung wurde die Datenbankentwicklungsumgebung MS-Access verwendet.

Das von Microsoft entwickelte Datenbankmanagementsystem „Access“ ermöglicht das Verwalten von Daten in relationalen Datenbanken mit referentiellen Integritätsprüfungen und die Entwicklung von Datenbankanwendungen auf Grundlage der Datenbanksprache SQL (Structured Query Language). Dieses Programm eignet sich für das Erstellen kleiner bis mittlerer Datenbanken, wie diese bei der Abwicklung von Bauvorhaben häufig benötigt werden.

Zusätzlich enthält Access mit VBA (Visual Basic for Application) eine sehr umfangreiche Programmiersprache, die entwicklungstechnischen Anforderungen an ein modernes Programm erfüllt und eine funktional individuelle Gestaltung der Datenbank ermöglicht.⁷⁶⁾

⁷⁶⁾ Hölscher 2013

7.1 Vorgehen bei der Datenbankentwicklung

Die Entwicklung der Datenbank des Forschungsprojektes erfolgte anhand des in Abb. 7.1-1 dargestellten Vorgehens. Nach der Erfassung und Analyse des Informationsbedarfs der Datenbank, hinsichtlich Defizitdokumentation und Defizitbewertung wurde, aufbauend auf den Datenbankanforderungen, ein konzeptionelles Modell entworfen, welches alle relevanten Defizitinformationen und deren Beziehungen zueinander abbildet. Dieses Konzept wurde für das Forschungsprojekt anschließend in der logischen Phase der Datenbankentwicklung in ein relationales Datenbankmodell transferiert. Abschließend erfolgte die Programmierung in MS Access.

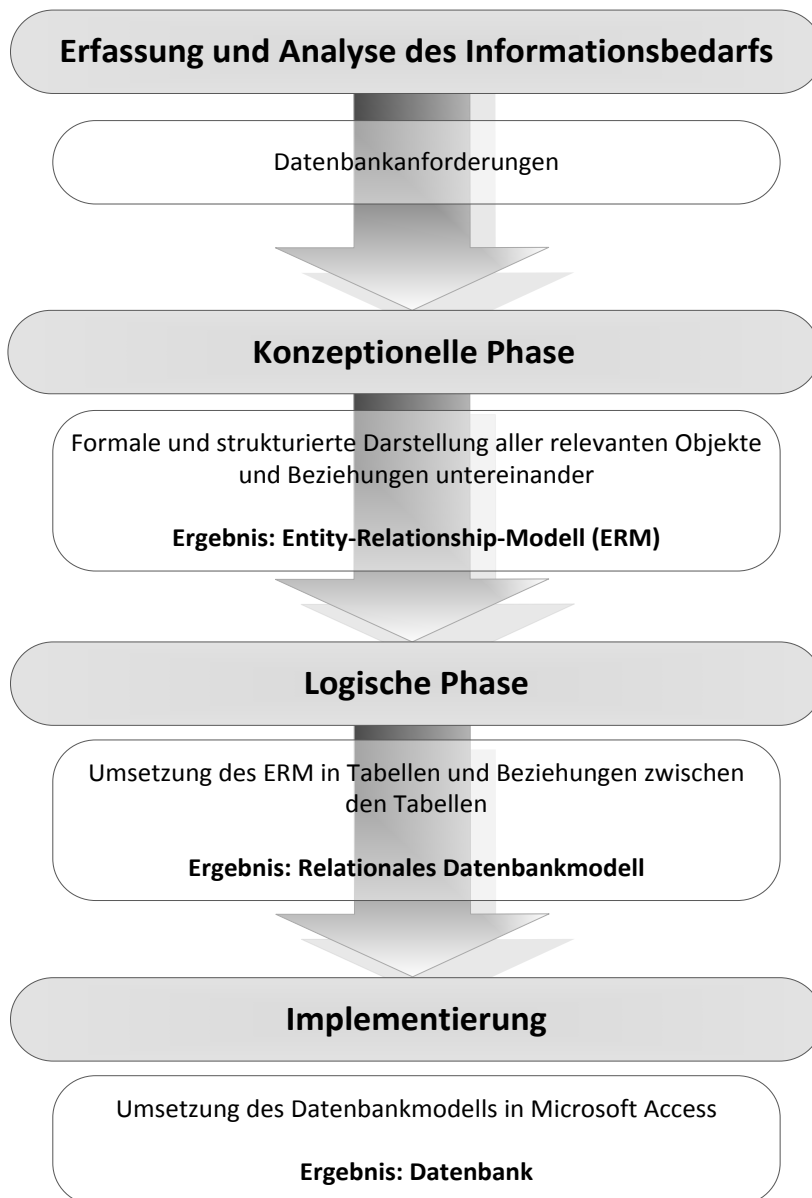


Abb. 7.1-1: Phasen der Datenbankentwicklung

7.2 Erfassung und Analyse des Informationsbedarfs

Für die Datenbankentwicklung wurden folgende Anforderungen formuliert:

1. Erfassen von Baundefiziten mit zugehörigen Projektinformationen
2. Bewertungskategorien der Baundefizite bez. der Wirkungen auf die Bauausführung
3. Bewertungskategorien der Baundefizite bez. der vertraglichen Anforderungen
4. Bewertungskategorien der Baundefizite bez. der Auswirkungen auf die Funktion des Bauwerks
5. Unterstützende Verwaltung der Datensätze
6. Tools zur Analyse der Defizite und Generierung entsprechender Berichte
7. Implementierung eines Qualitätsbewertungsmodells

Die Ermittlung der inhaltlichen Elemente der Datenbank erfolgte im ersten Schritt auf Basis vorhandener Mängelprotokolle eines bauprozessbegleitenden Qualitätscontrollings. Die Orientierung an der Struktur des zur Verfügung stehenden Datenmaterials bietet zwei Vorteile:

- Bereits erfasste Protokolle lassen sich durch Verwendung der gleichen Struktur und Terminologie leicht übertragen.
- Die Beschreibung der Mängel und zugehöriger Informationen richtet sich nach Kriterien, welche in der Praxis erprobt wurden und demzufolge für einen möglicherweise späteren Praxiseinsatz relevant sind bzw. bereits implementiert sein sollten.

Im zweiten Schritt werden die Inhalte der Datenbank ermittelt, welche zur Analyse der Datensätze notwendig sind. Diesbezüglich wurden auch die Funktionskomplexe gemäß Kapitel 4.6 aufgeführt.

Die Informationen zur Beschreibung von Defiziten, welche u. U. für einen späteren Einsatz oder eine spätere Auswertung von Defizitdaten notwendig sind, wurden in Fachgesprächen mit dem Beratergremium und Vertretern der Bauwirtschaft erörtert und für die Datenbankkonzeption übernommen.

7.3 Konzeptionelles Datenbankmodell

Die Umsetzung der Anforderungen an die Datenbank erfordert eine genaue Kenntnis bezüglich der Beziehungen einzelner Datenelemente untereinander. Das Standardmodellierungskonzept entspricht dem sog. Entity-Relationship-Modell (ERM). Dieses typisiert die individuell identifizierbaren Objekte (sog. Entitäten) anhand deren untereinander bestehenden Beziehungen und den über sie zu führenden Eigenschaften (Attribute).⁷⁷⁾ Das konzipierte Datenbankmodell ist in seiner Hauptstruktur in Abb. 7.3-1 dargestellt.

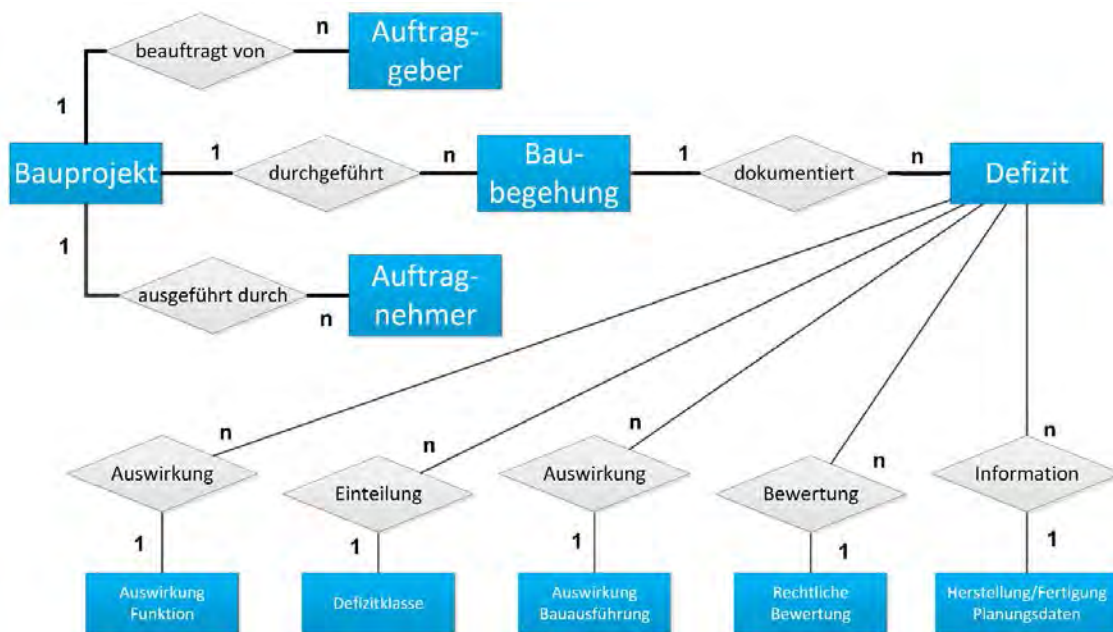


Abb. 7.3-1: Datenbank als Entity-Relationship-Modell (ERM)

Abb. 7.3-2 zeigt das ERM zum **Bauprojekt** mit den angebotenen Informationen und Eigenschaften. Einem Bauprojekt können Auftraggeber, Auftragnehmer und mehrere Begehungen über Beziehungen zugeordnet werden. Diese Angaben dienen zur vollständigen Erfassung von Projekten.

Für Qualitätsbewertung sind gemäß Kapitel 6 besonders die Felder

- Gewichtungen der Funktionskomplexe,
- Bruttorauminhalt,
- Qualitätsaufnahmedichte (Resultat von QA und PW) und
- Defizitstartwert (zur Berücksichtigung neuer Defizite alter Art)

von Bedeutung. In den Feldern der spezifischen und unspezifischen Qualitätszahl werden diese immer projektabhängig aktualisiert, wenn eine entsprechende Erst- oder Neuberechnung durchgeführt wurde.

⁷⁷⁾ Elmasri und Navathe 2009, S. 63ff

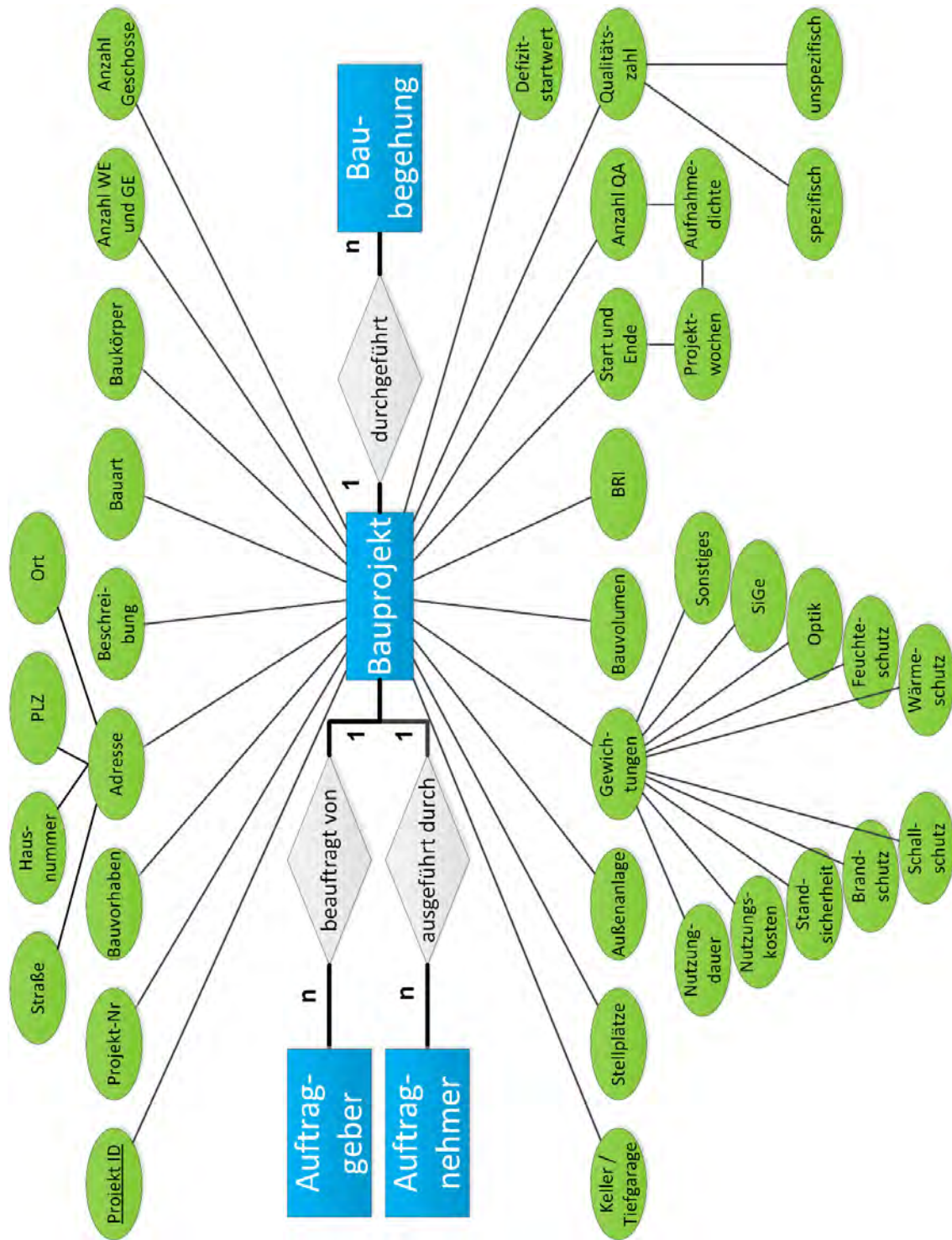


Abb. 7.3-2: Entität "Bauprojekt" im ERM

Die Baubegehung (Abb. 7.3-3) ist die verbindende Komponente zwischen dem Bauprojekt und dem Baudefizit. Sie stellt die Qualitätsaufnahme des Bewertungsmodells dar. Eine Begehung wird genau einem Projekt zugeordnet. Innerhalb dieser Qualitätsaufnahme können beliebig viele Defizite dokumentiert werden. Eine Begehung ist insbesondere gekennzeichnet durch die Beschreibung des Kontrollgegenstandes, des Gewerks und allgemeinen Angaben wie bspw. Datum, Beginn, Dauer und Anwesende. Der Kontrollgegenstand beschreibt eindeutig die Bauteile, die in ihrer Gesamtheit dem Prüfumfang entsprechen. Diese Information ist notwendig, da die alleinige Angabe des Gewerkes oft unzureichend genau ist.

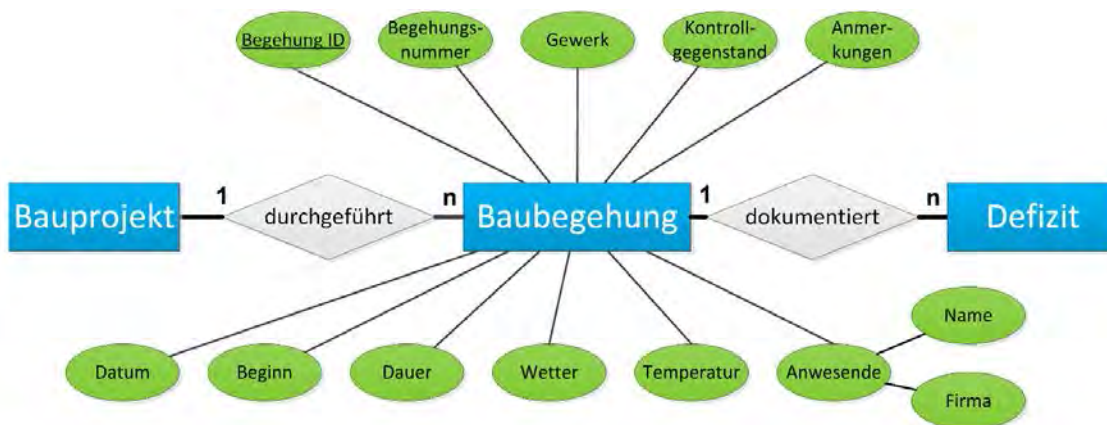


Abb. 7.3-3: Entität "Baubegehung" im ERM

Das zentrale Element zur Ermittlung von kritischen Leistungen und der qualitativen Bewertung ist das **Qualitätsdefizit**. Dieses ist einer Qualitätsaufnahme eines Projektes zugeordnet und kann u. a. hinsichtlich des betroffenen Bauteils, Raumes oder Geschosses eingeordnet und näher beschrieben werden. Weiterhin erfolgt eine Bewertung hinsichtlich der Auswirkung des Defizits auf die Funktion des Gebäudes.

Weitere Eigenschaften ermöglichen die Erstellung genauer Statistiken, die für einen späteren Einsatz bei der baubegleitenden Qualitätssicherung dienlich sein können. Diese Eigenschaften umfassen folgende Angaben:

- Defizitklasse
- Auswirkung auf die Bauausführung
- Rechtliche Bewertung
- Herstellung / Fertigung und Planungsdaten
- Sonstiges

In der Defizitklasse besteht die Möglichkeit Fehlereigenschaften anzugeben. Dadurch kann das Defizit einer oder mehreren bestimmten Fehlerkategorien zugeordnet werden. Die Komplexität der Defizitbeschreibung und des resultierenden ERMs wird in Abbildung Abb. 7.3-4 dargestellt.

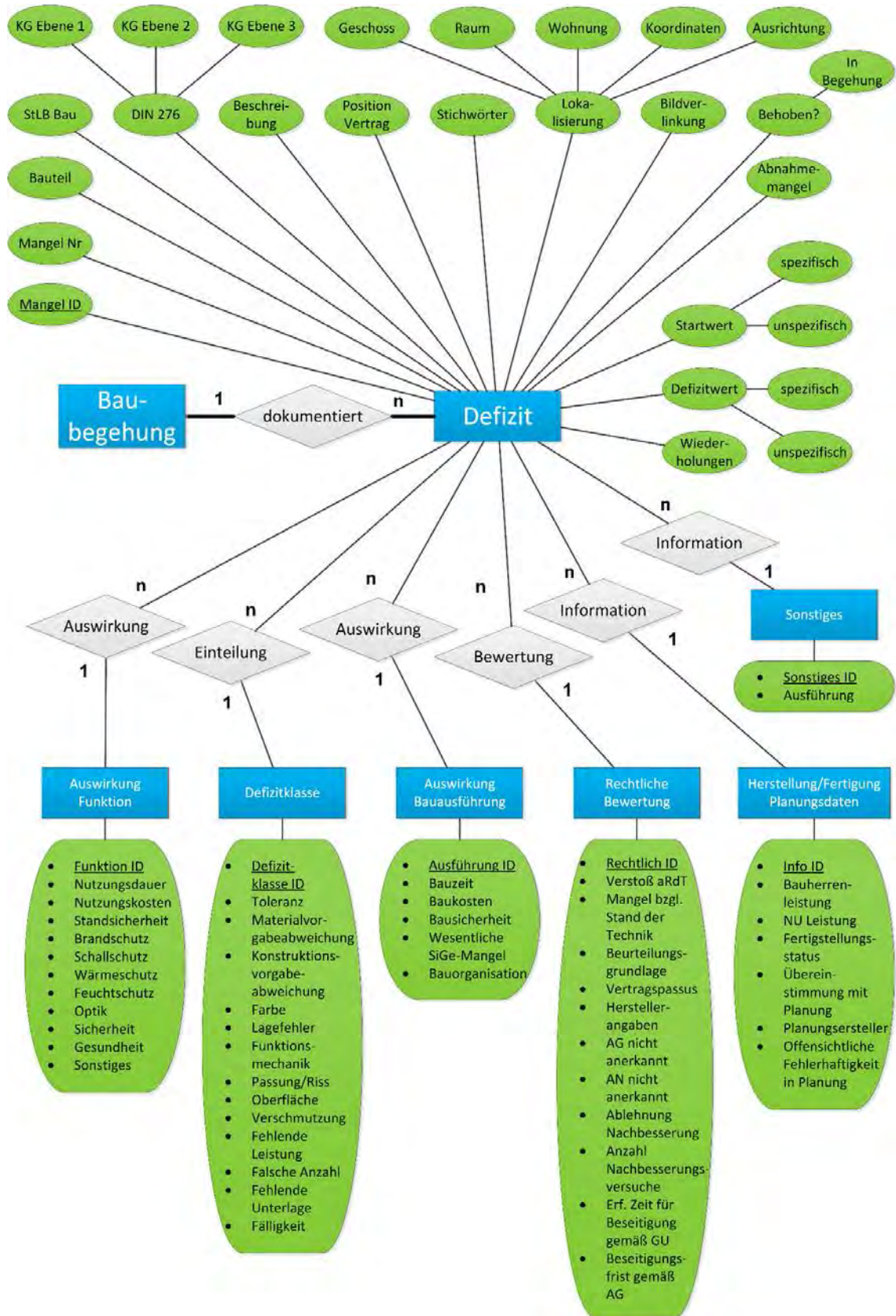


Abb. 7.3-4: Entität "Qualitätsdefizit" im ERM

7.4 Relationales Datenbankmodell

Für die Umsetzung des Konzepts in eine lauffähige Datenbankanwendung ist es notwendig, das ERM in ein relationales Datenbankmodell (RDM) zu transferieren. In einem RDM werden die im ERM definierten Objekte (bspw. Projekt, Auftraggeber, Defizit) durch separate Tabellen dargestellt und sinnvoll erweitert. Die Verknüpfungen der Entitäten werden durch konkrete Beziehungen der Tabellenfelder zueinander realisiert. Aufgrund der logischen Umsetzung ist es in vielen Fällen notwendig die Tabellen durch Beziehungsfelder zu ergänzen. Die Eigenschaften (bspw. Name, Bauvorhaben, Ort, Bauteil) finden sich in den Feldern der Tabellen.⁷⁸⁾

Abb. 7.4-1 zeigt das DB-Objekt **Bauprojekt** und die dazu in Beziehung stehenden Tabellen (bspw. Auftraggeber, Auftragnehmer). Abweichend zum ERM wurde für „Ansprechpartner“ des AGs und ANs jeweils eine separate Tabelle angelegt. Diese Stammdaten ermöglichen es, Kontakte einer Firma zu erstellen, welche dann einem oder mehreren Projekten zugeordnet werden können. Aus programmiertechnischen Gründen wurde für die Baukörper ebenfalls eine separate Tabelle angelegt.

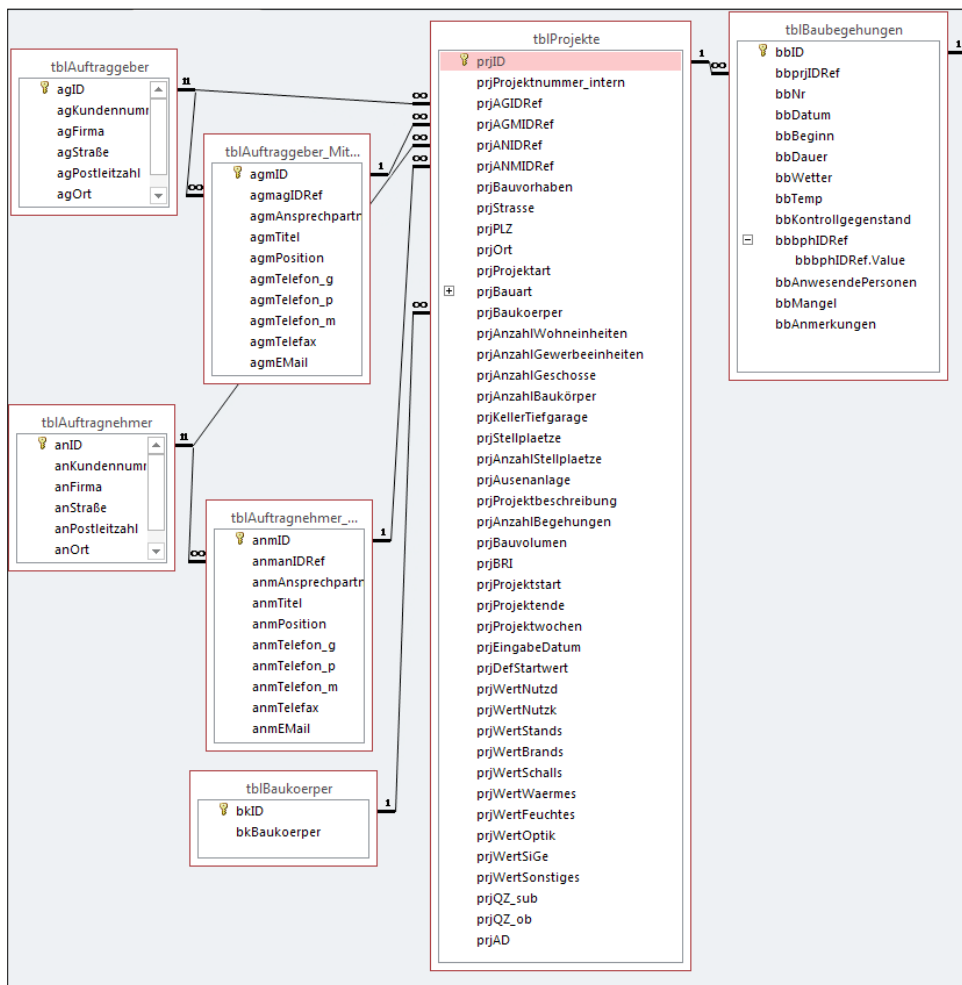


Abb. 7.4-1: Tabelle "Bauprojekt" im RDM

⁷⁸⁾ Skulschus und Wiederstein 2012, S. 23ff

Die **Baubegehung** beinhaltet alle bereits im ERM aufgeführten Eigenschaften. Sie bildet gemäß des ERM das Verbindungselement zwischen den verknüpften Tabellen Bauprojekt und Defizit (Abbildung Abb. 7.4-2).

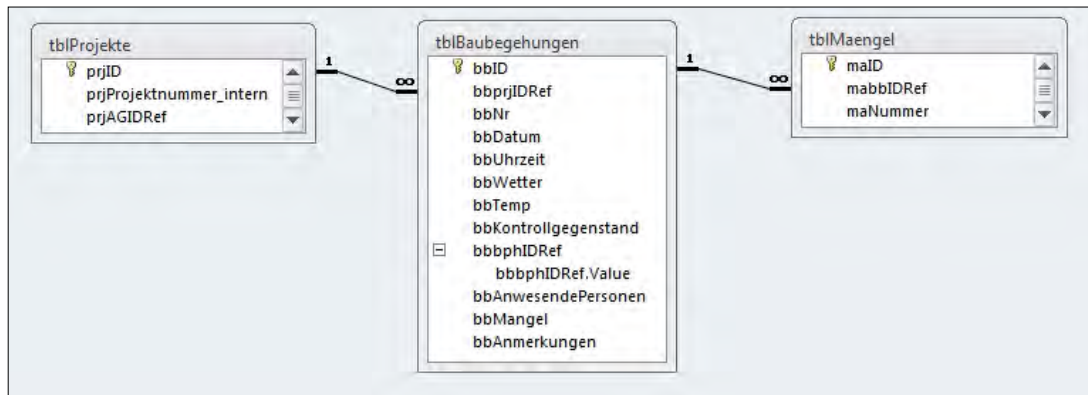


Abb. 7.4-2: Tabelle "Baubegehung" im RDM

Die komplexeste Komponente und das Kernstück der Datenbank ist das DB-Objekt **Defizit** (Abbildung Abb. 7.4-3). Zur Verbesserung der programmiertechnischen Übersichtlichkeit wurden bei der Konzeption Untertabellen angelegt und mit der Tabelle Defizit verknüpft. Das Speichern weiterer Informationen zu einem Defizit ist weitestgehend analog zum ERM in gesonderten Tabellen möglich.

Das vollständige relationale Datenbankmodell ist in Abbildung Abb. 7.4-4 dargestellt.

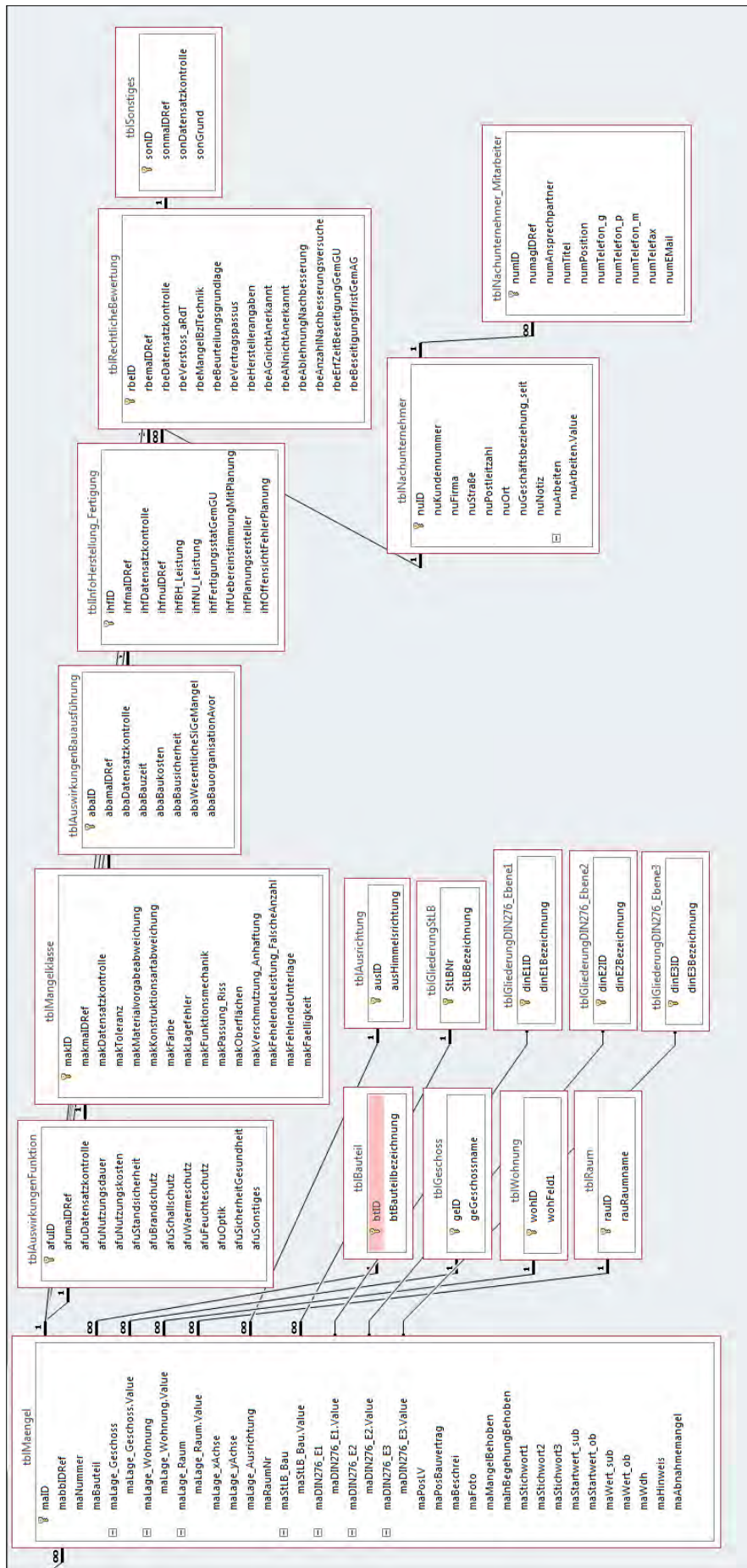


Abb. 7.4-3: Tabelle "Defizit" im RDM

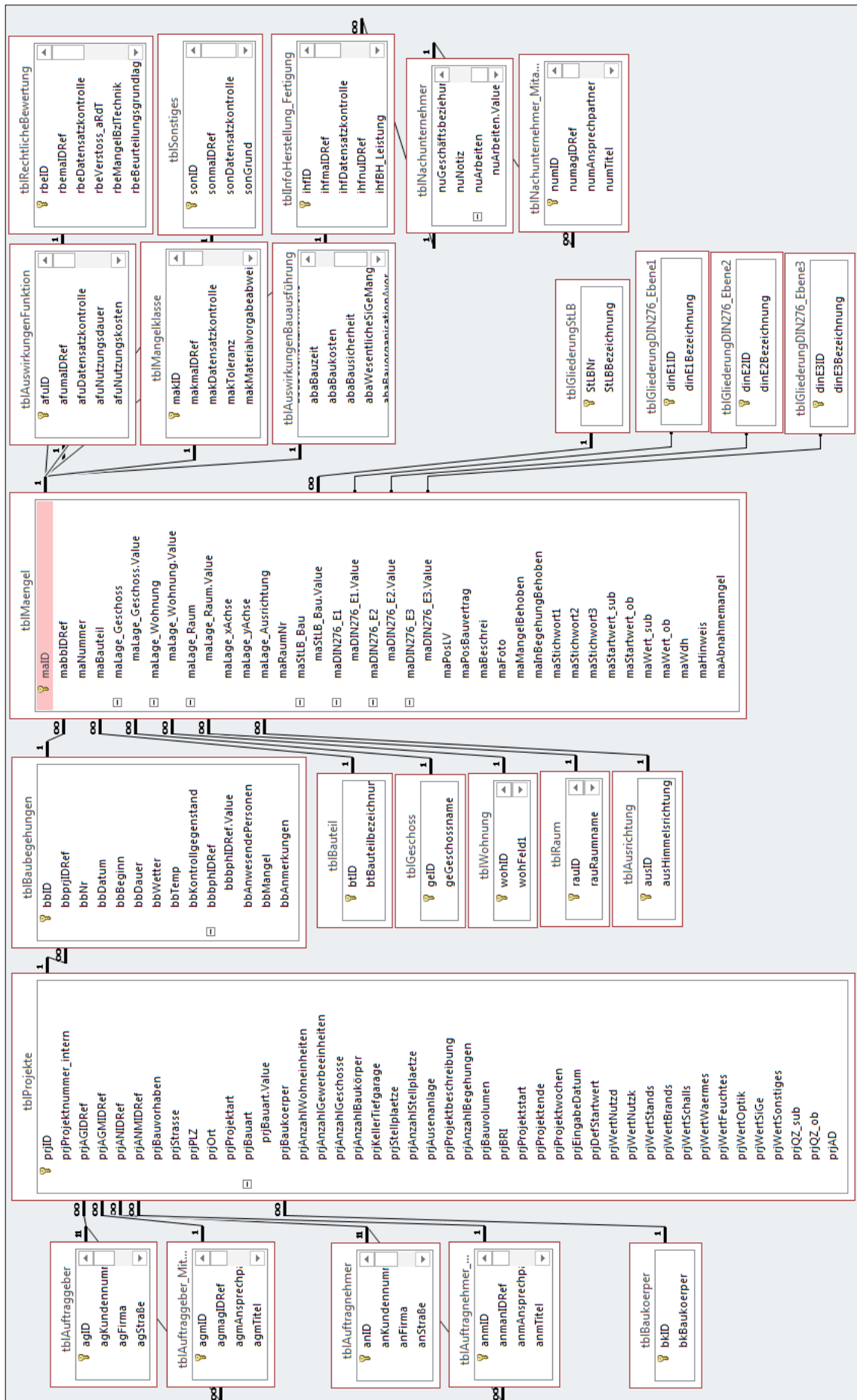


Abb. 7.4-4: Tabellen und Beziehungen von eQ-track im RDM (Übersicht)

7.5 Implementierung der Datenbankanwendung

Entsprechend des RDM (Abb. 7.4-4) wurde die Datenbank in MS Access programmiert. Das im Rahmen des Forschungsvorhabens entwickelte Datenbanksystem zur Dokumentation von Defiziten, Ermittlung kritischer Leistungen und Qualitätsbewertung wird mit eQ-track (elektronische Qualitätsverfolgung) benannt.

Ein Datenbanksystem besteht im Wesentlichen aus einem Datenbankmanagementsystem (DBMS) und der physikalischen Datenbank. In eQ-track ermöglicht das DBMS dem Anwender die komplexe Datenbank zu verwalten. Dafür sind logisch verknüpfte Interfaces konzipiert und Programmcodes hinterlegt worden. Die Funktionalitäten sind in Abbildung Abb. 7.5-1 schematisch dargestellt.

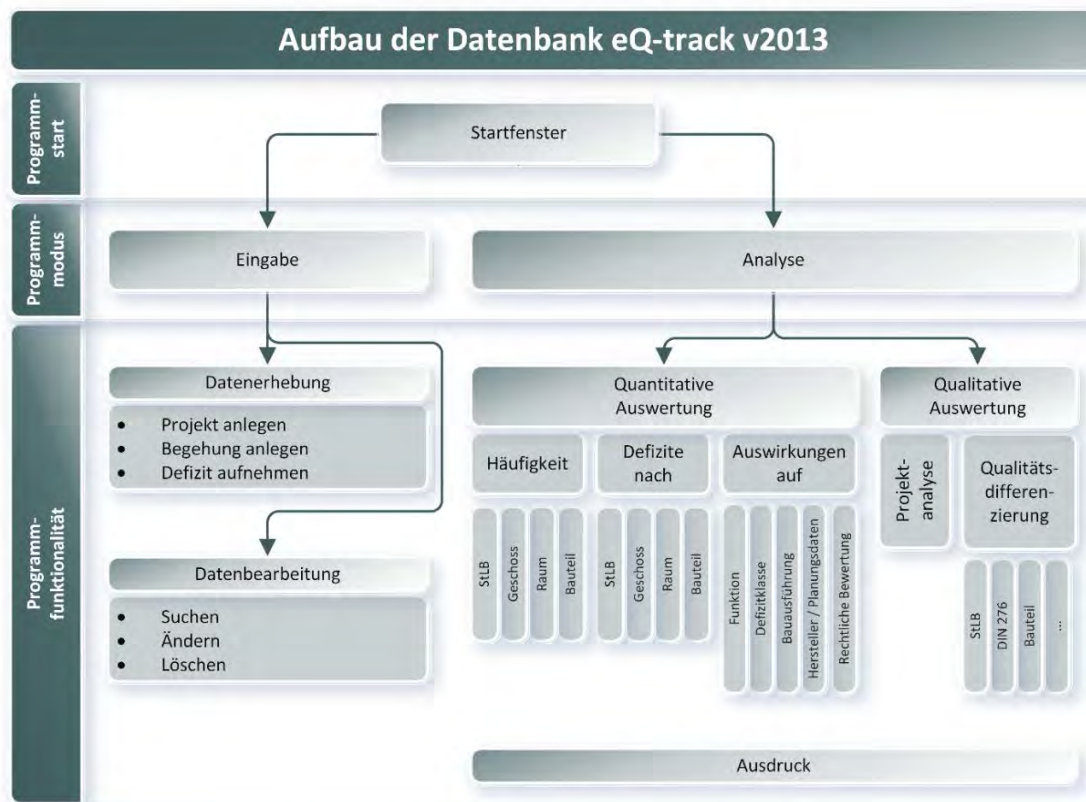


Abb. 7.5-1: Schematische Darstellung der Funktionalitäten von eQ-track

Abb. 7.5-1 zeigt zudem den hierarchischen Aufbau von eQ-track. Die Anwendung ist demnach vertikal gestaltet. Diese Ausrichtung zwingt den Nutzer dazu sich beim Wechsel einer Funktionalität oder eines Modi zurück auf die entsprechend höhere Ebene zu bewegen. Dadurch ist programmtechnisch sichergestellt, dass die geänderten Daten im System verarbeitet und daher in den anderen Formularen und Berichten immer aktuell angezeigt werden.

Im rechten unteren Bereich der Abb. 7.5-1 befindet sich die Funktionalität „Qualitätsdifferenzierung“. Diese Möglichkeit ist bisher lediglich im Ansatz umgesetzt worden und soll zeigen, welche weiteren Informationen aus den Ergebnissen der Datenanalyse von eQ-track gewonnen werden können.

eQ-track kann als Runtime-Version genutzt werden und verhält sich aufgrund programmtechnischer Anpassungen der Initialisierung und Darstellung von Beginn an wie eine eigenständige Anwendung. Runtime-Programme sind speziell zur Ausführung entwickelte Softwares einer Entwicklungsumgebung. Diese ermöglichen eine Nutzung der kompilierten Anwendungen, in diesem Fall eQ-track, auch ohne installierte Vollversion (z. B. von MS Access).

Im Folgenden werden die wesentlichen Funktionalitäten mit den entsprechenden Eingabemasken vorgestellt und erläutert.

Programmstart

Das „Startmenü“ erscheint beim Öffnen der Datenbankanwendung (Abb. 7.5-2). Neben der Möglichkeit zur Wahl des Programmmodus werden Informationen zum Datenbanksystem angezeigt. Mit dem Button *Programm beenden* wird die Anwendung geschlossen.



Abb. 7.5-2: Programmstart "Startmenü"

Programmmodus „Eingabe“

Über das „Startmenü“ kann durch die Schaltfläche *Eingabe* das „Hauptmenü - Eingaben“ aufgerufen werden (Abb. 7.5-3). In diesem Fenster wird u. a. Auskunft über die bisher erfassten Projekte und die jeweils bisher erfasste Anzahl von Defiziten in Abhängigkeit vom Gebäudetyp gegeben.

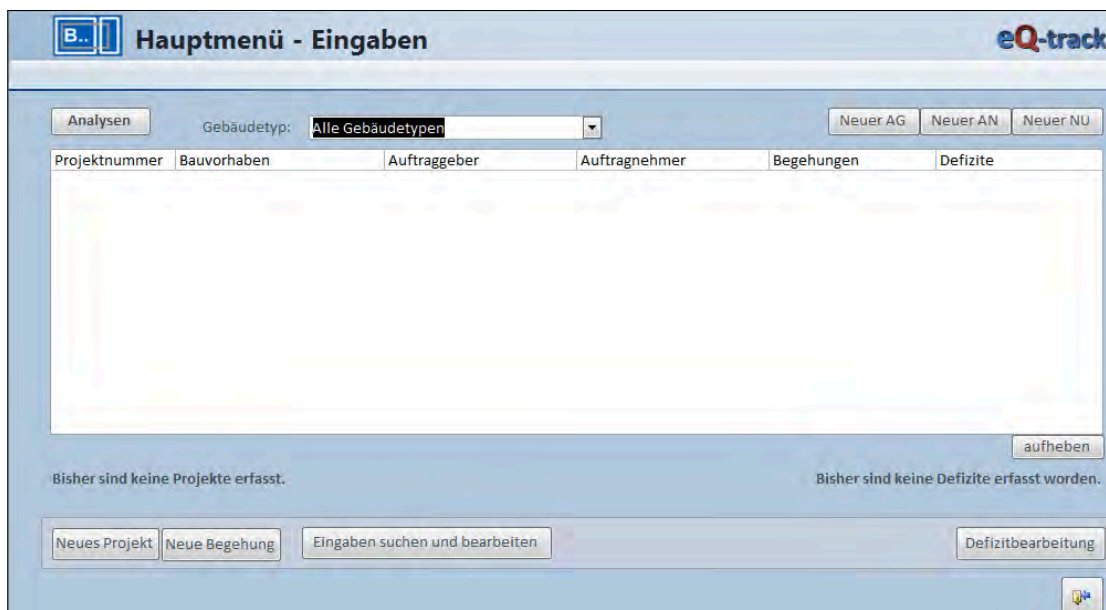


Abb. 7.5-3: Programmmodus "Hauptmenü-Eingaben"

Es können über Schaltflächen

- neue Projekte und
- neue Begehungen aufgenommen werden.
- Projekte, Begehungen und Defizite gesucht, bearbeitet und gelöscht oder
- Defizite aufgenommen und bearbeitet werden.

Weiterhin können

- neue Auftraggeber (AG),
- neue Auftragnehmer (AN) oder
- neue Nachunternehmer (NU)

angelegt werden.

Mit der Schaltfläche *Analysen* erfolgt ein direkter Wechsel zum Programmmodus Analyse (Abb. 7.5-15).

Funktionalität „Projekt aufnehmen“

Das Fenster „Neues Projekt anlegen“ (Abb. 7.5-4) wird über das „Hauptmenü – Eingaben“ aufgerufen. In diesem Fenster erfolgen die Eingaben projektspezifischer Informationen, die Auswahl eines Auftraggebers und Auftragnehmers sowie die Angaben zu den Bewertungskriterien.

Neues Projekt anlegen (eQ-track)

Projektnummer Intern:* AG:

Bauvorhaben: AN:

Straße und Hausnummer: Projektbeschreibung:

PLZ und Ort:

Projektart: Bauvolumen: [Mio. €]

Bauart: BRI:* [m³]

Baukörper: Projektstart:* [DD.MM.YYYY]

Anzahl der WE: Projektende:* [DD.MM.YYYY]

Anzahl der GE: Projektwochen (PW): 0,0 [Wochen]

Anzahl der Geschosse: (inkl. ggf. KG, DG u. Galerie) Zahl der Qualitätsaufnahmen (QA):*

Anzahl der Baukörper: Aufnahmedichte (AD): 0,0 [PW/QA]

Keller / Tiefgarage: Anzahl der Stellplätze:

Stellplätze: Gewichtungsfaktor für "Neues Defizit alter Art" > Strafzuschlag: 0

Außenanlage: Eingabedatum: [DD.MM.YYYY]

Defizitwerte aktualisieren

Nächstes Projekt aufnehmen

Defizitbewertungskriterien

Nutzung	Nutzungsdauer	<input type="text"/>	5
	Nutzungskosten	<input type="text"/>	5
	Standsicherheit	<input type="text"/>	5
	Brandschutz	<input type="text"/>	5
Bauphysik	Schallschutz	<input type="text"/>	5
	Wärmeschutz	<input type="text"/>	5
	Feuchteschutz	<input type="text"/>	5
Sonstiges	Optik	<input type="text"/>	5
	Sicherheit und Gesundheit	<input type="text"/>	5
	Sonstiges	<input type="text"/>	5

Σ Bewertungspunkte: **50**

Abb. 7.5-4: Funktionalität "Neues Projekt anlegen"

Funktionalität „Begehung aufnehmen“

Begehungen zu einzelnen Projekten werden aus dem „Hauptmenü – Eingaben“ heraus im Eingabefenster „Neue Begehung anlegen“ erstellt (Abb. 7.5-5).

Abb. 7.5-5: Funktionalität "Neue Begehung anlegen"

Funktionalität „Defizit aufnehmen“

Das Eingabefenster zur Defizitaufnahme besteht aus zwei Teilen:

- Defizitauswahl und Defizitberechnung (Abb. 7.5-6)
- Defiziteingabe (Abb. 7.5-7)

Im ersten Bereich werden alle Defizite eines gewählten Projekts mit wesentlichen Informationen aufgelistet. Über die Schaltflächen können

- neue Defizite dokumentiert,
- vorhandene Defizite bearbeitet
- oder im Sinne der Qualitätsbewertung berechnet

werden.

Abb. 7.5-6: Funktionalität "Defizit aufnehmen" - Vorauswahl

Der zweite Bereich unterteilt sich in die Defizitbeschreibung und -bewertung.

Die Defizitbeschreibung ermöglicht mit Hilfe definierter Eigenschaften die konkrete Identifikation des Baundefizits. Dies umfasst zunächst das Projekt und die Begehung. Die Beschreibung wird vervollständigt durch eine Gewerke- und Vertragszuordnung. Weiterhin können bspw. Angaben über die Lokalität und die Art des Defizits festgehalten werden.

Im Rahmen der Defizitbewertung und -kategorisierung (rechter Teil Abb. 7.5-7) erfolgt eine detaillierte Beurteilung der Abweichungen von Leistungen oder Leistungsprozessen hinsichtlich relevanter Kriterien im Sinne des Qualitätsvertrags. Dadurch können zur Bestimmung der Risikoleistungen und im Zuge der quantitativen und qualitativen Analyse alle Defizite herausgefiltert werden, die Auswirkungen auf bspw. eine bestimmte Funktion oder auf die Bauausführung (Bauzeit, Baukosten,...) des Gebäudes und Projektes haben.

Bei der Aufnahme der Qualitätsabweichungen in die Datenbank bleibt der „linke“ Teil, d.h. die Defizitbeschreibung, permanent angezeigt. Dadurch liegen dem Anwender die grundlegenden Defizitinformationen jederzeit vor. Ein „Verwechseln“ von Defiziten durch den Nutzer soll hierdurch verhindert werden. Außerdem wird das Lesen relevanter Kriterien erleichtert.

The screenshot shows the 'Defizit aufnehmen' (Record Deficit) interface. The left side, labeled 'Defizitbeschreibung', contains fields for:

- Projekt:*
- Begehung:*
- Defizit Nr.:
- StLB Bau:
- DIN 276 Ebene 1:*
- DIN 276 Ebene 2:
- Pos.-LV:
- Abnahme (-vorbereitung) and Hinweis (event. Mangel) checkboxes.
- Angaben zur Lokalisierung: Lage, Geschoss, Wohnung, Raum, Achsen (x-Achse, y-Achse), Ausrichtung, Raum Nr., PosBauvertrag, Bauteil.
- Kurzbeschreibung and Beschreibung text areas.

 The right side, labeled 'Defizitbewertung / -kategorisierung', features a 'Funktion' tab with sub-tabs: Defizitklasse, Bauausführung, Rechtlich, Info, Sonstiges. A central window titled 'Auswirkungen des Defizits auf die Funktion' lists various impact categories with checkboxes:

- Nutzungsdauer:
- Nutzungskosten:
- Standstabilität:
- Brandschutz:
- Schallschutz:
- Wärmeschutz:
- Feuchteschutz:
- Optik:
- Sicherheit und Gesundheit:
- Sonstige Auswirkungen auf die Funktion:

 A legend at the bottom right shows 'Ja' checked and 'Nein' unchecked. Below the legend are checkboxes for 'Fotoverknüpfung' and 'Defizit behoben', and an 'In Begehung' field. A 'nächstes Defizit' button is located at the bottom right of the form.

Defizitbeschreibung

Defizitbewertung / -kategorisierung.

Abb. 7.5-7: Funktionalität "Defizit aufnehmen" - Eingabe

In der Maske zur Defizitaufnahme dient die erste Registerkarte „Funktion“ zur Definition der Auswirkung eines Defizits auf den Funktionskomplex (siehe Kapitel 4.6) eines Gebäudes (Abb. 7.5-8). Diese Angaben haben einen wesentlichen Einfluss auf die Berechnung der Qualitätszahl eines Projektes.

The screenshot shows a software window with a tabbed interface. The 'Funktion' tab is selected. The main content area is titled 'Auswirkungen des Defizits auf die Funktion'. It contains a list of ten items, each with a checkbox to its right:

- Nutzungsdauer:
- Nutzungskosten:
- Standicherheit:
- Brandschutz:
- Schallschutz:
- Wärmeschutz:
- Feuchteschutz:
- Optik:
- Sicherheit und Gesundheit:
- Sonstige Auswirkungen auf die Funktion:

At the bottom left, there is a legend: 'Legende : Ja Nein'.

Abb. 7.5-8: Defizitbewertung - Reiter "Funktion"

Die weiteren Registerkarten dienen der Kategorisierung und Beschreibung von Defiziten bez. der Bauausführung, rechtlicher Aspekte, Informationen und sonstiger Angaben (Abb. 7.5-9 bis Abb. 7.5-13).

The screenshot shows a software window with a tabbed interface. The 'Defizitklasse' tab is selected. The main content area is titled 'Defizitklasse'. It contains a list of ten items, each with a checkbox to its right:

- Toleranz:
- Materialvorgabeabweichung:
- Konstruktionsartabweichung:
- Farbe:
- Lagefehler:
- Funktionsmechanik:
- Passung / Riss:
- Oberflächenstruktur / -schäden:
- Verschmutzung / Anhaftung:
- Fehlende Leistung / Falsche Anzahl:
- Fehlende Unterlagen:
- Fälligkeit / Verletzung Vertragstermin:

At the bottom left, there is a legend: 'Legende : Ja Nein'.

Abb. 7.5-9: Defizitkategorisierung - Reiter "Defizitklasse"

Funktion	Defizitklasse	Bauausführung	Rechtlich	Info	Sonstiges
Auswirkungen des Defizits auf die Bauausführung					
Bauzeit:		<input type="checkbox"/>			
Baukosten:		<input type="checkbox"/>			
Bausicherheit:		<input type="checkbox"/>			
Wesentlicher SiGe-Defizit:		<input type="checkbox"/>			
Bauorganisation / Arbeitsvorbereitung:		<input type="checkbox"/>			
Legende : <input checked="" type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein					

Abb. 7.5-10: Defizitkategorisierung - Reiter "Bauausführung"

Funktion	Defizitklasse	Bauausführung	Rechtlich	Info	Sonstiges
Hinweise zur rechtlichen Bewertung					
Verstoss aRdT:		<input type="checkbox"/>			
Defizit bzgl. Stand der Technik:		<input type="checkbox"/>			
Vertrag/ Vertragspassus:		<input type="checkbox"/>			
Herstellerangaben:		<input type="checkbox"/>			
Defizit von AG nicht anerkannt:		<input type="checkbox"/>			
Defizit von AN nicht anerkannt:		<input type="checkbox"/>			
Ablehnung Nachbesserung:		<input type="checkbox"/>			
Anzahl Nachbesserungsversuche:					<input type="text"/>
Beseitigungsfrist gem AG:					<input type="text"/>
Erforderliche Zeit zur Beseitigung gem AN-Angabe:					<input type="text"/>
Legende : <input checked="" type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein					

Abb. 7.5-11: Defizitbeschreibung - Reiter "Rechtliche Aspekte"

The screenshot shows a software window with a tabbed interface. The tabs are 'Funktion', 'Defizitklasse', 'Bauausführung', 'Rechtlich', 'Info', and 'Sonstiges'. The 'Info' tab is selected. The main content area is titled 'Informationen Herstellung / Fertigung'. It contains three rows of checkboxes: 'Bauherrenleistung:' with an unchecked checkbox, 'NU Leistung:' with an unchecked checkbox and a dropdown menu labeled 'NU:' to its right, and 'Fertigstellungsstatus:' with an unchecked checkbox. Below this is a section titled 'Planungsdaten' with three rows of checkboxes: 'Übereinstimmung mit Planung' (unchecked), 'Planungsersteller' (unchecked), and 'Offensichtliche Fehlerhaftigkeit in der Planung' (unchecked). At the bottom left, there is a legend: 'Legende : Ja Nein'.

Abb. 7.5-12: Defizitbeschreibung - Reiter "Info"

The screenshot shows the same software window as in the previous image, but with the 'Sonstiges' tab selected. The main content area is titled 'Sonstiges' and contains a single label 'Sonstiges:' followed by a large, empty text area with a vertical scrollbar on the right side.

Abb. 7.5-13: Defizitbeschreibung - Reiter "Sonstiges"

Funktionalität „Suchen und bearbeiten“

Soll in der Datenbank nach bereits eingegebenen Projekten und zugehörige Datensätze gesucht oder sollen diese bearbeitet werden, erfolgt dies aus dem „Hauptmenü - Eingaben“ (Abb. 7.5-3) heraus über die Schaltfläche *Eingaben suchen und bearbeiten*.

Im Fenster „Suchen und Bearbeiten“ (Abb. 7.5-14) können Projekte, Begehungen und Defizite bearbeitet und gelöscht werden.

In eQ-track bauen sich die Bereiche „Projekte“, „Begehungen“ und „Defizite“ aufeinanderfolgend auf. Dabei werden gezielt nur die Daten angezeigt, die der vorangegangenen Auswahl entsprechen. Dieser dynamische Aufbau erleichtert das gezielte finden von Datensätzen.

The screenshot shows the 'Suchen und Bearbeiten' window in the eQ-track application. At the top left is a logo with the letter 'B.' and at the top right is the 'eQ-track' logo. The main area is divided into three sections:

- Projekt/e:** A search input field labeled 'Projektnummer oder Bauvorhaben eingeben:' with a 'Projekt suchen' button and a magnifying glass icon. Below it is a table with columns: 'Projekt/e', 'Bauvorhaben', 'Auftraggeber', 'Auftragnehmer', 'Begehungen', and 'Defizite'. Below the table are buttons for 'Projekt bearbeiten' and 'Projekt löschen'.
- Begehung/en:** A search input field and a 'Begehung suchen' button (partially visible). Below it is a table with columns: 'Begehung/en', 'Projekt/e', 'Auftraggeber', 'Auftragnehmer', 'Begehungen', and 'Defizite'. Below the table are buttons for 'Begehung bearbeiten' and 'Begehung löschen'.
- Defizit/e:** A search input field and a 'Defizit suchen' button (partially visible). Below it is a table with columns: 'Defizit/e', 'Projekt/e', 'Auftraggeber', 'Auftragnehmer', 'Begehungen', and 'Defizite'. Below the table are buttons for 'Defizit bearbeiten' and 'Defizit löschen'.

Abb. 7.5-14: Funktionalität "Suchen und Bearbeiten"

Programmmodus „Analyse“

Über das „Startmenü“ kann durch die Schaltfläche *Analyse* das „Hauptmenü - Analysen“ aufgerufen werden (Abb. 7.5-15). In diesem Fenster wird u. a. Auskunft über die bisher erfassten Projekte und die bisher erfasste Anzahl von Defiziten in Abhängigkeit vom Gebäudetyt gegeben.

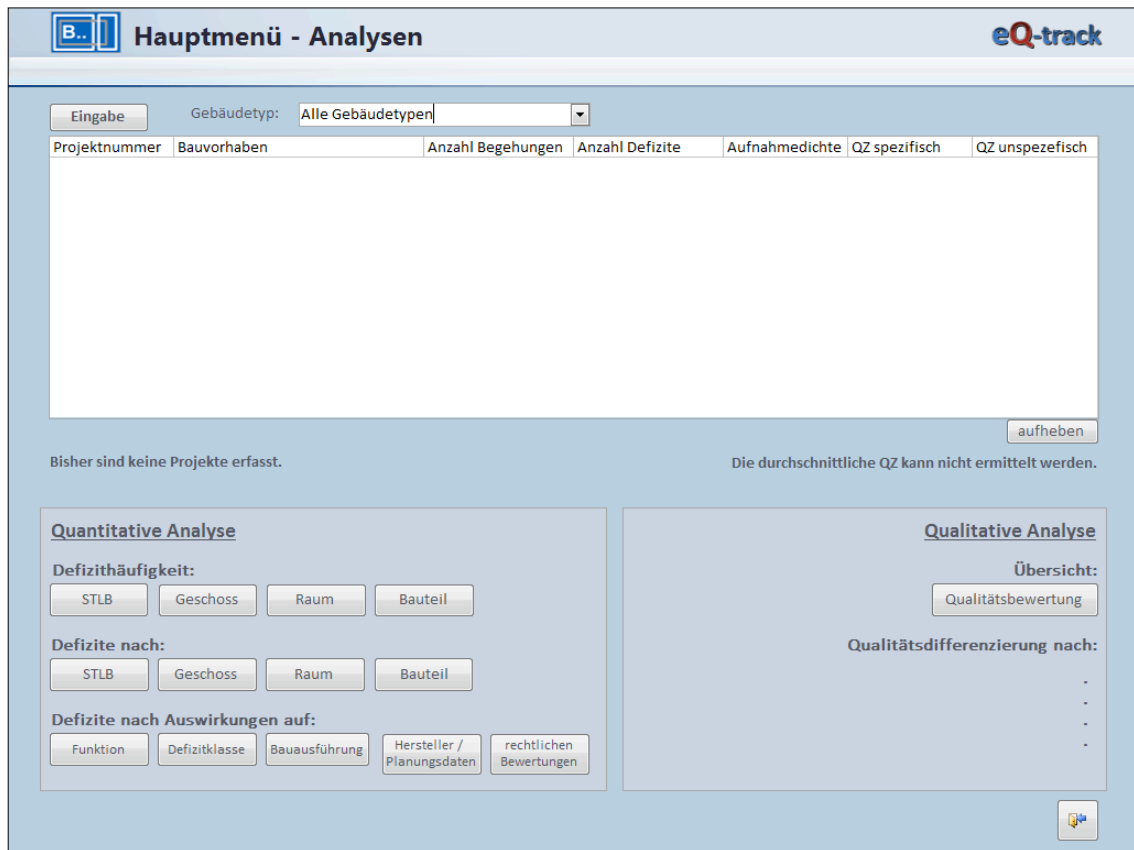


Abb. 7.5-15: Programmmodus "Hauptmenü-Analysen"

Die Analysemöglichkeiten unterteilen sich im unteren Bereich des Fensters (Abb. 7.5-15) in die Zweige

- Quantitative Analyse
(→ Zusammenstellung der Defizite nach bestimmten Kriterien)

und

- Qualitative Analyse
(→ Berechnung der Qualitätszahl mit Angabe relevanter Informationen).

Mit der Schaltfläche *Eingabe* erfolgt ein direkter Wechsel zum Programmmodus Eingabe (Abb. 7.5-3).

7.6 Defizitdokumentationen und Projektanalyse

Im Folgenden wird die schrittweise Aufnahme eines Defizits in die Anwendung eQ-track erläutert. Dabei werden alle wesentlichen Punkte vom Anlegen eines Projekts bis zur Defizitbewertung verdeutlicht.

Im Anschluss werden die Qualitätszahlen der in die Datenbank eingetragenen Testfälle A-1 bis B-3 vorgestellt und mit den Ergebnissen aus Kapitel 6.5 verglichen.

7.6.1 Defizitdokumentation

Im Rahmen dieser Dokumentation wird exemplarisch das Defizit 10 des Testfalls A-1 aus Kapitel 6.5.1 in die Anwendung eQ-track eingetragen. Dabei wird gesondert auf die zur Berechnung der Qualitätszahl relevanten Informationen eingegangen. Tab. 7.6-1 zeigt eine Zusammenfassung der wesentlichen Randbedingungen.

Fallnummer	Beschreibung	Projekt-Randbedingungen	BRI	QA	PW	Gewichtung der Funktionskomplexe
A-1	Referenzprojekt	QA _R ; BRI _R ; PT _R	1000	10	8,429	Neutrale Gewichtung → Alle Funktionskomplexe sind mit dem Wert 5 gewichtet.
Defizitnummer	Neues Defizit alter Art?	Defizit-aufnahme	Defizit-wiederholungen		Auswirkung auf die Funktionskomplexe	
10	Ja (→ Strafzuschlag) → Startwert hier = 5	In Qualitätsaufnahme (QA) 6	3		Das Defizit beeinflusst die Funktionskomplexe <i>Nutzungsdauer</i> , <i>Standicherheit</i> , <i>Optik</i> und <i>Sonstiges</i> .	

Tab. 7.6-1: Beispielhafte Defizitdokumentation mit eQ-track – Eingangswerte

Im ersten Schritt wird das Projekt im Programmmodus Eingabe in der Funktionalität „Projekt anlegen“ erstellt. Die Bedingungen aus Tab. 7.6-1 sind, wie in Abb. 7.6-1 zu sehen, eingetragen worden. Die grau hinterlegten Felder werden von der Software eigenständig berechnet. Der Schieberegler für die Bewertung eines neuen Defizits alter Art ermöglicht es, ein neues Defizitvorkommnis, welches in ähnlicher Form bereits vorgefunden wurde, entsprechend der Einstellung in der Qualitätsberechnung zu berücksichtigen. Dadurch wird der Strafzuschlag des Qualitätsvertrages eingebunden.

Im „rechten“ Teil der Abbildung sind die Defizitbewertungskriterien dargestellt und realisieren die Gewichtung der Funktionskomplexe durch den Auftraggeber. Sie können mit den 10 Schiebereglern eingestellt werden. Alle Informationen, die für eine Dokumentation und Qualitätsberechnung notwendig werden, sind mit einem * versehen und müssen angegeben werden.

Kategorie	Kriterium	Wert
Nutzung	Nutzungsdauer	5
	Nutzungskosten	5
	Standssicherheit	5
	Brandschutz	5
Bauphysik	Schallschutz	5
	Wärmeschutz	5
	Feuchteschutz	5
Sonstiges	Optik	5
	Sicherheit und Gesundheit	5
	Sonstiges	5

Bewertungspunkte: 50

Abb. 7.6-1: Beispielhafte Defizitdokumentation mit eQ-track – Projekt anlegen

Nach der Projekterstellung müssen die in Tab. 6.5.3 aufgeführten Qualitätsaufnahmen in der Funktionalität „Begehung anlegen“ erstellt werden. In Abb. 7.6-2 wird exemplarisch die Qualitätsaufnahme 6 des Testfalls A-1 dargestellt. Die Begehungs-Nummer zur Identifikation der Begehung wird vom Programm selbst erzeugt, kann aber ggf. durch den Anwender geändert werden. Auch in diesem Fenster sind alle Informationen, die für eine Dokumentation und Qualitätsberechnung notwendig werden, mit einem * versehen und müssen angegeben werden.

Abb. 7.6-2: Beispielhafte Defizitdokumentation mit eQ-track – Qualitätsaufnahme anlegen

Die Funktionalität „Defizit aufnehmen“ bietet durch ein Auswahlfenster im Vorfeld der Defizitaufnahme oder -bearbeitung eine kontrollierte Defizitwahl (Abb. 7.6-3).

Über die Schaltfläche *Neues Defizit alter Art* (-> Strafzuschlag gem. Qualitätsvertrag) wird die Eingabe der Defizitinformationen ermöglicht. Dafür blendet sich die in Abb. 7.6-4 dargestellte Maske anstelle der Defizitvorauswahl ein. Die Defizit-Nummer zur Identifikation des Defizits wird vom Programm selbstständig erzeugt, kann aber ggf. durch den Anwender geändert werden. Die Angabe der durch das Defizit betroffenen Kostengruppe/n ermöglicht im Programmmodus Analyse eine entsprechend differenzierte Auswertung. Im „rechten“ Teil der Abbildung sind die Registerkarten zur Defizitbewertung dargestellt. Die Angaben zur Auswirkung auf Funktionskomplexe beeinflusst die Berechnung der projektbezogenen Qualitätszahl maßgeblich. Über die Schaltfläche *nächstes Defizit* werden die Eingaben gesichert und wieder die Defizitvorauswahl eingeblendet.

Im Anschluss an die Defizitaufnahme können die erneuten Sichtungen des Defizits in späteren Qualitätsaufnahmen, in diesem Fall 3, durch die wiederholte Betätigung der Schaltfläche *Defizit nicht behoben* eingetragen werden (Abb. 7.6-3). Nach Bestätigung eines Sicherheitshinweises wird eine Neuberechnung des Defizitwertes und der Qualitätszahl durchgeführt. Zum Abschluss dieser Dokumentation wird das Defizit mit der Schaltfläche *Defizit behoben* als beseitigt eingetragen. Das Listenfeld zeigt während der Bearbeitung die wichtigsten Defizitinformationen an und aktualisiert diese nach Bedarf.

Defizitnummer	Geschoss	Raum	Bauteilbezeichnung	Stichwort	Wdh	DWert_sub	DWert_ob	Behoben	Hinweis
A-1.001.0001					0	20	20	Ja	Nein
A-1.001.0002					2	60	60	Ja	Nein
A-1.002.0001					1	40	40	Ja	Nein
A-1.002.0002					2	60	60	Ja	Nein
A-1.003.0001					3	80	80	Ja	Nein
A-1.004.0001					0	25	25	Ja	Nein
A-1.004.0002					2	75	75	Ja	Nein
A-1.005.0001					1	50	50	Ja	Nein
A-1.005.0002					2	75	75	Ja	Nein

**Abb. 7.6-3: Beispielhafte Defizitdokumentation mit eQ-track
– Defizit aufnehmen (Defizitauswahl)**

The screenshot shows the 'Defizit aufnehmen' (Record Deficit) interface in the eQ-track software. The interface is divided into several sections:

- Project and Deficit Information:**
 - Projekt: A-1
 - Begehung: A-1.006
 - Defizit Nr.: A-1.006.0001
 - StLB Bau: [Empty]
 - DIN 276 Ebene 1: 500
 - DIN 276 Ebene 2: [Empty]
 - Pos.-LV: [Empty]
 - Abnahme (-vorbereitung):
 - Hinweis (event. Mangel):
- Location and Orientation:**
 - Angaben zur Lokalisierung:
 - Lage:
 - Geschoss: [Empty]
 - Wohnung: [Empty]
 - Raum: [Empty]
 - Achsen:
 - x-Achse: [Empty]
 - y-Achse: [Empty]
 - Ausrichtung: [Empty]
 - Raum Nr.: [Empty]
 - PosBauvertrag: [Empty]
 - Bauteil: [Empty]
 - Kurzbeschreibung: [Empty]
 - Beschreibung: [Empty]
- Functional Impacts (Auswirkungen des Defizits auf die Funktion):**
 - Nutzungsdauer:
 - Nutzungskosten:
 - Standicherheit:
 - Brandschutz:
 - Schallschutz:
 - Wärmeschutz:
 - Feuchteschutz:
 - Optik:
 - Sicherheit und Gesundheit:
 - Sonstige Auswirkungen auf die Funktion:
- Legend and Actions:**
 - Legende: Ja Nein
 - Fotoverknüpfung:
 - Defizit beheben:
 - In Begehung: [Empty]
 - nächstes Defizit [Button]

**Abb. 7.6-4: Beispielhafte Defizitdokumentation mit eQ-track
– Defizit aufnehmen (Defizitbeschreibung und -bewertung)**

Nach Schließung der Defiziteingabe sind alle Informationen des Testfalls gemäß Tab. 7.6-1 in das Datenbanksystem eingetragen. Die Analyse dieser Dokumentation und der anderen Beispielfälle wird im Folgenden vorgestellt.

7.6.2 Ergebnisse der Berechnungsfälle

Um die projektbezogene und normierte Berechnung der Qualitätszahl zu überprüfen, wurden die Testfälle A-1 bis B-3 aus Kap. 6.5 in die Software eQ-track eingegeben. Die Projektanalysen sind in Abb. 7.6-5 bis Abb. 7.6-11 zu sehen. Die programm-basier-ten Analysen werden in Tab. 7.6-2 und Tab. 7.6-3 den Ergebnissen aus Kapitel 6.5 gegenübergestellt.

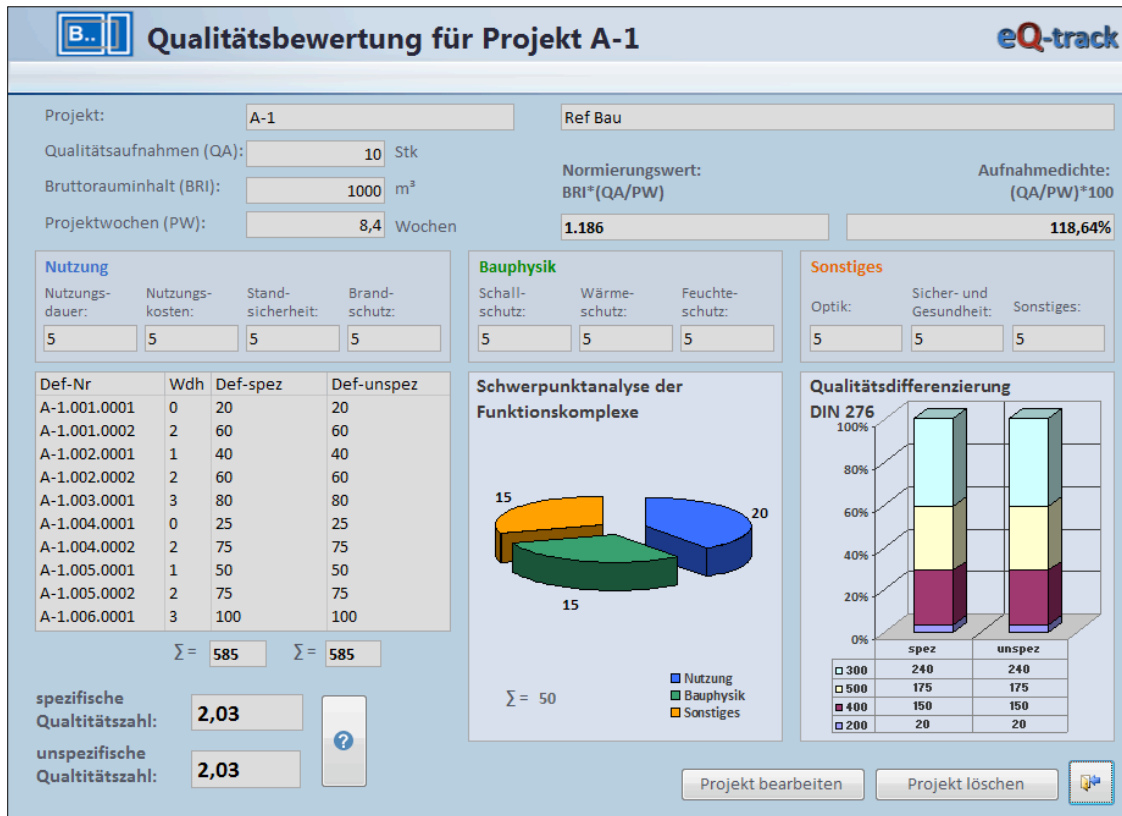


Abb. 7.6-5: Analyse Testfall A-1



Abb. 7.6-6: Analyse Testfall A-2

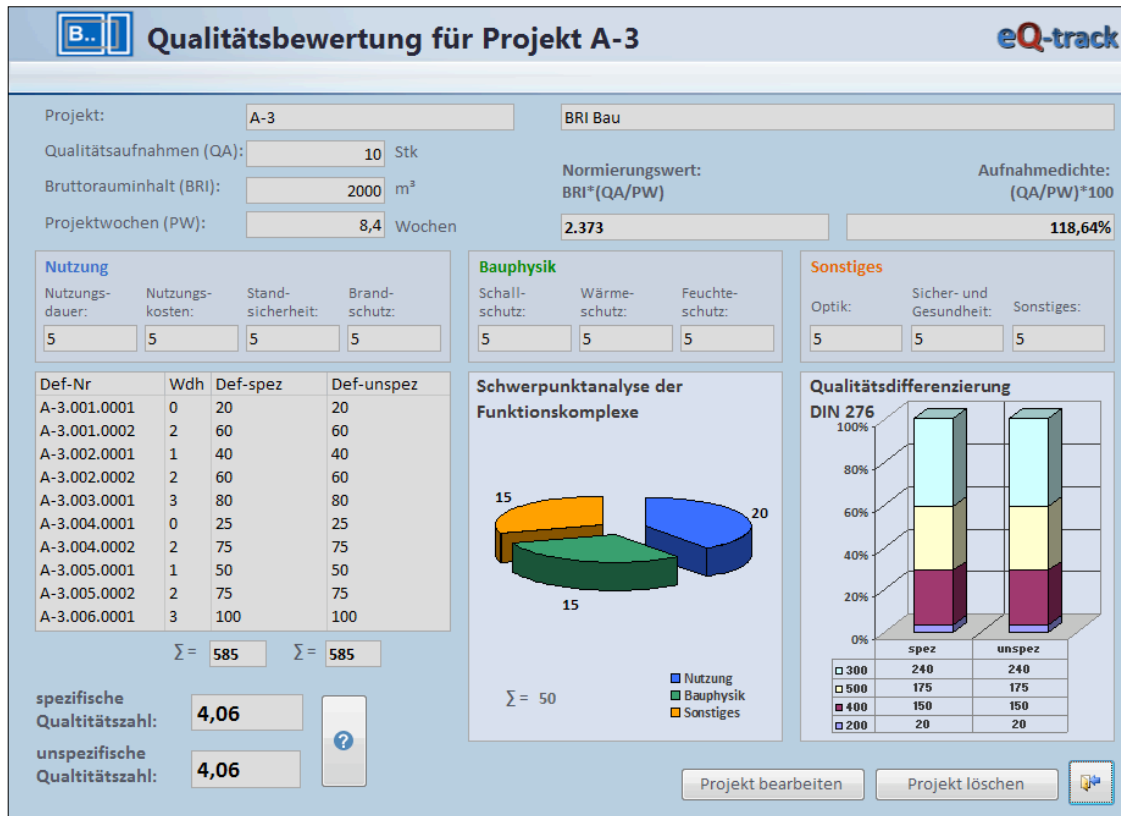


Abb. 7.6-7: Analyse Testfall A-3

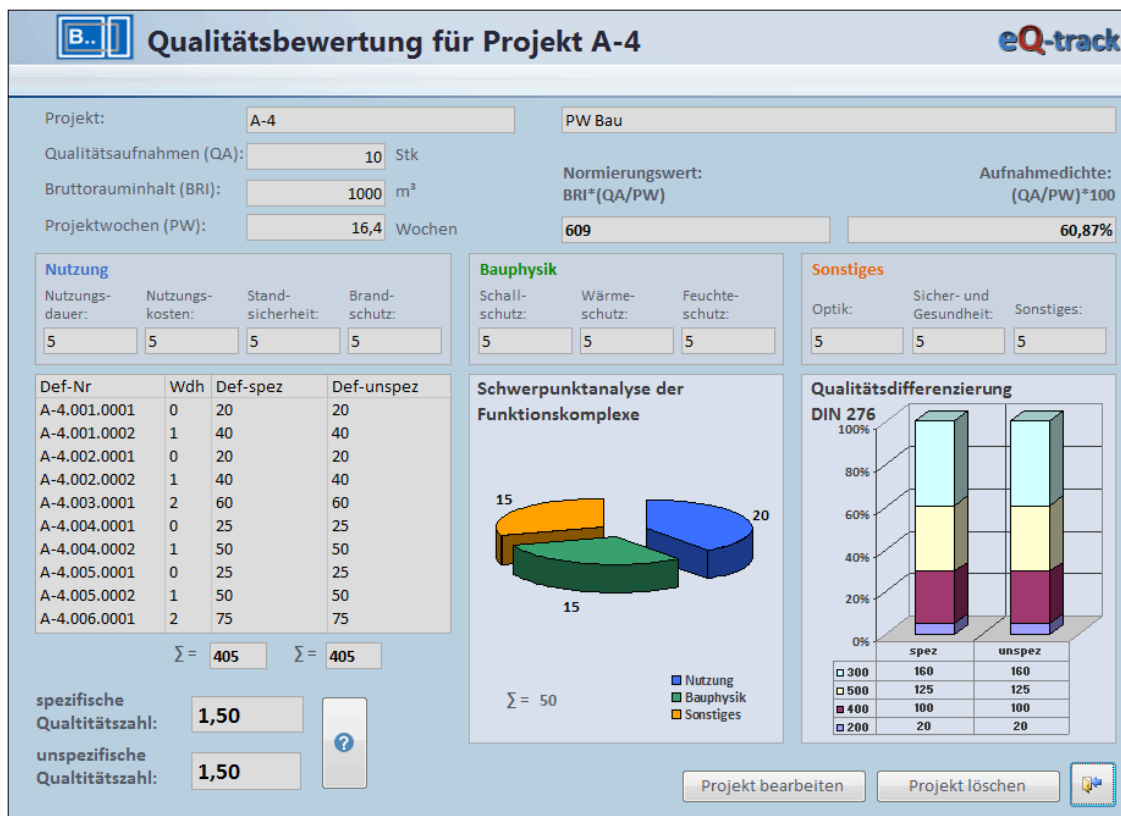


Abb. 7.6-8: Analyse Testfall A-4

Tab. 7.6-2 stellt die in Kapitel 6.5.1 berechneten Ergebnisse der Qualitätsbewertung von eQ-track gegenüber.

	Fallnummer							
	A-1		A-2		A-3		A-4	
Beschreibung	Referenzfall		Fall QA		Fall BRI		Fall PW	
Berechnungsgrundlage	Excel	eQ-track	Excel	eQ-track	Excel	eQ-track	Excel	eQ-track
Normierungswert	1186,4	1186	2372,9	2373	2372,9	2373	608,7	609
Aufnahmedichte	1,186	1,1864	2,373	2,3729	1,186	1,1864	0,609	0,6087
Defizitwert_ges	585	585	1170	1170	585	585	405	405
Qualitätszahl	2,028	2,03	2,028	2,03	4,056	4,06	1,503	1,50

Tab. 7.6-2: Auswertung der Analysen der Testfallgruppe A

Die Gegenüberstellung zeigt, dass die Qualitätsberechnungen der entwickelten Software bezüglich veränderte Randbedingungen (QA, BRI, PW) verfahrensgemäß waren. Die minimalen Abweichungen resultieren aus den abschließenden Rundungen zur besseren Lesbarkeit der Ergebnisse.



Abb. 7.6-9: Analyse Testfall B-1

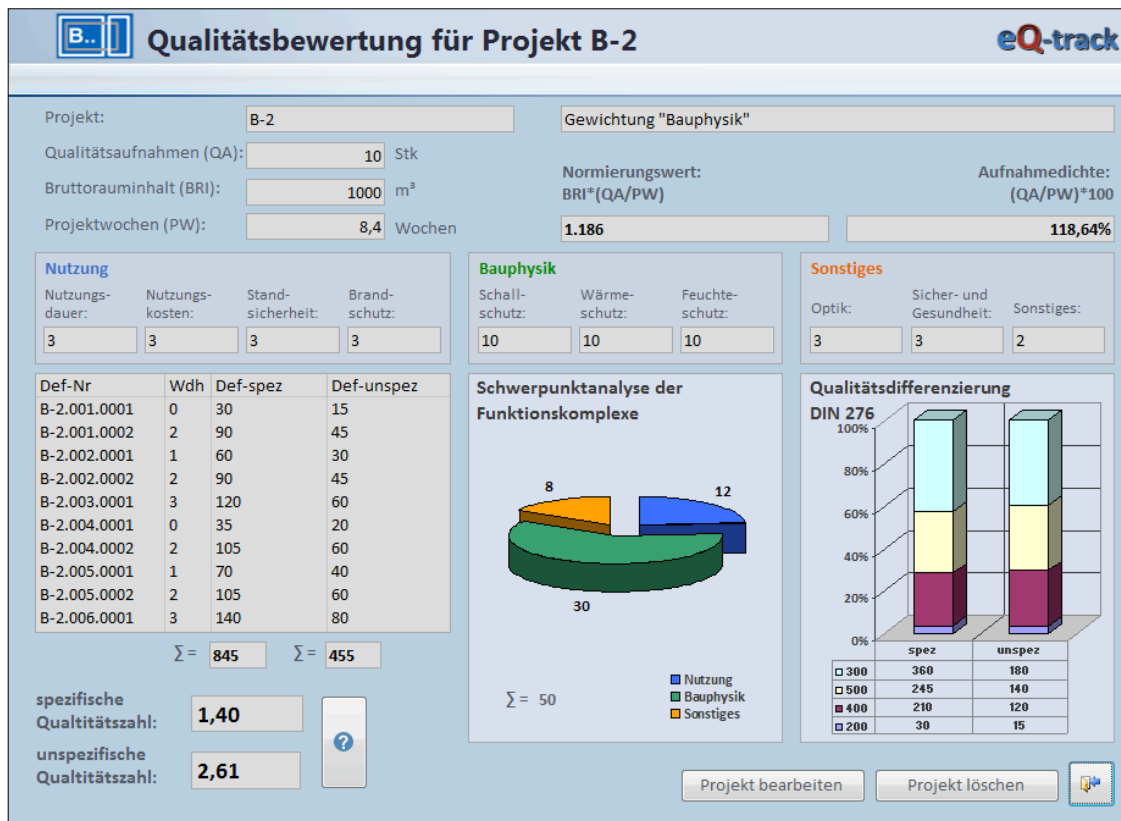


Abb. 7.6-10: Analyse Testfall B-2

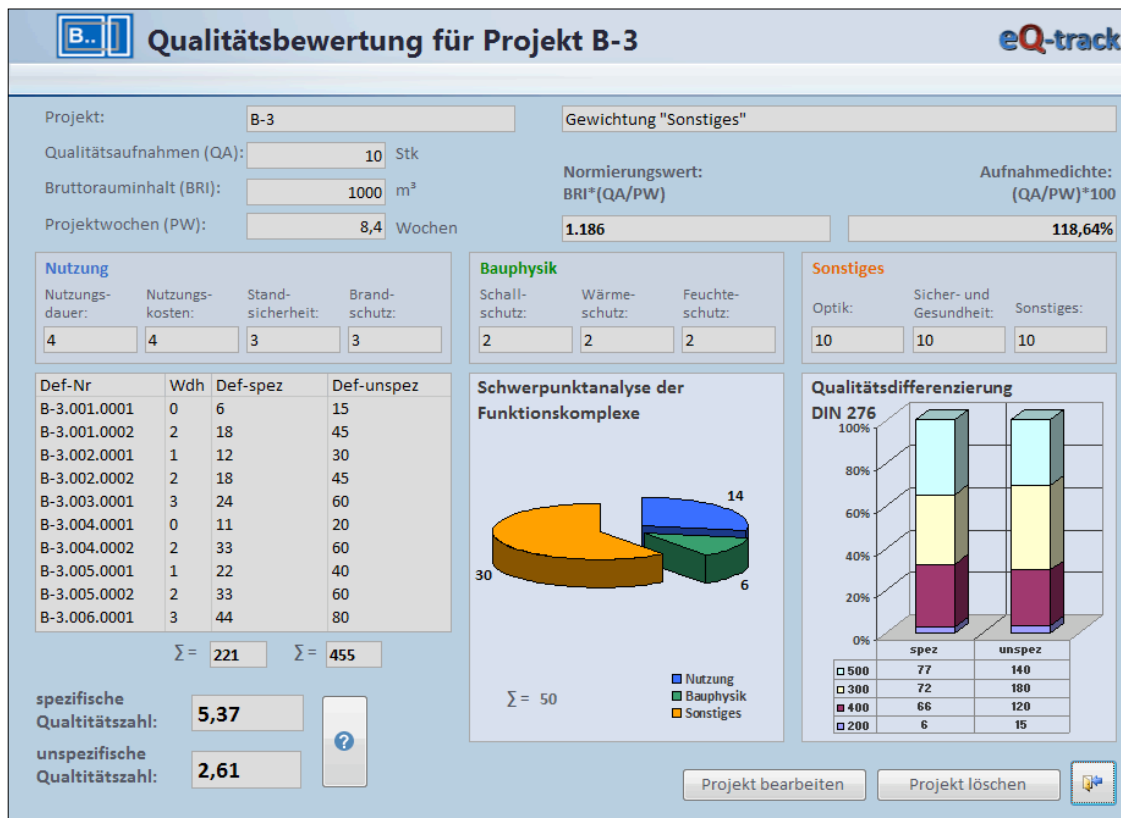


Abb. 7.6-11: Analyse Testfall B-3

Tab. 7.6-3 stellt die in Kapitel 6.5.2 berechneten Ergebnisse der Qualitätsbewertung von eQ-track gegenüber.

	Fallnummer					
	B-1		B-2		B-3	
Beschreibung	Gewichtung Nutzung		Gewichtung Bauphysik		Gewichtung Sonstiges	
Berechnungsgrundlage	Excel	eQ-track	Excel	eQ-track	Excel	eQ-track
Normierungswert	1186,4	1186	1186,4	1186	1186,4	1186
Aufnahmedichte	1,186	1,1864	1,186	1,1864	1,186	1,1864
Defizitwert_ges	221	221	845	845	221	221
Qualitätszahl	5,369	5,37	1,404	1,40	5,369	5,37

Tab. 7.6-3: Auswertung der Analysen der Testfallgruppe B

Die Gegenüberstellung zeigt, dass die Qualitätsberechnungen der entwickelten Software bezüglich veränderter Gewichtungen der Funktionskomplexe (Nutzung, Bauphysik, Sonstiges) verfahrensgemäß waren. Die minimalen Abweichungen resultieren aus den abschließenden Rundungen zur besseren Lesbarkeit der Ergebnisse.

8 Höhe der Qualitätsprämie

In Kapitel 3 wurde erläutert, dass die Qualitätsprämie von einer quantitativen Kenngröße der Bauqualität, die als Qualitätszahl (QZ) bezeichnet wird, und dem Prämienbudget (PB) abhängig sein muss.

$$QP = f(QZ, PB) \quad \text{mit } QP[\text{€}] \leq PB[\text{€}]$$

Der funktionale Zusammenhang von Qualitätsprämie, Qualitätszahl und Prämienbudget wird durch die sog. Belohnungsfunktion f beschrieben. In allgemeiner Form wurde eine zu einem Qualitäts-Anreizsystem passende Belohnungsfunktion in Kapitel 3 vorgestellt.

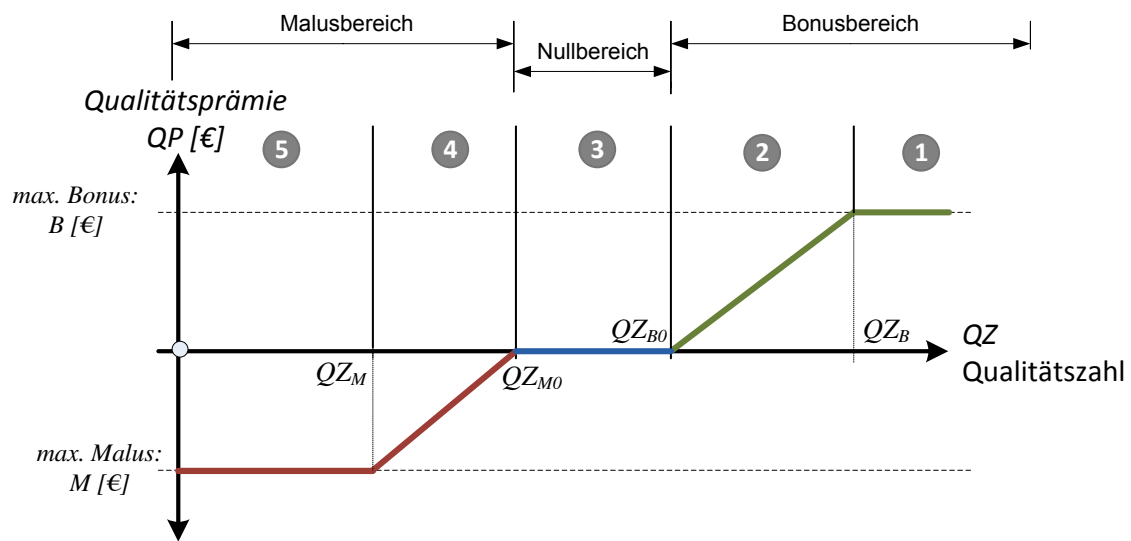


Abb. 8-1: Belohnungsfunktion

Grundsätzlich kann ein Auftraggeber für die Anwendung eines Qualitäts-Prämienystems (QPS) das Prämienbudget frei – nach eigenem Ermessen – festsetzen. Er wird sich allerdings hierbei von den folgenden Überlegungen leiten lassen.

Die Anwendung eines Qualitäts-Prämienystems ist mit Zusatzkosten durch den Einsatz von Sachverständigen verbunden. Diese müssen die Zahl der Qualitätsdefizite für die Berechnung der Qualitätszahl im Rahmen sog. Qualitätsaufnahmen (QA) feststellen. Diesem Projekt-Mehraufwand stehen allerdings bewertbare Vorteile durch die Verbesserung der Bauqualität gegenüber:

- Geringerer Nachbesserungsaufwand bei Schlechtleistungen, da diese im Zuge der baubegleitenden Qualitätsaufnahmen früher entdeckt werden. (AN-Vorteil)
- Verringerung des Aufwands bei der Bau- oder Objektüberwachung durch den Auftraggeber. Die normalen Baukontrollen können teilweise durch die Qualitätsaufnahmen ersetzt werden. (AG-Vorteil)
- Verringerung des Aufwands für die Bauleitung der Nachbesserungsarbeiten. (AN-Vorteil)

- Verringerung von Bauzeitrisiken bez. Bauablaufstörungen durch Nachbesserungsmaßnahmen. (AN-Vorteil und AG-Vorteil)
- Reduzierung der Zahl von Baustreitigkeiten durch den Einsatz unabhängiger Sachverständiger (AN-Vorteil und AG-Vorteil).
- Reduzierung der Unterhaltungskosten der Immobilie, insb. des Instandsetzungsaufwands durch eine bessere Bauqualität. (AG-Vorteil)
- Geringere Zahl von Gewährleistungsfällen. (AN-Vorteil)
Werterhöhung der Immobilie. (AG-Vorteil)
- Vertrauensgewinn und verbesserte Reputation der Vertragspartner, insbesondere bei der Auftragsakquisition bzw. Verkauf- oder Vermietungsverhandlungen (AN-Vorteil und AG-Vorteil)

Bei der näheren Betrachtung der vorstehenden Punkte, muss man zu dem Schluss kommen, dass speziell dem AN durch die Anwendung eines Qualitäts-Prämiensystems nur Vorteile entstehen. Dies gilt insbesondere deshalb, weil er schon durch den Bauvertrag verpflichtet ist ein mängelfreies Werk abzuliefern. Die Zahlung einer Qualitätsprämie ist hierfür noch eine Verstärkung.

Die Haupt-Vorteile des Auftraggebers wirken indirekt. Er hat zwar nach dem Bauvertrag den Anspruch auf die mängelfreie Leistung, jedoch zeigt die Erfahrung aus der Praxis, dass dies bei vielen Projekten nicht gegeben ist. Ein Qualitäts-Prämiensystems erhöht also (nur) die Wahrscheinlichkeit eine gute Qualität zu erhalten, schließt aber Fehler nicht aus.

Die Vorteile der Anwendung eines Qualitäts-Prämiensystems lassen sich grundsätzlich monetär bewerten. Die Bewertung hängt allerdings von den spezifischen Bedingungen und Anforderungen des Projekts und der Marktposition von Auftraggeber und Auftragnehmer ab. Generelle Aussagen können hierzu nicht getroffen werden. Aus Analogiebetrachtungen und Vergleichen werden hierzu im Folgenden allerdings einige Hinweise gegeben.

Vorteilswert „Mängelbeseitigungsaufwand“

Nach den vorliegenden Untersuchungen zum Themenkomplex „Bauqualität“ muss man davon ausgehen, dass für Nachbesserungsmaßnahmen zur Beseitigung von Fehlern bei der Bauausführung Kosten bis zu 12 % der Baukosten anfallen.⁷⁹⁾ Eigene Untersuchungen haben einen durchschnittlichen Mängelbeseitigungsaufwand in der Größenordnung von 2 – 5 % ergeben. Geht man davon aus, dass durch den Einsatz eines Qualitäts-Prämiensystems die Fehlerquote um 50 % gesenkt wird, läge der monetäre Vorteil des Auftragnehmers bei 1 – 6 % der Abrechnungssumme.

Für den Auftraggeber ergibt sich aus der Verringerung des Mängelbeseitigungsaufwand kein Vorteilswert.

⁷⁹⁾ Weyhe 2005, S. 125

Vorteilswert „Bauüberwachungsaufwand“

Um die erzielte Qualität ihrer Bauprojekte zu verbessern, werden in den letzten Jahren verstärkt externe Fachleute oder Gesellschaften (z.B. TÜV od. Dekra) mit einer Bauüberwachung beauftragt. Es handelt sich hierbei um eine einseitige zusätzliche Maßnahme des Auftraggebers. Die normale Objektüberwachung entfällt hierdurch nicht.

Eine baubegleitende Qualitätsüberwachung (bQÜ) ist je nach Auftragsumfang mit zusätzlichen Kosten von ca. 2 - 3 % der Auftragssumme verbunden. Da bei Anwendung eines Qualitäts-Prämiensystems eine bQÜ nicht mehr erforderlich wäre, könnte der entfallene Auftragswert Prämienbudget eingesetzt werden.

Vorteilswert „Bauleitungsaufwand“

Reduziert sich die Zahl der Baufehler und Mängel bei der Ausführung eines Bauvorhabens, wird die Bauleitung diesbezüglich bei ihren Aufgaben entlastet. Nachbesserungsarbeiten verursachen einen besonders hohen Arbeitsaufwand, sodass hierfür ein Zuschlag von 10 – 15 % auf die Herstellkosten der Mängelbeseitigungsmaßnahmen angemessen erscheint. Geht man von Mängelbeseitigungskosten von 2 – 5 % der Auftragssumme aus, ergeben sich Minderkosten von ca. 0,5 %.

Vorteilswert „Rechtsberatung“

Ein QPS als Kooperationsmodell von Auftraggeber und Auftragnehmer beinhaltet eine verbindliche Regelung zur Feststellung der Verantwortlichkeit für festgestellte Baufehler. Die entsprechenden Feststellungen werden durch einen Sachverständigen im Rahmen der Qualitätsaufnahmen getroffen und reduzieren den Aufwand für das juristische Projektmanagement und ggf. spätere gerichtliche Auseinandersetzungen. Nach Kapellmann⁸⁰ müssen allein für das juristische Projektmanagement Kosten in Höhe von ca. 1 % der Projektkosten angesetzt werden. Insbesondere im Schlüsselfertigbau wird die Rechtsberatung überwiegend für den Bereich der Baufehler bzw. Mängel erforderlich, weswegen diese Kosten bei Anwendung eines QPS als Kooperationsmodell von Auftraggeber und Auftragnehmer für das Prämienbudget zur Verfügung stehen würden.

Neben der Festlegung des Prämienbudgets unter Berücksichtigung von monetären Vorteilswerten aus der Anwendung des Qualitäts-Prämiensystems, ergibt sich auch aus den im Zuge der Auftragsverhandlungen verhandelten Nachlässen eine Finanzierungsmöglichkeit für die Qualitätsprämie. Wird der Nachlass in voller Höhe dem „Prämientopf“ zugerechnet, hat dies den besonderen Vorteil, dass der Auftragnehmer bei Erreichen der festgesetzten Qualitätszahl für die erbrachte Bauleistung den ursprünglich – ohne Nachlass – angebotenen Preis erhalten könnte.

Generell wird die Akzeptanz eines Qualitäts-Prämiensystems bei den Vertragsparteien nur herzustellen sein, wenn der maximale Malus (für den Auftragnehmer) oder der zusätzlich zu zahlende Bonus (durch den Auftraggeber) wirtschaftlich vertretbar ist. Aus Sicht der Unternehmerseite ist in diesem Zusammenhang von Bedeutung, dass der

⁸⁰ Kapellmann und Bönker 2007

kalkulatorische Gewinn bei Bauprojekten in der Größenordnung von 2 % - 3 % liegt. Im Rahmen des Forschungsvorhabens wurde mehrfach mit Vertretern der Bauwirtschaft darüber diskutiert, ob ein solcher Wert als Prämienanteil einen Anreiz zu verstärkten Bemühungen bei der Qualitätssicherung bewirken würde. Dies wurde bestätigt. Zur Frage, ab welcher Höhe ein Malus einen wirksamen Vermeidungsanreiz bewirken würde, wurde eine untere Grenze von 0,5% des Auftragswertes und einen obere Grenze von 1 % für angemessen gehalten. Die durchgeführte Umfrage zeigt dabei, dass der Ansatz des Forschungsvorhabens, gute Qualität mit einer besonderen Prämie zu belohnen und schlechte Qualität mit einem Abzug bei der Vergütung für die Bauleistung zu versehen, von Baufirmen grundsätzlich positiv gesehen wird.

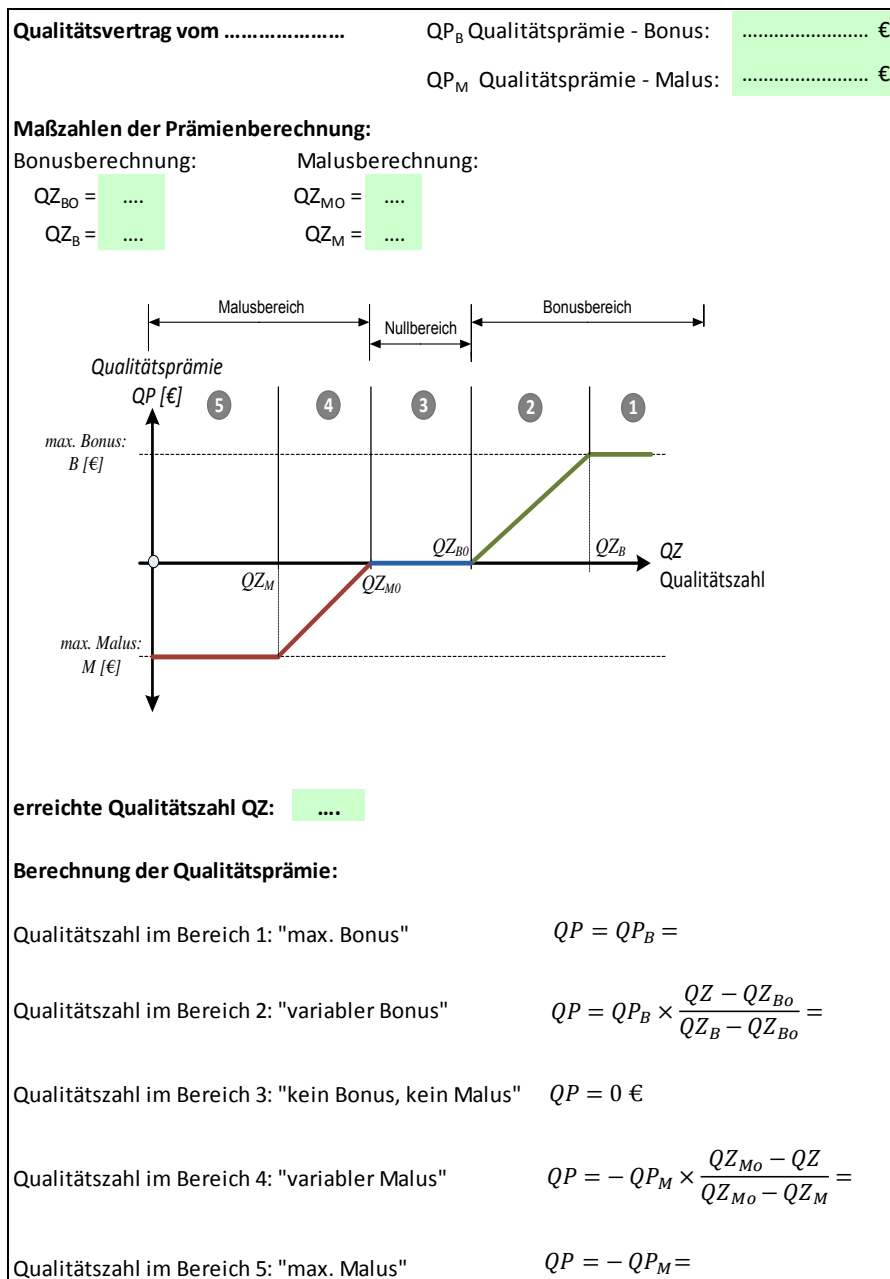


Abb. 8-2: Formular zur Berechnung der Qualitätsprämie

9 Vertragliche Regelungen eines qualitätsbezogenen Prämiensystems

In rechtlicher Hinsicht sind die Anforderungen an die Qualität einer Bauleistung durch den Bauvertrag bzw. die Bestimmungen des Werkvertragsrechts bestimmt. Es ist die Forderung zu stellen, dass sich durch die Anwendung eines Qualitäts-Prämienmodells keine Änderung der Verhältnisse gegenseitiger Rechte und Pflichten ergeben darf. Es ist für das die Bauvertragsparteien verpflichtende Qualitätssystem eigenständige Vereinbarungen zu treffen. Diese das Qualitätssystem betreffenden Vereinbarungen können entweder in einem separaten Qualitätsvertrag verfasst werden oder innerhalb des Bauvertrags (Abb. 9.0-1).

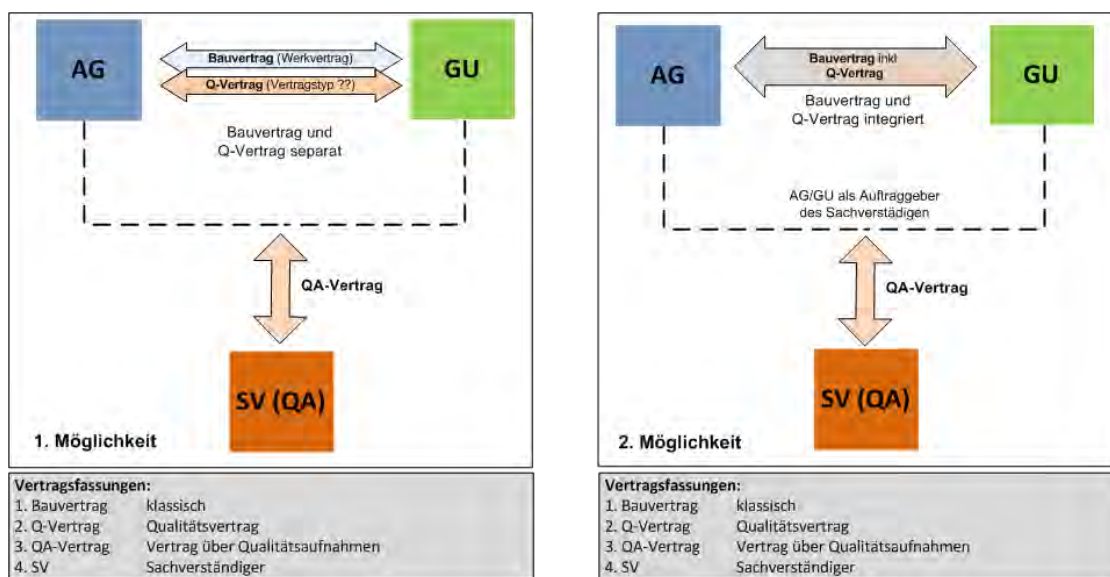


Abb. 9.0-1: Vertragliche Mastermodelle: Eigenständiger Qualitätsvertrag oder Bauvertrag mit Bonusregelung

Das im Rahmen des Forschungsvorhabens entwickelte Qualitäts-Prämienmodell erfordert eine Kooperation von Auftraggeber und Auftragnehmer, insbesondere bei der Durchführung der Qualitätsbewertung. Es handelt sich hierbei um ein sog. Partnering mit dem Ziel der Förderung der Bauqualität. Der Komplex des Partnering bei der Bauausführung und hierbei notwendige Verträge sind in der Literatur u.a. von (Eschenbruch 2005) und (Rosenbauer 2009) behandelt worden.

Eschenbruch berücksichtigt in seinem Vorschlag zu einem Partneringvertrag als Anreiz u.a. einen Qualitätsbonus, der von der Zahl der bei der Abnahme festgestellten Mängel abhängig sein soll. Dieser Ansatz unterscheidet sich damit deutlich von dem entwickelten Qualitäts-Prämienmodell. Bez. eines erwünschten bzw. beabsichtigten Partnerings kann man nicht ausschließen, dass durch die Abhängigkeit der Qualitätsprämie von der Zahl der Abnahmemängel ein unkooperatives Verhalten gefördert wird. Auftraggeber könnten verleitet werden, Mängel zu suchen oder zu provozieren, Auftragnehmer könnten erkannte Mängel eher verstecken. Ein Partnering wird durch die Regelung nach

dem Partneringvertrag von Eschenbruch nach Einschätzung der Forschungsgruppe deswegen nicht unterstützt.

9.1 Vertragliche Regelungen zur Anwendung des Qualitäts-Prämiensystems (Qualitätsvertrag)

Ein Qualitätsvertrag zwischen Auftraggeber und Auftragnehmer stellt eine ungewohnte Maßnahme bei der Projektabwicklung dar, weil der Bauvertrag an sich schon eine Qualitätsvereinbarung darstellt. Bei vielen Projekten zeigt jedoch die große Zahl von Baumängeln, dass die in üblichen Bauverträgen vereinbarten Maßnahmen, die vereinbarte Qualität nicht sicherstellen. Das im Rahmen des Forschungsvorhabens entwickelte Qualitäts-Prämiensystem soll den Auftragnehmer durch einen zusätzlichen finanziellen Anreiz zu verstärkten Bemühungen um die Bauqualität motivieren.

Um die Anwendung des Qualitätssystems in der Praxis zu erleichtern, wurde von den Rechtsanwälten Kapellmann & Partner, Düsseldorf, ein Qualitätsvertrag als Mustervertrag verfasst.

Der Qualitätsvertrag in der vorgeschlagenen Form ändert nicht Rechte und Pflichten aus dem Bauvertrag, insbesondere nicht bez. mangelhafter Leistungen oder Mängelansprüche. Es geht vielmehr im Qualitätsvertrag um die Durchführung der Qualitätsbewertung und die Prämie – als Bonus oder Malus – die bei Erreichen einer bestimmten Qualitätszahl zur Auszahlung kommt (Abb. 9.1-1).

Der Qualitätsvertrag ist ein atypischer Kausalvertrag. Es besteht Vertragsfreiheit bez. Abschluss, Inhalt und Form. Die im folgenden Mustervertrag vorgeschlagenen Regelungen sind gleichwohl an die jeweils gegebenen Projektverhältnisse anzupassen und vom Verwender eigenverantwortlich zu prüfen.

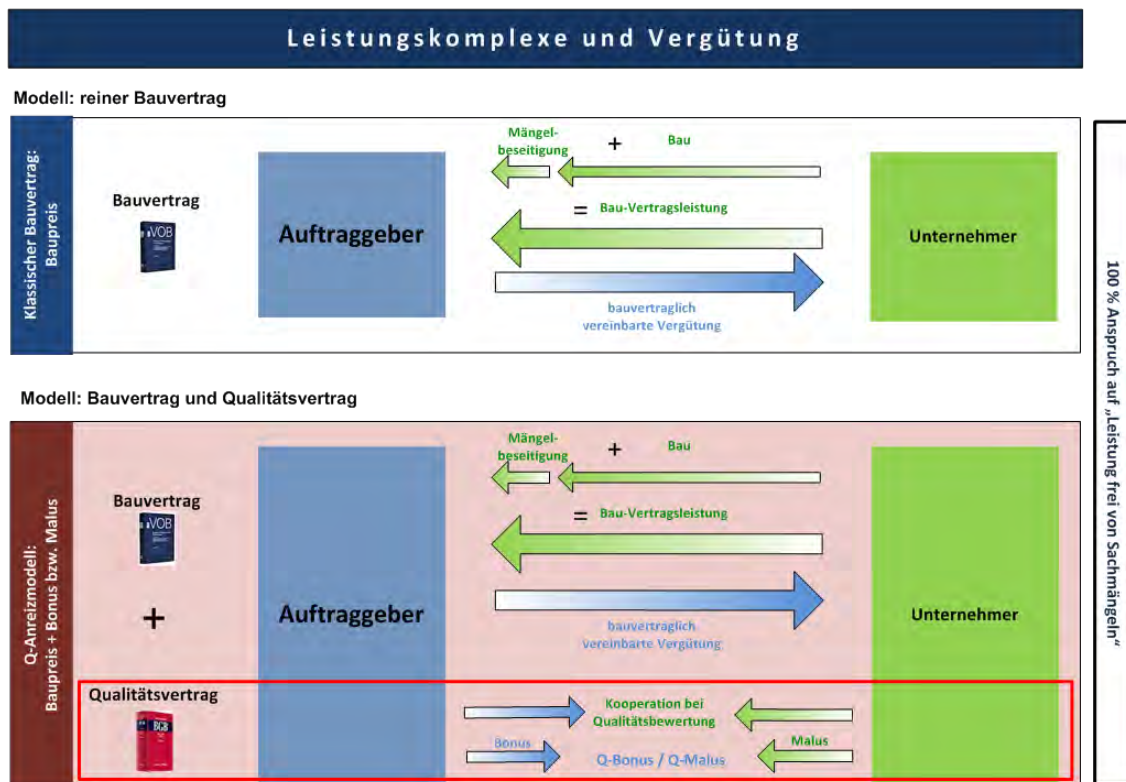


Abb. 9.1-1: Leistungskomplexe und Vergütung

Der vorliegende Qualitätsvertrag/Mustervertrag beschreibt im klassischen Bauwesen "Neuland". Daher ist die rechtliche Kategorisierung dieses Vertrages nicht unproblematisch. Insbesondere wird der Qualitätsvertrag weder dem "klassischen" Werkvertragsrecht (§§ 631 ff.) noch dem Dienstvertragsrecht (§§ 611 BGB) zuzuordnen sein. Der Werkvertrag ist ein entgeltlicher, gegenseitiger Vertrag, in dessen Rahmen sich der Unternehmer verpflichtet, die vertragstypische Leistung zur Herstellung und Verschaffung des vertraglich vereinbarten Werkes umzusetzen. Gegenstand der Leistungspflicht des Unternehmers ist damit die entgeltliche Wertschöpfung, in dem er mit seiner Arbeitsleistung für den Auftraggeber/Bauherrn das vereinbarte Werk schafft oder einen erfolgsbezogenen Beitrag zu seiner Verwirklichung leistet. Diese Voraussetzungen liegen beim Qualitätsvertrag deshalb nicht vor, weil der vertraglich zu realisierende Erfolg ausschließlich durch den Hauptvertrag (Bauvertrag), nicht jedoch durch den "Qualitätsvertrag" definiert wird. Ebenso führt eine Abweichung vom Leistungssoll des Qualitätsvertrages nicht zu einem Mangel des Bauwerks. Auch schuldet der Unternehmer keinen "herzustellenden Erfolg" im Sinne des Qualitätsvertrages, sondern verschafft ihm lediglich das Chancen-Risiko-Verhältnis, bei der Einhaltung der vereinbarten Vorgaben eine zusätzliche Vergütung zu erzielen bzw. bei Nichteinhaltung der vereinbarten Vorgaben einen "Malus" hinzunehmen. Die Einhaltung/Nichteinhaltung der Vorgaben wird daher lediglich auf monetärer Ebene geregelt, ohne dass daraus Gewährleistungsansprüche im Sinne eines (baulichen) Werkvertrages erwachsen.

Auch der Dienstvertrag hat wie der Werkvertrag eine entgeltliche Arbeitsleistung zum Inhalt. Allerdings steht beim Dienstvertrag das bloße Wirken und dabei die Arbeitsleistung als solche im Vordergrund, beim Werkvertrag hingegen die Herbeiführung eines vertraglich vereinbarten (gegenständlichen) Erfolges. Als (reiner) Dienstvertrag wird der vorliegende Qualitätsvertrag ebenfalls nicht anzusehen sein, da die Bestimmung entweder des zusätzlichen Vergütungsanspruchs oder des entstehenden Malus anhand spezifizierter vertraglicher Vorgaben erfolgt und damit anhand einer "gesonderten Leistungsbewertung". Im Ergebnis wird man den Qualitätsvertrag als Vertrag "sui generis" ansehen müssen, der (geringfügig) werkvertragliche Elemente und dienstvertragliche Elemente enthält. Auf diesen Vertrag sind daher die allgemeinen Vorschriften anwendbar, evtl. ergänzt durch die analoge Heranziehung passender Normen für typähnliche Vertragsverhältnisse.

Das Funktionieren des Qualitätsvertrages setzt voraus, dass beide Parteien gemeinsam kooperieren und beidseitig an der ordnungsgemäßen Umsetzung mitwirken. Faktisch setzt das Funktionieren des Qualitätsvertrages daher auch einen funktionierenden Bauvertrag (Hauptvertrag) voraus. Denn es dürfte kaum vorstellbar sein, dass bei Auseinandersetzungen im Rahmen des Bauvertrages (Hauptvertrages) (außergerichtlicher Streitverkehr zwischen den Parteien und deren Anwälten, möglicherweise sogar gerichtliche Auseinandersetzungen) die isolierte Umsetzung des Qualitätsvertrages funktionieren sollte. Daher macht es auch keinen Sinn, alle etwaigen Leistungsstörungen, die im Rahmen des Qualitätsvertrages auftreten können, vertraglich zu regeln. Zielstellung war daher ein kurzes und verständliches Vertragswerk, das sich auf wesentliche Regelungen beschränkt.

Das Bewertungsteam wird durch einen Auftraggebervertreter und durch einen Auftragnehmervertreter besetzt. Es sollte sich jeweils um Personen handeln, die mit den Einzelheiten des Bauvorhabens vertraut sind. Idealerweise einigt man sich bereits im Vorfeld auf die einzubeziehenden Sachverständigen. Sollte dies nicht möglich sein, ist vorgesehen, dass eine neutrale Stelle den oder die maßgeblichen Sachverständigen benennt. Damit entspricht diese Vorgehensweise der oftmals bei Gericht praktizierten Vorgehensweise, wenn eine gemeinsame Einigung auf einen Sachverständigen scheitert.

Dem Sachverständigen kommt damit eine von seiner üblichen Funktion abweichende Tätigkeit zu, da die Regelungen des Qualitätsvertrages isoliert von den Regelungen des Bauvertrages (Hauptvertrages) zur Anwendung gelangen und umzusetzen sind. Die Leistungsbewertung im Rahmen des Qualitätsvertrages richtet sich streng nach den zwischen den Parteien vereinbarten Festlegungen, die in den Anlagen zum Qualitätsvertrag detailliert zu regeln sind.

- Berechnung der Qualitätszahl (Anlage 1)⁸¹
- Berechnung der Qualitätsprämie (Anlage 2)

Mit den Anlagen wurden die Entwicklungen aus dem Kapitel 6 (Bewertungsmodell der Bauqualität) und Kapitel 8 (Prämienbudget und Berechnung der Qualitätsprämie) für die Anwendung in der Praxis formularmäßig aufbereitet.

Die detaillierten Festlegungen in den Vertragsanlagen erleichtern dem Sachverständigen seine durchzuführenden Arbeiten. Zudem vermeiden die klaren und präzisen "Leistungsanforderungen" der Anlagen inhaltliche Differenzen zwischen den Parteien selbst.

Bei Erfüllung der Leistungsvorgaben aus dem Qualitätsvertrag erhält der AN zusätzlich zum vertraglich vereinbarten Werklohn einen zusätzlichen Vergütungsanspruch. Dieser sollte nicht nur aus Vereinfachungsgründen in die Schlussrechnung einbezogen werden. Im umgekehrten Fall ist es ebenso sinnvoll, wenn der AG einen etwaigen Malus von der Schlussrechnung in Abzug bringt. Auch wenn der Qualitätsvertrag und der Hauptvertrag (Bauvertrag) streng voneinander zu trennen sind, wird damit das wirtschaftliche Gesamtergebnis über die Schlussrechnung wieder vereint. Eine andere Vorgehensweise dürfte wenig zielführend sein.

Die Kostenverteilung der auf Basis der Umsetzung des Qualitätsvertrages entstehenden Kosten sollte nicht in einer fixen Quote, sondern - wie vorgesehen - nach dem prozentualen Anteil des jeweiligen Obsiegens/Unterliegens verteilt werden. Andere Festlegungen dürften die Gefahr von unbefriedigenden Ergebnissen nach sich ziehen.

Eine Kündigung des Qualitätsvertrages soll beiden Parteien nur aus wichtigem Grund möglich sein. Zudem dürfte eine (weitere) Durchführung des Qualitätsvertrages keinen Sinn machen, wenn der Hauptvertrag (Bauvertrag) von einer Seite der Parteien wirksam gekündigt wird. Daher ist auch für diesen Fall ein beidseitiges Kündigungsrecht des Qualitätsvertrages vorgesehen. Für die bis dahin entstandenen Kosten gelten die allgemeinen gesetzlichen Regelungen.

Die entsprechende Vereinbarung eines Qualitätsvertrages zwischen dem Auftragnehmer und einem seiner Nachunternehmer (z. B. bei einer GU-Vergabe) ist möglich. In diesem Fall bedarf es einer entsprechenden Modifizierung des Qualitätsvertrages bezogen auf dieses Rechtsverhältnis bzw. einer Vereinbarung zwischen Hauptunternehmer und Nachunternehmer, die die Regelungen des Qualitätsvertrages auch in diesem Rechtsverhältnis für entsprechend anwendbar erklären. Dabei sind die Bewertungsmaßstäbe speziell im Hinblick auf das Nachunternehmerverhältnis zu detaillieren/anzupassen.

⁸¹ In Anlage B des Forschungsberichts enthalten

Qualitätsvertrag (Mustervertrag)

Vereinbarung über die Berechnung und Zahlung einer Qualitätsprämie im Rahmen der Abwicklung eines Bauvertrags.

Ergänzende Vereinbarung zum Bauvertrag vom

zwischen dem Auftraggeber (AG)

und dem Auftragnehmer (AN):

zur Baumaßnahme:

§ 1 Vertragsgegenstand und Zweck

Der vorliegenden Vertrag regelt das Verfahren der Qualitätsbewertung in der Bauphase (vor Bauabnahme nach § 12 VOB/B), die Berechnung einer Qualitätsprämie sowie die damit zusammenhängenden Modalitäten und Pflichten von AG und AN.

Durch den Vertrag sollen die Bemühungen des AN um eine vorausschauende Qualitätssicherung bez. der nach dem Bauvertrag zu erbringenden Bauleistungen unterstützt und honoriert werden.

§ 2 Allgemeine Kooperationsverpflichtung

AG und AN verpflichten sich gegenseitig zur Unterstützung bei der Durchführung aller nach dem vorliegenden Qualitätsvertrag notwendigen Maßnahmen zur Bewertung der Bauqualität bzw. zur Berechnung der Qualitätsprämie. Die Vertragsparteien sagen zu, diese Maßnahmen zügig und in vertrauensvoller sowie transparenter Weise durchzuführen. Für die Qualitätsbewertung notwendige Informationen werden von AG und AN bereit gestellt.

Auftraggeber und Auftragnehmer sagen zu, ihre Erfüllungsgehilfen, Nachunternehmer und Lieferanten zur ggf. notwendigen Unterstützung bei der Qualitätsbewertung zu verpflichten, z.B. durch Herausgabe von Berechnungen, technische Informationen über verwendete Bauprodukte oder Verarbeitungsrichtlinien.

Über die Ergebnisse der Qualitätsaufnahmen haben die Mitglieder des Bewertungsteams Stillschweigen zu bewahren.

§ 3 Mitglieder und Aufgaben des Bewertungsteams

Folgende Personen sind Mitglied des Bewertungsteams:

(1) Für den Auftraggeber:,
....., als Vertreter.

(2) Für den Auftragnehmer:
....., als Vertreter.

sowie folgende Sachverständige, die nach den Bestimmungen des § 4 benannt und an der Qualitätsbewertung nach dem vorliegenden Vertrag beteiligt werden.

(3) Sachverständige:,
.....,
....., als Vertreter.

(4) AG und AN obliegen einzeln und / oder gemeinschaftlich alle Maßnahmen zur Planung und Durchführung der Qualitätsbewertung sowie die Bereitstellung der hierfür erforderlichen Hilfsmittel.

§ 4 Benennung der Sachverständigen

Sofern für die Qualitätsbewertung Sachverständige eingeschaltet werden, erfolgt deren Benennung durch AG und AN gemeinschaftlich. Kommt über die Benennung der Sachverständigen keine Einigung zu Stande, werden diese aus der Liste der IHK-Sachverständigen von der zuständigen IHK ausgewählt, deren Sitz dem Ort der Baustelle am nächsten liegt.

Es sind nach den fachlichen Anforderungen öffentlich bestellte und vereidigte Sachverständige aus den Bestellsgebieten „Schäden an Gebäuden“ und „Heizungs-, Klima- und Lüftungstechnik“, „Sanitärtechnik“ und „Elektrotechnische Anlagen und Geräte“ oder sonstigen einschlägigen Bestellsgebieten auszuwählen.

§ 5 Bewertungsmodus

Die Mitglieder des Bewertungsteams sind sich darüber im Klaren, dass aus Gründen der Verhältnismäßigkeit des mit der Qualitätsbewertung verbundenen Aufwands zum Vertragszweck nicht alle Leistungen bzw. Bauteile bewertet werden sollen. Die zu bewertenden Leistungen bzw. Bauteile (ggf. auch in unfertigem Zustand) werden von den Mitgliedern des Bewertungsteams vor Beginn ihrer inhaltlichen Tätigkeit gemeinschaftlich festgelegt.

Außerdem sollen diese Bewertungsgegenstände nicht nach allen technischen Aspekten beurteilt werden, sondern ausschließlich nach den folgenden sog. Funktionskomplexen (durch ☒ zu kennzeichnen).

- | | | |
|-----|---------------------------|--------------------------|
| 1. | Nutzungsdauer | <input type="checkbox"/> |
| 2. | Nutzungskosten | <input type="checkbox"/> |
| 3. | Standicherheit | <input type="checkbox"/> |
| 4. | Brandschutz | <input type="checkbox"/> |
| 5. | Schallschutz | <input type="checkbox"/> |
| 6. | Wärmeschutz | <input type="checkbox"/> |
| 7. | Feuchteschutz | <input type="checkbox"/> |
| 8. | Optik | <input type="checkbox"/> |
| 9. | Sicherheit und Gesundheit | <input type="checkbox"/> |
| 10. | Sonstiges | <input type="checkbox"/> |

Für den Funktionskomplex Nr. 10 „Sonstiges“ wird als Beurteilungskriterium festgelegt:

.....

Die Leistungsbewertung erfolgt auf Grundlage der Zahl der Defizite, die Leistungen bzw. Bauteile nach ihrem aktuellen Zustand bei der Qualitätsaufnahmen in Bezug auf die vorstehend ausgewählten Funktionskomplexe haben.

Auch Verarbeitungsfehler sind als Defizite zu zählen, unabhängig davon, ob hiermit eine nachteilige Änderung einer technischen Bauteil- oder Baustoffeigenschaft verbunden ist.

Die Leistungsbewertung richtet sich nach Anlage 1 zu diesem Vertrag.

§ 6 Qualitätsaufnahme

Die Zählung der Defizite erfolgt im Rahmen von Qualitätsaufnahmen auf der Baustelle.

Die Qualitätsaufnahmen erfolgen in folgendem Turnus:

- | | | |
|-----------------|--------------------------|--------------------------|
| monatlich | <input type="checkbox"/> | |
| gem. Terminplan | <input type="checkbox"/> | (Anlage ... zum Vertrag) |

Zu den Qualitätsaufnahmen erhalten die Mitglieder des Bewertungsteams jeweils mit einem Vorlauf von mindestens 10 Kalendertagen eine separate Einladung, die im Regelfall durch den AG erfolgt.

Die letzte Qualitätsaufnahme erfolgt vor Abnahme der Bauleistungen nach § 12 VOB/B.

§ 7 Aufgaben der Sachverständigen

Die Aufgabe der Sachverständigen besteht in der Zählung der Defizite im Rahmen der Qualitätsaufnahmen sowie der Berechnung der Qualitätszahl gem. Anlage 1 zu diesem Vertrag.

Es bleibt den Sachverständigen überlassen, die Bewertung der Leistungen bzw. Bauteile nach fachlicher Zuständigkeit getrennt vorzunehmen.

Die Ergebnisse der Qualitätsaufnahmen sind den Mitgliedern des Bewertungsteams spätestens 14 Tage nach dem Aufnahmetermin bzw. spätestens 7 Tage vor der darauf folgenden Qualitätsaufnahme mitzuteilen.

Über Einsprüche zur Berechnung der Qualitätszahl entscheiden die Sachverständigen nach eigenem Ermessen. Ist zu erkennen, dass sich die Qualitätszahl durch Einsprüche um nicht mehr als % verändert, ist keine Neuberechnung erforderlich.

§ 8 Prämienbudget: maximaler Bonus und maximaler Malus

Das Prämienbudget als maximaler Bonus beträgt:

..... % der Auftragssumme nach dem Bauvertrag
bzw. € unabhängig von der Bausumme

Der maximale Malus bei Nicht-Erreichen der unteren Grenze der Qualitätszahl beträgt:

..... % der Auftragssumme nach dem Bauvertrag
bzw. € unabhängig von der Bausumme

§ 9 Berechnung der Qualitätsprämie

Die Berechnung der Qualitätsprämie erfolgt durch den AG und richtet sich nach Anlage 2 zu diesem Vertrag.

Die Berechnung der Qualitätsprämie erfolgt in einem angemessenen Zeitraum nach Durchführung der letzten Qualitätsaufnahme und wird allen Mitgliedern des Bewertungsteams zugestellt.

Einsprüche gegen die Berechnung der Qualitätsprämie sind innerhalb einer Frist von 20 Tagen gegenüber dem Bewertungsteam mitzuteilen. Bleiben auch nach einer eventuellen Korrektur weiterhin Einsprüche bestehen, gilt § 12.

§ 10 Zahlungsmodalitäten zur Qualitätsprämie

Ein etwaiger Bonus wird zzgl. der Umsatzsteuer in gesetzlicher Höhe ausgezahlt. Die Auszahlung erfolgt Wochen nach Übersendung einer prüffähigen Schlussrechnung durch den Auftragnehmer. Ein etwaiger Malus wird durch den AG von den dem AN zustehenden Vergütungsansprüchen in Abzug gebracht.

§ 11 Kosten der Vertragsdurchführung

Die Kosten für die Beteiligung des Sachverständigen/der Sachverständigen nach § 3 Abs. 3 und § 12 tragen die Parteien zunächst gemeinsam. Beide Parteien verpflichten sich, die erforderlichen Vorschüsse für den oder die Sachverständigen gemeinschaftlich zu tragen. Die endgültige Kostenverteilung richtet sich nach dem jeweiligen Obsiegen/Unterliegen entsprechend der vorstehenden Bonus-/Malus-Regelung. Alle übrigen Kosten tragen die Parteien für sich.

§ 12 Schiedsvereinbarung

Die Vertragsparteien versichern sich gegenseitig ihrer Bereitschaft, unterschiedliche Auffassungen zu den vertraglichen Verpflichtungen einvernehmlich regeln zu wollen. Hierzu sind sie verpflichtet, den eigenen Standpunkt nachvollziehbar zu begründen. Sollte zu der Berechnung der Qualitätsprämie (Bonus/Malus) kein Einvernehmen zwischen den Parteien herzustellen sein, werden sich die Parteien auf einen der in § 3 Abs. 3 genannten Sachverständigen als Schiedsgutachter einigen. Kommt eine Einigung auf einen Schiedsgutachter nicht zustande, soll Schiedsgutachter der Sachverständige mit der längsten Berufserfahrung sein. Bei Streitigkeiten darüber entscheidet die zuständige IHK gemäß § 4.

§ 13 Kündigung

Der vorliegende Vertrag kann von beiden Parteien nur aus wichtigem Grund gekündigt werden. Zudem haben beide Parteien ein Kündigungsrecht, wenn der zwischen den Parteien zugrunde liegende Bauvertrag (Hauptvertrag) von einer der Parteien wirksam gekündigt wird. In den Fällen der Kündigung des Hauptvertrages sind die Regelungen des Qualitätsvertrages hinfällig; die bis dahin entstandenen Kosten werden gegeneinander aufgehoben.

.....
(Ort / Datum)

.....
(Auftraggeber)

.....
(Auftragnehmer)

9.2 Sachverständigenvertrag

Ausgangspunkt der Tätigkeit des Sachverständigen ist der Qualitätsvertrag sowie insbesondere die diesem Vertrag zu Grunde liegenden Anlagen. Auf Basis dieser konkreten Vorgaben hat der Sachverständige oder haben die Sachverständigen ihre Tätigkeiten abzubilden. Der Beurteilungsspielraum ist daher auf die konkret zu beantwortenden Fragestellungen/Bewertungskriterien („Defizit“ oder „keine Defizit“) beschränkt. Die vertraglichen Regelungen über solche Leistungen sind als Werkvertrag anzusehen.

Der oder die Sachverständigen sollten von Auftraggeber und Auftragnehmer gemeinsam beauftragt werden. Denn nur dadurch ist zunächst sichergestellt, dass der Sachverständige nicht „im Auftrag einer Partei“ arbeitet, sondern die Parteien gemeinsam Auftraggeber des Sachverständigen sind. Dementsprechend sind Vorschüsse, die der Sachverständige anfordert, zunächst hälftig von den Parteien gemeinsam zu tragen. Dies sichert gleichermaßen die Vergütung für den Sachverständigen im Vorfeld. Denn erfahrungsgemäß lässt die Zahlungsbereitschaft derjenigen Partei, die nach den gutachterlichen Feststellungen im Ergebnis schlechter abschneidet, merklich nach.

In dem Sachverständigenvertrag sollte sinnvollerweise auch die Verpflichtung des Sachverständigen geregelt werden, notfalls als Schiedsgutachter im Sinne von § 12 des Qualitätsvertrages tätig zu werden. Sollte es wider Erwarten zwischen den Parteien des Qualitätsvertrages zu inhaltlichen Auseinandersetzungen über das abschließende Wertungsergebnis geben, sieht der Qualitätsvertrag eine Schiedsgutachterklausel vor. Sinnvollerweise sollte als Schiedsgutachter im Sinne von § 12 des Qualitätsvertrages jemand tätig werden, der mit der Angelegenheit vorbefasst ist. Jede andere Lösung würde zu weiteren, voraussichtlich unnötigen Kosten führen. Aus Gründen der inhaltlichen Vorbefassung als auch aus wirtschaftlichen Gründen spricht daher vieles dafür, einen Sachverständigen als Schiedsgutachter vorzusehen, der mit den Einzelheiten des Projektes bereits vertraut ist.

Zudem dürften die Streitpunkte zwischen den Parteien auf technischer Ebene bzw. auf der Bewertungsebene von technischen Fragestellungen anhand der Bewertungskriterien angesiedelt sein. Auch dies spricht dafür, als Schiedsgutachter einen Sachverständigen zu benennen.

Die Tätigkeit des Schiedsgutachters soll grundsätzlich zu einem endgültigen Rechtsfrieden zwischen den Parteien führen. Zielstellung ist daher eine zeitlich kurzfristige und inhaltlich abschließende Begutachtung des Schiedsgutachters. Allerdings wäre es unbillig, die unterlegene Partei an das Schiedsgutachterergebnis zu binden, wenn dessen Bewertung erhebliche Fehler zu Grunde liegen. Für den Fall, dass das Ergebnis des Schiedsgutachters von sachfremden Erwägungen getragen oder in sonstiger Art und Weise für eine Partei „unbillig“, scheidet eine Bindungswirkung an dieses „falsche Gutachtenergebnis“ aus. Diese Regelung stellt daher eine Art „Hintertür“ für die unterlegene Partei dar, wenn die vorgenannten Voraussetzungen vorliegen. Hierzu kann auf die einschlägige Rechtsprechung und Literatur zu § 315 BGB analog verwiesen wer-

den, so dass etwaige in Betracht kommende Streitigkeiten dazu anhand der hierzu existenten Rechtsprechung und Literatur bewertet werden können.

Denkbar wäre auch eine Regelung, dass die Feststellungen des Schiedsgutachters in jedem Fall bindend sind. Da die unterlegene Partei dann jedoch möglicherweise auch erhebliche Fehler des Schiedsgutachters nicht mehr korrigieren könnte, spricht vieles dafür, die Bindungswirkung nur auf solche Fallgestaltungen zu erstrecken, in denen das Schiedsgutachtenergebnis zumindest im Wesentlichen tragfähig ist.

Es ist sachgerecht, die endgültigen Kosten der Tätigkeit des oder der Sachverständigen sowie die Kosten eines etwaigen Schiedsgutachters den Parteien im Verhältnis des jeweiligen Obsiegens/Unterliegens aufzuerlegen. Ansonsten hätte eine Partei möglicherweise nicht unerhebliche Sachverständigenkosten zu tragen, auch wenn sie sich im vollständigem Einklang mit dem Qualitätsvertrag bzw. den diesem zu Grunde liegenden Qualitäts- und Bewertungskriterien befindet. Es ist daher sachgerecht, diese Kosten anteilig nach Obsiegen/Unterliegen aufzuteilen.

Da mit den Tätigkeiten des Sachverständigen auf Basis des Qualitätsvertrages in gewisser Hinsicht „Neuland“ betreten wird, ist die rechtliche Einschätzung des Qualitätsvertrages sowie des darauf beruhenden Sachverständigenvertrages mit gewissen Unsicherheiten versehen. Daher sollten die Parteien die Verjährung etwaiger Ansprüche sicherheitshalber regeln, um damit verbundene Streitigkeiten hinsichtlich der rechtlichen Qualifizierung des Vertragsverhältnisses und der damit verbundenen Verjährungsfristen sinnvollerweise von vornherein zu verhindern.

Sachverständigenvertrag (Mustervertrag)

zwischen - nachfolgend Auftraggeber (AG)
genannt,

und der

Firma - nachfolgend Auftragnehmer (AN) genannt,

und dem

Sachverständigen - nachfolgend Sachverständiger (SV)
genannt.

Präambel

AG und AN sind durch den Qualitätsvertrag vom miteinander verbunden. Dieser Vertrag soll eine vorausschauende Qualitätsbewertung auf Basis der zwischen den Parteien vereinbarten Bewertungskriterien sicherstellen. Bei Erfüllung der zwischen AG und AN festgelegten erfolgt ein Bonus-/Malus als Qualitätsvergütung. Vor diesem Hintergrund schließen die Parteien die nachfolgenden Regelungen.

1

AG und AN beauftragen den SV gemeinsam. Vorschüsse, die der SV anfordert, werden zunächst hälftig von den Parteien getragen. Der SV ist verpflichtet, diese Vorschüsse zu spezifizieren und in angemessenen Grenzen zu halten.

2

Der SV soll auf Basis der vertraglichen Regelungen der Parteien als Sachverständiger gemäß § 3 Abs. 3 des Qualitätsvertrages tätig werden. Auf dieser Basis hat der Sachverständige die zwischen den Parteien vereinbarten Regelungen zu beachten und an der Bewertung für das vereinbarte Bonus-/Malus-System mitzuwirken.

3

Kommt eine Einigung des Bewertungsteams über die Höhe des Bonus/Malus nicht einvernehmlich zustande, erklärt der Sachverständige gleichermaßen seine Bereitschaft, als Schiedsgutachter im Sinne von § 12 des Qualitätsvertrages tätig zu werden.

Die Feststellungen des SV als Schiedsgutachter im Sinne von § 12 des Qualitätsvertrages haben Bindungswirkung für beide Parteien, es sei denn, das Schiedsergebnis des Sachverständigen ist von sachfremden Erwägungen getragen oder offensichtlich unbillig (§ 315 BGB analog).

4

Die endgültigen Kosten der Beauftragung des SV zahlen die Parteien im Verhältnis zu ihrem Obsiegen / Unterliegen.

5

Die Tätigkeit des Sachverständigen wird auf Stundenbasis in Höhe von € netto zuzüglich gesetzlicher Umsatzsteuer vergütet. Der SV ist verpflichtet, seine gesamten Tätigkeiten detailliert und prüffähig abzurechnen, sodass die Parteien in die Lage versetzt werden, die Angemessenheit der Rechnungshöhe zu überprüfen.

6

Vor Beginn seiner Tätigkeit hat der Sachverständige gegenüber den Parteien nachzuweisen, dass eine branchenübliche Haftpflichtversicherung mit einer Mindestdeckungssumme pro Kalenderjahr von mind. 1,0 Mio. € besteht; zweifach maximiert pro Kalenderjahr. Der SV ist verpflichtet, diese Haftpflichtversicherung für die Dauer seiner Tätigkeit vorzuhalten.

7

Etwaige Ansprüche der Parteien gegen den SV verjähren frühestens drei Jahre nach Abschluss seiner Tätigkeit im Sinne des Qualitätsvertrages beziehungsweise frühestens drei Jahre nach Abschluss seiner Tätigkeit als Schiedsgutachter gemäß § 12 des Qualitätsvertrages.

_____, den _____
(Ort/Datum)

(AG)

(AN)

(SV)

10 Anwendung des Qualitäts-Anreizsystems (Organisationskonzept)

10.1 Voraussetzungen für die Anwendung des Qualitätssystems

Voraussetzung 1: Qualitätsmotivation der Beteiligten

Grundlegende Voraussetzung für die Anwendung eines Qualitäts-Prämiensystems ist die intrinsische Motivation der Beteiligten, eine Verbesserung der Qualität herbeizuführen (s. Kap. 3). Entscheidend hierfür ist das Interesse an der Qualität selbst, nicht aber die Aussicht auf Erhalt einer zusätzlichen Vergütung, z.B. in Form der Qualitätsprämie. Die Bereitschaft zur Anwendung eines verbindlichen Qualitätssystems, so wie dieses im Rahmen des Forschungsprojektes entwickelt wurde, darf nicht durch ein kompliziertes oder intransparentes Bewertungssystem, einen hohen Aufwand oder ein Seite begünstigende Bedingungen untergraben werden. Damit das Qualitätssystem selbst keinen Hindernisgrund der Anwendung darstellt, ist dieses möglichst einfach und für beide Seiten gerecht zu gestalten. Speziell in der Einführungsphase eines neuartigen Qualitätssystems wird die Einfachheit des Systems ein wichtiger Punkt bei den Einsatzüberlegungen sein.

Voraussetzung 2: Organisatorische Bedingungen des Projekts

Die organisatorischen Bedingungen des Projekts müssen derart gestaltet sein, dass beiden Projektpartnern eine Anwendung eines Qualitäts-Prämiensystems möglich ist bzw. von diesen als sinnvoll angesehen wird. Bez. des Verhältnisses von Auftraggeber und Auftragnehmer als Partner des kooperativen Modells der Qualitätsbewertung ist hierzu ein vertrauensvolles Verhältnis erforderlich. Jeder Vertragspartner muss für sich sicher sein, dass die jeweils andere Seite, das Qualitätsprämiensystem nicht wegen vordergründiger eigenwirtschaftlicher Vorteile, sondern wegen der Qualitätsverbesserung an sich anwenden möchte. Um anders lautende Vermutungen auszuschließen, sollte die Qualitätsprämie deswegen auch keinen höheren Anteil an den Baukosten ausmachen (nach Kap. 8 ca. 2 – 5 %). Je höher die vereinbarte Qualitätsprämie ist und desto weniger bewertungsrelevante Objekte zur Qualitätsbeurteilung gehören, desto eher wird man sich über das Bestehen von Defiziten bei der Anwendung des Qualitätssystems streiten.

Das vertrauensvolle Verhältnis und das Fehlen wirtschaftlicher Interessen als wichtige organisatorische Voraussetzung für ein funktionierendes Qualitäts-Prämiensystem würden z.B. demonstrativ dadurch belegt, dass man das System ohne monetäre Prämie, aber mit gewissen Zusagen bez. einer Zusammenarbeit bei späteren Projekten vereinbart. Diese Möglichkeit besteht bei Auftraggebern, die ständig Baumaßnahmen durchführen, Rahmenverträge abschließen oder eine größere oder längerfristige Maßnahme in mehreren zeitlich und organisatorisch getrennten Bauabschnitten abwickeln.

Das Qualitätssystem stellt in der entwickelten Form ein neues und zusätzliches Instrument der Projektorganisation dar. Es muss von den Partnern des Qualitätsvertrags ak-

zeptiert werden, dass hiermit auch ein gewisser zeitlicher Mehraufwand verbunden ist. Es stellt eine organisatorische Grundvoraussetzung dar, dass dieser zusätzliche Zeitaufwand bei der Projektplanung berücksichtigt werden muss. Die Ausschreibungs- und Vergabephase von Projekten ist daher unter Berücksichtigung der notwendigen Maßnahmen zur Vorbereitung und vertraglichen Vereinbarung des Qualitätssystems zu planen.

Voraussetzung 3: Qualitätszahl und bewertungsrelevante Objekte

Neu entwickelte Organisationssysteme müssen grundsätzlich in der Praxis evaluiert und auf die gegebenen, spezifischen Anforderungen angepasst werden. Erst durch die Praxisanwendung wird die tatsächliche Eignung eines Organisationssystems nachgewiesen. Es stellt einen Konflikt beim anfänglichen Einsatz des entwickelten Qualitätssystems dar, dass einerseits Qualitätszahlen als Variablen der Prämienberechnung (s. Kap. 8) sowie die bewertungsrelevanten Objekte (s. Kap. 4) vorab im Qualitätsvertrag vereinbart werden müssen, andererseits aber aktuell keine entsprechenden Erfahrungswerte vorliegen. Die Ergebnisse aus den Anwendungen des Qualitätsprämiensystems stellen dabei die Voraussetzung für die Anwendung dar.

Bez. der bewertungsrelevanten Objekte ist dieser Konflikt in der Praxis nicht relevant, da die Objekte nicht nach objektiven bzw. allgemeingültigen Erkenntnissen festgelegt werden müssen, sondern sich auch nach dem individuellen „Qualitätsfokus“ des Initiators des Qualitätssystems - im Normalfall der Auftraggeber – richten können. Der Auftraggeber wird erwartungsgemäß seinen eigenen Qualitätsschwerpunkten sogar größere Bedeutung beimessen, als Statistiken zu Baufehlern aus Fremdprojekten.

Ein maßgebliches Problem stellt dagegen der Konflikt bez. der Qualitätszahl dar (Abb. 10.1-1). Selbst wenn Auftragnehmer die Bauqualität ihrer Eigenleistungen und auch die Leistungen der Nachunternehmer im Schlüsselfertigbau intensiv auswerten und dokumentieren, kann ein Auftraggeber dies nicht einfach als Grundlage für die Festlegung der Qualitätszahl für die Prämienberechnung übernehmen, da die zu Grunde liegenden Daten für Dritte nicht prüfbar sind. Außerdem kann das Niveau der erreichten Qualitätszahl nicht „normalisiert“ werden. Es muss ausgeschlossen werden, dass ein Auftragnehmer mit einer hohen Zahl an früheren Baufehlern eine zu niedrige Qualitätszahl als Zielwert des Prämiensystems erhält und ein Auftragnehmer mit einer niedrigen Zahl eine zu hohe Qualitätszahl.

Bei der anfänglichen Erprobung des entwickelten Qualitätssystems ist der Konflikt bez. der Qualitätszahl systemimmanent. Dieser ist nur dann auflösbar, wenn man das Modell der Qualitätsbewertung für eine gewisse Zeit von der vertraglichen Vereinbarung trennt. Letzteres bedeutet, dass man zunächst die Qualitätsbewertung, d.h. die Ermittlung der Qualitätszahl ohne Qualitätsvertrag bzw. ohne Prämie einsetzen muss. Hierdurch gewinnt ein Auftraggeber „Ist-Werte“ der Qualitätszahlen, für die er dann auf

Grundlage der festgestellten Varianz die kennzeichnenden Qualitätszahlen der Prämienfunktion bei späteren Projekten festlegen kann.⁸²⁾

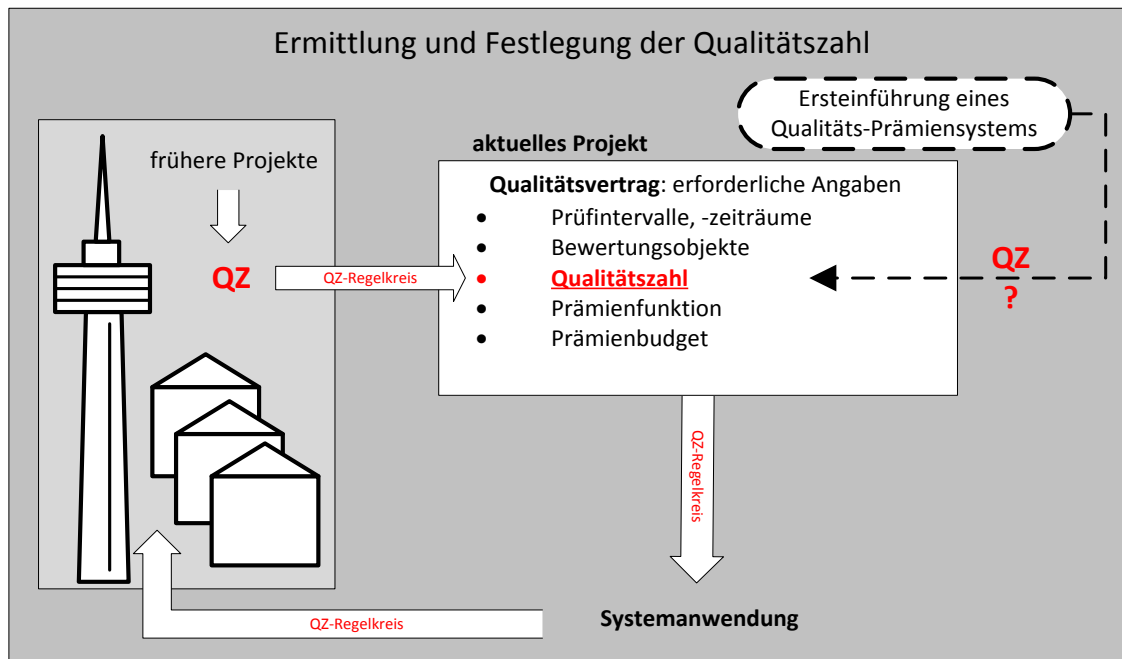


Abb. 10.1-1: Konflikt bei der erstmaligen Festlegung der Qualitätszahl

Man kann davon ausgehen, dass die Anwender eines Qualitäts-Prämiensystems aus Gründen der Beschränkung des Aufwands, die Qualitätsbewertungen nur für wenige aber wichtige Merkmale der Bauqualität vornehmen werden. Folglich können Personen oder Institutionen, die häufiger Baumaßnahmen vergeben, in relativ kurzer Zeit die sich passende Erfahrungswerte zur Qualitätszahl sammeln. Danach – in einer zweiten Phase – kann man mit diesen Erfahrungswerten den Qualitätsvertrag konkret vereinbaren.

10.2 Organisation des Qualitäts-Prämiensystems

Die Anwendung eines Qualitäts-Prämiensystems bedarf der sorgfältigen Vorbereitung, damit hierdurch die Abwicklung des Bauprojekts in technisch-konstruktiver Hinsicht nicht behindert wird. Im Einzelnen sind die in Abb. 10.2-1 dargestellten Aufgaben zu erledigen.

⁸²⁾ Die Qualitätszahlen der Prämienfunktion sind Quantile der statistischen Verteilungskurve.

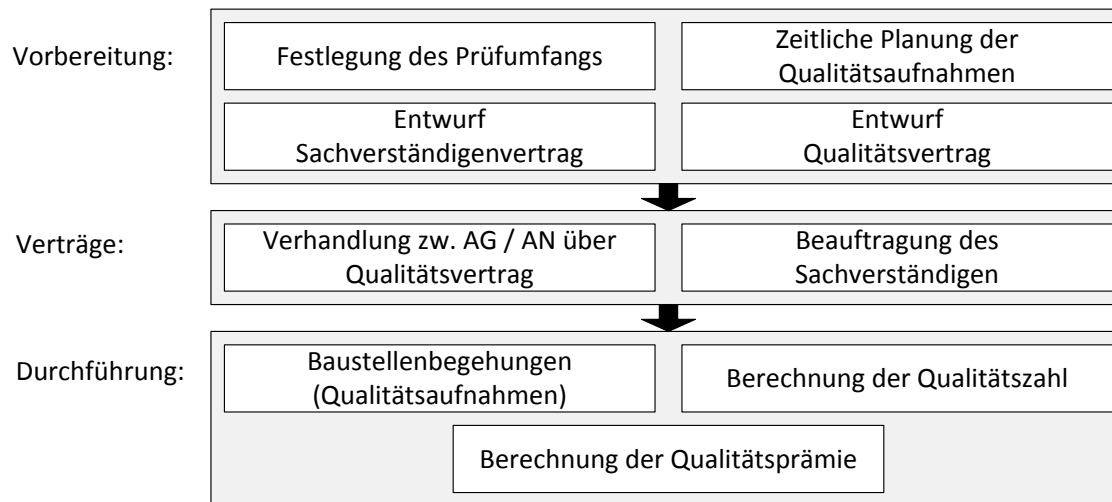


Abb. 10.2-1: Aufgaben bei der Anwendung eines Qualitätsprämienystems

Die Aufgaben im Rahmen der Anwendung des Qualitäts-Prämienystems lassen sich nach den Bereichen „Vorbereitung“, „Vertrag“ und „Durchführung“ unterscheiden. Diesen Aufgaben vorgeschaltet ist die Entscheidung, ob ein Qualitäts-Prämienystem zur Anwendung kommen soll. Grundsätzlich könnten Auftraggeber und Auftragnehmer diese Entscheidung jeweils für sich treffen, der Projektablauf erfordert jedoch, dass sich der Auftraggeber - als Projektinitiator – aus den folgenden Gründen als Erster mit der Frage der Anwendung des Qualitätssystems beschäftigt.

1. Im Normalfall steht bei der Projektvorbereitung der Auftragnehmer noch nicht fest, daher kann dieser zu seiner Bereitschaft zur Anwendung eines Qualitätssystems nicht befragt werden (Ausnahme: Construction-Management-Modelle - CM).
2. Soll die Anwendung des Qualitätssystems als Vertragsbedingung gelten, muss dies in den Ausschreibungsunterlagen erwähnt werden. Die hierzu gehörenden Angaben können nur vom Auftraggeber gemacht werden.

Im Zusammenhang mit der Grundsatzentscheidung über die Anwendung des Qualitätssystems ist der Bewertungsumfang zu sehen; konkret betrifft das die Festlegung der Prüfgegenstände und qualitätskritischen Leistungen (bewertungsrelevante Prüfobjekte nach Kap. 4) und die Qualitätseinheiten (Kapitel 3.4). Man kann davon ausgehen, dass der normale Bauherr hierfür den Rat und die Hilfe eines Baufachmanns benötigt.

Es ist sinnvoll, den Bewertungsumfang formularmäßig zu dokumentieren Bsp. 10.2-1, da eine solche Aufstellung für die Abfassung des Qualitätsvertrags und Sachverständigenvertrags von Nutzen ist.

Zusätzlich können in die Dokumentation auch Vorgaben zu den Prüf- und Messverfahren für die Prüfobjekte festgelegt werden. Generell ist jedoch zu empfehlen, hierzu die Meinung des Sachverständigen einzuholen, der die spätere Defizitfeststellung durch-

führt. Gleiches gilt für die Festlegung der sog. Aufnahmedichte (s. Anlage A: Glossar), also der Zahl der auf die Bauzeit bezogenen Qualitätsbewertungen.

Bsp. 10.2-1 zeigt, dass sich der Bewertungsumfang aus der Zahl der Bewertungsobjekte, den Qualitätseinheiten und den betroffenen Funktionskomplexen zusammensetzt. Diese Größen bestimmen den Aufwand der Anwendung des Qualitäts-Prämiensystems. Bez. der Bewertungsobjekte sollte man sich auf die wichtigsten, qualitätskritischen Leistungen beschränken. Einerseits werden hierdurch die Kosten der Systemanwendung gering gehalten, andererseits verbessert man so die Transparenz und fördert die Bereitschaft zur Anwendung des Qualitätssystems.

Formular: Qualitäts-Prämiensystem -Bewertungsumfang

Projekt: Demoprojekt Whs.-Jägerallee
 Auftraggeber: Bert Bauer

Stand: 01.05.2013

BRI [m3]: 8500 m3

Bewertungszeitraum [W]: 52 W

Lfd.Nr.	Objekt:	Typ		Qualitätseinheit festgestellter Defizite [/]	Bewertung bez. Funktionskomplex:												
		Bauteil	Prozess		Nutzungsdauer	Nutzungskosten	Standisicherheit	Brandschutz	Schallschutz	Wärmeschutz	Feuchteschutz	Optik	SiGe	Sonstiges			
1	Verdichtung Baugruben-Arbeitsräume im Bereich Terrassen u. Zugänge.		<input checked="" type="checkbox"/>	Stck.Terrasse / Zugang		<input checked="" type="checkbox"/>											
2	Fugenband Kellersohle	<input checked="" type="checkbox"/>		5 m Bandabschnitt						<input checked="" type="checkbox"/>							
3	Betonüberdeckung Kellerwand	<input checked="" type="checkbox"/>		5 m Wandabschnitt						<input checked="" type="checkbox"/>							
4	Oberfläche befahrbare Betonsohle Tiefgarage	<input checked="" type="checkbox"/>		2x2 m Rasterfläche	<input checked="" type="checkbox"/>						<input checked="" type="checkbox"/>						
5	Horizontalsperre Außenwand	<input checked="" type="checkbox"/>		5 m Wandabschnitt							<input checked="" type="checkbox"/>						
6	Fugen Fertigteiltreppen	<input checked="" type="checkbox"/>		Stck. Fuge							<input checked="" type="checkbox"/>						
7	Oberputz WDVS	<input checked="" type="checkbox"/>		2x2 m Rasterfläche	<input checked="" type="checkbox"/>						<input checked="" type="checkbox"/>						
8	Wand- / Deckendurchführungen von TGA-Leitungen	<input checked="" type="checkbox"/>		Stck.						<input checked="" type="checkbox"/>							
9	Gefüge Dämmung WDVS	<input checked="" type="checkbox"/>		2x2 m Rasterfläche							<input checked="" type="checkbox"/>						
10	Dampfsperre Dachkonstruktion	<input checked="" type="checkbox"/>		Stck.							<input checked="" type="checkbox"/>						
11	Luftdichtigkeit Gebäude	<input checked="" type="checkbox"/>		Stck. Leckstellen						<input checked="" type="checkbox"/>							
12	Baufeuchte	<input checked="" type="checkbox"/>		Raum													<input checked="" type="checkbox"/>
13	Baureinigung	<input checked="" type="checkbox"/>		Raum													<input checked="" type="checkbox"/>
14	Baustelleneinrichtung	<input checked="" type="checkbox"/>		Stck. SiGe-Defizite													<input checked="" type="checkbox"/>

Aufgestellt von:

Datum:

Freigabe Unterschrift:

Bsp. 10.2-1: Formular zur Festlegung des Bewertungsumfangs

Ein wichtiger Punkt bei der Anwendung des Qualitätssystems stellt die zeitliche Planung der Qualitätsaufnahmen dar (Begehungsplanung). Die Bedeutung ergibt sich einerseits aus dem Zustand der Prüfgegenstände selbst, andererseits - in organisatorischer Hinsicht – aus der Notwendigkeit, dass an den Qualitätsaufnahmen die Partner des Qualitätsvertrags und der Sachverständige teilnehmen sollen. Die Koordination der Beteiligten wird durch die frühzeitige Begehungsplanung erleichtert.

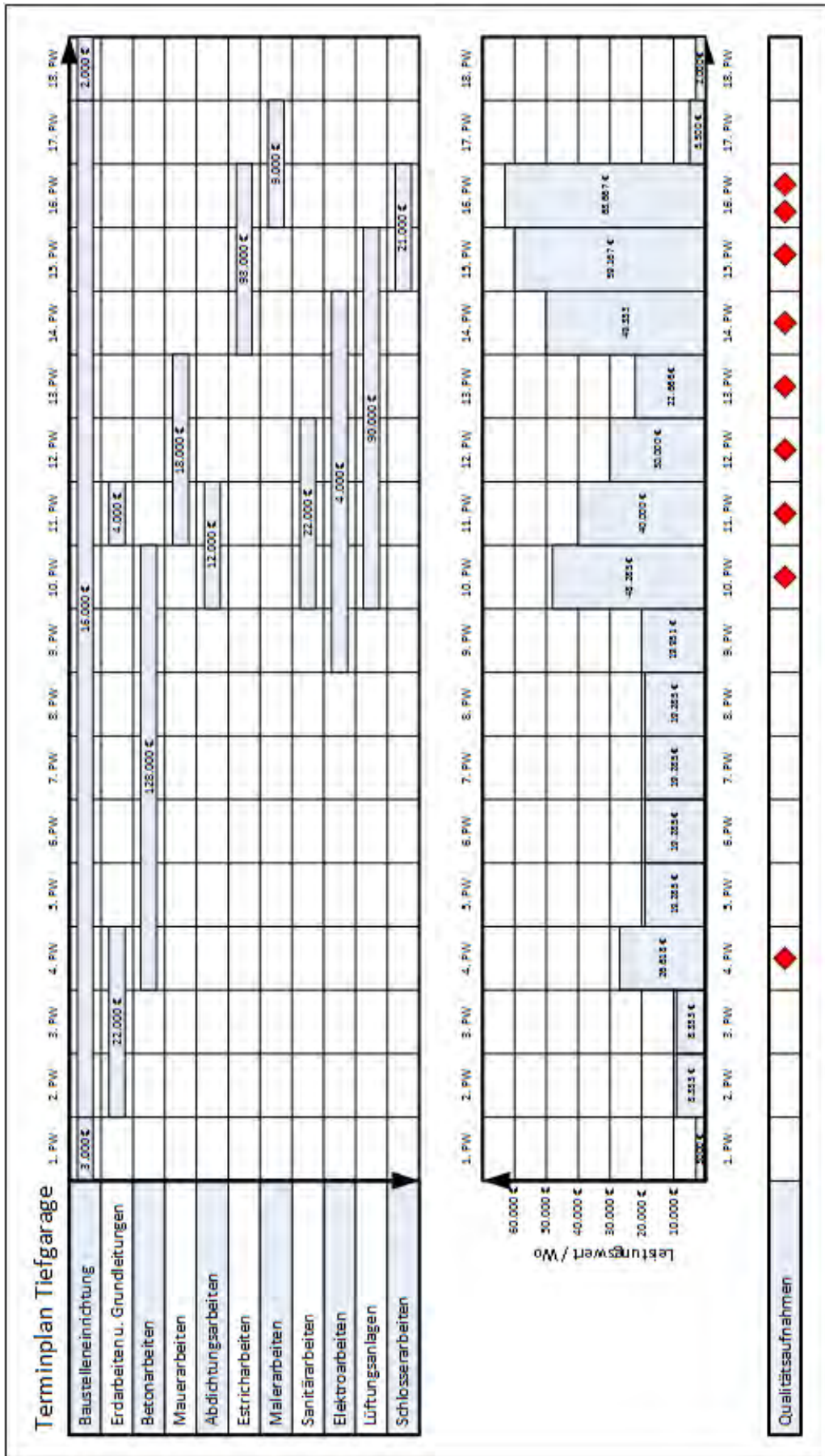
Die Prüfzeitpunkte sind unter Berücksichtigung der Intensität der Bauarbeiten und deren Wichtigkeit bezüglich der Erfüllung der funktionalen Anforderungen festzulegen. Folgende Möglichkeiten kommen für die Prüfzeitpunkte in Betracht:

1. fixe Zeitintervalle
(bspw. wöchentlich, alle 4 Wochen, ...).
2. Teilfertigstellungstermine von Leistungsgruppen
(bspw. „Gewerk Maurerarbeiten“).
3. Einzeltermine wichtiger Arbeitsabschnitte
(z.B. „Termin Baugrubenverfüllung“).

Es liegt nahe, die Qualitätsaufnahmen mit einheitlichen – fixen – Zeitintervallen zu planen. Dies würde dann z.B. regelmäßigen Baustellenbegehungen oder den Mengenermittlungen der Monatsberichte der Leistungsaufnahmen entsprechen. Fixe Intervalle bergen jedoch mit hoher Wahrscheinlichkeit das Risiko, zu dem gegebenen Zeitpunkt der Baustellenbegehung keine bewertungsrelevanten Leistungen anzutreffen, da diese im Zuge des Baufortschritts durch Folgeleistungen überdeckt sind. Da hierdurch die Qualitätsbewertung unmöglich gemacht wird, sollte man von der Festlegung fixer Prüftermine absehen. Nur wenn es sich um sehr kurze Intervalle (z.B. wöchentlich) handelt, sind fixe Termine sinnvoll; der Aufwand der Anwendung des Qualitätssystems steigt hierdurch allerdings beträchtlich.

Generell ist zu empfehlen, die Termine der Qualitätsaufnahmen vom Leistungsfortschritt auf der Baustelle abhängig zu machen. Bei der Planung des Qualitätssystems kann man hierzu einen Bezug zum Bauzeitenplan herstellen. Die Planung kann mit entsprechenden IT-Projektmanagementtools erfolgen. Sind dabei Schnittstellen zu MS-Outlook vorhanden (so z.B. bei MS-Project), wird die Koordination der an den Qualitätsaufnahmen Beteiligten durch das integrierte Terminmanagement erleichtert.

Die Termine der Qualitätsaufnahmen können nicht nur aus den gem. Bauzeitenplan erstellen Bauteilen oder Bauleistungen bezogen werden, sondern auch aus dem Leistungswert. Bei dieser Vorgehensweise schließt man vom Leistungswert auf die Intensität der Arbeiten und damit das Erfordernis einer Qualitätsbewertung. Bsp. 10.2-2 zeigt den Zusammenhang zwischen dem Bauterminplan, dem Leistungswert je Arbeitswoche und den Qualitätsaufnahmen. In diesem Beispiel wurde davon ausgegangen, dass bis zu einem Leistungswert von ca. 20 T€/W keine Qualitätsaufnahme erforderlich ist, darüber je 60 T€/W.



Bsp. 10.2-2: Vom Leistungswert abhängige Terminierung von Qualitätsaufnahmen

Die Terminierung der Qualitätsaufnahmen an Hand des geplanten oder erbrachten Leistungswerts ist vom Prinzip her nur in den Fällen sinnvoll, in denen die Bewertungsobjekte nicht hinreichend konkret festgelegt wurden, also eine umfassende Prüfung erfolgen soll. Würde man den konkreten Bewertungsumfang in der Form von Bsp. 10.2-2 mit einer vom Leistungswert abhängigen Terminierung koppeln, ließe sich dies nicht gewährleisten, da ggf. auch in Baumonaten mit Leistungswerten unterhalb der festgesetzten Wertgrenzen relevante Bewertungsobjekte zu prüfen sind.

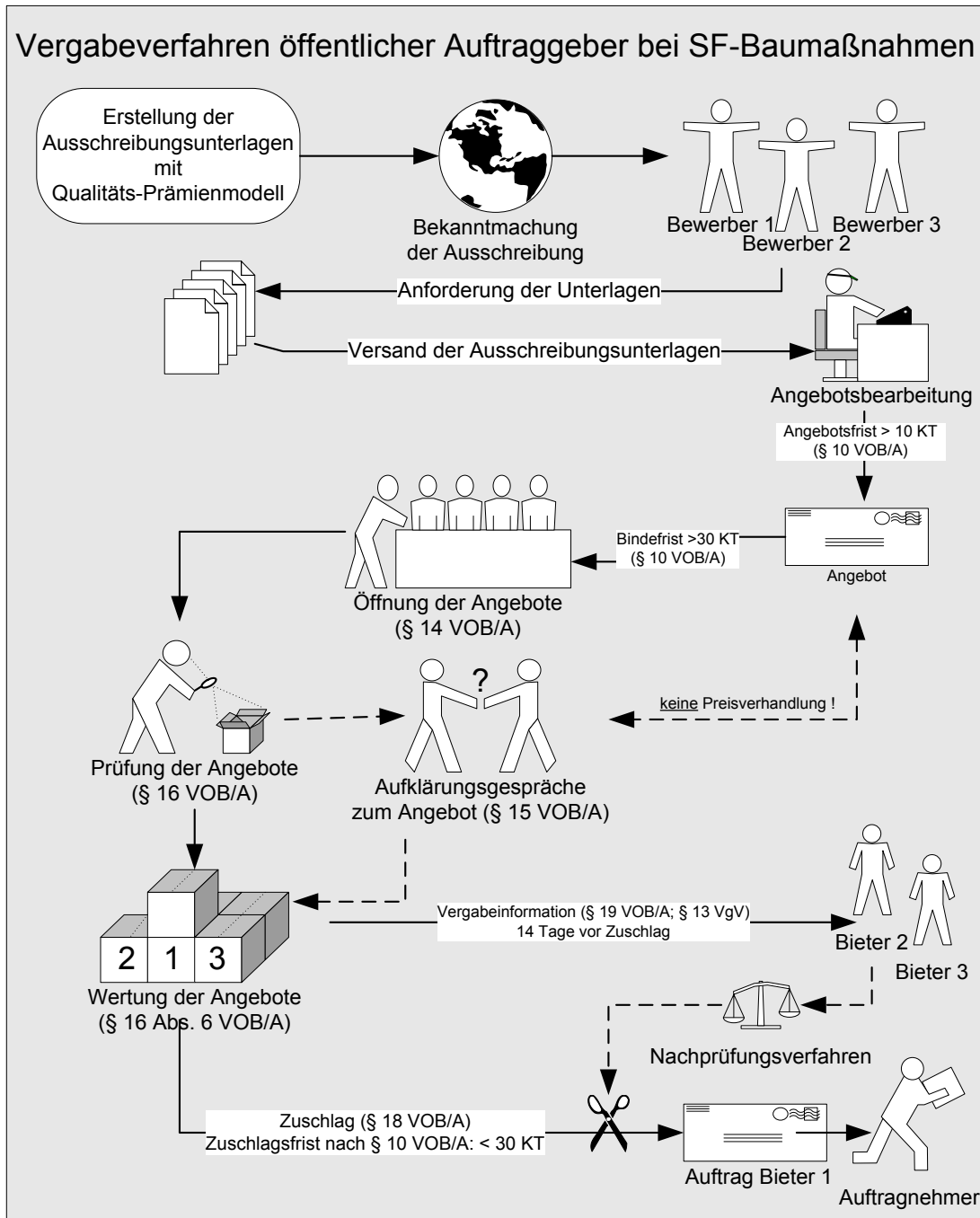


Abb. 10.2-2: Ablauf eines öffentlichen Ausschreibungsverfahrens

Bezüglich der organisatorischen Struktur der Aufgaben, die zur Anwendung eines Qualitäts-Prämiensystems zu erledigen sind, ist nach Maßnahmen privater und öffentlicher Auftraggeber zu unterscheiden.

Für öffentliche Auftraggeber⁸³ sind die Bestimmungen des Vergaberechts, insbesondere die Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen (VOB) zwingend zu beachten. Bei Überschreitung der Schwellwerte des voraussichtlichen Auftragswertes, gelten zusätzlich die Vergabevorschriften der Europäischen Union, das Gesetz gegen Wettbewerbsbeschränkungen (GWB) und die Vergabeverordnung (VgV). Um dem Transparenzgebot und der Gleichbehandlungsgrundsatz nachzukommen, müssen die Methodik der Qualitätsbewertung und die Qualitätsprämie bereits vor der Ausschreibung feststehen (Abb. 10.2-2). Eine nachträgliche Verhandlung mit den Bietern über die Bedingungen ist nicht zulässig. Bei öffentlichen Maßnahmen muss ein vertraglich verbindliches Qualitätssystem, so wie es im Rahmen des Forschungsvorhabens entwickelt wurde, immer durch den Auftraggeber initiiert werden.

Bei privaten Auftraggebern besteht keine Verpflichtung der Anwendung der vergaberechtlichen Vorschriften. Hier könnte ein Qualitätssystem auch noch nach Einreichung der Angebote vereinbart werden. Dies bedeutet auch, dass das Qualitätssystem bei privaten Baumaßnahmen durch den Auftragnehmer initiiert werden kann.

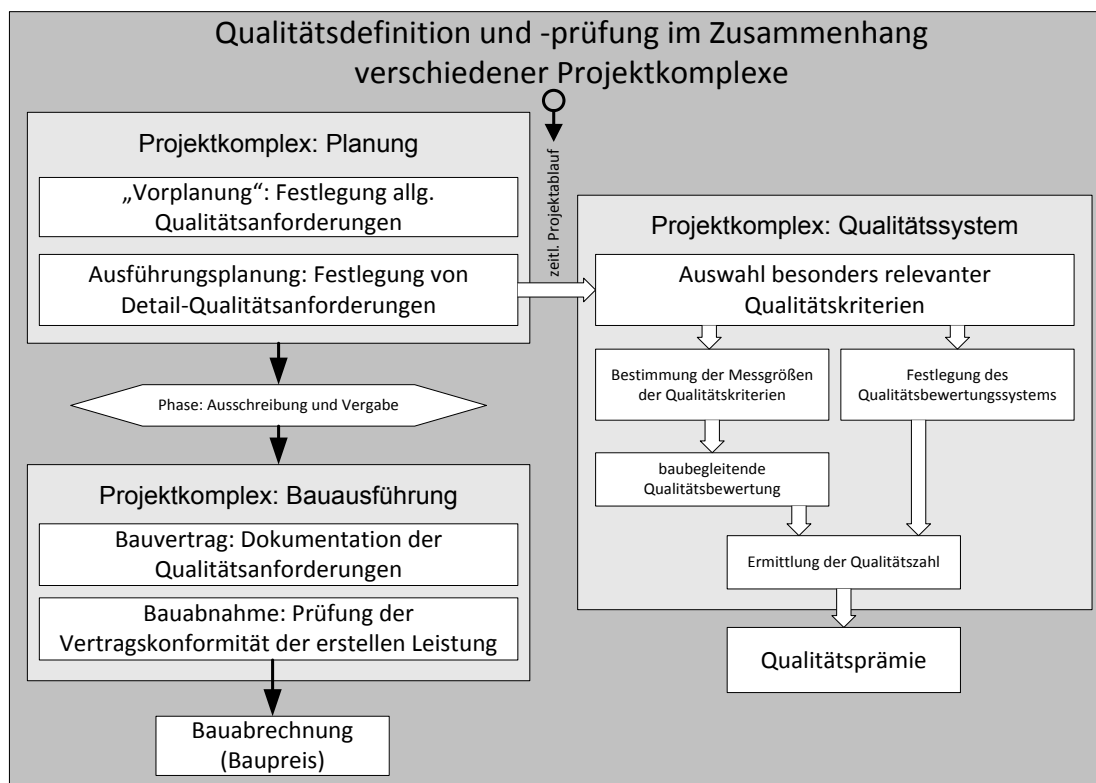


Abb. 10.2-3: Projektorganisation unter Anwendung eines Qualitätssystems

⁸³ Öffentliche Auftraggeber sind durch § 98 GWG (Gesetz gegen Wettbewerbsbeschränkungen) definiert.

11 Zusammenfassung / Fazit

Bei der Anwendung von Qualitätssicherungsmethoden steht die Bauwirtschaft hinter anderen Wirtschaftsbereichen zurück. Es ist Ziel des Forschungsvorhabens, ein Qualitätsinstrument zu entwickeln, das die Bemühungen der Bauvertragsparteien um eine Verbesserung der Qualitätssituation auf Baustellen unterstützt. Die Bereitschaft, dieses Instrument einzusetzen, soll durch einen finanziellen Anreiz in Form einer Qualitätsprämie gefördert werden.

Ein für die Anwendung verbindliches Qualitäts-Anreizsystem muss für die an einem Bauprojekt Beteiligten transparent und prüfbar sein; ein bei der Bauabwicklung erreichtes Qualitätsniveau muss daher quantitativ beschrieben werden. Um dieser Grundbedingung eines Qualitätssystems zu genügen, wurde im Rahmen des Forschungsvorhabens eine sog. Qualitätszahl entwickelt, in die Häufigkeiten von Abweichungen – Defizite – der Bauausführung in der Phase der Leistungserstellung eingehen. Die Abweichungen werden prozessbegleitend ermittelt. Mängel der Bauleistung, die nach den Bestimmungen des Werkvertragsrechts bei Abnahme festgestellt werden, sind nicht Bestandteil des entwickelten Qualitäts-Anreizsystems. Die Unterscheidung zwischen der prozessbegleitenden Qualitätsbewertung an Hand von Defiziten und der bei Baufertigstellung bzw. Abnahme festgestellten Mängel ist für das Verständnis des Forschungsvorhabens grundlegend. Notwendigerweise führte diese Unterscheidung zur Schaffung eines neuen vertraglichen Instruments, des sog. Qualitätsvertrags, der neben dem Bauvertrag steht.

Die entwickelte Qualitätszahl ist nach Grundlage und Form in der Bauwirtschaft vollständig neu. Grundlage sind hierbei Defizite der Bauausführung bez. ihres erstmaligen und auch wiederholten Auftretens. Die entsprechenden Feststellungen erfolgen im Zuge der im Qualitätsvertrag definierten Qualitätsaufnahmen (Baustellenbegehungen).

Damit die Qualitätszahl unterschiedlicher Projekte, unabhängig von der Zahl der Baustellenbegehungen, der Projektdauer und des Bauvolumen ist, wurde diese entsprechend normiert. Sind die der Qualitätsbewertung unterzogenen Leistungen bei unterschiedlichen Leistungen gleich, kann man an Hand der normierten Qualitätszahl die bei verschiedenen Projekten erreichte Qualität vergleichen.

Für die Ermittlung der Qualitätszahl müssen die dokumentierten Baudefizite ausgewertet werden; hierzu ist eine leistungsfähige Datenbank bzw. eine entsprechendes EDV-Programm erforderlich. Wie Untersuchungen gezeigt haben, sind auf dem Markt verfügbare Programme (sog. Mängelmanagement-Tools) für die Aufgabenstellung der bauprozessbegleitenden Qualitätsbewertung nicht geeignet. Es wurde daher von der Forschergruppe ein spezielles EDV-Programm erstellt, mit dem die Dokumentation der Baudefizite und deren Auswertung bez. der Qualitätszahl möglich ist. Die Entwicklung basiert auf einem Entity-Relationship-Modell und wurde in einem relationalen Datenbanksystem (MS-Access) umgesetzt. Das Programm liegt als Quellcode (Open-Source)

und in einer auf üblichen PCs lauffähigen Programmversion (Run-Time-Version) vor. Auf der Grundlage des Quellcodes sind eine Weiterentwicklung der Programmfunktionalitäten und eine Anpassung an die speziellen Verhältnisse in den Unternehmen möglich.

Mit der Entwicklung eines EDV-Programms zur Dokumentation und Auswertung von Baudefiziten (Bezeichnung: eQ-track) wird auch dem Umstand Rechnung getragen, dass viele Unternehmen kein Programm zur Mängeldokumentation besitzen. Wie im Rahmen einer bei Unternehmen der Bauwirtschaft durchgeführten Umfrage festgestellt wurde, erfolgt diese Mängeldokumentation überwiegend durch manuelle Aufschreibung. Diese Verfahrensweise macht aber projektübergreifende Mängelanalysen und damit eine systematische Qualitätsverbesserung unmöglich.

Das im Rahmen des Forschungsvorhabens entwickelte Programm ist nicht nur für die Qualitätsbewertung im Sinne des vertraglichen Anreizsystems einsetzbar, sondern darüber hinaus auch allgemein für eine Mängeldokumentation. Damit wird insbesondere kleinen und mittleren Unternehmen, die eine Investition in ein Mängelmanagementprogramm scheuen, die notwendige Grundlage für eine systematische Mängelanalyse verschafft.

Für die Anwendung eines Qualitätssystems, das nicht nur einmalig die Ausführungsmerkmale (Mängel) bei Abnahme erfasst, sondern prozessbegleitend ausgerichtet ist, muss man zur Begrenzung des Aufwands der Anwendung bestimmte Einschränkungen bez. der qualitätsrelevanten Bewertungsobjekte akzeptieren. Es wurde im Forschungsbericht erläutert, dass man wegen der großen Zahl der Ausführungsmerkmale eines Bauwerks, im Zusammenhang mit ihren zeitlich variablen Zuständen, keine vollständige Qualitätsbewertung durchführen kann; der hiermit verbundene Aufwand wäre baupraktisch nicht zu bewältigen. Es ist daher notwendig, sich bei einem Qualitätssystem auf die wichtigen und häufigen Punkte zu beschränken, die erfahrungsgemäß ein hohes Fehlerrisiko aufweisen. Anders als die allgemeine und umfassende Prüfung einer Bauleistung im Rahmen der Abnahme auf Grundlage des Bauvertrags, ist die Qualitätsbewertung in der Art des Qualitätsmodells des Forschungsvorhabens auf ausgewählte Merkmale der Bauleistung fokussiert.

Zur Identifikation besonders fehleranfälliger Leistungen der schlüsselfertigen Bauleistung wurden Projekte, die vom TÜV-Süd im Rahmen einer baubegleitenden Qualitätssicherung begleitet wurden, bez. der hierbei festgestellten Baudefizite ausgewertet. Diese „Defizitstatistiken“ der Praxisprojekte wurden mit Ergebnissen aus wissenschaftlichen Untersuchungen verglichen. Diese Aufgabe ist mit erheblichen Schwierigkeiten verbunden, da die Beschreibungen des Baustellenpersonals zu Baudefiziten häufig nicht klar formuliert und nicht eindeutig kategorisiert werden. Es zählt zu den Erkenntnissen des vorliegenden Forschungsvorhabens, dass für eine allgemeine Beurteilung des Qualitätsniveaus bei der Bauausführung eine einheitliche Systematik der auftretenden Baudefiziten bzw. Mängel erforderlich ist. Ähnlich der für Planer verbindlichen

Kostensystematik nach DIN 276, muss es den mit der Bauüberwachung betrauten Personen aufgegeben werden, Baudefizite bzw. Mängel nach einer einheitlichen „Fehler-systematik“ zu erfassen. Aktuell ist das in der Praxis nicht der Fall.

Da sich allgemeine Erkenntnisse zum Fehlerrisiko bei Bauleistungen nur sehr beschränkt auf die Verhältnisse konkreter Projekte übertragen lassen, ist ein individuell angepasstes Qualitätssystem stets vorzuziehen. Dessen Gestaltung kann unter Anwendung bewährter Methoden der Qualitätsplanung erfolgen. Im Rahmen des Forschungsvorhabens wurden hierzu die „Fehlermöglichkeits- und Einflussanalyse“ (FMEA) und das Modell des „House of Quality“ (HoQ) verwendet. Die Ergebnisse zeigen, dass sich hiermit Baufehler hinsichtlich der Kriterien „Eintrittswahrscheinlichkeit“ und „Risikotragweite“ mit vertretbarem Aufwand identifizieren lassen. Dieser prospektiv analytische Weg wird - anders als empirische Untersuchungen – als Grundlage für die Gestaltung eines Qualitätssystems empfohlen.

Das im Rahmen des Forschungsvorhabens entwickelte Qualitäts-Anreizsystems lässt sich ohne wesentlichen Aufwand an unterschiedliche Gliederungssysteme bzw. Fehler-schwerpunkte anpassen. Dies wurde ermöglicht, indem die Defizite nach sog. Funktionskomplexen kategorisiert wurden. Damit wird gleichzeitig auch die Auftraggeber- bzw. Nutzersicht bei der Qualitätsbewertung berücksichtigt, da die Funktionskomplexe mit unterschiedlicher Gewichtung in die Qualitätszahl eingehen.

Mit der Entwicklung einer Qualitätszahl und der entwickelten Datenbank, sind die „technischen“ Voraussetzungen für die Anwendung eines „Qualitäts-Anreizsystems“ gegeben. Die weiteren Modalitäten der Anwendung, insbesondere bez. der Organisation und Prämienberechnung werden in einem Qualitätsvertrag geregelt. Im Rahmen des Forschungsvorhabens wurden die Verhältnisse der Gestaltung der Organisation und der Prämienberechnung zunächst in eigenen Kapiteln untersucht. Vor- und Nachteile wurden analysiert. Um die Anwendung des entwickelten Qualitätssystems in der Praxis zu erleichtern, wurde ein Qualitätsvertrag als Mustervertrag aufgestellt. Die Vereinbarungen können von Anwendern in der Praxis unmittelbar übernommen oder als Vorlage für eigene Formulierungen benutzt werden.

Mit den Entwicklungen des Forschungsvorhabens wird den an einem Bauprojekt Beteiligten ein Instrument angeboten, mit dem in verbindlicher Weise gute Qualität belohnt, schlechte Qualität bestraft werden kann. Dieses Instrument setzt allerdings voraus, dass der Normalbereich der Qualität bekannt ist. Aktuell ist dies nicht der Fall, da bisher keine Maßzahl der Bauqualität existierte. Dieser Konflikt kann nur dadurch beseitigt werden, dass das entwickelte Qualitätssystem in einem Einführungszeitraum – auch ohne Prämienvereinbarung – zur Ermittlung von Qualitätszahlen eingesetzt wird. Schon diese Quantifizierung der erreichten Bauqualität stellt einen wichtigen Betrag dar, da damit die meist gegensätzlichen Positionen von Auftraggeber und Auftragnehmer zum Niveau der Bauqualität objektiviert und versachlicht werden können.

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1.1-1:	Assoziation der Bevölkerung zur Bauwirtschaft	1
Abb. 2.2-1:	Unternehmensgröße der Umfrageteilnehmer	11
Abb. 2.4-1:	Anteile der Teilnehmer, die organisatorische Verbesserungen erwarten.	13
Abb. 2.4-2:	Anteile der Teilnehmer, die Einsparungen bei den Herstellkosten erwarten	13
Abb. 2.4-3:	Anteil der Umfrageteilnehmer, die durch die Anwendung eines QM-Systems eine Reduzierung von Baumängeln erwarten.	14
Abb. 2.4-4:	Anteile der Teilnehmer, die Einsparungen bei den Verwaltungskosten erwarten	14
Abb. 2.4-5:	Verringerung der persönlichen Arbeitsbelastung durch die Anwendung eines QM-Systems	15
Abb. 2.5-1:	Beantwortung der Frage, ob Mängel dokumentiert werden	15
Abb. 2.5-2:	Art der Mängeldokumentation	16
Abb. 2.5-3:	Häufigster Ursachen-bereich von Baumängeln	16
Abb. 2.5-4:	Seltenster Ursachenbereich von Baumängeln	17
Abb. 2.6-1:	Unternehmen mit speziellem Konto für die Mängelbeseitigung	18
Abb. 2.6-2:	Anteil der Unternehmen, die bei der Leistungswertermittlung für die Mängelbeseitigung Rückstellungen vornehmen	18
Abb. 2.6-3:	Zeitaufwand (bezogen auf die Gesamtarbeitszeit) für die Beseitigung von Schlechtleistungen und Mängeln	19
Abb. 2.7-1:	Anteil von Unternehmen mit ergebnisabhängigen Prämiensystemen	20
Abb. 2.7-2:	Anteil von Unternehmen mit qualitätsabhängigen Prämiensystemen	20
Abb. 2.7-3:	Anteile von Unternehmen, die einen Qualitätsanreiz durch einen Bonus für sinnvoll halten	21
Abb. 2.7-4:	Anteile von Unternehmen, die einen Qualitätsanreiz durch einen Malus für sinnvoll halten	21
Abb. 3.1-1:	Motivationsgesteuertes Zirkulationsmodell nach Porter / Lawler	24
Abb. 3.4-1:	Beispiel zur Defizitzählung mit speziellen Qualitätseinheiten	33
Abb. 3.4-2:	Belohnungsfunktion	36
Abb. 3.4-3:	Gegenüberstellung von Merkmalen des Bauvertrags und des Qualitätsvertrags	38
Abb. 4.1-1:	Screenshot eQ-track, gefilterte Auswahl von Projekten	41
Abb. 4.2-1:	Auszug aus der Quellenliste der Baurechtsurteile (Anlage C zum Forschungsbericht)	62
Abb. 4.2-2:	Auszug aus der Urteilsliste (Anlage C zum Forschungsbericht)	64
Abb. 4.3-1:	Arbeitsbereiche bei Baustellenunfällen	69
Abb. 4.3-2:	Unfallvorgänge bei Instandhaltungsarbeiten	69

Abb. 4.4-1:	Verbesserungen durch den Einsatz der FMEA	70
Abb. 4.4-2:	Verfahrensschritte im Rahmen der Durchführung einer FMEA	73
Abb. 4.4-3:	Identifizierung der untersuchten FMEA-Elemente: Schwierigkeitsmatrix	74
Abb. 4.4-4:	Produkt-FMEA: Systemstruktur (Bsp. Fensterelement)	75
Abb. 4.4-5:	Prozess-FMEA: Systemstruktur (Bsp. Fenstereinbau)	75
Abb. 4.4-6:	Auszug aus einer FMEA zum Fenstereinbau	76
Abb. 4.4-7:	Beispiel eines Fehlerschlüssels für den Fenstereinbau	77
Abb. 4.4-8:	FMEA Formblatt gemäß VDA (VDA – Verband der Automobilindustrie)	81
Abb. 4.5-1:	House of Quality	84
Abb. 4.6-1	Funktionskomplexe im SF-Bau	89
Abb. 5.1-1:	Client-Server-Modell	92
Abb. 5.1-2:	Cloud-Computing	92
Abb. 6.2-1:	Schematische Darstellung der Defizitwertberechnung	106
Abb. 7.1-1:	Phasen der Datenbankentwicklung	122
Abb. 7.3-1:	Datenbank als Entity-Relationship-Modell (ERM)	124
Abb. 7.3-2:	Entität "Bauprojekt" im ERM	125
Abb. 7.3-3:	Entität "Baubegehung" im ERM	126
Abb. 7.3-4:	Entität "Qualitätsdefizit" im ERM	127
Abb. 7.4-1:	Tabelle "Bauprojekt" im RDM	128
Abb. 7.4-2:	Tabelle "Baubegehung" im RDM	129
Abb. 7.4-3:	Tabelle "Defizit" im RDM	130
Abb. 7.4-4:	Tabellen und Beziehungen von eQ-track im RDM (Übersicht)	131
Abb. 7.5-1:	Schematische Darstellung der Funktionalitäten von eQ-track	132
Abb. 7.5-2:	Programmstart "Startmenü"	134
Abb. 7.5-3:	Programmmodus "Hauptmenü-Eingaben"	134
Abb. 7.5-4:	Funktionalität "Neues Projekt anlegen"	135
Abb. 7.5-5:	Funktionalität "Neue Begehung anlegen"	136
Abb. 7.5-6:	Funktionalität "Defizit aufnehmen" - Vorauswahl	136
Abb. 7.5-7:	Funktionalität "Defizit aufnehmen" - Eingabe	138
Abb. 7.5-8:	Defizitbewertung - Reiter "Funktion"	139
Abb. 7.5-9:	Defizitkategorisierung - Reiter "Defizitklasse"	139
Abb. 7.5-10:	Defizitkategorisierung - Reiter "Bauausführung"	140
Abb. 7.5-11:	Defizitbeschreibung - Reiter "Rechtliche Aspekte"	140
Abb. 7.5-12:	Defizitbeschreibung - Reiter "Info"	141
Abb. 7.5-13:	Defizitbeschreibung - Reiter "Sonstiges"	141
Abb. 7.5-14:	Funktionalität "Suchen und Bearbeiten"	142
Abb. 7.5-15:	Programmmodus "Hauptmenü-Analysen"	143
Abb. 7.6-1:	Beispielhafte Defizitdokumentation mit eQ-track – Projekt anlegen	145

Abb. 7.6-2:	Beispielhafte Defizitdokumentation mit eQ-track – Qualitätsaufnahme anlegen	145
Abb. 7.6-3:	Beispielhafte Defizitdokumentation mit eQ-track – Defizit aufnehmen (Defizitauswahl)	146
Abb. 7.6-4:	Beispielhafte Defizitdokumentation mit eQ-track – Defizit aufnehmen (Defizitbeschreibung und -bewertung)	147
Abb. 7.6-5:	Analyse Testfall A-1	148
Abb. 7.6-6:	Analyse Testfall A-2	148
Abb. 7.6-7:	Analyse Testfall A-3	149
Abb. 7.6-8:	Analyse Testfall A-4	149
Abb. 7.6-9:	Analyse Testfall B-1	150
Abb. 7.6-10:	Analyse Testfall B-2	151
Abb. 7.6-11:	Analyse Testfall B-3	151
Abb. 8-1:	Belohnungsfunktion	153
Abb. 8-2:	Formular zur Berechnung der Qualitätsprämie	156
Abb. 9.0-1:	Vertragliche Mastermodelle: Eigenständiger Qualitätsvertrag oder Bauvertrag mit Bonusregelung.	157
Abb. 9.1-1:	Leistungskomplexe und Vergütung	159
Abb. 10.1-1:	Konflikt bei der erstmaligen Festlegung der Qualitätszahl	173
Abb. 10.2-1	Aufgaben bei der Anwendung eines Qualitätsprämiensystems	174
Abb. 10.2-2:	Ablauf eines öffentlichen Ausschreibungsverfahrens	179
Abb. 10.2-3:	Projektorganisation unter Anwendung eines Qualitätssystems	180

Tabellenverzeichnis

Tab. 2.3-1	Qualitätsrelevante Zertifikate der Umfrageteilnehmer	12
Tab. 3.1-1:	Intrinsische und Extrinsische Anreize	23
Tab. 3.2-1:	Bestimmungen der VOB mit Anreizwirkung	26
Tab. 3.2-2:	Anreizsysteme der Bauwirtschaft	27
Tab. 4.1-1:	Selektionskriterien zur Auswahl der Projektdokumentationen des TÜV-SÜD	41
Tab. 4.1-2:	Verwendete Leistungsbereiche nach STLB	42
Tab. 4.1-3:	Auflistung der Gewerke in Abhängigkeit der jeweils aufgetretenen Defizite, absteigend sortiert.	44
Tab. 4.1-4:	TÜV SÜD: Auflistung der 10 fehleranfälligesten Rohbaugewerke Ausbaugewerke in Bezug zur relativen Häufigkeit, absteigend sortiert	45
Tab. 4.1-5:	TÜV SÜD: Auflistung der 10 fehleranfälligesten Ausbaugewerke in Bezug zur relativen Häufigkeit, absteigend sortiert	45
Tab. 4.1-6:	TÜV SÜD: Auflistung der 10 fehleranfälligesten Gewerke der TGA in Bezug zur relativen Häufigkeit, absteigend sortiert	46
Tab. 4.1-7:	Definierte Bauteile für die Mangelzuordnung	47
Tab. 4.1-8:	TÜV SÜD: Auflistung der 10 fehleranfälligesten Bauteile in Bezug zur relativen Häufigkeit, absteigend sortiert	48
Tab. 4.1-9:	DEKRA: Auflistung der 10 fehleranfälligesten Rohbaugewerke in Bezug zur relativen Häufigkeit, absteigend sortiert	51
Tab. 4.1-10:	IFB: Auflistung der 10 fehleranfälligesten Rohbaugewerke in Bezug zur relativen Häufigkeit, absteigend sortiert	52
Tab. 4.1-11:	DEKRA: Auflistung der 10 fehleranfälligesten Ausbaugewerke in Bezug zur relativen Häufigkeit, absteigend sortiert	52
Tab. 4.1-12:	IFB: Auflistung der 10 fehleranfälligesten Ausbaugewerke in Bezug zur relativen Häufigkeit, absteigend sortiert	53
Tab. 4.1-13:	DEKRA: Auflistung der 10 fehleranfälligesten Gewerke der TGA in Bezug zur relativen Häufigkeit, absteigend sortiert	53
Tab. 4.1-14:	Dialog Bauqualität: Auflistung der Bauteilgruppen in Bezug zur relativen Häufigkeit, absteigend sortiert	54
Tab. 4.1-15:	Weyhe: Auflistung der Bauteilgruppen in Bezug zur relativen Häufigkeit, absteigend sortiert	55
Tab. 4.1-16:	Vergleich der jeweils fehleranfälligesten Rohbaugewerke der verschiedenen Untersuchungen	56
Tab. 4.1-17:	Vergleich der jeweils fehleranfälligesten Ausbaugewerke der verschiedenen Untersuchungen	56

Tab. 4.1-18:	Vergleich der jeweils fehleranfälligesten Gewerke der TGA der verschiedenen Untersuchungen	57
Tab. 4.1-19:	Vergleich der Bauteilgruppen bezüglich der relativen Mängelhäufigkeiten	58
Tab. 4.2-1:	Trefferzahlen der Urteilsrecherche	63
Tab. 4.2-2:	Bauleistungen mit erhöhten Risiko für die Bauüberwachung	66
Tab. 4.4-1:	Bedeutung der Fehlerfolgen (in Anlehnung an VDA 2009)	79
Tab. 4.4-2:	Auftretenswahrscheinlichkeit von Fehlern (in Anlehnung an VDA 2009)	79
Tab. 4.4-3:	Entdeckungswahrscheinlichkeit von Fehlern (in Anlehnung an VDA 2009)	80
Tab. 4.5-1:	Bedeutung der Räume des HoQ bei Bauprojekten	86
Tab. 5.3-1:	Übersicht Mängelmanagementprogramme - Allgemein	98
Tab. 5.3-2:	Übersicht Mängelmanagementprogramme - Mängeldokumentation	99
Tab. 5.3-3:	Übersicht Mängelmanagementprogramme - Mangelverwaltung	100
Tab. 6.2-1:	Gewichtbare Funktionskomplexe und die Einteilung in Funktionskategorien	105
Tab. 6.2-2:	Variablen und Schritte zur Defizitwertberechnung	107
Tab. 6.5-1:	Testfälle und Randbedingungen der Gruppe A	113
Tab. 6.5-2:	Eigenschaften der 10 fiktiven Defizite für Testgruppe A	114
Tab. 6.5-3:	Qualitätsaufnahmen der Testfälle A-1 und A-3	114
Tab. 6.5-4:	Qualitätsaufnahmen des Testfalls A-2	114
Tab. 6.5-5:	Qualitätsaufnahmen des Testfalls A-4	115
Tab. 6.5-6:	Ergebnisse der Testfallgruppe A	115
Tab. 6.5-7:	Testfälle und Randbedingungen der Gruppe B	117
Tab. 6.5-8:	Eigenschaften der 10 fiktiven Defizite für Testgruppe B	117
Tab. 6.5-9:	Ergebnisse der Testfallgruppe B	118
Tab. 7.6-1:	Beispielhafte Defizitdokumentation mit eQ-track - Eingangswerte	144
Tab. 7.6-2:	Auswertung der Analysen der Testfallgruppe A	150
Tab. 7.6-3:	Auswertung der Analysen der Testfallgruppe B	152

Literaturverzeichnis

Alparslan, Adem (2006): Strukturalistische Prinzipal-Agent-Theorie, Eine Reformulierung der Hidden-Action-Modelle aus der Perspektive des Strukturalismus. Wiesbaden: DUV.

Bogaschewsky, Ronald (1995): Vertikale Kooperation – Erklärungssätze der Transaktionskostentheorie und des Beziehungsmarketings. In: Klaus Peter (Hrsg). Kaas (Hg.): Kontrakte, Geschäftsbeziehungen, Netzwerke - Marketing und Neue Institutionenökonomik. Zeitschrift für betriebswirtschaftliche Forschung (ZfbF) Sonderheft. Düsseldorf-Frankfurt (35), S. 159–177.

Böhmer, Heike (2012): Bauqualität beim Neubau von Ein- und Zweifamilienhäusern. Analyse baubegleitender Qualitätskontrollen unabhängiger Bauherrenberater des BSB. Hg. v. Bauherren-Schutzbund e.V. (BSB). Institut für Bauforschung e.V. (IFB - Hannover).

Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (2012): Tödliche Arbeitsunfälle 2001 - 2010. Dortmund. Online verfügbar unter http://www.baua.de/de/Informationen-fuer-die-Praxis/Statistiken/Unfaelle/toedliche-Arbeitsunfaelle/toedliche-Arbeitsunfaelle_content.html, zuletzt geprüft am 04.10.2013.

Bundesministerium für Raumordnung, Bauwesen und Städtebau (1988): Zweiter Bericht über Schäden an Gebäuden. Hg. v. Bauwesen und Städtebau Bundesministerium für Raumordnung. Bonn.

Bundesministerium für Raumordnung, Bauwesen und Städtebau (1995): Dritter Bericht über Schäden an Gebäuden. Bundesministerium für Raumordnung, Bauwesen und Städtebau. Bonn.

Comelli, Gerhard; Rosenstiel, Lutz von (2003): Führung durch Motivation. Mitarbeiter für Organisationsziele gewinnen. 3. Aufl. München: Vahlen (Innovatives Personalmanagement).

DEKRA Real Estate Expertise GmbH (2008): Zweiter Dekra-Bericht zu Baumängeln an Wohngebäuden. Hg. v. DEKRA Real Estate Expertise GmbH. Saarbrücken.

Delgado-Hernandez, David Joaquin; Bampton, Katherine Elizabeth; Aspinwall, Elaine (2007): Quality function deployment in construction. In: Construction Management and Economics 25 (6), S. 597–609.

Eitelhuber, Andreas (2007): Partnerschaftliche Zusammenarbeit in der Bauwirtschaft - Ansätze zu kooperativem Projektmanagement im Industriebau. Dissertation. Universität Kassel, Kassel. Institut für Bauwirtschaft.

Elmasri, Ramez; Navathe, Sham (2009): Grundlagen von Datenbanksystemen. 3. aktual. Aufl., Bachelorausg. München u.a: Pearson Studium (Informatik).

El-Rayes, Khaled; Kandil, Amr (2005): Time-Cost-Quality Trade-Off Analysis for Highway Construction. In: Journal of Construction Engineering and Management 131 (4), S. 477–486.

Eschenbruch, Klaus (2003): Recht der Projektsteuerung. Projektmanagement, Projektsteuerung, Projektcontrolling und Construction, Management für Immobilien- und Bauprojekte: Leistung, Vergütung, Nachträge, Haftung, Vergabe, Vertragsgestaltung. 2. Aufl. Düsseldorf: Werner-Verlag.

Eschenbruch, Klaus (2005): Partnering in der Immobilien- und Bauwirtschaft. In: Klaus D. Kapellmann und Klaus Vygen (Hg.): Jahrbuch Baurecht 2005. 1. Aufl. Köln: Werner, S. 151–178.

Giesa, Ingo (2010): Prozessmodell für die frühen Bauprojektphasen. Dissertation. Technische Universität Darmstadt, Darmstadt. Institut für Baubetrieb.

Gogoll, Alexander; Theden, Philipp (1994): Techniken des Quality Engineering. In: Gerd F. Kamiske (Hg.): Die Hohe Schule des Total Quality Management. Berlin–Heidelberg: Springer, S. 329–369.

Heißing, Bernd (2009): EDV-gestützte Disposition mit Telematikeinsatz und mobiler Datenerfassung in der Baulogistik. Dissertation. Technische Universität München, München. Lehrstuhl für Fördertechnik, Materialfluss und Logistik.

Helmus, Manfred; Offergeld, Berit (2011): Bauqualität und Wahrnehmung von Bauqualität aus der Sicht von privaten und öffentlichen Bauherren sowie Bauunternehmen. Hg. v. LuF Baubetrieb und Bauwirtschaft. Universität Wuppertal. Wuppertal.

Hofmann, Christian (2001): Anreizsysteme. Ludwig-Maximilians-Universität München, München. Institut für Produktionswirtschaft und Controlling.

Hölscher, Lorenz (2013): Microsoft Access 2013 - das Handbuch. Unterschleißheim: Microsoft Press (Insider-Wissen - praxisnah und kompetent).

Kaminske, Gerd; Brauer Jörg-Peter: Qualitätsmanagement von A - Z. Erläuterungen moderner Begriffe des Qualitätsmanagements. 6. Aufl.: Carl Hanser Verlag.

Kapellmann, Klaus D.; Bönker, Christian (Hg.) (2007): Juristisches Projektmanagement. 2., neu bearb. Aufl. Köln: Werner-Verlag.

Kapellmann, Klaus Dieter (2013): Schlüsselfertiges Bauen. 3. Aufl. München/Unterschleißheim: Werner-Verlag.

Kapellmann, Klaus Dieter; Schiffers, Karl-Heinz (2011): Vergütung, Nachträge und Behinderungen beim Bauvertrag. Band 2: Pauschalvertrag einschließlich Schlüsselfertigbau. 5. Aufl. Neuwied: Werner, Wolters Kluwer Deutschland.

Kern, Werner; Schröder, Horst; Weber, Jürgen (Hg.) (1996): Handwörterbuch der Produktionswirtschaft. Stuttgart: Schäffer-Poeschel-Verlag.

Klaubert, Cornelia (2011): Entwicklung eines RFID-basierten Informations- und Kommunikationssystems für die Baulogistik. Dissertation. Technische Universität München, München. Lehrstuhl für Fördertechnik, Materialfluss und Logistik.

Laux, H. Liermann F. (2005): Grundlagen der Organisation: Die Steuerung von Entscheidungen als Grundproblem der Betriebswirtschaftslehre. 6. Aufl. Berlin: Springer.

Linß, Gerhard (2011): Qualitätsmanagement für Ingenieure. 3., Neubearb. Aufl. München: Carl Hanser Verlag.

Loskant, Denis; Merkl, Larissa (2009): Partnering in der Bauwirtschaft - Praxiserfahrungen der deutschen Bauindustrie mit Partnerschaftsmodellen. In: Institut für Bauwirtschaft Universität Kassel (Hg.): Tagungsband des 20. Assistententreffens der Bereiche Bauwirtschaft, Baubetrieb und Bauverfahrenstechnik. Kassel, S. 89–106.

Mathoi, Thomas; Wais, Axel (2004): Behandlung eines Nachtrages beim Maximalpreisvertrag am Beispiel einer Leistungsänderung. In: Schriftenreihe Bauwirtschaft und Projektmanagement "Aktuelle Fragen der Vertragsgestaltung im Tief- und Tunnelbau" (7).

Picot, Arnold; Dietl, Helmut; Franck, Egon (2002): Organisation – Eine ökonomische Perspektive. Stuttgart: Schäffer-Poeschel-Verlag.

Porter, L.; Lawler E. (1968): Managerial Attitudes and Performance. Homewood Illinois: Richard D. Irwin.

Roiger, Manuela B. (2007): Gestaltung von Anreizsystemen und Unternehmensethik: Eine norm- und wertbezogene Analyse der normativen Principal-Agent-Theorie. Wiesbaden: DUV.

Rosenbauer, Kirsten (2009): Partnering und Alliancing. Vertragsgestaltung und Rechtsprobleme anreizbasierter Allianzen für Großprojekte im Vergleich zu herkömmlichen Projektmodellen am Beispiel der FIDIC-Vertragsbedingungen und der VOB/B. Berlin: Duncker & Humblot.

Saatweber, J. (1994): Quality Function Deployment (QFD). In: Walter Masing (Hg.): Handbuch Qualitätsmanagement. 3., gründlich überarbeitete und erweiterte Auflage. München: Carl Hanser Verlag, S. 445–468.

Saatweber, Julia (2011): Kundenorientierung durch Quality Function Deployment. Düsseldorf: Symposion Publishing.

Schwerdtner, Patrick (2007): Anreizbasiertes Steuerungs- und Vergütungsmodell für Einzelvergaben im Hochbau. Dissertation. TU Braunschweig, Braunschweig. Online verfügbar unter <https://www.tu-braunschweig.de/ibb/service/schriftenreihe/heft45>, zuletzt geprüft am 07.11.2013.

Skulschus, Marco; Wiederstein, Marcus (2012): SQL Server 2012. T-SQL-Abfragen und Analysen. 1. Auflage. Berlin: Comelio Medien.

VDA – Verband der Automobilindustrie: Produkt- und Prozess-FMEA, Bd. 4.

Vogdt, Frank U. (2002): Dialog Bauqualität. Endbericht. Hg. v. Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung. Institut für Erhaltung und Modernisierung von Bauwerken e.V. an.

Wälchli, Adrian (1995): Strategische Anreizgestaltung. Modell eines Anreizsystems für strategisches Denken und Handeln des Managements. Bern [u.a.]: Haupt (Schriftenreihe des Instituts für Betriebswirtschaftliche Forschung an der Universität Zürich, 75).

Weyhe, Stefan (2005): Bauschadensprophylaxe als Beitrag zur Qualitätssicherung während der Bauausführung. Dissertation. Universität Weimar, Weimar. Online verfügbar unter <http://e-pub.uni-weimar.de/opus4/frontdoor/index/index/docId/466>, zuletzt geprüft am 24.03.2012.

Glossar

Begriff	Beschreibung
Anreizsystem	Gesamtheit der Maßnahmen mit dem Ziel, das Verhalten von Organisationmitgliedern im Sinne der Erreichung gesetzter Unternehmensziele durch intrinsische oder extrinsische Anreize zu beeinflussen.
Bewertungsobjekt	Prüfgegenstand (→ Prüfgegenstand) an Hand dessen die Qualitätsbewertung vorgenommen wird.
Bewertungsumfang (BU)	Der Bewertungsumfang ergibt sich aus den Prüfgegenständen, den Qualitätseinheiten und den Funktionskomplexen (→ Funktionskomplex).
Defizitquote	Die Defizitquote [%] gibt an, welcher Anteil der Prüfobjekte (→ Prüfobjekt) Defizite aufweist.
Defizit	→ Qualitätsdefizit
Defizitwert	Der Defizitwert stellt eine numerische Größe zur qualitativen Beurteilung eines Qualitätsdefizits dar und geht in den Algorithmus zur Bewertung der Bauprozessqualität (→ Qualitätszahl) ein.
Defizitstartwert	Der Defizitstartwert berücksichtigt den Strafzuschlag im Rahmen der Berechnung der Qualitätszahl.
Funktionskomplex (FK)	Ein Funktionskomplex ist ein Eigenschaftsbereich von Bauleistungen, bez. seiner Zweckbestimmung. Ein Funktionskomplex ist für die Auswahl der qualitätsrelevanten Objekte und die Bewertung von Bedeutung.
Gebäudetyp	Gebäudetypen werden nach der Gliederung des Baukosteninformationszentrums Deutscher Architektenkammern (BKI) bezeichnet.
Gewichtung (g)	Gewichtungsgröße eines Funktionskomplexes, die je nach Präferenz des Auftraggebers bez. seiner individuellen Anforderungen im Rahmen des Qualitätsvertrags festgelegt wird.

Begriff	Beschreibung
Nutzbereich	Nutzbereiche eines Gebäudes sind Gruppen von Räumen, die einem bestimmten Zweck dienen. (Beispiele: Flure, Küchen u.a.)
Normierungswert (N)	Größe zum Ausgleich der Qualitätsaufnahmedichte (→ Qualitätsaufnahmedichte).
Kontrollgegenstand (KG)	Ein Kontrollgegenstand entspricht einem Bauteil als Teil des Prüfumfanges (→ Prüfumfang).
Prämienbudget (PB)	Geldbetrag, der seitens des Auftraggebers maximal für die Zahlung der Qualitätsprämie (→ Qualitätsprämie) zur Verfügung steht.
Prüfintervall (PI)	Das Prüfintervall gibt an, in welchen Zeitabständen die Qualitätsaufnahmen (→ Qualitätsaufnahme) durchgeführt werden. Die Prüfintervalle sind nicht zwingend konstant, sondern können von der Intensität der Bauarbeiten und deren Wichtigkeit bez. der Erfüllung der funktionalen Anforderungen abhängig gemacht werden.
Prüfgegenstand	Bauleistung, Prozess oder Gegenstand des Bauwerks, der im Rahmen der Qualitätsaufnahme auf das Vorhandensein von Defiziten geprüft wird.
Prüfleistung	Die Prüfleistung stellt die Gesamtheit aller notwendigen Arbeiten zur Feststellung eines Defizits dar.
Prüfobjekt	Synonym für Prüfgegenstand (→ Prüfgegenstand).
Prüfplan	Der Prüfplan ist ein Organisationsmittel und enthält die Auflistung der laut Qualitätsvertrag (→ Qualitätsvertrag) durchzuführenden Qualitätsaufnahmen und den Prüfumfang (→ Prüfumfang).

Begriff	Beschreibung
Qualität	Qualität bezeichnet den an einer Defizitquote gemessenen Erfüllungsgrad der Anforderungen an eine fertige oder unfertige Leistung oder einen Herstellprozess. Die Anforderungen werden nach Merkmalen oder Eigenschaftskriterien unterschieden. Die Qualität wird nicht nur an Hand des Bestehens von Sachmängeln im rechtlichen Sinne festgestellt.
Qualitätsaufnahme (QA)	Die Qualitätsaufnahme erfolgt im Rahmen einer Begehung der Baustelle zur qualitätsmäßigen Bewertung der lt. Qualitätsvertrag vereinbarten Prüfungen an den Prüfgegenständen. Die Zahl der Qualitätsaufnahmen geht in die Bewertung der Bauqualität ein.
Qualitätsaufnahmedichte	Auf den Qualitäts-Bewertungszeitraum (Bauzeit) bezogene Zahl der Qualitätsaufnahmen.
Qualitätsdefizit	Qualitätsdefizit bezeichnet das Bestehen eines Merkmals oder einer Eigenschaft eines Prozesses oder einer Leistung, welche faktisch oder potenziell die gestellten Anforderungen nachteilig beeinflussen könnte. Im Rahmen dieses Berichts häufig als Defizit bezeichnet.
Qualitätseinheit (QE)	Einheit des Prüfgegenstands, die auf das Vorhandensein von Defiziten geprüft wird. Die Qualitätseinheiten sollen die Qualitätsaufnahmen vereinfachen (QE-Beispiel: 2x2 m Raster).
Qualitätsmessinstrument (QMI)	Das Qualitätsmessinstrument bezeichnet das rechnerische Bewertungssystem zur Ermittlung der Qualitätszahl (→ Qualitätszahl).
Qualitätsprämie (QP)	Nach dem Qualitätsvertrag ermittelte Vergütung des Auftragnehmers für die erreichte Qualität. Die Qualitätsprämie wird unabhängig von der Vergütung für die Bauleistungen gezahlt und kann bei Überschreitung eines gewissen Qualitätsniveaus einen Bonus, bei Unterschreitung einen Malus darstellen.

Begriff	Beschreibung
Qualitäts-Prämiensystem (QPS)	Das Qualitäts-Prämiensystem stellt die Gesamtheit aller Regelungen zur Schaffung eines finanziellen Anreizes für den Auftragnehmer dar, auf die Beachtung der qualitativen Anforderungen zu achten.
Qualitätsvertrag (QV)	Vertrag zwischen Auftraggeber und Auftragnehmer über die Anwendung eines Qualitäts-Prämiensystems (→ Qualitäts-Prämiensystem).
Qualitätszahl (QZ)	Die Qualitätszahl gibt quantitativ Auskunft über die Qualität einer Baumaßnahme. Die Qualitätszahl ist Grundlage für die Berechnung der Qualitätsprämie.
Risiko (R)	Das Risiko eines Ereignisses ist das Produkt aus Eintrittswahrscheinlichkeit und Risikotragweite (→ Risikotragweite): $R=W*T$. [ISO 31000:2009 Risk Management -- Principles and guidelines - a]
Risikoleistung (RL)	Eine Risikoleistung ist eine mit erhöhtem Risiko einer fehlerhaften Ausführung verbundene wichtige Leistung. [BGH , Datum: 06 .07 . 2000 , Urteil: VII ZR 82 / 98]
Risikotragweite (RT)	Die Risikotragweite einer Leistung ergibt sich aus dem Schadensausmaß für den Auftraggeber für den Fall einer qualitativ schlechten Bauausführung.
Strafzuschlag (SZ)	Ein Strafzuschlag ist ein Faktor zur Erhöhung der vergütungsmäßigen Vermeidungsanreize und kommt zur Anwendung, wenn erkannte Qualitätsdefizite nicht behoben sind oder die Wiederholung von Defiziten gleicher Art - festgestellt bei späteren Qualitätsaufnahmen - vorliegt. Der Strafzuschlag geht in den Defizitwert (→ Defizitwert) und damit in die Qualitätszahl (→ Qualitätszahl) ein.

Anlagen zum Forschungsbericht

- Anlage A: Glossar**
- Anlage B: Formulare**
- Anlage C: Baurechtsurteile**
- Anlage D: Mängelstatistikrecherche**
- Anlage E: FMEA**
- Anlage F: Qualitäts-Bewertungsalgorithmus**
- Anlage G: Quellcode eQ-track**

Die Anlagen befinden sich auf dem beigefügten Datenträger.