

Diploma Thesis

Defect Management

Structuring of construction defects and digital applications

Submitted in satisfaction of the requirements for the degree of
Diplom-Ingenieur
of the TU Wien, Faculty of Civil Engineering

Diplomarbeit

Mängelmanagement

Strukturierung von Baumängeln und digitale Einsatzmöglichkeiten

ausgeführt zum Zwecke der Erlangung des akademischen Grades eines
Diplom-Ingenieurs
eingereicht an der Technischen Universität Wien, Fakultät für Bauingenieurwesen

von

Moritz Maier

Matr.Nr.: 01225629

unter der Anleitung von

Associate Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn. Iva Kovacic

Institut für interdisziplinäres Bauprozessmanagement
Forschungsbereich Industriebau und interdisziplinäre Bauplanung
Technische Universität Wien,
Karlsplatz 13/234, A-1040 Wien

Wien, im September 2018

Eidesstattliche Erklärung

Hiermit erkläre ich an Eides statt, dass ich meine Diplomarbeit nach den anerkannten Grundsätzen für wissenschaftliche Abhandlungen selbständig und ohne fremde Hilfe verfasst habe und alle verwendeten Hilfsmittel, insbesondere die zugrunde gelegten Literaturquellen genannt habe. Die Arbeit wurde bisher in gleicher oder ähnlicher Form keiner anderen Prüfungskommission vorgelegt und auch nicht veröffentlicht.

Wien, im September 2018

Moritz Maier

Hinweis zur geschlechterneutralen Formulierung

Bei der Erstellung dieser Arbeit wurde versucht, geschlechterneutral zu formulieren. Bei jenen Substantiven, bei denen dies nicht möglich war, wurde das generische Maskulinum verwendet. Dabei ist neben der männlichen auch die weibliche Form gemeint. Dieser Ansatz soll ausschließlich der besseren Lesbarkeit dienen, die in manchen Fällen nach Auffassung des Autors bei der gleichzeitigen Verwendung beider Formen beeinträchtigt wird. Dafür wird um Verständnis gebeten.

Danksagung

An dieser Stelle möchte ich alle jenen danken, die mich beim Verfassen meiner Diplomarbeit und während meines gesamten Studiums unterstützt und begleitet haben.

Bedanken möchte ich mich bei Associate Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn. Iva Kovacic, die meine Diplomarbeit betreut hat, mir mit konstruktiven Gesprächen und Tipps weiterhalf und aufpasste, dass ich bei diesem spannenden Thema nicht die notwendigen Abgrenzungen aus den Augen verlor. Durch ihre Kontakte zur Privatwirtschaft, war es mir zudem möglich, den praktischen Teil der Arbeit zu vervollständigen, der ohne sie nicht so umfangreich ausgefallen wäre.

Des Weiteren möchte ich Frau Dipl.-Ing. Anne Wagner danken, die mit dem Thema der Diplomarbeit ans Institut kam und mir das Verfassen der Diplomarbeit im Forschungsbereich Industriebau und interdisziplinäre Bauplanung am Institut für Interdisziplinäres Bauprozessmanagement erst ermöglicht hat. Mit ihren innovativen Ideen und Ansichten begeisterte sie mich für die Zukunftsfragen im Bauwesen und lenkte die Thematik der Arbeit in die richtigen Wege.

Ebenso gebührt ein sehr großes Dankeschön den zahlreichen Unternehmen, die mir einen Einblick in die baupraktischen Abläufe ihrer Projekte erlaubten. Besonders jenen Mitarbeitern und Geschäftsführern möchte ich danken, die sich Zeit genommen haben und mich zu den Baustellenbegehungen mitgenommen haben bzw. mir für die ausführlichen Experteninterviews zur Verfügung gestanden sind. Ohne ihre Unterstützung wäre es nicht möglich gewesen, diese Diplomarbeit zu schreiben.

Meinen Studienkollegen und Freunden danke ich, dass sie stets mit einem offenen Ohr und gutem Rat für mich da waren und dass ich mich immer auf sie verlassen kann. Gleiches gilt für meine Freundin, die mich das gesamte Studium bestärkt und angetrieben hat und eine ausgezeichnete Lektorin abgeben würde. Bei meiner Familie möchte ich mich noch besonders bedanken. Sie hat mir das Studium an der TU Wien ermöglicht, unterstützt mich in allen Lebenssituationen und ist immer für mich da. Dafür ein riesengroßes Dankeschön.

Kurzfassung

Mit dieser Diplomarbeit wird eine Grundlagenermittlung zum Thema Baumängel angestrebt, die den aktuellen Stand der Technik sowohl in der Forschung als auch in der Praxis wieder spiegelt. Das sogenannte Mängelmanagement beschreibt dabei die Tätigkeiten des Entdeckens, der Aufnahme, der Organisation und Bearbeitung, der Dokumentenablage sowie der Vorbeugung von auftretenden Abweichungen des Bau-Solls in der Ausführung und Gewährleistungsphase von Bauprojekten. Die Differenzen zwischen dem Ist-Zustand und den vorgesehenen quantitativen und qualitativen Eigenschaften eines Bauwerks stellen einen erheblichen ökonomischen Aufwand dar. Die Kontrollen und die anschließende Koordination der verantwortlichen Gewerke sind zeitaufwendig und enden aufgrund von Kosten- und Termindruck in zwischenmenschlichen Konfrontationen. Dabei hat ein strukturiertes, digitales Managementsystem das Potential, die Informationen zeitnah und in ausreichender Qualität am richtigen Einsatzort den beteiligten Personen zur Verfügung zu stellen. Die Erkenntnisse dieser Forschungsarbeit können helfen, die Defizite des Mängelmanagements besser zu verstehen, um daraus in Zukunft ein System zu entwickeln, das die gesamte Organisation von Mängeln auf der Baustelle vereinfacht und sogar vorbeugen kann.

Es werden verschiedene literarische Quellen untersucht, um den aktuellen Forschungsstand zu den Mängelthemen Erhebung, Informationsfluss, Klassifikation und Kosten zu beleuchten. Im praktischen Teil der Arbeit wird schließlich eine qualitative Querschnittsanalyse durchgeführt. In dieser werden neun Bauprojekte begleitet und die Prozesse auf der Baustelle von der Mangelerhebung bis zur Ablage beobachtet. Zudem werden Leitfrageninterviews mit Fachexperten geführt, um bestehende Defizite und Potentiale zu erfassen. Die erhobene, aktuelle Situation der Branche wird mit den Anforderungen an den Idealzustand verglichen und es wird ein Ausblick gegeben, wie die Aufnahme, die Organisation und das Abrufen von Datensätzen von Mängeln effektiver, aber auch effizienter ausgeführt werden kann. Zusätzlich wird versucht, ein Kostenmodell für das Mängelmanagement zu entwickeln, das zur Steuerung von drohenden Fehlentwicklungen eingesetzt werden kann.

Obwohl die österreichische Baubranche traditionell aus kleinen Unternehmen zusammengesetzt ist und die einzelnen Berufssparten unterschiedliche Anforderungen an das Mängelmanagement stellen, kann durch den technologischen Fortschritt mit verknüpften, semantischen Datenbanken oder künstlichen Intelligenzen ein optimierter Zustand erreicht werden. In diesem werden Mängel automatisch von mobilen Geräten aufgenommen und verarbeitet. Der Vergleich des Bestandes mit der Planung erfolgt in Echtzeit und der Informationsbruch zwischen dem Planungsmodell und der Baustelle wird überwunden.

Abstract

This diploma thesis aims for a baseline investigation on the topic of construction defects, which reflects the current state of the art both in research and in practice. The so-called defect management describes the activities of the discovery, the admission, the organization and processing, the document filing as well as the prevention of deviations of the construction target in the execution and warranty phase of projects. The differences between the actual state and the intended quantitative and qualitative characteristics of a building represent a considerable economic effort. The controls and the subsequent coordination of the responsible trades are time-consuming and end in interpersonal confrontations due to cost and time pressure. A structured, digital management system has the potential to provide the information to the persons involved promptly and in sufficient quality at the right place. The findings of this research can help to better understand the deficiencies of the defect management, and in the future to develop a system that can simplify the entire organization of site defects and even prevent those.

Therefore, various literary sources will be examined in order to raise the current state of research on the defect issues of collection, information flow, classification and costs. In the practical part of the work, a qualitative cross-sectional case study is finally carried out. Nine construction projects are accompanied and the processes from the defect admission to the filing are observed on the construction site. In addition, key questionnaire interviews are conducted with experts in order to identify existing deficits and potentials. The actual situation of the industry is compared to the requirements of an ideal state and an outlook is given how to record, organize, and retrieve defects more effectively, but also more efficiently. In addition, an attempt is made to develop a cost model for defect management that can be used to control imminent undesirable developments.

Although the Austrian construction industry is traditionally structured in small companies and the various professions have different requirements for the defect management, an optimized state can be achieved with the technological progress and linked, semantic databases or artificial intelligence. With this application defects are automatically recorded and processed by mobile devices. The comparison of the as-built with the planning takes place in real time and the information gap between the design model and the construction site is closed.

Abkürzungsverzeichnis

ABGB	Allgemeines bürgerliches Gesetzbuch (Österreich)
AG	Auftraggeber
AN	Auftragnehmer
ARGE	Arbeitsgemeinschaft
AUD	Australische Dollar
BIM	Building Information Modeling
BGB	Bürgerliches Gesetzbuch (Deutschland)
BTVG	Bau trägervertragsgesetz
bzw.	beziehungsweise
ca.	Circa, ungefähr
DACH	Deutschland, Österreich, Schweiz
d.h.	das heißt
DMS	Dokumentenmanagementsystem
EDV	elektronische Datenverarbeitung
e.V.	Eingetragener Verein
etc.	et cetera
GPS	Global Positioning System
GU	Generalunternehmer
HOAI	Honorarordnung für Architekten und Ingenieure (Deutschland)
i.d.F.	in der Fassung
i.d.R.	in der Regel
KSchG	Konsumentenschutzgesetz
NU	Nachunternehmer, Subunternehmer
o.Ä.	oder Ähnliches
o.S.	ohne Seitenangabe
ÖBA	Örtliche Bauaufsicht
OGH	Oberster Gerichtshof
ÖNORM	Österreichische Norm
PDA	Personal Digital Assistant
RFID	Radio Frequency Identification
StF	Stammfassung
vgl.	vergleiche
VOB/B	Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen – Teil B (Deutschland)
z.B.	zum Beispiel

Inhaltsverzeichnis

Eidesstattliche Erklärung	III
Danksagung	V
Kurzfassung.....	VII
Abstract	IX
Abkürzungsverzeichnis	XI
Inhaltsverzeichnis	XIII
1 Einleitung.....	1
1.1 Motivation	4
1.2 Thematische Zuordnung	5
1.3 Forschungsfragen und Methodik.....	12
1.3.1 Forschungsfragen.....	12
1.3.2 Methodik.....	13
1.3.3 Aufbau der Forschungsarbeit.....	16
2 Grundlagen von Baumängel	19
2.1 Mängelformen	19
2.2 Mängel im Baurecht.....	22
2.2.1 ABGB, KSchG, BTVG.....	22
2.2.2 Relevante ÖNORMEN	24
2.2.3 Prüf- und Warnpflicht	27
2.2.4 Übernahme.....	29
2.2.5 Gewährleistung.....	32
3 Literaturrecherche.....	37
3.1 Mängel im Baubetrieb	37
3.1.1 Leistungsbilder	40
3.1.2 Gründe für Mängel.....	42
3.1.3 Umgang mit Mängel.....	49

3.2	Mangelerhebung	54
3.2.1	Herkömmliche Mangelerhebung	55
3.2.2	Digitale Mangelerhebung	61
3.3	Informationsfluss	71
3.3.1	Herkömmlicher Informationsfluss	74
3.3.2	Digitaler Informationsfluss	79
3.4	Mangelklassifikation	88
3.4.1	Baurecht	89
3.4.2	Baubetrieb	96
3.5	Mangelkosten	107
3.5.1	Deutschsprachiger Raum	110
3.5.2	Internationale Literatur	112
3.6	Digitale Werkzeuge für das Mängelmanagement	118
3.6.1	Wissensmanagement	119
3.6.2	Digitale Werkzeuge - Beispiele	122
3.6.3	BIM und digitale Plattformen	126
3.7	Zusammenfassung der Literatur	132
4	Qualitative Forschung	141
4.1	Projektstudien	143
4.1.1	Aufbau der Checkliste	144
4.1.2	Projekte	148
4.1.3	Auswertung der Projektstudien	152
4.2	Experteninterviews	172
4.2.1	Aufbau des Interviewleitfadens	173
4.2.2	Interviewpartner	176
4.2.3	Auswertung der Interviews	179

4.3	Ergebnisinterpretation der qualitativen Studie.....	199
4.3.1	Mangelerhebung.....	201
4.3.2	Informationsfluss	204
4.3.3	Mangelklassifikation.....	207
4.3.4	Mangelkosten	210
4.3.5	Defizite und Potentiale.....	212
5	Quantitative Forschung – Kostenberechnungsmodell	214
5.1	Modell für einen Kostenkennwert.....	214
5.1.1	Eingangsparameter	215
5.1.2	Modellbildung für Kostenberechnung.....	218
5.2	Zusammenfassung der quantitativen Forschung	222
6	Forschungsergebnisse.....	224
6.1	Zusammenfassung der Ergebnisse	224
6.2	Beantwortung der Forschungsfragen.....	229
6.3	Diskussion und Schlussfolgerung	231
	Literaturverzeichnis.....	XVII
	Abbildungsverzeichnis	XXIX
	Tabellenverzeichnis	XXXI
	Begriffsbestimmungen	XXXIII
	Anhang	XXXIX

1 Einleitung

Aktuell forcieren Wirtschaft und Forschung ihre Bemühungen, um den Ablauf von baubetrieblichen Prozessen zu digitalisieren und damit zu beschleunigen und zu verbessern. Einen wesentlichen Teil des Bauablaufs nimmt die Aufnahme und Dokumentation von Mängeln auf der Baustelle in Anspruch. Deswegen ist es wünschenswert, auch dieses sogenannte Mängelmanagement zu optimieren.

Durch den technologischen Fortschritt verlegte sich zwar die Dokumentation von Bauvorhaben, von den per Hand weitergegebenen Plänen zu digital abgelegten und versendeten Schriftstücken, doch oft sind auch hier tief verschachtelte Ordnerstrukturen angelegt, die das Finden solcher Dokumente erst recht zur Herausforderung machen. Die Zeit, die hier bei der erneuten Suche nach Fotos, Besprechungs- und Abnahmeprotokollen, Rechnungen und der gleichen aufgewendet wird, ist ausgesprochen hoch und soll durch eine Strukturierung und intelligente Datenbanksuche reduziert werden. Insbesondere die Aufnahme, Organisation und Verfolgung von Baumängeln enthält ein hohes Einsparungspotential, welches durch einen digitalen Lösungsansatz erreicht werden kann. Der Anspruch dieser Diplomarbeit ist, ein Strukturmodell für die Aufnahme, die Klassifizierung, die Ablage und die Verknüpfung von Mängel-Datensätzen zu entwickeln.

Mängelmanagement im Baubetrieb ist ein sehr differenziertes Thema. Planer, Projektmanagement, ausführende Unternehmen und die örtliche Bauaufsicht, regeln das Aufnehmen, Beurteilen und Dokumentieren von Mängeln von Firma zu Firma und von Projekt zu Projekt oft unterschiedlich. Es gibt zwar in den österreichischen Normen¹ klare Regeln was ein Mangel ist und wie diese zu handhaben sind in Bezug auf Prüf- und Warnpflicht, Mangelrüge, Gewährleistung, etc., aber diese Betrachtung ist rein rechtlich und bauwirtschaftlich. Die Unterteilung in wesentliche/unwesentliche, optische/technische oder arglistig verschwiegene/versteckte Mängel, mag aus juristischer Sicht einwandfrei sein, bringt aber im Bauprozess kaum einen Mehrwert.

Die vorhandene Literatur gibt kaum Hinweise auf den Ist-Zustand der Baubranche während der Bauausführung in Bezug auf die Projektdokumentation. Allerdings gibt es insbesondere zu Beginn des Einsatzes von Softwareprogrammen Werke, die sich mit den Potentialen und möglichen Einsatzgebieten von digitalen Organisationsstrukturen beschäftigen.² Während der Themenschwerpunkt oft auf den rechtlichen Auslegungen des Mangels liegt, haben nur wenige Werke tatsächlich die fachgerechte Strukturierung von ebendiesem zum Thema.

¹ Vgl. ÖNORM B 2110:2013, S. 19ff.

² Vgl. Schach 2007, S. 192ff.

In „Digitale Baustelle – innovativer planen, effizienter ausführen“ von Willibald Günthner und André Borrmann³ wird z.B. das Potential von zentral verwalteten Kommunikations- und Organisationsservern deutlich hervorgehoben, da die Bauprojekte immer komplexer werden und somit von Mängeln in der Bauausführung begleitet werden. Dabei glauben die Autoren, dass diese Fehler in der Bauausführung durch eine bessere Kommunikation und Abstimmung bereits in den Entwicklungs- und Planungsphasen erkannt und vermieden werden können. Die in der Bauplanung und Bauausführung existierende hohe Arbeitsteiligkeit erschwert dabei eine reibungslose Zusammenarbeit. Ihrer Ansicht nach müssen daher neue Methoden und Werkzeuge geschaffen werden, die einen strukturierten Informationsaustausch zwischen allen Projektbeteiligten sicherstellen. Die Fehler sollen so frühzeitig erkannt und beseitigt werden, wodurch ein wesentlicher Beitrag zur kostengünstigen und effizienten Bauausführung geleistet werden kann. Ein derartiges Informationsmanagement kann ihrer Meinung nach ausschließlich dann umgesetzt werden, wenn alle relevanten Projektdaten zentral verwaltet werden und alle Projektbeteiligten darauf Zugriff haben. Ziel ist es unter anderem, die Existenz von redundanten Daten und inkonsistenten Bearbeitungsständen zu vermeiden. Deshalb sollte aus der Sicht von Günthner und Borrmann eine ganzheitliche Abbildung des Projektes von der Bauwerksentstehung über den gesamten Lebenszyklus auf einer verbindlichen Kommunikations- und Informationsplattform bereitgestellt werden. Das Building Information Modeling mit seinem Ansatz des digitalen Zwillings kann eine solche zentrale Plattform sein, wo alle Informationen zusammengeführt und organisiert werden. Ein Mängelmanagementsystem kann schließlich Teil dieser Plattform sein. Es dient der Dokumentation und Verfolgung von Mängeln während der Ausführung, bei der Abnahme, während der Gewährleistungsdauer und kann auch später beim Betrieb im Bereich des Facility Managements eingesetzt werden. Über die Internetverbindung eines mobilen Endgerätes erfolgt die Erfassung und Freimeldung der Mangelpunkte. Die Mehrbenutzerfähigkeit der Datenbank und die Einbindung von Smartphones und Tablets beschleunigt die Abarbeitung der offenen Punkte, da der Informationsaustausch immer online erfolgen kann.

In „Grundlagen der Baubetriebslehre 3 – Betriebsführung“ beschreiben Fritz Berner, Bernd Kochendörfer und Rainer Schach, dass umfangreiche vorbereitende Maßnahmen vor der Einführung eines solchen Systems erforderlich sind.⁴ So müssen zur eindeutigen Zuordnung der Mangelpunkte die einzelnen Räume in der Datenbank gemäß einem Raumbuch abgebildet werden. Ebenso sind in der Datenbank die Bauelemente und die Art der Mängel eindeutig zu definieren. Durch diese Klassifizierung werden Suchkriterien in der Mängeldatenbank ermöglicht. Die Vergabe von Schreib- und Leseberechtigungen von einzelnen Feldern in der Datenbank ermöglicht den Einsatz des Systems sowohl zwischen dem Auf-

³ Vgl. Günthner 2011, S. 117ff.

⁴ Vgl. Berner 2015, S. 166f.

traggeber und dem Generalunternehmer, als auch zwischen den Ausführenden. Eine effiziente Bearbeitung der einzelnen Mangelpunkte kann somit zeitnah und ohne Export der Daten in andere Systeme erfolgen. Ebenso ist sichergestellt, dass ein Mangel nur von berechtigten Personen freigemeldet werden kann und dass keine Daten durch Löschung oder Veränderung der Mangelpunkte verloren gehen. Mit den Softwareprogrammen wird zudem eine umfassende statistische Auswertung der Mangelpunkte nach Ort oder Art ermöglicht.

Reinhold Rauh et al. führten 2014 eine Studie durch, in der sie in Deutschland 38 Unternehmen nach ihrem Umgang mit auftretenden Mängeln befragten. Das Ergebnis war, dass ein hoher Anteil der Befragten die Mängeldokumentation nach wie vor durch handschriftliche Notizen erledigt.⁵ Bei diesen Baustellen werden die Mängellisten in Form von Tabellen geführt, die in definierten Abständen zwischen den einzelnen Baubeteiligten ausgetauscht werden. Spezielle Mängelmanagementprogramme werden hingegen nur in den wenigsten Fällen genutzt. Werden Mängel manuell aufgeschrieben oder mittels einer allgemeinen Bürosoftware wie Excel oder Word organisiert, führt das dazu, dass die Art und Wirkung der Mängel vom verantwortlichen Bauleiter nach dessen eigener Struktur erfasst werden. Die von den Autoren mit den Unternehmen geführten Gespräche zeigten, dass sich diese Systematik auch im Laufe des Projekts oft verändert. Dadurch ist eine langfristige und projektübergreifende Auswertung von Mängeln kaum realisierbar.

Zusätzlich wurde in dieser Studie auch der Zeitaufwand für die Ausbesserung von Schlechtleistungen und Mängeln in Verhältnis zur Gesamtarbeitszeit abgefragt. So zeigten die Ergebnisse, dass der zeitliche Aufwand und davon abgeleitet auch die Kosten der Mängelbeseitigung, zwischen 2-3% der Gesamtbaukosten liegen.⁶ Diese Größenordnung kommt bereits dem durchschnittlichen, kalkulatorischen Gewinn eines Projektes nahe. Als Vergleich betragen die Kosten der möglichen Baumängel laut der Dissertation von Oliver Kriebus im Wohnungs- und Neubau der Schweiz sogar rund 8% der Bauausgaben.⁷ Die Bedeutung der Mängel für das wirtschaftliche Ergebnis eines Projekts ist also auf jeden Fall erheblich.

In den letzten Jahren haben diverse Start-ups und etablierte Unternehmen versucht, Softwarelösungen für vereinfachte Dokumentationsvorgänge zu entwickeln und diese am Markt zu vertreiben. Im Zuge der Diplomarbeit werden daher zusätzlich bereits eingeführte Produkte verglichen, die mit interessanten Lösungen der Innovationsträgheit des Bauwesens entgegentreten. Das in dieser Forschungsarbeit beschriebene Bild des Mängelmanagements in der Baupraxis soll den Anstoß für weitere Ideen und Verbesserungen in diesem Bereich des Baumanagements geben.

⁵ Vgl. Rauh 2014, S. 16.

⁶ Vgl. Ebenda, S. 18.

⁷ Vgl. Kriebus 2013, Abstract.

1.1 Motivation

Es gibt ein großes Interesse der Bauwirtschaft die Prozesse im Bauablauf zu optimieren. Man versucht hier den Rückstand auf andere Industriezweige im Bereich der Digitalisierung und Automatisierung aufzuholen. Damit sollen die Kundenzufriedenheit erhöht, die Kosten gesenkt und die Nachhaltigkeit der Bauwirtschaft verbessert werden. Die Stichwörter Industrie 4.0 und Building Information Modeling sind allgegenwärtig.

Aus diesem Grund ist Frau Dipl.-Ing. Anne Wagner, Geschäftsführerin von *DEEPINTERFACE e.U.*, an das Institut für interdisziplinäres Bauprozessmanagement der TU Wien herantreten, um mit einer Industriediplomarbeit in dem Bereich Mängelmanagement Nachforschungen anzustellen und neue Konzepte zu entwickeln. Sie sieht hier ein großes Einsparungspotential an Zeit, Kosten und Ressourcen, wenn der Ablauf der Mängelerhebung, die Bearbeitung und die Dokumentation ebendieser mit digitalen Lösungen erfolgen und so optimiert werden.

Das Thema Mängel im Bauwesen ist auch persönlich ein sehr spannendes für mich. Während diversen Sommerpraktika in der Studienzeit habe ich sowohl auf Seite der Planer, als auch auf der ausführenden Seite Erfahrung gesammelt. Dabei wurde ich des Öfteren zur Erstellung und Fortführung einer Mängelliste als typische Praktikantenarbeit angehalten. Die klassischen Listen, die in Excel oder Word erstellt und mit Fotos und Kommentaren versehen wurden, kamen mir damals schon recht veraltet vor. Man musste durch 50 und mehr Seiten scrollen oder mit der Suchfunktion die genau richtigen Stichwörter eingeben, um den gewünschten Mangel zu finden. Zudem war ein Teil meiner Arbeit, die Dokumentenorganisation einer Baustelle nach den Vorlagen eines öffentlichen Auftraggebers zu erstellen. Die zur Verfügung gestellte Ordnerstruktur, die zu befüllen war, folgte zwar gewissen Grundprinzipien, aber nicht alle Dokumente waren eindeutig zuordenbar bzw. konnten in mehreren Ordnern abgelegt werden. Schwierig wurde die Aufgabe, wenn man die Daten wieder finden wollte, weil man sie für Besprechungen und der gleichen benötigte. Kein Wunder, dass die Bauleiter diese Arbeit am liebsten an einen Praktikanten delegierten.

In dieser Arbeit nicht nur die aktuelle Marktsituation zu beleuchten, sondern auch aktiv einen Teil beizutragen, in Zukunft eine effizientere Organisationsstruktur auf der Baustelle zu ermöglichen, ist daher hoch motivierend und erfreulich.

1.2 Thematische Zuordnung

Die Diplomarbeit wird auf nationaler und internationaler Literatur aufgebaut. Die qualitative Forschung mit Projekten und Interviews konzentriert sich allerdings auf den unmittelbaren Erhebungsstandort Wien. Somit erhalten die Ergebnisse und Aussagen der Arbeit besonders im DACH-Raum ihre Gültigkeit.

Die Arbeit hat zudem ausschließlich Mängel im Hochbau zum Thema. Obwohl auch bei Infrastrukturbauten und im restlichen Tief- und Ingenieurbau Mängel entstehen, wird darauf nicht eingegangen. Im besten Fall lassen sich die prinzipiellen Erkenntnisse der Arbeit jedoch genauso auf diese Bereiche der Baubranche umlegen. Grundsätzlich liegt der Fokus der Untersuchungen aber auf den Kostengruppen 2 und 4 der ÖNORM B 1801-1 (Bauwerk Rohbau und Bauwerk Ausbau).⁸ Dementsprechend wurden ausschließlich Projektpartner gewählt, die aktuelle Hochbauobjekte betreuen.

Zudem wird in dieser Diplomarbeit der Begriff Mangel nach Kropik⁹ definiert, der darin eine Abweichung des Bau-Ist-Zustands von der vereinbarten Leistung, dem Bau-SOLL sieht. Dabei ist es grundsätzlich egal, wer den Mangel verschuldet und wann dieser auftritt, denn sie können in verschiedenen Stadien des Bauprozesses, wie während der Materialherstellung und Materiallieferung, der Bauwerkserrichtung, den Baustellenbegehungen, bei der Übernahme oder im laufenden Betrieb, entstehen oder entdeckt werden. Die Zuordnung offene Leistung oder Mangel ist besonders für die rechtliche Sichtweise wichtig, allerdings ist bei der Gebäudeerrichtung der Prozess der beteiligten Personen und Informationen ident. Eine weitere Abgrenzung erfolgt über die zeitliche Einteilung der Bauprojektphasen. Hauptaufgabe ist es, auf der Baustelle das Mängelmanagement während der Bauausführung beziehungsweise auch nach der Fertigstellung zu beleuchten und Möglichkeiten zur Optimierung zu finden. Hierbei liegt der Schwerpunkt auf der Betrachtung und Analyse von Ausführungsmängeln im Roh- und Ausbau sowie während der Gewährleistungsphase (siehe Abbildung 1). Planungsmängel und Änderungen von Plan-/Bauleistungen sowie Instandhaltungen im Gebäudemanagement werden nur am Rande gestreift, können aber im Optimalfall die Strukturen und Prozessabläufe von Ausführungsmängeln annehmen, da sich die Arbeitsabläufe ähneln.

Nichtsdestoweniger geht es in dieser Arbeit um die aktive Aufnahme, Weitergabe und Abgabe der Informationen in einer Organisationsstruktur von den am Bau beteiligten Unternehmen. Genau hier setzt die Diplomarbeit an, um die Schnittstellen- und Organisationsproblematik zu entschärfen und den Zeit- und Arbeitsaufwand für das

⁸ Vgl. ÖNORM B 1801-1:2015, S. 11.

⁹ Vgl. Kropik 2014, S. 483.

Mängelmanagement zu minimieren. Es wird versucht mit geeigneten Methoden und Werkzeugen bereits der Mangelentstehung vorzubeugen bzw. ein Mängelmanagement in den Projekten zu verankern, um einen effizienteren Baubetrieb zu gewährleisten.

Abbildung 1 zeigt im Folgenden die untersuchten Stakeholder im zeitlichen Projektablauf. Die Übernahme markiert dabei jenen Punkt, an dem die Gefahren und Risiken der Bauleistung vom Auftragnehmer auf den Auftraggeber übergehen. Daher ist der Zeitraum kurz vor und nach der Übernahme jener, der am Interessantesten für den Zweck der Diplomarbeit ist, weil zu dieser Zeit die meisten Leistungen beanstandet werden.

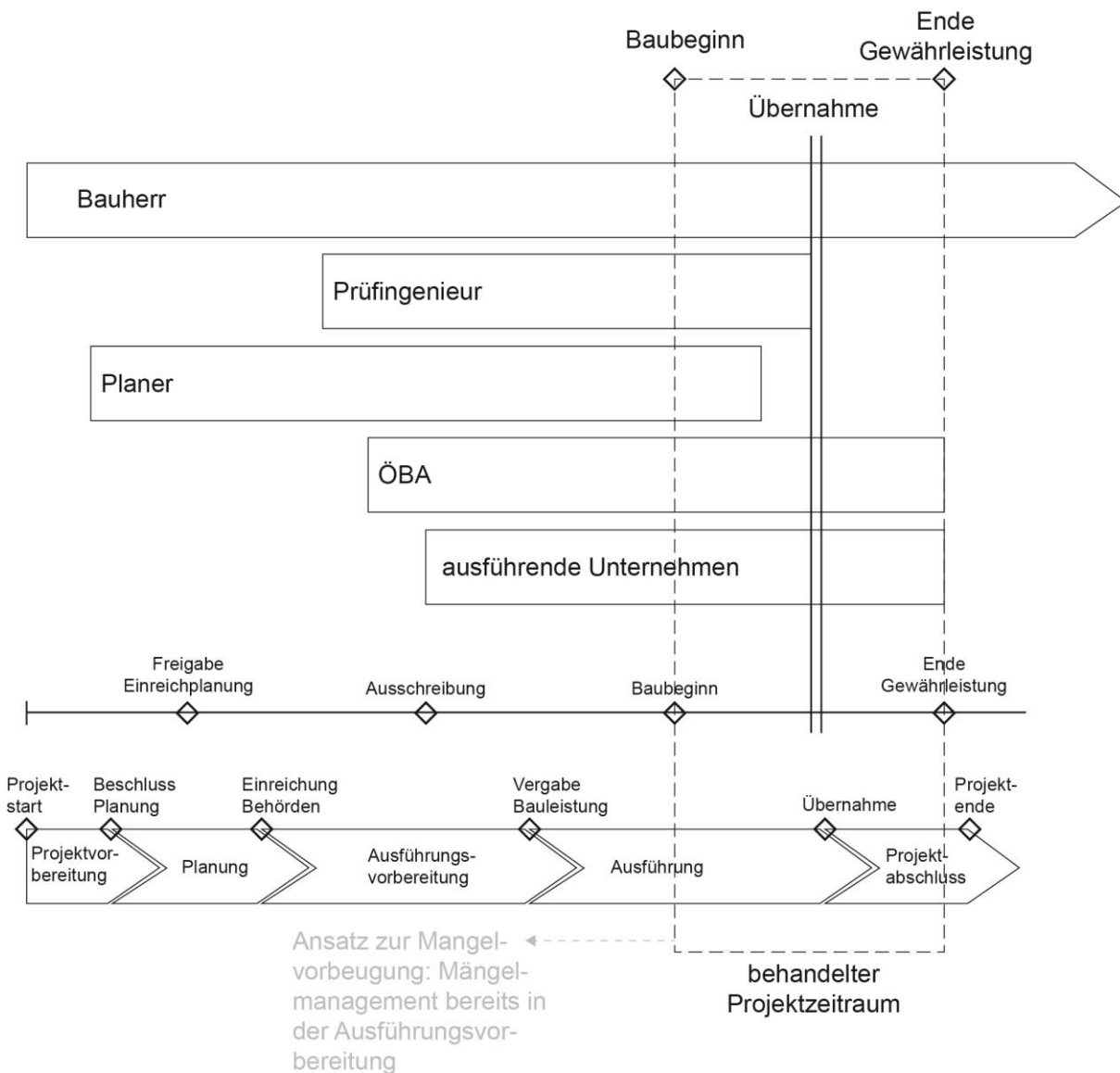


Abbildung 1: Projektbeteiligte im behandelten Projektzeitraum, eigene Darstellung

In dem behandelten Projektzeitraum müssen die beteiligten Personen und Unternehmen möglichst gut zusammenarbeiten, um am Ende ein mangelfreies Objekt zu realisieren. Dazu dient ein Mängelmanagement, welches den Abweichungen vom Bau-Soll entgegenwirkt. In der wissenschaftlichen Publikation von Lin, Chang und Su¹⁰ definieren die Autoren fünf Phasen während der Bauausführung, in denen das Mängelmanagement zum Einsatz kommt. Von der Identifizierung des Mangels bis zu seinem Abschluss beschreiben sie die einzelnen Stufen (Tabelle 1).

	Phase	Beschreibung
1	Feststellen von Mängel	Feststellen von neuen oder bereits existierenden Mängelproblemen bei Baustellenbegehungen oder bei der Qualitätskontrolle
2	Verfolgung der Mängel	Sicherstellen, dass der Mangel identifiziert ist und von allen relevanten Beteiligten verfolgt wird
3	Behebung der Mängel	Umfasst die Beauftragung, die Antwort und die Überprüfung des Prozesses zur Mangelbehebung unter allen Beteiligten
4	Dokumentation der Mängel	Dokumentieren des Prozesses in Verbindung zu dem festgestellten Mangelproblem
5	Abschluss von Mängel	Bestätigung der Behebung der Mängel ohne weitere Feststellung oder Verfolgung

Tabelle 1: Mängelmanagementphasen in der Bauausführung nach Lin 2016, S. 905

In einer weiteren Grafik (Abbildung 2) sind die beschriebenen Phasen schließlich im zeitlichen Projektrahmen dargestellt. Die behandelten Abläufe in der Bauausführung ähneln denen in der Gewährleistung, welche nach der Übernahme des Bauobjektes angewendet werden. Zum Baubeginn geht ein Großteil der Risiken vom Auftraggeber auf den Auftragnehmer über. Dieser hat im Sinne eines Werkvertrags die Pflicht, eine mangelfreie Leistung herzustellen. Werden Arbeiten unzureichend ausgeführt, erfolgt die Aufnahme und Bearbeitung dieser Mangelpunkte. Nachdem bei der Übernahme die Bauleistung vom Auftragnehmer an den Auftraggeber im Austausch gegen den Werklohn übertragen wird, kommen andere gesetzliche Bestimmungen wie Mangelrügen oder ein Haftungsrücklass (siehe Kapitel 2.2) zum Einsatz.

¹⁰ Vgl. Lin 2016, S. 905.

Die Abbildung 2 zeigt eine detaillierte Darstellung des betrachteten Zeitrahmens. Es werden die zuvor genannten Phasen von Lin, Chang und Su¹¹ den wichtigsten Arbeitsschritten zugeordnet und die daraus resultierende Verantwortung den dazugehörigen Projektbeteiligten zugeordnet. Vom Baubeginn weg, besteht für den Auftraggeber ein Erfüllungsanspruch gegenüber dem Auftragnehmer, der sich nach der Übernahme in einen Gewährleistungsanspruch wandelt.

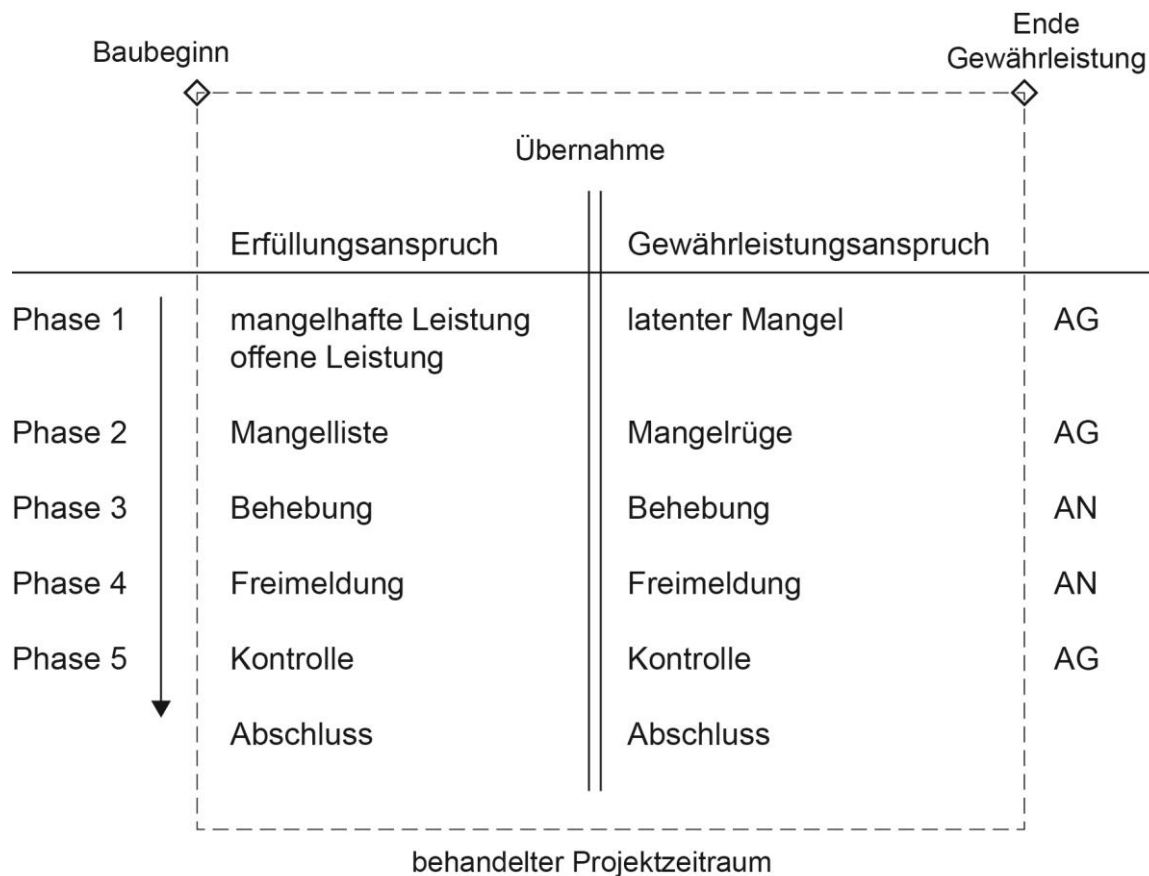


Abbildung 2: Prozessschritte und Verantwortliche im Mängelmanagement

Aus den zuvor genannten Gründen ist diese Diplomarbeit in erster Linie an Personen adressiert, die die Qualität und die einwandfreie Erbringung der Leistung auf der Baustelle sicherstellen müssen. Neben der Örtlichen Bauaufsicht und der Projektsteuerung umfasst diese Aufgabe besonders die Bauleiter der Baumeisterunternehmen und der Einzelgewerke. In Abbildung 3 sind die verantwortlichen Personen in einem Organigramm ihren jeweiligen Funktionen zugeteilt. Dieses Projektorganigramm dient als Standard für die gesamte Diplomarbeit. Dabei wird das Augenmerk besonders auf die Kommunikation zwischen den Beteiligten auf der Baustelle und jenen in den Büros gelegt. Neben den Generalplanern, der örtlichen Bauaufsicht und der Bauleitung betrifft das auch die Prüfeningenieure als Vertretung

¹¹ Vgl. Lin 2016, S. 905.

der Behörde. Jede dieser Parteien hat mit Mängel zu tun und muss diese erheben, weiterleiten und dokumentieren.

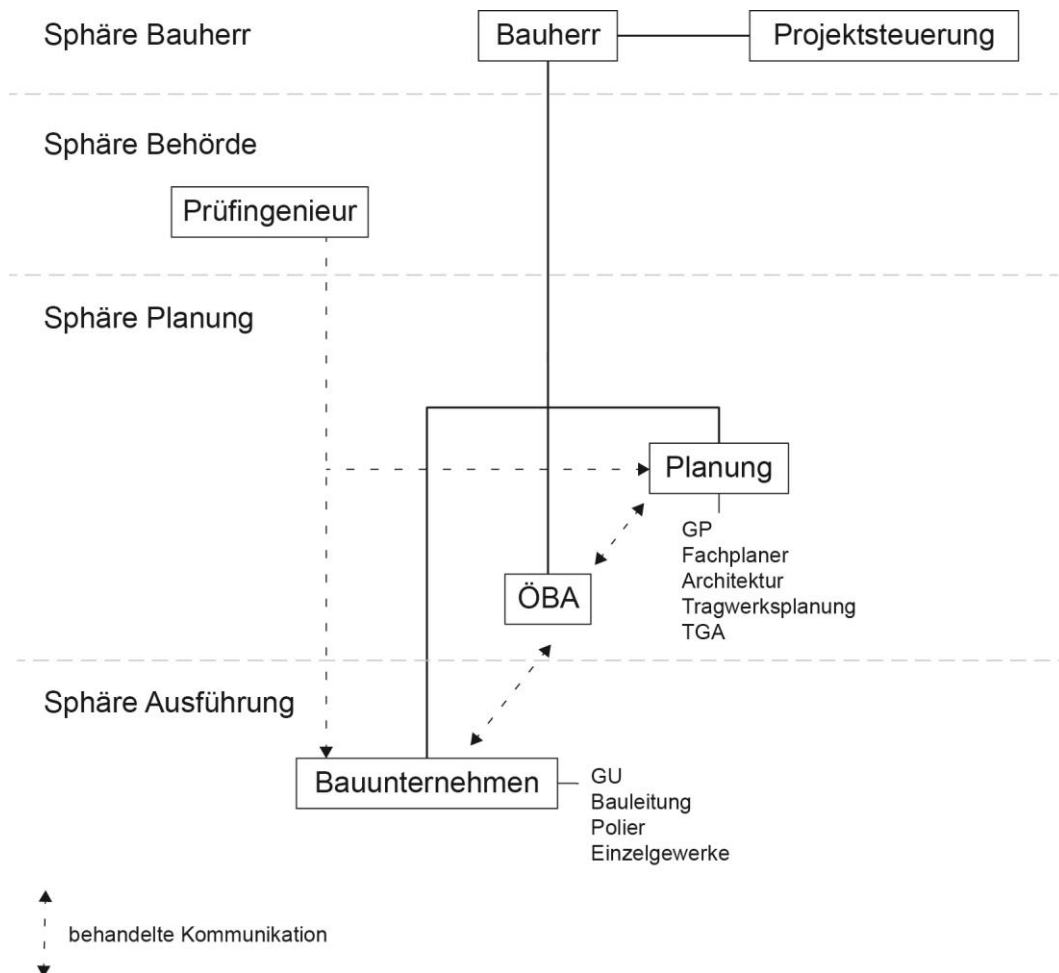


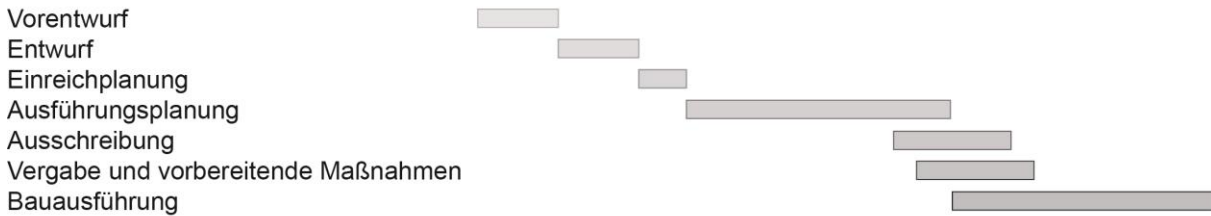
Abbildung 3: erfasste Stakeholder eines Bauprojekts, eigene Darstellung

Die unterschiedlichen Phasen eines Bauprojekts werden in Abbildung 4 dargestellt. Während die sequentielle oder amerikanische Variante, eine abgeschlossene Planung vor Beginn der Ausführung vorsieht, ist im deutschsprachigen Raum die baubegleitende Planung vorherrschend.¹² Erstere hat den Vorteil eines durchdachten und fertigen Abschlusses der Planung. Erst wenn alle Ausführungspläne vorhanden sind, wird mit dem Bauen begonnen. Dadurch ergeben sich deutlich weniger Schnittstellenprobleme als in der überlappenden Variante. Der Grund für die Anwendung der baubegleitenden Planung im DACH Raum liegt in der möglichen Zeiteinsparung durch den vorgezogenen Baustellenbeginn. Dass darunter die Qualität der Planung und der Ausführung leidet, ist leicht nachzuvollziehen. Die Baustelle sieht sich konfrontiert mit laufenden Änderungen in der Planung durch die Bauherren, Behörden und

¹² Vgl. Tautschnig 2005, S. 4.

Planer, welche zu Fehler in den Ausführungsunterlagen und zu Spannungen innerhalb des Projektteams führen. Der Druck, den Bauzeitplan einzuhalten, bleibt weiterhin hoch, während den Schnittstellen aber nur eine geringe Aufmerksamkeit zu Teil wird.

sequentieller Bauablauf



überlappender Bauablauf

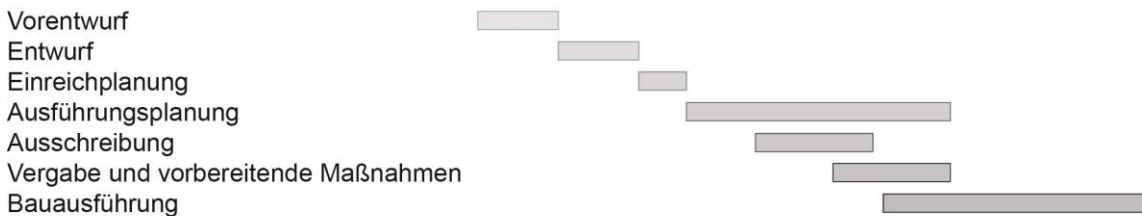


Abbildung 4: Vergleich verschiedener Projektphasenkonzepte nach Tautschnig 2005

Ebenso gehen durch die wiederkehrenden Prozesse der Datenweitergabe Informationen verloren und in der Ausführung entstehen Mängel. Die Rückkopplung von Ausführung und Planung funktioniert nicht mehr reibungslos. Dieser Problematik stellt sich die Forschungsarbeit. Ob es sich allerdings um stoffliche Mängel (d.h. Materialfehler) oder um Ausführungsfehler handelt, ist prinzipiell für die Abgrenzung nicht relevant. Einzig Planungsmängel werden nicht behandelt.

Zudem wird den Fragen nachgegangen, inwieweit Schnittstellen Probleme verursachen und welche Schritte gesetzt werden müssen, um die bestehenden Prozesse und Strukturen zu verbessern. Die einzelnen Phasen und Schnittstellen im Projektablauf werden in der Abbildung 5 gezeigt. Eine wichtige Erkenntnis wird sein, ob Informationsrückflüsse vorhanden sind und ob aus vergangenen Projekten eine Zukunftsprognose erstellt werden kann. Diese Vorgehensweise sollte ein allgemeines Ziel in diesem Prozess sein, damit aus abgeschlossenen Projekten Rückschlüsse auf neue Bauvorhaben gezogen werden können. Somit können bereits in den ersten Phasen einer Objekterstellung Abschätzungen über den Aufwand des Mängelmanagements und das Zusammenspiel der Projektbeteiligten getroffen werden. Dadurch kann die Qualität und die wirtschaftliche, nachhaltige Entwicklung der Unternehmen sichergestellt werden. Die in der Ausführung entstehenden Probleme und Mängel

müssen analysiert werden und in den frühen Planungsphasen eines nächsten Projekts als Information oder Fallstudie zur Verfügung stehen.

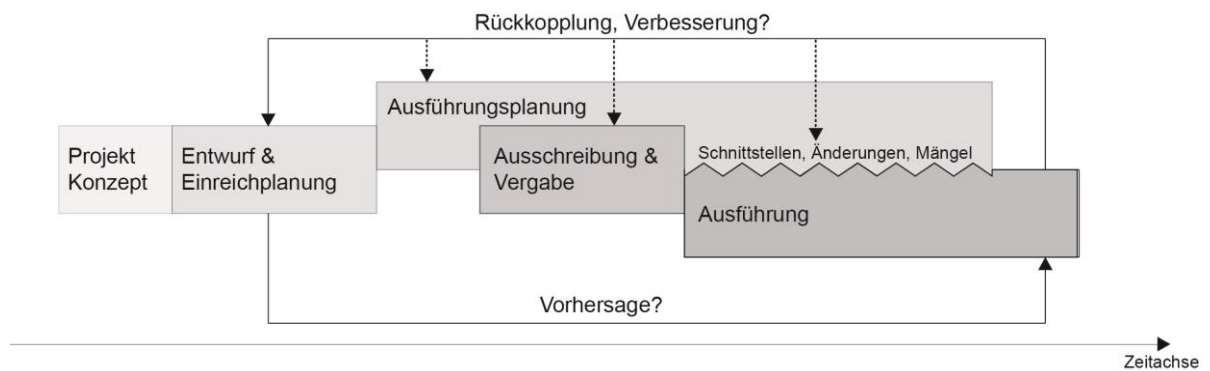


Abbildung 5: Informationsfluss und Schnittstellen auf der Baustelle, eigene Darstellung

1.3 Forschungsfragen und Methodik

Das Forschungsziel der Diplomarbeit ist die Grundlagenermittlung der Mangelpraxis, wodurch eine Kategorisierung von verschiedenen Baumängeln im Hochbau und eine Strukturierung der Organisation und Informationsflüsse entwickelt werden kann. Dazu wird der Ist-Zustand von angewandten Systemen auf den Baustellen erhoben und mit dem Soll-Zustand des Baubetriebs verglichen. Die Ergebnisse der Forschungsarbeit sollen vor Allem der Implementierung und Verbesserung von digitalen Mängelmanagementsystemen dienen.

1.3.1 Forschungsfragen

Zur Erreichung der Forschungsziele werden vorab Forschungsfragen formuliert, die im Zuge dieser Diplomarbeit beantwortet werden. Mit Hilfe der genannten Fragen werden sowohl Forschung als auch Praxis genau beleuchtet, um einen umfangreichen Einblick in Mängelmanagementsysteme, ihre Entwicklung und ihre Anwendung zu bekommen:

- (1) Kann es eine sinnvolle Klassifizierung und Strukturierung von Mängeln geben, die für die Anwendung von mobilen Mängelapplikationen in Frage kommt? Wenn ja, wie kann eine solche aussehen?
- (2) Ist-Zustand: Wie erfolgt das Mängelmanagement derzeit in der Baupraxis?
- (3) Soll-Zustand: Welche Schritte sind zu setzen, um das Mängelmanagement effizienter und effektiver zu gestalten?

1.3.2 Methodik

Für die Beantwortung der Forschungsfragen können mehrere Methoden in Betracht gezogen werden. Im Hinblick auf den Anspruch der Arbeit, eine Grundlagenermittlung darzustellen und ein möglichst breites Spektrum des Themengebiets aufzuzeigen, werden die beschriebenen Ziele und Ergebnisse durch drei Ansätze erlangt:

- (1) Literaturrecherche mit
 - nationalen und
 - internationalen Fachtexten.
- (2) Querschnittsanalyse der Fallstudien mit
 - Projektstudien (aktuelle Baustellenprojekte) und
 - Leitfadeninterviews (Fachexperten aus Planung und Ausführung).
- (3) Kostenmodellberechnung mit
 - Parameteridentifikation und
 - Modell zur Formelerstellung.

Die Abbildung 6 stellt einen Überblick der verwendeten Methoden dar, in der zu sehen ist, dass die Literaturrecherche als Grundlage für die qualitative und quantitative Forschung dient.



Abbildung 6: gewählte Methodik, eigene Darstellung

Zu Beginn wird eine Literaturrecherche zum aktuellen Stand der Technik durchgeführt. Nationale und internationale Fachliteratur vor allem aus dem DACH Raum soll als Grundlage der Diplomarbeit dienen. Die Definitionen und Rechtsanschauungen sowie die Bedeutung der Mängel im Baubetrieb werden von verschiedenen literarischen Quellen beschrieben und verglichen, wobei der Fokus auf den Themenblöcken Mangelherhebung, Informationsweiterleitung, Datenstrukturierung und Mangelklassifizierung sowie den damit einhergehenden monetären Kosten liegt.

Im zweiten Teil soll darauf aufbauend der Arbeitsablauf einer Mängelüberprüfung in der Praxis nachvollzogen werden. Das dazugehörige empirische Forschungsdesign wird als Querschnittsanalyse von Fallstudien (*cross-sectional case study*) aufgebaut. Diese Form der Studiendurchführung wird gewählt, da die vorhandene Datengrundlage als gering eingestuft werden kann. Hauptgrund dafür ist, dass die meisten Unternehmen nicht bereit sind, ihre betriebsinternen Abläufe und Strukturen an Außenstehende weiterzugeben, geschweige denn diese zu veröffentlichen. Neben dem Zurückschrecken von einer Offenlegung und Bewertung von ihren eigenen Organisationsmodellen, schwingen auch auf persönlicher Ebene Faktoren wie zum Beispiel Schuldzuweisungen für vergleichbar hohe Mangelaufwendungen mit. Davon abgesehen kann durch die gewählte Querschnittsanalyse das ganze Spektrum an Unternehmensgrößen und Berufssparten abgebildet werden, weshalb sich diese für den Zweck der Forschungsarbeit eignet. Die heterogene Zusammensetzung der Projekte, Unternehmen und Interviewpartner kann den gesamten Zustand der Baubranche darstellen.

Mit Partnern aus dem Umfeld von Planern, Ausführenden und Projektmanagern werden daher Projektstudien erstellt, in denen die Abläufe und der Informationsfluss analysiert werden. Dabei wird versucht eine vergleichbare Struktur in die Aufnahme dieser zu bringen, um sie grafisch darzustellen und miteinander vergleichen zu können. Parallel dazu wird als dritter Teil der Forschungsarbeit ein qualitatives Interview mit einer Handvoll Projektpartner geführt. Primär sollen dadurch die Ergebnisse der Literaturrecherche und die Erhebungen aus den Projektstudien verifiziert werden. Neben der Validierung der Forschungsergebnisse ist der Sinn dieser Befragungen herauszufinden, wo im Bereich des Mängelmanagement weitere Defizite und Potentiale liegen, wie hoch der Zeitaufwand dafür ist und welche Systeme bereits zum Einsatz kommen. Bei der Auswertung der Interviews wird des Weiteren untersucht, in wie weit sich die Bedürfnisse der einzelnen Sparten (Baugewerbe, Generalplaner, Architekten) unterscheiden und ob die Größe des Unternehmens in diesem Bereich eine Rolle spielt. In dieser Diplomarbeit werden 9 Projekte von 8 unterschiedlichen Unternehmen untersucht und mit 9 Fachexperten aus ebenjenen 8 verschiedenen Firmen Leitfadeninterviews geführt. Die Verteilung der Projekte und Interviewpartner auf die Unternehmen, Sparten, Berufsbezeichnungen und Objektarten ist in Kapitel 4 übersichtlich dargestellt.

Aus all diesen Punkten soll eine Kategorisierung von Baumängeln entstehen und ein Strukturvorschlag für die Datenverwertung dargestellt werden. Ein Überblick über den Bedarf und Einsatz von Mängelmanagementsystemen wird ebenso gegeben. In diesem Sinne werden verschiedene, aktuelle Lösungen und Vorschläge aus der Wirtschaft betrachtet und analysiert, ob sich diese Systeme zur Unterstützung im Baubetrieb eignen und wo sie noch verbessert werden können.

In einem weiteren Kapitel werden die Kosten für die Mängel und das dazugehörige Mängelmanagement behandelt. Mit einer quantitativen Forschungsmethode wird ein Modell entwickelt, welches auf den Erfahrungen und Gesprächen während der Erstellung der Diplomarbeit beruht. Dieses Modell soll in weiteren Entwicklungsstufen helfen, Systeme zu programmieren, die die Kosten für Mängel auswerten und prognostizieren können.

Aufbauend auf den Untersuchungen mittels Literaturrecherche, Projektstudien und Experteninterviews nach einem bestimmten Interviewleitfaden werden als Ergebnisse

- eine kompakte Informationssammlung,
- eine IST-Zustands Analyse,
- eine Ausarbeitung von anwendbaren Mängelgruppen,
- ein Modell zur Kostenermittlung und –prognose und
- eine Erläuterung von Entwicklungspotentialen erreicht.

1.3.3 Aufbau der Forschungsarbeit

Um einen fundierten Überblick der Baubranche zum Thema Mängelmanagement zu erhalten, werden als Quellen zum einen wissenschaftliche Journalartikel, Forschungsberichte und Fachliteratur verwendet und zum anderen werden Interviews mit Fachexperten aus der Wirtschaft geführt. Diese sollen gemeinsam mit den Projektstudien ein umfassendes Bild der gegenwärtigen Lage und der Optimierungsmöglichkeiten widerspiegeln. Beginnend mit den Definitionen, den rechtlichen Regeln und Auswirkungen eines Mangels, wird im Anschluss eine Literaturrecherche durchgeführt, um die Prozesse der Aufnahme, Bearbeitung und Dokumentation von Mängeln zu beleuchten. Schließlich werden bestehende Einteilungen von Mangelarten beurteilt und auf ihre Praxistauglichkeit untersucht sowie aktuell am Markt erhältliche Softwarelösungen beschrieben und festgestellt, welche Potentiale noch ausgeschöpft werden können. Nachdem ebenso die Kosten des Mängelprozesses bearbeitet werden, erfolgt die empirische Forschung auf der Grundlage der durch die Literaturrecherche vorgegebenen Themenblöcke.

Im **Kapitel 1**, wird die Problematik von Mängeln im Allgemeinen beschrieben, die **Abgrenzung** des Themenbereichs definiert und die gewählte **Methodik** der Forschungsarbeit vorgestellt. Auch wird der Vorgang, wie es zu der Diplomarbeit gekommen ist, erläutert. Zudem wird ein kurzer Überblick über die einzelnen Abschnitte gegeben.

In **Kapitel 2** werden die **Grundlagen** des Mangels behandelt. Angefangen von der Definition des Mangelbegriffs bis hin zu seiner **rechtlichen Bedeutung** im Bauprozess, wird der Mangel aufgearbeitet. Die aktuelle Gesetzeslage und relevante Normen werden dargestellt, um der die Bedeutung des Mangels im Baurecht zu erfassen.

Kapitel 3 widmet sich der **Literaturrecherche** zu den folgenden Themen:

- Baubetrieb,
- Mangelerhebung,
- Informationsweitergabe,
- Klassifizierung von Mängeln,
- die resultierenden Kosten und
- digitale Werkzeuge des Mängelmanagements.

Im Bereich des Baubetriebs wird festgestellt, wer für die Überwachung von Mängeln zuständig ist, welche Gründe in der deutschsprachigen und internationalen Literatur über die Mängelentstehung zu finden sind und wie mit den Baumängeln umgegangen wird. Anschlie-

End wird bei der Mangelerhebung differenziert zwischen einem herkömmlichen, manuellen Aufbereitungssystem, bei der die Informationen hauptsächlich händisch notiert werden und einer digitalen Variante. Bei letzterer kommen technische Hilfsmittel wie Tablets, Smartphones, aber auch Laserscanner und verknüpfte Datenbankmodelle zum Einsatz. Des Weiteren wird der im Hintergrund ablaufende Informationsfluss betrachtet. Wie die Weitergabe von Daten und Wissen erfolgt und welche Projektpartner involviert sind, bzw. wie diese zu den benötigten Informationen kommen. Für die Gruppierung von Mängeln werden unterschiedliche Kategorien gebildet und Systeme aufgezeigt, nach welchen Kriterien Baumängel unterteilt werden können. Auch die wirtschaftliche Bedeutung des Mängelprozesses wird erarbeitet und es werden verschiedener Werke und Forschungen aus dem In- und Ausland zum Thema Mängelkosten verglichen. Zum Abschluss wird untersucht, welche Anforderungen es an Systemlösungen gibt, inwieweit aktuelle Softwareprogramme bereits das Mängelmanagement unterstützen und welche Forschungsthemen aktuell in Angriff genommen werden.

Im **Kapitel 4** erfolgt die **qualitative Studie** zu den zuvor herausgearbeiteten Themenblöcke, welche auf Basis der Literaturrecherche erstellt wird. Die Projekte werden kurz vorgestellt, bevor die Auswertung der Ergebnisse zu den einzelnen Bereichen erfolgt. Analog verhält es sich mit den Experteninterviews, wobei zusätzlich die Defizite und Potentiale der aktuellen Systeme beleuchtet werden.

In **Kapitel 5** erfolgt der quantitative Teil der Diplomarbeit. Hier wird versucht ein **Kostenmodell** zu entwickeln, dass die monetären Auswirkungen von Mängeln berechnen, vergleichen und auf Grund von vorangegangenen Projekten vorhersagen kann. Ein konzeptioneller Rahmen wird erstellt, indem die wichtigsten Faktoren, die zur Kostenbildung bei Mängeln beitragen, aufgezeigt werden. Diese Faktoren basieren zum einen auf anderen Forschungsarbeiten, zum anderen aber auf den Fachinterviews mit der Privatwirtschaft.

Abschließend werden in **Kapitel 6** die **Ergebnisse der Forschungsarbeit** aus der Literaturrecherche mit jenen aus den Projektstudien abgeglichen und einander gegenüber gestellt sowie mit den Experteninterviews validiert, zusammengefasst und die Forschungsfragen beantwortet. Ein allgemeines Fazit rundet die Diplomarbeit ab, in der die wichtigsten Gedanken zum Thema Mängelmanagement noch einmal diskutiert werden.

2 Grundlagen von Baumängeln

Im diesem Kapitel wird die Definition eines Mangels im Allgemeinen beschrieben. Anschließend wird auf die unterschiedlichen Zugänge zu dieser Definition in der Baubranche im Speziellen eingegangen, wobei zwischen Baurecht und Baubetrieb unterschieden wird. Hierbei werden verschiedene Ansätze aus der Literatur näher betrachtet und relevante Gesetze und Normen analysiert:

- Definition des Baumangels nach Duden und Fachliteratur,
- Mängel im Baurecht (Gesetze, Normen, Verpflichtungen, ...).

Im Bauwesen ist die Rede von einem Mangel, wenn eine Arbeit oder eine Leistung nicht so erledigt wurde, dass alle Parteien zufrieden sind. Jeder Bauherr, Planer, ausführender Unternehmer und Kunde hat seine eigenen Vorstellungen eines fertigen, mängelfreien Bauwerks. Durch die vielen Beteiligten an einem Bauprojekt wird die Konsensfindung, was ein Mangel ist und was nicht, erschwert. Dem heutigen Usus folgend, wird schlussendlich auch ein Schuldiger gesucht, der die Kosten für die Nachbesserungsarbeiten zu tragen hat.

2.1 Mängeldefinition

Der Mangel - und im Plural die Mängel - bedeutet in der deutschen Sprache „[teilweises] Fehlen von etwas, was vorhanden sein sollte, was gebraucht wird“¹³ und „etwas, was an einer Sache nicht so ist, wie es sein sollte, was die Brauchbarkeit beeinträchtigt und von jemandem als unvollkommen, schlecht o. ä. beanstandet wird“¹⁴. Dieses Fehlen von etwas kann technischer, gesellschaftlicher oder subjektiver Natur sein. Der Begriff kann sich im Allgemeinen beispielsweise auf die Knappheit einer Ressource, auf ein Defizit an Nährstoffen oder auf ein zu geringes Maß an körperlichen, kognitiven oder emotionalen Fähigkeiten beziehen. Gemeinsam ist diesen Auslegungen, dass sie eine allgemein negativ behaftete Wahrnehmung auslösen.

Im Anwendungsfall des Bauwesens wird ein Mangel meist mit einem Defekt, einer Beschädigung oder einem Fehler gleichgesetzt. Damit kann von Verschmutzungen auf Fliesen über das schlechte Abdichten der Fensterfugen bis hin zu einsturzgefährdeten Bauteilen alles gemeint sein. An dieser Stelle muss jedoch zwischen den Begriffen Mangel und Schaden klar unterschieden werden.

¹³ Duden online, Zugriff am 02.03.2018.

¹⁴ Ebenda.

In ihrer Dissertation definiert Hafner Bauschäden „... als Veränderungen des technischen Zustandes oder der Eigenschaften von Bauwerken bzw. von Bauteilen, die die technische Tauglichkeit beeinträchtigen.“¹⁵ Diese Veränderungen können von geringfügigen Fehlern bis zur akuten Gefährdung der Tragfähigkeit reichen und entstehen durch einen unsachgemäßen, übermäßigen oder langen Gebrauch eines Bauwerks. Neben Baumängel können allerdings auch Unfälle oder höhere Gewalt als (Grund-) Ursache in Frage kommen.¹⁶ Mutwillige Zerstörungen oder eine falsche Verwendung von Bauleistungen anderer Gewerke können ebenso in Bauschäden resultieren.

In Abgrenzung zum Bauschaden kann ein Mangel demnach eine Ursache des Schadens sein. So muss nicht jeder Mangel automatisch zu einem Schaden führen. Beispielsweise liegt bei Unterschreitung der Mindestbetondeckung in jedem Fall ein Mangel vor, der aber nicht unbedingt zu einem Bauschaden werden muss. Auch eine unebene Wand kann zwar einen optischen Mangel darstellen, ist aber kein Bauschaden, da der Bauteil trotzdem seine Funktionstüchtigkeit behält. Genauso verhält es sich mit Rissen in Beton- oder Mauerwerkstrukturen, die aufgrund von Temperatureinwirkungen und Feuchtigkeitsschwankungen entstehen. Nur in den seltensten Fällen bedeuteten die Risse eine Gefährdung der Standsicherheit und somit einen Bauschaden. Sollte die zu geringe Betondeckung in Kombination mit einer ungünstigen Expositionsklasse allerdings zu Korrosionsschäden führen, entsteht aus dem Mangel ein Schaden. Dadurch wird auf jeden Fall die Werkleistung des Unternehmens beeinträchtigt. Noch schlimmere Konsequenzen hat der Folgeschaden, bei dem neben der eigenen Leistung, auch die Arbeiten von anderen Unternehmen beeinträchtigt sind oder bereits fertig gestellte Bereiche nachgebessert werden müssen. Bei schlecht ausgeführten Dachabdichtungen ist es beispielsweise eine Frage der Zeit, bis ein Feuchteschaden auftritt, der nicht nur die Konstruktion sondern auch Einrichtungs- und Gebrauchsgegenstände schädigt.¹⁷

Es gilt also für einen Mangel, dass er den fehlerhaften Zustand eines Bauteils oder eines Gebäudes darstellt. Das ist nach einer vergleichenden Analyse der Gesetze und Normen in Deutschland (BGB und VOB/B) von Berner¹⁸, Hankammer¹⁹ und Wirth²⁰ sowie laut Mernberger²¹ und Hafner²² dann der Fall, wenn eine der folgenden Voraussetzungen erfüllt ist:

¹⁵ Hafner 2012, S. 39.

¹⁶ Vgl. Rauh 2014, S. 10.

¹⁷ Vgl. Scholz 2007, S. 16.

¹⁸ Vgl. Berner 2015, S. 315f.

¹⁹ Vgl. Hankammer 2013, S. 75f.

²⁰ Vgl. Wirth 2016, S. 85ff.

²¹ Vgl. Mernberger 2002, S. 12.

²² Vgl. Hafner 2012, S. 38.

- Die Funktionstüchtigkeit oder der Wert des Produkts und der Leistung wird durch den Fehler vermindert oder aufgehoben.
- Die zugesicherten Eigenschaften können nicht gewährleistet werden.
- Allgemein anerkannte Regeln der Technik werden nicht eingehalten.

Auch die österreichische Literatur und Gesetzgebung sieht im Grunde zumindest eine dieser Voraussetzungen bei einem Mangel gegeben.^{23,24,25}

Für diese Diplomarbeit wird der Begriff des Mangels nach der Definition von Kropik²⁶ festgelegt, der nach einer Analyse der Gesetzestexte den Baumangel als Abweichung von der vereinbarten Leistung, dem Bau-SOLL definiert. Dabei ist es unerheblich, ob der Mangel während der Ausführungsphase oder in der Gewährleistungsfrist auftaucht oder in welche Zuständigkeit dieser fällt. Wichtig ist, dass es sich um Ausbesserungsarbeiten von Defiziten handelt, die vom ausführenden Unternehmer, bei Baustellenbegehungen von der ÖBA oder sonstigen Baustellenbeteiligten, bei der Übernahme des Bauwerks oder in der Gewährleistung nach der Übernahme entdeckt und gemeldet werden und im Normalfall eine Aktion des Auftragnehmers nach sich ziehen. Grund für die Nichteinhaltung der vertraglich bedungenen und gewöhnlich vorausgesetzten Eigenschaften kann dabei ein Materialfehler oder eine nicht ordnungsgemäße Ausführung einer Leistung sein.²⁷ Besonders wichtig in der rechtlichen Betrachtung ist die weitere Abgrenzung zwischen einer offener Leistung und einem Mangel, da erstere oft als letztere klassifiziert werden. Offene Leistungen sind allerdings vertraglich geschuldet, müssen daher sowieso abgeschlossen werden und können vergessene Bauleistungen oder Zusatzleistungen aus Änderungswünschen des Auftraggebers beinhalten. Der Prozess der Aufnahme, Weiterleitung und Dokumentation ist jedoch ident.

Streitthema in der Praxis ist meist nicht die Definition eines Mangels, sondern die Auslegung des Begriffs. Ab wann ist ein Mangel ein Mangel? Beeinträchtigt dieser die Funktion? Ist dieser hinzunehmen oder hat man Anspruch auf eine Behebung? Ist der Mangel so gravierend, dass eine Preisminderung angestrebt werden kann?

Auch die Schuldfrage ist zentraler Punkt der meisten Konflikte auf der Baustelle und später vor Gericht. Wer ist für den Mangel verantwortlich? Wer muss die Fehler beheben? Wurden alle Regeln der Technik und alle Vertragspunkte erfüllt? Wer trägt die Kosten?

Deshalb wird in den nächsten Unterpunkten versucht, auf diese Fragen entsprechende Antworten zu finden.

²³ Vgl. Gartner 2010, S. 15f.

²⁴ Vgl. ABGB: §922, §923, §924, JGS Nr. 946/1811 i.d.F. BGBl. I Nr. 48/2001.

²⁵ Vgl. Kropik 2014, S. 483.

²⁶ Vgl. Ebenda.

²⁷ Vgl. Ebenda, S. 485.

2.2 Mängel im Baurecht

Dort wo Verträge abgeschlossen werden und menschliche Arbeit verrichtet wird, wird auch gestritten. In der Literatur gibt es eine Vielzahl an Büchern, Leitartikeln und Rechtsprechungen, die sich mit dem Thema von Baumängeln befassen. Rechtssicherheit ist trotzdem nur bedingt gegeben, da jedes Bauvorhaben einzigartig ist, seine eigenen Merkmale, Randbedingungen und Beteiligten hat. Der Umgang mit Mängeln ist hauptsächlich im Allgemeinen Bürgerlichen Gesetzbuch sowie in den österreichischen Normen geregelt, die im Folgenden näher betrachtet werden.

2.2.1 ABGB, KSchG, BTVG

Die wichtigsten Bundesgesetze zum Thema Mängel sind im Allgemeinen Bürgerlichen Gesetzbuch (ABGB), im Konsumentenschutzgesetz (KSchG) und im Bauträgervertragsgesetz (BTVG) zu finden. Das ABGB hält im Paragraph § 922 Absatz 1 fest:

„Wer einem anderen eine Sache gegen Entgelt überlässt, leistet Gewähr, dass sie dem Vertrag entspricht. Er haftet also dafür, dass die Sache die bedungenen oder gewöhnlich vorausgesetzten Eigenschaften hat, dass sie seiner Beschreibung, einer Probe oder einem Muster entspricht und dass sie der Natur des Geschäftes oder der getroffenen Verabredung gemäß verwendet werden kann.“²⁸

Damit wird in ähnlicher Form bereits seit 1811 im Gesetz festgehalten, dass übergebende Waren, und damit in Folge auch Bauteile und Gebäude, mängelfrei sein müssen. Der Unternehmer haftet gegenüber dem Besteller für eine einwandfreie Leistung. Ist dies nicht der Fall, so können gesetzlich verankerte Gewährleistungsansprüche geltend gemacht werden, wie in Kapitel 2.2.5 beschrieben wird.

Im Allgemeinen unterscheidet man zwischen den juristischen Begriffen Sachmangel und Rechtsmangel. Ersterer haftet direkt einer Sache an. Bei einem Sachmangel fehlt eine ausdrücklich vereinbarte oder nach der üblichen Verkehrsauffassung für gewöhnlich vorausgesetzte Eigenschaft des Vertragsgegenstandes.^{29,30,31} Es gibt zahlreiche Beispiele, die einem bei der Errichtung von Gebäuden in den Sinn kommen: eine unsauber verputzte Wand, schleifende Türen, fehlende Einbauteile, Risse in Wänden und Decken, ungenaue Anschlüsse, ausgebrannte Lampen, etc. Die Sachen entsprechen nicht dem Vertrag oder

²⁸ ABGB: §922 (1), StF: JGS Nr. 946/1811 i.d.F. BGBl. I Nr. 48/2001.

²⁹ Vgl. Gartner 2010, S. 14f

³⁰ Vgl. Hankammer 2013, S. 75f.

³¹ Vgl. Wirth 2016, S. 85.

weisen keine vereinbarten und gewöhnlichen Eigenschaften auf.³² Zudem wird verlangt, dass die Aufklärungs- und Beratungspflichten des Architekten oder Ingenieurs angewendet werden, welche zum Schutz der Vermögensinteressen des Bauherrn beitragen sollen.³³

Ein Rechtsmangel besteht hingegen dann, wenn eine Person einen Vertrag über etwas abschließt, das nicht sein oder ihr Eigentum ist.^{34,35} Dadurch erhält der Erwerber nicht die rechtliche Position, die ihm der Vertragsabschluss verschaffen sollte. Es darf daher keine dritte Partei neben jenen Parteien, die den Vertrag abschließen, einen Rechtsanspruch haben.³⁶

Neben den allgemeine Bestimmungen zu Verträgen und Gewährleistungen die im ABGB geregelt sind, wird im Konsumentenschutzgesetz (KSchG) festgelegt, dass Konditionen, die dem Konsumenten nachteilig sind, ungültig und nicht rechtens sind. Die gesetzlich verankerten Fristen sind als Mindestzeiträume zu verstehen.³⁷ Außerdem wird klar festgelegt, dass die Kosten, die bei der Verbesserung oder des Austauschs anfallen, der Unternehmer tragen muss. Dazu zählen insbesondere Versand-, Arbeits- und Materialkosten.³⁸ Wenn der Unternehmer zusätzlich die Montage zur Aufgabe hat und durch unsachgemäßes Verhalten ein Mangel entsteht, so haftet er auch dafür.³⁹

Im BTVG (Bauträgervertragsgesetz) wird wiederum die Beziehung zwischen Bauträger und Bauherren geregelt, wenn ein Vertrag die Einräumung von Eigentum an erst zu errichtenden Gebäuden vorsieht. Besondere Erwähnung findet das Gesetz vor Allem in Bezug auf den Haftungsrücklass, der dort ausdrücklich festgelegt wird.

Ein Haftungsrücklass gibt dem Auftraggeber die Möglichkeit einer Sicherstellung vor latenten oder versteckten Mängel. Diese sind bei der Übergabe des Gebäudes zwar nicht erkennbar, aber schon vorhanden. Damit der Auftragnehmer diese Mängel auch wirklich beseitigt, kann ein Teil des Werklohns zeitlich befristet einbehalten werden.

Das BTVG sieht eine Mindesthöhe des Einbehalts von 2% der Schlussrechnungssumme vor. Wenn der Haftrücklass nicht in Anspruch genommen wird, muss dieser nach drei Jahren ab der Übernahme ausbezahlt werden.⁴⁰

³² Vgl. Perner 2016, S. 183.

³³ Vgl. Scholz 2017, S. 317.

³⁴ Vgl. Hankammer 2013, S. 76.

³⁵ Vgl. Wirth 2016, S. 89.

³⁶ Vgl. Ebenda.

³⁷ Vgl. KSchG: §9 (1), StF: BGBl. Nr. 140/1979 i.d.F. BGBl. I Nr. 48/2001.

³⁸ Vgl. KSchG: §8 (3), StF: BGBl. Nr. 140/1979 i.d.F. BGBl. I Nr. 48/2001.

³⁹ Vgl. KSchG: §9a, StF: BGBl. Nr. 140/1979 i.d.F. BGBl. I Nr. 48/2001.

⁴⁰ Vgl. BTVG: §4 (4), StF: BGBl. I Nr. 7/1997 i.d.F. BGBl. I Nr. 56/2008.

2.2.2 Relevante ÖNORMEN

Da jede Bauleistung gewissen Anforderungen in Bezug auf Qualität, Stand der Technik und vertragliche Gestaltung aufweisen muss, werden in den Bauverträgen österreichische Normen festgeschrieben. Sie definieren den aktuellen Stand der Technik und geben den Unternehmen Sicherheit bei der Ausführung und bei der Vertragsauslegung. Dabei spielt die ÖNORM B 2110 „Allgemeine Vertragsbestimmungen für Bauleistungen – Werkvertragsnorm“ eine zentrale Rolle im bauwirtschaftlichen Vertragswesen. Die Norm dient der Unterstützung der Vertragspartner bei der rechtlichen Abwicklung von Bauprojekten, da sie die allgemeinen Vertragsbedingungen regelt. Mit der Vereinbarung der ÖNORM B 2110 erhalten auch weitere Normen Gültigkeit:

- Relevante Normen technischen Inhalts aus dem ÖNORMEN-Verzeichnis,
- Werkvertragsnormen der Serien B 22xx,
- Werkvertragsnormen der Serien H 22xx,
- ÖNORM A 2063,
- ÖNORM B 2111.⁴¹

Gemeinsam bilden diese Normen ein Regelwerk der Technik und der Vertragsbestimmung. Sie legen fest, welche Bauleistungen wie ausgeführt werden müssen, welche Nebenleistungen inkludiert sind, welche Toleranzen zu erfüllen sind, wie Defizite zu prüfen sind und welche Qualität erreicht werden muss. Abweichungen von diesen Bestimmungen sind, laut unter Punkt 2.1 genannter Definition von Berner⁴² und Hafner⁴³, ein Baumangel. Die beschriebenen Toleranzen und spezifische Festlegungen in den Werkvertragsnormen spielen bei der Frage, ob ein Baumangel existiert oder nicht, eine große Rolle.

2.2.2.1 Toleranzen

Die Toleranzen im Bauwesen werden in der ÖNORM DIN 18202 geregelt. Die Grenzwerte und Grenzabweichungen sowie die Prüfung dieser werden dort behandelt. Dabei wird besonders auf die geometrischen Unterschiede zum Idealzustand eingegangen. Ebenheits-, Winkel- und Lageabweichungen bilden den Hauptteil der Norm. Die festgelegten Toleranzen in dieser Norm sind dabei baustoffunabhängig, da solche in den dazugehörigen Werkvertragsnormen festgelegt sind. Auch die Verformungen aus last-, zeit- oder temperaturabhängigen Einwirkungen werden nicht betrachtet. Die ÖNORM DIN 18202 hält fest, dass die Einhaltung von Toleranzen trotz unvermeidbarer Ungenauigkeiten beim Messen, Ferti-

⁴¹ Vgl. Ellmer 2017, S. 6.

⁴² Vgl. Berner 2015, S. 315f.

⁴³ Vgl. Hafner 2012, S. 38.

gen sowie bei der Montage notwendig ist, um die vorgesehenen Funktion des Bauteils zu erfüllen. Dadurch soll das planmäßige Zusammenfügen von Bauteilen aus Roh- und Ausbau gewährleistet werden, ohne Nachbesserungsarbeiten durchführen zu müssen. Damit wird die zu erreichende Genauigkeit bei üblicher Ausführung und üblicher Sorgfalt festgelegt.⁴⁴

Falls keine anderen Angaben vereinbart sind, gelten die Maßtoleranzen der ÖNORM DIN 18202, um Abweichungen von der vereinbarten Leistung festzustellen. Spezielle Anwendungshinweise und genauere Auslegungen zu den einzelnen Baustoffen und Gewerken sind in den jeweiligen Produkt- und Werkvertragsnormen zu finden.

2.2.2.2 Produkt- und Werkvertragsnormen

Genauso wie bei der Errichtung von Bauteilen Maßtoleranzen eingehalten werden müssen, gelten auch für Produkte und Materialien Anforderungen an die Ausführungsqualität. Materialbedingte Unebenheiten dürfen festgelegte Toleranzen nicht überschreiten, um ein mängelfreies Bauteil oder Objekt zu errichten. Diese Grenzwerte werden in den jeweiligen Produktnormen geregelt. Beispielhaft behandelt die europäische Norm EN 14411 einzuhaltende Maßabweichungen von Fliesen, die zu berücksichtigen sind.⁴⁵ Die EN 14080 wiederum regelt die maximalen Abweichungen von Brettschichtholz- und Balkenschichtholzerzeugnisse.⁴⁶

Für jedes Gewerk und für jede Arbeit gibt es zudem eine eigene Werkvertragsnorm. In diesen wird geregelt, was unter normalen Umständen an Qualität und Maßgenauigkeit erwartet werden kann. Diese Normen enthalten Angaben zu Begriffsbestimmungen, technischen Ausführungen, Abrechnungen von Leistungen, zusätzliche Spezifikationen zu den Aufgaben der ausführenden Gewerken wie der Prüf- und Warnpflicht und allgemeine Vertragsbestandteile. Auszugsweise hier eine Auswahl der österreichischen Werkvertragsnormen:

- ÖNORM B 2206 Mauer- und Versetzarbeiten
- ÖNORM B 2207 Fliesen-, Platten- und Mosaiklegearbeiten
- ÖNORM B 2209 Bauwerksabdichtungsarbeiten
- ÖNORM B 2210 Putzarbeiten
- ÖNORM B 2211 Beton-, Stahlbeton- und Spannbetonarbeiten
- ÖNORM B 2212 Trockenbauarbeiten
- ÖNORM B 2214 Pflasterarbeiten
- ÖNORM B 2215 Holzbauarbeiten

⁴⁴ Vgl. ÖNORM DIN 18202:2013.

⁴⁵ Vgl. DIN EN 14411:2016.

⁴⁶ Vgl. DIN EN 14080:2013.

Grundsätzlich beschreiben diese Normen einzuhaltende Ausführungsvorschriften, die spezifisch für das jeweilige Gewerk gelten. So beschreibt die ÖNORM B 2207 beispielsweise unter Punkt 5.3.4.2, dass das Versatzmaß bei Fliesenelementen bei einer Fugenbreite von bis zu 3 mm maximal 1 mm betragen darf und bei einer Fugenbreite zwischen 3 mm bis 8 mm maximal 2 mm. Abweichungen von den beschriebenen Bestimmungen führen zu mangelhaften Bauteilen und Bauwerken.⁴⁷ Ähnlich verhält es sich auch mit den anderen Werkvertragsnormen. Jede regelt den Stand der Technik für den jeweiligen Arbeitsbereich, dessen Bestimmungen unbedingt einzuhalten sind. Weitere im Hochbau relevante Normen behandeln Dachdeckerarbeiten, Dachabdichtungsarbeiten, Verlegung von Fußböden, Estricharbeiten, Bautischlerarbeiten mit dem Einbau von Türen und Fenstern, Maler- und Beschichtungsarbeiten, Metallbauarbeiten sowie die Herstellung von Stahl- und Aluminiumtragwerken und Korrosionsschutzarbeiten. Auch die Leistungen und technischen Bestimmungen für Sanitär-, Heizungs-, Lüftungs- und Kältetechnik oder für Elektroinstalltionen sind in Werkvertragsnormen geregelt.

Zudem existieren Ausführungsnormen für Tragwerksteile. Diese unterscheiden zwischen grundlegenden Toleranzen, ergänzenden Toleranzen und besonderen Toleranzen. Erstere sind notwendig, um die Annahmen der Standsicherheit und der mechanische Festigkeit, mit denen geplant und bemessen wurde, einzuhalten. Ergänzende Toleranzen dienen zusätzlichen Funktionen wie der Passgenauigkeit oder der optische Erscheinung. Letztere werden nur in besonderen Fällen festgelegt.⁴⁸

⁴⁷ Vgl. ÖNORM B 2207:2017. S. 7.

⁴⁸ Vgl. Ellmer 2014, S. 2.

2.2.3 Prüf- und Warnpflicht

Bei einem Vertrag nach der ÖNORM B 2110:2013 hat der Auftragnehmer eine Prüf- und Warnpflicht gegenüber dem Auftraggeber. Hier ist klar definiert, welche Partei was zu tun hat und welche Verantwortung sie trägt, um mögliche Mängel und Folgeschäden zu verhindern. Punkt 6.2.4.1 der Norm beschreibt die Pflichten folgendermaßen:

„Der AN hat die Pflicht, die ihm vom AG

1) zur Verfügung gestellten Ausführungsunterlagen,

2) erteilten Anweisungen,

3) beigestellten Materialien und

4) beigestellten Vorleistungen

so bald wie möglich zu prüfen und die auf Grund der ihm zumutbaren Fachkenntnis bei Anwendung pflichtgemäßer Sorgfalt erkennbaren Mängel und begründeten Bedenken gegen die vorgesehene Art der Ausführung dem AG unverzüglich schriftlich mitzuteilen.“⁴⁹

Somit muss sich der AN bereits vor Beginn seiner Arbeit davon überzeugen und absichern, dass etwaige Vorleistungen vom AG oder anderen Unternehmen in einem ordnungsgemäßen Zustand sind. Erkennt der AN Mängel, die zu einer ungünstigen oder problematischen Beeinflussung seiner eigenen zu erbringende Leistung führen können, so muss er das dem AG unverzüglich im Rahmen seiner Prüf- und Warnpflicht schriftlich mitteilen.

Sind Mängel aber latent und nur durch „... *umfangreiche, technisch schwierige oder kostenintensive Untersuchungen oder die Beiziehung von Sonderfachleuten* ...“⁵⁰ festzustellen, dann gelten sie auch bei Anwendung einer pflichtgemäßen Sorgfalt als nicht erkennbar. Ebenso geht man in der Judikatur davon aus, dass diese Untersuchungen, falls sie in einem unvernünftigen Verhältnis zur Werkleistung bzw. zum Werklohn stehen, nur bei expliziter Vereinbarung durchzuführen sind.⁵¹

Der AN hat schließlich im Rahmen seiner fachlichen Kompetenz Lösungsvorschläge oder Hinweise zur Behebung der Mängel zu machen. Daraufhin trifft der AG seine Entscheidung und muss diese dem AN rechtzeitig mitteilen. Sieht der AN davon ab, eine schriftliche Mitteilung zu überbringen oder wird vom AG keine Entscheidung getroffen, so ist jede Partei für die Folgen seiner Unterlassung verantwortlich und haftet dafür. Sollte der AG trotz der aufgezeigten Bedenken des AN diese ignorieren und es kommt zu Schäden, die durch den

⁴⁹ ÖNORM B 2110:2013, S. 19.

⁵⁰ Ebenda.

⁵¹ Vgl. Reithmeier 2013, S. 39.

Mangel entstanden sind, dann ist der AN von der Gewährleistung und Haftung für diese Schäden befreit.⁵²

Neben der Prüf- und Warnpflicht für den AN gilt umgekehrt genauso, dass der AG im Zuge seiner Überwachungsaufgabe auffallende Mängel dem AN unverzüglich schriftlich mitteilen muss. Auch Bedenken gegen beabsichtigte Ausführungsmaßnahmen müssen vom AG schriftlich dem AN übermittelt werden.⁵³

⁵² Vgl. ÖNORM B 2110:2013, S. 19.

⁵³ Vgl. Ebenda.

2.2.4 Übernahme

Die Übernahme ist ein Rechtsakt, der einen terminlichen und rechtlichen Meilenstein im Bauablauf darstellt und daher für alle Beteiligten von wesentlicher Bedeutung ist. Mit der Übernahme gehen die Gefahren des Projektes vom AN auf den AG über. Zusätzlich werden einige weitere Rechtswirkungen in Kraft gesetzt:

- Die Vorleistungspflicht des AN endet.
- Der Werklohn wird fällig.
- Die Gewährleistungspflicht beginnt.
- Die Beweislast für sichtbare Mängel wird umgekehrt.⁵⁴

Mit der Übernahme erklärt der Bauherr, dass er die erbrachte Leistung vertragsmäßig anerkennt. Gartner und Mezera schreiben in ihrer Zusammenfassung der Rechtsprechungen des OGH davon, dass die Übergabe grundsätzlich dann erfolgt ist, wenn der Käufer das fertig gestellte Objekt „in die Hand bekommen hat“.⁵⁵ Im Regelfall wird bei Bauleistungen ein zuvor bestimmter Zeitpunkt festgelegt, an dem übergeben wird und über dieses Ereignis wird ein Übernahmeprotokoll verfasst. Wenn sich die Parteien vereinbarungskonform verhalten, gilt mit dem Datum des Protokolls die Bauleistung als übernommen.⁵⁶ Voraussetzung ist, dass die vereinbarte Güte und Funktion des Gebäudes erreicht wurde. Kleinere Mängel, welche den Gebrauch nicht negativ beeinflussen, können noch bestehen und erst später behoben werden.⁵⁷ Genauso ist es möglich Teilübernahmen zu vereinbaren, an dem einzelne Gewerke oder Gebäudeteile vom Auftraggeber abgenommen werden. Damit beginnt für diese Bauteile die Gewährleistungsfrist ab diesem Zeitpunkt zu laufen.⁵⁸

Die Begriffe Übergabe und Übernahme werden in der Praxis synonym verwendet, wenngleich die ÖNORM B 2110 von der Übernahme spricht, um zu unterstreichen, dass der AG eine wesentliche Mitwirkungspflicht hat.⁵⁹ Die ÖNORM B 2110 sieht zudem entweder eine förmliche oder eine formlose Übernahme vor.

⁵⁴ Vgl. Depping 1999, S. 56.

⁵⁵ Gartner 2010, S. 18.

⁵⁶ Vgl. Gartner 2010, S. 18.

⁵⁷ Vgl. Kropik 2014, S. 447.

⁵⁸ Vgl. ÖNORM B 2110:2013, S. 39.

⁵⁹ Vgl. Kropik 2014, S. 445.

2.2.4.1 Förmliche Übernahme

Eine förmliche Übernahme ist dann durchzuführen, wenn sie üblich für die Art der Leistung ist oder es so im Vertrag vereinbart ist. Diese Form der Übernahme beinhaltet bestimmte Formalitäten und Vorgaben. Der AN muss dem AG die Fertigstellung der Leistung schriftlich mitteilen und ihn auffordern, diese zu übernehmen. Dieses Dokument wird als Fertigstellungsanzeige bezeichnet. Sollte im Vertrag keine Spezifizierung erfolgen, muss der AG die Leistung spätestens nach 30 Tagen übernehmen. Wird die Übernahme zuvor von den Vertragspartnern durchgeführt, ist eine Niederschrift zu verfassen, die von allen Parteien anerkannt werden muss.⁶⁰ In diesem Übernahmeprotokoll sind folgende Punkte festzuhalten:

- die Erklärung, dass der AG die Leistung übernimmt,
- die anwesenden Vertragspartner,
- die gerügten oder zumindest auffälligen Mängel sowie eine Fristsetzung zur Behebung dieser,
- die Feststellungen von vereinbarten Vertragsstrafen sowie
- die Unterfertigung der Niederschrift durch die Vertragspartner.⁶¹

Der Akt der Übernahme ist auch dann automatisch erfolgt, wenn nach Firstablauf des festgelegten Zeitrahmens keine Gründe für eine Verweigerung der Übernahme durch den AG geltend gemacht wurde.⁶² Diese Art wird als fiktive Übernahme bezeichnet.

2.2.4.2 Formlose Übernahme

Wenn keine förmliche Übernahme vereinbart wird oder allgemein üblich ist, kann die Übernahme formlos erfolgen. Die Leistung gilt dann als übernommen, sobald der AG sie in seine Verfügungsmacht übernimmt.⁶³ Die Erstellung und Zusendung einer Fertigstellungsanzeige ist in der ÖNORM B 2110 zwar nicht vorgesehen, aber eine notwendige Voraussetzung in der Praxis.⁶⁴ Außerdem kann die Übernahme durch eine konkludente, schlüssige Handlung des AG erfolgen. Beispielweise kann die Schlüsselübernahme, das anstandslose Einziehen in das fertige Gebäude, das Bezahlen der Schlussrechnung oder die Inbetriebnahme und Nutzung des Bauwerks als solche Handlung gesehen werden. Hierbei ist auch die Rede von einer stillschweigenden Übernahme.⁶⁵

⁶⁰ Vgl. ÖNORM B 2110:2013, S. 37.

⁶¹ Vgl. Reithmeier 2013, S.59.

⁶² Vgl. ÖNORM B 2110:2013, S. 37.

⁶³ Vgl. Ebenda, S. 38.

⁶⁴ Vgl. Kropik 2014, S. 453f.

⁶⁵ Vgl. Ebenda, S. 454.

2.2.4.3 Abnahme

Der Begriff „Abnahme“ wird in der Praxis ebenso oft verwendet. Ob die Rechtsfolgen einer Abnahme dieselben einer Übernahme sind, kann laut Kropik nur im Einzelfall beurteilt werden.⁶⁶ Abnahmen sind aber in der Regel nur Überprüfungen, ob die Leistung ordnungsmäßig erbracht wurde, wie z.B. Bewehrungsabnahmen oder behördliche Abnahmen. Solche Abnahmen setzen die Rechtsfolgen einer Übernahme wie Gefahrenübergang, Start der Gewährleistungsfrist, Ausbezahlung des Werklohns, etc. jedoch nicht in Kraft.

2.2.4.4 Folgen von Mängeln bei der Übernahme

Laut ÖNORM B 2110 kann die Übernahme nur beim Fehlen vertraglich vereinbarter Unterlagen (z.B. Bedienungsanleitungen, Pläne, etc.) oder bei schwerwiegenden Mängeln, welche die Funktionstüchtigkeit und den Gebrauch des Objekts beeinträchtigen, verweigert werden.⁶⁷ Werden bei der Übernahme solche Mängel festgestellt, hat der AG das Recht einen Teil des Werklohns zurückzuhalten. Es darf neben dem Haftungsrücklass ein Betrag, der dem bis zu dreifachen der voraussichtlichen Behebungskosten entspricht, einbehalten werden. Bei Verbrauchergeschäften im Sinne des KSchG gilt diese Beschränkung nicht und der Betrag ist nur durch die Grenze der Schikane gedeckelt.⁶⁸ Wird der Mangel schließlich behoben, ist der Werklohn innerhalb einer bestimmten Frist auszubezahlen.⁶⁹

⁶⁶ Vgl. Kropik 2014, S. 445.

⁶⁷ Vgl. ÖNORM B 2110:2013, S. 38.

⁶⁸ Vgl. Gartner 2010, S. 54.

⁶⁹ Vgl. Kropik 2014, S. 458f.

2.2.5 Gewährleistung

Der AG hat das Recht auf eine mangelfreie Bauleistung. Dieses Recht gilt auch über den Zeitpunkt der Übernahme hinweg. Bis zur Übernahme existiert ein Erfüllungsanspruch. Das bedeutet, dass der AG darauf bestehen kann, die Leistung zu erhalten, die er bestellt hat. Der Gewährleistungsanspruch ist hingegen das Recht, auch nach der Übernahme die vereinbarte Leistung zu haben. Die Gewährleistung gilt aber nur für Mängel, die bereits vor der Übernahme existiert haben und nicht für solche, die erst durch die Nutzung entstanden sind.⁷⁰ Die ÖNORM B 2110 schreibt dazu in ihrem Unterpunkt Gewährleistung:

„Der AN leistet Gewähr, dass seine Leistungen die im Vertrag bedungenen oder gewöhnlich vorausgesetzten Eigenschaften haben, dass sie seiner Beschreibung, einer Probe oder einem Muster entsprechen und dass sie der Natur des Geschäftes oder der getroffenen Vereinbarung gemäß verwendet werden können.“⁷¹

Entspricht die Leistung oder ein Teil davon nicht dieser Beschreibung, liegt ein Mangel vor. Während die Gewährleistungsfrist für bewegliche Sachen bei 2 Jahren liegt, sieht das ABGB für unbewegliche Sachen 3 Jahre vor.⁷² An diese Rechtsprechung hält sich auch die ÖNORM B 2110, wobei sie zusätzlich auf mögliche Bestimmungen in einschlägigen Fachnormen verweist. Beweglich ist dabei eine Sache, wenn sie an einem anderen Ort und ohne viel Aufwand genauso funktionieren kann wie am Ursprungsort. Als Beispiel ist die technische Ausrüstung eines Gebäudes zu nennen. Falls die Vertragsparteien nicht unter das KSchG fallen, kann die Gewährleistungsfrist nicht nur verlängert, sondern auch verkürzt werde. Durch das KSchG dürfen keine nachteiligen Konditionen für den Konsumenten vereinbart werden und es gilt mindestens die gesetzliche Frist.⁷³

Treten Mängel innerhalb von sechs Monaten nach der Übernahme auf, geht das Gesetz davon aus, dass diese bereits vor Beginn der Gewährleistungsfrist vorhanden waren. Erst nach Ablauf der sechs Monate muss der AG dem AN beweisen, dass der Mangel schon zum Zeitpunkt der Übernahme vorhanden war.⁷⁴ Man redet von der Beweislastumkehr. In der Vorlesung „Vertragsgestaltung und Vergabemanagement“ am 9. März 2018 an der TU Wien sprach Mag.iur. Dipl.-Ing. Dr.techn. Ingo Heegemann allerdings von der Beweislastumkehr als sogenanntes totes Recht.⁷⁵ Damit ist gemeint, dass in der Praxis oft davon ausgegangen

⁷⁰ Vgl. Kropik 2014, S. 481.

⁷¹ ÖNORM B 2110:2013, S. 40

⁷² Vgl: ABGB: §933, StF: JGS Nr. 946/1811 i.d.F. BGBl. I Nr. 48/2001.

⁷³ Vgl. KSchG: §9 (1), StF: BGBl. Nr. 140/1979 i.d.F. BGBl. I Nr. 48/2001.

⁷⁴ Vgl. ÖNORM B 2110:2013, S. 41.

⁷⁵ Vgl. Heegemann 2018

wird, dass selbst wenn ein Baumangel erst nach zweieinhalb Jahren auftritt, dieser bereits zum Zeitpunkt der Übernahme vorhanden war, solange er mit der Sache vereinbar ist.

Wird der Mangel nach der Übernahme und während der Gewährleistungsfrist festgestellt, sieht das Allgemeine Bürgerliche Gesetzbuch unter § 932 folgende Möglichkeiten zur Handhabung vor:

„(1) Der Übernehmer kann wegen eines Mangels die Verbesserung (Nachbesserung oder Nachtrag des Fehlenden), den Austausch der Sache, eine angemessene Minderung des Entgelts (Preisminderung) oder die Aufhebung des Vertrags (Wandlung) fordern.

(2) Zunächst kann der Übernehmer nur die Verbesserung oder den Austausch der Sache verlangen, es sei denn, dass die Verbesserung oder der Austausch unmöglich ist oder für den Übergeber, verglichen mit der anderen Abhilfe, mit einem unverhältnismäßig hohen Aufwand verbunden wäre. Ob dies der Fall ist, richtet sich auch nach dem Wert der mangelfreien Sache, der Schwere des Mangels und den mit der anderen Abhilfe für den Übernehmer verbundenen Unannehmlichkeiten.

(3) Die Verbesserung oder der Austausch ist in angemessener Frist und mit möglichst geringen Unannehmlichkeiten für den Übernehmer zu bewirken, wobei die Art der Sache und der mit ihr verfolgte Zweck zu berücksichtigen sind.

(4) Sind sowohl die Verbesserung als auch der Austausch unmöglich oder für den Übergeber mit einem unverhältnismäßig hohen Aufwand verbunden, so hat der Übernehmer das Recht auf Preisminderung oder, sofern es sich nicht um einen geringfügigen Mangel handelt, das Recht auf Wandlung. Dasselbe gilt, wenn der Übergeber die Verbesserung oder den Austausch verweigert oder nicht in angemessener Frist vornimmt, wenn diese Abhilfen für den Übernehmer mit erheblichen Unannehmlichkeiten verbunden wären oder wenn sie ihm aus triftigen, in der Person des Übergebers liegenden Gründen unzumutbar sind.“⁷⁶

Auch die ÖNORM B 2110 schlägt in dieselbe Kerbe und übernimmt fast wortwörtlich den Gesetzestext. Zusätzlich hält sie fest, dass wenn eine endgültige Behebung zum Zeitpunkt der Feststellung nicht möglich oder dem AG nicht zumutbar ist, eine behelfsmäßige Behebung angeordnet werden kann. Bis zur endgültigen Behebung, hat der AN die Kosten für den Behelf zu tragen.⁷⁷

Zur Beseitigung des Mangels kann der AG zuerst nur primäre Gewährleistungsbehelfe verlangen. Vor Allem die Verbesserung ist dabei anzustreben, welcher in den Gesetzestexten Vorrang gegeben wird. Auch der Austausch zählt zu den primären Maßnahmen, die für be-

⁷⁶ ABGB: §932, StF: JGS Nr. 946/1811 i.d.F. BGBl. I Nr. 48/2001.

⁷⁷ Vgl. ÖNORM B 2110:2013, S. 41.

hebbare Mängel vorgesehen sind. Mit diesen wird der vertraglich geschuldete Grundzustand hergestellt.⁷⁸

Grundsätzlich sind sekundäre Gewährleistungsbehelfe nur dann anzuwenden, wenn es sich um technisch oder wirtschaftlich nicht behebbare Mängel handelt. Auch bei mit der Verbesserung verbundenen, unzumutbaren Unannehmlichkeiten oder bei der Verweigerung des AN gilt der Vorrang der Verbesserung nicht. Unter die Maßnahmen zweiter Stufe fallen die Preisminderung und die Wandlung. Eine Preisminderung bedeutet die Verringerung des vereinbarten Preises und der abgeschlossene Vertrag wird dahingehend angepasst. Durch die Differenzenmethode wird der geminderte Preis errechnet. Dazu wird das Verhältnis des objektiven Wertes der mangelfreien Sache zum Wert des mangelnden Objekts an jenen zwischen vereinbarten und abgeminderten Preis angepasst.⁷⁹ Auch eine Festlegung der Minderung mittels Zielbaumethode ist möglich. Die Begründung und Beurteilung der Höhe der Preisminderung ist Bestandteil von einer Fülle an Fachliteratur wie von Kropik⁸⁰, Oswald⁸¹ oder Hankammer⁸².

Der extreme Fall der Wandlung wird nur in äußersten Situationen angewendet und dann oft nur für Teilleistungen. Im schlimmsten Fall wird damit der Vertrag aufgelöst und der AN muss alle bereits errichteten Leistungen zurückbauen und das Objekt in den Ursprungszustand bringen.⁸³

Eine Hemmung oder Unterbrechung der Gewährleistungsfrist ist bei Verbesserung und Austausch möglich. Die ÖNORM B 2110 schreibt unter Punkt 12.2.5.2, dass falls durch den Mangel auch der Gebrauch der anderen Leistungsteile verhindert wird, sich die Fristen um die Zeit der Verhinderung verlängern.⁸⁴ Nach der Verbesserung oder dem Austausch des Mangels, beginnt die Gewährleistungsfrist für die Leistung des bearbeiteten Objekts neu zu laufen.⁸⁵

Nur falls ein Mangel auf Fehler in der Sphäre des AG zurückzuführen ist und der AN seine Prüf- und Warnpflicht nicht verletzt hat, ist der AN von der Gewährleistung befreit. Der AN muss dem AG zumindest seine Bedenken schriftlich mitgeteilt haben oder es handelte sich um Mängel, die auch bei pflichtgemäßer Sorgfalt nicht erkennbar wären. In die Sphäre des

⁷⁸ Vgl. Kropik 2014, S.506f.

⁷⁹ Vgl. Gartner 2010, S. 26.

⁸⁰ Vgl. Kropik 2014, S. 508ff.

⁸¹ Vgl. Oswald 2005, S. 141ff.

⁸² Vgl. Hankammer 2013, S. 92ff.

⁸³ Vgl. Gartner 2010, S. 26.

⁸⁴ Vgl. ÖNORM B 2110:2013, S. 41f.

⁸⁵ Vgl. Kropik 2014, S. 519f.

AG fallen dabei mangelhafte Ausführungsunterlagen, Weisungen, fehlerhafte Vorleistungen anderer Unternehmen sowie bereitgestelltes Material.⁸⁶

Ob der Mangel offen und leicht erkennbar oder versteckt und auch bei ordnungsgemäßer Untersuchung nicht feststellbar ist, macht im ABGB keinen Unterschied. Mit der Übernahme beginnt die Gewährleistungsfrist. Ein versteckter Mangel, der zum Zeitpunkt der Übernahme bereits latent existiert, muss im Laufe dieser Frist hervorkommen, damit der Gewährleistungsanspruch geltend gemacht werden kann.⁸⁷

2.2.5.1 Mangelrüge

Während mit der Prüf- und Warnpflicht alle Aufgaben zur Bekanntmachung und Behebung von Mängeln während der Bauphase klar zugeteilt sind, ist nach der Übernahme eine Mangelrüge zu verfassen, wenn solche auftreten. Diese hat laut ÖNORM B 2110 „... *ehestens nach Bekanntwerden, jedoch innerhalb der vereinbarten Gewährleistungsfrist schriftlich* ...“⁸⁸ zu erfolgen. Im Anschluss gibt die Norm einen Hinweis, dass bei Verbrauchergeschäften das Wort „ehestens“ keine Voraussetzung für die Mangelrüge ist. Zu spät, also nach dem Ende der Gewährleistungsfrist, gerügte Mängel muss der AN nicht auf eigene Kosten ausbessern. Bei Unterlassung einer ehesten Mangelrüge von offenen Mängeln kann es zu einer Vergrößerung des Schadens kommen. Für diese Mehrkosten muss der AN nicht aufkommen. Auch die Gewährleistungsfrist kann der AG mit einer verspäteten Geltendmachung eines Mangels nicht verlängern.⁸⁹ Sollte der AN während der Bauausführung oder der Gewährleistungsphase die Mangelbehebung verweigern oder die Frist verstreichen lassen, so kann der AG eine Ersatzvornahme in Betracht ziehen. Das bedeutet, dass er die Leistungsvereinbarung mit dem AN aufkündigen und einen Drittunternehmen neu beauftragen kann.⁹⁰

2.2.5.2 Schlussfeststellung

Eine Schlussfeststellung wird ausschließlich in der ÖNORM B 2110 beschrieben.⁹¹ Sie ist eine gemeinsame Feststellung von AG und AN kurz vor Ablauf der Gewährleistungsfrist, ob das Objekt ordnungsgemäß und mängelfrei errichte wurde. Die Schlussfeststellung muss im Vertrag vereinbart sein oder kann von einem Vertragspartner bis zwei Monate vor Ende der Gewährleistungsfrist angefordert werden. Über das Ergebnis wird ein Protokoll verfasst, das wiederum von allen Parteien unterzeichnet werden muss. Aufgetretene und entdeckte Mängel sind zu beheben, woraufhin erneut eine Schlussfeststellung anzusetzen ist. Für die

⁸⁶ Vgl. ÖNORM B 2110:2013, S. 40.

⁸⁷ Vgl. Reithmeier 2013, S. 62f.

⁸⁸ Vgl. ÖNORM B 2110:2013, S. 41.

⁸⁹ Vgl. Kropik 2014, S. 498f.

⁹⁰ Vgl. Depping 1999, S. 55.

⁹¹ Vgl. ÖNORM B 2110:2013, S. 39.

ausgebesserten Mängel beginnt dann die Gewährleistungsfrist von vorne zu laufen.⁹² Ist eine Behebung nicht möglich, kann über eine Preisminderung verhandelt werden. Findet keine Schlussfeststellung statt, weil diese nicht im Vertrag vorgesehen ist oder von keinem Partner verlangt wird, dann gelten die Vertragspflichten des AN mit Ende der Gewährleistungspflicht als erfüllt.⁹³

2.2.5.3 Haftungsrücklass

Ein Haftungsrücklass ist ein Sicherstellungsmittel für den Fall, dass der AN seinen Pflichten aus Gewährleistung oder Schadenersatz nicht erfüllt. Ein im Vertrag festgehaltener Prozentsatz der Schlussrechnungssumme wird bis maximal 30 Tage nach Ende der Gewährleistungsfrist einbehalten. Damit soll sichergestellt werden, dass der Auftragnehmer auch alle Mängel, die in seine Sphäre fallen, ordnungsgemäß beseitigt. Sollte der AN seine Pflichten nicht erfüllen, kann mit diesem Betrag der eigene Verbesserungsaufwand sowie der Aufwand für die Ersatzvornahme, wenn ein Dritter die Ausbesserungsarbeiten übernimmt, gedeckt werden. Bei Verbrauchergeschäften ist die Beschränkung des Sicherstellungs Betrags nur durch die Schikane gedeckelt, da laut ABGB § 1052 das Zurückbehaltungsrecht nicht eingeschränkt werden darf.⁹⁴ Ob die in der ÖNORM B 2110 festgeschriebenen 2% der Schlussrechnungssumme⁹⁵ ausreichen, darf aber bezweifelt werden, wenn man die Kosten für Nachbesserungsmaßnahmen in der Literatur betrachtet.^{96,97}

⁹² Vgl. Kropik 2014, S. 467ff.

⁹³ Vgl. ÖNORM B 2110:2013, S. 39.

⁹⁴ Vgl. Kropik 2014, S. 433ff.

⁹⁵ Vgl. ÖNORM B 2110:2013, S. 26.

⁹⁶ Vgl. Rauh et al. 2014, S.18f.

⁹⁷ Vgl. Böhmer 2015, S. 50ff.

3 Literaturrecherche

Ausgehend von der Literaturrecherche und den Zielen der Forschungsarbeit entsteht die folgende Strukturierung dieses Kapitels:

- Mängel im Baubetrieb (Allgemein),
- Mangelerhebung,
- Informationsfluss,
- Mangelklassifizierung,
- Mängelkosten,
- Digitale Werkzeuge des Mängelmanagements.

Mit der Zusammenfassung und dem Vergleich verschiedener Literaturwerke wird der Stand der Technik im Bauwesen zum Thema Mängelmanagement abgebildet. Dabei liegt der Fokus auf den baubetrieblichen Prozessen, nachdem die rechtlichen Grundlagen bereits in Kapitel 2 beschrieben sind. Als Quellen dienen wissenschaftliche Journalartikel, Forschungsberichte und Fachliteratur aus dem In- und Ausland.

3.1 Mängel im Baubetrieb

Im Gegensatz zum Baurecht ist es im Baubetrieb wichtiger zu wissen, wer den Mangel wann behebt, anstatt die Schuldfrage zu klären. Die Abläufe auf der Baustelle folgen oft einem engen Zeitplan, der eingehalten werden muss. Zusätzliche Nachbesserungsarbeiten kosten Zeit und führen zu unerwünschten Abweichungen vom Bauzeitplan. Die Koordination und die Informationsweitergabe zwischen den Gewerken spielen hierbei eine zentrale Rolle. Dafür werden in diesem Teil der Arbeit die Leistungsbilder der beteiligten Personen auf der Seite der Bauherren, Gründe für die Mangelentstehung und der Umgang mit den entstandenen Problemen beschrieben:

- Leistungsbilder (Projektsteuerung, ÖBA)
- Gründe für die Mangelentstehung (nationale und internationale Studien)
- Umgang mit Mängel (Partnering, Qualitätsanreizsysteme, Lean Construction)

Während der Baumangel als Rechtsobjekt sehr oft durch judiziert wurde und es dementsprechend viele Gerichtsurteile, Artikel, Bücher sowie Gutachten von Sachverständigen gibt, ist Literatur zum Thema Mängel im Baubetrieb bis auf wenige Ausnahmen aus Deutschland wie „Grundlagen der Baubetriebslehre 3 – Baubetriebsführung“ von Berner, Kochendörfer und

Schach⁹⁸ oder „Mängelbeseitigung und Abnahme“ von Helbig und Bauch⁹⁹ kaum vorhanden. Die Befassung mit Mängeln ist jedoch nicht nur zu den Zeitpunkten der Übernahme und der Schlussfeststellung, sondern bereits während der gesamten Bauzeit wichtig. Die Aufnahme, Dokumentation und Weitergabe der Informationen sind das Um und Auf in einem funktionierenden Bauablauf, um die reibungslose Fertigstellung des Bauobjekts zu gewährleisten.

In Deutschland beschreibt die VOB/B explizit den Umgang mit Mängeln in der Ausführungsphase. Unter §4 Absatz 7 heißt es, dass Leistungen, welche bereits in der Ausführung als vertragswidrig oder mangelhaft eingestuft werden, durch den AN auf eigene Kosten zu beheben oder zu ersetzen sind.¹⁰⁰ Die in Österreich vergleichbare ÖNORM B 2110 verzichtet auf eine ausdrückliche Beschreibung der Zuständigkeiten während der Ausführung, da vermutlich die Prüf- und Warnpflicht und die Schuldung einer mangelfreien Bauleistung dieselbe Rechtsprechung ermöglichen.

Berner, Kochendörfer und Schach sehen die Behebung und Vermeidung von Mängeln während der Errichtung als Teilprozess jener betrieblichen Prozesse, die zu einem mangelfreien Bauwerk führen. Sie empfehlen ein Mängelmanagement aufzubauen, um einerseits kein Organisationsverschulden zuzulassen und andererseits zu gewährleisten, dass die Aus- und Nachbesserungsarbeiten zeitnah und mangelfrei erfolgen.¹⁰¹

Sollten z.B. Mängel an Sichtbetonwänden vorliegen, sind diese möglichst rasch auszubessern, damit sich die Arbeit nicht am Ende der Bauzeit zu einem beträchtlichen Nachbearbeitungsaufwand aufsummiert. Dadurch wird auch sichergestellt, dass der Bauherr, wegen der mit Mängel behafteten Leistung, keinen negativen Eindruck vom AN bekommt. Zusätzlich raten die Autoren, bereits im Vorfeld auf jene Prozessschritte, bei denen es zu typischen Mängeln kommen kann, besonders Acht zu geben. Zu einem Mängelmanagement-system gehört ihrer Meinung nicht nur die Betrachtung der fertigen Leistung, sondern auch vorbeugende Maßnahmen zu ergreifen.¹⁰²

Zu den im Vorfeld erbringbaren Leistungen zu Vermeidung von Mängeln zählen Formblätter und nicht standardisierte, gewerkspezifische Checklisten. Mit Hilfe dieser kann die Qualität der Bauleistung laufend geprüft und dokumentiert werden. Beispiele für den Aufbau dieser Checklisten geben verschieden Literaturquellen wie Hankammer¹⁰³ oder Oerder¹⁰⁴.

⁹⁸ Vgl. Berner 2015, 165ff.

⁹⁹ Vgl. Helbig 2004, 214ff.

¹⁰⁰ Vgl. DIN 1961:2016-09, S. 12.

¹⁰¹ Vgl. Berner 2015, S. 165.

¹⁰² Vgl. Ebenda.

¹⁰³ Vgl. Hankammer 2013, S. 660ff.

¹⁰⁴ Vgl. Oerder, S. 1586ff.

Das Managementsystem trägt dazu bei, schnell Baufehler zu erkennen und diese gegebenenfalls zu korrigieren. Außerdem wird so sichergestellt, dass nicht am Ende der Bauphase eine Vielzahl an Mängeln zu beheben ist und dadurch die Einhaltung des Gesamtfertigstellungstermins in Gefahr kommt. Aus diesen Gründen ist das Mängelmanagement während der Bauausführung ein wichtiger Bestandteil der Risikominimierung des Terminplans.

Mit einem Mängelmanagementsystem kann die Dokumentation und Verfolgung der Mängel in den Projektphasen Ausführung, Projektabschluss und Gewährleistung bzw. Nutzung einfach und strukturiert erfolgen. Zunehmend werden auch Datenbanken erstellt, bei denen auf Großbaustellen die Erhebung und Freigabe der Mangelpunkte über das Internet erfolgt. Erste Studien und Anwendungskonzepte zu Mobile Computing wurden bereits 2007 von Schach et al.¹⁰⁵ beschrieben. Die gleichzeitige Benutzbarkeit der Datenbank von mehreren Personen an verschiedenen Orten und die Einbindung von Smartphones und Tablets ermöglicht durch den ständigen, online durchführbaren Informationsaustausch eine beschleunigte Abarbeitung der Mangelpunkte.¹⁰⁶ In den letzten 10 Jahren hat sich auf diesem Gebiet viel verändert, weshalb in den Kapiteln 3 und 6 dieser Diplomarbeit darauf eingegangen wird.

Ohne eine entsprechende Dokumentation können Ereignisse und Maßnahmen im Nachhinein nicht mehr nachvollzogen werden. Als Reaktion auf die in den Gesetzen und Normen festgehaltenen Bestimmungen werden die Bau- und Planungsverträge erstellt. In diesen werden die Aufgaben den einzelnen Prozessbeteiligten zugeordnet. Die ÖNORM B 2110:2013 hält zur Dokumentation des Bauablaufs und der Baugeschehnisse folgendes fest:¹⁰⁷

„Vorkommnisse (Tatsachen, Anordnungen und getroffene Maßnahmen), welche die Ausführung der Leistung oder deren Abrechnung wesentlich beeinflussen sowie Feststellungen, die zu einem späteren Zeitpunkt nicht mehr getroffen werden können, sind nachweislich festzuhalten.

Die Vertragspartner sind verpflichtet, an einer gemeinsamen Dokumentation mitzuwirken. Die Dokumentation allein stellt kein Anerkenntnis einer Forderung dar.

Von einem Vertragspartner ausnahmsweise allein vorgenommene Dokumentationen sind dem anderen ehestens nachweislich zu übergeben. Diese gelten vom Vertragspartner als bestätigt, wenn er nicht innerhalb von 14 Tagen ab dem Tag der Übergabe schriftlich Einspruch erhoben hat. Im Falle eines Einspruches ist umgehend eine einvernehmliche Klarstellung der beanspruchten Dokumentationen anzustreben.

Jeder Vertragspartner trägt grundsätzlich seine Kosten der vertragsgemäßen Dokumentation.“

¹⁰⁵ Vgl. Schach 2007, S. 192ff.

¹⁰⁶ Vgl. Berner 2015, S. 166.

¹⁰⁷ ÖNORM B 2110:2013, S. 20.

3.1.1 Leistungsbilder

Während die Leistungsbeschreibung für den Auftragnehmer durch die Erstellung eines Leistungsverzeichnisses oder einer funktionalen Objektbeschreibung festgelegt wird, werden auf Seite der Auftraggeber (Planer, ÖBA, Projektsteuerung, etc.) Leistungsbilder vereinbart, die zu erfüllen sind. Die Zuständigkeiten der Leistungserbringung waren früher in den Honorarvereinbarungen der Berufsbezeichnungen festgehalten. Diese Honorarvereinbarungen sind zwar 2006 außer Kraft getreten, werden aber in der Praxis nach wie vor dazu verwendet, Leistungsbeschreibungen zu definieren. Sie sind auf der Homepage der Wirtschaftskammer Österreich unter der Geschäftsstelle Bau der Bundesinnung Bau und des Fachverbandes der Bauindustrie zu finden.¹⁰⁸ Beispielhaft werden an dieser Stelle zwei Leistungsbilder genauer betrachtet. Aus diesen Leistungsbeschreibungen geht genau hervor, welche Aufgaben die Projektbeteiligten zu erfüllen haben. Dabei wird der Fokus in dieser Untersuchung auf die Handhabung mit Mängeln gelegt.

3.1.1.1 Projektmanagement

Die DIN 69901 Teil 5 sieht das Projektmanagement als „*Gesamtheit von Führungsaufgaben, -organisation, -techniken und -mitteln für die Initiierung, Definition, Planung, Steuerung und den Abschluss von Projekten*“.¹⁰⁹ Dabei unterscheidet man zwischen Projektleitung und Projektsteuerung, die gemeinsam das Projektmanagement ergeben. Aufgabe der Projektleitung bei komplexen Bauvorhaben ist die Verfolgung von baufachlichen Mängel und Gewährleistungsmängeln.¹¹⁰

Die Planungs- und Betreuungsphasen eines Bauprojekts werden dem standardisierten und in der Praxis weit verbreiteten Modell der HO-PS zugeteilt. Die Honorarordnung für Projektsteuerung sieht 5 verschiedene Projektphasen vor. Von der Projektvorbereitung über die Planung und Ausführungsvorbereitung gelangt man schließlich zur Ausführung und zum Projektabschluss. Die beiden letztgenannten Phasen sind die bedeutenden in Bezug auf das Mängelmanagement. Besonders beim Projektabschluss hat das Projektmanagement für eine Mängelfeststellung und eine Mängelbearbeitung zu sorgen. Als Teil des Projektmanagement ist die Projektsteuerung zudem dazu angehalten, bereits in der Ausführung die Mängelbeseitigungsleistungen zu koordinieren, zu überwachen und zu kontrollieren.¹¹¹ Auch eine Analyse und eine Bewertung der Mängelverzeichnisse obliegen der Projektsteuerung.¹¹²

¹⁰⁸ Wirtschaftskammer Österreich, Online Zugriff am 04.04.2018

¹⁰⁹ DIN 69901-5:2009-01, S. 14.

¹¹⁰ Vgl. Lechner 2014a, S. 3.

¹¹¹ Vgl. Stempkowski 2013, S. 25.

¹¹² Vgl. Lechner 2014b, S. 3.

3.1.1.2 Örtliche Bauaufsicht

Die örtliche Bauaufsicht hat im Rahmen ihrer Pflichten den Bauherren vor Mängel zu bewahren. Aufgaben, die der ÖBA in diesem Sinne zugeordnet werden, umfassen die Bauüberwachung und Koordination, Termin-, Kosten- und Qualitätskontrolle, Prüfung von Rechnungen und Mehrkostenforderungen, Abnahmen und Übernahmen, die Dokumentation in den verschiedenen Bauphasen sowie auch die Mängelfeststellung und ihre Bearbeitung.¹¹³ Die im Leistungsbild vorgegebenen Grundleistungen sind standardmäßig zu erfüllen. Optionale bzw. ergänzende Aufgaben sind von Projekt zu Projekt zu prüfen, ob diese notwendig sind oder in welchem Umfang diese auszuführen sind. Zu den Grundleistungen zählen in jedem Fall die Zuordnung von Bauschäden, die Mängelfeststellung und die Dokumentation von Gewährleistungsfristen. Optional können z.B. die Überwachungstätigkeiten von Behebungsmaßnahmen nach der Übernahme vereinbart werden.¹¹⁴

Es sind laufend Qualitätskontrollen zur sofortigen Mangelbeseitigung durchzuführen, damit die Anzahl an Mängel bei den Übernahmen nicht zu hoch ist. Werkzeuge, die für diese Kontrollen eingesetzt werden, sind in Kapitel 3.6 dieser Arbeit beschrieben. Auch die vergessene Bauleistung, wie eine nicht hergestellte Wand, ist ein Mangel, auf dessen ordnungsgemäße Erbringung ehestmöglich bestanden werden sollte. Die ÖBA vergleicht dafür die Ausführung mit den Leistungsverzeichnissen, den freigegebenen Plänen und den Verträgen, um auf eventuelle Abweichungen reagieren zu können. Beispielsweise kann es sinnvoll sein regelmäßige Baubesprechungen durchzuführen, um mit den beteiligten Unternehmen Lösungsansätze auszuarbeiten und die Zusammenarbeit auf einander abzustimmen.¹¹⁵ Zudem wird die Qualität der Verarbeitung auf die Einhaltung aller Richtlinien und Normen überprüft. Treten Mängel auf, dann muss der Verursacher ermittelt werden. Der Mangel wird in die Mangelliste aufgenommen, beschrieben und abgelegt. Schließlich wird der Mangel dem AN schriftlich mitgeteilt und eine Frist festgesetzt, innerhalb dieser die Verbesserung stattfinden muss. Auch die Mangelbehebung muss die ÖBA kontrollieren.¹¹⁶

¹¹³ Vgl. Stempkowski 2012, S. 3.

¹¹⁴ Vgl. Ebenda, S. 9.

¹¹⁵ Vgl. Scholz 2017, S. 191.

¹¹⁶ Vgl. Reithmeier 2013, S. 48f.

3.1.2 Gründe für Mängel

Baufehler können in den verschiedenen Zuständigkeitsbereichen aber auch zwischen diesen entstehen. Keine Phase eines Bauobjekts, von der Projektierungsphase, über die Ausführungsphase bis zur Nutzungsphase ist vor einer Fehlerentstehung gefeit. Ziel ist es jedoch, jeden Bestandteil des Bauprozesses so zu optimieren, dass die Anzahl an Mängel reduziert wird.

Die Qualität des Bauprozesses soll eine wirtschaftliche und fehlerfreie Ausführung garantieren. Diese Qualität zieht sich durch alle Prozesse, die zur Entstehung und späteren Nutzung eines Bauwerks beitragen. Das im Projektmanagement allgegenwärtige Dreieck der Zielgrößen (Abbildung 7) besagt, dass die Qualität mit der Zeit und den Kosten untrennbar miteinander verbunden ist. Zieht man an einer Ecke des Dreiecks, d.h. man verändert eine dieser Einflussgrößen, so ergeben sich automatisch auch Änderungen der anderen beiden Faktoren.¹¹⁷

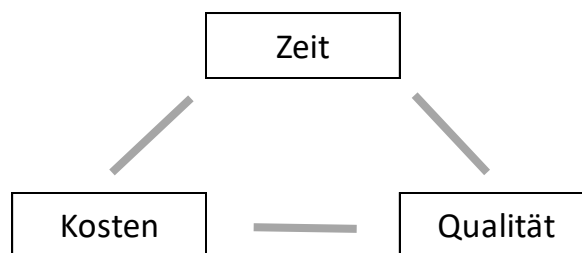


Abbildung 7: Magisches Dreieck, eigene Darstellung

In den Erhebungen diverser Studien spiegelt sich das Bild wieder, dass ungefähr 90% aller Mängel in die Kategorien Planungs- oder Ausführungsmangel aufgeteilt werden können und nicht einmal 10% auf Materialfehler zurückzuführen sind.¹¹⁸ Der Anteil der Fehler in der Planung oder in der Ausführung schwankt je nach Studie und dazugezählten Faktoren.¹¹⁹ Diese Prozentangaben weichen im Großen und Ganzen nicht viel voneinander ab, auch wenn die Autoren die Anteile noch in weitere Unterpunkte aufteilen und genauer differenzieren.^{120,121,122} International wie auch im deutschsprachigen Raum ähneln sich die Gründe, die zur Mangelentstehung beitragen. Eine vergleichende Analyse verschiedener Studien beschreibt im Folgenden die maßgebenden Ursachen für Mängel.

¹¹⁷ Vgl. Mezera 2014, S. 53.

¹¹⁸ Vgl. Jungwirth 1996, S. 9.

¹¹⁹ Vgl. Sommerville 2007, S. 398.

¹²⁰ Vgl. Josephson 2002, S. 80.

¹²¹ Vgl. Mezera 2014, S. 54.

¹²² Vgl. Weyhe 2005, S. 131.

3.1.2.1 Deutschsprachiger Raum

Jungwirth hat in „Qualitätsmanagement im Bauwesen“ 1996 festgehalten, dass ein Drittel der Fehler bereits in der Entwurfs- und Planungsphase gemacht wurden, weitere 14% auf unklare Angaben und nicht Ausführbares zurückzuführen sind, mangelndes Material für 8% verantwortlich ist sowie 2% in Sonstiges zusammengefasst werden kann. Der Großteil der Mängel entsteht allerdings mit einem Anteil von 46% in der Ausführung. Das ist in den Ergebnissen seiner Vergleichsstudie vor Allem der Sorglosigkeit der ausführenden Arbeiter und Unternehmen geschuldet. Zusätzlich spielen auch fehlende Informationen, fehlende Zuständigkeiten und fehlende fachliche Kenntnis eine Rolle.¹²³

Auch Rauh et al. haben in ihrer Studie festgestellt, dass die Mehrheit der Mängel in der Bauausführung entstehen. Mit 61% liegt dieser Bereich klar vor dem Einfluss der Planung mit 33% und den Materialfehlern, die mit 6% ins Gewicht fallen. Einen Grund für die hohen Prozentwerte in der Ausführung liegt ihrer Meinung darin, dass nach wie vor viele Unternehmen Mängel händisch erfassen und diese ausschließlich in einer allgemeine Bürosoftware digitalisieren. Das führt aber zwangsläufig dazu, dass die Bau- und Projektleiter die Mängel nach deren persönlicher Systematik erfassen. Oft wird dieses System während des Projekts auch verändert. So ist es unmöglich Mängel und Ausführungsfehler längerfristig und projektübergreifend auszuwerten. Die Folge ist, dass Unternehmen so ihre Probleme nicht erkennen, Fehler wiederholen und eine Qualitätsverbesserung verhindert wird.¹²⁴

Während der Ausführung führt Ebsen die meisten Fehler auf eine mangelhafte Qualität von Baustoffen und die ungeeignete Wahl dieser, unsaubere und schlampige Verarbeitungen, eine nicht den Unterlagen folgende Ausführung sowie auf eine nicht ausreichende Aufsichtspflicht zurück.¹²⁵ Die Grundursache für die entstehenden Baufehler liegt seiner Meinung in den Kosteneinsparungen der Unternehmen. Es werde zum einen an der Anzahl an Facharbeitern gespart. Diese werden durch ungelernte Kräfte substituiert, besitzen aber nicht das entsprechende Know-how, um die Werkleistung fachgerecht herzustellen. Zusätzlich entstehen durch unzureichende Baubetreuung und Schwarzarbeit erhebliche Schäden. Zum anderen werden, um weitere Kosten einzusparen, Baumaterialien mit ungeeigneten Eigenschaften und Qualitäten eingesetzt.¹²⁶ Im Kostendruck sehen auch Braun, Haentjens und Nemuth die Grundursache für die aktuelle Mängelkultur. Obwohl die Begleitumstände der Bauwerksherstellung wie schwankende Temperaturen, Feuchte, Wind, Lage, Zugänglichkeit und soziale Faktoren eine mangelfreie Produktion kaum möglich machen, werden die daraus

¹²³ Vgl. Jungwirth 1996, S. 9.

¹²⁴ Vgl. Rauh 2014, S. 16.

¹²⁵ Vgl. Ebsen 2007, S. 70.

¹²⁶ Vgl. Ebenda, S. 51.

resultierenden Kosten nicht kalkuliert. Dies geschieht vor Allem aus Wettbewerbsgründen. Hinzu kommt, dass die Bauzeiten aus unterschiedlichen Optimierungszwängen auf ein Minimum reduziert werden. Daher werden die Leistungen unter enormen Zeitdruck verrichtet und die Intensität der Bauüberwachung möglichst gering gehalten.¹²⁷ Ebenso sieht Ebsen die Reduzierung der Bauzeit und die Aktualität von Informationen in Bezug auf die ständige Erneuerung von Bauprodukten am Markt mit den laufenden Adaptierungen von Verarbeitungsrichtlinien und Ausführungsmöglichkeiten mit als Ursachen für Baufehler.¹²⁸

In seiner Dissertation stellt Weyhe fest, dass die Aussagekraft der Untersuchungsergebnisse verschiedener Literaturwerke streuen und Defizite aufweisen. Nichtsdestotrotz sieht er Hinweise darauf, dass Ausführungsfehler mit 46% bis 59% den Großteil an Baumängel und Bauschäden stellen. Den Grund dafür trägt zu einem hohen Anteil die Sorglosigkeit der ausführenden Arbeiter und Unternehmen, was zu einem Bedarf an Qualitätssicherungssystemen in der Bauausführung führt.¹²⁹ Diese Probleme in der Ausführungsphase können außerdem wegen der zunehmenden Komplexität der Bauprojekte entstehen. Während der Aufwand, die Bauvorhaben vorzubereiten, steigt, wird gleichzeitig der Zeitraum in der diese Vorbereitung stattfinden soll, immer kürzer.¹³⁰

Mezera und Gartner suchen in ihrem Handbuch nicht per se die Schuld bei den planenden oder ausführenden Personen, sondern teilen die häufigsten Mangelursachen in Feuchtigkeitsprobleme und bauphysikalische Probleme ein. Sowohl Feuchtigkeit und Wassereintritt von außen, als auch Feuchtigkeit im Innenraum und Schimmelbildung spielen für die Autoren eine große Rolle. Das liegt daran, dass fast 50% aller Schäden an erdberührten Bauteilen oder an horizontalen Flächen wie Dächern und Balkonen auftreten. Den Hauptgrund dafür liefern Mezera und Gartner damit, dass die meisten beim zweiten und dritten österreichischen Bauschadensbericht befragten Arbeiter, nur geringe Erfahrungen im Bereich der Abdichtungsarbeiten mit sich brachten.¹³¹ Als bauphysikalische Probleme, die zu Mängeln führen, werden Wärmebrücken bei der Wärmedämmung, die luftdichte Ebene bei der Dampfdiffusion sowie der Wind- und Schallschutz angesehen.¹³²

¹²⁷ Vgl. Braun 2010, S. 101f.

¹²⁸ Vgl. Ebsen 2007, S. 71.

¹²⁹ Vgl. Weyhe 2005, S. 131.

¹³⁰ Vgl. Günthner 2011, S. 10.

¹³¹ Vgl. Mezera 2014, S. 56.

¹³² Vgl. Ebenda, S. 68.

3.1.2.2 Internationale Studien

In internationalen Studien wurden die Gründe für Baumängel schon vielfach untersucht. Kim et al.¹³³ und Park et al.¹³⁴ aus Südkorea kommen bei ihren Untersuchungen auf dieselben Ergebnisse wie Sommerville¹³⁵ aus Großbritannien, Forcada et al.¹³⁶ in Spanien, Ye et al.¹³⁷ in China, Aljassmi¹³⁸ in Dubai oder Love et al.¹³⁹ in Australien. Die verschiedenen Ansätze und Methoden, Beobachtungszeiträume und Datenquellen sowie regionale Unterschiede und der technologische Fortschritt zwischen den Studien ergeben zwar Abweichungen und Ergänzungen für mögliche Gründe, aber die Grundaussage ist weltweit die gleiche: Gründe für Baumängel sind vielfältig und können nie gänzlich vermieden werden.

Park et al. sehen nach einer umfassenden Literaturrecherche die Ursachen für spätere Mängel auf der Seite der Planer in Dokumentationsfehlern, ungünstig gewählten Baumaterialien, strukturellen Konstruktionsproblemen und Planänderungen während der Bauphase. Auf der ausführenden Seite entstehen die Fehler in der Herstellung sowie durch das Unterlassen bzw. Weglassen von vereinbarten Prozessschritten oder ganzen Bauteilen und Objekten.¹⁴⁰

Die Gründe dafür, dass ein Großteil der Differenzen und Diskrepanzen nach wie vor gegen Fertigstellungende des Projekts auftauchen, finden Kim et al. in einem Mangel an qualifiziertem Personal, das auf der Baustelle die Qualität und das Mängelmanagement überwacht. Hinzu kommt, dass die Mannschaften eine zu hohe Arbeitsbelastung haben, um die vertraglichen Fristen einzuhalten. Nicht vereinheitlichte Checklisten und eine große Anzahl an Formularen und Dokumenten, die manuell auszufüllen sind sowie eine schlechte Kommunikation zwischen den Projektbeteiligten werden ebenso als Ursache für die Mängelentstehung angesehen. Schließlich führen diese Umstände dazu, dass zusätzliche Arbeit anfällt, um die Mängel zu korrigieren und sich somit der Projektabschluss verschiebt.¹⁴¹

Nach der Analyse von sieben Baustellen identifizieren Josephson, Larsson und Li sechs Gruppen, die eine Zuordnung für Baufehler darstellen. Sie teilen die Mängel in die Sphären Ausführung, Planung, Kunde, Material, Maschine und Projektleitung ein. Zusätzlich werten sie die Mängelgründe nach ihrer monetären Auswirkung aus und kommen zu dem Schluss, dass die fehlerhafte Ausführung von Bauleistungen die stärksten Auswirkungen auf die Kos-

¹³³ Vgl. Kim 2008, S. 163.

¹³⁴ Vgl. Park 2013, S. 62.

¹³⁵ Vgl. Sommerville 2007, S. 398.

¹³⁶ Vgl. Forcada 2017, S. 2.

¹³⁷ Vgl. Ye 2014, S. 3.

¹³⁸ Vgl. Aljassmi 2014, S. 175.

¹³⁹ Vgl. Love 2016, S. 2.

¹⁴⁰ Vgl. Park 2013, S. 62.

¹⁴¹ Vgl. Kim 2008, S. 163.

ten haben. Das führen die Autoren auf die Grundursachen der Mängelentstehung zurück: fehlendes Wissen, mangelnde Informationen, zu geringe Motivation, Stress und ein zu hoch angesetztes Risiko der Unternehmer.¹⁴²

In Großbritannien ist laut Sommerville die Mehrheit der Mängel auf Probleme im Planungsprozess zurückzuführen. Dazu gehören eine zu geringe Tiefe des Detaillierungsgrades und fehlende Spezifikationen der Anforderungen sowie ein mangelhaftes Wissen über die behördlichen und gesetzlichen Vorgaben. Schwierigkeiten bzw. Missverständnisse beim Lesen der Pläne sind eine weitere Mangelursache, die in der Planung entsteht, aber Auswirkungen auf die Ausführung hat. Zusätzlich fehlt es an einer ausreichenden Kommunikation zwischen Architekt, Ingenieur und ausführendem Arbeiter. Aber auch Subunternehmer und ihre Arbeit spielen genauso eine Rolle wie Materiallieferanten oder Bauleiter bzw. Poliere, die keine eindeutigen Anweisungen geben. Dadurch führen unqualifizierte Arbeiter in Verbindung mit einer zu geringen Überwachungstätigkeiten auf der Baustelle zu einer hohen Anzahl an Baumängeln.¹⁴³

Die spanischen Autoren Forcada et al. zählen zu den Ursachen der Mängelentstehung vor allem Managementfehler. Es wurden sieben Wohnungsanlagen untersucht, um die grundlegendsten Quellen für Mängel zu identifizieren. Schließlich wurden die Ursachen in der Kundenprojektsteuerung und Benutzerbeteiligung, dem Zeitdruck, der Zusammensetzung der Projektorganisation, dem Kostendruck, der fehlenden Unterstützung der Baustellenorganisation und der mangelnden Motivation der Arbeiter gefunden.¹⁴⁴ In weiteren Untersuchungen werden Änderungen vom Bauherren, Konstruktionsfehler und vergessene Details in der Planungsphase als Hauptursachen für Nachbesserungsarbeiten angesehen, welche einen größeren Kosteneffekt als andere Faktoren haben. Zusätzlich werden fehlende Planungskonsistenz und die Abhängigkeit von der Aus- und Weitergabe von Plandokumenten als Hauptfaktoren für die Mängelentstehung betrachtet.¹⁴⁵

Bei der Betrachtung von Mängelgründen in China kommen Ye et al. zu dem Schluss, dass neben den allgemein bekannten und weltweit gültigen Faktoren zusätzlich die Vertragsgestaltung, aktive Arbeitsleistungen zur Qualitätssteigerung und das Fehlen eines klar abgesteckten Projektrahmens eine große Rolle spielen. Sie erstellten aus einer umfangreichen Literaturrecherche eine Liste mit 49 Ursachen, warum Mängel entstehen. Nach weiteren Interviews mit Experten aus allen Fachbereichen, wurde die Liste an die lokalen

¹⁴² Vgl. Josephson 2002, S. 81.

¹⁴³ Vgl. Sommerville 2007, S. 398.

¹⁴⁴ Vgl. Forcada 2013, S. 757.

¹⁴⁵ Vgl. Forcada 2017, S. 2.

Gegebenheiten des chinesischen Markts angepasst und auf 11 Hauptgruppen mit 39 Punkten reduziert.¹⁴⁶ In einer quantitativen Umfrage an zahlreiche Unternehmen wurde schließlich die Verteilung der Ursachen untersucht, wobei herauskam, dass der Großteil der Mängel aus einer mangelhaften Bauausführung und aus externen Einflüssen resultiert. Dazu gehören vor Allem mangelhafte Verwendung von mechanischer Ausrüstung und die schlechte Wahl eines Bauverfahrens sowie eine mangelhafte Baustelleneinrichtung, Veränderungen im Projekt-rahmen und Änderungen in den rechtlichen Bestimmungen. Unter die weiteren Hauptgründe fallen das Vertragsmanagement, die Managementfähigkeit gegenüber Subunternehmer, Planänderungen, Planungsfehler, mangelnde Kommunikation, Qualitätsänderungen und mangelndes Prozess- beziehungsweise Endkundenmanagement.¹⁴⁷

In Dubai führen Aljassmi und Han die Gründe für die Mängelentstehung zum Großteil auf Verletzungen von technischen Richtlinien und Abweichungen von Standardausführungen zurück. In ihrer Untersuchung haben sie 272 Mängel aus 81 Streitfällen im Wohnungsbau aus dem Jahre 2009 analysiert und kamen zu dem Schluss, dass die eingesetzten Arbeiter zu unerfahren und zu schlecht geschult waren. Eine mangelnde Kompetenz führt nicht nur zu einer unsauberen Ausführung sondern auch zu Missverständnissen von Weisungen, dem Weglassen von wichtigen Arbeitsschritten und dem Fehlinterpretieren von Plänen und anderen Ausführungsdokumenten.¹⁴⁸

Peter E.D. Love untersucht seit knapp zwei Jahrzehnten die Gründe, warum Mängel entstehen sowie deren Einfluss auf den Bauablauf und die dadurch entstehenden Kosten. Bei der Untersuchung von zwei Bauprojekten in Australien in der Bauphase ließ sich erkennen, dass Schäden, die durch nachfolgende Subunternehmer verursacht wurden und fehlerhafte Leistungen der Ausführenden zu den meisten Mängel führten.¹⁴⁹ Mit einer groß angelegten Umfrage, bei der am Ende 260 fertiggestellte Gebäude und Ingenieurbauten als Datengrundlage zur Verfügung standen, konnte Love mit seinen Kollegen 29 Gründe für die Mängelentstehung feststellen. Diese lassen sich sechs Hauptgruppen zuteilen, wobei sich das Baustellenmanagement mit den Subunternehmern für den Großteil der Mängel verantwortlich zeigt. Dahinter folgen das Kommunikationsmanagement des Projekts und die vertraglich vereinbarte Baustellendokumentation. Ebenso bilden die Projektplanung, das Planungsmanagement und Bauherrenänderungen die Bestandteile der restlichen Hauptgruppen.¹⁵⁰

¹⁴⁶ Vgl. Ye 2014, S. 3.

¹⁴⁷ Vgl. Ebenda, S. 7.

¹⁴⁸ Vgl. Aljassmi 2014, S. 181f.

¹⁴⁹ Vgl. Love 2000, S. 485.

¹⁵⁰ Vgl. Love 2009, S. 483ff.

In einem seiner späteren Werke sieht er jedoch die wissenschaftlichen Ergebnisse vorangegangener eigener, aber auch internationalen Studien kritisch, da sie seiner Meinung nach auf fehlendem Wissen basieren und vermeintlich neue Ursachen der Mängelentstehung bereits um die Jahrtausendwende beschrieben wurden.¹⁵¹ Zusätzlich ist die Art der Erhebung, ohne den dazugehörigen Kontext zu definieren, seiner Ansicht nach nicht zielführend. Insbesondere ist die Ausarbeitung von Mängelgründen aus heterogenen Stichproben wie Fragebögen als unsicheres Ergebnis anzusehen. Dies liegt daran, dass die Befragten selten dasselbe Ereignis zur gleichen Zeit anzeigen, sodass in den Antworten Inkonsistenzen auftreten. So wird schlechte Kommunikation von Projektanweisungen als Ursache für Mängel identifiziert, aber diese Beobachtung vereinfacht nur die Komplexität, die damit verbunden ist, wie Menschen Informationen interpretieren. Zwar gibt es Studien die auch den dazugehörigen Kontext mitgeben, um zu erklären, warum und wie Mängel entstanden sind, aber die Ansichten jener Teilnehmer, die an der Kette von Ereignissen beteiligt sind, die zu ihrem Auftreten führen, sind im Allgemeinen auf spezifische Zeitpunkte beschränkt. Daher ist die Bestimmung der Kausalität eng definiert, was möglicherweise zu Verzerrungen in der Berichterstattung führt.¹⁵² So kann bei ein und demselben Mangel der Architekt den Fehler beim Ausführenden sehen, während der andere es umgekehrt sieht. Menschliche Fehler sind schließlich für 90% der Mängel verantwortlich¹⁵³ und entstehen unter anderem aus den folgenden Gründen, die beispielhaft ausgewählt wurden:¹⁵⁴

- Die beteiligten Personen haben ein unterschiedliches Verständnis für ein und dasselbe Ereignis.
- Kulturelle Unterschiede erhöhen die Wahrscheinlichkeit unterschiedlicher Interpretationen desselben Ereignisses.
- Die Entscheidungen der Menschen sind ein Kompromiss zwischen den verfügbaren Informationen und der verfügbaren Zeit.

Zwei ursächliche Gründe werden von Love et al. wiederholt erkannt. Zum einen brechen Menschen die Regeln, um die Arbeit effizienter zu gestalten (das entspricht Verfahrensfehlern und Unterlassungsfehlern), zum anderen halten sich die Unternehmen nicht an Arbeitspraktiken und -verfahren. In Kombination mit den aktuellen risikoarmen Projektabwicklungsstrategien der Auftraggeber in der Ausschreibung, steigt die Risikobereitschaft der Auftragnehmer, um ihren Gewinn zu maximieren.¹⁵⁵

¹⁵¹ Vgl. Love 2016, S. 2.

¹⁵² Vgl. Ebenda.

¹⁵³ Vgl. Jungwirth 1996, S. 9.

¹⁵⁴ Vgl. Love 2016, S. 3.

¹⁵⁵ Vgl. Ebenda, S. 2.

3.1.3 Umgang mit Mängel

Das Ziel eines Mängelmanagements ist die Unterstützung der Geschäftsprozesse, die mit Mängeln in Verbindung stehen. Die zu erfüllenden Teilaufgaben beinhalten zum einen die Dokumentation, Übersicht und Verwaltung von Mängeln. Darunter fallen Dokumente wie Mängelanzeigen und Freimeldungen oder Einsprüche. Diese müssen verwaltet und archiviert werden, um den Überblick über die Mangelpunkte und ihre Fristen zu haben und mögliche Rechtsfolgen geltend zu machen. Zum anderen gehören die Koordination und Planung der Mängelbeseitigung und ihrer Kontrolle organisiert, um Zeitpläne und Fristen einhalten zu können. Zu einem vollständigen Mängelmanagement zählt schließlich ebenso die Kalkulation der Kosten, die bei der Mängelbeseitigung anfallen. Neben dem Auftragnehmer, der wissen sollte, was die Behebung des Fehlers kostet, ist es auch im Interesse des Auftraggebers den monetären Wert der Verbesserungsarbeit zu kennen, da er diesen vorhalten kann. Hinzu kommen etwaige Schadenersatzansprüche, die die Ursache in Baumängeln haben. Sowohl Auftraggeber als auch Auftragnehmer sollten informiert sein, welche Summen Gegenstand der Schadenersatzansprüche sind.¹⁵⁶

Im Bauschadensbericht der privaten DEKRA Real Estate Expertise GmbH wurden die Baumängel an Wohngebäuden in Deutschland untersucht. Nach zuvor definierten Bauphasen wurden bei den untersuchten Projekten Mangelfeststellungen durchgeführt. Dabei kam man zu dem Ergebnis, dass der Großteil der Mängel während des Schlussaudits festgestellt wurde. Der ersten Phase mit Kellerrohbau und Abdichtung konnten 13,50% der Mängel zugeordnet werden. Während beim zweiten Audit die Prozesse der Rohinstallationen untersucht wurden und 18,13% zugeteilt wurden, wurde im restlichen Ausbau 24,06% der Mängel entdeckt. Bei der Schlussbegehung wurden jedoch 44,31% aller Mängel entdeckt und beanstandet.¹⁵⁷ Ebenso wurden die Mängel in die allgemein gängigen Bauphasen eingeordnet. Nach dieser Systematik entfallen 31,50% der Mängel auf den Rohbau, 18,95% auf den technischen Ausbau, 36,74% auf den bautechnischen Ausbau, 10,80% auf die Außenanlagen und die restlichen 2,01% sind mehreren Bereichen zuordenbar.¹⁵⁸

Die Kosten für Baufehler, sofern sie nicht unmittelbar behoben werden, steigen mit der Zeit progressiv an. Umso später die Behebung eines Mangels erfolgt, desto stärker steigt der Aufwand für Arbeit, Material und Kosten an. Auch die Komplexität des Unterfangens erhöht sich und es werden besonders spezialisierte Baugewerke benötigt, um die Schäden zu be-

¹⁵⁶ Vgl. Schach 2007, S. 192.

¹⁵⁷ Vgl. Dekra 2008, S. 22.

¹⁵⁸ Vgl. Ebenda, S. 23.

heben. Daher kommt der laufenden Instandhaltung und zeitnahen Mängelbehebung eine wichtige wirtschaftliche Bedeutung zu.¹⁵⁹

Der dazugehörige Kostenverlauf wird mit der sogenannten Zehnerregel beschrieben (Abbildung 8). Diese besagt, dass die Behebung eines Fehlers in jeder weiteren Phase um das zehnfache mehr kostet als in der Phase zuvor. Anhand von Untersuchungen an Fenstern von Rauh et al. konnte zwar die Zehnerregel nicht bestätigt werden, die überproportionalen Steigerungsrate lässt sich jedoch sehr wohl auch in baupraktischen Beispielen nachvollziehen.¹⁶⁰ Verbesserungen der Bauqualität haben daher nicht nur einen ästhetischen und baubetrieblichen sondern auch einen wichtigen ökonomische Mehrwert.

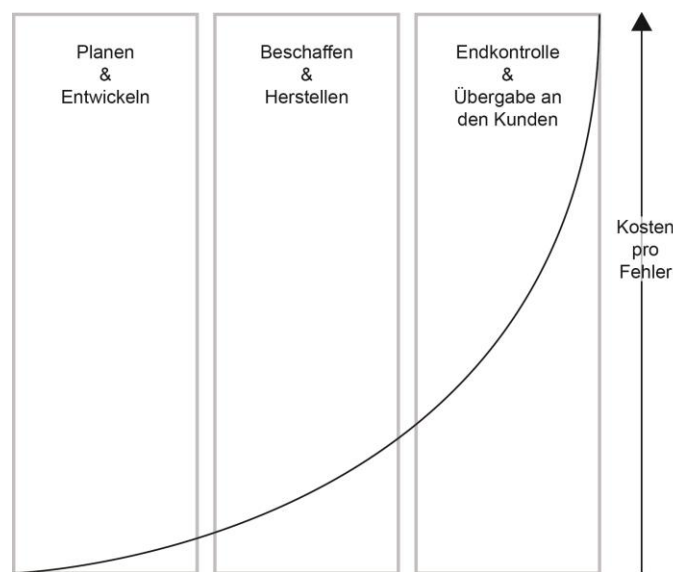


Abbildung 8: Rule of Ten – nach Günthner 2011, S. 118.

Um die Kostenentwicklung so früh wie möglich zu verhindern, sind die Bekämpfung der Fehlerentstehung und ihre Vorbeugung maßgebend. Ein Beispiel dafür stellt das partnerschaftliche Bauen oder sogenanntem Partnering dar. Durch dieses soll eine bessere kooperative Zusammenarbeit von den Prozessbeteiligten Bauherr, Planer und Ausführende erreicht werden. Das Ziel ist, aus den isolierten Einzelbereichen des Bauprozesses einen Zusammenschluss als Team zu erreichen. In Form von Gruppen, die in den frühen Projektphasen gebildet werden, realisieren alle gemeinsam die Ideen und schlussendlich entsteht das Bauwerk gemeinschaftlich. Damit soll erreicht werden, dass die klassischen Konfliktbeziehungen präventiv verhindert und aktiv aufgelöst werden. Das Partnering als Konzept wird auf Vertrags- und Vergütungsmechanismen aufgebaut, um das Projektklima günstig zu beeinflussen. Durch die Festlegung gewisser Spielregeln, Anreizsystemen, ver-

¹⁵⁹ Vgl. Ebsen 2007, S. 50.

¹⁶⁰ Vgl. Rauh 2014, S. 72.

pflichtende Konfliktregularien und Schlichtungen wird die Einhaltung des Konzepts gewährleistet.¹⁶¹

Die Grundpfeiler der Zusammenarbeit sind Transparenz, Offenheit und ein umfangreiches Controlling, damit versteckte Intentionen und eigennütziges Handeln verhindert werden. Mögliche Maßnahmen dafür sind die Schaffung eines gemeinsamen Projektteams, Ausarbeitung der Führungs- und Entscheidungsverantwortung, klare Regeln für die Zusammenarbeit, eine transparente Kommunikation, geeignete Strukturen, Prozesse und Meilensteine sowie Anreize und Sanktionen damit die Projektziele optimiert und erreicht werden. Das Konzept sollte dabei in allen Projektphasen eingesetzt werden und eignet sich primär zu Verbesserung der Abläufe beim baubegleitenden Planen. Bei jenen Projekten die jedoch vom Bauherren und den Planern bereits detailliert und sorgfältig ausgeschrieben werden können, ist es ratsamer nach traditionellen Projektabwicklungsformen vorzugehen. Dadurch wird gewährleistet, dass eine größere Anzahl an kompetenten Bietern den Wettbewerb annimmt und wirtschaftliche Leistungen anbietet. Denn schließlich kann auch bei traditionellen Abwicklungsformen die Streitigkeiten und Mängel stark vermindert werden, wenn die Vollständigkeit der Planungs- und Ausschreibungsunterlagen gegeben ist. Dazu muss die Bauherrenseite ihre Mitwirkungspflicht wahrnehmen und mit der rechtzeitigen Bereitstellung von Baufeld und Plänen den störungsfreien Ablauf gewährleisten.¹⁶²

Eine mögliche Unterstützung des Systems zu Verbesserung der Bauqualität bietet ein Anreizsystem. Rauh et al. haben dazu eine Studie in Deutschland erstellt, um herauszufinden, ob ein solches System funktionieren kann und welche Schritte dafür notwendig sind. Einen Qualitätsbonus zu vereinbaren, der einfach von der Anzahl der Mängel abhängig ist, sehen die Autoren der Studie als problematisch an. Die Klassifizierung von Mängeln wird schließlich von den einzelnen Projektpartnern oftmals kontrovers beurteilt. Zudem gibt es verschiedene Mängelarten wie optische oder technische in unterschiedlichen Bedeutungsgraden. Dadurch müssen die Mängel in das Qualitätssystem nicht nur nach der Anzahl, sondern nach deren Gewichtung im Projekt beurteilt werden.¹⁶³

In der Studie wird ein Qualitätsvertrag ausgearbeitet, der neben dem allgemeinen Bauvertrag unterzeichnet werden kann. In diesem Qualitätsvertrag wird festgehalten, dass die monetäre Qualitätsprämie von der Qualitätszahl und dem Prämienbudget abhängig ist. Die Qualitätszahl ist dabei eine quantitative Kenngröße, die nach vorgefertigten Kriterien bestimmbar ist. Der funktionale Zusammenhang zwischen den einzelnen Kenngrößen wird durch eine Be-

¹⁶¹ Vgl. Greiner 2009, S. 307f.

¹⁶² Vgl. Grimscheid 2016, S. 465.

¹⁶³ Vgl. Rauh 2014, S. 28.

lohnungsfunktion beschrieben. Bei dieser Art des Qualitäts-Anreizsystems gibt es Malus und Bonus Bereiche, die je nach erreichter Qualität vom Unternehmer zu bezahlen sind oder vom Auftraggeber ausgeschüttet werden.¹⁶⁴ Dieses System lässt sich auf beliebig viele Bauteile, Bauabschnitte oder Bereiche anwenden, wenn zuvor die Qualitätszahlen eindeutig festgelegt wurden. Problematisch ist jedoch, dass beim ersten Einsatz diese Qualitätssysteme sowohl die Qualitätszahlen wie auch die bewertungsrelevanten Bauobjekte vorab im Vertrag vereinbart werden müssen, obwohl noch keine entsprechenden Erfahrungswerte vorliegen. Daher ist das System iterativ zu validieren und zu adaptieren, denn die Ergebnisse aus der Systemanwendung sind zugleich die Voraussetzung dafür.¹⁶⁵

Wie bereits beschrieben ist der Umgang der Projektbeteiligten untereinander von großer Bedeutung für die Mängelbehebung. Wenn der AG dem AN eine Vielzahl an Kleinstmängeln anzeigt, ist meistens das Verhältnis zwischen den Vertragspartnern gestört. Die Gründe für die Störung müssen dabei gar nicht im Bereich des Mängelmanagements liegen, sondern können beispielsweise grundlegende Finanzierungs- oder Vermarktungsprobleme beim AG oder persönliche Differenzen zwischen den Projektbeteiligten sein. Um einen Ausweg aus festgefahrenen Situationen bei Mangelstreitigkeiten zu finden, schlagen Braun, Haentjens und Nemuth vor, ein „Was-Wäre-Wenn“ Szenario durchzuspielen.¹⁶⁶ Damit ist gemeint, eine Strategie auszuarbeiten, die für jede Aktion eine Gegenreaktion bereithält. An wichtigster Stelle liegt die Analyse und Beurteilung der entstandenen Situation. Vorausgesetzt wird dabei eine entsprechende Kompromissbereitschaft von allen Beteiligten, denn eine Mediation, ein Schiedsgericht oder der Gang vor ein ordentliches Gericht, bringt in erster Linie vor Allem einen zusätzlichen Zeit- und Kostenaufwand.

Ein weiterer Punkt im Umgang mit Mängeln ist die zunehmende Industrialisierung des Bauwesens mit der Übernahme von Technologien und Konzepten aus anderen Industriezweigen. Obwohl die Baubranche mit der stationären Industrie in Bezug auf Vollautomatisierung und optimale Ressourcenausnutzung nicht mithalten kann, versuchen sich die beiden Bereiche anzunähern. Während zwar die Grundsätze, wie die Herstellung von Prototypen, der ständige Wechsel von Beteiligten, wechselnde äußere Rahmenbedingungen, etc. nach wie vor Bestand haben, wird versucht, Konzepte aus anderen Industriezweigen im Bauwesen anzuwenden. Ebenso erfolgt die Annäherung der Industriellen mit der Umsetzung Industrie 4.0, nämlich maßgeschneiderte, individuelle und dem Nutzer angepasste Produkte zu erzeugen, zwar voll automatisiert, aber mit der Losgröße 1 wie im Bauwesen.

¹⁶⁴ Vgl. Rauh 2014, S. 153.

¹⁶⁵ Vgl. Ebenda, S. 172.

¹⁶⁶ Vgl. Braun 2010, S. 116ff.

Der Holz- und Betonfertigteiltbau ist in diesem Sinne bereits weit fortgeschritten und ermöglicht individuelle Ausführungs- und Gestaltungsarten solange die Randbedingungen wie Hebegewicht, Transportabmessungen, etc. eingehalten werden. Voraussetzung dafür ist eine vollständige und abgeschlossene Planung, in der bereits alle Leitungen, Durchbrüche und Details bekannt sind und exakt so ausgeführt werden. Spätere Änderungen oder flexible Anpassungen sind nicht erwünscht und kaum durchzuführen. Jedoch ist es durch die detaillierte Planung möglich, ganze Wohnkomplexe wie die Daston Lane in London nicht nur in einer ungewöhnlich kurzen Bauzeit, sondern auch mängelfrei zu errichten.¹⁶⁷

Das sogenannte Lean Construction Management ist ein weiterer übernommener Ansatz. Ursprünglich seit den 1970er Jahren in der Automobilindustrie angewendet, ist der Grundgedanke, die Wertschöpfung durch eine ganzheitliche Betrachtung der Arbeitsvorgänge und der Produktionsprozesse zu steigern. Dadurch soll eine Leistungserbringung ohne Verschwendung von Ressourcen erreicht werden, die eine langfristige und wirtschaftliche Positionierung am Markt ermöglicht. Als Ergebnis soll ein Weg gefunden werden, mehr Kundenbedürfnisse mit weniger Aufwand, in kürzerer Zeit, mit weniger Material und weniger Mängeln zu erfüllen.¹⁶⁸ Mit sogenannten „Last Planner“ Besprechungen und weiteren Werkzeugen wie Steckkartensystemen, Aktionslisten und Prozessanalysen werden die kurz- und mittelfristigen Arbeitsschritte der einzelnen Gewerke koordiniert und auf einander abgestimmt. Die Methoden zur Termin- und Projektsteuerung sollen den Arbeitsfluss stabilisieren und die Produktivität erhöhen. Im Zuge der Last Planner Besprechungen wird eine vorausschauende Ablaufplanung erstellt, die immer aktuell zwischen drei und zwölf Wochen der Baustellenabwicklung abbildet. Mögliche Störquellen werden so frühzeitig identifiziert und es können Lösungsmöglichkeiten gefunden werden. Zusätzlich werden vergangene Ereignisse untersucht und analysiert, um ein erneutes Entstehen zu verhindern. Dabei ist das Ziel, die Ablaufprozesse immer weiter zu verfeinern, bis schließlich die einzelnen Arbeitsschritte klar ersichtlich sind und Prognosen angestellt werden können, wo es Reibungspunkte mit anderen Unternehmen, Materiallieferungen, Personalmangel, etc. geben kann.¹⁶⁹ Ein Teil des Lean Konzeptes ist eine gemeinschaftliche Besprechungskultur, damit das gewünschte Ergebnis erreicht wird. Es finden vor Ort kurze Tages- bzw. Wochenbesprechungen statt, in denen die Aktivitäten geplant werden. Da sich alle Beteiligten im selben Raum treffen, werden Kommunikations- und Entscheidungswege verkürzt. Durch die gemeinsame Erarbeitung des Projekts soll die Kooperation der Vertragspartner gefördert und die Kultur des individuellen Denkens zurückgedrängt werden.¹⁷⁰

¹⁶⁷ Vgl. Spiehs 2018

¹⁶⁸ Vgl. Berner 2013, S. 6.

¹⁶⁹ Vgl. Ballard 2018, S. 127f.

¹⁷⁰ Vgl. Demir 2018, S. 149.

3.2 Mangelerhebung

In diesem Kapitel werden sowohl die herkömmliche, manuelle Erfassung von Mangelpunkten, als auch die digitale Erhebung mit Smartphones, Tablets und anderen Hilfsgeräten behandelt. Die beiden Themenblöcke werden von unterschiedlichen Sichtweisen und Literaturquellen beleuchtet und sind im Folgenden grob aufgeteilt:

- Herkömmliche Mangelerhebung (Notizbuch, Stift, Diktiergerät, Kamera, ...),
- Digitale Mangelerhebung (mobile Endgeräte, Softwareprogramme, ...).

Die im Bauablauf festgelegten Prozessschritte erfolgen immer in einer bestimmten Reihenfolge: Entdeckung des Mangels, Aufnahme, Identifizierung der Zuständigkeit, Weiterleiten der Meldung, Ablage, Kontrolle und Freigabe bzw. gegebenenfalls wieder zurück zum Punkt Aufnahme. Die Prozessbeteiligten sind die Bauherrenvertretung (Bauherr, Projektmanagement, ÖBA, Behörden, o.Ä.) und die Unternehmervvertretung (Bauleiter, Polier, Ansprechpartner vom Gewerk, etc.). Diese sind zum einen durch die Prüf- und Warnpflicht während der Bauphase angehalten, den Prozess der Nacharbeitung zu starten, zum anderen sind sie vor der Übernahme bzw. vor Ende der Gewährleistungsfrist dafür verantwortlich, ein mangelfreies Objekt zu hinterlassen. Sinnvoll ist es dabei, Mangelpunkte sobald wie möglich anzusprechen und zu bearbeiten, um nicht bei den Übernahmen mit einem übermäßigen Mängelaufkommen konfrontiert zu werden.

Im Bauablauf kann grundsätzlich zwischen zwei Dokumentationsarten unterschieden werden. Sowohl die manuelle als auch die digitale Datenerfassung von Prozessen hat ihre Daseinsberechtigung und wird in jeder Projektabwicklung genutzt. Jener Schriftverkehr der vertraglich relevant ist, wird meist eingeschrieben per Post versendet und auch auf der Baustelle ist der Umgang mit ausgedruckten Plänen allgegenwärtig. Zudem werden Baubucheintragungen und Bautagesberichte noch überwiegend handschriftlich verfasst. Dem gegenüber stehen die digitalen Dokumentationsarten, die den Vorteil der Sortierbarkeit haben und mit den Funktionen Filtern, Suchen, Verknüpfen, Weiterleiten, etc. eine raschere Auswertung ermöglichen soll. Die auf Projektservern abgelegten Daten erleichtern den Beteiligten den Austausch an benötigten Informationen.¹⁷¹

¹⁷¹ Vgl. Gmoser 2016, S. 183.

3.2.1 Herkömmliche Mangelerhebung

Im klassischen Bauprojekt erfolgt eine Mangelerhebung während der gesamten Ausführungs- und Nutzungsphase durch unterschiedliche Projektbeteiligte. Neben der Prüf- und Warnpflicht, bei der die Auftragnehmer während des Bauvorgangs dazu angehalten sind, vorhandene oder selbst verursachte Fehler zu melden, werden bei Baustellenbegehungen von Vertretern des AG und AN der Arbeitsfortschritt sowie die hergestellte Qualität des Objekts genau betrachtet. Diese Begehungen können gemeinsam und koordiniert, aber auch einzeln und individuell erfolgen. Es müssen sich allerdings die Parteien einig über den Status des Bauteils sein. Entdeckte Mängel werden in Protokollen oder anderem Schriftverkehr festgehalten. Schließlich erfolgt die Behebung und Verbesserung der offenen Mängelpunkte und die erneute Überprüfung, ob nun ein mangelfreies Objekt hergestellt wurde. Diese Arbeitsschritte sind in einem Arbeitsablauf in Abbildung 9 festgehalten.

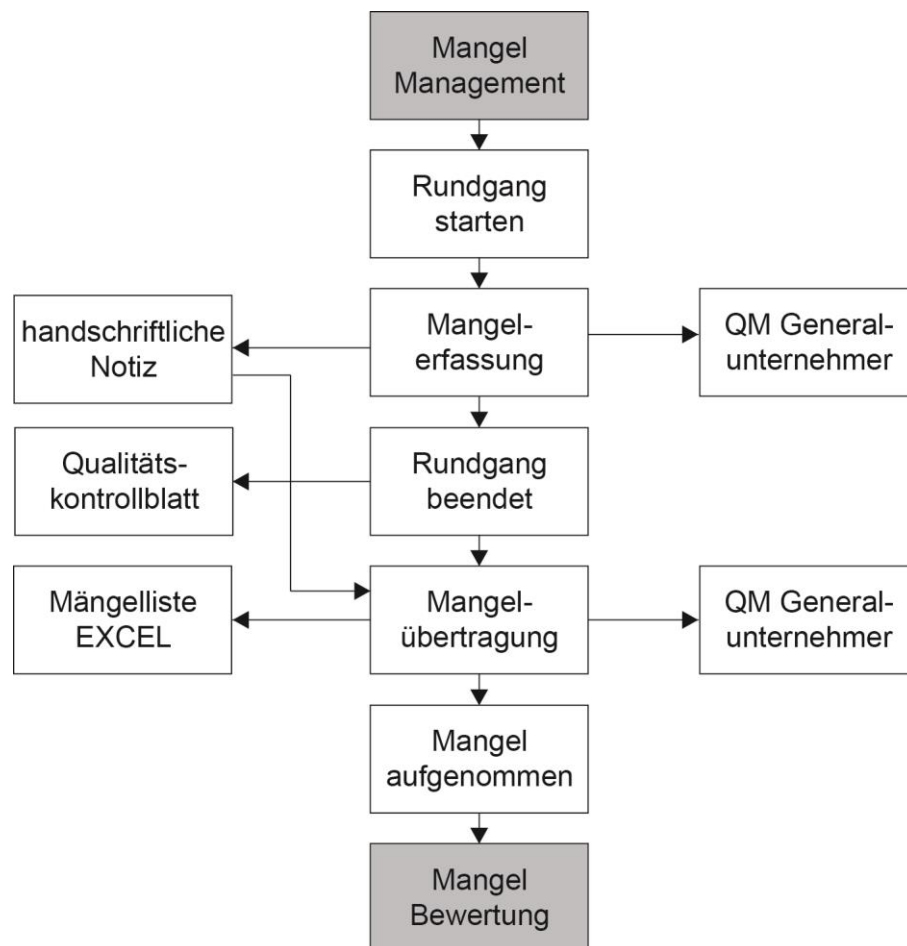


Abbildung 9: Ist-Prozess der Mangelerhebung nach Schach et al. 2007, S. 213

Diese Aufgaben werden genau in den Honorarvereinbarungen der Architekten und Ingenieure der LM.VM 2014 „Leistungsmodelle.Vergütungsmodelle“ von Univ.-Prof. DI Hans Lechner

beschrieben.¹⁷² Zusätzlich finden sich diese Aufgaben auch in der HOIA (Honorarordnung für Architekten und Ingenieure), herausgegeben von der Bundesingenieurkammer in Deutschland, an die die Leistungsbilder angelehnt werden können.¹⁷³

Die Mangelerhebung findet vor Allem während den Prozessen der Anlieferung der Produkte und Materialien, der Erstellung der Gewerke und bei der Übernahme statt. Die Materialien werden mittels Lieferschein und Datenblatt identifiziert und mit den Anforderungen an die bestellten Qualitäten verglichen. Bei der Herstellung der spezifischen Leistungen von Gewerken kommen wiederum auf Papier ausgedruckte Polier- und Werkpläne zum Einsatz, die mit den fertigen Bauteilen und Arbeitsabschnitten abgeglichen werden. Abweichungen werden nach Rücksprache mit den Planern und der Bauherrenvertretung analysiert und verbessert. Ebenso verhält es sich bei der Übernahme.¹⁷⁴ Bei Baustellenbegehungen werden die Informationen über Mängel mit Dokumentationsarten wie Notizbüchern, Skizzen oder Mängellisten aufgenommen. Meistens müssen diese Daten im Büro erneut in ein Projektmanagementsystem eingegeben werden oder anderwärtig digitalisiert werden. Während dieses Prozesses können den Bauleitern oder anderen Mitarbeitern jedoch Fehler unterlaufen, womit Informationen verloren gehen. Diese Arbeitsschritte sind ineffizient und erfordern zudem einen hohen Zeitaufwand.¹⁷⁵

Mängellisten sind trotzdem seit jeher ein adäquates Werkzeug, um den Überblick über Fehlstellen zu behalten. In einfacher Listenform, zuerst handschriftlich, später mittel Excel und Word oder anderen Programmen wird der Mangel dargestellt. Feldaufnahmen, Skizzen oder Fotos dienen als ersten Anhaltspunkt, damit sowohl Auftraggeber als auch Auftragnehmer wissen, worum es bei der Feststellung geht. Die Dokumentation des Mangels sollte dabei laut Motzke¹⁷⁶ unter anderem folgende Punkte aufweisen:

- Aufzeichnung von Beobachtungen,
- Eintragung und Lokalisierung im Plan,
- Zeichnungen, Skizzen, Mangelkartierung,
- Fotos oder Videos,
- Aufzeichnung von Messwerten,
- Entnahme und Sicherung von Proben mit Angabe der Entnahmestelle,
- Feststellung von Materialeigenschaften durch Prüfungen,
- Aufzeichnung von Zeugenaussagen.

¹⁷² Vgl. Lechner 2014a, S. 3.

¹⁷³ Vgl. Bundesingenieurkammer 2013, S. 103f.

¹⁷⁴ Vgl. König 2009, S. 79.

¹⁷⁵ Vgl. Kwon 2014, S. 74.

¹⁷⁶ Vgl. Motzke 2015, S. 22f.

Besonders bei kleineren Baustellen kommen die Mängellisten in Form von Tabellen vor. In zuvor definierten zeitlichen Abständen werden diese Listen zwischen den Projektbeteiligten ausgetauscht.¹⁷⁷

Der generelle Ablauf einer Mangelbehebung erfolgt nach der Entdeckung des Mangels, über die fachliche Beurteilung und die Behebung bis schließlich zum Abschluss. Wird ein Mangel entdeckt und gemeldet, wird im Anschluss vor Ort eine Beurteilung des Mangels vorgenommen. Dabei kann es vorkommen, dass überhaupt kein Anspruch auf Verbesserung vorliegt, wenn die beanstandete oder gerügte Leistung nicht vereinbart wurde oder die Leistung von einem anderen Unternehmen hergestellt wurde. Dasselbe gilt auch, wenn das Objekt nach der Übernahme eine Beschädigung durch das Nutzerverhalten aufweist oder eine fehlende Wartung oder unsachgemäße Bedienung den Mangel hervorgerufen hat. Wenn der Mangel jedoch dem Unternehmer zuzuordnen ist, werden sowohl die Art und Weise wie, als auch die zeitliche Frist bestimmt, wann die Mängelbeseitigung erfolgt.¹⁷⁸ Gilt der Mangel als behebbar, wird festgelegt, von wem der Mangel zu beheben ist. Wurden die Leistungen mit eigenem gewerblichen Personal erbracht, wird auch die Mangelbehebung als Eigenleistung durchgeführt. Falls die fachlichen Kompetenzen dazu nicht vorhanden sind oder keine personellen Ressourcen zur Verfügung stehen, kann auch ein Subunternehmer damit beauftragt werden. Unter gewissen Umständen muss mit der Bauherrenvertretung die Mängelbehebung auf den Bauzeitplan, die Zutrittsmöglichkeiten zur Baustelle und die Disposition der anderen Gewerken abgestimmt werden. Das kann besonders bei komplexen Bauprojekten der Fall sein, wenn z.B. im Stahlbetonbau noch Ausbesserungsarbeiten vorzunehmen sind, aber im selben Bereich der Fassadenbau arbeiten sollten oder der Estrich verlegt werden soll. Schließlich wird der Mangel behoben und der Auftraggeber darüber informiert, dass eine Abnahme der Leistung erfolgen kann. Alle diese Prozessschritte sollten umfangreich und mit Sorgfalt dokumentiert werden.¹⁷⁹

Um den Mangel eindeutig zuordnen und dokumentieren zu können sieht Reithmeier¹⁸⁰ in seiner Diplomarbeit folgende Punkte vor, die Inhalt einer Mängelliste sein sollen:

- Mangelart,
- Lage/Ort des Mangels,
- zuständiger Auftragnehmer,
- Beschreibung der weiteren Vorgehensweise,

¹⁷⁷ Vgl. Berner 2015, S. 167.

¹⁷⁸ Vgl. Ebenda, S. 321.

¹⁷⁹ Vgl. Ebenda.

¹⁸⁰ Vgl. Reithmeier 2013, S. 68.

- Rechtsfolgen (Verbesserung, Austausch, Preisminderung oder Wandlung),
- gesetzte Fristen,
- Datum, wann der Mangel behoben wurde.

Vor Allem bei wesentlichen Mängeln oder Fehlern, die zum Zeitpunkt der Übernahme und in der Gewährleistungsfrist auftauchen, gilt, dass die zu behebenden Mängel dem verantwortlichen AN schriftlich mitgeteilt werden müssen. Es wird eine Frist zur Behebung angesetzt und nach Ablauf dieser ist die verbesserte Leistung erneut durch einen Vertreter des Bauherrn zu überprüfen. Bei einem positiven Ergebnis wird in der Mangelliste der Mangelpunkt als behoben markiert.¹⁸¹ Eine negativ ausgefallene Beurteilung bei nicht oder nur ungenügend behobenen Mängel, führt dazu, dass diese in der Mangelliste bleiben.

In der Studie von Rauh et al. befragten die Autoren 38 deutsche Unternehmen unterschiedlicher Größe und Branche (72% Baubetrieb, 20% Planer, 8% Investoren)¹⁸², wie sie die Mängelerhebung und die Dokumentation erledigen. Dabei stellte sich heraus, dass bei den meisten der Unternehmen die Mängeldokumentation nach wie vor mittels manueller Aufschreibung erfolgt. Grundsätzlich sehen die Studienautoren bei dieser Verfahrensweise keine Bedenken, obwohl eine Verwendung von Softwarelösungen die Effektivität der Projektorganisation und des Projektmanagements sicherlich erhöhen würde. Nur etwa 7% der befragten Unternehmen verwenden ein spezielles Mängelmanagementprogramm. Die Mehrheit, nämlich 52%, dokumentiert die Mängel händisch auf Zetteln oder in Notizbüchern, während immerhin 41% eine allgemeine Bürosoftware wie Word oder Excel von Microsoft Office verwenden. Bei der Erfassung durch allgemeine Listen oder Tabellen treten allerdings Probleme auf, da jeder Verantwortliche nach der eigenen Systematik die Mängel klassifiziert und beschreibt. Somit kann keine umfassende Auswertung der Verteilung oder der Gründe der Mängelentstehung erfolgen und es wird die Grundlage zur Verbesserung der Qualität bereits im Ansatz verhindert.¹⁸³

Aus dieser Studie folgt, dass der primäre Informationsaustausch zwischen den Beteiligten noch immer über Formulare, Schriftstücke, Pläne und andere papierbasierte Dokumente abgewickelt wird. Diese Art, um Daten zu verwalten, ist zeitaufwendig, da diese in Ordnern im Bauunternehmen oder auf der Baustelle aufbewahrt werden. Die benötigten Informationen müssen zuerst in der Ordnerablage gesucht oder manuell digitalisiert und ins EDV-System übertragen werden. Bei dem Prozess der Datenübertragung kommt es zudem häufig zu Fehlern oder zu einem Informationsverlust. Zum Beispiel kann es vorkommen, dass Zettel

¹⁸¹ Vgl. Reithmeier 2013, S. 62.

¹⁸² Vgl. Rauh, 2014, S. 11.

¹⁸³ Vgl. Ebenda, S. 16.

nicht gelesen werden können oder sie einfach verloren gehen. Durch die zeitliche Dauer der Vorgänge wird außerdem eine kurzfristige Reaktion auf Probleme im Bauablauf verhindert, da der Vergleich von Ist- und Soll-Zustand der Baumaßnahmen oft nur mit digitalisierten Informationen möglich ist. Bis der digitale Abgleich erfolgen kann, sind die Ist-Daten bereits veraltet. Im schlimmsten Fall kann es dadurch zu einer Verzögerung des Bauablaufs kommen, weil nicht nur eine Kontrolle der Baustellengeschehnisse sondern auch die Steuerung dieser behindert wird. Wegen der verzögerten Informationsweitergabe erfolgt auch die Abrechnung von hergestellten Leistungen verspätet und nicht selten werden auf Grund der verlorenen Daten kleinere Leistungsabschnitte überhaupt nicht abgerechnet.¹⁸⁴

Dong et al. haben in ihrer Studie schließlich den Prozess einer herkömmlichen Mangelerhebung genau analysiert. Bei der Erhebung hat der Proband den Mangel zuerst auf Plänen oder Zeichnungen festgehalten und dann die dazugehörige Textbeschreibung auf einem vorgefertigten Mängelformular fertiggestellt. Die Person hatte dabei Schwierigkeiten ausreichend Platz für die Notizen und Bemerkungen sowohl auf den Plänen als auch im Formular zu finden. Im nächsten Arbeitsschritt wurden die Formblätter in ein Excel-Blatt übertragen und manuell transkribiert. Die Mangelbeschreibung wurde ausgedruckt und an ein fiktives Büro versendet. Dort sollte eine zweite Person die textliche Beschreibung analysieren und auf Verständnis prüfen, um welchen Mangel es sich handelte und wie dieser zu beheben ist. Eine reine Textbeschreibung stellte jedoch nicht genügend Informationen zur Verfügung und verwirrte überdies die handelnde Versuchsperson.¹⁸⁵

In der herkömmlichen Mangelerhebung sehen auch Kim et al. Defizite. In verschiedenen Fallstudien wurde eine Reihe an Probleme bei der aktuellen Qualitätsprüfung und beim Umgang mit Mängel festgestellt, die sie in ihrer wissenschaftlichen Arbeit aufzählen.¹⁸⁶

- Erstens müssen alle Daten, die manuell mit Checklisten aufgenommen wurden, erneut auf einem Computer abgetippt werden. Dadurch wird der Dateneingabeprozess dupliziert und neben dem Zeitaufwand können Eingabefehler sowohl im Baustellenbüro als auch bei den Kontrollinstanzen entstehen.
- Zweitens führt ein uneinheitliches oder nicht-formatiertes Datenaufzeichnungssystem mit Checklisten, Notizen, Post-It, Fotos und Tabellen oft zu Informationsverlusten.
- Drittens bereitet es Schwierigkeiten nach der Auftragserteilung zur Mängelkorrektur die Qualität dieser Arbeit zu überprüfen. Die Verfasser der Studie kommen zu dem

¹⁸⁴ Vgl. Schorr 2011, S. 145.

¹⁸⁵ Vgl. Dong 2009, S. 821.

¹⁸⁶ Vgl. Kim 2008, S. 164f.

Ergebnis, dass die Inspektionsaufgaben trotz ihrer Wichtigkeit oft nur oberflächlich ausgeführt werden.

- Viertens ist es schwer, rasche Korrekturmaßnahmen zu ergreifen, wenn Mängel auftreten. Das führen die Autoren auf eine zu geringe Anzahl von Mitarbeitern vor Ort, die sich um das Mängelmanagement kümmern, eine zu hohe Arbeitsbelastung der Arbeitermannschaft, zu viel Bürokratie und auszufüllende Formulare sowie eine ineffiziente Kommunikation zwischen den Beteiligten zurück.
- Die mangelhafte Weitergabe von Informationen ist auch ein Punkt, der kritisch gesehen wird, da die Kommunikationswerkzeugen wie Telefon, Fax, Notizzetteln oder verbalen Anweisungen dafür nur bedingt geeignet sind.

Zu den weiteren negativen Punkte eines klassischen Mängelmanagementsystems zählen Kim et al. die große und unübersichtliche Datenmenge, die laufend während der Überwachung und Organisation der Ausführung entsteht, der fehlende formale Prozess, um die Mängel statistisch auszuwerten und dass es keine standardisierte Datenbank gibt, um die Informationen, die aus der Mängelbehebung generiert werden, für zukünftige Projekte nutzbar zu machen.¹⁸⁷

¹⁸⁷ Vgl. Kim 2008, S. 164f.

3.2.2 Digitale Mängelerhebung

Mit den heutigen technischen Hilfsmitteln ist neben der konventionellen auch eine digitale Mängelerhebung möglich. Bei dieser werden die Mängel mittels mobilen Geräten aufgenommen. Waren es vor zehn Jahren einzelne Pilotprojekte, die mittels sogenannten PDA (Personal Digital Assistant) Geräten^{188,189} arbeiteten, so sind heutzutage Smartphones und Tablets ständige Begleiter auf der Baustelle. Aufgrund des technologischen Fortschritts lassen sich am Mobilgerät vorgefertigte Mängelformulare erstellen, die man schnell und einfach mit Bildmaterial und Beschreibungen ergänzen kann und die automatisch an die zuständigen Projektbeteiligten versendet werden. Zusätzlich können unterstützende Systeme eingesetzt werden, die ganze Oberflächen und Bauteile aufnehmen und digitalisieren können. Dadurch ist ein digitaler Abgleich des Ist- und Soll-Zustands jederzeit und rechnerunterstützt möglich. Im Gegensatz zur herkömmlichen Mängelerhebung, bei der Fehlstellen analog mit Hilfe von Skizzen, Notizen und Fotos aufgenommen und am Computer, falls überhaupt, in ein Ablagesystem eingearbeitet werden, erfolgt bei der digitalen Ausführungsvariante der Datenaustausch zwischen Baustelle und Büro automatisiert. Die Informationen, die den Mangel betreffen, werden von einem mobilen Gerät aus erstellt, verarbeitet, versendet und gespeichert, wobei alle Prozessschritte digital erfolgen.

Das Aufkommen von Smartphones in Verbindung mit modernster mobiler Computertechnologie bietet den Baubeteiligten die Möglichkeit, die bestehenden Prozesse des Baustellenmanagements vor Ort zu verbessern. Smartphones sind jetzt typischerweise mit einem Touchscreen, einem GPS-Empfänger, einem Gyroskop, einem Beschleunigungsmesser und einer drahtlosen Kommunikationseinheit ausgestattet. Die verstärkten Funktionen von Smartphones ermöglichen eine neue Generation von Managementprozessen, die vor Ort erfolgen können, wie z. B. standortbasierte benutzerdefinierte Arbeitsaufträge, Echtzeit-Informationsaustausch und Augmented Reality basierte Standortvisualisierung.¹⁹⁰

Der Arbeitsablauf ist, obwohl unterschiedliche Geräte und Systeme zum Einsatz kommen können, immer gleich. Die Mängel werden auf digital hinterlegten Plänen verortet und es werden Bilder und Videos des Ereignisses hinzugefügt. Zusätzlich lassen sich Informationen wie Mangelbeschreibungen, Zuständigkeiten oder Fristtermine an die Ortungsmarker anhängen. Neuere Systeme arbeiten zusätzlich mit GPS oder Tracking Sticker, um die Position des Mangels automatisch bereitzustellen. Zusätzlich werden vermehrt auch webbasierte Datenbanksysteme eingesetzt, bei denen die Subunternehmer bzw. der Auftragnehmer die

¹⁸⁸ Vgl. Schach 2007, S. 213ff.

¹⁸⁹ Vgl. Kim 2008, S. 163ff.

¹⁹⁰ Vgl. Kim 2013, S. 415.

Mängel im Anschluss direkt freimelden. In diesen Systemen können zudem Erledigungsbestätigungen und Mängelklassifizierungen vorgenommen werden sowie weiteren Projektbeteiligten Zugriff gewährt werden. Zur einfacheren Kommunikation werden visualisierte Informationen hinzugefügt, um den Kontext besser zu verstehen. So können z.B. Fotos mittels hinterlegter Pins oder Marker angezeigt werden.¹⁹¹ Der digitale Erhebungsprozess von Mängeln erfolgt analog zum klassischen. In Abbildung 10 ist festgehalten, dass anstatt der handschriftlichen Aufnahme diese mit einem Handy oder Tablet erfolgt und automatisch übertragen sowie abgespeichert wird.

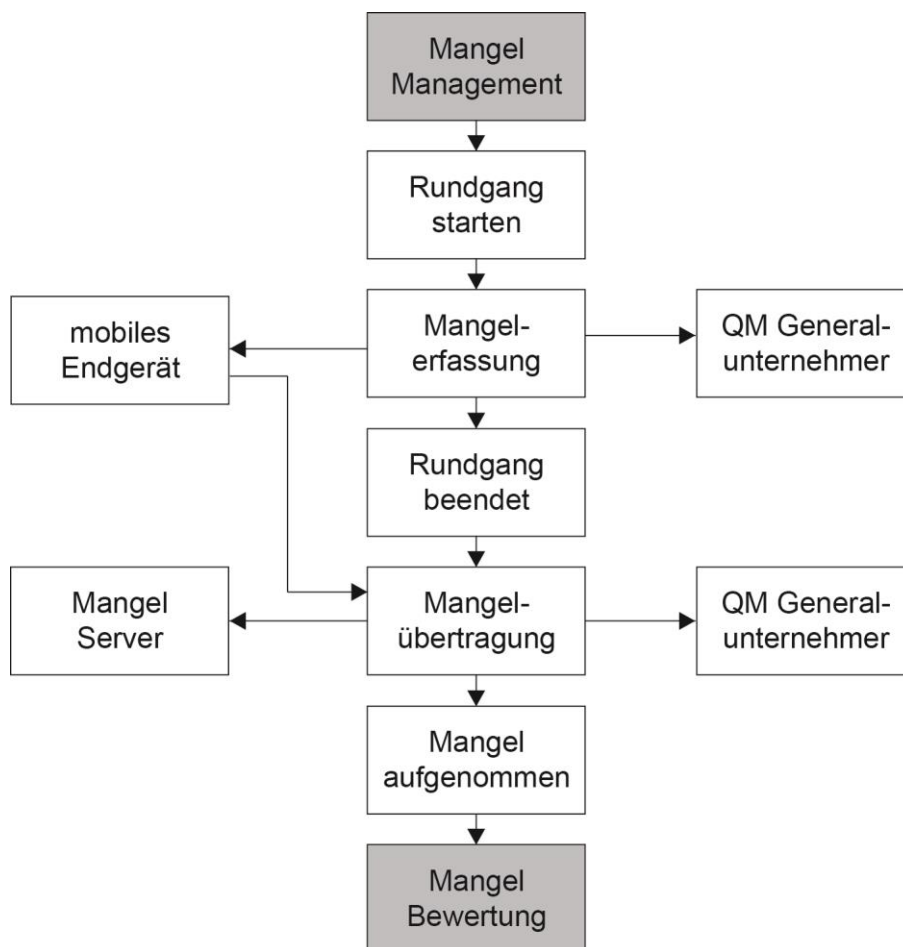


Abbildung 10: Soll-Prozess der Mangelerhebung nach Schach et al. 2007, S. 213

Die Mangelerfassung gliedert sich nach Schach et al. in drei Teile. Es müssen der Ort, der Mangel selbst und die Verantwortlichkeiten spezifiziert werden. Zusätzlich sind Fristen zur Bearbeitung zu setzen und es muss das Anhängen von Fotos und anderen Zusatzinformationen möglich sein. Der Mangelort wird i.d.R. mit den Ebenen Gebäude, Etage und Raum definiert. Eine Erweiterungsmöglichkeit wäre die Nutzung von Achsen und die Ergänzung von Freitextbereichen, um systemübergreifende Spezifikationen zu gewährleisten. Damit der

¹⁹¹ Vgl. Schindler 2016, S. 59.

Mangel selbst eindeutig bestimmt ist, sind eine Mangelnummer, das zuständige Gewerk oder ein Schlagwort sowie eine Beschreibung des Mangels notwendig. Die Festlegung von Verantwortlichkeiten und Fristen kann durch die Erfassung von Datum und des zuständigen Unternehmens für die Beseitigung der Mängel sichergestellt werden.¹⁹²

Vor der Einführung eines digitalen Systems sind allerdings umfangreiche Vorbereitungen notwendig. Zur eindeutigen örtlichen Zuordnung der Mangelpunkte müssen alle Räume, ähnlich einem Raumbuch, in die Datenbank aufgenommen werden. Gleichermaßen müssen die Bauelemente und die Mangelarten eindeutig definiert werden. Erst durch diese Klassifizierung ist es möglich, Suchkriterien zu beschreiben und Statistiken auszugeben.¹⁹³

Werden für einzelne Felder in der Datenbank unterschiedliche Berechtigungen zum Schreiben und Lesen der Daten vergeben, kann das System von allen Projektbeteiligten genutzt werden. Damit kann eine effiziente und zeitnahe Bearbeitung der Mangelpunkte erfolgen, ohne diese in andere Programme zu exportieren. Des Weiteren ist sichergestellt, dass nur Personen mit entsprechender Berechtigung Mängel freimelden können und dass nicht durch unabsichtliches Löschen oder Verändern Daten verloren gehen. Ein großer Vorteil ist, dass durch die Erfassung in der Datenbank eine einfache statistische Auswertung der Mängel ermöglicht wird. Es kann nach Ort, Art oder jedem anderen zuvor gewählten Faktor ausgewertet werden, um daraus Schlüsse für weitere Projekte ziehen zu können.¹⁹⁴

Ein Problem der digitalen Baustelle ist, dass derzeit die dazugehörigen digitalen Schnittstellen fehlen. Der gesamte Herstellungsprozess von Bauobjekten benötigt einen Datenaustausch zwischen dem realen Objekt, seinem Produktionsort und dem virtuellen Objekt in der Planung bzw. bei der Bauleitung, also zwischen Objekt- und Datenebene. Stattdessen werden die analogen Daten wie Lieferstände, Aufmaßblätter, Mängellisten etc. von der Bauleitung nach wie vor in digitale Systeme übertragen. Umgekehrt werden die digitalen Daten der Planung und aus den Besprechungen wie Pläne und Weisungen ausgedruckt oder mündlich weitergegeben. Daraus resultieren Verzögerungen und Mehrarbeit, weil Planänderungen verspätet am Produktionsort ankommen.¹⁹⁵

Um diese Problem zu lösen, muss die Verortung einer Leistung oder eines Bauteils nicht nur im virtuellen Raum sondern auch auf der Baustelle möglich sein. Diese muss sowohl in der Datenbank als auch auf der Baustelle eindeutig gekennzeichnet werden, wofür mehrere Kennzeichnungsmethoden in Frage kommen. Die einfachste und vor Allem in der Materiallo-

¹⁹² Vgl. Schach 2007, S. 217f.

¹⁹³ Vgl. Berner 2015, S. 166.

¹⁹⁴ Vgl. Ebenda, S. 167.

¹⁹⁵ Vgl. Jehle 2011, S. 32.

gistik häufigste Methode, ist das Markieren mit einer Nummer durch Einkratzen, Einprägen oder Aufschreiben. Die Beschriftungen haben den Vorteil, dass sie witterungs- und schmutzresistent sein können und dass keine speziellen Geräte oder Maschinen benötigt werden, um die Nummern anzubringen bzw. auszulesen. Besonders der erste Grund ist eine wichtige Anforderung für Kennzeichnungsmethoden auf der Baustelle. Probleme können allerdings bei dem Lese- und Identifikationsprozess auftauchen, wenn die Beschriftung gewissen Voraussetzungen nicht entspricht. Die schlechte Automatisierbarkeit erzeugt dann einen hohen manuellen Arbeitsaufwand für die Nachbesserungen im System. Im Gegensatz dazu, sind Etiketten mit Bezeichnungen in Klarschrift oder Barcodes einfach erfassbar und können kostengünstig angebracht werden. Das automatisiert den Identifikationsprozess, ermöglicht aber eine Manipulation der Daten und es fehlt an Robustheit gegenüber Verschmutzung und Zerstörung.¹⁹⁶ Die Strich- bzw. Barcodes bestehen aus einem Binärcode bei dem sich vertikale, parallele Striche aneinander reihen und unterschiedliche Breiten und Zwischenräume ausbilden. Während früher hauptsächlich eindimensionale Barcodes zum Einsatz kamen, sind heute Codierungen mit bis zu vier Dimensionen möglich. Diese Barcodes können durch Bedrucken, Ätzen, Stanzen oder Prägen auf ein Trägermaterial aufgebracht werden. Im Gegensatz zu anderen Techniken ist es bei Barcodes möglich, die Kennzeichnung durch sogenanntes Direct-Part-Marking direkt am Bauteil oder Produkt, sprich ohne Plakette oder Etikett, anzubringen. Bei entsprechendem Lesegerät können die Barcodes auch sehr klein ausfallen.¹⁹⁷

Eine weitere Möglichkeit zur Identifikation von Bauteilen bietet die RFID-Methode. Die Radio-Frequency-Identification kann Daten über elektromagnetische Wellen lesen und schreiben. Die RFID-Transponder bestehen aus einem Mikrochip und einer Antenne und werden über Induktion oder elektromagnetische Wellen mit Energie versorgt. Dadurch erfolgt ein Datenaustausch zwischen dem Lesegerät und dem Transponder. Letztere können in unterschiedlichen Bauformen vorkommen und im Bauteil integriert werden oder auf dünne Folien aufgedruckt und am Bauteil angebracht werden.¹⁹⁸ Die Übertragung mit elektromagnetischen Impulsen hat den Vorteil, dass keine direkte Sichtverbindung zu dem Marker vorhanden sein muss und Informationen durch andere Materialien hindurch übertragen werden können. Die Transponder können in die Bauteile eingefasst werden und sind so vor äußeren Umwelteinflüssen geschützt. Während die Automatisierung der Identifikation gut funktioniert, ist der hohe Preis für die Technologie nachteilig, da sowohl die Transponder als auch die Lesegeräte teurer im Vergleich zu anderen Systemen sind.¹⁹⁹

¹⁹⁶ Vgl. Schorr 2011, S. 146.

¹⁹⁷ Vgl. Helmus 2011, S. 14f.

¹⁹⁸ Vgl. Ebenda, S. 6.

¹⁹⁹ Vgl. Schorr 2011, S. 146.

Das System funktioniert so, dass die Planung dabei jedem Bauteil eine festgelegte Identität mittels Raum- und Bauteilnummern gibt. Mit der zugeordneten Transpondernummer ist schließlich das Objekt auf der Baustelle eindeutig identifizierbar. Vor Beginn der Arbeit kann beispielsweise kontrolliert werden, ob man vor dem richtigen Bauteil steht. In der Bauphase entstehen weitere Daten, die direkt am Bauteil ergänzt und bereitgestellt werden können. Diese Daten können z.B. Materialkennwerte, Abmessungen, Prüfergebnisse, die Fertigstellung eines Arbeitsschrittes sowie die Herstellerdaten wie Name und Datum beinhalten, aber auch Teilabnahmen von Bauteilen (Bewehrungsabnahmen ö. Ä.) und die Dokumentation der Qualität mit einbeziehen. Somit wird eine Optimierung der Bauorganisation erreicht, da der Suchprozess für Informationen entfällt. Ein weiterer Vorteil der Verbindung zwischen Bauteilebene und Datenebene kann die Vernetzung der Objekte untereinander sein. So kann die Richtigkeit der Lage bei Betonfertigteilen sichergestellt werden oder es können Soll- und Grenzwerte mit bauverfahrensspezifischen Daten verglichen werden. Des Weiteren kann jedes Bauteil direkt für den nächsten Arbeitsschritt freigegeben werden. Eine solche Freigabe kann dann weitere Prozesse wie Aufmaßerstellung oder die Abrechnung auslösen. Der Bauzustand wird durch dieses System laufend fortgeschrieben und ermöglicht eine Kontrolle von Terminplänen und Objektzuständen, da alle Leistungen und Prozesse nachvollziehbar sind. Dadurch kann das Mängelmanagementsystem unterstützt werden, denn für jedes Bauteil können Art, Lage und Ausmaß der Mängel sowie die Frist zur Behebung erfasst werden.²⁰⁰ Da alle Herstellungsprozesse dokumentiert werden, ist auch die Suche nach den Verantwortlichen einfacher und der Anspruch auf Gewährleistung ist leichter durchsetzbar. Das ausführende Unternehmen hat schließlich dem Transponder des Bauteils die Informationen gegeben, dass es fertiggestellt wurde. Die Verantwortung kann nicht abgewiesen werden, da die Beweisführung automatisch erfolgt.²⁰¹

Durch die Verbindung der Bauteile mit den Informationen sind zu jeder Zeit die aktuell notwendigen Daten vor Ort verfügbar. Verantwortlichkeiten, Arbeitsschritte und Freigaben werden dokumentiert und ermöglichen ein umfangreiches Qualitätsmanagement. Die vollständige Sammlung von Informationen erhöht die Ausführungsqualität und gewährleistet die Einhaltung von Terminen. In Kombination mit eingebauten Sensoren kann eine kontinuierliche Zustandsüberwachung vom Bauprozess bis zur Nutzung und zum Abbruch erfolgen.²⁰²

²⁰⁰ Vgl. Jehle 2011, S. 33.

²⁰¹ Vgl. Jehle 2013, S. 180.

²⁰² Vgl. Jehle 2011, S. 34.

Schorr und Klaubert haben nach mehreren Expertengesprächen Anforderungen an ein digitales Identifikationssystem formuliert:²⁰³

- Die rauen Baustellenbedingungen dürfen sich nicht negativ auf die Identifikationstechnologie auswirken.
- Die Hardware muss genauso wie die Software intuitiv und nutzerfreundlich bedienbar sein und zu einer Vereinfachung des bisherigen Arbeitsprozesses führen.
- Eine ständige mobile Internetverbindung darf keine Voraussetzung sein, da oftmals keine Funkverbindung vorhanden ist.
- Die Informationen müssen vollständig mit Text, Bild und Ton erfassbar und versendbar sein.
- Der Baufortschritt muss in jeder Phase durch das zentrale Verwaltungssystem abbildbar sein und es muss zwischen realen und digitalen Daten eine Verknüpfung herstellbar sein.

Zu Beginn der digitalisierten Entwicklung wurde besonders NFC als ebenjene Möglichkeit identifiziert, die die zuvor genannten Punkte erfüllte. Near Field Communication ist eine RFID-Technologie, die auf einer Frequenz arbeitet, die auf Baustellen weniger von metallischen Flächen oder Feuchtigkeit beeinflusst wird. Bauteile werden mit NFC Transponder ausgestattet und erhalten dadurch eine eindeutige Nummer, die der ID des virtuellen Gegenstücks in einer Datenbank entspricht. Über Softwareanwendungen auf Mobiltelefonen werden die Bauteile identifiziert und können mit Zusatzinformationen ergänzt werden. Der aktuelle Status oder eine Mängelbeschreibung kann mit Bildern, Textkommentaren oder Sprachmemos aufgenommen und automatisch dem virtuellen Bauteil im zentralen Verwaltungssystem angehängt werden.²⁰⁴ Somit wird ein System geschaffen, bei dem das digitale System und seine Informationen direkt auf die Baustelle transportiert werden.

Neben der automatischen Informationsbereitstellung auf der Baustelle gibt es auch die Möglichkeit eine digitale und automatisierte Aufnahme von geometrischen Daten mit Systemen wie der Photogrammetrie oder mittels Laserscans zu erreichen. Diese beiden Techniken erzeugen als Ergebnis Punktwolken, aus denen Bauteile generiert und zugeordnet werden können, um so den gesamten Prozess zu digitalisieren.

Bei der Photogrammetrie erfolgt die Vermessung mit photographischen Bildern und es gibt die Möglichkeit, Objekte sowohl zweidimensional als auch dreidimensional mit Hilfe von

²⁰³ Vgl. Schorr 2011, S. 148.

²⁰⁴ Vgl. Ebenda.

Messbildern zu erfassen. Dadurch eignet sich diese Methode als baubegleitendes Dokumentations- und Prüfmittel. Der Aufwand der Bildaufnahme vor Ort ist gering und es können damit zum Beispiel die Anzahl von Bauteilen und die exakte Menge an verbautem Material ermittelt werden. Zudem ist eine Beurteilung der hergestellten Qualität möglich.²⁰⁵ Bei der Einbildphotogrammetrie erfolgt die Auswertung über eine projektive Entzerrung des digitalen Bilds. Die, durch die Aufnahme in der Zentralprojektion entstandenen, konvergenten Kanten werden soweit umgerechnet, dass diese wieder, der Natur entsprechend, parallel verlaufen. Bei dieser Art der Aufnahme können ausschließlich 2D Objekte wie Hausfassaden vermessen werden. Benötigt man auch die dritte Dimension der Bildtiefe wird mit Mehrbildphotogrammetrie gearbeitet. Dabei wird eine Vielzahl an Bildern aufgenommen, die sich gegenseitig überlappen und einen Bildverband erzeugen. Voraussetzung für die korrekte Umrechnung in die Punktwolke ist, dass jeder Objektpunkt von mindestens zwei Aufnahmen abgebildet wird. Im Vorhinein ist eine Bildorientierung durchzuführen, bei der die Position und Drehung der Kamera zum Zeitpunkt der Aufnahme bestimmt wird. Das Ergebnis sind 3D-Koordinaten der Objektpunkte, aus welchen schließlich die Objektkonturen erstellt werden können. Der Nachteil der Photogrammetrie ist der hohe Aufwand von geschultem Personal, das die eigentliche Vermessungsarbeit im Büro erledigt. Besonders bei kleinen Innenräumen ist das Verfahren oft nicht wirtschaftlich.²⁰⁶ Der technologische Fortschritt im Bereich der computergestützten Bildverarbeitung automatisiert jedoch weitgehend den Prozess, aus überlappenden Bildern Punktwolken herzustellen. Sogenanntes Dense Image Matching ermöglicht die Verarbeitung von einer großen Anzahl an Aufnahmen und erreicht so eine bessere Genauigkeit, höhere Wirtschaftlichkeit und einen flexiblen Einsatzbereich. Dadurch können auch Drohnen mit Kameras ausgestattet werden, welche Bilder von unzugänglichen Bereichen wie Dächern liefern können.²⁰⁷

Bei der Laserscantechnik wird hingegen der Messbereich von einem Laserstrahl in horizontalen und vertikalen Winkelschritten systematisch abgetastet. Über das zurückkommende Signal wird die Distanz zum Objektpunkt gemessen, welcher von den entstehenden 3D-Polarkoordinaten in ein kartesisches Koordinatensystem umgerechnet wird.²⁰⁸ Die räumliche Punktwolke ermöglicht ebenso wie bei der Photogrammetrie sowohl die Bestandsdokumentation als auch eine Ausführungs- und Qualitätskontrolle.²⁰⁹ Beide Messverfahren zusammen angewendet, kompensieren die Nachteile des anderen Systems. Photogrammetrische Aufnahmen besitzen eine hohe Auflösung und ermöglichen die Erkennbarkeit von Details, während das Laserscanning eine bessere Genauigkeit bei der Tiefenmessung erzielt. In Zu-

²⁰⁵ Vgl. Weyhe 2005, S. 153.

²⁰⁶ Vgl. Blankenbach 2015, S. 352f.

²⁰⁷ Vgl. Ebenda, S. 355.

²⁰⁸ Vgl. Ebenda, S. 356.

²⁰⁹ Vgl. Weyhe 2005, S. 153f.

kunft kann erwartet werden, dass die unterschiedlichen Systeme der Datenerfassung in einem Universalinstrument zusammengefügt werden.²¹⁰ Insbesondere geometrische Mängel können mit diesen Methoden automatisch überprüft werden.

Laut Kim et al. liegen die Vorteile des digitalen Mängelmanagements in vier zentralen Punkten:

- Erstens wird durch die Digitalisierung eine Verbesserung der Effizienz erreicht. Bei der Aufnahme und Dokumentation erfolgt kein doppelter Eingabeprozess. Eingabefehler können vermieden werden, da die Daten auf digitalen Checklisten erfasst werden und automatisch an einen Server übertragen werden. So können durch eine vereinheitlichte Informationsaufnahme und Speicherung Datenverluste verhindert werden. Die Arbeit der Subunternehmer kann in Echtzeit überprüft werden und die Verantwortlichen können zeitnah technische Unterstützung anfordern.
- Als zweiten Punkt ist die verbesserte Kommunikation der Projektorganisation zu sehen. Mit automatischen oder halbautomatischen Emailsendungen und anderen elektronischen Kommunikationsmitteln können rasch Arbeitsanweisungen erteilt werden, falls ein Mangel entdeckt wurde. Zudem ist eine nahtlose Informationsweitergabe zwischen allen Beteiligten möglich, da ein Zugriff von mobilen Geräten, Laptops oder zentralen Datenservern erfolgen kann.
- Drittens können Referenzdaten generiert werden. Die enormen Datenmengen betreffend der Zuständigkeit von Subunternehmer, Baumaterialien, Mängelarten und auftretende Häufigkeiten werden automatisch in einer Datenbank gesammelt. Diese Informationen können schließlich zur Fehlerverhütung bei zukünftigen Projekten herangezogen werden. Basierend auf diesen Daten können Prozesse und sogar Planungsleistungen angepasst und verändert werden, um die Wahrscheinlichkeit von Mängeln und auch die gesamten Lebenszykluskosten zu reduzieren.
- Als letzten Punkt werden die verbesserte Kundenzufriedenheit und eine bessere Reputation des Unternehmens genannt. Effektives Mängelmanagement, das einen kundenorientierten Service integriert und eine rasche und einwandfreie Mängelbehebung gewährleistet, kann die Zufriedenheit der Kunden genauso erhöhen wie die positive Wahrnehmung des Unternehmens in der Baubranche.²¹¹

Essenziell für den Bauablauf ist die rasche Lösung von Problemstellungen mit den zuständigen Experten und Ansprechpartnern. Die temporäre Zusammenarbeit von Personen bei

²¹⁰ Vgl. Blankenbach 2015, S. 359.

²¹¹ Vgl. Kim 2008, S. 176f.

Bauprojekten führt jedoch dazu, dass unklare Zuständigkeiten immer wieder in Schwierigkeiten resultieren. Während innerhalb eines Unternehmens bekannt ist, wer welche Fähigkeiten, Kenntnisse, Zuständigkeiten oder Aufgaben besitzt, fehlt diese Zuordnung bei Projekten. Eine weitere Anforderung an digitale Verwaltungssysteme ist daher, dass den Projektbeteiligten neben Kontaktdaten und Position auch die dazugehörigen Kompetenzen ausgewiesen werden.²¹²

Die Autoren Omar und Nehdi haben in ihrer Studie durch eine umfangreiche Literaturrecherche aktuelle Hilfsmittel zur Erhebung von Informationen auf der Baustelle kategorisiert und detailliert, im Hinblick auf ihr Potential Zeit und Aufwand einzusparen, analysiert. Ihr Fokus lag auf den automatisierten und digitalen Prozessen zum Sammeln der Daten, wie IT Werkzeuge, geostatistische Verfahren, digitale Bildverarbeitung und Augmented Reality. Dabei kamen sie zu folgenden Erkenntnissen:

- Digitale Werkzeuge (Multimedia Hilfsmittel für Fotos und Videos, Email-Services, sprachgesteuerte Programme, tragbare Computer/Tablets/Smartphones) erfordern den geringsten Aufwand, das Personal richtig zu schulen und sind billiger im Vergleich zu anderen Technologien. Der Nutzen dieser Arbeitsgeräte ist allerdings auf die manuelle Überwachung, Verfolgung und Dokumentation von Arbeitsschritten beschränkt.
- 3D Sensortechnologie ist die genaueste und schnellste Möglichkeit Baustellendaten aufzunehmen. Sie sind allerdings teuer und können dann eingesetzt werden, wenn eine hohe Genauigkeit und Qualität der Ausführung gefordert ist. Bei der Anwendung von „Scan-vs-BIM“ werden die Punktwolken aus den Laserscanerfassung oder der digitalen Photogrammetrie im BIM Modell integriert und stellen so wertvolle Informationen zur Verfügung.
- Geostatistische Verfahren (Barcodes, RFID, GPS) eignen sich hauptsächlich zur Lokalisierung von Materialien und Objekten auf der Baustelle. Besonders RFID besitzt Vorteile im Hinblick auf die Haltbarkeit, Datenkapazität, wiederholtes Lesen und Schreiben von Informationen, berührungslose Funktionen und geringe Kosten.
- Augmented Reality kann für Alle Arten und Größen von Projekten eingesetzt werden. In Verbindung mit Smartphones oder Ähnlichem können die Personen vor Ort auf die dynamischen Prozesse der Baustelle eingehen und werden von den Zusatzinformationen in der Entscheidungsfindung unterstützt.²¹³

²¹² Vgl. Schorr 2011, S. 149f.

²¹³ Vgl. Omar 2016, S. 152f.

Ein weiterer Vorteil der digitalen Mängelerhebung liegt in der Möglichkeit, den subjektiven Teil der Mangelwahrnehmung zu vermindern. Die Abbildung 11 zeigt einen konzeptionellen Verlauf des Erhebungsprozesses, wenn computerunterstützt die subjektive Beurteilung von optischen Mängeln reduziert wird. Die menschliche Wahrnehmung ist begrenzt, weshalb man den Wert eines Defekts nicht objektiv quantifizieren kann. Die persönliche Bewertung der Qualität beruht allein auf einer Sichtprüfung, die auf der individuellen Erfahrung und Wahrnehmung basiert. Diese folgt keinem Standard und führt in weiterer Folge zu Konflikten hinsichtlich akzeptabler Ausführungen.

Das von Laofor und Peansupap vorgeschlagene Konzept (Abbildung 11) ermöglicht die objektive Beurteilung von ästhetischen Mängeln, indem eine digitale Bildverarbeitungstechnik verwendet wird. Bilder des Mangels werden analysiert und das Programm quantifiziert die dazugehörigen Werte aufgrund von Vergleichsbildern. Das Konzept verwendet eine Datenbank zur Erfassung von Bildern und zur Ermittlung der Qualitätsmerkmale, die die Qualitätsprüfung bestehen. Diese Daten und Prüfwerte dienen dann als Entscheidungsgrundlage für die Qualitätsprüfungen einer Organisation.²¹⁴

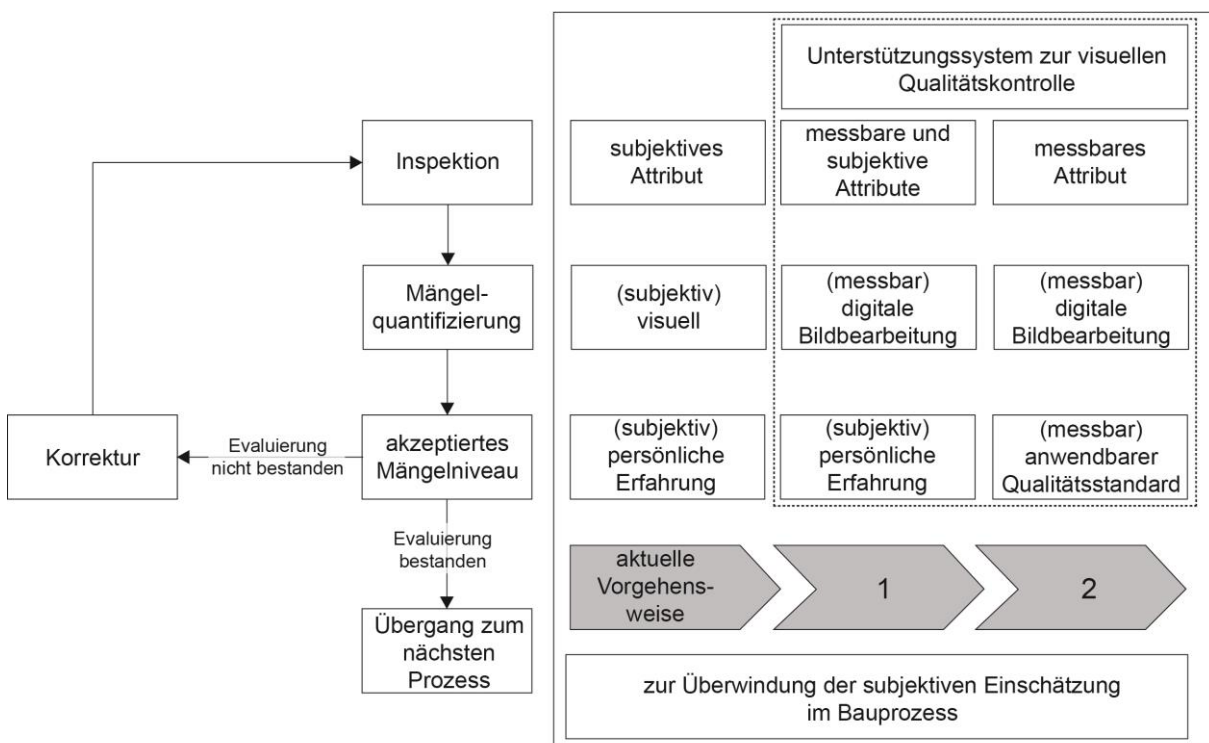


Abbildung 11: Unterstützung der Mängelbeurteilung nach Laofor 2012, S. 163

²¹⁴ Vgl. Laofor 2012, S. 163.

3.3 Informationsfluss

Der Informationsfluss zwischen den Prozessschritten Mangelерhebung und Mangelbehebung ist wesentlich für die zeitnahe und ordnungsgemäße Durchführung der Nachbesserungsarbeiten. In diesem Abschnitt der Diplomarbeit wird der traditionelle Informationsaustausch mit Notizen und Gesprächen der neueren, digitalen Wissensübertragung gegenübergestellt:

- Herkömmlicher Informationsaustausch (Brief, Email, Anruf, ...),
- Digitaler Informationsaustausch (Plattformen, Softwareprogramme, ...).

Wie die Informationen bezüglich örtlicher Gegebenheiten, Art des Mangels, Zuständigkeit, äußerlichen Umständen, Firstsetzung, etc. weitergegeben werden, ist der wichtigste Faktor im Mängelmanagement. Die Kommunikation zwischen dem Bauherren und/oder seinen Vertretern mit dem Generalunternehmer bzw. seinen ausführenden Gewerken entscheidet, ob Zeitverzögerungen, Kostenüberschreitungen und Streitigkeiten auf der Baustelle auftreten oder nicht. Der Fokus liegt dabei auf dem Informationsfluss zwischen Baustelle, Baubüro und Zentralbüro und der Fragestellung, welche Schnittstellen wie überwunden werden.

Im Allgemeinen wird als Informationsfluss der gezielte Austausch von mündlichen, schriftlichen oder visuellen Informationen bezeichnet, bei dem die Daten von einem Erzeuger zu einem Benutzer transportiert werden.²¹⁵ Jene Informationen die beim Benutzer ankommen, sind allerdings nicht die gleichen, von denen der Erzeuger glaubt, sie weitergegeben zu haben. Schnittstellenprobleme, unvollständige Erinnerungen, subjektive Wahrnehmung und andere Einflüsse führen zu Informationsverlusten. Daher ist der Informationsweg so zu gestalten, dass es ohne Erklärung und intuitiv möglich ist, die erhobenen Daten richtig zu interpretieren und zu verstehen.²¹⁶

Bei Bauprojekten sind die Prozesse typischerweise in Funktionsbereiche unterteilt, die von verschiedenen Disziplinen (z. B. Architekten, Statiker und Bauausführenden) durchgeführt werden und daher unabhängig voneinander arbeiten. Fast ausnahmslos trifft jede Disziplin Entscheidungen, ohne ihre Auswirkungen auf andere zu berücksichtigen. Darüber hinaus entwickeln diese funktionalen Disziplinen oft eigene Ziele und Wertesysteme. Infolgedessen hat sich jede Disziplin der Optimierung ihrer eigenen Funktion gewidmet, ohne ihre Auswirkungen auf die Leistung des Projekts, an dem sie beteiligt sind, zu berücksichtigen oder zu verstehen. Tatsächlich sind die Schnittstellen zwischen den Disziplinen ein potenzielles Hindernis für eine effektive und effiziente Kommunikation und Koordination in Projekten. Wenn

²¹⁵ Vgl. Hofstadler 2017, S. 82.

²¹⁶ Vgl. Hofstadler 2016, S. 98f.

ein Scheitern der Zusammenarbeit droht, kann die Ursache des Problems oft entlang des Informationsflusses zurückverfolgt werden und es wird typischerweise deutlich, dass es Missverständnisse in der Kommunikation des Prozesses gab. Dies steht im Zusammenhang mit dem Teilen von Informationen und einem strukturierten Informationsfluss.²¹⁷

Je nach Art der Ausschreibung sind unterschiedliche Organigramme bei einem Bauprojekt vorstellbar. Es macht einen großen Unterschied, ob es einen Generalplaner und einen Generalunternehmer gibt, oder ob alle Leistungen in Einzelvergaben ausgeschrieben werden. Auch Arbeitsgemeinschaften, Totalunternehmer und Mischvarianten sind in der Baupraxis üblich. Da jede Konstellation andere Ansprechpartner verlangt, ist der Informationsfluss auch individuell und von Projekt zu Projekt anderes zu gestalten. In der Abbildung 12 ist ein allgemeiner, grober Ablauf eines Mängelprozesses dargestellt, der je nach Organigramm im Detail Unterschiede aufweisen kann.

Die einzelnen Prozessschritte der Abbildung 12 sind nachstehend erläutert:

- Typischerweise erfolgt die Entdeckung eines Mangels im Beisein beider Vertragsparteien bei routinemäßigen Baustellenbegehungen. Es ist jedoch genauso möglich, dass der Bauherr selbst, oder seine Vertretung bei individuellen Kontrollen, Abweichungen vom Bau-Soll entdecken und diese dem ausführenden Unternehmen mitteilen. Dazu ist in jedem Fall eine Mangelerhebung notwendig, die manuell oder digital direkt vor Ort ausgeführt werden kann (1).
- Im Anschluss wird der Mangelpunkt im Baubüro digitalisiert, um zusätzliche Informationen erweitert und in einer Liste oder in einem Softwareprogramm der zuständigen Firma übermittelt (2). Befindet sich das Projekt bereits in der Gewährleistungsphase wird anstatt einer Mangelliste eine Mangelrüge versendet.
- Die Verantwortlichen auf der Auftragnehmerseite bearbeiten die beanstandete Leistung und verschicken meist per Email eine Mitteilung an den Polier und die beteiligten Subunternehmer. Nach der Mangelbehebung erfolgt eine Rückmeldung dieser an das Baubüro (3), welches den Mangel im Anschluss telefonisch, per Email oder im Softwareprogramm freimeldet (4).
- Nach der eingegangenen Freimeldung kontrolliert die Vertretung des Bauherren die erbrachte Leistung erneut und schließt bei zufriedenstellender Arbeit den Mangel ab (5). Dadurch wird der Mangel aus den offenen Punkten gestrichen und in einer Ordnerstruktur abgelegt. Diese Dokumentation erfolgt sowohl auf der Seite des Auftraggebers als auch auf jener des Auftragnehmers.

²¹⁷ Vgl. Love 2003, S. 649.

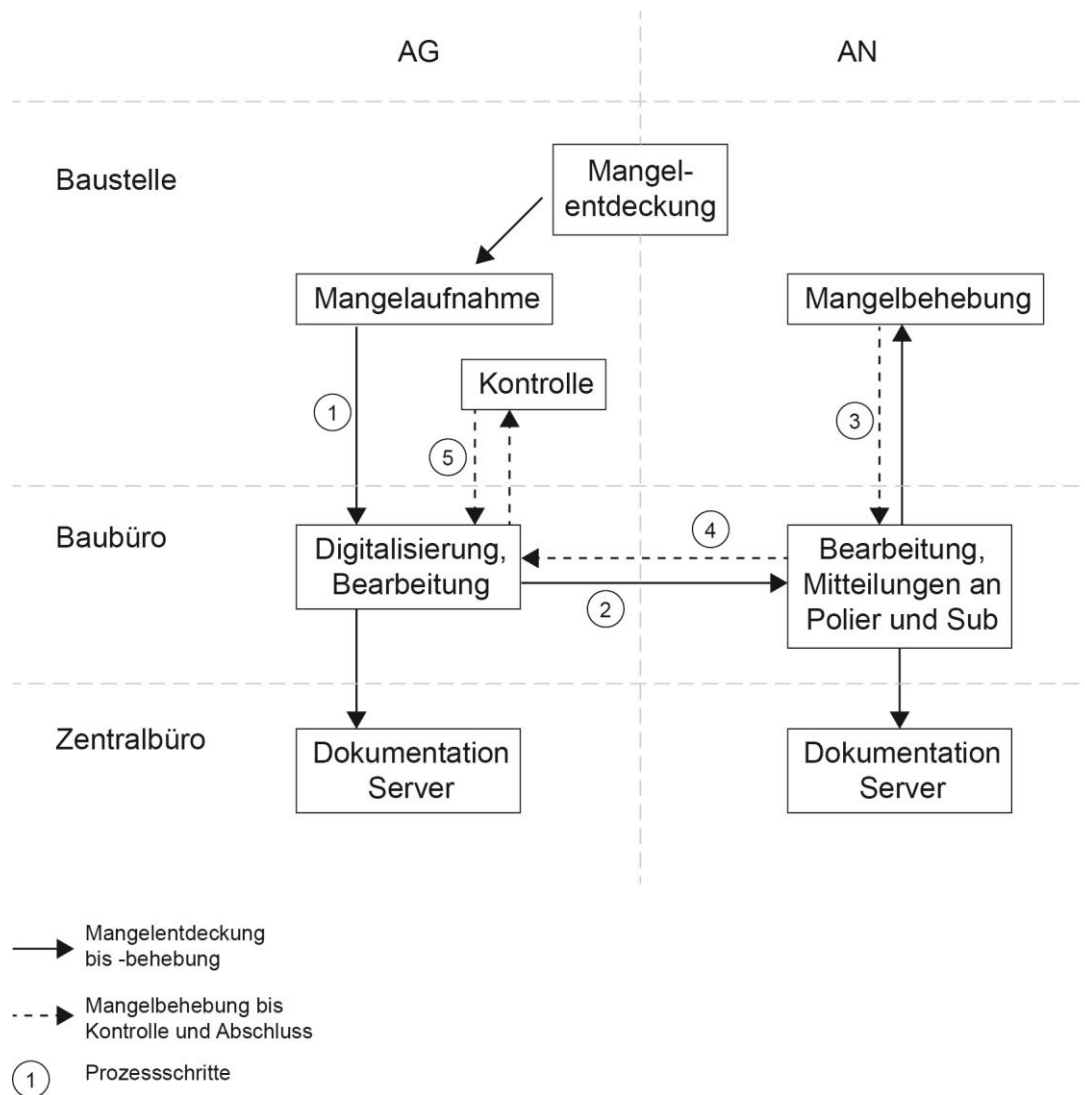


Abbildung 12: typischer Workflow im Mängelmanagement, eigene Darstellung

3.3.1 Herkömmlicher Informationsfluss

Der herkömmliche Informationsfluss beruht auf geführten Telefongesprächen, Emailverkehr, versendeten Dokumentationen und Mängellisten. Im besten Fall regelt ein festgelegter, standardisierter Arbeitsablauf die Kommunikation der Projektpartner über konventionelle direkte Gespräche, papierbasierte Datenquellen, den Schriftverkehr mit Emails oder über eine zentrale Austauschplattform. Die manuelle Steuerung der Prozesse übernehmen die verantwortlichen Personen.²¹⁸

Die Informationsweitergabe erfolgt in den Bauphasen konventionell über mündliche und telefonische Kommunikation, Übermittlung von aktuellen Planständen und Prüfberichten per Email Verkehr und über ein System, das auf einfachen Office Lösungen basiert. Problematisch ist hierbei, dass bei telefonischen Übermittlungen von Weisungen und Informationen aufgrund von falschen Einschätzungen von Situationen auch falsche Entscheidungen getroffen werden. Zusätzlich können beispielsweise verlorene oder unleserliche Dokumente wie Lieferscheine die Identifikation und Überprüfung von Materialien erschweren und so eine Qualitätssicherung verhindern.²¹⁹

Neben den Planunterlagen sind während der Bauphase auch technische Nachweise und sonstige Unterlagen, wie z. B. Prüfberichte, notwendig um die Qualitätskontrolle durchzuführen. Die Dokumente zu den eingebauten Materialien und der jeweiligen Ausführung müssen vom ausführenden Unternehmen vorgelegt werden. Sie bilden die Grundlage zur Überprüfung der Beschaffenheit und Funktion der Bauteile und Baumaterialien. Nur so kann das Vorhandensein von Mängeln abgeklärt oder ausgeschlossen werden.²²⁰

²¹⁸ Vgl. König 2015, S. 68.

²¹⁹ Vgl. König 2009, S. 81f.

²²⁰ Vgl. Böhmer 2015, S. 18.

In Abbildung 13 sind die Beteiligten und ihre Arbeitsschritte bezüglich des Mangelprozesses dargestellt. Es ist klar ersichtlich, dass es viele Schnittstellen gibt, die sich im schlechtesten Fall wiederholen, wenn der Mangel nicht ordnungsgemäß behoben wird.

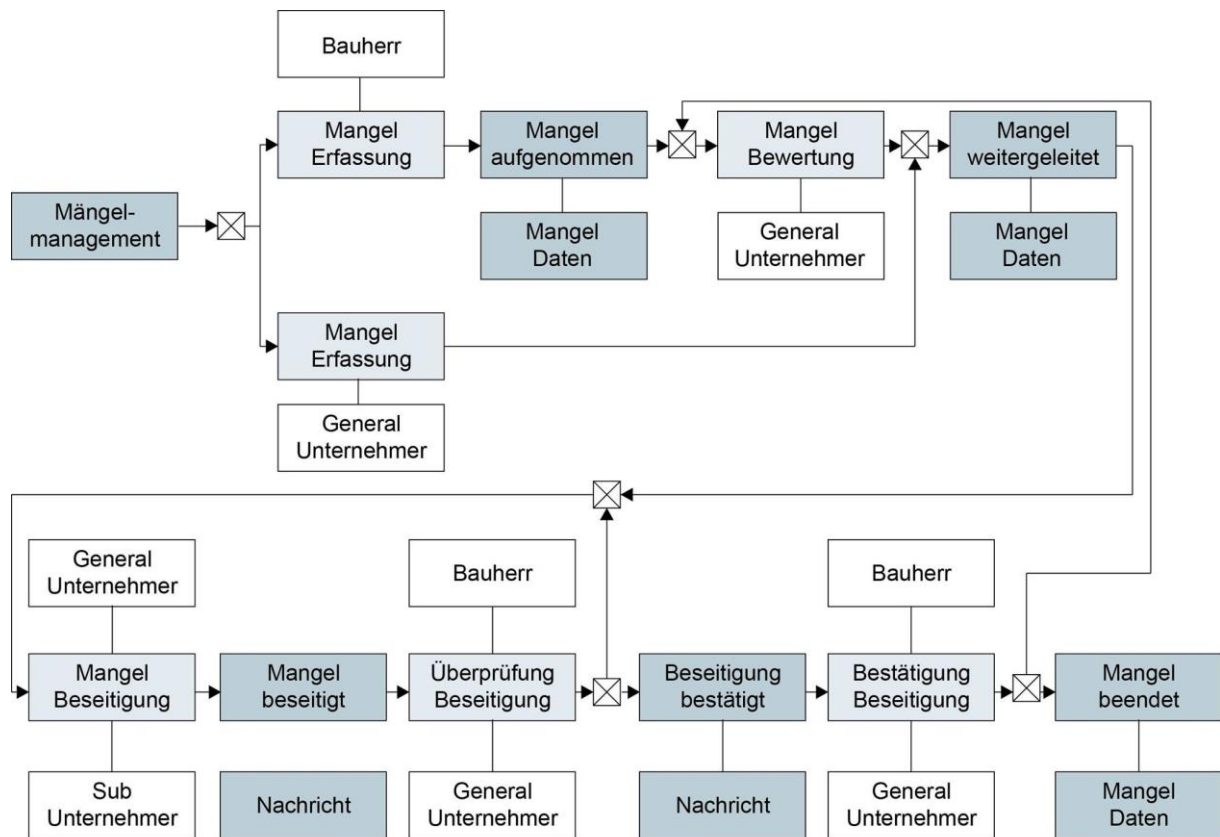


Abbildung 13: Prozessmodulkette Mängelmanagement nach Schach et al. 2007, S. 213

Um Mängel festzustellen, ist es während der Ausführung erforderlich, den Ist-Zustand der Bauleistung mit dem Soll-Zustand der Planung zu vergleichen. Dieser Soll-Zustand wird üblicherweise durch eine Vielzahl an Plänen und anderen Dokumenten beschrieben, deren Ablage besonders bei größeren Projekten zentral über Projektmanagementsysteme auf einem Server abrufbar ist. Das Herbeischaffen und Zuordnen der Dokumente wird nach wie vor manuell im Büro erledigt. Dadurch muss bei der Beurteilung eines Bauteils die Information wiederum erst auf die Baustelle transportiert werden. Der Ort der Leistungserbringung und der Ort der Leistungsdokumentation sind noch immer strikt voneinander getrennt.²²¹

Zu Folge den Gesprächen zwischen Dong et al. und ihren Industriepartnern, erfolgt die herkömmliche Mangelerhebung über Mitarbeiter vor Ort, die sich Notizen auf Plänen machen und diese dann dem Personal im Sekretariat zur Einarbeitung in eine Datenbank geben. Im Anschluss werden die Mängel dann asynchron korrigiert, was häufig eine Kombination von

²²¹ Vgl. Jehle 2013, S. 30.

Vor-Ort- und Bürobesprechungen erfordert, abhängig vom Grad des Mangels.²²² Bei den weiteren Arbeitsschritten werden die meisten Informationen schließlich durch traditionelle Methoden der Datenübertragung (verbale Kommunikation) übertragen.²²³

Ein typischer Mangelprozess beinhaltet einen Überprüfungsvorgang der Ausführung auf der Baustelle. Dabei werden Mängel entdeckt, Notizen, Skizzen, Fotos oder Videos gemacht, um den Mangel zu spezifizieren. Nach dem Ende des Rundgangs werden die Erkenntnisse im Büro zusammengefasst und in den meisten Fällen vom Sekretariatspersonal in Mängellisten oder Formularen übertragen. Die Dokumente werden schließlich an die relevanten Beteiligten versendet. In deren Zentralbüros werden die Mängel analysiert und beurteilt, bevor die Informationen über Art, Ort, Ausführungsmethode, Material, Zeit, zuständigen Bearbeiter, etc. an das Baubüro weitergeleitet werden. Die Bauarbeiter vor Ort führen die Änderungen zur Mangelbehebung nach den Anweisungen des gesendeten Reports aus, bis alle Anforderungen erfüllt sind. In der Regel erfolgt eine erneute Überprüfung der Ausführung, um die Behebung zu bestätigen. Dieser wiederkehrende Informationsfluss mit den einzelnen Arbeitsschritten beinhaltet persönliches Wissen, papierbasierte oder handschriftliche Feldnotizen und andere physische Daten, bei deren Übertragung ein hohes Fehlerpotential entsteht. Es besteht eine große räumliche und zeitliche Lücke zwischen der Baustelle und dem Büro, die zu einer geringen Effizienz führt.²²⁴

Während eines Bauprojekts ist es immer der Bauleiter oder Projektverantwortliche, der als Manager des Bauprozesses fungiert. Zur Kontrolle des Mängelprozesses sind viele Informationen und Kommunikationsprozesse erforderlich und dass, obwohl die zur Verfügung gestellten Daten oft unzureichend sind. Letztlich führt das zu Verzögerungen. Schlechte Kommunikation zwischen den Projektpartnern kann zu einem erhöhten Risiko von Fehlern führen. Das Problem mit verbalen Informationen ist, dass es unmöglich zu beweisen ist, ob die Information tatsächlich gegeben wurde. In vielen Bauprojekten behindert die schlechte Koordination und Integration zwischen den einzelnen Gewerken der Industrie oft den Informationsfluss zwischen diesen Mitgliedern des Projektteams. Die Durchführung des aktuellen Mangelprozesses hängt stark von den Kommunikations- und Organisationsfähigkeiten des Projektleiters ab. Die meisten Informationen werden auf Papier festgehalten und führen zu einem Engpass im Informationsfluss zu und von der Baustelle und zwischen den verschiedenen Auftragnehmern, da die Datenträger schwierig zu erreichen, zu lagern und zu übertragen ist. In der heutigen Bauindustrie wird eine Mischung der unterschiedlichen Methoden zur Verwaltung von Informationen verwendet, welche die Verwendung von

²²² Vgl. Dong 2009, S. 814.

²²³ Vgl. Sommerville 2004, S. 252.

²²⁴ Vgl. Dong 2009, S. 815.

Informationstechnologie und handschriftlicher Dokumentation beinhaltet. Der Großteil der IT-Nutzung ist bürobasiert, und der Fluss an elektronischer Kommunikation wird abrupt beendet, wenn dieser die Baustelle erreicht. Die raue Umgebung der Industrie passt nicht zu den traditionellen IT-Werkzeugen und hält den Baustellenbetrieb vor Ort davon ab, solche Werkzeuge zu verwenden. Den Überblick über die Informationen von Mängeln zu behalten, ist eine akribische Aufgabe und erfordert viel Geduld, es sei denn, es gibt Prozesse, die diese Aufgabe verbessern. Viele Bauunternehmen verwenden papierbasierte Checklistsensysteme, um den Mängelprozess zu bewerkstelligen. Obwohl diese nützlich sind, um Daten zu sammeln, können die Daten aufgrund von Inkompatibilität mit IT-Systemen nur schwer elektronisch übertragen werden. Das führt zu einem langen, arbeitsintensiven Prozess, in dem die Daten erneut eingegeben, rekonstruiert, gescannt oder kopiert werden müssen, damit die Informationen an die Subunternehmer gesendet werden können, welche zum Teil weiterhin auf der Verwendung von Papierdokumenten bestehen.²²⁵

Das Fehlen einer branchenweiten standardisierten Mängelstruktur bedeutet, dass Bauunternehmen ihre eigenen unterschiedlichen Methoden zum Aufnehmen von Mängeldaten verwenden. Interessant wäre zu wissen, welche Arten von Daten gesammelt werden und in welchem Umfang sie erfasst werden. Die Schwäche von papierbasiertem Informationsaustausch ist, dass die Daten kopiert, neu eingegeben und über verschiedene Mittel wie Fax und Brief an den vorgesehenen Empfänger übertragen werden müssen. Laut der Studie von Sommerville übertragen nur 30 Prozent der Unternehmen die Daten in ein IT-System, um eine elektronische Weiterleitung der Daten zu ermöglichen. Bei papierbasierten Informationen kann es vorkommen, dass diese während des Transports verloren gehen und dann müssen Daten neu aufgezeichnet, übertragen und immer wieder bereitgestellt werden, insbesondere, wenn die ursprüngliche Entdecker des Fehlers keine effiziente Protokollierung aufweist.²²⁶ Bei der Analyse von Mängelinformationen von Sommerville wird deutlich, dass fünf bestimmte Themen bzw. Bereiche von Informationen, die gesammelt und aufgezeichnet werden, identifiziert werden können:

- Typologie der Erhebung - die Methode oder der Prozess, der zum Aufnehmen der Mängeldaten verwendet wird. Wenn die Erfassung von Mängeln durchgeführt wird, liegt ein Mängelprozess vor. Die Effektivität dieses Prozesses hängt von den Informationen ab, die innerhalb der anderen vier Themenblöcke gesammelt werden. Die meisten der verwendeten Mängelprozesse basieren auf Papier, obwohl PDAs und Smartphones in gewissem Umfang verwendet werden.

²²⁵ Vgl. Sommerville 2004, S. 252.

²²⁶ Vgl. Ebenda, S. 254.

- Mangelidentifizierung - Innerhalb dieses Themas sind die Arbeitsbezeichnungen hervorgehoben. Dies beinhaltet die Identifizierung und Aufzeichnung der Personen, die die Daten sammeln. Jeder Mangelprozess, der den Ersteller von diesen Daten identifiziert, führt zu eigenen Verantwortlichkeits- und Rückverfolgungsfunktionen.
- Mangelbehebung - Dieses spezielle Thema identifiziert die Rolle der Empfänger, die an dem Prozess beteiligt sind und ihre besonderen Verantwortlichkeiten. Dies beinhaltet ihre Vertragsdetails, den Auftragnehmer und das erwartete Ergebnis des Prozesses.
- Zeit - Umfasst die Aufzeichnung von zeitspezifischen Informationen. Dies würde die Identifizierung des aufgezeichneten Datums und des voraussichtlichen Termins für die Behebung des Problems durch den jeweiligen Auftragnehmer beinhalten. Zu den weiteren Zeitproblemen zählt die Auswirkung der Mängel auf das Projekt, das letztendlich zu zeitlichen Verzögerungen und Konflikten führen kann.
- Kosten - Je weiter eine Organisation sich durch die einzelnen Themen arbeiten kann und ihren Prozess entsprechend anpassen kann, desto effizienter wird ihr Prozess sein. Auffallend ist jedoch, dass sich kein eingehender Untersuchungsprozess mit Kostenproblemen befasst. Mängel erhöhen die Wahrscheinlichkeit von Projektzeiten- und Kostenüberschreitungen, welche zu Unzufriedenheit der Kunden mit dem Endprodukt führen. Daher würde die Einbeziehung von Zeit- und Kostendaten den Gesamtprozess der Beanstandung verbessern, aber auch Bauunternehmen könnten die Qualität und Leistung ihrer zahlreichen Subunternehmer messen.²²⁷

Ein fehlendes, standardisiertes System hat viele Organisationen dazu veranlasst, lokale In-sellösungen zu entwickeln, um die Kontrolle über ihre eigenen Verantwortungsbereiche zu behalten. Somit sind die Informationssammlung, -berichterstattung und -verwaltung in einem Projekt unkoordiniert, und es müssen mehrfache Neuzeichnungen und Neueingaben von Informationen vorgenommen werden. Letztendlich führt dies zu Zeitverschwendung, unnötigen Kosten, erhöhten Fehlern und Missverständnissen und somit zu Nacharbeiten, die sich als Hauptfaktor für Zeit- und Kostenüberschreitungen bei Bauprojekten erwiesen haben. Darüber hinaus verschärft die ineffektive Nutzung der Informationstechnologie bei der Verwaltung und Kommunikation von Informationen die Menge an Nacharbeit, die in einem Projekt stattfindet.²²⁸

²²⁷ Vgl. Sommerville 2004, S. 255.

²²⁸ Vgl. Love 2003, S. 850.

3.3.2 Digitaler Informationsfluss

Wird die Baustelle mit digitalen Methoden unterstützt, ergeben sich Vorteile in der Weiterleitung von Daten. Das Management von Baustellenprozessen kann durch effektivere Speicherung und rechtzeitige Kommunikation von Informationen verbessert werden. Dies bezieht sich jedoch auf Informationen im elektronischen Sinn, denn in Wirklichkeit werden die meisten Informationen unter Verwendung der traditionellen Methode übermittelt.

Im Vergleich zu einem herkömmlichen Mängelmanagementprozess zeigt Abbildung 14 einen optimierten Ablauf, wobei die Veränderungen in der Prozesskette grau dargestellt sind. Diese markierten Prozessschritte werden im digitalen Informationsfluss ausgespart. Die Optimierungsmöglichkeiten können durch mobile Endgeräte erreicht werden, wenn diese einen direkten Zugriff auf Dokumentmanagementsystem haben und dort die archivierten Daten wie Vertragsunterlagen, Schriftverkehr, Bautagebuch, Mängellisten, etc. aufrufen und bearbeiten können.²²⁹

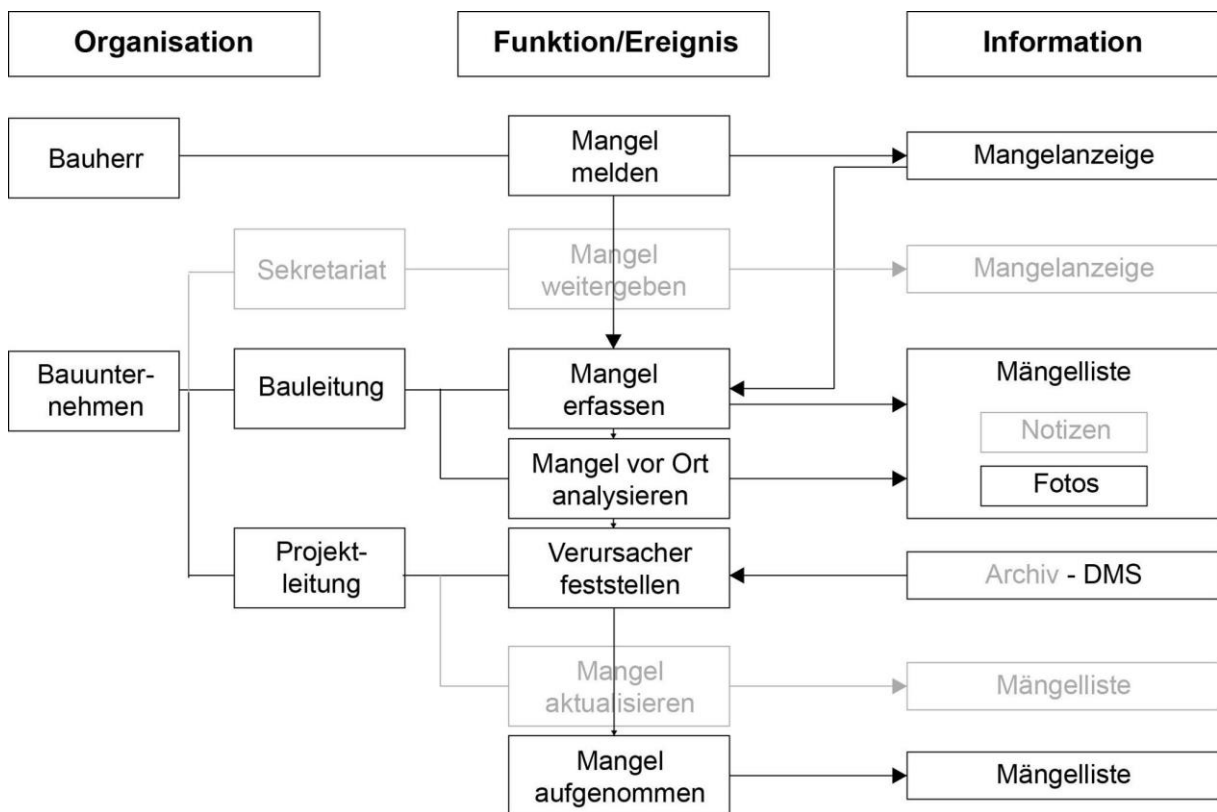


Abbildung 14: Digitalisierung der Prozessschritte nach Schach 2007, S. 211

²²⁹ Vgl. Menzel 2003, S. 5.

Die Baubeteiligten verschwenden viel Zeit, weil die Mängeldaten manuell erfasst und übertragen werden müssen. Durch die Verbesserung des Informationsflusses zwischen den verschiedenen Mitgliedern des Projektteams wird es für die Bauleitung einfacher, Mängeldaten zu überwachen, zu bewerten und zu verarbeiten. Viele Baustellenprobleme, einschließlich der Mängel, müssen schnell und effektiv gelöst werden, um Konflikte und vor allem Kostenüberschreitungen zu vermeiden.²³⁰

Die Umsetzung eines digitalen Mängelmanagementsystems erfolgt über die Prozesse Mängelerfassung, Mängelübersicht, Bearbeitung und Suche von erfassten Mängeln und Stand der Mängelbearbeitung. Neben der Prozessmodellierung haben Schach et al. sich auch der Informationsmodellierung gewidmet. Diese beinhaltet den Status, den ein Mangel haben kann. Durch die Festlegung des Zustands kann die aktuelle Mangelbearbeitung ausgewertet werden. Der Mangelstatus konnte in diesem Beispiel zehn verschiedene Zustände besitzen, wobei GU für Generalunternehmer und NU für Nachunternehmer steht: erfasst, in Bearbeitung GU, in Bearbeitung NU, von NU zurückgewiesen, strittig mit NU, freigemeldet von NU, freigemeldet von GU, von GU zurückgewiesen, Mangel erledigt, strittig mit AG.²³¹

In der Studie von Taggart, Koskela und Rooke wurden unterschiedliche Mängellisten unter der Verwendung von verschiedenen Softwareprogrammen untersucht, in denen die Daten inkonsistenten Dokumentationsstilen versendet wurden. Das hatte zur Folge, dass der Auftragnehmer die Mängel in neue Dokumente überführen und kontrollieren musste, bevor diese an die Subunternehmer gesendet werden konnten. Dieses Problem verhindert auch das nachträgliche Analysieren von Mängeln. Keiner der befragten Teilnehmer hat besondere Gründe dafür angegeben, warum dies der Fall war. Sie alle erklärten, dass sie nichts dagegen hätten, wenn von Anfang an ein konsistenter Ansatz vereinbart würde. Daraus lässt sich schließen, dass das Problem lediglich auf eine mangelnde Koordination zurückzuführen ist. Eine solche Koordination würde die Kommunikation und die Datenverarbeitungsprozesse verbessern. Das Fehlen von einfachen Datenelementen wie einzelne Mängelnummern und Fertigstellungsterminen macht es schwierig, erledigte Arbeitsleistungen zu verfolgen, oder eine Nachtragsanalyse durchzuführen, ohne dass Daten erneut eingegeben werden müssen. Wiederum boten die Teilnehmer keine wirkliche Erklärung dafür an, warum dies der Fall war, abgesehen von der typischen Art des verwendeten, entkoppelten Managementprozesses. Die Teilnehmer verstanden die Logik, die Projektdaten besser zu verfolgen und auch die Projekte nach Fertigstellung zu Lernzwecken zu analysieren und unterstützten daher generell die Annahme eines strukturierteren Ansatzes. In jedem Stadium des Prozesses gibt es

²³⁰ Vgl. Sommerville 2004, S. 253.

²³¹ Vgl. Schach 2007, S. 214.

jedoch kaum Echtzeit-Informationen über den Fortschritt. Eine vollständige Nachprüfung ist erforderlich, um eine aktuelle Statusposition zu ermitteln. So wurde in der Studie echte Frustration darüber kundgetan, dass es in Echtzeit keine Zustandsdaten gab, wo sich der Prozess des Mängelmanagements gerade befand. Dies zeigte sich besonders dann, wenn Subunternehmer nachweisen mussten, dass die Arbeiten abgeschlossen waren, um Zahlungen freizugeben.²³²

Menzel et al. beschreiben in ihrer Arbeit zum Reorganisationspotential im Bauwesen, dass sich ein effizienteres Mängelmanagement erreichen lässt, wenn die benötigten Daten vor Ort bereitgestellt werden. Sind die Informationen an der Mängelquelle verfügbar, können die von den Akteuren durchgeführten Analysen eine sofortige Reaktion nach sich ziehen. Dadurch wird eine zeitnahe Kommunikation mit den anderen Projektbeteiligten gewährleistet und es können rascher Entscheidungen getroffen werden. Die oftmals im Informationsfluss auftretende Lücke zwischen den einzelnen Personen oder Instituten kann damit geschlossen werden und führt zu einer Vermeidung von Ineffizienz und Fehler durch Medienbrüche.²³³

Zu Beginn der Digitalisierung im Bauwesen wurden zuerst nur PDA Geräte zur Informationsaufnahme, -bearbeitung und -weiterleitung an einen einfachen Computer verwendet.^{234,235} Darauf aufbauend hatten Dong et al. die Idee, mit Arbeitstischen zu arbeiten, in denen eine visuelle Oberfläche eingebaut war.²³⁶ Mit dieser Workbench war es ihnen möglich, die Daten des PDA besser zu verarbeiten. Diese Daten konnten zuvor nicht zur integralen Zusammenarbeit oder zur Problemlösung verwendet werden, da keine ausreichende Visualisierung möglich war. Die manuelle Datensammlung und -transkription hatte das Problem, zu fehlenden Mangelinformationen, Missverständnissen und unklaren Anweisungen zwischen verschiedenen Parteien zu führen. Das Konzept von Dong et al. umfasste mobile Computer, drahtlose Kommunikation und diese horizontale Tischarbeitsplatte mit integriertem Bildschirm. Das System ist in die drei Stufen, Clients (Mobiltelefon und Workbench), Kommunikationskanal (Wireless-Netzwerk) und Server (Datenbank) aufgebaut.²³⁷ Nachdem die Mängel von der Baustelle an das Büro gesendet wurden, verortet man den Mangelpunkt in der digitalen Zeichnung, setzte einen Marker im 3D Modell und hinterlegte Fotos und andere Informationen. Die Beteiligten konnten schließlich in der Baubesprechung den Mangel visualisieren und bearbeiten. Um eine Rückkopplung mit der Baustelle in Echtzeit zu schaffen, konnten Bilder des 3D Modells an die mobilen Geräte des Personals vor Ort gesendet

²³² Vgl. Taggart 2014, S. 839.

²³³ Vgl. Menzel 2003, S. 5.

²³⁴ Vgl. Schach 2007, S. 215.

²³⁵ Vgl. Kim 2008, S. 166.

²³⁶ Vgl. Dong 2009, S. 818f.

²³⁷ Vgl. Ebenda, S. 814.

werden. Durch die Visualisierung der Kontextinformationen im Modell konnten die Beteiligten ein besseres Verständnis für den Mangel erlangen. Dabei wurden die Prozessschritte analysiert und man kam zu dem Ergebnis, dass ein digitaler Mangelprozess nicht nur Zeit spart, sondern auch die Qualität der gesamten Arbeit erhöht.²³⁸

Bereits 2011 bescheinigten Chen et al. dem aufkommenden Mobile Computing das Potenzial, die Grenzen von Informationssystemen von den Baustellenbüros auf die tatsächlichen Baustellen zu erweitern und einen Echtzeit-Datenfluss zu und von den Baustellen zu gewährleisten. Weil die Bauindustrie ihre eigenen spezifischen Eigenschaften hat, einschließlich der Beteiligung verschiedener Projektpartner, der Trennung zwischen Baustellenbüros und Baustellen und der Mobilität des Baupersonals, bietet Mobile Computing das Potenzial, die effektive Nutzung von IT auf integrierte und ganzheitliche Weise zu steigern.²³⁹

Omar und Nehdi untersuchen die zur Verfügung stehende Literatur aus drei Perspektiven. Aus dem Blickwinkel des Sammelns, des Organisierens und des Analysierens von Bestandsdaten haben sie eine Zuteilung der in Abbildung 15 dargestellten Technologien zu diesen einzelnen Prozessschritten erarbeitet.

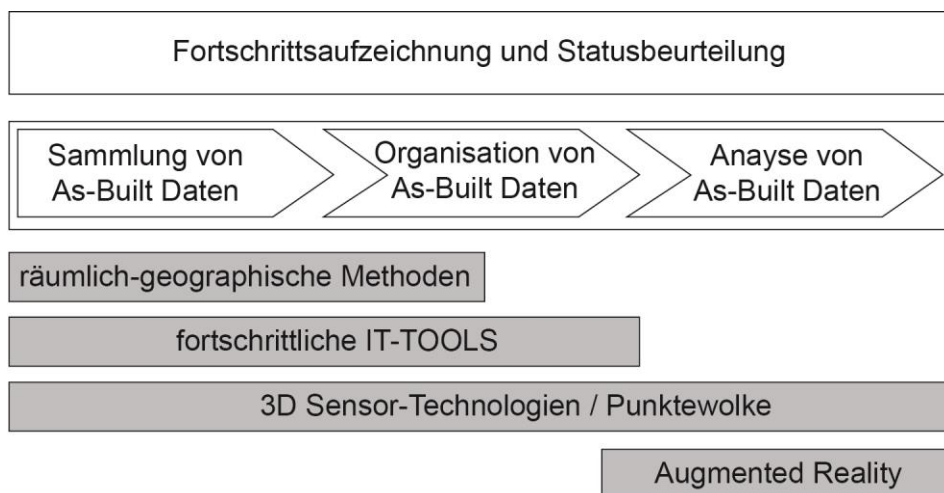


Abbildung 15: Kategorisierung der Datenaufnahme aus Omar 2016, S. 145

Die digitalen Hilfsmittel geben dem Benutzer zum Beispiel die Möglichkeit, automatisch Informationen per Sprache in das System einzufügen, effizient auf andere Daten von Computersystemen zuzugreifen und diese abzufragen. Spracherkennungs- und Sprachant-

²³⁸ Vgl. Dong 2009, S. 822.

²³⁹ Vgl. Chen 2011, S. 777.

wortsysteme können den Zeit- und Kostenaufwand für das Sammeln von Mängelinformationen reduzieren und den Arbeitsfortschritt dokumentieren.²⁴⁰

Für die Vollständige Datenweitergabe ist ein strukturierter Ablauf wichtig, der als Workflow bezeichnet wird. Unter diesem digitalen Workflow wird der teilweise automatisierbare Informationsaustausch zwischen den verschiedenen Einheiten eines Projektes oder einer Organisation verstanden. Diese Informationsweitergabe dient der Durchführung einer Aufgabe und löst schrittweise Arbeitsvorgänge aus. Die Automatisierung des Arbeitsablaufs kann in diesem Kontext bedeuten, dass durch die Beendigung eines Arbeitsschritts eine weitere Aktion wie das Versenden einer Email oder eine Statusänderung vom System initiiert wird. Der Workflow soll dazu dienen, die Informationen strukturiert und transparent zwischen den Projektbeteiligten auszutauschen.²⁴¹ Installierte Workflows sollen vor Allem die Prozesstransparenz verbessern, da die Entscheidungen und Entscheidungswege klar dokumentiert sind. Die Projektbeteiligte wissen dadurch, wer welche Daten und Dokumente benötigt. Außerdem wird die Prozesssicherheit durch standardisierte Arbeitsabläufe erhöht und die Informationen sind besser zu verarbeiten. Zur Unterstützung der Workflows ist eine zentrale Datenbank erforderlich, an die mit Applikationen angebunden werden kann.²⁴²

Insbesondere bei größeren Projekten werden Softwarelösungen wie Projekt-Management-Systeme eingesetzt. Die sogenannten virtuellen Projekträume oder Dokumentations-/Projektmanagementsysteme dienen einer Kommunikationsverbesserung zwischen den Projektbeteiligten. Über die Unternehmensgrenzen hinweg sind die Personen miteinander verbunden und können die Projektinformationen jederzeit bereitstellen oder abrufen. Auf diesem Sammelplatz findet man den gesamten Schriftverkehr, Gutachten, Pläne und weitere Dokumente des Projekts. Die Bereitstellung und Pflege des Servers sowie die Datensicherung und Gewährleistung der Verfügbarkeit übernimmt normalerweise ein Dienstleister, der Software as a Service (SaaS) anbietet. Die Daten können dabei lokal auf Server gespeichert werden oder als Cloud-System dezentral verfügbar sein.²⁴³

Erfolgt der Zugriff auf die Informationen über die Web-Plattform, ist dazu ein Authentifizierungsverfahren notwendig. Der Nutzer hat dabei zugewiesene personen- und projektbezogene Rechte, das bedeutet, dass je nach Rolle des Nutzers, diese Daten hochladen, sie nur lesen oder manche Dateien sogar ändern kann. Zusätzlich kann eingestellt werden, welche Bereiche des Managementsystems für den Anwender sichtbar sind. Zu den

²⁴⁰ Vgl. Omar 2016, S. 146.

²⁴¹ Vgl. König 2015, S. 60.

²⁴² Vgl. Ebenda, S. 68.

²⁴³ Vgl. Berner 2015, S. 37f.

wichtigsten Funktionen zählen die Projektverwaltung mit einer einheitlichen Ablagestruktur sowie Vorgaben zur richtigen Bezeichnung der Daten, die Planverwaltung und das Dokumentenmanagement mit Möglichkeiten zur Versionserstellung und Archivierung, Workflows und Viewer, Up- und Downloads, Filterfunktionen, Bautagebuch, Mängelverwaltung, etc.²⁴⁴

In der heutigen Praxis werden Informationen über Mängel oft erst dann festgehalten, wenn der Mangel auf der Baustelle bereits behoben ist, obwohl die Daten schon währenddessen benötigt würden. Die Bearbeitung und Analyse des Wissenstands von Mängeln erfolgt jedoch meist erst im Büro. Diese beiden Phasen, die Ausbesserung des Mangels und die Ablage der dazugehörigen Daten, erfolgen in verschiedenen Zeitspannen. Daher werden unterschiedliche Informationen erhoben und verarbeitet, welche wiederum von unterschiedlichen Beteiligten bearbeitet und weitergeleitet werden. Während der Mangelidentifikation und den Ausbesserungsarbeiten stellen meist der Ort und die Art des Mangels die benötigten Informationen dar. Die Informationen werden dem Subunternehmer mit der Aufforderung zur Behebung des Mangels übermittelt. Zu diesem Zeitpunkt sind detaillierte Kontextinformationen im Normalfall unnötig, da die Projektbeteiligten ausreichend über das Bauwerk und die zu erbringenden Leistungen Bescheid wissen. Zudem stehen Pläne und andere Spezifikationen zur Verfügung, um Mängel klar zuzuordnen. In dieser Phase liegt der Fokus auf der Identifikation und Behebung des Mangels anstatt auf der detaillierten Erhebung von Analysedaten, die später weiterverwendet werden können. Erst im nächsten Schritt werden die wichtigsten Fälle und Beispiele ausgewählt und aufbereitet, damit die Informationen unternehmensintern oder extern zur Verfügung gestellt werden. Falls die Inhalte ungenügend aufgenommen wurden, entsteht ein weiterer Aufwand, um den Kontext des Mangels zu rekonstruieren und zu analysieren. Die Zeitdifferenz zwischen der Entdeckung bzw. der Behebung des Mangels und seiner strukturierten Ablage macht die Wiederverwendbarkeit der Informationen oftmals nicht möglich. Aus diesem Grund werden Datensätze für Forschungszwecke häufig manuell klassifiziert und aufbereitet. Lee et al. sehen das Problem des aktuellen Mängelmanagements darin, dass sich auf der einen Seite die Aufgabeneffizienz und auf der anderen die Datenqualität gegenüberstehen. Um dieses Problem zu lösen, müssen die Kontextinformationen automatisch aufgenommen werden. Somit wird nicht nur die Arbeitseffizienz erhöht, sondern es können die Daten während der Behebungsphase des Mangels genutzt werden.²⁴⁵

Die Möglichkeiten, um relevante Informationen aus existierenden Datensammlungen von Mängeln zu filtern, sind eher limitiert. So muss man in Büchern über Fallstudien den gesam-

²⁴⁴ Vgl. Berner 2015, S. 38f.

²⁴⁵ Vgl. Lee 2016, S. 103.

ten Inhalt durchsehen, da die Mängel darin typischerweise nach Ausführungsmethode, Raum, Mangelart, etc. kategorisiert sind, sich aber in Unterpunkten unterscheiden oder vermischelt sind. Bei abgespeicherten Dokumenten kann eine Stichwortsuche für den Titeltex oder die Fallbeschreibung angewendet werden, wobei der Kontext oft nicht vollständig in den individuellen Beispielen festgehalten ist. Falls vorhanden, ist dieser Kontext manuell erfasst und subjektiv beschrieben, ohne ein standardisiertes Vokabular zu verwenden. Ist das Stichwort zu spezifisch, kann die Suche möglicherweise relevante Dokumente nicht berücksichtigen. Wird andererseits das gesuchte Wort zu allgemein gehalten, enthält das Suchergebnis auch uninteressante Daten. Des Weiteren führen Synonyme zu Problemen bei textbasierten Suchen. Wörter mit derselben Bedeutung können von einfachen Suchfunktionen nicht erfasst werden. Lee et al. sehen selbst die Verwendung von Standardklassifikationssystemen für die Nomenklatur in der Industrie kritisch, da es genauso unterschiedliche Formate gibt. Die Autoren sehen daher einen Bedarf für ein verbessertes System zur Mängel- und Informationssuche, die auch Synonyme berücksichtigen.²⁴⁶

Eine Erweiterung für normale Datenbanksysteme stellt die Entwicklung des Internet hin zum semantischen Web dar. Bei diesem geht es nicht um die reine Fütterung des digitalen Netzes mit Daten, sondern um die Verknüpfung dieser. Mit Hilfe von Verbindungen zwischen den Informationen können Personen oder Maschinen das Internet oder spezifische Datenbanken weiter nach ähnlichen Stichwörtern erkunden. Es wird ein gemeinsamer Rahmen zur Verfügung gestellt, der es erlaubt, Daten zu teilen und zwischen Programmanwendungen, Unternehmen und Gesellschaften zu nutzen (Abbildung 16).

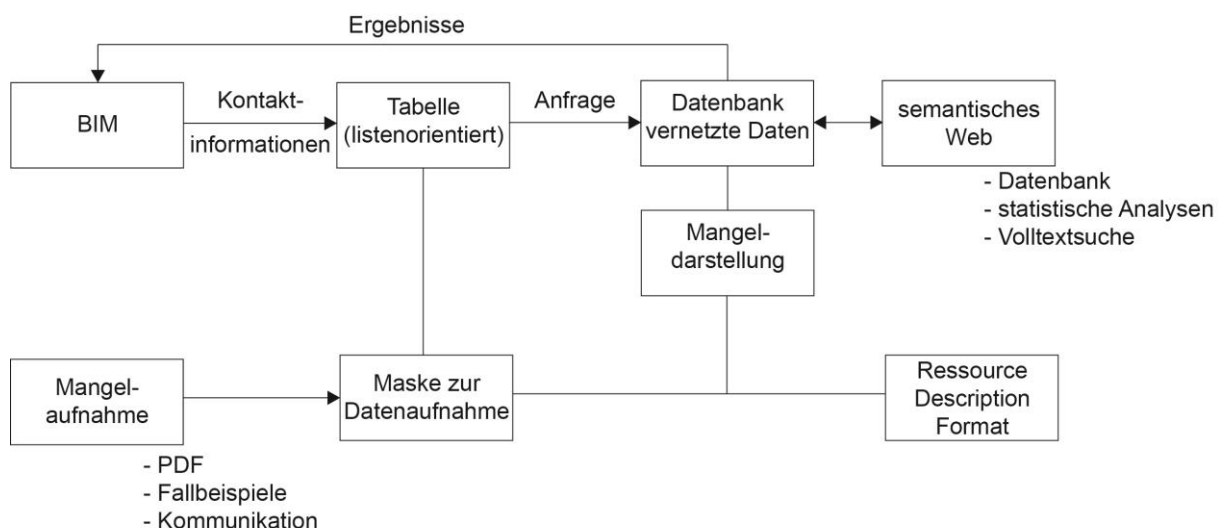


Abbildung 16: Informationsfluss der Mängelaufnahme in Anlehnung an Lee 2016, S. 107

²⁴⁶ Vgl. Lee 2016, S. 104.

Eine Voraussetzung für ein semantisches Netz ist die eindeutige und einzigartige Bezeichnung für Ressourcen oder Dinge über Nummern und Links. Werden diese schließlich mit anderen verknüpft, können zusätzliche Informationen einfach erfasst, erweitert und referenziert werden. Dadurch ist es auch für Computer möglich, Textdateien in einem größeren Kontext auszulesen und zu analysieren.²⁴⁷ Zum Beispiel sehen Lee et al. die Möglichkeiten von verknüpften Informationen in der Verbindung mit BIM. Dadurch lassen sich Bauteile aus einem 3D Modell einfach mit Räumen und externen Sensoren verbinden, um so den Energieverbrauch, die Bearbeitungshistorie, Mängelbehebungen, Wartungsintervalle, etc. kontextbezogen aufzuzeichnen. Somit bleiben alle Informationen miteinander verknüpft.²⁴⁸

Die aktuelle Informations- und Kommunikationstechnologie ermöglicht die Übertragung von Projektdaten zu und/oder von einer Baustelle. Ein Benutzer kann Informationen entweder von einem virtuellen Modell oder von einem mobilen Endgerät vor Ort auslesen. Dabei wird zwischen einem einseitigen, unidirektionalen und einem in beide Richtungen funktionierenden, bidirektionalen Informationsfluss unterscheiden, welche in Abbildung 17 dargestellt sind.²⁴⁹

- Unidirektionale Modellkoordination: die Informationen fließen von einem virtuellen Modell wie z. B. BIM zu einer physischen Baustelle, wo die Modellinformationen und die Geometrie vor Ort dargestellt werden können. Ein Beispiel ist die Benutzung von Smartphones, um auf der Baustelle im 3D Modell für die Koordination und Referenzierung zu navigieren.
- Unidirektionale Baustellenkoordination: Informationen werden von der physischen Baustelle gewonnen und in ein virtuelles Modell übergeführt. Beispielsweise können RFID Marker eingesetzt werden, um den Status von Materialien oder des Baufortschritts nachzuvollziehen.
- Nichtautomatisierte bidirektionale Koordination: Informationen können entweder in einem virtuellen Modell oder in einer physischen Umgebung erstellt oder abgerufen werden, aber es wird ein menschlicher Benutzer benötigt, um die erfassten Informationen zu aktualisieren. Im Allgemeinen besteht der bidirektionale Informationsfluss aus Datenerfassung, Datentransfer und integrierter Datenverarbeitung in beiden Richtungen. Bei der nicht automatisierten bidirektionalen Koordination wird der Benutzer benötigt, um erfasste Daten zu den virtuellen Modellinhalten zu übertragen und zu integrieren und umgekehrt. Ein Beispiel: Mithilfe eines Laserscanners können Punktwolken erzeugt werden, die ein Benutzer mit BIM-Inhalten in einer gemeinsa-

²⁴⁷ Vgl. Lee 2016, S. 104.

²⁴⁸ Vgl. Ebenda, S. 105.

²⁴⁹ Vgl. Alsafouri 2018, S. 177.

men Arbeitsumgebung für die Modellierung und Visualisierung bestehender Umgebungen kombinieren kann. Wenn kein automatisierter Prozess zum Aktualisieren der Visualisierungsumgebung von den erfassten Daten verwendet wird, fungiert der Benutzer als Agent zum Aktualisieren des Informationsinhalts.

- Automatisierte bidirektionale Koordination: Die Informationen fließen zwischen einem virtuellen Modell und der physischen Baustelle, werden jedoch ohne menschliche Eingriffe erstellt. Bei dieser Art der Koordination sind Datenübertragungs-, Integrations- und Verarbeitungsphasen automatisierte Prozesse. Mithilfe eines standortbasierten Laserscanners können zum Beispiel täglich Punktwolken generiert werden, die automatisch mit BIM-Planungsinformationen kombiniert werden können. Dies führt zu einem System, das mit automatisch generierten 4D-objektorientierten Informationen den Baufortschritt verfolgt.

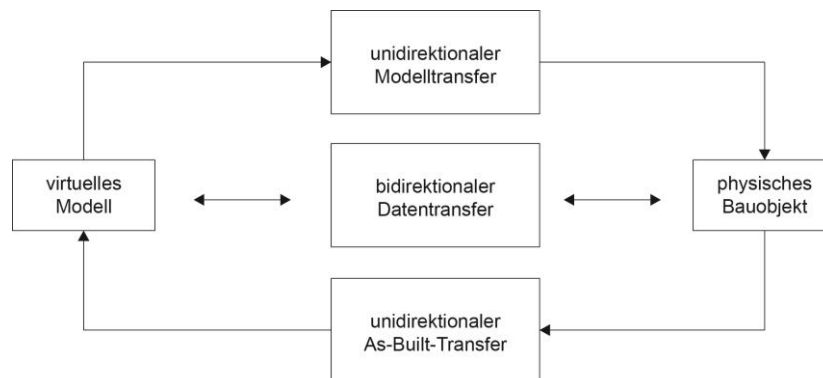


Abbildung 17: Informationsaustausch Modell - Baustelle nach Alsafouri 2018, S. 177

Eine Übermittlung von Daten in Echtzeit ist notwendig, damit das Managementsystem die Informationen rasch weiterleiten kann. Die späte Erkennung von Mängeln ist problematisch, da die Zeit limitiert ist, um die damit verbundenen nachteiligen Auswirkungen auf die Kosten und den Zeitplan zu minimieren. Die Vision für die Zukunft der Bauindustrie ist jedoch eine hochautomatisierte Projektmanagementumgebung, die über alle Phasen des Projektlebenszyklus hinweg integriert ist. Diese integrierte Umgebung ermöglicht es allen Projektpartnern und Projektfunktionen, ihre Betriebsabläufe und Systeme sofort miteinander zu verbinden. Zusammengeschaltete, automatisierte Systeme, Prozesse und Ausrüstung reduzieren so den Zeit- und Kostenaufwand für Planung und Konstruktion.²⁵⁰

²⁵⁰ Vgl. Omar 2016, S. 144.

3.4 Mangelklassifikation

Die Aufgabe eines Mängelmanagementsystems ist jene Prozesse zu unterstützen, die mit Baumängeln in Zusammenhang stehen. Die Dokumente und Formulare die im Zuge einer Mangelbearbeitung anfallen, müssen verwaltet und archiviert werden, damit ein Überblick über die Mangelpunkte und ihre Fristen gegeben ist. Daher sollten die Punkte einer Mängelliste nach verschiedenen Kriterien filterbar sein.²⁵¹

Um ein einfach handhabbares Klassifizierungssystem zur Mängелеinteilung zu finden, werden unterschiedliche Systeme und Einteilungsmöglichkeiten beschrieben und miteinander verglichen. Die Literaturquellen werden in diesem Sinne umfangreich auf ihre Praxistauglichkeit untersucht und bewertet. Ziel ist es, ein benutzerfreundliches Ordnungssystem zu finden, das sich für die Implementierung in Softwareanwendungen für das Mängel- und Qualitätsmanagement eignet. Dafür wird sowohl nach rechtlichen als auch nach bauwirtschaftlichen, statistischen Ursachen oder nach den Gewerken zugeteilten Faktoren gruppiert und die Eignung zur Klassifizierung bestimmt:

- Baurecht (optische/technische, wesentlich/unwesentlich, behebbar/unbehebbar),
- Baubetrieb (nationale/internationale Literatur mit Gewerke, Bauteile, Arten, ...).

Mängel können in unterschiedliche Arten und Systeme unterteilt werden. Wie in den vorangestellten Kapiteln dieser Diplomarbeit zu sehen ist, lässt sich ein Mangel sowohl rechtlich als auch nach der Ursache, der Bedeutung, der Zuständigkeit, dem Gewerk, schadensabhängig oder nach anderen Faktoren einteilen. Dem Aufbau der Diplomarbeit folgend, wird zuerst die Einteilung von Mängeln aus rechtlicher Sicht betrachtet. Daran anschließend werden Ergebnisse von verschiedenen wissenschaftlichen Arbeiten mit Bezug zum Bauablauf miteinander verglichen. Den Abschluss bildet eine kurze Untersuchung, in wie weit aktuell verfügbare mobile Applikationen Mängel vorab einteilen und auswerten.

²⁵¹ Vgl. Schach 2007, S. 192.

3.4.1 Baurecht

Das ABGB sieht die Einteilung in wesentliche und unwesentliche Mängel bzw. in behebbare und unbehebbar Mängel vor, wenn es um die Beurteilung von Rechtsfolgen geht.²⁵² Außerdem existieren die Begrifflichkeiten geringfügiger Mangel und offener Mangel. Im Anschluss wird diese Art der Klassifizierung erläutert:

- Unter einem *wesentlichen* Mangel versteht man, dass dieser Mangel zur Verhinderung des vorgesehenen Gebrauchs der Sache führt. Dabei ist der Begriff *wesentlich* nur im jeweiligen Einzelfall bestimmbar.²⁵³ Funktioniert etwa die eingebaute Heizungsanlage nicht, so erfüllt sie nicht die zugesicherten Eigenschaften.
- Im Gegensatz dazu beschreibt ein *unwesentlicher* Mangel das Vorhandensein eines Mangels, welcher den Gebrauch der Sache zwar beeinträchtigt aber nicht verhindert.
- *Behebbar* ist der Mangel, wenn die Behebung technisch möglich und kein unverhältnismäßig hoher Aufwand dafür notwendig ist.
- Als *unbehebbar* gilt der Mangel, wenn die Behebung technisch nicht möglich oder nur mit unverhältnismäßig hohem Aufwand zu bewerkstelligen ist.
- Ein Mangel ist *geringfügig*, wenn der Gebrauch der Sache weder verhindert noch beeinträchtigt wird. Dazu zählen z.B. geringfügige Putzunebenheiten oder rein optische Mängel. Die Funktionsfähigkeit des Objekts wird dadurch nicht beeinträchtigt.²⁵⁴
- *Offene* Mängel fallen leicht auf. Zu ihrer Feststellung ist kein Fachwissen nötig.

In welche Kategorie der Mangel nun fällt, liegt an mehreren Entscheidungskriterien. Einerseits sind die Höhe der Mangelbeseitigungskosten und die Beeinträchtigung der Funktion wegen der Ausbesserungsarbeiten ausschlaggebend für die Klassifikation. Andererseits bestimmen das Ausmaß und Gewicht der optischen Beeinträchtigung und der Grad der Funktionsbeeinträchtigung durch den Mangel selbst, welche Mangelart vorliegt.²⁵⁵

Wenn eine Abweichung zwischen der erbrachten Leistung und dem vertraglich vereinbarten Bau-Soll entsteht, liegt ein Mangel vor (siehe Kapitel 2.1). Die bedungenen Eigenschaften der herzustellenden Sache werden im Baugewerbe besonders durch die Leistungsbeschreibung vorgegeben. In dieser werden Qualitätsanforderungen sowie Spezifikationen zu Produkten festgehalten, welche als Maßstab für die Mangelhaftigkeit einer Leistung hergenommen werden.²⁵⁶

²⁵² Vgl. Gartner 2010, S. 20f.

²⁵³ Vgl. Hankammer 2013, S. 36.

²⁵⁴ Vgl. Mezera 2014, S. 11.

²⁵⁵ Vgl. Hankammer 2013, S. 37.

²⁵⁶ Vgl. Kropik 2014, S. 483.

Eine weitere Möglichkeit der Einteilung von Mängeln ist das Aufgliedern in die einzelnen Zuständigkeitsbereiche. Motzke teilt die ursächlichen Gründe dem Architekten, dem Fachplaner oder dem ausführenden Unternehmer zu. Während dem Architekten und dem Fachplaner besonders Planungs-, Koordinierungs- und Überwachungsfehler zurechenbar sind, haftet der Unternehmer für die mangelnde Ausführung sowie für Stoff- und Systemmängel.²⁵⁷

3.4.1.1 Optischer Mangel

Optische Mängel sind ein Überbegriff für jene Mängel, die eine optische Beeinträchtigung d.h. eine Störwirkung hervorrufen. Dabei können diese Beeinträchtigungen in jeder zuvor genannten Schwere auftreten. Zum einen gilt der Grad der optischen Beeinträchtigung, zum anderen die Bedeutung des optischen Erscheinungsbildes als Anhaltspunkt zur Bewertung der Mängel. Sie sind in jedem Fall unter Gebrauchsbedingungen zu beurteilen.²⁵⁸ Das bedeutet, dass der Abstand zum Objekt, der Betrachtungswinkel, die Lichtverhältnisse, etc. unter realer Nutzung wichtig für die Einordnung der Mängel ist.²⁵⁹ Zur Unterstützung der Einordnung kann die Matrix nach Oswald und Abel²⁶⁰ herangezogen werden (Abbildung 18).

Die Tabelle gliedert sich in drei Bereiche. Während auf der vertikalen Achse der Grad der optischen Beeinträchtigung in unterschiedlichen Stufen aufgetragen ist, wird auf der horizontalen Achse das optische Erscheinungsbild gewichtet. Der Bereich der Bagatelle zeigt die Zuordnung zu einem unerheblichen Mangel. Die unauffälligen, an unwichtigen Stellen vorhandenen Mängel sind unerheblich und lassen keinen Anspruch auf Verbesserung zu. Im mittleren Bereich ist der Mangel zwar sichtbar, aber für das optische Erscheinungsbild unbedeutend. Die Behebung wird in den meisten Fällen unwirtschaftlich für den AN sein und der Vorteil des AG steht nicht in Relation zum Verbesserungsaufwand. Der geringfügige aber unbehebbarer Mangel kann zu einer geringen Preisminderung führen. Des Weiteren gibt es jene Mängel, die entweder sichtbar an unbedeutenden Plätzen oder lediglich bei genauer Betrachtung an wichtigen Stellen erkennbar. Der Behebungsaufwand muss den Vorteilen der Verbesserung gegenübergestellt werden, um festzustellen, ob eine Preisminderung oder eine Verbesserung vorgenommen wird. Schlussendlich kennzeichnet die obere linke Ecke der Tabelle jenen Bereich, in dem unübersehbare Beeinträchtigungen des optischen Erscheinungsbildes bei gleichzeitiger hoher Gewichtung des Erscheinungsbildes auftreten. Dadurch gilt der Mangel als wesentlich und es besteht ein Anspruch auf Verbesserung.²⁶¹

²⁵⁷ Vgl. Motzke 2015, S. 65.

²⁵⁸ Vgl. Mernberger 2002, S. 19.

²⁵⁹ Vgl. Kropik 2014, S. 488.

²⁶⁰ Vgl. Oswald 2005, S. 19.

²⁶¹ Vgl. Kropik 2014, S. 489f.

Optische Mängel		Gewichtung des optischen Erscheinungsbildes			
		sehr wichtig	wichtig	eher unbedeutend	unwichtig
Grad der optischen Beeinträchtigung	auffällig	nicht hinnehmbar			
	gut sichtbar				
	sichtbar			hinnehmbar	
	kaum erkennbar				Bagatelle

Abbildung 18: Bewertungsmatrix für optische Mängel nach Oswald 2005, S. 20

Dass es besonders bei optischen Mängel keine Verallgemeinerung einer Skalierung aufgrund der subjektiven Wahrnehmung gibt, zeigt der Vergleich mit der von Ertl et al. gewählten Mangelzuordnung. In ihrem Werk „Optische Mängel im Bild“ verändern sie die Matrix von Oswald und Abel. Aufbauend auf die Erweiterung der Ursprungsmatrix mittels Prozentskala (Abbildung 19) erstellten die Autoren eine farbige Grafik, um optische Mängel in drei Klassen zu unterteilen.²⁶²

Matrix zur Bewertung von Mängeln			Bedeutung des Merkmals										
			sehr wichtig			wichtig			eher unbedeutend			unwichtig	
			100	90	80	70	60	50	40	30	20	10	5
Grad der Beeinträchtigung durch den Mangel	sehr stark	100	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10	5
		90	90	81	72	63	54	45	36	27	18	9	4.5
		80	80	72	64	56	48	40	32	24	16	8	4
	deutlich	70	70	63	56	49	42	35	28	21	14	7	3.5
		60	60	54	48	42	36	30	24	18	12	6	3
		50	50	45	40	35	30	25	20	15	10	5	2.5
	mäßig	40	40	36	32	28	24	20	16	12	6	3	2
		30	30	27	24	21	18	15	12	9	6	3	1.5
		20	20	18	16	14	12	10	8	6	4	2	1
	geringfügig	10	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0.5
			5	5	4.5	4	3.5	3	2.5	2	1.5	1	0.5
Nacherfüllung i.d.R. erforderlich (über 15%)			Minderung diskutabel (bis max. 15%)						Bagatellen (unter 2%)				

Abbildung 19: Erweiterung der Bewertungsmatrix nach Oswald 2005, S. 133

²⁶² Vgl. Ertl 2017, S. 16.

Im Gegensatz zu Oswald und Abel haben Ertl et al. den Bereich des unerheblichen Mangels erweitert, da laut ihrer Meinung auch bei einem als wichtig befundenen optischen Erscheinungsbild eine kaum erkennbare Beeinträchtigung eine Bagatelle darstellen kann. Analog wurde auch für ein unwichtiges Erscheinungsbild der Bereich der Bagatelle erweitert, weil der Grad der Beeinträchtigung für die Autoren nicht nur kaum erkennbar, sondern sogar sichtbar sein kann.²⁶³ Die in Abbildung 20 dargestellte Einteilung von optischen Mängeln kann zur Bewertung dieser herangezogen werden und je nach zugeordneter Kategorie weitere Prozessschritte auslösen.

Gewicht des optischen Erscheinungsbildes				Bewertung optischer Mängel	
sehr wichtig 100 bis 80 %	wichtig 70 bis 50 %	eher unbedeutend 40 bis 20 %	unwichtig 10 bis 5 %		
	nicht zu akzeptierende Abweichung ⇒ Mangelbeseitigung		noch akzeptable Abweichung ⇒ Mangelbeseitigung, eventuell Minderung	auffällig 80 bis 100 %	Grad der optischen Beeinträchtigung durch die Abweichung
				gut sichtbar 50 bis 70 %	
				sichtbar 20 bis 40 %	
			zu akzeptierende Abweichung ⇒ Bagatelle	kaum erkennbar 5 bis 10 %	

Abbildung 20: Farbskala nach Ertl 2017, S. 17

²⁶³ Vgl. Ertl 2017, S. 16.

3.4.1.2 Technischer Mangel

Werden die Regeln und Normen der Technik oder die Verarbeitungsrichtlinien nicht eingehalten, spricht man von einem technischen Mangel. Denn auch falls die zu erwartenden Beanspruchungen sich ungünstig überlagern, kann bei sachgemäßer Nutzung und Wartung davon ausgegangen werden, dass eine volle Funktionsfähigkeit während der Betriebsphase gegeben ist. Bei Einhaltung dieser Regeln sollte das Gebäude daher grundsätzlich mangelfrei sein.²⁶⁴

Analog zu den optischen Mängeln können die technischen mit Hilfe einer Matrix beurteilt werden. Dadurch kann entschieden werden, ob der Mangel geringfügig und damit hinnehmbar ist, oder ob ein Anspruch auf Preisminderung bzw. Verbesserung besteht. In die Bewertung fließen der Grad der funktionalen Beeinträchtigung (dazu zählen Wasserdichtheit, Standsicherheit, Tragfähigkeit, Durchbiegung, etc.) und die Bedeutung für die Gebrauchstauglichkeit ein. Wiederrum wurde die Abbildung 21 in Anlehnung an jene von Oswald und Abel²⁶⁵ erstellt.

In dieser Matrix beschreibt die vertikale Achse die Schwere der Funktionsbeeinträchtigung und die horizontale Achse bewertet die Auswirkungen auf die Gebrauchstauglichkeit. Ebenso gibt es drei Bereiche, wobei Mängel, die als Bagatelle klassifiziert werden, zu den unerheblichen Mängeln gehören, bei denen es keinen Anspruch auf Verbesserung oder Gewährleistung gibt. In diesem Bereich beeinflussen die Mängel die Funktionsfähigkeit nur gering und führen zu kaum einem Einfluss auf die Gebrauchstauglichkeit. Der nächste Bereich beschreibt die Situation, wenn der Aufwand der Verbesserung in keinem Verhältnis zu dem Mehrwert dieser steht. Der Grad der Beeinträchtigung ist gering, aber die Bedeutung für die Gebrauchstauglichkeit ist hoch (oder umgekehrt). Es ist ein geringfügiger, unbehebbarer Mangel vorhanden, der eine Preisminderung nach sich ziehen kann. Auch beschreibt dieser Bereich die mäßige Funktionsbeeinträchtigung bei hoher Bedeutung der Gebrauchstauglichkeit oder die unbedeutende Auswirkung auf die Gebrauchstauglichkeit bei starker Funktionsbeeinträchtigung des Mangels. Es ist je nach Sachlage und verhältnismäßigem Aufwand sowohl eine Preisminderung als auch eine Verbesserung möglich. Schließlich liegen bei Mängeln im nicht hinnehmbaren Bereich eine deutliche Beeinträchtigung der Funktion sowie eine große Bedeutung für die Gebrauchstauglichkeit vor. Daher handelt es sich um einen wesentlichen Mangel, bei dem ein Anspruch auf Behebung und Verbesserung gegeben ist.²⁶⁶

²⁶⁴ Vgl. Kropik 2014, S. 494.

²⁶⁵ Vgl. Oswald 2005, S. 47.

²⁶⁶ Vgl. Kropik 2014, S. 495f.

Technische Mängel		Bedeutung des Merkmals für die Gebrauchstauglichkeit/Verwendungseignung			
		sehr wichtig	wichtig	eher unbedeutend	unwichtig
Grad der Beeinträchtigung der Funktion	sehr stark	nicht hinnehmbar			
	deutlich				
	mäßig			hinnehmbar	
	geringfügig				Bagatelle

Abbildung 21: Bewertungsmatrix für technische Mängel nach Oswald 2005, S. 47

Die Klassifizierung von Mängeln anhand von Rechtsbegriffen erfolgt im klassischen Projekt-
ablauf zum Zeitpunkt der Übernahme oder bei Streitigkeiten in der Gewährleistungsfrist. Die
resultierenden Rechtsfolgen entscheiden darüber, ob und wie ein Mangel abgearbeitet und
abgegolten wird.

3.4.1.3 Ablauf der Beurteilung

In Anlehnung an Hankammer²⁶⁷ ist nachfolgend eine Grafik (Abbildung 22) zur objektiven Beurteilung von Mängeln dargestellt. Diese beschreibt die Einteilung von Mängeln nach rechtlichen Gesichtspunkten. Gemeinsam mit den zuvor aufgezeigten Möglichkeiten (Beurteilungsmatrizen nach Oswald und Abel) ergibt sich so ein klarer Ablauf für eine juristisch einwandfreie Einteilung von Sachmängeln in die jeweiligen Kategorien.

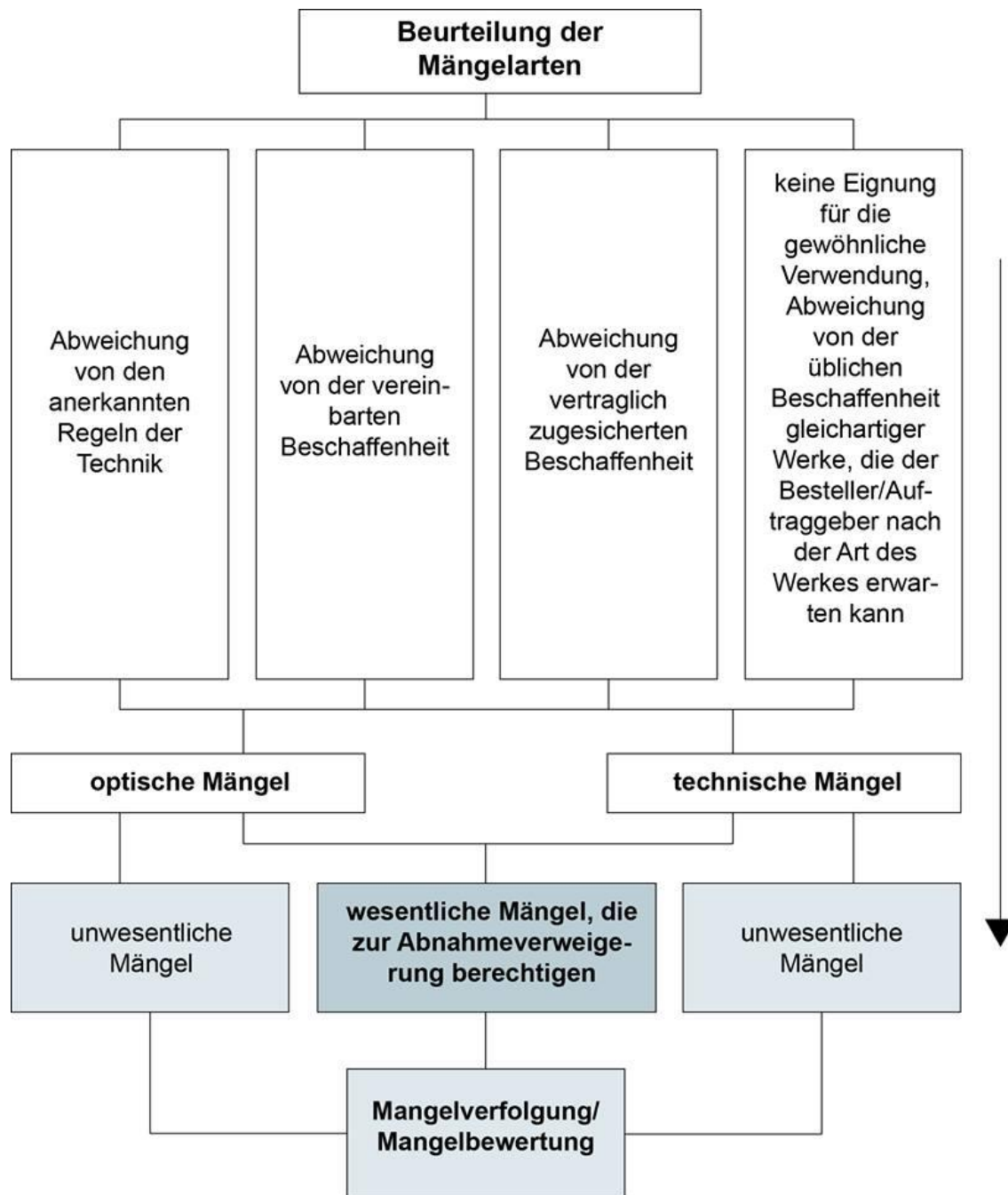


Abbildung 22: Objektive Beurteilung von Mängeln nach Hankammer 2013, S. 90

²⁶⁷ Vgl. Hankammer 2013, S. 90.

3.4.2 Baubetrieb

Durch das Fehlen eines einheitlichen Standardwerks oder einer einheitlichen Software zu Erhebung und Dokumentation von Mängeln, kann im Gegensatz zur rechtlichen Einteilung keine generell gültige Einteilung im Baubetrieb vorhanden sein. Sowohl die statistische Verteilung von Mangelpunkten auf Bauteile als auch die Zugehörigkeit zum Gewerk, kann in Hauptgruppen zusammengefasst werden. Auch eine Einteilung, die schadensabhängig funktioniert oder die Mängel nach der Höhe der voraussichtlichen Behebungskosten einordnet, ist denkbar. Die verschiedenen Gruppierungsmöglichkeiten werden im Folgenden analysiert, mit dem Ziel, eine sinnvolle, benutzerfreundliche Klassifikation für Softwareprogramm zu finden.

In der Regel sind Datensätze zum Mängelmanagement nur schwer zu erhalten und selbst beim Zugriff sind die Informationen nicht standardisiert. Um die Daten zu analysieren, ist ein Standardisierungsprozess erforderlich. Es ist notwendig, dass die Daten organisiert und gegebenenfalls neu erstellt und erweitert werden, damit nützliche Daten für Forschungszwecke extrahiert werden können.²⁶⁸

3.4.2.1 Studienvergleich

In diversen wissenschaftlichen Arbeiten wird versucht, die Verteilung von Mängeln zu klassifizieren. Damit sollen die Mängel vergleichbar werden und es soll aufgezeigt werden, wo die Defizite und Potentiale liegen, auf welche Bauteile besonders Acht gegeben werden muss oder welche Gewerke eine erhöhte Mängelgefährdung aufweisen. Im anschließenden Studienvergleich werden sowohl deutschsprachige als auch internationale Möglichkeiten und Systeme beschrieben, wie diese Kategorisierung aussehen kann.

Schach et al. sehen die Zuteilung zum Gewerk und eine Stichwortsuche für Mängelbeschreibungen als zielführend an. Die Autoren haben im Rahmen ihrer Prototypentwicklung eines Mängelmanagementsystems eine Bibliothek mit vorgegebenen Mängeltextrn entworfen. Auf Basis einer umfangreichen Sammlung an Mängelprotokollen wurde ein Schlagwortkatalog erstellt, der mit Partnern aus Bauunternehmen diskutiert und validiert wurde. Mittels einer Spezifikation des Mangels über die Gewerkzugehörigkeit und ein Schlagwort können die vorbereiteten Mängeltextrn einfach ausgewählt werden, wodurch eine Eingabehilfe geschaffen wurde.²⁶⁹

²⁶⁸ Vgl. Georgiou 2010, S. 372f.

²⁶⁹ Vgl. Schach 2007, S. 219.

In der Studie von Rauh et al. wurden Projekte analysiert, die von der deutschen TÜV SÜD Industrie Service GmbH zur Verfügung gestellt wurden. Bei den verwendeten Bauten handelt es sich um Mehrfamilienhäuser mit einer unterschiedlichen Anzahl von Wohneinheiten, teilweise mit (Tief-) Garage. Die Dokumentation der Objekte im Großraum München erfasste den Zeitraum von 2005 bis 2010 und beruht auf drei bis zwölf Baustellenbegehungen pro Projekt. Die Gliederung der 1296 aufgezeigten Mängel folgt dem deutschen Standardleistungsbuch Bau. Bei der Auswertung wurde ersichtlich, dass knapp 50% der aufgetretenen Defizite auf lediglich sieben Gewerke zurückzuführen sind. Den größten Anteil an Mängel verzeichnen die Putz- und Stuckarbeiten und Wärmedämmsysteme mit 13,12%, gefolgt von den Maler- und Lackierarbeiten und den Beschichtungen mit 9,72%. Auf Platz drei der häufigsten Mangelleistung liegen die Fenster und Außentüren mit 6,79%.²⁷⁰

Nach einer Einteilung anhand der beeinträchtigten Bauteile zeigen die Untersuchungsergebnisse eine Verteilung von 70% aller Mängel auf 10 von 42 vordefinierten Bauteilen. Die meisten Fehler sind an Fenstern und Türen zu finden. Insgesamt 29,66% aller Mängel fallen in die Bereiche Fenster- (12,40%), Balkon-/Terrassen- (9,73%), Raum- (7,53%), Wohnungsabschluss-, Haus- und Außentüren.²⁷¹

Die Autoren Aljassmi und Han wählen einen anderen Zugang in ihrer Konzepterstellung. Sie klassifizieren die Mängel nach einer Literaturrecherche in neun Gruppen, die die Ursachen für die Mängelentstehung darstellen. Aus dieser Art der Einteilung erwarten sie sich eine Gewichtung der wichtigsten Gründe, um diesen besser vorbeugen zu können. Die Studienautoren identifizieren folgende Punkte als maßgebenden Bestandteil der Mängelentstehung:²⁷²

- schlechte Verarbeitungsgüte,
- falsche Materialienwahl,
- Weglassen von Arbeitsschritten,
- Abweichungen von den vorgesehenen Abmessungen,
- Verstoß gegen Anweisungen,
- Nichtbeachtung von Berufsprinzipien und Vereinbarungen,
- Nichtbeachtung von Gesetzen und Verordnungen,
- Ignoranz von gegenseitiger Abhängigkeit von Leistungen und
- Umsetzung von irreführenden Anweisungen.

²⁷⁰ Vgl. Rauh 2014, S. 44.

²⁷¹ Vgl. Ebenda, S. 48.

²⁷² Vgl. Aljassmi 2014, S. 178.

Einen anderen Ansatz wählen die Autoren Georgiou, Love und Smith. Sie unterteilen Mängel in die drei weit gefassten Kategorien technische, ästhetische und funktionale. Technische Mängel resultieren aus einer schlechten Arbeitsleistung mit einer zu geringen Verarbeitungsgüte und Qualität oder aus einem fehlerhaften Material. Dadurch können die Strukturanforderungen nicht mehr erfüllt werden. Ästhetische Mängel stehen mit der Erscheinung eines Elements in Zusammenhang und beeinflussen diese negativ. Funktionale Mängel machen ein Gebäude unbrauchbar, sodass es nicht für den angedachten Zweck genutzt werden kann.²⁷³

Bei einem Vergleich mit anderen Studien („Bauschadensprohylaxe als Beitrag zur Qualitätssicherung“ von Weyhe, 2005 und „Zweiter Dekra-Bericht zu Baumängeln an Wohngebäuden“ von Dekra GmbH, 2008) wurden von den Autoren Rauh et al. die Verteilung der Mängel nach Gewerkgruppen gegenübergestellt. Nach einer ABC-Analyse wurden jene Gewerke herausgefiltert, die kumulativ eine Häufigkeit von mehr als 30% ergeben. Im Stadium des Rohbaus machen eine Handvoll Gewerke schon ein Drittel aller Defizite aus. Die mangelanfälligsten Leistungen sind dabei in allen Studien gleich: Betonarbeiten, Mauerarbeiten und Abdichtungsarbeiten. Beim Ausbau sind es durchgängig die Gewerkleistungen Putz- und Stuckarbeiten und Wärmedämmsysteme sowie Fenster und Außentüren. Auch in dieser Zuteilung reichen vier Gewerke aus, um eine Mängelhäufigkeit von über 30% zu erreichen.²⁷⁴

Eine Analyse der Zuteilung von Mängeln auf die dazugehörigen Bauteile ergibt in den verglichenen Studien allerdings eindeutige Differenzen. Während in den Dokumentationen der TÜV Projekte Türen und Fenster den häufigsten Ursachenbereich darstellt, können diese Ergebnisse von den anderen Studien nicht bestätigt werden bzw. werden diese Bauteile nachrangige Priorität zugesprochen. Darum lassen die deutlichen Unterschiede zur angegebenen Häufigkeitsverteilung keine allgemeinen Aussagen in Bezug auf die Bauteilgruppen zu. Rauh et al. liefern jedoch einen Ansatz zur Erklärung dieser Differenzen. Ihrer Meinung nach kann ein Grund für die verschiedenen Werte sein, dass die Randbedingungen der Projekte zu unterschiedlich waren. Die Qualifikation der Beteiligten und die Baubedingungen können dazu geführt haben, dass keine Übereinstimmung bei der Mangelverteilung möglich ist. Aus diesem Grund wird von den Autoren bezweifelt, dass eine Einteilung von Mängeln bezüglich der Bauteile zielführend ist. Ihren Erkenntnissen nach kann jedoch dem Bauteilkomplex Fenster und Türen in der Praxis ein erhöhter Qualitäts- und Überwachungsbedarf zugewiesen werden.²⁷⁵

²⁷³ Vgl. Georgiou 1999, S. 163.

²⁷⁴ Vgl. Rauh 2014, S. 55f.

²⁷⁵ Vgl. Ebenda, S. 58f.

In der Studie von Böhmer et al., bei der 70 Ein- und Zweifamilienhäuser untersucht wurden, erreichte wiederum der Bereich Gebäudeabdichtung/Perimeterdämmung mit 19% den größten Mängelanteil. Auch die Bereich Innenputz/Estrich/Innenausbau schlug sich mit 17% in der Auswertung nieder, gefolgt von Rohbau/Statik/Dachkonstruktion mit 14%. Gemeinsam mit den Bereichen Wärmedämmung/Schallschutz/Brandschutz (11%), technische Anlagen (10%), Fassade/Dach/Dachentwässerung (8%) und Fenster/Türen (8%) sind von den 1642 erfassten Mängeln bereits 87% erreicht.²⁷⁶

An einem Klassifikationsstandard für Mängel haben sich auch Park et al. versucht. Dabei ist es nach Meinung der Autoren entscheidend, dass alle Einteilungen und Einordnungen von Mängeldaten so strukturiert sind, dass nicht nur die Ursachen und Auswirkungen präzise ermittelt werden, sondern auch Managementpläne zur Verbesserung erstellt werden können. Die Mängelklassifikation ist notwendig, um einer Struktur für die Informationssysteme zu entsprechen. Erst dadurch wird eine Kontrolle der Informationen wie Kausalitäten, Kostenauswirkungen, Arbeitssituation, Kontrollzeit, Arbeitsmaßnahmen, Kontrollverfahren, etc. möglich. Genauso unabdingbar ist es, den Komfort und die Effizienz beim Anwenden des Klassifizierungssystems zu berücksichtigen.²⁷⁷

Auch die Autoren Lee et al. schreiben, dass die meisten Daten zu Mängel typischerweise in unstrukturierten Formaten verfügbar sind. Die Anzahl der Defizite, die in einem Projekt auftreten, können in die Tausende gehen, einschließlich kleinerer und größerer baulicher Fehler. Solche Mängeldaten werden üblicherweise zusammengefasst und in Büchern als Fallbeispiele veröffentlicht oder als einzelne Dateien zur Ablage in Datenbanken gespeichert. Diese Dateien existieren jedoch als unstrukturierte textbasierte Daten, z.B. als PDF- oder Word-Dokumente, Tabellenkalkulationen, HTML-Seiten und so weiter. Der Inhalt der Fallstudien besteht normalerweise aus Titel, Beschreibung, Bild, Diagramm, Fehlerursache, Verhinderungsmethode, usw. Die tatsächlichen Inhalte unterscheiden sich aber von Fall zu Fall. Selbst wenn Beispielfälle in einem maschinenlesbaren Format gespeichert werden, können Benutzer sie nicht ohne eine geeignete Datensammlungsstruktur finden und analysieren. In Bezug auf Mängel enthält die Kontextinformation oft Konstruktionsmethode, Platz, Komponente, Material, o.Ä. Außerdem müssen Analysedaten wie Grundursache, Mangeltyp, Kosten und Zeitaufwand eingegeben werden, um die weitere Auswertung zu unterstützen. Nur durch die Kombination von Kontext- und Analysedaten ist es möglich, den Projektbeteiligten wertvolles Wissen sowohl auf der spezifischen Aufgabenebene für das Abrufen relevanter Daten, als auch auf der Kooperationsstrategieebene für die Analyse von Daten bereitzustellen. Um schließlich die Situation, in der ein Mangel aufgetreten ist, leicht zu ver-

²⁷⁶ Vgl. Böhmer 2015, S. 12.

²⁷⁷ Vgl. Park 2013, S. 62.

stehen, sind beschreibende Informationen wie 2D-Plänen, Schnittzeichnungen, Bilder und weitere Spezifikationen erforderlich.²⁷⁸

In der Studie von Forcada et al. über Mängel in Wohnhäusern wird zwischen Charakteristiken für Gebäude und für Mängel unterschieden. Um die Bauwerksstruktur gesamtheitlich zu erfassen, sind die Brutto-Geschoßfläche, die Anzahl der Wohnungen und die Baukosten aufzuzeichnen. Die Spezifikation der Mängel erfolgt über die Art des Mangels, den Ort im Gebäude, das beeinträchtigte Bauelement und den zuständigen Subunternehmer bzw. das ausführende Gewerk.²⁷⁹

Wie zuvor erörtert, sollten verschiedene Arten von detaillierten Kontextinformationen aufgezeichnet werden, um strukturierte Mängeldaten zu erzeugen und die Verwendbarkeit und Suchgenauigkeit von diesen Informationen zu verbessern. Bei der Betrachtung von Büchern über Fallbeispiele sind die meisten Kontextinformationen in jedem Fall enthalten. Dieser Kontext wird jedoch im Abschnitt Titel und Mangelbeschreibung textlich ausgedrückt. Daher sind die Daten nur für den Menschen, aber nicht für Computer lesbar. Um die aufgezeichneten Inhalte maschinell lesbar zu machen, wurden Strukturen zur Datensammlung unter Verwendung von Codes oder Industriestandard-Klassifizierungssystemen vorgeschlagen. Das manuelle Eingeben von Daten durch Codes (z.B. Malen 9915 und Innenwände 75) oder Standardklassifizierungen (z.B. Zementstuck 22-092423 und Wandenden 21-032010) ist jedoch arbeitsintensiv und untergräbt die Arbeitseffizienz des Qualitätsmanagers.²⁸⁰

Die wissenschaftliche Publikation von Pan und Thomas, „Defects and Their Influencing Factors of Posthandover New-Build Homes“, behandelt unter anderem eine Zusammenfassung von Mängeleinteilung aus der existierenden Literatur. Dabei beinhalten die Gruppierungen oft ähnliche Kategorien wie Risse, aufsteigende Feuchte, Unebenheiten an Wänden und Böden, Undichtheiten und falsche Installationen der Haustechnik bei Elektro und Sanitär. Daneben ist auch eine Einteilung in bauphysikalische Bereiche wie unzureichender Brandschutz, fehlerhafte Abdichtung und unangemessene Schallübertragungen oder Funktionsbeeinträchtigung bei den Heiz-, Kühl- und Lüftungssystemen denkbar.²⁸¹

Einige weitere Studien haben sich laut Pan und Thomas auf einzelnen Bereiche oder Funktionen eines Bauwerks spezialisiert. So konnten alleine 14 verschiedene Mängelkategorien bezüglich nassen oder feuchten Bereichen in Gebäuden identifiziert werden, wobei undichte

²⁷⁸ Vgl. Lee 2016, S. 103.

²⁷⁹ Vgl. Forcada 2014, S. 631.

²⁸⁰ Vgl. Lee 2016, S. 103.

²⁸¹ Vgl. Pan 2014, S. 6.

Stellen oder Leckagen den Großteil der Mängel darstellen. Ebenso können Mängel auf die äußere Hülle eines Bauwerks bezogen werden. Hier lassen sich zum Beispiel die acht Kategorien fehlerhafte Konstruktion, ausbeulende Wände, Verfärbungen der Wand im Spritzwasserbereich, Ablösungen von Putz oder Farbe, Risse, Feuchtstellen oder Pilz- und Flechtenwachstum, Zerfall des Daches und Holzzersetzung bei offenen Fensterrahmen oder Balkonen anwenden.²⁸² Die Autoren selbst identifizierten in ihrer Studie 16 lokale Bereiche in denen Mängel aufgetreten sind. Diese waren Badezimmer, Schlafzimmer, Toilette, Außentür, Gebäudehülle, Garage, Garten und Zufahrt, Eingangsbereich, Küche, Treppenabsatz, Treppenstufen, Dachboden, Wohn- und Essraum, Gartenschuppen, Gesamtgebäude (Mangel betrifft mehrere Räume) und Fenster. Alle der 3209 aufgenommen Mängel wurden in diese Kategorien eingeteilt, wobei in der Küche (14,9%) und im Badezimmer (14,1%) am häufigsten welche auftraten.²⁸³ In weiterer Folge wurden die Mängel nach ihrer Art klassifiziert. Die 13 festgestellten Typen waren Verstopfungen der Leitungen, die Wasserzuleitung, Risse, Schäden, Spalten/Lücken und Zugerscheinungen, das Warmwassersystem, undichte Stellen, Elektroinstallationen, Versagen des Materials oder von Komponenten, kleinere Justierungen und Anpassungen, das Lüftungssystem, Nachziehen von Schrauben oder Anbringen weiterer Nägel und Klebeband sowie Drainagen. Nach der Übernahme wurden die meisten Mängel den kleineren Anpassungen und Nachjustierungen (22,1%) zugeordnet.²⁸⁴

Rotimi et al. forderten in einem Fragebogen ihre Studienteilnehmer auf, die Arten von Defekten anzugeben, die sie beim Einzug in ihrer neuen Häuser beobachtet hatten. Die Studienteilnehmer erhielten eine Checkliste mit 43 Definitionen von Standardmängeln in Wohnhäuser. Diese wurden aus einer Literaturrecherche erarbeitet. Die Studienteilnehmer konnten weitere individuelle Mängel hinzufügen, die sich von den im Fragebogen angegebenen unterscheiden. 81% Prozent bestätigten das Vorhandensein von Mängeln zum Zeitpunkt der Übernahme, während der Rest angab, dass ihre Häuser mangelfrei waren. Die Studienteilnehmer bestätigten die 42 Mängelarten und ergänzten 13 weitere. Die 10 häufigsten Mängel waren dabei in absteigenden Reihenfolge: ungleichmäßige Anstrichflächen, Abplatzungen, schlecht verarbeitete Oberflächen, fehlerhafter Bodenbelag, schlecht befestigte Tür- und Fenstergriffe, schlecht installierte Kücheneinheiten, Rissbildung, schlecht befestigte Sanitäreinrichtungen, mangelhafte Ausführung von Betonarbeiten und Türschlösser.²⁸⁵

Die in der Studie von Lee et al. vorgeschlagenen Klassifizierungsgruppen Arbeitsleistung, Raum, Bauelement und Material erfassen die Kontextinformationen, die im BIM Modell ge-

²⁸² Vgl. Pan 2014, S. 2.

²⁸³ Vgl. Ebenda, S. 5.

²⁸⁴ Vgl. Ebenda, S. 6.

²⁸⁵ Vgl. Rotimi 2015, S. 46.

speichert sind. Jede dieser Klassen unterteilt sich in weitere Untergruppen, die einer standardisierten Nomenklatur folgen. So gibt es auch die Klassen Mangelart und Mangelursache. Erstere hat wieder Subklassen wie Riss, Ablösung, undichte Stelle, Abplatzung etc. Die Mangelursachen unterteilen sich in Bereiche wie Arbeitsstörungen, Versäumnisse, das Vergessen von Objekten oder Arbeitsschritten, Abweichung von technischen Standards usw. Diese Kategorien beinhalten zwei weitere Informationen: den Zeitpunkt, als der Mangel entstanden ist und das Unternehmen, das dafür verantwortlich war.²⁸⁶

Ein von Georgiou entwickeltes System zur Klassifizierung beinhaltet die Kategorisierung von Mängeln, die beeinträchtigten Bauelemente und die verantwortlichen Gewerke. Darin gibt es 12 verschiedene Mängelarten, 35 Gebäudeelemente und 12 Gewerkzuordnungen. Gebäudeelemente können dabei Fundierungen, Ziegelmauern, Dacheindeckungen, Betondecken, etc. sein. Dieses System wurde mittels einer umfassenden Studie mit Partnerunternehmen aus der Industrie entwickelt.²⁸⁷ Bei der Durchführung einer Umfrage ergab sich dann die in Tabelle 2 dargestellte Verteilung von Mängeln und Gewerken, wobei zwischen privaten Auftraggeber und Bauträgern unterschieden wurde.

Mangelkategorie	Privat %	Bauträger %	Gewerke	Privat %	Bauträger %
Risse	3,80	8,83	Außenarbeiten	3,00	6,10
Feuchtigkeit	2,99	6,85	Zimmerer	23,90	22,90
Entwässerung	1,28	4,25	Maurer	13,80	14,70
äußere Undichtigkeit	1,75	3,68	Installateur	24,20	25,90
Unvollständig	39,42	18,91	Elektriker	3,30	2,40
innere Undichtigkeit	0,69	1,30	Pflasterer	11,00	10,30
Diverses	0,22	0,51	Trockenbau	11,00	10,00
Voschriften	2,08	4,30	Diverses	6,20	8,50
strukturelle Eignung	1,06	1,30			
Wasserschlag	3,39	3,74			
Spalt beim Fensterbrett	5,33	2,72			
Verarbeitung	37,99	43,60			
Gesamt	100	100		100	100

Tabelle 2: Verteilung von Mängeln und Gewerken nach Georgiou 1999, S. 167-168

²⁸⁶ Vgl. Lee 2016, S. 108.

²⁸⁷ Vgl. Georgiou 2010, S. 374.

3.4.2.2 Mangelgruppen nach Macarulla et al.

Die Autoren der Studie „Standardizing Housing Defects: Classification, Validation, and Benefits“, Macarulla et al. haben 2013 ein standardisiertes System zur Klassifizierung von Mängeln entwickelt, da es zuvor so etwas in Spanien nicht gegeben hat. Andere Arbeiten aus Australien und Schweden wurden als Grundlage für die Entwicklung einer ersten Fehlerklassifikation für den spanischen Kontext verwendet. Darüber hinaus wurden Mängel, die während der Errichtung von 20 Gebäuden in Spanien zwischen 1999 und 2009 gemeldet wurden, analysiert, um die Liste zu vervollständigen. Dann wurden mehrere Workshops von einer Expertengruppe durchgeführt, um das vorgeschlagene System zu diskutieren und zu verbessern. Das Expertengremium setzte sich aus Fachleuten zusammen, die sich auf das Baumanagement mit besonderem Interesse für Qualität spezialisiert haben: zwei Professoren der Fakultät für Bauingenieurwesen an der Universität Politècnica de Catalunya, zwei Geschäftsführer von spanischen Baufirmen, die sich auf den Wohnungsbau spezialisiert haben, und ein Qualitätskoordinator von einer spanischen Baufirma, der sich auf Wohnungen und öffentliche Gebäude spezialisiert hat. Die Teilnehmer wurden ermutigt, die Taxonomie des Klassifizierungssystems zu kritisieren und Modifikationen vorzuschlagen. Während der Workshops haben die Experten Vorschläge eingebracht und Kategorien geändert oder hinzugefügt. Schließlich einigten sich die Experten auf die Definitionen der einzelnen Klassifizierungskategorien. Um die Kategorisierung zu validieren, wurden acht persönliche, strukturierte Interviews durchgeführt und die wissenschaftstheoretische Angemessenheit, Wiederverwendbarkeit und Zuverlässigkeit des Klassifizierungssystems bewertet. Befragt wurden sechs Bauleiter und zwei Qualitätskontrolleure mit mindestens 10 Jahren Erfahrung. Persönliche Interviews wurden ausgewählt, um die Kommentare und Gefühle der Befragten zu erfassen und gegebenenfalls die Bedingungen des Klassifizierungssystems zu klären.²⁸⁸ Das Klassifizierungssystem von Macarulla et al. ist in einer reduzierten Anzahl von Kategorien organisiert, um funktional zu sein und um statistische Analysen zu erleichtern. Einige dieser Kategorien enthalten Unterkategorien, um die Einzelheiten jeder Kategorie anzugeben.²⁸⁹ Die Tabelle im Anhang zeigt das resultierende Klassifizierungssystem mit der Definition und den Beispielen für jede Kategorie und Unterkategorie.

Obwohl die Experten der Ansicht waren, dass biologisches und chemische Reaktionen und Veränderungen hauptsächlich während des operativen Stadiums auftreten, wurden sie in das vorgeschlagene Klassifikationssystem aufgenommen, um den gesamten Lebenszyklus des Projekts mit dieser Einteilung zu erfassen.²⁹⁰

²⁸⁸ Vgl. Macarulla 2013, S. 970.

²⁸⁹ Vgl. Ebenda, S. 971.

²⁹⁰ Vgl. Ebenda, S. 973.

In einer späteren Untersuchung von Forcada et al. in „Assessment of construction defects in residential buildings in Spain“ konnten 3647 von gesamt 3676 Mängel einem adaptierten Klassifizierungssystem zugeordnet werden. Dabei blieben die biologischen und chemischen Veränderungen der Bauteile unberücksichtigt. Die Baumängeldaten von 68 Wohngebäuden wurden durch zwei große spanische Bauunternehmen zu Verfügung gestellt.²⁹¹ Eine Gruppierung nach den beeinträchtigten Bauteilen ergab eine Zuteilung von 3656 Mängeln in 17 Hauptklassen, wobei der Großteil (47%) auf Stützen, Innenwände, Außenwände und Boden entfällt.²⁹² Bei einer weiteren Zuordnung der Mängel nach dem Ort ergaben sich 3656 Mängel in 15 räumlichen Bereichen.²⁹³ Schließlich wurden die Mängel noch nach der Zuständigkeit der Subunternehmer aufgeteilt. Auch hier konnten 3656 Mängel 13 ausführenden Bereichen zugeteilt werden.²⁹⁴ Die eindeutige Beschreibung eines Mangels verlangt nach Art, zugehörigem Bauteil, Ort und zuständigem Gewerk. Diese Einteilungen lassen sich in der Studie von Forcada et al. in 13 bis 17 Unterpunkte gliedern, die eine genaue Bestimmung des Mangels ermöglichen (Abbildung 23).

Defect type	Element	Location	Subcontract
Ajected functionality	Ceiling	Common areas	Ceilings
Detachment	Concrete wall	Exterior area	Coatings
Flatness and levelness	Door	Floor above ground	Door and window closures
Incorrect installation	Exterior woodwork	Floor below ground	Earthworks
Misalignment	External wall	Garage	Foundations
Missing	Floor	General	Furniture and devices
Others	Furniture	Hall and corridor	Impermeablemembranes
Soiled	General	Kitchen	Installations
Stability/movement	Internal wall	Living	Insulations
Surface appearance	Item	Lobby	Partitions and closures
Tolerance error	M&E	Main staircase	Pavements
Water problems	P&S	Roof	Roofs
	Pillar	Room	Structures
	Roof	Terrace	
	Slab	Washroom	
	Stairs		
	Window		

Abbildung 23: Klassifizierung von Mängeln nach Forcada 2014, S. 631-636

Das Klassifizierungssystem wurde unter Berücksichtigung der Merkmale des spanischen Wohnungsbaus entwickelt. Die Befragten vertraten die Auffassung, dass die Klassifikation nicht in anderen Bereichen verwendet werden kann, aber sie könnte als Ausgangspunkt für die Entwicklung von Klassifizierungssystemen für andere Gebiete dienen.²⁹⁵ Dieses System bietet eine umfangreiche Aufteilung der Mangelarten in einer Detaillierungstiefe, die für sta-

²⁹¹ Vgl. Forcada 2014, S. 631.

²⁹² Vgl. Ebenda, S. 632.

²⁹³ Vgl. Ebenda, S. 634.

²⁹⁴ Vgl. Ebenda, S. 636.

²⁹⁵ Vgl. Macarulla 2013, S. 975.

tistische Auswertungen geeignet ist. Im Anhang befinden sich die englischen Originalbegriffe und die Definitionen bzw. Einteilung dieser.

3.4.2.3 Mangelgruppen nach Schultz et al.

Die dänischen Wissenschaftler Schultz et al. haben ebenfalls ein brauchbares Klassifizierungssystem entwickelt. Die verwendeten Forschungsdaten der Mängel bestehen in ihrer Studie aus zwei quantitativen Datensätzen von Bauprojekten. Der erste Datensatz stammt von einer zentralen staatlichen Datenbank für Vergleichswerte, die seit 2004 besteht sowie einem zweiten Datenpool aus einer zusätzlichen Erhebung mittels Fragebögen. Die Werte der staatlichen Vergleichsprojekte umfassen Daten zu Mängel und Projekteigenschaften aus 329 Bauprojekten und 621 Bauverträgen. Diese im Zeitraum 2007-2010 fertiggestellten Gebäude wurden in der Studie bewertet. Die staatliche Datenbank nimmt ihre Daten nach einer Reihe von Kriterien auf, bei denen Mängel bei der Übergabe eines der umfassenden Bewertungskriterien sind, die die Qualität abgeschlossener Bauprojekte abbilden. Die Daten werden im Rahmen eines Konsensverfahrens mit dem Auftraggeber und den Auftragnehmern validiert. Die Validierung wird als entscheidend angesehen, da die Bewertungsergebnisse bei einer öffentlichen Ausschreibung von Auftragnehmern in Dänemark aktiv verwendet werden. Die gesetzlichen Bestimmungen zu dieser Bewertung betreffen jedoch nur öffentliche und öffentlich geförderte Gebäude wie Sozialwohnungen o.Ä., während alle anderen privaten Bauvorhaben freiwillig teilnehmen können. So wurde im Zusammenhang mit dem Start der Forschung im Jahr 2010 beschlossen, Daten aus evaluierten Projekten aus einem Zeitraum von drei Jahren (2007-2010) zu verwenden. Bei diesen Daten erschien der Validierungsprozess am konsequentesten und es konnte eine ergänzenden Umfrage gestartet werden. Die Daten aus den versendeten Fragebögen umfassten 90 Fragen, die von 130 der 621 befragten Auftragnehmern (21% Antwortquote) und 67 der 329 befragten Kunden (20% Antwortquote) ausgefüllt wurden. Diese Gruppen wurden speziell zu den Bedingungen befragt, die den Bau ihrer spezifischen Bauvorhaben kennzeichneten, die zuvor aus der Datenbank bewertet wurden. Der Fragebogen wurde aus den Themenfeldern der Literaturrecherche entwickelt und die Antworten wurden anschließend mit dem vorhandenen Datensatz verknüpft.²⁹⁶

Die Analyse wurde in mehrere Schritte unterteilt. Zuerst wurden auf der Grundlage der staatlichen Daten die Mängel in drei Schweregrade kategorisiert. Anschließend wurden die bewerteten Bauprojekte in drei Qualitätsgruppen aufgeteilt, die von Projekten mit wenig bzw. wenigen optischen Mängel bis hin zu Projekten mit vielen oder schwerwiegenden Mängeln reichten. Im Anschluss wurde eine Literaturrecherche durchgeführt, um jene Elemente zu

²⁹⁶ Vgl. Schultz 2015, S. 429.

identifizieren, die von der Forschung als signifikant für die Qualität und die Anzahl der Konstruktionsmängel angesehen werden. Die Überprüfung basierte auf einer Stichwortsuche und bildet die Grundlage für die Gestaltung des Fragebogens. Schließlich wurden die Daten einer Analyse unterzogen bei der die statistischen Unterschiede zwischen den drei Qualitätsgruppen im Mittelpunkt standen.²⁹⁷

Basierend auf den Daten der Vergleichswerte wurden die Mängel in drei Schweregrade eingeteilt. Ausgangspunkt für diese Klassifizierung ist das Datenregister über die Anzahl und Schwere von Mängeln bei der Übernahme, die sich auf den einzelnen Auftragnehmer beziehen. Diese Information wurde in das Datenbanksystem vom Kunden aufgrund seiner gemeinsamen Übernahmeprüfung mit dem Auftragnehmer eingespielt und anschließend in einer Korrespondenz mit dem Auftragnehmer konsolidiert. Der Schweregrad bezieht sich hierbei auf die Behebungskosten.²⁹⁸

- A0 – kosmetische Mängel, d.h. Mängel ohne oder mit unbedeutender technischer Konsequenz für das Bauvorhaben.
- A1 – leichte Mängel, d.h. Mängel mit geringer technischer Bedeutung sowie Mängel ohne Einflussnahme oder Beeinträchtigung der Funktion von Teilen des Bauvorhabens.
- A2 – schwerwiegende oder kritische Mängel, d.h. Fehler mit einiger oder großer technischer Bedeutung sowie Mängel, die das Bauvorhaben oder die Funktion von Teilen des Bauvorhabens maßgeblich negativ beeinflussen.

Diese Einteilung erlaubt eine strukturierte Kategorisierung in unterschiedliche Arten von Mängeln, bei der die Kosten und der Aufwand zur Behebung im Vordergrund stehen.

²⁹⁷ Vgl. Schultz 2015, S. 429.

²⁹⁸ Vgl. Ebenda, S. 431.

3.5 Mangelkosten

In diesem Kapitel werden Kosten für die Mängel anhand von zwei Themenblöcken analysiert. Es wird Fachliteratur aus dem In- und Ausland gesammelt und in die folgenden Untergruppen eingeteilt:

- Deutschland/Österreich/Schweiz,
- Internationale Literatur.

Die Kosten für die Nachbesserungsarbeiten werden nach den üblichen Baupreistabellen bzw. je nach Zeitaufwand und Materialverbrauch ermittelt. Hinzu kommen die Kosten für die Baustelleneinrichtung wie zusätzliche Gerüste und Transport- oder Hebezeuge sowie Schutzmaßnahmen und die Reinigung. Zudem werden auch die erforderlichen Regiekosten für Gutachten, Sonderfachleute, Bauleitung, Statiker, etc. verrechnet.²⁹⁹ Eine jede Mangelkostenberechnung kann aus Sicht eines GU an seinen Subunternehmer als kleines Einzelprojekt gesehen werden. Dabei werden auf die Einzelkosten der Teilleistung auch die Gemeinkosten zuzüglich Zentralregie und Wagnis und Gewinn aufgeschlagen, wie in Abbildung 24 zu sehen ist.

Lohnaufwand
+ Materialaufwand
= Einzelkosten der Teilleistungen
+ Baustellengemeinkosten
+ Allgemeine Geschäftskosten
+ Wagnis + Gewinn
= Baukosten
+ Nebenkosten
- Sowiesokosten
- Anteil verbrauchter Nutzungsdauer
= Schadenskosten

Abbildung 24: Ermittlung der Mangelkosten nach Hankammer 2013, S. 95

Die Kosten für das Mängelmanagement können unterschiedlich breit aufgefasst werden. Josephson, Larsson und Li schreiben in ihrer Arbeit, dass man beispielsweise die erneute Arbeitsleistung, das verschwendete Material und die Reparaturen in der Gewährleistung hinzurechnen kann. Sie verweisen aber genauso wie Love und Irani³⁰⁰ auf Feigenbaum der

²⁹⁹ Vgl. Hankammer 2013, S. 92.

³⁰⁰ Vgl. Love 2003, S. 650.

1991 die Kosten in die drei Gruppen Ausfallkosten, Bewertungskosten und Verhütungskosten unterteilte.³⁰¹

- Ausfallkosten können entweder intern oder extern zugeordnet sein. Die internen Fehlerkosten entstehen, wenn ein Fehler oder Mangel behoben wird, bevor das Produkt die Organisation verlässt oder während es noch unter der eigenen Kontrolle steht. Umgekehrt sind externe Fehlerkosten solche, die aufgrund von Fehlern oder Mängeln des Produkts entstehen, die festgestellt werden, wenn das Produkt bereits an den Kunden übergeben wurde.
- Die Bewertungskosten umfassen alle Ausgaben, die für die Erkennung von Fehlern oder Mängeln aufgewendet werden, indem die Konformität verschiedener Elemente mit dem geforderten Qualitätsniveau oder den Qualitätsanforderungen verglichen wird. Zu den zu überprüfenden Positionen gehören ausgestellte Architektur- und Konstruktionszeichnungen, laufende Arbeiten, eingehende Materialien (z. B. Bewehrung, Türbeschläge usw.) und fertige Produkte.
- Die Verhütungskosten umfassen die Summe aller ausgegebenen oder investierten Beträge, um Fehler oder Mängel zu vermeiden oder zumindest signifikant zu reduzieren. Das heißt, es werden Aktivitäten finanziert, die darauf abzielen, die Ursachen möglicher Fehler zu beseitigen, bevor sie auftreten.

Eine Berichterstattung über die Qualitätskosten mit detaillierten Informationen über die drei Kategorien, Ausfall, Begutachtung und Prävention, skizziert ein klares Bild der relativen Verteilung der Qualitätskosten innerhalb eines bestimmten Zeitraums. Diese Information dient drei Zwecken. Erstens hilft es, Qualitätsprobleme zu verfolgen, indem man die Art dieser Probleme identifiziert. Zweitens zeigt es die Wirksamkeit der Kontrollbemühungen und hebt hervor, wo Verbesserungen vorgenommen werden müssen. Drittens bietet es eine Basis für die Bewertung von Maßnahmen zur Qualitätsverbesserung in zukünftigen Projekten.³⁰²

Die Arbeitsprozesse der Mangelentdeckung, -weiterleitung, -organisation und ihre Behebung kosten Zeit und Ressourcen. Personen verbringen die teuren Arbeitsstunden mit der erneuten Anfahrt zur Baustelle, der Suche nach dem Mangelort, der Behebung und Ausbesserung des Mangels und im besten Fall auch mit der dazugehörigen Dokumentation. Diese Korrekturleistung muss erneut überprüft und in einem weiteren Dokumentations- und Freigabeprozess mit allen Beteiligten abgewickelt werden. Grundsätzlich werden die mit der Nacherfüllung in Verbindung stehenden Kosten von jener Partei getragen, die den Mangel zu

³⁰¹ Vgl. Josephson 2002, S. 77.

³⁰² Vgl. Al-Tmeemy 2012, S. 830.

verschulden hat. Diese Pflicht der Kostentragung umfasst all jene Positionen, die zur Organisation und Vorbereitung der Arbeiten und der schlussendlichen Mängelbeseitigung notwendig sind, damit der vertraglich vereinbarte Zustand hergestellt werden kann.³⁰³

Der Ablauf einer anschließenden Mangelverfolgung ist in der unten stehenden Abbildung 25 dargestellt. Die Reklamation des Mangels kann durch den Auftragnehmer, andere Subunternehmer, den Auftraggeber, seine Vertretung oder von Seiten der Behörden durchgeführt werden. Im Anschluss wird entschieden, ob es sich um einen Mangel handelt und welche Beeinträchtigung dieser hervorruft. Je nach Schwere der optischen oder funktionalen Störung wird am Ende eine Nacherfüllung, eine Preisminderung oder ein Schadenersatz angestrebt.

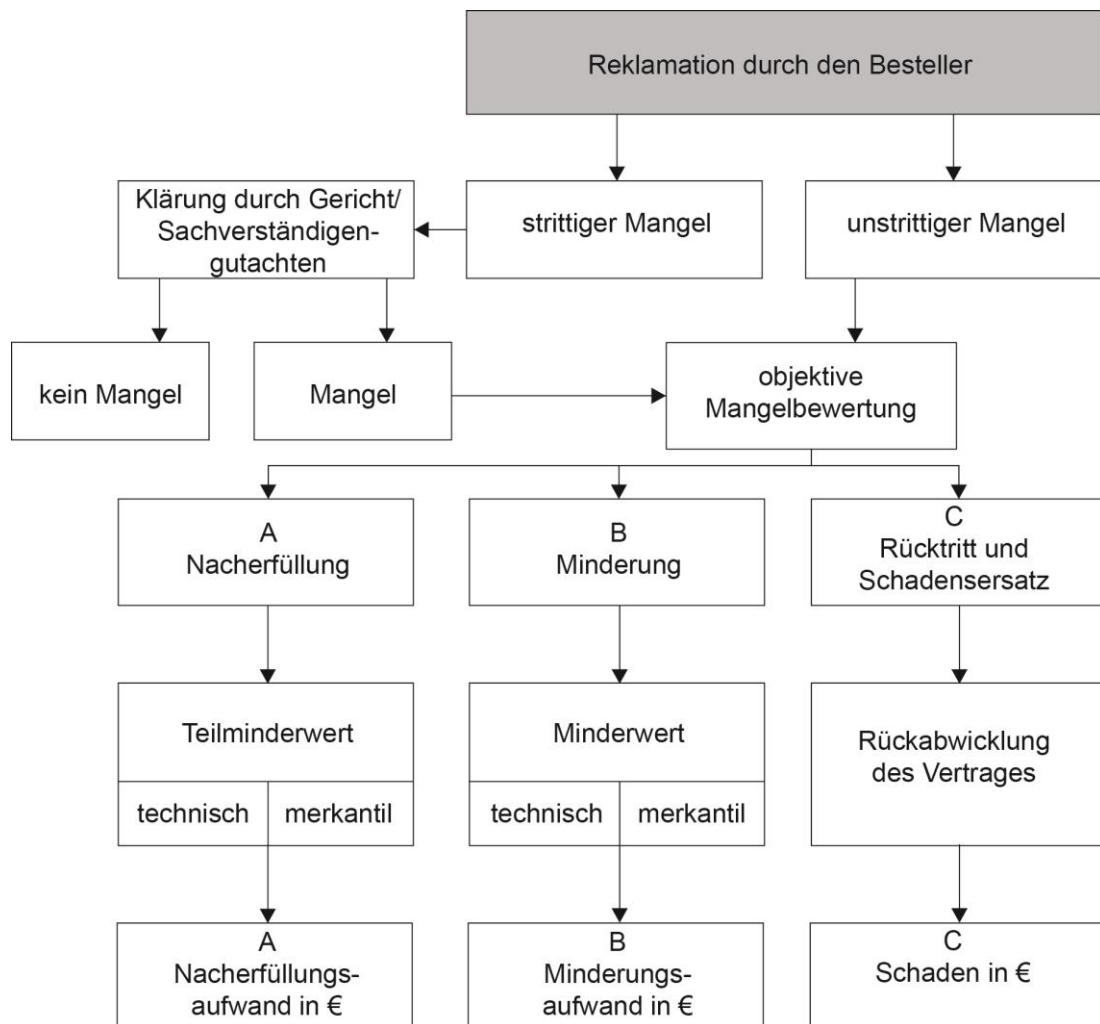


Abbildung 25: Mangelverfolgung nach Hankammer 2013, S. 97

³⁰³ Vgl. Wirth 2016, S. 96.

3.5.1 Deutschsprachiger Raum

In der Studie von Rauh et al. wurden neben dem Prozess auch die Kosten abgefragt, die durch die Maßnahmen zur Mängelbeseitigung entstehen. Aus Sicht der Unternehmen kann die Qualität der Leistung plausibel am Aufwand der Mängelbeseitigung gemessen werden. Diese Vorgehensweise führt jedoch dazu, dass hinzunehmende Unregelmäßigkeiten oder geringfügige Mängel nur kaum oder überhaupt nicht in die Projektkosten eingehen. Für die quantitative Messung der Qualität mittels der Kosten der Mängelbeseitigung ist ein spezielles Konto im Kontoplan Voraussetzung. Die Ergebnisse der Studie zeigen, dass 51% der befragten Unternehmen ein solches Konto besitzen. Zur Überraschung der Studienautoren verwenden 41% der Umfrageteilnehmer keine Rückstellungen für Mängelbeseitigungsmaßnahmen bei der Ermittlung der Leistungswerte. Des Weiteren wurde im Rahmen der Befragung der Zeitaufwand zur Beseitigung von Mängeln erhoben. Hierbei gaben die meisten Unternehmen an, dass der Zeitaufwand und die davon abgeleiteten Mängelbeseitigungskosten in der Größenordnung des durchschnittlichen kalkulatorischen Gewinns bei etwa 2-3% liegen.³⁰⁴

Im Dekra Bericht zu Mängeln im Wohnungsbau wurden pro Projekt im Durchschnitt rund 32 Mängel festgestellt. Noch während der Ausführung wurden 56% der entdeckten Mängel ausgebessert, wobei der bautechnische Ausbau mit 37% den größten Anteil dieser Auswertung stellte.³⁰⁵ Die Kosten die bei der unmittelbaren Beseitigung der Mängel anfielen, betrugen inklusive der deutschen Mehrwertsteuer von 19% rund 10.300 € pro Mangel. Nicht berücksichtigt sind in diesen Werten jene Kosten, die anfallen falls eine Ersatzvornahme durchgeführt wird, Mängel nicht rechtzeitig erkannt und beseitigt werden, Mietausfälle und Rechtsberatung oder Prozesskosten.³⁰⁶ Die weiteren Folgekosten wie Gerichtskosten, Gutachten oder Wertverlust können auf das Dreifache der ursprünglichen Mängelbeseitigung steigen.³⁰⁷

Werden die Baufehler und Mängel bereits in der Ausführung reduziert, entlastet das die Bauleitung in Bezug auf ihre Managementaufgaben. Nachbesserungsarbeiten verursachen im Vergleich zur ursprünglichen Leistungserbringen einen höheren Arbeitsaufwand, bei welchem laut Rauh et al. mit einem Zuschlag auf die Herstellkosten in der Höhe von 10-15% gerechnet werden kann.³⁰⁸

³⁰⁴ Vgl. Rauh 2014, S. 17f.

³⁰⁵ Vgl. Dekra 2008, S. 5.

³⁰⁶ Vgl. Ebenda, S. 30.

³⁰⁷ Vgl. Ebenda, S. 5.

³⁰⁸ Vgl. Rauh 2014, S. 155.

Des Weiteren gibt es Literatur, die aus Fallstudien Kostenkennwerte generieren, die zur Beurteilung von Schadens- und Mängelbehebungen herangezogen werden können. Diese Kennzahlen sind ähnlich einem Standardleistungsverzeichnis aufgebaut. Es finden sich zum Beispiel bei Motzke Werte für die Sanierung von Rissen in Mauerwerken oder für das Instandsetzen von Dachtragwerken.³⁰⁹ Dabei sind die einzelnen Arbeitsschritte detailliert aufgeschlüsselt und mit Kosten- und Aufwandsansätzen je Einheitsgröße hinterlegt. Zudem werden die Annahmen, die der Ermittlung zugrunde liegen, klar dargestellt.

Hofstadler und Kummer beschreiben in ihrem Beitrag zum 14. Grazer Baubetriebs- und Bauwirtschaftssymposium die Möglichkeit die Dokumentationskosten zu beziffern, in dem mittels einer Multimomentenaufnahme die einzelnen Arbeitsprozesse und deren Zeitaufwand gemessen werden. Aufgrund von Einarbeitungseffekten und der lediglich einmal erforderlichen Arbeitsvorbereitung je Dokumentationsobjekt, kann ihrer Meinung nach von einem regressiven Kostenverlauf ausgegangen werden.³¹⁰

³⁰⁹ Vgl. Motzke 2015, S. 81ff.

³¹⁰ Vgl. Hofstadler 2016, S. 123f.

3.5.2 Internationale Literatur

Während in der deutschsprachigen Literatur der Kostenfaktor kaum berücksichtigt wird, gibt es international durchaus Forschungen, die sich mit dem monetären Aufwand der Mangelverbesserung beschäftigen. In der Arbeit von Josephson, Larsson und Li wurden insgesamt 2.879 Konstruktionsfehler oder -mängel festgestellt, die von dem Forschungspersonal an sieben Baustellen erhoben wurde. Die geschätzten Korrekturkosten beliefen sich auf 4,4% der Gesamtkosten für den gewählten Beobachtungszeitraum. Wenn die Gewinnspanne der Bauindustrie bei etwa 2% liegt, ist es offensichtlich, dass die direkten Kosten der Nacharbeit inakzeptabel sind. Dies erklärt auch, warum es für die Industrie unerlässlich ist, die Ursachen von Mängeln zu verstehen und dementsprechend vorbeugende Maßnahmen zu ergreifen, um die Nacharbeit zu reduzieren. Außerdem zeigten die von den Baustellen erhaltenen Ergebnisse, dass insgesamt 22.000 Stunden für Nacharbeiten aufgewendet wurden. Das entspricht 7,1% der gesamten Arbeitszeit während der Beobachtungszeiträume. Das heißt, jeder Arbeiter hat etwa 32 Minuten pro Tag damit verbracht, Probleme, Fehler oder Mängel zu korrigieren. Das würde eine Verzögerung von mehr als drei Wochen bei einem einjährigen Projekt bedeuten, unabhängig von anderen Ursachen für Verzögerungen wie schlechtes Wetter und Lieferverzögerungen bei Materialien.³¹¹ Es ist daher unabdingbar, eine Optimierung des Prozesses zu erreichen und Mängel zu vermeiden.

Die Verfasser der wissenschaftlichen Arbeit „The role of the supply chain in the elimination and reduction of construction rework and defects: an action research approach“ Taggart, Koskela und Rooke sehen allerdings Schwierigkeiten darin, Maßnahmen zu ergreifen, um die mit dem Mängelmanagement verbundenen Kosten zu erfassen. Wiederkehrende Baustellenbesuche sind ein ständiger Begleiter im Bauprozess, um die Mängel zu beheben und fertigzustellen. Diese ineffiziente Praxis führt zwangsläufig zu Auswirkungen auf die Kosten. Der Arbeitsprozess beinhaltet in weiterer Folge zusätzliche Ausgaben für Reisezeit, unproduktive Zeit, zusätzlichen Zugang und die benötigte Ausrüstung. Dieses Phänomen kann über die direkten Kosten, welche speziell im Zusammenhang mit dem Mangel selbst stehen, und die indirekten Kosten, die durch den wiederkehrenden Besuch entstehen, betrachtet werden. Zudem gibt es reine „physische“ Mängel, bei denen die Dokumentation, das Material oder eine Baustruktur keine vertragsgemäßen oder angedachten Eigenschaften aufweisen und sowieso behoben werden müssen. Demgegenüber stehen "Prozessmängel", bei denen der Prozess so abläuft, dass er gegenüber dem Optimum einen erheblichen Zeit- oder Ressourcenverlust darstellt.³¹²

³¹¹ Vgl. Josephson 2002, S. 80.

³¹² Vgl. Taggart 2014, S. 833.

Ein weiteres bedeutendes Hindernis bei der Aufnahme von Daten für Qualitätskosten ist die mangelnde Bereitschaft von Auftragnehmern und Subunternehmern, diese Daten zur Verfügung zu stellen. In den Augen von Al-Tmeemy, Rahman und Harun ist es wahrscheinlich, dass die vertraglichen Vereinbarungen den Auftragnehmer nicht dazu veranlassen, das tatsächliche Ausmaß der Probleme anzukündigen. Ein anderer möglicher Grund ist das mangelnde Bewusstsein für die tatsächliche Bedeutung von Qualitätskosten und inwieweit diese Kosten die Projektleistung beeinflussen können. Abgesehen von diesem Faktor gibt es das Problem der ungenauen Berichterstattung in Unternehmen, wo die aufgezeichneten Fehlerkosten nicht das tatsächliche Szenario widerspiegeln. Zum Beispiel wird das Melden von mangelhaften Arbeiten vor Ort manchmal ausgelassen, aus Angst für die Verbesserungskosten verantwortlich gemacht zu werden. Zu oft wird von den Zuständigen versprochen, das Problem sofort zu beheben, um die formale Erfassung des Fehlers zu verhindern und die Ausstellung eines Berichts über die Nichtübereinstimmung zu unterbinden. Diese Verantwortlichen würden dann die Kosten der Nachbesserung durch andere nicht autorisierte Kosteneinsparungsmaßnahmen, wie zum Beispiel billigere Bauverfahren substituieren. Somit sind die Fälle, in denen das Projekt anscheinend innerhalb der Kosten und mit minimalem Aufwand für die Mangelbehebung abgeschlossen wurde, möglicherweise nicht vollständig zutreffend.³¹³

Bei Josephson und Hammarlund variieren die während der Dauer ihrer Studie entstehenden Mangelkosten zwischen 2,3 und 9,4% der Produktionskosten.³¹⁴ Laut Shirkavand werden typischerweise 2-6% des Nettoproduktionswerts verwendet, um prozessbedingte Schäden (das sind solche Mängel, die während des Bauprozesses verursacht wurden und vom Kunden oder Benutzer nach der Inbetriebnahme des Gebäudes entdeckt wurden) in Bauprojekten zu beheben.³¹⁵

Die Untersuchungen von Love und Heng ergaben für die Mängelbehebung einen Anteil der Projektkosten von 3,15% bei einer Wohnanlage und 2,40% bei einem Industriebau.³¹⁶ Der Wohnbau bestand aus zwei 6-geschossigen Wohnblocks mit insgesamt 43 Wohneinheiten inklusive Tiefgarage und Schwimmbad. Das Projekt wurde mit einem traditionellen Pauschalvertrag abgeschlossen. Das zweite Objekt bestand aus einem 2-stöckigen Industrielager. Bei dem Projekt handelte es sich um einen Vertrag mit einem garantierten Höchstpreis und einem Sparbeteiligungsanreiz. Die Daten wurden ab dem Zeitpunkt gesammelt, an dem mit dem Bau vor Ort begonnen wurde, bis schließlich die Mängelhaftungsfrist abgelaufen ist. Daher berücksichtigen die Nacharbeitskosten nur die

³¹³ Vgl. Al-Tmeemy 2012, S. 835.

³¹⁴ Vgl. Josephson 1999, S. 685.

³¹⁵ Vgl. Shirkavand 2016, S. 4.

³¹⁶ Vgl. Love 2000, S. 483.

Kosten, die während des Produktionsprozesses des Projekts vor Ort entstanden sind.³¹⁷ Es wurde gezeigt, dass die Nacharbeiten den kritischen Weg vom Wohnbauprojekt um vier Wochen und beim Industriebau um drei Wochen beeinträchtigt hatten. Insbesondere bei der Wohnanlage wurde der Großteil der Mängelkosten durch Änderungen und Abweichungen vom ausgeschriebenen Vertrag verursacht.³¹⁸

In einer Zusammenfassung mehrere Fallstudien von Love et al. ist zu sehen, dass die direkten Nacharbeitskosten während des Baus zwischen 2-5% des Auftragswertes betragen. Unter Berücksichtigung der indirekten Kosten wurden sogar 16% bzw. 23% des Auftragswerts angegeben. Diese höheren Schätzungen enthalten zusätzlich eine Aufwandsentschädigung für die entstandenen Verspätungen der Fertigstellung. Wenn diese entfernt würden, würden die Nacharbeitskosten 6,6% und 3,6% des Auftragswerts betragen.³¹⁹

Es wurde von Taggart und seinen Kollegen festgestellt, dass die Subunternehmer den Hauptauftragnehmer als ihren Kunden ansahen und wenig Interesse an dem eigentlichen Projektkunden oder an den anderen Subunternehmern zeigten, mit denen sie interagieren mussten. Als Ergebnis dieser mangelnden Interaktion mit anderen Subunternehmern wurde ersichtlich, dass Fehler und unfertige Arbeiten oft liegengelassen werden, bis sie auf Mängel-listen erscheinen. Probleme und Mängel werden in einem frühen Teil des Prozesses erzeugt, aber erst in einem späteren Stadium entdeckt. Das kann dazu führen, dass sich die Auswirkungen des Problems drastisch erhöhen.³²⁰ In einem Beispiel wurde ein Unternehmen zitiert, das solche Kosten normal nicht misst, aber typischerweise 1% bis 1,25% für Mängelbeseitigung in der Ausschreibung berücksichtigt. Im Laufe des Interviews stellte sich heraus, dass dieser Wert bereitgestellt wurde, um die Managementkosten des Hauptauftragnehmers für den Prozess der Mängelbeseitigung zu decken, jedoch nicht für die Behebung der tatsächlichen Mängel. Es konnte bestätigt werden, dass die Subunternehmer im Normalfall Mängelkosten berücksichtigen. Die Höhe in welcher der Zuschlag für die Verbesserungsarbeiten in ihren Preisen einbezogen wird, konnte jedoch nicht quantifiziert werden. Klar ersichtlich wurde, dass ein erheblicher Kostenaufwand für den Kunden entstehen würde, wenn alle einkalkulierten Mängelkosten zusammengerechnet werden.³²¹

Um die Kosten des Mängelbehebungsprozesses besser zu verstehen und sichtbar zu machen, verknüpften die Forscher in weiterer Folge die Mängelliste des Baustellenmanagers

³¹⁷ Vgl. Love 2000, S. 482.

³¹⁸ Vgl. Ebenda, S. 483.

³¹⁹ Vgl. Love 2016, S. 1.

³²⁰ Vgl. Taggart 2014, S. 834.

³²¹ Vgl. Ebenda, S. 835.

mit Tagarbeitsstarifen (23,00 € pro Stunde für allgemeine Arbeiter und 30,00 € pro Stunde für Spezialisten). Eine Baustellenbegehung wurde genutzt, um die geschätzten Arbeitsstunden den aufgelisteten Mängeln zuzuordnen. Schätzungen für den Einsatz von Baumaschinen und Materialien sowie ihren Kosten wurden ebenfalls abgeleitet. Die Kalkulation für die Verbesserungsarbeiten auf Grundlage der Liste des Bauleiters betrug schlussendlich etwa 1,3% der Gesamtprojektkosten. Zusätzlich müssen allerdings die Kosten für Architekten, Elektroingenieure, Maschinenbauingenieure und Kundenbetreuer hinzugefügt werden. Darüber hinaus können Kosten aus zusätzlichen Mängellisten berücksichtigt werden, die nach Ablauf der Mängelbehebungsfrist erstellt werden und so die endgültigen Gesamtkosten weiter nach oben treiben.³²²

Love und Irani verglichen verschiedene internationale Studien in Bezug auf die Kosten der Qualitätssicherung von der Ausführung. Dabei variierten die Ergebnisse zwischen 3,3% und 12,5% der Projektkosten.³²³ Das ist darauf zurückzuführen, dass unterschiedliche Arten von Bauwerken wie Wohn- und Industriebau miteinander verglichen wurden. Als eigene Forschungsobjekte der Autoren wurden ebenfalls ein Hochbau und ein Industriebau untersucht. In weiterer Folge entwickelten die Autoren ein QM System in dem alle Beteiligten ihre Kosten eintragen konnten. Dadurch konnte eine Auswertung der Kosten nach Gewerk und Ursache für das untersuchte Projekt erfolgen, in der klar aufgeschlüsselt wurde, wer wie viel für die Mängelbehebung aufwenden musste.³²⁴

Mills, Love und Williams zeigen 2009, dass Mängel im Durchschnitt etwa 4% des Vertragspreises ausmachen. Dies umfasste sowohl die direkten Kosten der Mängelbehebung als auch die damit verbundenen Kosten, die von den Versicherungen getragen wurden, um den Anspruch zu prüfen. Die untersuchten Wohnbauten wurden in einem Zeitraum von 1982 bis 1999 errichtet. Die Preise für die Mängelbehebungen wurden schließlich auf die Preisbasis von 2006 umgerechnet.³²⁵

Es stellte sich zudem heraus, dass die teuersten Mängel aus Wassereintritten an undichten Fenstern und anderen Orten resultierten. Darüber hinaus war es nicht überraschend, dass die Kosten von Mängeln an neuen Häusern geringer waren als bei Renovierungen und Erweiterungen. Zudem weisen die Forschungsergebnisse darauf hin, dass es keinen signifikanten Unterschied zwischen der Qualität von Wohnungen gibt, die von privaten Bauherren und Wohnbauträgern gebaut wurden. Die Häuser, die von den größeren Firmen

³²² Vgl. Taggart 2014, S. 835.

³²³ Vgl. Love 2003, S. 652.

³²⁴ Vgl. Ebenda, S. 658.

³²⁵ Vgl. Mills 2009, S. 14.

gebaut wurden, scheinen jedoch wesentlich mängelfreier zu sein als die von kleineren. Dies liegt ihrer Meinung nach daran, dass erstere besser organisiert sind und einen professionelleren Ansatz für das Qualitätsmanagement verfolgen.³²⁶

In der wissenschaftlichen Studie von Love et al. 2009 vergleichen die Autoren mehrere Forschungsarbeiten. Dabei stellen sie fest, dass sich jene Kosten, die mit Mängeln in Verbindung stehen, signifikant auf die Hoch- und Tiefbauprojekte auswirken. Die Qualitätsabweichungen für Konstruktionsprojekte können demnach bis zu 12,4% des Auftragswerts betragen, wovon jedoch der Großteil auf Konstruktionsänderungen zurückzuführen ist. Es hat sich auch gezeigt, dass die Nacharbeitskosten bei Bauprojekten erheblich variieren. So ergaben Untersuchungen, dass die gemeldeten Mängel bei großen Wohnanlagen 5,9% des Auftragswerts betragen. Weitere Forschungen ergaben, dass Dokumentationsfehler und ein fehlendes Qualitätssystem typischerweise die Projektkosten um 10% erhöhen. Darüber hinaus wurde festgestellt, dass Projekte, die keine Qualitätssicherung einsetzten, Nachbesserungen von mehr als 5% des Vertragswertes zu erwarten haben. Wenn jedoch ein Qualitätssystem verwendet wird, können die Kosten für Verbesserungsarbeiten weniger als 1% betragen. Es wurde in weiteren Untersuchungen gezeigt, dass die durchschnittlichen Gesamtkosten für Nacharbeiten 12% betragen, welche sich aus 6,4% direkten und 5,6% indirekten Kosten zusammensetzen. In einem bestimmten Beispiel hat man zudem herausgefunden, dass die indirekten Nacharbeitskosten einen Multiplikatoreffekt hatten, der das Sechsfache der tatsächlichen direkten Kosten der Mängelbehebung betrug.³²⁷

Daten zu Mängelkosten sind in der Regel schwer zu erhalten und unterschiedliche Interpretationen und Definitionen davon haben zu einer Uneinheitlichkeit bei der Datenerfassung und -quantifizierung geführt. Verschiedene Studien berichteten beispielsweise, dass die Kosten für Nachbesserungen bei Wohn-, Industrie- und Gewerbebauten zwischen 2% und 6% der Auftragswerte betrugen, während andere wiederum zeigten, dass diese Zahl zwischen 2% und 12% lag. Je nach Datengrundlage können die direkte Nacharbeitskosten 3,15% des Auftragswerts in Wohnprojekten und 2,4% in Industriebauten betragen. Bei wieder anderen Projekten ergeben sich die Nacharbeitskosten zu 4,4% des Bauwerts. Bei Forschungen zu den Kostenunterschieden zwischen Neubauten und Bestandsrenovierungen wurde festgestellt, dass die Nachbesserungsarbeiten von Mängeln 5,06% der Fertigstellungskosten neuer Gebäude und 3,23% der Fertigstellungskosten von renovierten Gebäuden ausmachten.³²⁸

³²⁶ Vgl. Mills 2009, S. 16.

³²⁷ Vgl. Love 2009, S. 481.

³²⁸ Vgl. Forcada 2017, S. 2.

Kosten können laut Love und Heng dabei sowohl interne als auch externe Ursachen haben. Interne Qualitätskosten erhöhen die Betriebskosten eines Unternehmens, z.B. Nacharbeiten, Materialverschwendung und andere vermeidbare Prozessverluste. Externe Qualitätskosten führen jedoch zu einem Verlust von Profiten: zum Beispiel vertragliche Ansprüche, Mängelbeseitigung und den Verlust zukünftiger Geschäfte. Qualitätskosten können verwendet werden, um die Ursachen schlechter Qualität zu identifizieren und um Schätzungen ihrer direkten und indirekten Kosten zu entwickeln. Dann können diese Informationen benutzt werden, um Initiativen zur Qualitätsverbesserung zu bestimmen, die darauf ausgerichtet sind, signifikante Kosteneinsparungen und Qualitätssteigerungen für die Organisationen zu erreichen.³²⁹

³²⁹ Vgl. Love 2000, S. 480.

3.6 Digitale Werkzeuge für das Mängelmanagement

Um das Mängelmanagement effizienter abzuwickeln, wurden bereits einige digitale Werkzeuge entwickelt. Eine Wissensdatenbank ist dabei Voraussetzung für das Ziel, in Zukunft komplett mängelfrei zu produzieren. Dies wird in diesem Abschnitt kurz beleuchtet. Im Anschluss werden verschiedene Applikationen auf ihre Funktionen untersucht und die aktuelle Forschung zum Thema BIM in Verbindung mit dem Mängelmanagement beleuchtet. In diesem Kapitel sind daher folgende Punkte kurz zusammengefasst:

- Wissensmanagement,
- Digitale Werkzeuge,
- BIM und digitale Plattformen.

In der Studie von Rauh et al. wurde festgestellt, dass Webanwendungen wie cloudbasierte Lösungen am häufigsten im Bereich der Mängelmanagementsoftware verwendet werden. Dieses System funktioniert unter dem Prinzip des Client-Server-Modells und ist oft mit zusätzlichen webbasierten Schnittstellen ausgestattet. Die Rechenleistung wird dabei durch einen Dienstleisteranbieter bereitgestellt, von dem auch die Software entwickelt wurde. Somit werden die ressourcenaufwendigen IT-Prozesse ausgelagert und kleinere bzw. mittlere Unternehmen können genauso leistungsfähige Softwarelösungen in Anspruch nehmen. Der Zugriff auf die Anwendung erfolgt dann über Webbrowser, bei denen sich der Nutzer durch Accounts authentifiziert. Diese Identifikation erlaubt eine kontrollierte Vergabe von Zugriffsrechten und verknüpft den Anwender mit der entsprechenden Datenbank. So kann eine Protokollierung der Zugriffe, Bearbeitungen oder Änderungen gewährleistet werden. Die Softwarelösungen bieten überdies die Möglichkeit individuelle Module zu programmieren und das Programm um weitere Funktionen zu erweitern, wodurch eine Anpassung an die Nutzeranforderungen gegeben ist. Mängelmanagementlösungen werden entweder als eigenständige Anwendung oder als Modul in einem Projektraum angeboten. Die eigenständigen Programme dienen ausschließlich der Erfassung und Verwaltung von Mängeln, während die Nutzung als Modul in einer übergeordneten Software oder einem Projektraum den Vorteil bietet, mit einer einzigen Lösung die elektronische Datenverwaltung eines Bauvorhabens abwickeln zu können.³³⁰

³³⁰ Vgl. Rauh 2014, S. 92f.

3.6.1 Wissensmanagement

In der heutigen Zeit kann mit diversen Suchmaschinen online nach jeder erdenklichen Information gesucht werden. Dafür muss diese allerdings zuerst digital eingetragen und öffentlich zugreifbar gemacht werden. Unsere Erfahrung beruht auf den Informationen, die wir täglich verarbeiten und ist ein wertvolles Gut, das weitergegeben werden sollte. Dadurch kann aus Fehlern gelernt werden und es ist möglich den erneuten Eintritt dieser zu verhindern. Für eine Prävention ist eine Implementierung der Informationen und Daten in ein Wissensmanagement daher unumgänglich. Hier lässt sich ansetzen, indem bestehende Strukturen analysiert, Verknüpfungen hergestellt, Daten automatisiert verarbeitet werden und mit benutzerfreundlichen visuellen Interfaces ausgestattet werden. In einer ausführlichen Dokumentation lässt sich das tatsächliche Baugeschehen wiederfinden. Insgesamt kann das zur Vergrößerung des internen Wissens beitragen. Eine aussagekräftige Dokumentation abgeschlossener Projekte kann einen wesentlichen Wettbewerbsvorteil in der Kalkulation und Ausführung darstellen.³³¹

Als Reaktion auf die Zunahme von Mängeln in neuen Wohnungen versuchen die Wohnungsbaugesellschaften in England beispielsweise, die Art und Weise zu verbessern, wie sie aus Fehlerdaten lernen können, um Mängel in der Zukunft zu reduzieren. Die Ergebnisse von Hopkin et al. zeigen, dass die Baugesellschaften dazu tendieren, eine Reduktion der vorherrschenden Mängel durch geeignete Verbesserungen im Planungs- und Konstruktionsprozess zu erreichen. Die Informationen zur Verbesserung der Verarbeitungsqualität liegen in der Regel innerhalb der Unternehmen. Kommen die relevante Erfahrungen und das Wissen von außerhalb der Organisation, so gibt es großen Widerstand diese Initiativen zur Qualitätsverbesserungen anzunehmen.³³²

Kwon, Park und Lim fanden in ihren Untersuchungen heraus, dass die Subunternehmer oftmals nicht auf die Plattformen der Generalunternehmer zugreifen konnten. Darüber hinaus sammelten alle untersuchten Unternehmen praktische Mängelfälle und listeten sie in ihren eigenen Systemen auf. Ihre Mängeldatenbanken wurden jedoch nur aufgrund der vertraglichen Formalitäten erstellt, da die Mängel sowieso nach den praktischen Erfahrungen der Projektteilnehmer bearbeitet wurden, aber damit standen diese nicht allen zur Verfügung.³³³

Bei der Entwicklung eines effektiven Managementmodells für Mängel ist es wichtig, die Schlüsselfaktoren zu identifizieren, die zu diesen führen, so dass Bauingenieure und Füh-

³³¹ Vgl. Hofstadler 2016, S. 93.

³³² Vgl. Hopkin 2016, S. 2.

³³³ Vgl. Kwon 2014, S. 75.

rungskräfte die Fehler durch eine ausreichende Kontrolle der Faktoren reduzieren können. Frühere Arbeiten zur Mängelanalyse konzentrierten sich auf die Identifizierung von Faktoren aus Planung, Materialien, Verarbeitung, Umwelt und Wartung durch statistische Methoden. Solche Methoden stoßen laut Cheng et al. auf zwei Einschränkungen.³³⁴

- Erstens ist das Vorschlagen von Hypothesen oder das Entwickeln von Modellen für Mängelmechanismen in diesen Verfahren zeitraubend und subjektiv, wenn die Datensätze groß und kompliziert sind.
- Zweitens entsteht ein Mangel normalerweise durch eine Kombination verschiedener Faktoren. Daher ist es schwierig, versteckte Muster mit herkömmlichen Methoden zu identifizieren. Aufgrund der massiven Menge von Qualitätskontrolldaten und der fragmentierten Handelsstruktur der Bauprojektorganisation werden nur selten disziplinübergreifende Analysen von Konstruktionsfehlern durchgeführt.

Es besteht daher ein Bedarf, einen Ansatz zur automatisierten Extraktion von Assoziationsregeln aus massiven Datenbanken zu entwickeln. Die extrahierten Regeln können verwendet werden, um unbekannte Mängel vorherzusagen und die Qualität von Komponenten sicherzustellen, indem im Voraus vorbeugende Maßnahmen ergriffen werden. Folglich kann das Qualitätsmanagement von Bauprojekten verbessert werden.³³⁵

Wenn Prozesskontrollen Ist-Werte ergeben, die von den Plandaten abweichen, dann sind Steuerungsmaßnahmen vorzunehmen. Dadurch wird der Ist-Ablauf dem geplanten Soll-Zustand angenähert oder versucht, die Abweichungen zu minimieren. Sollten diese Maßnahmen zur Ablaufsteuerung jedoch nicht zu einer Verbesserung führen, dann liegen unrealistische Plandaten vor. Bevor weitere Überlegungen ergriffen werden, sind daher zuerst die Plandaten zu korrigieren. Obendrein sollte laufend überprüft werden, ob mittels Mängelanalysen und Systemverbesserungen im Arbeitsprozess zeitliche Einsparungen und eine Unterschreitung der Aufwandswerte und Plankosten möglich ist.³³⁶ Erst durch das systematische Beobachten von Arbeitsabläufen werden Mängelanalysen möglich. In der Baubranche ist die Multimomentaufnahme die bekannteste und wirksamste Methode. Sie dient als Grundlage für eine rationelle Arbeitsgestaltung und die Ergebnisse dieser Untersuchungen sind Checklisten, nach denen z.B. im Schalungsbau vorgegangen werden kann. Auch eine Arbeitsunterweisung, bei der die Arbeitskräfte systematisch informiert und eingewiesen werden, kann dazu führen, dass erkannte Mängel im Voraus beseitigt und verhindert

³³⁴ Vgl. Cheng 2015, S. 78.

³³⁵ Vgl. Ebenda.

³³⁶ Vgl. Bauer 2007, S. 721f.

werden und eine optimale Planung umgesetzt wird.³³⁷ Dafür kann wiederum eine Wissensdatenbank als Grundlage dienen.

Darüber hinaus scheinen herkömmliche Datenbanksysteme und textbasierte Suchvorgänge nicht ausreichend zu sein, um die Entdeckung und den Abruf von Informationen zu verbessern. Daher sollte eine geeignete Informationsplattform in Betracht gezogen werden, um es den Benutzern zu ermöglichen, leicht nach einzelnen Mängelfällen zu suchen und direkt darauf zuzugreifen. Um eine Plattform zu entwickeln, sollte der Fluss von Mangeldaten eng mit der Perspektive von Wissensmanagementprozessen verknüpft werden. Die Verwendung von diesen Daten in der Praxis ist jedoch aufgrund fehlender formeller Strukturen, unzureichender Dateneingabe, textbasierten Suche und unzureichender Weitergabe von Mangelinformationen sehr gering.³³⁸

Die Bauindustrie ist vielfältiger und komplexer geworden und es werden laufend neue Technologien und Materialien eingeführt, um den wachsenden Anforderungen der Kunden gerecht zu werden. Diese komplexen Umstände können zu unvorhersehbaren Mängeln führen, wenn unbekannte Technologien oder Materialien verwendet werden. Laut Lee et al. gibt es jetzt mehr Unsicherheiten im Vergleich zu typischen Projekten der Vergangenheit. Es gibt zu viele Projekte und unterschiedliche Mängel, als dass eine Person alle kennen kann. Es sind häufig sogar bekannte Fehler, die bei früheren Projekten innerhalb eines Unternehmens auftraten, aber kaum mit den anderen Mitarbeitern kommuniziert werden. Dabei ist das Teilen von Daten essentiell für ein Unternehmen. In der Praxis werden Mängel selten in der Öffentlichkeit diskutiert, es sei denn, sie werden als ernst genug betrachtet. Viele Unternehmen und Einzelpersonen weigern sich, ihre Fehler offenzulegen. Diese Situation steht im Gegensatz zur Web-Community, wo Experten, die auf demselben Gebiet arbeiten, verschiedene Fehlerfälle diskutieren und bereit sind, ihre Erfahrungen und ihr Wissen zu teilen. Um die gemeinsame Nutzung von Fehlerdaten zu verbessern, ist daher eine entsprechende Technologieplattform erforderlich, zusammen mit einer kulturellen Veränderung hinsichtlich der Offenheit von Fehlerdaten.³³⁹

³³⁷ Vgl. Bauer 2007, S. 732.

³³⁸ Vgl. Lee 2016, S. 102.

³³⁹ Vgl. Ebenda, S. 104.

3.6.2 Digitale Werkzeuge - Beispiele

Die Digitalisierung macht auch vor der Baubranche nicht halt. Laufend werden neue Start-ups und Firmen gegründet, mit dem Ziel, Softwarelösungen für diesen Bereich zu entwickeln und so die Prozesse zu optimieren. Ein Forschungsansatz wäre daher die Überprüfung von neuen Softwarelösungen, die beispielsweise folgende sein können:

- *Insite IT*,
- *Sablono*,
- *360°Photo*,
- *PAVE*,
- *Baumaster*,
- *dataPad*,
- *Prevera to go*.

Besonders spannend ist, in wie weit bereits Schnittstellen zu BIM Lösungen oder anderen Plattformen vorhanden sind, künstliche Intelligenzen ein Thema sind oder Kostenstellen angebunden sind. Außerdem wäre es interessant zu wissen, welche Möglichkeiten es im angloamerikanischen oder asiatischen Raum gibt. Die zuvor aufgelisteten Softwarelösungen werden im Anschluss kurz beschrieben, bevor die am österreichischen Markt stark vertretenen Anbieter *planradar* und *Docu tools* im Hinblick auf ihre Funktionen untersucht werden.

Insite IT ist ein Start-up aus Linz, das eine Software für die Dokumentation und Verfolgung der Logistik, des Materials und der Qualität auf Großbaustellen vertreibt. Dabei wird auf Konzepte des Lean Management Systems zurückgegriffen, indem alle Aktivitäten der Wertschöpfungskette aufeinander abgestimmt und durch ein zentrales Datenmanagement optimiert werden. Dadurch sollen signifikante Prozessverbesserungen bei der Materialplanung, Lagerung und Dokumentation erreicht werden. Zum Einsatz kommen dabei Smartphones, GPS, Barcodes und direkte Fotodokumentation.

Sablono entwickelt und vertreibt in Deutschland Softwarelösungen zur digitalen Planung sowie für die Steuerung und Kontrolle von Bauprojekten. Mit der Software *Sablono Onsite* konzentrieren sich die Entwickler vor Allem auf die Unterstützung der Projektsteuerer, Bauherren und ausführenden Unternehmen, indem der Fortschritt der Baustelle mit mobilen Endgeräten erfasst wird und auf der bereitgestellten Plattform in Echtzeit ausgewertet wird.

Das Konzept *360°Pano* vereinfacht den Prozess der Verortung, in dem es aktuelle Panoramafotos der Umgebung mitliefert, sodass der gesamte Kontext des Mangels sichtbar ist.

Dadurch entfällt die Suche nach der Verbesserungsstelle, da diese wegen der Panoramaaufnahme eindeutig im Raum visuell markiert ist.

PAVE versucht ebenso als SaaS Lösung die Effizienz in der Baudokumentation und im Mängel- und Aufgabenmanagement zu steigern. Ähnlich den Programmen *planradar* und *Docu tools* werden Mängel in den hinterlegten Plänen verortet. Die Software *PAVE* greift allerdings für die Auswertung auf den Einsatz von künstlicher Intelligenz zurück. Dadurch lassen sich beispielsweise Aussagen treffen, wer die zuverlässigsten Partner sind und wie hoch die Kosten für die Mängelbehebung sein werden. Die Digitalisierung soll den Soll-Ist-Vergleich vor Ort erleichtern, da die digitale Dokumentation direkt auf der Baustelle durchgeführt werden kann.

Der Softwareanbieter *Prevera* erstellt digitale Raumbücher. Diese können von der Planung über die Ausführung bis in den Betrieb und das Facility Management mitgenommen werden. Zusätzlich wird die Begleitung von BIM Projekten angeboten. Damit soll ein konfliktfreier Übergang vom Modell in der Planung zum Modell im Betrieb gewährleistet werden. Die Erweiterung *Prevera to go* konzentriert sich auf die Planung, Durchführung und Dokumentation von Begehungen. Die erfassten Daten können zur weiteren Bearbeitung in das integrierte Mängelmanagement übernommen werden. Alle gespeicherten Daten stehen für Vergleichsauswertungen zur Verfügung.

Baumaster bietet mit der Bauprojektmanagementsoftware einen Projektraum, in dem das Protokollieren und Dokumentieren der Bauprozesse erfolgen können. Die unterschiedlichen Aufgaben werden den Beteiligten zugeordnet und somit der Überblick bewahrt. Es können individuelle Formulare und Protokolle erstellt, ausgefüllt und versendet werden. Die Software *dataPad* schlägt in dieselbe Kerbe und ermöglicht eine digitale Auftragserfassung, ein Mängelmanagement und mobile Checklisten auf dem Tablet.

Allein im deutschsprachigen Raum gibt es eine Vielzahl an Apps und mobilen Lösungen zur Unterstützung des Mängelmanagements. An dieser Stelle werden die Klassifizierungssysteme der Softwareprogramme *planradar* und *Docu tools* näher betrachtet, da diese auch bei den befragten Unternehmen angewendet wurden. Dafür wurden die Gratisversionen der Anwendungen untersucht.

3.6.2.1 Planradar

Planradar ist ein österreichisches Unternehmen, welches eine webbasierte Lösung für das digitale Mängelmanagement bietet. Die Software soll eine einfache und schnelle, digitale Erfassung von Mängeln ermöglichen. Die Anwendung wird ausschließlich als SaaS-Dienstleistung angeboten und der Nutzer greift über einen Webbrowser auf das Programm und die in der firmeneigenen Cloud gespeicherten Daten zu. Mobile Apps sind für die gängigen Betriebssysteme in den entsprechenden App-Stores verfügbar und können auf Smartphones und Tablets geladen werden. Die Pläne können in den Formaten .pdf, .jpg und .png hochgeladen werden, auf denen schließlich die Mangelpunkte verortet werden. Diese können zudem gegliedert werden und in einzelnen Ebenen angeordnet bzw. gruppiert werden.

Planradar ermöglicht dem Nutzer eine freie Gestaltung der Kategorien. In den Voreinstellungen zum Projekt lassen sich zwei Eingabefelder ausfüllen, in denen die Mangeltypen und ihre zuteilbare Kategorie angelegt werden können. Vorinstalliert sind in der Obergruppe Mangeltyp bereits acht Einträge, welche aus den Überschriften Gewährleistungsmängel, behebbar und nicht behebbar, leichter und schwerer Mangel, allgemeiner Bauschaden, Bestandsaufnahme und Aufgabe bestehen. Zusätzliche Einträge können frei im Eingabefeld erstellt werden. In der zweiten Ebene stehen wiederum zehn Kategorien zur Auswahl, die beliebig erweitert werden können. Zu den bereits vorhanden zählen Fenster, Fassade, Tür, Belüftung, Sprinkler, etc. Das Anlegen dieser Gruppen erfolgt projektübergreifend. Damit im Projekt darauf zugegriffen werden kann, müssen die Kategorien dem jeweiligen Projekt zugeteilt werden. Mit Pins werden die Mängel schließlich am Plan verortet, wobei es allerdings kein dahinterliegendes Raumbuch gibt, nach dem sortiert werden kann. Gewerke und zuständige Personen können einfach zugeordnet werden und bei Bedarf auch gleich mit einer automatisierten Email mit vorgefertigtem Layout, voreingestellter Fristsetzung und Textbausteinen über den Mangel informiert werden. Des Weiteren ist das Festlegen einer Priorität und eines Mangelstatus möglich (offen, erledigt, in Bearbeitung, abgelehnt, Rückfrage, abgeschlossen).

3.6.2.2 Docu tools

Die Dokumentationssoftware *Docu tools* ist eine Weiterentwicklung einer Datenbanklösung die 2009 erdacht wurde, um Mängleinträge mit Fotos und Raumbucheinträgen zu verknüpfen. Seit 2012 existiert die Anwendung als eigenständiges Programm für Tablets und Smartphones. Es wird eine planbasierte digitale Mängelmanagementlösung angeboten, welche entweder lokal installiert werden kann oder als SaaS-Lösung über einen Webbrowser bezogen werden kann. Damit der Einstieg in die Software erleichtert wird, stellt das Unternehmen ein breites Angebot an Schulungen zur Verfügung.

Nach dem Anlegen der Benutzerkonten und der Grundeinstellungen lassen sich Pläne in den digitalen Projektraum hochladen. An dieser Stelle können auch Räume angelegt werden, die über Schnittstellen automatisch eingelesen werden und schließlich im Plan hinterlegt sind. Dadurch ist eine Auswertung und Filterung der Mängel nicht nur nach angelegten Gewerken, sondern auch nach einer Raumzuteilung möglich. Die erhobenen Mängel werden mit Pins im Plan verortet und mit Textfeldern und Fotos ergänzt. Aus den Gruppierungen nach Zuständigkeit oder Raum lassen sich ganze Mängellisten bzw. Berichte zusammenfassen, die im Programm noch individualisiert werden können. Zudem lässt sich der Status der Mängel anhand der Farbe des Pins deutlich erkennen, je nachdem ob dieser offen, erledigt oder abgeschlossen ist. Den Subunternehmern kann ein externer Zugang angeboten werden, über diesen sie die Mängel auf erledigt setzen. Mangelkategorien können des Weiteren je nach Projekt beliebig selbst angelegt werden. Diese dienen allerdings vor Allem der Detaileingabe, nach denen bestimmte Informationen gesucht werden können. Zu viele Kategorien führen hier zu einem unübersichtlichen Gemenge an verschiedenfarbigen Pins. Es können auch Berichte erstellt werden, in denen die Mängel selbst, die Fristsetzung und deren Nachbearbeitung, sowie die zeitliche Abfolge von Aktionen der zuständigen Personen gespeichert werden. Die Suche von Mängeldokumenten erfolgt über die Filterfunktionen, in der die Kategorie (z.B. Mangel, Schaden, offene Leistung, o.Ä.), der Status, der Raum und das zugeordnete Gewerk eingestellt werden kann.

3.6.3 BIM und digitale Plattformen

Digitale Plattformen und Projektumgebungen sind vor Allem bei größeren Projekten nicht mehr wegzudenken. Die gesamte Kommunikation und Datensammlung verläuft bei diesen über die zentrale Plattform. Wird eine kompatible Software zur Bearbeitung des Projekts eingesetzt und ist ein 3D-Bauwerksmodell vorhanden, können die Dokumentation des Bauablaufs und alle damit verknüpften Informationsvorgänge wie Schriftverkehr, Gutachten, Pläne, Protokolle, usw. im virtuellen Raum erfolgen. Auch Änderungswünsche und zeitliche Verzögerungen oder Kostenverläufe können visualisiert werden. Dabei werden die kleineren Systeme, die sich rein mit dem Mängelmanagement beschäftigen, in einem größeren System, wie zum Beispiel einem BIM Modell, übernommen.

Der Vorteil der Kommunikation über ein Gebäudemodell ist die bauteilbezogene und verortete Ablage von Dokumenten. Die Abwicklung aller Informations- und Managementprozesse kann zeitnah und modellbasiert stattfinden. In weiterer Folge bedeutet das, dass für eine lebenszyklusorientierte, ganzheitliche Modellierung des Bauwerks eine standardisierte und zentralisierte Informationsumgebung zur Verfügung steht. Dazu gehört auch die Ablage von Bautagesberichten, Lieferscheinen oder Bedienungsanleitungen und Mängeldokumentationen.³⁴⁰

3.6.3.1 BIM

Ein sich rasch entwickelnder Bereich ist die Automatisierung und Eingliederung von BIM-Prozessen. Die Rede ist von BIM 3D, 4D, 5D, etc., bei der neben der Planung weitere Verknüpfungen zu den Prozessen Kosten, Termine, Facility Management usw. eingegliedert werden. Diese Systeme sind allerdings nur dann wertvoll und unterstützend, wenn die dahinterliegenden Informationen ihr volles Potential ausschöpfen können.

Die mit BIM verknüpften Mängelmanagementsysteme ermöglichen die Zuordnung von Mängelrügen und Behinderungsanzeigen mit den Bauteilen sowie eine Überwachung dieser. Die Mängelpunkte können während den Baustellenbegehungen den örtlich exakt definierten Bauteilen angehängt werden und über vorgefertigte Formulare den bauausführenden Unternehmen gemeldet werden. Eine dreidimensionale, objektbezogene Verortung ist dabei in jedem Fall der aktuell am Markt erhältlichen Systemen (auf 2D Plänen gesetzten Pins) vorzuziehen. Ein Foto oder eine kurze Beschreibung kann dem Mangel im Modell hinzugefügt werden und die zuständige Firma wird automatisch verständigt. Selbst wenn das Mobilgerät bei der Mangelerhebung keine Internetverbindung hat, wird, sobald das Gerät wieder mit

³⁴⁰ Vgl. Herter 2017, S. 114.

dem Netz verbunden ist, auf Grundlage der aufgenommen Informationen eine Mangelanzeige mit Fristsetzung erstellt. Durch die digitale Vernetzung der Prozessschritte kann eine Mängelfeststellung eine Einbehaltung der Vergütung für die betroffene Leistung bewirken. Erst nach der Kontrolle der Verbesserung wird die Verrechnung freigegeben. Der teilautomatisierte Prozess ermöglicht dadurch eine deutliche Zeitersparnis in der Mängelbearbeitung.³⁴¹ Es lässt sich auf diese Art vergangene Aktion im Zusammenhang mit dem Bauteil einfach finden und verwalten. Die aktuellen oder bereits behobenen Mängel sind eindeutig einem Bauteil in einem Raum zugeordnet und werden im BIM Collaboration Format (BCF) bearbeitet.³⁴² Ma et al. beschreiben in ihrer Arbeit Anforderungen an ein BIM System, welches im Bereich des Mängelmanagements mit weiteren Kommunikationswerkzeugen ausgestattet sein sollte. Diese Tools entsprechen im Prinzip den bereits in der Arbeit vorgestellten: vorgefertigte Formulare, automatisierte Überprüfungen von Freimeldungen, etc.³⁴³

Voraussetzung für den Einsatz von BIM sind Standards wie *Industry Foundation Classes* (IFC) und *International Framework for Dictionaries* (IFD), die nicht herstellergebunden sind und einen offenen Ansatz verfolgen. Diese „open BIM“ Systeme, welche der Öffentlichkeit zur Verfügung stehen, verbessern den Datenaustausch zwischen verschiedenen BIM-Systemen auf Objektebene und minimieren so den Informationsverlust. Darüber hinaus strukturieren und vereinheitlichen Initiativen wie *UniClass* und *OmniClass* den Informationsgehalt organisatorischer Rollen, Projektphasen, Dienstleistungen oder Komponenteneigenschaften.³⁴⁴ So stellt beispielsweise das *buildingSMART Data Dictionary* einen Terminologie-Standard für BIM-Bibliotheken und Ontologien dar. Es handelt sich um eine objektorientierte Datenbank mehrsprachiger Begriffe, die in der Bauindustrie verwendete Konzepte und entsprechende IFC-Eigenschaften definieren, wie beispielsweise die Benennung von Objekten, Teilen, Attributen, Einheiten oder Werten. Regionale Anpassungen der IFC sind aufgrund der global eindeutigen Identifikationsnummern (*Globally Unique Identifier*) möglich. Die Wörterbuchdatenbank unterstützt die Interoperabilität von BIM-Inhalten über GUID zwischen BIM und projekt- oder produktspezifischen Daten.³⁴⁵ Dadurch kann ein Austausch der Daten in alle Systeme gewährleistet werden.

Zu den neueren Informations- und Kommunikationstechnologien zählt die erweiterte Realität (Augmented Reality), die virtuelle Information an die reale Welt anhängen kann. Das kann sich als ein nützliches Werkzeug für die Überprüfung der Bauleistungen vor Ort erweisen. In Echtzeit werden virtuelle Objekte mit den Bildern aus der realen Welt kombiniert, um dem

³⁴¹ Vgl. Herter 2017, S. 114ff.

³⁴² Vgl. Beetz 2015, S. 144

³⁴³ Vgl. Ma 2018, S. 37ff.

³⁴⁴ Vgl. Volk 2014, S. 13.

³⁴⁵ Vgl. Ebenda, S. 14f.

Benutzer zusätzliche Informationen bereitzustellen. Im ersten Schritt werden Objekte erkannt und die Kameraposition wird durch diese Objekte berechnet. Als nächsten Prozess werden die Orte, an denen virtuelle Objekte erzeugt werden, unter der Verwendung der berechneten Daten vorhergesagt. Schließlich werden die realen Bilder mit den virtuellen Bildern überlagert. Das Schlüsselement in diesem Prozess ist das Berechnen der Kameraposition unter Verwendung der von einer Kamera aufgenommenen Bilder und das Synthetisieren virtueller Objekte mit Hilfe der Positionsdaten.³⁴⁶ Bei der Entwicklung von genaueren Augmented Reality Systemen verbessert sich laufend die Standortbestimmung der Kamera. Die Wissenschaftler Neges et al. verwenden dazu beispielsweise Schilder, die den Fluchtweg anzeigen, um die Lokalisierung zu präzisieren.³⁴⁷ Verschiedene BIM-Modellinformationen eines Arbeitselements, wie z.B. 3D-Zeichnungen, Materialien und Pläne, werden virtuell angezeigt und können unter Verwendung der Kamerafunktion zur Überprüfung mit einem realen Bauteil herangezogen werden. Mithilfe dieser AR-Techniken können Manager und Mitarbeiter die Ergebnisse ihrer Aufgaben automatisch bestätigen, indem sie virtuelle Formen und Dimensionen auf die realen Objekte oder tatsächlichen Fotos projizieren.³⁴⁸ Anstelle ein Smartphone oder Tablet zu benutzen, bei dem die Kamera richtig ausgerichtet werden muss, um die gewünschten Bauteilinformationen zu erhalten, wurden bereits Baustellenhelme entwickelt, die über ein Visier die Zusatzdaten einblendet.³⁴⁹

Blankenbach beschreibt in seinen Untersuchungen die Möglichkeit die 3D Sensortechnologien wie Photogrammetrie und Laserscan in die BIM Modelle einfließen zu lassen und so einen Soll-Ist-Vergleich herzustellen. Als Auswertungsergebnis liegen bei der Photogrammetrie im Regelfall dreidimensionale Drahtmodelle vor, die vom Modell überlagert werden. Dadurch ist eine visuelle Kontrolle jederzeit möglich.³⁵⁰ Die Punktwolken des Laserscans können mit speziellen Anpassungsalgorithmen in das Modell eingelesen werden, woraus Objekte gebildet werden. Diese 3D-Modellierung erzielt eine hohe Genauigkeit, da die Geometrie anhand vieler Messpunkte bestimmt wird. Erwartet wird, dass die einzelnen Messsensoren zu einem Universalinstrument vereint werden und dann die Vorteile der einzelnen Systeme genutzt werden können.³⁵¹ Die Materialklassifizierung ist ein weiterer wichtiger Bestandteil jedes Systems, das zur automatischen Überwachung des Baufortschritts oder zur Erzeugung semantisch umfangreicher Bestandsmodelle beitragen möchte. Solche Aufgaben erfordern neben den dreidimensionalen Geometrieinformationen in Form von Punktwolken, dass zusätzliche semantische Informationen wie die Baumaterialien und

³⁴⁶ Vgl. Asgari 2017, S. 1133f.

³⁴⁷ Vgl. Neges 2015, S. 1.

³⁴⁸ Vgl. Park 2013, S. 67.

³⁴⁹ Vgl. Asgari 2017, S. 1133f.

³⁵⁰ Vgl. Blankenbach 2015, S. 353.

³⁵¹ Vgl. Ebenda, S. 359.

die konstruktiven Verbindungen der Gebäudeelemente erkannt werden. Im Fall der Materialien können solche Informationen aus Daten abgeleitet werden, die in 2D-Bildern enthalten sind. Der Datenabgleich vorhandener Materialien führt so zu einer automatisierten Materialerkennung.³⁵²

Lin et al. schlagen für die BIM-basierten Mängel folgende acht Komponenten vor, die erfasst werden sollten: Identifikationsnummer des Problems, Art, Datum, Beschreibung, Eigentümer, Personen, Anhänge und Antwortverlauf.³⁵³ Zusätzlich wurden in ihrer durchgeführten Studie drei Probleme sichtbar. Zum Ersten sind BIM-Modelle nicht immer vorhanden. Werden nicht von Anfang an Objekte dreidimensional modelliert und mit Informationen versehen, kann das ganze System nicht funktionieren. Als zweiten Punkt wird angemerkt, dass verschiedene Projekte auch unterschiedliche Informationen brauchen. Falsche Mangelinformationen und ungünstig gewählte Einstellungen können zu komplexen Darstellungen oder schwerwiegenden Identifizierungsproblemen führen. Daher ist es notwendig, einen klaren und einfachen, anschaulichen Ansatz zu verfolgen. Zu guter Letzt werden die verschiedenen Entwicklungsstufen (*level of detail* – LOD) eines BIM-Modells besprochen, welche die Genauigkeit der Informationsbereitstellung beeinflussen. Wenn die digitale Darstellung nicht ausreichend genau ist, kann auch der Techniker vor Ort keine Mängel am tatsächlichen Ort festhalten. Folglich muss die LOD des BIM-Modells angepasst werden. Je detaillierter das BIM-Modell allerdings ist, desto größer sind die benötigten Rechenressourcen.³⁵⁴

³⁵² Vgl. Dimitrov 2014, S. 37.

³⁵³ Vgl. Lin 2016, S. 906.

³⁵⁴ Vgl. Ebenda, S. 912.

3.6.3.2 Vollautomatisierung

Die Zukunft der Baubranche liegt in der weiteren Digitalisierung und der Anwendung von vollautomatisierten Systemen. Während mit Blockchain-Technologien das Vertragswesen und die Abwicklung der Zahlungen neu ausgerichtet werden, sind die ausführenden Bauleistungen von Robotern und Maschinen zu erbringen. Diese bieten den Vorteil standardmäßig mit einer einheitlichen Qualität zu produzieren und von äußeren Randbedingungen unabhängig zu sein.

Mehrere Start-ups und Unternehmen haben in letzter Zeit Roboter entwickelt, die konventionelle, aber oft arbeitsintensive Baupraktiken übernehmen sollen. Robert Bogue hat in seiner Arbeit einen kurzen Überblick über die ersten Errungenschaften dieser Entwicklungen verfasst. Beispielsweise hat ein New Yorker Unternehmen einen Maurer-Roboter entwickelt, der 2014 bereits mehr als 2000 Ziegel am Tag verlegen konnte. Kurze Zeit später wurde in Australien eine Maschine vorgestellt, die 1000 Ziegel in der Stunde verarbeiten konnte und aufgrund von dreidimensionalen Zeichnungen selbstständig Reihe für Reihe Wände aufbauen kann. Zudem werden vermehrt Roboter entwickelt, die Glasarbeiten durchführen können. Diese können in großem Umfang für die Installation von Glaspaneelen und Fenstern insbesondere bei Hochhäusern verwendet werden. Dadurch ist die Installation von Glasbauteilen in Bereichen mit eingeschränktem Zugang möglich, ohne dass teure Turmdrehkrane, Gerüste oder größere Mobilkrane benötigt werden. Zusätzlich floriert das Geschäft mit Drohnen. Diese werden mit hochauflösenden Kameras und anderen Sensoren ausgestattet und mit speziellen Softwarepaketen bestückt. Damit sind sie in der Lage umfassende Tätigkeiten zu übernehmen wie die Vermessung des Bauplatzes, die Überwachung des Projektfortschritts, die Transportlogistik, Gesundheits- und Sicherheitsbeurteilung oder die Ortung potenzieller Gefahren und Mängel.³⁵⁵

Nur durch eine Kopplung zwischen einer virtueller Planung und der dazugehörigen realen Ausführung, kann das Potential einer digitalen Baustelle ausgeschöpft werden. Die Informationen müssen nicht nur vom digitalen Modell auf die Baustelle kommen, sondern auch umgekehrt von der Baustelle zurück in das Gesamtmodell. Somit werden Änderungen und Zustände einzelner Prozessschritte und Bauteile in Echtzeit dokumentiert.³⁵⁶ Bereits heute werden eine Reihe automatisierter Technologien zur Datenerfassung für die Echtzeit-Fortschrittsverfolgung vor Ort verwendet. Ziel ist es, die Messung physikalischer Größen mit räumlichen Sensortechnologien zu automatisieren, um jederzeit die aktuellen Daten für Erd-, Maurerarbeiten, etc. zu haben. Dreidimensionale Sensortechnologien werden umfassend

³⁵⁵ Vgl. Bogue 2018, S. 1f.

³⁵⁶ Vgl. Klaubert 2011, S. 237.

untersucht, um 3D-Informationen in Echtzeit bereitzustellen und mit den Entwurfsinformationen zu vergleichen, die in den Gebäudeinformationsmodellen eingebettet sind. Durch die Verwendung von automatisierten Werkzeugen zur Fortschrittsverfolgung können Entscheidungsträger zeitnah Informationen erhalten, um den Projektfortschritt effektiver zu steuern.³⁵⁷ Durch die Integration der verschiedenen Erfassungssysteme werden die Nachteile der einzelnen Werkzeuge abgeschwächt. Beispielsweise kann eine Punktwolke aus digitalen Fotos wesentlich schneller und genauer erzeugt werden, wenn sie mit Laserscanning unterstützt wird. Der so genannte hybride Ansatz verbindet die Daten aus Photo-/Videogrammetrie und Laser-Scanning und kann mit weiteren Daten kombiniert werden, die mit Identifikations- und Lokalisierungstechnologien wie RFID oder Informations- und Kommunikationstechnologien wie BIM und mobile Applikationen gewonnen werden.³⁵⁸

In einigen Jahren werden es die Maschinen, Algorithmen und künstliche Intelligenzen sein, die das meiste der heutigen administrativen Arbeit erledigen. Genauso wird der Einsatz von Robotern steigern, welche die anstrengenden Bauleistungen übernehmen. Die Digitalisierung der gesamten Branche wird weitergehen und es wird wichtig sein, als bautechnisches Unternehmen in diese Bereiche zu investieren, bevor ein großes Onlineunternehmen die Baubranche für sich entdeckt. Bis es allerdings soweit ist, sollten die Grundlagen für ein erfolgreiches, mangelfreies Projekt verinnerlicht werden: eine strukturierte Kommunikation, eine konstruktive Gesprächskultur, ausreichende Qualitätskontrollen und kompetente Mitarbeiter.

³⁵⁷ Vgl. Omar 2016, S. 144.

³⁵⁸ Vgl. Ebenda, S. 151.

3.7 Zusammenfassung der Literatur

Das Thema Mängelmanagement im Hochbau bzw. im generellen Bauwesen ist ein sehr umfangreiches. Europäische Literatur ist rar und Forschungen dazu im deutschsprachigen Raum de facto nicht vorhanden. Die Bedeutung dieses Fachbereichs ist nicht zu unterschätzen und um den Prozess zu optimieren, müssen weitere Forschungsarbeiten durchgeführt werden. Ziel muss dabei immer die Prämisse sein, schon im Vorfeld keine Mängel zu produzieren. Dafür ist es notwendig einen Blick außerhalb des DACH Raumes zu werfen und anhand von konkreten Baustellen zu untersuchen, wie im Ausland die Mängelerhebung und Datendokumentation abläuft und ob es eine Verknüpfung mit den dazugehörigen Kosten gibt.

In diesem Unterkapitel sind die wichtigsten Aussagen der Literaturrecherche zusammengefasst. Dabei werden die einzelnen Themenblöcke Allgemeine Probleme, Mängelerhebung, Informationsfluss, Mangelklassifizierung, Kosten und digitale Werkzeuge bearbeitet.

- Allgemeine Probleme

Optische Mängel sind die häufigsten Beanstandungen bei der Übernahme. Fehlende Objekte und unpassende Installation folgen auf dem zweiten Platz. Konstruktionsbedingte Mängel sind meist auf menschliche Fehler wie unsachgemäße Verwendung der Werkzeuge, falsche Positionierung von schweren Materialien oder auf den Transport von Gütern und Materialien zurückzuführen. Dabei tritt ein Großteil der Mängel in der letzten Bauphase auf, wenn viele Arbeiter gleichzeitig auf der Baustelle arbeiten. Schlechte Einsatztaktung, mangelhafte Planung und Änderungen führen unmittelbar vor der Übernahme zu Zeitdruck und viel Betrieb.³⁵⁹

Der wichtigste Einfluss auf die Anzahl der Mängel bei der Übernahme ist die Planung der Kostenbedingungen, realistische Zeitpläne und eine frühe, kontinuierliche Qualitätskontrolle. In der Studie von Schultz et al. wurde festgestellt, dass die Zusammenarbeit zwischen den Beteiligten sowie persönliche Fähigkeiten und Sicherheitsinitiativen einen erheblichen Einfluss auf die endgültige Anzahl der Mängel haben. Die Studie hebt des Weiteren die Unterschiede zwischen Verträgen mit Generalunternehmern und Einzelvergaben hervor, wobei in beiden Vertragsformen sowohl positive als auch negative Aspekte nachgewiesen

³⁵⁹ Vgl. Shirkavand 2016, S. 9f.

werden konnte. Die Ergebnisse zeigen jedoch, dass es einfacher ist, innerhalb von GU Projekten Mängel zu minimieren.³⁶⁰

Darüber hinaus sind erhebliche Unterschiede in den Leistungsbedingungen in Bezug auf die Projektgröße zu sehen. Große Bauvorhaben werden analytisch durch die Anwendung neuer Managementkonzepte charakterisiert und erscheinen besser planungs- und führungsfähig. Besonders für die Übergabe des Gebäudes mit keinen oder wenigen Mängel ist dieser Umstand wichtig. Dementsprechend weisen große Bauprojekte, die nicht in der Lage sind, eine anständige Planung und Verwaltung zu gewährleisten, auch viele Mängel in folgeschweren Kategorien auf. Bei kleineren Bauprojekten deutet vieles darauf hin, dass die Möglichkeiten der Anwendung unterschiedlicher Planungs- und Managementmethoden begrenzt sind und dass andere Faktoren entscheidenden Einfluss darauf haben, wie viele Mängel vorhanden sind.³⁶¹

Ein weiteres wichtiges Thema der gegenwärtigen Bauüberwachungspraktiken ist die Arbeitsbelastung. Die Inspektion der ausgeführten Leistungen nimmt laut Park et al. mit 38% den Hauptteil der Bauleitertätigkeit ein. Das liegt vor Allem an den manuellen und physischen Überwachungsarbeiten, die aufgrund der vielen zu prüfenden Komponenten wie Bauteile, Räume, Objekte und Konstruktionsmethoden aus komplizierten Aufgaben bestehen. Hier wird eine Notwendigkeit für automatisierte Überwachungswerkzeuge gesehen, die mit einem Informationssystem verbunden, die Arbeit der Bauleitung vereinfachen würde.³⁶²

Rauh et al. sehen die Probleme beim Vergleich von verschiedenen Studien zum einen in der Art der unterschiedlichen Baudokumentation. So nutzen die einen eine spezielle Software zum Erheben der Mängel, während andere die Dokumentation händisch erledigen. Zum anderen werden oftmals keine Bauwerkstypen wie Wohnen, Industrie oder Büro angegeben oder die Zuordnung zum Gewerk und Bauteil ist nicht klar dokumentiert. Des Weiteren werden bei Untersuchungen die Ergebnisse teilweise nur als monetär bewerteter Gesamtschaden in zu gering differenzierten Kategorien dargestellt. Zusätzlich weichen die Untersuchungszeiträume oft stark voneinander ab. Alle diese Faktoren führen dazu, dass die Daten zur Mängelhäufigkeiten nur beschränkt miteinander vergleichbar und allgemein interpretierbar sind.³⁶³

³⁶⁰ Vgl. Schultz 2015, S. 437.

³⁶¹ Vgl. Ebenda.

³⁶² Vgl. Park 2013, S. 63.

³⁶³ Vgl. Rauh 2014, S. 49.

- Mangelerhebung

Aus der Literaturrecherche lässt sich erkennen, dass die manuelle, händische Erfassung und Bearbeitung von Baumängeln vor Allem bei kleineren Baustellen gang und gäbe ist und durchaus gut funktionieren kann.³⁶⁴ Erst wenn der Verwaltungsaufwand größer wird und viele verschiedene Projektpartner zusammenarbeiten, erfolgt der Übergang von den händischen Aufzeichnungen zu den digital erfassten Mängeln. Generell wird diese Möglichkeit durch den flächendeckenden Einsatz von mobilen Endgeräten auf der Baustelle (Smartphones und Tablets) begünstigt. Diese Alleskönner vereinen die Möglichkeit zu telefonieren, Bild-, Video- und Sprachmaterial aufzunehmen sowie Emails oder andere Nachrichten zu versenden und sind über Applikationen oder Webanwendungen mit jedem Programm oder digitalem Werkzeug angebunden. Zudem sind GPS-Empfänger, Gyroskop und Beschleunigungsmesser eingebaut. Diese Funktionen erlauben eine Echtzeitpositionierung, die für standortbasierte Arbeitsaufträge oder Augmented Reality verwendet werden kann.³⁶⁵

Für die Aufnahme von Mängeln oder die erneute Kontrolle der Leistung sind neben den manuell zu bedienenden Smartphones auch Technologien wie die Photogrammetrie oder mit Laserscans ausgestatte Drohnen vorstellbar. Diese ermöglichen den Ist-Soll-Abgleich ohne die Anwesenheit einer Kontrollperson vorauszusetzen.³⁶⁶ Ein weiterer Vorteil der digitalen Mangelerhebung liegt in der objektiveren Beurteilung von Leistungsabweichungen. Dabei kann computerunterstützt die subjektive Beurteilung von optischen Mängeln reduziert werden, indem Bilder des Mangels analysiert werden und aufgrund von Vergleichsbildern Qualitätsabweichungen quantifiziert werden.³⁶⁷

³⁶⁴ Vgl. Berner 2015, S. 167.

³⁶⁵ Vgl. Kim 2013, S. 415.

³⁶⁶ Vgl. Blankenbach 2015, S. 355.

³⁶⁷ Vgl. Laofo 2012, S. 163.

- Informationsfluss

Die Prozeduren der Neueingabe von Mängelinformationen, die bereits in Fertigungszeichnungen oder Notizen aufgenommen wurden, sind nicht effizient. Darüber hinaus werden oft Fehler gemacht und es werden wertvolle Daten bei der erneuten Eingabe weggelassen oder falsch verarbeitet. Dieses Problem kann durch mobile Prüfanwendungen minimiert werden, bei denen die Mängeldaten automatisch in einem Projektinformationssystem aufgezeichnet und gespeichert werden.³⁶⁸

Ein Modell zum Austausch von benötigten Informationen sollte zudem die anfragenden Benutzer in ihren Rollen, die relevanten Informationen für einen bestimmten Prozess, den Zeitpunkt des Informationsflusses, den Inhalt und den empfangenden Benutzer bzw. die Rolle im Prozess beinhalten.³⁶⁹ Darüber hinaus sind Strukturen und vereinheitlichte Nomenklaturen notwendig, um das Verständnis des Informationsgehalts der weitergegebenen Daten (z.B. organisatorische Rollen, Projektphasen, Dienstleistungen oder Bauteileigenschaften) zu gewährleisten.³⁷⁰ Informationen über Mängel sollten dabei nicht nur von den Hauptunternehmern sondern auch von ihren Subunternehmern voll ausgeschöpft werden. Daher ist es notwendig, dass Mängeldaten zur richtigen Zeit den richtigen Beteiligten zur Verfügung gestellt werden.³⁷¹

Ein großes Problem des aktuellen Mängelmanagements besteht darin, dass sich die Aufgabeneffizienz mit der benötigten Datenqualität aufgrund des engen Zeitrahmens der Bauprojekte nicht zusammenführen lässt. Der Lösungsansatz von Lee et al. lautet daher, dass die Kontextinformationen automatisch aufgenommen werden müssen. Dadurch fällt der aufwendige Prozess der manuellen Dateneingabe weg und die Informationen können während der Behebungsphase sowie für statistische Auswertungen genutzt werden.³⁷²

Die Übermittlung von Informationen in Echtzeit ist notwendig, damit zeitnahe Entscheidungen getroffen werden können. Werden Mängel zu spät erkannt und behandelt, hat das negative Auswirkungen auf die Kosten und den Zeitplan. Die Zukunft liegt daher in einer hochautomatisierten Projektmanagementumgebung, die es allen Projektpartnern ermöglicht, ihre Betriebsabläufe und Systeme aufeinander abzustimmen.³⁷³

³⁶⁸ Vgl. Park 2013, S. 63.

³⁶⁹ Vgl. Volk 2014, S. 12.

³⁷⁰ Vgl. Ebenda, S. 13.

³⁷¹ Vgl. Lee 2016, S. 106.

³⁷² Vgl. Ebenda, S. 103.

³⁷³ Vgl. Omar 2016, S. 144.

- Mangelklassifikation

In der Vergangenheit wurden für den Einsatz im Baubetrieb viele Ansätze zur Klassifizierung von Mängeln entwickelt, wobei besondere Aufmerksamkeit auf die einzelnen, beschreibenden Faktoren gelegt wurde. Die eingeordneten Klassen beziehen sich zum Beispiel auf Bauelemente wie Fundamente, Böden, Decken oder Dächer³⁷⁴, Standorte wie Küchen, Schlafzimmer oder Garagen³⁷⁵, Arten von Mängeln wie undichte Dächer und rissige Wände^{376,377}, Arten von Bauwerken wie Wohngebäude, Gewerbe oder Industrie³⁷⁸, Auftraggeber wie privat, öffentlich oder Bauträger³⁷⁹ und zuständige Gewerke wie Maurer, Installateur oder Trockenbauer.³⁸⁰ Wie Weyhe in seiner Dissertation festhielt, ist eine standardisierte Erfassung von Baumängeln Voraussetzung für eine wissenschaftliche Auswertung.³⁸¹

Das größte Problem stellt der Umstand dar, dass die Daten, die aktuell benötigt werden, sich von denen, die nach der Beendigung der Baustelle zur Analyse zur Verfügung stehen sollten, klar unterscheiden.³⁸² Dadurch stimmen auch die Mangelklassen im Baubetrieb nicht mit jenen in der Auswertung überein. Um Datensätze zum Mängelmanagement zu analysieren, ist ein Standardisierungsprozess notwendig. Die Daten müssen organisiert und gegebenenfalls erweitert werden, damit nützliche Informationen für Forschungszwecke extrahiert werden können.³⁸³

Da viele Mangeldaten genauso wie die Projektgegebenheiten einzigartig sind und sich in ihren Eigenschaften, Ursachen und Konsequenzen unterscheiden, führen traditionelle quantitative Analysemethoden nicht zum Ziel eines aussagekräftigen Ergebnisses. Zum Extrahieren von nützlichen Informationen aus einer unstrukturierten Datenbank benötigt es ein entsprechendes Werkzeug, welches erst entwickelt werden muss.³⁸⁴

³⁷⁴ Vgl. Georgiou 2010, S. 374.

³⁷⁵ Vgl. Forcada 2014, S. 632.

³⁷⁶ Vgl. Georgiou 2010, S. 374.

³⁷⁷ Vgl. Mills 2009, S. 15.

³⁷⁸ Vgl. Almusharraf 2016, S. 345.

³⁷⁹ Vgl. Mills 2009, S. 15.

³⁸⁰ Vgl. Forcada 2014, S. 636.

³⁸¹ Vgl. Weyhe 2005, S. 18.

³⁸² Vgl. Lee 2016, S. 103.

³⁸³ Vgl. Georgiou 2010, S. 372f.

³⁸⁴ Vgl. Cheng 2015, S. 78.

- Kosten

Die Kosten für den Nacherfüllungsaufwand eines ausführenden Unternehmens werden je nach Quelle mit 2% bis 9,3% der Auftragssumme beziffert.^{385,386,387} In diesen Untersuchungen ist allerdings die Abgrenzung zwischen Planänderung, Zusatzleistungen und echten Mängeln nicht immer ersichtlich. Ein Vergleich der Forschungen im deutschsprachigen und internationalen Raum zeigt, dass die Kosten für Mängel beachtlich voneinander abweichen, da jeweils unterschiedliche Faktoren berücksichtigt werden.^{388,389} Allerdings sind sich alle Arbeiten in dem Punkt einig, dass die Kosten des Mängelmanagements, von der Entdeckung bis zur Behebung, erheblichen Einfluss auf die Kostenentwicklung eines Projekts haben.^{390,391} Die Erhebung von Kosten im Zusammenhang mit Mängel ist ein äußerst schwieriges Unterfangen. Die Literaturrecherche brachte zwei Hauptprobleme ans Licht, welche es unmöglich machen, eine seriöse Aussage über die Höhe der Kosten zu treffen, die im Zuge der einzelnen Forschungsarbeiten bestimmt wurden:

- Es fließen je nach Studie unterschiedliche Faktoren ein.^{392,393,394}
- Es gibt keine vorhandene Bereitschaft von Unternehmen, Kennzahlen und Daten zu teilen.³⁹⁵

Nur Ausführungsfehler zu quantifizieren kommt allerdings für eine gesamtheitliche Betrachtung der Kosten für das Mängelmanagement zu kurz. In einer Umfrage von Lopez und Love wurden die Kosten für Planungsfehler mit rund 7% der Auftragssumme identifiziert.³⁹⁶ Daher sind auch diese aus wirtschaftlicher Sicht nicht außer Acht zu lassen und sollten optimiert werden.

³⁸⁵ Vgl. Rauh 2014, S. 17f.

³⁸⁶ Vgl. Josephson 2002, S. 80.

³⁸⁷ Vgl. Love 2009, S. 481.

³⁸⁸ Vgl. Dekra 2008, S. 30.

³⁸⁹ Vgl. Shirkavand 2016, S. 4.

³⁹⁰ Vgl. Rauh 2014, S. 18.

³⁹¹ Vgl. Josephson 2002, S. 80.

³⁹² Vgl. Forcada 2017, S. 2.

³⁹³ Vgl. Dekra 2008, S. 30.

³⁹⁴ Vgl. Taggart 2014, S. 833.

³⁹⁵ Vgl. Al-Tmeemy 2012, S. 835.

³⁹⁶ Vgl. Lopez 2012, S. 592.

- Digitale Werkzeuge

Die in mehreren Studien als Hauptgrund der Mangelentstehung festgestellte fehlerhafte Ausführung^{397,398} kann durch eine reine Softwarelösung nicht verhindert werden. Genauso wird eine Verbesserung der Kommunikationspraxis mittels technologischen Erneuerungen oder BIM alleine noch nicht die Anzahl an Mängel reduzieren. Ohne eine Änderung der Arbeitsprozesse, der Richtlinien, Verfahren und Verhaltensweisen wird es kaum zu einer Verbesserung der aktuellen Situation kommen.³⁹⁹ Im Paket mit einer umfangreichen Baustellenüberwachung und einem Wissensmanagement kann allerdings aus den einzelnen Bereichen ein System entwickelt werden, mit dem aktiv der Mangelentstehung entgegenge wirkt werden kann und das auf andere Aspekte des Bauwesens wie Änderungswünsche oder Auswirkungen von Planungsfehlern erweitert werden kann. Denn nicht nur Ausführungsmängel sondern auch Planungsfehler und Änderungen führen zu Nachbesserungsarbeiten und erhöhten Kosten.⁴⁰⁰

Der reaktive Ansatz von Lösungsansätzen ist laut Park et al. kritisch zu hinterfragen. Systeme die RFID, PDA oder Laserscanner verwenden, wurden entwickelt, um die Arbeitsbelastung zu reduzieren und Mängel besser zu organisieren. Diese Systeme arbeiten jedoch reaktiv, nachdem die Fehler aufgetreten sind. Es ist jedoch wichtig, dass der Bauleiter die kritischen Punkte und Prozessschritte kennt, um Mängel vor dem Auftreten aktiv zu verhindern. Besonders die Technologien wie BIM und AR haben in diesem Bereich das Potential im Zusammenwirken mit einer strukturierten Wissensdatenbank, ein proaktives und automatisches Überwachungssystem während der Bauausführung zu entwickeln.⁴⁰¹

Dadurch sind auch auf der Baustelle alle digitalen Daten vollständig vorhanden, mit denen der Ist-Zustand abgeglichen werden kann. Mit Tablets, Smartphones oder AR-Brillen lassen sich die Daten visualisieren und sofort Entscheidungen treffen. Des Weiteren sind im Nachhinein strukturierte Informationen vorhanden, die in Datenbanken abgelegt werden und für Schulungen oder Zukunfts- und Risikoprognosen verwendet werden können.

Genauso existiert nach wie vor ein Informationsbruch zwischen dem digitalen Modell und dem realen Objekt auf der Baustelle. Auf Daten, die an einem Ort verfügbar sind, kann nicht im gleichen Umfang auch am anderen Ort zugegriffen werden (siehe Abbildung 26).

³⁹⁷ Vgl. Forcada 2013, S. 761.

³⁹⁸ Vgl. Rauh 2014, S. 16.

³⁹⁹ Vgl. Love 2016, S. 2.

⁴⁰⁰ Vgl. Park 2013, S. 67.

⁴⁰¹ Vgl. Ebenda, S. 63.

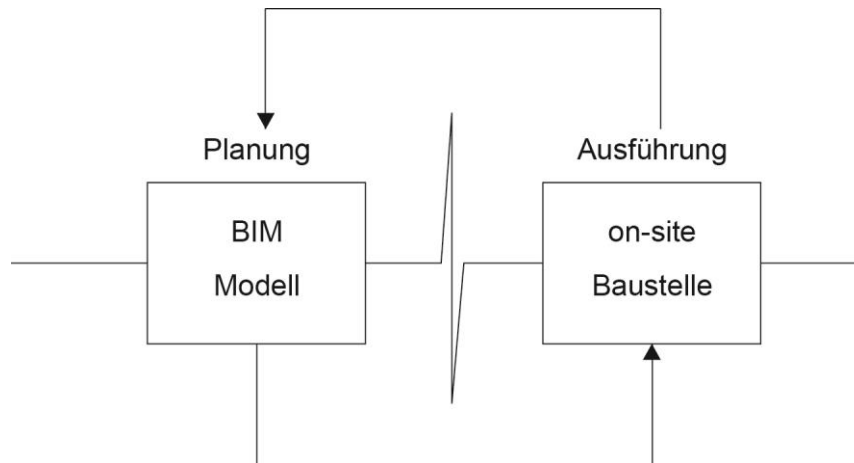


Abbildung 26: Informationsbruch zwischen Modell und Bauobjekt, eigene Darstellung

Die Verknüpfung der digitalen und realen Welt kann durch weitere Forschungsprojekte und Entwicklung von baupraktischen Lösungen in der Privatwirtschaft erfolgen. Eine Vereinfachung ist beispielsweise durch die Zusammenführung der Messtechniken zur Aufnahme von geometrischen Oberflächen zu erwarten. So werden Photogrammetrie, Laserscanning und weitere Sensoriken in einem universalen Messinstrument vereint werden.⁴⁰² Damit können ausgeführte Leistungen automatisch überprüft werden, wodurch der Ist-Zustand zu jeder Zeit digital verfügbar und vergleichbar ist.⁴⁰³ Auf der anderen Seite entwickelt sich der Einsatz von Ontologie. Diese Technologie wird bereits in verschiedenen Bereichen des Baumanagements eingesetzt. Die aktuellen Forschungsergebnisse bieten einen Einblick in die Aufbereitung von Bereichswissen oder die semantische Umwandlung existierender Daten für Dateninteroperabilität, logische Verknüpfungen und Abfragen. Die Studienautoren Lee et al. sehen jedoch noch weitere Möglichkeiten, um externe Quellen mit BIM-Daten (oder anderen Modelldaten) zu verknüpfen, indem die Objektinformationen extrahiert werden. Des Weiteren sollte versucht werden, Mängeldaten verknüpft zu verwenden. Die verschiedenen Probleme des Mängelmanagements, die eine effiziente Wiederverwendung von Mängelinformationen verhindern, können durch den Einsatz von Ontologie und in Verbindung mit der Nutzung von BIM-Technologie behoben werden. Der Mangel kann durch die Verwendung von Standardisierungen und Vorlagen in einer formalen Struktur dargestellt werden, die sich analysieren lässt und mit einem semantischen Ansatz erweiterbar ist. Im Fall von einer unzureichenden Dateneingabe kann durch das Extrahieren der Kontextinformationen aus einem BIM-Modell die Vollständigkeit der Informationen verbessert werden. Auf dieser Grundlage können die Daten automatisch erzeugt und von Computern ausgelesen werden.⁴⁰⁴

⁴⁰² Vgl. Blankenbach 2015, S. 359.

⁴⁰³ Vgl. Bosché 2014, S. 214

⁴⁰⁴ Vgl. Lee 2016, S. 105

4 Qualitative Forschung

Nach der durchgeführten Literaturrecherche erfolgt der praktische Teil der Diplomarbeit. Als Forschungsmethode wird dabei eine **Querschnittsanalyse der Fallstudien** gewählt, welche sich besonders eignet, um ein möglichst breites Spektrum der unterschiedlichen Berufssparten, Unternehmens- und Projektgrößen abzudecken. Dadurch kann die Baubranche im Ganzen erfasst und der aktuelle Stand der Technik in der Praxis bewertet und beurteilt werden. Die beiden Werkzeuge mit denen die qualitative Forschung durchgeführt wird, sind:

- Checklisten für Projekte, die konkrete Projektstudien darstellen (projektbezogen).
- Leitfadeninterviews mit Fachexperten aus der Wirtschaft (unternehmensbezogen).

Die gewählten empirischen Forschungsmethoden sind Projektstudien, bei der die Erfassung der Projektgegebenheiten mittels Checklisten stattfindet, um die Vergleichbarkeit der Projekte zu gewährleisten sowie Leitfadeninterviews mit Fachexperten, mit denen die Ergebnisse der Literaturrecherche und der Projektstudien validiert werden sollen. Zusätzlich wird der Bedarf an Änderungen der bestehenden Strukturen abgefragt und mögliche Verbesserungsmaßnahmen eruiert. In der Abbildung 27 werden die Zusammenhänge zwischen den Partnerunternehmen und den Projektstudien bzw. Interviews dargestellt. Dabei sind unterschiedliche Konstellationen möglich. Jene Person, mit der auf der Baustelle die Checkliste erarbeitet wurde, kann dieselbe sein, mit der ein Fachgespräch geführt wird. Es können allerdings auch zwei verschiedene Personen desselben Unternehmens sein. Einmal wurden in einem Unternehmen zwei Baustellen besucht und daher auch zwei Projektstudien erstellt. Analoges gilt für eine weitere Firma, in der sich zwei Personen aus unterschiedlichen Bereichen bereit erklärt haben, ein Fachgespräch zu führen.

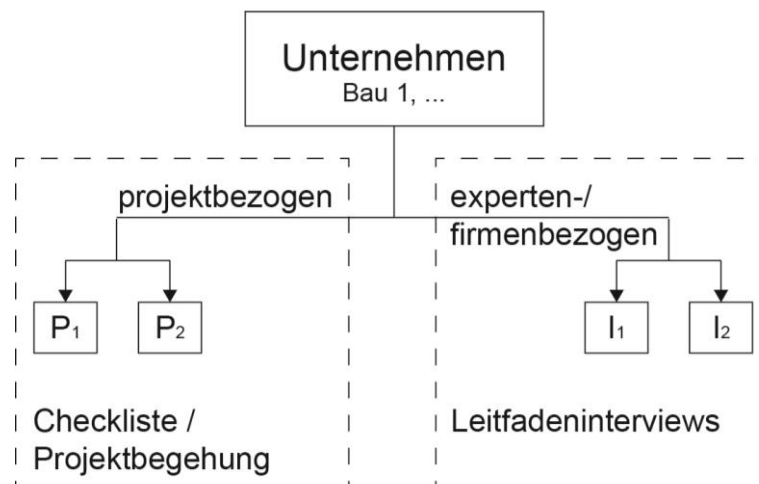


Abbildung 27: grafische Darstellung der Forschungsmethoden

Zur Auswertung der qualitativen Forschung stehen insgesamt neun Baustellen und ebenso viele Experteninterviews zur Verfügung, welche in der Tabelle 3 überblicksmäßig zusammengefasst sind. Die Beschreibungen der Projekte und der Gesprächspartner bzw. der Unternehmen ist in den nachfolgenden Unterpunkten zu finden. Die ausgefüllten Checklisten sind im Anhang unter der dazugehörigen Nummer abgelegt. Genauso befinden sich dort die Transkriptionen der Experteninterviews, die mit der jeweiligen Abkürzung eindeutig zugeordnet sind. Der Fokus der Checkliste liegt auf der Erhebung des Ist-Zustands des Mängelmanagements bei konkreten Projekten mit ihren einzigartigen Parametern. Währenddessen wird mit den Leitfadeninterviews der generelle Umgang des Unternehmens mit Mängeln erhoben und versucht, ein umfassendes Bild der Baubranche zu diesem Thema zu erhalten.

Projektstudien	Interviews	Unternehmen	Branche	Zuordnung	Größe
P 1	I 1	Bau 1	Ausführende Firma	GU	MU
P 2 und P 3	I 2	Bau 2	Ausführende Firma	GU	GU
P 4	I 3 und I 4	GP 1	Generalplaner	ÖBA	GU
P 5	I 5	GP 2	Generalplaner	ÖBA	MU
P 6	I 6	Prüf	Prüfingenieur	Prüf	MU
P 7	I 7	Arch 1	Architekt	ÖBA	KU
P 8	I 8	Arch 2	Architekt	ÖBA	KU
P 9	I 9	Arch 3	Architekt	ÖBA	MU

Tabelle 3: Zusammenhang zwischen Projektstudien, Interviews und Unternehmen

Die Einteilung der Unternehmen in Bezug auf ihre Größe wird an die "Empfehlung betreffend die Definition der Kleinstunternehmen sowie der kleinen und mittleren Unternehmen" der EU-Kommission angelehnt.⁴⁰⁵ Die Zuordnung erfolgt anhand der Mitarbeiteranzahl, da der Umsatz bzw. die Bilanzsumme nicht im Detail erhoben wurden. Daraus ergeben sich die gewählten drei Kategorien der Unternehmen:

- Kleinunternehmen mit 9 oder weniger Mitarbeitern (KU),
- Mittlere Unternehmen bis 249 Mitarbeiter (MU) und
- Großunternehmen ab 250 Mitarbeiter (GU).

⁴⁰⁵ Vgl. EU-Kommission 2003, S. 41.

4.1 Projektstudien

Im ersten Teil der qualitativen Forschung werden die wichtigsten Fakten der Baupraxis zu den Themen Mängelerhebung, -klassifizierung und Informationsfluss anhand von konkreten Projekten erfasst (siehe Abbildung 28). Bei den Besichtigungen wurde eine **Checkliste** abgearbeitet und Fragen an die begleitenden Personen gestellt, mit Hilfe derer ein umfangreiches Bild von den Abläufen und Informationsflüssen erstellt werden konnte.

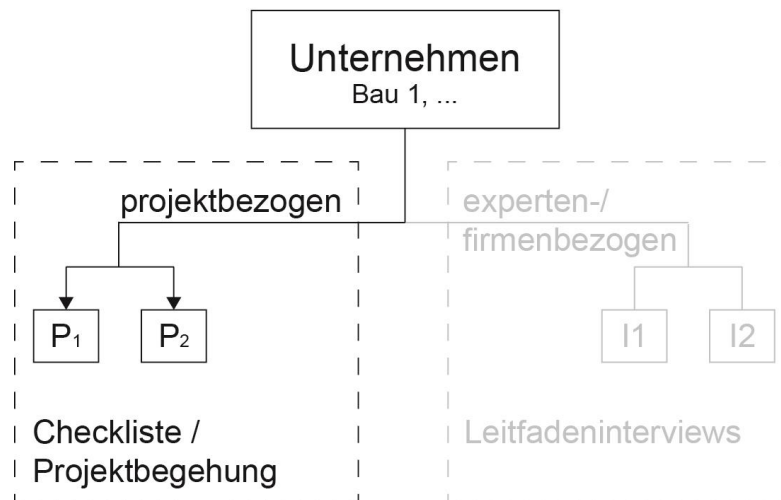


Abbildung 28: Übersichtsgrafik zur Forschungsmethode - projektbezogen

Für die Projektstudien wurden neun Projekte mit Bauausführenden (Bau), Generalplanern (GP), Prüingenieuren (Prüf) und Architekten (Arch) aufgenommen. In der nachfolgenden Tabelle (Tabelle 4) werden das anonymisierte Unternehmen, die gewerbliche Zuordnung, die Größe des Unternehmens, die Art des Projekts, der Ort und der Projektstand zum Zeitpunkt des Rundgangs auf der Baustelle aufgelistet.

Projektstudie	Unternehmen	Sparte	Größe	Projektart	PLZ	Zeitpunkt
P 1	Bau 1	GU	MU	Wohnbau	1220	Gewährleistung
P 2	Bau 2	GU	GU	Wohnbau	1220	Ausbau
P 3	Bau 2	GU	GU	Wohnbau	1220	Gewährleistung
P 4	GP 1	ÖBA	GU	Bürobau	1110	Ausbau
P 5	GP 2	ÖBA	MU	Bürobau	1130	Roh-/Ausbau
P 6	Prüf	Prüf	MU	Wohnbau	1030	Ausbau
P 7	Arch 1	ÖBA	KU	Bürobau	1050	Ausbau
P 8	Arch 2	ÖBA	KU	Wohnbau	1010	Ausbau
P 9	Arch 3	ÖBA	MU	Krankenhaus	1170	Ausbau

Tabelle 4: Auflistung der Projekte für die Projektstudien

Die gewählten Abkürzungen sind bei der gewerblichen Zuordnung GU für Generalunternehmer, ÖBA für örtliche Bauaufsicht sowie Prüf für Prüferingenieur. Bei der Größe der Unternehmen wurde KU für Kleinunternehmen, MU für mittelgroße Unternehmen und GU für Großunternehmen gewählt.

Nach der Beschreibung der verwendeten Checkliste und der Projekte werden die Ergebnisse der Untersuchung in den drei Hauptkategorien Mangelerhebung, Informationsfluss und Mangelklassifizierung dargestellt.

4.1.1 Aufbau der Checkliste

Eine Zusammenfassung der einzelnen Projektstudien ist in den nächsten Unterpunkten zu finden. Die Checkliste befasste sich mit den Hauptthemen dieser Diplomarbeit und folgte immer dem gleichen Muster. Zuerst werden die allgemeinen Fragen beantwortet, die auf die Art und Größe des Unternehmens sowie des Projekts abzielen, um die Ergebnisse miteinander vergleichen zu können (Abbildung 29). Dadurch ist auch der Kontext der Datenerhebung klar vorgegeben.

Checkliste Baustellenbegehung

Unternehmen:		Datum:	
Ort:		Uhrzeit:	
Block A - Allgemeines			
Tätigkeit des Unternehmens	☐ Planer	☐ ÖBA	☐ Ausführer
	☐ Ergänzung:	☐ Subunternehmer	
Größe des Unternehmens	☐ KU	☐ MU	☐ Großunternehmen
Art des Bauprojekts	☐ Wohnbau	☐ Bürobau	☐ Handel
	☐ Anderes:	☐ Bildungseinrichtung	
Auftragsvolumen	Mio. €		
Phase der Erhebung	☐ Planung	☐ Rohbau	☐ Ausbau
Auftraggeber	☐ privat	☐ öffentlich	☐ Gewährleistung
Vertragsart	☐ Einheitspreis	☐ Pauschalpreis	☐ Sonderform:

Abbildung 29: Block A - Baustellencheckliste

Im zweiten Block der Checkliste wird die Mängelerhebung thematisiert (Abbildung 30). Hier werden die verantwortlichen Personen dabei beobachtet, wie sie Mangelpunkte aufnehmen und vor Ort dokumentieren.

Block B - Mängelerhebung

Wie erfolgt die Mangelaufnahme?	☐ Klemmbrett	☐ App:				
Welche Hilfsmittel kommen zum Einsatz?	☐ Smartphone	☐ Tablet	☐ Skizzen	☐ Digitalkamera		
	☐ Notizblock	☐ Maßstab	☐ Laserscan	☐ Pläne		
	☐ Sonstiges: _____					
Frequenz der Baustellenbegehung	☐ täglich	☐ wöchentlich	☐ monatlich	☐ Gewährleistung		
Sind dabei alle Beteiligten anwesend?	☐ ja	☐ nein				
Welche Faktoren werden bei der Mängelerhebung aufgenommen?	☐ Ort	☐ Art	☐ Grad	☐ Priorität		
	☐ Kosten	☐ Termin	☐ Ursache	☐ Zuständigkeit		
	☐ Sonstiges: _____					
Wie wird die Zuständigkeit festgelegt?	☐ Bautagebuch	☐ vor Ort	☐ Baubesprechung	☐ Zentralbüro		
Wo erfolgt die Lokalisierung?	☐ schriftlich	☐ Plan/Skizze	☐ in der App	☐ im Modell		
Welche Unterlagen werden hinzugefügt?	☐ Fotos	☐ Skizzen	☐ Beschreibungen	☐ Protokolle		
	☐ Videos	☐ Schrifttext	☐ Sprachnachricht	☐ Produktblatt		
Wie genau und vollständig werden Mängel erhoben?	qualitativ	1	2	3	4	5
		genau		mittel		ungenau
	quantitativ	1	2	3	4	5
Grund für die gewählte Genauigkeit	☐ Vertrag	☐ QM Abteilung	☐ Bauherrenaussage	☐ keiner		

Abbildung 30: Block B - Baustellencheckliste

Die dritte Themengruppe beschäftigt sich mit der Kategorisierung von Mängeln (Abbildung 31). Mit Fragen an jene Personen, die die Mängel aufnehmen, werden diese Informationen eingetragen.

Block C - Mangelklassifizierung

Gibt es Kategorien für Mängel?	☐ ja	☐ nein
Wenn ja, welche?	☐ Ort	☐ Art
	☐ Kosten	☐ Termin
	☐ Grad	☐ Ursache
	☐ Priorität	☐ Zuständigkeit
	☐ Sonstiges: _____	
Wird im Mangelgrad unterschieden?	☐ ja	☐ nein
Falls vorhanden, wird das Klassifizierungssystem genutzt?	☐ ja	☐ nein
Gibt es statistische Auswertungen?	wieso nicht: _____	
	☐ ja	☐ nein

Abbildung 31: Block C - Baustellencheckliste

Der letzte Teil der Checkliste behandelt den Informationsfluss (Abbildung 32). Auch diese Fragen können nur durch Aussagen der beteiligten Personen beantwortet werden. Dabei liegt jedoch der Fokus ganz klar auf dem einen Projekt, an dem die Baustellenbegehung durchgeführt wird.

Block D - Informationsfluss

Art der Dokumentation	☐ analog	☐ digital	☐ doppelt	
Wer erstellt die Dokumente?	☐ Bauleiter	☐ Techniker	☐ Sekretär	☐ ÖBA
Gibt es eine Leitfaden?	☐ ja	☐ nein		
Wie wird entschieden wer die Informationen bekommt?	☐ Vertrag	☐ Besprechung	☐ Projekthandbuch	
Wer leitet die Informationen weiter?	☐ Sonstiges:			
Wer meldet den Mangel frei?	☐ Bauleiter	☐ Techniker	☐ Sekretär	☐ ÖBA
Wo sind die Berichte abgelegt?	☐ Aktenschrant	☐ Server/lokal	☐ Plattform	☐ Cloud
Gibt es eine Struktur?	☐ ja	☐ nein		
Wonach wird geordnet?	☐ Datum	☐ Nummer	☐ Name	☐ Mangelart
	☐ Kosten	☐ Mangelgrad	☐ Ort	☐ Zuständigkeit
Skizze:				
Wie werden Mängelberichte für spätere Zwecke gefunden?	☐ Stichwörter	☐ Datum	☐ dem Ort/Raum zugeordnet	
Wird evaluiert und ausgewertet?	☐ Sonstiges:			
Was?	☐ ja	☐ nein		
Wie?	☐ Kosten	☐ Ort	☐ Mangelart	☐ Zuständigkeit
Gibt es Rückkopplungen zu Planer?	☐ Statistisch	☐ qualitativ	☐ Sonstiges:	
Gibt es Mangelverhütung?	☐ ja	☐ nein		

Abbildung 32: Block D - Baustellencheckliste

Am Ende der Checkliste kann noch der Informationsfluss visualisiert dargestellt werden und mit den verwendeten Hilfsmitteln ergänzt werden (Abbildung 33). Die aufgenommen Grafiken dienen schließlich als Grundlage, um die einzelnen Projekte zu vergleichen. Die drei Ebenen der Informationswege sind dabei vorgegeben.

Skizze Informationsfluss

Ebene 1: Baustelle

Ebene 2: Baubüro

Ebene 3: Zentralbüro

Abbildung 33: Informationsfluss – Baustellencheckliste

Die Checklisten wurden vor Ort ausgefüllt und im Anschluss digitalisiert, um eine gute Lesbarkeit und Auswertung zu ermöglichen. Diese ausgefüllten Dokumente befinden sich im Anhang.

4.1.2 Projekte

Die untersuchten Projekte werden im Folgenden genauer erläutert, um die Projektstudien im dazugehörigen Kontext darzustellen. Dabei wird vor Allem auf das Stadium des Projektes zum Zeitpunkt der Untersuchung, die Vertragsposition des Unternehmens und seine Aufgaben sowie die Art und Größe des Projektes eingegangen.

Projektstudie 1 – Bau 1

Die erste Projektstudie wurde bei der Baustellenbegehung zur Schlussfeststellung vor dem Ablauf der gegebenen dreijährigen Gewährleistungsfrist durchgeführt. Dabei wurde der Generalunternehmer des Projekts begleitet und der Mängelmanagementprozess anhand seiner spezifischen Aktionen und Angaben analysiert. Der zuständige Projektleiter des GU wurde auf seinen Umgang von der Mangelerhebung bis zur Dokumentation überprüft. Diese Person ist im Unternehmen zusätzlich die Anlaufstelle aller Ausführungs- und Gewährleistungsmängel. Der Neubau mehrerer **Wohnobjekte** mit bis zu sechs Stockwerken hatte ein Auftragsvolumen von über **10 Millionen Euro**, umfasste die gesamten Leistungen eines Generalunternehmens und wurde mit einem Pauschalvertrag abgewickelt. Die Baumeisterarbeiten wurden vom GU selbst durchgeführt, während der gesamte Ausbau sowie Haustechnikinstallationen von Subunternehmen durchgeführt wurden. Der Auftragnehmer zählt zu den mittelgroßen Unternehmen.

Projektstudie 2 – Bau 2

Bei dieser Projektstudie wurde der Wohnbau eines privaten Bauträgers bei einer Baustellenbegehung näher betrachtet. Der Zeitpunkt der Datenerhebung war eine gemeinsame Begehung der Stiegenhäuser von ÖBA und GU, um den fertigen Ausbau ca. 3 Wochen vor der finalen Übernahme zu inspizieren und gegebenenfalls Mängel zu beheben. Auf Seiten des GU wurde hier der Prozess der Mangelaufnahme und Informationsweiterleitung sowie der Dokumentation der Mangelpunkte aufgenommen. Die neu entstandene Wohnsiedlung besteht aus fünf einzelnen **Wohnblöcken** mit je ca. 50 Wohneinheiten. Die Ausstattungsbeschreibung und die Verkaufspreise der Wohnungen lassen auf eine angestrebte hochwertige Qualität schließen. Der Auftragnehmer tritt bei diesem rund **26 Mio. €** Projekt als Generalunternehmer auf, schließt selbst die Baumeisterarbeiten ab und vergibt die restlichen Leistungen an Subunternehmer. Dabei wurde ein Einheitspreisvertrag angewendet. Der GU ist des Weiteren den Großunternehmen zuzurechnen.

Projektstudie 3 – Bau 2

In der dritten Projektstudie wurde ein Wohnbau eines privaten Bauträgers untersucht. Die Aufnahme der Daten erfolgt auf der Seite des Generalunternehmers. Das Projekt wurde Ende 2017 fertiggestellt und übernommen. Zum Zeitpunkt der Untersuchung sind die Bewohner bereits eingezogen und es werden laufend kleinere Gewährleistungsmängel aufgenommen und bearbeitet. Die Gesamtkosten der **vier Wohnblöcke** mit je drei Geschoßen plus Dachausbau belaufen sich auf etwa **8,5 Millionen Euro**. Das Projekt wurde mittels Funktionalausschreibung und einem Pauschalpreisvertrag ausgeführt, wobei der Generalunternehmer die Baumeisterleistung übernahm und den Ausbau an Nachunternehmer vergab. Der Auftragnehmer zählt dabei zu den Großunternehmen.

Projektstudie 4 – GP 1

Die Projektstudie 4 beschäftigt sich mit einem **Bürogebäude mit integriertem Labor** eines privaten Auftraggebers. Dieser Neubau wurde von der begleitenden Firma geplant und schließlich in der Funktion der ÖBA als Bauherrenvertretung abgewickelt. Während die Übernahme bereits stattfand und das Gebäude genutzt wird, ist die örtliche Bauaufsicht noch immer vor Ort und überwacht die Ausbesserung der festgestellten Mängel. Das Bauobjekt ist freistehend und die Gesamtkosten des Gebäudes belaufen sich auf rund **20 Mio. €**, welche mittels Einheitspreisvertrag abgewickelt wurden. Zur Ausführung wurde eine Einzelvergabe der Bauleistungen angewendet, weshalb die ÖBA die einzelnen Unternehmen koordinieren muss und selbst für die Weiterleitung der Mängelberichte an die Zuständigen verantwortlich ist. Die Firma, die die ÖBA stellt, ist den Großunternehmen zuzurechnen.

Projektstudie 5 – GP 2

Mit dieser Projektstudie wurde ein **Bürobau** in Wien näher betrachtet, bei dem bestehende Strukturen saniert, umgebaut sowie erweitert werden. Der Auftrag wurde von einem öffentlichen Auftraggeber vergeben. Bei dieser Baustelle finden zur Zeit der Untersuchung sowohl Leistungen des Rohbaus wie auch des Ausbaus parallel statt. Die Gesamtprojektkosten belaufen sich auf **350 Millionen Euro**, wobei die Einzelleistungen als Leistungsverzeichnis mit einem Einheitspreisvertrag abgegolten werden. Die begleitete örtliche Bauaufsicht gehört einem Unternehmen an, das zu den mittelgroßen Unternehmen gezählt wird.

Projektstudie 6 – Prüf

Beim sechsten untersuchten Projekt handelte es sich um einen **Wohnbau** im dritten Wiener Gemeindebezirk. Dieser Neubau hat ein Projektvolumen von rund **30 Millionen Euro** und befindet sich zum Zeitpunkt der Erhebung bereits im Ausbau. Der private Auftraggeber verzichtete auf einen Einheitspreisvertrag und wickelt das Projekt als Pauschalvertrag mit einem Generalunternehmer ab. Die begleitete Firma ist den mittelgroßen Unternehmen zuzuordnen und ist als Planer und Prüfsingenieur an diesem Bauvorhaben beteiligt, wobei die Aufnahme des Mängelprozesses anhand der Prüfsingenieurtätigkeiten nachvollzogen wurde.

Projektstudie 7 – Arch 1

Die siebte Projektstudie betraf eine **Generalsanierung eines Gründerzeithauses**. Dabei wurden auf Wunsch des privaten Auftraggebers die Räumlichkeiten ab dem ersten Obergeschoß zu **Büroflächen** umgebaut. Mit der örtlichen Bauaufsicht wurde die vorbereitete Checkliste durchgegangen. Zum Zeitpunkt der Erhebung befand sich diese Baustelle im Ausbau. Das Auftragsvolumen entspricht in etwa **5 Mio. €** und wurde als Pauschalpreisvertrag ausgeschrieben. Das Unternehmen, das die ÖBA ausführt, kann dabei als Kleinunternehmen eingestuft werden.

Projektstudie 8 – Arch 2

In der achten Projektstudie wurde ein **Wohnbau** im ersten Bezirk näher betrachtet. Dabei handelt es sich um die **Sanierung eines Altbaus** mit gehobenen Anforderungen an die Qualität der Ausführung. Das Auftragsvolumen entspricht **550.000 €**. Das begleitete Unternehmen plante, schrieb das Projekt des privaten Auftraggebers aus und fungiert zurzeit als örtliche Bauaufsicht. Mit einer Einzelvergabe an die Gewerke wird die Baustelle mit Einheitspreisverträgen abgewickelt. Das Planungsbüro mit der örtlichen Bauaufsicht gehört zu den Kleinunternehmen.

Projektstudie 9 – Arch 3

Für die letzte Projektstudie wurde die **Sanierung und Erweiterung eines Krankenhauses** begutachtet. Das Bauprojekt wird in drei Etappen abgewickelt, um den laufenden Betrieb nicht zu stark zu beeinträchtigen. Die ersten beiden Bauetappen werden als Neubau ausgeführt und erweitern das bestehende Krankenhaus. Als letzten Abschnitt werden die bestehenden Gebäudeteile saniert. Die reine Bauleistung ohne Haustechnik und Spezialge-

räte beträgt rund **15 Mio. Euro**. Die Gewerke wurden einzeln vergeben und sind Pauschalverträge, die aufgrund der öffentlichen Fördermittel des Bauherrn unter das Bundesvergabegesetz fallen. Die örtliche Bauaufsicht wird als Arbeitsgemeinschaft von zwei Ingenieurbüros durchgeführt. Das Unternehmen, das im Zuge der Untersuchung begleitet wurde, ist für die Bearbeitung und Verfolgung der Mängel sowie für die Kostenüberprüfungen zuständig. Diese Firma zählt zu den mittelgroßen Unternehmen.

4.1.3 Auswertung der Projektstudien

Die Resultate der Projektstudien werden in die Hauptkategorien Mangelerhebung, Informationsfluss, Mangelklassifizierung und Kosten eingeteilt:

- Mangelerhebung,
- Informationsfluss,
- Mangelklassifizierung,
- Kosten.

Dabei werden die einzelnen Projekte einander gegenübergestellt und verglichen, wie auf den Baustellen das Mängelmanagement durchgeführt wird. Die Ergebnisse werden in Form von Tabellen, Torten- und Balkendiagramme sowie textliche Beschreibungen vorgestellt. Für die Diagramme werden die Aussagen und angekreuzten Punkte der Checkliste kumuliert, wobei Mehrfachnennungen möglich waren.

4.1.3.1 Mangelerhebung

Bei den untersuchten Projektstudien wurden die verantwortlichen Personen auf der Baustelle begleitet und die vorbereiteten Checklisten ausgefüllt. Der Block B des Formulars hat die Mangelerhebung des konkreten Projekts zum Thema. Die unterschiedlichen Ergebnisse der Erhebung des Ist-Zustands werden im Folgenden zusammengefasst.

Im Hinblick auf die **Mangelerhebung** werden die einzelnen Baustellen in der Tabelle 5 einander gegenübergestellt. Dabei wird ersichtlich, dass bei vier von neun die Aufnahme der Mangelpunkte nach wie vor analog erfolgt.

Projektstudie	Unternehmen	Mangelerhebung	Werkzeug/App
P 1	Bau 1	analog	Notizbuch
P 2	Bau 2	digital	Docu tools
P 3	Bau 2	analog	Diktiergerät
P 4	GP 1	digital	planradar
P 5	GP 2	digital	Docu tools
P 6	Prüf	digital	planradar
P 7	Arch 1	analog	Notizbuch
P 8	Arch 2	analog	Notizbuch
P 9	Arch 3	digital	OLMeRO

Tabelle 5: Vergleich der Erhebungsmethode der Baustellen

Dabei kommt am häufigsten ein Notizbuch zur Anwendung, in welches die einzelnen Punkte schriftlich übertragen werden. Im Anschluss an die Begehung werden die handschriftlichen Notizen digitalisiert und an die verantwortlichen Personen versendet. Lediglich bei einem Projekt erfolgt die Aufnahme mit einem Diktiergerät, bei dem die Sprachdateien von einem Sekretariat in eine schriftliche Mangelliste übertragen werden und an den ausführenden GU weitergeleitet werden. Diese Aufteilung ist im Tortendiagramm Abbildung 34 zu finden. Somit werden 45% der Mängel analog auf der Baustelle aufgenommen und erst später im Büro digitalisiert.

Die beiden Softwareprogramme, die vor Allem bei den größeren Unternehmen zur Anwendung kommen, sind *planradar* und *Docu tools*. Diese werden jeweils auf zwei Baustellen verwendet. Zudem wird die Software *OLMeRO* bei einem Projekt verwendet. Bei diesen Programmen erfolgt die Aufnahme der Mängel digital. Die aufgenommen Punkte werden auf dem Tablet oder Smartphone mit einem Pin in den dahinterliegenden Plänen verortet und beschrieben. Oft erfordert die zeitliche Limitierung auf der Baustelle eine Nacharbeitung im Büro, bei der die Mangelpunkte spezifiziert, zugeordnet und mit einer Behebungsfrist versehen werden. Anschließend werden die Berichte erstellt und an die zuständigen Personen versendet.

Werkzeuge

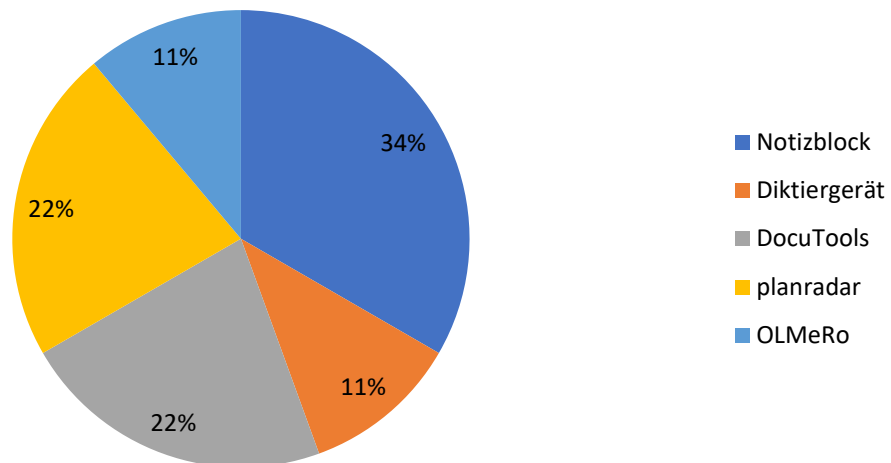


Abbildung 34: Verteilung der Arbeitswerkzeuge im Mangelaufnahmeprozess

Als verwendete **Hilfsmittel** wurden hauptsächlich Smartphones und Tablets angegeben, wie in Abbildung 35 zu sehen ist. Mit diesen werden zum einen die Softwareprogramme bedient, zum anderen werden die mobilen Geräte dazu verwendet, um visuelle Dateien (Fotos, Videos) zu erstellen oder Notizen und Erinnerungen einzutragen.

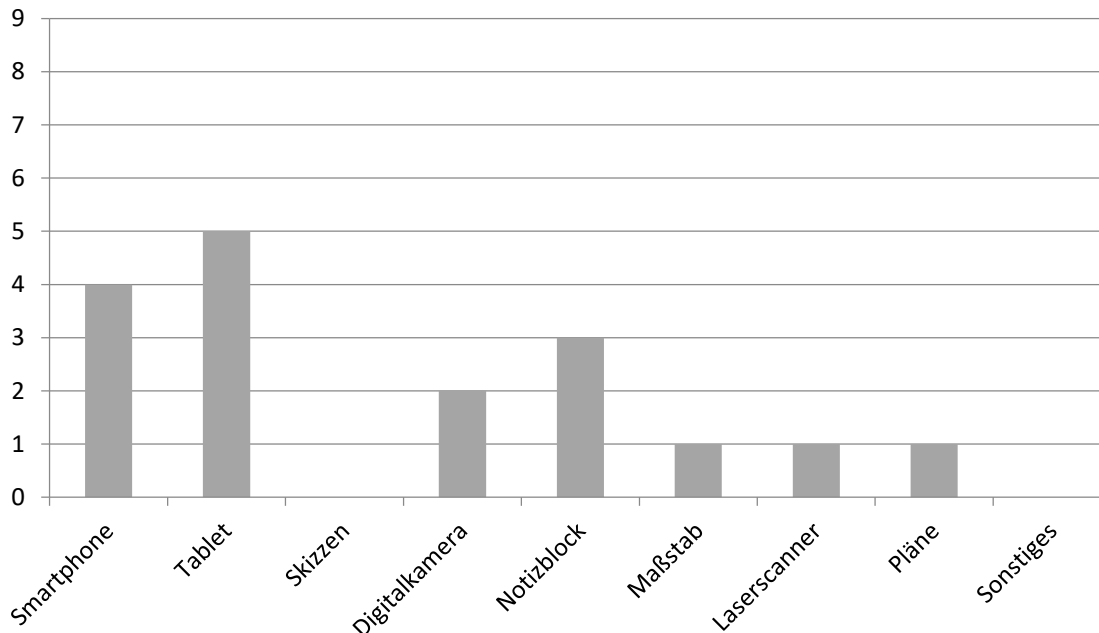


Abbildung 35: Verteilung der genannten Hilfsmittel

Da sich die Bauprojekte in unterschiedlichen Phasen befanden, lässt sich nur schwer eine Aussage über die generelle Häufigkeit der Baustellenbegehung treffen. Diese hängen primär von den aktuellen Geschehnissen auf der Baustelle und der Projektgröße ab. Bei größeren Auftragsvolumen ist eine örtliche Bauaufsicht ständig vor Ort und es finden regelmäßig Baustellenbegehungen zur Überprüfung der Bauleistung statt. Besonders vor der Fertigstellung werden vermehrt Begehungen angeordnet, um ein mangelfreies Gebäude bei der Übernahme sicherzustellen. Bei Wohnobjekten in der Gewährleistungsfrist wird zudem versucht, möglichst viele gemeldete oder gerügte Mängel zu sammeln und auf einmal abzuarbeiten, um den organisatorischen Aufwand gering zu halten. Je nach Phase und Projekt machen dabei die unterschiedlichen Parteien gemeinsam eine größere oder kleinere Überprüfung. Der Bauherr bzw. die ÖBA als dessen Vertretung und die Bauleitung des GU sind dabei Großteils zusammen auf dem Weg.

Welche **Faktoren bei der Mangelaufnahme** erhoben werden, ist grundsätzlich von Baustelle zu Baustelle unterschiedlich. Allerdings lassen sich vier wichtige Säulen erkennen, die eine Erhebung aufweisen muss: die Art des aufgenommenen Punktes, seine Verortung, die gesetzte Frist und die Zuordnung zu einem Unternehmen bzw. zu einer Person. Die Verteilung der in der Checkliste erhobenen Faktoren ist in Abbildung 36 dargestellt.

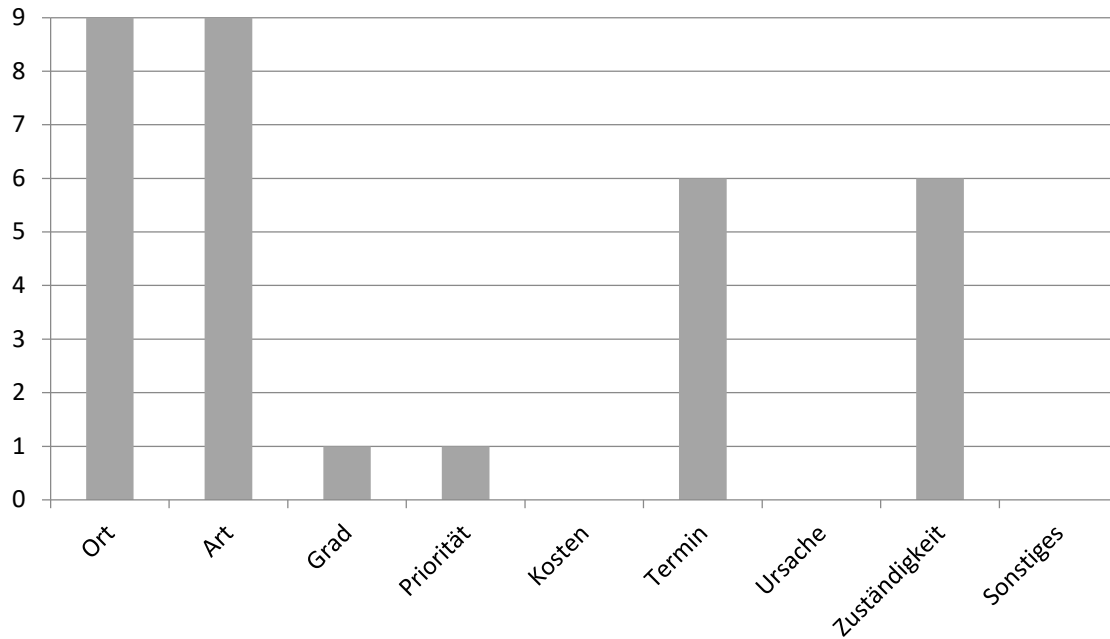


Abbildung 36: Verteilung der genannten Faktoren bei der Aufnahme

Bei einer eindeutigen Zuordenbarkeit der Leistungen bzw. des Mangels erfolgt diese bereits Vorort während der Mangelerhebung. Die Zuständigkeit für jene Punkte, die sich nicht augenscheinlich zuteilen lassen, wird entweder im Büro nach einer kurzen Recherche oder bei der nächsten Baubesprechung festgelegt. Die Mängel werden bei der digitalen Methode in der App auf den hinterlegten Plänen verortet. Die gesetzten Pins sind für alle Projektbeteiligten mit Zugriff einsehbar und können mit Screenshots auch an andere Subunternehmen gesendet werden. Die Projekte, bei denen die Erhebung analog erfolgt, wickeln die Lokalisierung mit einer textlichen Beschreibung im Notizbuch ab, welche in eine digitale Mängelliste übernommen wird.

Zu den **Unterlagen**, die der Mängelliste bzw. den digitalen Pins in den Apps angefügt werden, zählen vor Allem Fotos und textliche Beschreibungen (Abbildung 37). Diese sollen der besseren Verständnis und einer möglichst vollständigen Informationsweitergabe dienen.

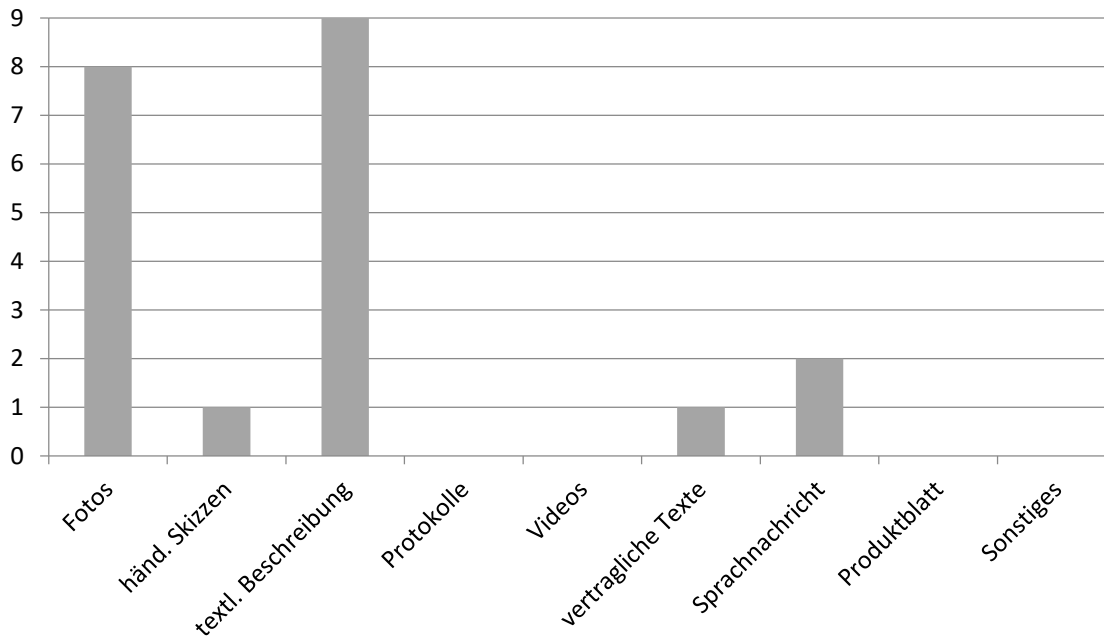


Abbildung 37: Verteilung der hinzugefügten Unterlagen bei der Aufnahme

Der Grund für die gewählte Genauigkeit der Mangelerhebung liegt laut Aussagen der befragten Personen im Allgemeinen in den unternehmensinternen Qualitätsanforderungen. Es liegt im Interesse der Beteiligten ihre Arbeit mit einer möglichst hohen Qualität auszuführen.

4.1.3.2 Informationsfluss

Bei den untersuchten Projektstudien wurden die verantwortlichen Personen auf der Baustelle begleitet und die vorbereiteten Checklisten ausgefüllt. Der Block D des Formulars hat den Informationsfluss des konkreten Projekts zum Thema. Die unterschiedlichen Ergebnisse der Erhebung des Ist-Zustands werden im Folgenden zusammengefasst.

Die **Dokumentation und Ablage** der Daten und Informationen erfolgt zum Großteil digital. Lediglich bei einer Baustelle werden die Dokumente sowohl in Papierform als auch elektronisch abgelegt. Dabei ist ersichtlich, dass diese Arbeit auf der ausführenden Seite vom Bauleiter bzw. seinen Technikern genauso wie auf der Bauherren Seite durch die örtliche Bauaufsicht erledigt wird. Die Dokumentation der Arbeitsleistungen und des Baufortschritts gehört zu den fundamentalen Pflichten der Beteiligten. Einen projekt- oder unternehmensinternen Leitfadens gibt es nur bei einer Firma, während alle untersuchten Baustellen ihre Dokumentation zumindest über gewisse Strukturen organisieren. Eine weitere Auswertung ist nur bei zwei Baustellen gegeben, welche allerdings intern von Statton geht und somit eine unternehmensspezifische Aktion darstellt. Diese Ergebnisse werden in der Tabelle 6 übersichtlich dargestellt.

Projektstudie	Unternehmen	Dokumentationsart	Leitfaden	Struktur	Auswertung
P 1	Bau 1	Analog/digital	x	✓	x
P 2	Bau 2	digital	x	✓	x
P 3	Bau 2	digital	x	✓	x
P 4	GP 1	digital	✓	✓	✓
P 5	GP 2	digital	x	✓	✓
P 6	Prüf	digital	x	✓	x
P 7	Arch 1	digital	x	✓	x
P 8	Arch 2	digital	x	✓	x
P 9	Arch 3	digital	x	✓	x

Tabelle 6: Vergleich der Dokumentationsart der Baustellen

Nach der Erstellung der Daten werden diese in weiterer Folge von der Bauleitung an die Subunternehmer bzw. von der ÖBA an den GU oder die Einzelgewerke weitergeleitet, welche den Mangel nach der Erledigung freimeldet. Den Mangel abschließen kann ausschließlich die Bauherrenvertretung. Dies erfolgt entweder durch eine weitere Besichtigung vor Ort oder durch den Beweis der Verbesserung mit Bildmaterial und Unterschrift der Endkunden.

Die dazugehörigen Berichte werden in der Regel auf einem lokalen Server abgespeichert. Zu diesem Laufwerk haben nur die firmeninternen Personen Zugriff. Bei den Softwarelösungen werden die Daten in der Cloud zur Verfügung gestellt, womit jeder mit einem Authentifizierungsschlüssel über einen Webbrowser Zugang erhält. Zusätzlich werden die Dokumente auf den unternehmenseigenen Servern abgespeichert. Interaktive Projekträume und Projektmanagementplattformen wurden nur in einem Projekt verwendet. Diese Verteilung ist mit Prozentwerten in der Abbildung 38 zu sehen.

Dokumentenablage

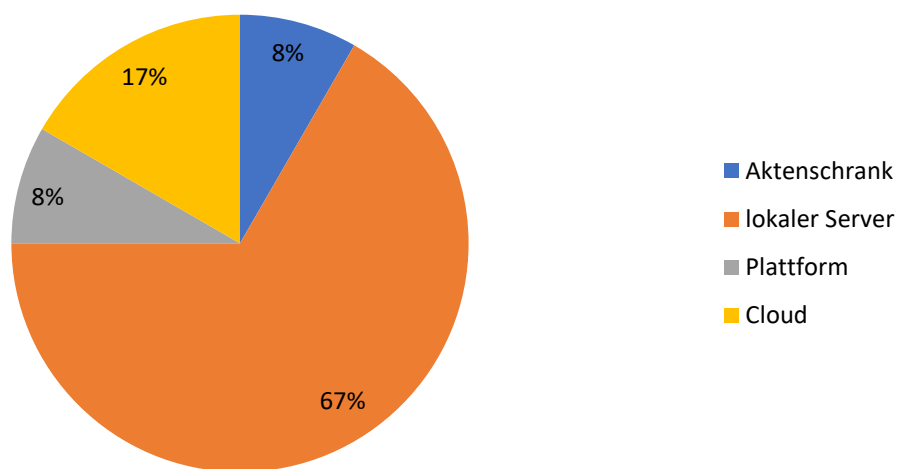


Abbildung 38: Verteilung der Ablageorte im Informationsfluss

Bei der Frage, wie die **Ordnerstruktur** organisiert wurde, waren die häufigsten Antworten das Datum des Mangleintrags bzw. das Datum der Erstellung der Liste sowie eine spezifische fortlaufende Nummer des Eintrags, wie in Abbildung 39 zu sehen ist. Anhand dieser konnte auch im Nachhinein der Bericht gefunden werden. Weitere Möglichkeiten diese erneut aufzurufen, sind die Lokalisierung im Plan bei Benutzung der Softwareprogramme *Docu tools*, *planradar*, *OLMeRO* und eine klassische Stichwortsuche in den listen- und textbasierten Programmen am Computer.

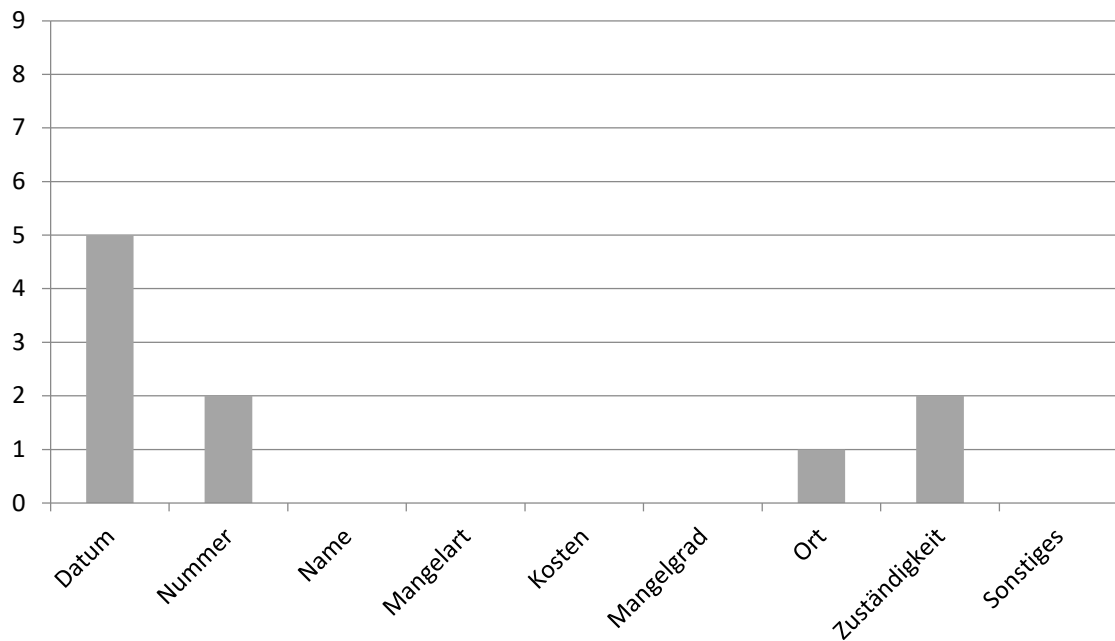


Abbildung 39: Verteilung der Ordnungsstruktur

Eine vorgegebene Ordnerstruktur wird automatisch mit dem Erstellen eines neuen Projekts angelegt. Diese Struktur folgt bei den Baustellen vielfach derselben Form. Von einem übergeordneten Projektordner gelangt man zu den Hauptordnern wie Vertrag, Berichtswesen, Subunternehmer, Abrechnung, etc. Öffnet man diese Ordner, werden weitere **Ablagesysteme** sichtbar, die sich in Schriftverkehr, Mängelliste, o.Ä. gliedern können wie in Abbildung 40 dargestellt ist.

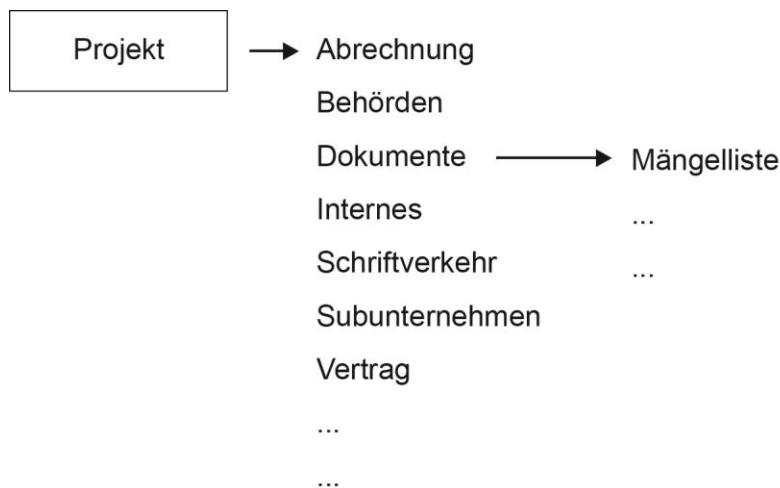


Abbildung 40: typische Ordnerstruktur

Eine Evaluierung der Mängelberichte wird nur auf zwei Baustellen angestrebt. Zum einen kann die Auswertung während der Baustelle erfolgen, wenn Zwischenberichte vorgelegt werden sollen, wie weit fortgeschritten der Prozess zur Mängelbehebung ist. Zum anderen ist eine kostenmäßige Bewertung der einzelnen Mängel interessant, wobei festgestellt wird, welche Aktionen und Leistungen die größten Probleme verursachen und ein Weg gesucht wird, diese in Zukunft zu vermeiden. Solch eine Auswertung kann nur mit den Softwareprogrammen bewerkstelligt werden. Die Analyse des Fortschrittsprozesses erfolgt mit einer statistischen Betrachtung nach der Anzahl der Mängel, während die Kosten für die größten Mängel nur qualitativ abgeschätzt werden können.

Zur Vorbeugung anfälliger und bekannter Ausführungsarten sollte eine Rückkopplung der Erkenntnisse der Baustelle zu den Planern vorhanden sein. Diese funktioniert jedoch nur bei jenen Projekten, bei denen die Planung und die örtliche Bauaufsicht aus demselben Unternehmen stammen. Sind die beiden Parteien von unterschiedlichen Firmen, so gibt es im Normalfall keinen Austausch zwischen ihnen. Eine Schulung der Poliere und des Arbeitspersonals wird allerdings auch von den Bauleitern der ausführenden Unternehmen angestrebt und findet ein bis zwei Mal jährlich statt.

Mit den Checklisten wurde auch der Kommunikationsablauf innerhalb des Projektes erhoben. Wer von der Baustelle wie an die verantwortlichen Personen meldet, wer die Verbesserung kontrolliert und wo die Dokumentenablage erfolgt, wurde in den Projektstudien erhoben. Der Informationsfluss zwischen den Ebenen Baustelle, Baubüro und Zentralbüro der einzelnen Projekte ist deshalb in den nachstehenden Skizzen übersichtlich abgebildet. Dabei wird der Informationsfluss aus Sicht der begleiteten Person dargestellt. Aussagen darüber wo und wie die Daten bei den anderen Projektbeteiligten abgespeichert und bearbeitet werden, können daraus nicht abgeleitet werden.

- P1, Bau 1:

Der in Abbildung 41 dargestellte Informationsfluss zeigt **aus der Sicht des Bauleiters**, woher die Informationen stammen, wohin diese weitergeleitet werden und wo die Daten abgespeichert werden. Der Nutzer der Wohnung berichtet dem Bauträger von entdeckten Mängeln. Dabei werden oft bereits Fotos und Beschreibungen der Mangelpunkte per Email mitgesendet, die der AG in einer Mängelliste zusammenführt. Diese wird an den Auftragnehmer gesendet. Der Bauleiter des GU entscheidet dann, ob der entdeckte Punkt überhaupt ein Mangel ist und bearbeitet wird, legt die Dokumente digital ab und leitet die adaptierte Liste mit den gewerkspezifischen Mängeln schließlich an den zuständigen Subunternehmer elektronisch weiter. Dieser muss innerhalb einer gewissen Frist den Mangel beheben und meldet diesen dem GU als fertiggestellt. Nach der Überprüfung des GU und der Bauherrenvertretung wird der Mangelpunkt freigemeldet und abgeschlossen, woraufhin der Mangel aus der Mängelliste gestrichen wird.

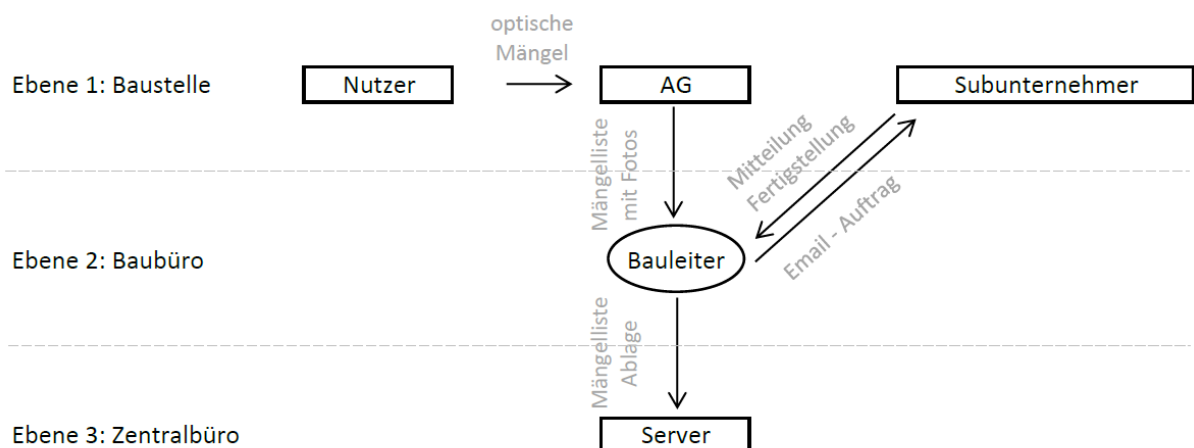


Abbildung 41: Informationsfluss Projektstudie 1

- **P2, Bau 2:**

Der in Abbildung 42 dargestellte Informationsfluss zeigt **aus der Sicht des Bauleiters**, woher die Informationen stammen, wohin diese weitergeleitet werden und wo die Daten abgespeichert werden. In diesem Bauprojekt werden die Mängel von der örtlichen Bauaufsicht mit einem Diktiergerät aufgenommen und die Stellen zur besseren Sichtbarkeit für die Subunternehmer mit einem Klebestreifen markiert. In den Sprachnotizen werden der Ort und die Beschreibung der Mängel festgehalten, welche im Anschluss an die Begehung vom Sekretariat der ÖBA in einer Excel-Liste verschriftlicht werden. Diese wird an die Bauleitung des GU weitergeleitet, welcher die gesamte Liste an die zuständigen Subunternehmen weiter-schickte. Nach deren Fertigstellung, wird der Polier oder die Bauleitung informiert und es erfolgt eine Freimeldung an die ÖBA, welche die aufgenommenen Punkte erneut kontrolliert. Sowohl ÖBA als auch Bauleitung legen die Dokumente intern in eigenen Projektordnern ab. Die gesamte Kommunikation erfolgt dabei über den Emailverkehr.

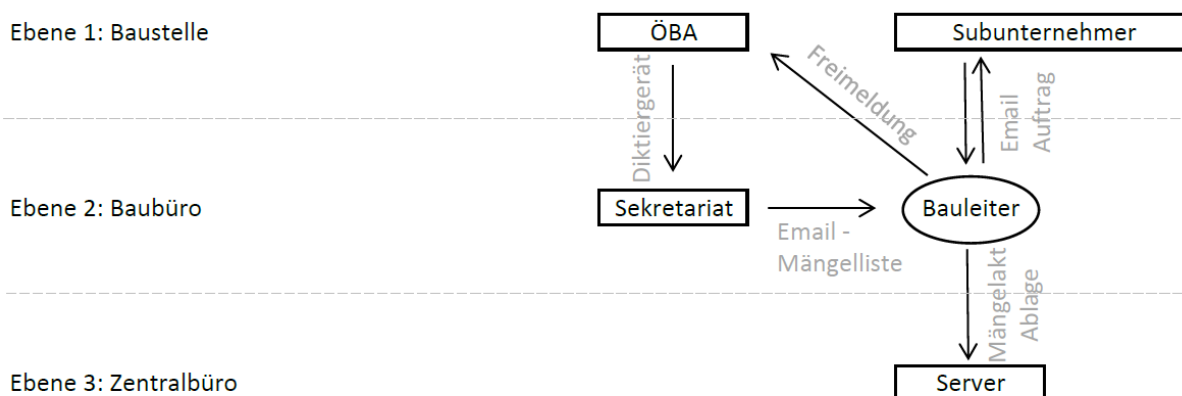


Abbildung 42: Informationsfluss Projektstudie 2

- **P 3, Bau 2:**

Der in Abbildung 43 dargestellte Informationsfluss zeigt **aus der Sicht des Bauleiters**, woher die Informationen stammen, wohin diese weitergeleitet werden und wo die Daten abgespeichert werden. Die dritte Baustelle befindet sich bereits in der Gewährleistungsphase. Hier melden zum einen die Nutzer die Mängel an den Bauträger, zum anderen wurden während der gesamten Ausführung und natürlich auch bei der Übernahme vom Auftraggeber selber Mängel aufgenommen. Diese wurden mit einem Tablet und der darauf installierten Software *Docu tools* erhoben, meist mit einem Foto und einer Beschreibung versehen und im Plan verortet. Nach einer Serveraktualisierung kann auch die Bauleitung des Generalunternehmers die beanstandeten Leistungen digital einsehen. Daraufhin werden aus den Mangelpunkten Berichte erstellt, die an die einzelnen Gewerke versendet werden. Nach erfolgter Behebung und Rückmeldung an die Bauleitung, kontrolliert der Polier oder die Bauleitung die Leistung und meldet diese im Programm frei. Der Auftraggeber oder seine Vertretung kann schließlich den Mangel in *Docu tools* als abgeschlossen kennzeichnen.

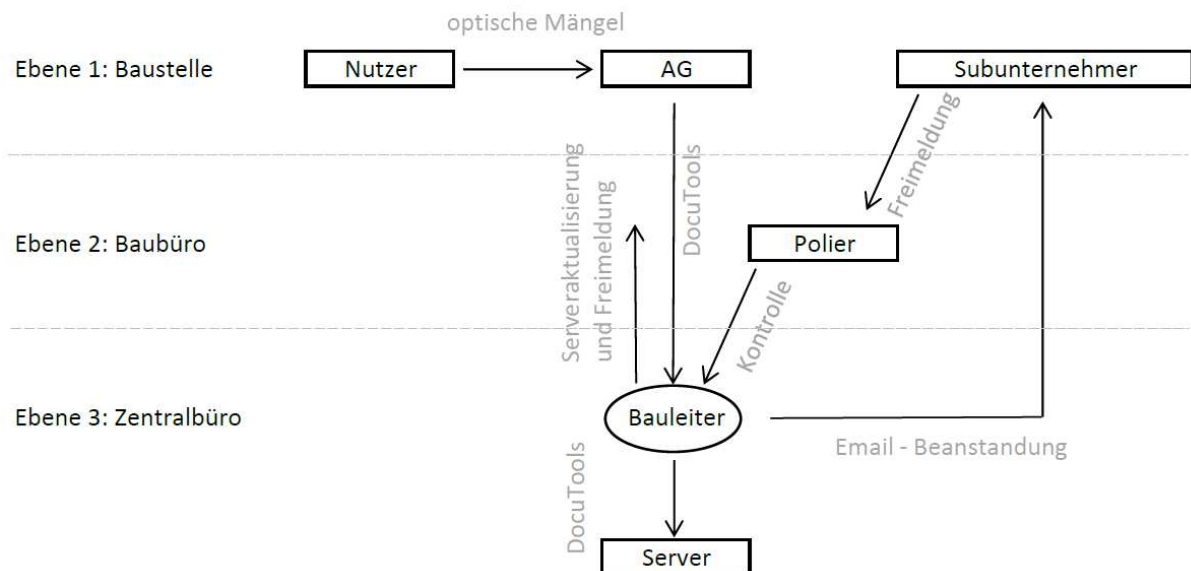


Abbildung 43: Informationsfluss Projektstudie 3

- P 4, GP 1:

Der in Abbildung 44 dargestellte Informationsfluss zeigt **aus der Sicht der ÖBA**, woher die Informationen stammen, wohin diese weitergeleitet werden und wo die Daten abgespeichert werden. Bei der begleiteten örtlichen Bauaufsicht erfolgt die Mangelerhebung mit *planradar*. Auf der Baustelle werden die Mangelpunkte mit Pins am hinterlegten Plan verortet und mit Fotos ergänzt. Im Baubüro erfolgt eine Nachbearbeitung der Einträge, wo Beschreibungen, Fristen und die zuständigen Gewerke ergänzt werden. Durch das Auswählen der Unternehmen können vorgefertigte Berichte an die Verantwortlichen gesendet werden. Diese können selbst über einen Webbrowser in das Programm einsteigen und die Mängel freimelden. Nach einer erneuten Kontrolle durch die ÖBA wird bei erfolgreicher Behebung der Status des Mangels schließlich auf abgeschlossen gesetzt. Ein Export der Mängeldaten in eine Excel-Liste wird für die Weiterleitung der Statusberichte an den Bauherren benutzt und für die Dokumentation auf dem eigenen Projektserver abgelegt.

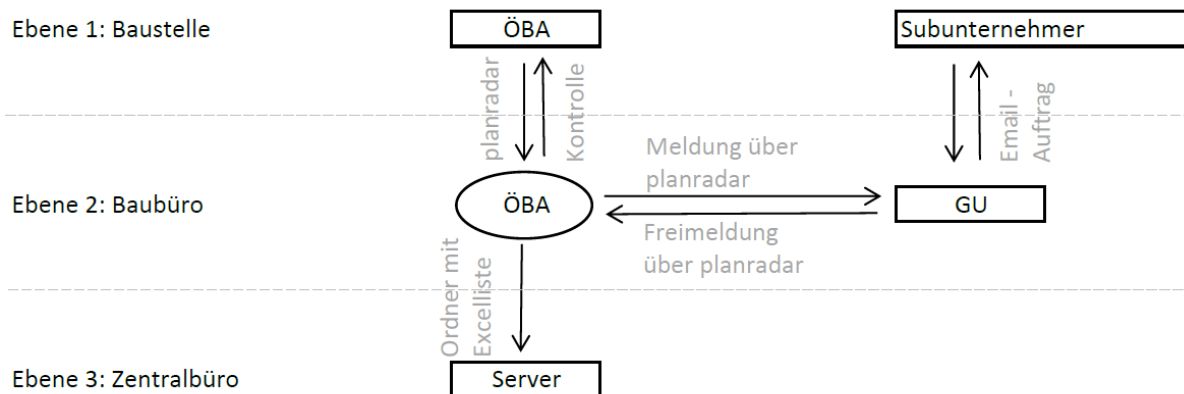


Abbildung 44: Informationsfluss Projektstudie 4

- **P 5, GP 2:**

Der in Abbildung 45 dargestellte Informationsfluss zeigt **aus der Sicht der ÖBA**, woher die Informationen stammen, wohin diese weitergeleitet werden und wo die Daten abgespeichert werden. Der Informationsfluss des Mängelprozesses bei diesem Bauprojekt läuft über die Schnittstellen örtliche Bauaufsicht, Bauleitung und Subunternehmer. Erstere nimmt die Mängel mit der Software *Docu tools* auf. Dabei werden Fotos, Sprachnachrichten und schriftliche Beschreibungen an den verorteten Pin angehängt und in das System übertragen. Die anschließende Nachbearbeitung und Ergänzung von Informationen erfolgt im Baubüro. Durch die Eingabe im System sieht auch der Generalunternehmer die eingetragenen Mängel und kann die Punkte selbst abarbeiten bzw. an seine Subunternehmer weiterleiten. Die Freimeldung der Probleme erfolgt ebenso in *Docu tools*. Nach Änderung des Mangelstatus überprüft die ÖBA erneut die Leistung und kann diesen Punkt schließlich abschließen.

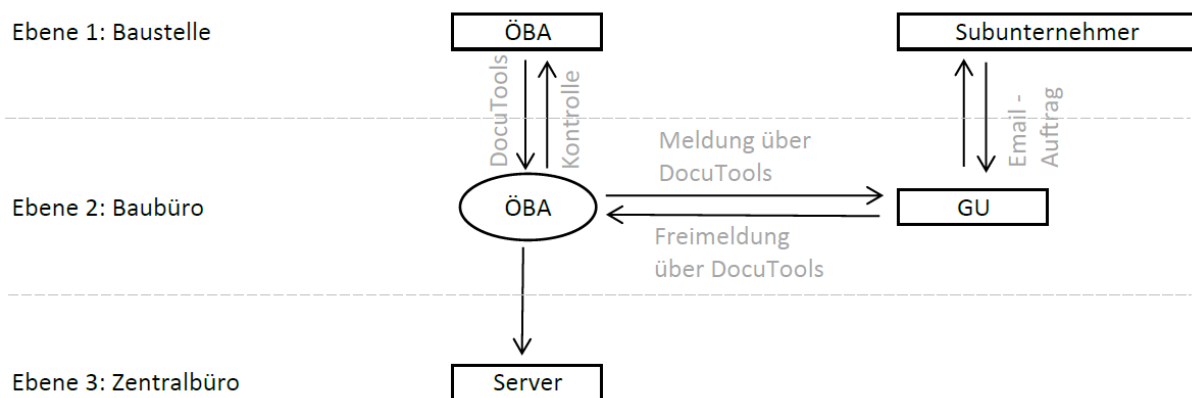


Abbildung 45: Informationsfluss Projektstudie 5

- **P 6, Prüf:**

Der in Abbildung 46 dargestellte Informationsfluss zeigt **aus der Sicht des Prüfsingenieurs**, woher die Informationen stammen, wohin diese weitergeleitet werden und wo die Daten abgespeichert werden. Der Prüfsingenieur besucht die Baustelle wöchentlich und überprüft mit Stichproben die hergestellte Leistung. Ist diese mit dem Letztstand der behördlichen Einreichung bzw. bei den Bewehrungsabnahmen mit den Tragwerksplänen ident, fällt das Prüfprotokoll relativ kurz ist. Durch die laufenden Änderungen im Bauprozess kommt das allerdings kaum vor. Die entdeckten Abweichungen werden mittels Planradar auf dem hinterlegten Plan verortet und mit Fotos und Stichworten ergänzt. Im Büro erfolgt eine Nachbearbeitung der Mangelpunkte, indem diese detaillierter beschrieben werden. Mit Hilfe des Programmes wird ein Dokument erstellt, das im Anschluss an die Vertretungen des Bauherren und der ausführenden Unternehmen versendet wird. Zusätzlich wird dieser Prüfbericht digital am Firmenserver abgelegt, wo dieser für die vorgeschriebene Dokumentationsdauer verfügbar ist.

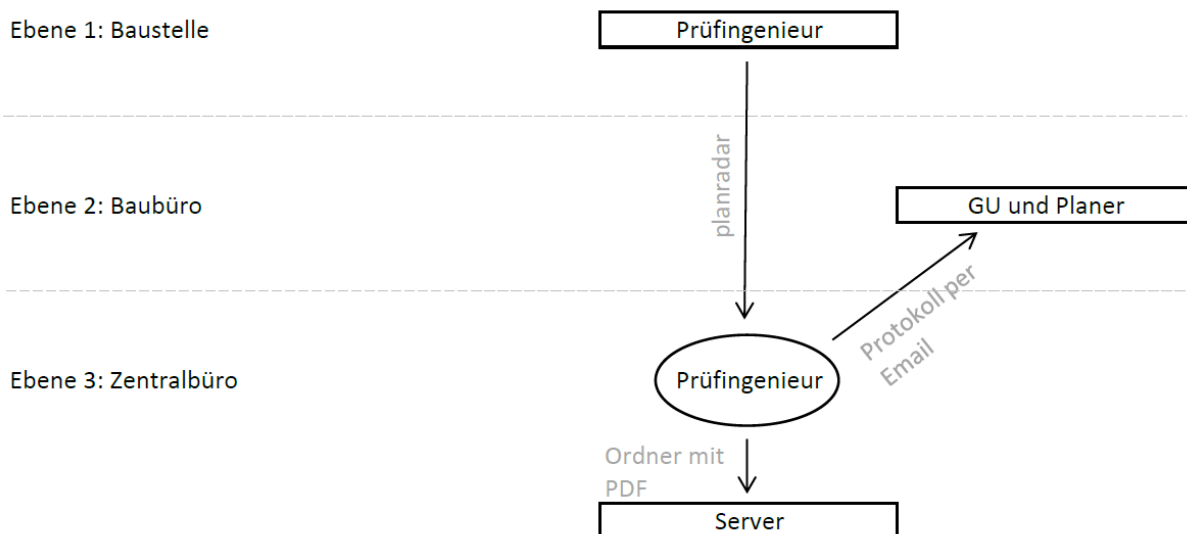


Abbildung 46: Informationsfluss Projektstudie 6

- **P 7, Arch 1:**

Der in Abbildung 47 dargestellte Informationsfluss zeigt **aus der Sicht der ÖBA**, woher die Informationen stammen, wohin diese weitergeleitet werden und wo die Daten abgespeichert werden. Auf der Baustelle erhobene Informationen zu bestehenden und neuen Mangelpunkten werden manuell aufgezeichnet. Mit Stift, Papier und einer Digitalkamera wird der Mangel aufgenommen und später im Büro in eine Excel-Liste übertragen. Diese Datei wird je nach Entscheidung der ÖBA im Ganzen an den Generalunternehmer oder in Gewerke unterteilt und so an die Subunternehmer bzw. an die anderen Beteiligten per Email versendet. Nach ausgeführter Bearbeitung erfolgt die Freimeldung an die ÖBA, welche wiederum die Leistung kontrolliert und freigibt. Die Dokumentation der örtlichen Bauaufsicht wird auf einem lokalen Server abgelegt oder je nach Projektstruktur über Cloud Dienste wie *Dropbox* den anderen Beteiligten zur Verfügung gestellt.

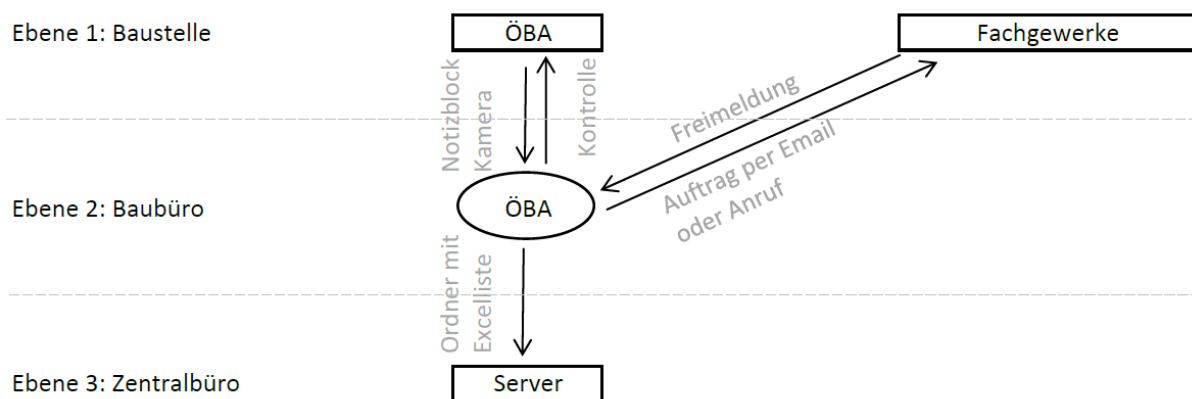


Abbildung 47: Informationsfluss Projektstudie 7

- P 8, Arch 2:

Der in Abbildung 48 dargestellte Informationsfluss zeigt **aus der Sicht der ÖBA**, woher die Informationen stammen, wohin diese weitergeleitet werden und wo die Daten abgespeichert werden. Der Architekt dieses Bauprojekts ist sowohl Planer als auch örtliche Bauaufsicht und vereint so einen recht umfangreichen Wissenstand. Es sind sehr kurzen Informationswegen vorhanden und alle relevanten Daten bei einer verantwortlichen Person gesammelt. Diese ist bei den wöchentlichen Baubesprechungen vor Ort, überprüft die Qualität der Ausführung und sorgt für eine mangelfreie Übergabe im Sinne des Vertrages. Entdeckte Abweichungen werden mit Notizbuch und Digitalkamera aufgenommen und festgehalten. Nach der Rückkehr ins Büro werden diese Daten digitalisiert und ein Bericht verfasst, der an die zuständigen Einzelgewerke versendet wird. Wie bei Projekten dieser Größe üblich, werden die Bauleistungen in Einzelvergaben abgewickelt. Dadurch erfolgt die Kommunikation zwischen der ÖBA und den ausführenden Unternehmen auf direktem Weg. Nach Behebung der Mängel werden diese bei der nächsten Baustellenbegehung erneut kontrolliert. Die Ablage der Dokumente erfolgt auf dem eigenen Firmenserver.

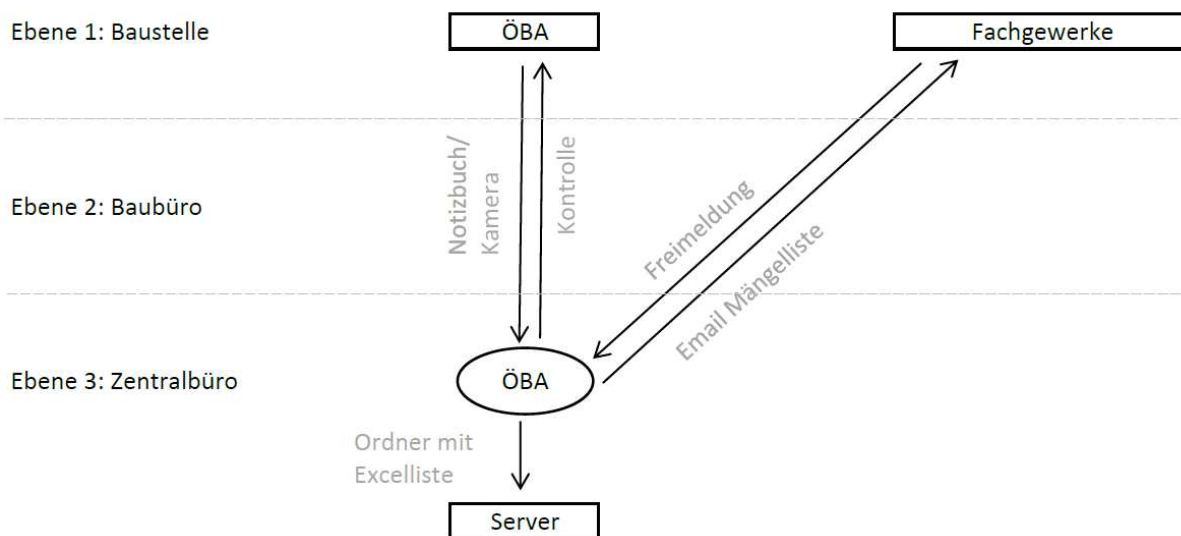


Abbildung 48: Informationsfluss Projektstudie 8

- **P 9, Arch 3:**

Der in Abbildung 49 dargestellte Informationsfluss zeigt **aus der Sicht der ÖBA**, woher die Informationen stammen, wohin diese weitergeleitet werden und wo die Daten abgespeichert werden. Bei diesem Projekt ist der Leistungsbereich der örtlichen Bauaufsicht auf zwei Ingenieurbüros aufgeteilt. Diese beiden Unternehmen sind in einer ARGE organisiert. Während der eine Partner für die Aufnahme der Mängel verantwortlich ist, hat der andere die Bearbeitung und Verfolgung der einzelnen Punkte zur Aufgabe. Es wird mit dem Softwareprodukt *OLMeRO* gearbeitet, über welches das gesamte Projektmanagement abgewickelt wird. In dem virtuellen Projektraum laufen die Pläne, der Schriftverkehr und die gesamte Baudokumentation ab. Es werden vom ersten ARGE Partner die Mangelpunkte bei Baustellenbegehungen erkannt und in *OLMeRO* erfasst. Dabei wird der Ort und die Zuständigkeit festgestellt sowie die Beschreibung des Mangels festgehalten. Diese Informationen werden automatisch synchronisiert und sind im System bei Zugriff der örtlichen Bauaufsicht sichtbar. Der zweite ARGE Partner ist nun für die Weiterleitung der Mängel an die zuständigen Gewerke zuständig und muss die Nachverfolgung koordinieren. Die ausführenden Unternehmen melden den Mangel frei, aber abschließen kann diesen nur die ÖBA. Die Kontrolle der Leistung erfolgt bei einer erneuten Begehung auf der Baustelle, die im Durchschnitt jede Woche durchgeführt werden.

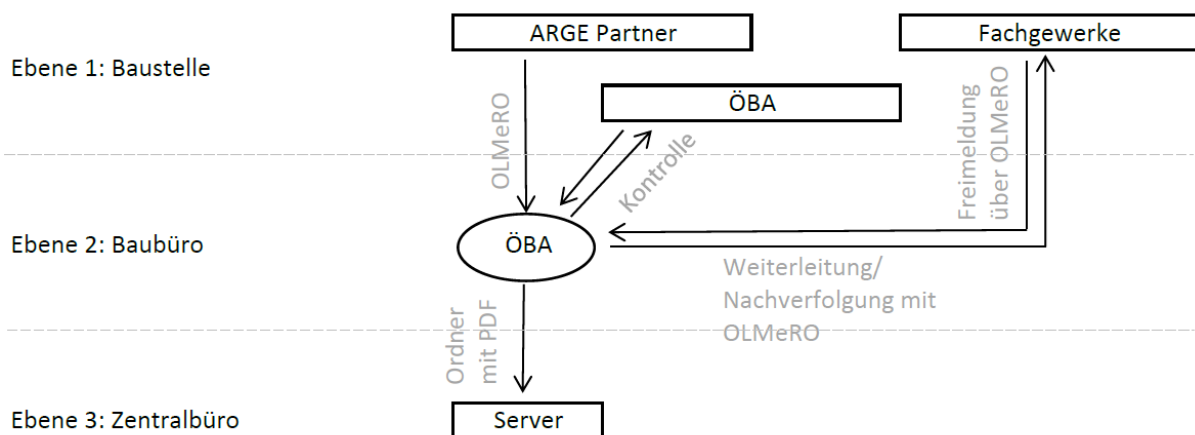


Abbildung 49: Informationsfluss Projektstudie 9

4.1.3.3 Mangelklassifikation

Bei den untersuchten Projektstudien wurden die verantwortlichen Personen auf der Baustelle begleitet und die vorbereiteten Checklisten ausgefüllt. Der Block C des Formulars hat die Mangelklassifizierung des konkreten Projekts zum Thema. Die unterschiedlichen Ergebnisse der Erhebung des Ist-Zustands werden im Folgenden zusammengefasst.

In der Tabelle 7 wird dargestellt, ob **Klassifizierungen** von Mängeln vorgenommen werden, ob diese nach der auftretenden **Schwere** unterschieden werden und ob **Statistiken** erstellt werden. Dabei ist zu sehen, dass auf den Baustellen P 1, P 2, P 3 und P 8 Mängel im Allgemeinen nicht kategorisiert werden. Zwar werden beim Projekt P 1 je nach Priorität des Mangels Aktionen schneller oder langsamer ergriffen, jedoch wird diese Einteilung nicht in die Dokumentation übernommen. Aufgrund des fehlenden Klassifizierungssystems gibt es auch keine statistische Auswertung. Lediglich bei den Projekten P 4 und P 5 ist eine vollständige Kategorisierung und Verarbeitung der Daten vorhanden. Bei den restlichen Projekten erfolgen zwar eine Klassifizierung und eine Unterscheidung in unterschiedliche Schweregrade, allerdings ist keine statistische Auswertung vorgesehen.

	Bau 1 P 1	Bau 2 P 2	Bau 2 P 3	GP 1 P 4	GP 2 P 5	Prüf P 6	Arch 1 P 7	Arch 2 P 8	Arch 3 P 9
Klasse	x	x	x	✓	✓	✓	✓	x	✓
Grad	x	x	x	✓	x	✓	✓	✓	✓
Statistik	x	x	x	✓	✓	x	x	x	x

Tabelle 7: Vergleich der Mangelklassifizierung der Baustellen

Die **Kategorien**, die bei den Bauprojekten aufgenommen werden, verwenden vor Allem die Bereiche Ort, Schweregrad und Zuständigkeit, wie in Abbildung 50 zu sehen ist. Eine Klassifizierung nach dem Schweregrad oder der Priorität zieht ebenso eine Einteilung nach Terminen nach sich, wenn Mängel schneller oder weniger schnell behoben werden müssen.

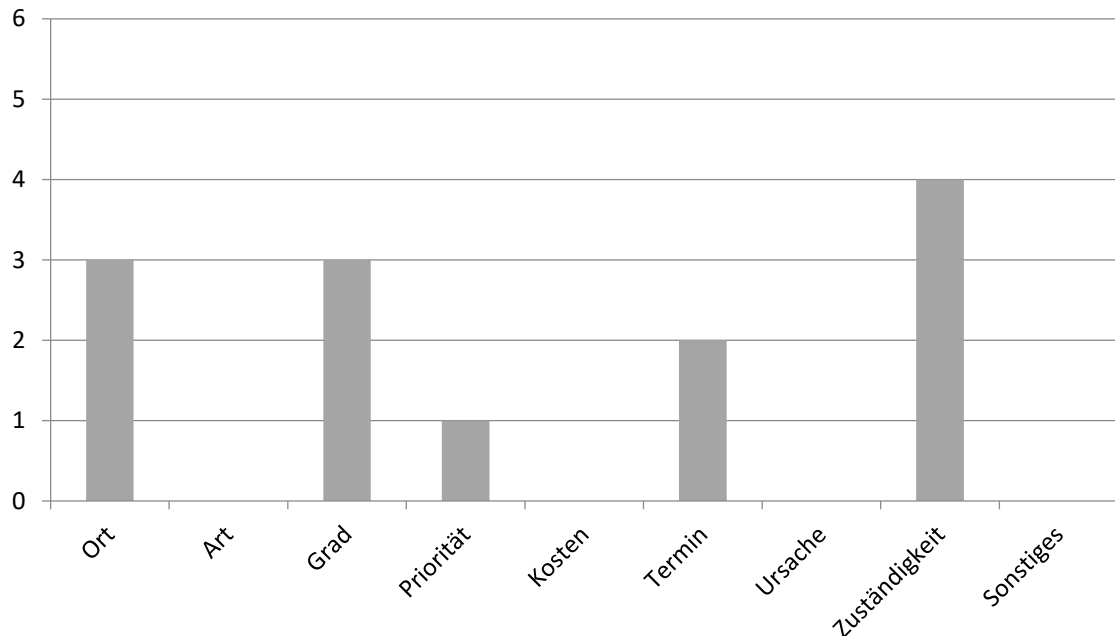


Abbildung 50: Verteilung der genannten Mängelkategorien

4.1.3.4 Kosten

Kosten für Mängelaufwände werden in der Regel bei den Projekten nicht erhoben. Weder werden die Kosten bei der Mangelerfassung berücksichtigt, noch später im Baubüro ergänzt. Mangelpunkte werden demnach auch nicht in unterschiedliche Kostengruppen oder Kostenkategorien aufgeteilt und ausgewertet. Manchmal kann es vorkommen, dass es ein eignes Kostenkonto für Mängel gibt, welches allerdings in keinem Fall detaillierter aufgeschlüsselt oder ausgewertet wird.

4.2 Experteninterviews

Die **Leitfadeninterviews** wurden mit neun verschiedenen Personen geführt. Der Schwerpunkt lag auf der Validierung der vorangegangenen Ergebnisse aus den Projektstudien und der Literaturrecherche. Zusätzlich wurde nach Zeit- und Ressourcenaufwand sowie den Defiziten und Potentialen des Mängelmanagements gefragt. Dabei lag der Fokus nicht auf projektspezifischen Parametern, sondern auf unternehmens- und branchenweiten Abläufen und Einflüssen.

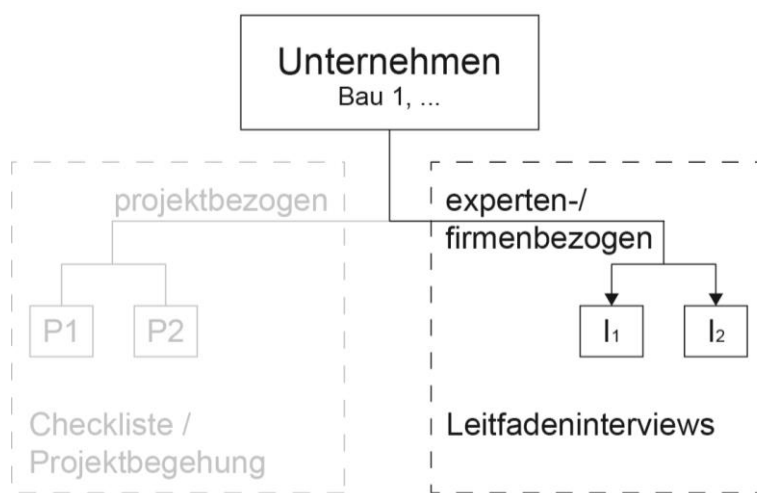


Abbildung 51: Übersichtsgrafik zur Forschungsmethode - unternehmensbezogen

In der folgenden Tabelle 8 werden die Gesprächspartner, berufliche Zuordnung, Art des Projekts, Ort und Zeitpunkt des Gesprächs aufgelistet. Bei der Größe der Unternehmen steht KU für Kleinunternehmen, MU für mittelgroße Unternehmen und GU für Großunternehmen:

Interview	Unternehmen	Zuordnung	Größe	Ort	Zeitpunkt
I 1	Bau 1	Projektleiter	MU	Wien	25.05.2018
I 2	Bau 2	Bauleiter	GU	Wien	06.06.2018
I 3	GP 1	ÖBA	GU	Wien	08.06.2018
I 4	GP 1	Kalkulation	GU	Wien	14.06.2018
I 5	GP 2	Geschäftsführung	MU	Wien	18.06.2018
I 6	Prüf	Prüfingenieur	MU	Wien	21.06.2018
I 7	Arch 1	Architekt - ÖBA	KU	Wien	08.06.2018
I 8	Arch 2	Architekt - ÖBA	KU	Wien	21.06.2018
I 9	Arch 3	ÖBA	MU	Wien	28.06.2018

Tabelle 8: Auflistung der Gesprächspartner

Nach der Beschreibung des verwendeten Interviewleitfadens und der beruflichen Zuordnung der Experten mit ihren Unternehmen werden die Ergebnisse der Befragungen in den vier Hauptkategorien Mangelhebung, Informationsfluss, Mangelklassifizierung und Kosten dargestellt. Zudem erfolgt eine zusätzliche Auswertung zum Thema Defizite und Potentiale im Mängelmanagement.

4.2.1 Aufbau des Interviewleitfadens

Der Fragenkatalog ist ähnlich wie die Checkliste aufgebaut und orientiert sich an den Themenblöcken der Diplomarbeit. Der erste Teil des Fragebogens soll der Erhebung allgemeiner Informationen des Interviewpartners dienen. Dazu werden Tätigkeitsbereich im Unternehmen, Größe und Art des Unternehmens sowie das Geschäftsfeld abgefragt (Abbildung 52).

Block A – Allgemeines

- Name des Unternehmens	<u>z.B. Unternehmen 1</u>		
- Name des Interviewpartners	<u>z.B. ÖBA 1</u>		
- Art des Unternehmens	☐ Planer	☐ ÖBA	☐ Ausführender
	☐ TU	☐ GU	☐ Subunternehmer
	☐ Ergänzung: _____		
- Größe/Umsatz des Unternehmens	_____ Mitarbeiter	_____ Mio. €	
- Funktion des Gesprächspartners	☐ Planer	☐ Ausführender	☐ QM
	☐ Bauleitung	☐ Projektleitung	☐ Geschäftsführung
	☐ Kalkulation	☐ Techniker	☐ Andere
- Art der Kunden	☐ private	☐ öffentliche	☐ beides
- Geschäftsfeld	☐ Planung	☐ Rohbau	☐ Ausbau

Abbildung 52: Block A - Leitfadeninterview

Der zweite Themenblock beschäftigt sich mit der Mangelhebung und dem Informationsfluss der Daten (Abbildung 53). Anstatt hierbei eine konkrete Baustelle mit ihren einzigartigen Konstellationen zu berücksichtigen, soll der allgemeine unternehmensweite Vorgang beleuchtet werden.

Block B – Mangelhebung und Informationsfluss

- Wie erfolgt die Mangelbearbeitung in Ihrem Unternehmen von der Entdeckung bis zur Dokumentation? Gibt es einen Leitfaden dazu im Unternehmen?
- Welche Softwareprogramme werden verwendet?
- Welche Personen befassen sich in Ihrem Unternehmen mit dem Mängelprozess und was sind ihre Aufgaben (Qualitätsmanagement)?
- Wie erfolgt die Weitergabe von Informationen intern zwischen Baustelle, Baubüro und Zentralbüro und schließlich zu externen Unternehmen?
- Wie und wo werden Dokumente abgelegt und wie sieht die Struktur dahinter aus (Datenbanken, Projektserver)?
- Wäre eine Eingliederung des Mängelmanagement in die Verträge sinnvoll und warum?

Abbildung 53: Block B – Leitfadeninterview

Im dritten Block erfolgt die Abfrage von Mängelkategorien (Abbildung 54). Neben der Feststellung der unternehmenseigenen Regelungen und Systemen wird auch um die Beurteilung einer vorgegebenen Mängeleinteilung von Macarulla⁴⁰⁶ gebeten.

Block C – Mangelklassifizierung

- Werden in Ihrem Unternehmen die Mängel klassifiziert, wenn ja erzählen Sie darüber, wie zufrieden sind Sie, was fehlt?
- Werden statistische Auswertungen vorgenommen? Falls ja, werden diese Auswertungen benutzt, um Mängel vorzubeugen? Falls nein, warum nicht?
- Werden Mängel unterschiedlich priorisiert? Wonach erfolgt die Einteilung und wer entscheidet das?
- Welche Gruppe vermissen Sie in dieser Einteilung oder könnte man welche zusammenfassen?

Abbildung 54: Block C - Leitfadeninterview

⁴⁰⁶ Vgl. Macarulla 2013, S. 973.

Der vierte Teil des Interviewleitfadens soll den Kosten- und Zeitaufwand der Mängelbehebung näher beleuchten (Abbildung 55). Interessant ist dabei, ob das Unternehmen bereits Ansätze zur Berechnung von Mängelkosten verfolgt und welchen Mehrwert eine Nutzung von vergleichbaren Mängelwerten bringen könnte.

Block D – Aufwand/Kosten

- Woraus setzt sich der Organisationsaufwand im Mängelprozess zusammen?
- Können Sie den zeitlichen Aufwand für das Mängelmanagement abschätzen und werden diese Tätigkeiten erfasst? Wo könnte im Organisationsprozess Zeit eingespart werden? Welche Arbeitsschritte werden ihrer Erfahrung nach auch mehrfach erledigt?
- Wie würden Sie Aufwand/Kosten für Nachbesserungsarbeiten berechnen und werden diese Kosten bereits in der Kalkulation verwendet? Wie hoch sind diese Kosten? Wo werden diese Kosten berücksichtigt?
- Worin würde der Vorteil von der Verwendung von Kostenkennwerte für Mängelbehebungen bzw. dessen Organisation in Ihrer Kalkulation liegen?

Abbildung 55: Block D - Leitfadeninterview

Die abschließenden Fragen thematisieren die Defizite und Potentiale des Mängelmanagements im Allgemeinen (Abbildung 56). Mit der Frage nach den wichtigsten Einflussgrößen sollen jene Ansätze gefunden, an denen man in Zukunft arbeiten muss, um ein effektives Managementsystem und vergleichbare Mängelkosten zu erhalten.

Block E – Defizite und Potentiale

- Was sind Ihrer Meinung nach die wichtigsten Parameter und Einflussgrößen im Mängelmanagement?
- Welche Probleme gibt es in Bezug auf das Mängelmanagement?
- Wo sehen Sie Potentiale bzw. die Zukunft des Mängelmanagements und wie kann das erreicht werden?

Abbildung 56: Block E - Leitfadeninterview

4.2.2 Interviewpartner

Die Transkription der geführten Gespräche ist im Anhang unter der jeweiligen Nummer zu finden. Im Anschluss sind die Unternehmen der einzelnen Interviewpartner und ihre eigene Person kurz vorgestellt, damit sie im Hinblick auf die Größe des Umsatzes, der Mitarbeiter oder ihrer Position miteinander verglichen werden können.

Interview 1 – Bau 1

Jene Person mit der das Experteninterview 1 geführt wurde, ist Projektleiter einer Wiener **Baufirma**, deren Kernkompetenz die Baumeisterleistung ist. In den meisten Fällen tritt das Unternehmen als Generalunternehmer auf und arbeitet eng mit den Subunternehmern zusammen. In Einzelfällen werden auch kleinere Planungsleistungen übernommen. Es werden 40 Angestellte beschäftigt und ein **Umsatz von ca. 100 Mio. €** im Jahr erzielt. Zudem agiert das Unternehmen auch als privater Bauträger und entwickelt, errichtet und vertreibt Wohnbauten. Der Schwerpunkt des Unternehmens liegt im Hochbau, wobei neben den Projekten der öffentlichen Hand auch private Aufträge angenommen werden. In dieser Firma nimmt der Gesprächspartner die Funktion eines Projektleiters ein, welcher seit Dezember 2017 gemeinsam mit einem kleinen Team alle Gewährleistungsmängel des Unternehmens abwickelt.

Interview 2 – Bau 2

Als zweiten Interviewpartner konnte ein Bauleiter einer großen österreichischen **Baufirma** gewonnen werden. Die Kompetenzen des Unternehmens decken die gesamte Baubranche ab und reichen vom Hochbau über Infrastrukturbauten bis zum Tunnelbau. Der jährliche **Umsatz beträgt in etwa 2.400 Mio. €** bei einem Mitarbeiterstand von rund 7.000 im Konzern, die sowohl öffentliche als auch private Aufträge annehmen. Zum Großteil operiert das Unternehmen als Auftragnehmer und ist in den meisten Fällen als Generalunternehmer Ansprechpartner der Bauherren. Seit einigen Jahren versucht sich das Unternehmen auch als Bauträger und gibt private Aufträge aus, die oft in Eigenleistung errichtet werden. Der interviewte Experte ist Bauleiter bei Hochbauprojekten und dabei hauptsächlich im Wohnungsbau tätig.

Interview 3 – GP 1

Das dritte Experteninterview wurde mit einer Person in Funktion der ÖBA geführt. Diese fing zuerst in der Planung an, übernahm dann eine Baustelle als örtliche Bauaufsicht und ist nun für eine große österreichische Planungsfirma tätig. Hier ist sie vor Ort die Ansprechpartnerin

für den Bauherr und den Generalunternehmer und betreut die Baustelle. Das Unternehmen beschäftigt insgesamt 700 Mitarbeiter in allen **Planungssparten**, erledigt Aufträge von privaten sowie öffentlichen Auftraggeber und begleitet die Projekte von der Idee bis zur Übergabe mit. Dabei wird ein **Umsatz von rund 100 Mio. €** erzielt.

Interview 4 – GP 1

Für den vierten Gesprächspartner wurde der Interviewleitfaden um weitere Fragen zur Kostenanalyse des Mängelmanagements ergänzt. Der Experte in diesem Gespräch ist für die Kalkulation und Ausschreibung eines großen österreichischen Unternehmens zuständig, welches sich auf **integrale Planungsleistungen** im Hoch- und Industriebau für private und öffentliche Kunden spezialisiert hat. Aus diesem Grund wurde versucht, aus dem Interview möglichst umfangreiche Erkenntnisse zum Thema Kosten zu erlangen. Bei rund 700 Angestellten werden jährlich **ca. 100 Millionen Euro umgesetzt**.

Interview 5 – GP 2

Als weiteren Fachexperten konnte im vierten Interview der Geschäftsführer eines mittelgroßen **Ingenieurbüros** gewonnen werden. Dieser besitzt selbst jahrelange Erfahrung im Bereich des Projektmanagements und konnte seine Expertise im Gespräch einbringen. Im Unternehmen arbeiten rund 40 Personen und erwirtschaften gemeinsam einen **Umsatz von 4,5 Mio. €**. Zu den Kernkompetenzen zählen der Auftritt als Generalplaner sowie Tätigkeiten im Projektmanagement, als örtliche Bauaufsicht und begleitende Kontrolle sowie als Finanzprüfer und Gutachter, wobei der Großteil der Leistungen in Österreich im Hochbau durchgeführt wird. Zu den Kunden des Unternehmens zählen sowohl private als auch öffentliche Auftraggeber.

Interview 6 – Prüf

Dieses Experteninterview wurde mit einer Person aus einem mittelgroßen Unternehmen geführt, deren Hauptaufgabe die Begleitung von Baustellen als **Prüfingenieur** ist. Hierbei ähnelt sich der Prozessablauf zum herkömmlichen Mängelprozess sehr und es konnte mit der Hilfe des Ansprechpartners der Fluss der Daten und Informationen auch in diesem Bereich nachvollzogen werden. Das Ingenieurbüro hat sich auf Planungsleistungen im Tragwerksbereich spezialisiert und bietet daneben auch die Leistungen des Prüfingenieurs an. Im Unternehmen sind rund 30 Mitarbeiter beschäftigt, wobei der **Umsatz nicht eruiert** werden konnte, aber es werden private und öffentliche Auftraggeber bedient.

Interview 7 – Arch 1

Das Interview Nummer sieben wurde mit einem Geschäftsführer eines kleinen **Architekturbüros** geführt. Dieser beschäftigt drei Mitarbeiter, die klassische Planungsleistung erbringen, während der Geschäftsführer zusätzlich auch als Örtliche Bauaufsicht auftritt. Der jährliche Umsatz des Unternehmens beläuft sich auf **300.000 € bis 400.000 €** je nach Auftragslage. Die Hauptleistung ist die Planung, wobei neben privaten auch öffentliche Projekte abgewickelt werden. Dabei muss jedoch nicht immer die erfolgreiche Planung zu einem Auftrag der ÖBA führen, da auch Projekte zur Bauaufsicht gewonnen werden, die nicht im eigenen Haus geplant wurden.

Interview 8 – Arch 2

Der Ansprechpartner im achten Interview ist der Geschäftsführer eines kleinen **Architekturbüros** mit zwei weiteren Mitarbeitern und einem jährlichen **Umsatz von ca. 150.000 Euro**. Während der Geschäftsführer neben der Planung auch die örtliche Bauaufsicht von Projekten übernimmt, erledigen die Angestellten zum Hauptteil Planungsleistungen. Des Weiteren werden viele Termine mit Bauherren im Consulting Bereich getätigt, bei denen Möglichkeiten zur Bauplatznutzung ausgelotet werden. Zu den Kunden zählen ausschließlich private Personen. Generell wird der Auftrag zur örtlichen Bauaufsicht meist gemeinsam mit der Planung erteilt. Reine Planungsleistungen sind auch üblich, aber die Übernahme der ÖBA bei Projekten mit anderen Planern kommt so gut wie nie vor.

Interview 9 – Arch 3

Im neunten und letzten Gespräch wurde mit einem Mitarbeiter der örtlichen Bauaufsicht eines mittelgroßen **Planungsbüros** gesprochen. Diese wollte allerdings nicht, dass das Interview aufgezeichnet wird. Daher gibt es statt einer Transkription eine sinngemäße Zusammenfassung der Aussagen des Fachexperten. Diese ist ebenfalls im Anhang zu finden. Grundsätzlich ist der Mitarbeiter immer vor Ort in einem Baubüro und betreut mehrere Baustellen gleichzeitig. Das Unternehmen beschäftigt rund 30 Mitarbeiter, die sich auf die Kernkompetenz Planung konzentrieren, aber auch als Generalplaner und örtliche Bauaufsicht auftreten. Es werden sowohl öffentliche als auch private Bauherren betreut und nicht nur Gesamtaufträge übernommen. So werden auch Leistungen der örtlichen Bauaufsicht bei Projekten durchgeführt, bei denen die Planung extern erfolgt.

4.2.3 Auswertung der Interviews

Die Resultate der Experteninterviews werden ebenso in die Kategorien Mangelerhebung, Informationsfluss, Mangelklassifizierung und Kosten eingeteilt, wobei das Thema Defizite und Potentiale hinzugefügt wird:

- Mangelerhebung,
- Informationsfluss,
- Mangelklassifizierung,
- Kosten,
- Defizite und Potentiale.

Nach erfolgter Literaturrecherche und Analyse der Projektstudien in Bezug auf das Mängelmanagement werden die so generierten Ergebnisse mit den geführten Fachinterviews überprüft. In einem ersten Schritt werden die befragten Personen je nach gewerblicher Zuordnung in den Gruppen Bau (Bauausführende), GP und Prüf (Generalplaner und Prüfsingenieure) sowie Arch (Architekten) zusammengefasst, um die Aussagen nach dieser Einteilung analysieren zu können. Die Themenblöcke richten sich dabei nach den Fragen aus dem Interviewleitfaden im Anhang, während die getätigten Aussagen in den dazugehörigen Transkriptionen zu finden sind.

In einem zweiten Schritt erfolgt eine Einteilung in die unterschiedlichen Unternehmensgrößen. Dabei werden die einzelnen Aussagen der Interviewpartner einander gegenübergestellt und verglichen, wie die Fachexperten die aktuelle Situation des Mängelmanagements einschätzen. Die Ergebnisse werden in Form von Tabellen und textliche Beschreibungen vorgestellt.

4.2.3.1 Mangelerhebung

Es werden die wichtigsten Meinungen zu den Themen wörtlich wiedergegeben. Dadurch wird es möglich, die einzelnen Sparten und ihre Sicht auf den Mängelprozess übersichtlich und vergleichbar darzustellen (Tabelle 9). Es wird erhoben, wie die Mangelerhebung im Detail im Unternehmen von der Aufnahme bis zur Dokumentation abläuft, ob ein Leitfaden dazu vorhanden ist und welche Softwareprogramme zum Einsatz kommen. Zudem wird die Verantwortlichkeit im Unternehmen zugeteilt und hinterfragt, ob und wie eine Verankerung des Mängelmanagements in den Verträgen besteht und Sinn macht.

Thema	Bau	GP und Prüf	Arch
Mangel- erhebung	„[der Bauherr] geht durch das Objekt, besucht einen Raum, macht sich dazu den Plan auf, dokumentiert zu einer gewissen Stelle im Raum [digital] alles mittels Fotos und Notizen. ... wir sortieren alle Mängel und teilen die Mängel auf die Subunternehmer auf.“ – Bau 2/ I 2	„...klassische Abnahmebegehung [erfolgt] in Planradar. [Die Firmen] bekommen eine Meldung, dass der Mangel aufgenommen wurde und können [diesen] über die App einsehen.“ – GP 1/ I 3 „Es wird per iPad dokumentiert, an die Firmen verschickt, Listen erstellt und dann abgearbeitet.“ – GP 2/ I 5	„...die Mängel [werden] schriftlich und fotografisch dokumentiert ...“ – Arch 1/ I 7 „...vor Ort [...] werden die Sachen [...] schriftlich in Form von Notizen und auch vermehrt über Fotos [festgehalten]. Daraus erstelle ich [...] dann Protokolle im Büro“ – Arch 2/ I 8
Software	„Excel, Word, Outlook, die Software ELO sowie auch Planradar“ – Bau 1/ I 1 „Verwendung einer Software ist meist Vorgabe des Bauherrn. [Es wird] Docu tools eingesetzt, SyncProjekt und auch Outlook.“ – Bau 2/ I 2	„Planradar, Outlook und die Microsoft Office Programme.“ – GP1/ I 4 „Docu tools zur Mängelerfassung, die Kostenverfolgung erfolgt über COOR. Es gibt hier noch keine Schnittstelle.“ – GP 2/ I 5 „Planradar, Microsoft Office Programme, Outlook, Plattformen, ...“ – Prüf/ I 6	„... die Mängelliste [erfolgt] je nach Größe des Bauvorhabens in Word oder Excel, also auf jeden Fall digital.“ – Arch 1/ I 7 Arch 3/ I 9 verwendet je nach Projektgröße planradar oder Notizzettel.
Verantwort- lichkeit	„Qualitätsmanagement wird vom Bauleiter und dem Polier durchgeführt, ...“ – Bau 2/ I 2	„...die ÖBA vor Ort und hier im Unternehmen all jene, die die Kostenverfolgung machen ...“ – GP 2/ I 5	„Ausschließlich ich selbst in Funktion der örtlichen Bauaufsicht.“ – Arch 1/ I 7

Vertrags- grundlage	„Andere Auftraggeber kommunizieren über eine Plattform ...“ – Bau 1/ I 1 „...für den Bauherren schon sinnvoll, für uns ist es ein Mehraufwand.“ – Bau 2/ I 2	„In den Verträgen steht [...] meistens nur eine systematische Herangehensweise drinnen.“ – GP 1/ I 4 „[vertragliche Vereinbarung] hängt vom zuständigen Anwalt ab.“ – GP 2/ I 5 „... Bauherrensache ...“ – Prüf/ I 6	„klassische[s] Mängelmanagement ist im Vertrag zwischen Bauherr und örtlicher Bauaufsicht geregelt“ – Arch 1/ I 7

Tabelle 9: Aussagen zur Mängelerhebung nach Sparte

In einem zweiten Schritt werden die Aussagen der Interviewpartner nach der Unternehmensgröße aufgegliedert (Tabelle 10). Somit können die Strukturen überprüft werden, welche sich aus der unterschiedlichen Größe der Unternehmen ergeben. Eine Firma mit mehreren hundert Angestellten besitzt eine ganz andere Organisationsstruktur als eine, die nur aus einer Handvoll Personen besteht.

Thema	KU	MU	GU
Mangel- erhebung	„die Mängel [werden] schriftlich und fotografisch dokumentiert ...“ – Arch 1/ I 7 „Daraus erstelle ich im Nachhinein dann Protokolle im Büro, welche an alle Teilnehmer verschickt [werden] ...“ – Arch 2/ I 8	„...[es wird] ein Termin vor Ort vereinbart [...], Fotos angefordert oder selber gemacht [...]. So kommt es zu einer Erstbesichtigung und zu einer weiteren Abklärung des Details.“ – Bau 1/ I 1 „Docu tools zur Mängelerfassung ...“ – GP 2/ I 5 „...umgestiegen auf Planradar ...“ – Prüf/ I 6	„[der Bauherr] geht durch das Objekt, besucht einen Raum, macht sich dazu den Plan auf, dokumentiert zu einer gewissen Stelle im Raum [digital] alles mittels Fotos und Notizen. ... wir sortieren alle Mängel und teilen die Mängel auf die Subunternehmer auf.“ – Bau 2/ I 2 „...klassische Abnahmebegehung [erfolgt] in Planradar.“ – GP 1/ I 3
Software	„...je nach Größe des Bauvorhabens in Word oder Excel ...“ – Arch 1/ I 7	„Excel, Word, Outlook, die Software ELO sowie auch Planradar.“ – Bau 1/ I 1 „Planradar, Microsoft Office	„[Es wird] Docu tools eingesetzt, SyncProjekt und auch Outlook.“ – Bau 2/ I 2

	„... Outlook, Microsoft Office Programme ...“ – Arch 2/ I 8	Programme, Outlook, Plattformen ...“ – Prüf/ I 6	„Planradar, Excel, Outlook und Microsoft Office.“ – GP 1/ I 3
Verantwortlichkeit	„Normalerweise mache das nur ich selbst.“ – Arch 2/ I 8 Es sind keine weiteren Funktionen im Unternehmen [außer der ÖBA] vorgesehen, die sich mit diesen [Mängel] beschäftigen. – Arch 3/ I 9	„... eine Abteilung für Gewährleistungsansprüche. .. im Team gibt es einen Teamleiter, eine Assistenz und Techniker vor Ort.“ – Bau 1/ I 1 „...die ÖBA vor Ort und hier im Unternehmen all jene, die die Kostenverfolgung machen ...“ – GP 2/ I 5	„Qualitätsmanagement wird vom Bauleiter und dem Polier durchgeführt, ...“ – Bau 2/ I 2 „Vorwiegend die örtliche Bauaufsicht sowie Fachbauleiter ...“ – GP 1/ I 3
Vertragsgrundlage	„Bis dato wurden wir noch nicht zur Verwendung spezifischer Software aufgefordert.“ – Arch 1/ I 7 „Eine Vorgabe wie so ein Managementsystem auszusehen hat, gibt es nicht.“ – Arch 2/ I 8	„[Software ist eine] interne Vorgehensweise. Andere Auftraggeber kommunizieren über eine Plattform.“ – Bau 1/ I 1 „... die Struktur und der Informationsfluss an den Bauherren werden sehr wohl festgelegt und vorher besprochen ...“ – GP 2/ I 5	„...für den Bauherrn [ist es] schon sinnvoll, für uns ist es ein Mehraufwand.“ – Bau 2/ I 2 „In den Verträgen steht [...] meistens nur eine systematische Herangehensweise drinnen.“ – GP 1/ I 4

Tabelle 10: Aussagen zur Mangelenerhebung nach Unternehmensgröße

4.2.3.2 Informationsfluss

An dieser Stelle wird überprüft, wie der Informationsfluss intern zwischen der Baustelle und dem Büro von Statten geht und wie die Daten an externe Unternehmen weitergeleitet werden. Zusätzlich werden die Dokumentenablage und die dahinterliegende Struktur abgefragt, welche in der Firma zur Anwendung kommt. Zuerst erfolgt die Einteilung der Aussagen in die einzelnen Berufssparten (Tabelle 11).

Thema	Bau	GP und Prüf	Arch
Informationsfluss intern	„... via Email im Programm Outlook, über SMS, mittels Anrufe, bei Besprechungen wo Aktenvermerke ausgetauscht werden.“ – Bau 1/ I 1 „...Weitergabe über Docu tools und Email-Verkehr.“ – Bau 2/ I 2	„...über Planradar, eine Cloud, eine Excel Liste und der internen Ablage.“ – GP 1/ I 3 „Die Informationsweiterleitung erfolgt per E-Mail.“ – GP 2/ I 5	„...handschriftliche Notizen und digitalisiere sie dann hier im Büro.“ – Arch 1/ I 7
Informationsfluss extern	„Extern arbeiten wir mittels E-Mails und für die Arbeiter vor Ort wird ebenfalls ein Ausdruck bereitgestellt. ... Subunternehmer [haben] keinen Zugriff [auf Docu tools]“ – Bau 2/ I 2	„... entweder über planradar oder über Email ...“ – GP 1/ I 4 „Die Dokumente werden ausgedruckt, unterschrieben, eingescannt, der Baufirma geschickt, ausgedruckt, unterschrieben, eingescannt und wieder an uns geschickt.“ – Prüf/ I 6	„... per E-Mail.“ – Arch 1/ I 7 „Das Mängelprotokoll wird [...] immer als PDF verschickt.“ – Arch 2/ I 8 Bei größeren Projekten wird mit planradar gearbeitet und die Weiterleitung der Informationen erfolgt digital. – Arch 3/ I 9
Dokumentenablage	„...Serversystem mit Baustellenstruktur ...“ – Bau 1/ I 1 „...Ordnersystem am Server ...“ – Bau 2/ I 2	„... zentralen Server ...“ – GP 1/ I 3 „...Serverlösung ...“ – GP 1/ I 4 „...Projektnummer ...“ – GP 2/ I 5	„Alle Dokumente werden in einem Ordner auf einem Büroservers abgelegt ...“ – Arch 2/ I 8
Struktur	„...Kategorien Schriftverkehr, Kalkulation, Baustellenmanagement, Vertrag, Subunternehmer,	„... projektspezifische Unterordner.“ – GP 1/ I 3 „... Datenbanken mit Ordnerstruktur.“ – GP 1/ I 4	„...Struktur, die sich nach Projekten auffächert ...“ – Arch 1/ I 7

Lieferanten, Pläne, etc.	„...Ordnerliste ...“ –
...“ – Bau 2/ I 2	GP 2/ I 5
	„...Ordnerstruktur ...“ –
	Prüf/ I 6

Tabelle 11: Aussagen zum Informationsfluss nach Sparte

Ebenso werden die Antworten der Fachexperten in die Gruppen der unterschiedlichen Unternehmensgrößen eingeteilt (Tabelle 12). Dadurch können Aussagen zum Einfluss der Größe auf die Organisationsstrukturen getroffen werden und die einzelnen Ergebnisse gegenübergestellt werden. Bei kleineren Unternehmen sind klassischerweise kurze Informationswege vorhanden, die bei den Verantwortlichen gebündelt werden. Hingegen muss bei größeren Firmen, die Struktur klar vorgegeben und eingehalten werden, um keinen Verlust an Informationen zu generieren.

Thema	KU	MU	GU
Informationsfluss intern	„...handschriftliche Notizen und digitalisiere sie dann hier im Büro.“ – Arch 1/ I 7	„... via Email im Programm Outlook, über SMS, mittels Anrufe, bei Besprechungen wo Aktenvermerke ausgetauscht werden.“ – Bau 1/ I 1 „Die Informationsweiterleitung erfolgt per E-Mail.“ – GP 2/ I 5	„...Weitergabe über Docu tools und Email-Verkehr.“ – Bau 2/ I 2 „...über Planradar, eine Cloud, eine Excel Liste und der internen Ablage.“ – GP 1/ I 3
Informationsfluss extern	„... per E-Mail.“ – Arch 1/ I 7 „Das Mängelprotokoll wird [...] immer als PDF verschickt.“ – Arch 2/ I 8	„Die Dokumente werden ausgedruckt, unterschrieben, eingescannt, der Baufirma geschickt, ausgedruckt, unterschrieben, eingescannt und wieder an uns geschickt.“ – Prüf/ I 6	„...Weitergabe über Docu tools und Email-Verkehr.“ – Bau 2/ I 2 „... entweder über planradar oder über Email ...“ – GP 1/ I 4
Dokumentenablage	„Alle Dokumente werden in einem Ordner auf einem Büroserver abgelegt ...“ – Arch 2/ I 8	„...Serversystem mit Baustellenstruktur ...“ – Bau 1/ I 1 „...Projektnummer ...“ – GP 2/ I 5	„...Ordnersystem am Server ...“ – Bau 2/ I 2 „... zentralen Server ...“ – GP 1/ I 3 „...Serverlösung ...“ – GP 1/ I 4

Struktur	„...Struktur, die sich nach Projekten auffächert ...“ – Arch 1/ I 7	„...Ordnerliste ...“ – GP 2/ I 5 „...Ordnerstruktur ...“ – Prüf/ I 6	– „...Kategorien Schriftverkehr, Kalkulation, Baustellenmanagement, Vertrag, Subunternehmer, Lieferanten, Pläne, etc. ...“ – Bau 2/ I 2 „... Datenbanken mit Ordnerstruktur.“ – GP 1/ I 4

Tabelle 12: Aussagen zum Informationsfluss nach Unternehmensgröße

4.2.3.3 Mangelklassifikation

Mit diesem Teil des Interviews wird hinterfragt, ob und welche Mangelklassen es gibt, welchen Mehrwert diese für statistische Auswertungen haben und ob eine Priorisierung von Mängeln stattfindet. Als letzten Punkt wurde abgefragt, in wie weit eine Mangelklassifizierung in weitere Unterpunkte Sinn macht. Im ersten Schritt erfolgt die Einteilung der Aussagen in die einzelnen Berufssparten (Tabelle 13).

Thema	Bau	GP und Prüf	Arch
Mangelklassen	„Es gibt leichte Mängel, schwere Mängel und die Kategorie „Gefahr in Verzug“. [...] Alles davor und dazwischen interessiert in Wahrheit niemanden.“ – Bau 1 / I 1 „Bei Docu tools kann man nur die Gewerke zuordnen. ... Bei den bisherigen Methoden mit den Excel-Listen wurde keine Klassifizierung vorgenommen.“ – Bau 2 / I 2	„...vor Allem in Gewerke und in schwere und middle-re [Mängel].“ – GP 1 / I 4 „...offene Leistung, Bau-schaden und Mangel [...] zuordenbare und nicht zuordenbare Mängel.“ – GP 2 / I 5	„...in erheblich und unerheblich [...] und] in Mangel und offener Punkt.“ – Arch 1 / I 7 „Eine juristische Unterteilung machen wir nur, wenn es bei Streitigkeiten notwendig ist. Im Normalfall werden keine Unterteilungen vorgenommen.“ – Arch 2 / I 8
Statistische Auswertung	„[Es werden] statistische Auswertungen vorgenommen, um in der Zukunft Poliere gezielt schulen zu können.“ – Bau 1 / I 1 „[Es werden] aufgrund von Zeitmangel keine statistischen Auswertungen vorgenommen. [...] Wenn dann muss das automatisiert passieren.“ – Bau 2 / I 2	„Planradar liefert Statistiken über den Stand der Behebung ...“ – GP 1 / I 3 „In Bezug auf die Kosten von Mängeln gibt es keine Auswertungen, da die Punkte einfach nicht monetär bewertet werden.“ – GP 1 / I 4 „Es werden laufende statistische Auswertungen gemacht, auch in Bezug auf die Kostenverfolgung.“ – GP 2 / I 5	„Es gibt keine statistischen Auswertungen, weil es einerseits aufwändig ist und auch keinen Sinn macht, da jedes Projekt spezifisch ist.“ – Arch 1 / I 7 „Nein, ich erstelle keine statistischen Auswertungen.“ – Arch 2 / I 8
Priorisierung	„...nach leichten und schweren Mängeln sowie der Kategorie „Gefahr in	„Es werden nur mittlere und schwere Mängel aufgenommen.“ – GP 1 / I 3	„...hat eher einen Einfluss auf den Auftragnehmer, der einen erheblichen

	Verzug“. – Bau 1/ I 1 „Eine Einteilung in Dringlichkeit oder ähnlichem gibt es hier nicht.“ – Bau 2/ I 2	„Leistungen benötigen auch einen Termin, weil man ohne Termin auf einer Baustelle gar nicht vorankommt.“ – GP 2/ I 5	Mangel schneller wegbe- kommen möchte. Ich möchte grundsätzlich zu einer Frist alle möglichen Mängel verbessert haben.“ – Arch 1/ I 7
Literatur- vorlage Mangelarten	„All diese Punkte kann man [...] in die drei vorher genannten Kategorien einteilen.“ – Bau 1/ I 1 „Ich muss mir sowieso jeden Mangel ansehen, da brauche ich keine weitere Kategorisierung oder Gruppe. Das wäre nur wieder ein Mehraufwand ...“ – Bau 2/ I 2	„Ich sehe hier das Problem des Zeitaufwandes ...“ – GP 1/ I 3 „Eine sinnvolle Ebene auf der die Mängel mit Kosten verknüpft werden könnten, wäre auf der Gewerkeebene ... Es darf auch keinen zusätzlichen Arbeitsaufwand bedeuten, sondern muss automatisiert ablaufen.“ – GP 1/ I 4 „...macht für mich keinen Sinn, da es die täglichen Themen der Bauaufsicht sind ...“ – GP 2/ I 5	„Aus der Statistik heraus mach das sehr wohl einen Sinn, weil man sehen kann, wo die Mängel hauptsächlich auftreten. Für meine Arbeit, macht es keinen Sinn. Es würde auch mehr Aufwand bereiten.“ – Arch 1/ I 7 „Die vielen Untergruppen können dazu führen, dass man das Grundsätzliche übersieht.“ – Arch 2/ I 8

Tabelle 13: Aussagen zur Mangelklassifizierung nach Sparte

Nach der Unterscheidung in die verschiedenen Sparten des Bauwesens erfolgt im nächsten Schritt der Vergleich der Antworten anhand der Unternehmensgröße und welchen Einfluss diese auf die Klassifizierung von Mängeln sowie auf deren statistische Auswertung hat (Tabelle 14).

Thema	KU	MU	GU
Mangelklassen	„...in erheblich und unerheblich [... und] in Mangel und offener Punkt.“ – Arch 1/ I 7 „Eine juristische Unterteilung machen wir nur, wenn es bei Streitigkeiten notwendig ist. Im Normalfall werden keine Unterteilungen vorgenommen.“ – Arch 2/ I 8	„Es gibt leichte Mängel, schwere Mängel und die Kategorie „Gefahr in Verzug“. [...] Alles davor und dazwischen interessiert in Wahrheit niemanden.“ – Bau 1/ I 1 „...offene Leistung, Bau-schaden und Mangel [... und] zuordenbare und nicht zuordenbare Mängel.“ – GP 2/ I 5	„Bei Docu tools kann man nur die Gewerke zuordnen. ... Bei den bisherigen Methoden mit den Excel-Listen wurde keine Klassifizierung vorgenommen.“ – Bau 2/ I 2 „...vor Allem in Gewerke und in schwere und mittlere [Mängel].“ – GP 1/ I 4
Statistische Auswertung	„Es gibt keine statistischen Auswertungen, weil es einerseits aufwändig ist und auch keinen Sinn macht, da jedes Projekt spezifisch ist.“ – Arch 1/ I 7 „Nein, ich erstelle keine statistischen Auswertungen.“ – Arch 2/ I 8	„[Es werden] statistische Auswertungen vorgenommen, um in der Zukunft Poliere gezielt schulen zu können.“ – Bau 1/ I 1 „Es werden laufende statistische Auswertungen gemacht, auch in Bezug auf die Kostenverfolgung.“ – GP 2/ I 5	„[Es werden] aufgrund von Zeitmangel keine statistischen Auswertungen vorgenommen. [...] Wenn dann muss das automatisiert passieren.“ – Bau 2/ I 2 „Planradar liefert Statistiken über den Stand der Behebung ...“ – GP 1/ I 3 „In Bezug auf die Kosten von Mängeln gibt es keine Auswertungen, da die Punkte einfach nicht monetär bewertet werden.“ – GP 1/ I 4
Priorisierung	„...hat eher einen Einfluss auf den Auftragnehmer, der einen erheblichen Mangel schneller weg bekommen möchte. Ich möchte grundsätzlich zu	„...nach leichten und schweren Mängeln sowie der Kategorie „Gefahr in Verzug“.“ – Bau 1/ I 1 „Leistungen benötigen auch einen Termin, weil	„Eine Einteilung in Dringlichkeit oder ähnlichem gibt es hier nicht.“ – Bau 2/ I 2 „Es werden nur mittlere und schwere Mängel auf-

	einer Frist alle möglichen Mängel verbessert haben.“ – Arch 1/ I 7	man ohne Termin auf einer Baustelle gar nicht vorankommt.“ – GP 2/ I 5	genommen.“ – GP 1/ I 3
Literatur- vorlage Mangelart	„Aus der Statistik heraus mach das sehr wohl einen Sinn, weil man sehen kann, wo die Mängel hauptsächlich auftreten. Für meine Arbeit, macht es keinen Sinn. Es würde auch mehr Aufwand bereiten.“ – Arch 1/ I 7 „Die vielen Untergruppen können dazu führen, dass man das Grundsätzliche übersieht.“ – Arch 2/ I 8	„All diese Punkte kann man [...] in die drei vorher genannten Kategorien einteilen.“ – Bau 1/ I 1 „...macht für mich keinen Sinn, da es die täglichen Themen der Bauaufsicht sind ...“ – GP 2/ I 5	„Ich muss mir sowieso jeden Mangel ansehen, da brauche ich keine weitere Kategorisierung oder Gruppe. Das wäre nur wieder ein Mehraufwand ...“ – Bau 2/ I 2 „Ich sehe hier das Problem des Zeitaufwandes ...“ – GP 1/ I 3 „Eine sinnvolle Ebene auf der die Mängel mit Kosten verknüpft werden könnten, wäre auf der Gewerkeebene ... Es darf auch keinen zusätzlichen Arbeitsaufwand bedeuten, sondern muss automatisiert ablaufen.“ – GP 1/ I 4

Tabelle 14: Aussagen zur Mangelklassifizierung nach Unternehmensgröße

4.2.3.4 Kosten

In den abgehaltenen Interviews wurden im Block D die Themen Kosten und Aufwand behandelt. Zuerst erfolgt die Einteilung der Aussagen in die einzelnen Berufssparten (Tabelle 15). Dabei wird nach dem Organisationsaufwand des Mängelmanagements gefragt, wie der zeitliche Aufwand abgeschätzt werden kann und welche Einsparungspotentiale die Interviewpartner sehen. Mit der Frage nach den Mängelkosten wird überprüft, ob und wie diese in die bestehenden Kalkulationen eingehen und welcher Vorteil aus der Verwendung von detaillierten Kennzahlen gezogen werden kann.

Thema	Bau	GP und Prüf	Arch
Organisationsaufwand	„...Überprüfung [der Sachlage], Besichtigungen mit den Verantwortlichen, [...] operativer Eingriff ... [Letzterer] nimmt die meiste Zeit, Koordination und Kosten in Anspruch.“ – Bau 1/ I 1 „...aus dem Bearbeiten, dem Beheben, dem Nachrufen.“ – Bau 2/ I 2	„...die Aufnahme der Mängel, weil das in mehreren Begehungen und zeitlichen Abhängigkeiten stattfindet und auch die Kontrolle ...“ – GP 1/ I 3 „Ersichtlich sind die Mängel doch relativ bald, aber die Dokumentation sowie die Behebung und die Wiederholung der Prozesse sind am aufwändigsten.“ – GP 1/ I 4 „...Administration mit 90% und 10% Abwicklung. Die Hauptaufgabe ist die Dokumentation, die Zuordnung und die Sicherstellung der Erledigung.“ – GP 2/ I 5	„... Begehung, Aufnahme vor Ort, Besprechung mit den beteiligten Personen und Erstellung und Versendung der Dokumentation. Der mühsamste und aufwändigste Teil ist jener der Einmahnung und der notwendigen Wiederholung ...“ – Arch 1/ I 7 „...wöchentliche Jour Fixe, die Anfahrtszeit, Besprechungen, Baustellenbegehungen, die Mängelaufnahme, das Abarbeiten im Büro am Computer.“ – Arch 2/ I 8
Zeitlicher Aufwand	„Im Nachhinein kann man ablesen, wie viele Stunden ich wo unterwegs war. [...] Abschätzen im Vorhinein könnte man auf eine halbtägige oder ganztägige Inanspruchnahme der Zeit schätzen,	„...vorab [kann] der Organisationsaufwand für die Unternehmen nicht seriös vorausgesagt werden ...“ – GP 1/ I 3 „Der zeitliche Aufwand wird nicht abgeschätzt oder aufgeschrieben. Hier	„Im Vorhinein lässt sich der zeitliche Aufwand nicht abschätzen. Der Markt sieht auch keine Reserve dafür vor.“ – Arch 1/ I 7 „Ich persönlich kann kaum die Stunden pro Projekt

	nicht jedoch auf Stunden.“ – Bau 1/ I 1 „...je nachdem um welche Firma, um welchen Mangel und um welchen Ort es sich handelt.“ – Bau 2/ I 2	wird mit einem Standardsatz gerechnet. Da jedes Projekt einzigartig ist ...“ – GP 1/ I 4 „Die Stunden, die ich auf der Baustelle und mit der Baustelle verbringe, werden aufgeschrieben und genau dem Projekt zugeordnet.“ – Prüf/ I 6	aufschreiben, weil ich untertags oft von einem Projekt zu einem anderen springen muss.“ – Arch 2/ I 8
Einsparungspotential	„...wenn alles gleich erledigt werden würde und man nicht dauernd nachrufen müsste.“ – Bau 2/ I 2	„Durch gezieltere Begehungen ... oder parallel bei anderen Begehungen bereits offene Punkte kontrollieren.“ – GP 1/ I 3 „Bei einem funktionierenden Team entstehen deutlich weniger Mängel.“ – GP 1/ I 4 „...durchgängige Verwenden von Plattformen ...“ – Prüf/ I 6	„...wenn der Auftragnehmer das erste Mängelprotokoll ernst nehmen würde ...“ – Arch 1/ I 7
Mängelkosten	„[Es werden] nur die fünf Prozent Haftungsrücklass berücksichtigt.“ – Bau 1/ I 1 „Die Rechnungen wie Material und Subleistungen werden zwar auf die alte Projektkostenstelle geschrieben, aber der eigene Zeitaufwand wird bereits auf das neue Projekt geschrieben.“ – Bau 2/ I 2	„Bei gewissen Firmen kommt es [...] zu einem relativ großen Mehraufwand, welcher diesen Firmen dann schon in Rechnung gestellt wird. [...] Ich sehe den Vorteil bei den ausführenden Unternehmen.“ – GP 1/ I 3 „...es gibt ja immer Ausreißer, die nicht verallgemeinert werden können [...]. Es wäre besser, einzelne Mängel hervorzuheben, die am häufigsten, am teuersten vorkommen.“ – GP 1/ I 4 „Durch interne Ansätze	„... wenn man projektbezogen arbeitet, ist das Anbieten der Leistung für ein Projekt das in der Zukunft liegt nur aufgrund der Erfahrungen der Vergangenheit möglich und daher [...] auch nur eine Mischkalkulation ...“ – Arch 1/ I 7 „[Ich kann] nicht abschätzen, wie viel Aufwand die Qualitätskontrolle sein wird.“ – Arch 2/ I 8

werden die Angebote
gelegt und man versucht
wirtschaftlich zu agieren.“

– **GP 2/ I 5**

Tabelle 15: Aussagen zu Mangelkosten nach Sparte

Mit der Einteilung der Unternehmen anhand ihrer Größe wird den unterschiedlichen Organisationsstrukturen Rechnung getragen (Tabelle 16). Welche Priorität die kleinen, mittleren und großen Firmen den Kosten zuordnen, ist Gegenstand dieser Gegenüberstellung.

Thema	KU	MU	GU
Organisationsaufwand	„... Begehung, Aufnahme vor Ort, Besprechung mit den beteiligten Personen und Erstellung und Versendung der Dokumentation. Der mühsamste und aufwändigste Teil ist jener der Einmahnung und der notwendigen Wiederholung ...“ – Arch 1/ I 7 „...wöchentliche Jour Fixe, die Anfahrtszeit, Besprechungen, Baustellenbegehungen, die Mängelaufnahme, das Abarbeiten im Büro am Computer.“ – Arch 2/ I 8	„...Überprüfung [der Sachlage], Besichtigungen mit den Verantwortlichen, [...] operativer Eingriff ... [Letzterer] nimmt die meiste Zeit, Koordination und Kosten in Anspruch.“ – Bau 1/ I 1 „...Administration mit 90% und 10% Abwicklung. Die Hauptaufgabe ist die Dokumentation, die Zuordnung und die Sicherstellung der Erledigung.“ – GP 2/ I 5 „Eigentlich aus dem Überprüfen der ausgeführten Leistungen. ... Aber je mehr Mängel vorhanden sind, desto mehr muss ich auf der Baustelle sein und desto mehr Zeit verbringe ich für die Protokolle.“ – Prüf/ I 6	„...aus dem Bearbeiten, dem Beheben, dem Nachrufen.“ – Bau 2/ I 2 „...die Aufnahme der Mängel, weil das in mehreren Begehungen und zeitlichen Abhängigkeiten stattfindet und auch die Kontrolle ...“ – GP 1/ I 3 „Ersichtlich sind die Mängel doch relativ bald, aber die Dokumentation sowie die Behebung und die Wiederholung der Prozesse sind am aufwändigsten.“ – GP 1/ I 4
Zeitlicher Aufwand	„Im Vorhinein lässt sich der zeitliche Aufwand nicht abschätzen. Der	„Im Nachhinein kann man ablesen, wie viele Stunden ich wo unter-	„...je nachdem um welche Firma, um welchen Mangel und um welchen Ort es sich

	Markt sieht auch keine Reserve dafür vor.“ – Arch 1/ I 7 „Ich persönlich kann kaum die Stunden pro Projekt aufschreiben, weil ich untertags oft von einem Projekt zu einem anderen springen muss.“ – Arch 2/ I 8	wegs war. [...] Abschätzen im Vorhinein könnte man auf eine halbtägige oder ganztägige Inanspruchnahme der Zeit schätzen, nicht jedoch auf Stunden.“ – Bau 1/ I 1 „Die Stunden, die ich auf der Baustelle und mit der Baustelle verbringe, werden aufgeschrieben und genau dem Projekt zugeordnet.“ – Prüf/ I 6	handelt.“ – Bau 2/ I 2 „...vorab [kann] der Organisationsaufwand für die Unternehmen nicht seriös vorausgesagt werden ...“ – GP 1/ I 3 „Der zeitliche Aufwand wird nicht abgeschätzt oder aufgeschrieben. Hier wird mit einem Standardansatz gerechnet. Da jedes Projekt einzigartig ist ...“ – GP 1/ I 4
Einsparungspotential	„...wenn der Auftragnehmer das erste Mängelprotokoll ernst nehmen würde ...“ – Arch 1/ I 7	„Die Führung der Firmen auf der Baustelle ist katastrophal, weil die Bauleiter sich nicht darum kümmern. Da sehe ich Handlungsbedarf.“ – GP 2/ I 5 „...durchgängige Verwenden von Plattformen ...“ – Prüf/ I 6	„...wenn alles gleich erledigt werden würde und man nicht dauernd nachrufen müsste.“ – Bau 2/ I 2 „Durch gezieltere Begehungen ... oder parallel bei anderen Begehungen bereits offene Punkte kontrollieren.“ – GP 1/ I 3
Mängelkosten	„... wenn man projektbezogen arbeitet, ist das Anbieten der Leistung für ein Projekt das in der Zukunft liegt nur aufgrund der Erfahrungen der Vergangenheit möglich und daher [...] auch nur eine Mischkalkulation ...“ – Arch 1/ I 7 „[Ich kann] nicht abschätzen, wie viel Aufwand die Qualitätskontrolle sein wird.“ – Arch 2/ I 8	„[Es werden] nur die fünf Prozent Haftungsrücklass berücksichtigt.“ – Bau 1/ I 1 „Durch interne Ansätze werden die Angebote gelegt und man versucht wirtschaftlich zu agieren.“ – GP 2/ I 5	„Die Rechnungen wie Material und Subleistungen werden zwar auf die alte Projektkostenstelle geschrieben, aber der eigene Zeitaufwand wird bereits auf das neue Projekt geschrieben.“ – Bau 2/ I 2 „Bei gewissen Firmen kommt es [...] zu einem relativ großen Mehraufwand, welcher diesen Firmen dann schon in Rechnung gestellt wird.“ – GP 1/ I 3

Tabelle 16: Aussagen zu Mangelkosten nach Unternehmensgröße

Bei dem Interview 4 – GP 1 wurde der Schwerpunkt der Befragung auf das **Kostenthema** gelegt, da der Interviewpartner in dem Unternehmen für die Ausschreibung und die firmeneigene Software zur Kostenverfolgung zuständig ist. Als Experte für Kosten im Baubetrieb nehmen die Erfahrungen und Meinungen des Fachexperten eine wichtige Rolle in diesem Kapitel ein. Das Interview wird daher an dieser Stelle separat betrachtet und es werden die Kernaussagen zusammengefasst:

- Aktuell wird der zeitliche Aufwand des Mängelmanagements nicht erfasst.
- Starre Kostenkennzahlen würden kaum einen Mehrwert generieren.
- Mit Wahrscheinlichkeitsverteilungen und Risikomanagement könnten die Mängelkosten sinnvoll verwendet werden, um vorbeugende Maßnahmen zu ergreifen.
- Die Kosten sollten auf der Gewerkeebene verglichen werden.

Im Unternehmen des vierten Interviewpartners GP 1 werden Mängel mit Hilfe des Softwaretools *planradar* aufgenommen, während die Kosten mit einem hauseigenen Programm erfasst werden. Dieses besteht aus einem Interface mit dahinterliegendem Datenbanksystem. Eine Verknüpfung zwischen den beiden Produkten gibt es derzeit nicht und wird derzeit nicht angestrebt.

Grundsätzlich wird die Mängelbehebung im Terminplan verankert und im Zeitplan miteinkalkuliert. Dazu wird ein Wochenansatz für die Mängelbehebung gewählt. Vertraglich wird mit den Einzel- oder Generalunternehmer geregelt, dass Kosten ab der zweiten Nichtbehandlung des Mangels verrechnet werden. Der zeitliche Aufwand der örtlichen Bauaufsicht wird nicht aufgeschrieben. Stattdessen wird mit einem Standardansatz gerechnet, der mit einem Gießkannenprinzip über alle Projekte hinweg arbeitet. Die Kalkulation ist nicht so detailliert, da die Kosten für die Mängelbearbeitung nur einen Bruchteil der Gesamtprojektkosten ausmachen. Bei ausführenden Unternehmen würde das hingegen mehr Sinn machen, da diese andere monetäre Maßstäbe erreichen und eine Reduktion der Mängelkosten das Ergebnis stark beeinflussen könnte.

Der Möglichkeit Benchmarks oder Kennzahlen zu etablieren, wird mit Skepsis begegnet, da sowohl die Ursache von Mängeln oft nicht ersichtlich ist, als auch Ausreißer auftreten können, die nicht verallgemeinert werden können. Wenn man allerdings mit einer Wahrscheinlichkeitsverteilung arbeitet, die in Richtung Risikomanagement geht, könnte man im Bauablauf auf die Kennzahlen reagieren und aktiv gegensteuern. Diese Kennzahlen sollten sinnvollerweise auf Gewerkeebene ermittelt werden. Eine genauere Aufschlüsselung müsste evaluiert werden, ob diese Sinn hat. Auf jeden Fall muss dieses System automatisch ablaufen und darf keinen zusätzlichen Arbeitsaufwand bedeuten.

4.2.3.5 Defizite und Potentiale

Nach bekanntem Schema werden die Aussagen der Interviewpartner zum Thema Defizite und Potentiale in die Sparten ausführende Bauunternehmen, Generalplaner und Prüfingenieur sowie Architekten unterteilt (Tabelle 17). Auf diese Weise lassen sich die Bedürfnisse der einzelnen Bereiche innerhalb des Bauwesens klar herausarbeiten. Gesondert befragt wurden die Fachexperten zu den ihrer Meinung nach wichtigsten Einflussgrößen und Parameter im Mängelmanagement. Ihre Sicht auf die aktuellen Probleme und die Zukunft der behandelten Prozesse zeigt Defizite und Potentiale der Branche.

Thema	Bau	GP und Prüf	Arch
Einflussgrößen	„Die Personen selbst und ihre Funktionen [...]. Die Zeit ...“ – Bau 1/ I 1 „...der Bauherr, der Eigentümer und die Subunternehmer.“ – Bau 2/ I 2	„[Man muss] die ausführenden Firmen ständig daran erinnern, sonst passiert gar nichts.“ – GP 1/ I 3 „Das sind nach wie vor die handelnden Personen.“ – GP 1/ I 4 „Die Vergabe im Rahmen einer optimierten Qualitäts- und Wirtschaftlichkeitsvergabe ...“ – GP 2/ I 5 „Die handelnden Personen und die Kommunikation zwischen den Personen.“ – Prüf/ I 6	„Ein grundsätzlicher Parameter ist die Zeit. [...] und die Projektstruktur ...“ – Arch 1/ I 7 „... die Planung. Mit einer guten Vorbereitung. [...] Eine realistische Kalkulation und Zeiteinteilung ist ebenso wichtig.“ – Arch 2/ I 8
Probleme	„Das Hauptproblem ist die Kommunikation ...“ – Bau 1/ I 1 „Auch die Eigentümer ...“ – Bau 2/ I 2	„...fehlt [...] am Verständnis, da manche Firmen nicht verstehen, warum es sich um einen Mangel handelt.“ – GP 1/ I 3 „Im Rückfluss der Informationen ...“ – GP 1/ I 4 „Das Verständnis der Politik fehlt in diesem Bereich.“ – GP 2/ I 5	„Dass man keine Handhabung hat, sich gegenüber den Auftragnehmern durchzusetzen.“ – Arch 1/ I 7
Zukunft	„[Wenn alle] ein Tool benutzen können, das	„...das ausführende und das Kontrollpersonal	„Ein Erkennen der Auftragnehmer, dass die

auf jedes beliebige Gebäude anwendbar ist.“ – Bau 1/ I 1	[wird] schlechter ...“ – GP 1/ I 3	Effizienzsteigerung in der Mängelbehandlung auch ihnen viel bringt. Beziehungsweise das Lernen von anderen Industrien ...“
„Grundsätzlich muss alles möglichst einfach nachzuverfolgen und zuzuteilen sein, sodass jeder Beteiligte möglichst schnell alles abwickeln kann.“ – Bau 2/ I 2	„... die Aus- und Weiterbildung der Arbeiter ist da ganz entscheidend. In Zukunft wird der Personaleinsatz im Bau verringert werden ...“ – GP 2/ I 5	– Arch 1/ I 7 „Die gute Betreuung des Projektes ist das Um und Auf.“ – Arch 2/ I 8
	„...wenn man den ganzen Papierkram wegbekommt und strenger digital arbeitet ...“ – Prüf/ I 6	

Tabelle 17: Aussagen zu Defiziten und Potentialen nach Sparten

Genauso ist eine Berücksichtigung der Unternehmensgröße für eine ausgewogene Analyse erforderlich (Tabelle 18). Kleinunternehmen haben oftmals mit anderen strukturellen Problemen zu kämpfen als größere Firmen und sehen die Defizite und Potentiale oft ganz wo anders.

Thema	KU	MU	GU
Einflussgrößen	„Ein grundsätzlicher Parameter ist die Zeit. [...] und] die Projektstruktur ...“ – Arch 1/ I 7 „... die Planung. Mit einer guten Vorbereitung. [...] Eine realistische Kalkulation und Zeiteinteilung ist ebenso wichtig.“ – Arch 2/ I 8	„Die Personen selbst und ihre Funktionen [...]. Die Zeit ...“ – Bau 1/ I 1 „Die Vergabe im Rahmen einer optimierten Qualitäts- und Wirtschaftlichkeitsvergabe ...“ – GP 2/ I 5 „Die handelnden Personen und die Kommunikation zwischen den Personen.“ – Prüf/ I 6	„...der Bauherr, der Eigentümer und die Subunternehmer.“ – Bau 2/ I 2 „[Man muss] die ausführenden Firmen ständig daran erinnern, sonst passiert gar nichts.“ – GP 1/ I 3 „Das sind nach wie vor die handelnden Personen.“ – GP 1/ I 4
Probleme	„Dass man keine Handhabung hat, sich gegenüber den Auftragnehmern durchzusetzen.“ – Arch 1/ I 7	„Das Hauptproblem ist die Kommunikation ...“ – Bau 1/ I 1 „Im Rückfluss der Informationen ...“ – GP 2/ I 4	„Auch die Eigentümer ...“ – Bau 2/ I 2 „...fehlt [...] am Verständnis, da manche Firmen nicht verstehen, warum es

		„Das Verständnis der sich um einen Mangel Politik fehlt in diesem handelt.“ – GP 1/ I 3 Bereich.“ – GP 2/ I 5	
Zukunft	„Ein Erkennen der Auf- tragnehmer, dass die Effizienzsteigerung in der Mängelbehandlung auch ihnen viel bringt. Bezie- hungsweise das Lernen von anderen Industrien ...“ – Arch 1/ I 7 „Die gute Betreuung des Projektes ist das Um und Auf.“ – Arch 2/ I 8	„[Wenn alle] ein Tool benützen können, das auf jedes beliebige Ge- bäude anwendbar ist.“ – Bau 1/ I 1 „... die Aus- und Weiter- bildung der Arbeiter ist da ganz entscheidend. In Zukunft wird der Per- sonaleinsatz im Bau verringert werden ...“ – GP 2/ I 5 „...wenn man den gan- zen Papierkram wegbekommt und stren- ger digital arbeitet ...“ – Prüf/ I 6	„Grundsätzlich muss alles möglichst einfach nach- zuverfolgen und zuzuteilen sein, sodass jeder Beteiligte möglichst schnell alles abwickeln kann.“ – Bau 2/ I 2 „...das ausführende und das Kontrollpersonal [wird] schlechter ...“ – GP 1/ I 3

Tabelle 18: Aussagen zu Defiziten und Potentialen nach Unternehmensgröße

Zum Abschluss erfolgt eine generelle Zusammenfassung der häufigsten Nennungen für die Bereiche **Defizite**, wie diese überwunden werden können und wo die **Zukunft** des Mängel-managements liegen kann. Die zentralen Aussagen der Fachexperten wurden in inhaltlich zusammenpassende Themenblöcke in der Tabelle 19 eingeteilt, um den Überblick zu be-wahren und eine Reihung der Aussagen zu ermöglichen.

Defizite	→	Verbesserungsfaktoren	→	Zukunft
Kommunikation Bau 1/ I 1, GP 1/ I 4, Arch 2/ I 8, Arch 3/ I 9		Kommunikation (Einfachheit, Ab- schlussgespräch, gute Betreuung) Bau 2/ I 2, GP 1/ I 4, Arch 2/ I 8		Digitalisierung Bau 1/ I 1, Bau 2/ I 2, Prüf/ I 6
Politik GP 2/ I 5, Prüf/ I 6, Arch 1/ I 1		Monetäre Anreize (Strafen, Quali- tätsverträge und –entlohnung) GP 2/ I 5, Prüf/ I 6, Arch 3/ I 9		Automatisierung GP 1/ I 4, GP 2/ I 5
Subunternehmer, Kontrolle Bau 2/ I 2, GP 1/ I 3		Standards, Normen Bau 1/ I 1, Arch 1/ I 7		Mangelfreie Produktion GP 1/ I 3, Arch 3/ I 9

Tabelle 19: Meistgetätigte Aussagen in absteigender Reihenfolge

Bei den Defiziten des Mängelmanagements werden im Themenbereich der Kommunikation die allgemeine mangelnde Gesprächskultur, zwischenmenschliche Diskrepanzen sowie die Defizite der Informationsflüsse zusammengefasst. Zu den Bereichen der Politik zählen la-sche Rechtsprechungen, zu wenig rechtliche Handhabe und das Bestbieterprinzip, welches nach wie vor die Qualität zu wenig berücksichtigt. Ein fehlendes Verständnis für Mängel bei den Subunternehmern und eine nicht ausreichende Kontrolle der Arbeiten vor Ort bilden den letzten Punkt. Als mögliche Verbesserungsmaßnahmen wurden vor Allem monetäre Anreize genannt. Dazu zählen höhere Strafen bei Vergehen oder Nichteinhaltung der vereinbarten Ziele und ein Paradigmenwechsel der klarstellt, dass Qualität etwas kostet. Eine Rückkopp-lung von Informationen sowie die einfache Bedienung und Weiterleitung von Informationen können die Kommunikation im Projekt deutlich verbessern und sind der Grundstein für eine gute Projektbetreuung. Schließlich werden Normen und festgelegte Standards als Möglich-keit gesehen, die vorherrschenden Defizite zu verbessern. Die meisten interviewten Personen sehen die Zukunft des Mängelmanagements in der Digitalisierung der Prozesse. Nicht als papierintensive Arbeit sondern unter der Verwendung von mobilen Endgeräten soll in Zukunft ein Mangel erhoben, bearbeitet und evaluiert werden. Im nächsten Schritt kann sich daraus eine Automatisierung der gesamten Teilschritte ergeben, in denen Maschinen oder Programme zunehmend die arbeitsintensiven Aufgaben übernehmen. Schlussendlich soll der Weg zu einer qualitätsbewussten Grundhaltung der beteiligten Personen führen, die in einer mangelfreien Ausführung resultiert.

4.3 Ergebnisinterpretation der qualitativen Studie

In den nächsten Unterpunkten erfolgt auf Basis der durchgeführten Projektstudien und Fachinterviews die Interpretation der zuvor beschriebenen Informationen und Forschungsunterlagen. Es werden die einzelnen Themenblöcke des Mängelmanagements separat behandelt, wobei die Ergebnisse der qualitativen Erhebung im Hinblick auf die aktuelle Baubranche im Gesamten betrachtet werden. Die Arbeitspunkte werden in die bekannte Struktur aufgeteilt:

- Mängelerhebung,
- Informationsfluss,
- Mangelklassifizierung,
- Mangelkosten,
- Defizite und Potentiale.

Die kurze Zusammenfassung der wichtigsten Meinungen der Interviewpartner ist in der Tabelle 20 ersichtlich. Die Interviews zeichnen ein klares Bild davon, dass es zurzeit primär auf die handelnden Personen ankommt, ob ein Projekt gut verläuft oder ob Spannungen auftreten und über Mängel gestritten wird. Erst wenn in Zukunft die menschliche Komponente zunehmend an Bedeutung verliert oder mit Seminaren und andere Taktiken ein Umdenken einsetzt, hin zu einem gemeinschaftlichen Wohl des Projekts, wird es möglich sein, vollständig mängelfrei zu produzieren. Die vorgestellten Hilfsmittel und digitalen Systeme beschreiben dabei lediglich einen Teil des Weges.

Thema	Aussage	Größe
Mängelerhebung	„In den Verträgen steht [...] meistens nur eine systematische Herangehensweise drinnen.“ – GP 1/ I 4	GU
	„Es wird per iPad dokumentiert, an die Firmen verschickt, Listen erstellt und dann abgearbeitet.“ – GP 2/ I 5	MU
	„...die Mängel [werden] schriftlich und fotografisch dokumentiert ...“ – Arch 1/ I 7	KU
Informationsfluss	„... via Email [...], über SMS, mittels Anrufe ...“ – Bau 1/ I 1	MU
	„Die Ordnerstruktur ist in unserem Unternehmen intern vorgegeben und jedes Projekt erhält diese Struktur.“ – Bau 2/ I 2	MU
	„Die Dokumente werden ausgedruckt, unterschrieben, eingescannt, der Baufirma geschickt, ausgedruckt, unterschrieben, eingescannt und wieder an uns geschickt.“ – Prüf/ I 6	GU
Mangelklassifikation	„[Es werden] aufgrund von Zeitmangel keine statistischen Auswertungen vorgenommen.“ – Bau 2/ I 2	GU

Kosten	„Es werden nur mittlere und schwere Mängel aufgenommen.“ – GP 1/ I 3	GU
	„Eine juristische Unterteilung machen wir nur, wenn es bei Streitigkeiten notwendig ist.“ – Arch 2/ I 8	KU
	„Die Rechnungen wie Material und Subleistungen werden zwar auf die alte Projektkostenstelle geschrieben, aber der eigene Zeitaufwand wird bereits auf das neue Projekt geschrieben.“ – Bau 2/ I 2	GU
	„...vorab [kann] der Organisationsaufwand für die Unternehmen nicht seriös vorausgesagt werden ...“ – GP 1/ I 3	GU
Defizite und Potentiale	„Der mühsamste und aufwändigste Teil ist jener der Einmahnung und der notwendigen Wiederholung ...“ – Arch 1/ I 7	KU
	„[Wenn alle] ein Tool benützen können, das auf jedes beliebige Gebäude anwendbar ist.“ – Bau 1/ I 1	MU
	„... die Aus- und Weiterbildung der Arbeiter ist da ganz entscheidend. In Zukunft wird der Personaleinsatz im Bau verringert ...“ – GP 2/ I 5	MU
	„Ein grundsätzlicher Parameter ist die Zeit. [...] die Projektstruktur ...“ – Arch 1/ I 7	KU

Tabelle 20: Highlight Aussagen der Fachexperten

In den folgenden Unterpunkten wird der Ist-Zustand der Baubranche mit dem Bau-Soll verglichen und die Ergebnisse der qualitativen Forschung interpretiert. Die erhobenen Daten aus den Projektstudien (aktuelle Baustellen) und den Leitfadeninterviews (Arbeitsweise der Unternehmen) werden analysiert und begründet.

4.3.1 Manglerhebung

Die Projektstudien zeigen eine Durchmischung des österreichischen Markts, in der sowohl die herkömmliche Mangelerhebung durchgeführt wird, als auch digitale Systeme zum Einsatz kommen. In fünf von neun Projekten werden die Mängel digital erhoben, wobei in Zukunft mit einer nachrückenden, technikaffinen Generation die Smartphones und Tablets als Alleskönner, die klassischen Diktiergeräte, Notizbücher und Fotokameras weiter ablösen werden. Aus den Fachgesprächen wird klar, dass es keine einheitlichen Regeln oder Vorschriften gibt, wie die Mangelerhebung zu erfolgen hat. In den Verträgen ist oft nur von einer strukturierten Organisation und Durchführung die Rede, welche aber den Unternehmen selbst überlassen wird. Somit ergibt sich zwangsläufig, dass die Mangelerhebung von Unternehmen zu Unternehmen sowie von Projekt zu Projekt unterschiedlich abläuft.

Eindeutig erkennbar ist, dass in der Baupraxis besonders die vier Kategorien Ort, Art, Termin und Zuständigkeit zur Spezifikation eines Mangels aufgenommen werden, während laut verschiedenen Literaturquellen^{407,408} noch weitere Punkte angeführt werden sollten, um einen vollständigen Kontext zu erhalten. Aus den Gesprächen mit den Experten ist ersichtlich, dass diese Reduzierung der Aufnahmepunkte vor Allem auf die limitierte, zur Verfügung stehende Zeit zurückzuführen ist. Außerdem sind zum Zeitpunkt der Mangelerhebung alle beteiligten Personen mit dem Projekt vertraut, weshalb weitere Informationen nicht notwendig sind. Für eine spätere Auswertung der Mängel ist diese Vorgehensweise zwar nicht vorteilhaft, wird aber durchaus akzeptiert. Den Mehraufwand, um Mängel spezifischer aufzunehmen, ist kein Unternehmen bereit zu tätigen. Des Weiteren wird von der Praxis ein Hauptaugenmerk auf die Erhebung von Mängeln mittels Fotos und textlichen Beschreibungen gelegt. Erstere dienen fast immer der Visualisierung des anstehenden Problems. Sprachnachrichten, Videos oder vertragsrelevante Schrifttexte werden hingegen nur selten aufgenommen und an den Mängel angehängt. Die Verortung erfolgt entweder im Softwareprogramm am mobilen Endgerät oder mit Hilfe einer Beschreibung des Mangels mit Stockwerk, Raum und Bauteil.

Interessant zu sehen ist, dass die Zugehörigkeit zu einer Berufssparte nicht zwangsläufig eine manuelle oder digitale Mangelerhebung erfordert. Sowohl bei den Baufirmen als auch bei den planenden Architektenbüros gibt es beide Vorgehensweisen. Nur bei den als Generalplanern auftretenden Unternehmen ist eine digitale Aufnahme von Mängeln gang und gäbe. Das liegt daran, dass es zum zentralen Aufgabengebiet der Generalplaner in der Funktion als Projektsteuerung oder örtliche Bauaufsicht gehört, mit Mängel umzugehen, diese aufzunehmen, zu dokumentieren und dafür zu sorgen, dass diese behoben werden.

⁴⁰⁷ Vgl. Motzke 2015, S. 22f.

⁴⁰⁸ Vgl. Reithmeier 2013, S. 68.

Ähnliches kann über die Prüflingenieure behauptet werden. Da für diese beiden Berufssparten Mängel zum Tagesgeschäft gehören, nehmen sie die digitalen Hilfsmittel an, um die Bearbeitung dieser effizienter durchzuführen.

Bei der Unterscheidung der Unternehmen nach ihrer Größe stellt sich heraus, dass Kleinunternehmen dazu neigen, Mängel händisch mit Hilfe von Notizbüchern aufzunehmen. Analog lässt sich daraus das Ergebnis der Literaturrecherche bestätigen, dass kleinere Projekte nach wie vor gut mit herkömmlichen Mitteln abgewickelt werden können. Aus den Interviews hört man heraus, dass hier vermehrt private Bauherren auftreten, denen die Dokumentation der Mängel nicht wichtig ist, sondern allein den Fokus auf ein technisch und optisch einwandfreies Endergebnis legen. Außerdem sind im Kleinunternehmerkreis persönliche Kontakte, Besprechungen und Telefonate wichtiger und es fehlt der ökonomische Mehrwert der digitalen Softwareprogramme, da Geld für Lizenzen ausgegeben werden muss. Zwischen den großen und mittelgroßen Unternehmen lässt sich jedoch kein Unterschied erkennen. Diese beiden Gruppen erledigen die Erhebung von Mangelpunkten manuell wie auch digital.

Die in der Forschung entwickelten Verfahren wie Bauteiltransponder, Photogrammetrie und Laserscanner sind für die Verwendung zur Mängelerhebung zum einen noch sehr kostspielig und bieten zum anderen keine wirkliche Zeiteinsparung oder Produktivitätssteigerung.⁴⁰⁹ Der Einbau bzw. Aufbau der Gerätschaften und ihre Auswertungen erfordern zudem den Einsatz von geschultem Personal, weshalb diese Hilfsmittel in der jetzigen Form kaum eine Bereicherung für das Baustellenmanagement darstellen. Ebenso wurden in den untersuchten Projekten keine entsprechenden Hinweise darauf gefunden, dass diese in der Baupraxis Anwendung finden. Diese Systeme dürften sich auf einzelnen Pilotprojekten mit Forschungsbeteiligungen begrenzen.

Während im Labor die Erkennung von geometrischen und qualitativen Abweichungen bereits funktioniert^{410,411}, steht die Umsetzung auf realen Baustellen noch vor großen Herausforderungen. Die Ideen der einzelnen Feldstudien müssten von der Wirtschaft aufgenommen, verbessert und angewendet werden. Solange allerdings die Daten und Meldungen der digitalen Programme manuell überprüft werden müssen und die traditionellen Methoden ökonomischer durchgeführt werden können, wird ein Einsatz am freien Markt nicht durchführbar sein. Die Interviewpartner zeigen durchaus einen Bedarf an neuen Systemen, da die Betreuung und Kontrolle der Baustelle vor Ort laufend von der Bürokratie und dem Managen

⁴⁰⁹ Vgl. Blankenbach 2015, S. 361.

⁴¹⁰ Vgl. Kwon 2014, S. 75ff.

⁴¹¹ Vgl. Laofor 2012, S. 163.

von Besprechungsterminen zurückgedrängt wird. Automatisierte Systeme, die Mängel selbstständig erkennen, entsprechende Aktionen auslösen und auf objektiven Kriterien basieren, ermöglichen da eine zeitnahe Entscheidungsfindung und können Streitigkeiten verringern.

Mehrere Entwickler von Softwarelösungen in diesem Bereich bieten am Markt ihre Apps an, mit denen der Prozess der Mängelerhebung vereinfacht werden soll. Die aktuell bekanntesten Anbieter in Österreich sind *planradar* und *Docu tools*, welche auch in den Projektstudien oftmals zum Einsatz kommen. Es kann daher davon ausgegangen werden, dass die diversen Softwarelösungen im Bewusstsein der Projektbeteiligten angekommen sind und durchaus eine Marktdurchdringung und Akzeptanz erreicht haben. Allerdings ist zu sehen, dass besonders bei den Kleinunternehmen, die Notwendigkeit für die Umstellung auf digitale Prozesse bzw. der Anreiz zur Implementierung dieser, nicht gegeben ist. Diese, aus der Literatur⁴¹² bekannte, Problematik wird in den Projektstudien und geführten Interviews bestätigt. Größere Unternehmen weisen einen höheren Anteil an digitalen Hilfsmitteln auf als kleinere. Die Skalierbarkeit von zu entwickelnden Systemen ist daher nach wie vor eine große Herausforderung.

⁴¹² Vgl. Schultz 2015, S. 437.

4.3.2 Informationsfluss

Das Problem von einem herkömmlichen Informationsfluss, der in erster Linie durch Telefongespräche, Notizzettel und Emails erfolgt, ist laut Literaturrecherche, dass so Weisungen und Informationen oftmals falsch eingeschätzt werden. Das liegt vor Allem an einer mangelnden Datengrundlage, die verlorene oder unleserliche Dokumente beinhaltet.⁴¹³ Aktuelle Serverlösungen speichern alle ein- und ausgehenden Informationen automatisch, beugen Redundanzen vor und organisieren die Daten nach vordefinierten Strukturen. In der Praxis erfolgt die Datenablage schließlich fast zur Gänze digital. Die Dokumentation von Plänen, Mitteilungen o.Ä. in Aktenschränke wurde nahezu vollständig von digitalen Ordnerstrukturen verdrängt, von denen ein Großteil auf projekteigenen Servern liegt. Lediglich ein befragtes, ausführendes Unternehmen unterhält sowohl ein digitales als auch ein analoges Ablagesystem. Die Prüfsingenieure müssen von Amtswegen her, nach wie vor ausgedruckte Ordner mit den wichtigsten Formularen und Bescheiden abgeben. Doch selbst diese Gruppe wünscht sich, dass das Papiersystem bald der Vergangenheit angehört und auch die Behörden auf eine komplett digitale Lösung umsteigen. Die Digitalisierung bietet schließlich den Vorteil von raschen Filter- und Suchmöglichkeiten sowie eine Beschränkung der Zugriffsrechte und eine Verhinderung von irrtümlich geänderten oder gelöschten Daten. Die angewendeten Ordnerstrukturen ähneln sich und bestehen zumeist aus den Dokumentationsebenen Projekt, Berichte, Zuständigkeit und Datum in einer freigewählten Reihung. Bei jenen Unternehmen, die mit Pins und Verortungen auf digitalen 2D Plänen arbeiten, können die Berichte auch in den dazugehörigen Softwareprogrammen gefunden werden.

Aus den abgelegten Daten werden überraschenderweise nur bei den Generalplanern die Informationen weiter ausgewertet. Die Analysen werden vor Allem für interne und externe Statusberichte verwendet, um einen besseren Überblick über den aktuellen Projektstand zu erhalten. Während eine solche Vorgehensweise bei den Baustellenkosten durchaus üblich ist, werden Mängel im Sinne eines Qualitätsmanagements jedoch kaum berücksichtigt. Insbesondere Baufirmen könnten dadurch häufige Fehlerquellen identifizieren und gegensteuern. Das die beiden Generalplaner Analysen vornehmen, liegt daran, dass diese aktiv auf etwaige Fehlentwicklungen reagieren müssen und eine Berichtspflicht gegenüber dem Auftraggeber haben.

Da ein standardisiertes Dokumentationssystem fehlt, haben viele Unternehmen eigene Softwarelösungen entwickelt, um die Strukturen ihrer Organisationsprozesse zu verbessern.⁴¹⁴ Einen Leitfaden gibt es lediglich in einem Unternehmen. Der Grund dafür liegt vermutlich in

⁴¹³ Vgl. König 2009, S. 81f.

⁴¹⁴ Vgl. Love 2003, S. 850.

der Einzigartigkeit eines Projekts. Jede Baustelle ist ein Unikat, weshalb auch die Konstellation der Personen individuell ist und zu spezifischen Organigramme und einzigartigen Informationsflüssen führt. Ein strukturierter Datenaustausch bei Beteiligung eines Generalunternehmers erfolgt auf anderen Wegen als einer, der bei Einzelvergaben zum Einsatz kommt. Bei den erzielten Ergebnissen sollte zudem immer der dazugehörige Kontext der Baustellen und der beteiligten Partner im Hinterkopf gehalten werden. Bei kleineren Baustellen gibt es weniger Ansprechpartner und die Kommunikations- und Entscheidungswege sind wesentlich kürzer als bei Großprojekten mit verschachtelten Organisationen. Während Kleinbaustellen mit den Email und Office Programmen abgewickelt werden, setzen sich im größeren Rahmen vermehrt die Projektmanagementplattformen durch. Reicht bei einem Einfamilienhaus oder einer Wohnungssanierung ein geteilter Dropbox Ordner, müssen bei großen Bauvorhaben eigene Server angemietet werden, auf denen die Daten ausgetauscht werden können. Die unterschiedlichen Bedürfnisse der Projekte erschweren die Findung einer Lösung, die von allen Beteiligten sinnvoll verwendet werden kann. Dadurch sind auch die unterschiedlichen Informationsflüsse zu erklären, die im Zuge der Projektstudien aufgenommen wurden. Kaum ein Workflow ähnelt dem anderen. Lediglich die gesetzlichen Anforderungen stimmen überein, indem der Bauherr, bzw. seine Vertretung die ausgeführten Leistungen auf Mängel überprüfen und diese schließlich übernimmt.

Aus der Sammlung der unterschiedlichen Informationsflüsse ein allgemein gültiges Schema zu entwickeln, würde nur eine grobe Zuordnung der Aufgabengebiete ergeben. Die Vertretung des Auftraggebers meldet einen Mangel dem ausführenden Unternehmen, welches diesen selbstständig verbessert oder dem Subunternehmer weiterleitet. Nach der Beendigung der Ausbesserungsmaßnahmen überprüft die Seite des Auftraggebers die Qualität erneut. Allerdings lässt sich in dieses Grobschema eingreifen und man kann versuchen diese Prozessschritte zu automatisieren. Die Meldung des Mangels an den Ausführenden kann beispielsweise über automatisch generierte Formulare mit Textbeschreibungen, Fotos und Sprachnachrichten erfolgen.

Bei der Analyse der Fachgespräche wird deutlich, dass es bei der Zuordnung zu einer Branche kaum Unterschiede bezogen auf die Strukturierung oder die internen und externen Informationsflüsse gibt. Die Generalplaner sind gemeinsam mit den Prüfsingenieuren die einzige Gruppe, die durchgehend mit digitalen Lösungen arbeitet und daher vermehrt auch den Datenaustausch so regeln. Das dürfte an der besseren Übersichtlichkeit und sichereren Handhabung von Softwaresystemen liegen. Des Weiteren fällt auf, dass die Größe der Unternehmen einen sichtbaren Einfluss auf den Informationsfluss und die Dokumentationsstruktur hat. Während große und mittelgroße Unternehmen ihre Prozesse

mit digitalen Hilfsmitteln zu verbessern versuchen, bewerkstelligen die Kleinunternehmen den Datenaustausch zu einem Großteil mit herkömmlichen Methoden.

Das größte baubetriebliche Problem stellt der Umstand dar, dass die Daten, die aktuell benötigt werden, sich von denen, die nach der Beendigung der Baustelle zur Analyse zur Verfügung stehen sollten, klar unterscheiden.⁴¹⁵ Sind es bei der Errichtung des Objekts lediglich die vier Kategorien Ort, Art, Termin und Zuständigkeit, werden zur späteren Auswertung viel detailliertere Informationen benötigt. Nicht nur der Raum und das Problem spielen dann eine Rolle, sondern auch spezifische Daten wie das Bauteil, die Ursache, die Kosten und generelle Eigenschaften wie Gebäudetyp, Vertragsart oder Standort.

Die in der Forschung angestrebte hochautomatisierte Projektmanagementumgebung, die in allen Phasen des Projektlebenszyklus integriert ist, wird durchaus von den Unternehmen in der Praxis gewünscht. Diese integrierte Umgebung stellt einer Verbindung zwischen allen Projektpartnern und Projektfunktionen, ihren Betriebsabläufen und Systemen da.⁴¹⁶ Dadurch sollen automatisierte Beanstandungs-, Freimeldungs-, Kontroll- und Abrechnungsprozesse abgewickelt werden. Die Integration in intelligente Datenbanken, die vom Computer gelesen und ausgewertet können, ermöglicht schließlich den erneuten Rückfluss an Informationen zur Baustelle.

⁴¹⁵ Vgl. Lee 2016, S. 103.

⁴¹⁶ Vgl. Omar 2016, S. 144.

4.3.3 Mangelklassifikation

In der Literatur und den Forschungsarbeiten internationaler Wissenschaftler finden sich zahlreiche unterschiedliche Einteilungen von Mängeln, die von groben Übergruppen bis zu detailreichen Aufschlüsselungen reichen. Eine Zuordnung der Mängel in die rechtlichen Begriffe wie wesentlich/unwesentlich, behebbar/unbehebbar, geringfügig/offen oder optisch/technische ist grundsätzlich ebenso möglich, wie eine Klassifizierung, die den baubetrieblichen Aspekt des Mangels beschreibt. Die rechtliche Einteilung von Mängeln eignet sich allerdings kaum für die Anwendung im baubetrieblichen Mängelmanagement. Stattdessen sollte versucht werden, Mängel möglichst lösungsorientiert zu begreifen und rasch zu beheben. Nur ein interviewter Fachexperte (Arch 1/ I 7) unterscheidet bereits bei der Aufnahme klar zwischen den rechtlichen Begriffen der ÖNORM B 2110⁴¹⁷ und grenzt auch offene Leistungen deutlich von Mängeln ab. Bei den restlichen Befragten überwiegt eine pragmatische Herangehensweise, bei der die Mangelpunkte nur im Falle von Streitigkeiten nach juristischen Aspekten erfasst bzw. ergänzt werden.

Die Unternehmen in der Baupraxis kategorisieren die Mängel vor Allem in die Bereiche Örtlichkeit, Schweregrad und Zuständigkeit, wobei der Grad des Mangels in weiterer Folge zu einer Priorisierung und Einteilung in unterschiedliche terminliche Fristen führt. Während bei den ausführenden Bauunternehmen keine Klassifizierung von Mängeln erfolgt und somit auch keine statistischen Auswertungen möglich sind, werden bei den Generalplanern, Prüfsingenieure und Architekten zum Großteil Mangelpunkte in unterschiedliche Gruppen eingeteilt. Die letztere Berufssparte legt dabei vor Allem Wert auf eine Unterscheidung nach der Schwere des Mangels. Aus den geführten Fachgesprächen lässt sich dieser Umstand damit begründen, dass die persönliche Bindung zum Auftraggeber ausgeprägter ist, welcher besonderes Augenmerk auf optische Beeinträchtigungen legt. Generalplaner und Prüfsingenieure betreuen zudem oft größere Projekte bei denen eine Einteilung in die verschiedenen Standorte des Mangels notwendig ist, um den Überblick zu behalten. Außerdem werden mit den Softwareprogrammen automatisch die Mangelpunkte mit den Pins im dazugehörigen Raum verortet. In diesen Programmen erfolgt zugleich die Zuordnung des Gewerks bzw. der Verantwortung, nach welcher die Mängel eingeteilt werden können. Statistische Auswertungen nehmen ausschließlich die Generalplaner vor. Diese benutzen die Daten, um die Baustelle besser steuern und koordinieren zu können. Auftretende Mängelhäufungen können lokalisiert werden, aktive Maßnahmen können gesetzt werden und diverse Statusberichte können an den Bauherren und die ausführenden Gewerke gesendet werden.

⁴¹⁷ Vgl. ÖNORM B 2110:2013, S. 8ff.

Eine Analyse der Interviews bestätigt die Ergebnisse der Literaturrecherche in der Hinsicht, dass es quer durch alle Berufssparten keine universelle Klassifizierung von Mängeln gibt. Einige Unternehmen setzen zwar Unterscheidungen hinsichtlich des Mangelgrads, benennen diese aber verschieden, übernehmen diese nicht in die Dokumentation oder bilden daraus keine Gruppen. Auch eine Einteilung in die Zuständigkeit ist zu einem Großteil vorhanden, wobei bei diesem Punkt ebenso keine Gruppeneinordnung erfolgt. Zum einen liegt das an der fehlenden Zeitkomponente, die Mängel genauer zu dokumentieren und zum anderen möchte man nicht unbedingt die Fehler zählen, die ein Unternehmen gemacht hat. Schließlich spielen in diese Komponenten genauso die zwischenmenschlichen Beziehungen, die Zusammensetzung des Teams oder auch spezielle Bauverfahren oder andere Einflüsse eine Rolle, sodass man keine Generalurteilung vornehmen möchte.

Aufgrund der fehlenden durchgehenden Klassifizierung können auch keine allgemein gültigen Aussagen bezüglich einer statistischen Auswertung gegeben werden. Ist in der einen Baufirma eine eigenen Abteilung für Mängel zuständig, die in Zukunft diese auswerten möchte, um Schulungen für die häufigsten Ursachen anzubieten, sieht man bei anderen wegen des Zeitdrucks keine Möglichkeit, Statistiken aufzubauen. Der Entwicklungsstand bei den Generalplanern ist ebenso unterschiedlich. Die einen erheben lediglich Statusberichte derweilen andere bereits an einer Verknüpfung mit Kosten arbeiten, um die Auswirkungen von Mängeln besser einschätzen zu können. Die Architekten sehen besonders bei kleineren Projekten die Einzigartigkeit dieser als limitierenden Faktor und denken daher nicht, dass pauschale Aussagen über Statistiken getroffen werden können.

Einer Einteilung von Mangelpunkte in das Schema von Macarulla et al.⁴¹⁸ stehen die Befragten Parteien Großteils skeptisch gegenüber. Der Grundtenor ist, dass zwar durchaus ein akademischer Sinn in einer solchen detaillierten Aufschlüsselung liegt, diese aber auf der Baustelle vom zur Verfügung stehenden Personal nicht bewerkstelligt werden kann und auch der generierte Output nicht den Aufwand rechtfertigt. Ein jeder Mangel ist individuell und abhängig von einer Vielzahl an Parametern, welche als Gesamtheit nur schwer erfassbar sind. Die bisherigen Klassifizierungssysteme sind in den Augen der befragten Personen meist ausreichend, basieren auf jahrelanger Erfahrung und haben sich bewährt.

Ordnet man die Unternehmen anhand ihrer Größe (Tabelle 14), werden annähernd die gleichen Ergebnisse sichtbar wie bei der Einteilung nach den Berufssparten. Es lassen sich kaum Aussagen zusammenfassen, da jedes Unternehmen die Mangelklassifizierung anders handhabt. Einzig bei den mittelgroßen Unternehmen lässt sich der Trend erkennen, dass

⁴¹⁸ Vgl. Macarulla 2013, S. 972.

eine statistische Auswertung von Mangelpunkte in Zukunft eine verstärkte Rolle spielen wird und deshalb bereits jetzt in diesem Bereich Ressourcen gebunden werden.

Viele Apps stellen es dem Benutzer frei, eine eigene Klassifizierung für Mängel anzulegen. Das ist vermutlich dem Ist-Zustand der Baubranche geschuldet, denn ein jedes Unternehmen regelt die Kategorisierung unterschiedlich, weil sie auch unterschiedliche Interessen damit verfolgen. Die Bauunternehmen können mit den erhobenen Daten beispielsweise das gewerbliche Personal besser trainieren und Schwerpunkte in der Ausbildung setzen, um Mängel vorzubeugen. Auf der anderen Seite stehen die Generalplaner bei denen eine Mängelauswertung dem Steuern von Projekten zugutekommt. Wieder andere sehen darin keinen Mehrwert weil die Anzahl an Baustellen zu gering ist, die Kleinunternehmen bewerkstelligen, um daraus allgemein gültige Schlüsse ziehen zu können. Zusätzlich besitzen die Projekte ihrer Meinung nach zu viele unterschiedliche Parameter und Umgebungsbedingungen, als dass eine Pauschalierung möglich ist.

Nutzt man intelligente Verknüpfungen mit Datenbanken, wäre es für die Praxis jedoch denkbar, Mängel detaillierter aufzunehmen und in Gruppen zusammenzufassen. Die wichtigsten Punkte Ort, Art, Zuständigkeit und Termin könnten dabei semiautomatisiert erstellt werden. Die Verortung erfolgt über die manuell gesetzten Pins auf den digitalen Plänen, womit das Bauteil und der Raum eindeutig definiert sind. Die Festlegung des Zuständigen kann ebenso digital erfolgen, indem gewisse Mängel mit den dazugehörigen Gewerken verknüpft sind. Dabei kann die Auswahl von Punkten mittels Sprachsteuerung funktionieren. Zusätzlich sind Beschreibungen des Problems durch Ton-, Bild- und Videoaufnahme möglich, um ein Maximum an Informationen zu übermitteln. Die Daten können im Hintergrund analysiert und nach gewissen Kriterien eingeordnet werden. Die Termine zur Mängelbehebung können schließlich aufgrund der gewählten Priorität vom Programm vorgeschlagen werden und können an die Betroffenen versendet werden. Diese intelligenten Datenbanken müssen allerdings vorab erstellt werden. In einem weiteren Schritt würden sich diese Schnittstellen insbesondere für die Programmierung einer künstliche Intelligenz eignen, die nach einer gewissen Lernphase den Großteil der Mängel automatisch einteilt, mit zusätzlichen Kontextinformationen erweitert und bei strittigen Punkten menschliches Wissen hinzuzieht.

4.3.4 Mangelkosten

Letztendlich ist die Wirtschaft darum bemüht, ihre Prozesse zu optimieren und Kosten einzusparen, um wettbewerbsfähig zu sein und den Gewinn zu erhöhen. Es ist jedoch unklar, ob und wie die Baumängel in der Praxis kostenmäßig berücksichtigt sind. Mängel können neben einem Imageschaden auch zu unkalkulierbaren Kostenüberschreitungen führen. Aktuell kann diese Thematik beispielsweise bei diversen Pressemitteilungen zum vorläufigen Rechnungshofbericht, welcher die Baumängel im Wiener Krankenhaus Nord betrifft, verfolgt werden.⁴¹⁹ Es wurde daher untersucht, ob die Kosten für Mängel zum Beispiel über das Risikomanagement erfasst werden und als Zuschlag bzw. Wagnis in die Kostenkalkulation eingehen.

In den Ergebnissen der Projektstudien und Experteninterviews wird das Problem bestätigt, dass Kostenwerte kaum mit den tatsächlichen Mängeln verbunden werden. Nicht ein einziges Unternehmen verknüpft die entstanden Mängel mit Kostenpositionen, Aufwandswerten oder Stundenaufzeichnungen für den Organisationsprozess. Im Sinne eines optimierten Mängelmanagements ist dieser Umstand verwunderlich. Durch die geführten Expertengespräche wird ersichtlich, dass die Bauleiter und die örtliche Bauaufsicht vor Ort nicht genügend Zeit haben, diese Daten zusätzlich aufzuzeichnen. Die Leistungsbilder der ÖBA und der Projektsteuerung beschreiben die Aufgaben des Mängelmanagements genau, jedoch erfolgt die Kalkulation dieser Arbeit mit einem Standardansatz, der auf dem Gießkannenprinzip basiert. Detailliertere Ansätze mit gewichteten Faktoren oder ein Mitschreiben der Stunden für das Mängelmanagement werden nicht verfolgt, da die Kosten für die Mängelbearbeitung nur einen Bruchteil der Gesamtprojektkosten ausmachen. Bei den größeren Unternehmen erfolgt eine Risikostreuung über die Anzahl an Projekten, während bei den kleineren Firmen je nach wirtschaftlicher Lage, mal mehr oder weniger für mehr oder weniger Geld gearbeitet werden muss. Es werden hauptsächlich die Gesamtstunden betrachtet, die verrechnet und geleistet wurden, wobei keine genauere Aufschlüsselung in die einzelnen Tätigkeitsbereiche erfolgt. Dadurch ist es auch nicht möglich den Aufwand für die Mängel im Vorhinein abzuschätzen. Auf der Auftragnehmerseite wiederum werden die gewerblichen Personal- und Materialkosten zwar auf das dazugehörige Projekt geschrieben, die Kosten der Angestellten für die Koordination und Organisation werden allerdings bereits im neuen Projekt verrechnet. Wurde hingegen der Mangel von einem Subunternehmer verursacht, so werden diesem alle zusätzlichen Managementkosten weiterverrechnet. Hier würde eine detaillierte Kostenaufschlüsselung Sinn machen, da Baufirmen andere monetäre Maßstäbe erreichen und somit eine Reduktion der Mangelkosten das Ergebnis stark beeinflussen könnte.

⁴¹⁹ Vgl. Rechnungshof 2018, S. 14.

Die zeitaufwendigen Arbeitsschritte sehen die Fachexperten besonders in den sich wiederholenden Prozessen der Begutachtung und des Nachlaufens, damit die Leistung auch wirklich verbessert wird. Das gilt sowohl für die ausführenden Unternehmen als auch für die Vertretung des Bauherrn. Zu einem Großteil sind es die administrativen Tätigkeiten und das Organisieren der Mangelbehebung, die negativ empfunden werden. Quer durch alle Berufssparten ist der Wunsch zu hören, dass die Behebung von Mängeln ernster genommen werden sollte. Würde die Leistung bereits nach der ersten Beanstandung verbessert werden, wären alle Beteiligten zufriedener. Nur die als Generalplaner auftretenden Firmen regeln mit den Einzel- oder Generalunternehmer vertraglich, dass zusätzliche Kosten ab der zweiten Nichtbehandlung des Mangels verrechnet werden.

Besonders im Gespräch mit dem vierten Interviewpartner ist die Skepsis für allgemeine Kostenkennzahlen von Mängeln zu erkennen. Oftmals ist die Ursache von Mängeln nicht ersichtlich oder es treten Ausreißer auf, die von Projekt zu Projekt unterschiedlich sind und nicht in einer Kennzahl berücksichtigt werden können. Als Lösungsidee könnte anstatt von starren Werten eine Wahrscheinlichkeitsverteilung eingesetzt werden, wie sie im Sinne des Risikomanagements verwendet wird. Dadurch könnte man im Bauablauf genauer auf Abweichungen vom Termin- oder Kostenplan reagieren und aktiv gegensteuern. Laut den Einschätzungen des Interviewpartners wäre die Ebene, auf der die Kosten ermittelt werden sollten, jene der Gewerke, um sinnvolle Maßnahmen ergreifen zu können, ohne von zu vielen Details beeinflusst zu werden. Allerdings muss dieses System, das die aufgenommen Kostenpositionen mit den Mängeln in Verbindung setzt, in jedem Fall selbstständig und automatisch funktionieren, sodass kein Mehraufwand für die beteiligten Personen nötig ist.

In der durchgeführten Aufteilung in die Berufssparten lässt sich kein eindeutig zuordenbares Muster erkennen, welche spezifische Aussagen zu den Bedürfnissen oder Problemen der einzelnen Gruppen zulässt. Ähnlich verhält es sich mit den Aussagen, die nach der Unternehmensgröße eingeteilt wurden. Es kann lediglich eine Grundstimmung herausgelesen werden, in der der Wunsch nach einer verbesserten Mängelkultur und einer rascheren Bearbeitung der Mangelpunkte laut wird. In dieser Diplomarbeit wurden allerdings nur ausführende Unternehmen interviewt, die als Generalunternehmer auftreten. Welche Gründe die Subunternehmer oder Einzelgewerke haben, die Arbeiten hinauszuzögern, kann somit an dieser Stelle nicht beantwortet werden.

4.3.5 Defizite und Potentiale

Die Defizite und Potentiale des Mängelmanagements in der Baubranche wurden als letztes Thema in den Leitfadeninterviews abgefragt. Dabei wird die Arbeit von Taggart, Koskela und Rooke bestätigt, in der alle Befragten übereinstimmen, dass es gang und gäbe ist, Mängelbegutachtungen öfters durchzuführen. Oft werden Mängellisten nicht vollständig abgearbeitet oder in nicht ausreichender Qualität ausgeführt. Die Studienautoren beschreiben den Ablauf als iterativen Prozess, in dem mehrere Zyklen von Überprüfungen und nachfolgenden Ausbesserungsarbeiten durchgemacht werden. Das hat Auswirkungen auf die Qualitätskosten, da jeder wiederholende Begutachtungszyklus diese erhöht. Zudem sind die Kosten für zusätzliche Besuche der Baustelle zur Ausbesserung von Mängeln für den Unternehmer unverhältnismäßig hoch.⁴²⁰ Mit dieser Problematik haben im speziellen die kleineren Unternehmen zu kämpfen, die aus der Praxis befragt wurden. Diese würden sich mehr Durchsetzungsmöglichkeiten wünschen, um den Prozess der sich wiederholenden Begutachtungen und Aussprechen von Mahnungen zu verkürzen. Bei den großen und mittelgroßen Unternehmen ist es hingegen Usus, bereits im Vertrag festzuhalten, dass die ausführenden Gewerke bei oftmaliger Ermahnung monetäre Konsequenzen tragen müssen.

Bei der Frage nach den größten Einflussgrößen auf den Prozess des Mängelmanagements wurden vielfach die handelnden Personen genannt. Das Zusammenspiel zwischen dem Bauherren, seiner Vertretung und den Ansprechpartnern der ausführenden Unternehmen sowie der spezialisierten Gewerke ist das Um und Auf einer guten Projektabwicklung. Mit einem eingespielten Team und der richtigen Einstellung aller Beteiligten funktioniert die Kommunikation selbst ohne umfassende technische Hilfsmittel. Diese unterstützen zwar die Hauptprozesse, aber es sind schlussendlich die handelnden Personen, welche für den Erfolg des Projektes zusammenarbeiten müssen. Diese Sichtweise eint alle befragten Berufssparten. Zusätzlich sehen manche die Planung als Angriffspunkt für die Steuerung von Projekten. Ist die vorbereitende Planung durchdacht, abgeschlossen und beinhaltet ausreichend Reserven, würden deutlich weniger Mängel entstehen. In der Industrie müssen allerdings die Bauobjekte immer so schnell wie möglich errichtet werden, um rasch Einnahmen zu generieren. Dieser Zeitdruck ist maßgebend für höhere Fehlerraten in der Planung und Bauausführung und ein vermehrtes Aufkommen von Mängeln. Die dritte Schraube an der gedreht werden kann, sind die vertraglichen Bestimmungen beginnend bei der Vergabe. So lautet das Urteil eines befragten Experten, dass ein Bestbieterprinzip bei dem 90% der Preis bestimmt, viel zu wenig ist, um der gewünschten Qualität während der Ausführung und im Endprodukt Rechnung zu tragen. Qualität kostet und das sollte den Bauherren bewusst sein.

⁴²⁰ Vgl. Taggart 2014, S. 838.

Als dominantes Thema wird wiederkehrend die mangelnde Kommunikation zwischen den Beteiligten angegeben. Dieses Problem tritt quer durch alle Unternehmensgrößen und Berufssparten auf. Zwar gibt es hier Ansätze wie Teambuilding oder gemeinsame Workshops, im Regelfall lernen sich die handelnden Personen aber erst auf der Baustelle kennen und müssen mit den äußeren Gegebenheiten zu Recht kommen. Werden ebenso unstrukturierte Informationsflüsse vorgegeben, sind Konflikte vorprogrammiert. Eine gute Betreuung des Projektes von Anfang bis Ende, mit Übergabe- und Abschlussgesprächen sowie ein einfacher Strukturrahmen für die Kommunikation sind wichtig, um diesen Problemen entgegenzuwirken. Die Politik und Normungsausschüsse werden dafür kritisiert, in den Gesetzen und Normen zu geringe Sanktionen einzubauen, um die Durchsetzung dieser auch wirklich zu gewährleisten. Die Aussagen der Fachexperten beziehen sich auf die Durchführung von sich wiederholenden Mangelbegehungen und das Bestbieterprinzip, welches die Qualität nur oberflächlich berücksichtigt. Eine Verbesserung der Standards, Normen und Gesetzeslage im Hinblick auf die Durchsetzung von Qualitätsansprüchen muss daher im Fokus aller Beteiligten liegen. Das fehlende Verständnis für Mängel und die erneuten Verbesserungen bei den Subunternehmern spielt auch eine Rolle. Dadurch fehlt die Arbeitsmoral, die Leistungen nochmals durchzuführen. Monetäre Überlegungen und wirtschaftliche Auslastungen sind dabei gewiss genauso ein Thema. Worauf in den Gesprächen immer wieder hingewiesen wurde, ist der Umstand, dass kaum Personal zur Verfügung steht, das die ausgeführten Arbeiten überprüft und kontrolliert. Zum einen sind diese mit administrativen Tätigkeiten im Baustellencontainer oder im Büro ausgelastet und zum anderen wird die Anzahl der Aufsichtspersonen der Gewerke selbst immer weniger. Monetäre Ansätze zur Vergütung von qualitativen Leistungen oder Strafen bei einer nicht Einhaltung der vereinbarten Qualitätsziele können der Branche und den Unternehmen jenen Druck auferlegen, der offensichtlich notwendig ist, um Projekt einwandfrei durchzuführen.

In den Augen der meisten interviewten Personen liegt die Zukunft des Mängelmanagements in der Digitalisierung der Prozesse. Mit Hilfe von mobilen Endgeräten soll der gesamte Arbeitsbereich digitalisiert werden, sodass Papier und Stift überflüssig werden. Aus den digitalen Teilschritten soll sich eine automatisierte Prozessmodulkette ergeben, in denen Maschinen oder Programme die arbeitsintensiven Aufgaben übernehmen. Die Aufnahme, Bearbeitung, Weiterleitung und Freimeldung soll automatisch erfolgen und nur bei strittigen Situationen die Entscheidung eines Beteiligten erfordern. Ein zentrales Tool begleitet schließlich den Lebenszyklus eines Bauobjektes. Der Faktor Mensch soll dabei langfristig ersetzt werden, da dieser anfällig für Fehler ist. Das Ziel ist eine Einstellung mit der komplett mangelfrei geplant, gebaut und übergeben wird, so wie es zum Beispiel in den anderen hochtechnologischen Industriezweigen bereits üblich ist.

5 Quantitative Forschung – Kostenberechnungsmodell

Ein weiterer Teil der Diplomarbeit soll auf den Ergebnissen der Literaturrecherche und den Interviews aufbauen und den monetär bewerteten Aufwand des Mängelmanagements darstellen. Es soll eine Definition der benötigten Basisdaten erstellt werden, die in weiterer Folge der Entwicklung von Aufwands- und Kostenkennwerten zu Grunde liegen wird. Wie spezifisch oder detailliert so eine Ermittlung aussieht, ist ebenso Gegenstand der Forschungsarbeit. Daher wurde versucht, durch die Interviews Aussagen über Aufwandskennwerte zu generieren, aus denen Vorhersagen über Zeit, Personalressourcen und damit anfallende Kosten im Mängelprozess getroffen werden können.

5.1 Modell für einen Kostenkennwert

Das zu entwickelnde Modell soll als Ansatz für weitere Forschungsarbeiten herangezogen werden und als Grundlage für eine praktische Umsetzung dienen. Es werden im ersten Schritt Ergebnisse aus anderen Forschungsarbeiten untersucht, bevor aus diesen, gemeinsam mit den Einflüssen aus den Experteninterviews und eigenen Überlegungen, die Einflussparameter und das mathematische Modell entwickelt werden.

Ein Problem stellen dabei die Erkenntnisse von Almusharraf und Whyte dar, welche in ihren Untersuchungen zu dem Ergebnis kommen, dass Mängel und Abweichungen von geforderten Qualitäten in der Bauindustrie nicht verallgemeinert werden können. Ihrer Analyse zufolge kann bei den Aufgaben der Subunternehmer keine der untersuchten Anforderungen die gleiche Empfindlichkeit gegenüber Qualitätsabweichungen aufweisen. Dies könnte die Notwendigkeit unterstreichen, dass die Mängelmanagementforschung sich auf die Gewerkeebene konzentriert, um aussagekräftige Darstellungen der Wahrscheinlichkeit des Auftretens von Mängeln zu erzeugen. Mit anderen Worten, Analysen von Mängeln, die sich auf detaillierte Bedingungen konzentrieren, wie z. B. ganze Elemente, Standorte, Materialien oder andere Faktoren, können eine unvollständige und weitgehend nicht hilfreiche Darstellung der Wahrscheinlichkeit von Mängeln liefern. Die Autoren merken dazu an, dass viele Studien über das Auftreten von Mängeln sehr unterschiedliche Ergebnisse liefern. Daher schlägt die Forschungsarbeit eine dynamische Strategie oder ein Werkzeug vor, das die verschiedenen Arten von Anforderungen an Teilaufgaben vorhersagen kann. Dies könnte die Qualitätskontrolle und die Inspektionsleistung durch die Verwendung verfügbarer Informationen für Abweichungsmuster verbessern, die sich auf jede Gewerkaufgabe beziehen. Daher empfiehlt die Studie, dass der Schweregrad der Risiken und ihre erwarteten Kosten für alle diese

Leistungsschritte identifiziert werden müssen, um ein umfassendes Bild über den Abweichungsgrad jeder Teilaufgabe zu erhalten.⁴²¹

5.1.1 Eingangsparameter

Die Analyse von Schultz und seinen Kollegen aus der dänischen Datenbank zeigt ein durchschnittliches Auftreten der Anzahl der unter den drei genannten Schweregraden (in Kapitel 3.4.2.3) verteilten Fehler im Verhältnis 1:5:50 (A2:A1:A0). Das bedeutet, dass für jeden klassifizierten A2-Mangel durchschnittlich 50 A0-Mängel vorliegen. Für jedes Projekt in einer Datenbank kann so der normalisierte Schweregrad $A(n)$ berechnet als:

$$A(n) = \frac{A0 * 1 + A1 * 5 + A2 * 50}{\text{Auftragssumme} / \text{DKK1mio}}$$

$A(n)$ ermöglicht den Vergleich der Projekte, wobei sich in Dänemark $A(n) = 15$ als durchschnittlichen Schweregrad für ein Bauprojekt aus der Datenbank ergibt.⁴²²

Darüber hinaus vernachlässigt die bloße Konzentration auf die direkten Nacharbeitskosten die immateriellen aber realen Kosten, die mit Störungen und geplanten Verzögerungen verbunden sein können. Vor diesem Hintergrund wurde von Love und Sing vorgeschlagen, dass Mängelkosten wie folgt ausgedrückt werden sollten:

$$TR_c = \sum Dr_c + \sum Ind_c$$

Dabei sind TR_c die Gesamtkosten („total rework cost“), Dr_c die direkten Mängelkosten und Ind_c die indirekten Kosten, wobei diese in Prozent der Auftragssumme eingesetzt werden. Nur unter Berücksichtigung der direkten und indirekten Nacharbeitskosten kann eine Bewertung der realistischen Auswirkungen vorgenommen werden.⁴²³

Love und Sing haben schließlich 2013 Daten von insgesamt 161 Hochbauprojekten und 115 Tiefbauprojekten untersucht. Bei den Hochbauten reichte das Spektrum von Banken bis zu Krankenhäusern und Hotels. Bei den Beispielen aus dem Tiefbau wurden Projekte aus dem Tunnelbau, Straßenbau und Kläranlagen verwendet. Um das Risiko einer Mängelbehebung zu steuern und zu kontrollieren, muss die Eintrittswahrscheinlichkeit für die Konstruktion bestimmt werden. Die Verbesserungsarbeit besteht dabei aus direkten und indirekten Kosten.

⁴²¹ Vgl. Almusharraf 2016, S. 356.

⁴²² Vgl. Schultz 2015, S. 431.

⁴²³ Vgl. Love 2013, S. 1136f.

Daher müssen die Wahrscheinlichkeiten für beide Komponenten abgeleitet werden, um die echten Kosten der Mängelbehebung zu ermitteln. Unter Verwendung von Daten aus 276 Hochbau- und Ingenieurprojekten wurden die statistischen Eigenschaften der Mangelkosten (direkt und indirekt) analysiert. Die durchschnittlichen Gesamtkosten für die Nachbesserungen betrugen 11,30% des ursprünglichen Auftragswerts eines Projekts. Die empirischen Verteilungen für Nacharbeitskosten (direkt und indirekt) folgen allerdings keiner Gauß-Verteilung. Es wurden in der Forschungsarbeit nicht-parametrische Anpassungstests durchgeführt, um die passendste Wahrscheinlichkeitsverteilung zu erhalten. So wurde festgestellt, dass eine allgemeine Pareto-Wahrscheinlichkeitsfunktion die beste Anpassung der Gesamtverteilung liefert, um die Wahrscheinlichkeit einer Mängelarbeit zu berechnen. Dadurch konnte gezeigt werden, dass die Projekte, die Gesamtkosten kleiner als \$ 1 Mio. AUD haben, die höchsten Mängelkosten aufweisen. Die Bestimmung der bestmöglichen Verteilung ist entscheidend für die Berechnung realistischer Eintrittswahrscheinlichkeiten. Die Autoren merken jedoch an, dass weitere Forschung erforderlich ist, um den Datensatz zu erweitern und die Zuverlässigkeit der erzeugten Wahrscheinlichkeiten zu testen.⁴²⁴

Die übernommene Abbildung 57 eines Histogramms zeigt, dass bereits 79% der Projekte Kostensteigerungen durch die Nacharbeiten von kleiner 16% erfahren. Dabei wurden sowohl die direkten als auch die indirekten Kosten berücksichtigt. Mit einer Wahrscheinlichkeitsdichtefunktion („PDF – probability density function“) nach der Pareto Verteilung wurde die Wahrscheinlichkeit des Aufwands für die Mängelbehebung für eine Reihe von Vertragssummen berechnet. Für ein Projekt mit einem Vertragswert von kleiner 1 Mio. AUD und Mängelbehebungskosten von 5% ergibt sich eine Eintrittswahrscheinlichkeit von 72%. Für Bauprojekte mit einem Auftragswert von größer 101 Mio. AUD liegt die Wahrscheinlichkeit einer Nachbesserung bei Mängelbehebungskosten von kleiner 6,81% bei 85%.⁴²⁵

⁴²⁴ Vgl. Love 2013, S. 1147.

⁴²⁵ Vgl. Ebenda, S. 1146.

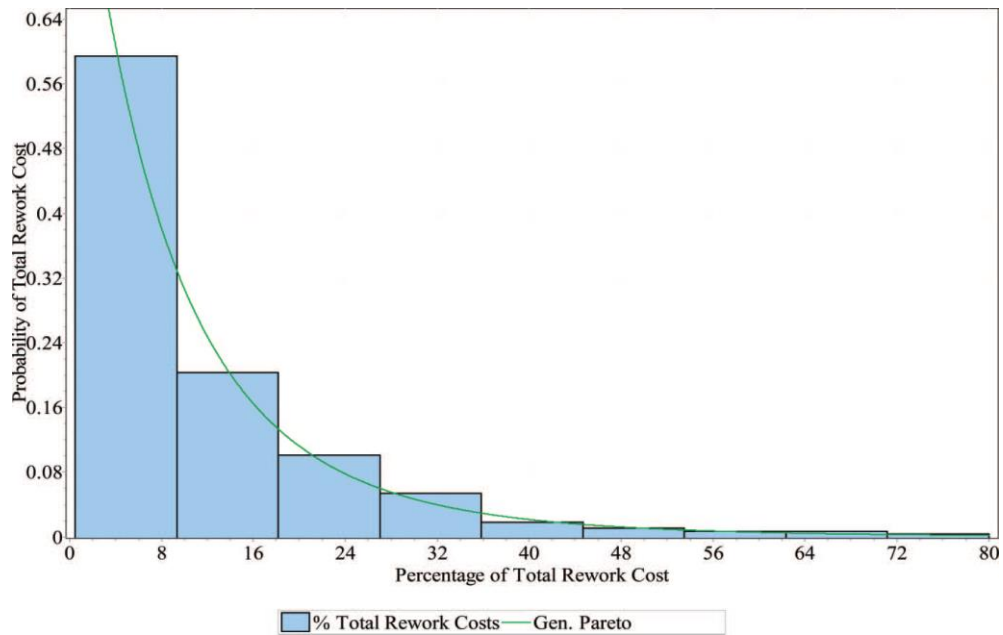


Abbildung 57: Pareto Histogramm für Nacharbeitskosten aus Love 2013, S. 1141

Die Erwartungshaltung, dass Mängelarbeiten unter Anwendung der abgeleiteten Wahrscheinlichkeiten auftreten, kann eine quantitative Risikobewertung vor Beginn der Bauarbeiten ermöglichen. Eine Reduzierung der Nacharbeit kann die Leistung von Projekten erheblich verbessern. Vorausschauend können Strategien entwickelt werden, um die Auswirkungen auf die Projektkosten und den Zeitplan zu minimieren. Eine solche Erkennung von Eintrittswahrscheinlichkeiten kann auch als potenzielle Strafmaßnahme für Auftragnehmer verwendet werden.⁴²⁶

⁴²⁶ Vgl. Love 2013, S. 1146.

5.1.2 Modellbildung für Kostenberechnung

Die größten Einfluss auf die Kosten des Mängelmanagements haben laut der Literaturrecherche die Anzahl der Mängel sowie deren Schweregrad. Schlüsselt man diese Kosten noch detaillierter auf, kann zwischen den direkten und indirekten Kosten unterschieden werden. In diese Gruppen fallen die Aufwände der Arbeitsmannschaften, Materialien, Geräte und der Organisation sowie Störungen im Betriebsablauf, Terminverzögerungen und entgangene Gewinnmöglichkeiten. Mit der Ermittlung von Eintrittswahrscheinlichkeiten lassen sich die Kosten bereits im Vorhinein abschätzen. Mit den Interviews konnte zusätzlich herausgefunden werden, dass der Hauptaufwand der Organisation im Nachlaufen der Subunternehmer liegt.

Nachdem die wichtigsten Faktoren und Parameter im Mängelprozess identifiziert wurden, wird im nächsten Schritt versucht einen konzeptionellen Rahmen zur Berechnung der Gesamtkosten zu schaffen. Mit der Entwicklung einer Grundstruktur für eine Formel soll der erste Schritt erfolgen, um die Kosten vergleichbar zu machen. Auf das Formelkonzept aufbauend können schließlich weitere Forschungen hinsichtlich Weiterentwicklung und der Anwendbarkeit für tatsächliche Werte durchgeführt werden.

Im ersten Schritt werden die Abhängigkeiten der Mängelkosten definiert. Die Funktion f beschreibt jene Kosten, die im Lauf des Mängelprozesses anfallen und dahingehend zugeordnet werden können.

$$f(a, b, c, d, e, \dots)$$

Dabei steht jeder Parameter für eine Einflussgröße im Prozess. Diese sind nachstehend angegeben und können bei Bedarf erweitert werden:

- Mangelerhebung,
- Organisationsaufwand,
- Materialkosten,
- ausführende Arbeiter,
- Anfahrtsweg,
- Gerätekosten,
- Erneute Kontrolle,
- Lizenzen für Softwareprogramme,
- ...

Die Kosten, die ein Mangel verursacht, betreffen immer mehrere Beteiligte. Denkbar ist daher die Mangelkosten auf die einzelnen Bereiche aufzuteilen. Für den Bauausführenden entstehen Kosten für die Organisation der internen Arbeitsschritte oder die Weiterleitung der Informationen an die Subunternehmer, für die Anfahrtswege und Arbeitsstunden der Arbeiter sowie für das verbrauchte Material und Gerät. Auf der Bauherrenseite fällt vor Allem ein erhöhter Organisationsaufwand an. Die Aufnahme der Mangelpunkte ist genauso Bestandteil der Kostenfunktion wie ihre Dokumentation, Weiterleitung und die erneute Kontrolle. Zusatzkosten können für die Bereitstellung von Softwareprogrammen anfallen. Dabei können die Bereich um beliebig viele Beteiligte ergänzt werden, die alle Kosten aufgrund der Mangelentstehung zu tragen haben.

$$f = \sum_i^j a_i + \sum_k^l b_k + \sum_m^n c_m + ..$$

Diese Kostensystematik ist für die Auswertung von Mangelkosten geeignet, erfordert aber einen hohen Aufwand an Zuordnung zu den einzelnen Positionen. Mit einer ausreichend großen Datenmenge können schließlich Mittelwerte oder besser Mediane gebildet werden, um Benchmarks zu erhalten. Diese Vergleichszahlen können allerdings nur in einem größeren Kontext verwendet werden. Ohne zu wissen, welche Projektparameter bei den Baustellen vorhanden waren, lassen sich durch diese einfachen Vergleichszahlen keine seriösen Aussagen für zukünftige Projekte treffen. Eine Erweiterung der Funktion um ein Integral macht Sinn, wenn man weg von einzelnen Kenngrößen, hin zu Wahrscheinlichkeitsverteilungen gelangen möchte.

$$\int f(a, b, c, d, e, \dots)$$

Da diese Betrachtung nur bei Berücksichtigung der Randbedingungen sinnvoll ist, erhöht sich dadurch die Anzahl an Parametern, die Auswirkungen auf die Kostenfunktionen haben können. Weiteren Einfluss auf die Eintrittswahrscheinlichkeit und auf den Grad der Mängel können folgende Punkte haben:

- Gebäudetyp (Schule, Wohnhaus, Büro, Bestand, Gesundheitseinrichtung, ...),
- Bauweise (freistehend, geschlossen, Skelettbauweise, Fertigteile, ...),
- Bruttogeschoßfläche (Anzahl der Räume, Rauminhalt, ...),
- Komplexität des Bauvorhabens (Untergrund, technische Sonderlösungen, ...),
- Materialien (Holz, Stahlbeton, Ziegel, Stahl, ...),

- Vertragsart (Einheitspreis, Pauschalpreis, garantierter Maximalpreis, ...),
- Organisationsstruktur (Einzelvergabe, GU, TU, Kontrollinstanzen, ...),
- Subunternehmer (Erfahrungen, Personenkenntnis, Überwachungstätigkeit, ...),
- ...

Mittels einer Gewichtung kann den einzelnen Faktoren ihre Bedeutung auf die Kosten zugeordnet werden. Hierbei steht A für die jeweilige Einflussgröße und R für die dazugehörige Gewichtung bzw. den Risikofaktor. Der Anhang x_{ij} beschreibt den statistischen Fehler, der bei dieser Gewichtung zwangsläufig entsteht. Für optimale Vorhersagen sollte dieser Fehler möglichst gering gehalten werden bzw. können alleine durch die Betrachtung und Interpretation dieser Zahl Aussagen über die Zuverlässigkeit der Auswertung getroffen werden.

$$f = \int \sum_{i=1}^j A_i * R_i + x_{ij}$$

Die Gewichtungsfaktoren müssen entweder vorab abgeschätzt werden und iterativ berechnet werden oder durch bestehende Projekte quantitativ bewertet werden. Im einfachsten Fall ist eine bestimmte Anzahl an Gewichtungsfaktoren unbekannt, aber es gibt genauso viele ausgewertete Projekte, durch die diese berechnet werden können. Mit den bekannten monetären Werten der einzelnen Einflussgrößen und der Gesamtkostensumme lässt sich ein einfaches Gleichungssystem aufstellen, das z.B. in Form von Matrizengleichungen gelöst werden kann. Das nachstehende Konzept beschreibt so eine Standardformel, die durch beliebige Faktoren erweitert werden kann.

$$\text{Kostenwert} = \frac{\text{Mangeltyp} * \text{Anzahl} * \text{Schwere} * \text{Zeitverlust} * \text{Gewichtung}}{\text{Summe Gesamtkosten}}$$

Um verschiedene Kostenwerte vergleichen zu können, müssen sie auf eine gewisse Basis bezogen werden. Diese kann die Summe der Projektkosten oder die Bruttogeschoßfläche sein. In einer Datenbank kann schließlich eine beliebige Größe als Basis gewählt werden. Die Einheit des Ergebnisses spielt keine Rolle. Bei ausreichender Datendichte kann der Median dieser Werte gebildet werden und als Vergleichszahl herangezogen werden. Anhand der Über- oder Unterschreitung dieser Zahl, kann die Ausführung des Mängelprozesses beurteilt werden und gegebenenfalls Steuerungsmaßnahmen ergriffen werden.

Wertet man diese Funktion schließlich aus und bildet ein Integral darüber, können Aussagen über die Wahrscheinlichkeit dieser Kostenfunktion getroffen werden. Das lässt in weitere

Folge eine vorausschauende Beurteilung der Eintrittswahrscheinlichkeit von Mängeln zu, in der genauso die damit verbunden voraussichtlichen Kosten abgeleitet werden können. Mit diesem Risikomanagement können Projekte vorab im Hinblick auf die Kostenauswirkung von Mängeln abgeschätzt werden. Die Risikoanalyse kann dabei auf einzelnen Mangelarten abzielen, aber auch ganze Gruppen, Gewerke oder das Gesamtprojekt lässt sich analysieren und bewerten. Um die voraussichtlichen Kosten beurteilen zu können, ist es denkbar mit gewissen Parametern in eine solche Wahrscheinlichkeitsfunktion zu gehen. Eine dynamische Datenbank erlaubt die Ausgabe von Daten, die sich auf verschiedene Basiswerte beziehen. Somit werden auch mehrdimensionale Auswertungen möglich, die die Genauigkeit und Zuverlässigkeit der Voraussagen erhöhen.

Ein weiterer Vorschlag wäre, die Werte mit einem Chancenverhältnis, einer sogenannten odds-ratio zu vergleichen. Dabei wird eine statistische Maßzahl verwendet, um die Stärke von Abhängigkeiten und Zusammenhängen zwischen den einzelnen Einflussgrößen zu berechnen. Auf diese Weise ließe sich die Kostenformel um jene Faktoren verkürzen, die kaum einen Einfluss auf das Ergebnis haben.

5.2 Zusammenfassung der quantitativen Forschung

Die unterschiedlichen Interpretationen und die Uneinheitlichkeit der Erhebung der Mängeldaten erschweren den Vergleich der einzelnen Studien, welche eher allgemeine präventive Maßnahmen definieren. Trotz der beträchtlichen Menge an Forschung, die bisher durchgeführt wurde, können empirische Untersuchungen zur Bestimmung der Kosten von Nacharbeiten unter Verwendung von Prädiktoren zu unsicheren Ergebnissen führen, da sie im Wesentlichen nur auf Fragebögen basieren.⁴²⁷ So lässt beispielsweise die Studie von Rauh et al. einzelne Mängelschwerpunkte wie Putzarbeiten erkennen, aber daraus ist noch nicht ableitbar, ob damit auch hohe Mangelbeseitigungskosten verbunden sind. Beispielsweise ist bei Malerarbeiten das selten der Fall und auch eine Funktionsbeeinträchtigung mit stärkeren wirtschaftlichen Konsequenzen ist meist nicht gegeben. Die Studienautoren kommen daher zu dem Schluss, dass die Festlegung von qualitätsrelevanten Leistungen oder Bauteilen nicht ausschließlich aus der statistischen Verteilung von Mängeln aus anderen Projekten erfolgen kann.⁴²⁸

Nicht nur das es keinen einheitlichen Standard gibt, Mängel zu erheben, zu klassifizieren und zu dokumentieren, es ist auch generell schwer die einzelnen Mängel miteinander zu vergleichen, da diese unter verschiedenen Randbedingungen entstanden sind bzw. sich entwickeln und damit nie ident sind. Mit diesen Problemen im Hintergrund ist es nicht möglich mit starren Kennzahlen zu arbeiten, die pro Quadratmeter Bruttogeschoßfläche eine standardisierte Anzahl an Mängel mit gewissen Kosten anzeigen. Diese Werte streuen zu stark und sind somit als Prognose unbrauchbar. Daher setzen die Überlegungen in dieser Diplomarbeit bei einer dynamischen Funktion an, die Abhängigkeiten und Parameter gewichtet und über eine Wahrscheinlichkeitsverteilung beschreibt. Werden die gewichteten Einflussgrößen über Standardeinheiten wie Projektgesamtsumme oder eine Flächeneinheit gebrochen, können dadurch Indikatoren entstehen, die als Anhaltspunkte von neuen Projekten mit spezifischen Randbedingungen verwendet werden können. Somit ist ein Risikomanagement möglich, mit dem bereits in frühen Phasen proaktiv in die Projektsteuerung eingegriffen werden kann. Es lassen sich Maßnahmen wie verstärkte Qualitätskontrollen anordnen oder bereits noch früher Verträge anpassen, sodass bei den Beteiligten rasch ein Qualitätsbewusstsein entsteht.

Zur Festlegung der Kriterien und die Auswertung dieser braucht es Datenbanken. Diese müssen mit strukturierten Informationen gefüllt werden. Welche Mängel benötigen welche Informationen, wie kann diese Ablagestruktur aussehen, welche allgemeinen Projektdaten werden gebraucht, wo ist die Ebene sinnvoll zu ziehen, bei der die Kosten ermittelt werden

⁴²⁷ Vgl. Forcada 2017, S. 1.

⁴²⁸ Vgl. Rauh 2014, S. 88.

sollten. Diese Fragen nehmen auf die vorangestellten Themen der Diplomarbeit Bezug und ermöglichen so eine umfassende Beschreibung der Branche. Wie zuvor beschrieben, müssen diese Datenbanken ohne viel Mehraufwand zu befüllen sein. Die Fortschritte der künstlichen Intelligenz in anderen Industriezweigen bieten die Möglichkeit, es Computern zu überlassen, die Daten einzulesen und diese zu verknüpfen. Trainiert man die Operationen, lernt das Programm schließlich von selbst, welche Daten sinnvoll kombiniert werden sollten und welche Einflussgrößen in diesem Projekt eine besondere Rolle spielen.

Bei einem solchen Unterfangen wäre es aus akademischen, wirtschaftlichen und sozialen Gedanken wünschenswert, diese Modelle und Systeme einer breiten Gemeinschaft zur Verfügung zu stellen. Die mangelnde Kompatibilität der bestehenden Insellösungen würde es nur den großen Unternehmen erlauben, aus ihren eigenen eingespielten Daten, Prognosen für die Kosten zu erstellen. Eine staatliche Datenbank wie sie in Dänemark eingeführt wurde, ist auch in Österreich erstrebenswert, um die Entwicklung des traditionell hohen Anteils an klein- und mittelgroßen Unternehmen zu fördern.

Die Nutzung der Kostendaten spielen sowohl für die Bauherrenvertretung als auch für die Ausführenden eine wichtige Rolle. Die Interviews lassen darauf schließen, dass das Potential von Kostenkennwerten für das Mängelmanagement durchaus erkannt wird. So können sich die befragten Personen vorstellen, dass mit den hinterlegten Kosten ein Verständnis erzeugt werden kann, die alt eingebrachten Handlungen zu hinterfragen und im Sinne eines Qualitätsmanagements die Arbeiter vor Ort zu sensibilisieren. Ist das Ergebnis eines falschen Arbeitsschrittes mit monetär sichtbaren Auswirkungen verknüpft, wird das Bewusstsein für diese Aktionen erhöht. Dadurch profitieren in erster Linie die ausführenden Unternehmen, die Anhaltspunkte bekommen, in welchen Aufgaben ihr Personal besser geschult werden sollte. Wird die Leistungserbringung mängelfrei abgewickelt, sinken die Material und Personalkosten und der Gewinn steigt. Da die Kosten für die Behebung der Mängel in der Höhe der Gewinnspanne liegen, wäre bereits eine Halbierung dieser ein großer Erfolg für die Bauunternehmen. Mit dem Ziel eine einwandfreie Objekterstellung als Standard zu etablieren, wird sich zudem die gesellschaftliche Wahrnehmung gegenüber der Baubranche verbessern. Besonders bei großen Projekten kann das Potential ausgeschöpft werden und durch die vorbeugenden Schulungen Einnahmen maximiert werden. Auf der anderen Seite können die Projektsteuerung und die örtliche Bauaufsicht aus diesen Kostenmodellen einen Vorteil ziehen. Der Soll und Ist-Zustand kann laufend überprüft werden und bei Abweichungen können schnell Entscheidungen auf einer fundierten Datengrundlage getroffen werden. Steigt das Risiko von Kostenüberschreitungen oder Terminverzögerungen, kann zusätzliches Kontrollpersonal eingesetzt werden.

6 Forschungsergebnisse

Diese Diplomarbeit hat den Anspruch als Grundlagenforschung zu dienen, die für zukünftige Projekte und Entwicklungen herangezogen werden kann. Die wichtigsten Fakten und Interpretationen sind in diesem Kapitel zusammengefasst. Es werden die Forschungsfragen ausgearbeitet und die Defizite und Potentiale der Baubranche im Hinblick auf das Mängelmanagement beleuchtet. Die getätigten Schlussfolgerungen sollen in weiterer Folge zu aufbauenden Forschungstätigkeiten führen. Hierzu sind Möglichkeiten angeführt, die gleichzeitig einen Ausblick auf zukünftige Entwicklungen geben.

6.1 Zusammenfassung der Ergebnisse

Die relevantesten Ergebnisse der Diplomarbeit werden in den folgenden drei Tabellen überblicksmäßig zusammengefasst. Dabei werden die erfassten Probleme des aktuellen Mängelmanagements den vorgeschlagenen Lösungsmöglichkeiten gegenübergestellt. Auf diese Weise werden die Erkenntnisse der Literaturrecherche und der qualitative Forschung nochmals analysiert und prägnant beschrieben.

Im ersten Schritt erfolgt die tabellarische Erfassung der unterschiedlichen **Ergebnisse der Literaturrecherche** (Tabelle 21). Die einzelnen Punkte wurden thematisch den Bereichen der Diplomarbeit zugeordnet. Eine weitere Verknüpfung der Probleme mit den dazugehörigen Lösungsmöglichkeiten wäre ein zukünftiger Schritt einer aufbauenden Forschungsarbeit. Zu sehen ist, dass viele Probleme im aktuellen Mängelmanagement existieren. Manche davon hängen voneinander ab oder ergeben ein anderes. Es ist daher erforderlich, die Punkte ganzheitlich zu betrachten und ein System zu finden, das alle Probleme beseitigt sowie die vorgeschlagenen Möglichkeiten für ein besseres Mängelmanagement in sich vereint.

Eine Reihung der Ergebnisse bzw. der Probleme nach ihrer Auswirkung auf den Kosten- oder Terminrahmen ist grundsätzlich denkbar und sogar wünschenswert, übersteigt aber die Möglichkeiten der Diplomarbeit. In weiteren Forschungen könnte diese Auswertung detaillierter durchgeführt werden, um mit hinterlegten monetären Werten eine Struktur zu erstellen, bei der klar zu sehen ist, welche die besten Angriffspunkte sind.

Die an dieser Stelle gewählte Ordnung der einzelnen Probleme und Lösungsmöglichkeiten wurde daher ausschließlich auf Basis der Erfahrung, die bei der Erstellung der Forschungsarbeit gemacht wurden, durchgeführt. Die wichtigsten Themen, die in der Literatur angesprochen werden sind deshalb die mangelnde Ausbildung der Arbeiter, der Kosten- und Zeitdruck der Projekte und eine schlechte Kommunikation.

	Probleme	Lösungsmethoden
Allgemeine Probleme mit Mängel	Unqualifizierte Arbeiter ⁴²⁹	Anreizsystem ⁴⁵¹
	Planänderungen ⁴³⁰	Industrialisierung/Fertigteilbau ⁴⁵²
	Ungeeignete Wahl von Material ⁴³¹ /	Vorbeugung/Wissensdatenbank ⁴⁵³
	Bauverfahren ⁴³² /Konstruktionsart ⁴³³	Partnering ⁴⁵⁴
	hohe Arbeitsbelastung ⁴³⁴	Lean Construction Management ⁴⁵⁵
	keine Motivation ⁴³⁵ /Sorglosigkeit ⁴³⁶	
Mangel-erhebung	Detaillierungsgrad in der Planung ⁴³⁷	
	Unqualifiziertes Kontrollpersonal ⁴³⁸	Geometrische Aufnahme ⁴⁵⁶
	Unzureichende Dokumentation ⁴³⁹	Bauteilzuordnung Baustelle ⁴⁵⁷
Informations-fluss	Mehrfache Dateneingabe ⁴⁴⁰	Objektiver Qualitätsabgleich ⁴⁵⁸
	Kommunikation ⁴⁴¹	Projektplattform ⁴⁵⁹
	Organisationsstruktur ⁴⁴²	Automatisierter Workflow ⁴⁶⁰
	Interpretation von Weisungen ⁴⁴³	Mobile Endgeräte ⁴⁶¹
	Fehler in der Datenübertragung ⁴⁴⁴	Semantische Datenbanken ⁴⁶²
	Kein Echtzeit Datenaustausch ⁴⁴⁵	Augmented Reality ⁴⁶³
Mangel-klassifizierung	Vorgefertigte Mängelberichte ⁴⁶⁴	
	Fehlende einheitliche Systematik ⁴⁴⁶	Klassifizierungssysteme ⁴⁶⁵
	Unstrukturierte Dokumentation ⁴⁴⁷	Standardnomenklatur ⁴⁶⁶
Kosten	Keine Auswertung ⁴⁴⁸	
	Kostendruck ⁴⁴⁹	Qualitätskosten erheben ⁴⁶⁷
	hohes Risiko der Unternehmen ⁴⁵⁰	Multimomentenaufnahme ⁴⁶⁸

Tabelle 21: Probleme – Lösungen der Literaturrecherche

⁴²⁹ Vgl. Aljassmi 2014, S. 181f.⁴³⁰ Vgl. Ye 2014, S. 7.⁴³¹ Vgl. Park 2013, S. 62.⁴³² Vgl. Ye 2014, S. 7.⁴³³ Vgl. Forcada 2013, S. 757.⁴³⁴ Vgl. Braun 2010, S. 101f.⁴³⁵ Vgl. Forcada 2013, S. 757.⁴³⁶ Vgl. Weyhe 2005, S. 131.⁴³⁷ Vgl. Sommerville 2007, S. 398.⁴³⁸ Vgl. Kim 2008, S. 163.⁴³⁹ Vgl. Ye 2014, S. 7.⁴⁴⁰ Vgl. Kwon 2014, S. 74.⁴⁴¹ Vgl. Sommerville 2007, S. 398.⁴⁴² Vgl. Forcada 2013, S. 757.⁴⁴³ Vgl. König 2009, S. 81f.⁴⁴⁴ Vgl. Dong 2009, S. 815.⁴⁴⁵ Vgl. Schorr 2011, S. 145.⁴⁴⁶ Vgl. Rauh, 2014, S. 11.⁴⁴⁷ Vgl. Love 2009, S. 483ff.⁴⁴⁸ Vgl. Rauh 2014, S. 16.⁴⁴⁹ Vgl. Forcada 2013, S. 757.⁴⁵⁰ Vgl. Love 2016, S. 3.⁴⁵¹ Vgl. Rauh 2014, S. 28.⁴⁵² Vgl. Spiehs 2018⁴⁵³ Vgl. Park 2013, S. 63.⁴⁵⁴ Vgl. Greiner 2009, S. 307f.⁴⁵⁵ Vgl. Berner 2013, S. 6.⁴⁵⁶ Vgl. Blankenbach 2015, S. 359.⁴⁵⁷ Vgl. Jehle 2013, S. 180.⁴⁵⁸ Vgl. Laofo 2012, S. 163.⁴⁵⁹ Vgl. Berner 2015, S. 37f.⁴⁶⁰ Vgl. König 2015, S. 60.⁴⁶¹ Vgl. Kwon 2014, S. 74.⁴⁶² Vgl. Lee 2016, S. 104.⁴⁶³ Vgl. Omar 2016, S. 152f.⁴⁶⁴ Vgl. Ma 2018, S. 37ff.⁴⁶⁵ Vgl. Macarulla 2013, S. 970.⁴⁶⁶ Vgl. Lee 2016, S. 103.⁴⁶⁷ Vgl. Al-Tmeemy 2012, S. 830.⁴⁶⁸ Vgl. Hofstadler 2016, S. 123f.

Nachfolgend sind die **Ergebnisse der Leitfadeninterviews** in Tabelle 22 dargestellt, indem die Probleme und vorgeschlagenen Lösungsmöglichkeiten der qualitativen Forschung aufgelistet werden. Diese Erkenntnisse stammen entweder direkt aus den geführten Interviews oder sind aus den Interpretationen aus Kapitel 4.3 hervorgegangen.

Es ist zu erkennen, dass von den einzelnen Themen, besonders der Informationsfluss den befragten Experten in der Praxis Probleme bereitet. Dieser Bereich bietet einiges an Optimierungspotential für weitere Forschungen oder digitale Systeme, da selbst auf der Seite der Wirtschaft kaum Lösungsvorschläge genannt wurden. Da die Personen mit der bisherigen Mangelhebung und den bestehenden Klassifizierungssystemen durchaus zufrieden sind, ist ihrer Meinung nach in diesen Bereichen im Baubetrieb kaum Verbesserung notwendig. Ähnlich ist die Situation bei dem Block Kosten, wobei hier der Konsens besteht, dass Qualität durchaus Kontrollen bedarf und vergütet werden sollte. Grundsätzlich erfolgte die Anordnung bzw. Reihung der einzelnen Punkte den Erkenntnissen der qualitativen Studie, welche größere Priorität haben und am meisten stören. Eine übersichtliche Auswertung nach der Häufigkeit der Nennung von einzelnen Defiziten wird in Kapitel 4.2.3.5 kurz dargestellt.

	Probleme	Lösungsmethoden
Allgemeine Probleme mit Mängel	Mangelunkultur – I 3	Ein digitales Werkzeug – I 1
	Planung und Vorbereitung – I 8	Aus- und Weiterbildung – I 5
	Koordination der NU – I 9	Mangelkultur – I 7
	Sprachliche Barrieren – I 9	Standards – I 1
	Vergabe – I 5	Normen – I 7
	Fehlende Druckmittel – I 6	Gute Betreuung – I 8
Mangelerhebung	-	Mehr Kontrolle durch AG/AN – I 3
Informationsfluss	Handelnden Personen – I 2	Einfache Strukturen – I 2
	Kommunikation – I 6	
	Projektstruktur – I 7	
	Informationsrückfluss – I 4	
Mangelklassifizierung	Zeit – I 1	Digitalisiert arbeiten – I 6
Kosten	Realistische Kalkulation – I 8	Strafen – I 6
		Entlohnung der Qualität – I 5
		Entlohnung der Kontrollen – I 9

Tabelle 22: Probleme – Lösungen der qualitativen Forschung

Zu guter Letzt werden die manuellen und **digitalen Werkzeuge**, die aktuell für das Mängelmanagement zum Einsatz kommen, miteinander verglichen. Die Gegenüberstellung erfolgt im Hinblick auf die inhaltliche Funktionalität, die Interoperabilität und die Benutzerfreundlichkeit (siehe Tabelle 23). Dazu zählen die einzelnen Möglichkeiten Beschreibungen und Abbildungen eines Mangels aufzunehmen, Gruppeneinteilungen durchzuführen, Informationen an die zuständigen Personen weiterzuleiten und die Dokumente digital abzulegen. Die Übertragbarkeit von Formaten und Daten ist ebenso eine wichtige Eigenschaft eines Softwareprogramms. Im einfachsten Fall werden PDF-Pläne importiert und PDF-Mängelberichte exportiert. Als weiteren Punkt wird die Benutzbarkeit des Werkzeugs beurteilt, ob das Programm z.B. am Smartphone mit einer Testversion verwendet werden kann.

Werkzeuge	Funktionalität					Übertragbarkeit			Benutzbarkeit		
	Mangelbeschreibung	Abbildung	Klassifizierung	Weiterleitung	Digitale Ablage	Import	Export	BIM Schnittstelle	Smartphone	Tablet	Testversion
Analoge und digitale Werkzeuge zum Mängelmanagement											
Notizbuch	☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Diktiergerät	☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Email	☒	☒	☐	☒	☒	☐	☐	☐	☒	☒	☒
Handy/Tablet	☒	☒	☐	☒	☐	☐	☐	☐	☒	☒	☐
planradar	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☐	☒	☒	☒
Docu Tools	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☐	☒	☒	☒
Insite IT	Keine Aussagen möglich.										☐
Sablono	Keine Aussagen möglich.										☐
360° Photo	☒	☒	☐	☐	☒	☒	☒	☐	☒	☒	☐
PAVE	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☐	☒	☒	☒
Prevera	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☐	☒	☒	☐
Baumaster	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☐	☒	☒	☒
dataPad	☒	☒	☒	☒	☒	☐	☒	☐	☒	☒	☒
Serverplattform	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☐	☒	☒	☐
Modellplattform	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☐

Tabelle 23: Vergleich der Werkzeuge für das Mängelmanagement

Die meisten Softwareprogramme konnten mit kostenlosen Testversionen untersucht werden. Bei den übrigen wurde es durch den Internetauftritt des Unternehmens möglich, die einzelnen Fähigkeiten der Applikation zuzuordnen. Lediglich bei zwei Herstellern war es nicht möglich, genauere Aussagen über die Funktionen und technischen Eigenschaften des Programms zu eruieren.

Die Software PAVE sticht dabei aus der Gruppe der Anbieter heraus, da diese bereits künstliche Intelligenz in ihrer Auswertung verwenden. In einem geführten Telefongespräch vom 24.09.2018 konnte geklärt werden, dass diese besonders bei der Auswertung von Kosten und für die automatische Berichtserstellung zum Einsatz kommt. Zudem werden aufgenommene Bilder mit Datenbanken abgeglichen und Qualitätsabweichungen angezeigt.

Für die Einteilung der Tabelle bei der Übertragbarkeit wurde lediglich überprüft, ob Pläne eingespielt und Berichte erstellt werden können. Um tatsächlich import- und exportfähig zu sein, müsste der Datenaustausch zu anderen Programmen möglich sein, um von dort Raumbücher, Tickets, Pins oder andere Projektinformationen einzulesen. Eine Schnittstelle zu einem BIM Format oder einer anderen 3D Modellplattform ist vor Allem für zukünftige Entwicklungen erstrebenswert. Hierbei ist es nicht zwingend erforderlich, dass alle Anwendungen auf ein zentral verwaltetes Datenmodell zugreifen. Es wäre genauso vorstellbar, dass das Modell nur als Knotenpunkt verwendet wird, an den über Schnittstellen der Zugriff von externen Programmen erfolgt. Dadurch können die für den Anwender wichtigsten Informationen einfach und übersichtlich dargestellt werden, ohne dass ein Zugriff über eine zentrale Plattform mit allen Programmfunktionen notwendig ist.

In dem Vergleich der Managementwerkzeuge für die Arbeitsprozesse des Mangels ist deutlich zu sehen, dass aktuell ausschließlich Serverlösungen am Markt vorhanden sind. Diese beschränken sich auf eigene Projektmanagementräume auf Serverplattformen mit hinterlegten 2D Plänen. Ihr Vermarktungspotential liegt in einer übersichtlicheren Dokumentation von Mängeldaten sowie in einer rascheren Kommunikation von Mitteilungen durch vorgefertigte Listen und Formulare. Die Zukunft des Mängelmanagements liegt jedoch als Teilprozess in einer gemeinsamen, modellbasierten Plattform. Die Mängelfunktion kann entweder integriert sein oder über offene Schnittstellen angebunden werden.

Die Tabelle 23 erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit und muss für weitere Zwecke detaillierter erfasst werden. In weiterer Folge sind zusätzliche Kategorien zu untersuchen, ob beispielsweise statistische Auswertungen vorgenommen werden können, ob Schnittstellen mit Kostensystemen vorhanden sind, etc.

6.2 Beantwortung der Forschungsfragen

Die Ausarbeitung der Forschungsfragen ist zentraler Bestandteil der Diplomarbeit. Dazu werden die Erkenntnisse der vorangegangenen Kapitel benutzt, um die Fragen mit den wichtigsten Ergebnissen zu beantworten.

- (1) Kann es eine sinnvolle Klassifizierung und Strukturierung von Mängeln geben, die für die Anwendung von mobilen Mängelapplikationen in Frage kommt? Wenn ja, wie kann eine solche aussehen?

Ja, es kann eine sinnvolle Mangelklassifizierung geben. Es muss allerdings zwischen den einzelnen Parteien differenziert werden. Für die Bauleitung und ÖBA ist es am Wichtigsten, welche Priorität ein Mangel hat. Ihre oberste Prämisse ist die Frage, ob dieser unverzüglich behoben werden muss, da sonst ein Schadensereignis auftreten kann oder ob es sich um einen leichteren Mangel handelt, der keine großen Auswirkungen auf das Bauwerk hat. Dafür sind die Informationen wo, wer, wann und wie entscheidend. Im Bauprozess ist daher eine Kategorisierung in offene Leistung, Mangel, Schaden in der ersten Ebene und das zuständige Gewerk in der zweiten Ebene wichtig. Erst in dritter Instanz wird eine genauere Klassifizierung der Mängel notwendig, um eine strukturierte Dokumentation aufzubauen. Die Auswertung einer solchen interessiert vor Allem das Zentralbüro, welches aus den abgeschlossenen Projekten Erfahrungen und Werte beziehen kann, um diese in Schulungen und anderen präventiven Maßnahmen weiterzugeben. Eine solche Erweiterung der Strukturebenen und Einteilung in weitere Klassen kann allerdings nur automatisch erfolgen. Das Baupersonal ist nicht gewillt, dafür mehr Zeit zu investieren. Mit Stichworten aus der Beschreibung bzw. der Verortung in der App muss ein Programm in der Lage sein, die Mängel mit allen Parametern in Gruppen zu fassen und diese zu analysieren.

- (2) Ist-Zustand: Wie erfolgt das Mängelmanagement derzeit in der Baupraxis?

Das Mängelmanagement wird derzeit sowohl analog als auch digital abgewickelt. Besonders die Strukturen und die Größe eines Unternehmens entscheiden über den Einsatz von Softwareprogrammen. Während kleinere Unternehmen die Aufnahme der Mängel mit Notizbuch und Kamera erledigen, versuchen die größeren Firmen diese mit Softwaretools zu optimieren. Der Nachteil der analogen Aufnahme liegt in dem zusätzlichen Schritt der Digitalisierung und Nachbearbeitung der Daten für die Kommunikation mit den anderen Projektbeteiligten und für die Ablage. Die Weiterleitung von Informationen und auch die Speicherung der Daten werden ausschließlich digital erledigt. Bei den untersuchten Projekten und Firmen kommen dabei vor Allem die Anwendungen *planradar* und *Docu tools* zum Einsatz. Vorreiter bei dem

Einsatz von digitalen Systemen sind die großen und mittelgroßen Generalplaner, die als örtliche Bauaufsicht und Projektsteuerung auftreten. Allerdings gibt es im digitalen Mängelmanagement genauso Probleme. Diese betreffen zum Großteil die Kommunikation und den Informationsfluss zwischen den Projektbeteiligten.

- (3) Soll-Zustand: Welche Schritte sind zu setzen, um das Mängelmanagement effizienter und effektiver zu gestalten?

Die wichtigsten Bestandteile des Mängelprozesses nehmen die Kommunikation mit den anderen Beteiligten und die Dokumentation der einzelnen Schritte in Anspruch. Zur Verbesserung dieser kann eine digitale Projekt- oder Modellplattform herangezogen werden, die als Sammelstelle für Anliegen aller Art dient. Die Zuordnung von Schriftverkehr, Protokollen und Formularen erfolgt automatisch und die Betroffenen können jederzeit auf alle Informationen zugreifen. Bei Großprojekten gibt es diesbezüglich bereits positive Erfahrungen, auf die aufgebaut werden kann.

Zudem sind vertraglich Punkte zu vereinbaren, die die Unternehmen dazu veranlassen, Mängel nicht auf die leichte Schulter zu nehmen, sondern diese umgehend zu verbessern. Durch Strafen oder Anreizsysteme kann eine Konditionierung der Fehlerkultur erfolgen, welche eine Reduzierung des erneuten Kontroll- und Organisationsaufwandes nach sich zieht. Damit entfällt ein Hauptbestandteil der wiederholenden Tätigkeit des erneuten Nachrufens, Erinnerns und Kontrollierens.

In einem weiteren Schritt lassen sich mit der Auswertung der Dokumentationen Aussagen treffen, die auf vermehrte Mängel in gewissen Bereichen schließen lassen. Dadurch kann diesen Fehlerherden vorgebeugt werden und Maßnahmen zur Gegensteuerung ergriffen werden. Um hier zuverlässige Vorhersagen treffen zu können, sind große Datenbanken notwendig, die auch über die benötigten Kontextinformationen verfügen und so einen Vergleich mit den aktuellen Projekten zulassen. Diese Daten müssen allerdings automatisiert übertragen und intelligent verknüpft werden, da die personenbezogenen Ressourcen sich ganz mit den Ausführungen auf der Baustelle beschäftigen. Eine standardisierte Dokumentenablage wäre vorteilhaft, um einheitliche Strukturen in Bezug auf die Art, den Ort und die Nomenklatur der Ablage zu erhalten. Diese kann am besten über Normen oder andere Festlegungen erfolgen.

6.3 Diskussion und Schlussfolgerung

Nach der Zusammenfassung und Gegenüberstellung der Ergebnisse aus der Literaturrecherche und den Leitfadeninterviews sowie der Beantwortung der Forschungsfragen erfolgt im letzten Teil der Diplomarbeit eine finale Analyse der Erkenntnisse. Diese werden kurz beschrieben, mit dem Ziel Ausblicke bzw. Lösungsmöglichkeiten auf Basis dieser Forschungsarbeit zu diskutieren. Zudem wird kurz erläutert, welche Schwierigkeiten im Laufe der Arbeit entdeckt wurden und welche Einschränkungen vorgenommen werden mussten.

In der Abbildung 58 wird dargestellt, wie aus den in der Diplomarbeit beschriebenen Problemen, die in der Literatur sowie in der qualitativen Forschung gefunden wurden, eine Schnittmenge gebildet wird, um die relevantesten Ansätze für zukünftige Entwicklungen im Baubetrieb herauszuarbeiten.

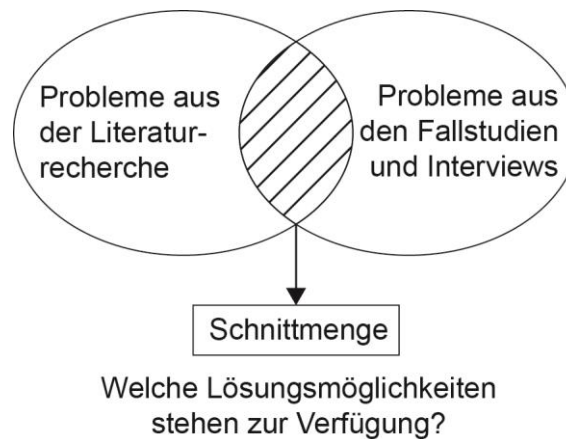


Abbildung 58: Problemschnittmenge aus erfasster Literatur und qualitativer Forschung

Diese Diplomarbeit wurde mit dem Anspruch begonnen, eine einheitliche und gesamtgültige Strukturierung von Baumängeln zu finden. Die Klassifizierung sollte in Applikationen zum Einsatz kommen, um eine Auswertung der Anzahl und der Kosten gewisser Gruppen oder Zuständigkeiten zu erhalten. Während in der Literatur mit Ausnahme von Love⁴⁶⁹ und Lee⁴⁷⁰ kaum kritischen Stimmen gefunden wurden, ist dieses Ziel erst im Zuge der qualitativen Forschung mit den Gesprächen der Fachexperten aufgegeben worden. Die Meinungen der interviewten Personen stimmen darin überein, dass eine Klassifizierung von Mängeln zwar in der Wissenschaft Sinn macht, im Baustellenbetrieb allerdings zu viel Mehraufwand verursacht. Stattdessen wurde eine Grundlagenforschung betrieben, welche sich mit dem gesamten Mangelprozess beschäftigt. Theorie und Praxis wurden beleuchtet und es wurde versucht, jene Stellen zu definieren, an denen angesetzt werden muss, um das Mängelma-

⁴⁶⁹ Vgl. Love 2016, S. 2.

⁴⁷⁰ Vgl. Lee 2016, S. 103.

nagement zu verbessern. Zudem soll draus eine Vision verdeutlicht werden, dass in wenigen Jahren mängelfrei gebaut werden kann. Dieses Ziel beinhaltet die Nutzung aller zur Verfügung stehender Technologien (digitale Objektmodelle, digitale Erfassungssysteme, Sensorik, Robotik, Ontologie, Augmented Reality und künstliche Intelligenz). Nur durch die interdisziplinäre Zusammenarbeit der IT- und Baubranche können Gesamtpakete entwickelt werden, die Lösungen für die ausgearbeiteten Probleme anbieten.

Aus der Literaturrecherche wurden unqualifizierte Arbeiter, die Kommunikation zwischen den Beteiligten und die fehlende einheitliche Systematik als jene Probleme identifiziert, die am ehesten zu Diskrepanzen innerhalb der Bauabwicklung im Bereich von Mängeln führen. Besonders Schwierigkeiten bereitet die Tatsache, dass keine einheitlichen Datensätze vorhanden sind, aus denen detaillierte, wissenschaftliche Aussagen beispielsweise über Häufigkeiten, Ursachen oder Kosten von Mängeln getroffen werden können.

Die Lösungen, welche zu Reduzierung dieser Probleme führen sind einerseits monetäre Anreizsysteme zur besseren Qualitätsausführung und andererseits Projektplattformen für strukturierter Datenablagen und Kommunikationswege sowie neue Technologien wie Augmented Reality. Besonders letztere soll die Informationen der Planung direkt auf die Baustelle bringen und damit Entscheidungen erleichtern bzw. die Projektbeteiligten in der mängelfreien Herstellung des Bauobjekts unterstützen. Für wissenschaftliche Analysen sind hingegen Datenbanken notwendig, in die fertig strukturierte Datenpakete eingespielt werden. Da dies einen hohen Aufwand bei der Datenerfassung bedeutet, wäre es besser ein Softwareprogramm zu entwickeln, das ähnlich einer Big Data Analyse aus einer Vielzahl an Informationen, Verknüpfungen im Sinne eines semantischen Systems erstellen und daraus intelligente Schlüsse ziehen kann.

Die Leitfadeninterviews zeigten, dass die Probleme im Mängelmanagement am häufigsten im Informationsfluss auftreten. Eine mangelhafte Kommunikation mit den beteiligten Personen aufgrund von technischen oder zwischenmenschlichen Diskrepanzen erschwert einen strukturierten, durchgängigen und nachvollziehbaren Informationsfluss. Bis die benötigten Daten gesichtet, beurteilt und verteilt werden, vergeht wertvolle Zeit, in der keine produktive Arbeit geleistet werden kann. Hinzu kommt der Zeitdruck, dem die Bauprojekte unterliegen, da für den Auftraggeber der Fertigstellungstermin unbedingt einzuhalten ist und andernfalls Einnahmenbußen oder Pönalen fällig werden. Der Stress auf der Baustelle in Verbindung mit dem Druck, die Leistungen rasch zu erledigen, haben in der Vergangenheit zu einer Baukultur geführt, in der die Kommunikation zwischen den einzelnen Beteiligten auf das Minimum beschränkt wird. Es wird lieber über Nachträge gestritten, anstatt sich während der Bauaus-

führung gemeinsame Lösungen zu überlegen. Ein Vergabesystem, das sich hauptsächlich am Preis orientiert, trägt ebenso nicht zu einer qualitativen Ausführung bei.

Die genannten Lösungsansätze sind ebenso verschieden wie die aktuellen Problemstellungen. Im Grundtenor der Interviews ließ sich heraushören, dass das Bewusstsein verbessert werden muss, dass Qualität etwas kostet. Die Ausbildung der Arbeiter, die Analyse von Risikobereichen, zusätzliches Kontrollpersonal, etc. muss sich im Preis des Bauobjekts widerspiegeln. Darüber hinaus ist es möglich, die Kommunikation über die digitalen Hilfsmittel zu verbessern. Aktuell werden verschiedene Werkzeuge benutzt, die nicht kompatibel miteinander sind und bei jedem neuen Projekt neu zusammengesetzt werden. Ein weiterer Schritt, um hier Verbesserungen zu erzielen, ist mit Normen und Standards dafür zu sorgen, dass die Abläufe geregelt sind und einer vordefinierten, allgemeingültigen Struktur und Systematik folgen. Dadurch sind übergreifende Anwendungen und Analysen möglich, die zur Weiterentwicklung der Baubranche beitragen können.

Bei dem Vergleich der Werkzeuge für das Mängelmanagement ist ersichtlich, dass die aktuellen Softwarelösungen noch viele Verbesserungsmaßnahmen erfordern. Diese Anwendungen können zwar mit Smartphones und Tablets vor Ort beim Baugeschehen eingesetzt werden, es mangelt allerdings noch an wichtigen Funktionen und Schnittstellen. Die betrachteten Programme ähneln sich in der Art und Weise wie Mängelpunkte aufgenommen, weitergeleitet und dokumentiert werden. Mit Fotos, Videos, Sprachnachrichten werden die Punkte in einem zweidimensionalen Plan verortet. Zusatzinformationen können über voreingestellte Reiter ausgewählt werden und automatisch an die verantwortlichen Personen weitergeleitet werden. Es verwundert allerdings, dass kein untersuchtes Softwareprogramm in der Lage ist, auf dreidimensionale Gebäudemodelle zuzugreifen oder detailliertere Auswertungen der eingegebenen Informationen darzustellen. Die theoretische Forschung und die technischen Voraussetzungen dafür wären bereits bekannt. Für diesen Ist-Zustand kann es zwei Möglichkeiten geben. Zum einen kann die wirtschaftliche Nachfrage nach solchen Systemen fehlen, wobei in der ausgearbeiteten qualitativen Untersuchung in dieser Diplomarbeit gezeigt wurde, dass durchaus in der Baupraxis ein Bedarf an gesamtheitlichen Lösungen besteht, die die Prozessabläufe effizienter gestalten. Auf der anderen Seite kann es sein, dass das Potential solcher Entwicklungen von den etablierten Unternehmen nicht erkannt wird. Die Softwarelösung PAVE ist dabei als positive Entwicklung zu sehen, da diese bereits eine künstliche Intelligenz für ihre Aufnahmen und Auswertungen benutzen. Das liegt vor Allem daran, dass einer der Gründer des Unternehmens auf diese Art der Programmierung spezialisiert ist.

Die Zusammenfassung der aufgezählten und wichtigsten Defiziten und Lösungsansätzen ist in der Tabelle 24 aufgelistet. Die Reihung wurde subjektiv auf Basis der Erfahrungen dieser Diplomarbeit erstellt, je nachdem welche Bedeutung das Thema im Mängelmanagement besitzt. Diese Tabelle spiegelt die Schnittmenge der ausgearbeiteten Punkte wieder.

Die Diplomarbeit sieht die größten Probleme des Mängelmanagements im unqualifizierten Personal auf der Baustelle. Darin sind sowohl die Arbeiter, als auch die Kontrollorgane inkludiert. Des Weiteren spielt die mangelnde Kommunikation zwischen den Projektbeteiligten eine maßgebliche Rolle. Der Zeitdruck auf der Baustelle führt dazu, dass die Bauleistungen nicht richtig oder anders durchgeführt werden, als vorgesehen oder dass in der Situation die falschen Entscheidungen getroffen werden. Durch eine unzureichende Dokumentation kann schließlich keine Auswertung der Projekte erfolgen und damit nicht aus den Fehlern der Vergangenheit gelernt werden. Änderungen von Bauherren, Planern oder Behörden zählen ebenso zu jenen Punkten, die in Mängel in der Ausführung resultieren.

An diesen Problemen muss angesetzt werden, um eine Effizienzsteigerung im Baubetrieb zu ermöglichen. Als Lösungsvorschlag kommt ein digitales Universalwerkzeug in Frage. Dieses ganzheitliche System mit offenen Schnittstellen vereint die wichtigsten Funktionen des digitalen Mängelmanagements und lässt die Benutzer intuitiv miteinander arbeiten. Mit Hilfe einer strukturierten Datendokumentation kann eine Wissensbibliothek geschaffen werden, aus der mit statistischen Modellen Prognosen und Auswertungen berechnet werden können. Damit können Fehlentwicklungen erkannt und vorgebeugt werden. Eine solche Datenstruktur kann mit Normen und Gesetzen verbindlich eingeführt werden. Selbiges gilt für Verträge in denen der Qualität mehr Bedeutung zugemessen wird. Schlussendlich geht der Weg in die Richtung Industrialisierung und Automatisierung der gesamten Prozesse. Der menschliche Faktor in der Arbeit wird verringert und durch Maschinen ersetzt, die mit geringeren Toleranzen und ohne zwischenmenschliche Schwierigkeiten ihre Leistung erbringen können.

Probleme	Lösungsmethoden
Unqualifiziertes Personal	Digitales Universalwerkzeug
Unzureichende Kommunikation	Wissensdatenbank
Zeitdruck	Normen und Gesetze
Unstrukturierte Dokumentation	Industrialisierung/Automatisierung
Planänderungen	Entlohnung der Qualität

Tabelle 24: Probleme – Lösungen der Schnittmenge

Neben den Attributen Ort, Art, Zuständigkeit und Termin sind es die allgemeinen Einflussgrößen Baugrund, Bauherr, Bauart, Witterung, Material, Vertrag o.Ä. welche aufgenommen

werden sollten. Mit den in der Diplomarbeit beschriebenen Möglichkeiten zum (semi-) automatisierten Mängelmanagement und einer verknüpften Kostenermittlung lassen sich schlussendlich diese Daten sinnvoll verwenden. Eine reine starre Strukturierung generiert nämlich noch keinen Mehrwert, da nicht auf die dynamischen Bedingungen der Baubranche eingegangen werden kann. Die entstehenden großen Datenbanken zur Informationsanalyse und –auswertung müssen kostenlos und frei zur Verfügung gestellt werden, um allen Berufssparten die Möglichkeit zu geben, die Bauindustrie zu verbessern. Individuelle Suchmasken mit dem Einstellen von gewünschten Kriterien und Eigenschaften von Vergleichsprojekten können schlussendlich auf das eigene Projekt zugeschnittene Vorhersagen im Sinne eines Risikomanagements ermöglichen. Mit den statistischen Auswertungen lassen sich Soll-Ist-Vergleiche und Zukunftsprognosen erstellen. Automatisierte Programme zur Erhebung und Dokumentation der Mängel sowie intelligente Suchmaschinen, mit der Fähigkeit die Daten semantisch auszulesen und Statistiken zu erstellen, sind dafür jedoch die Voraussetzung.

Die Vision für den Baubetrieb ist es, mängelfrei zu produzieren. Dafür sind Voraussetzungen notwendig, die beispielsweise durch angeordnete Mitarbeiterschulungen, eine abgeschlossene Planung oder mit Hilfe einer Wissensdatenbank erreicht werden können. Ständig neue Zulassungen von Materialien und Bauverfahren erfordern eine gebündelte Anlaufstelle für Informationen über die richtige Ausführung. Falls eine mängelfreie Herstellung nicht möglich ist, sollte zumindest ein effizientes Mängelmanagement vorhanden sein, das die Problemstellung rasch löst und die benötigten Informationen bereitstellt.

Mit einer Hinterlegung von Kosten wird auch den Wirtschaftstreibenden bewusst, dass im Mängelmanagement viel Einsparungspotential vorhanden ist, um im Sinne einer digitalen Baustelle alle Prozessschritte zu optimieren. Dafür müssen ebenso allgemein gültige Grundstrukturen eingeführt werden. Es muss Abstand genommen werden von individuellen Einzellösungen und die Entwicklung von offenen Systemen gefördert werden. Diese sollen Bereiche vordefinieren, um statistische und baubetriebliche Analysen durchzuführen, während individuelle Projektparameter bei Bedarf erweitert werden.

Fakt ist, dass die Probleme im Mängelmanagement vielseitig sind und doch in einer gewissen Abhängigkeit zu einander stehen. Jeder ausgearbeiteter Problempunkt hat Auswirkungen auf weitere Gründe für ein ineffizientes Mängelmanagement. Es kann deshalb nur eine Systemlösung in Frage kommen, um diesen Schwierigkeiten entgegenzuwirken. Die interdisziplinäre Zusammenarbeit von Fachpersonen aus dem Bauwesen mit Softwareingenieuren wird in Zukunft weiter an Bedeutung gewinnen. Dadurch werden sich die Potentiale der Digitalisierung im Mängelmanagement und im gesamten Bauablauf nutzen lassen.

Literaturverzeichnis

ABGB: *Allgemeines Bürgerliches Gesetzbuch*, StF: JGS Nr. 946/1811 i.d.F. BGBl. I Nr. 48/2001

AL-TMEEMY, Samiaah M. Hassen; RAHMAN, Hamzah Abdul; HARUN, Zakaria: *Contractors' perception of the use of costs of quality system in Malaysian building construction projects*, International Journal of Project Management – Volume 30 Issue 7, S. 827–838, 2012

ALJASSMI, Hamad; HAN, Sangwon: *Classification and occurrence of defective acts in residential construction projects*, Journal of Civil Engineering and Management – Volume 20 Issue 2, S. 175–185, 2014

ALMUSHARRAF, Abdullah; WHYTE, Andrew: *Task-based defect management: anatomical classification*, Built Environment Project and Asset Management – Volume 6 Issue 3, S. 345–358, 2016

ALSAFOURI, Suleiman; AYER, Steven: *Review of ICT Implementations for Facilitating Information Flow between Virtual Models and Construction Project Sites*, Automation in Construction – Volume 86, S. 176–189, 2018

ASGARI, Zeynab; RAHIMIAN, Farzad Pour: *Advanced Virtual Reality Applications and Intelligent Agents for Construction Process Optimisation and Defect Prevention*, Procedia Engineering - Volume 196, S. 1130 – 1137, 2017

BAIER, Christian; DÍAZ, Joaquín: *Begriffsdefinitionen und Klassifizierung*, In: *BIM-Ratgeber für Bauunternehmer – Grundlagen, Potentiale, erste Schritte*, Hrsg.: K. Silbe; J. Díaz, Köln: Verlagsgesellschaft Rudolf Müller GmbH & Co. KG, 2017

BALLARD, Glenn: *Das Last Planner System*, In: *Lean Construction – Das Management-handbuch*, Hrsg.: M. Fiedler, Berlin: Springer Gabler, Springer-Verlag GmbH Deutschland, 2018

BAUER, Hermann: *Baubetrieb*, 3. Auflage - Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2007

BEETZ, Jakob; BORRMANN, André; WEISE, Matthias: *Prozessgestützte Definition von Modellinhalten*, In: *Building Information Modeling - Technologische Grundlagen und industrielle Praxis*, Hrsg.: A. Borrmann; M. König; C. Koch, Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden, 2015

BERNER, Fritz; KOCHENDÖRFER, Bernd; SCHACH, Rainer: *Grundlagen der Baubetriebslehre 2 – Baubetriebsplanung*, 2. Auflage – Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden, 2013

BERNER, Fritz; KOCHENDÖRFER, Bernd; SCHACH, Rainer: *Grundlagen der Baubetriebslehre 3 – Baubetriebsführung*, 2. Auflage – Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden, 2015

BLANKENBACH, Jörg: *Bauwerksvermessung für BIM*, In: *Building Information Modeling - Technologische Grundlagen und industrielle Praxis*, Hrsg.: A. Borrmann; M. König; C. Koch, Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden, 2015

BOGUE, Robert: *What are the prospects for robots in the construction industry?*, *Industrial Robot: An International Journal* – Volume 45 Issue 1, S.1-6, 2018

BÖHMER, Heike; HELMBRECHT, Horst; SIMON, Janet: *Bauqualität beim Neubau von Ein- und Zweifamilienhäusern - Analyse baubegleitender Qualitätskontrollen unabhängiger Bauherrenberater des BSB*, Forschungsbericht des Instituts für Bauforschung in Hannover - Berlin: Bauherren-Schutzbund e.V., 2015

BOSCHÉ, Frédéric; GUENET, Emeline: *Automating surface flatness control using terrestrial laser scanning and building information models*, *Automation in Construction* – Volume 44, S. 212–226, 2014

BOSCHÉ, Frédéric et al.: *The value of integrating Scan-to-BIM and Scan-vs-BIM techniques for construction monitoring using laser scanning and BIM: The case of cylindrical MEP components*, *Automation in Construction* – Volume 49, S. 201–213, 2015

BRAUN, Marco; HAENTJENS, Alexander; NEMUTH, Tilo: *Schnittstellen im Bauablauf*, Köln: Werner Verlag – eine Marke von Wolters Kluwer Deutschland GmbH, 2010

BTVG: *Bau trägervertragsgesetz*, StF: BGBl. I Nr. 7/1997 i.d.F. BGBl. I Nr. 56/2008

BUNDESINGENIEURKAMMER, Deutschland: *Honorarordnung für Architekten und Ingenieure*, Köln: Wolters Kluwer Deutschland GmbH, 2013

CHENG, Ying-Mei: *Application of BIM on Documenting Construction Defects*, International Journal of Engineering and Technology – Volume 9 Issue 5, S. 392-397, 2017

CHENG, Yusi; YU, Wen-der; LI, Qiming: *GA-based multi-level association rule mining approach for defect analysis in the construction industry*, Automation in Construction – Volume 51, S. 78–91, 2015

DEKRA Real Estate Expertise GmbH: *Zweiter Dekra-Bericht zu Baumängeln an Wohngebäuden*, Saarbrücken: DEKRA Real Estate Expertise GmbH, 2008

DEMIR, Selim-Tuğra; THEIS, Patrick: *Lean Construction Management*, In: *Lean Construction – Das Managementhandbuch*, Hrsg.: M. Fiedler, Berlin: Springer Gabler, Springer-Verlag GmbH Deutschland, 2018

DEPPING, Michael; SCHNELLER, Hermann: *Der Baumangel im Hochbau und Schlüsselfertigbau*, Renningen: expert-Verlag, Wien: Linde Verlag, 1999

DIMITROV, Andrey; GOLPARVAR-FARD, Mani: *Vision-based material recognition for automated monitoring of construction progress and generating building information modeling from unordered site image collections*, Advanced Engineering Informatics – Volume 28, S. 37-49, 2014

DIN EN 14080:2013-09: *Holzbauwerke – Brettschichtholz und Balkenschichtholz – Anforderungen*, Berlin - DIN Deutsches Institut für Normung e.V., 2013

DIN EN 14411:2016-12: *Keramische Fliesen und Platten*, Berlin - DIN Deutsches Institut für Normung e.V., 2016

DIN 1961:2016-09: *VOB Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen – Teil B: Allgemeine Vertragsbedingungen für die Ausführung von Bauleistungen*, Berlin - DIN Deutsches Institut für Normung e.V., 2016

DIN 69901-5:2009-01: *Projektmanagement – Projektmanagementsysteme*, Berlin - DIN Deutsches Institut für Normung e.V., 2009

DONG, Andy et al.: *Construction defect management using a telematic digital workbench*, Automation in Construction – Volume 18 Issue 6, S. 814–824, 2009

DUDEN Online: *Mangel*. https://www.duden.de/rechtschreibung/Mangel_Defizit_Defekt. Zugriff am 02.03.2018

EBSEN, Gerrit: *Schäden und Mängel in der Bauwirtschaft und ihre ökonomische Relevanz*, Saarbrücken: VDM Verlag Dr. Müller e. K. und Lizenzgeber, 2007

ELLMER, Heimo: *Baumangel, Bauschaden oder normgemäße Toleranz*, Fachinformation 11 – Wien: Austrian Standard Institute, 2014

ELLMER, Heimo: *Welche ÖNORMEN brauchen Sie bei einem Bauvertrag?*, Fachinformation 17 – Wien: Austrian Standard Institute, 2017

ERTL, Ralf et al.: *Optische Mängel im Bild*, Köln: Verlagsgesellschaft Rudolf Müller GmbH & Co. KG, 2017

FORCADA, Nuria et al.: *Posthandover Housing Defects: Sources and Origins*, Journal of Performance of Constructed Facilities – Volume 27 Issue 6, American Society of Civil Engineers, 2013

FORCADA, Nuria et al.: *Assessment of construction defects in residential buildings in Spain*, Building Research & Information – Volume 42 Issue 5, S. 629-640, 2014

FORCADA, Nuria et al.: *Factors Affecting Rework Costs in Construction*, Journal of Construction Engineering and Management – Volume 143 Issue 8, American Society of Civil Engineers, 2017

EU-KOMMISSION: *Empfehlung der Kommission vom 6. Mai 2003 betreffend die Definition der Kleinstunternehmen sowie der kleinen und mittleren Unternehmen*, 2003/361, Amtsblatt 2003 L 124/36.

GARTNER, Herbert; MEZERA, Karl: *Baumängel*, Wien: Linde Verlag Wien Ges.m.b.H., 2010

GEORGIU, Jim; LOVE, Peter; SMITH, Jim: *A comparison of defects in houses constructed by owners and registered builders in the Australian State of Victoria*, Structural Survey – Volume 17 Issue 3, S.160-169, 1999

GEORGIU, Jim: *Verification of a building defect classification system for housing*, Structural Survey – Volume 28 Issue 5, S. 370-383, 2010

GIRMSCHIED, Gerhard: *Projektabwicklung in der Bauwirtschaft – prozessorientiert*, 5. Auflage - Berlin, Heidelberg: Springer Verlag Berlin Heidelberg, 2016

GMOSER, Markus: *Voraussetzungen für eine ideale (belastbare) Dokumentation aus der Sicht des AN*, In: *Belastbare Dokumentation in der Bauausführung – Baubetriebliche, wirtschaftliche und rechtliche Aspekte*, Hrsg.: D. Heck; C. Hofstadler; M. Kummer, 14. Grazer Baubetriebs- und Bauwirtschaftssymposium, Verlag der Technischen Universität Graz, 2016

GREINER, Peter; MAYER, Peter; STARK, Karlhans: *Baubetriebslehre – Projektmanagement Erfolgreiche Steuerung von Bauprojekten*, 4. Auflage – Wiesbaden: Vieweg+Teubner GWV Fachverlage GmbH, 2009

GÜNTHNER, Willibald; BORRMANN, André: *Digitale Baustelle – innovativer planen, effizienter ausführen*, Berlin, Heidelberg: Springer Verlag Berlin Heidelberg, 2011

HAFNER, Annette: *Wechselwirkung Nachhaltigkeit und (Bau-)Qualität*, Dissertation - München: Technische Universität München, 2012

HANKAMMER, Gunter: *Abnahme von Bauleistungen – Hochbau*, 4. Auflage – Köln: Verlagsgesellschaft Rudolf Müller GmbH & Co. KG, 2013

HEEGEMANN, Ingo: Vortrag in „*Vertragsgestaltung und Vergabemanagement*“, Interdisziplinäres Bauprozessmanagement - Forschungsbereich Bauwirtschaft und Baumanagement, Wien: Technische Universität Wien, 02.03.2018

HELBIG, Wilfried; BAUCH, Ullrich: *Mängelbeseitigung und Abnahme*, Köln: Verlagsgesellschaft Rudolf Müller GmbH & Co. KG, 2004

HELMUS, Manfred et al.: *RFID-Bauleistungsleitstand*, In: *RFID im Bauwesen*, Hrsg.: M. Helmus, 1. Auflage - Wiesbaden: Vieweg+Teubner Verlag Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH, 2011

HERTER, Leonid; SILBE, Katja: *BIM im Einsatz - Kommunikation und Dokumentation*, In: *BIM-Ratgeber für Bauunternehmer – Grundlagen, Potentiale, erste Schritte*, Hrsg.: K. Silbe; J. Díaz, Köln: Verlagsgesellschaft Rudolf Müller GmbH & Co. KG, 2017

HOFSTADLER, Christian; KUMMER, Markus: *Der Preis einer fast lückenlosen Dokumentation*, In: *Belastbare Dokumentation in der Bauausführung – Baubetriebliche, bauwirtschaftliche und rechtliche Aspekte*, Hrsg.: D. Heck; C. Hofstadler; M. Kummer, 14. Grazer Baubetriebs- und Bauwirtschaftssymposium, Graz: Verlag der Technischen Universität Graz, 2016

HOFSTADLER, Christian; KUMMER, Markus: *Chancen- und Risikomanagement in der Bauwirtschaft*, Berlin: Springer-Verlag GmbH Deutschland, 2017

HOPKIN, Tony et al.: *Detecting defects in the UK new-build housing sector: a learning perspective*, Construction Management and Economics – Volume 34 Issue 1, S. 35-45, 2016

JEHLE, Peter; SEYFFERT, Stefan; WAGNER, Steffi: *IntelliBau - Anwendbarkeit der RFID-Technologie im Bauwesen*, In: *Schriften zur Bauverfahrenstechnik*, Hrsg.: P. Jehle, 1. Auflage Wiesbaden: Vieweg+Teubner Verlag Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH, 2011

JEHLE, Peter et al.: *IntelliBau 2 - Das intelligente Bauteil im integrierten Gebäudemodell*, In: *Schriften zur Bauverfahrenstechnik*, Hrsg.: P. Jehle, Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden, 2013

JOSEPHSON, Per-Erik; HAMMARLUND Yngve: *The causes and costs of defects in construction: A study of seven building projects*, Automation in Construction – Volume 8, S. 681–687, 1999

JOSEPHSON, Per-Erik; LARSSON, Bengt; LI, Heng: *Illustrative benchmarking rework and rework costs in Swedish construction industry*, Journal of Management in Engineering – Volume 18 Issue 2, S. 76–83, 2002

JUNGWIRTH, Dieter: *Qualitätsmanagement im Bauwesen*, 2. Auflage - Düsseldorf: VDI-Verlag, 1996

KIM, Changyoon et al.: *On-site construction management using mobile computing technology*, Automation in Construction – Volume 35, S. 415–423, 2013

KIM, Young S.: *A PDA and wireless web-integrated system for quality inspection and defect management of apartment housing projects*, Automation in Construction – Volume 17 Issue 2, S. 163–179, 2008

KLAUBERT Cornelia: *Prozessdatengewinnung auf der Baustelle*, In: *Digitale Baustelle – innovativer planen, effizienter ausführen*, Hrsg.: W. Günthner; A. Borrmann, Berlin, Heidelberg: Springer Verlag Berlin Heidelberg, 2011

KÖNIG, Markus: *Prozessmodellierung*, In: *Building Information Modeling - Technologische Grundlagen und industrielle Praxis*, Hrsg.: A. Borrmann; M. König; C. Koch, Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden, 2015

KÖNIG, Norbert et al.: *Potentiale von RFID-Technologien im Bauwesen – Kennzahlen und Bauqualität*, Stuttgart: Fraunhofer IRB Verlag, 2009

KRIEBUS, Oliver: *Baumängel im Schweizer Wohnungsbau*, Dissertation – Zürich: ETH Zürich Nr. 21078, 2013

KROPIK, Andreas: *Bauvertrags- und Nachtragsmanagement*, Perchtoldsdorf: Eigenverlag A. Kropik, 2014

KSchG: *Konsumentenschutzgesetz*, StF: BGBl. Nr. 140/1979 i.d.F. BGBl. I Nr. 48/2001

KWON, Oh-Seong; PARK, Chan-Sik; LIM, Chung-Rok: *A defect management system for reinforced concrete work utilizing BIM, image-matching and augmented reality*, Automation in Construction – Volume 46, S. 74–81, 2014

LAOFOR, Chollada; PEANSUPAP, Vachara: *Defect detection and quantification system to support subjective visual quality inspection via a digital image processing: A tiling work case study*, Automation in Construction Volume – Volume 24, S. 160–174, 2012

LECHNER, Hans: *Leistungsmodell Projektleitung*, Wien: PMTools Software-Seminare-Verlag, 2014a

LECHNER, Hans: *Leistungsmodell Projektsteuerung*, Wien: PMTools Software-Seminare-Verlag, 2014b

LEE, Do-Yeop et al.: *A linked data system framework for sharing construction defect information using ontologies and BIM environments*, Automation in Construction – Volume 68, S. 102–113, 2016

LIN, Yu-Cheng; CHANG, Jun-Xiong; SU, Yu-Chih: *Developing construction defect management system using BIM technology in quality inspection*, Journal of Civil Engineering and Management – Volume 22 Issue 7, S. 903-914, 2016

LOPEZ, Robert; LOVE, Peter E.D.: *Design Error Costs in Construction Projects*, Journal of Construction Engineering and Management – Volume 138 Issue 5, American Society of Civil Engineers, S. 585-593, 2012

LOVE, Peter E.D., LI, Heng: *Quantifying the causes and costs of rework in construction*, Construction Management and Economics – Volume 18 Issue 4, S. 479-490, 2000

LOVE, Peter E.D.; IRANI, Zahir: *A project management quality cost information system for the construction industry*, Information & Management, Volume 40, S. 649-661, 2003

LOVE, Peter E.D. et al.: *Divergence or Congruence? A Path Model of Rework for Building and Civil Engineering Projects*, Journal of Performance of Constructed Facilities – Volume 23 Issue 6, American Society of Civil Engineers, S. 480-488, 2009

LOVE, Peter E.D.; SING, Chun-Pong: *Determining the probability distribution of rework costs in construction and engineering projects*, Structure and Infrastructure Engineering – Volume 9 Issue 11, S. 1136-1148, 2013

LOVE, Peter E.D. et al.: *Rework Causation: Emergent Theoretical Insights and Implications for Research*, Journal of Construction Engineering and Management – Volume 142 Issue 6, American Society of Civil Engineers, 2016

MA, Zhiliang et al.: *Construction quality management based on a collaborative system using BIM and indoor positioning*, Automation in Construction – Volume 92, S. 35–45, 2018

MENZEL, Karsten et al.: *Reorganisationspotentiale im Bauwesen durch Nutzung mobiler Informations- & Kommunikationstechnologien*, Tagungsband zum IKM, Bauhaus-Universität Weimar, 2003

MERNBERGER, Günter: *Mängelbeseitigung im Wohnungsbau*, Renningen-Malmsheim: expert Verlag, 2002

MEZERA, Karl; GARTNER, Herbert: *Handbuch Baumängel und Bauschäden*, 1. Auflage - Wien: Linde Verlag Wien Ges.m.b.H., 2014

MILLS, Anthony; LOVE, Peter; WILLIAMS, Peter: *Defect Costs in Residential Construction*, Journal of Construction Engineering and Management - Volume 135 Issue 1, American Society of Civil Engineers, S. 12-16, 2009

MOTZKE, Gerd: *Baustellenguide Mängel und Schäden*, Kissing: WEKA Media GmbH & Co. KG, 2015

NEGES, Matthias et al.: *Combining visual natural markers and IMU for improved AR based indoor navigation*, Advanced Engineering Informatics – Volume 31, S. 18-31, 2017

OERDER, Stefan: *Schlüsselfertiges Bauen*, In: *Zahlentafeln für den Baubetrieb*, Hrsg.: T. Krause; B. Ulke, 9. Auflage - Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden, 2016

OMAR, Tarek; NEHDI, Moncef: *Data acquisition technologies for construction progress tracking*, Automation in Construction – Volume 70, S. 143–155, 2016

ÖNORM B 1801:2015-12-01: *Bauprojekt- und Objektmanagement*, Wien: Austrian Standards Institute, 2015

ÖNORM B 2110:2013-03-15: *Allgemeine Vertragsbestimmungen für Bauleistungen*, Wien: Austrian Standards Institute, 2013

ÖNORM B 2207:2017-03-01: *Fliesen-, Platten- und Mosaiklegearbeiten*, Wien: Austrian Standards Institute, 2017

ÖNORM DIN 18202:2013-12-15: *Toleranzen im Hochbau – Bauwerke*, Wien: Austrian Standards Institute, 2013

OSWALD, Rainer; ABEL, Ruth: *Hinzunehmende Unregelmäßigkeiten bei Gebäuden : typische Erscheinungsbilder - Beurteilungskriterien – Grenzwerte*, 3. Auflage – Wiesbaden: Friedr. Vieweg & Sohn Verlag/GWV Fachverlage GmbH, 2005

PAN, Wei; THOMAS, Rhys: *Defects and Their Influencing Factors of Posthandover New-Build Homes*, Journal of Performance of Constructed Facilities – Volume 29 Issue 4, American Society of Civil Engineers, 2014

PARK, Chan-Sik et al.: *A framework for proactive construction defect management using BIM, augmented reality and ontology-based data collection template*, Automation in Construction – Volume 33, S. 61–71, 2013

PÄRN, Erika; EDWARDS, David: *Conceptualising the FinDD API plug-in: A study of BIM-FM integration*, Automation in Construction – Volume 80, S. 11–21, 2017

PERNER, Stefan; SPITZ, Martin; KODEK, Georg: *Bürgerliches Recht*, 5. Auflage – Wien: Manz Verlag, 2016

RAUH, Reinhold et al.: *Organisationsmodelle und vertragliche Anreizsysteme zur Verbesserung der Bauqualität bei der Ausführung schlüsselfertiger Baumaßnahmen*, Stuttgart: Fraunhofer IRB Verlag, 2014

RECHNUNGSHOF: *Bericht des Rechnungshofes: Stadt Wien – Projekt Neubau Krankenhaus Nord*, Reihe WIEN 2018/6, Wien: Rechnungshof, 2018

REITHMEIER, Martin: *ÖBA - Die Rolle der Örtlichen Bauaufsicht*, Diplomarbeit – Wien: Technische Universität Wien, 2013

ROTIMI, Funmilayo Egun; TOOKEY, John; ROTIMI, James Olabode: *Evaluating Defect Reporting in New Residential Buildings in New Zealand*, Buildings – Volume 5 Issue 1, S. 39–55, 2015

SCHACH, Rainer et al.: *Mobile Computing im Bauwesen: Konzepte, Anwendungen, Potentiale*, Renningen: expert Verlag, 2007

SCHINDLER, Hartwig: *Die Pflichten und Rechte der ÖBA bei der Dokumentation der Bauausführung*, In: *Belastbare Dokumentation in der Bauausführung – Baubetriebliche, bauwirtschaftliche und rechtliche Aspekte*, Hrsg.: D. Heck; C. Hofstadler; M. Kummer, 14. Grazer Baubetriebs- und Bauwirtschaftssymposium, Verlag der Technischen Universität Graz, 2016

SCHOLZ, Dieter: *Typische Baufehler: erkennen – beheben – vermeiden*, 3. Auflage – Köln: Verlagsgesellschaft Rudolf Müller GmbH & Co. KG, 2007

SCHOLZ, Stefan et al.: *Architekturpraxis Bauökonomie - Grundlagenwissen für die Planungs-, Bau- und Nutzungsphase sowie Wirtschaftlichkeit im Planungsbüro*, Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH, 2017

SCHORR, Markus; KLAUBERT Cornelia: *Bauausführung*, In: *Digitale Baustelle – innovativer planen, effizienter ausführen*, Hrsg.: W. Günthner; A. Borrmann, Berlin, Heidelberg: Springer Verlag Berlin Heidelberg, 2011

SCHULTZ, Casper S. et al.: *Building defects in Danish construction: project characteristics influencing the occurrence of defects at handover*, Architectural Engineering and Design Management – Volume 11 Issue 6, 423-439, 2015

SHIRKAVAND, Iman; LOHNE, Jardar; LÆDRE, Ola: *Defects at handover in Norwegian construction projects*, Procedia - Social and Behavioral Sciences – Volume 226, S. 3-11, 2016

SOMMERVILLE, James; CRAIG, Nigel; BOWDEN, Sarah: *The standardisation of construction snagging*, Structural Survey – Volume 22 Issue 5, S. 251-258, 2004

SOMMERVILLE, James: *Defects and rework in new build: an analysis of the phenomenon and drivers*, Structural Survey – Volume 25 Issue 5, S. 391-407, 2007

SPIEHS, Helmut: Vortrag „*Daston Lane - eines der größten Massivholzbau Projekte weltweit*“ am Baukongress 2018, Veranstalter Österreichische Bautechnik Vereinigung, Wien: Vienna International Center, 20.04.2018

STEMPKOWSKI, Rainer et al.: *Leitfaden für die Kostenabschätzung von Planungs- und Projektmanagementleistungen - Band 3 ÖBA*, 2. Auflage – Wien: Wirtschaftskammer Österreich, 2012

STEMPKOWSKI, Rainer et al.: *Leitfaden für die Kostenabschätzung von Planungs- und Projektmanagementleistungen - Band 4 Projektmanagement*, 2. Auflage – Wien: Wirtschaftskammer Österreich, 2013

TAGGART, Martin; KOSKELA, Lauri; ROOKE, John: The role of the supply chain in the elimination and reduction of construction rework and defects: an action research approach, *Construction Management and Economics* – Volume 32 Issue 7-8, S. 829-842, 2014

TAUTSCHNIG, Arnold et al.: *Fast-Track-Projektabwicklung im Hochbau*, In: *Projekte erfolgreich managen*, Hrsg.: H. Schelle, München: TÜV-Verlag GmbH, 2005

VOLK, Rebekka; STENGEL, Julian; SCHULTMANN, Frank: *Building Information Models (BIM) for existing buildings – literature review and future needs*, *Automation in Construction* – Volume 38, S. 109-127, 2014

WEYHE, Stefan: *Bauschadensprohylaxe als Beitrag zur Qualitätssicherung*, Dissertation – Weimar: Fakultät Bauingenieurwesen Bauhaus-Universität Weimar, 2005

WIRTH, Axel; PFISTERER, Cornelius; SCHMIDT, Andreas: *Privates Baurecht praxisnah –s Basiswissen mit Fallbeispielen*, 2. Auflage – Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden, 2016

WIRTSCHAFTSKAMMER Österreich, Geschäftsstelle Bau der Bundesinnung Bau und des Fachverbandes der Bauindustrie, *Leitfaden zur Kostenabschätzung von Planungsleistungen*, https://www.wko.at/branchen/gewerbe-handwerk/bau/Leitfaden_zur_Kostenabschaetzung_von_Planungsleistungen1.html, Zugriff am 04.04.2018

WIRTSCHAFTSKAMMER Österreich, Geschäftsstelle Bau der Bundesinnung Bau und des Fachverbandes der Bauindustrie, *Planung*, 2014, <https://www.wko.at/branchen/gewerbe-handwerk/bau/Planung.html>, Zugriff am 04.04.2018

YE, Gui et al.: *Analyzing Causes for Reworks in Construction Projects in China*, *Journal of Management in Engineering* – Volume 31 Issue 6, American Society of Civil Engineers, 2015

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Projektbeteiligte im behandelten Projektzeitraum, eigene Darstellung.....	6
Abbildung 2: Prozessschritte und Verantwortliche im Mängelmanagement.....	8
Abbildung 3: erfasste Stakeholder eines Bauprojekts, eigene Darstellung	9
Abbildung 4: Vergleich verschiedener Projektphasenkonzepte nach Tautschnig 2005	10
Abbildung 5: Informationsfluss und Schnittstellen auf der Baustelle, eigene Darstellung	11
Abbildung 6: gewählte Methodik, eigene Darstellung	13
Abbildung 7: Magisches Dreieck, eigene Darstellung.....	42
Abbildung 8: <i>Rule of Ten</i> – nach Günthner 2011, S. 118.	50
Abbildung 9: Ist-Prozess der Mangelerhebung nach Schach et al. 2007, S. 213.....	55
Abbildung 10: Soll-Prozess der Mangelerhebung nach Schach et al. 2007, S. 213	62
Abbildung 11: Unterstützung der Mängelbeurteilung nach Laofor 2012, S. 163	70
Abbildung 12: typischer Workflow im Mängelmanagement, eigene Darstellung	73
Abbildung 13: Prozessmodulkette Mängelmanagement nach Schach et al. 2007, S. 213....	75
Abbildung 14: Digitalisierung der Prozessschritte nach Schach 2007, S. 211	79
Abbildung 15: Kategorisierung der Datenaufnahme aus Omar 2016, S. 145	82
Abbildung 16: Informationsfluss der Mängelaufnahme in Anlehnung an Lee 2016, S. 107 ..	85
Abbildung 17: Informationsaustausch Modell - Baustelle nach Alsafouri 2018, S. 177	87
Abbildung 18: Bewertungsmatrix für optische Mängel nach Oswald 2005, S. 20.....	91
Abbildung 19: Erweiterung der Bewertungsmatrix nach Oswald 2005, S. 133	91
Abbildung 20: Farbskala nach Ertl 2017, S. 17	92
Abbildung 21: Bewertungsmatrix für technische Mängel nach Oswald 2005, S. 47	94
Abbildung 22: Objektive Beurteilung von Mängeln nach Hankammer 2013, S. 90	95
Abbildung 23: Klassifizierung von Mängeln nach Forcada 2014, S. 631-636	104
Abbildung 24: Ermittlung der Mangelkosten nach Hankammer 2013, S. 95	107
Abbildung 25: Mangelverfolgung nach Hankammer 2013, S. 97	109
Abbildung 26: Informationsbruch zwischen Modell und Bauobjekt, eigene Darstellung	139
Abbildung 27: grafische Darstellung der Forschungsmethoden	141
Abbildung 28: Übersichtsgrafik zur Forschungsmethode - projektbezogen	143
Abbildung 29: Block A - Baustellencheckliste.....	144
Abbildung 30: Block B - Baustellencheckliste.....	145
Abbildung 31: Block C - Baustellencheckliste	145
Abbildung 32: Block D - Baustellencheckliste	146
Abbildung 33: Informationsfluss – Baustellencheckliste	147
Abbildung 34: Verteilung der Arbeitswerkzeuge im Mängelaufnahmeprozess	153
Abbildung 35: Verteilung der genannten Hilfsmittel.....	154

Abbildung 36: Verteilung der genannten Faktoren bei der Aufnahme.....	155
Abbildung 37: Verteilung der hinzugefügten Unterlagen bei der Aufnahme.....	156
Abbildung 38: Verteilung der Ablageorte im Informationsfluss.....	158
Abbildung 39: Verteilung der Ordnungsstruktur.....	159
Abbildung 40: typische Ordnerstruktur	160
Abbildung 41: Informationsfluss Projektstudie 1	161
Abbildung 42: Informationsfluss Projektstudie 2	162
Abbildung 43: Informationsfluss Projektstudie 3	163
Abbildung 44: Informationsfluss Projektstudie 4	164
Abbildung 45: Informationsfluss Projektstudie 5.....	165
Abbildung 46: Informationsfluss Projektstudie 6.....	166
Abbildung 47: Informationsfluss Projektstudie 7	167
Abbildung 48: Informationsfluss Projektstudie 8	168
Abbildung 49: Informationsfluss Projektstudie 9.....	169
Abbildung 50: Verteilung der genannten Mängelkategorien	171
Abbildung 51: Übersichtsgrafik zur Forschungsmethode - unternehmensbezogen	172
Abbildung 52: Block A - Leitfadeninterview	173
Abbildung 53: Block B – Leitfadeninterview.....	174
Abbildung 54: Block C - Leitfadeninterview	174
Abbildung 55: Block D - Leitfadeninterview	175
Abbildung 56: Block E - Leitfadeninterview	175
Abbildung 57: Pareto Histogramm für Nacharbeitskosten aus Love 2013, S. 1141	217
Abbildung 58: Problemschnittmenge aus erfasster Literatur und qualitativer Forschung	231

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Mängelmanagementphasen in der Bauausführung nach Lin 2016, S. 905	7
Tabelle 2: Verteilung von Mängeln und Gewerken nach Georgiou 1999, S. 167-168.....	102
Tabelle 3: Zusammenhang zwischen Projektstudien, Interviews und Unternehmen	142
Tabelle 4: Auflistung der Projekte für die Projektstudien	143
Tabelle 5: Vergleich der Erhebungsmethode der Baustellen.....	152
Tabelle 6: Vergleich der Dokumentationsart der Baustellen	157
Tabelle 7: Vergleich der Mangelklassifizierung der Baustellen.....	170
Tabelle 8: Auflistung der Gesprächspartner	172
Tabelle 9: Aussagen zur Mangelerhebung nach Sparte.....	181
Tabelle 10: Aussagen zur Mangelerhebung nach Unternehmensgröße	182
Tabelle 11: Aussagen zum Informationsfluss nach Sparte	184
Tabelle 12: Aussagen zum Informationsfluss nach Unternehmensgröße	185
Tabelle 13: Aussagen zur Mangelklassifizierung nach Sparte.....	187
Tabelle 14: Aussagen zur Mangelklassifizierung nach Unternehmensgröße.....	189
Tabelle 15: Aussagen zu Mangelkosten nach Sparte.....	192
Tabelle 16: Aussagen zu Mangelkosten nach Unternehmensgröße.....	193
Tabelle 17: Aussagen zu Defiziten und Potentialen nach Sparten	196
Tabelle 18: Aussagen zu Defiziten und Potentialen nach Unternehmensgröße	197
Tabelle 19: Meistgetätigte Aussagen in absteigender Reihenfolge	197
Tabelle 20: Highlight Aussagen der Fachexperten.....	200
Tabelle 21: Probleme – Lösungen der Literaturrecherche.....	225
Tabelle 22: Probleme – Lösungen der qualitativen Forschung.....	226
Tabelle 23: Vergleich der Werkzeuge für das Mängelmanagement	227
Tabelle 24: Probleme – Lösungen der Schnittmenge.....	234

Begriffsbestimmungen

ABC-Analyse

Die ABC-Analyse basiert auf dem Pareto-Prinzip, welches besagt, dass 80% der Ergebnisse mit nur 20% des Aufwands erreicht werden können. Bei der ABC-Analyse wird die Menge an untersuchten Objekten in Klassen aufgeteilt und nach absteigender Bedeutung gereiht. Typischerweise wird diese Analyse in der Betriebswirtschaft genutzt, um darzustellen, welche Produkte den höchsten Umsatz generieren.

Analog und digital

Bei analogen Werten wird eine physikalische Größe über eine andere kontinuierlich dargestellt. Meistens ist zweite Größe die Zeit und die physikalischen Größen unterliegen einer zeitkontinuierlichen Änderung, welche zur Informationsweitergabe genutzt werden kann. Digitale Werte stellen hingegen Daten als Ziffernanzeige unabhängig einer physikalischen Größe dar. Dazu können Dezimal-, Oktal- oder Dualsysteme verwendet werden. In der EDV (elektronischen Datenverarbeitung) ist vor Allem das Dualsystem vorherrschend.

App, die oder das

App steht für die Abkürzung Applikation, welches als Anwendungsprogramm programmiert wird und auf mobilen Geräten installiert werden kann.

Augmented Reality (AR), die

Übersetzt bedeutet Augmented Reality die erweiterte Realität. Dabei wird die Realitätswahrnehmung computerunterstützt erweitert. Grundsätzlich können diese zusätzlichen Informationen alle Sinne des Menschen ansprechen, wenngleich derzeit hauptsächlich die visuelle Einblendung von Zusatzinformationen in einer überlappenden Darstellung gemeint ist.

Big Data

Der Begriff „Big Data“ bezeichnet Datenmengen aus unterschiedlichen Bereichen, die gesammelt, verknüpft und ausgewertet werden. Ziel der Verwendung von Big Data in der Wirtschaft ist die Produkte bzw. die Arbeitsprozesse anhand der verarbeiteten Daten zu verbessern und flexibler auf Kundenbedürfnisse reagieren zu können.

BIM, das Building Information Modeling

BIM ist die Abkürzung für Building Information Modeling und steht für ein Informationsmodell eines Bauwerks. Darin werden die Pläne und Daten von den verschiedenen Projektbeteiligten gesammelt und koordiniert, sodass es keine Redundanzen und Informationsmängel mehr gibt. Es dient als Werkzeug für die Zusammenarbeit vom Entwurf über die Konstruktion bis zum Betrieb und der Verwaltung eines Bauobjekts. Bei BIM werden den einzelnen Bauteilen neben den 3D Koordinaten weitere Informationen, sogenannte Attribute angehängt. Dadurch kann je nach Anwendung ein n-dimensionales Modell geschaffen werden. Die Erweiterungen können sich auf die Zeit, die Kosten, die Nachhaltigkeit oder auf das Facility Management beziehen.⁴⁷¹

Client-Server-Modell, das

Ein Client-Server-Modell besteht aus einer zentralen Einheit (Server) und mehreren dezentralen Einheiten (Clients). Das traditionelle Client-Server-Modell, wo jeder Client über eine eigene Rechenleistung in einem Firmennetzwerk verfügt, wird im Zuge neuer und stärkerer Datenschutzrichtlinien immer mehr durch ein „Server-Based Computing“ ersetzt. Die Rechenleistung wird hierbei vom Server bereitgestellt, während die Clients nur als Ein- und Ausgabekomponenten dienen.

Cloud-System, das

Die Cloud bezeichnet in der Informationstechnik einen virtuellen Speicherort zur Datenablage. Mit Cloud-Computing können die Daten ausgelesen, bearbeitet und erneut abgespeichert werden. Dabei kann nicht nur Speicherplatz zur Verfügung gestellt werden, sondern auch Rechenleistung oder Anwendungssoftware. Oft bieten externe Dienstleister diese Cloud-Services an, wobei die Nutzung durch technische Schnittstellen wie Webbrowser erfolgt.

Querschnittsanalyse der Fallstudien

Als Querschnittsanalyse der Fallstudien (im englischen „cross-sectional case study“) bezeichnet man eine empirische Untersuchung, welche nur einmalig durchgeführt wird. Dabei können die aktuellen Variablen der Querschnittserhebung nur zu einem bestimmten und festen Zeitpunkt beobachtet und erhoben werden. Es entsteht eine Momentaufnahme von derzeit gültigen Fakten, Verhaltensweisen und Meinungen, die miteinander verglichen werden können. Das Ergebnis der Studie gilt daher nur für den Zeitpunkt der Erhebung. Im Gegensatz dazu erfolgt die Durchführung einer Längs-

⁴⁷¹ Vgl. Baier 2017, S. 21f.

schnittanalyse über die Auswertung der Veränderungen der Variablen während eines bestimmten Zeitraums.

Datenbank, die

Eine Datenbank dient dem Organisieren von Daten und ist für den Zugriff von mehreren Nutzern ausgelegt. Neben der eigentlichen Datenspeicherung umfasst eine Datenbank auch deren Verwaltung mittels sogenannten Datenbankmanagementsystemen (DBMS). Dadurch kann ein rascher Zugriff auf die Daten gewährleistet werden.

Freimeldung, die

Wird ein Mangel von einem ausführenden Gewerk oder dem Generalunternehmen behoben und ist diese Leistung abgeschlossen, so wird der Mangelpunkt freigemeldet. Dieser Arbeitsschritt kann in einem Softwareprogramm erfolgen oder es wird eine Mitteilung an die Vertretung des Bauherrn versendet. Diese kontrolliert im Anschluss die durchgeführte Leistung und schließt gegebenenfalls den Mangel ab und setzt den Status des Mangels auf erledigt. Diese Berechtigung hat nur die örtliche Bauaufsicht in Vertretung des Auftraggebers. Ist die Arbeit nicht ordnungsgemäß ausgeführt werden dem zuständigen Auftragnehmer erneut die Bedenken mitgeteilt.

Industrie 4.0

Dieses Schlagwort beschreibt die Digitalisierung und Vernetzung von ganzheitlichen Wertschöpfungsketten in den verschiedenen Industriezweigen. Mit Hilfe von intelligenten und vernetzten Systemen soll eine möglichst selbstorganisierte Produktion erzielt werden.

Lean Construction Management, das

Das Lean Construction Management ist ein ganzheitlicher Ansatz, um die Verschwendungen vorzubeugen, Ressourcen optimal einzusetzen und die Kundenzufriedenheit zu erhöhen. Mit Systemen wie Last Planner Besprechungen oder der Erstellung von Taktplänen sollen diese Ziele erreicht werden.

Last Planner Besprechungen, die

Diese Form der Besprechungen ist ein Projektmanagementwerkzeug speziell für das Bauwesen. Die Umsetzung erfolgt mit einer strukturierten, vorausschauenden und kooperativen Planung und Ausführungsvorbereitung auf der Baustelle unter Einbezug jener, die die nächsten Leistungen zu erfüllen haben. Dadurch soll eine Verbesserung der Zuverlässigkeit von Arbeitsprozessen erfolgen.

Mangel, der

Ein Mangel beschreibt die Abweichung des Bau-Ist-Zustands vom Soll-Zustand, wobei der Soll-Zustand durch Verträge, gesetzliche Bestimmungen, das Leistungsverzeichnis und Pläne dargestellt wird. Diese Abweichung kann bereits in der Ausführung oder aber erst in der Gewährleistungsfrist bzw. während der Nutzung erkennbar sein.

Mobile Computing, das

Das Mobile Computing beschreibt jede Art von nicht stationärem Einsatz von Computern. Die Anwendung erfolgt über nicht standortgebundene Endgeräte und leistungsfähige, drahtlose Netzwerke zum digitalen Informations- und Datenaustausch. Geeignete Geschäftsprozesse können zum Beispiel die Material- und Gerätedisposition, die Personalsteuerung, das Bautagebuch, Checklisten und das Mängelmanagement sein.⁴⁷²

Ontologie, die

Der Begriff Ontologie steht in der Informatik für eine Menge an Begrifflichkeiten und Informationen und der dazwischen existierenden Beziehungen innerhalb eines bestimmten Gegenstandsbereichs, deren Darstellung meist sprachlich gefasst und formal geordnet ist. Diese Ontologie wird dazu verwendet, einen Austausch von Wissen zwischen Anwendungsprogrammen und Diensten in digitalisierter und formaler Form zu ermöglichen. Eine Ontologie stellt somit ein Netzwerk von Informationen dar, wobei die Verknüpfungen mit logischen Relationen erfolgen.

PDA, der oder das

PDA ist die Abkürzung für Personal Digital Assistant, sprich ein persönlicher, digitaler Assistent. Diese Bezeichnung wurde für tragbare Kleingeräte zur Adress- und Kontaktverwaltung und zur Notizbearbeitung verwendet. Heutzutage ist der PDA von Smartphones und Tablets gänzlich ersetzt worden.

Smartphone, das

Das Smartphone ist eine Weiterentwicklung eines herkömmlichen Mobiltelefons. Das Smartphone ist meist mit einer berührungsintensiven Oberfläche ausgestattet und vereint mehrere Funktionen in einem Gerät. Neben Telefon-, SMS- und Kalenderfunktion zählen Webbrowser, E-maildienste, GPS-Module, Kamera und viele weitere Funktionen zur Standardausrüstung. Zusätzlich können eine große Anzahl an speziell entwickelter Apps genutzt werden

⁴⁷² Vgl. Schach 2007, S. 1ff.

Tablet, das

Ein Tablet ist ein tragbarer Computer mit einem Touchscreen in besonders flacher Ausführung. Das Gerät ähnelt modernen Smartphones in Hinblick auf Leistungsumfang, Bedienung und Design und verwendet meist ein ähnliches Betriebssystem. Aufgrund des größeren, berührungsempfindlichen Bildschirms ist eine einfache Handhabung möglich und es können neben den Standardfunktionen eines Smartphones mehr arbeitsrelevante Tätigkeiten wie Word, Excel oder andere Apps verrichtet werden.

Webbrowser, der

Der Webbrowser ist ein Computerprogramm zur Darstellung von Webseiten, Daten und Dokumenten im Internet. Somit stellt er die Benutzeroberfläche von Webanwendungen dar.

Anhang

In weiterer Folge sind im Anhang die Transkriptionen der Experteninterviews angefügt. Daran anschließend befinden sich die ausgefüllten Checklisten der besuchten Baustellen und an letzter Stelle der vorbereitete, allgemeine Interviewleitfaden mit der Mängelklassifizierung von Macarulla et al. sowie der adaptierte Fragebogen für das Kostenthema mit dem Fachexperten 4 des Unternehmens GP 2.

Transkription der Fachinterviews:

- Interview 1, Bau 1:

Wie erfolgt die Mangelbearbeitung in Ihrem Unternehmen von der Entdeckung bis zur Dokumentation? Gibt es einen Leitfaden dazu im Unternehmen?

Entdeckt wird der Mangel meistens vom Nutzer, derjenige der am meisten vor Ort ist, der den Gegenstand und den Raum in Anspruch nimmt. Dem fällt das auf und dieser meldet es dann direkt an uns oder via Hausverwaltung über den Investor/Auftraggeber und dann in letzter Folge zu uns. Am Ende kommt der Mangel jedoch sowieso zu uns. So erreicht uns die Meldung, also entweder auf Umwegen oder direkt und ab Einsicht dieser Meldung wird nachgedacht, ob diese Meldung weiter verfolgt wird oder ob es ein Irrtum war, der nicht im Vertrag geregelt ist. Je nachdem, wird diese Beanstandung zurückgewiesen oder es wird sich darum angenommen, indem ein Termin vor Ort vereinbart wird, Fotos angefordert oder selber gemacht werden. So kommt es zu einer Erstbesichtigung und zu einer weiteren Abklärung des Details. Es kann auch nach der ersten Besichtigung rauskommen, dass es sich um keinen Vertragsgegenstand handelt und diese Beanstandung abgelehnt wird. Im gegenteiligen Fall kann rauskommen, dass der Mangel vom Generalunternehmen behoben werden muss. Wenn sich da alle Parteien einig sind, dass der Mangel behoben werden muss, so muss operativ untersucht werden, wer die Verantwortung für das Detail hat. Es kann sich dabei um Installateur, Elektriker, Maler oder auch um alle Beteiligten handeln. Dementsprechend wird die Frist gesetzt. Es ergibt sich also aus der Mangelbekanntgabe eine Frist und nach Ablauf der Frist kommt es zu einer Nachfrist sowie in weiterer Folge zu einer Androhung der Ersatzvornahme und anschließend die Durchführung der Ersatzvornahme. Diese wird entweder vom Hafrücklass gedeckt oder in Form einer Schadensersatzklage eingereicht. Im besten Fall wird der Mangel jedoch innerhalb der Frist vom Subunternehmer behoben und schickt eine Freimeldung. Die Dokumentation erfolgt dann hier im Unternehmen durch uns selber, damit die Meldung gesammelt und koordiniert stattfindet und

rausgeht. Wir sind ja schließlich der Vertragspartner und das Generalunternehmen hat die Mängel zu beheben.

Welche Softwareprogramme werden verwendet?

Verwendet werden die Programme Excel, Word, Outlook, die Software ELO sowie auch Planradar. Die zuletzt genannte Software wird eher in der Roh- und Ausbauphase verwendet.

Welche Personen befassen sich in Ihrem Unternehmen mit dem Mängelprozess und was sind ihre Aufgaben (Qualitätsmanagement)?

Prinzipiell gibt es eine Abteilung für Gewährleistungsansprüche. Hier bin auch ich tätig und ich regle die Gewährleistungsansprüche zwischen Käufer und Verkäufer, zwischen Generalunternehmer und Bauträger und zwischen Generalunternehmer und Subunternehmer. Diese Schnittstellen werden von mir koordiniert, und im Team gibt es einen Teamleiter, eine Assistentin und Techniker vor Ort. Seit Dezember 2017 entwickelte sich diese Abteilung aus seinen Grundzügen heraus. In Bezug auf das Qualitätsmanagement kann angemerkt werden, dass jede mit Kosten verbundene Beanstandung dokumentiert und gespeichert wird. Wenn eine gewisse Anzahl an Beanstandungen vorgefallen ist, so gibt es ein bis zwei Mal im Jahr ein Zusammentreffen bzw. ein Seminar mit Bauleitern, Polierern, Technikern, wo die angefallenen Mängel besprochen werden, die letzten Endes auf uns zurückgefallen sind. Es wird dabei thematisiert, welcher Mangel uns wie viel gekostet hat und wie er in Zukunft vermieden werden kann.

Wie erfolgt die Weitergabe von Informationen intern zwischen Baustelle, Baubüro und Zentralbüro und schließlich zu externen Unternehmen?

Die Informationen werden via Email im Programm Outlook, über SMS, mittels Anrufe, bei Besprechungen wo Aktenvermerke ausgetauscht werden, weitergegeben.

Wie und wo werden Dokumente abgelegt und wie sieht die Struktur dahinter aus (Datenbanken, Projektserver)?

Wir arbeiten über ein Serversystem mit Baustellenstruktur, worauf jede berechnigte Person zugreifen kann. Der Austausch über den Server ist die bevorzugte Variante, da hier all jene zugreifen können, die die Informationen benötigen und alle am selben Stand sind. Es ist nicht Ziel das eine externe Festplatte von Person zu Person herumgereicht wird.

Wäre eine Eingliederung des Mängelmanagement in die Verträge sinnvoll und warum?

Es handelt sich dabei bei uns um eine interne Vorgehensweise. Andere Auftraggeber kommunizieren über eine Plattform, wo ein eigener Server verwendet wird. Wir geben externen Partnern jedoch nichts vor.

Werden in Ihrem Unternehmen die Mängel klassifiziert, wenn ja erzählen Sie darüber, wie zufrieden sind Sie, was fehlt?

Es gibt leichte Mängel, schwere Mängel und die Kategorie „Gefahr in Verzug“. Bei der letzten Kategorie muss sofort gehandelt werden, beispielsweise wenn ein Geländer gebrochen ist, bei schweren Mängeln muss auch möglichst schnell gehandelt werden, z. B. wenn Wasser im Stiegenhaus steht, damit Folgeschäden vermieden werden können. Leichte Mängel, wie beispielsweise Risse in der Wand, müssen nicht sofort behoben werden. In diese drei Übergruppen würde ich die Mängel einteilen. Alles davor und dazwischen interessiert in Wahrheit niemanden. Eine einheitliche Unternehmensstruktur gibt es allerdings nicht.

Werden statistische Auswertungen vorgenommen? Falls ja, werden diese Auswertungen benutzt, um Mängel vorzubeugen? Falls nein, warum nicht?

Ja, es werden statistische Auswertungen vorgenommen, um in der Zukunft Poliere gezielt schulen zu können.

Werden Mängel unterschiedlich priorisiert? Wonach erfolgt die Einteilung und wer entscheidet das?

Mängel werden nach den bereits genannten Kategorien priorisiert, also nach leichten und schweren Mängeln sowie der Kategorie „Gefahr in Verzug“.

Welche Gruppe vermissen Sie in dieser Einteilung oder könnte man welche zusammenfassen?

All diese Punkte kann man meiner Meinung nach in die drei vorher genannten Kategorien einteilen. Je nach Situation muss dann entschieden werden, um welche Kategorie es sich konkret handelt. Für die interne Dokumentation macht diese detailliertere Einteilung auf jeden Fall Sinn und auch die hier genannten Gruppen können gut in der Praxis verwendet werden.

Woraus setzt sich der Organisationsaufwand im Mängelprozess zusammen?

Der Arbeitsaufwand beginnt bei einer Beanstandung mit der Überprüfung, ob eine Absage oder eine Zusage erteilt wird. Kommt es zu einer Absage, so hat sich der weitere Aufwand erübrigt. Bei einer Zusage hingegen wird der Aufwand höher. Es kommt zu Besichtigungen

mit den Verantwortlichen, später folgt eventuell ein operativer Eingriff, indem man beispielsweise etwas aufbohrt oder aufbricht und den Mangel behebt. Dieser operative Teil nimmt die meiste Zeit, Koordination und Kosten in Anspruch. Erst mit der Freimeldung an den Melder ist der Aufwand beendet und die Gewährleistung läuft für dieses konkrete Detail für die nächsten drei Jahre weiter.

Können Sie den zeitlichen Aufwand für das Mängelmanagement abschätzen und werden diese Tätigkeiten erfasst? Wo könnte Zeit eingespart werden? Wo könnte man im Organisationsprozess Arbeitszeit einsparen?

Im Nachhinein kann man ablesen, wie viele Stunden ich wo unterwegs war. Dies im Vorhinein zu schätzen ist jedoch sehr mutig, weil man entdeckt im Zuge der Untersuchung manchmal zwei, drei weitere Mängel was dazu führen kann, dass man ein paar Stunden länger dort verweilt. Diese zusätzlichen Mängel haben natürlich auch Auswirkungen auf die Kosten. Man rechnet oft nicht damit, dass man einen Fehler nach dem anderen findet, obwohl nur ein einziges Detail beanstandet wurde. Da Abschätzen im Vorhinein könnte man auf eine halbtägige oder ganztägige Inanspruchnahme der Zeit schätzen, nicht jedoch auf Stunden.

Arbeitszeit könnte man am besten einsparen, indem man sie gleichmäßig aufteilt. Man sollte also anhand der Teamgröße den Zeitfaktor koordinieren, denn manchmal brauche ich nur eine Person, in anderen Fällen wären drei bis vier Personen sinnvoller. Beispielsweise kann durch automatisierte Emails, die das Gegenüber darüber informieren, dass man sich in den nächsten Tagen meldet, Zeit eingespart werden. Auch einzelne Bausteine, die in vielen Fällen im Email-Verkehr benötigt werden, wie zum Beispiel Mängelab- oder Zusagen, können im Programm abgelegt werden und man spart sich somit das dauernde tippen derselben Nachrichten.

Welche Arbeitsschritte werden ihrer Erfahrung nach auch mehrfach erledigt?

Im besten Fall sollte es so etwas nicht geben, denn nach einer Mängelbehebung sollte der Fehler nicht nochmal auftauchen. Natürlich kann das manchmal passieren, auch das durch eine Mängelbehebung andere fertiggestellte Leistungen beeinträchtigt werden. Aber dadurch, dass es in der Firma jetzt eine zentrale Anlaufstelle gibt, können sich nicht mehr so viele Personen einmischen und dadurch kann eine doppelte Erledigung vermieden werden.

Wie würden Sie Aufwand/Kosten für Nachbesserungsarbeiten berechnen und werden diese Kosten bereits in der Kalkulation verwendet? Wo werden diese Kosten berücksichtigt?

In der Kalkulation und Ausschreibung werden nur die fünf Prozent Haftungsrücklass berücksichtigt, da dieser gesetzlich geregelt ist. Ziel ist es, dass dieser Haftungsrücklass zur Gänze wieder ausbezahlt wird und keine Mängel verursacht werden und in weiterer Folge keine Kosten entstehen. Fallen jedoch Kosten an, so stellt sich die Frage, wer diese Kosten warum trägt. Genaue Statistiken darüber gibt es bei uns intern jedoch noch nicht, wie viel Geld haben wir im Nachhinein bei dieser Baustelle noch ausgegeben, wobei dies sicher in Zukunft im Zuge des Qualitätsmanagements eine wichtige Aufgabe darstellen wird. Die fünf Prozent Haftungsrücklass sind so kalkuliert, dass wenn man bei einer Baustelle mit circa zwei Prozent plus rechnet, diese inkludiert sind. Man will mit den 5% nur dem Gesetz genügen. Natürlich will man die 5% zur Gänze ausbezahlt bekommen, weil es in der Kalkulation so berücksichtigt ist, dass es ein Teil der 100% ist. Den liegen zu lassen, weil man eh schon damit gerechnet hat, ist nicht unser Ziel.

Worin würde der Vorteil von der Verwendung von Kostenkennwerte für Mängelbehebungen bzw. dessen Organisation in Ihrer Kalkulation liegen?

Für die Zukunft wäre es ein Mittel, welches die Sinne der Verursacher in Bezug auf die entstandenen Kosten schärft. Mit Kosten kann man die Leute wachrütteln und ihnen zeigen, wie viel Aufwand durch Mängel entstehen können. Denn in dem Moment wo der Arbeiter den Mangel verursacht hat er noch keine Ahnung welchen Aufwand und Kosten das nach sich zieht.

Was sind Ihrer Meinung nach die wichtigsten Parameter und Einflussgrößen im Mängelmanagement?

Ein wichtiger Parameter ist, ob man mit einem Auftraggeber auch in Zukunft weiterhin zusammenarbeiten will oder nicht. Wenn man mit dem Gegenüber nicht kann, sagt man, behalte den Hafrücklass und wir sehen uns nie wieder. Die Personen selbst und ihre Funktionen sind daher ein sehr wichtiger Faktor. Im Hinblick auf die zeitliche Perspektive wird in leichte Mängel, schwere Mängel und „Gefahr in Verzug“ unterschieden, was sich auf die Fristen der Behebung auswirkt. Generell sollte jede Art von Mangel innerhalb von sieben Tagen erledigt werden, da sonst ein leichter Mangel auch weitere Konsequenzen nach sich ziehen kann und so zu einem schweren Mangel werden kann. Die Zeit ist deswegen ein wichtiger Faktor im Mängelmanagement. Und wenn ein Mangel in einem Objekt vorliegt und dieser behoben werden muss und die Verantwortung der Behebung liegt bei einem Subunternehmer, so hat dieser alle damit verursachten Kosten zu übernehmen, auch die Kosten

meiner Arbeitsstunden, sobald ich die Beanstandung erstmals gelesen habe. Material, meine Stunden, Arbeitsstunden, Zentralregie, Gewinn, alles wird dann verrechnet, wie bei einem Projekt.

Welche Probleme gibt es in Bezug auf das Mängelmanagement?

Das Hauptproblem ist die Kommunikation, wobei die modernen Vertragssituationen in Bezug auf die Kommunikation schon viel geholfen haben. Es gibt bereits viele Erfassungssysteme, viele vorgefertigte Formulare, die sowohl das Lesen, als auch die Kommunikation erleichtern. Eine ID-Nummer für jede Beanstandung hilft beispielsweise, oder auch vorgefertigte Formulare, zum Beispiel wie eine Freimeldung auszusehen hat. Es wurden eben schon viele Standards in den ganzen Ablauf reingebracht, was eine gute Struktur und Koordination reinbringt.

Wo sehen Sie Potentiale bzw. die Zukunft des Mängelmanagements und wie kann das erreicht werden?

Ich bin der Meinung, dass jeder der drei Vertragspartner, also Auftraggeber, Generalunternehmer und Subunternehmer, sowie auch als vierte Komponente bevollmächtigte Personen wie Eigentümer, Hausverwalter oder Anwälte ein Tool benutzen können, das auf jedes beliebige Gebäude anwendbar ist. Sei es nun ein Server oder eine Handy-App, wichtig ist der Zugriff und dieselbe Vorgehensweise von allen vier vorher genannten Beteiligten über ein einziges Programm. Das kann auch zentral in ganz Österreich sein, weil es hat keinen Sinn, dass der eine mit ELO arbeitet, der andere mit planradar, der dritte mit Excel und der vierte mit wieder einem anderen Programm. Weil dann schiebt man wieder Dokumente einfach nur herum.

- **Interview 2, Bau 2:**

Wie erfolgt die Mangelbearbeitung in Ihrem Unternehmen von der Entdeckung bis zur Dokumentation? Gibt es einen Leitfaden dazu im Unternehmen?

Typische Mängel werden eigentlich vom Bauherrn aufgenommen, durch Docu tools. Er geht durch das Objekt, besucht einen Raum, macht sich dazu den Plan auf, dokumentiert zu einer gewissen Stelle im Raum alles mittels Fotos und Notizen. Er notiert beispielsweise, wo es Mängel vom Maler gibt, oder wenn die Jalousien nicht funktionieren, eine Tür noch richtig eingestellt werden muss. So ist der Mangel für weitere Schritte aufgenommen. Am Abend wird das Gerät dann synchronisiert und die Aufgaben an die zuständigen Personen weitergeleitet. Im Falle der Mängel sind wir die zuständige Abteilung, wir sortieren alle Mängel und teilen die Mängel auf die Subunternehmer auf. Die Liste der Mängel wird für die jeweiligen Subunternehmer ausgedruckt, dem Polier übergeben und dieser geht dann selbst auf der Baustelle durch, begutachtet und kontrolliert die vermerkten Mängel vor Ort. Danach erhalten wir die Rückmeldung, ob die Mängel behoben wurden oder nicht. Mit diesen Rückmeldungen erweitern wir die Informationen im Docu tools und je nach Mangel dauert dieser Prozess länger oder kürzer. Teilweise kann es auch zu Mängelablehnungen kommen. In diesem Fall sagen die Subunternehmer, dass es sich um keinen Mangel handelt, sondern dass es der Norm entspricht. So ein Mangel wird dann freigemeldet. Anschließend kommen die ersten Rückmeldungen vom Bauherrn. Dabei kann es auch vorkommen, dass der Bauherr die Ö-Norm ignoriert, obwohl diese bei uns Vertragsgrundlage ist. In solchen Fällen beharren wir dann trotzdem auf unserem Standpunkt, was jedoch immer ein längerer Streitpunkt bleibt und auch in den Chefetagen diskutiert wird. Andere Mängel hingegen werden akzeptiert, erledigt und im System abgeschlossen. Die Verwendung einer Software ist meist Vorgabe des Bauherrn. Ohne diese Systeme werden kurz vor der Übernahme Mängelbegehungen vereinbart, man steht dann zu fünft in einer Wohnung, einer schreibt die Mängel auf, der Bauherr diktiert die Mängel und es gab im Durchschnitt zwischen 3 und 5 Mängel pro Wohnung. Diese wurden einfach in einer Excel-Liste erfasst mit Datum, Top, Stiege und Zuständigkeit erfasst sowie mit einer Spalte offen bzw. erledigt gekennzeichnet. Jetzt sind es zwischen 55 und 60, weil der Bauherr jederzeit und auch während der allgemeinen Bauausführung alleine durchgehen kann und jeden Punkt der ihm nicht gefällt aufnimmt, auch wenn es überhaupt kein Mangel ist.

Welche Softwareprogramme werden verwendet?

Heute wir das Programm Docu tools eingesetzt, SyncProjekt und auch Outlook. Früher haben wir mehr mit Excel-Listen gearbeitet. Eingescannte, handschriftliche Dokumente werden in unserem Ordnersystem am Server abgelegt.

Welche Personen befassen sich in Ihrem Unternehmen mit dem Mängelprozess und was sind ihre Aufgaben (Qualitätsmanagement)?

Das Qualitätsmanagement wird vom Bauleiter und dem Polier durchgeführt und beschäftigt sich während dem Bauprozess mit den Mängeln, allerdings wird kaum etwas dokumentiert, da es sich um einen laufenden Betrieb handelt, quasi Tagesgeschäft ist. Das Qualitätsmanagement hat im Nachhinein nicht mehr viel mit den angefallenen Mängeln zu tun. Es gibt deshalb auch keine Schulungen für Poliere oder Arbeiter.

Wie erfolgt die Weitergabe von Informationen intern zwischen Baustelle, Baubüro und Zentralbüro und schließlich zu externen Unternehmen?

Intern erfolgt die Weitergabe über Docu tools und Email-Verkehr. Wir drucken beispielsweise dem Polier etwas aus, damit gewisse Informationen handschriftlich eingetragen werden können und diesen Ausdruck bekommen wir dann wieder zurück. Extern arbeiten wir mittels E-Mails und für die Arbeiter vor Ort wird ebenfalls ein Ausdruck bereitgestellt. Auf Docu tools haben die Subunternehmer keinen Zugriff, sie bekommen lediglich die Berichte aus Docu tools.

Wie und wo werden Dokumente abgelegt und wie sieht die Struktur dahinter aus (Datenbanken, Projektserver)?

Die Ordnerstruktur ist in unserem Unternehmen intern vorgegeben und jedes Projekt erhält diese Struktur, die beispielsweise die Kategorien Schriftverkehr, Kalkulation, Baustellenmanagement, Vertrag, Subunternehmer, Lieferanten, Pläne, etc. Mit dieser Ordnerstruktur findet jeder leicht genau die Dokumente, die er oder sie gerade benötigt.

Wäre eine Eingliederung des Mängelmanagement in die Verträge sinnvoll und warum?

In unserem Fall ist das Mängelmanagement schon im Vertrag geregelt. Dies ist für den Bauherrn schon sinnvoll, für uns ist es ein Mehraufwand. Weil ich muss jegliche Kommunikation aufzeichnen, was jedoch sehr viel mehr Arbeit bedeutet. Der Bauherr fordert dies allerdings und bezieht sich auf den Vertrag. Docu tools wurde uns vorgesetzt, ohne dass wir da mitreden konnten.

Werden in Ihrem Unternehmen die Mängel klassifiziert, wenn ja erzählen Sie darüber, wie zufrieden sind Sie, was fehlt?

Bei Docu tools kann man nur die Gewerke zuordnen z.B. Fassade, Trockenbauer oder Installateur. Eine Einteilung in Dringlichkeit o.ä. gibt es hier nicht. Bei den bisherigen Methoden mit den Excel-Listen wurde keine Klassifizierung vorgenommen. Für mich macht das keinen Unterschied, ich arbeite mit jedem System.

Werden statistische Auswertungen vorgenommen? Falls ja, werden diese Auswertungen benutzt, um Mängel vorzubeugen? Falls nein, warum nicht?

Nein, es werden aufgrund von Zeitmangel keine statistischen Auswertungen vorgenommen. Es schaut sich niemand tausende Seiten mit Mängel an. Wenn dann muss das automatisiert passieren.

Werden Mängel unterschiedlich priorisiert? Wonach erfolgt die Einteilung und wer entscheidet das?

Nein, es gibt keine Priorisierung der Mängel. Man kann lediglich ein Fälligkeitsdatum angeben. Oder man druckt einen Bericht aus, ergänzt diesen und schreibt explizit dazu, dass es dringlich ist und verschickt diesen an die Zuständigen.

Welche Gruppe vermissen Sie in dieser Einteilung oder könnte man welche zusammenfassen?

Ich muss mir sowieso jeden Mangel ansehen, da brauche ich keine weitere Kategorisierung oder Gruppe. Das wäre nur wieder ein Mehraufwand, eine weitere Einstellung, die zu suchen und einzugeben wäre. Es reicht wenn ich den Mangel dem Gewerk zuteile. Wer ist der Verursacher, wer behebt den Mangel und ist der Mangel überhaupt ein Mangel. Das sind die wichtigen Punkte. Der Verursacher muss dann auf jeden Fall die Behebung koordinieren und beheben.

Woraus setzt sich der Organisationsaufwand im Mängelprozess zusammen?

Mein Organisationsaufwand setzt sich zusammen aus dem Bearbeiten, dem Beheben, dem Nachrufen. Man muss ständig dahinter sein, damit sich was tut, man muss ständig abrufbereit sein.

Können Sie den zeitlichen Aufwand für das Mängelmanagement abschätzen und werden diese Tätigkeiten erfasst? Wo könnte Zeit eingespart werden? Wo könnte man im Organisationsprozess Arbeitszeit einsparen?

Es kommt immer auf den Mangel an. Manchmal geht es schneller, manchmal dauert es länger, je nachdem um welche Firma, um welchen Mangel und um welchen Ort es sich handelt. Bei manchen Firmen bekomme ich den Mangel rein, leite den eins zu eins an den Subunternehmer weiter und ich weiß, dass sich diese darum kümmern und das bei der nächsten Begehung oder Besprechung erledigt ist. Es kommt hauptsächlich auf die Firmen und die Arbeiter vor Ort drauf an. Die Zeit, die ich mit der Organisation und Abwicklung der Mängel verbringe, wird nicht extra aufgenommen oder angeführt. Zusätzliche Probleme werden auch nicht einer eigenen Kostenstelle zugeordnet, sondern laufen beim nächsten Projekt mit. Die

Rechnungen wie Material und Subleistungen werden zwar auf die alte Projektkostenstelle geschrieben, aber der eigene Zeitaufwand wird bereits auf das neue Projekt geschrieben.

Zeit einsparen könnte man sich, wenn alles gleich erledigt werden würde und man nicht dauernd nachrufen müsste. Es hängt also auch mit dem Gegenüber zusammen, ob irgendetwas mehrfach angesprochen werden muss oder ob alles möglichst schnell und sofort erledigt wird. Es mangelt also nicht am Informationsfluss, sondern eher an der raschen Umsetzung und Ausführung vom Subunternehmer. Ein Austausch des Subunternehmers, falls dieser die geforderten Aufgaben nicht erledigt, ist wiederum auch nicht so einfach. Da steckt dann wieder ein enormer Zeitaufwand dahinter.

Welche Arbeitsschritte werden ihrer Erfahrung nach auch mehrfach erledigt?

Das ewige Nachrufen wird immer und immer wieder gemacht. Solange bis der Mangel behoben wird. Dabei können die Ausreden der Subunternehmer natürlich auch nicht kontrolliert werden. Aber das Nachrufen und erneute Emails schreiben verbraucht die meiste Zeit.

Wie würden Sie Aufwand/Kosten für Nachbesserungsarbeiten berechnen und werden diese Kosten bereits in der Kalkulation verwendet? Wo werden diese Kosten berücksichtigt?

Kosten fallen an beim Material, der Arbeitsleistung vom Subunternehmer, meiner eigenen Arbeitsleistung, beim Polier und Vizepolier. Der jeweilige Mannschaften, die Anfahrtszeit und die Geräte kosten natürlich auch etwas. Berechnet werden diese Kosten natürlich dem Verursacher des Mangels. Abhängig vom Mangel, sind die Kosten höher oder geringer. Es gibt eine Kostenstelle, aber ich teile nicht jede einzelne Stunde auf diese Kostenstelle. Die Kosten werden in der Gewährleistungsrückstellung der Baustelle berücksichtigt. Nach Abschluss der Baustelle wird dem Baukaufmann berichtet, wie viel die Mängelbehebungen noch gekostet haben. Auch in der Arbeitskalkulation wird das bereits berücksichtigt. Und bei der Schlussrechnung wird mit dem Baukaufmann besprochen wie viel noch rückgestellt wird für mögliche Behebungen in der Gewährleistung. Zu dieser Zeit hat man auch schon ein Gefühl in welcher Größenordnung sich die Kosten dafür befinden werden.

Worin würde der Vorteil von der Verwendung von Kostenkennwerte für Mängelbehebungen bzw. dessen Organisation in Ihrer Kalkulation liegen?

Wenn man Glück hat, ist in der Kalkulation bereits etwas einberechnet worden, im Normalfall ist das jedoch nicht der Fall. In der Arbeitskalkulation werden standardmäßig 0,5% für Haftung und Gewährleistung zurückgehalten. In der Schlussrechnungsphase sieht man dann, wie viel wirklich angefallen ist, ob das jetzt 0,1% oder 0,15% waren. Man kann mit genaue-

ren Kennwerten natürlich beim Gesamtzuschlag ansetzen und hier Vorteile für das Projekt herausholen.

Was sind Ihrer Meinung nach die wichtigsten Parameter und Einflussgrößen im Mängelmanagement?

Wie der Gegenüber ist. Die wichtigsten Parameter sind der Bauherr, der Eigentümer und die Subunternehmer.

Welche Probleme gibt es in Bezug auf das Mängelmanagement?

In Bezug auf die Subunternehmer gibt es welche, die auf das eigene oder andere Gewerke aufpassen, andere tun das wiederum nicht. Auch die Eigentümer können Probleme bringen, wenn sie beispielsweise alles überprüfen lassen und wir schon vorher ein Gutachten erstellen lassen müssen. Das sind alles Faktoren, die viel Zeit beanspruchen und Geld verursachen.

Wo sehen Sie Potentiale bzw. die Zukunft des Mängelmanagements und wie kann das erreicht werden?

Wenn ich das wüsste, hätte ich schon ein Programm entwickelt. Der Polier sollte auf Zack sein, wenn der immer aufpasst und die Verursacher identifizieren kann und denen dann die Kosten zugeteilt werden können, wäre viel leichter. Grundsätzlich muss alles möglichst einfach nachzuverfolgen und zuzuteilen sein, sodass jeder Beteiligte möglichst schnell alles abwickeln kann.

- **Interview 3, GP 1:**

Wie erfolgt die Mangelbearbeitung in Ihrem Unternehmen von der Entdeckung bis zur Dokumentation? Gibt es einen Leitfaden dazu im Unternehmen?

Es gibt unterschiedliche Prozesse. Das eine ist die klassische Abnahmebegehung in der die Mängel aufgenommen werden. Da findet die Begehung oft in Beisein des Bauherrn statt und mit den ausführenden Firmen, wo die gesamte Leistung durchgegangen wird und die Mängel aufgenommen werden. Wir machen das in Planradar, also wir nehmen sie in Planradar auf, setzen ein Ticket, geben den Ort ein und die dazugehörige Beschreibung sowie unter anderem den Zieltermin zur Behebung. Außerdem gibt es schon in der Bauphase, vor der Abnahme, Kontrollbegehungen, die wir als örtliche Bauaufsicht durchführen. Die werden oft alleine gemacht und wir nehmen im Zuge dieser auch Mängel auf. Manchmal ist vom ausführenden Unternehmen auch jemand dabei, an anderen Tagen schauen wir uns das alleine an. Über den Mangel werden dann die Firmen über das System informiert. Sie bekommen eine Meldung, dass der Mangel aufgenommen wurde und können über die App Planradar einsehen, wo genau der Mangel ist und die dazugehörige Beschreibung lesen. Außerdem können sie darauf reagieren, indem sie den Mangel als erledigt einstufen, ihn ablehnen, was allerdings eher selten vorkommt, und zusätzlich können sie auch Bilder hochladen und abgeschlossen werden kann der Mangel nur von uns nach der abschließenden Kontrolle. Aus Planradar heraus kann man dann PDFs erstellen, worin auch die Bilder, die Lage im Plan usw. enthalten ist. Außerdem können auch Excel-Tabellen exportiert werden, woraus wir sehr viele Informationen bekommen. All jene Informationen, die wir nicht benötigen, filtern wir heraus und erstellen uns eigene Excel Tabellen mit den wichtigsten Informationen. Diese Dokumentation wird intern aufgehoben und auch dem Bauherren übergeben. Dieser Prozess ist im Unternehmen grundsätzlich ganz klar geregelt. Die Mängelaufnahme bis zur Freimeldung ist ganz klar strukturiert. Auch die Verwendung von Planradar ist vorgeschrieben und ein Handbuch soll die richtige Handhabung erleichtern. Planradar ist von uns vorgegeben, nicht vom Bauherrn.

Welche Softwareprogramme werden verwendet?

Die Programme Planradar, Excel, Outlook und Microsoft Office werden verwendet.

Welche Personen befassen sich in Ihrem Unternehmen mit dem Mängelprozess und was sind ihre Aufgaben (Qualitätsmanagement)?

Vorwiegend die örtliche Bauaufsicht sowie Fachbauleiter, weil wir fachlich nicht alles beurteilen können. Dann unterstützen uns die Fachbauleiter. Diese nehmen dann die technischen, elektrotechnischen und haustechnischen Mängel auf, die von den Fachbauleitern aufge-

nommen und abgenommen werden müssen. Eine weitere Auswertung der Mängel im Hinblick auf Qualitätsmanagement gibt es allerdings nicht.

Wie erfolgt die Weitergabe von Informationen intern zwischen Baustelle, Baubüro und Zentralbüro und schließlich zu externen Unternehmen?

Dies erfolgt über Planradar, eine Cloud, eine Excel Liste und der internen Ablage.

Wie und wo werden Dokumente abgelegt und wie sieht die Struktur dahinter aus (Datenbanken, Projektserver)?

Wir haben einen zentralen Server, worauf alle zugreifen können. Für die örtliche Bauaufsicht gibt es dann projektspezifische Unterordner, wo alles abgelegt wird.

Wäre eine Eingliederung des Mängelmanagement in die Verträge sinnvoll und warum?

Grundsätzlich ist das unser Standard, den die örtliche Bauaufsicht bei der Abwicklung und Betreuung der Mängel handhabt. Vom Bauherrn wird die Art und Weise vertraglich meist nicht explizit festgelegt, nur dass es dabei sein muss.

Werden in Ihrem Unternehmen die Mängel klassifiziert, wenn ja erzählen Sie darüber, wie zufrieden sind Sie, was fehlt?

Grundsätzlich werden die Mängel nach Gewerken aufgenommen. Zusätzlich kann man noch in Mangel oder Restleistung unterscheiden und wenn es sich um einen Mangel handelt, kann in schwere, mittlere und leichte Mängel klassifiziert werden. Je nachdem werden dann auch die Fristen gesetzt und für die Kontrolle der Mängelbehebung werden meist mehrere Mängel in einem Block zusammengefasst, der bis zu einem gewissen Datum erledigt werden muss. Dadurch können mehrere Mängel gleichzeitig kontrolliert werden. Mit dieser Einteilung und Handhabung bin ich sehr zufrieden.

Werden statistische Auswertungen vorgenommen? Falls ja, werden diese Auswertungen benutzt, um Mängel vorzubeugen? Falls nein, warum nicht?

Planradar liefert Statistiken über den Stand der Behebung, also wie viele Prozent noch erledigt werden müssen. Dies ist auch in Bezug auf einzelne Firmen möglich.

Werden Mängel unterschiedlich priorisiert? Wonach erfolgt die Einteilung und wer entscheidet das?

Es werden nur mittlere und schwere Mängel aufgenommen und die örtliche Bauaufsicht entscheidet, um welche Art von Mangel es sich handelt.

Welche Gruppe vermissen Sie in dieser Einteilung oder könnte man welche zusammenfassen?

Es handelt sich dabei um eine weitere Klassifizierung der Mängel. Ich sehe hier das Problem des Zeitaufwandes und ob mir das überhaupt in weiterer Folge viel bringt. Die wichtigsten Kategorien werden sowieso verwendet, aber alles andere bringt mir nicht viel. Für eine Statistik wäre das bestimmt ganz nett, aber auch hier stellt sich die Frage, wie viel mich eine Statistik dann weiter bringt.

Woraus setzt sich der Organisationsaufwand im Mängelprozess zusammen?

Die aufwändigen sind die Aufnahme der Mängel, weil das in mehreren Begehungen und zeitlichen Abhängigkeiten stattfindet und auch die Kontrolle der Mängel ist sehr aufwändig. Man muss einzelnen Unternehmen immer wieder nachlaufen, immer wieder nachkontrollieren und die Baustelle öfter besuchen als geplant. Andere Unternehmen reagieren relativ schnell und sorgfältig. Genau dieser Aufwand kann im Vorhinein relativ schwer abgeschätzt werden, da er ja von vielen weiteren Faktoren und Unternehmen abhängig ist. Bei gewissen Firmen weiß man schon, dass das normalerweise gut funktioniert, im Gegensatz dazu gibt es aber auch gegenteilige Fälle.

Können Sie den zeitlichen Aufwand für das Mängelmanagement abschätzen und werden diese Tätigkeiten erfasst? Wo könnte Zeit eingespart werden? Wo könnte man im Organisationsprozess Arbeitszeit einsparen?

Nein, da vorab der Organisationsaufwand für die Unternehmen nicht seriös vorausgesagt werden kann. Manchmal gibt es kaum Mängel, manchmal sehr viele, manchmal erfolgt die Behebung sehr rasch und ein anderes Mal dauert es ewig. Manche Firmen sind sehr gut strukturiert, da kann man sich darauf verlassen, dass das alles gut verlaufen wird. Dadurch dass wir stark von ausführenden Unternehmen abhängig sind, können wir selbst relativ wenig einsparen. Durch gezieltere Begehungen könnte man beispielsweise etwas Zeit einsparen oder parallel bei anderen Begehungen bereits offene Punkte kontrollieren.

Welche Arbeitsschritte werden ihrer Erfahrung nach auch mehrfach erledigt?

Mehrfach erledigt werden die Aufnahme, die Kontrolle, das Nachlaufen und die Weitergabe der Information an den Bauherren. Also der Arbeitsprozess wiederholt sich leider des Öfteren.

Wie würden Sie Aufwand/Kosten für Nachbesserungsarbeiten berechnen und werden diese Kosten bereits in der Kalkulation verwendet? Wo werden diese Kosten berücksichtigt?

Wir haben die Stunden und die Aufwendungen nicht separat aufgelistet. Es erfolgt im Zuge meiner Mitwirkung bei der Aufnahme der Mängel im Zuge der Abnahme und als Betreuung der Behebung der Mängel. Dadurch werden die meisten Aufwände abgedeckt. Bei gewissen Firmen kommt es jedoch manchmal zu einem relativ großen Mehraufwand, welcher diesen Firmen dann schon in Rechnung gestellt wird. Dabei werden dann die einzelnen Stunden aufgestellt, was jedoch wieder viel Zeitaufwand bedeutet.

Worin würde der Vorteil von der Verwendung von Kostenkennwerte für Mängelbehebungen bzw. dessen Organisation in Ihrer Kalkulation liegen?

Ich sehe den Vorteil bei den ausführenden Unternehmen. Diese können durch eine genauere Kalkulation oder Vorbeugung gewisser Mängel Geld einsparen. Einen konkreten monetären Aufwand zur Mängelbehebung kann ich aus meiner Erfahrung allerdings nicht festlegen.

Was sind Ihrer Meinung nach die wichtigsten Parameter und Einflussgrößen im Mängelmanagement?

Eines der wichtigsten Dinge ist das rechtzeitige Beginnen mit der Aufnahme der Mängel, damit der Zeitraum zur Behebung relativ lang ist. Außerdem müssen Mängel, die eventuell ein Folgegewerk beeinträchtigen, möglichst bald aufgenommen werden. Zusätzlich muss man als örtliche Bauaufsicht ständig dran bleiben und die ausführenden Firmen ständig daran erinnern, sonst passiert gar nichts.

Welche Probleme gibt es in Bezug auf das Mängelmanagement?

Manchmal fehlt es am Verständnis, da manche Firmen nicht verstehen, warum es sich um einen Mangel handelt. Dies führt dazu, dass die Erledigung nicht korrekt ausgeführt wird, weil sich keiner zuständig fühlt und kein Kontrollorgan geschickt wird. Wir sehen oft, dass die Firmen ihre Leute zur Behebung zu uns schicken, die stehen dann bei uns und wissen gar nicht wo der Mangel sein soll. Dann bekomme ich eine Erledigungsbestätigung von einer Sekretärin und weiß genau, dass der Mangel noch immer nicht behoben wurde. Wir stellen fest, dass immer weniger Aufsichtspersonal auf der Baustelle ist.

Wo sehen Sie Potentiale bzw. die Zukunft des Mängelmanagements und wie kann das erreicht werden?

Ich sehe, dass das ausführende und das Kontrollpersonal schlechter wird. Deswegen wird der Aufwand der Mängelaufnahme und –betreuung mehr. Entgegenwirken kann man, indem

man die ausführenden Firmen rechtzeitig dazu bewegt, ihre Qualität zu verbessern. Dies geht nur mit der rechtzeitigen und peniblen Auflistung der Mängel. Man soll nicht nur auf einem Termin bis zur Behebung beharren, sondern auch auf qualitativer Ebene fordern. Viele sind nur auf Termin und Kosten fixiert und die Qualität bleibt auf der Strecke.

- **Interview 4, GP 1:**

Was ist Ihre Funktion im Unternehmen? Wie haben Sie persönlich mit Mängeln zu tun, welche Erfahrungen haben Sie mit Mängeln?

Ich bin für die Ausschreibung und die Vergabe als Gruppenleitung zuständig und schreibe die Gewerke aus, ohne der Haustechnik. Im Haus betreue ich den Projektsupport intern, also die Kosten- und Terminplanung vom Projektstart bis zum Projektabschluss. Mit Mängel und Mängelmanagement habe ich relativ wenig zu tun, weil das eine klassische Aufgabe von der behördlichen Bauaufsicht ist. Einzig wenn es um Mängel in Kombination mit der Planung und Ausschreibung geht, dann landen diese im Rückfluss bei uns in Bezug auf die Verbesserung der Planung bzw. Ausschreibung. Aber grundsätzlich ist es ein Thema der ÖBA.

Zum Thema Cost Line: das ist unser Modul für Kostenmanagement gesamt. Es beginnt mit dem Teil 1 „Kostenplanung in der Planungsphase“ und dann folgt die Kostenkontrolle ab Beginn der Baustelle für die Kostensteuerung auf der Baustelle. Abgeschlossen wird gemeinsam mit der Planung und der örtlichen Bauaufsicht und auch mit mir für die Dokumentation und als Benchmark für die Zukunft. So wird das Projekt abgeschlossen und mit Kosten bewertet und die Mängel als solche werden bei uns mit Planradar behandelt.

Wie erfahren Sie von Mängeln? Wer gibt wem welche Informationen weiter und gibt es einen Leitfaden dazu im Unternehmen?

Von der örtlichen Bauaufsicht. Wenn wir allerdings nur die Planung für externe Unternehmen machen, dann ist es oft schwierig und teilweise erhält man gar keine Information von der unternehmensfremden ÖBA. Wenn, dann nur bei einem offensichtlichen Mangel der in der Planung liegt. Die klassische Rückkopplung zu mir findet aber nicht statt.

Welche Softwareprogramme werden auf diesem Informationsweg verwendet?

Planradar, Outlook und die Microsoft Office Programme.

Welche Personen befassen sich in Ihrem Unternehmen mit dem Mängelprozess und was sind ihre Aufgaben (Qualitätsmanagement)?

Die örtliche Bauaufsicht mit der Erhebung und Bearbeitung der Mängel im ersten Schritt und schließlich ich bzw. die anderen Gruppenleiter bei Abschlussgesprächen zum Projekt.

Wie erfolgt die Weitergabe von Informationen schließlich zu externen Unternehmen?

Eine Weitergabe der Informationen von der ÖBA an die Auftragnehmer findet entweder über planradar oder über Email statt. An den Bauherren werden zusätzlich zu gewissen Zeiten Statusberichte gesendet.

Wie und wo werden Dokumente abgelegt und wie sieht die Struktur dahinter aus (Datenbanken, Projektordner, Projektserver)?

Cost line ist eine Serverlösung für unsere Kostensteuerung wo wir weltweit zugreifen können. Es ist ein eigens entwickeltes Tool von uns. Es handelt sich um ein Interface mit dahinterliegenden Datenbanken mit Ordnerstruktur. Es wird bei uns standardmäßig verwendet für die meisten Projekte in Deutschland, Österreich, Ungarn. Wir versuchen es auch am Markt zu vertreiben.

In planradar werden die Mangelpunkte nicht mit Kosten verknüpft. Da gibt es auch keine Verbindung und auch noch keine Idee dazu.

Wäre eine Eingliederung des Mängelmanagement in die Verträge sinnvoll und warum?

In den Verträgen steht vom Auftraggeber meistens nur eine systematische Herangehensweise drinnen. Ein direkter Verweis auf Cost Line findet selten statt. Dem Auftraggeber ist die systematische Bearbeitung in Bezug auf Kosten- und Mängelmanagement wichtig. Planradar als solches, weil es eine Kombination zu den ausführenden Firmen ist, steht schon in unsern Verträgen, die wir mit den Ausführenden haben. Wir versuchen diese Systematik dem Bauherren schmackhaft zu machen und dies wird auch gerne angewendet und übernommen, weil es eine klare Dokumentation und Aufgabenverteilung beinhaltet.

Als Planer erstellt man Kosten- und Zeitprognosen für den Bauherrn. Man hört immer, die erste Zahl, die der Bauherr sieht, ist die Wichtigste. Warum wäre es sinnvoll bzw. ist es nicht sinnvoll, hier bereits Kosten bzw. vor allem zusätzliche Zeitreserven für Mängelbehebungen (zumindest intern) einzurechnen?

Eine Mängelbehebung im Terminplan zu verankern ist sowieso Standard und ist im Zeitplan miteinkalkuliert. Beim Abschluss jedes Projektes gibt es einen Wochenansatz für die Mängelbehebung und eine klare Terminschiene. Kostenmäßig ist es vom Aufwand des Planers eine selbstverständliche Leistung, mit Ausnahme der Mängel, die sich wiederholen und nicht verbessert werden. Dazu haben wir in unseren Verträgen auch einen Passus drinnen. Ab der zweiten Nichtbehandlung des Mangels ist vertraglich geregelt, dass Kosten verrechnet werden dürfen. In Bezug auf die Baukosten wird das bis dato nicht berücksichtigt, denn eigentlich sollte nach Abschluss eines Projektes sowieso mängelfrei übergeben werden.

Wie werden die Aufwendungen für das Mängelmanagement gegenüber dem Auftraggeber abgegolten?

Die Leistung steht in der Honorarordnung und ist in Österreich eine Grundleistung. Wir kalkulieren keinen Aufwand, der durch das Mängelmanagement entsteht. Die Stunden werden auf das Projekt geschrieben aber nicht separat in Mängelmanagement unterschieden. Wenn

nach der Projektübergabe eine Vielzahl an Mängel entsteht, dann wird eventuell ein spezieller Topf gebildet und es wird eine neue Projektnummer erstellt.

Woraus setzt sich der Kostenaufwand im Mängelprozess zusammen, welche sind die wichtigsten Faktoren und Einflussgrößen?

Der Hauptaufwand ist die Dokumentation dazu. Ersichtlich sind die Mängel doch relativ bald, aber die Dokumentation sowie die Behebung und die Wiederholung der Prozesse sind am aufwändigsten. Durch unsere Regelung in den Verträgen, dass nach der zweiten Begehung immer noch Mängel vorhanden sind, haben wir eine gute Handhabe. Es gelingt nicht immer, aber es ist eine Möglichkeit, dass irgendwann Schluss ist mit dem Stundenaufwand.

Können Sie den zeitlichen Aufwand für das Mängelmanagement abschätzen und werden diese Tätigkeiten erfasst? Wo könnte im Organisationsprozess Zeit eingespart werden?

Der zeitliche Aufwand wird nicht abgeschätzt oder aufgeschrieben. Hier wird mit einem Standardansatz gerechnet. Da jedes Projekt einzigartig ist in der Zusammensetzung der Firmen und äußeren Faktoren, ist es quasi nicht möglich hier im Vorhinein mit genauen Aufschlüsselungen zu rechnen. Wir sehen das eher als Gießkannenprinzip über die Projekte hinweg. Wohlwissend das die eine oder andere Firma durchaus als schwarzes Schaf bekannt ist und hier bestimmt der Aufwand der örtlichen Bauaufsicht höher sein wird. Aber jede Baustelle ist diesbezüglich anders. Wobei wir schon auch wissen, dass gegen Ende der Baustelle der Aufwand für das Mängelmanagement ansteigt, die Kurve für den Stundenaufwand nach oben geht und hier die volle Mannschaft der ÖBA benötigt wird, genauso wie die Leistungen der Fachbauleiter. Auch wenn die kalkulierten Stunden schon recht ausgeschöpft sind, so stehen für uns jedoch das Projekt und die Zufriedenheit des Bauherrn im Vordergrund. Aber unsere Kalkulation ist jetzt nicht so tiefgreifend, das wir mit eigenen Ansätzen für den Mangelprozess arbeiten, da diese Leistungen, bezogen auf die Gesamtprojektkosten nur einen Bruchteil dieser ausmachen. Bei den Baufirmen sieht das schon wieder anders aus, da diese andere monetären Maßstäbe erreichen.

Im Organisationsprozess könnte Zeit eingespart werden, indem man die Mängel im Vorhinein schon reduziert. Auch das Zusammenspiel der handelnden Personen vor Ort ist ein wichtiger Faktor. Bei einem funktionierenden Team entstehen deutlich weniger Mängel. Das ist einer der größten Hebel. Das Zusammentreffen mehrerer Kulturen kann Schwierigkeiten hervorbringen, weswegen genau hier eingegriffen werden muss. Der Prozess der Aufnahme und Dokumentation und Standardisierung ist durch Planradar schon auf einem sehr guten Weg. Um das Zusammenspiel der handelnden Personen zu verbessern, gibt es Maßnahmen des Teambuildings, aber unter den Planern und Ausführenden gibt es das meiner Meinung

nach zu wenig. Ich bin mir aber auch nicht sicher ob das Sinn macht. Im Prinzip müssen alle Beteiligten, vom Bauleiter bis zu den letztendlich vor Ort arbeitenden Personen müssen einen gewissen Flow entwickeln und eine Sichtweise dazu, das jeder Mangel irgendwann wehtut. Und das ist dann ein Aufsichts- und Führungsthema der handelnden Personen und das lässt sich nur bedingt steuern.

Welche Arbeitsschritte werden Ihrer Erfahrung nach auch mehrfach erledigt?

Das Kontrollieren auf der Baustelle.

Wie würden Sie Aufwand/Kosten für Nachbesserungsarbeiten berechnen und werden diese Kosten bereits in der Kalkulation verwendet? Wie hoch sind diese Kosten? Wo werden diese Kosten berücksichtigt?

Es gibt keine eigenen Kostenpositionen.

Worin würde der Vorteil von der Verwendung von Kostenkennwerten für Mängelbehebungen bzw. dessen Organisation in Ihrer Kalkulation liegen?

Vorteile hätte es sicher, da Benchmarks zu erheben. Ich sehe da insofern Schwierigkeiten, weil die Ursachen der Mängel oft nicht ersichtlich sind. Man weiß oft nicht, wo man eingreifen kann, denn es gibt ja immer Ausreißer, die nicht verallgemeinert werden können und nicht über andere Baustellen gestülpt werden können. Es wäre besser, einzelne Mängel hervorzuheben, die am häufigsten, am teuersten vorkommen.

Man könnte auch mit einer Wahrscheinlichkeitsverteilung arbeiten, in Richtung Risikomanagement. Wenn sich im Bauablauf schon abzeichnet, das die Kennzahlen der Mängel zunehmen, könnte reagiert und zusätzliches Personal zur Qualitätssicherung hinzugezogen werden. Aber dann ist es ein Gegensteuern von bereits erkennbaren Entwicklungen, was eigentlich auch wieder eine Grundleistung der örtlichen Bauaufsicht ist. Die Schwierigkeit, die ich immer wieder erlebe, ist das die örtliche Bauaufsicht immer weniger wirklich auf der Baustelle ist und beaufsichtigt sondern viel mehr mit Themen im Container beschäftigt ist. Da müsste man ansetzen und sagen, es gehört wieder viel mehr überwacht.

Wie könnten die Kosten für Schulungszwecke und Managemententscheidungen genutzt werden?

Die Werte oder die Mängel, die am häufigsten und teuersten sind, könnten durchaus mit den Beteiligten vor Ort kommuniziert werden und es kann auch präventiv dagegen vorgegangen werden. Die handelnden Personen zu schulen ist der bessere Weg, als den gesamten Prozess mit Benchmarkzahlen zu befüllen und zu denken, die habe ich sowieso. Selbst wenn

ich das über einen Mittelwert bilde, sind die Baustellen und die Positionen um ein x-faches zu wenig.

Werden in Ihrem Unternehmen Mängel klassifiziert, wenn ja, erzählen Sie darüber, wie zufrieden Sie sind und was Ihnen fehlt?

Es gibt eine Kategorisierung in verschiedene Mängelgruppen vor Allem in Gewerke und in schwere und mittlere.

Wie werden einzelne Mängel, Mängelarten oder Mängelgruppen mit Ihren Kosten verknüpft?

Die Mängel zu kategorisieren und gewissen Kosten zuzuordnen würde definitiv Sinn machen, weil sobald eine Zahl dahintersteht, kann man damit vertieft arbeiten und in dieser Hinsicht verbessern.

Werden statistische Auswertungen vorgenommen? Falls ja, werden diese Auswertungen benutzt, um Mängel vorzubeugen? Falls nein, warum nicht?

In Bezug auf die Kosten von Mängeln gibt es keine Auswertungen, da die Punkte einfach nicht monetär bewertet werden.

Eine sinnvolle Ebene auf der die Mängel mit Kosten verknüpft werden könnten, wäre auf der Gewerkeebene und dann muss man genau überlegen, ob man noch vertieft. Aber da sehe ich Schwierigkeiten. Es darf auch keinen zusätzlichen Arbeitsaufwand bedeuten, sondern muss automatisiert ablaufen.

Werden Mängel unterschiedlich priorisiert? Wonach erfolgt die Einteilung und wer entscheidet das?

Das macht die örtliche Bauaufsicht, wobei die Strukturen von planradar vorgegeben sind.

Was sind Ihrer Meinung nach die wichtigsten Parameter und Einflussgrößen generell im Mängelmanagement?

Das sind nach wie vor die handelnden Personen.

Welche Probleme gibt es in Bezug auf das Mängelmanagement?

Mit unserem verwendeten Modul sind wir auf einem guten Weg. Im Rückfluss der Informationen und in der Verbesserung sehe ich durchaus noch Möglichkeiten und Chancen. Wir machen immer einen Projektrückblick, wo wir nach dem Abschluss noch einmal durchgehen, was ist schlecht gelaufen, was ist gut gelaufen. Da wäre durchaus ein eigener Punkt Mängel

und der Informationsrückfluss. Was waren die größten Mängel und wie kann man diese verbessern. Welche Punkte sind das, die verbessert werden können.

Wo sehen Sie Potentiale bzw. die Zukunft des Mängelmanagements und wie kann das erreicht werden?

Verbesserung der rücklaufenden Information.

- **Interview 5, GP 2:**

Wie erfolgt die Mangelbearbeitung in Ihrem Unternehmen von der Entdeckung bis zur Dokumentation? Gibt es einen Leitfaden dazu im Unternehmen?

Wir verwenden derzeit die Software Docutool wobei es auch andere Produkte gibt, wie beispielsweise Planradar, das wir gerade testen. Es wird per iPad dokumentiert, an die Firmen verschickt, Listen erstellt und dann abgearbeitet. Je nach Größe des Bauvorhabens, ab 5 Millionen aufwärts ist die Örtliche Bauaufsicht vor Ort, darunter kommt derjenige ein bis zweimal pro Woche. Docutools wird überall verwendet.

Welche Softwareprogramme werden verwendet?

Docu tools zur Mängelerfassung, die Kostenverfolgung erfolgt über COOR. Es gibt hier noch keine Schnittstelle, also zurzeit werden die Daten manuell übertragen, aber wir arbeiten hier an einem Programm zur Lösung dieses Problems, weil das sowohl bei den Mängeln als auch insbesondere bei den Bauschäden eine Rolle spielt.

Welche Personen befassen sich in Ihrem Unternehmen mit dem Mängelprozess und was sind ihre Aufgaben (Qualitätsmanagement)?

Einerseits die ÖBA vor Ort und hier im Unternehmen all jene, die die Kostenverfolgung machen, das ist besonders dann der Fall, wenn wir auch die Projektsteuerung dabei haben. Sie stellen die Transparenz zwischen Mangelfeststellung und den Kosten her. Die Informationen kommen von der Baustelle hier her und werden hier bearbeitet, mit Kosten hinterlegt und im Kostenverfolgungstool abgelegt.

Wie erfolgt die Weitergabe von Informationen intern zwischen Baustelle, Baubüro und Zentralbüro und schließlich zu externen Unternehmen?

Die Informationsweiterleitung erfolgt per E-Mail. Wir haben aber bei jedem Projekt eine eigene Projektnummer, unter der alle relevanten Dokumente abgelegt werden. Auch die ganzen Softwarepakete liegen dahinter. Es kommt ein Auftrag, es folgt ein Projekteröffnungsblatt und dahinterliegend steht eine Ordnerliste, die automatisiert am Computer erstellt wird, die ständig aktualisiert wird und wo die einzelnen Dokumente hingeschickt werden. Es wird im zentralen Ordnersystem gearbeitet und nicht außerhalb.

Wie und wo werden Dokumente abgelegt und wie sieht die Struktur dahinter aus (Datenbanken, Projektserver)?

Es gibt eine Maske. Das Projekteröffnungsblatt hat drei Funktionen. Kaufmännisch für die Buchhaltung, marketingmäßig und drittens strukturell, wie Inhaltsverzeichnis, Aufbaustruktur.

Wäre eine Eingliederung des Mängelmanagement in die Verträge sinnvoll und warum?

Das ist je Projekt ganz unterschiedlich. Bei großen Baustellen wird vorher meistens besprochen wie man vorgeht, aber das konkrete Programm wird nicht diskutiert, nur dass eine Software verwendet werden muss. Aber die Struktur und der Informationsfluss an den Bauherren werden sehr wohl festgelegt und vorher besprochen. Ob das vertraglich festgelegt ist, hängt vom zuständigen Anwalt ab.

Werden in Ihrem Unternehmen die Mängel klassifiziert, wenn ja erzählen Sie darüber, wie zufrieden sind Sie, was fehlt?

Mit Docutools werden die Mängel unterschiedlich erfasst in offene Leistung, Bauschaden und Mangel. Es gibt eine Unterscheidung in zuordenbare und nicht zuordenbare Mängel. Man geht auf die Baustelle, sieht einen Bauschaden, dieser wird dokumentiert, und wenn man zuordnen kann, wer den Schaden verursacht hat, ist es ein zuordenbarer Mangel. Ist dies nicht der Fall, so ist es ein nicht zuordenbarer Mangel. Die Administration der Baustelle ist so groß, dass die Mitarbeiter nicht mehr dazukommen auf die Baustelle zu gehen.

Werden statistische Auswertungen vorgenommen? Falls ja, werden diese Auswertungen benutzt, um Mängel vorzubeugen? Falls nein, warum nicht?

Es werden laufende statistische Auswertungen gemacht, auch in Bezug auf die Kostenverfolgung. Erfasst wird, wie hoch die Anteile an Bauschäden, nicht ordnungsgemäß ausgeführte Leistungen, etc. sind und dies erfolgt über die Schnittstelle zwischen Docutools und COOR. Die ÖBA ist dann dafür verantwortlich bei wiederholenden Problemen gegenzusteuern. Eine Prognose für die Zukunft lässt sich aus diesen Daten allerdings nicht gewinnen, da jedes Projekt wieder andere Parameter hat.

Werden Mängel unterschiedlich priorisiert? Wonach erfolgt die Einteilung und wer entscheidet das?

In den Baubesprechungen wird festgelegt, dass nicht-vertragskonforme Leistungen sofort zu beheben sind, wenn sie für die Weiterführung der Baustelle erheblich sind, da sie die Weiterführung der Baustelle beeinträchtigen. Bei einem Bauschaden wird ein Termin festgelegt, bei den nicht-vertragskonformen Leistungen sowieso. Die nicht-zuordenbaren Leistungen benötigen auch einen Termin, weil man ohne Termin auf einer Baustelle gar nicht vorankommt und auch das Nach-hinten-verschieben von Leistungen bringt nichts.

Welche Gruppe vermissen Sie in dieser Einteilung oder könnte man welche zusammenfassen?

Diese Einteilung macht für mich keinen Sinn, da es die täglichen Themen der Bauaufsicht sind, die sofort beanstandet und behoben werden. Dies würde eher zu einer Verzögerung führen. Nach jedem Baustellenabschluss gibt es eine Nachbetrachtung, da kann es zur Feststellung kommen, dass wir folgende Fassaden so nicht mehr bauen können. Die ausführenden Firmen müssen ihre Leute dann auf die neue Forderung einschulen, was auch vorgelegt werden muss. Die groben Themen werden nachbetrachtet, aufgelistet und in der Ausschreibung und in der Abwicklung zur Kenntnis genommen.

Woraus setzt sich der Organisationsaufwand im Mängelprozess zusammen?

Er setzt sich zusammen aus der Administration mit 90% und 10% Abwicklung. Die Hauptaufgabe ist die Dokumentation, die Zuordnung und die Sicherstellung der Erledigung. Vertraglich festgelegt ist, dass die Nachbearbeitung der Mängel gesondert verrechnet wird, wenn die Mängel nicht termingerecht freigestellt werden können. Der Bauherr muss das wiederum mit den Firmen abklären und regeln. Ab dem Zeitpunkt der Mangelfreistellung und der erneuten Begehung werden Stunden aufgeschrieben.

Können Sie den zeitlichen Aufwand für das Mängelmanagement abschätzen und werden diese Tätigkeiten erfasst? Wo könnte Zeit eingespart werden? Wo könnte man im Organisationsprozess Arbeitszeit einsparen?

Wenn die Firmen genauer arbeiten würden. Firmen werden de facto schlechter, das Personal wird kaum geschult. Die Führung der Firmen auf der Baustelle ist katastrophal, weil die Bauleiter sich nicht darum kümmern. Da sehe ich Handlungsbedarf und wir haben in unseren Verträgen stehen, dass ein Fehlen des Bauleiters bei Besprechungen verrechnet wird. Im Vorhinein abschätzen kann man dies nur schwierig, da das immer unterschiedlich ist und von der Qualität der Firmen abhängt. Intern haben wir eine Liste, wo wir die Firmen bewerten nach unserer Qualitätserfahrung und ihrer Bonität mit einem Kreditschutzverband Schlüssel. Dadurch schlagen wir dem Bauherren, den in unseren Augen besten Kandidaten vor. Im Bundesvergabegesetz ist das aber nicht zulässig und auch der private Bauherr nimmt trotzdem lieber den billigsten. Am Ende des Tages ist jedoch der billigste Anbieter immer der teuerste Anbieter.

Welche Arbeitsschritte werden ihrer Erfahrung nach auch mehrfach erledigt?

Die Kontrollgänge auf den Baustellen werden immer wiederholt, wenn die Mängel nicht sofort oder ausreichend behoben werden.

Wie würden Sie Aufwand/Kosten für Nachbesserungsarbeiten berechnen und werden diese Kosten bereits in der Kalkulation verwendet? Wo werden diese Kosten berücksichtigt?

Im Bauaufsichtshonorar werden diese Kosten abgedeckt. Durch interne Ansätze werden die Angebote gelegt und man versucht wirtschaftlich zu agieren.

Worin würde der Vorteil von der Verwendung von Kostenkennwerte für Mängelbehebungen bzw. dessen Organisation in Ihrer Kalkulation liegen?

Ein genauerer Ansatz zur Legung von Honorarleistungen.

Was sind Ihrer Meinung nach die wichtigsten Parameter und Einflussgrößen im Mängelmanagement?

Die Vergabe im Rahmen einer optimierten Qualitäts- und Wirtschaftlichkeitsvergabe ist ein ganz entscheidendes Thema. Wir wollen immer den Bestbieter und nicht den Billigstbieter. Wenn optimiert vergeben wird, reduziert sich auch unser Aufwand, wahrscheinlich sogar um 50%. Die Qualität der Arbeiter ist da ganz entscheidend.

Welche Probleme gibt es in Bezug auf das Mängelmanagement?

Das Verständnis der Politik fehlt in diesem Bereich. Ein Bestbieterprinzip bei dem nach wie vor 90% der Preis ist, ist der falsche Weg.

Wo sehen Sie Potentiale bzw. die Zukunft des Mängelmanagements und wie kann das erreicht werden?

Ich befürchte, dass es in Zukunft schlechter wird. Ich glaube, dass die Abwicklung der Arbeit professioneller werden muss. Also auch die Aus- und Weiterbildung der Arbeiter ist da ganz entscheidend. In Zukunft wird der Personaleinsatz im Bau verringert werden, da viel mehr auf Fertigteilkonstruktionen gesetzt wird und auch die Technologisierung und Automatisierung ein entscheidender Faktor ist.

- **Interview 6, Prüf:**

Wie erfolgt die Mangelbearbeitung in Ihrem Unternehmen von der Entdeckung bis zur Dokumentation? Gibt es einen Leitfaden dazu im Unternehmen?

Das einfachste ist eine normale Bewehrungsbeschau, wir zeichnen die Bewehrungspläne, liefern die auf die Baustelle und bevor betoniert wird, kontrollieren wir die Bewehrung ob sie richtig eingebaut wurde. Eigentlich muss das die Baufirma machen, aber wir machen da teilweise eine Zusatzbeschau, um zu gewährleisten, dass es richtig eingebaut ist. Das ist für den Bauherrn eine zusätzliche Absicherung.

Wir gehen mit dem Bewehrungsplan auf die Baustelle und führen stichprobenartig Überprüfungen durch, weil wir nicht alles kontrollieren können. Wir suchen uns da komplizierter Punkte raus, wo beispielsweise viele Eisen zusammenkommen. An einer Stelle schauen wir uns die Grundbewehrung an, das geht relativ schnell. Mit dem Bewehrungsplan messen wir auch ab, machen Fotos. Wenn es zu Abweichungen kommt, schreiben wir das in das Bautagebuch, welches wir vom Polier als Beweis unterschreiben lassen. Dieses fotografiere ich dann auch noch. Im Büro schreibe ich dann die Beschau. Oben steht wo ich war, was ich mir angeschaut habe, wer es angeschaut hat, wer dabei war, welche Unterlagen ich mitgenommen habe und natürlich auch die Mängel. Im Normalfall ist ein Eisenbieger auf der Baustelle wenn wir kommen und 90% der Mängel die wir finden, werden sofort vor dem Verlassen der Baustelle behoben. Es gibt natürlich auch Mängel, die gröber sind, welche aber zum Glück sehr selten vorkommen. Es gibt auch leichte Mängel, die sehr schwer zu beheben sind, zum Beispiel wenn sie ganz unten Eisen vergessen haben, wo wir dann Lösungen finden müssen. Dies erfolgt in Rücksprache mit dem Büro und dem Statiker und man sucht eine Lösung, die möglichst wenig Kosten verursacht. Auch wenn die Mängel sofort behoben werden, wird dies im Protokoll notiert. Ganz schwerwiegende Mängel müssen dann oft neu gemacht werden, die dann nochmal überprüft werden müssen, entweder durch einen erneuten Besuch oder durch ein Foto. Die Baufirma haftet natürlich auch dafür, es liegt also auch in ihrem Interesse, alles richtig zu machen.

Im besten Fall erfahren wir zwei Tage vorher, wann die Eisen verlegt werden, wenn der Polier bei uns anruft und uns darüber Bescheid gibt. So klappt das aber normal nicht. Im Normalfall erfahren wir das drei Stunden vorher, dass wir zur Baustelle kommen sollen. Vorausplanen ist auf der Baustelle anscheinend nur zweitrangig. Wir werden natürlich am Laufenden gehalten, was gerade gebaut wird, aber wann die Bewehrung fertig ist, müssen wir nicht selber wissen, sondern erfahren das vom Polier. Wir schauen uns zum Beispiel nicht jede Wand oder jede Decke an. Am Anfang schauen wir uns regelmäßig viel an und wenn die Baustelle gut funktioniert, dann kann man die Kontrollen reduzieren. Im Normalfall werden wir über jedes Bauteil informiert und wir entscheiden dann ob wir uns das ansehen

oder nicht. Oft lassen wir uns auch Fotos zusenden. Das ist die normale Arbeitskontrolle. Der zweite große Punkt den wir machen ist der Prüflingenieur. Wir sind im Prinzip die Vertretung der Baupolizei auf der Baustelle. Früher hat das die Baupolizei gemacht, irgendwann haben sie das nicht mehr geschafft und es wurde auch zu teuer. Heute übernimmt das ein Prüflingenieur, der vom Bauherrn eingestellt und bezahlt wird. Abweichungen gegenüber dem Einreichplan, vor allem im Außenbereich, muss ich der Baubehörde melden. Es gibt immer Änderungen gegenüber dem Einreichplan, das ist ganz normal im Bau. Ich muss dies jedoch einfach melden, wenn es noch nicht eingereicht bzw. bewilligt ist. Da schreibe ich normalerweise dazu, dass der Auswechslungsplan in Arbeit ist. Bis zur Bewilligung dürfte man eigentlich in genau diesem veränderten Bereich nicht weiterbauen, weil die Behörde nicht unbedingt bewilligen muss. Eigentlich sollte zuerst die Bewilligung stattfinden und dann erst weitergebaut werden, meistens ist es aber umgekehrt. Alles was mit einer Bauanzeige nicht abgeldenbar ist, muss gemeldet werden. Alles was den Paragraphen 73 übersteigt muss ich melden. Alles andere kann ich am Ende mit dem Bestandsplan in Konsens bringen. Am Schluss, bzw. auch bei der Rohbaubeschau, mache ich eine Endbegehung, wo nochmal alles kontrolliert wird, ob alles mit dem jetzt gültigen Plan übereinstimmt. Im Normalfall finde ich da immer noch was, was nicht genau übereinstimmt. Das muss dann noch richtig gestellt werden. Die sicherheitstechnischen Einrichtungen müssen genau überprüft werden, ob die der Norm entsprechen. Es gibt zwei Varianten von Endbegehungen. Ich kontrolliere alles, was auf dem Einreich- oder Auswechslungsplan drauf ist, welche ich vom Planer zur Verfügung gestellt bekomme. Außerdem bestimme ich auf den Vermerk von der Behörde, damit ich sicher sein kann, dass das der Plan ist, den auch der Behörde vorliegt. Ich erhalte nur jene Pläne, die einen Bescheid haben, dass sie bewilligt sind. Alle anderen Pläne bringen mir nichts. Kontrolliert wird nur auf Stand des Einreichplans, das ist mein Metier.

Intern wurde das System vor kurzem geändert. Früher sind wir mit einem Fotoapparat und einem herkömmlichen Plan durchgegangen sind und dazu Protokolle geschrieben haben. Das war dann im Büro immer sehr viel Arbeit, weil wir sehr viel zusammenspielen mussten, einen Planausschnitt, die Fotos, die Beschreibungen etc. Deswegen sind wir umgestiegen auf Planradar und wir sind sehr zufrieden damit. Die Pläne, die ich auf der Baustelle brauche, werden raufgeladen, dazu werden Fotos mit dem mobilen Gerät gemacht. Es erfolgt eine Verknüpfung des Fotos mit der jeweiligen Stelle am Plan und ein paar Wörter im Titel. Das erfolgt alles auf der Baustelle. Im Büro erstelle ich dann das Deckblatt und kontrolliere die einzelnen Tickets und schreibe sie vielleicht noch etwas ausführlicher. Wenn ich viele Mängel sehe, dann mache ich mir nur Stichwörter und schreibe es dann im Büro am PC aus, weil es am Tablet nicht so schnell geht.

Welche Softwareprogramme werden verwendet?

Planradar, Microsoft Office Programme, Outlook, Plattformen, die uns zur Verfügung gestellt werden, wie zum Beispiel Conject, BKN. Diese sind im Prinzip wie Outlook aufgebaut, aber bei Problemen gibt es auch eine Ansprechperson, die man kontaktieren kann.

Welche Personen befassen sich in Ihrem Unternehmen mit dem Mängelprozess und was sind ihre Aufgaben (Qualitätsmanagement)?

Die Bewehrungsbeschau macht im Prinzip jeder im Büro, entweder ich oder der Konstrukteur oder der Statiker. Im Normalfall macht das der Konstrukteur. Die Prüfsingenieurtätigkeiten werden in unserem Unternehmen von drei Personen durchgeführt.

Wie erfolgt die Weitergabe von Informationen intern zwischen Baustelle, Baubüro und Zentralbüro und schließlich zu externen Unternehmen?

Wenn ich die Beschau geschrieben habe, schicke ich diese per Mail an den Bauführer. Die Beschau wird dann unterschrieben im Büro und der Baufirma zugesendet, welche sie ebenfalls abstempelt, unterschreibt und zurücksendet. Diese Beschau wird dann an die Behörde weitergeleitet. Die Dokumente werden ausgedruckt, unterschrieben, eingescannt, der Bau-firma geschickt, ausgedruckt, unterschrieben, eingescannt und wieder an uns geschickt. Die Behörde bekommt zum Schluss zur Fertigstellung dann einen Ordner mit allen Unterlagen und Bestätigungen, also alles, was die Behörde im Bescheid angibt und verlangt. Die ÖBA sammelt das und übergibt sie uns Prüfsingenieuren. Wir prüfen dann auf Richtigkeit und ein Teil wird an die Behörde weitergeleitet. Am Schluss erhalten wir einen dicken Ordner mit unzähligen Bestätigungen, den ich dann durchschauen muss. Ein Paket erhält die Baubehörde eingescannt und wenn der Bauherr das auch haben will, bekommt er das natürlich auch. Je nach Ausstattung des Gebäudes, sind die erforderlichen Dokumente mehr oder weniger.

Wie und wo werden Dokumente abgelegt und wie sieht die Struktur dahinter aus (Datenbanken, Projektserver)?

In weiterer Folge heben wir uns den Ordner digital auf, indem alles eingescannt wird. Es wird unterteilt in einzelne Gewerke. Am Anfang muss ich eine Checkliste ausstellen, dazu schaue mir die Einreichpläne und kontrolliere anhand der Einreichpläne, welche Unterlagen ich ganz am Schluss benötige. Die Gewerke bekommen diese Checkliste am Anfang, damit bei den Unternehmen Überraschungen vermieden werden. Im besten Fall erhalte ich am Schluss einen geordneten Ordner, wo alles drinnen ist, was ich brauche. Manchmal gibt es auch eine Onlineplattform, wo alle Bestätigungen im jeweiligen Ordner nach Gewerken abgelegt werden. Abhängig ist das vom Bauherrn.

Intern sind die Protokolle in einer Ordnerstruktur abgelegt. Es gibt für jedes Projekt einen Ordner, wo sich auch ein Ordner „Prüfingenieur“ befindet. Planradar liefert ein PDF, das kann ich dann mailen, ausdrucken, etc. Im Normalfall drucken wir es nicht aus, sondern an den Bauherren, den Planer und der ÖBA weitergeleitet. In manchen Fällen auch noch der Baufirma. Die PDFs werden intern abgespeichert, damit wir auch abgesichert sind und gewisse Dinge auch nachweisen können. Ich bin nicht verpflichtet alles anzusehen, sondern nur Stichproben zu kontrollieren. Deswegen muss ich jedes Protokoll 30 Jahre aufheben.

Wäre eine Eingliederung des Mängelmanagement in die Verträge sinnvoll und warum?

Das ist Bauherrensache. Wir sind ja normalerweise nur als kleines Rädchen beteiligt und haben da wenig Einfluss ob bzw. welche Onlineplattform verwendet wird. Wenn Plattformen verwendet werden, werden diese auch in den Verträgen festgelegt. Es wird dann gefordert, für jegliche Kommunikation diese Plattform zu verwenden, auch für den E-Mail-Verkehr. Ich kann auch mit Planradar arbeiten, das PDF muss ich dann allerdings auf die Plattform hochladen. Die Plattformen dienen nur der Kommunikation.

Werden in Ihrem Unternehmen die Mängel klassifiziert, wenn ja erzählen Sie darüber, wie zufrieden sind Sie, was fehlt?

Das Programm ist nicht perfekt auf das Prüfingenieurwesen zugeschnitten, sondern viel allgemeiner gehalten und in Wirklichkeit für die ÖBA entwickelt. Jeder noch so kleine Mangel kann dann aufgenommen. Da kann man dazuschreiben, wer für die Behebung zuständig ist und in einer zweiten Runde die Mängel abgegangen und kontrollieren, ob er erledigt wurde oder nicht. In solchen Situationen ist das Programm dann wirklich sehr gut. Aber als Prüfingenieur nutzt man nicht die gesamten Vorteile dieses Programmes aus. Nach der Endbegehung erfolgt die Fertigstellungsanzeige von mir.

Werden statistische Auswertungen vorgenommen? Falls ja, werden diese Auswertungen benutzt, um Mängel vorzubeugen? Falls nein, warum nicht?

Bei der Endbegehung gibt es zwei Kategorien: einerseits, wo nur der Plan geändert werden muss. Andererseits, muss der Plan bei der Behörde ausgewechselt werden. Als Bauherr darf ich das Gebäude eigentlich erst benützen, wenn die Fertigstellungsanzeige bei der Behörde abgegeben ist. Auswertungen gibt es aber dann nicht. Planradar macht es allerdings automatisch, weil die Tickets gezählt werden. Aber mir ist das nicht wichtig.

Werden Mängel unterschiedlich priorisiert? Wonach erfolgt die Einteilung und wer entscheidet das?

Nein. Das sind Mängel, die in jedem Fall im Plan oder in der Ausführung geändert werden müssen.

Welche Gruppe vermissen Sie in dieser Einteilung oder könnte man welche zusammenfassen?

Meine Tätigkeiten umfassen nur Änderungen bei den Einreichplänen.

Woraus setzt sich der Organisationsaufwand im Mängelprozess zusammen?

Eigentlich aus dem Überprüfen der ausgeführten Leistungen. Durch die Dokumentation mit planradar fällt der hohe Aufwand der Nacharbeit für die Berichte Großteils weg. Aber je mehr Mängel vorhanden sind, desto mehr muss ich auf der Baustelle sein und desto mehr Zeit verbringe ich für die Protokolle. Mit dem letztgültigen Konsensplan gehe ich bei den Begehungen durch. Wenn da dann noch Mängelpunkte entstehen, muss der Bestandsplan umgezeichnet werden oder, wenn ich außen etwas finde, dann muss neu eingereicht werden. Eine weitere Kontrolle gibt es dann nicht mehr, da es auf der Baustelle keine Änderungen mehr gibt, sondern nur der Plan verändert wird. Der Plan wird dann nochmal von mir kontrolliert, ob jeder besprochene Punkt berücksichtigt wurde. Ich sehe natürlich auch nicht 100% der Mängel, zufrieden bin ich, wenn ich 90% finde.

Können Sie den zeitlichen Aufwand für das Mängelmanagement abschätzen und werden diese Tätigkeiten erfasst? Wo könnte Zeit eingespart werden? Wo könnte man im Organisationsprozess Arbeitszeit einsparen?

Die Stunden, die ich auf der Baustelle und mit der Baustelle verbringe, werden aufgeschrieben und genau dem Projekt zugeordnet. Ich gebe genau an, ob ich auf der Baustelle bin, ob ich im Büro nacharbeite etc. Das ist intern wichtig, um für zukünftige Projekte genauer planen zu können und sich wirtschaftlich besser aufstellen zu können.

Bei Begehungen auf der Baustelle kann man nicht viel einsparen und auch durch das Programm kann man momentan nicht viel mehr einsparen. Durch das durchgängige Verwenden von Plattformen kann man jedoch schon viel Zeit einsparen. Das muss dann aber auch von jedem Beteiligten angenommen werden und richtig verwendet werden. Wenn jeder Prüfer das streng durchzieht, dann würde das in Zukunft besser funktionieren. Wir schicken teilweise so oft zurück, bis es wirklich stimmt.

Welche Arbeitsschritte werden ihrer Erfahrung nach auch mehrfach erledigt?

Die meiste Zeit verlieren wir, wenn wir den einzelnen Gewerken nachlaufen weil wir gewisse Bestätigungen benötigen.

Worin würde der Vorteil von der Verwendung von Kostenkennwerte für Mängelbehebungen bzw. dessen Organisation in Ihrer Kalkulation liegen?

In weiterer Folge könnte man dadurch Schlussfolgerungen ziehen, wie gut die einzelnen Gewerke gearbeitet haben und wie viel Aufwand wir gehabt haben. Die besten Baustellen sind diejenigen, die kaum Mängel aufweisen. Da verdienen wir am meisten und haben den geringsten Aufwand.

Was sind Ihrer Meinung nach die wichtigsten Parameter und Einflussgrößen im Mängelmanagement?

Die handelnden Personen und die Kommunikation zwischen den Personen.

Welche Probleme gibt es in Bezug auf das Mängelmanagement?

Das ganze Prüfenieurwesen wird noch nicht so richtig ernst genommen, weil noch zu wenig passiert ist und weil keine hohen Strafen anfallen.

Wo sehen Sie Potentiale bzw. die Zukunft des Mängelmanagements und wie kann das erreicht werden?

Es muss ernster genommen werden und ich wäre froh, wenn man den ganzen Papierkram wegbekommt und strenger digital arbeitet. Das verstehe ich nicht, warum man in der heutigen Zeit nicht rein digital arbeiten kann. Damit das Prüfenieurwesen ernster genommen wird, muss politisch etwas geschehen. Wenn Fehler passieren, muss das exekutiert werden.

- **Interview 7, Arch 1:**

Wie erfolgt die Mangelbearbeitung in Ihrem Unternehmen von der Entdeckung bis zur Dokumentation? Gibt es einen Leitfaden dazu im Unternehmen?

Es gibt eine Schlussbegehung mit den ausführenden Unternehmen. Dabei werden die Mängel schriftlich und fotografisch dokumentiert und in der Folge wird dann diese Dokumentation mit entsprechender Fristsetzung an die ausführenden Unternehmen übermittelt. Nach Ablauf der Fristsetzung gibt es wiederum eine Begehung und eine Aktualisierung der Mängelliste. Im Normalfall wird dieses Rad öfter wieder von vorne durchgespielt. Natürlich gibt es auch laufende Baustellenbesuche, allerdings halte ich nichts von einer Mangelrüge schon während der Bauzeit. Einen Mangel kann ich rügen, wenn der Ausführende fertig sein sollte. Ich halte auch nichts davon, den Ausführenden ständig reinzureden, aber ich gehe auch nicht blind durch die Baustelle. Wenn mir etwas auffällt, erwähne ich das natürlich und protokolliere es.

Welche Softwareprogramme werden verwendet?

Im Grunde erfolgt die Mängelliste je nach Größe des Bauvorhabens in Word oder Excel, also auf jeden Fall digital. Es wird auch digital versendet und meistens auch inklusive Fotos.

Welche Personen befassen sich in Ihrem Unternehmen mit dem Mängelprozess und was sind ihre Aufgaben (Qualitätsmanagement)?

Ausschließlich ich selbst in Funktion der örtlichen Bauaufsicht. Meine Mitarbeiterinnen planen hauptsächlich.

Wie erfolgt die Weitergabe von Informationen intern zwischen Baustelle, Baubüro und Zentralbüro und schließlich zu externen Unternehmen?

Per E-Mail. Auf der Baustelle mache ich auch manchmal handschriftliche Notizen und digitalisiere sie dann hier im Büro. Ich weiß, dass es Softwaretools gibt, die beides vereinen, wie zum Beispiel Planradar oder Docu tools, wo ich fotografiere und etwas verorte, aber ich denke nicht, dass das schneller geht. Nach der Digitalisierung hier im Büro wird das Dokument an die Ausführenden per E-Mail versendet.

Wie und wo werden Dokumente abgelegt und wie sieht die Struktur dahinter aus (Datenbanken, Projektserver)?

Es gibt eine Struktur, die sich nach Projekten auffächert in Kommunikation, Kostenverfolgung, Terminverfolgung, Protokolle, Fotos, etc.

Wäre eine Eingliederung des Mängelmanagement in die Verträge sinnvoll und warum?

Das klassische Mängelmanagement ist im Vertrag zwischen Bauherr und örtlicher Bauaufsicht geregelt bzw. im Leistungsbild der ÖBA. Bis dato wurden wir noch nicht zur Verwendung spezifischer Software aufgefordert.

Werden in Ihrem Unternehmen die Mängel klassifiziert, wenn ja erzählen Sie darüber, wie zufrieden sind Sie, was fehlt?

Natürlich müssen die Mängel in erheblich und unerheblich unterschieden werden. Außerdem muss man unterscheiden in Mangel und offener Punkt. Der offene Punkt kann zwei Ursachen haben. Einerseits die noch nicht Erbringung durch den Auftragnehmer oder ein Zusatzwunsch durch den Auftraggeber. Und ja, ich bin mit dieser Einteilung zufrieden. Sie ist von der Norm so vorgegeben. Eine sonstige Einteilung in Räume, Gewerke, etc. haben wir ebenfalls. Textlich wird der Mangel verortet und wenn notwendig durch ein Foto unterstützend erklärt und natürlich hinsichtlich der Erledigung dem oder den Gewerken zugeordnet. Die Forderung wird dann grundsätzlich zuerst dem Vertragspartner zugesendet. Der Vollständigkeitshalber schickt man diese auch dem Bauherren und man muss nicht nur mit dem Generalunternehmer kommunizieren, genauso kann man auch direkt den Subunternehmer anrufen und anschreiben. Man hat aus den Baubesprechungen her sowieso einen Verteiler bei dem auch HKLS und Elektrotechniker dabei sind. Und wenn diese von Mängeln betroffen sind, finde ich das schon recht praktisch diese ebenfalls im Verteiler für die Mängelbehebung zu berücksichtigen. Aber natürlich nicht nur denen, sondern immer dem Auftragnehmer, mit dem ich ein Vertragsverhältnis habe.

Die Fristen werden gemeinsam mit der Ausführenden festgelegt. Aber wenn man keine genaue Frist verlangen kann, muss das in Absprache mit dem Auftragnehmer geschehen und auch den Auftraggeber einbinden wenn nötig. Lieferzeiten müssen natürlich beachtet werden.

Werden statistische Auswertungen vorgenommen? Falls ja, werden diese Auswertungen benutzt, um Mängel vorzubeugen? Falls nein, warum nicht?

Es gibt keine statistischen Auswertungen, weil es einerseits aufwändig ist und auch keinen Sinn macht, da jedes Projekt spezifisch ist. Ich habe nichts davon zu wissen, welche Mängelbehebungsperformance der Generalunternehmer A beim Projekt A unter den Bedingungen A an den Tag legt, denn daraus lässt sich im Normalfall auf das Projekt B mit dem Unternehmen B nichts ableiten. Natürlich kann man bei sehr vielen Projekten dann ein Muster ablesen und vermutlich wäre es aus wissenschaftlicher Perspektive relevant und interessant, aber für mich ist dies nicht der Fall.

Werden Mängel unterschiedlich priorisiert? Wonach erfolgt die Einteilung und wer entscheidet das?

Ob ein Mangel erheblich oder unerheblich ist, hat für mich auf die Priorisierung keinen großen Einfluss. Es hat eher einen Einfluss auf den Auftragnehmer, der einen erheblichen Mangel schneller wegbekommen möchte. Ich möchte grundsätzlich zu einer Frist alle möglichen Mängel verbessert haben. Diese Fristen sind realistisch jedoch schon auch zeitnah gesetzt. Ich unterscheide da eher nach Möglichkeiten als nach Mangelkategorien. Wichtiger ist mir die pragmatische Behinderung in der Benutzung. Es kann auch ein unerheblicher Mangel ganz blöd und störend sein. Ich habe da also einen sehr pragmatischen Zugang. Die Einteilung erfolgt von mir persönlich, also von der örtlichen Bauaufsicht.

Welche Gruppe vermissen Sie in dieser Einteilung oder könnte man welche zusammenfassen?

Aus der Statistik heraus macht das sehr wohl einen Sinn, weil man sehen kann, wo die Mängel hauptsächlich auftreten. Für meine Arbeit, macht es keinen Sinn. Es würde auch mehr Aufwand bereiten. Ich finde die Unterscheidung zwischen einem Mangel und einem offenen Punkt wichtig, weil man nicht alles in einen Topf werfen kann. Wenn die Projektstruktur es nicht erfordert, dann muss ich auch nicht unbedingt gleich zwischen erheblich und unerheblich unterscheiden. Gerade im privaten Sektor soll ein Mangel einfach erledigt sein, egal worum es sich handelt. Man muss sich bewusst werden, welche Projektstruktur eine größere Feinheit verlangt bzw. man muss auch erkennen, wann der Zeitpunkt gekommen ist, entsprechen darauf hinzuweisen. Ich würde mal sagen, es ist ja kein Fehler der örtlichen Bauaufsicht, wenn sie einen erheblichen Mangel nicht explizit als erheblich rügt. Man rügt ihn einfach und man muss nicht immer gleich am ersten Tag umfassend unterscheiden. Um auf die Kategorisierung zurückzukommen: mir erscheint dies schon ein bisschen zu wissenschaftlich, weil zum Beispiel zwischen dem Ebenheitsproblem und dem Toleranzfehler zu unterscheiden übertrieben ist. Ich verstehe den wissenschaftlichen Ansatz etwas kategorisieren zu wollen, weil das statistisch interessant ist. Praktisch sehe ich für mich keinen Nutzen. Wenn dann würde ich es auf weniger Punkte reduzieren.

Woraus setzt sich der Organisationsaufwand im Mängelprozess zusammen?

Aus den tatsächlichen Pflichten wie Begehung, Aufnahme vor Ort, Besprechung mit den beteiligten Personen und Erstellung und Versendung der Dokumentation. Der mühsamste und aufwändigste Teil ist jener der Einmahnung und der notwendigen Wiederholung der Einmahnung. Ich habe es schon geschafft, Objekte mängelfrei zu übergeben. Wenn das nicht so ist, ist das nicht schlimm, begehen muss ich es sowieso. Das Mühsame beginnt wenn die Mängelbearbeitung des Auftragnehmers unzureichend erfolgt. Ich würde mir mehr

Durchsetzungskraft hinsichtlich der Verrechnung dieses Aufwandes der zusätzlichen Erinnerungen wünschen. Theoretisch gibt es ja Möglichkeiten, aber praktisch wird so etwas nie eingesetzt. Würde man da etwas verrechnen, wäre die Arbeitsmoral vielleicht höher und Mängel würden schneller behoben werden. Interessant wäre sowas als Regel einzuführen. Dass es eine Mängelbegehung gibt, eine realistische Fristsetzung und wenn es dann bei erneuter Kontrolle wieder nicht passt, eine kostenmäßige Konsequenz gezogen werden kann. Es gibt keinen Geldfluss vom Auftragnehmer zum Bauherrn und weiter zum Konsulenten, um hier zusätzlichen Aufwand abzudecken. Es macht ja durchaus einen Unterschied, wie viele Stunden ich hier brauche, bis alles erledigt ist. Dadurch führt eine Baustelle mal zu höheren Deckungsbeiträgen und manchmal ist sie einfach aufgrund der Mängel nicht abzuschließen und es wird mühsam, denn die Abrechnung des Konsulenten ist abhängig vom Datum der Schlussrechnung des Ausführenden. Das heißt die Nichtperformance des Auftragnehmers führt dazu, dass ich mein Gehalt erst später und auch nicht mehr bekomme.

Können Sie den zeitlichen Aufwand für das Mängelmanagement abschätzen und werden diese Tätigkeiten erfasst? Wo könnte Zeit eingespart werden? Wo könnte man im Organisationsprozess Arbeitszeit einsparen?

Im Vorhinein lässt sich der zeitliche Aufwand nicht abschätzen. Der Markt sieht auch keine Reserve dafür vor. Man muss mit einem Aufwand rechnen und auch, dass man diesen Aufwand durch eine weitere Kontrolle zweimal hat. Aber natürlich kann dieser Aufwand dann fünfmal vorkommen. Es ist schon klar, dass der Aufwand dann nicht fünfmal gleich ist. Im Normalfall verringert sich die Anzahl der Mangelpunkte sehr wohl. Die Stunden, die ich mit dem ganzen Prozess verbringe, führe ich aber nicht extra an. Zeit könnte eingespart werden, wenn der Auftragnehmer das erste Mängelprotokoll ernst nehmen würde, weil dieses Dokument von allen Beteiligten ernst genommen werden sollte. Oft ist ein Mangel ein Ausdruck des Scheiterns in der Umsetzung. Meine mehrmalige Begehung ist auch für den Auftragnehmer zeitaufwändig. Die Mangelbehebung wird, je weiter sie vom Abschluss der Baustelle entfernt ist, immer ineffizienter. Oft wird geglaubt, dass ein Absitzen der Zeit zu einer Minderung des Mangels führt und dass der Mangel irgendwann nicht mehr ausgebessert werden muss. Mängel sollen möglichst effizient abgearbeitet werden und wenn ich als professionell agierender Auftragnehmer etwas für nicht richtig halte, dann muss ich mich melden und das abklären. Dies passiert aber nie, ich bekomme kaum Widersprüche. Natürlich kann es auch passieren, dass man etwas als Mangel anführt, was kein Mangel ist.

Welche Arbeitsschritte werden ihrer Erfahrung nach auch mehrfach erledigt?

Genau diese wiederholenden Schritte des Nachgehens und Kontrollieren sind zeit- und nervenraubend. Gerade in der Baubranche passiert so etwas auf einer sehr unprofessionellen Ebene. Ich sehe da auch keine Besserung.

Wie würden Sie Aufwand/Kosten für Nachbesserungsarbeiten berechnen und werden diese Kosten bereits in der Kalkulation verwendet? Wo werden diese Kosten berücksichtigt?

Eine Auflistung der Kosten, die durch das Mängelmanagement anfallen, könnte zu einer Sensibilisierung führen. Jedoch kann ich nicht sagen, ob diese Sensibilisierung in ihrer Konsequenz für mich relevant ist. Bei privaten Bauherren, die oft nur einmal bauen, brauche ich so eine Sensibilisierung zum Beispiel gar nicht. Bei den institutionellen stellt sich die Frage, wer diesen Mehraufwand zahlen würde. Eigentlich muss ich das aus meiner Erfahrung heraus in der Kalkulation berücksichtigen und wie viel ich da berechne, um dennoch Aufträge zu bekommen, muss ich selbst abschätzen. Es stellt sich auch die Frage, ob ich da überhaupt eine genaue Dokumentation brauche, oder ob ich mit einer einfachen Klausel den Auftraggeber verpflichten kann, solche Kosten für den Mehraufwand von weiteren Arbeitsschritten zu tragen. Erstens wäre es fair und zweitens könnte man den Druck erhöhen. Gerade wenn es um unerhebliche Mängel geht, hat man wenig Durchsetzungsvermögen. Es liegt eher weniger an der Fassung des entstehenden Aufwandes, als am Fehlen des Instrumentariums, das in der Norm festgelegt werden sollte und auch nicht so schwierig umsetzbar sein dürfte.

Worin würde der Vorteil von der Verwendung von Kostenkennwerte für Mängelbehebungen bzw. dessen Organisation in Ihrer Kalkulation liegen?

Ich bin der Meinung, wenn man projektbezogen arbeitet, ist das Anbieten der Leistung für ein Projekt das in der Zukunft liegt nur aufgrund der Erfahrungen der Vergangenheit möglich und daher kann das was ich tue, auch nur eine Mischkalkulation sein. Ich kann mich nicht wahn-sinnig machen weil ein Projekt unwirtschaftlich wird. Ich muss davon ausgehen das die anderen Projekte besser laufen und es sich im Gesamten trägt. Wenn sich meine Erfahrungen über die Zeit hinweg schließlich ändern, muss ich auch meine Kalkulation dahingehend anpassen.

Was sind Ihrer Meinung nach die wichtigsten Parameter und Einflussgrößen im Mängelmanagement?

Ein grundsätzlicher Parameter ist die Zeit. Eine geringe Zeit hat negative Auswirkungen auf die Mangelhäufigkeit. Als zweiten Parameter würde ich die Projektstruktur anführen. Meine Erfahrung zeigt, dass eine schlechte Projektstruktur zu Mängeln führt und umgekehrt.

Schlussendlich stellt sich die Frage, was meint man mit schlechter Projektstruktur. Konkreter würde ich sagen, es liegt an den handelnden Personen. Wenn man einen Bauleiter hat, der darauf sensibilisiert ist, dann hat man als örtliche Bauaufsicht ein schönes Leben.

Welche Probleme gibt es in Bezug auf das Mängelmanagement?

Dass man keine Handhabe hat, sich gegenüber den Auftragnehmern durchzusetzen.

Wo sehen Sie Potentiale bzw. die Zukunft des Mängelmanagements und wie kann das erreicht werden?

Die Aufnahme meines Vorschlages in die Norm. Ein Erkennen der Auftragnehmer, dass die Effizienzsteigerung in der Mängelbehandlung auch ihnen viel bringt. Beziehungsweise das Lernen von anderen Industrien wie z.B. der Autoindustrie oder generell der produzierenden Industrie - die Richtung „zero defects“ geht. Diese betreiben einen irrsinnigen Aufwand dafür. Dazu gibt es interessante Ansätze, wie man das erreichen könnte. Das würde der Baubranche auch gut tun. Der Ansatz muss nicht sein, nur den Mängelprozess zu optimieren, sondern dass man mängelfrei übergeben will. Das ist auch nicht nur theoretisch, ich habe das mit großen Projekten auch schon geschafft, wo es einen Zeitdruck gab. Es hängt von den Partnern, aber auch von externen Faktoren ab. Ich habe aber gelernt, dass ich mich nicht mit externen Faktoren beschäftigen kann, die ich sowieso nicht beeinflussen kann.

- **Interview 8, Arch 2:**

Wie erfolgt die Mangelbearbeitung in Ihrem Unternehmen von der Entdeckung bis zur Dokumentation? Gibt es einen Leitfaden dazu im Unternehmen?

Wenn ich die ÖBA mache, bin ich regelmäßig vor Ort. Dort werden die Sachen begutachtet, es wird der Baufortschritt überwacht und allfällige Mängel dokumentiert. Es gibt auch oft Bauherren, die Fragen haben und dadurch auf Mängel hinweisen. Wir unterscheiden in einfache, behebbare, nicht-behebbare Mängel. Ich dokumentiere das normalerweise schriftlich in Form von Notizen und auch vermehrt über Fotos. Daraus erstelle ich im Nachhinein dann Protokolle im Büro, welche an alle Teilnehmer verschickt werden. In den Protokollen finden die einzelnen Firmen jene Aufgaben, die sie erledigen müssen. Die Begehungen finden wöchentlich statt, ich nenne das Jour Fixe. Meistens bin ich aber schon 2 bis 3 Mal pro Woche auf der Baustelle, weil das ständig überprüft werden muss. Es hängt auch mit den Firmen zusammen, ob die gut oder nicht so gut arbeiten. Jede Baustelle steht und fällt mit einer guten Vorbereitung und Planung. Wir planen, bereiten vor, schreiben aus, verhandeln, erstellen einen Bauwerkvertrag sowie einen Terminplan. Im Idealfall machen wir die Betreuung vom Entwurf bis zum Ende der Gewährleistung.

Welche Softwareprogramme werden verwendet?

Wir verwenden Outlook, Microsoft Office Programme, Autocad.

Welche Personen befassen sich in Ihrem Unternehmen mit dem Mängelprozess und was sind ihre Aufgaben (Qualitätsmanagement)?

Normalerweise mache das nur ich selbst. Wenn ich aus irgendwelchen Gründen verhindert bin, dann übernehmen das meine Mitarbeiterinnen. Die Kommunikation erfolgt über E-Mail, das Telefon und persönlichen Treffen. Oft ist es von Vorteil, wenn man gewisse Sachen von Person zu Person bespricht, in anderen Fällen ist das aber gar nicht notwendig.

Wie erfolgt die Weitergabe von Informationen intern zwischen Baustelle, Baubüro und Zentralbüro und schließlich zu externen Unternehmen?

Das Mängelprotokoll wird immer erweitert und fortgeführt, von der ersten bis zur letzten Begehung und immer als PDF verschickt. Gegen Ende des Projekts gibt es dann eine Mängelliste für jedes einzelne Gewerk, wo ersichtlich wird, was jedes Gewerk noch zu tun hat. Parallel zum Protokoll gibt es ja auch noch einen Schriftverkehr per Mail, wodurch die Firmen noch extra auf gewisse Dinge aufmerksam gemacht werden, teilweise auch durch das Anhängen von Fotos. Teilweise muss ich auch noch nachrufen, wenn nichts passiert.

Man muss den Leuten klar machen, dass ihr Beitrag wichtig ist, um das Ziel erreichen zu können. Aus diesem Grund ist eine gute Kommunikation sehr wichtig.

Wie und wo werden Dokumente abgelegt und wie sieht die Struktur dahinter aus (Datenbanken, Projektserver)?

Alle Dokumente werden in einem Ordner auf einem Büroserver abgelegt, inklusive Sicherungskopien. Es ist sehr wichtig, dass keine Daten verloren gehen. Das wäre eine Katastrophe. In eine Cloud stelle ich nichts. Außerdem haben wir eine Aufbewahrungsfrist, für das Finanzamt sind es 7 Jahre, aber grundsätzlich sind es mindestens 10 Jahre. Die Bauherren erhalten nach Fertigstellung oft einen Satz Pläne oder die Dokumentation. Pläne sind für Umbauarbeiten besonders wichtig und sehr viel wert.

Wäre eine Eingliederung des Mängelmanagement in die Verträge sinnvoll und warum?

Dem privaten Bauherrn ist es wichtig, dass die Mängel erledigt werden. Für ihn ist es klar, dass diese behoben werden müssen und so ist es auch in den Normen vorgesehen. Eine Vorgabe wie so ein Managementsystem auszusehen hat, gibt es nicht.

Werden in Ihrem Unternehmen die Mängel klassifiziert, wenn ja erzählen Sie darüber, wie zufrieden sind Sie, was fehlt?

Das sie behoben werden, verbindet alle Mängel. Eine juristische Unterteilung machen wir nur, wenn es bei Streitigkeiten notwendig ist. Im Normalfall werden keine Unterteilungen vorgenommen. Die Mängel werden beschrieben und den jeweiligen Personen mitgeteilt.

Es gibt auch eine Toleranzdiskussion. Es gibt tausende Normen, die man nicht alle im Kopf haben kann. Toleranzen sind etwas Übliches, womit man normal gut leben kann. Über einen jährlichen Beitrag kann ich über die Kammer auf die Normen zugreifen und für interne Zwecke verwenden. Hier gibt es natürlich auch Reibereien zwischen den Bauherren, die gerne die Qualität eines Geigenbauers hätten, was mit der Realität nicht vereinbar ist.

Werden statistische Auswertungen vorgenommen? Falls ja, werden diese Auswertungen benutzt, um Mängel vorzubeugen? Falls nein, warum nicht?

Nein, ich erstelle keine statistischen Auswertungen. Man kann auch etwas sehr schwer voraussagen, weil es immer andere Baufirmen sind, mit immer anderen Leuten. Aber ich habe nicht das Gefühl, dass bisher das Mängelaufkommen und deren Behebung ausgeartet sind. Von Streitereien am Bau halte ich gar nichts, weil man alles mit den Firmen vor Ort lösen muss. Sobald ein Jurist eingeschaltet wird, wird es sehr teuer. Wichtig ist, gute Firmen auszusuchen und vorher alles gut durchplanen.

Werden Mängel unterschiedlich priorisiert? Wonach erfolgt die Einteilung und wer entscheidet das?

Selbstverständlich. Wenn Gefahr in Verzug ist, dann muss da mit allem Nachdruck daran gearbeitet und möglichst schnell behoben werden. Wenn man auf einen Mangel draufkommt, dann wird das dokumentiert. Bei Gefahr in Verzug ist das schnelle Handeln wichtig. Es kann sein, dass die Dokumentation erst im Nachhinein vervollständigt wird, damit ein Nachweis da ist, dass wir uns damit beschäftigen werden.

Welche Gruppe vermissen Sie in dieser Einteilung oder könnte man welche zusammenfassen?

Ich würde das bei meinen Projekten so nicht einteilen. Dazu sind meine Projekte zu klein. Hier wäre es gut, wenn man ein Programm hat, wo es schon eine Vorgliederung gibt. Ich denke nicht, dass es sehr effizient ist. Die vielen Untergruppen können dazu führen, dass man das Grundsätzliche übersieht. Das wirklich Wichtige ist einfach die Behebung der Mängel. Am Schluss soll mängelfrei übergeben werden. Im Nachhinein kann man immer noch nachdenken, was war das überhaupt für ein Mangel, der solche Probleme verursacht hat und wie wird der in Zukunft verhindert. Es ist ja auch nicht jeder Mangel gleich.

Woraus setzt sich der Organisationsaufwand im Mängelprozess zusammen?

Der wöchentliche Jour Fixe, die Anfahrtszeit, Besprechungen, Baustellenbegehungen, die Mängelaufnahme, das Abarbeiten im Büro am Computer. All das zusammen ist relativ zeitintensiv. Zusätzlich kommen permanente Anrufe dazu. Momentan läuft alles bei mir zusammen, da wir sehr kleine Strukturen haben. Einerseits ist das gut, weil wenig Information verloren geht. Andererseits wird der Aufwand aber irgendwann zu viel, weil ich alleine abarbeiten muss. Es ist ein sehr springendes Arbeiten bei mir. Das kommt zur eigentlichen Arbeit hinzu.

In Bezug auf den Mängelaufwand habe ich das Gefühl, dass es immer mehr wird, worauf man aufpassen muss, weil es immer mehr Normen etc. gibt. Deswegen muss man am Laufenden bleiben. Der Aufwand wird deswegen mehr, aber ich bin der Meinung, dass das Bauen und ÖBA grundsätzlich schon ein großer Aufwand ist. Es sind so viele Leute beteiligt, es gibt immer einen Zeit- und Termindruck. Man muss auch die Angemessenheit der Protokollierung und Dokumentation an jedes Projekt anpassen.

Können Sie den zeitlichen Aufwand für das Mängelmanagement abschätzen und werden diese Tätigkeiten erfasst? Wo könnte Zeit eingespart werden? Wo könnte man im Organisationsprozess Arbeitszeit einsparen?

Ich persönlich kann kaum die Stunden pro Projekt aufschreiben, weil ich untertags oft von einem Projekt zu einem anderen springen muss. Es gibt auch Projekte, die auf Stundenbasis abgerechnet werden. Dabei muss ich natürlich die Stunden erfassen. Ich kalkuliere im Vorhinein meist auf Erfahrungsbasis. Im Prinzip nehme ich die HOA und kalkuliere einmal so quer durch. Durch die Protokolle, kann ich dann relativ gut nachvollziehen, wie lange ich wofür brauche. Man darf auch nicht zu teuer kalkulieren, weil man sonst den Auftrag nicht bekommt. Teilweise realisieren die Kunden gar nicht, wie viel Arbeit dahinter steckt. Wir könnten und sollten optimieren. Ich gebe zum Beispiel meinen Mitarbeitern keine Zielvorgabe, sondern wir arbeiten konsequent an der Sache. Ich denke, dass dadurch eine bessere Qualität erreicht werden kann. Ich finde, dass der Umgang mit den Menschen irrsinnig wichtig ist und dadurch eine gute Basis erschafft.

Welche Arbeitsschritte werden ihrer Erfahrung nach auch mehrfach erledigt?

Im Zuge der ÖBA Tätigkeiten sind es sicher die Telefonate und Emails, die ich mit den Unternehmen führe. Dazu zählt auch die Baustellenbegehung, wenn die Mangelpunkte erneut kontrolliert werden.

Wie würden Sie Aufwand/Kosten für Nachbesserungsarbeiten berechnen und werden diese Kosten bereits in der Kalkulation verwendet? Wo werden diese Kosten berücksichtigt?

Wenn ich die ausführenden Firmen nicht kenne, kann ich nicht abschätzen, wie viel Aufwand die Qualitätskontrolle sein wird. Das lässt sich generell kaum vorhersagen. Ich kann mir Referenzen anhören, aber am Ende entscheidet der Bauherr welchen er nimmt und das ist leider sehr oft der billigste.

Worin würde der Vorteil von der Verwendung von Kostenkennwerte für Mängelbehebungen bzw. dessen Organisation in Ihrer Kalkulation liegen?

Meiner Erfahrung nach arbeiten gute Firmen so, dass die Mängel minimiert werden. Eine gute Firma zeichnet sich dadurch aus, wie der Umgang mit den Problemen ist. Die Firmen unterscheiden sich dadurch, wie sie mit einem Konflikt umgehen. Eine gute Firma organisiert das dann gut und kümmert sich darum. Die Arbeiter selber vor Ort werden eingeteilt, man kann ihnen oft nur ganz schwer Schuld zuschieben, außer sie sind faul oder tollpatschig. Der wichtigere Faktor sind die Chefs der Firmen. Wenn diese schwach sind, zieht sich das bis zu den Arbeitern.

Was sind Ihrer Meinung nach die wichtigsten Parameter und Einflussgrößen im Mängelmanagement?

Der wichtigste Parameter ist die Planung. Mit einer guten Vorbereitung. Man muss auch dem Bauherrn das Gefühl geben, dass die Arbeit, die hier geleistet wird, richtig ist. Eine realistische Kalkulation und Zeiteinteilung ist ebenso wichtig.

Welche Probleme gibt es in Bezug auf das Mängelmanagement?

Allgemein kann man die Probleme nicht nur bei den Beteiligten sehen. Mit den meisten Personen auf der Baustelle habe ich kein Problem. Aus 10 sind 6-7 super, mit 2 komme ich nicht so gut klar und einer fällt immer aus der Reihe.

Wo sehen Sie Potentiale bzw. die Zukunft des Mängelmanagements und wie kann das erreicht werden?

Die beste Voraussetzung für einen guten Projektverlauf ist eine vernünftige Planung, gut durchdachte Vorbereitungen, Zusammenarbeit und Umsetzung mit guten Firmen. Den optimalen Zustand des Paradieses werden wir nie erreichen können. Aber es gibt viele Möglichkeiten und Wege die zu einer Problemlösung führen. Die gute Betreuung des Projektes ist das Um und Auf.

- **Interview 9, Arch 3:**

Die Person des neunten Interviews wollte keine Tonaufzeichnung des Gesprächs, weshalb anstatt einer Transkription eine schriftliche Zusammenfassung an dieser Stelle zu finden ist.

Beim Interviewpartner 9 erfolgt die Mängelerhebung je nach Größe des Projektes unterschiedlich. Bei kleineren Projekten werden mit Notizzettel und Stift die einzelnen Mangelpunkte vor Ort aufgenommen und im Anschluss im Baubüro digitalisiert und in Listen übertragen. Diese werden schließlich den zuständigen Personen weitergeleitet. Bei größeren Projekten wird unternehmensweit das Programm planradar verwendet. Hier erfolgen die Mangelaufnahme und die Weiterleitung der Informationen digital, während die Berichte zusätzlich auf Projektplattformen oder Projektservern abgespeichert werden. Grundsätzlich hatte die interviewte Person bisher nur Einzelvergaben zu managen. Mängel werden in der Regel nur projektintern behandelt. Es sind keine weiteren Funktionen im Unternehmen vorgesehen, die sich mit diesen beschäftigen. Je nach Art der Baustelle, werden die Informationen über Plattformen mit den anderen Unternehmen geteilt oder über Email weitergeleitet.

Mängel werden im Unternehmen im Allgemeinen nicht klassifiziert. Eine Unterscheidung in erhebliche, unerhebliche, zuordenbare, nicht zuordenbar erfolgt nur, wenn es zu Streitigkeiten kommt. Es werden auch keine statistischen Auswertungen vorgenommen und eine Priorisierung der Punkte wird ausschließlich über die Setzung von Fristen realisiert. Eine Unterteilung der Mängel in den Grad (leicht, mittel, schwer) oder in Typgruppen, hat für den Gesprächspartner keinen erkennbaren Mehrwert. Hier stehen der Aufwand und die Kosten einer solchen Einteilung nicht in Relation zu den Erkenntnissen, die daraus womöglich resultieren können. Eine Zuteilung zum Ort und zum zuständigen Gewerk ist ausreichend.

Der Organisationsaufwand des Interviewpartners setzt sich aus dem Erkennen, Erfassen, Bearbeiten, Weiterleiten und Kontrollieren der Mängel zusammen. Dabei kommt es vor, dass der Prozess bei Nichtbehebung des Mangels erneut beim Erfassen startet und die Arbeitsschritte sich wiederholen. Der zeitliche Aufwand, der bei der Bearbeitung der Mängel entsteht, wird nicht erhoben oder genau erfasst. Bei der Ausschreibung wird mit einem Standardansatz gerechnet. Anders verhält es sich bei der Abrechnung von Bauschäden, da bei diesen rund 15% Bearbeitungskosten an den Verursacher verrechnet werden.

Zu den wichtigsten Einflussgrößen im Mängelmanagement zählen die Art des Projektes (Krankenhaus versus Industriehalle) und die beteiligten Personen, angefangen vom Bauherrn bis zu den ausführenden Arbeitern. Probleme treten nach Einschätzung des Fachexperten vor Allem bei der Kommunikation mit den Arbeitern und Vorarbeitern auf der Baustelle auf, da sprachliche Barrieren diese weitgehend verhindern. Zudem ist die Koordination der ausführenden Unternehmen untereinander de facto nicht mehr gegeben. Das erhöht zusätzlich den Aufwand der örtlichen Bauaufsicht. Eine Kehrtwende im Mängelprozess kann dann vollzogen werden, wenn die Qualität der Ausführung und die Kontrolle auch mit einem verhältnismäßigen Preis entlohnt wird. Obwohl gerade Hochkonjunktur herrscht und alle Auftragsbücher voll sind, zieht der Preis nicht an. Den Bauherren muss klar werden, dass Qualität auch etwas kostet.

Checkliste Baustellenbegehung - F 1

Ort: Wien, 1220
Firma: Bau 1

Datum: 25.05.2018
Uhrzeit: 08:00

Block A - Allgemeines

Tätigkeit des Unternehmens	☐ Planer	☐ ÖBA	☒ Ausführer	☐ Subunternehmer
	☐ Ergänzung: _____			
Größe des Unternehmens	☐ KU	☒ MU	☐ Großunternehmen	
Art des Bauprojekts	☒ Wohnbau	☐ Bürobau	☐ Handel	☐ Bildungseinrichtung
	☐ Anderes: _____			
Auftragsvolumen	10 Mio. €			
Phase der Erhebung	☐ Planung	☐ Rohbau	☐ Ausbau	☒ Gewährleistung
Auftraggeber	☒ privat	☐ öffentlich		
Vertragsart	☐ Einheitspreis	☒ Pauschalpreis	☐ Sonderform: _____	

Block B - Mangelerhebung

Wie erfolgt die Mängelaufnahme?	☒ Klemmbrett	☐ App:	_____	
Welche Hilfsmittel kommen zum Einsatz?	☒ Smartphone	☐ Tablet	☐ Skizzen	☐ Digitalkamera
	☐ Notizblock	☐ Maßstab	☐ Laserscan	☐ Pläne
	☐ Sonstiges: _____			
Frequenz der Baustellenbegehung	☐ täglich	☐ wöchentlich	☐ monatlich	☒ Gewährleistung
Sind dabei alle Beteiligten anwesend?	☒ ja	☐ nein	AG+GU	
Welche Faktoren werden bei der Mängelerhebung aufgenommen?	☒ Ort	☒ Art	☐ Grad	☐ Priorität
	☐ Kosten	☐ Termin	☐ Ursache	☒ Zuständigkeit
	☐ Sonstiges: _____			
Wie wird die Zuständigkeit festgelegt?	☐ Bautagebuch	☒ vor Ort	☐ Baubesprechung	☐ Zentralbüro
Wo erfolgt die Lokalisierung?	☒ schriftlich	☐ Plan/Skizze	☐ in der App	☐ im Modell
Welche Unterlagen werden hinzugefügt?	☒ Fotos	☐ Skizzen	☒ Beschreibungen	☐ Protokolle
	☐ Videos	☐ Schrifttext	☐ Sprachnachricht	☐ Produktblatt
Wie genau und vollständig werden Mängel erhoben?	qualitativ	quantitativ		
	1	2	3	4
	genau		mittel	ungenau
Grund für die gewählte Genauigkeit	☐ Vertrag	☐ QM Abteilung	☒ Bauherrenaussage	☐ Interne Vorgabe

Block C - Mangelklassifizierung

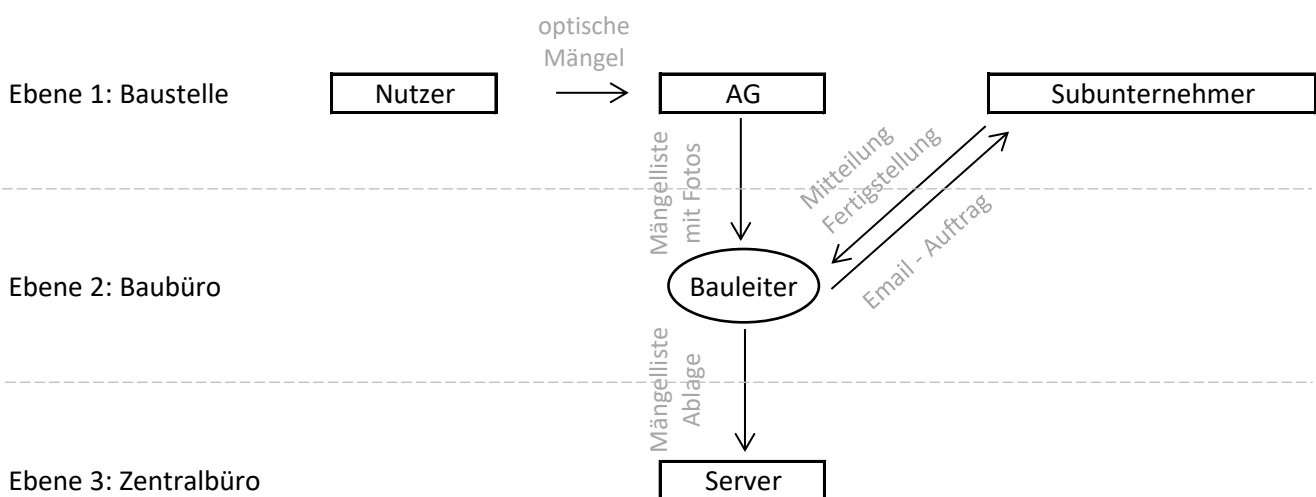
Gibt es Kategorien für Mängel?	☐ ja	☒ nein		
Wenn ja, welche?	☐ Ort	☐ Art	☐ Grad	☐ Priorität
	☐ Kosten	☐ Termin	☐ Ursache	☐ Zuständigkeit
	☐ Sonstiges: _____			
Wird im Mangelgrad unterschieden?	☐ ja	☒ nein		
Falls vorhanden, wird das Klassifizierungssystem genutzt?	☐ ja	☒ nein		
	wieso nicht:	händisch zu umständlich		
Gibt es statistische Auswertungen?	☐ ja	☒ nein		

Checkliste Baustellenbegehung

Block D - Informationsfluss

Art der Dokumentation	☐ analog	☐ digital	☒ doppelt	
Wer erstellt die Dokumente?	☒ Bauleiter	☐ Techniker	☐ Sekretär	☐ ÖBA
Gibt es eine Leitfaden?	☐ ja	☒ nein		
Wie wird entschieden wer die Informationen bekommt?	☒ Vertrag	☐ Besprechung	☐ Projekthandbuch	
Wer leitet die Informationen weiter?	☒ Bauleiter	☐ Techniker	☐ Sekretär	☐ ÖBA
Wer meldet den Mangel frei?	☐ Bauleiter	☐ Techniker	☐ Sekretär	☐ ÖBA
Wo sind die Berichte abgelegt?	☐ Aktenschrank	☒ Server/lokal	☐ Plattform	☐ Cloud
Gibt es eine Struktur?	☒ ja	☐ nein		
Wonach wird geordnet?	☒ Datum	☐ Nummer	☐ Name	☐ Mangelart
	☐ Kosten	☐ Mangelgrad	☐ Ort	☐ Zuständigkeit
Skizze: Projekt --> Ordnerstruktur --> Mängelliste nach Datum				
Wie werden Mängelberichte für spätere Zwecke gefunden?	☒ Stichwörter	☒ Datum	☐ dem Ort/Raum zugeordnet	
Wird evaluiert und ausgewertet?	☐ ja	☒ nein		
Was?	☐ Kosten	☐ Ort	☐ Mangelart	☐ Zuständigkeit
Wie?	☐ Statistisch	☐ qualitativ	☐ Sonstiges:	
Gibt es Rückkopplungen zu Planer?	☐ ja	☒ nein		
Gibt es Mangelverhütung?	☐ ja	☒ nein		

Skizze Informationsfluss



Checkliste Baustellenbegehung - F 2

Ort: Wien, 1220
Firma: Bau 2

Datum: 07.06.2018
Uhrzeit: 09:00

Block A - Allgemeines

Tätigkeit des Unternehmens	☐ Planer	☐ ÖBA	☒ Ausführer	☐ Subunternehmer
	☐ Ergänzung: _____			
Größe des Unternehmens	☐ KU	☐ MU	☒ Großunternehmen	
Art des Bauprojekts	☒ Wohnbau	☐ Bürobau	☐ Handel	☐ Bildungseinrichtung
	☐ Anderes: _____			
Auftragsvolumen	26 Mio. €			
Phase der Erhebung	☐ Planung	☐ Rohbau	☒ Ausbau	☐ Gewährleistung
Auftraggeber	☒ privat	☐ öffentlich		
Vertragsart	☒ Einheitspreis	☐ Pauschalpreis	☐ Sonderform: _____	

Block B - Mangelerhebung

Wie erfolgt die Mängelaufnahme?	☒ Klemmbrett	☐ App:	_____	
Welche Hilfsmittel kommen zum Einsatz?	☐ Smartphone	☐ Tablet	☐ Skizzen	☐ Digitalkamera
	☐ Notizblock	☐ Maßstab	☐ Laserscan	☐ Pläne
	☒ Sonstiges: <u>Diktiergerät, Klebeband</u>			
Frequenz der Baustellenbegehung	☒ täglich	☐ wöchentlich	☐ monatlich	☐ Gewährleistung
Sind dabei alle Beteiligten anwesend?	☒ ja	☐ nein	ÖBA und GU	
Welche Faktoren werden bei der Mängelerhebung aufgenommen?	☒ Ort	☒ Art	☐ Grad	☐ Priorität
	☐ Kosten	☐ Termin	☐ Ursache	☒ Zuständigkeit
	☐ Sonstiges: _____			
Wie wird die Zuständigkeit festgelegt?	☐ Bautagebuch	☒ vor Ort	☐ Baubesprechung	☐ Zentralbüro
Wo erfolgt die Lokalisierung?	☒ schriftlich	☐ Plan/Skizze	☐ in der App	☐ im Modell
Welche Unterlagen werden hinzugefügt?	☐ Fotos	☐ Skizzen	☒ Beschreibungen	☐ Protokolle
	☐ Videos	☐ Schrifttext	☒ Sprachnachricht	☐ Produktblatt
Wie genau und vollständig werden Mängel erhoben?	qualitativ	quantitativ		
	1	2	3	4
	genau		mittel	ungenau
Grund für die gewählte Genauigkeit	☐ Vertrag	☐ QM Abteilung	☒ Bauherrenaussage	☐ Interne Vorgabe

Block C - Mangelklassifizierung

Gibt es Kategorien für Mängel?	☐ ja	☒ nein		
Wenn ja, welche?	☐ Ort	☐ Art	☐ Grad	☐ Priorität
	☐ Kosten	☐ Termin	☐ Ursache	☐ Zuständigkeit
	☐ Sonstiges: _____			
Wird im Mangelgrad unterschieden?	☐ ja	☒ nein		
Falls vorhanden, wird das Klassifizierungssystem genutzt?	☐ ja	☒ nein		
	wieso nicht:	<u>nimmt zu viel Zeit in Anspruch</u>		
Gibt es statistische Auswertungen?	☐ ja	☒ nein		

Checkliste Baustellenbegehung

Block D - Informationsfluss

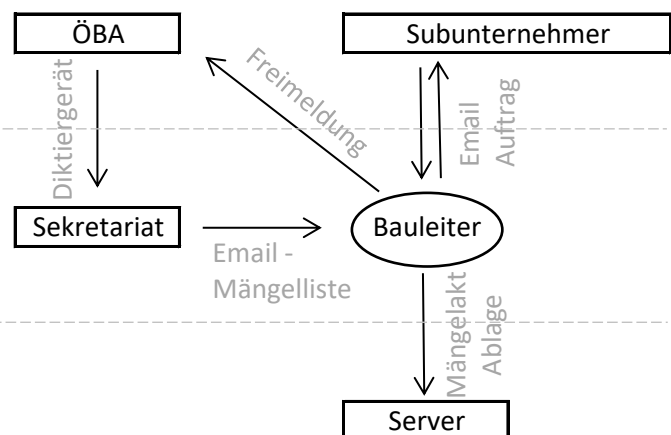
Art der Dokumentation	☐ analog	☒ digital	☐ doppelt	
Wer erstellt die Dokumente?	☐ Bauleiter	☐ Techniker	☐ Sekretär	☒ ÖBA
Gibt es eine Leitfaden?	☐ ja	☒ nein		
Wie wird entschieden wer die Informationen bekommt?	☒ Vertrag	☐ Besprechung	☐ Projekthandbuch	
Wer leitet die Informationen weiter?	☒ Bauleiter	☒ Techniker	☐ Sekretär	☐ ÖBA
Wer meldet den Mangel frei?	☒ Bauleiter	☐ Techniker	☐ Sekretär	☒ ÖBA
Wo sind die Berichte abgelegt?	☐ Aktenschrank	☒ Server/lokal	☐ Plattform	☐ Cloud
Gibt es eine Struktur?	☒ ja	☐ nein		
Wonach wird geordnet?	☐ Datum	☐ Nummer	☐ Name	☐ Mangelart
	☐ Kosten	☐ Mangelgrad	☒ Ort	☐ Zuständigkeit
Skizze:	Projekt --> Ordnerstruktur --> Berichte --> Wohnhaus			
Wie werden Mängelberichte für spätere Zwecke gefunden?	☐ Stichwörter	☐ Datum	☒ dem Ort/Raum zugeordnet	
Wird evaluiert und ausgewertet?	☐ ja	☒ nein		
Was?	☐ Kosten	☐ Ort	☐ Mangelart	☐ Zuständigkeit
Wie?	☐ Statistisch	☐ qualitativ	☐ Sonstiges:	
Gibt es Rückkopplungen zu Planer?	☐ ja	☒ nein		
Gibt es Mangelverhütung?	☐ ja	☒ nein		

Skizze Informationsfluss

Ebene 1: Baustelle

Ebene 2: Baubüro

Ebene 3: Zentralbüro



Checkliste Baustellenbegehung - F 3

Ort: Wien, 1220
Firma: Bau 2

Datum: 06.06.2018
Uhrzeit: 14:00

Block A - Allgemeines

Tätigkeit des Unternehmens	☐ Planer	☐ ÖBA	☒ Ausführer	☐ Subunternehmer
	☐ Ergänzung: _____			
Größe des Unternehmens	☐ KU	☐ MU	☒ Großunternehmen	
Art des Bauprojekts	☒ Wohnbau	☐ Bürobau	☐ Handel	☐ Bildungseinrichtung
	☐ Anderes: _____			
Auftragsvolumen	8,5 Mio. €			
Phase der Erhebung	☐ Planung	☐ Rohbau	☐ Ausbau	☒ Gewährleistung
Auftraggeber	☒ privat	☐ öffentlich		
Vertragsart	☐ Einheitspreis	☒ Pauschalpreis	☐ Sonderform: _____	

Block B - Mangelerhebung

Wie erfolgt die Mängelaufnahme?	☐ Klemmbrett	☒ App:	docutools	
Welche Hilfsmittel kommen zum Einsatz?	☐ Smartphone	☒ Tablet	☐ Skizzen	☐ Digitalkamera
	☐ Notizblock	☐ Maßstab	☐ Laserscan	☐ Pläne
	☐ Sonstiges: _____			
Frequenz der Baustellenbegehung	☐ täglich	☐ wöchentlich	☐ monatlich	☒ Gewährleistung
Sind dabei alle Beteiligten anwesend?	☐ ja	☒ nein	nur AG	
Welche Faktoren werden bei der Mängelerhebung aufgenommen?	☒ Ort	☒ Art	☐ Grad	☐ Priorität
	☐ Kosten	☐ Termin	☐ Ursache	☐ Zuständigkeit
	☐ Sonstiges: _____			
Wie wird die Zuständigkeit festgelegt?	☐ Bautagebuch	☐ vor Ort	☐ Baubesprechung	☒ Zentralbüro
Wo erfolgt die Lokalisierung?	☐ schriftlich	☐ Plan/Skizze	☒ in der App	☐ im Modell
Welche Unterlagen werden hinzugefügt?	☒ Fotos	☒ Skizzen	☒ Beschreibungen	☐ Protokolle
	☐ Videos	☐ Schrifttext	☐ Sprachnachricht	☐ Produktblatt
Wie genau und vollständig werden Mängel erhoben?	qualitativ	quantitativ		
	1	2	3	4
	genau		mittel	ungenau
Grund für die gewählte Genauigkeit	☐ Vertrag	☐ QM Abteilung	☒ Bauherrenaussage	☐ Interne Vorgabe

Block C - Mangelklassifizierung

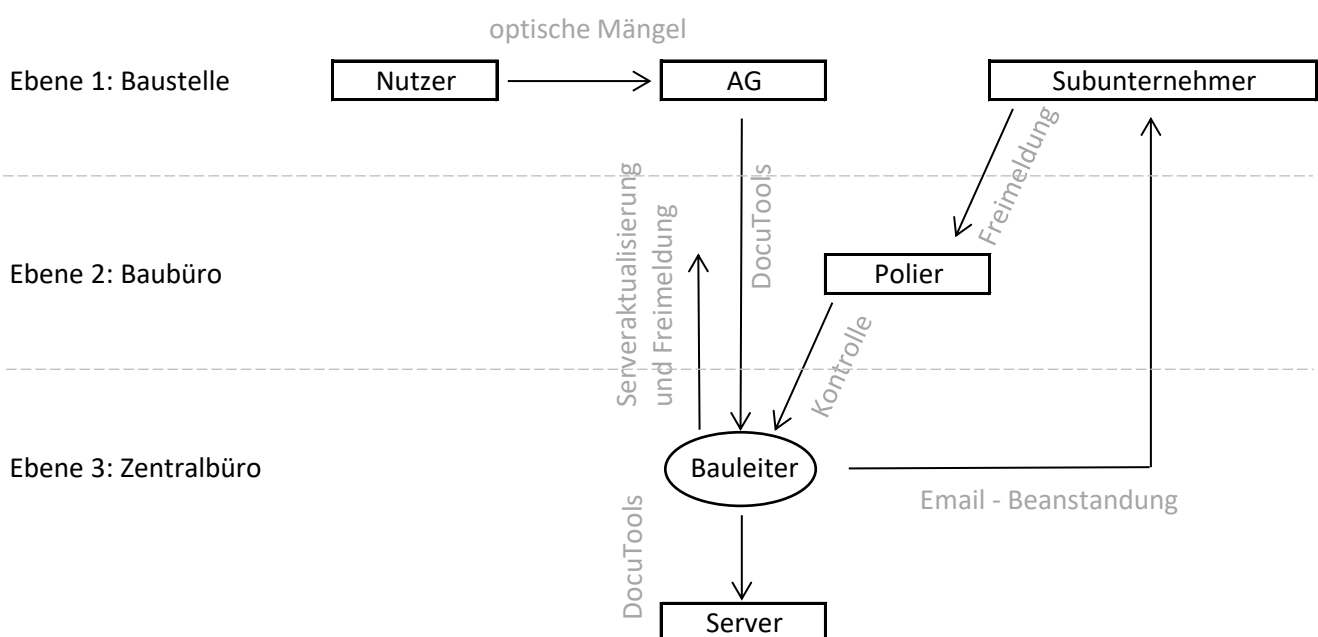
Gibt es Kategorien für Mängel?	☐ ja	☒ nein
Wenn ja, welche?	☐ Ort	☐ Art
	☐ Kosten	☐ Termin
	☐ Grad	☐ Priorität
	☐ Ursache	☐ Zuständigkeit
	☐ Sonstiges: _____	
Wird im Mangelgrad unterschieden?	☐ ja	☒ nein
Falls vorhanden, wird das Klassifizierungssystem genutzt?	☐ ja	☒ nein
	wieso nicht:	nimmt zu viel Zeit in Anspruch
Gibt es statistische Auswertungen?	☐ ja	☒ nein

Checkliste Baustellenbegehung

Block D - Informationsfluss

Art der Dokumentation	☐ analog	☒ digital	☐ doppelt	
Wer erstellt die Dokumente?	☒ Bauleiter	☐ Techniker	☐ Sekretär	☐ ÖBA
Gibt es eine Leitfaden?	☐ ja	☒ nein		
Wie wird entschieden wer die Informationen bekommt?	☒ Vertrag	☐ Besprechung	☐ Projekthandbuch	
Wer leitet die Informationen weiter?	☒ Bauleiter	☐ Techniker	☐ Sekretär	☐ ÖBA
Wer meldet den Mangel frei?	☒ Bauleiter	☐ Techniker	☐ Sekretär	☐ ÖBA
Wo sind die Berichte abgelegt?	☐ Aktenschrank	☒ Server/lokal	☐ Plattform	☐ Cloud
Gibt es eine Struktur?	☒ ja	☐ nein		
Wonach wird geordnet?	☐ Datum	☐ Nummer	☐ Name	☐ Mangelart
	☐ Kosten	☐ Mangelgrad	☐ Ort	☒ Zuständigkeit
Skizze: Projekt --> Ordnerstruktur --> Subunternehmer --> Mängelliste				
Wie werden Mängelberichte für spätere Zwecke gefunden?	☐ Stichwörter	☒ Datum	☐ dem Ort/Raum zugeordnet	
Wird evaluiert und ausgewertet?	☐ ja	☒ nein		
Was?	☐ Kosten	☐ Ort	☐ Mangelart	☐ Zuständigkeit
Wie?	☐ Statistisch	☐ qualitativ	☐ Sonstiges:	
Gibt es Rückkopplungen zu Planer?	☐ ja	☒ nein		
Gibt es Mangelverhütung?	☐ ja	☒ nein		

Skizze Informationsfluss



Checkliste Baustellenbegehung - F 4

Ort: Wien, 1110
Firma: GP 1

Datum: 08.06.2018
Uhrzeit: 08:30

Block A - Allgemeines

Tätigkeit des Unternehmens	☐ Planer	☒ ÖBA	☐ Ausführer	☐ Subunternehmer
	☐ Ergänzung: _____			
Größe des Unternehmens	☐ KU	☐ MU	☒ Großunternehmen	
Art des Bauprojekts	☐ Wohnbau	☒ Bürobau	☐ Handel	☐ Bildungseinrichtung
	☐ Anderes: mit Labor _____			
Auftragsvolumen	20 Mio. €			
Phase der Erhebung	☐ Planung	☐ Rohbau	☐ Ausbau	☒ Gewährleistung
Auftraggeber	☒ privat	☐ öffentlich		
Vertragsart	☒ Einheitspreis	☐ Pauschalpreis	☐ Sonderform: _____	

Block B - Mangelerhebung

Wie erfolgt die Mängelaufnahme?	☐ Klemmbrett	☒ App:	planradar	
Welche Hilfsmittel kommen zum Einsatz?	☒ Smartphone	☒ Tablet	☐ Skizzen	☐ Digitalkamera
	☐ Notizblock	☐ Maßstab	☐ Laserscan	☐ Pläne
	☐ Sonstiges: _____			
Frequenz der Baustellenbegehung	☐ täglich	☒ wöchentlich	☐ monatlich	☐ Gewährleistung
Sind dabei alle Beteiligten anwesend?	☒ ja	☐ nein		
Welche Faktoren werden bei der Mängelerhebung aufgenommen?	☒ Ort	☒ Art	☐ Grad	☒ Priorität
	☐ Kosten	☒ Termin	☐ Ursache	☒ Zuständigkeit
	☐ Sonstiges: _____			
Wie wird die Zuständigkeit festgelegt?	☐ Bautagebuch	☒ vor Ort	☐ Baubesprechung	☐ Zentralbüro
Wo erfolgt die Lokalisierung?	☐ schriftlich	☐ Plan/Skizze	☒ in der App	☐ im Modell
Welche Unterlagen werden hinzugefügt?	☒ Fotos	☐ Skizzen	☒ Beschreibungen	☐ Protokolle
	☐ Videos	☐ Schrifttext	☐ Sprachnachricht	☐ Produktblatt
Wie genau und vollständig werden Mängel erhoben?	qualitativ	quantitativ		
	1	2	3	4
	genau		mittel	ungenau
	1	2	3	4
Grund für die gewählte Genauigkeit	☐ Vertrag	☐ QM Abteilung	☐ Bauherrenaussage	☒ Interne Vorgabe

Block C - Mangelklassifizierung

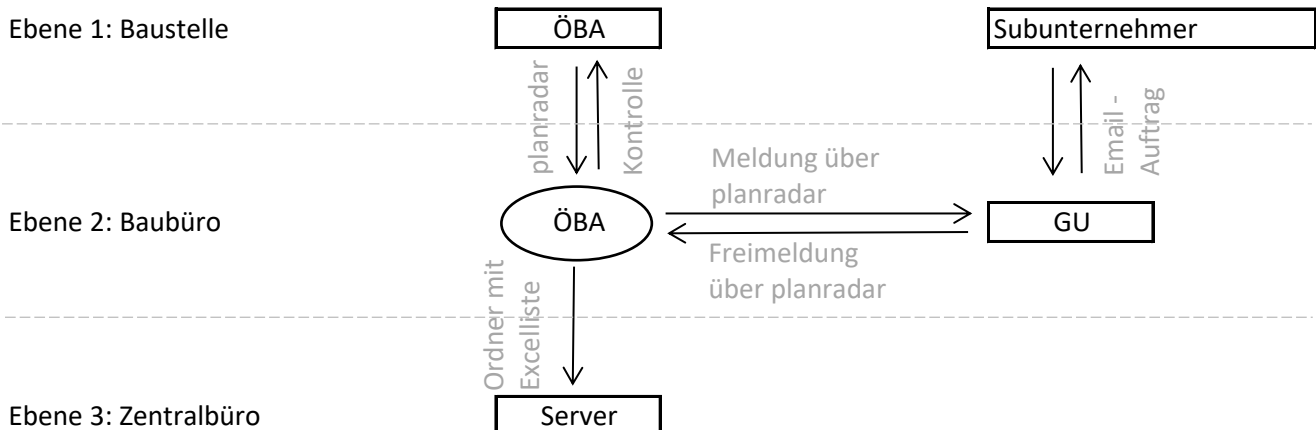
Gibt es Kategorien für Mängel?	☒ ja	☐ nein		
Wenn ja, welche?	☒ Ort	☐ Art	☒ Grad	☒ Priorität
	☐ Kosten	☐ Termin	☐ Ursache	☒ Zuständigkeit
	☐ Sonstiges: _____			
Wird im Mangelgrad unterschieden?	☒ ja	☐ nein		
Falls vorhanden, wird das Klassifizierungssystem genutzt?	☒ ja	☐ nein		
	wieso nicht: _____			
Gibt es statistische Auswertungen?	☒ ja	☐ nein		

Checkliste Baustellenbegehung

Block D - Informationsfluss

Art der Dokumentation	☐ analog	☒ digital	☐ doppelt	
Wer erstellt die Dokumente?	☐ Bauleiter	☐ Techniker	☐ Sekretär	☒ ÖBA
Gibt es eine Leitfaden?	☒ ja	☐ nein		
Wie wird entschieden wer die Informationen bekommt?	☐ Vertrag	☒ Besprechung	☐ Projekthandbuch	
Wer leitet die Informationen weiter?	☐ Bauleiter	☐ Techniker	☐ Sekretär	☒ ÖBA
Wer meldet den Mangel frei?	☐ Bauleiter	☐ Techniker	☐ Sekretär	☒ ÖBA
Wo sind die Berichte abgelegt?	☐ Aktenschrank	☐ Server/lokal	☐ Plattform	☒ Cloud
Gibt es eine Struktur?	☒ ja	☐ nein		
Wonach wird geordnet?	☒ Datum	☐ Nummer	☐ Name	☐ Mangelart
	☐ Kosten	☐ Mangelgrad	☐ Ort	☐ Zuständigkeit
Skizze: Projekt --> Ordnerstruktur --> ÖBA --> Berichte				
Wie werden Mängelberichte für spätere Zwecke gefunden?	☐ Stichwörter	☒ Datum	☐ dem Ort/Raum zugeordnet	
Wird evaluiert und ausgewertet?	☐ ja	☒ nein		
Was?	☐ Kosten	☐ Ort	☐ Mangelart	☐ Zuständigkeit
Wie?	☐ Statistisch	☐ qualitativ	☐ Sonstiges:	
Gibt es Rückkopplungen zu Planer?	☒ ja	☐ nein		
Gibt es Mangelverhütung?	☐ ja	☒ nein		

Skizze Informationsfluss



Checkliste Baustellenbegehung - F 5

Ort: Wien, 1130
Firma: GP 2

Datum: 18.06.2018
Uhrzeit: 10:00

Block A - Allgemeines

Tätigkeit des Unternehmens	☐ Planer	☒ ÖBA	☐ Ausführer	☐ Subunternehmer
	☐ Ergänzung: _____			
Größe des Unternehmens	☐ KU	☒ MU	☐ Großunternehmen	
Art des Bauprojekts	☐ Wohnbau	☒ Bürobau	☐ Handel	☐ Bildungseinrichtung
	☐ Anderes: <u>Sanierung und Erweiterung</u>			
Auftragsvolumen	350 Mio. €			
Phase der Erhebung	☐ Planung	☒ Rohbau	☒ Ausbau	☐ Gewährleistung
Auftraggeber	☐ privat	☒ öffentlich		
Vertragsart	☒ Einheitspreis	☐ Pauschalpreis	☐ Sonderform: _____	

Block B - Mangelerhebung

Wie erfolgt die Mängelaufnahme?	☐ Klemmbrett	☒ App:	<u>docutools</u>	
Welche Hilfsmittel kommen zum Einsatz?	☐ Smartphone	☒ Tablet	☐ Skizzen	☐ Digitalkamera
	☐ Notizblock	☐ Maßstab	☐ Laserscan	☐ Pläne
	☐ Sonstiges: _____			
Frequenz der Baustellenbegehung	☒ täglich	☐ wöchentlich	☐ monatlich	☒ Gewährleistung
Sind dabei alle Beteiligten anwesend?	☒ ja	☐ nein		
Welche Faktoren werden bei der Mängelerhebung aufgenommen?	☒ Ort	☒ Art	☐ Grad	☐ Priorität
	☐ Kosten	☒ Termin	☐ Ursache	☒ Zuständigkeit
	☐ Sonstiges: _____			
Wie wird die Zuständigkeit festgelegt?	☐ Bautagebuch	☒ vor Ort	☐ Baubesprechung	☐ Zentralbüro
Wo erfolgt die Lokalisierung?	☐ schriftlich	☐ Plan/Skizze	☒ in der App	☐ im Modell
Welche Unterlagen werden hinzugefügt?	☒ Fotos	☐ Skizzen	☒ Beschreibungen	☐ Protokolle
	☐ Videos	☒ Schrifttext	☒ Sprachnachricht	☐ Produktblatt
Wie genau und vollständig werden Mängel erhoben?	qualitativ	quantitativ		
	1	2	3	4
	genau		mittel	ungenau
	1	2	3	4
Grund für die gewählte Genauigkeit	☐ Vertrag	☒ QM Abteilung	☐ Bauherrenaussage	☐ Interne Vorgabe

Block C - Mangelklassifizierung

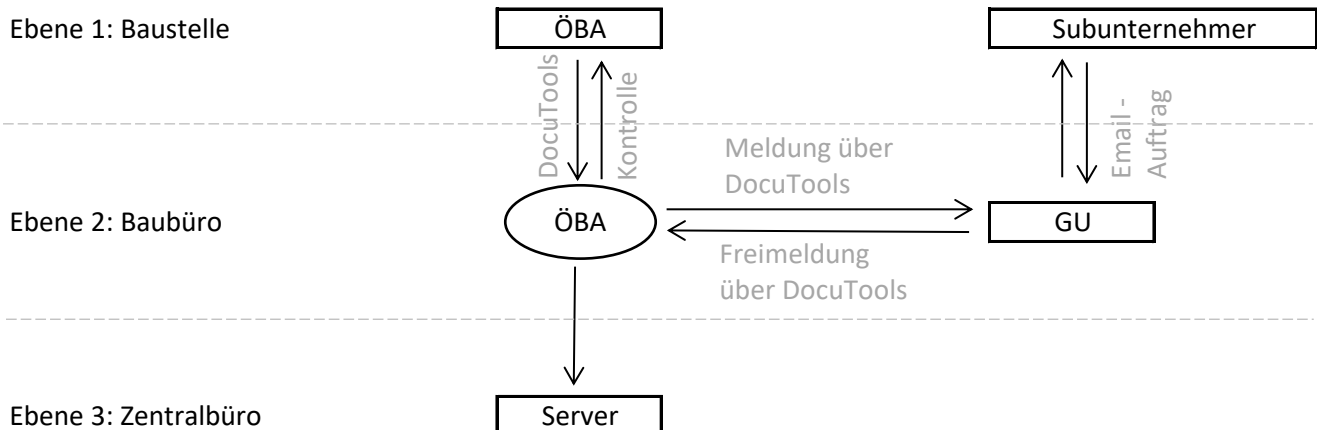
Gibt es Kategorien für Mängel?	☒ ja	☐ nein		
Wenn ja, welche?	☒ Ort	☐ Art	☐ Grad	☐ Priorität
	☐ Kosten	☒ Termin	☐ Ursache	☒ Zuständigkeit
	☐ Sonstiges: _____			
Wird im Mangelgrad unterschieden?	☐ ja	☒ nein		
Falls vorhanden, wird das Klassifizierungssystem genutzt?	☒ ja	☐ nein		
	wieso nicht: _____			
Gibt es statistische Auswertungen?	☒ ja	☐ nein		

Checkliste Baustellenbegehung

Block D - Informationsfluss

Art der Dokumentation	☐ analog	☒ digital	☐ doppelt	
Wer erstellt die Dokumente?	☐ Bauleiter	☐ Techniker	☐ Sekretär	☒ ÖBA
Gibt es eine Leitfaden?	☒ ja	☐ nein		
Wie wird entschieden wer die Informationen bekommt?	☐ Vertrag	☒ Besprechung	☐ Projekthandbuch	
Wer leitet die Informationen weiter?	☐ Bauleiter	☐ Techniker	☐ Sekretär	☒ ÖBA
Wer meldet den Mangel frei?	☒ Bauleiter	☐ Techniker	☐ Sekretär	☒ ÖBA
Wo sind die Berichte abgelegt?	☐ Aktenschrank	☒ Server/lokal	☐ Plattform	☐ Cloud
Gibt es eine Struktur?	☒ ja	☐ nein		
Wonach wird geordnet?	☐ Datum	☒ Nummer	☐ Name	☐ Mangelart
	☐ Kosten	☐ Mangelgrad	☐ Ort	☐ Zuständigkeit
Skizze: Projekt --> Ordnerstruktur --> ÖBA --> Berichte				
Wie werden Mängelberichte für spätere Zwecke gefunden?	☐ Stichwörter	☒ Datum	☐ dem Ort/Raum zugeordnet	
Wird evaluiert und ausgewertet?	☒ ja	☐ nein		
Was?	☒ Kosten	☐ Ort	☒ Mangelart	☐ Zuständigkeit
Wie?	☒ Statistisch	☐ qualitativ	☐ Sonstiges:	
Gibt es Rückkopplungen zu Planer?	☒ ja	☐ nein		
Gibt es Mangelverhütung?	☒ ja	☐ nein		

Skizze Informationsfluss



Checkliste Baustellenbegehung - F 6

Ort: Wien, 1030
Firma: Prüf

Datum: 21.06.2018
Uhrzeit: 13:00

Block A - Allgemeines

Tätigkeit des Unternehmens	☒ Planer	☐ ÖBA	☐ Ausführer	☐ Subunternehmer
	☒ Ergänzung: Tragwerksplanung, Prüfeningenieur			
Größe des Unternehmens	☐ KU	☒ MU	☐ Großunternehmen	
Art des Bauprojekts	☒ Wohnbau	☐ Bürobau	☐ Handel	☐ Bildungseinrichtung
	☐ Anderes: _____			
Auftragsvolumen	30 Mio. €			
Phase der Erhebung	☐ Planung	☐ Rohbau	☒ Ausbau	☒ Gewährleistung
Auftraggeber	☒ privat	☐ öffentlich		
Vertragsart	☐ Einheitspreis	☒ Pauschalpreis	☐ Sonderform: _____	

Block B - Mangelerhebung

Wie erfolgt die Mängelaufnahme?	☐ Klemmbrett	☒ App: planradar				
Welche Hilfsmittel kommen zum Einsatz?	☐ Smartphone	☒ Tablet	☐ Skizzen	☒ Digitalkamera		
	☐ Notizblock	☒ Maßstab	☒ Laserscan	☒ Pläne		
	☐ Sonstiges: _____					
Frequenz der Baustellenbegehung	☐ täglich	☒ wöchentlich	☐ monatlich	☐ Gewährleistung		
Sind dabei alle Beteiligten anwesend?	☐ ja	☒ nein				
Welche Faktoren werden bei der Mängelerhebung aufgenommen?	☒ Ort	☒ Art	☐ Grad	☐ Priorität		
	☐ Kosten	☐ Termin	☐ Ursache	☐ Zuständigkeit		
	☐ Sonstiges: _____					
Wie wird die Zuständigkeit festgelegt?	☐ Bautagebuch	☐ vor Ort	☐ Baubesprechung	☐ Zentralbüro		
Wo erfolgt die Lokalisierung?	☐ schriftlich	☐ Plan/Skizze	☒ in der App	☐ im Modell		
Welche Unterlagen werden hinzugefügt?	☒ Fotos	☐ Skizzen	☒ Beschreibungen	☐ Protokolle		
	☐ Videos	☐ Schrifttext	☐ Sprachnachricht	☐ Produktblatt		
Wie genau und vollständig werden Mängel erhoben?	qualitativ	quantitativ				
	1	2	3	4	5	
	genau		mittel		ungenau	
Grund für die gewählte Genauigkeit	☒ Vertrag	☐ QM Abteilung	☐ Bauherrenaussage	☒ Interne Vorgabe		

Block C - Mangelklassifizierung

Gibt es Kategorien für Mängel?	☒ ja	☐ nein			
Wenn ja, welche?	☐ Ort	☐ Art	☒ Grad	☐ Priorität	
	☐ Kosten	☐ Termin	☐ Ursache	☐ Zuständigkeit	
	☐ Sonstiges: Bauanzeige oder neue Einreichung				
Wird im Mangelgrad unterschieden?	☒ ja	☐ nein			
Falls vorhanden, wird das Klassifizierungssystem genutzt?	☐ ja	☐ nein			
	wieso nicht: _____				
Gibt es statistische Auswertungen?	☐ ja	☒ nein			

Checkliste Baustellenbegehung

Block D - Informationsfluss

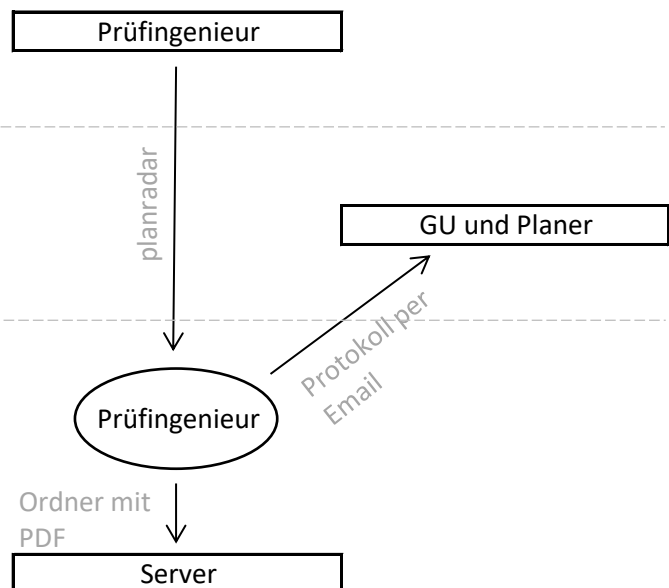
Art der Dokumentation	☐ analog	☒ digital	☐ doppelt	
Wer erstellt die Dokumente?	☐ Bauleiter	☐ Techniker	☐ Sekretär	☒ Prüfsingenieur
Gibt es eine Leitfaden?	☐ ja	☒ nein		
Wie wird entschieden wer die Informationen bekommt?	☒ Vertrag	☐ Besprechung	☐ Projekthandbuch	
Wer leitet die Informationen weiter?	☐ Bauleiter	☐ Techniker	☐ Sekretär	☒ Prüfsingenieur
Wer meldet den Mangel frei?	☒ Bauleiter	☐ Techniker	☐ Sekretär	☒ ÖBA
Wo sind die Berichte abgelegt?	☐ Aktenschrank	☒ Server/lokal	☐ Plattform	☒ Cloud
Gibt es eine Struktur?	☒ ja	☐ nein		
Wonach wird geordnet?	☒ Datum	☒ Nummer	☐ Name	☐ Mangelart
	☐ Kosten	☐ Mangelgrad	☐ Ort	☐ Zuständigkeit
Skizze: Projekt --> Ordnerstruktur --> Berichte				
Wie werden Mängelberichte für spätere Zwecke gefunden?	☒ Stichwörter	☒ Datum	☒ dem Ort/Raum zugeordnet	
Wird evaluiert und ausgewertet?	☐ ja	☒ nein		
Was?	☐ Kosten	☐ Ort	☐ Mangelart	☐ Zuständigkeit
Wie?	☐ Statistisch	☐ qualitativ	☐ Sonstiges:	
Gibt es Rückkopplungen zu Planer?	☒ ja	☐ nein		
Gibt es Mangelverhütung?	☐ ja	☒ nein		

Skizze Informationsfluss

Ebene 1: Baustelle

Ebene 2: Baubüro

Ebene 3: Zentralbüro



Checkliste Baustellenbegehung - F 7

Ort: Wien, 1060
Firma: Arch 1

Datum: 08.06.2018
Uhrzeit: 11:00

Block A - Allgemeines

Tätigkeit des Unternehmens	☐ Planer	☒ ÖBA	☐ Ausführer	☐ Subunternehmer
Größe des Unternehmens	☒ KU	☐ MU	☐ Großunternehmen	
Art des Bauprojekts	☐ Wohnbau	☒ Bürobau	☐ Handel	☐ Bildungseinrichtung
Auftragsvolumen	☐ Anderes: Sanierung			
Phase der Erhebung	5 Mio. €			
Auftraggeber	☒ privat	☐ öffentlich		
Vertragsart	☐ Einheitspreis	☒ Pauschalpreis	☐ Sonderform:	

Block B - Mangelerhebung

Wie erfolgt die Mängelaufnahme?	☒ Klemmbrett	☐ App:		
Welche Hilfsmittel kommen zum Einsatz?	☐ Smartphone	☐ Tablet	☐ Skizzen	☒ Digitalkamera
	☒ Notizblock	☐ Maßstab	☐ Laserscan	☐ Pläne
	☐ Sonstiges:			
Frequenz der Baustellenbegehung	☐ täglich	☒ wöchentlich	☐ monatlich	☐ Gewährleistung
Sind dabei alle Beteiligten anwesend?	☒ ja	☐ nein		
Welche Faktoren werden bei der Mängelerhebung aufgenommen?	☒ Ort	☒ Art	☐ Grad	☐ Priorität
	☐ Kosten	☒ Termin	☐ Ursache	☒ Zuständigkeit
	☐ Sonstiges:			
Wie wird die Zuständigkeit festgelegt?	☐ Bautagebuch	☒ vor Ort	☐ Baubesprechung	☐ Zentralbüro
Wo erfolgt die Lokalisierung?	☒ schriftlich	☐ Plan/Skizze	☐ in der App	☐ im Modell
Welche Unterlagen werden hinzugefügt?	☒ Fotos	☐ Skizzen	☒ Beschreibungen	☐ Protokolle
	☐ Videos	☐ Schrifttext	☐ Sprachnachricht	☐ Produktblatt
Wie genau und vollständig werden Mängel erhoben?	qualitativ	quantitativ		
Grund für die gewählte Genauigkeit	☐ Vertrag	☐ QM Abteilung	☐ Bauherrenaussage	☒ Interne Vorgabe

Block C - Mangelklassifizierung

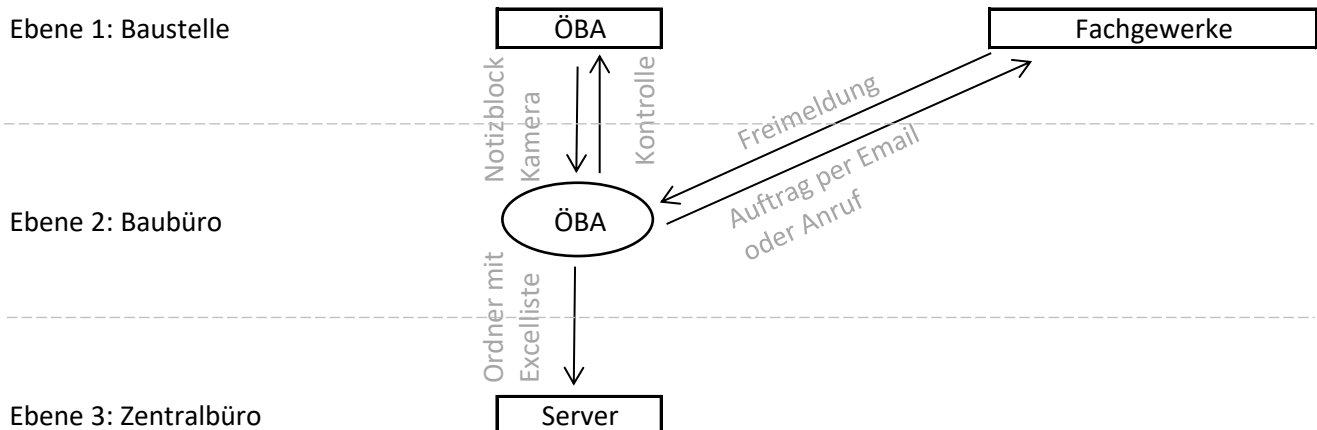
Gibt es Kategorien für Mängel?	☒ ja	☐ nein		
Wenn ja, welche?	☒ Ort	☐ Art	☐ Grad	☐ Priorität
	☐ Kosten	☒ Termin	☐ Ursache	☒ Zuständigkeit
	☐ Sonstiges: Unterscheidung "offene Leistungen"			
Wird im Mangelgrad unterschieden?	☒ ja	☐ nein		
Falls vorhanden, wird das Klassifizierungssystem genutzt?	☒ ja	☐ nein		
Gibt es statistische Auswertungen?	☐ ja	☒ nein		

Checkliste Baustellenbegehung

Block D - Informationsfluss

Art der Dokumentation	☐ analog	☒ digital	☐ doppelt	
Wer erstellt die Dokumente?	☐ Bauleiter	☐ Techniker	☐ Sekretär	☒ ÖBA
Gibt es eine Leitfaden?	☐ ja	☒ nein		
Wie wird entschieden wer die Informationen bekommt?	☐ Vertrag	☒ Besprechung	☐ Projekthandbuch	
Wer leitet die Informationen weiter?	☐ Bauleiter	☐ Techniker	☐ Sekretär	☒ ÖBA
Wer meldet den Mangel frei?	☐ Bauleiter	☐ Techniker	☐ Sekretär	☒ ÖBA
Wo sind die Berichte abgelegt?	☐ Aktenschrank	☒ Server/lokal	☐ Plattform	☒ Cloud
Gibt es eine Struktur?	☒ ja	☐ nein		
Wonach wird geordnet?	☒ Datum	☐ Nummer	☐ Name	☐ Mangelart
	☐ Kosten	☐ Mangelgrad	☐ Ort	☐ Zuständigkeit
Skizze: Projekt --> Ordnerstruktur --> Berichte				
Wie werden Mängelberichte für spätere Zwecke gefunden?	☐ Stichwörter	☐ Datum	☒ dem Ort/Raum zugeordnet	
Wird evaluiert und ausgewertet?	☐ ja	☒ nein		
Was?	☐ Kosten	☐ Ort	☐ Mangelart	☐ Zuständigkeit
Wie?	☐ Statistisch	☐ qualitativ	☐ Sonstiges:	
Gibt es Rückkopplungen zu Planer?	☒ ja	☐ nein		
Gibt es Mangelverhütung?	☐ ja	☒ nein		

Skizze Informationsfluss



Checkliste Baustellenbegehung - F 8

Ort: Wien, 1010
Firma: Arch 2

Datum: 21.06.2018
Uhrzeit: 17:00

Block A - Allgemeines

Tätigkeit des Unternehmens	☒ Planer	☒ ÖBA	☐ Ausführer	☐ Subunternehmer
	☐ Ergänzung: _____			
Größe des Unternehmens	☒ KU	☐ MU	☐ Großunternehmen	
Art des Bauprojekts	☒ Wohnbau	☐ Bürobau	☐ Handel	☐ Bildungseinrichtung
	☐ Anderes: _____			
Auftragsvolumen	0,55 Mio. €			
Phase der Erhebung	☐ Planung	☐ Rohbau	☒ Ausbau	☐ Gewährleistung
Auftraggeber	☒ privat	☐ öffentlich		
Vertragsart	☒ Einheitspreis	☐ Pauschalpreis	☐ Sonderform: _____	

Block B - Mangelerhebung

Wie erfolgt die Mängelaufnahme?	☒ Klemmbrett	☐ App:	_____			
Welche Hilfsmittel kommen zum Einsatz?	☒ Smartphone	☐ Tablet	☐ Skizzen	☐ Digitalkamera		
	☒ Notizblock	☐ Maßstab	☐ Laserscan	☐ Pläne		
	☐ Sonstiges: _____					
Frequenz der Baustellenbegehung	☐ täglich	☒ wöchentlich	☐ monatlich	☐ Gewährleistung		
Sind dabei alle Beteiligten anwesend?	☒ ja	☐ nein				
Welche Faktoren werden bei der Mängelerhebung aufgenommen?	☒ Ort	☒ Art	☐ Grad	☐ Priorität		
	☐ Kosten	☒ Termin	☐ Ursache	☒ Zuständigkeit		
	☐ Sonstiges: _____					
Wie wird die Zuständigkeit festgelegt?	☐ Bautagebuch	☒ vor Ort	☐ Baubesprechung	☐ Zentralbüro		
Wo erfolgt die Lokalisierung?	☒ schriftlich	☐ Plan/Skizze	☐ in der App	☐ im Modell		
Welche Unterlagen werden hinzugefügt?	☒ Fotos	☐ Skizzen	☒ Beschreibungen	☐ Protokolle		
	☐ Videos	☐ Schrifttext	☐ Sprachnachricht	☐ Produktblatt		
Wie genau und vollständig werden Mängel erhoben?	qualitativ	☒ 1	2	3	4	5
	quantitativ	☒ 1	2	3	4	5
Grund für die gewählte Genauigkeit	☒ Vertrag	☐ QM Abteilung	☐ Bauherrenaussage	☐ Interne Vorgabe		

Block C - Mangelklassifizierung

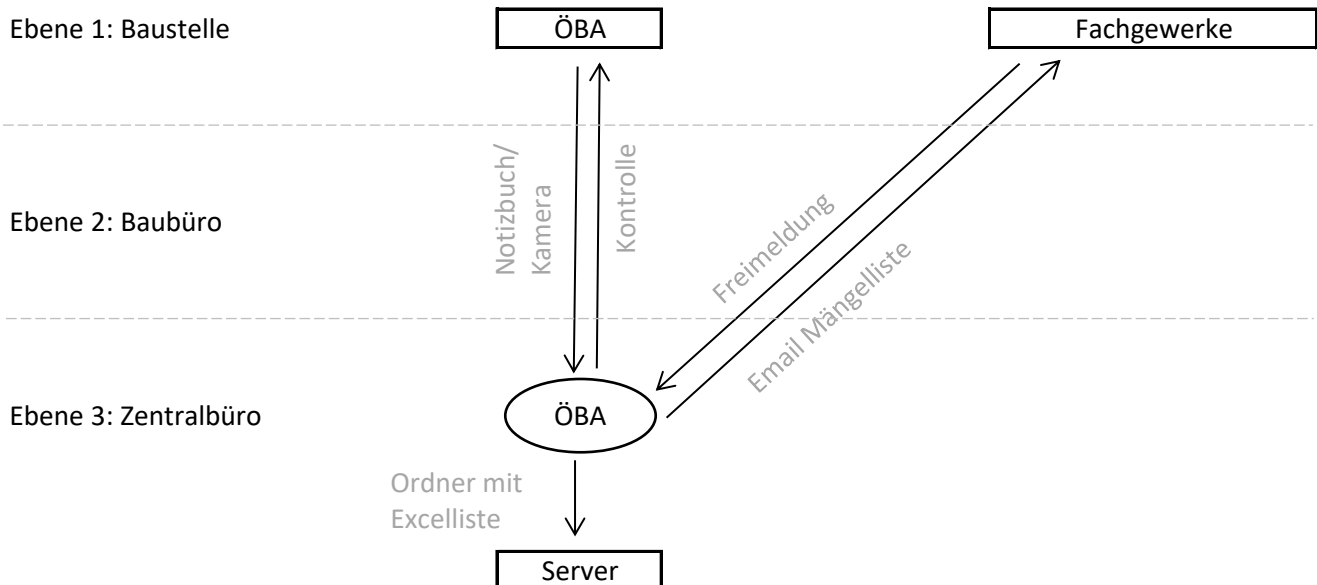
Gibt es Kategorien für Mängel?	☐ ja	☒ nein			
Wenn ja, welche?	☐ Ort	☐ Art	☐ Grad	☐ Priorität	
	☐ Kosten	☐ Termin	☐ Ursache	☐ Zuständigkeit	
	☐ Sonstiges: _____				
Wird im Mangelgrad unterschieden?	☒ ja	☐ nein			
Falls vorhanden, wird das Klassifizierungssystem genutzt?	☐ ja	☐ nein			
	wieso nicht: _____				
Gibt es statistische Auswertungen?	☐ ja	☒ nein			

Checkliste Baustellenbegehung

Block D - Informationsfluss

Art der Dokumentation	☐ analog	☒ digital	☐ doppelt	
Wer erstellt die Dokumente?	☐ Bauleiter	☐ Techniker	☐ Sekretär	☒ ÖBA
Gibt es eine Leitfaden?	☐ ja	☒ nein		
Wie wird entschieden wer die Informationen bekommt?	☐ Vertrag	☒ Besprechung	☐ Projekthandbuch	
Wer leitet die Informationen weiter?	☐ Bauleiter	☐ Techniker	☐ Sekretär	☒ ÖBA
Wer meldet den Mangel frei?	☐ Bauleiter	☐ Techniker	☐ Sekretär	☒ ÖBA
Wo sind die Berichte abgelegt?	☐ Aktenschrank	☒ Server/lokal	☐ Plattform	☐ Cloud
Gibt es eine Struktur?	☒ ja	☐ nein		
Wonach wird geordnet?	☒ Datum	☐ Nummer	☐ Name	☐ Mangelart
	☐ Kosten	☐ Mangelgrad	☐ Ort	☐ Zuständigkeit
Skizze: Projekt --> Ordnerstruktur --> ÖBA --> Berichte				
Wie werden Mängelberichte für spätere Zwecke gefunden?	☐ Stichwörter	☒ Datum	☐ dem Ort/Raum zugeordnet	
Wird evaluiert und ausgewertet?	☐ ja	☒ nein		
Was?	☐ Kosten	☐ Ort	☐ Mangelart	☐ Zuständigkeit
Wie?	☐ Statistisch	☐ qualitativ	☐ Sonstiges:	
Gibt es Rückkopplungen zu Planer?	☒ ja	☐ nein		
Gibt es Mangelverhütung?	☐ ja	☒ nein		

Skizze Informationsfluss



Checkliste Baustellenbegehung - F 9

Ort: Wien, 1170
Firma: Arch 3

Datum: 28.06.2018
Uhrzeit: 12:00

Block A - Allgemeines

Tätigkeit des Unternehmens	☐ Planer	☒ ÖBA	☐ Ausführer	☐ Subunternehmer
Größe des Unternehmens	☐ KU	☒ MU	☐ Großunternehmen	
Art des Bauprojekts	☐ Wohnbau	☐ Bürobau	☐ Handel	☐ Bildungseinrichtung
Auftragsvolumen	☐ Anderes: Krankenhaus			
Phase der Erhebung	15 Mio. €			
Auftraggeber	☐ privat	☒ öffentlich		
Vertragsart	☐ Einheitspreis	☒ Pauschalpreis	☐ Sonderform:	

Block B - Mangelerhebung

Wie erfolgt die Mängelaufnahme?	☐ Klemmbrett	☒ App:	OLMeRO	
Welche Hilfsmittel kommen zum Einsatz?	☐ Smartphone	☒ Tablet	☐ Skizzen	☐ Digitalkamera
	☐ Notizblock	☐ Maßstab	☐ Laserscan	☐ Pläne
	☐ Sonstiges:			
Frequenz der Baustellenbegehung	☐ täglich	☒ wöchentlich	☐ monatlich	☐ Gewährleistung
Sind dabei alle Beteiligten anwesend?	☐ ja	☒ nein		
Welche Faktoren werden bei der Mängelerhebung aufgenommen?	☒ Ort	☒ Art	☒ Grad	☐ Priorität
	☐ Kosten	☒ Termin	☐ Ursache	☒ Zuständigkeit
	☐ Sonstiges:			
Wie wird die Zuständigkeit festgelegt?	☐ Bautagebuch	☒ vor Ort	☐ Baubesprechung	☐ Zentralbüro
Wo erfolgt die Lokalisierung?	☐ schriftlich	☐ Plan/Skizze	☒ in der App	☐ im Modell
Welche Unterlagen werden hinzugefügt?	☒ Fotos	☐ Skizzen	☒ Beschreibungen	☐ Protokolle
	☐ Videos	☐ Schrifttext	☐ Sprachnachricht	☐ Produktblatt
Wie genau und vollständig werden Mängel erhoben?	qualitativ	quantitativ		
Grund für die gewählte Genauigkeit	☒ Vertrag	☐ QM Abteilung	☐ Bauherrenaussage	☐ Interne Vorgabe

Block C - Mangelklassifizierung

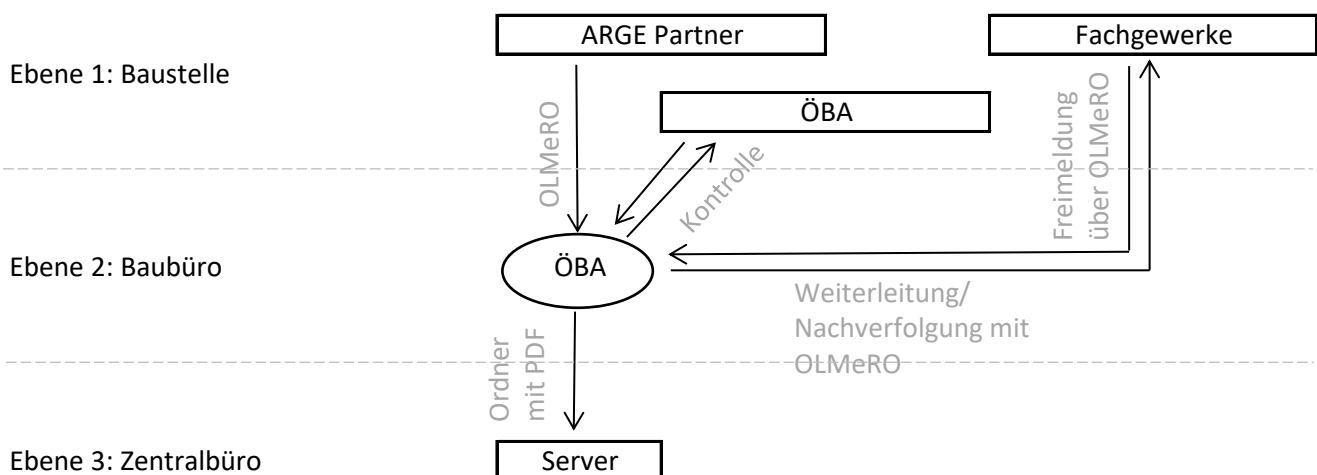
Gibt es Kategorien für Mängel?	☒ ja	☐ nein		
Wenn ja, welche?	☐ Ort	☒ Art	☒ Grad	☐ Priorität
	☐ Kosten	☐ Termin	☐ Ursache	☒ Zuständigkeit
	☐ Sonstiges:			
Wird im Mangelgrad unterschieden?	☒ ja	☐ nein		
Falls vorhanden, wird das Klassifizierungssystem genutzt?	☒ ja	☐ nein		
Gibt es statistische Auswertungen?	☐ ja	☒ nein		

Checkliste Baustellenbegehung

Block D - Informationsfluss

Art der Dokumentation	☐ analog	☒ digital	☐ doppelt	
Wer erstellt die Dokumente?	☐ Bauleiter	☐ Techniker	☐ Sekretär	☒ ÖBA
Gibt es eine Leitfaden?	☐ ja	☒ nein		
Wie wird entschieden wer die Informationen bekommt?	☒ Vertrag	☐ Besprechung	☐ Projekthandbuch	
Wer leitet die Informationen weiter?	☐ Bauleiter	☐ Techniker	☐ Sekretär	☒ ÖBA
Wer meldet den Mangel frei?	☐ Bauleiter	☐ Techniker	☐ Sekretär	☒ ÖBA
Wo sind die Berichte abgelegt?	☐ Aktenschrank	☐ Server/lokal	☒ Plattform	☐ Cloud
Gibt es eine Struktur?	☒ ja	☐ nein		
Wonach wird geordnet?	☒ Datum	☐ Nummer	☐ Name	☐ Mangelart
	☐ Kosten	☐ Mangelgrad	☐ Ort	☒ Zuständigkeit
Skizze: Projekt --> Outlookstruktur --> ÖBA --> Berichte				
Wie werden Mängelberichte für spätere Zwecke gefunden?	☐ Stichwörter	☒ Datum	☐ dem Ort/Raum zugeordnet	
Wird evaluiert und ausgewertet?	☐ ja	☒ nein		
Was?	☐ Kosten	☐ Ort	☐ Mangelart	☐ Zuständigkeit
Wie?	☐ Statistisch	☐ qualitativ	☐ Sonstiges:	
Gibt es Rückkopplungen zu Planer?	☐ ja	☒ nein		
Gibt es Mangelverhütung?	☐ ja	☒ nein		

Skizze Informationsfluss



Fragebogen

Erstellt von: Moritz Maier

Zweck: Für die Diplomarbeit mit dem Titel
„Mängelmanagement“ an der TU
Wien im Forschungsbereich
„Industriebau und interdisziplinäre
Bauplanung“ unter der Leitung von
Frau Associate Prof. Iva Kovacic.



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
WIEN
Vienna | Austria

Mängelmanagement

Das Bauwesen ist geprägt durch die Arbeit von und mit menschlichen Individuen in Großteils einzigartigen Konstellationen. Mit der Errichtung von baulichen Unikaten und sich laufend verändernden technischen und sozialen Rahmenbedingungen kommen weitere erschwerende Faktoren für die Ausführung hinzu. Dadurch kann im Gegensatz zur stationären Industrie keine hundertprozentige Fehlerfreiheit erreicht werden. Ein sorgfältiges Mängelmanagement kann jedoch die Fehlerhäufigkeit minimieren und Streitigkeiten im Zuge von Nachtragsforderungen oder bei der Übernahme vorbeugen.

In meiner Diplomarbeit beschäftige ich mich mit dem Organisationsaufwand, den die Mängelerhebung, -dokumentation und -behebung verursacht. Die aktuellen Ablagestrukturen sollen analysiert und beurteilt werden, um herauszufinden, ob eine bauwirtschaftliche Notwendigkeit besteht, Änderungen im Prozessablauf durchzuführen. Die Schnittstellen zwischen Baustelle, Baubüro und Zentralbüro werden durch Fallstudien und Experteninterviews genau betrachtet und auf ihre Fähigkeit der Informationsweitergabe untersucht. Ziel ist es, die komplexen Beteiligtenstrukturen darzustellen und ein Modell für einen effektiveren Umgang mit Mängeln zu finden. Mit einem neuen Strukturmodell sollen schließlich auch Kosten- und Zeitaufwände definiert werden, mit denen eine genauere Vorhersage der Projektkosten möglich wird.

Nur durch Gespräche mit Personen wie Ihnen ist es für mich möglich, einen praktischen Einblick in diese Thematik zu bekommen. Der Fokus dieser Befragung liegt auf einer Bestandsanalyse der Mängelerhebung und des Informationsflusses der dazugehörigen Dokumente. Zudem wird ein Klassifizierungssystem für Mängel validiert und es werden Kosten- und Zeitaufwände qualitativ untersucht. Schlussendlich sollen Anforderungsprofile für die Zukunft gefunden werden und Ihre Meinungen und Erfahrungen in die Bewertung der Untersuchungsergebnisse einfließen. Ich möchte Ihnen schon jetzt für Ihre Zeit und Ihre Unterstützung danken!

Moritz Maier

Interviewleitfaden

Einleitung

„Vielen Dank, dass Sie sich bereit erklärt haben, mich bei meiner Diplomarbeit zu unterstützen und mit mir dieses Interview führen. Ich bin Student an der TU Wien und meine Abschlussarbeit handelt von den Potentialen und Defiziten von Mängelmanagement. Dabei liegt der Fokus auf der Ausführungsphase, in der Mängel entstehen und ausgebessert werden.“

Das Interview wird in etwa 30 Minuten dauern. Ihre Aussagen werden selbstverständlich streng vertraulich behandelt und anonymisiert in die Diplomarbeit übertragen.

Falls Sie keine Einsprüche haben, werde ich das Interview mit meinem Smartphone aufnehmen, um so das Interview möglichst kurz zu halten.“

Block A – Allgemeines

- Name des Unternehmens z.B. Unternehmen 1
- Name des Interviewpartners z.B. ÖBA 1
- Art des Unternehmens

☐ Planer	☐ ÖBA	☐ Ausführender
☐ TU	☐ GU	☐ Subunternehmer
☐ Ergänzung: _____		
- Größe/Umsatz des Unternehmens _____ Mitarbeiter _____ Mio. €
- Funktion des Gesprächspartners

☐ Planer	☐ Ausführender	☐ QM
☐ Bauleitung	☐ Projektleitung	☐ Geschäftsführung
☐ Kalkulation	☐ Techniker	☐ Andere
- Art der Kunden

☐ private	☐ öffentliche	☐ beides
- Geschäftsfeld

☐ Planung	☐ Rohbau	☐ Ausbau

Block B – Mangelerhebung und Informationsfluss

- Wie erfolgt die Mangelbearbeitung in Ihrem Unternehmen von der Entdeckung bis zur Dokumentation? Gibt es einen Leitfaden dazu im Unternehmen?
- Welche Softwareprogramme werden verwendet?
- Welche Personen befassen sich in Ihrem Unternehmen mit dem Mängelprozess und was sind ihre Aufgaben (Qualitätsmanagement)?
- Wie erfolgt die Weitergabe von Informationen intern zwischen Baustelle, Baubüro und Zentralbüro und schließlich zu externen Unternehmen?
- Wie und wo werden Dokumente abgelegt und wie sieht die Struktur dahinter aus (Datenbanken, Projektserver)?
- Wäre eine Eingliederung des Mängelmanagement in die Verträge sinnvoll und warum?

Block C – Mangelklassifizierung

- Werden in Ihrem Unternehmen die Mängel klassifiziert, wenn ja erzählen Sie darüber, wie zufrieden sind Sie, was fehlt?
- Werden statistische Auswertungen vorgenommen? Falls ja, werden diese Auswertungen benutzt, um Mängel vorzubeugen? Falls nein, warum nicht?
- Werden Mängel unterschiedlich priorisiert? Wonach erfolgt die Einteilung und wer entscheidet das?
- Welche Gruppe vermissen Sie in dieser Einteilung oder könnte man welche zusammenfassen?

Block D – Aufwand/Kosten

- Woraus setzt sich der Organisationsaufwand im Mängelprozess zusammen?
- Können Sie den zeitlichen Aufwand für das Mängelmanagement abschätzen und werden diese Tätigkeiten erfasst? Wo könnte im Organisationsprozess Zeit eingespart werden? Welche Arbeitsschritte werden ihrer Erfahrung nach auch mehrfach erledigt?
- Wie würden Sie Aufwand/Kosten für Nachbesserungsarbeiten berechnen und werden diese Kosten bereits in der Kalkulation verwendet? Wie hoch sind diese Kosten? Wo werden diese Kosten berücksichtigt?
- Worin würde der Vorteil von der Verwendung von Kostenkennwerte für Mängelbehebungen bzw. dessen Organisation in Ihrer Kalkulation liegen?

Block E – Defizite und Potentiale

- Was sind Ihrer Meinung nach die wichtigsten Parameter und Einflussgrößen im Mängelmanagement?
- Welche Probleme gibt es in Bezug auf das Mängelmanagement?
- Wo sehen Sie Potentiale bzw. die Zukunft des Mängelmanagements und wie kann das erreicht werden?

„Vielen Dank für das Gespräch.“

Mängeleinteilung:

- Funktionsbeeinträchtigungen
- Ungeeigneter Einbau
- Kaputte Gegenstände/Baufällig
- Ablösungen, fehlende Verankerungen
- Verschmutzungen
- Ebenheitsprobleme
- Falsche Ausrichtung
- Fehlende Elemente
- Stabilitätsprobleme/Bewegungsmöglichkeit
- Oberflächenerscheinung
- Wasserschäden
- Toleranzfehler
- Andere

Category 1	Category 2	Definition	Example
Affected functionality	Disabled	MEI that must be replaced because its functionality is completely affected	Air conditioning motor does not work
	Bad operation	MEI that must be repaired but not necessarily replaced because its functionality is partially affected	Door scrapes on floor
Inappropriate installation	—	MEI not well positioned or does not satisfy project specifications or does not have the characteristics it should have	Slab's bars in wrong layer
Biological action and change	—	All defects caused by living beings as molds	Mold in walls or the attack of woodworm
Broken/Deteriorated	—	MEI physically and forcibly separated into pieces or split, as well as deteriorated elements because of its use and also the physical interaction with the environment, among many others	Window glass broken
Chemical action and change	—	Includes all defects produced by the interaction between chemicals, elements, and compounds that make up materials used in and around buildings and the constant action of people, processes, and environment	Corrosion of metals or the carbonation of concrete
Detachment	—	MEI that are not fixed in their position	Detached tiles after their collocation
Soiled	General	Includes all defects related to dirtiness, either caused by the dirt of the construction process or provoked by the use of workers on-site, etc.	Dust in all building, residues of packaging
	Stain	Stains appeared on surfaces that cannot be cleaned, or elements that became stained due to the nature of the activities that are being carried out, such as painting	Painting stains, fuel stains
Flatness and levelness	—	Surfaces significantly irregular and/or with excessive sloping	Slabs or walls too inclined
Misaligned	—	MEI that are imperfectly or badly aligned. The difference between the flatness and levelness and misaligned categories is that the first one refers to a surface and the second one is referring to a line	Pillars not aligned or walls made by masonry do not follow a line
Missing	Item	MEI that are not collocated (omissions)	Lack of a doorknob
	Work	Works that are not completed/done, although in the project or in the specifications are supposed to be collocated or completed/done	The second layer of paint when painting a wall
Stability/movement	Collapse	Extremely damaged structure that threatens to ruin, or a collapsed structure, for example	Slab collapse
	Landslip	Land movement	Settling of the ground
	Cracking	Cracks in construction elements	Cracks in concrete elements
	Excessive deflection	Excessive deformation of a structure before its use	Excessive deflection in slab
Surface appearance	Excessive structural vibration	Excessive movement of a structure before its use when a dynamic load is applied	Excessive vibration in slabs
	Bumps	Protuberance on a level surface	Bumps in plaster board joins
	Dips	Opposite effect to a bump	Honeycombs in concrete elements
	Uneven	Surface not even or uniform as e.g., in shape or texture, an uneven color, uneven ground, uneven margins, wood with an uneven grain	Walls with uneven color
Water problems	Hit/scratches	The result of a collision or abrasion	Impact in the mailbox
	Efflorescence	Surface with a powdery deposit caused by the evaporation of water when there is a certain level of dissolved salts	Efflorescence in external walls
	Excess moisture	Wetness caused by moisture, including rising damp, penetration damp, and condensation	Moisture stain
Tolerance errors	Entrapped water	Water that does not drain	Floods and puddles
	Water ingress	Defects related to water that seeps through walls, slabs, roofs, etc.	Flood in the parking
Others	—	Defects associated with dimension or distance; this term is related to the thickness of construction elements, the distance between them, and defects concerning positioning them	Laying out pillars, the thickness of pavements
Others	—	Includes all defects that cannot be classified in the previous categories.	

Note: Material/element/item (MEI).

Labelle aus Macarulla et al.: *Standardizing Housing Defects: Classification, Validation, and Benefits*, American Society of Civil Engineers, Volume 139 Issue 8, 2013

Fragebogen

Erstellt von: Moritz Maier

Zweck: Für die Diplomarbeit mit dem Titel
„Mängelmanagement“ an der TU
Wien im Forschungsbereich
„Industriebau und interdisziplinäre
Bauplanung“ unter der Leitung von
Frau Associate Prof. Iva Kovacic.



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
WIEN
Vienna | Austria

Mängelmanagement

Das Bauwesen ist geprägt durch die Arbeit von und mit menschlichen Individuen in Großteils einzigartigen Konstellationen. Mit der Errichtung von baulichen Unikaten und sich laufend verändernden technischen und sozialen Rahmenbedingungen kommen weitere erschwerende Faktoren für die Ausführung hinzu. Dadurch kann im Gegensatz zur stationären Industrie keine hundertprozentige Fehlerfreiheit erreicht werden. Ein sorgfältiges Mängelmanagement kann jedoch die Fehlerhäufigkeit minimieren und Streitigkeiten im Zuge von Nachtragsforderungen oder bei der Übernahme vorbeugen.

In meiner Diplomarbeit beschäftige ich mich mit dem Organisationsaufwand, den die Mängelerhebung, -dokumentation und -behebung verursacht. Die aktuellen Ablagestrukturen sollen analysiert und beurteilt werden, um herauszufinden, ob eine bauwirtschaftliche Notwendigkeit besteht, Änderungen im Prozessablauf durchzuführen. Die Schnittstellen zwischen Baustelle, Baubüro und Zentralbüro werden durch Fallstudien und Experteninterviews genau betrachtet und auf ihre Fähigkeit der Informationsweitergabe untersucht. Ziel ist es, die komplexen Beteiligtenstrukturen darzustellen und ein Modell für einen effektiveren Umgang mit Mängeln zu finden. Mit einem neuen Strukturmodell sollen schließlich auch Kosten- und Zeitaufwände definiert werden, mit denen eine genauere Vorhersage der Projektkosten möglich wird.

Nur durch Gespräche mit Personen wie Ihnen ist es für mich möglich, einen praktischen Einblick in diese Thematik zu bekommen. Der Fokus dieser Befragung liegt auf einer Bestandsanalyse der Mängelerhebung und des Informationsflusses der dazugehörigen Dokumente. Zudem wird ein Klassifizierungssystem für Mängel validiert und es werden Kosten- und Zeitaufwände qualitativ untersucht. Schlussendlich sollen Anforderungsprofile für die Zukunft gefunden werden und Ihre Meinungen und Erfahrungen in die Bewertung der Untersuchungsergebnisse einfließen. Ich möchte Ihnen schon jetzt für Ihre Zeit und Ihre Unterstützung danken!

Moritz Maier

Interviewleitfaden

Einleitung

„Vielen Dank, dass Sie sich bereit erklärt haben, mich bei meiner Diplomarbeit zu unterstützen und mit mir dieses Interview führen. Ich bin Student an der TU Wien und meine Abschlussarbeit handelt von den Potentialen und Defiziten von Mängelmanagement. Dabei liegt der Fokus auf der Ausführungsphase, in der Mängel entstehen und ausgebessert werden.“

Das Interview wird in etwa 30 Minuten dauern. Ihre Aussagen werden selbstverständlich streng vertraulich behandelt und anonymisiert in die Diplomarbeit übertragen.

Falls Sie keine Einsprüche haben, werde ich das Interview mit meinem Smartphone aufnehmen, um so das Interview möglichst kurz zu halten.“

Block A – Allgemeines

- Name des Unternehmens _____
- Name des Interviewpartners _____
- Art des Unternehmens
☐ Planer ☐ ÖBA ☐ Ausführender
☐ TU ☐ GU ☐ Subunternehmer
☐ Ergänzung: _____
- Größe/Umsatz des Unternehmens _____ Mitarbeiter _____ Mio. €
- Funktion des Gesprächspartners
☐ Planer ☐ Ausführender ☐ QM
☐ Bauleitung ☐ Projektleitung ☐ Geschäftsführung
☐ Kalkulation ☐ Techniker ☐ Andere
- Art der Kunden
☐ private ☐ öffentliche ☐ beides
- Geschäftsfeld
☐ Planung ☐ Rohbau ☐ Ausbau

Block B – Mangelerhebung und Informationsfluss

- Wie haben Sie persönlich mit Mängeln zu tun, welche Erfahrungen haben Sie mit Mängeln?
- Wie erfahren Sie von Mängeln? Wer gibt wem welche Informationen weiter und gibt es einen Leitfaden dazu im Unternehmen?
- Welche Softwareprogramme werden auf diesem Informationsweg verwendet?
- Welche Personen befassen sich in Ihrem Unternehmen mit dem Mängelprozess und was sind deren Aufgaben (Qualitätsmanagement)?
- Wie erfolgt die Weitergabe von Informationen schließlich zu externen Unternehmen?
- Wie und wo werden Dokumente abgelegt und wie sieht die Struktur dahinter aus (Datenbanken, Projektordner, Projektserver)?
- Wäre eine Eingliederung des Mängelmanagement in die Verträge sinnvoll und warum?

Block D – Aufwand/Kosten

- Als Planer erstellt man Kosten- und Zeitprognosen für den Bauherrn. Man hört immer, die erste Zahl die der Bauherr sieht ist die wichtigste. Warum wäre es sinnvoll bzw. ist es nicht sinnvoll hier bereits Kosten bzw. vor Allem zusätzliche Zeitreserven für Mängelbehebungen (zumindest intern) einzurechnen?
- Wie werden die Aufwendungen für das Mängelmanagement gegenüber dem Auftraggeber abgegolten?
- Woraus setzt sich der Kostenaufwand im Mängelprozess zusammen, welche sind die wichtigsten Faktoren und Einflussgrößen?
- Können Sie den zeitlichen Aufwand für das Mängelmanagement abschätzen und werden diese Tätigkeiten erfasst? Wo könnte im Organisationsprozess Zeit eingespart werden?
- Welche Arbeitsschritte werden ihrer Erfahrung nach auch mehrfach erledigt?
- Wie würden Sie Aufwand/Kosten für Nachbesserungsarbeiten berechnen und werden diese Kosten bereits in der Kalkulation verwendet? Wie hoch sind diese Kosten? Wo werden diese Kosten berücksichtigt?
- Worin würde der Vorteil von der Verwendung von Kostenkennwerte für Mängelbehebungen bzw. dessen Organisation in Ihrer Kalkulation liegen?
- Wie könnten die Kosten für Schulungszwecke und Managemententscheidungen genutzt werden?

Block C – Mangelklassifizierung

- Werden in Ihrem Unternehmen die Mängel klassifiziert, wenn ja erzählen Sie darüber, wie zufrieden sind Sie, was fehlt?
- Wie werden einzelne Mängel, Mängelarten oder Mängelgruppen mit ihren Kosten verknüpft?
- Werden statistische Auswertungen vorgenommen? Falls ja, werden diese Auswertungen benutzt, um Mängel vorzubeugen? Falls nein, warum nicht?
- Werden Mängel unterschiedlich priorisiert? Wonach erfolgt die Einteilung und wer entscheidet das?

Block E – Defizite und Potentiale

- Was sind Ihrer Meinung nach die wichtigsten Parameter und Einflussgrößen generell im Mängelmanagement?
- Welche Probleme gibt es in Bezug auf das Mängelmanagement?
- Wo sehen Sie Potentiale bzw. die Zukunft des Mängelmanagements und wie kann das erreicht werden?

„Vielen Dank für das Gespräch.“