

Diploma Thesis

Increased efficiency through the application of BIM in construction

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

DIPLOMARBEIT

Effizienzsteigerung durch den Einsatz von BIM in der Bauausführung

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

von

Eva Hiebl

Matr.Nr.: 01028443

unter der Anleitung von

Univ.Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn. **Gerald Goger**

Univ.Ass.ⁱⁿ Dipl.-Ing.ⁱⁿ **Melanie Piskernik**

Institut für Interdisziplinäres Bauprozessmanagement
Forschungsbereich Baubetrieb und Bauverfahrenstechnik
Technische Universität Wien,
Karlsplatz 13/234-1, A-1040 Wien

Wien, im Februar 2018

Vorwort¹

An dieser Stelle gilt ein besonderes Dankeschön allen Personen, die mich in der Zeit meiner Diplomarbeit unterstützt haben.

Einen großen Dank spreche ich meiner Betreuerin vom Institut für Interdisziplinäres Bauprozessmanagement Frau Univ. Ass. DI Melanie Piskernik und meinem Professor Herr Univ. Prof. DI Dr. techn. Gerald Goger für die hervorragende Betreuung aus.

Ein weiteres Dankeschön gilt der, an der Themenstellung meiner Diplomarbeit beteiligten, Firma Swietelsky Baugesellschaft mbH, meinem Betreuer von Seiten der Firma Bmstr. Ing Hanspeter Schachinger und seinem Team für die gute Zusammenarbeit und die Ermöglichung der Datenerhebung.

Ein ganz besonderer Dank gilt meiner Familie, die mich während meines gesamten Studiums unterstützt hat und in der Zeit der Diplomarbeit jederzeit für mich da war und mir mit Rat und Tat zur Seite gestanden ist. Ein weiteres Dankeschön spreche ich meinen Eltern Gabriele und Gerald Hiebl aus, die mir mein Studium ermöglicht haben.

Ein herzliches Dankeschön gilt auch meinem Freund Robert, der mich während der ganzen Zeit unterstützt hat und mir Kraft gab.

Schlussendlich möchte ich mich noch bei meinen Freunden für ihre Unterstützung bedanken.

¹ Genderhinweis:

Die Autorin legt großen Wert auf Diversität und Gleichbehandlung. Im Sinne einer besseren Lesbarkeit wurde jedoch oftmals entweder die maskuline oder feminine Form gewählt. Dies impliziert keinesfalls eine Benachteiligung des jeweils anderen Geschlechts.

Kurzfassung

Stetiger technologischer Fortschritt führt zur laufenden Weiterentwicklung in der Baubranche. Es werden neue Programme entwickelt und Prozesse optimiert. Exemplarisch für Neuerungen mit erheblichem positiven Einfluss auf die Baubranche war die Einführung von CAD-Programmen. Bisher hatten die Entwicklungen nur Einfluss auf einzelne Bereiche oder Aufgaben in der Baubranche.

Building Information Modeling („BIM“) bewirkt eine vollständige Veränderung der Arbeitsweise. Durch die softwareunterstützte Arbeitsprozesse, die dieser Methode zugrunde liegen, erfolgt eine Optimierung in der Planungs-, Ausführungs- und Betriebsphase eines Gebäudes. Im Fokus dieses Konzeptes steht ein digitales Gebäudemodell, welches über den gesamten Lebenszyklus eines Bauwerks verwendet werden soll. In das Modell können relevante Daten, wie etwa Geometrie- und Materialdaten, eingespeist werden. Dadurch ergibt sich erstmals die Möglichkeit eines durchgehenden Informationsflusses über alle Projektphasen. BIM hat aber nicht nur Auswirkungen auf den Informationsfluss in einem Bauvorhaben, es bewirkt beispielsweise eine Veränderung in der Kommunikation der am Bauprojekt Beteiligten und erleichtert die Dokumentation. Die Modifikationen in diesen Bereichen wirken sich vorteilhaft auf die Arbeit der Bauleitung aus. Durch die Digitalisierung der einzelnen Prozesse und das damit einhergehende Optimierungspotenzial wird bei Bauvorhaben und in der Arbeit des Bauleiters eine Effizienzsteigerung bewirkt.

Die vorliegende Diplomarbeit greift diese Gedanken auf und behandelt den Einsatz von BIM in der Bauausführung. Der Fokus der Arbeit liegt auf dem Tätigkeitsfeld der Bauleitung, welchem im Rahmen der Bauausführung entscheidende Bedeutung zukommt. Aufbauend auf der konventionellen Bauprojektentwicklung werden die Tätigkeiten der Bauleitung analysiert und mittels empirischer Untersuchung von Zeitdaten, in Kooperation mit den Firmen Swietelsky Baugesellschaft mbH und PlanRadar GmbH, für den Hochbau erhoben.

Ausgehend davon wird mittels Experteninterviews erhoben, inwieweit BIM in der Bauausführung etabliert ist. Der Fokus liegt hier ebenfalls auf dem Tätigkeitsfeld der Bauleitung. Im Rahmen der Experteninterviews wurde festgestellt, dass BIM in der Bauausführung noch nicht Stand der Technik ist. Trotzdem ist es durch den in den geführten Gesprächen gewonnenen Überblick gelungen, Rückschlüsse auf die zukünftigen Anforderungen im Tätigkeitsfeld der Bauleitung zu ziehen und Potenziale darzustellen.

Abstract

Constant technological progress leads to an ongoing development in the construction industry. New programs are developed and processes optimized. One of the best examples for an innovation with a positive influence on the construction sector was the introduction of CAD programs. Until now, these developments only had an impact on individual areas or tasks in the construction industry.

Building Information Modelling ("BIM") leads to a complete change in the functioning of construction processes. The software-supported work processes, on which this method is based, optimize the planning, execution and operation phases of a building. The focus of the concept BIM is on a digital building model, which is to be used over the entire lifecycle of a building. The model can be fed with relevant data, such as geometry or material data. Because of this process, the possibility of a continuous flow of information over all project phases arises for the first time. BIM has not only an impact on the flow of information in a construction project; it also causes a change in the communication of those involved in the construction project and facilitates documentation. The modifications in these areas have an advantageous effect on the work of the construction management. By digitizing the individual processes and the associated potential for optimization, an increase in efficiency is achieved in construction projects and in the work of the construction manager.

This diploma thesis discusses the effects of the use of BIM in construction processes. The focus of the paper is on the activity of construction management, which plays a decisive role in the construction process. Based on conventional projects, the activities of the construction management are analysed and evaluated by means of empirical analysis of time data. This was done for building construction in cooperation with the companies Swietelsky Baugesellschaft mbH and PlanRadar GmbH.

Based on the preliminary work, the current implementation status of BIM in building construction has been evaluated by expert interviews. The focus here is as well on the field of construction management. During the expert interviews it was determined that BIM is not yet well implemented during the construction process. Nevertheless, the overview gained in the talks has succeeded in drawing conclusions about the future requirements in the area of construction management and also presented potential in this field.

Inhaltsverzeichnis

VORWORT	II
KURZFASSUNG	III
ABSTRACT	IV
INHALTSVERZEICHNIS.....	V
ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS	VIII
1 EINLEITUNG.....	1
1.1 Aufbau der Diplomarbeit.....	1
1.2 Motivation.....	2
1.3 Forschungsfragen	2
2 GRUNDLAGEN	3
2.1 Erfassung von Zeitdaten	3
2.1.1 Arbeitswissenschaftliche Grundlagen	3
2.1.2 Methoden der Datenerhebung in der Arbeitswissenschaft	6
2.1.3 Ablauf der Datenaufnahme	7
2.1.4 Statistische Auswertung der Zeitdaten.....	9
2.2 Building Information Modeling	12
2.2.1 Definition.....	12
2.2.2 Geschichtliche Entwicklung	13
2.2.3 Ausführungs- und Nutzungsstufen	14
2.2.4 Aktuelle Normenlage	16
2.2.5 Potenzial von BIM in der Planungs- und Ausführungsphase.....	17
2.2.5.1 Planungsphase	19
2.2.5.2 Ausführungsphase	27
3 AUFGABENBEREICHE DER BAULEITUNG.....	31
3.1 Definition.....	31
3.1.1 Bauleiter	31
3.1.2 Projektphasen.....	33

3.2	Übersicht der Bauleitungsaufgaben.....	35
3.2.1	Ausführungsvorbereitung.....	36
3.2.2	Ausführung.....	41
3.2.3	Projektabschluss.....	47
3.3	Einfluss der Erfahrung des Bauleiters auf den zeitlichen Aufwand.....	48
4	ERMITTLUNG DES ZEITLICHEN ARBEITSAUFWANDS DER BAULEITUNG.....	51
4.1	Erarbeitung des Fragebogens.....	51
4.2	Bauvorhaben.....	53
4.3	Auswertung.....	55
4.3.1	Auswertung nach Bauvorhaben.....	57
4.3.2	Auswertung nach Projektphasen.....	63
4.3.2.1	Ausführungsvorbereitung.....	63
4.3.2.2	Ausführung.....	65
4.3.2.3	Projektabschluss.....	66
4.3.2.4	Gewährleistung.....	67
4.3.3	Gesamtauswertung.....	68
4.4	Vergleich mit vorhandener Literatur.....	74
5	ERHEBUNG DER POTENZIALE VON BIM FÜR DIE BAUAUSFÜHRUNG MITTELS EXPERTENINTERVIEWS.....	80
5.1	Beschreibung der Methode.....	80
5.2	Erarbeitung des Interviewleitfadens.....	81
5.3	Auswahl der Experten.....	82
5.4	Durchgeführte Interviews.....	84
5.4.1	Themenkomplex 1: Einführung in das Thema und persönliche Erfahrung mit BIM.....	84
5.4.2	Themenkomplex 2: Allgemeine Fragen über BIM.....	86
5.4.3	Themenkomplex 3: BIM in der Bauausführung.....	92
5.4.4	Themenkomplex 4: Verbesserungsvorschläge.....	95
5.5	Auswertung der Interviews.....	97
5.5.1	Methodik der Analyse.....	97

5.5.2	Auswerten der Kategorien	98
5.5.2.1	Einfluss von BIM auf die Phasen eines Bauvorhabens.....	101
5.5.2.2	Gründe für den fehlenden Einsatz von BIM in der Bauausführung.....	102
5.5.2.3	Vorteile von BIM	103
5.5.2.4	Nachteile von BIM.....	104
5.5.2.5	Anforderungen für den Einsatz von BIM	105
5.5.2.6	Einfluss von BIM auf die einzelnen Aufgaben des Bauleiters.....	106
5.6	Fazit der Experteninterviews	111
6	RESÜMEE UND AUSBLICK	113
6.1	Resümee.....	113
6.2	Ausblick.....	116
7	VERZEICHNISSE	117
7.1	Literaturverzeichnis	117
7.2	Abbildungsverzeichnis.....	120
7.3	Tabellenverzeichnis	121
A.	ANHANG	123
A.1	Bauvorhaben für Zeitdatenerhebung	123
A.2	Zeitdatenerhebung	126
A.3	Relative Arbeitszeiten des Bauleiters	129
B.	ANHANG	133
B.1	Interviewleitfaden	133
B.2	1. Interview.....	134
B.3	2. Interview.....	138
B.4	3. Interview.....	143
B.5	4. Interview.....	148
B.6	5. Interview.....	153
	EIDESSTATTLICHE ERKLÄRUNG	158

Abkürzungsverzeichnis

2D	zweidimensional
3D	dreidimensional
4D	vierdimensional
Abb.	Abbildung
AG	Auftraggeber
AN	Auftragnehmer
BH	Bauherr
BIM	Building Information Modeling
BL	Bauleiter
BM	Baumeister
CAFM	Computer-Aided Facilities Management
COBie	Construction-Operations Building Information Exchange
DMS	Dokumentenmanagement-Systeme
ECM	Enterprise Content Management System
EU	Europäische Union
GU	Generalunternehmer
IFC	Industry Foundation Classes
JIS	Just in Sequence
JIT	Just in Time
MFK	Mehrkostenforderung
PDM	Produktdatenmanagement
PKMS	Projekt- Kommunikations- Management- System
RFID	Radio-Frequency Identification
REFA	Verband für Arbeitsstudien, Betriebsorganisation und Unternehmensentwicklung e. V. (ursprünglich Reichsausschuss für Arbeitszeitermittlung)
SIA	Schweizer Ingenieur- und Architektenverein
SiGe-Plan	Sicherheits- und Gesundheitsplan
Tab.	Tabelle
TGA	Technische Gebäudeausrüstung
VDI	Verein deutscher Ingenieure

1 Einleitung

Zu Beginn werden der Inhalt der Diplomarbeit und der Aufbau der Kapitel erläutert. Im Anschluss daran folgen Ausführungen über die persönliche Motivation, die Zielsetzung und die Forschungsfragen.

1.1 Aufbau der Diplomarbeit

Die Gliederung und inhaltliche Erläuterung der einzelnen Abschnitte der Diplomarbeit erfolgt im ersten Kapitel.

Das Kapitel 2 beinhaltet die Grundlagen zu den Themen Arbeitswirtschaft und BIM. Anhand der durchgeführten Literaturrecherche werden die notwendigen Grundlagen auf Basis von Fachbüchern und -zeitschriften erläutert. Das Kapitel gliedert sich in zwei Bereiche. Erstens werden arbeitswissenschaftliche Methoden zur Ermittlung und Auswertung von Zeitdaten beschrieben, dies wird für die Ermittlung der zeitlichen Aufwandswerte der Bauleiter benötigt. Zweitens wird das Thema BIM – Building Information Modeling – und die zugrundeliegende Methodik genauer erläutert.

In Kapitel 3 werden ausgehend von einer Literaturrecherche die Aufgabenbereiche der Bauleitung in ausführenden Bauunternehmen dargestellt. Zu Beginn des Abschnittes wird die Position des Bauleiters in Bauvorhaben erläutert und seine Aufgaben während eines Bauvorhabens beschrieben.

In Kapitel 4 erfolgt die Erhebung des zeitlichen Aufwands der durchzuführenden Bauleitertätigkeiten. Dadurch soll ersichtlich werden, welche Tätigkeiten während eines konventionell abgewickelten Hochbau-Bauvorhabens die meiste Zeit in Anspruch nehmen. Im Rahmen der Diplomarbeit erfolgte eine Kooperation mit der Baufirma Swietelsky, durch diese Kooperation konnte die Praxistauglichkeit der aus der Literaturrecherche hervorgehenden Zeitangaben validiert werden.

In Kapitel 5 wird der Einsatz von BIM und die sich daraus ergebenden Auswirkungen auf die Bauausführung anhand von Experteninterviews ermittelt. Mit Hilfe der Befragung von 5 Personen kann das Potenzial von BIM für die Bauausführung und speziell für die Bauleitertätigkeit festgestellt werden. Im Zuge dieser Auswertung werden mögliche Effizienzsteigerungen durch den Einsatz von BIM aufgezeigt.

Das Kapitel 6 dient der Zusammenfassung und Veranschaulichung der Ergebnisse der vorliegenden Diplomarbeit. Dabei werden die gestellten Forschungsfragen anhand der Resultate beantwortet.

1.2 Motivation

Die primären Ziele jedes Bauvorhabens sind die Realisierung, unter Rücksichtnahme auf die festgelegten Rahmenbedingungen wie Bauzeit, Kosten und Qualität, sowie die mängelfreie Übergabe des Objektes. An der Spitze der ausführenden Tätigkeiten jedes Bauvorhabens steht aus Sicht des Bauunternehmens der Bauleiter. Diese Berufsgruppe dient als Schlüsselfigur für das Bauvorhaben. Dem Bauleiter obliegt die Verantwortung für den positiven Abschluss eines Projektes.

Durch den Einsatz von BIM wird in ausführenden Bauunternehmen eine Optimierung des Bauprozesses erwartet, welche zu einer Qualitätssteigerung und gleichzeitig zu einer Entlastung des Bauleiters führen soll. Diese vermutete Optimierung verschiedener Arbeitsprozesse wird im Zuge der vorliegenden Diplomarbeit aufgegriffen und wissenschaftlich untersucht. Anhand der durchgeführten Untersuchungen kann im Anschluss eine Aussage über eine mögliche Effizienzsteigerung durch BIM getroffen werden. Des Weiteren werden die Einflussfaktoren auf die Arbeit des Bauleiters aufgezeigt.

1.3 Forschungsfragen

Das Ziel dieser Arbeit ist, die zahlreichen Aufgaben des Bauleiters während einer konventionellen Baustellenabwicklung aufzuzeigen und anschließend Optimierungspotenzial durch den Einsatz von BIM darzulegen. Diese Erörterung erfolgt durch die Untersuchung und anschließende Beurteilung des Begriffes BIM. Angestrebt wird in dieser Arbeit die Beurteilung der Einflüsse von BIM auf die Bauausführung und die Feststellung einer damit verbundenen, möglichen Effizienzsteigerung.

Das Hauptaugenmerk dieser Diplomarbeit richtet sich auf folgende Forschungsfragen:

1. Welche Aufgaben fallen in den Arbeitsbereich des Bauleiters und wie verteilen sich diese im Verhältnis zur Arbeitszeit?
2. Welche Einsatzmöglichkeiten für BIM bestehen und welche werden derzeit genutzt?
3. Welchen Einfluss hat BIM auf die Arbeit des Bauleiters?

2 Grundlagen

In diesem Abschnitt werden die zugrundeliegenden arbeitswissenschaftlichen Methoden dieser Diplomarbeit dargestellt und der Begriff Building Information Modeling (BIM) anhand der bestehenden Literaturrecherche erläutert.

2.1 Erfassung von Zeitdaten

Im Zuge dieser Arbeit liegt ein Schwerpunkt auf der Ermittlung des Arbeitszeitaufwandes des Bauleiters und der Auswertung und Analyse dieser Zeitdaten. Im folgenden Abschnitt werden als erstes relevante Grundlagen der Arbeitswissenschaft dargestellt und anschließend Methoden der statistischen Auswertung beschrieben. Diese Methoden werden in Kapitel 3 für die Erhebung der Daten und die darauf folgende Auswertung und Interpretationen der gewonnenen Daten genutzt.

2.1.1 Arbeitswissenschaftliche Grundlagen

Die Aufgaben der Arbeitswissenschaft sind die „... – jeweils systematischen – Analyse, Ordnung und Gestaltung der technischen, organisatorischen und sozialen Bedingungen von Arbeitsprozessen mit dem Ziel, dass die arbeitenden Menschen in produktiven und effizienten Arbeitsprozessen² arbeiten.

Die Arbeit wird als Tätigkeit eines Menschen definiert, mit der wirtschaftlichen Zielsetzung der Erzeugung von Dienstleistungen und Gütern in Zusammenarbeit mit anderen Menschen und technischen Hilfsmitteln. [43] Das Ziel dieser Wissenschaft ist die Humanisierung und Rationalisierung der Arbeit. Auf Basis der arbeitswissenschaftlichen Analysen sollen menschenfreundliche Arbeitsbedingungen und zeitoptimierte Arbeitsvorgänge geschaffen werden. Die Vorgehensweise der Arbeitswissenschaften inkludiert die Erfassung der bestehenden Arbeitsabläufe mit anschließender Analyse der erworbenen Daten und schlussendlicher Optimierung des Arbeitsprozesses. [43] Die Vorgehensweisen der Arbeitswissenschaft zur Erörterung und Lösung eines Problems, vom Zeitpunkt des Erkennens eines Problems bis zur Optimierung des Arbeitsablaufes, werden anhand eines definierten Ablaufes durchgeführt. In Abbildung 2.1 ist der Ablauf von der Kenntnisnahme des Problems bis zur Analyse der erhobenen Daten dargestellt.

² Schlick, C., Bruder, R., Luczak, H.: Arbeitswissenschaft, S7 [43]

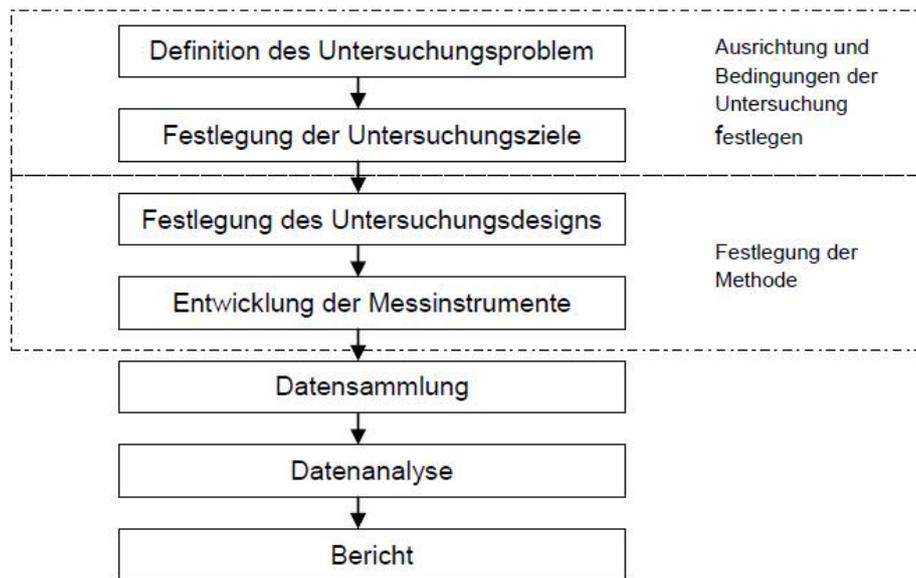


Abbildung 2.1: Phasen einer arbeitswissenschaftlichen Untersuchung [29]

Abbildung 2.1 zeigt, dass zu Beginn einer arbeitswissenschaftlichen Untersuchung das Untersuchungsproblem beschrieben und die Untersuchungsziele festgelegt werden müssen. Anschließend werden die Methoden der Untersuchung bestimmt. In weiterer Folge werden mit Hilfe dieser arbeitswissenschaftlichen Methode Daten gesammelt und analysiert. Die gewonnenen Erkenntnisse werden im Anschluss in einem Bericht erfasst. Dieser Ablauf veranschaulicht die Vorgehensweise in einer Untersuchung und wird in dieser Arbeit (vgl. Kapitel 4) angewandt.

Die Arbeitswissenschaft und ihre Forschungsprojekte sind stets an die Interaktion zwischen Theorie und Praxis gebunden. Die auftretenden und zu lösenden Probleme sind nicht alleine durch Erfahrungswerte zu beheben, es ist notwendig mit gezielt durchgeführten Untersuchungen und Analysen eine Lösung zu finden. Es sind drei Grundfälle von Problemlösungszyklen in der Arbeitswissenschaft bekannt und es ist im Vorfeld zu klären, welcher dieser Fälle zu überprüfen ist. Im ersten, bestmöglichen Fall liegen ein eindeutig definiertes Problem und eine dafür eindeutige Lösung vor, welche zu überprüfen ist. Im zweiten Fall liegt ein eindeutig definiertes Problem mit mehreren passenden Lösungen vor. Unter diesen Umständen ist die beste Option festzustellen. Der häufigste Fall ist jedoch der Dritte, hierbei liegt ein teilweise definiertes Problem mit unzähligen Lösungen vor. [43]

Einen Teilbereich der Arbeitswissenschaften stellt die **Arbeitswirtschaft** dar. Dieser Bereich wird laut Schlick, Bruder und Luczak als „*wirtschaftliche Verwertung menschlicher Arbeit*“³ bezeichnet. In diesem Fachbereich wird ein Arbeitssystem durch den Einsatz von

³Schlick, C., Bruder, R., Luczak, H.: Arbeitswissenschaft, S629 [43]

arbeitswissenschaftlichen Methoden und unter Rücksichtnahme von sozialer, humanitärer und arbeitsrechtlicher Betrachtung optimiert. Somit dient die Arbeitswirtschaft der Bewertung von Arbeitssystemen und der Erarbeitung von konkreten Lösungen für die Veränderungen von Arbeitsschritten in der Praxis. Das Ziel der Umgestaltung ist, die menschliche Arbeit effizienter einzusetzen. Die Arbeitswirtschaft unterliegt mehreren Prinzipien wie beispielsweise Arbeitsstandardisierung und Arbeitsqualifizierung, welche zur Umsetzung der Optimierung von Arbeitssystemen führen. [43] Im Zuge dieser Arbeit wird näher auf die **Zeitwirtschaft** eingegangen. Dieser Teilbereich der Arbeitswirtschaft wird im weiteren Verlauf dieser Diplomarbeit für die Erhebung der Zeitdaten der Aufgaben des Bauleiters benötigt. Die Zeitwirtschaft stellt für die Arbeit der Arbeitswirtschaft eine große Bedeutung dar. Die Aufgaben dieses Teilbereiches umfassen die Betrachtung und Analyse aller Zeitdauern von Arbeitsprozessen und deren Arbeitsmittel. Somit basiert eine Optimierung bzw. Planung und Koordination von Arbeitssystemen auf den Ergebnissen von zeitwirtschaftlichen Analysen. Die Kenntnis über die Dauer der einzelnen Arbeitsschritte verhindert Terminüberschreitungen oder führt zu einer Optimierung im Arbeitsablauf. Aus diesem Grund ist die Zeitwirtschaft ebenfalls wichtig für die Beurteilung der Wirtschaftlichkeit von Arbeitsprozessen. In Abbildung 2.2 werden die Schritte der Zeitwirtschaft veranschaulicht.

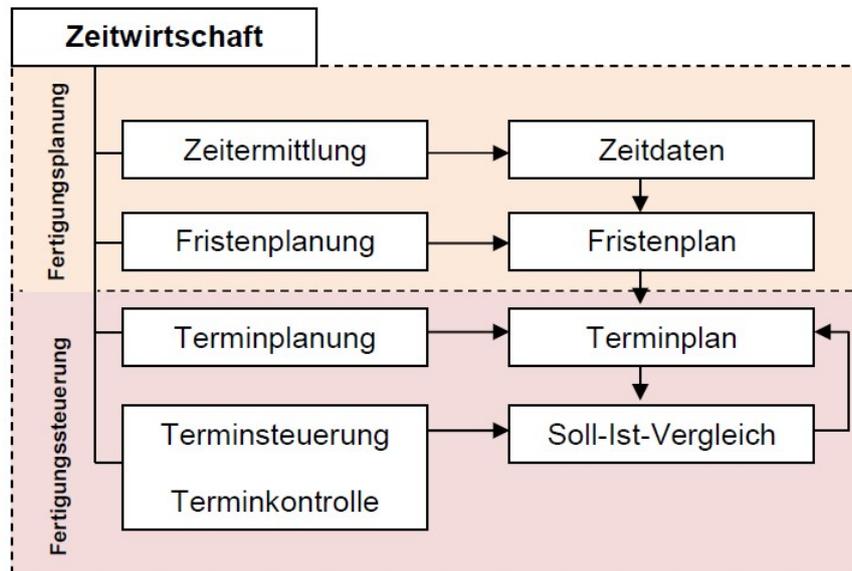


Abbildung 2.2: Zeitwirtschaft [31]

In der Zeitwirtschaft ist im Zuge einer Datenerhebung, in Abhängigkeit von der Art der Daten, zwischen Ist-Zeitdatenermittlung und Soll-Zeitdatenermittlung zu unterscheiden. Als Ist-Zeit wird jene Zeit definiert, die ein Mensch tatsächlich für die Ausübung einer Tätigkeit benötigt. Die Soll-Zeit hingegen ist jene Zeit, die planmäßig für einen Arbeitsschritt angenommen wird. Jedoch sind die Soll-Zeiten mit Hilfe von Datenerhebung der Ist-Zeit über einen längeren Zeitraum festgelegt worden.

Zu Beginn einer Untersuchung ist festzulegen, ob es sich um eine Primär- oder eine Sekundärforschung handelt. Im Zuge einer Primärforschung werden alle Daten neu erhoben. Auf eine bereits durchgeführte Feldforschung kann nicht zugegriffen werden. Im Falle einer Sekundärforschung werden bereits erhobene Daten geprüft und analysiert. In vielen Fällen werden in später Folge die Ergebnisse und Erkenntnisse einer Primärforschung in neuen abgeänderten Sekundärforschungen wiederverwendet. [29] Trotz der Verwendung einer Sekundärforschung in der vorliegenden Diplomarbeit ist die Festlegung des Verwendungszwecks der Zeitdaten von großer Bedeutung. Es muss eindeutig definiert sein, welchen Zweck die Datenerhebung verfolgt, um die dafür passenden Methoden auszuwählen. Danach ist eine vollständige Definition des Arbeitsprozesses erforderlich. Des Weiteren muss die Laufdauer der Datenerhebung zu Beginn fixiert werden. Die Zeitspanne darf nicht zu kurz gewählt werden, um mögliche Verfälschungen durch Aufnahmefehler der Zeitdaten zu verhindern. In weiterer Folge darf die Dauer der Eintragungen oder Messungen nicht zu lange angenommen werden, um mögliche Störungen des Arbeitsalltages der beteiligten Personen zu verhindern. Eine weitere Überlegung einer nicht zu langen gewählten Laufdauer ist die sinkende Motivation der Probanden, die Möglichkeit von qualitativen Abnahmen der Dokumentationen steigt mit der Dauer der Datenerhebung. [43]

2.1.2 Methoden der Datenerhebung in der Arbeitswissenschaft

Grundsätzlich können die Erhebungsmethoden, welche in der Arbeitsanalyse eingesetzt werden, den folgenden vier Grundtypen zugeordnet werden: [43]

- Beobachtung
- Befragung
- Physiologische Messungen und
- Physikalisch-chemische Messverfahren

In der vorliegenden Arbeit werden nur die ersten zwei Grundtypen der Erhebungsmethoden beschrieben und verwendet. Die dritte und vierte Erhebungsmethode erfordern zusätzliche physiologische und physikalische Messungen, welche für die durchgeführte Erhebung nicht weiter relevant sind und daher hier nur unter dem Gesichtspunkt der Vollständigkeit Erwähnung finden.

Der Grundtyp der **Beobachtung** lässt sich aufgrund der Umstände der Datenerhebung in fünf Kategorien unterscheiden. In der ersten Gruppe ist zwischen der offenen oder verdeckten Beobachtung zu wählen. In der nächsten Kategorie ist zwischen der teilnehmenden und nicht teilnehmenden Beobachtung zu unterscheiden. Des Weiteren ist zu diffe-

renzieren zwischen der systematischen und unsystematischen Beobachtung. Die vierte Gruppe teilt sich in die künstliche und natürliche Situation auf. Die letzte Kategorie unterscheidet zwischen der Selbst- und Fremdbeobachtung. In der Arbeitswissenschaft wird jedoch meist die offene, nicht teilnehmende Beobachtung gewählt. [43]

In der Gruppe der **Befragung** wird zwischen vier Typen, welche sich aufgrund des Standardisierungsgrades unterscheiden, differenziert. Als Erstes können die Kategorien in standardisierte Fragen und nicht standardisierte Fragen gegliedert werden. Des Weiteren erfolgt in jeder Überkategorie die Unterteilung in standardisierte und nicht standardisierte Antworten. Beispielsweise können für die Gruppe *standardisierten Fragen und standardisierten Antworten* ein Multiple-Choice-Fragebogen und für die Gruppe *nicht standardisierten Fragen und nicht standardisierten Antworten* das freie Interview angeführt werden. Im Zuge dieser Arbeit werden standardisierte Fragen mit standardisierten und nicht standardisierten Antworten verwendet.

Neben dem Standardisierungsgrad kann die Befragung noch in zwei weitere Befragungstechniken unterteilt werden. Die Selbstaufschreibung wird bei Protokollierungen von Tätigkeiten über längere Zeiträume eingesetzt. In diesem Fall trägt die, an der Versuchsreihe, teilnehmende Person ihre Daten selbst in einen Fragebogen oder ein vorgefertigtes Formular ein. Somit ist es möglich, eine größere Anzahl an Versuchspersonen zu befragen. Jedoch besteht die Möglichkeit von Fehlern in der Dokumentation. In den anderen Verfahren wird die Eintragung der Daten durch geschultes Personal durchgeführt. Die verbale Protokolltechnik wird bei Laboruntersuchungen eingesetzt. Diese Methode dient der exakten Aufzeichnung aller Gedanken der Person und zeitlicher Abläufe der einzelnen Schritte. Diese Form der Datenerhebung wird jedoch nur selten angewendet, weil sie mit einem hohen zeitlichen Aufwand verbunden ist. [43]

Die Auswahl des passenden Grundtyps der Datenerhebung kann in der Zeitermittlung anhand des Verwendungszweckes, der Dauer der Aufnahme und des Arbeitssystems passend für jede Untersuchung getroffen werden.

2.1.3 Ablauf der Datenaufnahme

Der Ablauf einer Ermittlung von Zeitdaten wird vorwiegend nach dem REFA-Programm durchgeführt. Im Zuge dieser Diplomarbeit wird das REFA-Programm für die Ermittlung von Zeitdaten in Bezug auf die Arbeit des Bauleiters verwendet (vgl. Kapitel 4).

Die REFA Group ist eine Organisation aus Deutschland, welche 1924 gegründet wurde und hat sich auf Arbeitsgestaltung, Betriebsorganisation und Unternehmensentwicklung spezialisiert. [18] In dieser Methode wird die Arbeit als System, mit Haupt- und Nebentä-

tigkeiten, betrachtet. Somit setzt sich in dem REFA-Programm ein größerer Prozess aus kleineren Teil- oder Subsystemen zusammen. Das System setzt sich aus Komponenten wie Arbeitsaufgabe, Arbeitsgegenstände, Arbeitsmittel, Arbeitspersonen, Umwelteinflüsse und Zielvorgabe des Arbeitsauftrages zusammen. Zusätzlich fließen in das Arbeitssystem Informationen, Energien und Materialien ein. [41, 43]

Der Ablauf der REFA-Studie ist momentan ein häufig eingesetztes standardisiertes Aufnahmeverfahren für beispielsweise Zeitdaten. Die REFA-Studie besteht aus acht Schritten: [43]

- Der erste Schritt umfasst den Verwendungszweck der Zeitaufnahme. Anhand der definierten Ziele kann die Dauer und die Genauigkeit der Messung festgelegt werden.
- Der zweite Schritt beinhaltet die Vorbereitung der Zeitaufnahmen und informative Gespräche mit den Probanden.
- Die Wahl zwischen der Einzelzeitmessung und der Fortschrittsmessung ist im dritten Schritt zu treffen. Im Falle von Einzelzeitmessungen ist das Messgerät nach jeder Messung in die Ausgangsstellung zurück zu stellen. Bei einer Fortschrittsmessung wird der Zeitpunkt der Messung zwar notiert, jedoch läuft das Messgerät anschließend weiter.
- Im folgenden Schritt wird das passende Zeitmessgerät ausgewählt. Die Entscheidung zwischen einer Stoppuhr oder einem mobilen, elektronischen Zeitdatenerfassungssystem wird entsprechend des Verwendungszweckes ausgewählt.
- Im fünften Schritt erfolgt die Anpassung der Zeitaufnahmebogen an die Folge und Zahl der Ablaufabschnitte.
- Der sechste Schritt beinhaltet die Beschreibung der Arbeitsbedingungen unter Einbeziehung von beispielsweise der Arbeitsaufgabe und Arbeitsmethode.
- Im vorletzten Schritt wird die Zeitaufnahme durchgeführt und danach im letzten Schritt ausgewertet. [43] Der Ablauf des REFA-Programms mit den zuvor beschriebenen Schritten ist in Abbildung 2.3 ersichtlich.
- Für den achten Schritt wurde ein eigenes REFA-Programm mit weiteren sechs Schritten entwickelt, um die Auswertung der Zeitdaten zu standardisieren. In diesen Auswertungsschritten wird die Vollständigkeit der Daten überprüft, die Ist-Zeiten errechnet und eine statistische Auswertung durchgeführt. In weiterer Folge wird die Soll-Zeit berechnet, die Grundzeit bestimmt und die Zeit pro Einheit festgelegt.

Die Ermittlung der zeitlichen Aufwandswerte des Bauleiters in dieser Arbeit erfolgte anhand des REFA-Programms (vgl. Kapitel 4.1).

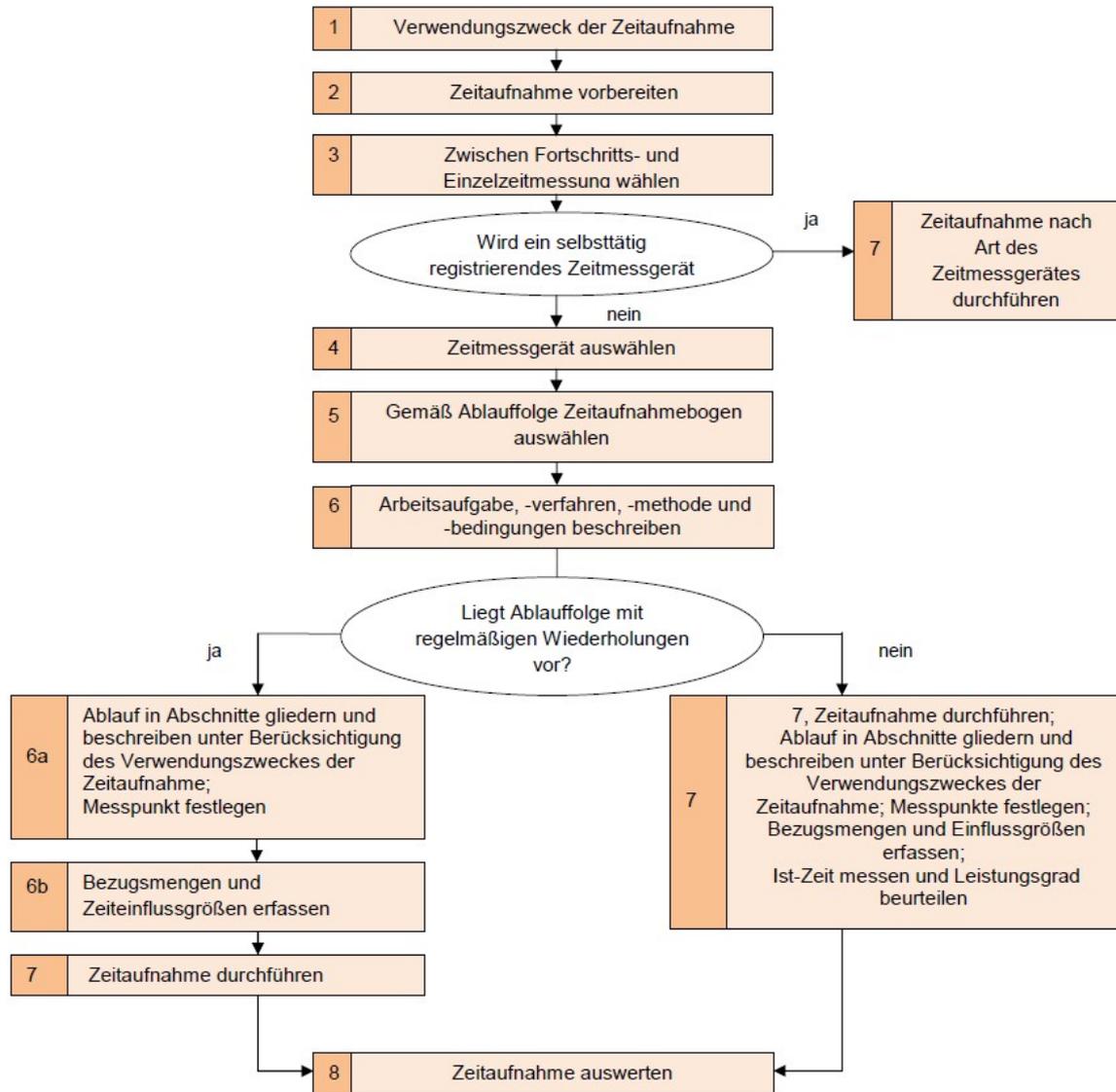


Abbildung 2.3: REFA-Programm: Ablauf Zeitaufnahme [31]

2.1.4 Statistische Auswertung der Zeitdaten

Die statistische Auswertung wird in dieser Arbeit für die Analyse der erhobenen Zeitdaten verwendet, um eine eindeutige Aussage über die Daten treffen zu können. Die Statistik ermöglicht eine Aufbereitung, Beschreibung und Analyse der bereits erhobenen Daten. Mit Hilfe von Methoden der beschreibenden Statistik werden Zusammenhänge in den Daten hergestellt und die Verbindung zwischen Erfahrungswerten und Theorie erzeugt. [42]

Diese Zeitdaten werden als Stichproben bezeichnet. Anhand mehrerer Stichproben kann auf die Grundgesamtheit geschlossen werden. Die Grundgesamtheit muss zeitlich und räumlich definiert werden. Die einzelnen Elemente werden durch die Merkmale, welche bei Zeitdaten die Arbeitsbedingungen und Arbeitsprozesse sind, genau beschrieben.

Anhand dieser Merkmale können die Daten in Teilmengen zerlegt werden. [8] Um eine zeiteffiziente Analyse durchführen zu können, erfolgt eine Darstellung der Daten in geeigneter Form. Aus diesem Grund werden bereits vor Beginn der Auswertung die Daten in tabellarischer und graphischer Form aufbereitet. Anhand der tabellarischen Darstellung werden die absoluten Häufigkeiten der Teilmengen abgelesen. Der Begriff absolute Häufigkeit bezeichnet die Anzahl der Daten in einer Teilmenge. Die relative Häufigkeit bezeichnet das Verhältnis der absoluten Häufigkeit zu der gesamten Datenanzahl. Dieser Wert wird oftmals als Prozentzahl von der Grundgesamtheit angegeben. [8] Mit Hilfe der Lage- und Streuungsmaße können die erhobenen Zeitdaten ausgewertet werden. Durch die Lagemaße können Positionen in der Teilmenge, wie beispielsweise das arithmetische Mittel oder der Median berechnet werden. Des Weiteren ist die Ermittlung der Maxima und Minima möglich. Mit Hilfe dieser beiden Werte kann die Spannweite einer Menge errechnet werden. Zu den Streuungsmaßen zählen die empirische Varianz und die empirische Standardabweichung. Diese Kennzahlen dienen zur Errechnung des Abweichungsverhaltens in Datengruppen. Je kleiner der Wert eines Streuungsmaßes ist, umso konzentrierter sind die Daten um einen Punkt. [8]

Das **arithmetische Mittel**, auch als Mittelwert bekannt, liegt in der Mitte der Datenmenge und wird als ihr Schwerpunkt bezeichnet. Das arithmetische Mittel errechnet sich aus dem Quotienten der Summe aller Daten eines Teilbereiches durch die Anzahl der Daten dieser Menge.

$$\bar{x}_n = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n} \quad (1)$$

Nachteilig erweist sich bei einer alleinigen Betrachtung des arithmetischen Mittels, dass dieser durch Ausreißer stark beeinflusst wird. Als Ausreißer werden jene Werte bezeichnet, welche im Vergleich zu den restlichen Daten große Abweichungen von den restlichen Werten aufweisen. [8]

Zur Bestimmung des **Median** werden Daten, abhängig von der Größe der Werte nach, sortiert. Der Median liegt exakt in der Mitte der Reihe. Es befinden sich gleichviele Zeitdaten ober- sowie unterhalb des Median.

$$\tilde{x} \begin{cases} \frac{x_{(n+1)}}{2} & n = \text{gerade} \\ \frac{1}{2} \left(x_{\frac{n}{2}} + x_{\frac{n}{2}+1} \right) & n = \text{ungerade} \end{cases} \quad (2)$$

Der Vorteil des Median im Vergleich zum arithmetischen Mittel ist, dass Ausreißer auf den Wert keinen großen Einfluss haben. Der Median wird ebenfalls als 0,5-Quantil bezeichnet. Ein p-Quantil ist ein Wert, bei welchem eine gewisse Anzahl der geordneten Datenreihe

unterhalb liegt. Der Median und die Quartile - unteres Quartil, oberes Quartil - zählen zu den Sonderformen des p-Quantil. Bei einem 0,25-Quantil, auch unteres Quartil genannt, sind beispielsweise 25 % der Daten kleiner als der Wert. Im Falle eines oberen Quartil (0,75-Quantil) sind 75 % der Daten kleiner als der Wert. [8]

Die **empirische Varianz** wird als Maß für die Streuung bezeichnet. Der Wert errechnet sich aus dem Quotienten der Summe aller Abweichungsquadrate durch die Anzahl der Daten dieser Menge. [8]

$$s^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \quad (3)$$

Die **empirische Standardabweichung** zeigt die Abweichung der Daten zum arithmetischen Mittel und wird aus der empirischen Varianz berechnet. [8]

$$s = \sqrt{s^2} \quad (4)$$

Mit Hilfe des **Variationskoeffizienten** kann die Streuung in Bezug auf die Lage der Zeitdaten gemessen werden. Dieser Wert wird mit der Division der empirischen Standardabweichung durch das arithmetische Mittel ermittelt. [8]

$$V = \frac{s}{\bar{x}} \quad (5)$$

Box-Plots

Box-Plots sind eine Methode der Visualisierung der Lage und Streuung von Daten in einer Abbildung. Wie in Abbildung 2.4 ersichtlich, besteht die Darstellung aus einer Box und zwei Linien, die als *Whiskers* bezeichnet werden. Die Box wird durch das untere Quartil $x_{0,25}$ und durch das obere Quartil $x_{0,75}$ begrenzt. Das bedeutet, dass zwischen dem Median und den Enden der Box jeweils 25% der Stichproben liegen. In diesem Rechteck befindet sich der Median. Das Maximum und das Minimum beschränken die Whisker und geben Aufschluss über die Spannweite. [8] Zusätzlich kann in einem Box-Plot der Mittelwert angezeigt werden. Mit Hilfe dieser Methode können die Zeitdaten dargestellt und ausgewertet werden.

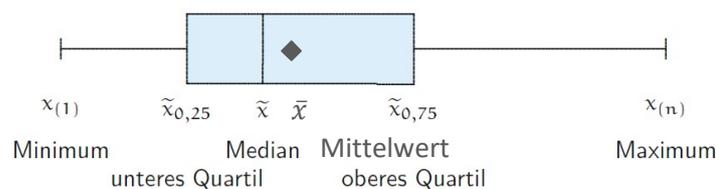


Abbildung 2.4: Box-Plot [8]⁴

⁴Eigene Darstellung nach [8]

2.2 Building Information Modeling

2.2.1 Definition

„Unter Building Information Modeling (BIM) oder Gebäudedaten-Modellierung versteht man die optimierte Planung und Ausführung von Gebäuden mit Hilfe entsprechender Software. BIM ist ein intelligentes digitales Gebäudemodell, das allen Projektbeteiligten - vom Architekten und Bauherrn über den Haustechniker bis hin zum Facility Manager - ermöglicht, gemeinsam an diesem integralen Modell zu arbeiten und dieses zu realisieren.“⁵

Gemäß der Definition handelt es sich bei BIM um ein über den gesamten Lebenszyklus eines Bauwerks nutzbares, digitales Gebäudemodell. [7] Building Information Modeling ist jedoch nicht nur ein 3D-Modell, sondern ein Gesamtkonzept. Dieses Konzept besteht aus einer Software, einer Planungsmethode und dem Prozess. [21] Diese neue Arbeitsmethode beinhaltet ein digitales 3D-Modell, welches von der Planung und Realisierung bis zum Abbruch des Gebäudes genutzt werden kann. Die Modelldatenbank wird durch die elektronische Speicherung analoger Größen im 3D-Modell erstellt. Auf diese Informationen kann zu jedem Zeitpunkt des Lebenszyklus, unabhängig von der Projektphase, zugegriffen werden. [7] In Abbildung 2.5 sind die Tätigkeiten in den einzelnen Projektphasen dargestellt, welche mit BIM unterstützt werden können.



Abbildung 2.5: BIM [1]

⁵austrian-standards.at, [2]

In weiterer Folge kann BIM als Grundlage für die Organisation und weitere Kommunikation in jeder Projektphase genutzt werden. Die gespeicherten Daten und Informationen der einzelnen Bauteile sind im Gebäudemodell für jeden Projektbeteiligten – anhängig von den Berechtigungen – frei zugänglich. Im Falle von Änderungen des Modells werden die Beteiligten des Projektes informiert. Diese Transparenz erleichtert den Informationsfluss der Beteiligten und dient als Entscheidungshilfe. [7, 21]

2.2.2 Geschichtliche Entwicklung

Die Entwicklung von BIM begann in den 1970er Jahren. Die ersten dokumentierten Schritte in Richtung Building Information Modeling wurden von verschiedenen Quellen beispielsweise von Chuck Eastman und Tom Maver unternommen, somit ist eine eindeutige Aussage über den Entwickler dieser Idee und den genauen Zeitpunkt nicht möglich. Im Jahr 1975 wurde ein Dokument „*The use of computers instead of drawings in building design*“ von Chuck Eastman veröffentlicht, das über einen Prototyp von BIM, namens „*Building Description System*“ berichtet. Dieses System enthielt erstmals Datenbanken, welche dem Modell hinzugefügt werden konnten. In weiterer Folge beschrieb Eastman das System „*Building Information Modeling*“ bereits sieben Jahre bevor es durch Autodesk an Bekanntheit gewonnen hat und 25 Jahre bevor die erste Version von Revit entwickelt wurde. [12, 21]

In den 1970er und 1980er Jahren gewannen die Namen „*Building Product Models*“ in den USA und „*Product Information Models*“ in Europa an Bekanntheit. Die erste namentliche Erwähnung des heutzutage verwendeten Begriffs „Building Information Modeling“ wurde im Jahre 1986 von Robert Aish, einem Mitglied von Autodesk, dokumentiert. [12, 21]

In der Softwareentwicklung kam es trotz einiger Rückschläge zu nennenswerten Meilensteinen, Beispiele dafür sind die Programme „*Constructive solid geometry*“ und „*boundary representation*“ in den 1970er und 1980er Jahren. Weitere Schritte stellten die Programme „*Building Description System*“ im Jahr 1977, „*RUCAPS*“ 1986 und „*Building Design Advisor*“ im Jahr 1993 dar. Die Software „Revit“ wurde im Jahr 2000 von Leondi Raiz und Gábor Bojár entwickelt und 2002 von der Firma Autodesk erworben. Durch die Vermarktung dieser Software mit Hilfe von Autodesk gewann BIM an Bekanntheit. Aufgrund dessen wird die Firma Autodesk oftmals in Verbindung mit BIM gebracht, obwohl sie nicht der einzige Anbieter einer BIM-fähigen Software ist. [21, 46]

In vielen Ländern gehört BIM bereits zum Stand der Technik und wird bei einer großen Anzahl von Bauprojekten eingesetzt. In diesen Ländern wird die Verwendung oftmals vom Auftraggeber gefordert oder durch Gesetze vorgegeben. Vorreiter in diesem Bereich sind

Singapur, Finnland, USA, Großbritannien und Australien. Auch in den skandinavischen Ländern und in Deutschland werden von staatlicher Seite Initiativen zum Einsatz von BIM gefördert. In Singapur sind seit 2004 öffentliche Bauvorhaben verpflichtend auf einer Internetplattform einzureichen und das digitale Gebäudemodell ist im Format IFC abzugeben. In Finnland ist ein digitales Bauwerksmodell ab einem Projektvolumen von einer Million Euro seit 2007 eine Voraussetzung. In den USA wird der Einsatz von BIM mittlerweile von staatlichen und privaten Auftraggebern verlangt. Das *National Institute of Building Sciences* definierte allgemein gültige Standards für BIM, wie beispielsweise das Datenformat IFC und COBie. COBie – Construction Operations Building Information Exchange – ist ein Datenaustauschformat, welches den Fokus auf die Weitergabe von Gebäudeinformationen wie beispielsweise der technischen Gebäudeausrüstung legt. Des Weiteren hat das *American Institute of Architects* Vorlagen für vertragliche Vereinbarungen bei BIM-Projekten entworfen. Die Regierung von Großbritannien versucht durch den Einsatz digitaler Technologien eine Kostenreduktion von 15 % und eine Reduktion der Treibhausgase von ca. 50 % zu erreichen. Mit Hilfe des *British Standards Institution* wurde ein Dokument entworfen, welches die Abläufe und Meilensteine eines digitalisierten Projektes fixiert. [7]

2.2.3 Ausführungs- und Nutzungsstufen

Die Nutzung des BIM-Konzeptes ist in verschiedenen Intensitätsstufen der Ausführung möglich. Die Standardform beinhaltet ein 3D-Gebäudemodell. Neben der Ableitung von 2D-Plänen ist es ebenfalls möglich, jedem Bauteil Merkmale und bautechnisch relevante Informationen hinzuzufügen. Diese zusätzlich hinterlegten Informationen sollen zu einer Zeitverkürzung von nachlaufenden Tätigkeiten, wie beispielsweise der Mengenermittlung, führen. [7] Unter 4D versteht man den Einbezug des Terminplans in das 3D-Modell. Es wird eine Kombination zwischen dem Bauobjekt und einem Fertigstellungszeitraum hergestellt. Die Komponente Zeit kann die Terminplanung erleichtern und es können Terminkollisionen oder ineffiziente Wartezeiten verhindert werden. In einem 5D-BIM werden neben der Zeit auch die Baukosten mit dem 3D-Gebäudemodell verbunden. Diese Funktion erleichtert, in Verbindung mit der bereits vorhandenen Mengenermittlung, die Kostenermittlung eines Bauvorhabens. Bei dem Einsatz von 6D-BIM wird auf den weiteren Verlauf des Bauwerks Rücksicht genommen. Das Modell wird um die Komponenten Abriss und Entsorgung des Gebäudes erweitert. [7, 46]

Generell kann man anhand der Nutzung zwischen *Big BIM* und *Little BIM* unterscheiden. Im Fall von *Little BIM* wird die Software von einem Planer zur Erstellung eines Gebäudemodells verwendet. Die Nutzung anderer softwarekompatibler Programme wird nicht in

Anspruch genommen. Andre Borrmann bezeichnet diese Art der Verwendung als „*Insellösung innerhalb einer Fachdisziplin*“⁶. Trotz einer Effizienzsteigerung für den Planer, wird das Potenzial von BIM nicht ausgenutzt. Big BIM bezeichnet die Erstellung und Nutzung des Gebäudemodells durch mehrere Beteiligte. Zusätzlich zum 3D-Gebäudemodell werden auch modellbasierte Kommunikation und Organisation mittels Internetplattformen und Datenbanken genutzt. Diese erweiterte Nutzung erleichtert den Informationsfluss zwischen den Beteiligten. [7]

In weiterer Folge kann die Nutzung in *Open BIM* und *Closed BIM* unterteilen werden. Bei Open BIM werden Softwareprodukte verschiedener Hersteller verwendet, zwischen welchen aufgrund offener Formate ein Datenaustausch möglich ist. Bei Closed BIM hingegen kommen nur Produkte eines Herstellers zur Anwendung. [7] Um herstellerübergreifende Formate zu entwickeln, wurde in den 1990er Jahren die Organisation *International Allianz für Interoperabilität*, welche 2003 ihren Namen in *buildingSMART* änderte, ins Leben gerufen. Aufgrund ihrer Bemühungen wurde das Datenformat IFC – Industry Foundation Classes – entwickelt. IFC beinhaltet Datenstrukturen, welche zum Ziel haben die Objektbeschreibungen zu vereinheitlichen. Das Datenformat gibt für 3D-Modelle eine Datenstruktur und Bezeichnungsnomenklatur vor. Mit Hilfe dieser Hierarchie werden die einzelnen Gruppen mit deren Verbindungen zueinander dargestellt. Somit sind alle Modelle auf diesem Datenformat gleich dargestellt. Die ausschließliche Nutzung von dem kompatiblen Datenformat IFC ist jedoch noch nicht möglich, weil eine fehlerfreie Kombination noch nicht mit den Formaten aller Hersteller möglich ist. Jedoch ist das Streben der Baubranche in Richtung *Big Open BIM* erkennbar. [7] Die Kombinationen der oben beschriebenen Nutzungsgrade von BIM ist in Abbildung 2.6 dargestellt.

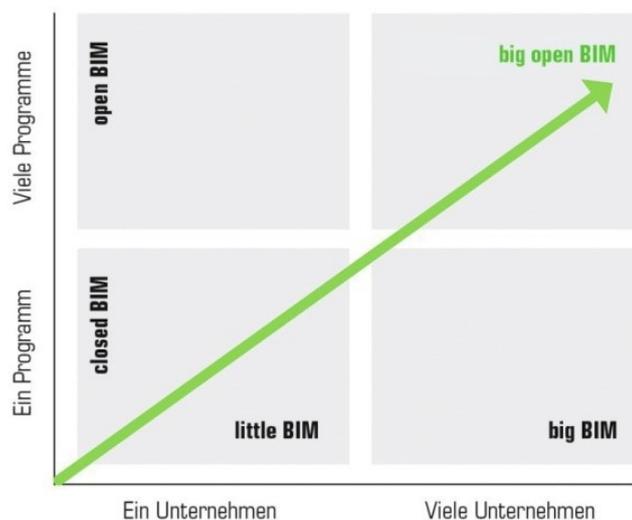


Abbildung 2.6: Grad der Nutzung von BIM [4]

⁶Borrmann, A.: Building Information Modeling, S7 [7]

Die schrittweise Einführung von BIM in die Bauindustrie kann laut Borrmann in vier Stufen unterteilt werden (vgl. Abbildung 2.7). [7]

- Level 0 beschreibt den momentan in Österreich vorherrschenden Zustand. Hier werden 2D-CAD Pläne erstellt. Die Beteiligten erhalten anschließend einen auf Papier gedruckten Plan.
- In Level 1 wird teilweise ein 3D-Gebäudemodell erstellt, jedoch sind die 2D-Pläne noch vorherrschend. Im Anschluss an die Erstellung des 3D-Modells erhalten die beteiligten einen 2D-Plan.
- In Level 2 werden ausschließlich 3D-Modelle gezeichnet. Zur Abstimmung der Pläne können die einzelnen Fachplaner ihre Modelle auf einer Plattform vergleichen und abstimmen. Die rote Linie in der Abbildung kennzeichnet den Übergang von Closed BIM zu Open BIM. Ab Level 2i wird ein herstellerneutrales Format IFC verwendet. Für die vollständige Nutzung von BIM ist ein herstellerneutrales Format notwendig.
- In Level 3 findet die vollständige Nutzung des Potenzials von *BIG open BIM* statt. Das Datenmodell wird im Verlauf des Lebenszyklus des Bauwerks genutzt. [7]

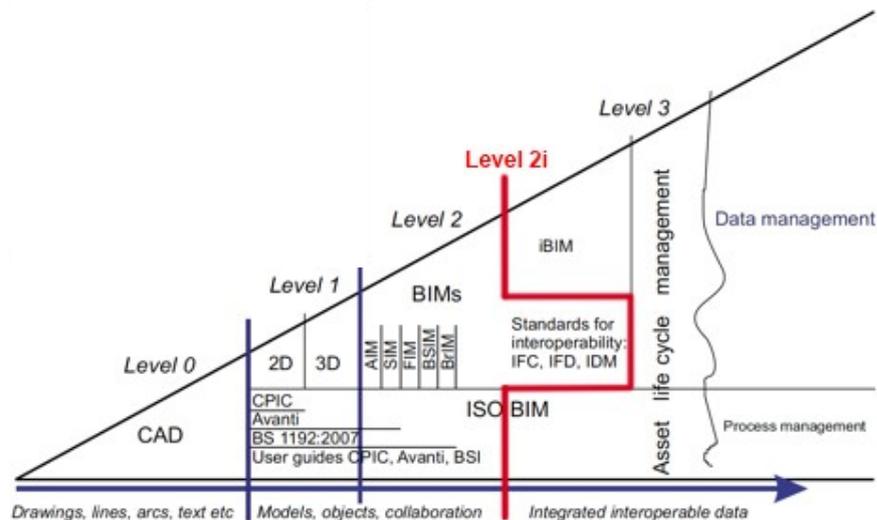


Abbildung 2.7: Stufen der Einführung von BIM [14]

2.2.4 Aktuelle Normenlage

Im Jahr 2014 wurde eine EU-Beschaffungsrichtlinie verfasst, welche es öffentlichen Bauherren ermöglicht, digitale Formate bei der Ausschreibung von Bauleistungen zu verlangen. Die Entscheidung die Verwendung dieser digitalen Formate bei Bauvorhaben vorauszusetzen, liegt jedoch beim jeweiligen Bauherrn selbst. Darüber hinaus gibt es die international gültigen Normen ISO 16739 und ISO 29481. Diese Normen legt ein Daten-

format und Datenschema für die Austauschbarkeit von Daten für BIM und die Anwendung von IFC fest. Dadurch soll die Interoperabilität von verschiedenen Softwareprodukten gefördert werden. [7]

In Österreich wurde 2015 die ÖNORM A 6241-1 „Digitale Baudokumentation – Teil 1: CAD-Datenstrukturen und Building Information Modeling (BIM) – Level 2“ entwickelt. Diese ÖNORM definiert die Umsetzung des Datenaustausches und die Zusammenarbeit unter Einsatz von digitalen Gebäudemodellen. Die ÖNORM A 6241-2 „Digitale Bauwerksdokumentation – Teil 2: Building Information Modeling (BIM) – Level 3-iBIM“ beschäftigt sich mit der einheitlichen Strukturierung eines mehrdimensionalen Datenmodells. Die zwei Normen dienen der einheitlichen Handhabung von BIM. In Bezug auf das Urheberrecht ist es noch notwendig, klare Richtlinien zu definieren. Momentan müssen bei 3D-Modellen selbst definierte Regelungen zwischen den Unternehmen getroffen werden. [27]

In Deutschland wurde mit der DIN SPEC 91400:2015-01 ein System für die einheitliche Klassifikation und Beschreibung von BIM-Objekten entwickelt. Diese Beschreibung wird in Kombination mit dem Standardleistungsbuch im Bauwesen für Wände, Fenster und Sanitärausstattungen verwendet. [49] In Deutschland wurde ebenfalls eine Richtlinienreihe VDI 2552 mit neun Richtlinienblättern entwickelt, obwohl erst drei dieser Richtlinienblätter erschienen sind. Als erstes wurde im Jahr 2017 VDI 2552 Blatt 3 „BIM- Mengen und Controlling“ ausgegeben, danach folgte VDI 2552 Blatt 3 „BIM – Datenmanagement“. Im Anschluss wurde VDI 2552 8.1 „BIM – Qualifikationen – Basiskenntnisse“ veröffentlicht. In diesen Richtlinien sind Methoden für die gemeinsame Nutzung von Mengenmodellen, das zentrale Datenmanagement und die Qualitätssicherung festgelegt. [48]

In der Schweiz erfolgte 2017 die Übernahme der Normen ISO 16739 und ISO 29481 in ihr Normenwerk. Zusätzlich wurde das Merkblatt SIA 4051 „Building Information Modelling (BIM) – Grundlagen zur Anwendung der BIM-Methoden“ entwickelt. Dieses Merkblatt dient als Hilfestellung für die Planung und zum Verständnis der Normen. [44]

2.2.5 Potenzial von BIM in der Planungs- und Ausführungsphase

Der BIM-Prozess kann abhängig von den verwendeten Ausführungs- und Nutzungsstufen in jeder Projektphase verwendet werden. In Abbildung 2.8 wird der Aufwand beim Einsatz von BIM vergleichend zum Aufwand einer konventionell durchgeführten Baustelle in den einzelnen Projektphasen gegenübergestellt.

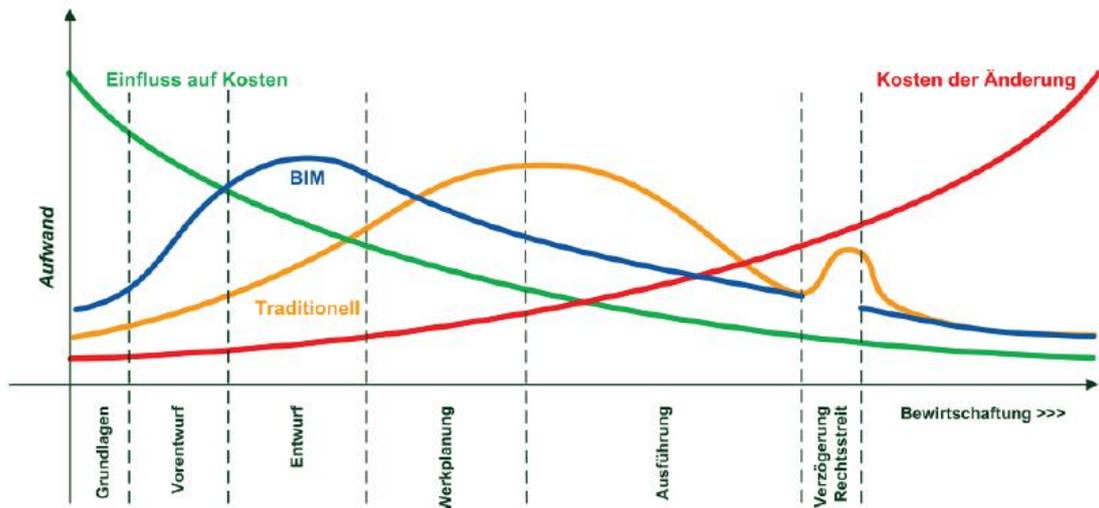


Abbildung 2.8: Einfluss von BIM [16]

Die Abbildung 2.8 veranschaulicht den Aufwandsverlauf einer konventionell abgewickelten Baustelle im Vergleich zu einer Abwicklung mit BIM. Die gelbe Linie stellt die Aufwandswerte eines traditionellen Bauvorhabens dar. Vergleichend dazu beschreibt die blaue Linie ein Bauvorhaben mit dem Einsatz von BIM. Es ist zu erkennen, dass der Aufwand bei einem Projekt mit BIM in der Phase des Entwurfes deutlich höher ist, jedoch nach dieser Phase kontinuierlich abnimmt. Bei traditionellen Projekten ist der Aufwand der beteiligten Personen über mehrere Phasen, beispielsweise Werkplanung und Ausführung, höher. Zu einem späteren Zeitpunkt besteht ebenfalls die Möglichkeit eines zusätzlichen Aufwandes durch mögliche Rechtsstreite. Die erhöhte Anzahl der rechtlichen Konflikte kann durch den geringen Aufwand in den Phasen der Grundlagen bis zur Werksplanung erklärt werden. In konventionellen Bauverfahren erfolgt die detaillierte Planung oftmals erst in der Ausführungsphase. Die rote und die grüne Linie machen ersichtlich, dass Änderungen im Bauvorhaben zu einem späteren Zeitpunkt einen größeren Einfluss auf die Kosten haben, als zu Beginn des Projektes. [16]

Die zugrundeliegende Denkweise bei BIM kann zukünftig in der Planungs- und Ausführungsphase angewandt und unterschiedlich genutzt werden. Wie mehrheitlich in der Literatur beschrieben, wird die Nutzung vom BIM in der Bauausführung auch als „Digitale Baustelle“ bezeichnet.

„Die digitale Baustelle ist ein virtuelles Abbild einer realen Baustelle.“⁷

Somit zählt die Phase des Betriebs nicht mehr zur digitalen Baustelle. Die Nutzung der digitalen Baustelle ist förderlich für den positiven wirtschaftlichen Ausgang eines Bauvorhabens und der Reduktion von überflüssigem Aufwand der Beteiligten. Dieses Konzept

⁷Günther, W., Borrmann, A.: Digitale Baustelle, S2 [23]

besteht aus vier Bereichen, welche in der Planungs- und Ausführungsphase eingesetzt werden, um das Bauvorhaben möglichst kostengünstig und zeiteffizient durchzuführen. [23]

- Dreidimensionale Modellierung
- Zentrale Datenverwaltung
- Prozesssimulation
- Logistik

In der Planungsphase wird vorwiegend die dreidimensionale Modellierung und teilweise die zentrale Datenverwaltung genutzt. Die Ausführungsphase nutze alle vier Bereiche der digitalen Baustelle.

Die folgende Beschreibung der Nutzung von BIM in den einzelnen Projektphasen beschreibt nicht die aktuelle Verwendung in der Praxis, sondern zeigt das Potenzial der Einsatzmöglichkeiten.

In dieser Arbeit wird der Einsatz der Methoden von BIM nur während der Phasen der digitalen Baustelle beschrieben. Die Phase des Betriebes zählt nicht zum Bereich der Digitalen Baustelle und wird aus diesem Grund in dieser Diplomarbeit nicht näher betrachtet.

2.2.5.1 Planungsphase

Vom Beginn der Planung bis zum Anfang der Ausführungsarbeiten werden Informationen zum jeweiligen Bauvorhaben gesammelt, bearbeitet und gespeichert. Somit handelt es sich in der Planungsphase jedes Bauvorhabens um ein Informationsmanagementprojekt. Die gespeicherten alphanumerischen Informationen führen zu dem „I“ in BIM. Es ist notwendig, die Randbedingungen von BIM zu Beginn eines Projektes durch einen BIM-Projektentwicklungsplan zu klären. Dieser Entwicklungsplan legt folgende Punkte fest: [16]

- Allgemeine Projektinformationen
- Ziele von BIM
- Anwendungen von BIM im Projekt
- Verantwortlichkeiten und Rollen in BIM
- Zusammenarbeitsstrategie
- Qualitätsmanagement
- Technische Vereinbarungen
- Datenaustausch
- Prozesse und Projektleistungen

Der Einsatz der digitalen Baustelle in der Planung und Bauausführung setzt ein 3D-Gebäudemodell voraus. Anhand dieses Gebäudemodelles wird ein Abbild des zu entstehenden Bauwerkes geschaffen.

Dreidimensionale Modellierung

Das anfängliche 3D-Modell wird in der Planungsphase erstellt und über den gesamten Lebenszyklus des Bauwerkes verwendet. Das Modell gewinnt in den einzelnen Phasen an Informationen und kann durch das Hinzufügen von einzelnen Komponenten auf ein 4D- oder 5D-Modell erweitert werden. Während einer konventionellen Baustellenabwicklung gehen oftmals Informationen zwischen den einzelnen Phasen verloren. Dieser Umstand ist der teilweise fehlenden Kommunikation oder neuen Projektbeteiligten geschuldet. [7] Dieser Informationsverlust führt zu einem größeren Zeit- und Organisationsaufwand für das Baustellenführungspersonal. In Abbildung 2.9 ist der Informationsverlauf einer konventionell abgewickelten Baustelle und einem möglichen Informationsverlauf durch die Nutzung von BIM gegenübergestellt. Durch die Reduktion von Schnittstellenproblemen bleiben die Informationen zwischen den unterschiedlichen Projektphasen erhalten. Die Wissensverluste können durch ein durchgängiges digitales Modell reduziert werden und der Informationsfluss kann bei einer idealen Nutzung des Modells mit der blauen Linie verglichen werden. [7]

Die gespeicherten Informationen im Modell werden während der Planung und Ausführung für mehrere Tätigkeiten genutzt. Im Modell werden Informationen über die Mengen, Kosten und Zeiten gespeichert. Diese Auskünfte können zum Beispiel gefiltert in Tabellen exportiert werden. Es ist somit möglich, die Daten von einzelnen Bereichen zu betrachten. [17]

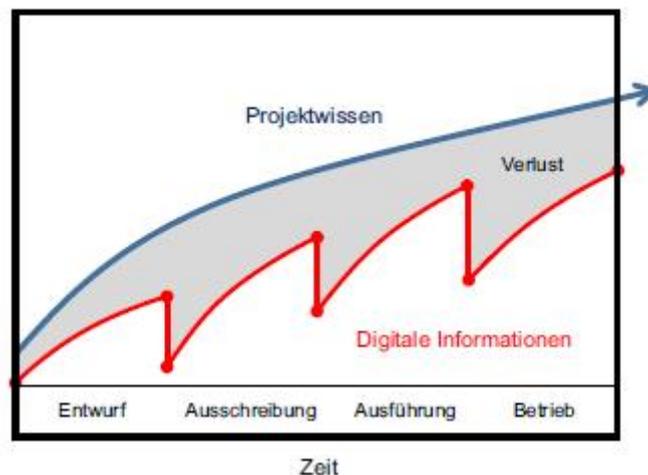


Abbildung 2.9: Vergleich des Informationsmanagement [7]

Aus dem erstellten 3D-Modell können 2D-Pläne abgeleitet werden. Diese Funktion ist derzeit noch notwendig, weil diese Pläne als Rechtsverbindlichkeit zwischen den Parteien

ausgetauscht werden. Des Weiteren werden für die Ausführung auf der Baustelle, Pläne für die Arbeitskräfte benötigt. [23] Weil es sich um Ausschnitte des 3D-Modells handelt, sind Widersprüche der Pläne ausgeschlossen. Im Falle von Änderungen im Modell werden alle weiteren Pläne automatisch geändert. Ebenfalls sind Planänderungen der einzelnen Gewerke sowie bereichsübergreifende Abwandlungen leichter umsetzbar. [16]

Für die Erfassung des Geländes und Überführung in ein digitales Geländemodell werden verschiedene Hilfsmittel genutzt. Im Falle eines fehlenden digitalen Geländemodells kann jenes mit terrestrischen Laserscanning oder luftgestützten Photogrammetrie und Laser- vermessung erstellt werden. Es werden Informationen über die Schichtdaten, den Grundwasserspiegel und die Ergebnisse der Bodenproben gespeichert. [23] Dieses digitale Modell dient als Basis für den Entwurf des Gebäudemodells und beeinflusst weitere Entscheidungen bezüglich der Bauverfahren.

Anhand des Bauwerksmodells mit den gespeicherten Informationen können unterschiedliche Analyse- und Simulationsverfahren durchgeführt werden. Diese Verfahren werden am Gebäudemodell angewendet. [23]

1. Modellprüfung

Mit Hilfe dieser Prüfung sind Kontrollen des Modelles möglich. Momentan können Kollisionsprüfungen durchgeführt werden. Jedoch werden die Kontrolle von Konsistenzregeln und die Überprüfung der Einhaltung der Normen ebenfalls angestrebt. [23] Diese Überprüfung des Modells auf den aktuellen Normenstand erfolgt automatisch mit Hilfe eines Programmes. [7]

2. Mengenermittlung

Die Ermittlung der Mengen des Bauvorhabens können automatisch anhand des Gebäudemodells durchgeführt werden. Der Aufbau der Bauteile sowie deren Abmessungen sind im Modell gespeichert. Die einzelnen Bauteile im Modell müssen strukturiert gekennzeichnet werden. [7] Aufgrund der automatischen Berechnung können Fehler wie beispielsweise eine doppelt gerechnete Wand verhindert werden. Aufbauend auf die Mengenermittlung kann anschließend die Kostenermittlung durchgeführt werden.

Die im Modell strukturiert gekennzeichneten Bauteile können im Anschluss im Raum- und Projektbuch gesammelt dargestellt werden. Hierbei handelt es sich um eine Bauteilliste die nach Erfordernis für jeden Raum oder Bereich separat exportiert werden kann. [7]

3. Baustatische Berechnung

Zusätzlich zu den Informationen des Aufbaues und der Abmessungen der Bauteile können Materialparameter und Anschlüsse ebenfalls im System gespeichert wer-

den. Anhand dieser Informationen sind statische Berechnungen mit Hilfe von Programmen möglich. [23]

4. Bauablaufvisualisierung und Kostenermittlung

Im Zuge der Ablaufvisualisierung wird das 3D-Modell um eine Dimension – die Zeit – erweitert, dadurch kann ein Bauzeitplan erstellt werden.

In weiterer Folge sind die Planung der Baustelleneinrichtung und die logistische Planung auf Basis dieses Modells möglich. Der erstellten Bauzeitplan und die automatisch ermittelten Mengen können als Grundlage für den Geräte- und Materialbedarf verwendet werden. Aufgrund dieser Werte können mit Hilfe des 4D-Modelles die Lager und Montageplätze den Ausführungsphasen angepasst werden und das Feststellen einer räumlichen Kollision ist bereits vor Baubeginn möglich. Den Plätzen werden Attribute, wie beispielsweise zu einer bestimmten Zeit gesperrt oder reserviert, zugeschrieben. Es ist ebenfalls möglich das Modell mit Daten über die Tragfähigkeit des Bodens oder die Erreichbarkeit mit dem Kran zu erweitern. In weiterer Folge kann unter anderem in Abhängigkeit von der Größe der Lager- und Montageplätze die Material- und Geräteliste erstellt werden.

Dem vorhandenen 4D-Modell kann im Anschluss eine weitere Dimension – die Kosten – hinzugefügt werden. Auf Basis der Mengenermittlung und dem zuvor festgelegten Einsatz der Geräte und des Personals können somit die Kosten ermittelt werden. [23]

5. Wärmebedarfsberechnung

Im entworfenen Gebäudemodell sind Abmessungen von Öffnungen und Materialparameter sowie Aufbauten der Bauteile gespeichert. Mit Hilfe der Wärmedurchgangskoeffizienten der einzelnen Materialien und der Bauteilabmessungen können automatisch Wärmebedarfsberechnungen durchgeführt werden. [23] Mit Hilfe dieses energieoptimierten Entwerfens ist bereits in der Planungsphase der Energieverbrauch im Betrieb feststellbar. Im Zuge dieser Berechnung des Energieverbrauches sind auch Tageslichtanalysen durchführbar. Somit sind die energetischen Leistungsdaten und die späteren Betriebskosten bereits im Entwurf feststellbar. [17]

Damit eine Anwendung der verschiedenen Programme aus unterschiedlichen Bereichen möglich ist, sollte bei der Erstellung des 3D-Modells auf das kompatible IFC-Format geachtet werden. Für die Zusammenarbeit der Fachplaner ist, laut Günther, der Einsatz einer zentralen Datenverwaltung von Beginn der Planungsphase erforderlich. [23] Aufgrund dieser gemeinsamen Plattform können die einzelnen Parteien ihr Wissen teilen, eine lückenlose Interaktion ist möglich. Diese Zusammenarbeit ist beispielsweise bei nachträglichen Änderungen des Modelles vorteilhaft. Die entsprechenden Parteien des

Bauvorhabens werden auf die Neuheiten aufmerksam gemacht und können bei Bedarf Anpassungsvorgänge durchführen. [17]

Zentrale Datenverwaltung

Die zentrale Datenverwaltung hat zur Aufgabe die Kommunikation zwischen den Projektbeteiligten zu erleichtern und mögliche Fehler im Informationsfluss zu verhindern. [23] Das kann beispielsweise durch Dokumentenmanagement-Systeme (DMS) erfolgen. Die zentrale Datenverwaltung bietet die Möglichkeit einer erleichterten Koordination der Beteiligten. Jedoch ist zu gewährleisten, dass lediglich die wichtigen und für die Beteiligten entsprechenden Informationen weitergegeben werden. Derzeit sind noch keine einheitlichen, projektunabhängigen Regelungen für die zentrale Datenverwaltung vorhanden. Somit wird der Umfang des Einsatzes einer zentralen Datenverwaltung von den jeweiligen Projektleitern festgelegt. Es gibt fünf Bereiche, welche für die gemeinsame Datenverwaltung vor Projektbeginn festgelegt werden müssen: [7]

- Kommunikation und Kooperation
- Nebenläufigkeit
- Rollen und Rechte
- Versionierung
- Freigabe und Archivierung

Die **Kommunikation und Kooperation** gibt Aufschluss über die Anzahl und die Örtlichkeiten der Beteiligten. In weitere Folge werden die Organisation und die Vertragsverhältnisse geklärt. Die Kommunikationsart und das -medium beeinflussen die Zusammenarbeit der Beteiligten wesentlich. Somit ist die Entscheidung, welche der zwei Kommunikationsarten gewählt wird, wichtig. Unterschieden wird zwischen indirekter und direkter Kommunikation. Im Falle einer direkten Kommunikation werden die Informationen direkt über Nachrichten, wie beispielsweise E-Mail, versendet. Die indirekte Kommunikation erfolgt über einen Austausch der Informationen durch gemeinsame Informationsressourcen, diese bezeichnen eine Menge an Daten mit einheitlichen und adressierbaren Eigenschaften. Beispielsweise können durch die Bearbeitung eines gemeinsamen Modells Informationen ausgetauscht werden. [7]

Im Punkt der **Nebenläufigkeit** wird der Umfang der gleichzeitigen Bearbeitung von Daten festgelegt.

„Zwei Vorgänge oder Prozesse A und B heißen nebenläufig, wenn sie voneinander unabhängig bearbeitet werden können.“⁸

Durch die gleichzeitige Nutzung und Änderung von Dokumenten, kann es zu Abweichungen in der Weiterverarbeitung kommen. Um Unterschieden vorzubeugen, erfolgt mit den Teildatensätzen zuerst eine Extraktion, gefolgt von einer Modifikation und einer anschließenden Integration. Mit Hilfe dieser drei Schritte wird ein zeitgleiches Bearbeiten ermöglicht. [7]

Die **Rollen und Rechte** sind in der zentralen Datenverwaltung von großer Bedeutung. In der konventionellen Bauabwicklung sind die Daten und Änderungen über eine Unterschrift oder eine Kennzeichnung eindeutig einer Person zuordenbar. Im Zuge einer parallelen Modellbearbeitung sind Änderungen oder Fehler nicht mehr eindeutig feststellbar. Aus diesem Grund müssen den Beteiligten die entsprechenden Bearbeitungsrechte übertragen werden. Für deren Zuteilung kann ein hierarchisches Modell mit den entsprechenden Rechten auf den unterschiedlichen Ebenen erstellt werden. [7] Die Ebenen der Organisation und die Teamstruktur hängen vom Projektvolumen und den Erfahrungen der Beteiligten mit BIM ab. [16] Eine mögliche hierarchische Darstellung ist in Abbildung 2.10 abgebildet.

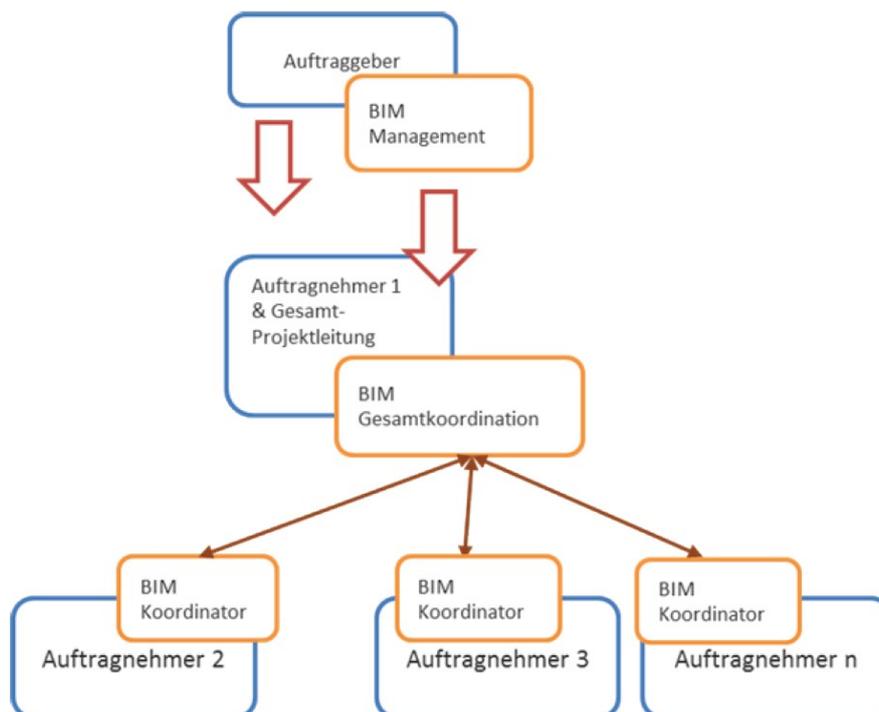


Abbildung 2.10: Hierarchie bei Bauvorhaben [16]

⁸potsdam.de, [47]

Die Rolle des BIM-Managers gilt als Ansprechperson für die Projektbeteiligten. Er legt das BIM-Konzept fest und kontrolliert die Nutzung. Der BIM-Manager überwacht während des Bauvorhabens den Einsatz der festgelegten BIM-Methoden und hilft bei auftretenden Problemen. Zu Beginn des Projektes entwickelt der BIM-Manager als Schlüsselfigur mit dem Bauherrn gemeinsam das BIM-Konzept wie beispielsweise die verwendete Software oder Aktualisierungszyklen. Abhängig von der Größe des Projektes können diese Aufgaben von einer Person wahrgenommen, oder auf mehrere Personen aufgeteilt werden.

In Abbildung 2.11 sind die Nutzungsbereiche des BIM-Konzeptes und die dazugehörigen Arbeitsbereiche des BIM-Managers dargestellt. Die Aufgaben gliedern sich in vier Bereiche: Menschen, Technologie, Prozesse und Richtlinien. Der Bereich Menschen beschäftigt sich mit Festlegungen der Kommunikation oder der Rollen. Zum Bereich Technologie zählen Richtlinien wie beispielsweise die Datensicherheit und die Datenformate. Festlegungen bezüglich der Mengenermittlung und der Kostenkalkulation gehören zu der Kategorie der Prozesse. Der vierte Bereich Richtlinien inkludiert Baustandards und Eigentumsrechte. [7]

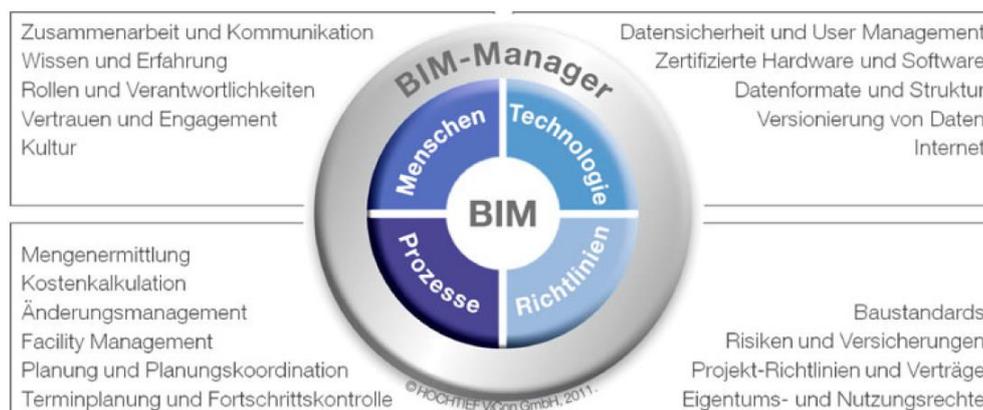


Abbildung 2.11: BIM-Manager [7]

In der nächsten Ebene werden die Kontrollen in den einzelnen Bereichen von den BIM-Koordinatoren übernommen. [7] Wie in Abbildung 2.10 ersichtlich gibt es einen Gesamtkoordinator und in der darunterliegenden Ebene die BIM-Koordinatoren der entsprechenden Auftragnehmer. Die Aufgaben dieser Position reichen von der Planung bis zu der Bauausführung in den einzelnen Gewerken. Sie sind für die Umsetzung der Vorgaben in den einzelnen Bereichen zuständig.

Personen, welche keine Berechtigung für die Änderung des Modelles besitzen, können mit Hilfe der Software „BIM-Viewer“ das Modell einsehen und auswerten. Mit Hilfe dieses Programmes ist lediglich die Betrachtung des Modelles möglich. [16]

Die **Versionierung** legt die Detailgenauigkeit der Information und Dokumentation der einzelnen Schritte fest. Hierbei ist beispielsweise die Benennung von verschiedenen

Varianten zu bestimmen. Es wird erst zu einem bestimmten Zeitpunkt eine Variante ausgewählt und bis dahin muss eine nachvollziehbare Betitelung stattfinden. In weiterer Folge müssen Veränderungen in Daten oder Löschen einzelner Bereiche dokumentiert werden. [7]

Die **Freigabe und Archivierung** gibt Aufschluss über die Art der Speicherung und Veröffentlichung der einzelnen Daten [7]. Die archivierten Daten können bei Bedarf während des Betriebes verwendet werden. Diese können ebenfalls als Hilfestellung für weitere Bauvorhaben oder Umbauten des bestehenden Gebäudes genutzt werden. [13, 23]

Mit Hilfe des Workflow-Managements besteht die Möglichkeit eines automatischen Informationsaustausches. Ein Workflow ist „*ein formal beschriebener, ganz oder teilweise automatisierter Prozess und beinhaltet die zeitlichen, fachlichen und ressourcenbezogenen Anforderungen, die für eine automatisierte Steuerung auf der operativen Ebene erforderlich sind.*“⁹ Als Beispiel für das Workflow-Management kann die Funktion der automatischen Versendung von E-Mails auf Plattformen aufgezählt werden. Die Information wird vom Programm an die entsprechenden Projektbeteiligten gesendet und fällt somit unter die indirekte Kommunikation. Dieser automatisierte Prozess gewährleistet einen lückenlosen Informationsfluss. Die zentrale Datenverwaltung ermöglicht ebenfalls einen Zugriff auf die aktuellsten Dokumente und eine Information bei Änderungen. Damit wird einer Weiterbearbeitung von bereits nicht aktuellen Dokumenten vermieden. Diese Art der gemeinsamen Datenverwaltung sorgt für eine transparente Baustellenabwicklung. [7]

Die zentrale Datenverwaltung wird mit Dokumentenmanagement-Systemen (DMS) umgesetzt. Diese Systeme bieten verschiedene Funktionen, wie beispielsweise suchen oder verwalten, für die Bearbeitung von digitalen Dokumenten. [7] In Abbildung 2.12 sind die einzelnen Komponenten eines DMS dargestellt.

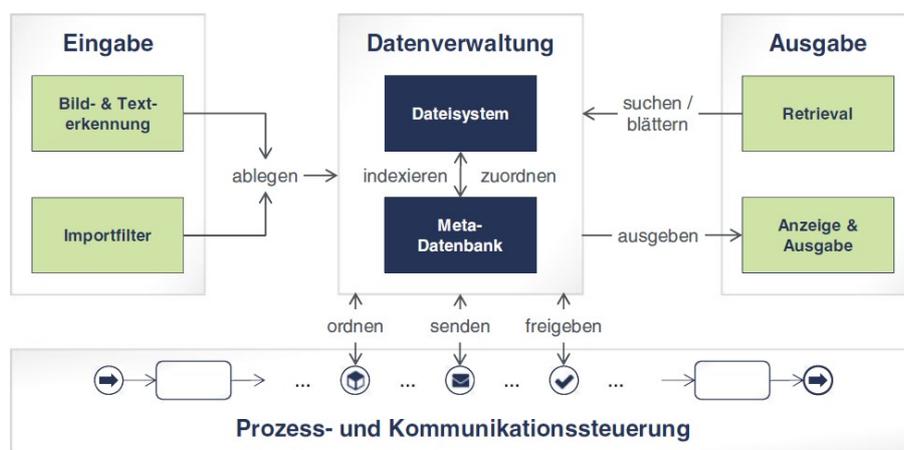


Abbildung 2.12: Dokumentenmanagement-System [7]

⁹Günther, W., Borrmann, A.: Digitale Baustelle, S60 [23]

Diese Verwaltungssysteme funktionieren mit direkter sowie mit indirekter Kommunikation und besitzen Nebenläufigkeitskontrollen. [7] Um den Datenschutz zu gewährleisten, werden den einzelnen Rollen und Benutzern Passwörter gegeben. Durch die personalisierten Zugriffsregelungen wird ein kontrolliertes einsehen bzw. ein verändern von Daten ermöglicht. [23] Für die Nutzung eines solchen Dokumentenmanagement-Systems ist eine gleiche Nomenklatur und Terminologie und somit eine Standardisierung des Arbeitsprozesses Voraussetzung. Zu Beginn des Projektes müssen die einzelnen Namen und Beschriftungen festgelegt werden. [7]

Es sind verschiedene DMS-Systeme verfügbar. Das Enterprise Content Management (ECM) wird innerhalb eines Unternehmens zur Verwaltung von digitalen Dokumenten verwendet. Die Erweiterung von ECM sind Produktdatenmanagement – Systeme (PDM). Im Vergleich zum Dokumentorientierten Enterprise Content Management steht beim PDM-System der Bauteil im Vordergrund. Die zweite Variante sind Projektkommunikations-Management-Systeme (PKMS). Diese virtuellen Projekträume werden unternehmensübergreifend benützt. Diese Plattformen sind ECM-Systemen ähnlich und werden cloudbasiert genutzt. DMS kann für die Baustellenabwicklung oder für 3D-Modelle genutzt werden. In diesen Fällen können die 3D-Modelle von den einzelnen Gewerken bearbeitet werden und die Projektbeteiligten haben stets Zugriff auf die aktuellste Version. [23]

Ein weiteres Anwendungsgebiet der BIM-Methode ist im Arbeits- und Gesundheitsschutz. Durch einen häufigen Wechsel von Beteiligten am Bauvorhaben geraten die Erkenntnisse und Festlegungen oftmals in Vergessenheit. Durch die dauerhafte Speicherung in der zentralen Datenverwaltung bleiben diese Informationen erhalten. Der Sicherheits- und Gesundheitsschutzplan ist somit jederzeit über die gemeinsame Datenbank abrufbar. Durch die Simulation des Bauablaufes können bereits vor Beginn der Ausführung Gefahrenquellen festgestellt und gegebenenfalls vermieden oder entsprechend gesichert werden. [7]

2.2.5.2 Ausführungsphase

Um einen zeiteffizienten Ablauf des Bauvorhabens in der Ausführung zu erreichen, besteht die Möglichkeit einer Prozesssimulation. Durch die Simulation kann eine Optimierung des Gesamtsystems eines Bauvorhabens erreicht werden. In diesem Fall können einzelne Schritte in der Errichtung des Projektes separat voneinander simuliert werden und im Anschluss werden Verknüpfungen zu anderen Prozessschritten hergestellt. Somit können mögliche Unstimmigkeiten im Ablaufplan erkannt und gegebenenfalls Verbesserungen durchgeführt werden. [23]

Das digitale Gebäudemodell wird während der Ausführungsphase weitergeführt und dient während des Bauvorhabens als Vergleich für die Baufortschrittskontrolle sowie im Anschluss für die Qualitätskontrolle. Mit dem Gebäudemodell ist ein Vergleich zwischen dem IST- und SOLL-Zustand herstellbar. Der aktuelle Bauzustand kann mit Hilfe von 3D-Laserscanning oder eines digitalen Nivellier kontrolliert werden. Diese Systeme sind aufgrund des hohen Automatisierungsgrades in die digitale Baustelle integrierbar. Die gemessenen Daten werden im Modell gespeichert, um den Baufortschritt zu dokumentieren und jederzeit zu überprüfen. Anhand dieser Messungen sind ebenfalls eine Mengenermittlung und die anschließende Abrechnung denkbar. [23]

Das 3D-Modell wird in der Ausführungsphase nicht nur für die Abrechnung und Kontrolle des IST-Zustandes verwendet, es dient ebenfalls für die Festlegung von Positionen von Materialien und Hilfsmitteln unterschiedlicher Gewerke. Es können beispielsweise Schalungs- und Bewehrungspläne mit den dazugehörigen Positionsplänen erstellt werden. Der Bewehrungsplan wurde zwar bereits in der Planungsphase im Zuge der Tragwerksberechnung erstellt, jedoch dient dieser in der Ausführungsphase für entsprechende Materialbestellungen und Kontrollen der einzelnen Teile. [17]

In der zentralen Datenverwaltung werden oftmals Produktdatenmanagementsysteme – PDM-Systeme – verwendet. Diese Systeme ermöglichen eine Verwaltung von Informationen eines Produktes in jeder Projektphase. Mit Hilfe des PDM-Systems können den Bauteilen und Abschnitten Merkmale hinzugefügt werden. Diese zugefügten Informationen geben Aufschluss über den Status des Bauteils. Es können beispielsweise Merkmale wie in Planung, Baufreigabe erteilt oder in Bau, angefügt werden. Aufgrund dieser Änderungen des Status und der damit verbundenen, automatisch verschickten E-Mail, sind die Projektbeteiligten stets über den Zustand der einzelnen Bereiche informiert. In weiterer Folge ist ein gefiltertes Darstellen von Daten möglich. Damit ist erkennbar, welche Bauteile fertiggestellt wurden und welche noch in Bearbeitung sind. Diese schnell erkennbare Änderung des Status führt zu einer Zeiteinsparung der Arbeitszeit der Baustellenführungskräfte. Zusätzlich zur Veränderung des Status ist es möglich Daten und Dokumente hinzuzufügen. Es ermöglicht Dokumente wie Lieferscheine oder Rechnungen dem entsprechenden Bauteil beizulegen, um einen möglichen Verlust der Belege zu verhindern. Für die Aufnahme dieser Informationen können in der Logistik Auto ID-System, verwendet werden. [23]

Logistik

Um einen reibungslosen Ablauf einer Baustelle zu gewährleisten, ist die Logistik ein wichtiger Bestandteil des Bauvorhabens. Die Abstimmung von Material-, Informations- und Finanzflüssen hat einen entscheidenden Einfluss auf den Projektablauf. In den Logistik-

prozessen liegt ein großes Optimierungspotenzial mit starkem Einfluss auf die Kosten des Bauvorhabens. In Bauvorhaben werden ebenfalls die Optimierung des Ablaufes und der Dokumentation durch elektronische Lieferscheine oder den Einsatz von Telematiksystemen erreicht. [23] Diese Überführung der Daten in die digitale Baustelle kann mit verschiedenen Audio ID-Systemen erfolgen (siehe Abbildung 2.13).

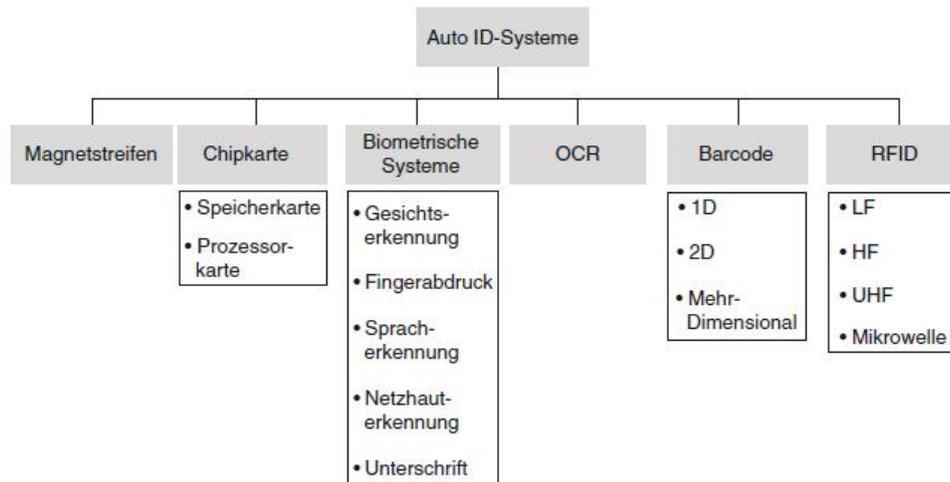


Abbildung 2.13: Audio ID-Systeme [23]

RFID-Systeme werden momentan vermehrt bei Bauvorhaben eingesetzt. RFID – Radio Frequency Identification – ermöglicht die berührungslose Identifikation eines Gegenstandes durch magnetische Wechselfelder oder elektromagnetische Wellen. Mit Hilfe dieser Technologie ist der Materialfluss direkt in den digitalen Informationsfluss übertragbar. Somit ist eine Entgegennahme beispielsweise von Lieferscheinen nur bedingt nötig. Laut Klaubert und Schneider beträgt die Zeitersparnis durch die automatische Datenerfassung acht Prozent der Gesamtarbeitszeit. [23]

Die vorher genannte Funktion der Statusänderung im Gebäudemodell kann ebenfalls im Mängelmanagement verwendet werden. Somit können beispielsweise die entsprechenden Gewerke über mögliche Fehler und Verbesserungsarbeiten informiert werden. Der Bauleitung ist es ebenfalls möglich Fotos oder Sprachmemos mit dem Handy im Gebäudemodell dem entsprechenden Bauteil beizulegen. Diese zeitnahe Dokumentation des IST-Zustandes direkt auf der Baustelle mit dem Handy beugt Unsicherheiten in der Aufnahme durch ein mögliches Vergessen vor. Die sofortige Eingabe mit Hilfsmittel wie beispielsweise dem Handy ermöglicht eine lückenlose Dokumentation. [7]

In Abbildung 2.14 ist die Speicherung der Information im Gebäudemodell dargestellt. In der Abbildung ist ersichtlich, dass von Personal auf der Baustelle Informationen zu einzelnen Bauteilen oder Bereichen mit Hilfe des Handys gespeichert werden können. Diese Speicherung erfolgt über ein standardisiertes Eingabeformular. Nach Abschluss der Ein-

gabe wird automatisch der Status des entsprechenden Bauteiles geändert und es wird im Gebäudemodell ersichtlich.

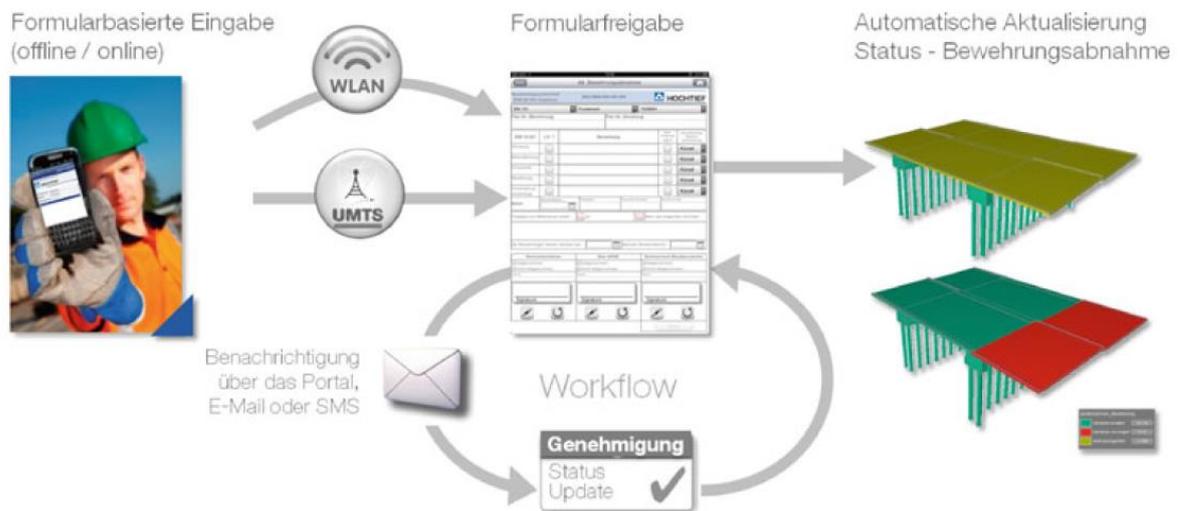


Abbildung 2.14: Speicherung von Daten mit elektronischen Hilfsmitteln [7]

Um die Planungsdaten in der Ausführung zu verwenden und unternehmensübergreifend Kontrollen und Erweiterungen der Informationen hinzuzufügen, können Baustellenwirtschaftssysteme verwendet werden. Die Daten aus der Planung können hiermit um logistische Informationen und materialspezifische Daten erweitert werden. Ebenfalls können durch das System mit Hilfe der gespeicherten Daten Bestellvorschläge und deren Mengen angegeben werden. Anhand dieser Daten wird anschließend die Abrechnung durchgeführt. Durch den Einsatz eines Baustellenwirtschaftssystems wird die Abrechnung bei der Zusammenarbeit verschiedener Unternehmen nachvollziehbarer für die einzelnen Parteien. [23]

Im Anschluss an die Kontrolle der Leistungen kann eine Abrechnung mit Gegenüberstellung der geplanten Kalkulation durchgeführt werden. Anhand dieses Vergleiches sind mögliche Optimierungspotenziale in den einzelnen Bereichen für das nächste Projekt feststellbar.

3 Aufgabenbereiche der Bauleitung

Das Tätigkeitsfeld der Bauleitung umfasst die Verantwortung der Baustellenführung. Diese Berufsgruppe beinhaltet generell den Oberbauleiter, den Bauleiter, den Techniker und den Polier. Die Aufgabe der Baustellenführungskräfte ist der positive technische und wirtschaftliche Abschluss eines Bauvorhabens. [45] Das Ziel ihrer Arbeit ist *„ein Bauvorhaben in möglichst kurzer Zeit im Rahmen der geplanten Kosten mangelfrei herzustellen.“*¹⁰

In der vorliegenden Arbeit liegt der Fokus auf den Tätigkeiten des Bauleiters. Ausgehend von einer umfassenden Erhebung und Analyse vorhandener Literaturquellen werden eine Erhebung von Zeitdaten und eine Analyse der Arbeitszeiten durchgeführt. Die Erhebung der Zeitdaten erfolgt dabei in Kooperation mit der Baufirma Swietelsky. Aus den daraus gewonnenen Daten werden in Zusammenhang mit der Literatur relative und absolute Arbeitszeiten abgeleitet. Die Analyse der ermittelten Arbeitszeiten hinsichtlich möglicher Effizienzsteigerung durch den Baustelleneinsatz von BIM erfolgt in Kapitel 5.

3.1 Definition

3.1.1 Bauleiter

*„Bauleiter ist die übliche Bezeichnung für einen Baufachmann, der als verantwortlicher Vertreter eines planenden, überwachenden oder ausführenden Unternehmens zur Weisung gegenüber anderen Beteiligten, zum Beispiel Untergebenden, Auftragnehmern, Handwerkern usw., befugt ist. Für den Unternehmer leitet und kontrolliert er die Bauwerkserstellung auf der Grundlage der anerkannten Regeln der Technik unter Berücksichtigung rechtlicher Belange.“*¹¹

Der Bauleiter gilt als Schlüsselfigur auf der Baustelle und ist *„mit der Leitung, Führung und Beaufsichtigung einer Baustelle befasst.“*¹² Er ist der Vorgesetzte der Bauleitung und des gewerblichen Personals auf der Baustelle. Vergleichend zu der Tätigkeit des Poliers, welcher unmittelbar an der ausführenden Bautätigkeit beteiligt ist, liegt der Schwerpunkt der Arbeit des Bauleiters in der Überwachung, Koordination und Organisation. [22, 45]

¹⁰Biermann, M.: Der Bauleiter im Bauunternehmen, S13 [6]

¹¹Cichos, C.: Untersuchungen zum zeitlichen Aufwand der Baustellenleitung, S16 [11]

¹²Jodl, H., Oberndorfer, W.: Handwörterbuch für Bauwirtschaft, S53 [25]

Während des Bauvorhabens kann der Bauleiter entweder von der Seite des Auftraggebers oder des Auftragnehmers engagiert werden. Ein Bauleiter auf Seite der Behörde ist ebenfalls involviert. Die Bauleiter der unterschiedlichen Seiten vertreten somit die Interessen der jeweiligen Parteien. [6, 15]

In dieser Diplomarbeit wird ausschließlich die Arbeit vom Bauleiter des Auftragnehmers betrachtet, weil der Einfluss von BIM in der Bauausführung untersucht wird. Der Bauleiter des Auftragnehmers ist in der Bauausführung tätig und ihm obliegt die Leitung und Organisation der Baustelle.

In Abbildung 3.1 ist eine mögliche Projektstruktur von Bauvorhaben dargestellt. Der Bauleiter des Auftragnehmers steht dabei im Zentrum der Koordination der Projektbeteiligten und ist gleichzeitig Ansprechperson der Subunternehmer.

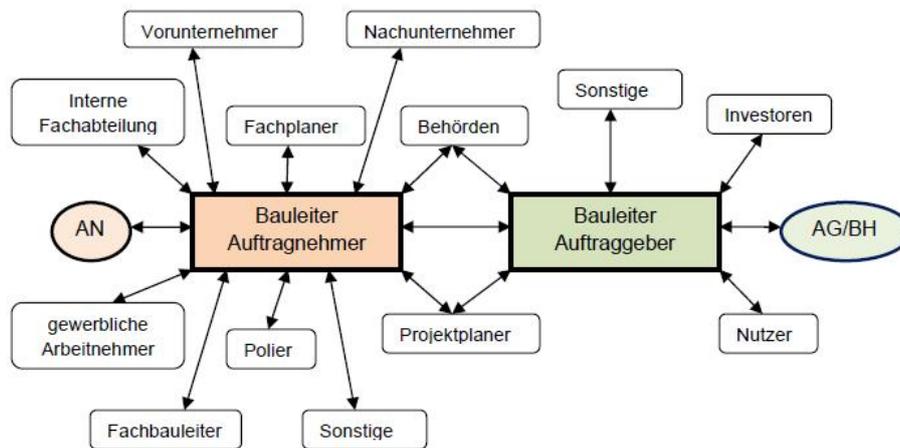


Abbildung 3.1: Projektstruktur [15]

Bauleiter des Auftragnehmers können in Bauleiter des Generalübernehmers, Bauleiter des Generalunternehmers und Fachbauleiter unterschieden werden. [32] Generalübernehmer führen das Projekt vom Entwurf bis zur Übergabe, sie führen jedoch selbst keine Bauleistungen aus, diese werden an Subunternehmer vergeben. Aus diesem Grund werden sie in dieser Diplomarbeit nicht weiter erörtert. [6, 32] Als Generalunternehmer – auch Gesamtunternehmer genannt – wird ein Unternehmen bezeichnet, welches das gesamte Bauvorhaben leitet. Das Unternehmen erfüllt Teile der Leistungen im Projekt selbst und betraut für die restlichen Tätigkeiten andere Unternehmen. [19] Dem Bauleiter des Generalunternehmers sind die Fachbauleiter der einzelnen Gewerke unterstellt. [6, 32] Seine Aufgabe liegt in der Gesamtabwicklung des Bauvorhabens, während die Fachbauleiter jeweils für ein Gewerk zuständig sind. [11]

Die Arbeit des Bauleiters und die damit verbundenen Aufgaben werden durch fachliche und allgemeine Qualifikationen des Bauleiters beeinflusst. Die auf der Baustelle getroffenen Entscheidungen basieren einerseits auf fachlicher Ausbildung und andererseits auf

der gesammelten Berufserfahrung. In Abbildung 3.2 werden sowohl die fachlichen als auch die allgemeinen Anforderungen an den Bauleiter gemäß Cichos dargestellt.

Anforderungen an einen Bauleiter	
Fachliche Anforderungen	Allgemeine Anforderungen
<ul style="list-style-type: none"> • Gute, technische Ausbildung • Kenntnisse auf dem Gebiet der Verfahrenstechnik • Rechtskenntnisse • EDV-Kenntnisse • Formulierungssicherheit und Ausdrucksfähigkeit • Fremdsprachenkenntnisse 	<ul style="list-style-type: none"> • Führungsqualität • Organisationstalent • Verantwortungsbewusstsein • Wirtschaftlichkeitsdenken • Vorausschauendes Denken • Flexibilität • Verhandlungsgeschick • Durchsetzungsvermögen • Belastbarkeit • Soziale Kompetenz • Unternehmensloyalität

Abbildung 3.2: Anforderungen an den Bauleiter [11]

Neben der guten technischen Ausbildung, einer soliden Rechts- und EDV-Kenntnis, sind sowohl das wirtschaftliche Denken, als auch die Führungsqualität entscheidend und werden für diese Berufsgruppe vorausgesetzt.

3.1.2 Projektphasen

In dieser Arbeit erfolgte die Gliederung der Bauvorhaben nach dem Leistungsmodell von LECHNER. Die Bauvorhaben können in folgende fünf Projektphasen unterteilt werden: [30]

- Projektvorbereitung PPH 1
- Planung PPH 2
- Ausführungsvorbereitung PPH 3
- Ausführung PPH 4
- Projektabschluss PPH 5

Der erste Abschnitt des Leistungsmodells nach Lechner ist die Projektvorbereitung. In dieser Phase des Bauvorhabens werden die Projektziele und die Randbedingungen festgelegt. Es erfolgt ebenfalls eine Vorgabe der Qualität, des Kostenrahmens und eine grobe Terminplanung. Zu diesem Zeitpunkt wird ein Planer in das Projekt involviert. [30]

Die zweite Projektphase ist die Planung. In diesem Abschnitt werden die Rahmenbedingungen konkretisiert. Es erfolgt des Weiteren die Bewertung der Planungsergebnisse und die Einholung von Genehmigungen. In dieser Projektphase wird ebenfalls die Vergabe an bauausführende Unternehmen vorbereitet. [30]

Die Ausführungsvorbereitung ist die dritte Projektphase. In diesem Abschnitt erfolgt die Angebotsprüfung und anschließende Vergabe an die ausführenden Unternehmen. In weiterer Folge werden in diesem Abschnitt die notwendigen Vorbereitungen für die Bauausführung aus Sicht des Bauunternehmens getroffen. Erst von diesem Zeitpunkt an, ist der Bauleiter des Auftragnehmers in das Bauvorhaben involviert. Aus diesem Grund wird in dieser Diplomarbeit nicht mehr auf PPH1 und PPH2 eingegangen.

Im Anschluss an die Phase der Ausführungsvorbereitung folgt die Ausführung – die praktische Umsetzung der Bauaufgabe. Die Phase startet mit dem Beginn der Objektherstellung und endet mit der Abnahme der Leistungen.

Die nächste Projektphase ist der Projektabschluss. Dieser Abschnitt ist das Ende der Realisierung des Bauvorhabens. Nach der Abnahmebegehung, der Zusammenstellung der Unterlagen und der Schlussrechnung folgt die Übergabe des Bauwerks an den Auftraggeber. Mit der Übergabe akzeptiert der Auftraggeber die Beschaffenheit des Objektes. Hiermit ist die aktive Tätigkeit des Bauleiters beendet. [30]

Nach der Übergabe startet die Gewährleistung. Im Zuge der Abnahme des Projektes bestätigt der Auftragnehmer die Mängelfreiheit der erbrachten Leistungen. Dieser mängelfreie Zustand muss jedoch eine bestimmte Zeitdauer gewährleistet werden und betrifft nicht nur den Zeitpunkt der Übergabe. [5] Die Gewährleistung und deren Frist ist in der ÖNORM B 2110:2013 definiert. Die Gewährleistungsfrist beträgt drei Jahre, wenn im Vertrag oder in Fachnormen keine anderen Fristen festgelegt sind. Im Falle von technischen Ausrüstungen, welche bewegliche Sachen bleiben, beträgt die Frist zwei Jahre. Der Auftragnehmer ist jedoch von der Gewährleistung befreit, wenn der Mangel auf folgende Gründe auf den Auftraggeber zurückzuführen ist: [37]

- Zur Verfügung gestellte Ausführungsunterlagen
- Erteilte Anweisungen
- Beigestellte Materialien
- Beigestellte Vorleistungen anderer AN der AG

In dieser Arbeit wird vorwiegend auf die Phasen – Ausführungsvorbereitung, Ausführung und Projektabschluss – eingegangen. Die Beschränkung auf diese drei Projektphasen ist durch die Zuständigkeit des Bauleiters des Auftragnehmers begründet. Die in Kapitel 3.2 aufgelisteten Aufgabenbereiche des Bauleiters können den einzelnen Projektphasen zugeordnet werden. Die Gliederung der Aufgaben erfolgte in dieser Arbeit selbstständig anhand der Literatur und mit Unterstützung der Baufirma Swietelsky.

3.2 Übersicht der Bauleitungsaufgaben

In dieser Arbeit wird auf die Tätigkeit des Bauleiters auf Seiten des Auftragnehmers nach Erhalt des Bauauftrages eingegangen. Um Potenziale von BIM in der Bauausführung aufzeigen zu können, ist zuerst eine konventionelle Baustellenabwicklung zu analysieren. Daher werden nachfolgend die Aufgaben des Bauleiters bei konventioneller Abwicklung festgestellt und die zugehörigen Zeitdaten erhoben.

In Abbildung 3.3 sind die Tätigkeiten des Bauleiters aufgelistet und die Zuteilung zu den entsprechenden Projektphasen dargestellt. Die dunkelblauen Bereiche in den Projektphasen kennzeichnen die Zugehörigkeit zu den Projektphasen. Diese Aufgaben inkludieren Tätigkeiten, auf welche anschließend detaillierter eingegangen wird. Diese Aufgabenbereiche wurden in Anlehnung an die Werke von Chriti [10], Chicos [11, 15] und Schiesser [42] erarbeitet um eine spätere Vergleichbarkeit der ermittelten Zeitdaten sicherzustellen.

Aufgabenbereiche	Projektphasen		
	Ausführungs vorbereitung	Ausführung	Projekt- abschluss
Abnahme und Zusammenstellung der Dokumentation			
Abrechnung			
Arbeitskalkulation			
Arbeitssicherheit			
Aufmaß und Soll-Ist-Vergleich			
Bauerfolgsrechnung			
Baustellenabwicklung und Planung der Ausführung			
Berichtswesen und Dokumentation			
Besprechungen			
Interaktion mit Behörden			
Kontrolle der Planunterlagen und Ausführungsunterlagen			
Mängelmanagement			
Mengenermittlung			
Materialdisposition			
Nachtragsmanagement			
Öffentlichkeitsarbeit			
Personalführung			
Qualitätsmanagement			
Schlussrechnung			
Subunternehmervergabe			
Telefonieren, E-Mails, Recherchieren			
Vorbereitung des Bauvorhaben			
Wegzeiten			
Winterbetrieb			

Abbildung 3.3: Überblick über Tätigkeiten des Bauleiters¹³

¹³Die Wichtigkeit der Aufgaben hatte keinen Einfluss auf die Reihenfolge der Auflistung. Die Aufgaben wurden alphabetisch sortiert.

3.2.1 Ausführungsvorbereitung

Arbeitskalkulation

Nach der Arbeitserteilung wird auf Basis der Angebotskalkulation die Arbeitskalkulation durchgeführt. Die Preisermittlung für die Bauleistung erfolgt allgemein auf Basis der ÖNORM B 2061:1999-09-01 mit Hilfe der Kalkulationsformblätter. Die Angebotskalkulation wird in der Angebotsphase durchgeführt und ist somit in der Regel nicht Aufgabe des Bauleiters des Auftragnehmers. Vorwiegend wird der Bauleiter erst nach Erteilung des Zuschlags in das Bauvorhaben involviert. Im Zuge der Arbeitskalkulation wird die Angebotskalkulation überarbeitet und detaillierter dargestellt. Die Aufgaben werden beispielsweise in die einzelnen Arbeitsschritte gegliedert. Des Weiteren erfolgt eine mögliche Anpassung von Preisen und Leistungen. Diese Arbeitskalkulation wird während der Ausführungsphase für den Soll-Ist-Vergleich verwendet. Die Arbeitskalkulation kann ebenfalls für die Kostenkontrolle verwendet werden und dient als Basis für die Klärung von möglichen Kostenüberschreitungen. [11, 15, 22, 36]

Arbeitssicherheit

Für den Arbeits- und Gesundheitsschutz wird ein sogenannter SiGe-Plan (Sicherheits- und Gesundheitsschutzplan) erstellt. Vorwiegend wird der Plan von darauf spezialisierten SiGe-Beauftragten erstellt und an den Bauleiter weitergegeben. Der Plan beinhaltet Arbeiten und Geräte mit erhöhtem Gefahrenpotenzial und die notwendigen Maßnahmen zur Reduzierung der Gefahr. Die Maßnahmen müssen detailliert angeführt werden, wie beispielsweise die Art der Absturzsicherung. [32] Die Aufgabe der Bauleitung, in Bezug auf die Arbeitssicherheit, ist die Umsetzung der Arbeitsschutzziele des SiGe-Plans. Die Kontrollen werden vorwiegend von den Polierern und den Technikern in Absprache mit dem Bauleiter durchgeführt. [42]

Sollte es auf der Baustelle zu einem Unfall kommen, ist der Bauleiter dazu verpflichtet eine Unfallmeldung zu verfassen. [11]

Baustellenabwicklung und Planung der Ausführung

Die Planung des Bauablaufes obliegt dem Bauleiter und dient der Erhöhung der Leistungsfähigkeit sowie der Reduzierung der Kosten. Anhand der vertraglich bestimmten Termine des Auftraggebers erstellt der Bauleiter einen detaillierten Bauzeitplan. Dieser Plan beinhaltet die Meilensteine des Bauvorhabens. [15] Der Bauzeitplan enthält die Dauer der einzelnen Leistungen und deren Reihenfolge. Für die Zusammenstellung werden die Aufwandswerte und Leistungswerte der einzelnen Tätigkeiten benötigt. [10] Es werden ebenfalls Wartezeiten wie beispielsweise die Aushärtezeit von Materialien und

Zeitreserven für mögliche Verzögerungen berücksichtigt. In Anlehnung an den Bauzeitplan ist es dem Bauleiter im Laufe des Bauvorhabens möglich, einen Soll-Ist-Vergleich durchzuführen. Mit Hilfe des Bauzeitplans kann der Bauleiter den geplanten Einsatz von Personen, Materialien und Geräten überprüfen. [22, 32]

Gleichzeitig mit der Entwicklung des Bauzeitplans erfolgt die mögliche Überarbeitung der Baustelleneinrichtung, welche in der Angebotsphase bestimmt wurde. Zu der Baustelleneinrichtung zählen unter anderem das Baustellenbüro, notwendige Versorgungsmittel der Baustelle wie Wasser, Strom und Telefon sowie Transport- und Lagerplätze. Die Baustelleneinrichtung wird auf einem Baustelleneinrichtungsplan dargestellt. Die Planung der Anordnung auf der Baustelle ist von Bedeutung für die Leistungsfähigkeit eines Bauvorhabens, weil diese meistens über die Bauzeit gleich bleibt. [11, 15] Es werden in diesem Arbeitsschritt auch die Anlieferwege geprüft. Die Kontrolle der zulässigen Brückenlasten auf der Wegstrecke und die Höhenbegrenzungen von Überführungen sind zu beachten. [32]

Neben der Erhöhung der Leistungsfähigkeit der Baustelle ist die Arbeitssicherheit ein wichtiger Punkt des Baustelleneinrichtungsplans. Die Erstellung des Einrichtungsplans wird mit dem SiGe-Plan abgestimmt, somit können Gefahrenstellen minimiert werden. [15]

Besprechungen

Die persönlichen Besprechungen sind das wichtigste und effektivste Mittel der Kommunikation. Im Zuge dieser persönlichen Rücksprache können die Beteiligten rasch auf den aktuellen Stand gebracht und etwaige Probleme gelöst werden. Um die Punkte dieser Unterhaltung festzuhalten, werden schriftliche Protokolle erstellt. [11, 15]

Es kann zwischen internen und externen Besprechungen unterschieden werden. Zu internen Besprechungen zählen Gespräche mit Fachplanern, den Baustellenführungskräften, Arbeitnehmern, der unternehmenseigenen Geschäftsführung und den Nachunternehmern. In Besprechungen mit Fachplanern können spezielle Details des Bauvorhabens abgeklärt werden. Die Gespräche mit dem Polier und Techniker sorgen für die Information des Bauleiters über die Ereignisse auf der Baustelle. Nach der Klärung der Geschehnisse werden im Zuge der Besprechung die nächsten Schritte und möglichen Probleme geklärt. Zusätzlich zu den Gesprächen mit dem Polier und Techniker vereinbart der Bauleiter Besprechungen mit der Geschäftsführung. Der Termin dient zur Kontrolle der Ereignisse auf der Baustelle. Oftmals nehmen Angestellte aus der Kalkulation an den Besprechungen mit der Geschäftsführung teil. Die Dokumentation der besprochenen Themen hat hierbei nur eine untergeordnete Rolle. Ein weiterer Bereich der internen Besprechungen ist das Gespräch mit den Nachunternehmern. In den Treffen mit den Nachunternehmern werden die Leistungen kontrolliert und besprochen. Die Besprechungen erfordern eine

schriftliche Dokumentation, im Speziellen bei vertraglichen Änderungen oder Mängeln. [11, 15] Im Vergleich zu den internen Besprechungen nehmen an externen Baubesprechungen der Auftraggeber, seine Vertreter und teilweise die Behörden teil. Die Treffen finden in regelmäßigen Abständen statt. Vorwiegend werden die externen Baubesprechungen wöchentlich vereinbart. Während der Treffen werden aktuelle oder zukünftige Ereignisse der Baustelle besprochen. Im Laufe dieser Unterredungen erfolgt eine Dokumentation aller Themen und Aussagen. [15] Die Organisation der jeweiligen Besprechungen obliegt dem Bauleiter. Die Aufgabe inkludiert die Organisation eines Termins und Besprechungsorts, sowie die Führung des Gesprächs. Des Weiteren ist der Bauleiter für die Erstellung der Protokolle verantwortlich. Vorwiegend wird diese Arbeit an Mitarbeiter delegiert. [26]

Interaktion mit Behörden

Der Bauantrag wird zwar zu Beginn des Bauvorhabens vom Auftraggeber eingereicht, jedoch ist der Bauleiter im Anschluss für Genehmigungen von Änderungen zuständig. [15] Diese Genehmigungen beziehen sich von der Anbindung der Baustelle am öffentlichen Verkehrsnetz bis zu den Eingriffen in den Verkehrsraum mit Hilfe von Schildern und Umleitungen. Die Ansuchen müssen zeitnah von dem Bauleiter eingereicht werden. Im Falle eines späten Ansuchens besteht, aufgrund der Bearbeitungszeit der Behörde, die Gefahr einer zeitlichen Verzögerung des Baufortschrittes. [11]

Kontrolle der Planunterlagen und Ausführungsunterlagen

Die Kontrolle der Pläne wird durchgeführt, um den aktuellen Stand der Unterlagen und die Einhaltung der Normen gewährleisten. Des Weiteren ist es die Aufgabe des Bauleiters bei Änderungen während des Bauvorhabens die überarbeiteten Pläne zu kontrollieren. In weiterer Folge inkludiert die Arbeit des Bauleiters die Prüfung der Vereinbarkeit verschiedener Pläne wie zum Beispiel die Pläne der Statik und der Haustechnik. Die kontrollierten Pläne werden für Baugenehmigungen und für die Bauausführung genutzt.

Im Falle einer baubegleitenden Planung werden manche Pläne erst während der Ausführungsphase fertiggestellt. Für diese Art der Bauabwicklung werden Termine für die Fertigstellung der Pläne fixiert.

Nach der Freigabe der Planunterlagen werden die Pläne dokumentiert. Bei Änderungen wird jeweils der Index des Plans geändert. Es zählt zu den Aufgaben des Bauleiters, die Pläne mit dem aktuellsten Index an die Beteiligten des Bauvorhabens weiterzuleiten. [15]

Der Ablauf dieser Tätigkeit gliedert sich somit in folgende Teilaufgaben: [11]

- Pläne in Abhängigkeit der Planvorlaufzeiten anfordern
- Planeingangsliste aktualisieren
- Kontrolle der Pläne (Unstimmigkeiten, Normen, Vollständigkeit, etc.)
- Freigabe der Pläne
- Fachingenieure kontaktieren
- Rücksprache mit Auftraggeber

Mengenermittlung

Die Ermittlung von Mengen kann unter verschiedenen Gesichtspunkten und zu unterschiedlichen Zeitpunkten erfolgen. Die Mengenermittlung erfolgt für die Angebotskalkulation, die Ausschreibung von Leistungen für Subunternehmer und für die Abrechnung. Es kann grundsätzlich zwischen EDV-unterstützter und händischer Mengenermittlung unterschieden werden. Aktuell wird jedoch die Ermittlung per Hand überwiegend angewendet. Als Basis für die Mengenermittlung dienen das Plan- oder Aufmaß. Die Methode der Mengenermittlung für die Abrechnung ist vertraglich zu vereinbaren, im Zweifelsfall erfolgt sie laut ÖNORM B 20110:2013 jedoch nach Planmaß. Um eine Prüfbarkeit der Mengen im Falle der Abrechnung zu gewährleisten, werden die Dokumente beigelegt. [5] Die Mengenermittlung wird des Weiteren für den detaillierten Bauzeitplan und die anschließende Materialbestellung verwendet. Der entstehende Geräte- und Einsatzplan des Personals wird ebenfalls an die ermittelten Massen angepasst. [37, 42]

Materialdisposition

Die Aufgaben der Bauleitung inkludieren die Materialbestellungen für das Bauvorhaben. Abhängig von der Größe des Bauvorhabens wird die Materialbestellung an den Polier oder Techniker delegiert. Der Bauleiter ist in weiterer Folge für das Archivieren und Dokumentieren der verschiedenen Materialflüsse zuständig. Es ist notwendig die Produktdatenblätter, Zulassungen und Zustimmungen sowie Lieferscheine zu dokumentieren. Im Fall von Sanierungsarbeiten ist das Produktdatenblatt mit den Informationen über das verwendete Material von großer Wichtigkeit. Der Lieferschein wird im Zuge der Abrechnung benötigt. Beispielsweise dient der Lieferschein als Grundlage für die Abrechnung einer Regieleistung. [11, 15, 22]

Subunternehmervergabe

Im Zuge eines Projektes zählt es zu den Aufgaben des Bauleiters festzulegen, ob Leistungen für Subunternehmer ausgeschrieben werden. Die Vergabe von Leistungen an andere Unternehmen darf jedoch nur mit Einverständnis des Auftraggebers erfolgen. Diese Zustimmung muss schriftlich erfolgen. Der Bauleiter hat vor der Vergabe der Leistungen folgende Punkte zu klären: [5]

- Nutzung von Elementen der Baustelleneinrichtung
- Zusammenarbeit und mögliche Behinderung mit/durch weitere Subunternehmer
- Logistik

Nach der Klärung dieser drei Punkte wird die Vergabe vorbereitet. Für die Vergabe definiert der Bauleiter zuerst die Vergabeeinheit und stellt anschließend die Ausschreibungsunterlagen zusammen. Danach folgt die Versendung der Unterlagen an potenzielle Unternehmen. Die von Baufirmen durchgeführten Subunternehmervergaben unterliegen grundsätzlich nicht dem Bundesvergabegesetz, was auch Direktvergaben zulässig macht. Üblicherweise wird der Bauleiter aber Angebote einholen und diese in Form eines Preisspiegels bewerten. Die nach dem Preisspiegel in Frage kommenden Subunternehmer werden zu Verhandlungsgesprächen durch den Bauleiter geladen. Anschließend erfolgen der Zuschlag und die Erstellung des Vertrages. [5, 15] Nach der Vergabe der Leistungen zählt es zu den Aufgaben des Bauleiters, sich regelmäßig mit den Subunternehmern zu treffen und anfallende Fragen zu besprechen. Im Anschluss an die erbrachten Leistungen obliegt es dem Bauleiter die Kontrolle der Arbeiten durchzuführen und diese zu übernehmen. Des Weiteren ist der Bauleiter für die vertraglich fixierte Vergütung der Subunternehmer zuständig. [15]

Telefonate, E-Mails und Recherchen

Aufgrund der Funktionen des Bauleiters ist der ständige Kontakt zu den Beteiligten des Bauvorhabens notwendig. Es müssen Fragen abgeklärt und Informationen ausgetauscht werden. Viele Fragen müssen zeitnah geklärt werden und können nicht bis zur nächsten Besprechung warten, somit nimmt die Zeit der Telefonate einen entscheidenden Teil der Arbeitszeit des Bauleiters in Anspruch.

Die Recherchen über einzelne Themen in Bezug auf das Bauvorhaben haben auch einen wesentlichen Stellenwert im Aufgabenbereich des Bauleiters. Er muss über neue Verfahren oder alternative Durchführungsmethoden stets informiert sein.

Vorbereitung des Bauvorhabens

Vor Beginn der Ausführungsvorbereitung sind im Falle von Vorunternehmern deren Leistungen zu überprüfen. Im Zuge der Vorbereitung des Bauvorhabens verschafft sich der Bauleiter im Anschluss an das Erhalten des Auftrages einen Überblick über das Bauvorhaben, seine Aufgaben während des Projektes und über die Randbedingungen. Darüber hinaus zählt zu den Aufgaben des Bauleiters in diesem Bereich die baubetriebliche, maschinen- und elektrotechnische Planung. Beginnend mit der Ablaufplanung, Baustelleneinrichtungsplanung und Ausführungskalkulation zählt zum Bereich der baubetrieblichen Vorbereitung des Bauvorhabens die Organisation der Vergabe an Subunternehmer. Der

Bereich der Maschinen- und elektrotechnischen Planung inkludiert beispielsweise Wasserversorgung und -entsorgung, die Organisation der Geräte und Vermessungen. Im weiteren Verlauf der Vorbereitung sind auch die entsprechenden Genehmigungen, wie zum Beispiel kurzzeitige Entladegenehmigung, zu organisieren. Laut Biermann sind bei vernachlässigter Vorbereitung mit 5 % Verlust des Baustellenergebnisses zu rechnen. [6, 22]

3.2.2 Ausführung

Abnahme und Zusammenstellung der Dokumentation

Für den Auftragnehmer ist die Leistungserbringung beendet, wenn die Abnahme durch den Auftraggeber erfolgte. Von diesem Zeitpunkt an beginnt die Gewährleistung. Vor der Abnahme trägt der Auftragnehmer die Verantwortung für das abzunehmende Objekt, danach ist der Auftraggeber dafür verantwortlich. Die Aufgabe des Bauleiters ist es, den Termin der Abnahme vorzubereiten und den Auftraggeber darüber zu informieren. Der Termin muss vor Bauzeitende angesetzt werden, jedoch kann die Abnahme zu mehreren Zeitpunkten erfolgen.

Für die Vorbereitung des Abnahmetermins müssen die vereinbarten Leistungen erbracht und die Unterlagen zusammengestellt werden. Die zur Abnahme zu übergebenden Unterlagen bezüglich der erbrachten Leistungen an den Auftraggeber beinhalten nach Duve und Cichos: [15]

- Bestandspläne
- Statische Berechnungen
- Bedienungs- und Wartungsanweisungen der Gebäudeausrüstung
- Prüfzeugnisse der Baustoffe, Materialien und Einbauteile
- Technische Abnahmebescheinigungen und Betriebsprotokolle
- Baubegleitende Dokumentation
- Sachverständigengutachten

Die Bedingungen und Dokumente für die Abnahme sollten vor Beginn des Bauvorhabens in einer Abnahmeordnung fixiert werden. Die vereinbarte Ordnung kann abhängig vom jeweiligen Projekt variieren. In weiterer Folge muss der Bauleiter ein Abnahmeprotokoll führen, welches im Anschluss von den beteiligten Parteien zu unterzeichnen ist. Im Falle von Mängeln müssen diese beseitigt werden und danach kann ein erneuter Termin für eine Abnahme vereinbart werden. [15, 32]

Abrechnung

Grundsätzlich können erbrachte Leistungen in Bauvorhaben wie folgt abgerechnet werden: [37]

- bei Einheitspreisen nach den Mengen der erbrachten Leistungen
- bei Pauschalpreisen nach dem vereinbarten Leistungsumfang
- bei Regiepreisen nach dem tatsächlichen Aufwand

Die Methode der Abrechnung muss vertraglich zwischen dem Auftraggeber und Auftragnehmer festgehalten werden.

Auf Baustellen erbringt der Auftragnehmer zuerst die Leistung, bevor diese vom Auftraggeber vergütet wird. Um diese Vorfinanzierung der Leistungen möglichst niedrig zu halten, stellt der Bauleiter in regelmäßigen Abständen Abschlagsrechnungen bzw. Teilrechnungen. Im Zuge einer Abschlagsrechnung werden erbrachte Teile der Gesamtleistung abgerechnet. Begleitend erfolgt eine fortlaufende Nummerierung bei den Teilrechnungen. Zum Abschluss des Bauvorhabens wird eine Schlussrechnung erstellt, in welcher die Gesamtleistung dargelegt wird.

Die Ermittlung des Umfangs der Leistung für die entsprechenden Rechnungen erfolgt auf Basis von Massen aus Plänen oder Aufmaßblättern, Stücklisten, Wiege- und Lieferscheinen. Die Ermittlung des Leistungsumfangs wird oftmals an den Techniker delegiert. [6, 15, 22, 28] Im Anschluss an die Einreichung wird die Rechnung vom Auftraggeber bzw. einem Vertretungsbefugten kontrolliert. Im Falle von Unvollständigkeit oder Korrekturen, muss diese Rechnung überarbeitet oder teilweise nachgereicht werden. [15, 22] Die Aufgaben des Bauleiters inkludieren nicht nur die Verfassung der eigenen Rechnung an den Auftraggeber, sondern auch die Kontrolle der Rechnungen von Subunternehmern. Nach der abgeschlossenen Kontrolle der Rechnungen des Subunternehmers werden entweder die Zahlungen vom Bauleiter freigegeben oder Einsprüche vorgebracht. [11]

Arbeitskalkulation und **Arbeitssicherheit** siehe Kapitel 3.2.1

Aufmaß und Soll-Ist-Vergleich

Die Aufnahme des Aufmaßes dient der Feststellung von bereits abgeschlossenen Leistungen. Bei dieser Aufgabe wird die erbrachte Leistung auf der Baustelle vermessen und mit den Angaben laut Plan verglichen. Die Aufgabe des Aufmaßes ist im Speziellen bei Abweichung der Leistung von den Plänen von Bedeutung. Im Falle von Abweichungen, sind die jeweiligen Änderungen festzuhalten. [9]

Die Aufnahme des Aufmaßes ist vom Auftraggeber und dem Auftragnehmer gemeinsam durchzuführen. Die Terminorganisation wird vom Bauleiter koordiniert. Die direkte Arbeit

für das Aufmaß wird meist vom Polier oder Techniker durchgeführt und dokumentiert. Im verpflichtenden Protokoll werden die ausgemessene Leistung, die Art des Aufmaßes und die Lage der Leistung festgehalten. Das Protokoll wird anschließend vom Auftraggeber und dem Bauleiter unterzeichnet und der Baustellendokumentation beigelegt. Das genaue Aufmaß dient anschließend als Grundlage für die Abrechnung der Leistung. [11, 15]

Bauerfolgsrechnung

„Die Bauerfolgsrechnung dient der periodischen Feststellung des wirtschaftlichen Ergebnisses der Baustelle.“¹⁴

Im Zuge der Bauerfolgsrechnung werden vom Bauleiter der notwendige Aufwand und der Ertrag des Bauvorhabens verglichen. Dieser Vergleich der Kosten gibt Aufschluss über den finanziellen Zustand des Bauvorhabens bis zum Zeitpunkt der Erstellung der Bauerfolgsrechnung. Für die Feststellung der Leistung werden das Bautagebuch und die Aufmaßblätter verwendet. Der Wert des Aufwandes stellt sich aus den Arbeitskosten, Materialkosten, Gerätekosten, Kosten der Baustelleneinrichtung sowie Kosten für Fremdleistungen zusammen. Sonderkosten für beispielsweise Planung oder Reisen zählen ebenfalls zum Aufwand. Mit Hilfe der Bauerfolgsrechnung kann eine Verbesserung bei zukünftigen Kalkulationen erreicht und somit ein höherer Ertrag erzielt werden. [10, 15, 21]

Baustellenabwicklung und Planung der Ausführung siehe Kapitel 3.2.1

Berichtswesen und Dokumentation

Das Berichtswesen und die Dokumentation sind grundlegende Aufgaben des Bauleiters. Im Zuge des Berichtswesens werden Ereignisse schriftlich festgehalten und Dokumente archiviert. Zu dieser Dokumentation zählen Briefe, Berichte, Pläne, Protokolle sowie weitere Informationen, welche im Laufe der Bauabwicklung schriftlich festgehalten werden. Die Dokumente dienen in Streitfällen zur Aufklärung und werden als Kontrollinstrument herangezogen. [11]

Die Daten können betriebsintern sowie -extern verwendet werden. Die Dokumentation bezieht sich nicht nur auf Routinedokumente wie das Bautagebuch, Verträge und Nachweise, sondern auch auf die Archivierung von Schriftverkehr. Der Bautagebericht dient der Dokumentation des Bauablaufes. Dieses Dokument wird für die Abrechnung verwendet und dient für die Festhaltung von Störeinflüssen wie beispielsweise Schlechtwetter. Darin sind ebenfalls die Lieferungen, Arbeitsstunden und Gerätebereitstellungen enthalten. [15, 32] Ein sorgfältiges Ablagesystem fällt ebenfalls in den Aufgabenbereich der Bauleitung. Dokumente jeglicher Art sollten jederzeit bei Bedarf einsehbar sein.

¹⁴Goger, G., Steinschaden, L.: Einrichtung und Betrieb von Baustellen, S115 [22]

Zu unterscheiden ist in interner und externer Dokumentation (siehe Abbildung 3.4). Das interne Berichtswesen inkludiert Dokumente wie zum Beispiel Wochenstundenberichte und Materialbedarf. Das externe Berichtswesen beinhaltet Akten- und Gesprächsnotizen, sowie Abrechnungsblätter, wobei Übereinstimmungen der beiden Bereiche erkennbar sind. Zu den Dokumenten zählen Bautagesberichte und Beweissicherungen.

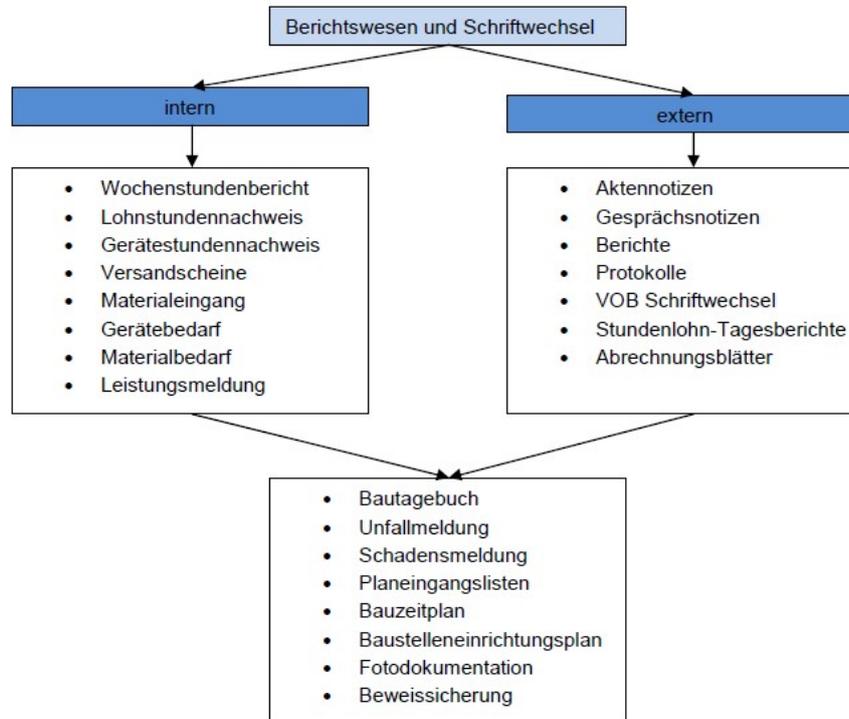


Abbildung 3.4: Internes und externes Berichtswesen [11]

Besprechungen, Interaktion mit Behörden und Kontrolle der Planunterlagen und Ausführungsunterlagen siehe Kapitel 3.2.1

Mängelmanagement

Der Auftragnehmer ist dazu verpflichtet dem Auftraggeber eine Leistung frei von Mängeln zu übergeben. Die mängelfreie Übergabe einer Leistung bedeutet in diesem Fall, dass die Leistung nach dem aktuellen Stand der Technik ausgeführt wurde und die vertraglich vereinbarten Eigenschaften erfüllt werden. Mängel werden in den meisten Fällen bei Begehungen der Baustelle durch die Baustellenführungskräfte festgestellt und dokumentiert. Im Zuge der Dokumentation müssen Art, Umfang und die örtliche Lage genau festgehalten werden. Im Anschluss wird die Person oder das Unternehmen informiert, welches die mangelhafte Leistung erbrachte. Die Mängel müssen umgehend beseitigt werden. Im Falle einer Verweigerung wird eine schriftliche Mängelanzeige verfasst. Bei selbst verursachten Mängeln vom Bauleiter, ist dieser ebenfalls verpflichtet, diese umgehend zu

beheben. Der Bauleiter muss abklären, ob für die Behebung der Mängel Nachunternehmerleistungen notwendig sind.

Von einer Gewährleistung sind Auftragnehmer nur befreit, wenn dieser gegen die Art der Ausführung oder den zu verwendenden Baustoff bereits zu einem früheren Zeitpunkt Bedenken geäußert haben. Die Einwände müssen jedoch schriftlich festgehalten worden sein. Im Falle von einer nicht mängelfreien Leistung ist es dem Auftraggeber möglich, die Abnahme der Leistung zu verweigern. [15, 26]

Mengenermittlung und **Materialdisposition** siehe Kapitel 3.2.1

Nachtragsmanagement

Unter Nachtrags- oder Mehrkostenforderungen werden Vergütungsforderungen verstanden, welche für Leistungen außerhalb des vereinbarten Vertrages gefordert werden. Diese Leistungen werden nicht im ursprünglichen Bauvertrag geregelt. Die Forderungen können während des Bauvorhabens durch Leistungsabweichungen wie Mengenänderungen, zusätzliche Leistungen, sowie Änderungen der Art und des Umfangs der Leistung erfolgen. Preisumrechnungen oder Prämien gelten nicht zu diesen Forderungen. Die Nachtragsforderung betrifft den Bauleiter in Funktion des Auftraggebers gegenüber dem Subunternehmer und als Auftragnehmer gegenüber seinem Auftraggeber. Der wirtschaftliche Erfolg einer Baustelle ist derzeit oftmals an ein funktionierendes Nachtragsmanagement gebunden.

Für die Kontrolle der Leistungen und mögliche Mehrkostenforderungen ist eine gute Kenntnis der vertraglichen Bedingungen notwendig. Für die Prüfung von vertraglichen Bestimmungen von Leistungen bzw. die Aufstellung einer Mehrkostenforderung dient die ÖNORM B 2110:2013 als Grundlage. Beispielsweise ist in dieser ÖNORM definiert, wann von einer Leistungsabweichung auszugehen ist und somit die Möglichkeit auf eine Mehrkostenforderung besteht.

Die Vorgehensweise im Falle einer Mehrkostenforderung ist entscheidend. Vor Durchführung der vom vereinbarten Vertrag abweichenden Leistung ist der Auftraggeber vom Bauleiter über die Änderung oder notwendige zusätzliche Leistung zu informieren. Mit der Erbringung der Leistung darf erst nach einer schriftlichen Zustimmung begonnen werden. Der einzige Ausnahmefall ist bei Gefahr in Verzug. Die Vergütung der Leistung muss nicht vor Leistungserbringung geklärt werden.

Im Falle einer fehlenden Erlaubnis, muss der Auftragnehmer die Leistung wieder entfernen. [15, 22, 32, 37]

Öffentlichkeitsarbeit

Die Öffentlichkeitsarbeit ist kein primärer Bestandteil des Aufgabengebiets des Bauleiters, jedoch ist die Arbeit mit der Öffentlichkeit wichtig für das Bauvorhaben. Im Zuge eines Bauvorhabens ist es notwendig Kontakt zu den Nachbarn und gegebenenfalls Interessenvertretungen zu pflegen. Sowohl bei Fragen oder Beschwerden richten sich Anrainer oder Behörden an die Bauleitung.

Bauvorhaben sind oftmals mit Beeinträchtigungen der Nachbarn durch Lärm und Verunreinigungen verbunden. Die Anzahl der Beschwerden kann der Bauleiter durch Informierung der Anrainer über die einzelnen Schritte minimieren. Dem Bauleiter ist es möglich durch eine gute Zusammenarbeit und Kooperation mit den Beteiligten, Vorteile für das Bauvorhaben und das Unternehmen zu erzielen. [15]

Personalführung

Zu den Aufgaben des Bauleiters zählt die Tätigkeit der Personalführung. Es muss dem Bauleiter möglich sein Aufgaben zu delegieren, darum ist eine enge Zusammenarbeit mit den weiteren Baustellenführungskräften wie Polier und Techniker notwendig. Die Koordination der Arbeitsabläufe und die Anzahl der Arbeitnehmer auf einer Baustelle werden vom Bauleiter geregelt. Jedoch wird die Umsetzung auf der Baustelle vom Polier kontrolliert. Das Aufmaß und die Abrechnung fallen teilweise in den Bereich des Technikers. Trotz der Übertragung der Aufgaben, muss der Bauleiter stets über die Ereignisse in den Bereichen informiert sein. Für die Umsetzung der Aufgaben sind genaue Instruktionen des Bauleiters notwendig. [11, 15]

Neben der Einteilung des Baustellenpersonals zählen zu dieser Aufgabe die Motivation der Beteiligten, frühzeitiges Verhindern von Konflikten und die Verbesserung der Zusammenarbeit untereinander. [32]

Qualitätsmanagement

Im Zuge des Qualitätsmanagements ist der Bauleiter zuständig, alle Maßnahmen für die Einhaltung der vorgeschriebenen Qualität festzulegen. Die Qualität wird definiert als „*Gesamtheit von Merkmalen einer Einheit bezüglich ihrer Eignung, festgelegte und vorausgesetzte Erfordernisse zu erfüllen.*“¹⁵ Die vier Ziele des Qualitätsmanagementsystems zur Verbesserung der Qualität sind die Integration der am Bau Beteiligten, Wille zur Qualität sowie Information und Kontrolle. Die Anforderung an Qualitätsmanagementsysteme sind in der ÖNORM EN ISO 9001:2015-11-15 definiert. Die Umsetzung dieser Ziele fällt in die Zuständigkeit des Bauleiters. [24, 35]

¹⁵Köchendorfer, B., Liebich, J., Viering, M.: Bau-Projekt-Management, S171 [26]

Bei der Kontrolle der Qualität wird die vertraglich vorgegebene gestalterische und technische Qualität der Leistung mit der erbrachten Leistung verglichen. Des Weiteren wird das verwendete Verfahren für die Erbringung der Leistung kontrolliert. Mit Hilfe dieses Soll-Ist-Vergleiches können mögliche Abweichungen von dem Bauleiter festgestellt werden. [42]

Telefonate, E-Mails und Recherchen, Vergabe an Nachunternehmer und Vorbereitung des Bauvorhabens siehe Kapitel 3.2.1

Wegzeiten

Die Fahrzeit des Bauleiters ist für seine Arbeitszeit nur relevant, wenn er mehrere Baustellen gleichzeitig zu führen hat. In diesem Fall hat die Distanz zwischen den Bauvorhaben und deren Lage einen entscheidenden Einfluss auf die Arbeitszeit des Bauleiters.

Winterbetrieb

Im Winter sind bei Bauvorhaben wetterbedingte Einschränkungen wahrscheinlich. Im Falle von niedrigen Temperaturen sind Erdarbeiten oder Arbeiten mit Ortbeton nur bedingt durchführbar. Die wetterbedingten Stehzeiten sind mit möglichen Zeitreserven im Bauzeitplan zu kalkulieren. Für diese Jahreszeit sind Heizmöglichkeiten und Schneeräumarbeiten einzuplanen. [32]

3.2.3 Projektabschluss

Abnahme und Zusammenstellung der Dokumentation, Bauerfolgsrechnung und Berichtswesen und Dokumentation siehe Kapitel 3.2.2

Schlussrechnung

Die Schlussrechnung kennzeichnet den Abschluss des Zahlungsverkehrs und somit das Ende des Bauvorhabens. Im Zuge der Rechnung wird die gesamte Leistung des Bauvorhabens abgerechnet. Für die Schlussrechnung müssen Teilrechnungen, Aufmaßblätter, Lieferscheine und Mehrkostenforderungen gesammelt vorgelegt werden. Anhand dieser Dokumente wird kontrolliert, welche Leistungen noch nicht vergütet wurden. Die Schlussrechnung muss folgende Dokumente enthalten: [15]

- Gleichbleibende Reihenfolge der Positionen wie im Leistungsverzeichnis
- Mengenerrechnungen und Aufmaße beifügen
- Lieferscheine und Wiegescheine anfügen
- Mehrleistungen kennzeichnen
- Schriftverkehr beilegen

Um die Prüfbarkeit der Schlussrechnung zu erleichtern, sind die Übersichtlichkeit und Verständlichkeit der Rechnung entscheidend. Der Bauleiter hat die Aufgabe vor Einreichung der Schlussrechnung beim Auftraggeber die Rechnung auf vertraglich erbrachte Leistung, sowie rechnerische und fachtechnische Richtigkeit zu prüfen. Der Bauleiter hat anschließend bei der Prüfung der Schlussrechnung vor dem Auftraggeber bei Unstimmigkeit Stellung zu nehmen. [15, 26]

Telefonate, E-Mails und Recherchen siehe Kapitel 3.2.1

3.3 Einfluss der Erfahrung des Bauleiters auf den zeitlichen Aufwand

Die Arbeit des Bauleiters und die notwendige Arbeitszeit der einzelnen Tätigkeiten sind abhängig von der beruflichen Erfahrung. Diese Einflussgröße bestimmt die Entscheidungen des Bauleiters und die Dauer der einzelnen Arbeiten. Aus diesem Grund wird im Anschluss an die Erhebung der Zeitdaten die Einflussgröße der Erfahrung bei der Auswertung der Zeitdaten berücksichtigt.

In dieser Diplomarbeit wird die Kategorisierung der Erfahrungswerte nach Cichos [11] verwendet. In dieses Bewertungssystem fließen die Erfahrung des Bauleiters in Anzahl der Jahre, die Anzahl der geleiteten Projekte und das Projektvolumen des größten geleiteten Bauvorhabens ein. Die Einteilung der Erfahrungswerte der Bauleiter erfolgt in drei Gruppen. Diese Erfahrungsgruppen werden mit Anfänger, Erfahrener und Experte betitelt. [11]

Die Zuordnung in die Erfahrungsgruppen wird in mehreren Schritten durchgeführt. Als Erstes erfolgt eine Einteilung nach Erfahrung in den einzelnen Bereichen - auch Merkmale genannt - (siehe Tabelle 3.1):

- Merkmal *A* - Anzahl der Jahre als Bauleiter
- Merkmal *B* - Anzahl der geleiteten Projekte
- Merkmal *C* - Größtes Projektvolumen der geleiteten Bauvorhaben

Als nächsten Schritt werden den Bewertungen der einzelnen Merkmale Punkte von 1 (Anfänger), 2 (Erfahrener) und 3 (Experte) zugeteilt (siehe Tabelle 3.2). Im Anschluss daran erfolgt die Addition dieser Punkte mit der Funktion $f(x)=A+B+C$. Der Wert der Funktion $f(x)$ kann anschließend einer Erfahrungsgruppe zugeordnet werden. Dieses Bewertungssystem von Cichos zeigt eindeutig, dass die Erfahrung eines Bauleiters von allen drei Merkmalen abhängig ist. Ein hoher Erfahrungswert definiert sich demnach nicht, wenn ein Bauleiter aufgrund seiner großen Anzahl an Projekten als Experte eingestuft

würde, aber die Projektgrößen und die Berufsjahre gering sind. Um als Erfahren oder Experte zu gelten ist es notwendig, in allen drei Bereichen eine ausreichende Bewertung zu erhalten.

Die Bewertung der Erfahrung in den einzelnen Merkmalen erfolgt nach folgenden Regeln. Das Merkmal A Berufserfahrung wird so gegliedert, dass der Bauleiter ab einer Berufserfahrung ab 15 Jahren als Experte eingestuft wird. Zwischen fünf und zehn Jahren zählt man zu den Erfahrenen, darunter zur Kategorie Anfänger. Die Einteilung des zweiten Merkmal B erfolgt über die Anzahl der abgeschlossenen Bauvorhaben. Ab 40 abgeschlossenen Projekten wird der Bauleiter zur Gruppe der Experten gezählt. Von zehn bis 40 Projekten fällt die Person in die Kategorie der Erfahrenen und darunter ist er ein Anfänger. Für das Merkmal C ist das Projektvolumen entscheidend. Im Falle eines Projektvolumens von 25 bis 100 Millionen wird die Person in die Gruppe der Erfahrenen gezählt. Wenn die Bauleiter Projekte über diesem Projektvolumen abgewickelt haben, zählen diese zu den Experten, unterhalb dieses Grenzwertes zählen sie nach dieser Einteilung zu den Anfängern. [11] Die Einteilung der Bauleiter in die genannten Kategorien ist Tabelle 3.1 zusammengefasst.

Erfahrung des Bauleiters	Jahre als Bauleiter	Anzahl der geleiteten Projekte	Bewältigtes Projektvolumen [Mio.€]
Anfänger	$x < 5$	$x < 10$	$x < 25$
Erfahrener	$5 < x < 15$	$10 < x < 40$	$25 < x < 100$
Experte	$15 < x$	$40 < x$	$100 < x$

Tabelle 3.1: Kategorien zur Einteilung der Bauleiter [11]

In Tabelle 3.2 ist die Verteilung der Punkte von 1 bis 3 in den jeweiligen Merkmalen und die Funktion für die Ermittlung der Erfahrung des Bauleiters dargestellt.

$f(x)=A+B+C$	Merkmal A	Merkmal B	Merkmal C	f(x)
Anfänger	1	1	1	3-4
Erfahrener	2	2	2	5-6-7
Experte	3	3	3	8-9

Tabelle 3.2:Funktion zur Ermittlung der Erfahrung [11]

In Tabelle 3.2 ist ersichtlich, dass ein Bauleiter mit einem Erfahrungswert von 3 bis 4 zur Kategorie Anfänger zählt. Für diese Bewertung musste der Bauleiter in mindestens zwei der drei Merkmale als Anfänger eingestuft werden. Im Falle eines Erfahrungswerts von 5 bis 7 zählt der Bauleiter zur Kategorie Erfahrener. In dieser Kategorie kann der Bauleiter nur in einem Merkmal als Anfänger eingestuft worden sein. Für eine Bewertung als Experte ist ein Wert von 8 bis 9 Voraussetzung. Für diese Bewertung muss der Bauleiter in mindestens zwei Merkmalen als Experte und in nur einem Merkmal als Erfahren einge-

stuft werden. Somit ist ersichtlich, dass der Erfahrungswert des Bauleiters von zu gleichen Teilen den drei Merkmalen und ihrer Kombination abhängt. [11]

Ein weiterer essentieller Einfluss auf die Arbeitszeit des Bauleiters sowie das Bauvorhaben hat die Erfahrung des Poliers. Die Kombination der Erfahrungen des Polier und Bauleiter kann das Bauvorhaben und die Arbeit während des Projekts entscheidend beeinflussen. Jedoch wird in dieser Diplomarbeit der Fokus auf die Arbeit des Bauleiters gelegt. Die Erfahrung des Poliers fließt nicht in die Auswertung mit ein. Diese Abgrenzung wurde getroffen, um eine genaue Analyse der Berufsgruppe Bauleiter und seiner Arbeit zu erhalten.

4 Ermittlung des zeitlichen Arbeitsaufwands der Bauleitung

Im Zuge der vorliegenden Diplomarbeit wurden zur Ermittlung des zeitlichen Arbeitsaufwands, in Kooperation mit der Firma Swietelsky, die Tätigkeiten von vier Bauleitern auf sieben Baustellen dokumentiert. Es wurden für die Erhebung sieben Bauvorhaben aus dem Bereich Hochbau ausgewählt. Im Zuge der Zeitdatenerfassung dokumentierten die Bauleiter täglich ihre Tätigkeiten, mit dem tatsächlichen Zeitaufwand. Die Erhebung der Zeitdaten wurde abhängig vom Bauleiter und dem Bauvorhaben in einem Zeitraum von bis zu zehn Wochen durchgeführt.

In der folgenden Datenerhebung handelt es sich um ein arbeitswissenschaftliches Untersuchungsprojekt (vergleiche Kapitel 2.1.1). Hierbei wird als Untersuchungsproblem die lange Arbeitszeit des Bauleiters aufgrund der Vielzahl an Aufgaben angegeben. Das Ziel der Erhebung liegt in der Ermittlung der genauen Arbeitszeiten des Bauleiters in den jeweiligen Aufgabenbereichen bei einem konventionellen Bauvorhaben. Als Methode für die Erhebung der Zeitdaten wurde das REFA-Programm gewählt (siehe Kapitel 2.1.3). Im Zuge dieser Methode werden als Erstes die Randbedingungen festgelegt. Zu den festzulegenden Bedingungen zählen der Verwendungszweck der Zeitaufnahme, die Art der Messung und die Art des Zeitmessgerätes. Anhand der Daten kann im Anschluss in Kapitel 5 das Potenzial von BIM festgestellt werden. Die Aufnahme erfolgt in Einzelzeitmessungen, weil die einzelnen Zeitdauern der Tätigkeiten für die Erhebung relevant sind. Als Zeitmessgerät wurde vorwiegend die Uhr am Handy ausgewählt. Als nächsten Schritt sieht das REFA-Programm die Erstellung des Zeitaufnahmebogens, mit der Beschreibung der einzelnen Arbeitsschritte vor (Kapitel 4.1). Im Anschluss an die Dokumentation der Zeitdaten wird die Auswertung durchgeführt (vergleiche Kapitel 4.3).

4.1 Erarbeitung des Fragebogens

Für die Erhebung der Zeitdaten wurde ein zweiteiliger Fragebogen erstellt. Der erste Teil dient der Beschreibung des Bauvorhabens und wurde einmalig von den Bauleitern ausgefüllt. Hierzu wurde ein Formular mit Fragen bezüglich des Bauvorhabens erstellt. Das Formular wurde für diese Diplomarbeit entwickelt, um Eckdaten der jeweiligen Baustellen zu erfahren. Die erhobenen Informationen fließen im Anschluss in die Analyse der Zeitdaten mit ein.

Das Formular (dargestellt in Anhang Abbildung A.1) teilt jedem Bauvorhaben eine Nummer zu. Dieser Schritt dient dafür die Anonymität der Bauleiter zu wahren. Die erste Frage

erhebt die durchschnittliche wöchentliche Arbeitszeit der Bauleiter und die Anzahl der von ihnen parallel betreuten Bauvorhaben. Anhand der so gewonnenen Informationen konnte die wöchentliche Arbeitszeit je betrachtetem Bauvorhaben festgestellt werden. Als Nächstes folgten Fragen über das Bauvorhaben. Hierbei musste die Art des Bauvorhabens (Neubau, Umbau oder Sanierung), der Baustellenauftrag (GU-Auftrag, Baumeistertätigkeit) und der Bereich des Bauvorhabens (Wohnbau, Gewerbebau oder Industriebau) angekreuzt werden. Anschließend folgten die Fragen bezüglich des Projektvolumens und der aktuellen Projektphase. Als letzten Punkt beinhaltet das erste Formular des Fragebogens eine kurze Beschreibung des Bauvorhabens.

Der zweite Teil des Fragebogens bezieht sich auf die einzelnen wahrzunehmenden Aufgaben des Bauleiters. Das Formular dient der täglichen Dokumentation der Zeitdaten. Hierzu wurden die Tätigkeiten des Bauleiters analysiert (siehe Kapitel 3.2) und in einzelne Aufgaben gegliedert. Abhängig von der Art des im Teil 1 des Fragebogens erhobenen Bauvorhabens wurde den Bauleitern für die Datenerhebung der Fragebogen für die entsprechende Projektphase (Ausführungsvorbereitung, Ausführung, Projektabschluss, Gewährleistung) zugewiesen. Die Erstellung des standardisierten Fragebogens dient der Vergleichbarkeit der Daten im Zuge der Auswertung.

Durchführung der Datenerhebung

Die Erhebung der Zeitdaten der sieben Bauvorhaben wurde mit Hilfe der Software PlanRadar¹⁶ durchgeführt. PlanRadar ist eine Software die im Baustellenalltag für Baudokumentation und Baumängelmanagement verwendet wird. Während der Verwendung der Software bei einem Bauvorhaben besteht die Möglichkeit, ein Projekt in dem Programm zu erstellen und die entsprechenden Pläne hochzuladen. Dem Projekt können des Weiteren die beteiligten Personen zugeordnet werden. Auf dem digitalen Plan können nun Bauteile oder Baubereiche markiert und Kommentare dazu verfasst werden. Die Weiterleitung dieser Informationen erfolgt im Anschluss automatisch an die zuständige Person oder Firma per E-Mail. Die erstellten Kommentare werden in PlanRadar *Tickets* genannt. Diese Funktion wird beispielsweise bei Mängeln an Bauteilen verwendet. Somit ist der betroffene Subunternehmer sofort informiert und kann Verbesserungsmaßnahmen durchführen. Nach Abschluss der jeweiligen Arbeit kann zum Beispiel der Subunternehmer auf das erstellte Ticket antworten. Somit ist ein lückenloser Informationsfluss gegeben. Diese Kommunikation wird im Programm dokumentiert und kann anschließend in Excel oder als PDF exportiert und archiviert werden. Die Erstellung von Tickets kann über die Website

¹⁶Das Unternehmen PlanRadar vertreibt eine gleichnamige Software zum Mängelmanagement und zur Baudokumentation. Während der Erstellung der vorliegenden Diplomarbeit erfolgte eine Namensänderung von DefectRadar zu PlanRadar.

am Computer oder über eine App am Handy oder Tablet erfolgen. Falls bei der Nutzung der App zum Zeitpunkt der Eintragung keine Internetverbindung vorhanden ist, werden die Tickets hochgeladen, sobald diese wieder vorhanden ist. [40]

Im Zuge dieser Diplomarbeit wurden die Funktionen der Software um die durchzuführende Befragung erweitert. Die Funktion der Ticketerstellung wurde für die Dokumentation der Zeitdaten verwendet. Jeder Bauleiter hatte für jede durchgeführte Tätigkeit am Arbeitstag ein eigenes Ticket zur Dokumentation der durchgeführten Tätigkeit zu erstellen. Dabei konnte aus einem vorbereiteten Katalog die jeweilige Tätigkeit ausgewählt werden und die dafür benötigte Dauer eingetragen werden. Durch die verschiedenen Bedienungsgeräte (Computer oder per App) war es dem Bauleiter jederzeit möglich, seine Tätigkeiten zu erfassen.

Zu Beginn der Datenerhebung erfolgte ein persönliches Gespräch mit allen vier Bauleitern. Diese Treffen dienten der Vorstellung der Diplomarbeit und der Klärung des Ziels der Datenerhebung. Des Weiteren wurde den Bauleitern der Ablauf der Zeitdatenerhebung vorgestellt. Zu Beginn dieser Treffen wurde von den Bauleitern der erste Teil des Fragebogens ausgefüllt. Darüber hinaus wurden in diesen Gesprächen die Erfahrungswerte der Bauleiter dokumentiert (vergleiche Kapitel 3.3). Die Einflussgrößen werden im Anschluss in die Auswertung der Zeitdaten einfließen. Danach erfolgte die Vorstellung der Software für die Zeitdatenerfassung. Für eine leichtere Handhabung des Programmes wurde eine kurze Anleitung (vgl. Anhang Abbildung A.3) verfasst. Diese Anleitung galt nur für die Nutzung der Software im Zuge dieser Diplomarbeit. Den Bauleitern wurde der entwickelte Tätigkeitskatalog vorgestellt, um abweichende Betitelungen der Aufgaben im Rahmen der Datenerhebung auszuschließen und Auswertungsungenauigkeiten vorzubeugen.

4.2 Bauvorhaben

Im Zuge dieser Diplomarbeit wird die Zeitdatenaufnahme mit Hilfe von vier Bauleitern durchgeführt. Diese vier Bauleiter führten sieben Bauvorhaben aus dem Bereich Hochbau. Die Bauleiter von Bauvorhaben 2 und Bauvorhaben 7 leiten jeweils eine Baustelle. Der Bauleiter von Bauvorhaben 1 ist für zwei Baustellen zuständig, jedoch erfolgte nur bei einer Baustelle eine Erhebung der Zeitdaten. Der vierte Bauleiter führte die Bauvorhaben 4 bis 6 gleichzeitig.

Auf Basis des ersten Formulars (Anhang Abbildung A.1) sind die Daten der Baustellen in Abbildung 4.1 dargestellt. Eine detaillierte Beschreibung der Bauvorhaben ist in der Tabelle A.1 bis Tabelle A.7 im Anhang ersichtlich.

4 Ermittlung des zeitlichen Arbeitsaufwands der Bauleitung

	Bauvorhaben 1	Bauvorhaben 2	Bauvorhaben 3	Bauvorhaben 4
Art der Baustelle	Städtischer Wohnbau	Städtischer Wohnbau	Städtischer Wohnbau	Industriebau
Bauvorhaben	Neubau	Neubau	Neubau	Neubau
Baustellenauftrag	Baumeistertätigkeit	GU- Auftrag	Baumeistertätigkeit	Baumeistertätigkeit
Projektphase	Ausführungsvorbereitung und Ausführung	Ausführung	Ausführung	Ausführungsvorbereitung
Projektvolumen	10,35 Mio. €	21 Mio.€	7,6 Mio. €	3,6 Mio. €
Erfahrung des Bauleiters	Erfahrener	Anfänger	Erfahrener	Erfahrener

	Bauvorhaben 5	Bauvorhaben 6	Bauvorhaben 7
Art der Baustelle	Städtischer Wohnbau	Verschiedene Projekte	Städtischer Wohnbau
Bauvorhaben	Neubau	-	Neubau
Baustellenauftrag	GU- Auftrag	-	GU- Auftrag
Projektphase	Projektabschluss / Übergabe	Gewährleistung	Ausführung
Projektvolumen	17 Mio. €	-	13 Mio. €
Erfahrung des Bauleiters	Erfahrener	Erfahrener	Erfahrener

Abbildung 4.1: Übersicht erhobenen Bauvorhaben

In Abbildung 4.1 ist ersichtlich, dass es sich bei fünf Bauvorhaben um Wohnbau-Projekte handelt. In Bauvorhaben 4 wird eine Industriehalle errichtet. Das Bauvorhaben 6 besteht aus mehreren Projekten. In diesem Bauvorhaben hat der Bauleiter alle Tätigkeiten von unterschiedlichen Projekten erfasst, welche dem Abschnitt der Gewährleistung angehören. In drei Bauvorhaben handelt es sich um einen Generalunternehmer-Auftrag. Bei weiteren drei Bauvorhaben wurde ein Vertrag über die Baumeistertätigkeiten abgeschlossen. Das Projektvolumen der Bauvorhaben liegt zwischen 3,6 und 21 Mio. € und es handelt sich vorwiegend um Neubau-Projekte. Im Zuge des persönlichen Gesprächs wurde anhand des Kriteriums nach Cichos [13] (siehe Tabelle 3.2) festgestellt, dass drei Bauleiter zur Kategorie *Erfahren* zählen. Ein Bauleiter zählt nach dieser Einteilung aufgrund der geringen Anzahl der geleiteten Projekte und den zugehörigen Projektvolumen zur Kategorie *Anfänger* (siehe Tabelle 3.2).

Die Erhebung der Zeitdaten erfolgte in einer Zeitdauer von fünf bis zehn Wochen. In diesem Zeitraum wurden 1.417 Stunden Arbeitszeit dokumentiert. Die Verteilung der erhobenen Arbeitszeit ist in Tabelle 4.1 ersichtlich.

Bauvorhaben	Gesamtstundenzahl
Bauvorhaben 1	220,5 h
Bauvorhaben 2	240,0 h
Bauvorhaben 3	347,5 h
Bauvorhaben 4	173,5 h
Bauvorhaben 5	32,0 h
Bauvorhaben 6	11,5 h
Bauvorhaben 7	392,0 h
Gesamt	1.417 h

Tabelle 4.1: Gesamtstundenanzahl der Bauvorhaben

4.3 Auswertung

Die gezielte Auswertung der Zeitdaten wird in Aufgabengruppen durchgeführt. Um die Auswertung der gewonnenen Zeitdaten mit bestehender Literatur vergleichen zu können, erfolgt die Einteilung der Gruppen in Anlehnung an Chriti [10].

In Abbildung 4.2 werden die einzelnen Tätigkeiten des Aufgabenkataloges den 14 Gruppen zugeordnet. Chriti teilte die Aufgaben in 13 Gruppen ein, die vorliegende Diplomarbeit ergänzt die Einteilung um die Gruppe 14 *Telefonate, E-Mails, Recherchen*, da es sich um essentielle Aufgaben des Bauleiters handelt. Im Zuge seiner organisatorischen Tätigkeiten ist das Kontaktieren von Projektbeteiligten mittels Telefon oder per E-Mail zwingend. Anhand der Einteilung wurde anschließend die Auswertung der Arbeitszeiten durchgeführt. Die Einteilung der einzelnen Aufgaben in die 14 Aufgabengruppen ermöglicht in weiterer Folge einen Vergleich zwischen den erhobenen Daten dieser Arbeit und den Zeitdauern aus bereits vorliegender Literatur – es werden die Werke von Chriti [10], Chicos [11] und Schiesser [42] verglichen. In der Literatur wurden Bauvorhaben aus verschiedenen Bereichen analysiert. Chriti wertete Bauvorhaben im Tiefbau aus, Schiesser analysierte ein Projekt im Hochbau und die Arbeit von Chicos umfasste mehrere Bauvorhaben im Hoch- und Tiefbau. Der Vergleich mit Literaturwerten gibt Aufschluss über mögliche Abweichungen der erhobenen Zeitdaten dieser Arbeit im Vergleich zur genannten Literatur und über mögliche Unterschiede in den verschiedenen Bereichen (siehe Kapitel 4.4).

Die Auswertung der Zeitdaten erfolgt in verschiedenen Kategorien. Zu Beginn findet eine Analyse nach den einzelnen Bauvorhaben statt. In weiterer Folge werden die Daten in den jeweiligen Projektphasen und anschließend in den einzelnen Aufgabengruppen ausgewertet.

4 Ermittlung des zeitlichen Arbeitsaufwands der Bauleitung

Nr.	Gruppen	Tätigkeit
1	Arbeitsvorbereitung	<ul style="list-style-type: none"> • Allgemeine Baustellenvorbereitung • Baustellenbezogene Arbeitsvorbereitung • Vertragsstudium • Prüfung Vorleistungen • Baustellenorganisation • Bauablaufplanung • Baustelleneinrichtung und –räumung • Arbeitssicherheit • Umweltschutz • Behördenkontakt
2	Terminplanung, Personen- und Geräteeinsatzplanung	<ul style="list-style-type: none"> • Erstellung und Anpassung <ul style="list-style-type: none"> - Terminplanung - Personalplanung - Geräteplanung - Materialbedarfsplanung • Einsatz und Lieferplanung • Terminkontrolle
	Planprüfung	<ul style="list-style-type: none"> • Prüfung der Ausführungsplanung • Rücksprachen • Änderungsdienst • Freigabe • Überprüfung von Planlauf • Fristen • Planabweichung
4	Abrechnung	<ul style="list-style-type: none"> • Aufmaße • Massenermittlung • Erstellung Teilrechnung • Schlussrechnung • Prüfen von Rechnungen • Anweisen von Zahlungen
5	Bauerfolgsrechnung und Kostenkontrolle	<ul style="list-style-type: none"> • Leistungsfeststellung • Erfolgsübersicht Leistungsseiten • Stichtagsabgrenzung • Kostenkontrolle • SOLL-IST-Vergleich der Kosten • Arbeitskalkulation
6	Organisation und Koordination der Bauabwicklung	<ul style="list-style-type: none"> • Durchführung und Steuerung der Bauabwicklung • Einteilung der Arbeiten • Disposition und Einweisen Personal • Führen und Beurteilen des Personals • Disposition von Gerät und Material • Anwesenheit bei kritischen Bauphasen • Bewältigung von Auftretenden Ereignissen • Gezielt steuerndes Eingreifen bei Abweichungen von SOLL • Einarbeiten von Nachträgen
7	Kontrolle der Bauabwicklung	<ul style="list-style-type: none"> • Kontrolle der Arbeitseinteilung • Qualitätskontrolle der ausgeführten Eigen- und Sub-Leistungen • Veranlassen und Durchführen von Abnahmen • Mängelmanagement • Gewährleistungsabwicklung
8	Organisation und Kontrolle von Subunternehmern und Lieferanten	<ul style="list-style-type: none"> • Koordination der am Bau beteiligten Subunternehmer • Sub-Ausschreibung,-Vergabe und –Abnahme • Durchführung von Qualitätskontrollen der Subunternehmerleistung
9	Vertragskontrolle und Bearbeitung von Mehrkostenforderung	<ul style="list-style-type: none"> • Bauvertrag • Claim- Management • SOLL-IST-Vergleich • Bei Abweichungen von Bauvertrag Einleiten evtl. notwendiger Handlungen (Nachtragsmanagement)
10	Besprechung und Berichtswesen intern	<ul style="list-style-type: none"> • Führen und Teilnahme an internen Besprechungen • Berichtswesen und Schriftverkehr intern
11	Besprechung und Berichtswesen extern	<ul style="list-style-type: none"> • Führen von externen Besprechungen • Berichtswesen und Schriftverkehr extern
12	Dokumentation	<ul style="list-style-type: none"> • Dokumentation des Baustellenfortgangs • Beweissicherung
13	Wegzeiten	<ul style="list-style-type: none"> • An- und Abfahrt
14	Telefonate, E-Mails, Recherchen	<ul style="list-style-type: none"> • Telefonate • Recherchen

Abbildung 4.2: Einteilung der Aufgaben in Gruppen [10]

4.3.1 Auswertung nach Bauvorhaben

In der ersten Auswertung wurde eine getrennte Analyse der einzelnen Bauvorhaben durchgeführt. In den folgenden Abbildungen (Abbildung 4.3 bis Abbildung 4.9) sind die relativen Arbeitsaufwendungen der einzelnen Bauvorhaben in den jeweiligen Aufgabengruppen dargestellt.

Bauvorhaben 1

Bei diesem Bauvorhaben handelt es sich um ein Wohnbau-Projekt im Übergang zwischen der Ausführungsvorbereitung und der Phase der Ausführung. Bei dieser Baustelle werden Baumeistertätigkeiten ausgeübt. Die Abrechnung erfolgt über eine Pauschale. In Abbildung 4.3 werden die erfassten relativen Arbeitszeiten des Bauvorhabens 1 dargestellt.

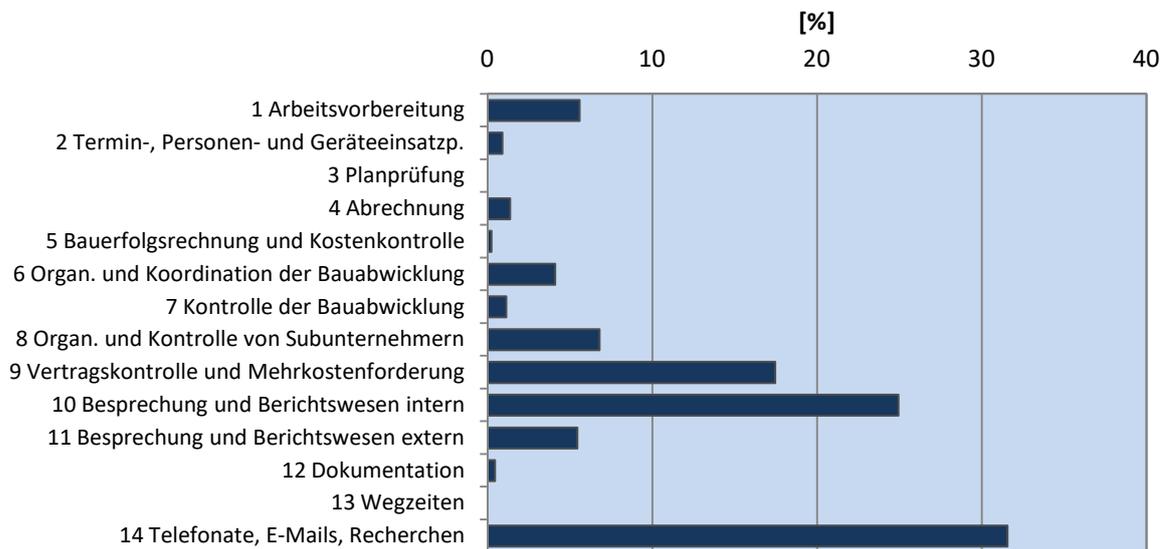


Abbildung 4.3: Relative Arbeitsverteilung Bauvorhaben 1

Daraus wird ersichtlich, dass die Gruppe 14 *Telefonate, E-Mails, Recherchen* und die Gruppe 10 *Besprechungen und Berichtswesen intern* die größten Teile der Arbeitszeit in Anspruch nehmen. Diese zwei Gruppen beanspruchen mit 32 % und 25 % mehr als die Hälfte der Arbeitszeit des Bauleiters. Die hohen Anteile der Gruppe 8 *Organisation und Kontrolle von Subunternehmern und Lieferanten* mit 7 % und Gruppe 9 *Vertragskontrolle und Bearbeitung von Mehrkostenforderung* mit 17 % sind durch die Aufgaben des Bauleiters in den beiden Projektphasen erklärbar. Die weiteren Aufgabengruppen Gruppe 1 *Arbeitsvorbereitung*, Gruppe 6 *Organisation und Koordination der Bauabwicklung* und Gruppe 11 *Besprechungen und Berichtswesen extern* nehmen mit Werten zwischen 4 - 6 %, vergleichsweise gleichgroße Teile der Arbeitszeit des Bauleiters in Anspruch. Weitere fünf Aufgabengruppen weisen relative Arbeitszeiten unter 2 % auf und erfüllten somit im Erhebungszeitraum der Zeitdaten eine untergeordnete Rolle. Die übrigen beiden Auf-

gabengruppen, Gruppe 3 *Planprüfung* und Gruppe 13 *Wegzeiten*, wurden im Zeitraum der Datenerhebung vom Bauleiter nicht ausgeführt.

Bauvorhaben 2

Diese Unternehmung befindet sich in der Phase der Ausführung. Das Projekt ist ein Wohnbau mit Aufgaben auf Basis eines Generalunternehmer-Auftrags. Die Abrechnung erfolgt über eine Pauschale. In Abbildung 4.4 sind die relativen Arbeitszeiten aus der Zeitdatenerhebung von Bauvorhaben 2 dargestellt.

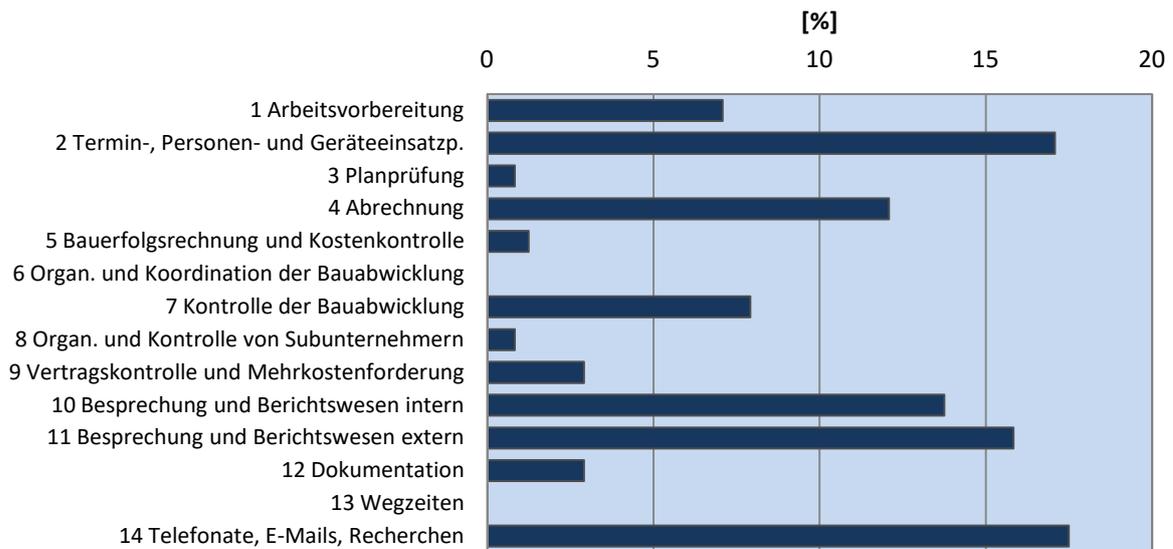


Abbildung 4.4: Relative Arbeitsverteilung Bauvorhaben 2

In Abbildung 4.4 ist festzustellen, dass die Gruppe 2 *Terminplanung, Personen- und Geräteeinsatzplanung* und die Gruppe 14 *Telefonate, E-Mails, Recherchen*, mit jeweils ca. 17 %, die größten Anteile der Arbeitszeit dieses Bauleiters in Anspruch nehmen. Die Gruppe 4 *Abrechnung*, Gruppe 10 *Besprechung und Berichtswesen intern* und Gruppe 11 *Besprechung und Berichtswesen extern* nehmen mit Werten zwischen 12 - 15 %, ungefähr gleiche Teile der Arbeitszeit dieses Bauleiters in Anspruch. Die nächstgrößten Zeitressourcen beanspruchen die Gruppe 1 *Arbeitsvorbereitung* mit ca. 7 % und die Gruppe 7 *Kontrolle und Bauabwicklung* mit ca. 8 %. Fünf Aufgabengruppen erfüllen mit relativen Arbeitszeiten kleiner 3 % eine untergeordnete Rolle im Erhebungszeitraum der Zeitdaten. Die Aufgaben der weiteren zwei Gruppen, Gruppe 6 *Organisation und Koordination der Bauabwicklung* und Gruppe 13 *Wegzeiten*, wurden im Zeitraum der Datenerhebung vom Bauleiter nicht ausgeführt. Bei diesem Bauvorhaben ist kein klarer Ausreißer bei den relativen Arbeitszeiten der Aufgabengruppen zu erkennen. Die Gruppen liegen mit ihren Werten unter 20 % vergleichbar.

Bauvorhaben 3

Bei diesem Projekt handelt es sich um einen Wohnbau. Das Projekt befindet sich in der Phase der Ausführung. Im Zuge des Bauvorhabens werden Baumeistertätigkeiten ausgeführt. Die Abrechnung wird über eine Pauschale abgewickelt. In Abbildung 4.5 sind die erhobenen relativen Arbeitszeiten dargestellt.

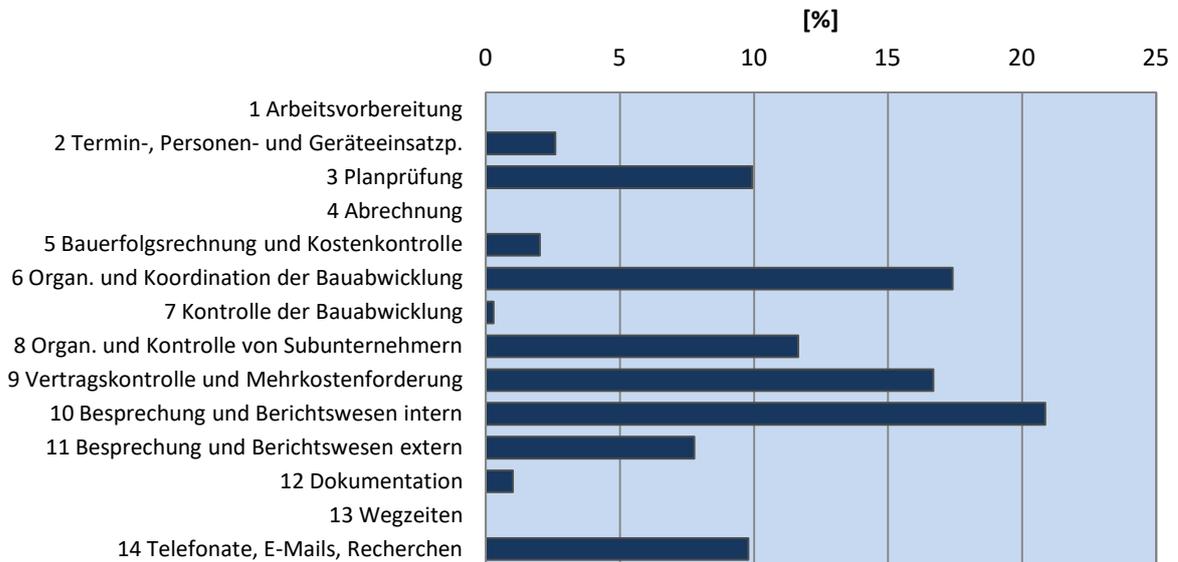


Abbildung 4.5: Relative Arbeitsverteilung Bauvorhaben 3

In Abbildung 4.5 ist erkennbar, dass drei Gruppen, Gruppe 6 *Organisation und Koordination der Bauabwicklung* mit ca. 17 %, Gruppe 9 *Vertragskontrolle und Bearbeitung von Mehrkostenforderungen* mit ca. 17 % und Gruppe 10 *Besprechungen und Berichtswesen intern* mit ca. 21 %, über die Hälfte der Arbeitszeit des Bauleiters in Anspruch nehmen. Gruppe 3 *Planprüfung*, Gruppe 8 *Organisation und Kontrolle von Subunternehmern und Lieferanten*, Gruppe 11 *Besprechungen und Berichtswesen extern* und Gruppe 14 *Telefonate, E-Mails, Recherchen* nehmen, mit Werten zwischen 8 - 12 %, die nächstgrößten Teile der Arbeitszeit des Bauleiters in Anspruch. Die Aufgaben der weiteren vier Aufgabengruppen wurden mit relativen Arbeitszeiten unter 3 % im Erhebungszeitraum am wenigsten ausgeführt. Die Aufgaben der Gruppe 1 *Arbeitsvorbereitung*, Gruppe 4 *Abrechnung* und Gruppe 13 *Wegzeiten* wurden im Zeitraum der Datenerhebung vom Bauleiter nicht ausgeführt.

Bauvorhaben 4

Dieser Industriebau befindet sich in der Ausführungsvorbereitung. Bei diesem Projekt handelt es sich um einen Baumeister-Auftrag und die Abrechnung erfolgt über eine Pauschale. Die relativen Arbeitszeiten aus dem Bauvorhaben 4 sind in Abbildung 4.6 ersichtlich.

4 Ermittlung des zeitlichen Arbeitsaufwands der Bauleitung

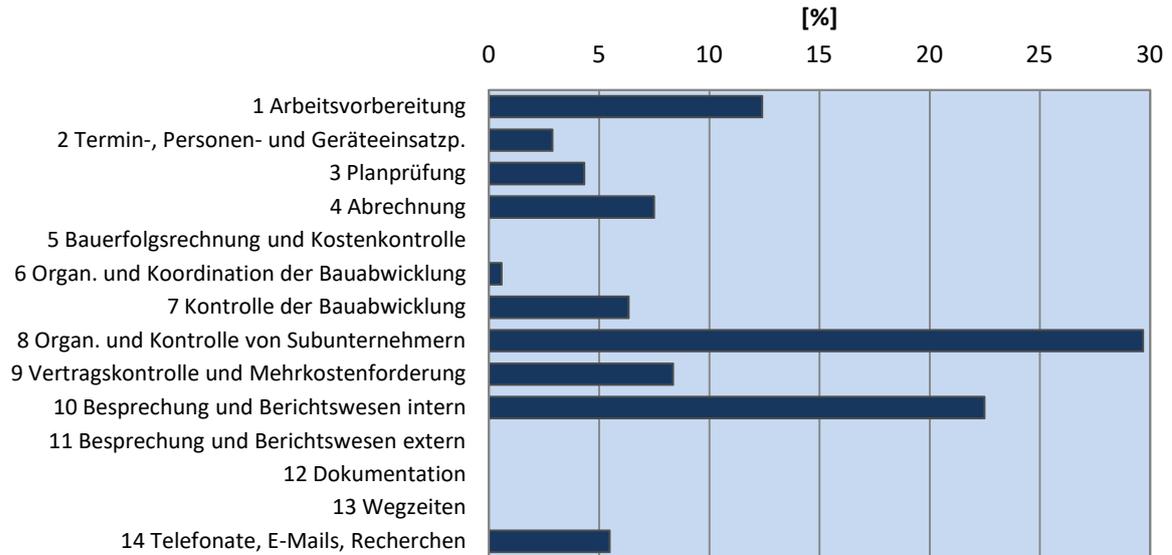


Abbildung 4.6: Relative Arbeitsverteilung Bauvorhaben 4

In Abbildung 4.6 ist die Gruppe 8 *Organisation und Kontrolle von Subunternehmern und Lieferanten* mit einem Wert von ca. 30 % als größter Anteil der Arbeitszeit zu erkennen. Den zweitgrößten Anteil beansprucht die Gruppe 10 *Besprechungen und Berichtswesen intern* mit ca. 22 %. Einen weiteren intensiven Aufgabenbereich stellt die Gruppe 1 *Arbeitsvorbereitung* mit einem Wert von ca. 12 % dar. Die Aufgabengruppe Gruppe 4 *Abrechnung*, Gruppe 6 *Kontrolle der Bauabwicklung*, Gruppe 11 *Vertragskontrolle und Bearbeitung von Mehrkostenforderungen* und Gruppe 14 *Telefonate, E-Mails, Recherchen* nehmen, mit Werten zwischen 6 - 8 %, ähnliche Teile der Arbeitszeit des Bauleiters in Anspruch. Die übrigen drei Aufgabenbereiche, Gruppe 2 *Terminplanung, Personen- und Geräteeinsatzplanung*, Gruppe 3 *Planprüfung* und Gruppe 6 *Organisation und Kontrolle der Subunternehmer und Lieferanten*, beanspruchen die Arbeitszeit des Bauleiters mit bis zu 4 % nur in geringem Ausmaß. Die restlichen Aufgabengruppen wurden im Zeitraum der Datenerhebung von dem Bauleiter nicht ausgeführt.

Bauvorhaben 5

Dieses Bauvorhaben befindet sich am Ende der Phase des Projektabschlusses und somit vor der Übergabe. Dabei handelt es sich um einen Wohnbau mit Generalunternehmer-Auftrag. Die Abrechnung erfolgt über eine Pauschale. In Abbildung 4.7 werden die erfassten relativen Arbeitszeiten vom Bauvorhaben 5 dargestellt.

4 Ermittlung des zeitlichen Arbeitsaufwands der Bauleitung

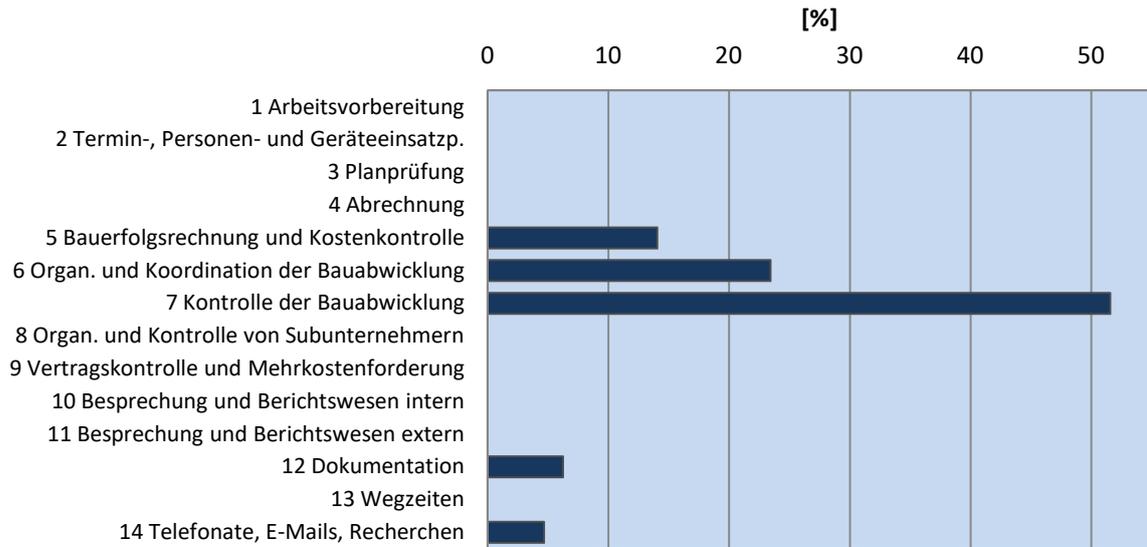


Abbildung 4.7: Relative Arbeitsverteilung Bauvorhaben 5

In Abbildung 4.7 ist die Gruppe 7 *Kontrolle der Bauabwicklung* mit einem Wert von ca. 51 % als wichtigste Aufgabengruppe erkennbar. Den zweitgrößten Anteil der Arbeitszeit beansprucht die Gruppe 6 *Organisation und Koordination der Bauabwicklung* mit rund 23 %. Der Aufgabenbereich Gruppe 5 *Bauerfolgsrechnung und Kostenkontrolle* nimmt 14 % der Arbeitszeit des Bauleiters in Anspruch. Die zwei kleinsten Anteile bilden Gruppe 12 *Dokumentation* mit 6 % und Gruppe 14 *Telefonate, E-Mails, Recherchen* mit 5 %. Die Aufgaben der übrigen neun Gruppen wurden im Untersuchungszeitraum vom Bauleiter nicht ausgeführt.

Bauvorhaben 6

Bei diesem Projekt wurden Aufgaben verschiedener Projekte aus dem Hochbau zusammengefasst. Das Bauvorhaben befindet sich in der Phase der Gewährleistung. In Abbildung 4.8 sind die relativen Arbeitszeiten aus der Zeitdatenerhebung von Bauvorhaben 6 dargestellt.

In Abbildung 4.8 ist ersichtlich, dass hier ausschließlich Aufgaben von zwei Gruppen ausgeführt wurden. Der Anteil bei Gruppe 7 *Kontrolle der Bauabwicklung* liegt bei ca. 61 %, Gruppe 5 *Bauerfolgsrechnung und Kostenkontrolle* beansprucht 39 % der Arbeitszeit des Bauleiters.

4 Ermittlung des zeitlichen Arbeitsaufwands der Bauleitung

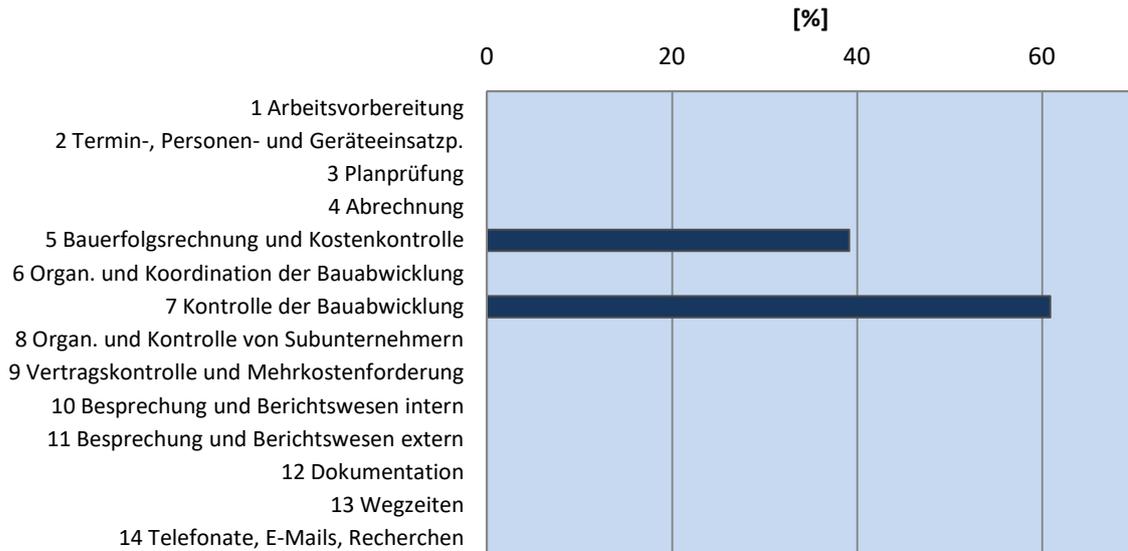


Abbildung 4.8: Relative Arbeitsverteilung Bauvorhaben 6

Bauvorhaben 7

Dieser Wohnbau befindet sich in der Phase der Ausführung. Bei diesem Projekt handelt es sich um einen Generalunternehmer-Auftrag und die Abrechnung erfolgt über eine Pauschale. Die relativen Arbeitszeiten aus dem Bauvorhaben 7 sind in Abbildung 4.9 ersichtlich.

Bei dem Bauvorhaben 7 sind in der Aufgabenverteilung keine klaren Ausreißer der Werte erkennbar, alle relativen Arbeitszeiten liegen unter 20 %. Die größte relative Arbeitszeit nimmt Gruppe 10 *Besprechung und Berichtswesen intern* mit 16 % ein. Die nächstgrößten Anteile weisen Gruppe 6 *Organisation und Koordination der Bauabwicklung*, Gruppe 11 *Besprechung und Berichtswesen extern* und Gruppe 14 *Telefonate, E-Mails, Recherchen*, mit Werten zwischen 12 - 13 % auf. Gruppe 13 *Wegzeiten* weist trotz der Leitung von nur einer Baustelle eine relative Arbeitszeit von 9 % auf. Dieser Wert ist unter anderem dadurch zu erklären, dass Fahrten des Bauleiters für Besprechungen außerhalb des Baustellenareals notwendig waren. Die beiden Aufgabengruppen Gruppe 2 *Terminplanung, Personen- und Geräteeinsatzplanung* und Gruppe 9 *Vertragskontrolle und Bearbeitung von Mehrkostenforderungen*, nehmen mit jeweils 7 % die Arbeitszeit des Bauleiters in Anspruch. Die weiteren sieben Gruppen beanspruchten die Arbeitszeit mit bis zu 4 % nur geringfügig.

4 Ermittlung des zeitlichen Arbeitsaufwands der Bauleitung

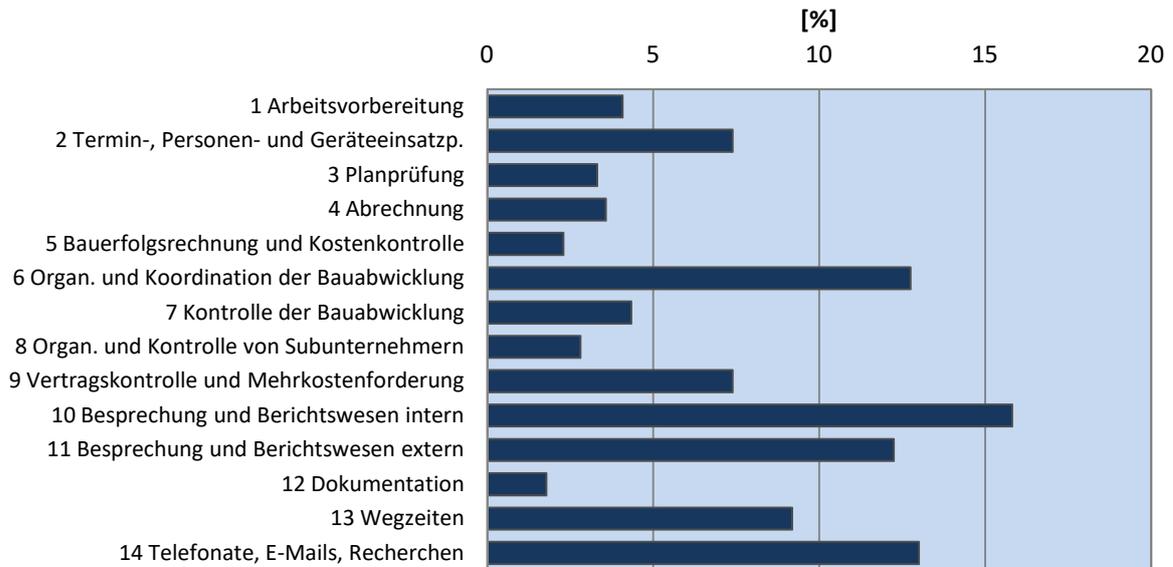


Abbildung 4.9: Relative Arbeitsverteilung Bauvorhaben 7

Kernaussagen

Zusammenfassend ist zu sagen, dass in der getrennten Auswertung der Bauvorhaben klare Unterschiede zwischen den relativen Arbeitszeiten zu erkennen sind. Diese Differenzen sind durch die verschiedenen Projektphasen zu erklären. In den einzelnen Projektphasen müssen unterschiedliche Aufgaben von dem Bauleiter erfüllt werden. Beispielsweise sind in den Phasen des Projektabschlusses und der Gewährleistung die Aufgaben der Gruppe 10 *Besprechung und Berichtswesen intern* und Gruppe 11 *Besprechung und Berichtswesen extern* wenig relevant. In den restlichen Projektphasen nehmen diese Gruppen - in Kombination mit Gruppe 14 *Telefonate, E-Mails, Recherchen* - den größten Teil der Arbeitszeit in Anspruch. Diese Gruppen lassen sich unter dem Oberbegriff Kommunikation zusammenfassen. Ebenfalls ist ersichtlich, dass Gruppe 12 *Dokumentation* in allen Phasen nur einen sehr geringen Wert der relativen Arbeitszeit aufweist. Um eine Aussage über die relativen Arbeitszeiten in den Phasen treffen zu können, erfolgt nachfolgend eine Auswertung nach Projektphasen.

4.3.2 Auswertung nach Projektphasen

4.3.2.1 Ausführungsvorbereitung

In der Phase der Ausführungsvorbereitung befinden sich zwei der sieben Bauvorhaben. Bauvorhaben 1 befindet sich im Übergang zwischen der Ausführungsvorbereitung und der Phase der Ausführung und wird somit in der Auswertung der Ausführungsvorbereitung und der Ausführung berücksichtigt. In Abbildung 4.10 ist die relative Arbeitszeit der Bau-

4 Ermittlung des zeitlichen Arbeitsaufwands der Bauleitung

vorhaben in der Phase der Ausführungsvorbereitung dargestellt. Der dunkelblaue Bereich der Balken kennzeichnet den Anteil des Bauvorhaben 1 an den relativen Arbeitszeiten der Aufgabengruppen. Die hellblauen Balken markieren die Anteile von Bauvorhaben 4. Somit ist die prozentuelle Verteilung der Arbeitszeit des Bauleiters in der Phase der Ausführungsvorbereitung zwischen den beiden Bauvorhaben vergleichbar und eine gesammelte Auswertung für diese Projektphase möglich.

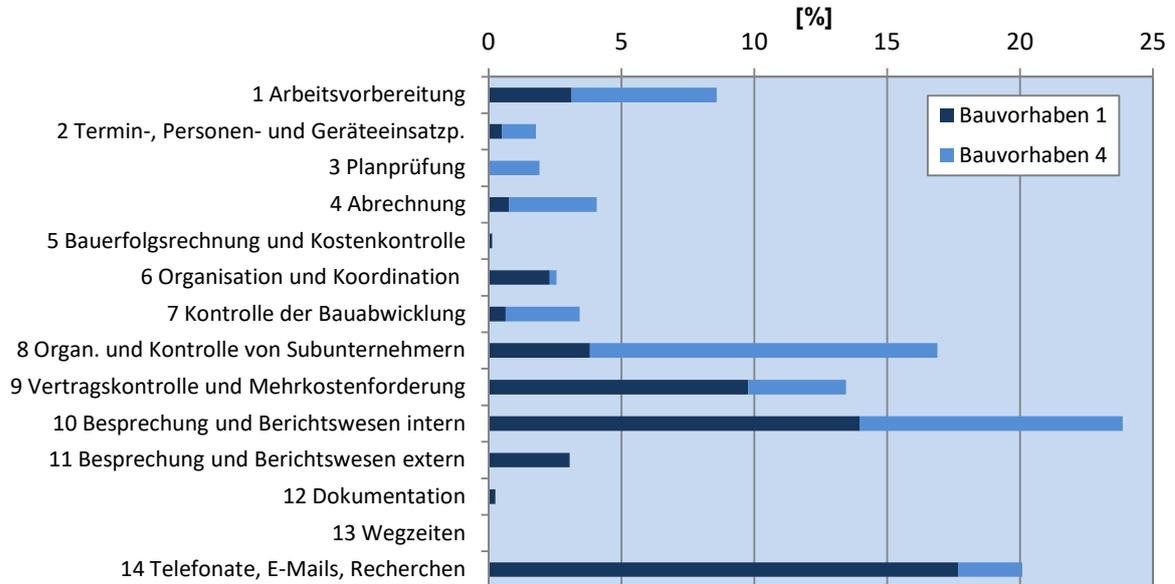


Abbildung 4.10: Relative Arbeitszeit des Bauleiters in der Ausführungsvorbereitung

Werden die beiden Bauvorhaben gegenübergestellt, ist klar zu erkennen, dass ein großer Anteil der Arbeitszeit in der Ausführungsvorbereitung und in den Gruppen der Besprechung und Kommunikation (Gruppe 10 *Besprechung und Berichtswesen intern* und Gruppe 14 *Telefonate, E-Mails, Recherchen*) liegen. Diese Anteile der Arbeitszeit sind erklärbar durch die organisatorische und koordinative Tätigkeit des Bauleiters. Der Bauleiter dient als Ansprechperson für Beteiligte des Projektes und muss aus diesem Grund einen großen Anteil seiner Arbeitszeit in Besprechungen, Telefonate und E-Mails investieren. Der geringere Anteil der Gruppe 11 *Besprechungen und Berichtswesen extern* ist durch die Aufgaben in den einzelnen Phasen erklärbar. Gewöhnlich starten die Termine der externen Besprechung erst mit Beginn der Ausführung und ist somit durch den Übergang zwischen den beiden Phasen in Bauvorhaben 1 erklärbar. Die Gruppe 8 *Organisation und Kontrolle von Subunternehmern und Lieferanten* und die Gruppe 9 *Vertragskontrolle und Bearbeitung von Mehrkostenforderungen* nehmen ebenfalls einen großen Teil der Arbeitszeit in Anspruch. Die Organisation der Subunternehmer wird vorwiegend in der Phase Ausführungsvorbereitung durchgeführt. Die damit verbundenen Vertragskontrollen nehmen ebenfalls einen großen Teil der Zeit des Bauleiters in Anspruch. Die Aufgaben der Gruppe 1 *Arbeitsvorbereitung* haben einen bemerkenswerten Einfluss auf die Arbeits-

zeit des Bauleiters in dieser Phase. Dieser Anteil ist durch die Aufgaben vor Ausführungsbeginn wie beispielsweise die Allgemeine Baustellenvorbereitung und Prüfung der Vorleistungen erklärbar. Die Aufgaben der weiteren Gruppen haben in der Phase der Arbeitsvorbereitung eine untergeordnete Rolle aus Sicht des Bauleiters. Beispielsweise werden die Aufgaben der Gruppe 5 *Bauerfolgsrechnung und Kostenkontrolle*, Gruppe 6 *Organisation und Koordination der Bauabwicklung* und Gruppe 7 *Kontrolle der Bauabwicklung* erst in der Ausführungsphase und während des Projektabschlusses relevant. Die geringe relative Arbeitszeit der weiteren Gruppen ist unter anderem durch eine Delegation an den Techniker erklärbar.

4.3.2.2 Ausführung

In der Phase der Ausführung befinden sich vier Bauvorhaben. Bauvorhaben 1 befindet sich im Übergang zwischen Ausführungsvorbereitung und Ausführung. In Abbildung 4.11 sind die relativen Arbeitszeiten der einzelnen Aufgabengruppen in der Ausführung ersichtlich. Der dunkelblaue Bereich der Balken kennzeichnet den Anteil des Bauvorhaben 1 und die hellblauen Balken markieren die Anteile des Bauvorhabens 2 an den relativen Arbeitszeiten. Der rosa Bereich kennzeichnet die Werte von Bauvorhaben 3 und die roten Balken zeigen die Anteile von Bauvorhaben 7.

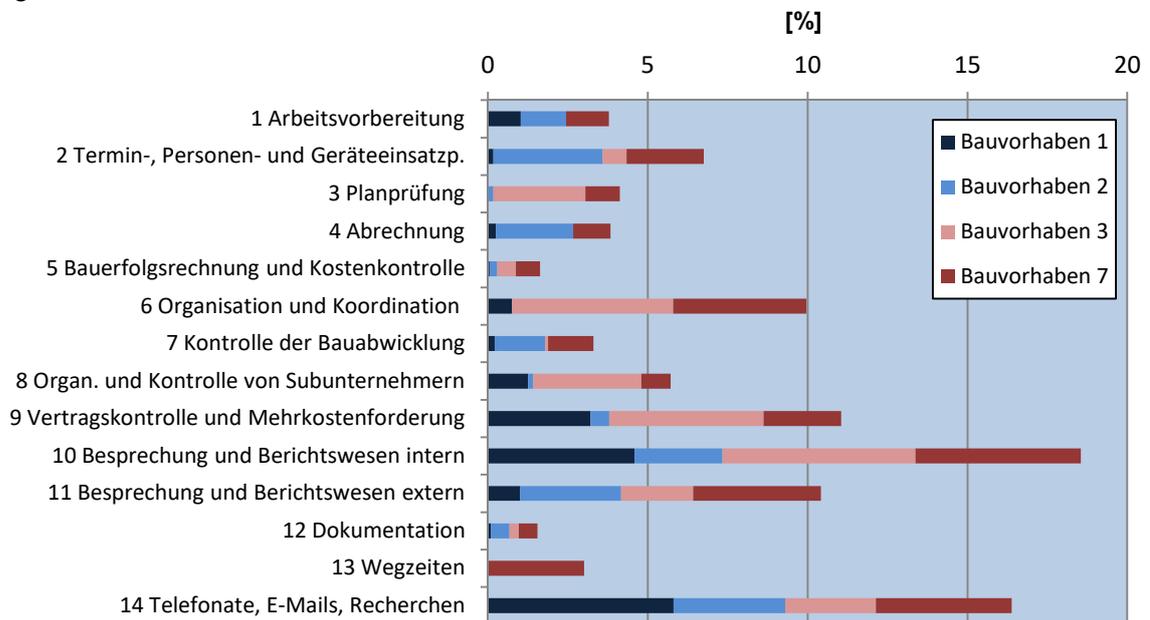


Abbildung 4.11: Relative Arbeitszeit des Bauleiters in der Ausführung

Beim Vergleich der vier Bauvorhaben ist eindeutig zu erkennen, dass ein großer Anteil der Arbeitszeit des Bauleiters in der Ausführung in den Gruppen der Besprechung und Kommunikation (Gruppe 10 *Besprechung und Berichtswesen intern*, Gruppe 11 *Besprechung und Berichtswesen extern* und Gruppe 14 *Telefonate, E-Mails, Recherchen*) liegen.

4 Ermittlung des zeitlichen Arbeitsaufwands der Bauleitung

Die drei Gruppen beanspruchen ca. 45 % der Arbeitszeit des Bauleiters. Dieser hohe relative Anteil ist auf die Funktion als Ansprechperson für Beteiligte des Bauvorhabens zurück zu führen. Auffallend gering sind die relativen Arbeitszeiten der Gruppe 5 *Bauerfolgsrechnung und Kostenkontrolle*, Gruppe 12 *Dokumentation* und Gruppe 13 *Wegzeiten*. Der niedrige Wert der Gruppe 5 *Bauerfolgsrechnung und Kostenkontrolle* lässt auf eine mögliche Übertragung der Aufgaben an den Techniker schließen. Die Dokumentation wird oftmals aufgrund der hohen Anzahl an anderen Tätigkeiten vernachlässigt oder ebenfalls an den Techniker delegiert. Durch dieses Verhalten ist die geringe Arbeitszeit erklärbar. Die Gruppe 13 *Wegzeiten* wird nur im Falle von mehreren parallelen Bauvorhaben benötigt, somit ist diese relative Arbeitszeit gering. Die weiteren relativen Arbeitszeiten der weiteren Aufgaben belaufen sich auf Werte zwischen 4 - 10 % und werden in ähnlichen Umfang ausgeführt.

4.3.2.3 Projektabschluss

In der Phase des Projektabschlusses befindet sich das Bauvorhaben 5 (siehe Abbildung 4.12).

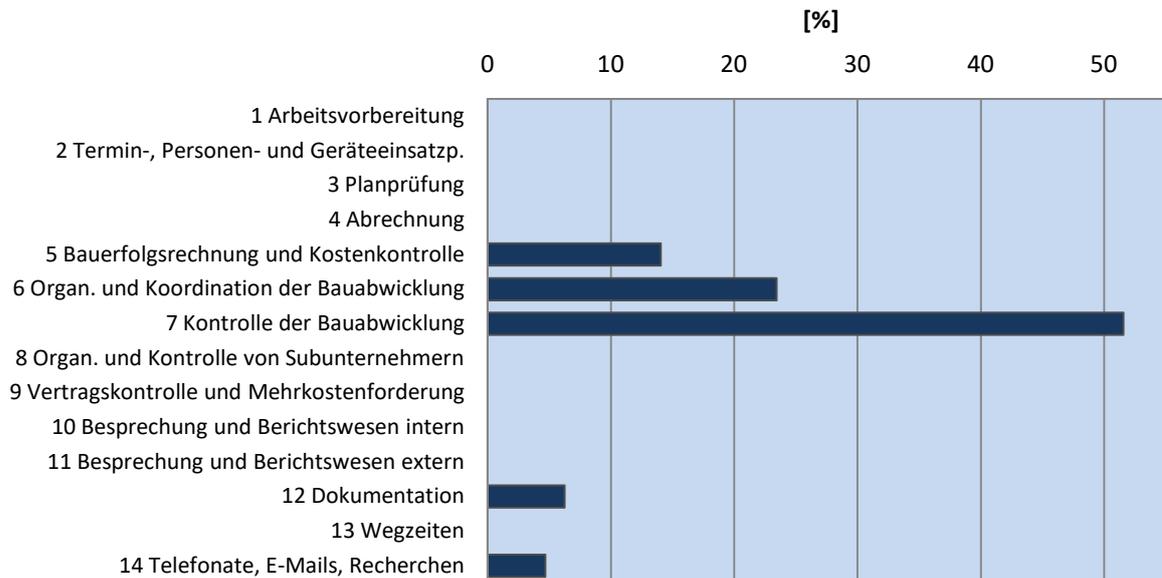


Abbildung 4.12: Relative Arbeitszeit des Bauleiters in der Phase des Projektabschluss

In dieser Projektphase sind Aufgaben aus fünf Aufgabengruppen für den Bauleiter relevant. Gruppe 5 *Bauerfolgsrechnung und Kostenkontrolle*, Gruppe 6 *Organisation und Koordination der Bauabwicklung* und Gruppe 7 *Kontrolle der Bauabwicklung* weisen dabei die größten relativen Arbeitszeiten auf, wovon Gruppe 7 mit 52 % den größten Anteil einnimmt. Dieser Wert ist durch das Mängelmanagement erklärbar, weil vor der Übergabe des Projektes alle Mängel behoben werden müssen. Die Behebung der Mängel setzt die

Aufgaben der Disposition von Personal, Material und Gerät aus Gruppe 6 voraus. Die Tätigkeiten haben ebenfalls einen Einfluss die Aufgaben der Gruppe 5 *Bauerfolgsrechnung und Kostenkontrolle* wie beispielsweise auf den Soll-Ist-Vergleich der Kosten. Somit ist die Notwendigkeit der drei Gruppen in der Phase des Projektabschlusses erklärbar.

Die Gruppe 12 *Dokumentation* mit 6 % und die Gruppe 14 *Telefonate, E-Mails, Recherchen* mit 5 % haben vergleichbar niedrige Werte in der relativen Arbeitszeit. Die geringe Dokumentation durch die fehlende Wertschätzung dieser Aufgaben erklärbar. Die Verringerung der relativen Arbeitszeit der Gruppe 14 *Telefonate, E-Mails, Recherchen* ist auf die geringe Zahl der Beteiligten am Projekt zu diesem Zeitpunkt zurück zu führen. Viele Leistungen von Subunternehmer sind bereits abgeschlossen und benötigen somit keine Anweisungen des Bauleiters per Telefon oder E-Mail.

4.3.2.4 Gewährleistung

Das Bauvorhaben 6 befinden sich in der Gewährleistung (siehe Abbildung 4.13).

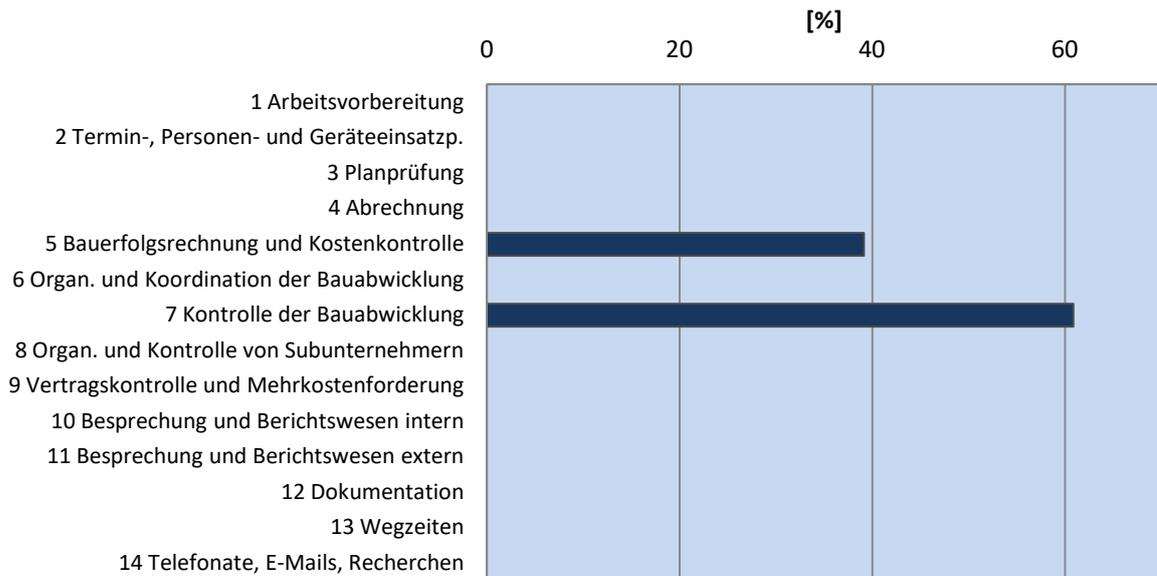


Abbildung 4.13: Relative Arbeitszeit des Bauleiters in der Gewährleistung

Für den Abschnitt sind nur mehr Gruppe 5 *Bauerfolgsrechnung und Kostenkontrolle* und Gruppe 7 *Kontrolle der Bauabwicklung* relevant, wovon die relative Arbeitszeit der Kontrolle der Bauabwicklung 61 % beträgt. Die Aufgaben von Gruppe 5 sind, wie in der Phase des Projektabschlusses, durch das Mängelmanagement sowie die Kontrolle und Abnahme der Leistung erklärbar. Der Einfluss auf den Soll- Ist-Vergleich der Kosten und den damit verbundenen Aufgaben ist ebenfalls gegeben.

In den untersuchten Bauvorhaben sind keine größeren Unterschiede aufgrund der Erfahrungswerte der Bauleiter erkennbar. Das Bauvorhaben 2 weicht, trotz der Erfahrungsklasse Anfänger, nicht von den restlichen Bauvorhaben ab.

4.3.3 Gesamtauswertung

Im Anschluss an die Darstellung der einzelnen Bauvorhaben und der Aufteilung in die einzelnen Projektphasen wurde eine Auswertung aller sieben Bauvorhaben gemeinsam durchgeführt. Die gemeinsame Auswertung erfolgt auf Basis aller erhobenen Zeitdaten, unabhängig von der zugehörigen Projektphase. Oftmals wird in einem Bauvorhaben bereits mit den Arbeiten auf der Baustelle begonnen, während der Bauleiter noch Aufgaben aus der Phase der Ausführungsvorbereitung zu erledigen hat. Aus diesem Grund wird in diesem Abschnitt eine gesammelte Auswertung aller Bauvorhaben vorgenommen, um eine allgemeine prozentuelle Verteilung der Arbeitszeit des Bauleiters zu erhalten. In Abbildung 4.14 sind die relativen Arbeitszeiten der einzelnen Aufgabengruppen aller sieben Bauvorhaben dargestellt. Der Vergleich mit relativen Arbeitszeiten aus der Literatur - Chriti [10], Cichos [11], Schiesser [42] - erfolgt in Kapitel 4.4.

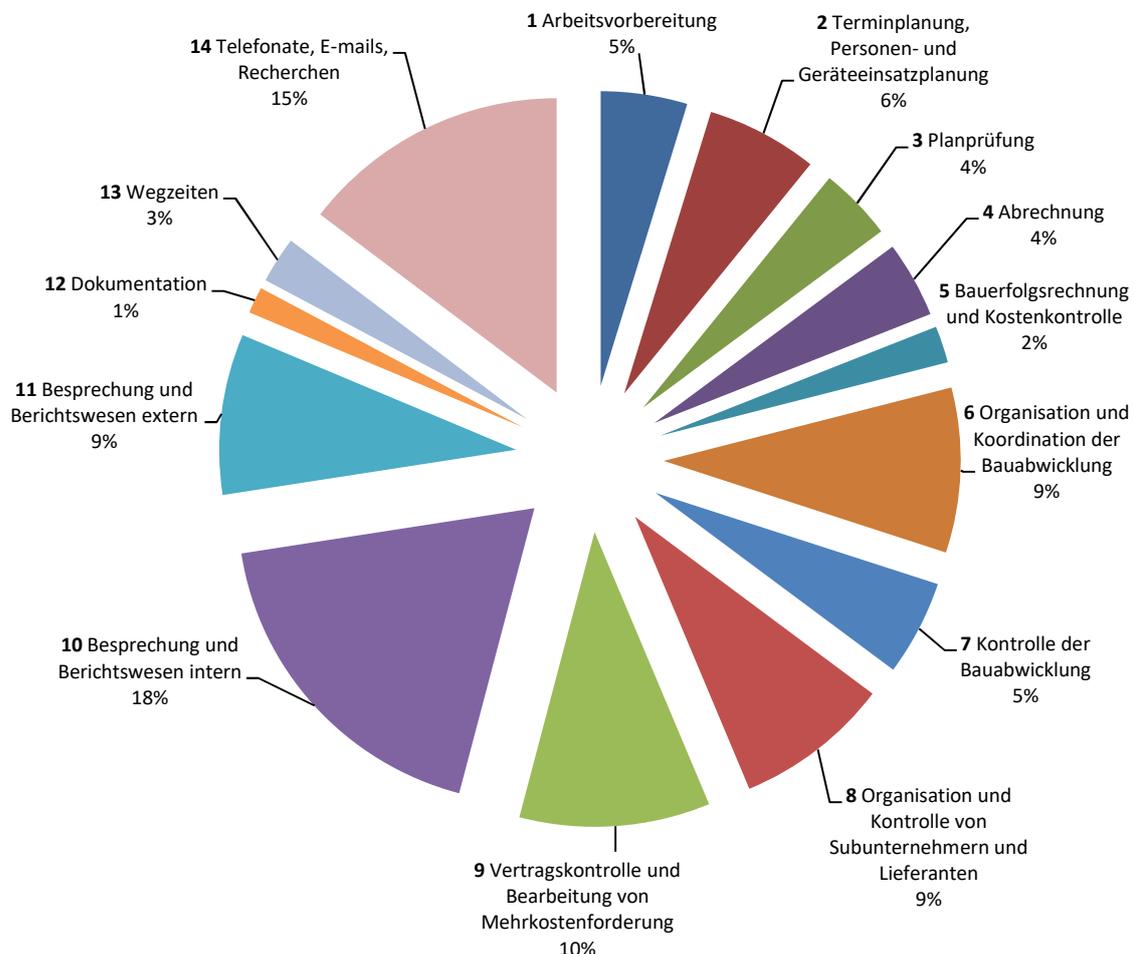


Abbildung 4.14: Relative Arbeitsverteilung aller Bauvorhaben

In der obigen Darstellung ist erkennbar, dass der größte Teil der Arbeitszeit des Bauleiters für Besprechungen und Kommunikation mit Projektbeteiligten verwendet wird. Durch die Gruppen 10 *Besprechung und Berichtswesen intern* und 11 *Besprechung und Berichtswesen extern*, welche 18 % und 9 % der Arbeitszeit ausmachen, ist ersichtlich, dass 27 % der Arbeitszeit des Bauleiters für Besprechungen benötigt werden. Die Zeit für Besprechungen ist essentiell, um mögliche Probleme zu lösen und Fragen der Beteiligten zu klären. Die zweitgrößte relative Arbeitszeit weist Gruppe 14 *Telefonate, E-Mails, Recherchen* auf. Zu dieser Aufgabengruppe zählen die Telefonate mit Beteiligten des Projektes, E-Mails betreffend das Bauvorhaben und Recherchen zu offenen Fragen bezüglich des Bauvorhabens. Die Recherchen beanspruchten dabei nur einen geringen Teil der Arbeitszeit, somit wurden die 15 % vorwiegend für Telefonate und E-Mails benötigt. Der hohe Anteil lässt auf die Funktion als Hauptansprechperson für das Bauvorhaben zurückführen. Eine wichtige Aufgabe der Bauleiter ist es, die Personen über die verschiedenen Ereignisse zu informieren und mit ihnen Rücksprache zu halten. Der Informationsfluss erfolgt nicht nur in Besprechungen, sondern auch über das Telefon und E-Mails.

Der nächstgrößere Wert zählt zur Gruppe 9 *Vertragskontrolle und Bearbeitung von Mehrkostenforderung* mit 10 %. Die Erstellung und Kontrolle der Verträge, sowie der Vergleich zwischen den ausgeschriebenen Vorgaben des Auftraggebers und der anschließenden Umsetzung im Bauvorhaben, benötigen einen maßgeblichen Teil der Arbeitszeit. Die Anzahl der Mehrkostenforderungen ist abhängig von der Detailgenauigkeit der Ausschreibung und von möglichen unerwarteten Erweiterungen der Leistungen des Auftragnehmers. Die relativen Arbeitszeiten dieser Aufgaben sind abhängig von der Qualität der Ausschreibung und von möglichen Änderungswünschen des Auftraggebers. Somit sind große Schwankungsbreiten der notwendigen Arbeitszeit in Bezug auf die Mehrkostenforderung zwischen verschiedenen Bauvorhaben möglich.

Die Gruppe 6 *Organisation und Koordination der Bauabwicklung* weist mit 9 % die nächstgrößte relative Arbeitszeit auf. Einen entscheidenden Anteil nehmen hier die Personalführung bzw. die Absprachen mit dem Bautechniker und dem Polier in Anspruch. Die Interaktion zwischen den Baustellenführungskräften ist entscheidend für den positiven Abschluss eines Bauvorhabens. Somit sind die Abstimmungen der Aufgabenzuteilungen zum Techniker und dem Polier, sowie die Information des Bauleiters über die aktuellen Ereignisse extrem wichtig.

Die Gruppe 8 *Organisation und Kontrolle von Subunternehmern und Lieferanten* nimmt ebenfalls 9 % der Arbeitszeit des Bauleiters in Anspruch. Die relative Arbeitszeit ist durch die vorwiegend große Anzahl an Nachunternehmer in Bauvorhaben erklärbar. In nahezu jedem Bauvorhaben ist die Vergabe von Teilen der Aufgaben für die Erbringung der Leis-

tung oder dem positiven wirtschaftlichen Ausgang des Bauvorhabens entscheidend. Im Speziellen bei Bauvorhaben auf Basis eines Generalunternehmer-Auftrages ist es kaum möglich, die Aufgaben aller Gewerke durch ein Unternehmen zu erfüllen.

Die weiteren Gruppen weisen Werte bis 6 % der Arbeitszeit auf und liegen nahe beisammen. Auffallend gering ist der Anteil der Gruppe 12 *Dokumentation*. Dieser Wert liegt bei 1 %. Der marginale Anteil ist durch eine mögliche fehlende Dokumentation aufgrund zu umfangreicher Aufgabenmenge während eines Projektes zu erklären. Die Dokumentation ist jedoch bei Uneinigkeiten zwischen zwei Parteien entscheidend für eine rasche und reibungslose Klärung des Problems.

Auswertung in Sektoren

Im Zuge dieser Diplomarbeit werden die Aufgabengruppen in vier Sektoren zusammengefasst. Diese Darstellung dient der Signalisierung der Zusammengehörigkeit von verschiedenen Aufgabengruppen und der Kennzeichnung der vier großen Arbeitsbereiche des Bauleiters. Die Aufgaben werden gegliedert in:

- Organisation,
- Kontrolle,
- Abrechnung / Kalkulation und
- Kommunikation / Dokumentation.

Die Einteilung in die Aufgabensektoren ist in Tabelle 4.2 dargestellt. Die in Kapitel 4.3 eingeführte Nummerierung der Aufgabengruppen wird für die leichtere Erkennbarkeit der Gruppen in der folgenden Tabelle angeführt.

Sektoren		Nr.	Aufgabengruppen
1	Organisation	1	Arbeitsvorbereitung
		2	Terminplanung, Personen- und Geräteeinsatzplanung
		6	Organisation und Koordination der Bauabwicklung
		8	Organisation und Kontrolle von Subunternehmern und Lieferanten
		13	Wegzeiten
2	Kontrolle	3	Planprüfung
		7	Kontrolle der Bauabwicklung
		9	Vertragskontrolle und Bearbeitung von Mehrkostenforderung
3	Abrechnung und Kalkulation	4	Abrechnung
		5	Bauerfolgsrechnung und Kostenkontrolle
4	Kommunikation und Dokumentation	10	Besprechung und Berichtswesen intern
		11	Besprechung und Berichtswesen extern
		12	Dokumentation
		14	Telefonate, E-Mails, Recherchen

Tabelle 4.2: Einteilung in Aufgabensektoren

4 Ermittlung des zeitlichen Arbeitsaufwands der Bauleitung

Die Einteilung dient in weiterer Folge der Diplomarbeit der Feststellung der Effizienzsteigerung durch den Einsatz von BIM in den einzelnen Bereichen. In Abbildung 4.15 ist die Verteilung der relativen Arbeitszeit auf die einzelnen Sektoren dargestellt.

Der Vergleich der prozentuellen Verteilung der Arbeitszeit aus dieser Diplomarbeit mit Werten aus der Literatur erfolgt in Kapitel 4.4.

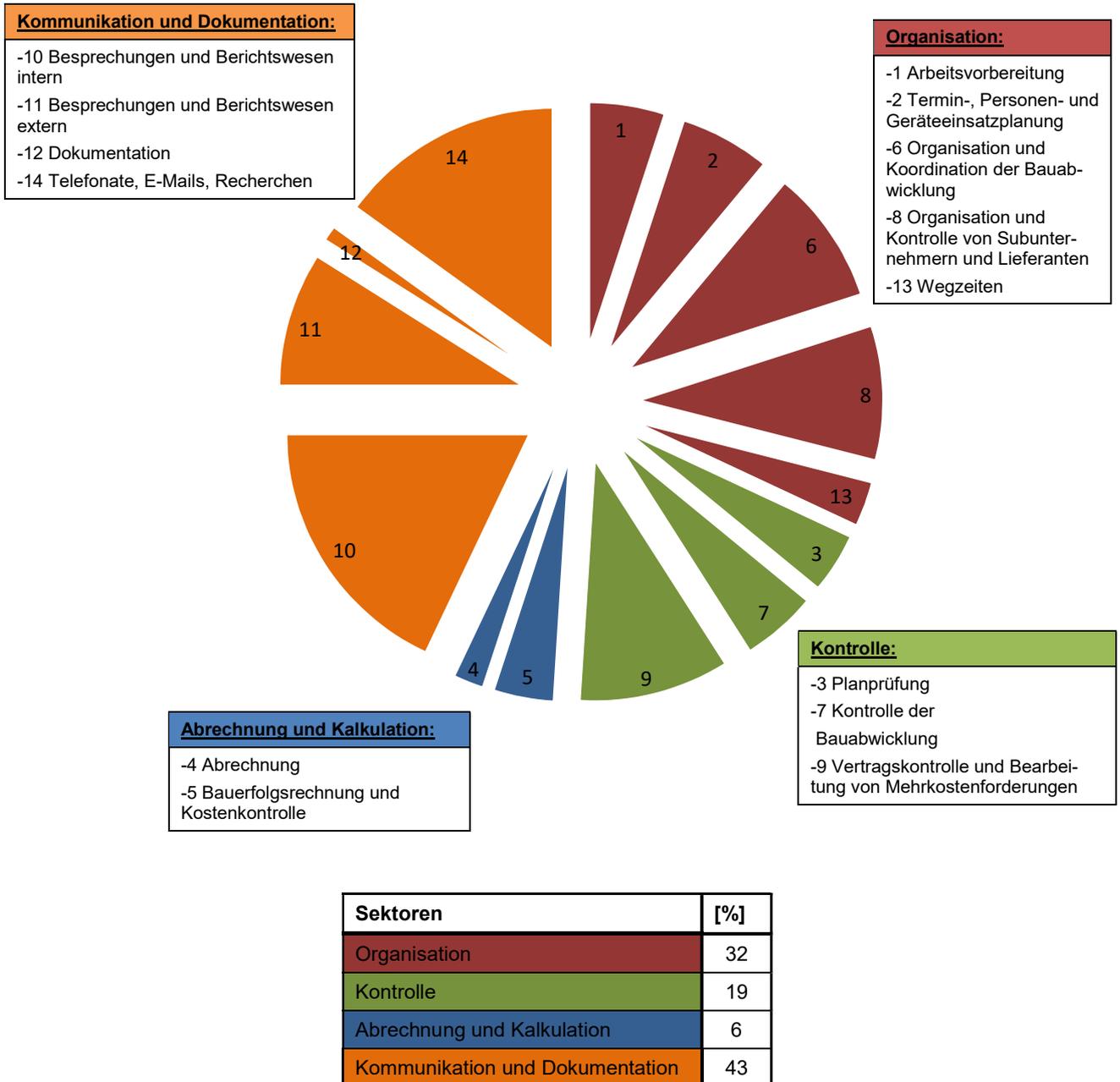


Abbildung 4.15: Einteilung in Aufgabensektoren

In Abbildung 4.15 ist die prozentuelle Verteilung der relativen Arbeitszeiten des Bauleiters in die vier Aufgabensektoren dargestellt. Es ist ersichtlich, dass der größte Teil der Arbeitszeit des Bauleiters für Kommunikation und Dokumentation verwendet wird. Die internen und externen Besprechungen, sowie die Telefonate und E-Mails nehmen 43 % der Arbeitszeit ein. Dieser Sektor bietet ein Potenzial für Effizienzsteigerung durch den Ein-

satz von BIM. Diese Annahme ist aufgrund der Methoden der Kommunikation mit BIM, wie beispielsweise mit cloudbasierten Plattformen, erklärbar. Mit diesem Hilfsmittel kann eine Entlastung des Bauleiters in Bezug auf den Informationsfluss zu den Beteiligten erreicht werden – mit Hilfe von Plattformen kann die Dokumentation automatisch erfolgen.

Der zweitgrößte Sektor ist die *Organisation*. Die Arbeitsvorbereitung, Organisation der Bauabwicklung und Subunternehmer sowie die Planung von Terminen, Personen und Gerätschaften nehmen 32 % der Arbeitszeit des Bauleiters in Anspruch. In diesem Sektor wäre beispielsweise eine Effizienzsteigerung durch die Erstellung eines Bauzeitplanes mit Hilfe des Gebäudemodells möglich.

Der zweite Sektor *Kontrolle* nimmt 19 % der Arbeitszeit ein. Dieser Sektor beinhaltet die Aufgaben der Planprüfung, Kontrolle der Bauabwicklung und Vertragskontrolle und Bearbeitung von Mehrkostenforderung. In diesem Sektor hätte der Einsatz von BIM einen Einfluss auf die Aufgaben der Planprüfung und die Vertragskontrolle und Mehrkostenforderungen. Die Annahme in Bezug auf die Planprüfung lässt sich durch die Möglichkeit der automatischen Kontrolle des Modells in den verschiedenen Programmen begründen. Durch den Einsatz von BIM und den damit genaueren Mengenermittlungen können die Anzahl der Mehrkostenforderungen reduziert werden. Aus diesem Grund wird auch ein Einfluss in diesem Bereich angenommen.

Den geringsten Anteil der Arbeitszeit des Bauleiters nimmt die Abrechnung und Kalkulation in Anspruch. Dieser Anteil ist wie bereits erwähnt, durch die Abrechnungsart erklärbar und kann in unterschiedlichen Bauvorhaben stark variieren. In dieser Arbeit wurden Zeitdaten von Bauvorhaben mit einer Abrechnung über eine Pauschale erhoben und ist somit geringer wie bei Bauvorhaben mit einer Abrechnung nach Leistung. Der Sektor bietet ein Potenzial für eine Effizienzsteigerung durch den Einsatz von BIM. Es kann in dem Bereich eine Optimierung durch die Abrechnung mit Hilfe der bereits eingetragenen Daten im Gebäudemodell eintreten. Die Mengenermittlung würde beispielsweise automatisch erfolgen und führt somit zu einer kürzeren Arbeitszeit.

Auswertung der einzelnen Aufgabengruppen

Um eine detailliertere Auswertung der Arbeitszeit in den einzelnen Aufgabengruppen und die Streuungen dieser Werte in den verschiedenen Bauvorhaben zu zeigen, wurden für die einzelnen Gruppen Box-Plots erstellt. Für jede Aufgabengruppe erfolgte eine Auswertung der absoluten und der relativen täglichen Arbeitszeit. Die Box-Plots werden im Anhang in Abbildung A.4 bis Abbildung A.15 dargestellt. In diesem Abschnitt wird eine Grafik gezeigt und genauer beschrieben, es handelt sich hierbei um die Aufgabengruppe 3 *Planprüfung* (siehe Abbildung 4.16).

Für die Auswertung wurden als erstes die relativen und absoluten täglichen Arbeitszeiten von jedem der sieben Bauvorhaben ermittelt. Im Anschluss daran erfolgte die gemeinsame Betrachtung der Arbeitszeiten der Bauvorhaben in den jeweiligen Aufgabengruppen und der Ermittlung des Median, der Extremwerte und der Quartile. Danach wurde der Mittelwert festgestellt (siehe Kapitel 2.1.4). Mit den ermittelten Werten konnten im Anschluss die Box-Plots erstellt werden.



Abbildung 4.16: Tägliche Arbeitszeit für Planprüfung

In Abbildung 4.16 ist zu erkennen, dass die durchschnittliche tägliche Arbeitszeit - Mittelwert - dieser Aufgaben 9,4 Minuten bzw. 2,8 % der Arbeitszeit betragen. Der Median dieser Gruppe liegt bei 4,1 Minuten bzw. 0,8 % der täglichen Arbeitszeit. Diese Differenz ist durch die unterschiedliche Ermittlung der Werte erklärbar. Der Mittelwert gilt als Schwerpunkt der Daten und Ausreißer haben einen stärkeren Einfluss auf diesen Wert. Der Median ist der mittlere Wert in einer der Größe nach geordneten Datenreihe.

Der Box-Plot wird durch das obere und untere Quartil begrenzt. Das obere Quartil (0,75-Quantil) ist bei 13,7 Minuten pro Tag bzw. 4,3 % der Arbeitszeit des Bauleiters. Das untere Quartil (0,25-Quantil) liegt bei 0 Minuten bzw. 0 %. Dieser Wert ist dadurch zu erklären, weil die Aufgabengruppe 11 *Planprüfung* nicht in jeder Projektphase und somit nicht in jedem Bauvorhaben verwendet wurde. Beispielsweise werden Planprüfungen in der Regel nicht in der Phase des Projektabschluss durchgeführt. Aus diesem Grund sind 25 % der Zeitdaten mit einem Wert von 0 verständlich. In dieser Gruppe hat somit das Minimum denselben Wert wie das untere Quartil. Das Maximum beträgt in dieser Aufgabengruppe 34,1 Minuten und somit 9,9 % der täglichen Arbeitszeit.

Kernaussagen

Der größte Teil der Arbeitszeit des Bauleiters wird für den Sektor *Kommunikation und Dokumentation* benötigt. Im Speziellen wird für die externen und internen Besprechungen die meiste Zeit verwendet. In Kombination mit dem hohen Zeitanteil für die notwendige Kommunikation via Telefon oder E-Mail liegt der Wert der relativen Arbeitszeit der Kommunikation mit Projektbeteiligten bei 42 %. Dieser Prozentsatz der Arbeitszeit ist erforderlich, weil der Bauleiter als Hauptansprechperson die Beteiligten separat über Geschehnis-

se informieren muss. Im Gegenzug wird die wichtige Aufgabe der Dokumentation aufgrund von Zeitmangel sehr oft nur rudimentär durchgeführt und in vielen Fällen nicht vom Bauleiter selbst. Der zweitgrößte Sektor ist der Aufgabenbereich der *Organisation*. In diesem Bereich wird der größte Teil der Arbeitszeit für die Organisation und Koordination der Bauabwicklung, sowie für die Organisation und Kontrolle der Subunternehmer und Lieferanten benötigt. Im Sektor der *Kontrolle* wird die Hälfte der Zeit für die Gruppe 9 *Vertragskontrolle und Bearbeitung von Mehrkostenforderungen verwendet*. Die Aufgabengruppe der Kontrolle der Verträge und Zusammenstellung von Mehrkostenforderungen ist zugleich eine der zeitintensivsten Aufgabengruppen. Die geringe Arbeitszeit des Sektors *Abrechnung und Kalkulation* ist durch die Abrechnung mit einer Pauschale zu begründen und kann in Bauvorhaben abhängig von der Abrechnungsart variieren.

4.4 Vergleich mit vorhandener Literatur

Der Vergleich mit der bestehenden Literatur dient der Ermittlung möglicher Abweichungen der erhobenen Zeitdaten. Auch Unterschiede in verschiedenen Bereichen der Baubranche lassen sich ermitteln. In dieser Diplomarbeit wurden Bauvorhaben aus dem Hochbau betrachtet. Für den Vergleich der relativen Arbeitszeit wurden Studien mit Bauvorhaben im Hoch- und Tiefbau verwendet. Anhand der Literaturrecherche wurden die Arbeiten von Chriti [10], Schiesser [42] und Cichos [11] für den Vergleich ausgewählt.

Wie in Kapitel 4.3 erwähnt, wurde die Gruppeneinteilungen der Aufgabenbereiche an jene von Chriti angepasst, um eine Vergleichsbasis zwischen den erhobenen Werten und den Literaturwerten zu schaffen. Die erhobenen Zeitdaten aus der Diplomarbeit von Schiesser und der Dissertation von Cichos wurden ebenfalls in die Aufgabengruppen eingeteilt. In Tabelle 4.3 ist der Vergleich der relativen Verteilung der Zeitdaten aus der Literatur mit den Ergebnissen dieser Arbeit dargestellt.

Die Spalte *Bandbreite* wurde anhand der Werte von Chriti, Schiesser und Cichos ermittelt. Diese Spalte dient der Darstellung der Schwankungsbreiten der Werte aus der Literatur und als Vergleichsbasis für die Werte dieser Diplomarbeit.

In Tabelle 4.3 sind diese unterschiedlichen und teilweise großen Schwankungsbereiche erkennbar. Diese unterschiedlichen Größen der relativen Arbeitszeit sind vorwiegend durch die verschiedenen Bereiche der Baustellen zu erklären. In der Diplomarbeit von Chriti [10] wurden Zeitdaten von Bauvorhaben im Tiefbau erhoben. Die Diplomarbeit von Schiesser [42] beschäftigte sich mit einem Hochbauprojekt. Die Dissertation von Cichos [11] umfasste eine Befragung von 150 Bauleitern aus verschiedenen Bereichen.

4 Ermittlung des zeitlichen Arbeitsaufwands der Bauleitung

	[%]	Chriti	Cichos ¹⁷	Schiesser	Bandbreite	Hiebl
1	Arbeitsvorbereitung	12	8-11	10	8 - 12	5
2	Terminplanung, Personen- und Geräteinsatzplanung	8	7-8	5	5 - 8	6
3	Planprüfung	3	11-13	6	3 – 13	4
4	Abrechnung	6	2-3	15	2 – 15	4
5	Bauerfolgsrechnung und Kostenkontrolle	7	6	2	2 – 7	2
6	Organisation und Koordination der Bauabwicklung	10	3-12	4	3 – 12	9
7	Kontrolle der Bauabwicklung	6	15-17	5	5 – 17	5
8	Organisation und Kontrolle von Nachunternehmer und Lieferanten	11	5-15	16	5 – 16	9
9	Vertragskontrolle und Mehrkostenforderung	10	7-11	4	4 – 11	10
10	Besprechungen und Berichtswesen intern	9	7-10	18	7 – 18	18
11	Besprechungen und Berichtswesen extern	12	8-12	11	8 – 12	9
12	Dokumentation	2	1-2	3	1 – 3	1
13	Wegzeiten	4	-	1	0 – 4	3
14	Telefonate, E-Mails, Recherchen	-	-	-	-	≤15

Tabelle 4.3: Vergleich der relativen Arbeitszeit zu Werten aus der Literatur [10, 11, 42]

In Gruppe 1 *Arbeitsvorbereitung* ist der Wert dieser Arbeit vergleichsweise zu den anderen drei Auswertungen mit 5 % gering. Die Ergebnisse von Chriti, Schiesser und Cichos liegen hingegen mit 8 - 10 % nahe beisammen. Die Abweichung des Wertes dieser Arbeit ist möglicherweise durch die Wahl der Bauvorhaben zu erklären. Von den sieben Bauvorhaben befand sich lediglich ein Projekt zum betrachteten Zeitraum in der Phase Ausführungsvorbereitung und ein zweites im Übergang zwischen Ausführungsvorbereitung und Ausführung.

In Gruppe 2 *Terminplanung, Personen- und Geräteinsatzplanung* ergibt sich aus den Werten der Literatur eine Schwankungsbreite von 5 - 8 %. Der Wert der relativen Arbeitszeit dieser Arbeit liegt mit 6 % in diesem Bereich. Die Differenz zwischen diesen Werten

¹⁷Übernahme der Einteilung der relativen Arbeitszeiten in den einzelnen Aufgabengruppen von Chriti, M.: Aufnahme des zeitlichen Arbeitsaufwandes und Ermittlung von Stundenaufwandswerten des technischen Führungspersonals bei Bauvorhaben im Bereich Tiefbau/ Infrastrukturbau, S97 [10]

ist durch die unterschiedlichen Bereiche und die verschiedenen Größen der Bauvorhaben erklärbar.

In Gruppe 3 *Planprüfung* ergeben sich aus der Literatur relative Arbeitszeiten zwischen 3 - 13 %. Der Wert dieser Arbeit beträgt 4 %. Somit ist zu erkennen, dass die relative Arbeitszeit aus der Auswertung von Chriti, Schiesser und dieser Arbeit ähnlich liegen. Die Auswertung von Cichos ist mit 11 - 13 % im Vergleich stark erhöht. Eine mögliche Erklärung für diesen Wert ist die Größe der Bauvorhaben. Möglicherweise hat Cichos vermehrt kleinere Bauvorhaben ausgewertet, wodurch der Bauleiter einige Tätigkeiten selbst übernahm und nicht an den Techniker delegierte.

In Gruppe 4 *Abrechnung* ist ein großer Schwankungsbereich von 2 - 15 % in der Literatur zu erkennen. Die relative Arbeitszeit dieser Diplomarbeit liegt mit 4 % nahe bei den Werten von Chriti und Cichos. Die Differenz zum Wert von Schiesser ist durch die verschiedenen Abrechnungsmethoden zu erklären. Im Falle einer Abrechnung nach Pauschale wird weniger Zeit des Bauleiters in Anspruch genommen, wie vergleichsweise bei einer Abrechnung nach Leistungen. Der hohe Anteil aus der Auswertung der Arbeit von Schiesser ist durch die Abrechnung anhand nachgewiesener Leistung zu erklären. Aus den anderen beiden Arbeiten geht keine Abrechnungsart hervor, jedoch ist durch die ähnlichen Ergebnisse zu dieser Arbeit auf eine Abrechnung nach einer Pauschale zu schließen.

Im Vergleich der Auswertungen von Gruppe 5 *Bauerfolgsrechnung und Kostenkontrolle* ist zu erkennen, dass die Bandbreite der Literatur mit 2 - 7 % größenordnungsmäßig mit dem Wert aus dieser Arbeit (2 %) übereinstimmen. Die Differenz zwischen 2 - 7 % ist ebenfalls durch die unterschiedlichen Arten der Abrechnung zu erklären.

In Gruppe 6 *Organisation und Koordination der Bauabwicklung* ist eine große Spanne zwischen den zwei Grenzwerten von Cichos mit 3 - 12 % festzustellen. Dieser große Schwankungsbereich inkludiert jedoch die Werte von Chriti, Schiesser und dieser Arbeit.

Bei Gruppe 7 *Kontrolle der Bauabwicklung* liegen die Werte der Literatur zwischen 5 - 17 %. Die relative Arbeitszeit dieser Arbeit ist 5 %. Bei einzelner Betrachtung ist erkennbar, dass die Auswertung von Chriti, Schiesser und der Wert dieser Arbeit ähnlich sind. Die Auswertung von Cichos ist mit 15 - 17 % im Vergleich stark erhöht. Eine mögliche Erklärung für diesen Wert ist, wie in Gruppe 3, die Größe der Bauvorhaben. Wenn Cichos vermehrt kleinere Bauvorhaben auswertete, besteht die Möglichkeit, dass der Bauleiter einige Tätigkeiten selbst übernahm und nicht an den Techniker oder Polier delegierte.

Der Vergleich der Auswertungen von Gruppe 8 *Organisation und Kontrolle von Nachunternehmer und Lieferanten* aus der Literatur ergab einen Schwankungsbereich von 5 -

16 %. Dieser Bereich inkludiert die relative Arbeitszeit aus dieser Arbeit mit 9 %. Die Differenz ist der unterschiedlichen Anzahl an Nachunternehmern bei den verschiedenen Bauvorhaben geschuldet.

Bei Gruppe 9 *Vertragskontrolle und Mehrkostenforderung* liegen die Werte von Chriti, Cichos und Schiesser zwischen 4 - 11 %. Die relative Arbeitszeit der Auswertung aus dieser Arbeit ergibt 10 %. Somit befindet sich der Wert im oberen Bereich der Schwankungsbreite. Erkennbar ist jedoch, dass sich die Werte von Chriti, Cichos und dieser Arbeit größenordnungsmäßig decken. Die Auswertung von Schiesser ist vergleichsweise niedrig, dieser Wert ist durch eine unterschiedliche Anzahl von Mehrkostenforderungen erklärbar. Nicht in jedem Bauvorhaben kann dieselbe Anzahl an Forderungen gestellt werden.

In Gruppe 10 *Besprechungen und Berichtswesen intern* sind mit 7 - 18 % größere Differenzen zwischen den unterschiedlichen Erhebungen aus der Literatur zu erkennen. Die Auswertung dieser Arbeit liegt bei 18 % und deckt sich mit den Ergebnissen von Schiesser. Andererseits passen die Werte von Chriti (9 %) und Cichos (7 - 11 %) größenordnungsmäßig zusammen. Diese Differenzen können den unterschiedlichen Bereichen der Bauvorhaben geschuldet sein. Schiesser und diese Arbeit werten Daten aus dem Hochbau aus. Chriti erhob Daten aus dem Tiefbau und Cichos Bauvorhaben im Hoch- sowie auch Tiefbau.

Im Vergleich der Auswertungen von Gruppe 11 *Besprechungen und Berichtswesen extern* liegen die Werte aus der Literatur mit 8 - 12 % ähnlich. Die relative Arbeitszeit dieser Arbeit liegt bei 9 %. Die Differenz in der Auswertung von Cichos deckt die Schwankungsbereich der weiteren drei Auswertungen ab. Somit ist abzuleiten, dass die Art des Bauvorhabens kaum Einfluss auf diesen Aufgabenbereich der externen Besprechung nimmt.

In Gruppe 12 *Dokumentation* ist zu festzustellen, dass in jeder der drei Erhebungen aus der Literatur der Wert der Dokumentation unter 3 % liegt. Diese Werte bestätigten den geringen Wert aus dieser Arbeit mit 1 %. Somit wurde gezeigt, dass für die Dokumentation nur ein geringer Anteil der Arbeitszeit des Bauleiters verwendet wird.

In Gruppe 13 *Wegzeiten* stimmen die Werte der Literatur mit 0 - 4 % ebenfalls mit der relativen Arbeitszeit aus dieser Arbeit mit 3 % größenordnungsmäßig überein. Jedoch wird der Teil der Arbeitszeit nur benötigt, wenn der Bauleiter mehrere Bauvorhaben parallel zu betreuen hat. In diesem Fall zählt die Fahrzeit zwischen den Projekten zur Arbeitszeit.

In der Auswertung ist erkennbar, dass die Tätigkeiten der Gruppe 14 *Telefonate, E-Mails, Recherchen* nur in dieser Arbeit erhoben wurden. Diese Aufgaben nehmen jedoch einen

maßgeblichen Teil der Arbeitszeit in Anspruch. Der Bauleiter ist die Ansprechperson für alle Beteiligten des Bauvorhabens und es werden oftmals für die Baustelle relevante Fragen telefonisch oder per E-Mail geklärt.

Vergleich in Sektoren

In Tabelle 4.4 wurden die relativen Arbeitszeiten der Aufgabengruppen den vier Sektoren – Organisation, Kontrolle, Abrechnung/Kalkulation, Kommunikation/ Dokumentation – zugeteilt.

Sektoren	Chriti	Cichos	Schiesser	Bandbreite	Hiebl
Organisation	45	23-46	36	23-46	32
Kontrolle	19	33-41	15	15-41	19
Abrechnung/Kalkulation	13	8-9	17	8-17	6
Kommunikation/Dokumentation	23	16-24	32	16-32	43

Tabelle 4.4: Vergleich der relativen Arbeitszeit der Sektoren mit Werten aus der Literatur[10,11,42]

Die Spalte *Bandbreite* wurde wieder anhand der relativen Arbeitszeiten von Chriti, Cichos und Schiesser in den einzelnen Sektoren ermittelt. Die *Bandbreite* veranschaulicht die Schwankungsbreite der ermittelten Werte aus der Literatur, welche durch unterschiedliche Randbedingungen in Bauvorhaben zu begründen sind.

In dieser Diplomarbeit nimmt der Sektor- *Kommunikation/ Dokumentation* - den größten Stellenwert ein, in den Werten der Literatur findet man diesen nur an dritter Stelle. Diese Differenz ist, wie zuvor angeführt, durch die fehlende Aufgabengruppe 14 *Telefonate, E-Mails, Recherchen* zu begründen. In den anderen Arbeiten wurden diese Aufgaben nicht separat ausgewertet, stattdessen wurden diese in die anderen Aufgabengruppen verteilt. Aus diesem Grund ist der Unterschied zwischen Literatur (16 – 32 %) und dieser Arbeit (43 %) begründet.

Den Sektor mit dem größten Anteil der relativen Arbeitszeit nimmt in der Literatur die Aufgabe der *Organisation* mit 23 – 46 % ein. Im Vergleich besitzt der Sektor in dieser Diplomarbeit 32 % und ist ähnlich der relativen Arbeitszeit von Schiesser, somit liegt der Wert dieser Arbeit im Schwankungsbereich der Literatur.

Im zweiten Sektor Kontrolle liegen die relativen Arbeitszeiten aus der Auswertung von Chriti, Schiesser und dieser Arbeit nahe beisammen. Die Werte von Cichos sind mit 33 – 41 % vergleichsweise erhöht und führen zu einer großen Bandbreite aus den Werten der Literatur. Die hohe relative Arbeitszeit von Cichos ist durch die Größe der Bauvorhaben erklärbar. Im Falle kleinerer Bauvorhaben erledigt der Bauleiter selbst viele Aufgaben, welche in anderen Projekten an den Techniker delegiert werden.

Im dritten Sektor *Abrechnung/Kalkulation* ist der Wert dieser Arbeit, im Vergleich zu den relativen Arbeitszeiten aus der Literatur, mit 6 % am geringsten. Die relative Arbeitszeit aus den anderen drei Arbeiten liegen zwischen 8 – 17 %. Diese Abweichung ist durch die Abrechnungsart erklärbar. Im Falle einer Pauschale wird weniger Zeit für diese Aufgaben in Anspruch genommen.

Kernaussagen

Die Vergleiche mit der Literatur verdeutlichen, dass in den Werten der relativen Arbeitszeit große Schwankungen aufgrund der Rahmenbedingungen der Projekte auftreten können. Beispielsweise beeinflusst die Art der Abrechnung, der Bereich des Bauvorhabens oder die Größe des Projekts die Werte entscheidend. Jedoch konnten zwischen den Projekten Parallelen festgestellt werden. Es war möglich, aufgrund der relativen Arbeitszeiten auf die Abrechnungsart oder die Größe des Bauvorhabens zu schließen. Markant war in allen Auswertungen, dass die Gruppen der internen und externen Besprechungen, unabhängig von der Art des Projektes, viel Zeit des Bauleiters binden. Die Gruppen 10 *Besprechungen und Berichtswesen intern* und 11 *Besprechungen und Berichtswesen extern* erreichten in den Arbeiten von Chriti, Schiesser und Cichos 15 - 30 %. In der Auswertung der Zeitdaten dieser Arbeit beträgt der Wert der beiden Gruppen 27 %.

Zur Auswertung der Arbeitszeit des Bauleiters in den Sektoren ist festzuhalten, dass die zeitintensivsten Aufgabenbereiche in der Bauausführung die Sektoren *Organisation* und *Kommunikation/Dokumentation* sind. Dieses Ergebnis wurde durch den Vergleich mit Werten aus der Literatur bestätigt. Dadurch kann abgeleitet werden, dass die Aufgaben mit dem größten Potenzial an Effizienzsteigerung in diesen Sektoren liegen. Beispielsweise ist es notwendig, die relative Arbeitszeit in den Gruppen der Kommunikation zu reduzieren beziehungsweise die verwendete Zeit durch die zentrale Kommunikation zu optimieren. Im Bereich der *Organisation* besteht die Möglichkeit, die notwendige Zeit für die Gruppe 2 *Terminplanung, Personen- und Geräteinsatzplanung* durch eine detaillierte Planung am 4D-Modell zu reduzieren. Im Anschluss besteht für den Bauleiter die Möglichkeit, mehr Zeit in andere Gruppen, wie beispielsweise die Gruppe 12 *Dokumentation*, zu investieren.

5 Erhebung der Potenziale von BIM für die Bauausführung mittels Experteninterviews

Mit dem Einsatz von BIM bzw. durch die Digitalisierung einzelner Tätigkeiten wird eine Effizienzsteigerung in allen Projektphasen eines Bauvorhabens angestrebt. In Kapitel 4 wurden Zeitdaten von Bauleitern in der Bauausführung erhoben und ausgewertet. Auf Basis dieser Analyse konnten Aufgabenbereich mit einem Potenzial für Effizienzsteigerung festgestellt werden. Anhand von Experteninterviews und der Auswertung ihrer fachlichen Meinung werden in diesem Abschnitt mögliche Verbesserungen durch den Einsatz von BIM ermittelt.

5.1 Beschreibung der Methode

Im Zuge einer Untersuchung ist zwischen verschiedenen Befragungskreisen wie Verbraucher, Experten, Mitarbeiter, etc., zu unterscheiden. Zur Ermittlung des Potenzials von BIM wurde ein Experteninterview ausgewählt. Ein Experte gilt als „*Sachverständiger, Kenner*“¹⁸, die Einstufung als dieser erfolgt in Abhängigkeit seines Expertenwissens.

*„Kenntnisse und intellektuelle Fähigkeiten einzelner Personen, deren Leistung auf einem bestimmten Fachgebiet weit über dem Durchschnitt liegt.“*¹⁹

Als Experte wird somit eine Person mit langjähriger Erfahrung und einem fundierten Wissen über ein spezielles Themengebiet bezeichnet. Die Bewertung des fachlichen Wissens eines Experten und somit seine Kompetenz erfolgt anhand dieser drei Kriterien: [33, 39]

- Persönliche Generalfertigkeiten
- Bereichsabhängigkeit der Expertenleistung
- Langjährige Erfahrung (10-Jahres-Regel)

Experteninterviews zählen zu den explorativen Untersuchungen. Unter explorativen Untersuchungen versteht man Forschungen, welche sich mit Themen bzw. Problemen beschäftigen, zu denen noch wenige Informationen vorliegen. Somit muss auf die Erfahrungen von Experten zurückgegriffen werden. Diese Art der Untersuchungen zählt zur qualitativen Forschung. [29]

¹⁸Müller, W: Duden Fremdwörterbuch, S228 [34]

¹⁹wirtschaftslexikon.gabler.de, [20]

Eine Datenerhebung mit Hilfe einer Befragung kann mit verschiedenen Methoden durchgeführt werden. Diese Ermittlungsmethode kann in mündliche, fernmündliche (telefonisch), schriftliche und computergestützte Befragungen unterteilt werden. In dieser Arbeit wird die mündliche Befragung verwendet – wobei eine Befragung aufgrund der geografischen Distanz telefonisch durchgeführt wird. Generell wird noch zwischen Gruppen- und Einzelinterviews unterschieden, wobei in dieser Arbeit das Einzelinterview gewählt wurde. [39]

Im Zuge dieser Diplomarbeit wurde ein strukturiertes Interview durchgeführt. Für die Befragung wurde ein Leitfaden mit Fragen, die Großteils nicht-standardisierten Antworten beinhalteten, erstellt, welche im Anschluss ausgewertet wurden. Das Interview kann teilweise Abschnitte mit standardisierten Antworten enthalten, jedoch wurden vorwiegend freie Antworten bevorzugt. Die anschließende Auswertung der qualitativen Daten erfolgt anhand von Audio-Aufzeichnungen. [29, 39] Diese Audio-Aufzeichnungen werden mit Hilfe eines Diktiergerätes festgehalten. Anschließend an das Interview wurde das Gespräch schriftlich dokumentiert, um eine Vergleichsbasis für die alle durchgeführten Interviews zu schaffen.

5.2 Erarbeitung des Interviewleitfadens

Die Erstellung eines Interviewleitfadens dient dazu, ein themenfokussiertes Gespräch zu führen und nicht zu stark vom eigentlichen Thema abzuweichen. Dieser Leitfaden wurde auf Basis der Forschungsfragen dieser Diplomarbeit erstellt und in jedem Experteninterview verwendet (vergleiche Kapitel B im Anhang).

Der entwickelte Leitfaden gliedert sich in vier Kategorien:

- **Themenkomplex 1:** Einführung in das Thema und persönliche Erfahrungen mit BIM

Der erste Abschnitt des Interviewleitfadens befasst sich mit Fragen über die persönlichen Erfahrungen mit BIM und die eigene Nutzung dieser Methoden im Arbeitsalltag. In diesem Themenkomplex wird festgestellt, welche Aufgaben die Experten in ihrer Tätigkeit zu erfüllen haben. In weiterer Folge wird im Abschnitt geklärt, welcher der Experten mit BIM-fähigen Programmen arbeitet bzw. wie lange der jeweilige sich schon mit diesen Programmen beschäftigte. Die abschließende Frage bezieht sich auf den Zeitpunkt, an welchem die Experten begannen, sich mit dem Thema BIM auseinanderzusetzen.

- **Themenkomplex 2:** Allgemeine Fragen über BIM

Der zweite Themenkomplex beschäftigt sich mit allgemeinen Fragen zu BIM. Begonnen wird in diesem Abschnitt mit Fragen über bekannte Bauprojekte, welche mit BIM umgesetzt wurden, und den momentan vorwiegenden Einsatzbereich von BIM im Bauwesen. In weiterer Folge wird – sollte im Gespräch ein eingeschränkter Einsatz von BIM festgestellt werden – nach Gründen für diesen in Österreich gefragt. Dazu stehen vier Antwortmöglichkeiten zur Verfügung, welche durch prozentuelle Bewertung (0 - 100 %) bestätigt oder negiert werden können. In weiterer Folge haben die Experten die Möglichkeit weitere Gründe anzuführen. Daran anknüpfend folgt die Frage nach der geschätzten Zeitdauer bis zur Etablierung von BIM in Österreich und mögliche Hilfestellungen für die Verkürzung dieser Dauer. Der Themenkomplex 2 beinhaltet Vor- und Nachteilen von BIM, sowie den Einfluss auf die Projektphasen. Zusätzlich beschäftigt sich der Abschnitt mit der Frage, welche notwendigen Voraussetzungen ein Unternehmens für die Einführung von BIM schaffen muss.

- **Themenkomplex 3:** BIM in der Bauausführung

Der Themenkomplex 3 bezieht sich auf die Aufgaben des Bauleiters, der Auswertung der Zeitdaten in dieser Arbeit und den Einfluss von BIM darauf. Die ersten Fragen beziehen sich grundsätzlich auf den Einfluss von BIM auf den Bauleiter und ob aus Sicht der Experten ein Optimierungspotenzial für die Arbeit des Bauleiters vorliegt. Die folgenden Fragen gehen direkt auf den Einfluss der einzelnen Aufgabengruppen und Aufgabensektoren ein (vergleiche Kapitel 4.3).

- **Themenkomplex 4:** Verbesserungsvorschläge

Im letzten Themenkomplex wird nach Verbesserungsvorschlägen gefragt. Die Experten können in diesem Bereich ihre Anregungen bezüglich der Umsetzung von BIM, der BIM-fähigen Programme, etc. äußern. Des Weiteren können hier Anmerkungen zu Themen gemacht werden, die zuvor nicht besprochen wurden.

5.3 Auswahl der Experten

Es wurden fünf Experten aus verschiedenen ausführenden Unternehmen mit unterschiedlichen Aufgabenbereichen ausgewählt. Diese arbeiten jeweils in Führungspositionen in ihren Unternehmen. Um die Anonymität der Experten zu wahren, bekommen alle abhängig von der Befragungsreihenfolge eine Nummer zugeteilt. Die fünf Interviews fanden im Zeitraum von 27.07.2017 bis 11.08.2017 statt. Vier Befragungen wurden persönlich

durchgeführt, die erste Befragung konnte aufgrund der geografischen Distanz nur telefonisch erfolgen.

Experte 1

Der erste Experte arbeitet als Projektleiter im Bereich Bauprozessdigitalisierung in einer ausführenden internationalen Baufirma in Deutschland. Zu Beginn war dieses Unternehmen im Straßenbau tätig, mittlerweile ist die Firma jedoch in allen Bereichen vertreten. Der Experte ist seit fünf Jahren im Unternehmen angestellt, jedoch schon seit 20 Jahren in der Baubranche tätig. Aufgrund seiner gewerblichen Ausbildung war dieser bereits in der Ausführung tätig.

Experte 2

Der zweite Experte ist in der Position des BIM-Beauftragten in einem ausführenden Bauunternehmen tätig. Bei diesem handelt es sich um selbiges, in dem auch Experte 1 tätig ist. Experte 2 ist jedoch in Österreich angestellt und arbeitet seit 22 Jahren in der Baubranche, dabei Experte 2 seit drei Jahren in der aktuellen Firma angestellt. Vor seiner Position als BIM-Beauftragter war der Experte als GU-Bauleiter tätig.

Experte 3

Der dritte Experte arbeitet ebenfalls in einem ausführenden international agierendem Unternehmen, welches in allen Bereichen der Baubranche tätig ist. Die Person ist als Gruppenleiter des Bereiches IT & Organisation, Organisation & Applikation Baubetrieb angestellt und seit 18 Jahren in dieser Firma beschäftigt. Der Experte ist seit über 20 Jahren in der Baubranche tätig, zuvor arbeitete er in einem Planungsbüro.

Experte 4

Der vierte Experte ist Teamleiter einer BIM-Abteilung in einem großen heimischen Bauunternehmen. Dieses Unternehmen ist international tätig und in allen Bereichen der Baubranche vertreten. Die Person ist seit zehn Jahren im Unternehmen angestellt und arbeitet seit elf Jahren in der Baubranche. Vor dieser Zeit als Teamleiter war Experte 4 bei Projekten als Architekt, Bauleiter und Planungs Koordinator angestellt.

Experte 5

Die fünfte Expertin ist Leiterin des Bereichs Projektmanagement in einem Bauunternehmen. Dieses Unternehmen ist mit seinen Projekten international vertreten und hat sich auf den Stahlbau spezialisiert. Die Person ist seit 13 Jahren bei dieser Firma angestellt und insgesamt 28 Jahre in der Baubranche beschäftigt. Vor der aktuellen Anstellung war Expertin 5 im Anlagenbau beschäftigt.

5.4 Durchgeführte Interviews

5.4.1 Themenkomplex 1: Einführung in das Thema und persönliche Erfahrung mit BIM

Der Themenkomplex 1 beschäftigt sich mit den beruflichen Aufgaben der Experten. Sie beschrieben die Aufgabenbereiche ihrer Arbeit, sowie auch die Tätigkeiten in Bezug auf BIM und die dafür verwendeten Programme. Des Weiteren gaben sie den Beschäftigungszeitraum mit dem Thema BIM an. Dieser Themenkomplex dient der Veranschaulichung des Expertenwissens und somit den Gründen für deren Auswahl

Experte 1

Im Zuge seiner Arbeit beschäftigt sich der erste Experte mit der **Optimierung und Digitalisierung von Bauprozessen**. Im Detail arbeitet dieser an der digitalen Transformation, dem Prozessmanagement, der Organisationsentwicklung sowie dem Veränderungsmanagement. Der Experte beschäftigt sich seit **zehn Jahren** mit dem BIM-fähigen Programm ARRIBA, welches in iTWO umbenannt wurde. Das Interesse des Experten für das Thema BIM wurde im Zuge seiner Diplomarbeit geweckt. Dabei befasste er sich mit Kalkulation und Schnittstellen in Verbindung mit verschiedenen Softwares wie beispielsweise iTWO oder SAP. Experte 1 beschäftigt sich seit Beginn seines Hochschulabschlusses – seit über zehn Jahren – mit BIM.

Experte 2

Die Aufgaben des zweiten Experten gliedern sich in mehrere Bereiche. Den größten Teil der Arbeitszeit widmet dieser der **Erstellung eines Elementbuchs** für die firmeninterne Mengenermittlung. Eine weitere Facette ist die Arbeit mit dem Thema **Open BIM**. Experte 2 arbeitet für eine Weiterentwicklung von Open BIM mit externen Planern zusammen, dabei liegt das Hauptaugenmerk auf der Verbesserung von IFC-Schnittstellen. Für seine Arbeit verwendet der Experte BIM-fähige Programme wie Nemetschek Allplan, Auer Success, IFC Viewer, Vico Office, Ceapoint, Nevaris und iTWO. Mit einigen dieser Softwareprogramme arbeitet er bereits seit über 15 Jahren. Jedoch beschäftigt der Experte sich erst seit **zwei Jahren** intensiv mit dem Thema BIM. Den Anstoß zur Beschäftigung mit diesem Thema bekam der Experte durch den Geschäftsführer, welcher ihn für die Position als BIM-Beauftragten empfahl.

Experte 3

Der dritte Experte befasst sich mit der **Koordination der betrieblichen Prozesse seitens der IT**. Zu seinen Aufgaben zählt einerseits die Applikationsbetreuung, welche für

5 Erhebung der Potenziale von BIM für die Bauausführung mittels Experteninterviews

die Zuordnung der richtigen Werkzeuge und Prozesse der IT im Baubetrieb zuständig ist. Auf der anderen Seite beschäftigt sich Experte 3 mit der Datenebene und -verwaltung. Im Zuge dieser Aufgaben informiert sich der Experte über neue Softwareprogramme. Zu seinen Aufgaben zählt das Schulungswesen der Firma für Kalkulations- oder Abrechnungssoftwares. Für seine Arbeit verwendet der Experte die BIM-fähigen Programme Revit, Nevaris BIM und iTWO. Der dritte Experte ist durch seine frühere Tätigkeit als Planer auf das Thema BIM aufmerksam geworden und beschäftigt sich mittlerweile seit **sechs Jahren** damit.

Experte 4

Der vierte Experte widmet sich dem Thema **Digitalisierung in der Baubranche** in seinem Unternehmen. Zu den Schwerpunkten seiner Arbeit zählen die Projektbearbeitung und Projektunterstützung, Entwicklung und Schulung. Der erste Bereich bezieht sich auf die Unterstützung von Projekten mit der Nutzung von BIM. Zu den Aufgaben der Entwicklung zählen die Erstellung und Erweiterung von Bauteilkatalogen vorwiegend für die Angebotsphase. Der letzte Aufgabenbereich betrifft die Schulungen der Firmenmitarbeiter für BIM-fähige Programme.

Im Zuge seiner Arbeit verwendet Experte 4 BIM-fähige Programme wie Allplan, Revit und iTWO. Auf das Thema BIM wurde der vierte Experte durch die angebotene Stelle als Teamleiter aufmerksam. In dieser Position arbeitet der Experte seit **1,5 Jahren** und beschäftigt sich seit diesem Zeitraum intensiv mit BIM.

Experte 5

Die fünfte Expertin ist im Zuge ihrer Arbeit **für die Projektleiter ihres Unternehmens verantwortlich**. Diese Aufgabe dauert von der Designentwicklung des Bauvorhabens bis zur Übergabe. Die Expertin verwendet selbst kein BIM-fähiges Programm, jedoch arbeitet sie mit der Firma Sablono an der Weiterentwicklung eines datenbankorientierten Programmes, mit dem auch Zeitmanagement möglich ist.

Die Expertin ist durch ein Großprojekt in Abu Dhabi und mit der damit verbundenen Daten- und Lieferlogistik auf das Thema BIM aufmerksam geworden. Seit der Abwicklung dieses Projektes vor **zwei Jahren** beschäftigt sich die Expertin mit BIM.

Kernaussagen

Die fünf Experten sind in verschiedenen Bereichen tätig und befassen sich folglich mit unterschiedlichen Aufgaben. In Tabelle 5.1 sind die Aufgaben der Experten angeführt. In der Tabelle ist ebenfalls der Beschäftigungszeitraum mit BIM angeführt.

Experte	Aufgaben im Job	Beschäftigungsdauer mit BIM
1	-Bauprozesse optimieren und digitalisieren -Digitale Transformation, Organisationsentwicklung, Prozessmanagement, Veränderungsmanagement -Arbeitet mit BIM-fähigen Programmen	10 Jahre
2	-Elementbuch für die Mengenermittlung (Firmenintern) -Open BIM: Verbesserung von IFC -Arbeitet mit BIM-fähigen Programmen	2 Jahre Intensiv
3	-Koordination der Baubetrieblichen Prozesse aus Sicht der IT -Applikationsbetreuung und Datenverwaltung -Informierung über neu Softwareprodukte für Firma, Schulungswesen, Entwicklungen und Innovation -Arbeitet mit BIM-fähigen Programmen	6 Jahre
4	-Digitalisierung in der Baubranche -Projektbearbeitung & Projektunterstützung, Entwicklung und Schulung -Arbeitet mit BIM-fähigen Programmen	1,5 Jahre
5	-Für Projektleiter verantwortlich. -Entwicklung von BIM-Fähigen-Programm -Arbeitet mit BIM-fähigen Programmen	2 Jahre

Tabelle 5.1: Aufgaben der Experten

Es ist ersichtlich, dass sich die Experten zwischen 1,5 – 10 Jahren intensiv mit dem Thema BIM. Vier der fünf Befragten arbeiten selbst mit BIM-fähigen Programmen. Die fünfte Person arbeitet mit keinem der Programm, welche für die Arbeitsweise von BIM genutzt werden kann, jedoch unterstützt die Expertin ein Unternehmen bei der Entwicklung eines solchen Programmes.

5.4.2 Themenkomplex 2: Allgemeine Fragen über BIM

Der Themenkomplex 2 beinhaltet Fragen über die allgemeine Nutzung von BIM in Österreich sowie auch in anderen Ländern. Des Weiteren wurden die Experten zu Ihrer Meinung über die Vor- und Nachteile von BIM und die notwendigen Maßnahmen für die durchgängige Nutzung befragt. In diesem Themenkomplex wurde ebenfalls die Gründen für den fehlenden Einsatz von BIM in Österreich erörtert. Für diese Frage wurden vier Antwortmöglichkeiten – fehlendes Information, fehlendes Interesse, finanzielle Gründe, zusätzlicher Aufwand – anhand der Literaturrecherche entwickelt. Die Experten konnten mit der Vergabe von Werten zwischen 0 - 100 % zustimmen oder verneinen. In der Skalierung bedeutet 0 % nicht zutreffend und 100 % eindeutige Zustimmung. Darüber hinaus war es den Befragten möglich weitere Gründe zu nennen. In Abbildung 5.1 ist das Schema für die Interviews dargestellt.

		[%]									
0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	
											Fehlende Information
											Fehlendes Interesse
											Finanzielle Gründe
											Zusätzlicher Aufwand (Schulung, Personal)
											Sonstiges

Abbildung 5.1: Gründe für fehlenden Einsatz von BIM in Österreich

Experte 1

Dem ersten Experten ist aufgrund seiner Arbeit in Deutschland kein BIM-Projekt in Österreich bekannt. Jedoch hielt er fest, dass die Anzahl der BIM-Projekte in Deutschland steigt. An der Spitze der Entwicklung bezüglich BIM sieht der Experte die Staaten im **asiatischen Raum, Skandinavien, Großbritannien** und den **USA**. Trotz des Einsatzes von BIM im Tiefbau, liegt die **vorwiegende Nutzung im Hochbau**. Laut Experten 1, tritt derzeit der vermehrte Nutzen von BIM in der **Angebotsphase** auf, ein **Trend ist in Richtung Bauausführung** erkennbar. Als positives Beispiel für die Nutzung von BIM in Österreich wurde der Planer Gasteiger genannt, welcher BIM bei Projekten jeder Größe anwendet. Der Experte ist der Meinung, dass viele Firmen BIM bereits intern bei den Projekten verwenden, jedoch stellt die firmenübergreifende Arbeit mit BIM eine große Herausforderung dar. Ein Grund dafür ist das fehlende Interesse der Weitergabe von 3D-Modellen. Als Gründe für den fehlenden Einsatz von BIM in Österreich bestätigte der erste Experte das *fehlende Interesse* und den *zusätzlichen Aufwand* der Firmen. Die beiden angeführten Argumente *fehlende Information* und *finanziellen Aufwand* verneinte der Experte, jedoch wurde der unterschätzte Stellenwert und die Auswirkung von BIM hinzugefügt. Auf die Frage der Etablierungszeit konnte der Fachmann keine Aussage treffen, er merkte aber an, dass für die beschleunigte Einführung von BIM in Österreich eine **staatlichen Regelung** und das einfordern von BIM durch die Bauherren notwendig sind. Nach der Bestätigung der **Kosten- und Zeiteinsparung** in den einzelnen Projektphasen, zählt der Experte die **Visualisierung, Optimierung** von Prozessen und den **Informationsfluss** als die drei größten Vorteile von BIM auf. Als Nachteil von BIM betrachtet er die Erweckung von falschen Hoffnungen und die falsche Verwendung des Namens. Trotz des Einflusses auf alle Projektphasen, sieht der Experte den **größten Einfluss in der Planung**. Ebenfalls würde er den Einsatz bei allen Projekten als sinnvoll erachten, jedoch wird BIM momentan erst bei Projekten ab ca 5 Mio. € angewandt. Als Vorkehrung für die Einführung von BIM in Unternehmen rät der Experte die **Schaffung eines Key-Accounts**. Aus seiner Sicht ist es sinnvoller, wenn sich anfänglich nur ausge-

wählte Personen mit dem Thema beschäftigen und anschließend Schulungen für das weitere Personal folgen.

Experte 2

Dem zweiten Experten sind vorwiegend **Pilotprojekte** mit der Verwendung von BIM in Österreich bekannt. Als Beispiele führte dieser das ÖBB-Projekt Bahnhof Lavanttal, das Projekt Karawankentunnel der Asfinag und der Tunnelkette im Granitztal an. Der Einsatz von BIM ist jedoch bei den Projekten eingeschränkt und wird vorwiegend in der **Projektierung und Planung** verwendet. Des Weiteren liegt der vorwiegende Anwendungsbereich im **Hochbau**. Als weiteres Beispiel für den Einsatz von BIM in Österreich führte der Experte das Unternehmen Rieder Bau an, welches Closed BIM bei allen Projektgrößen verwendet. Aktuell liegt der weltweite Einsatz von BIM laut Auskunft des zweiten Experten vermehrt im Hochbau. Als einziges Einsatzbeispiel im Tiefbau wurde Deutschland angeführt. Auf die Frage des Projektvolumens gab der Experte den vorwiegenden Einsatz bei großen Projektvolumen an. Lediglich in England konnte der Experte Projekte mit einem Auftragsvolumen ab 2 Mio. € nennen.

Als Gründe für den eingeschränkten Einsatz von BIM in Österreich wurden die Motive *fehlende Information*, *finanzielle Gründe* und *zusätzlicher Aufwand* vom Experten bestätigt. Der Experte ist der Meinung, dass das *fehlendes Interesse* in Zusammenhang mit dem Alter der Anwender betrachtet werden muss. Personen kurz vor der Pension weisen meist ein geringes Engagement auf, eine neue Methode zu lernen und anzuwenden. Der Experte bestätigt eine **gesetzliche Regelung** des Staates für den Einsatz von BIM als förderlich, für die beschleunigte Etablierung von BIM in Österreich. Darüber hinaus führt er die Aufklärungs- und Überzeugungsarbeit als wichtige Punkte an. Die Zeitdauer für eine 60 % Marktdurchdringung schätzt der Experte auf 5 - 10 Jahre.

Als die fünf größten Vorteile von BIM sieht der Experte die **höhere Qualität** in der Planung und Projektierung, nachvollziehbare und **transparente Kosten**, **Terminsicherheit**, genaue Arbeitsvorbereitung und eine verbesserte Abwicklung der Baustelle. Als Nachteile gibt er das veränderte Geschäftsmodell, die Umlegung der Preise durch Softwareprogramme, die Transparenz, die Knopfdruck-Thematik und die Abhängigkeit von der IT an.

Für die Einführung von BIM in Unternehmen rät der Experte, als Erstes mit Einzelpersonen zu beginnen, welche sich mit dem Thema BIM beschäftigen. Die Aufgabe dieser Personen besteht darin, sich über den Stand der Technik zu informieren und sich die firmeninterne Implementierung zu überlegen.

Der Experte sieht den **größten Einfluss in der Projektierung und Planung**. Aus seiner Sicht sorgt eine verbesserte Planung für eine geringere Anzahl an Problemen in den

weiteren Bauprojektphasen. Der Experte schätzt eine maximale **Kosteneinsparung** von 10 - 15 % in Bezug auf die Errichtungskosten des Bauvorhabens. Bei der **Einsparung der Bauzeit** sind aus seiner Sicht jedoch bis zu 25 % möglich.

Experte 3

Dem dritten Experten sind **BIM-Projekte in Österreich** bekannt, vor allem, weil seine Firma selbst eines in Innsbruck umsetzt. Bei diesem Bauvorhaben erfolgte die Modellierung mit Hilfe von Revit. Jedoch wird nach Meinung des Expertes, BIM vorwiegend in der **Akquisitionsphase** eingesetzt. Somit liegt der momentane Nutzen von BIM in der Visualisierung und der Möglichkeit von Variantenstudien. Ein weiteres Einsatzgebiet liegt momentan in der **Planungsphase und Ausführungsvorbereitung**. Der aktuelle Grenzwert für die Nutzung von BIM liegt in Österreich im Hochbau bei 5 Mio. €. Im Bereich des Tiefbaus wird BIM vorwiegend bei Projekten um 20 - 30 Mio. € verwendet. Das ungefähre Einsatzvolumen weltweit kann vom Experten nicht angegeben werden, da es von rechtlichen Vorschriften, wie beispielsweise in Skandinavien, abhängt.

Jedoch kann laut Experte 3 festgehalten werden, dass Mitteleuropa in der Entwicklung in Bezug auf den Einsatz von BIM zurückliegt. Vorreiter sind **USA, der asiatische Raum und Skandinavien**.

Bei der Frage nach den Gründen für den eingeschränkten Einsatz von BIM in Österreich bestätigt der dritte Experte, dass die *fehlende Information*, die *finanziellen Gründe* sowie der *zusätzliche Aufwand* zutreffen. Das *fehlende Interesse* konnte er nicht bestätigen. Der Experte gab die **fehlenden gesetzlichen Regelungen** als weiteren Grund für den eingeschränkten Einsatz von BIM in Österreich an. Die Schaffung von gesetzlichen Rahmenbedingungen sieht der Experte als Notwendigkeit für eine beschleunigte Etablierung an. Die Zeit für die flächendeckende Nutzung von BIM schätzt er auf zehn Jahre ein.

Als die vier größten Vorteile führte der Experte die **Kommunikation**, die durchgängige Datenerhaltung bzw. der **Informationsfluss**, die **Visualisierung** und die interne **Standardisierung** der Daten an. Als Nachteile zählte er den hohen finanziellen Aufwand, den Kulturwandel am Bau, die schwierige Einführung in Unternehmen und die langen Umsetzungszeiten auf.

Bezüglich der Implementierung von BIM in Unternehmen ist es aus Sicht des Experten notwendig, gut ausgebildetes Personal zu haben, welches ein firmenspezifisches **Change-Management-Programm** entwickelt. Dieses Programm hat zur Aufgabe den Aufbau von Know-how im Unternehmen voranzutreiben und die interne Schulung neuer Arbeitsweisen.

Abschließend schätzte der Experte eine **Kosten- und Zeiteinsparung** in der Planungs- und Ausführungsphase auf jeweils 30 %. In der Phase des Betriebes hält er eine Reduktion von **10 %** bei den Kosten und der Zeit für realistisch.

Experte 4

Dem vierten Experten sind Projekte mit dem Einsatz von BIM bekannt. In seiner Firma wird seit längeren BIM in der Angebotsphase zur internen Wertschöpfung genutzt. Die Firma des vierten Experten erfasst Projekte ab einem Volumen von 20 Mio. € digital. Er merkte an, dass alle **Pilotprojekte** in Österreich lediglich parallel zur konventionellen Arbeitsmethode erfolgen. Bauvorhaben welche ausschließlich mit BIM durchgeführt werden sind ihm derzeit nur im Ausland bekannt. In diesem Bereich sind die **arabischen Länder** weit vorangeschritten, der Einsatz von BIM wird von den Bauherren in allen Phasen verlangt. In Osteuropa hingegen wird BIM vermehrt in der **Angebotsphase** eingesetzt. Jedoch kann nach Meinung des Experten gesagt werden, dass BIM vorwiegend bei Projekten zwischen 50 - 300 Mio. € eingesetzt wird. Des Weiteren führte der Experte an, dass BIM in Deutschland vorwiegend im **Hochbau** verwendet wird.

Auf die Frage nach dem eingeschränkten Einsatz von BIM in Österreich bestätigte der Experte folgende Ursachen – *finanziellen Gründe* und *zusätzlichen Aufwand*. Die Motive des *fehlenden Interesses* und der *fehlenden Information* verneinte er hingegen.

Für die beschleunigte Etablierung von BIM in Österreich sieht der Experte es als notwendig an, eine **Verringerung der Schnittstellen** zu fördern. Das kann durch eine verbesserte Kommunikation und das entsprechende Werkzeug erreicht werden. Als sinnvoll würde es der Experte empfinden, eine **staatliche Regelung** des Einsatzes von BIM vorzugeben. Die Etablierungszeit schätzt er auf etwa zehn Jahre.

Fünf Vorteile, welche der Experte anführte waren, die **Kollaboration**, das detaillierte Beschreiben des Bauablaufes, die **Transparenz**, das **effiziente Bauen** und die Schaffung neuer Arbeitsplätze. Als Nachteile gibt der Experte die Schnittstellen, den höheren Ressourcenaufwand sowie Kosten, die notwendigen Spezialisten für die Verwendung von Softwareprogrammen, der fehlenden Integration in das momentane System und die Abhängigkeit von den Softwareherstellern an.

Zukünftig sieht der vierte Experte den größten Nutzen in der **Phase des Betriebes**. Des Weiteren glaubt er, dass BIM in absehbarer Zukunft bei jedem Projekt, unabhängig von der Größe und Auftragsvolumen, eingesetzt wird. Bis dahin sind aus seiner Sicht jedoch Maßnahmen – beispielsweise Hardware, Software und Schulungen der Mitarbeiter – notwendig.

Auf die Frage der Kosten- und Zeiteinsparung durch den Einsatz von BIM, gab der Experte eine **Zeiteinsparung** in der **Planungsphase** von **5 - 10 %** an. Die Reduktion der Zeit in der **Ausführung** schätzte der Experte auf etwa **12 %**.

Experte 5

Der fünften Expertin ist der Einsatz von BIM bei **Pilotprojekten** in Österreich bekannt. Diese Pilotprojekte dienen ihrer Meinung nach den Versuchen in Bezug auf Open und Closed BIM. Momentan sind der befragten Expertin vorwiegend Projekte aus dem Tiefbau bekannt. Jedoch glaubt sie, dass in Zukunft BIM in allen Bereichen und Phasen zum Einsatz kommen wird. Die Expertin merkte ebenfalls an, dass die Höhe des Projektvolumens unerheblich für den Einsatz von BIM ist. Sie ist der Meinung, wenn Personen BIM als Arbeitsmethode verwenden wollen, geschieht das unabhängig vom Projektvolumen. Als Vorreiter für den Einsatz von BIM führte die Expertin **Skandinavien und England** an. In diesen Ländern wird BIM vorwiegend in der **Planungsphase** genutzt.

Als Gründe für die fehlende Etablierung in Österreich führt die Expertin die teilweise noch **nicht ausgereifte Software** und die notwendige Zusammenarbeit zwischen den Projektbeteiligten an. Darüber hinaus erkennt sie teilweise eine fehlende Bereitschaft für Neues in der Baubranche als Ursache. Die Anwender müssen Methoden und Softwareprogramme einsetzen, für die es noch kaum Erfahrungswerte gibt. Es muss ihrer Meinung nach einen verstärkten Informationsaustausch in der Baubranche geben. Die Expertin schätzt die Zeit bis zur flächendeckenden Nutzung von BIM in Österreich auf 2 - 3 Jahre.

Als Vorteile von BIM führt die Expertin die **Effizienzsteigerung**, den schnellen Zugang zu **Informationen**, die **Transparenz** und die **Visualisierung** an. Die Nachteile sieht sie in der großen Datenmenge, welche ein professionelles Datenmanagement erfordern. Wird BIM falsch angewandt, kann auch ein Mehraufwand entstehen. Jedoch merkte die Expertin an, dass die Nutzung von BIM nicht von den Vor- oder Nachteilen abhängt, der Einsatz von BIM ist in **Zukunft ein Muss**. Um einen Übergang zur Nutzung von BIM zu erleichtern, muss sich ihrer Meinung nach eine Firma bzw. die dafür eingesetzten Mitarbeiter mit dem Thema intensiv beschäftigen. Zusätzlich ist das Engagement für die Entwicklung von Softwareprodukten notwendig.

In Zukunft sieht die Expertin den **Einsatzbereich von BIM in allen Phasen**.

Kernaussagen

Der Themenkomplex 2 zeigt, dass BIM momentan in Österreich – nur bei Pilotprojekten zusätzlich zur konventionellen Abwicklung – selten eingesetzt wird. Erfahrungswerte zum Einsatz von BIM in der Ausführungsphase waren den Experten kaum bekannt, die derzeitige Nutzung beschränkt sich größtenteils auf die Angebots- und Planungsphase und

5 Erhebung der Potenziale von BIM für die Bauausführung mittels Experteninterviews

vorwiegend auf den Bereich Hochbau. Jedoch wird vom ersten Experten angemerkt, dass ein Trend in Richtung Bauausführung erkennbar ist. Trotz der fehlenden Erfahrungen in der durchgängigen Nutzung von BIM in der Bauausführung, sind die Experten der Meinung, dass es durch den Einsatz von BIM zu Kosten- und Zeiteinsparung kommen wird.

Als Vorreiter in der Anwendung von BIM sehen die Experten England und Skandinavien. Um eine Etablierung von BIM in Österreich zu erreichen, sind die Experten der Meinung, dass bestimmte Maßnahmen, wie staatliche Regelungen und die Verringerung von Schnittstellen, vorangehen müssen. Die Förderung von BIM sollte durch Aufklärungsarbeit in den verschiedenen Unternehmen und der Entwicklung von Softwareprodukten erfolgen. Des Weiteren sind die Schulung des Personals, sowie die Festlegung eines Change-Management-Programms notwendig. Als Gründe für den fehlenden Einsatz wurden die fehlenden Informationen und der zusätzliche Aufwand von Experten größtenteils bestätigt und es wurden weitere Ursachen wie die fehlende Software angeführt. Als die größten Vorteile konnten die Transparenz, der Informationsfluss, die Effizienzsteigerung und die Visualisierung festgestellt werden. Im Zuge der Nachteile konnten kaum einheitliche Meinungen festgestellt werden, aufgrund der unterschiedlichen Nutzung und Erwartungen der Experten, begründet durch die verschiedenen Arbeitsbereiche. Jedoch wurde die Abhängigkeit der IT von zwei Experten angemerkt.

5.4.3 Themenkomplex 3: BIM in der Bauausführung

Der Themenkomplex 3 behandelt den Einfluss von BIM auf die Ausführungsphase, im speziellen das Tätigkeitsfeld der Bauleitung. Dieser Abschnitt steht in engem Zusammenhang mit der Ermittlung der relativen Arbeitszeiten aus Kapitel 4. Es wird nach dem Einfluss von BIM auf die 14 Aufgabengruppen (vgl. Abbildung 4.14) und die vier Aufgaben-sektoren (vgl. Abbildung 4.15) des Bauleiters gefragt.

Experte 1

Der erste Experte bestätigt einen Einfluss von BIM auf die Arbeit des Bauleiters. Die größten Veränderungen in der Arbeit des Bauleiters werden seiner Meinung nach im Sektor der **Kommunikation und Dokumentation** auftreten. Der Experte führte als Beispiel die gespeicherten Informationen im Gebäudemodell an. Aufgrund der gemeinsam gespeicherten Informationen in den einzelnen Teilen des Gebäudemodells tritt eine **Reduktion der Zeit von Suchvorgängen** auf. Ohne das Modell muss der Bauleiter die unterschiedlichen Informationen in verschiedenen Dokumenten suchen und zusammen-tragen. Im Sektor der **Kontrolle** sieht der Experte ebenfalls einen großen Einfluss. Durch den Einsatz von BIM kann die Kontrolle der verschiedenen Daten **einmalig im gemein-**

samen Modell durchgeführt werden, die Kontrolle der einzelnen Pläne entfällt. Der Experte hält jedoch fest, dass durch den Einsatz von BIM **keine Aufgaben wegfallen oder dazu kommen** würden. Durch die Nutzung von BIM wird nur eine Veränderung der Aufgaben eintreten.

Experte 2

Der zweite Experte bestätigt einen entscheidenden Einfluss auf die Arbeit des Bauleiters durch den Einsatz von BIM. Besonders groß schätzt er diese beim **internen Dokumentationsmanagement** ein. Die Dokumentation lässt sich durch BIM maßgeblich verbessern, Zeit für Recherchen kann dadurch minimiert werden. BIM hat überdies einen entscheidenden Einfluss auf die Terminplanung und im Speziellen auf die Logistikplanung. Im Zuge der Nutzung von BIM können in der Aufgabengruppe der Arbeitsvorbereitung ebenfalls große Veränderungen erreicht werden. Optional können mehrere Ablaufvarianten erstellt und anschließend der optimale Ablauf gewählt werden. Der Experte stellt fest, dass BIM einen **Einfluss auf alle angeführten Aufgabensektoren** der Bauleitung hat. Im Sektor Kontrolle sieht er aufgrund neuer Softwaresysteme einen Einfluss auf die Abrechnung von Bauleistungen.

Der Meinung des Experten nach, werden im Aufgabenbereich des Bauleiters **keine Aufgaben wegfallen**, jedoch kann mit einer Änderung der einzelnen Aufgaben gerechnet werden. Als Beispiel wurde die Planprüfung angeführt, welche sich zu einer Modellprüfung ändern wird. Der Experte ist ebenfalls der Meinung, dass **keine zusätzlichen Aufgaben** für den Bauleiter anfallen werden. Die Ausnahme wird jedoch in der Übergangszeit sein, in welcher die Bauleiter Schulungen zu absolvieren haben.

Experte 3

Der dritte Experte ist der Meinung, dass durch den Einsatz von BIM Veränderungen in den Aufgaben des Bauleiters und den relativen Arbeitszeiten möglich sind. Der Experte bestätigt ebenfalls den **Einfluss von BIM auf alle vier Aufgabensektoren**, dieser sieht einen großen Einfluss von BIM in sieben Aufgabengruppen:

- Gruppe 1 *Arbeitsvorbereitung*
- Gruppe 2 *Terminplanung, Personen- und Geräteinsatzplanung*
- Gruppe 3 *Planprüfung*
- Gruppe 4 *Abrechnung*
- Gruppe 6 *Organisation und Koordination der Bauabwicklung*
- Gruppe 7 *Kontrolle der Bauabwicklung*
- Gruppe 14 *Telefonate, E-Mails, Recherchen*

5 Erhebung der Potenziale von BIM für die Bauausführung mittels Experteninterviews

Auf die Arbeitsvorbereitung hat BIM einen wesentlichen Einfluss, diese Aufgabe wird aus Sicht des Experten teilweise in das BackOffice verschoben. Eine Reduktion der Anzahl von E-Mails durch die Kommunikation über das Modell kann ebenfalls erreicht werden. Der Einfluss auf die Arbeit des Bauleiters wird vorwiegend durch die **zentrale Kommunikation** über das Modell und den verschiedenen **integrierten Softwarelösungen** erreicht. In den weiteren Gruppen werden nach Meinung des Experten kaum Änderungen auftreten.

Der Experte 3 sieht eine Veränderung der Aufgabenbereiche des Bauleiters durch den Einsatz von BIM. Er ist der Meinung, dass Teile der Aufgaben wie Bereiche der Dokumentation oder der Arbeitsvorbereitung wegfallen könnten. Jedoch obliegt die Kontrolle dieser Arbeiten weiterhin dem Bauleiter, somit würden **keine Aufgaben des Bauleiters wegfallen**. Der dritte Experte meinte ebenfalls, dass **keine zusätzlichen Aufgaben** durch den Einsatz von BIM für den Bauleiter anfallen würden.

Experte 4

Der vierte Experte ist davon überzeugt, dass BIM einen **Einfluss auf alle vier Aufgaben-sektoren** des Bauleiters hat. Die größte Veränderung gibt der Experte in den Sektoren der **Kommunikation** und der **Organisation** an. Diese Angaben betreffen den durchgehenden Einsatz von BIM. Der Experte stellt jedoch fest, dass nach dem aktuellen Stand der Entwicklung in Bezug auf BIM **nicht alle Aufgabengruppen beeinflusst** werden. Als Beispiel wird vom Experten die Gruppe 8 *Organisation und Kontrolle von Subunternehmern und Lieferanten* angeführt. In diesem Bereich ist momentan aufgrund der Schnittstellenproblematik nur ein geringer Einfluss möglich. Derzeit ist ebenfalls kein Einfluss in der Gruppe 7 *Kontrolle der Bauabwicklung* erkennbar, jedoch ist bereits jetzt ein Einfluss in den Gruppen 4 *Abrechnung* und 12 *Dokumentation* ersichtlich.

Der Experte gibt an, dass durch den Einsatz von BIM **keine Reduktion der Tätigkeiten** im Aufgabenbereich des Bauleiters eintreten wird, sondern nur Veränderungen in der Handhabung auftreten werden. Die **zusätzlichen Aufgaben** werden sich laut Experte 4 **nur auf die Anfangszeit** beziehen. Zu Beginn wird das Erlernen neuer Programme zu den Aufgaben des Bauleiters zählen.

Experte 5

Die fünfte Expertin bestätigt einen Einfluss von BIM auf die Aufgaben des Bauleiters sowie eine Veränderung der relativen Arbeitszeiten der Aufgabengruppen. Die Expertin ist der Meinung, dass es **grundlegende Veränderungen in den Aufgabengruppen** geben wird. Als Beispiel wurde die Veränderung der Planprüfung angeführt. In Zukunft wird keine Prüfung mehr am Plan, sondern am Modell erfolgen. Die Expertin ist der Meinung, dass

BIM großen Einfluss auf die Aufgaben der Gruppen 4 *Abrechnung* und 10 *Besprechungen und Berichtswesen intern* hat. Ebenfalls wird eine Veränderung bei der Bearbeitung von Mehrkostenforderungen auftreten. Zusätzlich wird ein Einfluss auf die Dokumentation angeführt. Die Expertin ist der Meinung, dass sich Firmen an der Entwicklung von Softwareprogrammen aktiv beteiligen müssen, ansonsten werden die Prozesse von Softwareunternehmen vorgegeben.

Die Expertin meinte, dass durch den Einsatz von BIM eine Änderung der Aufgabenverteilung eintreten wird. Beispielsweise wird die Terminplanung in Zukunft von einem Planer und nicht vom Bauleiter erstellt. Als **mögliche zusätzliche Aufgabe** des Bauleiters führte die Expertin das „Method Statement“ an, in dem der Bauablauf mit Hilfe des Gebäudemodelles beschrieben wird.

Kernaussagen

Alle Experten bestätigen einen entscheidenden Einfluss auf die Tätigkeiten des Bauleiters durch den Einsatz von BIM. Vorwiegend wurden Veränderungen in der Kommunikation und Dokumentation angesprochen. Die Experten glauben jedoch, dass es allgemein zu einer Veränderung der Aufgaben und zu einer Verschiebung der zeitlichen Verteilung auf die Aufgaben kommen wird.

Vier der fünf Experten sind der Meinung, dass der Bauleiter dauerhaft keine zusätzlichen Aufgaben übernehmen muss, jedoch wird in der Übergangszeit aufgrund von Schulungen ein Mehraufwand anfallen. Alle Experten sind davon überzeugt, dass keine der Aufgaben des Bauleiters wegfällt. Jedoch kann es zu Änderungen in der Ausführung der Tätigkeit kommen. Als Beispiel wurde die Planprüfung angeführt, welche in Zukunft, statt der Kontrolle von Plänen (digital oder in Papierform), als Kontrolle am Gebäudemodell erfolgt.

5.4.4 Themenkomplex 4: Verbesserungsvorschläge

Im letzten Themenkomplex wird den Experten die Möglichkeit geboten Verbesserungsvorschlägen zum Umgang und der Umsetzung von BIM einzubringen. Zusätzlich wird nach den nächsten Schritten für eine Etablierung und Durchdringung des österreichischen Marktes gefragt.

Experte 1

Aus Sicht des ersten Experten ist die Schaffung von **rechtlichen Grundlagen** eine wichtige Voraussetzung für die zukünftige Nutzung von BIM.

Experte 2

Der zweite Experte ist der Ansicht, dass sich BIM gerade in der Entwicklungsphase befindet und somit **viele Verbesserungen notwendig** sind. Das mögliche Verbesserungspotenzial von BIM kann jedoch erst durch das **Feedback aus der Praxis** aufgezeigt und anschließend gehoben werden.

Experte 3

Der dritte Experte ist der Meinung, dass der Schwerpunkt von BIM derzeit in der Planungsphase liegt. Aus seiner Sicht ist es wichtig, BIM auch für die **Nutzung in der Ausführungsphase** weiterzuentwickeln.

Experte 4

Dem vierten Experten ist wichtig, dass die **Schnittstellenproblematik** geklärt wird. Seiner Meinung nach muss die Zusammenarbeit der verschiedenen Parteien bereits früh geklärt werden. Im Bezug auf das Modell legt der Experte Wert darauf, dass **Qualitätsstandards festzulegen** und **vertragliche Grundlagen** geschaffen werden. Die Festlegung der notwendigen Kosten, wie beispielsweise Kosten für Schulungen oder zusätzliches Personal, und die Förderung von Schulungen ist dem Experten ebenfalls ein Anliegen. Er ist der Meinung, dass die Aufklärung über die notwendigen Kosten nicht stattfindet. Abschließend hält der Experte fest, dass eine Definition der Begriffe (Rollenverteilungen in BIM-Projekten) notwendig ist, um Arbeitsbereiche abgrenzen und Missverständnisse vermeiden zu können.

Experte 5

Die fünfte Expertin sieht eine Verbesserungsmöglichkeit in der Erarbeitung **vertraglicher Grundlagen**. Momentan besteht keine vertragliche Einigung für die Zusammenarbeit mehrerer Personen mittels BIM. Ein weiteres Verbesserungspotenzial sieht sie in der **Zusammenarbeit von Baufirmen mit Softwarefirmen**. Ihrer Meinung nach soll besonders ein ausführendes Unternehmen an der Entwicklung von Programmen beteiligt sein.

Kernaussagen

Den fünf Experten ist bewusst, dass trotz der Vorteile von BIM, noch Verbesserungen an der Durchgängigkeit der Prozesse und den zur Anwendung kommenden Programmen notwendig sind. Besonders wichtig erscheinen in diesem Zusammenhang die Rückkopplung und das Feedback aus der Praxis. Die Digitalisierung und BIM erfordert ständige Zusammenarbeit aller Beteiligten und auch das Optimieren bereits implementierter Prozesse. Ausführende Baufirmen können durch ihr Engagement bei der Softwareentwicklung ebenfalls zur effektiven Nutzung von BIM beitragen.

5.5 Auswertung der Interviews

In Kapitel 5.4 wird der Inhalt der geführten Interviews dargestellt. Um eine Kategorisierung der Expertenmeinungen zu generieren, bedarf es einer eingehenden Analyse. Ziel der Auswertung ist, mögliche Effizienzsteigerungen durch den Einsatz von BIM in der Bauausführung aufzuzeigen.

5.5.1 Methodik der Analyse

Das Kapitel 5.4 dient der Zusammenfassung der Experteninterviews. Die Wiedergabe der Aussagen der Experten erfolgte anhand der Abschriften (siehe Kapitel B im Anhang) aus den Interviews. Um eine Bewertung der Aussagen durchführen zu können, wurden Kategorien und Unterkategorien erarbeitet. Die Aussagen der Experten werden den jeweiligen Unterkategorien zugewiesen. Anschließend wird die Relevanz der Unterkategorie anhand der Aussage für den jeweiligen Experten bewertet. Diese Bewertung erfolgt mit einer Punkteskala von Null bis Fünf. Das Bewertungskriterium für die Zuteilung der Punkte ist in Tabelle 5.2 dargestellt.

Punkt	Bewertungskriterium
0	Verneint
1	Nicht genannt
2	Indirekt genannt
3	Einmal genannt
4	Öfters genannt
5	Direkt darauf hingewiesen

Tabelle 5.2: Kategorien der Bewertung [38]

Die Bewertungskriterien in Tabelle 5.2 bauen auf der Arbeit Arbeit von Ouschan auf und wurden für die vorliegende Arbeit adaptiert. [38] Die Bewertungsskala wurde um das Kriterium *Verneint* ergänzt. Dieser Zusatz ist wichtig für die Auswertung der Interviews, weil die Experten in manchen Bereichen gegensätzlicher Meinung waren. Diese Bewertungskriterien bedeuten, dass im Falle einer klaren Zustimmung auf eine Frage, bzw. wenn von einem Experten direkt darauf hingewiesen wird, 5 Punkte vergeben werden. Im Zuge einer oder mehrmaliger Erwähnung während des Interviews wurden 3 oder 4 Punkte vergeben. Für eine indirekte Erwähnung bzw. eine nicht vollständige Zustimmung zu der Frage wurden 2 Punkte vergeben. Wenn eine Antwort von anderen Experten nicht genannt wurde, erfolgte die Vergabe von 1 Punkt. Im Falle einer Verneinung wurden 0 Punkte gegeben.

Im Anschluss an die Bewertung der Aussagen in den Interviews wurden den Unterkategorien die entsprechenden Punkte zugeteilt (siehe Tabelle 5.3). Danach wurden die Punkte in den Unterkategorien und Kategorien in der Spalte „ Σ “ summiert. Darüber hinaus wurde der durchschnittliche Wert der Relevanz in Spalte „ \varnothing “ ermittelt.

5.5.2 Auswerten der Kategorien

Die Kategorien und die entsprechenden Unterkategorien wurden erstellt, um eine genaue Auswertung der Experteninterviews zu erhalten. Die Festlegung der entsprechenden Kategorien erfolgte anhand einer Literaturrecherche und den zuvor festgelegten Aufgaben des Bauleiters.

Es wurden folgende Kategorien festgelegt:

- Einfluss von BIM auf die Phasen Planen, Bauen und Betreiben
- Gründe für den fehlenden Einsatz von BIM
- Vorteile von BIM
- Nachteile von BIM
- Anforderungen für den Einsatz BIM
- Einfluss auf die Aufgaben des Bauleiters

Die Kategorien beziehen sich auf den allgemein Einsatz von BIM in Bauvorhaben und auf die Arbeit des Bauleiters aus Kapitel 4.3. Die Unterkategorien wurden anhand der Literaturrecherche, den Aufgabengruppen des Bauleiters und mittels der häufig genannten Antworten in den Interviews ausgewählt.

In Tabelle 5.3 sind die Kategorien mit den jeweiligen Unterkategorien dargestellt. In den weiteren Spalten sind die Bewertungspunkte der einzelnen Experten, die Summe und der Durchschnitt der Werte ersichtlich. Zur Beschreibung der Tabelle wird die Bewertung der ersten Kategorie erörtert. Die Kategorie *Einfluss von BIM auf Phasen* wird in drei Unterkategorien – Planung, Ausführung, Betrieb - gegliedert. In Bezug auf jede Unterkategorie werden die fünf Interviews analysiert und Bewertungen von 0 - 5 Punkten verteilt. Auf die Frage, auf welche Phasen BIM Einfluss nimmt, gab der erste Experte die Planung an (5 Punkte). Die weiteren zwei Phasen wurden von ihm nicht erwähnt (1 Punkt). Die fünfte Expertin ist der Meinung, dass alle Phasen einen Einfluss erleben, somit erhielten alle Unterkategorien 5 Punkte. In der Spalte Σ wurden anschließend die Bewertungen der Experten in der jeweiligen Unterkategorie summiert. In der nächste Spalte \varnothing erfolgte die Errechnung der durchschnittliche Bewertung (6).

5 Erhebung der Potenziale von BIM für die Bauausführung mittels Experteninterviews

$$\text{Durchschnittliche Bewertung } [\bar{x}] = \frac{\text{Summe der Punkte } [\Sigma]}{\text{Anzahl der Experten}} \quad (6)$$

In der letzten Zeile der Kategorie wurden die Summen der Bewertungen der Unterkategorien im Vergleich zu der maximal möglichen Bewertung dargestellt.

Kategorisierung der Experteninterviews								
Kategorien	Unterkategorie	Experten					Σ	x̄
		1	2	3	4	5		
Einfluss von BIM auf Phasen	Planung	5	5	5	1	5	21	4,2
	Ausführung	1	1	1	1	5	9	1,8
	Betrieb	1	1	1	5	5	13	2,6
43/75								
Gründe für fehlenden Einsatz von BIM	Fehlende Information	1	4	4	3	5	17	3,4
	Fehlendes Interesse	4	3	2	2	2	13	2,6
	Finanzielle Gründe	2	4	5	4	2	17	2,6
	Zusätzlicher Aufwand	4	5	4	3	5	21	4,2
	Unterschätzter Stellenwert	5	1	1	1	1	9	1,8
	Fehlende gesetzliche Vorgabe	1	1	5	1	2	10	2,0
	Fehlende Software	1	1	1	1	5	9	1,8
	Änderung der Zusammenarbeit	1	1	1	1	5	9	1,8
	Transparenz	1	1	1	1	5	9	1,8
	Keine Klarheit über Kosten	1	1	1	1	5	9	1,8
123/250								
Vorteile von BIM	Visualisierung	5	1	5	1	5	17	3,4
	Effizienzsteigerung	5	1	1	5	5	17	3,4
	Transparenz	1	5	1	5	5	17	3,4
	Kollaboration	1	5	5	5	1	17	3,0
	Informationen	5	1	5	1	2	14	2,8
	Höhere Qualität	1	5	1	5	1	14	2,8
	Terminsicherheit	1	5	1	1	1	9	1,8
	Genaue Arbeitsvorbereitung	1	5	1	2	1	10	2,0
	Interne Standardisierung von Daten	1	1	5	1	1	9	1,8
	Mehr Arbeitsplätze	1	1	1	5	1	9	1,8
133/250								
Nachteile von BIM	Kulturwandel am Bau	1	2	5	1	1	10	2,0
	Abhängig von IT	1	5	1	5	2	14	2,8

5 Erhebung der Potenziale von BIM für die Bauausführung mittels Experteninterviews

	Finanzieller Aufwand	2	2	5	5	2	16	3,2
	Falsche Verwendung des Namen	5	1	1	1	1	9	1,8
	Falsche Hoffnungen	5	1	1	1	1	9	1,8
	Mögliche Preisumlegung der Programme	1	5	1	1	1	9	1,8
	Transparenz	1	5	1	0	0	7	1,4
	Knopfdruck-Thematik	1	5	1	1	1	9	1,8
	Schwierige Einführung und lange Umsetzungszeit	1	1	5	1	1	9	1,8
	Schnittstellen	1	1	1	5	1	9	1,8
	Spezialisten notwendig	1	1	1	5	1	9	1,8
	Derzeit kein integriertes System	1	1	1	5	1	9	1,8
	Gefahr vor Mehraufwand	1	1	1	1	5	9	1,8
	Große Datenmengen	1	1	1	1	5	9	1,8
	137/350							
Anforderungen für den Einsatz von BIM	Zusätzliches Personal	5	5	5	1	1	17	3,4
	Schulungen	5	2	2	5	1	15	3,0
	Change Management	3	5	5	1	1	15	3,0
	rechtliche Basis	5	2	5	5	5	22	4,4
	Unterstützung Staat	2	1	5	2	1	11	2,2
	Aufklärungsarbeit	1	5	1	2	2	11	2,2
	Verbesserte IT	1	1	1	5	5	13	2,6
104/175								
Einfluss von BIM auf die Aufgaben des Bauleiters	Gruppe 1 Arbeitsvorbereitung	1	5	5	1	1	13	2,6
	Gruppe 2 Termin-, Personen- und Geräte-einsatzplanung	1	5	5	1	5	17	3,4
	Gruppe 3 Planprüfung	2	5	5	5	5	22	4,4
	Gruppe 4 Abrechnung	1	5	5	5	5	21	4,2
	Gruppe 5 Bauerfolgsrechnung und Kostenkontrolle	1	5	0	5	2	13	2,6
	Gruppe 6 Organisation und Koordination der Bauabwicklung	1	1	5	1	1	9	1,8
	Gruppe 7	2	2	5	2	1	12	2,4

	Kontrolle der Bauabwicklung							
	Gruppe 8							
	Organisation und Kontrolle von Subunternehmern und Lieferanten	1	1	2	2	1	7	1,4
	Gruppe 9							
	Vertragskontrolle und Bearbeitung von Mehrkostenforderung	2	4	0	2	5	13	2,6
	Gruppe 10							
	Besprechung und Berichtswesen intern	2	5	2	5	5	19	3,8
	Gruppe 11							
Besprechung und Berichtswesen extern	2	3	2	5	2	14	2,8	
Gruppe 12								
Dokumentation	2	5	5	5	5	19	3,8	
Gruppe 13								
Wegzeiten	1	1	1	0	1	4	0,8	
Gruppe 14								
Telefonate, E-Mails, Recherchen	5	5	5	5	1	21	4,2	
204/350								

Tabelle 5.3: Kategorisierung

5.5.2.1 Einfluss von BIM auf die Phasen eines Bauvorhabens

In der folgenden Abbildung 5.2 sind die Angaben der Experten, in Bezug auf den Einfluss von BIM in den einzelnen Projektphasen, dargestellt. Fest steht, dass die Experten die Planungsphase von BIM am meisten beeinflusst sehen. An zweiter Stelle liegt die Phase des Betriebs. Die Experten sind der Ansicht, dass im direkten Vergleich die Ausführung am wenigsten durch den Einsatz von BIM beeinflusst wird, jedoch wurde ein Einfluss bestätigt.

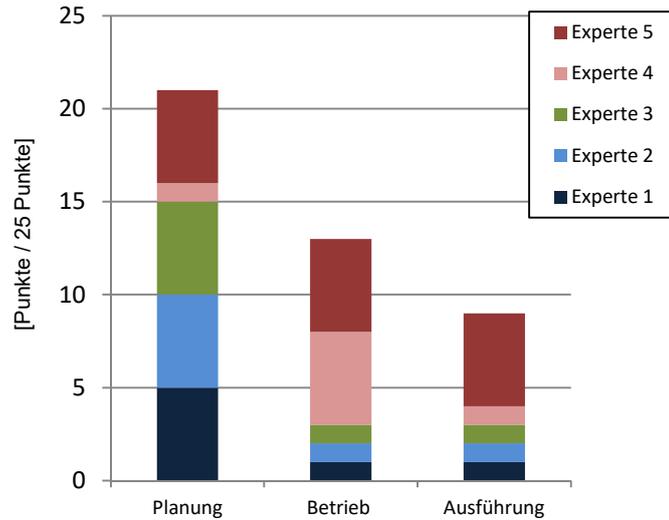


Abbildung 5.2: Einfluss von BIM auf Projektphasen

5.5.2.2 Gründe für den fehlenden Einsatz von BIM in der Bauausführung

Das Argument des derzeitig vorherrschenden zusätzlichen Aufwands ist für die Experten der wichtigste Grund für den fehlenden Einsatz von BIM in der Bauausführung. Sie sind davon überzeugt, dass nur ein kleiner Teil der Unternehmen dazu bereit ist, in den notwendigen Schulungsaufwand der Mitarbeiter oder die Softwareprodukte zu investieren. Dazu kommt, dass momentan der zusätzliche Aufwand und die damit einhergehende Ungewissheit der richtigen Ressourceneinteilung nicht abgeschätzt werden kann.

Fehlendes Interesse bestätigen die Experten nur teilweise bzw. differenzieren sie zwischen verschiedenen Altersgruppen. Nach der Erfahrung eines Experten sind ältere Beschäftigte seltener gewillt neue Methoden zu erlernen als jüngere Kollegen. Die Experten stellen überdies eine Verbindung zwischen fehlendem Interesse und fehlender Information fest. Außerdem wird zusätzlich zum fehlenden Interesse das Argument des unterschätzten Stellenwertes angeführt. Offenbar ist nicht allen Unternehmen in der Baubranche bewusst, welchen Stellenwert BIM in Zukunft haben wird.

Außerdem werden von den Experten fehlende Vorgaben von Seiten der Bauherren als Grund für den noch nicht etablierten Einsatz von BIM angeführt. Die Zurückhaltung der Bauherren gründet sich auf der Befürchtung den Markt durch den geforderten Einsatz von BIM auf wenige Anbieter einzuschränken und kleine Unternehmen ohne BIM-Erfahrung zu benachteiligen. Jedoch wird sich die Etablierung von BIM ohne die Forderung der Auftraggeber noch länger verzögern.

5 Erhebung der Potenziale von BIM für die Bauausführung mittels Experteninterviews

Außerdem wurden folgende Punkte für den gehemmten Einsatz von BIM erkannt wie nicht ausgereifte Softwarelösungen, verstärkte Transparenz in allen Prozessen und die generelle Änderung der Zusammenarbeit der Projektbeteiligten.

In Abbildung 5.3 sind die Gründe für den fehlenden Einsatz in der Reihenfolge der Relevanz dargestellt.

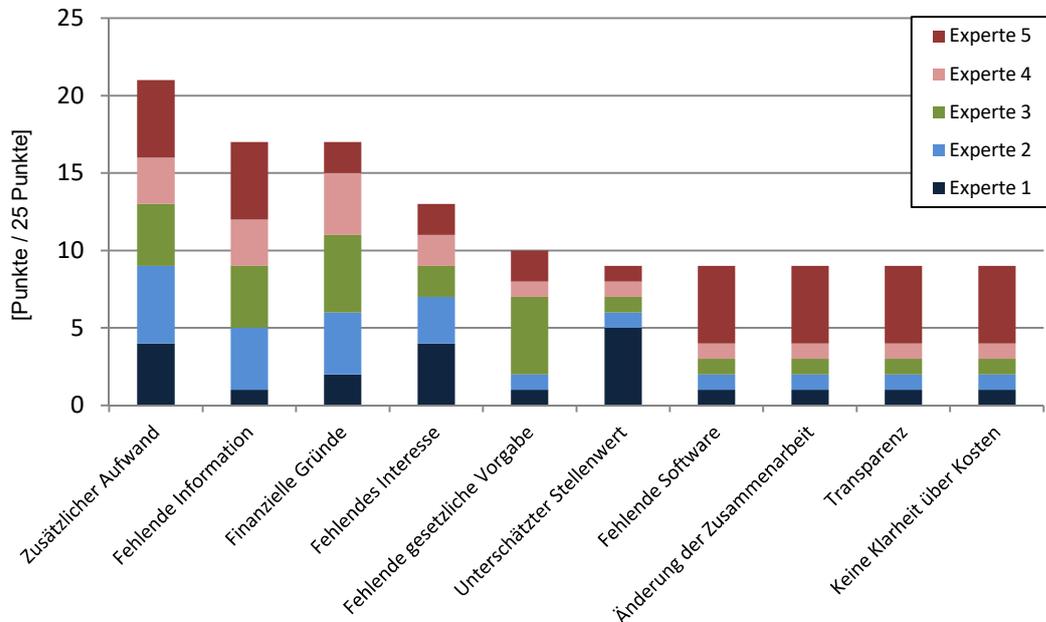


Abbildung 5.3: Gründe für den fehlenden Einsatz von BIM

5.5.2.3 Vorteile von BIM

Im Zuge der Interviews kristallisieren sich die Visualisierung, die Effizienzsteigerung, die Transparenz und die Kollaboration als die größten Vorteile von BIM heraus. Die Experten sind davon überzeugt, dass BIM zur Vermarktung des Produktes in der Akquisitionsphase genutzt wird und danach zur Veranschaulichung der Prozesse dient. Beides bewirkt eine Erhöhung des Verständnisses, auch von nicht fachkundigem Personal.

Die Experten sind der Meinung, dass durch den Einsatz von BIM eine Optimierung der Prozesse eintreten wird und damit eine Effizienzsteigerung. Die Transparenz wird ebenfalls von den meisten Experten als Vorteil genannt, jedoch nicht vollumfänglich (vergleiche dazu Kapitel 5.5.2.4 und Abbildung 5.5).

Die Kollaboration wird nach Meinungen der Experten durch den Einsatz von BIM verbessert, das wird beispielsweise durch die verbesserte Kommunikation erreicht.

Der Erhalt der Informationen während eines Projektes wird mit Hilfe von BIM gewährleistet, die Daten gehen im Zuge eines Phasenübergangs nicht verloren. Diese Eigenschaft wurde ebenfalls als wichtiger Vorteil angeführt.

5 Erhebung der Potenziale von BIM für die Bauausführung mittels Experteninterviews

Der Pluspunkt der höheren Qualität bezieht sich auf die Genauigkeit der Planung und Projektierung. Die weiteren Vorteile der erhöhten Terminalsicherheit, besseren Arbeitsvorbereitung, unternehmensinternen Standardisierung und der Schaffung neuer Arbeitsplätze wurden jeweils von einem Experten explizit angeführt.

In Abbildung 5.4 sind die Vorteile von BIM in der Reihenfolge der Relevanz angegeben.

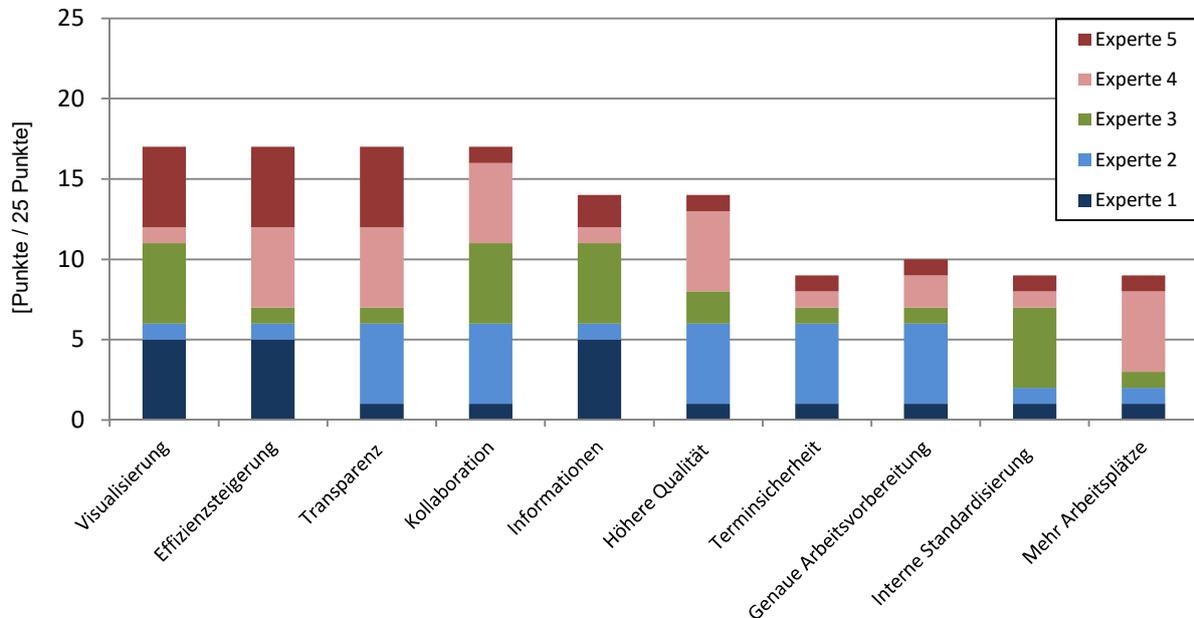


Abbildung 5.4: Vorteile von BIM

5.5.2.4 Nachteile von BIM

Angesprochen auf die Nachteile von BIM wurden überwiegend unterschiedliche Meinungen unter den Experten festgestellt. Generell konnte jedoch der finanzielle Aufwand als Nachteil genannt werden. Zu Beginn der Implementierung entstehen für Unternehmen durch den Ankauf von Hard- und Software, sowie die notwendigen Mitarbeiterschulungen hohe Investitionskosten.

Die starke IT-Anhängigkeit konnte ebenfalls als Bedenken der Experten bestimmt werden. Dem könnte durch aktive Beteiligung an der Entwicklung von Softwareprogrammen entgegengetreten werden. Außerdem wird festgestellt, dass ein Kulturwandel am Bau und das Ändern bestehender Prozesse nur langsam voranschreiten. Teilweise bedienen sich derzeit auch Geschäftsmodelle an intransparenten Systemen und Prozessen.

Generell weisen die Experten auch auf die falsche Verwendung des Begriffes BIM hin und sehen hier entsprechende Nachteile. Durch die fehlende fachliche Definition, können teilweise falsche Erwartungen entstehen, die dann nicht erfüllt werden.

5 Erhebung der Potenziale von BIM für die Bauausführung mittels Experteninterviews

Aus Sicht der Experten ist es notwendig, die konventionellen Methoden der Bauabwicklung grundlegend zu ändern, das kann vorübergehend zu Mehraufwendungen führen. Im Falle eines mangelhaften Datenmanagements, kann durch die in Gebäudemodellen enthaltene Datenmenge ein Nachteil entstehen.

Die Transparenz wurde von den Experten teilweise als Nachteil angeführt. Er ist der Meinung, dass viele Unternehmen, möglicherweise aufgrund einer fehlenden Aufklärung, Befürchtungen wegen der Transparenz haben und BIM aus diesem Grund nicht nutzen wollen.

In Abbildung 5.5 sind die Nachteile von BIM abgebildet. Die Reihenfolge dieser gibt Aufschluss über die Relevanz aus Sicht der Experten.

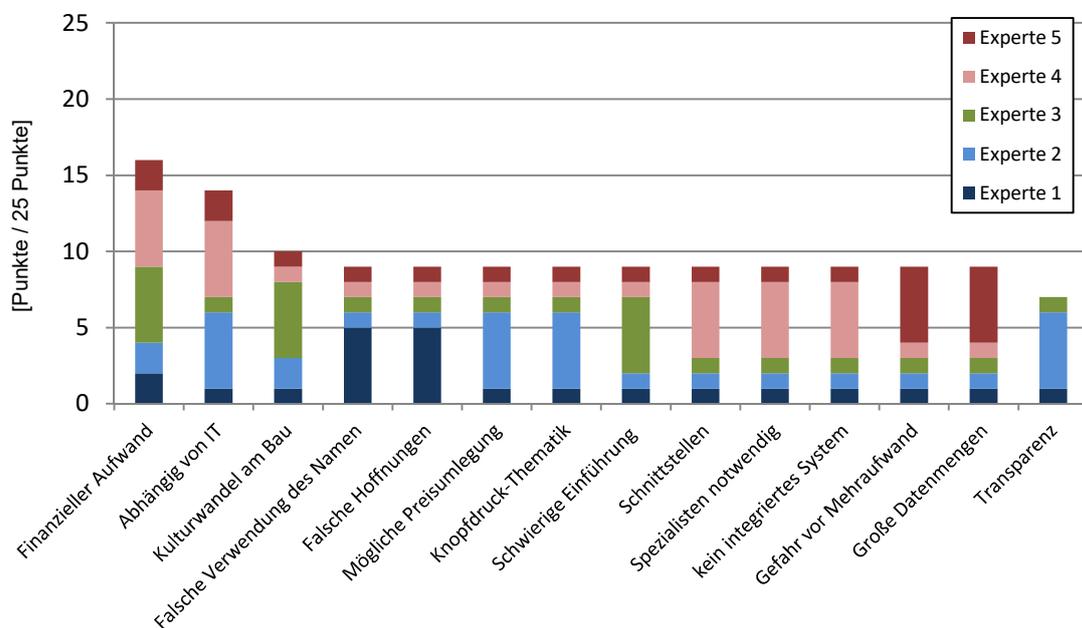


Abbildung 5.5: Nachteile von BIM

5.5.2.5 Anforderungen für den Einsatz von BIM

Betreffend der Anforderungen für den effektiven Einsatz von BIM in der Praxis wurde von den befragten Experten das entsprechend geschulte Fachpersonal genannt. Die Experten raten zu Beginn ein „Kernteam“ zu bilden, dessen Aufgabe es ist, sich mit dem Thema BIM zu beschäftigen, um firmeninternes Know-how aufzubauen. Das Kernteam leitet das firmeninterne Change-Management und bereitet die Einführung des BIM-Prozesses vor. Darüber hinaus ist dieses Team für Schulungen des Personals zuständig.

Der wichtigste Punkt für die weitere Etablierung von BIM in Österreich ist für die Experten die Entwicklung einer vertraglichen Grundlage. Zurzeit sind die Rechte des gemeinsamen

5 Erhebung der Potenziale von BIM für die Bauausführung mittels Experteninterviews

3D-Modells nicht geklärt. Laut Meinung der Experten ist ein weiterer wichtiger Bereich die Weiterentwicklung von Softwareprogrammen und der IFC-Schnittstelle. In weiterer Folge befürworten die befragten Experten eine gesetzliche Regelung, welche festlegt, ab welchem Projektvolumen BIM verpflichtend einzusetzen ist.

Als weitere Maßnahme zum verstärkten Einsatz von BIM geben die Experten die Unterstützung von staatlicher Stelle an. Diese kann durch finanzielle Subventionen für Schulungen, oder durch die Erlassung einer verpflichtenden BIM-Ausschreibung ab einem gewissen Projektvolumen erfolgen.

Die Aufklärungsarbeit ist für die befragten Experten ebenfalls ein wichtiger Punkt für die verstärkte Anwendung von BIM. Vielen Unternehmen ist nicht klar, was unter dem Begriff BIM verstanden wird. Unternehmen, welche sich bereits mit dem Thema beschäftigen, können die Kosten für eine firmeninterne Umsetzung nur schwer abschätzen. Das wird als Hemmnis bei der Etablierung von BIM wahrgenommen, die noch zu leistende Aufklärungsarbeit ist entscheidend.

In Abbildung 5.6 sind die notwendigen Anforderungen für den Einsatz von BIM dargestellt.

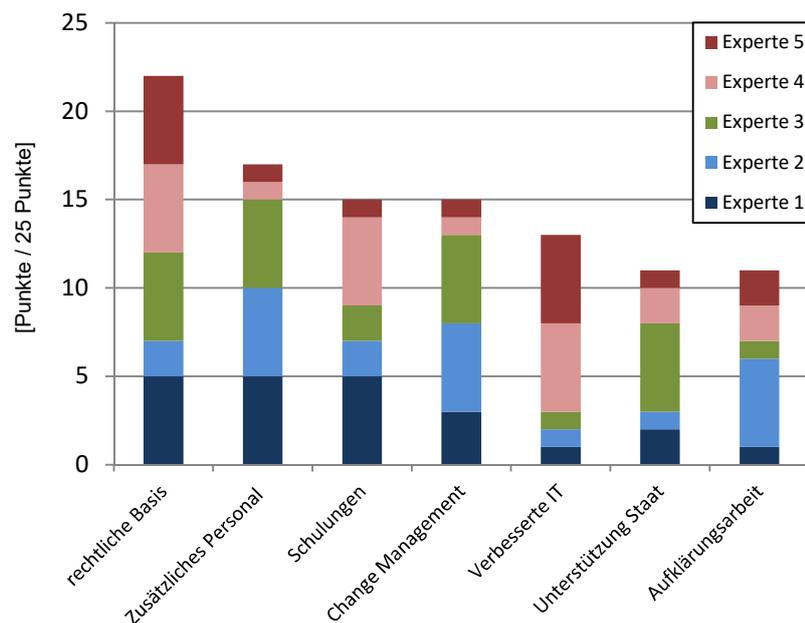


Abbildung 5.6: Notwendige Anforderungen für den Einsatz von BIM

5.5.2.6 Einfluss von BIM auf die einzelnen Aufgaben des Bauleiters

Die Experten sind davon überzeugt, dass jeder Aufgabensektor (siehe Kapitel 4.3.3) durch BIM beeinflusst wird. In Bezug auf den Einfluss auf die einzelnen Aufgabengruppen sind die Experten teilweise unterschiedlicher Meinung. In der folgenden Abbildung 5.7 sind die Einflüsse von BIM auf die entsprechenden Gruppen des Bauleiters angegeben.

5 Erhebung der Potenziale von BIM für die Bauausführung mittels Experteninterviews

Die Reihenfolge der Aufgabengruppen wurde in Abhängigkeit von der Größe des Einflusses von BIM gewählt.

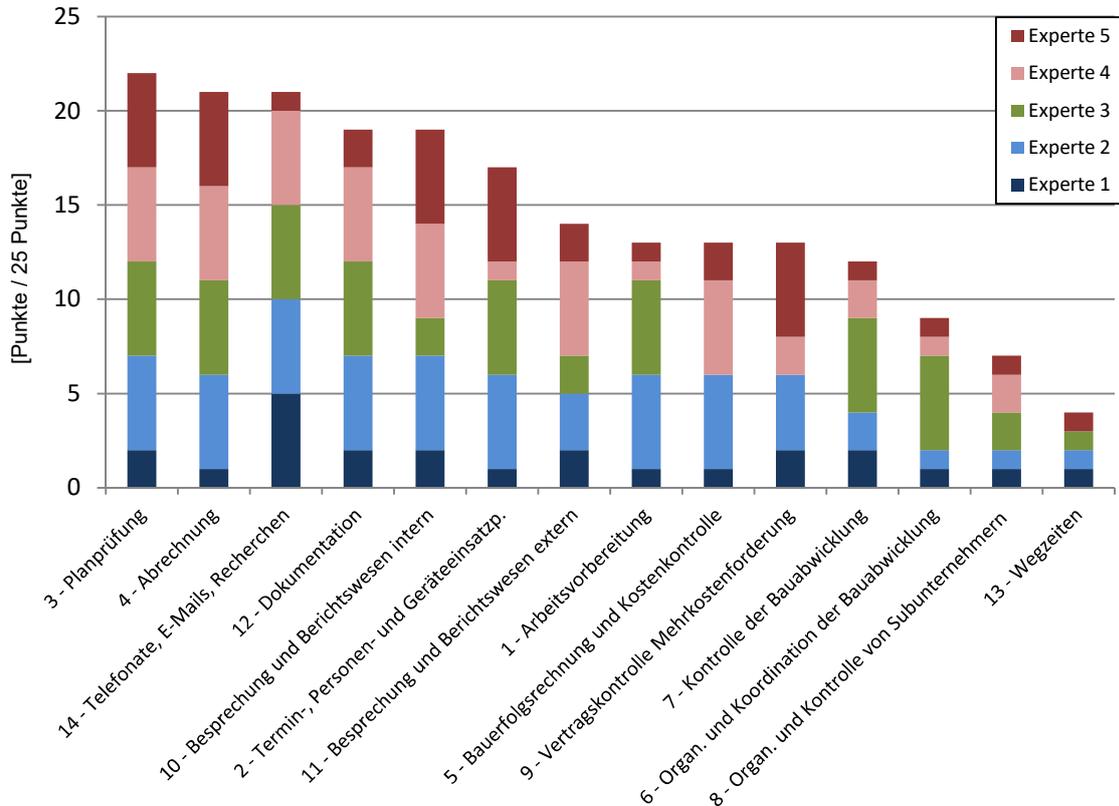


Abbildung 5.7: Einfluss von BIM auf die Aufgabengruppen des Bauleiters

Anhand der Analyse der Interviews ist erkennbar, dass Gruppe 3 Planprüfung den größten Einfluss durch die BIM-Anwendung aufweist. Dieser Aufgabengruppe folgen in der Reihung Gruppe 4 *Abrechnung* und Gruppe 14 *Telefonate, E-Mails, Recherchen*. Vier der fünf befragten Experten äußerten sich hier direkt zum positiven Einfluss von BIM auf die Tätigkeiten der Bauleiter in der entsprechenden Gruppe.

Die Gruppe 3 *Planprüfung* wird sich nach Meinung der Experten komplett ändern und in Zukunft durch die Modellprüfung ersetzen. Zukünftig wird die Kontrolle des Modelles auf Übereinstimmung der verschiedenen Modelle wie beispielsweise Statik und Fertigteile automatisch erfolgen. Eine softwareunterstützte Überprüfung der Einhaltung der Normen ist ebenfalls geplant. Die automatische Prüfung würde die Arbeitszeiten des Bauleiters beeinflussen, derzeit ist der Bauleiter dazu verpflichtet, die Pläne separat zu kontrollieren und die Übereinstimmung zu prüfen. Für die automatische Prüfung der Pläne ist zurzeit noch eine Weiterentwicklung der Softwareprogramme notwendig.

Die Experten sind der Meinung, dass die Gruppe 4 *Abrechnung* ebenfalls stark durch den Einsatz von BIM beeinflusst wird. Im Modell kann die Mengenermittlung – ausgehend von

5 Erhebung der Potenziale von BIM für die Bauausführung mittels Experteninterviews

den hinterlegten Informationen über den Aufbau der Bauteile – automatisch durchgeführt werden. Im Anschluss kann die Abrechnung im Gebäudemodell durch die Zufügung der jeweiligen Preise ebenfalls automatisch erfolgen.

Die Gruppe 14 *Telefonate, E-Mails, Recherchen* wird durch die zentrale Kommunikation stark beeinflusst. Unter Verwendung von BIM wird die Kommunikation vorwiegend über das 3D-Modell stattfinden. Somit werden sich die Anzahl der E-Mails entscheidend reduzieren und gleichzeitig die aufgewendete Zeit für Telefonate ebenfalls verkürzen. In weiterer Folge wird sich die investierte Zeit für Recherchen, durch die Speicherung der Informationen im Gebäudemodell, reduzieren.

In der Gruppe 12 *Dokumentation* wird sich ebenfalls eine Veränderung des zeitlichen Aufwandes des Bauleiters durch den Einsatz von BIM ergeben. Die Dokumentation der Informationen wird zukünftig durch AVA-Programme automatisch erfolgen, dadurch verringert sich der Aufwand des Bauleiters.

Eine Aufgabengruppe mit ebenfalls einem entscheidenden Einfluss durch BIM ist die Gruppe 10 *Besprechungen und Berichtswesen intern*. Die Experten sind der Meinung, dass der Einfluss auf diese Gruppe durch die Änderung der Art der Kommunikation erfolgt. Durch die Verwendung von BIM wird die Kommunikation vorwiegend über Plattformen erfolgen. Die Änderung der Kommunikation wird ebenfalls einen Einfluss auf Besprechungen haben, welche zukünftig auch ortsunabhängig beispielsweise via Skype erfolgen können.

In der Gruppe 2 *Terminplanung, Personen- und Geräteeinsatzplanung* werden durch den Einsatz von BIM überdies Veränderungen in der Aufgabenbewältigung auftreten. Die Experten sind jedoch bei den Gründen für die Veränderung unterschiedlicher Meinung. Einerseits wird hohes Potenzial für die zeitliche Optimierung durch genauere Logistikplanung und das detailliertere Erstellen von Terminplänen gesehen, andererseits wird vermutet, dass es im Zuge der BIM-Implementierung zu einer Verlagerung der Aufgabe der Terminplanung kommen könnte und diese zukünftig durch den Planer erbracht wird.

In Gruppe 11 *Besprechungen und Berichtswesen extern* wird auf die Abhängigkeit von externen Randbedingungen verwiesen. Durch neue Kommunikationsweisen wird ein großes Potenzial, wie bei Gruppe 10 *Besprechungen und Berichtswesen intern* erkannt, jedoch sind ausführende Unternehmen und daher auch der Bauleiter von den Anforderungen und Vorgaben des Bauherrn abhängig.

Für die Gruppe 1 *Arbeitsvorbereitung* stellen die Experten ebenfalls einen Einfluss durch den Einsatz von BIM fest. Dadurch ergibt sich die Option mehrere Varianten des Bauablaufes zu erstellen und anschließend zu vergleichen. Durch die Gegenüberstellung kann

5 Erhebung der Potenziale von BIM für die Bauausführung mittels Experteninterviews

der optimale Ablauf festgelegt werden, dabei besteht die Möglichkeit, dass Teile der Arbeitsvorbereitung in das BackOffice verlagert werden.

Die Meinung der Experten variiert bezüglich des Einflusses von BIM auf die Gruppe 5 *Bauerfolgsrechnung und Kostenkontrolle*. Teilweise wird kein Einfluss von BIM auf die Bauerfolgsrechnung und Kostenkontrolle gesehen, manche Experten denken aber, dass diese zukünftig durch Softwareprogramme über das Gebäudemodell erstellt werden.

Bezüglich Gruppe 9 *Vertragskontrolle und Mehrkostenforderung* gehen die Meinungen deutlich auseinander. Während manche meinen, dass kein Einfluss durch den Einsatz von BIM erfolgt, sehen andere in diesem Bereich eine mögliche Veränderung durch transparentere Arbeitsweise und genauere Planung. Durch eine detaillierte Planung könnte zum Beispiel die Anzahl der Mehrkostenforderungen reduziert werden. Die Art der Bearbeitung von Mehrkostenforderungen würde sich laut dieser Expertenmeinung ändern, diese würde auf Basis von Datenbankdaten erfolgen.

Die weiteren Gruppen weisen Uneinigheiten der Experten bezüglich des Einflusses von BIM auf, welche in der Auswertung in Tabelle 5.3 erkennbar sind. Die im folgenden beschriebenen Gruppen weisen eine Punkteanzahl unter 50 % des Maximalwertes auf.

In Gruppe 7 *Kontrolle der Bauabwicklung* wird nur von einem Experten direkt auf den Einfluss hingewiesen. Drei weitere Befragte merken nur indirekt einen kleinen Einfluss durch BIM an. Beispielsweise führt der vierte Experte kleine Veränderungen durch den Einfluss auf Teile der Leistungsmeldung an.

In Gruppe 6 *Organisation und Koordination der Bauabwicklung* ist lediglich ein Experte von dem Einfluss durch BIM überzeugt. Der dritte Experte begründet seine Meinung durch die zentrale Kommunikation der Beteiligten am virtuellen Modell auf.

In Gruppe 8 *Organisation und Kontrolle von Nachunternehmer und Lieferanten* weist der vierte Experte darauf hin, dass momentan wenig Einfluss auf diese Aufgabengruppe besteht. Jedoch kann eine Veränderung der Handhabung der Aufgaben durch eine Behebung der Schnittstellenproblematik erreicht werden.

In der Gruppe 13 *Wegzeiten* konnte durch die Experteninterviews keine Veränderung der Aufgaben bezüglich der Gruppe festgestellt werden. Der Bauleiter muss weiterhin zu den verschiedenen Baustellen fahren.

Die Analyse der Interviews ergab, dass nach Meinung der Experten jeder Aufgabensektor beeinflusst wird. Im nächsten Schritt erfolgt die Ermittlung des Sektors mit dem größten Einfluss von BIM. Auf Basis der Bewertung der einzelnen Aufgabengruppen kann festgestellt werden, welcher der Aufgabensektoren den größten Einfluss durch die Nutzung von BIM erfährt. Die Bewertung der Beeinflussung erfolgt durch die Berechnung der durch-

5 Erhebung der Potenziale von BIM für die Bauausführung mittels Experteninterviews

schnittlichen Bewertung (siehe Formel (6)). Um die Größe des Einflusses auf den Aufgabensektor zu ermitteln, werden die Bewertungen in den Aufgabengruppen des jeweiligen Sektors berücksichtigt.

In Abbildung 5.8 ist ersichtlich, dass der Aufgabensektor 4 *Kommunikation und Dokumentation* am stärksten beeinflusst wird. Diesem Aufgabenbereich folgt Sektor 3 *Abrechnung und Kalkulation*. Einen ebenso entscheidenden Einfluss durch BIM erfährt der Sektor 2 *Kontrolle*. Am wenigsten wird der Sektor 1 *Organisation* von BIM beeinflusst.

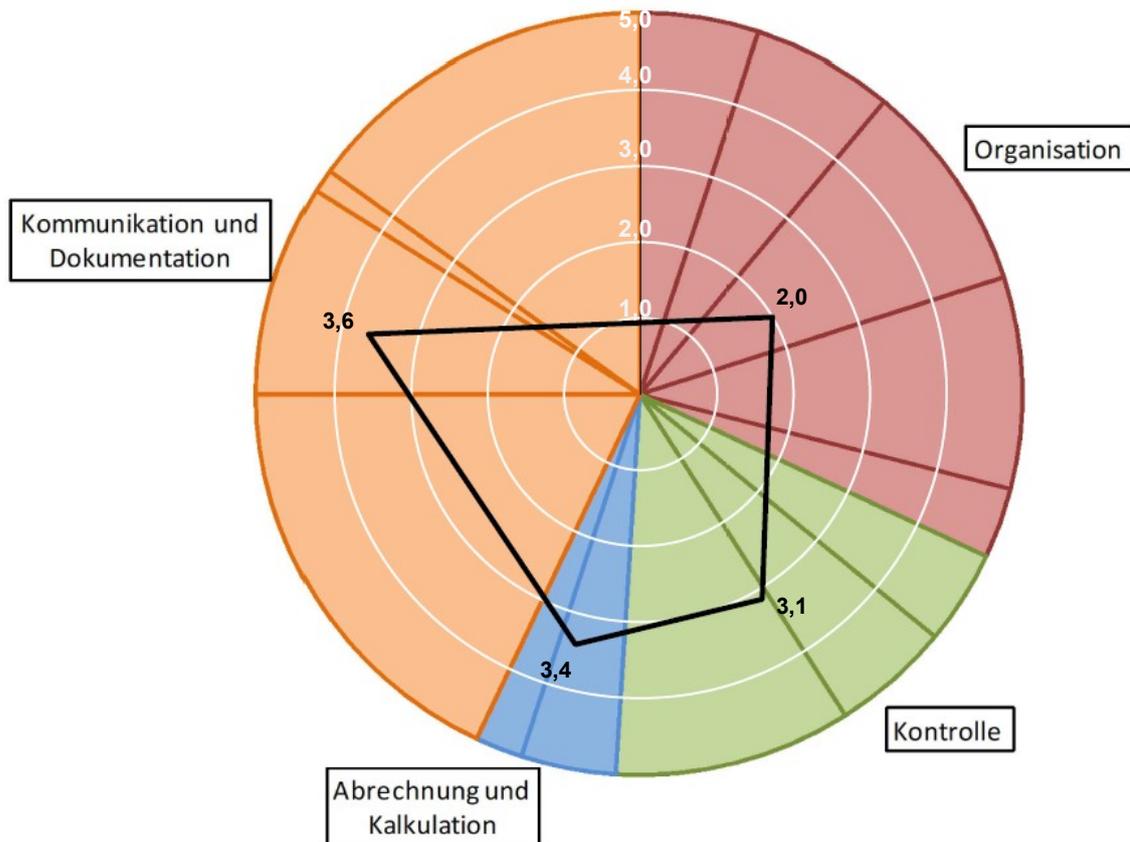


Abbildung 5.8: Einfluss von BIM auf Aufgabensektoren

Der Bauleiter dient als Ansprechperson für alle Beteiligten am Bauvorhaben. Zu seinem Arbeitsalltag zählt es die Fragen von Projektbeteiligten betreffend des Bauvorhabens persönlich in Besprechungen, am Telefon oder auch per E-Mail zu beantworten und den Bauablauf zu koordinieren. Durch die Analyse der Experteninterviews konnte aufgrund der Bewertung der Experten die größte Beeinflussung durch den Einsatz von BIM in dem Sektor der Kommunikation und Dokumentation festgestellt werden. Diese Veränderung der Arbeit wird durch die Kommunikation über das Gebäudemodell und die zentrale Datenverwaltung begründet. Die Umstellung der Kommunikation würde eine grundlegende Veränderung in diesem Aufgabensektor bewirken. Beispielsweise ist der Bauleiter momentan zuständig, bei Planänderung die Beteiligten einzeln zu informieren und den aktu-

ellen Plan an die betreffenden Personen zu schicken. Durch den Einsatz von BIM werden die Baubeteiligten über Änderungen am Modell automatisch informiert. In weiterer Folge lassen sich technische und koordinative Fragen reduzieren, weil die Informationen im Modell für alle Beteiligten ersichtlich und jederzeit abrufbar sind. Diese Veränderung hat den Vorteil, dass der Bauleiter seine Zeit anderen Aufgaben widmen kann.

Den nächstgrößten Einfluss bewirkt der Einsatz von BIM auf die Aufgaben des Sektors *Abrechnung und Kalkulation*. Die Veränderungen treten in diesem Bereich vorwiegend in der Abrechnung auf. Die Mengenermittlung kann im Gebäudemodell, aufgrund der gespeicherten Informationen über die einzelnen Bauteile, automatisch erfolgen. In weiterer Folge sind im Modell die Preise der einzelnen Positionen hinterlegt, wodurch die Abrechnung erleichtert wird. Durch diesen automatisierten Prozess können Fehler reduziert werden und die Ermittlung ist für jeden Beteiligten transparent. Jedoch stellt der zweite Experte klar, dass genau diese Transparenz von einzelnen Unternehmen als Nachteil gesehen wird.

Den Einfluss der Tätigkeit des Bauleiters im zweiten Sektor *Kontrolle* erfolgt vorwiegend im Bereich der Planprüfung. Diese Aufgabe wird sich grundlegend ändern, weil zukünftig keine Kontrolle an 2D-Pläne erfolgt. Die Prüfung wird durch den Einsatz von BIM am Modell durchgeführt. Diese Veränderung wirkt sich positiv auf das Erkennen von Unstimmigkeiten. Jedoch wird die neue Methode der Kontrolle anfänglich schwieriger sein und sich somit in der Übergangszeit negativ auf die Arbeitszeit auswirken. Durch eine Weiterentwicklung der Softwareprogramme wird angestrebt, dass zukünftig die Prüfung auf Unstimmigkeiten oder Abweichungen von Vorgaben aus der Norm automatisch erfolgt.

Im Sektor *Organisation* erlebt der Bauleiter, laut Meinung der Experten, die geringsten Veränderungen in seiner Arbeit durch den Einsatz von BIM. In diesem Bereich sind trotzdem Veränderungen durch die zentrale Kommunikation zu erwarten. Ein weiterer Einfluss besteht in der Logistik- und Ablaufplanung am Gebäudemodell. Der Einsatz des 4D-Modells führt dazu, dass mehrere Abläufe erstellt werden können und im Anschluss ein optimierter Bauablauf ableitbar ist.

5.6 Fazit der Experteninterviews

In der Auswertung der Experteninterviews ist erkennbar, dass sich die Nutzung von BIM in der Bauausführung in den Anfängen befindet. Trotz des vermehrten Einsatzes von BIM in Ländern wie England und Skandinavien, liegt die vorwiegende Anwendung derzeit in der Planungsphase. Die Erfahrungen von BIM in der Bauausführung und im Betrieb sind sehr gering. Trotzdem sind die befragten Experten der Meinung, dass sich durch den

5 Erhebung der Potenziale von BIM für die Bauausführung mittels Experteninterviews

Einsatz von BIM längerfristig Kosten- und Zeiteinsparungen in allen Phasen des Planens, Bauens und Betriebens ergeben werden.

Bezüglich der Auswirkungen von BIM auf die Tätigkeitsfelder des Bauleiters war den Experten auch eine Einschätzung möglich. Im Rahmen der Erhebungen konnte festgestellt werden, dass alle vier Aufgabensektoren der Bauleitung von BIM beeinflusst werden. Die Veränderungen in der Arbeitsweise werden durch die zentrale Kommunikation über das virtuelle Modell und die gespeicherten Informationen im Gebäudemodell erreicht. BIM hat die größte Auswirkung auf die Gruppen 3 *Planprüfung*, 4 *Abrechnung* und 14 *Telefonate, E-Mails, Recherchen*. Des Weiteren hat der Einsatz von BIM einen Einfluss auf die Gruppe 1 *Arbeitsvorbereitung*, Gruppe 2 *Terminplanung, Personen- und Geräteeinsatzplanung*, Gruppe 10 *Besprechungen und Berichtswesen intern* und Gruppe 12 *Dokumentation*. Somit kann durch eine Optimierung der Zeit des Bauleiters in diesen Bereichen eine Steigerung der Effizienz im Bauvorhaben erreicht werden. Die weiteren Aufgabengruppen erfahren ebenfalls Veränderungen durch BIM, jedoch ist dieser Einfluss vergleichsweise gering.

Anhand der Aussagen der Experten bezüglich dem Einfluss von BIM auf die Aufgabengruppen, konnte auf den Sektor mit den größten Veränderungen geschlossen werden. Hier wurde festgestellt, dass der Sektor 4 *Kommunikation und Dokumentation* den größten Einfluss erfährt. Anschließend folgen die Sektoren *Abrechnung und Kalkulation* und *Kontrolle*.

Den Experten ist bewusst, dass es sich die Implementierung von BIM ein fortlaufender Prozess ist, der Verbesserungspotential aufweist. Trotzdem sind sie von diesem zukunftsweisenden Arbeitsprozess überzeugt. Eine optimierte Anwendung von BIM kann durch die Schaffung rechtlicher Grundlagen bezüglich Zusammenarbeit und Datenaustausch und durch das Engagement der ausführenden Unternehmen bei der Softwareentwicklung erreicht werden.

6 Resümee und Ausblick

6.1 Resümee

Ziel dieser Diplomarbeit ist die Tätigkeitsfelder des Bauleiters und die damit verbundenen Aufgaben zu erfassen, zu analysieren und die Potenziale durch den Einsatz von BIM aufzuzeigen. Dieses Ziel spiegelt sich in den in Kapitel 1.3 gestellten Forschungsfragen wider, welche nachstehend beantwortet werden:

1. Welche Aufgaben fallen in den Arbeitsbereich des Bauleiters und wie verteilen sich diese im Verhältnis zur Arbeitszeit?

Zu Beginn wurden die Aufgaben des Bauleiters auf Baustellen ohne den Einsatz von BIM anhand von Literatur und mittels Erfahrungsberichten erfahrener Bauleiter der Firma Swietelsky Baugesellschaft mbH dargestellt. Ausgehend davon wurde ein Tätigkeitskatalog erstellt. Mit Hilfe einer Softwareapplikation – von der Firma PlanRadar GmbH zur Verfügung gestellt – wurden von vier Bauleitern ihre täglichen Aufgaben mit der darauf verwendeten Zeitdauer anhand von sieben Bauvorhaben dokumentiert. Die Auswertung erfolgte in 14 Aufgabengruppen, welche in einer separaten Auswertung nochmals in vier Sektoren – Kommunikation/Dokumentation, Organisation, Abrechnung/ Kalkulation und Kontrolle – eingeteilt wurden. Auf Grundlage dieser Einteilung konnte eine prozentuelle Verteilung der Arbeitszeit des Bauleiters ermittelt werden. Diese Auswertung macht ersichtlich, dass der Bauleiter 43 % – somit den größten Anteil seiner Zeit – für die Kommunikation und Dokumentation verwendet, wobei die Kommunikation die meiste Zeit (42 %) in Anspruch nimmt. Durch diese Aufteilung darf nicht auf die Irrelevanz der Dokumentation geschlossen werden. Diese Aufgabe wird oftmals an den Techniker delegiert. Dem vom Zeitaufwand größten Sektor folgen der Bereich Organisation mit 32 % und Kontrolle mit 19 %. Den geringsten Anteil der Arbeitszeit nimmt gemäß durchgeführter Auswertung der Sektor Abrechnung mit 6 % in Anspruch.

Die Aufgabenbereiche des Bauleiters und die Verteilung der Arbeitszeit konnte aufgrund der durchgeführten Erhebungen im Rahmen der Diplomarbeit für die betrachteten Bauvorhaben ermittelt werden. Die erhaltenen Werte wurden anhand von Literaturangaben verifiziert.

2. Welche Einsatzmöglichkeiten für BIM bestehen und welche werden derzeit genutzt?

3. Welchen Einfluss hat BIM auf die Arbeit des Bauleiters?

Die Erörterung der zweiten und dritten Forschungsfrage erfolgte anhand der Analyse von Experteninterviews. Die Befragung ermöglichte eine Einschätzung über den aktuellen Stand der Implementierung von BIM in der Praxis und das zukünftige Potenzial bzw. Auswirkungen auf den Bauleiter. Für diesen Zweck ist im Rahmen der Diplomarbeit ein Interviewleitfaden entwickelt worden, welcher bei allen Interviews Anwendung fand. Aufgrund des vorgegebenen Interviewleitfadens kann eine Vergleichbarkeit der Aussagen und eine objektive Auswertung sichergestellt werden.

Der Interviewleitfaden beinhaltet Themenkomplexe, welche auf die aktuelle Entwicklung und Verwendung von BIM in der Baubranche und die Auswirkungen in der Bauausführung – im Speziellen auf die Arbeit des Bauleiters – eingehen. Im Zuge der Auswertung wurden Kategorien festgelegt, mit welchen die Analyse der Interviews erfolgte. Die strukturierte Filterung der Aussage führte anschließend zu aussagekräftigen Ergebnissen welche nachfolgend zusammengefasst dargestellt werden.

Im ersten Themenkomplex wurde ersichtlich, dass es weltweit klare Vorreiter zum Thema BIM gibt, beispielsweise Skandinavien und Großbritannien. In Österreich ist Entwicklungs- und Überzeugungsarbeit notwendig, um eine Etablierung von BIM zu erreichen. Um eine Marktdurchdringung der Arbeitsmethode BIM zu erzielen, sind in Österreich neben intensiver Aufklärungsarbeit gesetzliche Rahmenbedingungen notwendig. Momentan wird BIM weltweit zumeist in der Planungsphase angewandt, daher sind die Erfahrungen in der Bauausführung geringer als jene in der Planungsphase.

Trotz der noch geringen Erfahrungswerte in der Bauausführung konnte durch die Experten in einem weiteren Themenkomplex festgestellt werden, welchen Einfluss die Umsetzung von BIM in der Bauausführung auf die Arbeit des Bauleiters haben wird. Die Experten bestätigten Veränderungen der relativen Arbeitszeit in allen vier Tätigkeitssektoren des Bauleiters – nämlich der Kommunikation/Dokumentation, der Organisation, Abrechnung/Kalkulation und der Kontrolle. Die Aufgaben in den vier Sektoren bzw. 14 Gruppen werden sich mit unterschiedlicher Intensität verändern (Siehe Abbildung 6.1). Am meisten ändert sich durch die Implementierung von BIM im vierten Sektor *Kommunikation und Dokumentation*. Diese Veränderung entsteht durch die Nutzung der zentralen Kommunikation am Gebäudemodell und die zentrale Datenverwaltung. Den nächstgrößten Einfluss erlebt der Sektor *Abrechnung/Kalkulation*. In diesem Bereich ist von einer Beeinflussung durch die modellunterstützte Abrechnung mit Hilfe der automatischen Mengenermittlung durch das Gebäudemodell auszugehen. Im Sektor Kontrolle entsteht eine große Verände-

rung durch die Ersetzung der Aufgaben der Planprüfung durch die Modellprüfung. Zukünftig wird keine Kontrolle an 2D-Plänen, sondern am Model durchgeführt. Durch die Weiterentwicklung von Softwareprodukten wird in diesem Bereich eine teilweise automatisierte Kontrolle angestrebt. Im Bereich Organisation erfolgen die geringsten Veränderungen durch den Einsatz von BIM, jedoch konnte ebenfalls eine Beeinflussung durch die zentrale Kommunikation festgestellt werden.

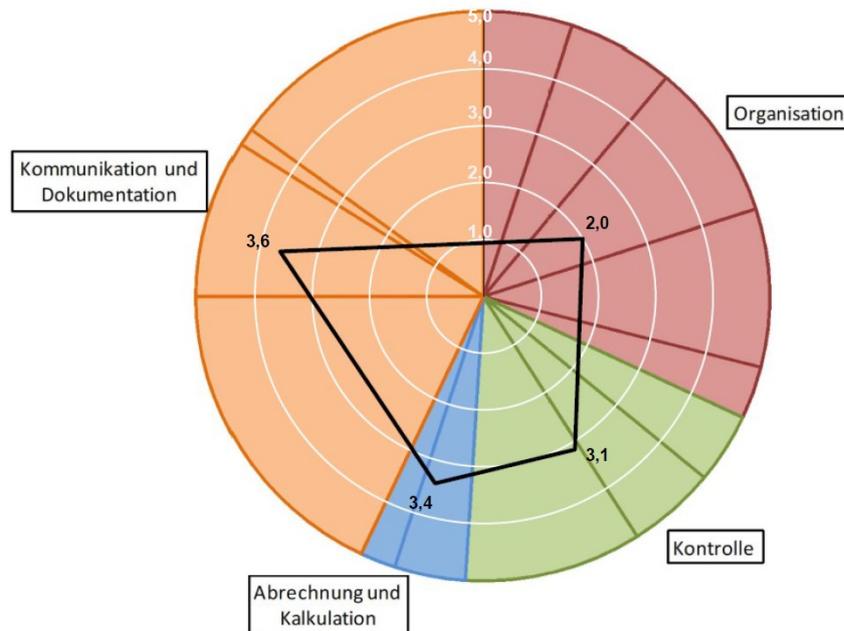


Abbildung 6.1. Einfluss von BIM auf die Arbeit des Bauleiters

Betrachtet man die Gruppenebene, geben die Experten das größte Zeiteinsparungspotenzial für den Bauleiter bei den Tätigkeiten der Gruppen 3 *Planprüfung*, 4 *Abrechnung*, und 14 *Telefonate, E-Mails, Recherchen* an.

Im letzten Themenkomplex der Experteninterviews werden konkrete Vorschläge zur Etablierung von BIM in Österreich erhoben. Aufgrund der verschiedenen Positionen, welche die Experten in ihren Unternehmen einnehmen, zeigten sich hier unterschiedliche Prioritäten. Deutlich geht jedoch hervor, dass sich BIM momentan in der Entwicklungs- und Implementierungsphase befindet und daher naturgemäß noch Verbesserungspotential im Prozess vorhanden ist. Diese Optimierung des Konzeptes BIM kann nur parallel zur Nutzung in der Praxis erfolgen.

Obwohl nur geringe Erfahrungswerte von BIM in der Bauausführung vorliegen, glauben die Experten trotzdem an eine Effizienzsteigerung. Genaue Aufwandswerte konnten beim jetzigen Stand der Implementierung nicht abgeleitet werden und bieten offene Forschungsfragen für weitere Masterarbeiten in diesem Bereich.

6.2 Ausblick

Die Bedeutung von BIM in der Baubranche wird in Zukunft stark zunehmen. Trotz der derzeitigen geringen Erfahrungswerte – speziell in der Bauausführung – konnten im Rahmen der vorliegenden Diplomarbeit eindeutige Ansatzpunkte für die Reduktion des zeitlichen Aufwandes von Bauleitern identifiziert werden. Ist BIM in die Bauausführung implementiert, kann – ausgehend von der erhobenen Expertenmeinung – mit einer effizienteren Baustellenabwicklung gerechnet werden.

Ausgehend von dieser Feststellung, stellt sich der Einsatz von BIM für die Experten nicht als Option dar, sondern ist ein Muss, um zukünftig konkurrenzfähig zu bleiben. Somit müssen Firmen notwendigerweise zeitliche und finanzielle Ressourcen für die Weiterentwicklung bereitstellen. An diesen Fortschritten muss nicht nur firmenintern, sondern auch unternehmensübergreifend gearbeitet werden. Von großer Bedeutung ist die Zusammenarbeit mit Softwareherstellern an der Entwicklung der Softwareprodukte und die Lösung der Schnittstellenproblematik.

Zusammenfassend wird festgehalten, dass Building Information Modeling eine grundlegende Veränderung in der Arbeitsweise der Planung und Ausführung von Bauvorhaben sowie bei anschließendem Betrieb bewirkt. Durch den Einsatz von Building Information Modelling kann laut der fachlichen Einschätzung der Experten von einer Effizienzsteigerung ausgegangen werden. Aus diesem Grund wird BIM in Zukunft einen maßgeblichen Stellenwert in der Baubranche einnehmen.

7 Verzeichnisse

7.1 Literaturverzeichnis

- [1] 3d-Mengenermittlung.at: „<http://www.3d-mengenermittlung.at/bim/>.“ 12.06.2017.
- [2] Austrian-standards.at: „<https://www.austrian-standards.at/infopedia-themencenter/specials/building-information-modeling-bim/>.“ 13.04.2017.
- [3] Bauer, H.: *Baubetrieb*. 3. Auflage, Springer - Verlag, 2007.
- [4] Bauverlag BV GmbH: „http://www.metallbau-magazin.de/artikel/mb_BIM_im_Metallbau_2524994.html.“ 17.03.2017.
- [5] Berner, F., Kochendörfer B. und Schach R.: *Grundlagen der Baubetriebslehre* 3. 2. Auflage, SpringerVieweg, 2010.
- [6] Biermann, M.: *Der Bauleiter im Bauunternehmen*. 3. Auflage, Verlagsgesellschaft Rudolf Müller GmbH&Co, 2005.
- [7] Borrmann, A. et al.: *Building Information Modeling*. Springer - Verlag, 2015.
- [8] Burschka, M., Cramer E. und Kamps U.: *Beschreibende Statistik*. 2.Auflage, Springer - Verlag, 2012.
- [9] Busch, A. und Rösel, W.: *AVA-Handbuch*. Wiesbaden, Vieweg+Teubner, 2008.
- [10] Chriti, M.: *Aufnahme des zeitlichen Arbeitsaufwandes und Ermittlung von Stundenaufwandswerten des technischen Führungspersonals bei Bauvorhaben im Bereich Tiefbau/Infrastrukturbau*. Technische Universität Wien – Diplomarbeit am Institut für Interdisziplinäres Bauprozessmanagement, 2015.
- [11] Cichos, C.: *Untersuchungen zum zeitlichen Aufwand der Baustellenleitung*. Technische Universität Darmstadt - Dissertation am Fachbereich Bauingenieurwesen und Geodäsie, 2007.
- [12] codebim.com: „<http://codebim.com/resources/history-of-building-information-modelling/>.“ 16.03.2017.
- [13] conject.com: „<https://www.conject.com/de/de/conject-das-unternehmen>.“ 13.06.2017.
- [14] Digital Bond Bryan: „<http://bimblog.bondbryan.com/openbim-for-facilities-management/>.“ 17.03.2017.
- [15] Duve, H. und Cichos C.: *Bauleiter-Handbuch Auftragnehmer*. 4.Auflage, Bundesanzeiger Verlag, 2017.

- [16] Egger, M. et al.: *BIM-Leitfaden für Deutschland*. 2013.
- [17] Frank, C.: *BIM- Building Information Modeling. Schneller, besser und kostengünstiger planen, bauen und verwalten*. Autodesk Kompedium
- [18] Gabler.de: „<http://wirtschaftslexikon.gabler.de/Archiv/85289/refa-verband-fuer-arbeitsstudien-betriebsorganisation-und-unternehmensentwicklung-e-v-v8.html>.“
24.04.2017.
- [19] Gabler.de: „<http://wirtschaftslexikon.gabler.de/Definition/generalunternehmer.html>.“
11.10.2017.
- [20] Gabler.de: „<http://wirtschaftslexikon.gabler.de/Definition/expertenwissen.html>“
09.02.2018
- [21] Gasteiger, A.: *BIM in der Bauausführung*. Universität Innsbruck - Diplomarbeit am Institut für Bauwirtschaft und Projektmanagement, 2015.
- [22] Goger, G. und Steinschaden L.: *Einrichtung und Betrieb von Baustellen*. Technische Universität Wien - Lehrveranstaltungsskriptum, 2017.
- [23] Günther, W. und Borrmann A.: *Digitale Baustelle - innovativer Planen, effizienter Ausführen*. Springer - Verlag, 2011.
- [24] Jungwirth, D: *Qualitätsmanagement im Bauwesen*. 2. Auflage, VDI Verlag, 1996.
- [25] Jodl, H. und Oberndorfer, W.: *Handwörterbuch für Bauwirtschaft*. 3.Auflage, 2010
- [26] Kochendörfer, B., Liebchen J. und Viering M.: *Bau- Projekt- Management*. Vieweg+Teubner, 2010.
- [27] Kovacic, I. und Filzmoser M.: *BIM Roadmap für integrale Planung*. Technische Universität Wien - Institut für Interdisziplinäres Bauprozessmanagement, 2014.
- [28] Kropik, A.: *Bauwirtschaft und Bauprojektmanagement 1*. Wien: Technische Universität Wien - Lehrveranstaltungsskriptum, 2009/2010.
- [29] Kuß, A., Wildner R. und Kreis H.: *Marktforschung*. 5.Auflage, 2014.
- [30] Lechner, H.: *LM. Leistungsmodelle. VM. Vergütungsmodelle*. Technische Universität Graz, 2014
- [31] Luczak, H.: *Arbeitswissenschaft*. 2.Auflage, 1998.
- [32] Micksch, K.: *Die Bauleiterpraxis*. 2.Auflage, VDE Verlag GmbH, 2015.
- [33] Mieg, H. und Näf M.: *Experteninterviews*. Institut of Human- Environment Systems; Eigenössische Technische Hochschule Zürich, 2005.

- [34] Müller, W.: *Duden Band 5, Fremdwörterbuch*. 3.Auflage, Dudenverlag, 1974
- [35] Norm ÖNORM EN ISO 9001:2015-11-15. *Qualitätsmanagement - Anforderungen*
- [36] Norm ÖNORM B 2061:1999-09-01. *Preisermittlung für Bauleistungen*
- [37] Norm ÖNORM B 2110:2013-03-15. *Allgemeine Vertragsbestimmungen für Bauleistungen*
- [38] Ouschan, M.: *Datenmonitoring bei Injektionen*. Technische Universität Wien – Diplomarbeit am Institut für Interdisziplinäres Bauprozessmanagement, 2017.
- [39] Pepels, W.: *Moderne Marktforschung*. Duncker & Humblot, 2013.
- [40] Planradar.de: „<https://www.planradar.com/de/>.“ 10.10.2017.
- [41] REFA Verband für Arbeitstudien: *Methodenlehre des Arbeitsstudiums. Teil 2 Datenermittlung*. Carl Hanser Verlag, 1976.
- [42] Schiesser, M.: *Untersuchungen zum zeitlichen Aufwand von Baustellenführungskräfte*. Technische Universität Graz - Diplomarbeit am Institut für Baubetrieb und Bauwirtschaft, 2011.
- [43] Schlick, C., Bruder R. und Luczak H.: *Arbeitswissenschaften*. 3.Auflage, 2010.
- [44] Sia.ch: „<http://www.sia.ch/de/der-sia/kommissionen-fachraete/zn/2051/>“ 11.02.2018
- [45] Steinlechner, T.: *Termindruck - Stress - Burnout, Zeitmanagement für Baustellenführungskräfte*. Technische Universität Graz - Masterarbeit am Institut für Baubetrieb und Bauwirtschaft, 2012.
- [46] Tinati.S.: „http://www.sayisalmimar.com/kurslar/mb1697e/presentations/samantinati_bimpresentation.pdf.“ 16.03.2017.
- [47] Uni-Potsdam.de: „<http://ddi.cs.uni-potsdam.de/HyFISCH/Produzieren/SeminarDidaktik/Nebenlaeufigkeit/nebenlaeufig.htm>.“ 10.10.2017.
- [48] VDI.de: „<https://www.vdi.de/technik/fachthemen/bauen-und-gebaeudetechnik/fachbereiche/bautechnik/richtlinien/richtlinienreihe-vdi-2552-building-information-modeling/>“ 11.02.2018
- [49] WKO.at: „<https://www.wko.at/branchen/gewerbe-handwerk/bau/BIM-Broschuere.pdf>“ 13.02.2018

7.2 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 2.1: Phasen einer arbeitswissenschaftlichen Untersuchung [29].....	4
Abbildung 2.2: Zeitwirtschaft [31].....	5
Abbildung 2.3: REFA-Programm: Ablauf Zeitaufnahme [31].....	9
Abbildung 2.4: Box-Plot [8].....	11
Abbildung 2.5: BIM [1].....	12
Abbildung 2.6: Grad der Nutzung von BIM [4].....	15
Abbildung 2.7: Stufen der Einführung von BIM [14].....	16
Abbildung 2.8: Einfluss von BIM [16].....	18
Abbildung 2.9: Vergleich des Informationsmanagement [7].....	20
Abbildung 2.10: Hierarchie bei Bauvorhaben [16].....	24
Abbildung 2.11: BIM-Manager [7].....	25
Abbildung 2.12: Dokumentenmanagement-System [7].....	26
Abbildung 2.13: Audio ID-Systeme [23].....	29
Abbildung 2.14: Speicherung von Daten mit elektronischen Hilfsmitteln [7].....	30
Abbildung 3.1: Projektstruktur [15].....	32
Abbildung 3.2: Anforderungen an den Bauleiter [11].....	33
Abbildung 3.3: Überblick über Tätigkeiten des Bauleiters.....	35
Abbildung 4.1: Übersicht erhobenen Bauvorhaben.....	54
Abbildung 4.2: Einteilung der Aufgaben in Gruppen [10].....	56
Abbildung 4.3: Relative Arbeitsverteilung Bauvorhaben 1.....	57
Abbildung 4.4: Relative Arbeitsverteilung Bauvorhaben 2.....	58
Abbildung 4.5: Relative Arbeitsverteilung Bauvorhaben 3.....	59
Abbildung 4.6: Relative Arbeitsverteilung Bauvorhaben 4.....	60
Abbildung 4.7: Relative Arbeitsverteilung Bauvorhaben 5.....	61
Abbildung 4.8: Relative Arbeitsverteilung Bauvorhaben 6.....	62
Abbildung 4.9: Relative Arbeitsverteilung Bauvorhaben 7.....	63
Abbildung 4.10: Relative Arbeitszeit des Bauleiters in der Ausführungsvorbereitung.....	64
Abbildung 4.11: Relative Arbeitszeit des Bauleiters in der Ausführung.....	65
Abbildung 4.12: Relative Arbeitszeit des Bauleiters in der Phase des Projektabschluss.....	66
Abbildung 4.13: Relative Arbeitszeit des Bauleiters in der Gewährleistung.....	67
Abbildung 4.14: Relative Arbeitsverteilung aller Bauvorhaben.....	68
Abbildung 4.15: Einteilung in Aufgabensektoren.....	71
Abbildung 4.16: Tägliche Arbeitszeit für Planprüfung.....	73
Abbildung 5.1: Gründe für fehlenden Einsatz von BIM in Österreich.....	87
Abbildung 5.2: Einfluss von BIM auf Projektphasen.....	102
Abbildung 5.3: Gründe für den fehlenden Einsatz von BIM.....	103

Abbildung 5.4: Vorteile von BIM	104
Abbildung 5.5: Nachteile von BIM	105
Abbildung 5.6: Notwendige Anforderungen für den Einsatz von BIM.....	106
Abbildung 5.7: Einfluss von BIM auf die Aufgabengruppen des Bauleiters	107
Abbildung 5.8: Einfluss von BIM auf Aufgabensektoren.....	110
Abbildung 6.1. Einfluss von BIM auf die Arbeit des Bauleiters	115
Abbildung A.1: Formular zur Beschreibung der Bauvorhaben	126
Abbildung A.2: Anleitung für PlanRadar.....	127
Abbildung A.3: Anleitung für PlanRadar.....	128
Abbildung A.4: Tägliche Arbeitszeit für Arbeitsvorbereitung.....	129
Abbildung A.5:Tägliche Arbeitszeit für Terminplanung, Personen- und Geräteeinsatzplanung.....	129
Abbildung A.6: Tägliche Arbeitszeit für Abrechnung	129
Abbildung A.7: Tägliche Arbeitszeit für Bauerfolgsrechnung und Kostenkontrolle	130
Abbildung A.8: Tägliche Arbeitszeit für Organisation und Koordination der Bauabwicklung.....	130
Abbildung A.9: Tägliche Arbeitszeit für Kontrolle der Bauabwicklung.....	130
Abbildung A.10: Tägliche Arbeitszeit für Organisation und Kontrolle von Subunternehmern und Lieferanten.....	130
Abbildung A.11: Tägliche Arbeitszeit für Vertragskontrolle und Bearbeitung von Mehrkostenforderung.....	131
Abbildung A.12: Tägliche Arbeitszeit für Besprechung und Berichtswesen intern.....	131
Abbildung A.13: Tägliche Arbeitszeit für Besprechung und Berichtswesen extern.....	131
Abbildung A.14: Tägliche Arbeitszeit für Dokumentation.....	131
Abbildung A.15: Tägliche Arbeitszeit für Telefonate, E-Mails, Recherchen	132

7.3 Tabellenverzeichnis

Tabelle 3.1: Kategorien zur Einteilung der Bauleiter [11]	49
Tabelle 3.2:Funktion zur Ermittlung der Erfahrung [11]	49
Tabelle 4.1: Gesamtstundenanzahl der Bauvorhaben	55
Tabelle 4.2: Einteilung in Aufgabensektoren	70
Tabelle 4.3: Vergleich der relativen Arbeitszeit zu Werten aus der Literatur [10, 11, 42].....	75
Tabelle 4.4: Vergleich der relativen Arbeitszeit der Sektoren mit Werten aus der Literatur[10,11,42].....	78
Tabelle 5.1: Aufgaben der Experten	86
Tabelle 5.2: Kategorien der Bewertung [38]	97
Tabelle 5.3: Kategorisierung	101
Tabelle A.1: Bauvorhaben 1	123
Tabelle A.2: Bauvorhaben 2.....	123
	121

Tabelle A.3: Bauvorhaben 3.....	124
Tabelle A.4: Bauvorhaben 4.....	124
Tabelle A.5: Bauvorhaben 5.....	125
Tabelle A.6: Bauvorhaben 6.....	125
Tabelle A.7: Bauvorhaben 7.....	125
Tabelle B.1: Gründe für eingeschränkten Einsatz von BIM.....	133
Tabelle B.2: Gründe für eingeschränkten Einsatz von BIM: Interview 1.....	136
Tabelle B.3: Gründe für eingeschränkten Einsatz von BIM: Interview 2.....	140
Tabelle B.4: Gründe für eingeschränkten Einsatz von BIM: Interview 3.....	145
Tabelle B.5: Kosten- und Zeiteinsparung: Interview 3.....	146
Tabelle B.6: Prozentuelle Verteilung in Sektoren: Interview 3.....	147
Tabelle B.7: Gründe für eingeschränkten Einsatz von BIM: Interview 4.....	150
Tabelle B.8: Kosten- und Zeiteinsparung: Interview 4.....	151
Tabelle B.9: Prozentuelle Verteilung in Sektoren: Interview 4.....	152

A. Anhang

A.1 Bauvorhaben für Zeitdatenerhebung

Bauvorhaben 1	
Art der Baustelle	Städtischer Wohnbau
Bauvorhaben	Neubau
Baustellenauftrag	Baumeistertätigkeit
Projektvolumen [Mio. €]	10,35
Projektphasen zur Zeit der Befragung	Ausführungsvorbereitung und Ausführungsphase
Kurzbeschreibung des Projektes	-drei separaten Gebäuden -10 Wohnungen - jedes Gebäude besitzt einen Keller -Abrechnung nach Pauschale
Anzahl der parallel zu bearbeitenden Bauvorhaben	4
Berufserfahrung	8 Jahre
Anzahl bisheriger Projekte	20
Größtes Projektvolumen [Mio.€]	20
Erfahrung des Bauleiters	Erfahrener

Tabelle A.1: Bauvorhaben 1

Bauvorhaben 2	
Art der Baustelle	Städtischer Wohnbau
Bauvorhaben	Neubau
Baustellenauftrag	GU- Auftrag
Projektvolumen [Mio. €]	21
Projektphasen zur Zeit der Befragung	Ausführungsphase
Kurzbeschreibung des Projektes	-180 Wohnungen -Kindergarten, Pool, Sauna -Keller mit Tiefgarage für 174 Pkw und 6 Mkw -Wohnfläche: 13.500 m ² -Grundfläche: 9.000 m ² -Abrechnung nach Pauschale
Anzahl der parallel zu bearbeitenden Bauvorhaben	1
Berufserfahrung	3 Jahre
Anzahl bisheriger Projekte	3
Größtes Projektvolumen [Mio.€]	21
Erfahrung des Bauleiters	Anfänger

Tabelle A.2: Bauvorhaben 2

Bauvorhaben 3	
Art der Baustelle	Städtischer Wohnbau
Bauvorhaben	Neubau
Baustellenauftrag	Baumeistertätigkeit
Projektvolumen [Mio. €]	7,6
Projektphasen zur Zeit der Befragung	Ausführungsphase
Kurzbeschreibung des Projektes	-77 Wohnungen -Tiefgarage -Abrechnung nach Pauschale
Anzahl der parallel zu bearbeitenden Bauvorhaben	4
Berufserfahrung	10 Jahre
Anzahl bisheriger Projekte	10
Größtes Projektvolumen [Mio.€]	24
Erfahrung des Bauleiters	Erfahrener

Tabelle A.3: Bauvorhaben 3

Bauvorhaben 4	
Art der Baustelle	Industriebau
Bauvorhaben	Neubau
Baustellenauftrag	Baumeistertätigkeit
Projektvolumen [Mio. €]	3,6
Projektphasen zur Zeit der Befragung	Ausführungsvorbereitung
Kurzbeschreibung des Projektes	-Lagerhalle für Baustoffhändler -Abrechnung nach Pauschale
Anzahl der parallel zu bearbeitenden Bauvorhaben	4
Berufserfahrung	10 Jahre
Anzahl bisheriger Projekte	10
Größtes Projektvolumen [Mio.€]	24
Erfahrung des Bauleiters	Erfahrener

Tabelle A.4: Bauvorhaben 4

Bauvorhaben 5	
Art der Baustelle	Städtischer Wohnbau
Bauvorhaben	Neubau
Baustellenauftrag	GU - Auftrag
Projektvolumen [Mio. €]	17
Projektphasen zur Zeit der Befragung	Projektabschluss / Übergabe
Kurzbeschreibung des Projektes	-180 Wohnungen
Anzahl der parallel zu bearbeitenden Bauvorhaben	4
Berufserfahrung	10 Jahre

Anzahl bisheriger Projekte	10
Größtes Projektvolumen [Mio.€]	24
Erfahrung des Bauleiters	Erfahrener

Tabelle A.5: Bauvorhaben 5

Bauvorhaben 6	
Art der Baustelle	Verschiedene Projekte
Bauvorhaben	-
Baustellenauftrag	-
Projektvolumen [Mio. €]	-
Projektphasen zur Zeit der Befragung	Gewährleistung
Kurzbeschreibung des Projektes	-
Anzahl der parallel zu bearbeitenden Bauvorhaben	4
Berufserfahrung	10 Jahre
Anzahl bisheriger Projekte	10
Größtes Projektvolumen [Mio.€]	24
Erfahrung des Bauleiters	Erfahrener

Tabelle A.6: Bauvorhaben 6

Bauvorhaben 7	
Art der Baustelle	Städtischer Wohnbau
Bauvorhaben	Neubau
Baustellenauftrag	GU-Auftrag
Projektvolumen [Mio. €]	13
Projektphasen zur Zeit der Befragung	Ausführungsphase
Kurzbeschreibung des Projektes	-74 Wohnungen -Tiefgarage über 4 Etagen -Abrechnung nach Pauschale
Anzahl der parallel zu bearbeitenden Bauvorhaben	1
Berufserfahrung	7 Jahre
Anzahl bisheriger Projekte	6
Größtes Projektvolumen [Mio.€]	30
Erfahrung des Bauleiters	Erfahrener

Tabelle A.7: Bauvorhaben 7

A.2 Zeitdatenerhebung

Nummer des Bauvorhaben: _____

durchschnittliche Arbeitszeit/Woche: _____ [h]

Anzahl der zu bearbeitenden Bauvorhaben:

- 1
 2
 3

Bauvorhaben:

- Neubau
 Umbau
 Sanierung

Art des Bauvorhaben:

- Wohnbau
 Gewerbebau
 Industriebau

Baustellenauftrag:

- GU
 BM

ungefähres Projektvolumen: _____ [Mio.]

Bauphasen:

- Arbeitsvorbereitung
 Rohbau
 Ausbau
 Übergabe

Bauphasendauer [Mo]

Kurze Beschreibung des Bauvorhaben:

Abbildung A.1: Formular zur Beschreibung der Bauvorhaben

Anleitung

Die Arbeitszeiterfassung wird mit Hilfe der App oder Website von Defectradar (<https://www.defectradar.com/de>) ausgeführt. Der persönliche Zugang zu der Umfrage wird Ihnen per Mail übermittelt. Bitte aktivieren Sie den Zugang über den gesendeten Link. Anschließend kann das Passwort Ihrerseits frei gewählt werden und Sie können ab diesem Zeitpunkt die Tickets erstellen.

- **Schritt 1:**

Im ersten Schritt klicken Sie bitte auf den Riter „Tickets“.



- **Schritt 2:**

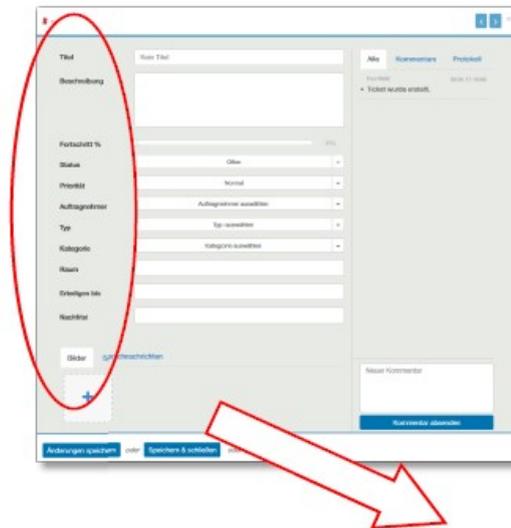
Im Dropdown-Menü wählen Sie bitte „Arbeitszeiterfassung“ um zu starten.



- **Schritt 3:**

Für die Erstellung eines Tickets beachten Sie bitte, dass die Angaben Ihrerseits vollständig sind, da ansonsten die statistische Auswertung nicht akkurat durchgeführt werden kann.

Abbildung A.2: Anleitung für PlanRadar



• **Schritt 4:**

Es sind **nicht** alle sichtbaren Felder auszufüllen. Die in Folge beschriebenen Felder sollen folgende Information beinhalten:

Titel	Anzahl der Stunden pro Tag
Beschreibung	Ist nur bei der Tätigkeit „Sonstiges“ auszufüllen
Typ	Tätigkeit
Kategorie	Detail
Erledigt bis	Datum des Eintrages



• **Schritt 5:** Für jede Tätigkeit ist ein eigenes Ticket zu erstellen

Abbildung A.3: Anleitung für PlanRadar

A.3 Relative Arbeitszeiten des Bauleiters

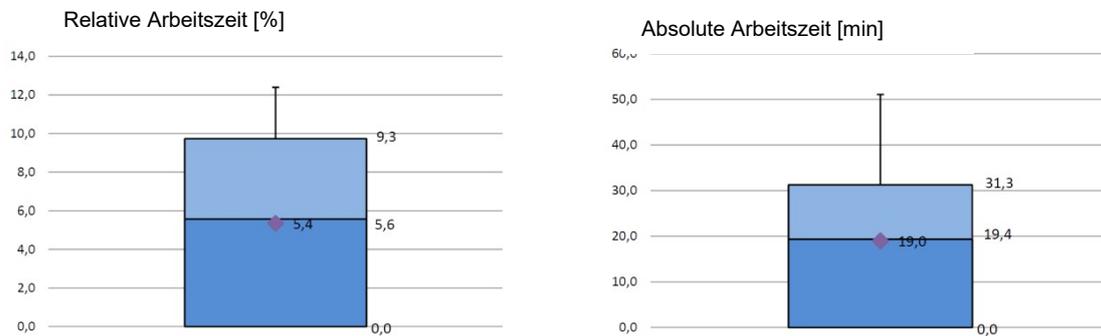


Abbildung A.4: Tägliche Arbeitszeit für Arbeitsvorbereitung

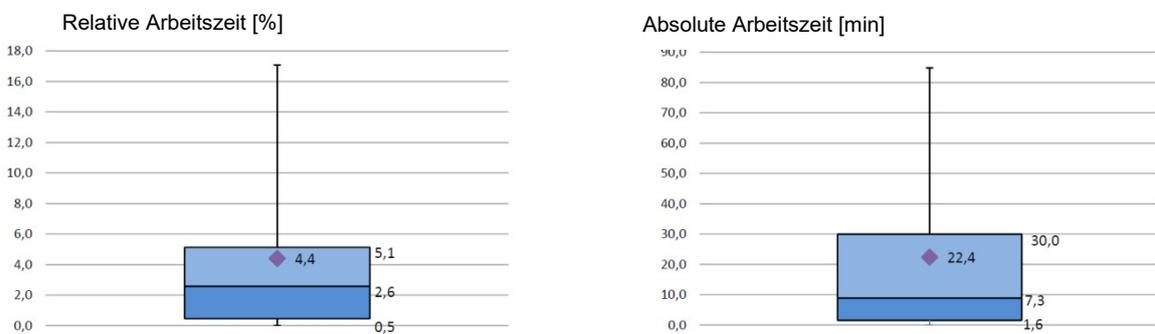


Abbildung A.5: Tägliche Arbeitszeit für Terminplanung, Personen- und Geräteinsatzplanung



Abbildung A.6: Tägliche Arbeitszeit für Abrechnung

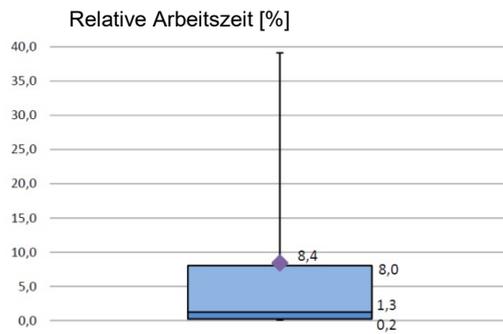


Abbildung A.7: Tägliche Arbeitszeit für Bauerfolgsrechnung und Kostenkontrolle

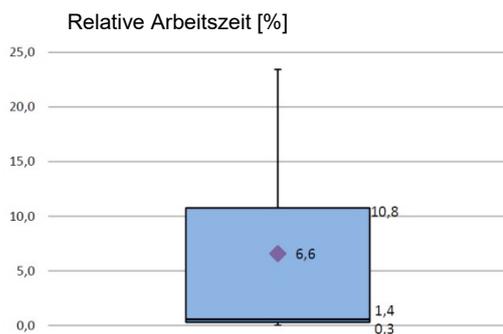
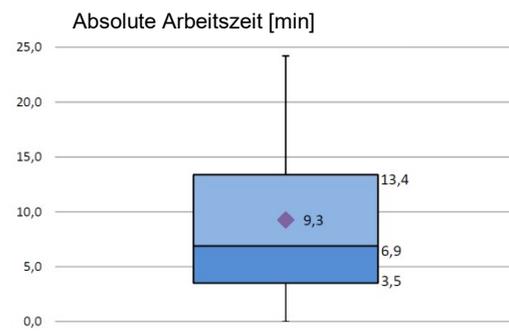


Abbildung A.8: Tägliche Arbeitszeit für Organisation und Koordination der Bauabwicklung

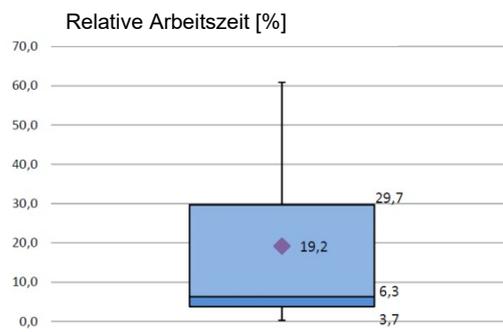
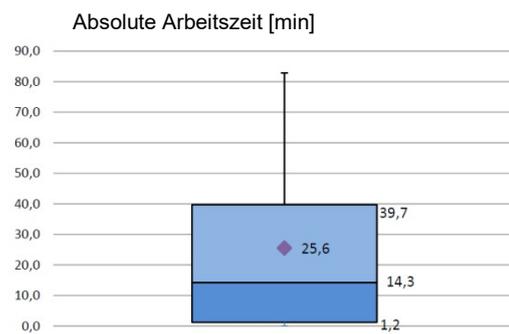


Abbildung A.9: Tägliche Arbeitszeit für Kontrolle der Bauabwicklung

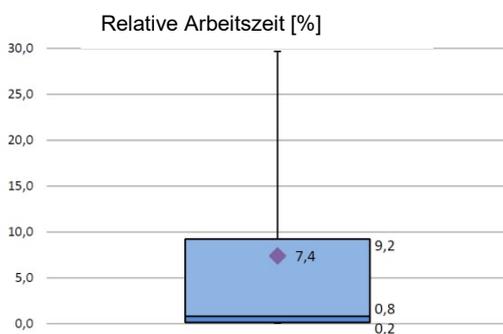
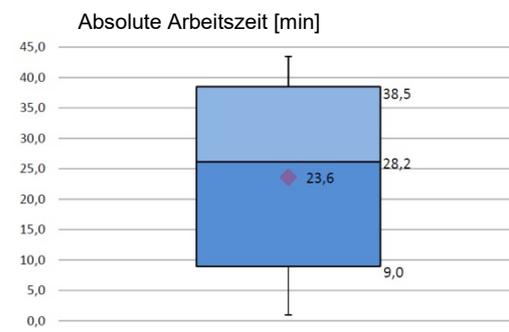
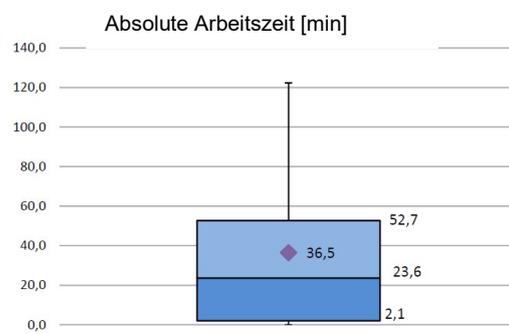


Abbildung A.10: Tägliche Arbeitszeit für Organisation und Kontrolle von Subunternehmern und Lieferanten



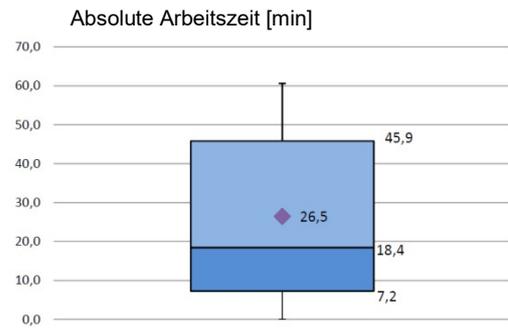
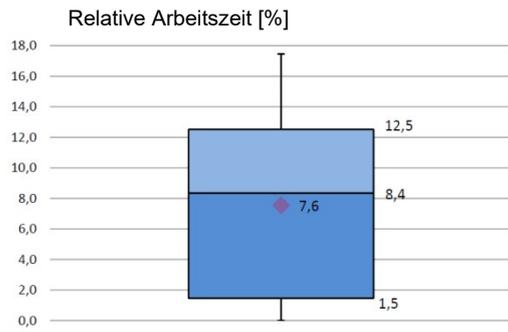


Abbildung A.11: Tägliche Arbeitszeit für Vertragskontrolle und Bearbeitung von Mehrkostenforderung

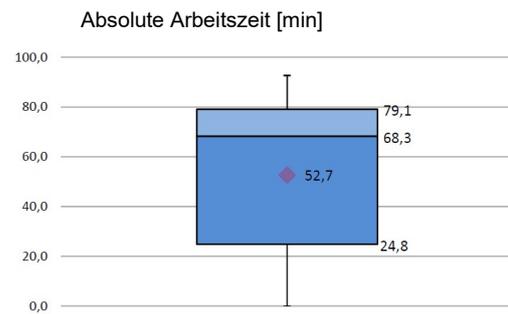
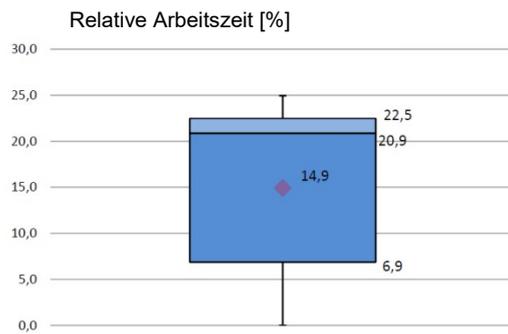


Abbildung A.12: Tägliche Arbeitszeit für Besprechung und Berichtswesen intern

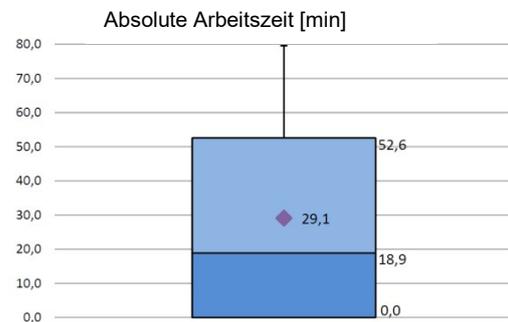
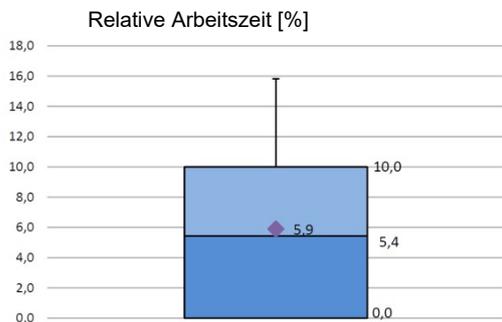


Abbildung A.13: Tägliche Arbeitszeit für Besprechung und Berichtswesen extern

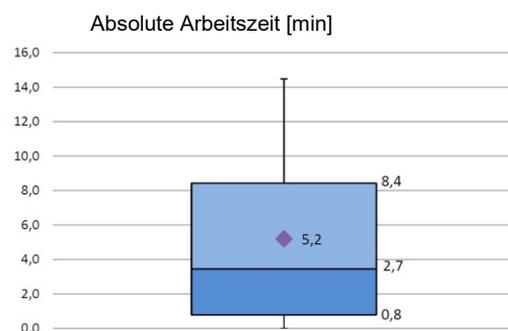
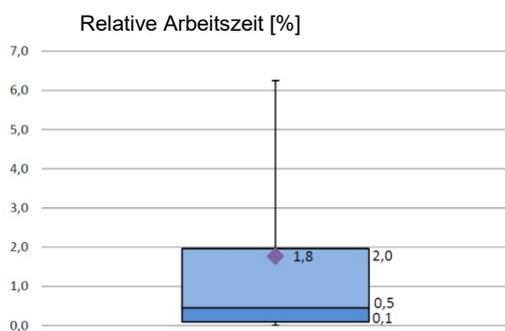


Abbildung A.14: Tägliche Arbeitszeit für Dokumentation

Die Gruppe 13 *Wegzeiten* konnte nicht in Form von Box-Plots dargestellt werden, weil die Bauleiter dieser Befragung im Zuge ihrer Arbeit kaum Fahrten vornehmen mussten. Somit war eine zu geringe Datenmenge für eine Darstellung vorhanden.

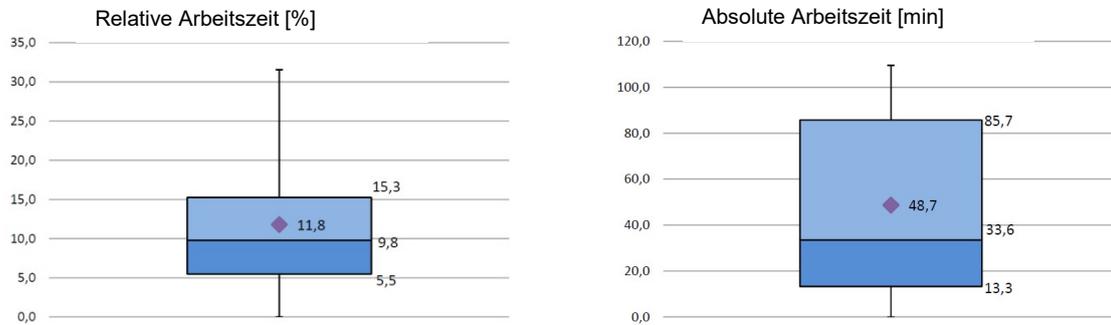


Abbildung A.15: Tägliche Arbeitszeit für Telefonate, E-Mails, Recherchen

B. Anhang

B.1 Interviewleitfaden

Persönliche Fragen										
Interview mit:										
Datum:										
Alter:										
Geschlecht:										
In welcher Position arbeiten Sie?										
Wie lange arbeiten Sie bereits in dieser Firma?										
Waren Sie früher in der Bauausführung tätig (Techniker, Bauleiter,...)?										
Wie lange arbeiten Sie bereits in der Baubranche?										
Themenkomplex 1										
1.1) Beschreiben Sie die Aufgaben in Ihren Job?										
1.2) Arbeiten Sie persönlich mit BIM-fähigen Programmen? Wenn ja:										
<ul style="list-style-type: none"> • a) Mit welchen Programmen arbeiten Sie? • b) Wie lange arbeiten Sie schon mit diesem Programm? 										
1.3) Wie lange beschäftigen Sie sich bereits mit dem Thema BIM?										
1.4) Wie sind Sie auf das Thema BIM und die damit verbundenen Möglichkeiten in der Baubranche aufmerksam geworden?										
Themenkomplex 2										
2.1) Kennen Sie Projekte in Österreich bei denen BIM eingesetzt wird? Wenn Ja:										
<ul style="list-style-type: none"> • a) Welche Projekte kennen Sie? • b) In welchen Bereichen wird BIM in Österreich vermehrt genutzt (Bereich, Projektphase, Auftraggeber, Projektvolumen)? • c) In welchen Bereichen wird BIM weltweit vermehrt genutzt (Bereich, Projektphase, Auftraggeber, Projektvolumen)? 										
2.2) Was sind Ihrer Meinung nach die Gründe für den eingeschränkten Einsatz von BIM in Österreich?										
[%]										
10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	
										Fehlende Information
										Fehlendes Interesse
										Finanzielle Gründe
										Zusätzlicher Aufwand (Schulung, Personal)
										Sonstiges
Tabelle B.1: Gründe für eingeschränkten Einsatz von BIM										
2.3) Wie lange glauben Sie braucht es noch, bis BIM in Österreich als gängige Arbeitsweise										

etabliert ist?

2.4) Wie kann die Nutzung von BIM in Österreich beschleunigt werden bzw. was ist notwendig dafür?

2.5) In vielen Ländern ist die Anwendung von BIM im öffentlichen Bauen verpflichtend z.B. in den Niederlanden bei Projekten ab 10 Mio.€. Finden Sie so eine Regelung sinnvoll?

2.6) Was sehen Sie als die fünf größten Vorteile von BIM?

2.7) Was sehen Sie als die fünf größten Nachteile von BIM?

2.8) Auf welche Projektphase hat BIM Ihrer Meinung nach den größten Einfluss: Planung, Bauausführung, Betrieb?

2.9) Ab welchem Projektvolumen sehen Sie den Einsatz von BIM als sinnvoll an?

2.10) Welche Vorkehrungen müsste eine Firma Ihrer Meinung nach für den Einsatz von BIM treffen (zusätzliches Personal –BIM-Koordinator, Schulungen des Personals, etc.)?

2.11) Glauben Sie, dass BIM eine Kosten- und Zeiteinsparung in den einzelnen Projektphasen bewirkt?

Wenn Ja:

- **a)** Welche Kosten- und Zeiteinsparung könnten durch den vollständigen Einsatz von BIM in den einzelnen Projektphasen in Prozent erreicht werden?

Wenn Nein:

- **b)** Was sind Ihrer Meinung nach die Gründe, warum es keine Einsparungen gibt?

Themenkomplex 3

3.1) Vorausgesetzt es gibt eine durchgängige BIM-Baustellenabwicklung, welche der Baustellenführungskräfte (Bauleiter, Techniker, Polier) hat Ihrer Meinung nach den größten Nutzen?

3.2) Sie haben die Auswertung von den Aufgaben des Bauleiters gesehen, sind Ihrer Meinung nach Veränderungen in der zeitlichen Verteilung durch den Einsatz von BIM möglich?

Wenn nein:

- **a)** Warum glauben Sie, dass BIM keinen zeitlichen Einfluss auf die verschiedenen Tätigkeiten des Bauleiters hat?
- **b)** Glauben Sie, dass BIM die Tätigkeit des Bauleiters generell nicht beeinflusst?

Wenn ja:

- **a)** Auf welche Bereiche hat BIM einen Einfluss (Gruppe oder Sektor)? Welche prozentuale Verteilung könnte durch BIM erreicht werden?
- **b)** Wodurch würde diese Veränderung in der Arbeitszeit in den Gruppen entstehen?

3.3) Würden Aufgaben des Bauleiters wegfallen?

3.4) Welche zusätzlichen Aufgaben müsste der Bauleiter bei dem Einsatz von BIM übernehmen?

Themenkomplex 4

4.1) Was wären Ihre Verbesserungsvorschläge zum Thema BIM?

B.2 1. Interview

Persönliche Fragen

Geschlecht:

Männlich

In welcher Position arbeiten Sie?

<p>Projektleiter Bauprozessdigitalisierung</p> <p>Wie lange arbeiten Sie bereits in dieser Firma?</p> <p>Ich bin seit 5 Monaten in der Firma.</p> <p>Waren Sie früher bzw. sind Sie jetzt in der Bauausführung tätig?</p> <p>Ja. Ich habe eine gewerbliche Ausbildung. Seit dem Studium hatte ich jedoch keine Bauleitertätigkeiten</p> <p>Wie lange arbeiten Sie bereits in der Baubranche?</p> <p>20 Jahre, Ich habe eine Berufsausbildung mit Abitur gemacht</p>
Themenkomplex 1
Beschreiben Sie die Aufgaben in Ihren Job?
Meine Stelle wurde nicht ausgeschrieben, sondern wurde von mir persönlich zusammengestellt, somit können die Aufgaben variieren. Die Aufgabe ist jedoch Bauprozesse zu Optimieren und Digitalisieren. BIM nimmt einen großen Prozentsatz davon ein. Eine detailliertere Aufzählung der Aufgaben ist digitale Transformation, Organisationsentwicklung, Prozessmanagement, Veränderungsmanagement
Arbeiten Sie persönlich mit BIM-Fähigen Programmen?
Ja, wenn man BIM nicht nur auf das 3D-Modell bezieht.
Wenn ja, mit welchen Programmen arbeiten Sie und wie lange arbeiten Sie schon mit diesem Programm?
Ich arbeite seit meiner Diplomarbeit bei Züblin vor ungefähr 10 Jahren mit Arriba. Diese Software wurde in iTWO umbenannt.
Wie lange beschäftigen Sie sich bereits mit dem Thema BIM?
Seit über 10 Jahren, wenn BIM nicht nur auf das 3D-Modell bezogen wird. Das Problem ist jedoch, dass viele Personen Bim nur darauf beziehen. Aus diesem Grund wird BIM heutzutage ungern Building Information Modeling genannt, weil es stark auf den Modellierungsprozess bezogen wird, sondern Building Information Management. Es dient nämlich dazu Prozesse und Daten zu managen. Aus diesem Grund ist eine BIM-Software mehr wie nur eine CAD-Software, weil dem Model Informationen hinzugefügt werden.
Wie sind Sie auf das Thema BIM und die damit verbundenen Möglichkeiten in der Baubranche aufmerksam geworden?
Bei meinem Thema der Diplomarbeit ging es um Kalkulation und Schnittstellen in Bezug auf verschiedene Softwaresysteme. Zum Beispiel die Software SAP und iTWO. Die meisten großen Bauunternehmen nutzen diese beiden Softwaresysteme. Im Vergleich der Daten in der Bauausführung kommen anschließend die Ist-Daten aus SAP und die Soll- und Plandaten aus iTWO. Der Vergleich erfolgte dann im Excel. Somit ist es die Bestrebungen der RIB ein System zu entwickeln in welchem beide Programme zusammenarbeiten, welches mittlerweile vorhanden ist. Es sind jedoch trotzdem zwei getrennte Systeme.
Themenkomplex 2
Kennen Sie Projekte in Österreich, bei denen Bim eingesetzt wird?
Nein, weil ich in Deutschland arbeite.
In welchem Bereich wird BIM weltweit vermehrt genutzt?
In Deutschland steigt die Anzahl der Projekte zunehmend, in welchen BIM verwendet wird. BIM wird vermehrt im Hochbau eingesetzt, weil es auch in diesem Bereich entwickelt wurde. Auch wenn dieser Bereich klar vorne liegt, wird BIM auch in anderen Bereichen genutzt. Beispielsweise im Brückenbau und Straßen- und Tiefbau. Jedoch kann es noch nicht als Standard angesehen werden. Obwohl der Trend zu der Nutzung in der Bauausführung geht, muss BIM zuerst in den anderen Phasen genutzt werden. Somit wird BIM am meisten in der Angebotsphase genutzt. Es ist keine Nutzung in anderen Phasen möglich, wenn es nicht in den vorhergehenden Phasen genutzt wurde. In Bezug auf das Projektvolumen ist Herr Gasteiger zu erwähnen. Er ist als Planer

tätig. Herr Gasteiger nutzt bei all seinen Projekten BIM, unabhängig von der Höhe des Projektvolumens. Aus seiner Sicht ist kein Projekt zu klein, um BIM anwenden zu können. Jedoch wird es momentan beispielsweise in Deutschland vermehrt bei mittleren bis größeren Projekten (<5 Mio. €) verwendet.

Die Nutzung von BIM ist des Weiteren von den Beteiligten abhängig, beispielweise ob es von den Bauherren gefordert wird. Viele Baufirmen (z.B. Strabag) nutzen BIM schon längere Zeit intern, jedoch nicht in Zusammenarbeit mit anderen. Ein Problem bei der Nutzung ist, dass niemand Modelle erhält, sondern sie selbst erstellen müssen. Somit werden minimalistische Kalkulationsmodelle gemacht. Diese Modelle müssten für eine Nutzung von BIM bereits zu Beginn erstellt werden. Züblin macht diese bereits in 5D-Modellen. Es sind Unterschiede in der Entwicklung von BIM in den einzelnen Ländern zu erkennen. Österreich hängt in der Entwicklung und Nutzung anderen Ländern hinterher. Andere Länder sind weiterentwickelt. Deutschland ist beispielsweise ungefähr 2 Jahre in der Entwicklung voraus. Jedoch sind die Staaten welche weit vorne in der Entwicklung von BIM sind nicht in Europa. An der Spitze befinden sich Staaten im asiatischen Raum, Skandinavien, Großbritannien und USA. Weltweit wird BIM im Hochbau am meisten verwendet. Der Grund dafür ist, dass die Architektur einen großen Einfluss auf die Entwicklung von BIM hatte und diese vermehrt im Hochbau eingesetzt werden.

Was sind Ihrer Meinung nach die Gründe für den eingeschränkten Einsatz von BIM in Österreich?

Ich würde Als Grund noch den unterschätzten Stellenwert hinzufügen. Den Personen ist unklar, welche Auswirkungen BIM haben kann bzw. welchen Stellenwert das hat. Somit liegt dieser Grund bei 80 %. Die fehlende Information ist schwierig, weil genügend Information vorhabend ist. Jedoch fließt hier der Punkt fehlenden Interesses ein, weil die Personen kein Engagement für die Informierung zeigen. Es gibt nicht zu wenig Information somit wären es hierbei 20 %. Das fehlende Interesse beläuft sich somit auf 70 %. Die finanziellen Gründe kommen, wenn sich die Firmen die Softwaresysteme anschaffen müssen. Jedoch ist das, wenn man sich zu BIM entschieden hat, kein wirklicher Grund, aus diesem Fall sind es hierbei 30 %. Vor dem Aufwand haben die Firmen Angst, somit ist nicht nur der zusätzliche Aufwand, sondern die Angst davor entscheidend. Die Personen wollen an einem bewehrten System nichts ändern. Dieser Grund wird bei 70 % liegen.

[%]										
10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	
	X									Fehlende Information
						X				Fehlendes Interesse
		X								Finanzielle Gründe
						X				Zusätzlicher Aufwand (Schulung, Personal) bzw. Angst vor dem Aufwand
							X			Sonstiges: Unterschätzter Stellenwert und Auswirkungen

Tabelle B.2: Gründe für eingeschränkten Einsatz von BIM: Interview 1

Kategorie: Gründe für fehlenden Einsatz

Wie lange glauben Sie braucht es noch, bis Bim in Österreich als gängige Arbeitsweise etabliert ist?

Dazu kann ich momentan keine Aussage treffen, dass hängt nämlich von vielen Entwicklungen ab.

Wie kann die Nutzung von BIM in Österreich beschleunigt werden bzw. was ist notwendig dafür?

Das hängt von vielen Entwicklungen ab. In Deutschland wird beispielsweise von Staat vorange-
 trieben. Hier gibt es das Bundesbauministerium und das Ministerium für Infrastruktur und Digitalisierung, welche die Digitalisierung fördern. Zu erwähnen ist nochmals, dass für eine Nutzung von BIM, die Anwendung vom Bauherrn eingefordert werden muss. Zu wenige Firmen würden sich von alleine dazu entscheiden.

<i>Kategorie: Anforderungen für den Einsatz von BIM</i>
In vielen Ländern ist die Anwendung von BIM im öffentlichen Bauen verpflichtend z.B. in den Niederlanden bei Projekten ab 10 Mio. €. Finden Sie so eine Regelung sinnvoll?
Auf jeden Fall. In Deutschland wird es auch so vorangetrieben. Das Bundesbauministerium fordert das bereits jetzt. Das Ministerium für Infrastruktur und Digitalisierung bereiten das mit einer Übergangszeit bis spätestens 2020 vor. Dies wird das Verbindest für alle Projekte vorgeschrieben.
<i>Kategorie: Vorkehrungen für BIM</i>
Was sehen Sie als die fünf größten Vorteile von BIM?
<ul style="list-style-type: none"> • Visualisierung <ol style="list-style-type: none"> 1. Es sind Besprechungen anhand eines Modelles möglich. • Optimierung von Prozessen <ol style="list-style-type: none"> 2. Es müssen dieselben Dinge nur einmal getan werden. Z.B. die Mengenermittlung wird nur einmal noch durchgeführt und nicht von Seiten des Planers, der Baufirma, etc. • Informationsfluss <ol style="list-style-type: none"> 3. Ein konsequenterer Informationsfluss, kein Schnittstellenproblem
<i>Kategorie: Vorteile</i>
Was sehen Sie als die fünf größten Nachteile von BIM?
<ul style="list-style-type: none"> • Der Name wird falsch verwendet <ol style="list-style-type: none"> 1. Es werden verschiedene Tätigkeiten BIM genannt, obwohl es nichts damit zu tun hat. BIM wird fälschlicherweise als Überbegriff für alles Mögliche genommen. • Erwecken von falschen Hoffnungen <ol style="list-style-type: none"> 2. Es werden hohe Erwartungen an BIM gestellt. Es wird von BIM noch mehr erwartet, was anschließend zu möglichen Enttäuschungen führt.
<i>Kategorie: Nachteile</i>
Auf welche Projektphase hat BIM Ihrer Meinung nach den Größten Einfluss: Planung, Bauausführung, Betrieb?
Der Einfluss ist in der Planung sehr stark, jedoch hat es Einfluss auf alle Phasen.
<i>Kategorie: Größten Einfluss auf Phasen</i>
Ab welchem Projektvolumen sehen Sie den Einsatz von BIM als sinnvoll an?
Man kann es bei jedem Projekt einsetzen, jedoch wird es momentan vermehrt bei Projekten ab 5 Mio. € verwendet.
Welche Vorkehrungen müsste eine Firma Ihrer Meinung nach für den Einsatz von BIM treffen (zusätzliches Personal, Schulung des Personals, etc.)?
Man müsste sich einen Key-Account schaffen. Es wäre sinnvoll zu Beginn mit wenigen Leuten anzufangen, welche sich über das Thema informieren. Somit ist ein zusätzliches Personal notwendig. In weiterer Folge sind Schulungen des Personals notwendig.
<i>Kategorie: Anforderungen für den Einsatz von BIM</i>
Glauben Sie, dass BIM eine Kosten- und Zeiteinsparung in den einzelnen Projektphasen bewirkt?
Ja. Alleine durch die komplette Digitalisierung des Einkaufes in der gesamten Firma könnten bis zu 2 % der Kosten eingespart werden können. Jedoch kann ich noch keine genaue Aussage zu den einzelnen Projektphasen treffen.
Themenkomplex 3
Vorausgesetzt es gibt eine durchgehende BIM-Baustellenabwicklung, welche der Baustellenführungskräfte (Bauleiter, Polier, Techniker) hat Ihrer Meinung nach den größten Nutzen?
Ich würde sagen, es ist für alle Baustellenführungskräfte gleich.

Sie haben die Auswertung von den Aufgaben des Bauleiters gesehen, sind Ihrer Meinung nach Veränderungen der zeitlichen Verteilung durch den Einsatz von BIM möglich?
Ja, auf jeden Fall. <i>Kategorie: Einfluss auf Aufgaben des Bauleiters</i>
Wenn ja, auf welchen Bereich hat BIM einen Einfluss? Und wodurch würde die Veränderung in der Arbeitszeit entstehen?
Auf die Gruppe Kommunikation und Dokumentation hat BIM den meisten Einfluss. Beispielsweise auf Aufgaben wie Recherchieren hat BIM einen großen Einfluss. Diese Tätigkeit kann dadurch vereinfacht werden. In Seminaren hat sich herausgestellt, dass das größte Problem des Bauleiters das Suchen ist. Durch die gemeinsamen Daten bzw. ein gemeinsames Modell besteht entsteht ein konstanter Informationsfluss und die Schnittstellenprobleme würden sich verringern. Somit verringert sich die Zeit der Suche und Recherche. Der Sektor Kontrolle wird ebenfalls stark beeinflusst. Die Kontrollen würden einmalig an einem gemeinsamen Modell durchgeführt. <i>Kategorie: Einfluss auf Aufgaben des Bauleiters</i>
Würden Aufgaben des Bauleiters wegfallen?
Nein, glaube ich nicht.
Welche zusätzlichen Aufgaben müsste der Bauleiter bei dem Einsatz von BIM übernehmen?
Nein, es würden nur Veränderungen auftreten. Aufgaben werden durch BIM anders gelöst, jedoch wäre kein Mehraufwand da.
Themenkomplex 4
Was wären Ihre Verbesserungsvorschläge zum Thema BIM?
Hierzu kann ich momentan keine Aussage treffen.
Welcher Schritt sollte Ihrer persönlichen Einschätzung nach als nächstes geschehen, um das Thema BIM in der österreichischen Baubranche zu etablieren?
Es sollte, wie bereits zuvor erwähnt, eine rechtliche Grundlage geschaffen werden. <i>Kategorie: Vorkehrungen für BIM</i>

B.3 2. Interview

Persönliche Fragen
Geschlecht: Männlich
In welcher Position arbeiten Sie? BIM-Beauftragter
Wie lange arbeiten Sie bereits in dieser Firma? 3 Jahre, wovon ich seit 2 Jahren BIM-Beauftragter bin
Waren Sie früher bzw. sind Sie jetzt in der Bauausführung tätig? Ich war 1 Jahr lang GU-Bauleiter
Wie lange arbeiten Sie bereits in der Baubranche? In der Baubranche arbeite ich jetzt seit 22 Jahren.
Themenkomplex 1
Beschreiben Sie die Aufgaben in Ihrem Job?

<p>Es gliedert sich in mehrere Bereiche. Ein großer Teil ist das Elementbuch für die Mengenermittlung Firmenintern zu erstellen. Wir haben uns den Content für Elementbücher, wo die einzelnen Informationen der Bauteile definiert sind und wie die Bauelemente ausgewertet werden, angesehen. Es gibt hierbei zwei Möglichkeiten. Einerseits die Bauteilorientierte Auswertung und die Auswertung nach LV-Positionen, auf welche wir uns spezialisiert haben. Für diese Auswertung entwickeln wir unser eigenes System. Der zweite Arbeitsbereich beschäftigt sich mit open BIM, weil meine Firma ein Filialbetrieb ist. Wir besitzen keine zentrale Struktur wie beispielsweise eine Porr, die als Totalunternehmer auftritt und Planung und Ausführung selbst, in den eigenen Abteilungen, durchführt. Bei uns wird mit externen Planern zusammengearbeitet, somit ist in meiner Firma IFC ein wichtiger Punkt. Meine Aufgabe ist es Hierbei zu sehen, welche Entwicklungen es in Richtung IFC gibt und in Zusammenarbeit mit beispielsweise Planern Schwachstellen zu erfassen. Mit diesen Erkenntnissen können dann in Zusammenarbeit mit den Softwareentwicklern Verbesserungen in dem Produkt erarbeitet werden. Diese Arbeit wird beispielsweise von der Building Smart sehr unterstützt, da eine gemeinsame Firmenübergreifende Entwicklung einer IFC-Schnittstelle aufgrund des Konkurrenzkampfes nur bedingt möglich ist.</p>
<p>Arbeiten Sie persönlich mit BIM-Fähigen Programmen?</p>
<p>Ja</p>
<p>Wenn ja, mit welchen Programmen arbeiten Sie und wie lange arbeiten Sie schon mit diesem Programm?</p>
<p>Mit Nemetschek Allplan arbeite ich seit 15 Jahren. Mit Auer Success befasse ich mich bereits seit über 20 Jahren. Des Weiteren beschäftige ich mich mit IFC Viewer wie beispielsweise dem Solibri Checker. Zusätzlich arbeite ich mit Vico Office für die Terminplanung und Kostenermittlung, Ceapoint für die Bearbeitung der IFC-Datenbank, Nevaris BIM als Nachfolger der Auer Success und iTWO.</p>
<p>Wie lange beschäftigen Sie sich bereits mit dem Thema BIM?</p>
<p>Seit zwei Jahren intensiv.</p>
<p>Wie sind Sie auf das Thema BIM und die damit verbundenen Möglichkeiten in der Baubranche aufmerksam geworden?</p>
<p>Durch den Geschäftsführer, weil er jemanden für die Position als BIM-Beauftragter gesucht hat. Nach der Erstellung der ÖNORM A 6241-1 2015 wurde der ÖBV-Arbeitskreis gegründet. Bei der Zusammenstellung dieses Arbeitskreises wurde meine Firma gefragt, ob sie ebenfalls teilnehmen wollen und somit wurde diese Position in der Firma geschaffen. Ich wurde anschließend für die Besetzung dieser Position angesprochen, weil ich mich bereits seit 2003 mit der 3D-Modellierung und seit 2008 mit der Mengenermittlung beschäftigt habe. In meinem Jahr als GU-Bauleiter modellierte ich diese Baustelle nach und deshalb wurde ich für diese Stelle von dem Geschäftsführer ausgesucht.</p>
<p style="text-align: center;">Themenkomplex 2</p>
<p>Kennen Sie Projekte in Österreich, bei denen BIM eingesetzt wird?</p>
<p>Ja, ich kenne zwei Projekte genauer.</p>
<p>In welchen Bereich wird BIM in Österreich vermehrt genutzt?</p>
<p>Das erste Projekt ist von der ÖBB-Pilotprojekt Bahnhof Lavanttal im Bereich Hochbau. Das zweite Projekt ist im Tiefbaubereich der Karawankentunnel von der Asfinag. Der Einsatz von BIM ist bei beiden Projekten eingeschränkt worden. Bei dem Pilotprojekt der ÖBB wird BIM nur in der Projektierung und Planung eingesetzt. Momentan wird noch die Einreichplanung gemacht und geht jetzt dann in die Ausführungsplanung über. Das Projekt wird jedoch erst nächstes Jahr ausgeschrieben. Die Ausschreibung soll jedoch konventionell erfolgen, weil die Vorschreibung der Nutzung von BIM den Markt einschränken würde. In diesem Fall könnten nur ein paar Firmen ein Angebot stellen. Das ist das Problem bei öffentlichen Ausschreibungen. Des Weiteren gibt es das Projekt der Tunnelkette im Granitztal und die Asfinag hat auch ein Pilotprojekt, jedoch im Hochbau. In Tirol gibt es ein Unternehmen Rieder Bau, welches Closed BIM bei kleinen Bauvorhaben anwendet. Jedoch ist das eher die Ausnahme. BIM wird momentan vermehrt bei Projekten mit großen Projektvolumen eingesetzt.</p>
<p>In welchen Bereich wird BIM weltweit vermehrt genutzt?</p>

Im amerikanischen Bereich wird BIM vermehrt im Hochbau verwendet. Hier wird viel von privaten Auftraggebern gemacht. Bei öffentlichen Auftraggebern wie beispielsweise bei Straßenbauprojekten wird BIM selten verwendet. In Skandinavien überwiegt ebenfalls der Hochbau. Die kleinere Anzahl von Tiefbaubaustellen wird nicht so propagiert. In England wird auch viel im Hochbau errichtet. In Deutschland wurde das Thema BIM im Bereich Tiefbau begonnen. Die ersten Pilotprojekte waren beispielsweise eine Brücke und ein Tunnel. Momentan hat Deutschland bereits 35 Pilotprojekte.

Mir ist BIM bereits bei privaten Auftraggebern aufgefallen. Wir haben ein Projekt mit einem Automobilhersteller in Deutschland und eines in Ungarn, wo BIM verlangt wird. Jedoch ist noch nicht klar, wie weit BIM dort eingesetzt werden muss beispielsweise in welcher Projektphase es eingesetzt werden soll oder welche Informationen der Facility Manager am Schluss bekommen muss.

Die Projekte mit BIM zielen stark auf einen Totalunternehmer ab, wie beispielsweise bei dem Projekt in Ungarn. In Deutschland ist die Zusammenarbeit mit einem externen Planer möglich, jedoch tritt hier das Problem der Datenweitergabe auf. Es müsste hierbei das Native File weitergegeben werden, jedoch kamen hierbei Bedenken des Planungsbüros punkto Datenschutz auf und somit erhielten wir diese Daten nicht. Aus diesem Grund musste das Modell Hausintern auf Basis der 2D-Pläne noch einmal nachmodelliert werden, was nicht zielführend ist. Die Projekte, welche präsentiert werden, besitzen meist alle ein großes Projektvolumen. Jedoch kennt man in England auch Projekt um 2 Mio. €. Somit werden in England auch Projekte mit mittleren Projektvolumen mit BIM umgesetzt.

Was sind Ihrer Meinung nach die Gründe für den eingeschränkten Einsatz von BIM in Österreich?

Fehlende Information ist ein guter Punkt, weil es natürlich Arbeitskreise gibt, wo immer nur dieselben Personen anwesend sind. Bei den anderen Personen fehlt dann womöglich die Information. Aus diesem Grund würde ich hier **70 %** geben. Jedoch fließt hier auch das fehlende Interesse ein. Das Interesse splittet sich und ist meiner Meinung nach Generationenabhängig. Personen die kurz vor der Pension stehen, haben kaum Interesse noch etwas an dem bestehenden System zu ändern. Junge Unternehmen hingegen zeigen vermehrt ein starkes Interesse. Aus diesem Grund muss ich bei dem fehlenden Interesse auf **50 %** gehen. Der Grund bei der älteren Generation liegt auch teilweise bei den finanziellen Gründen. Es wird abgewogen, ob sich der finanzielle Aufwand von z.B. Programmen lohnt, oder ob es sich für ein paar Jahre nichtmehr rentiert. Es kommt hier hinzu, dass im Bauwesen bis jetzt keine großen Investitionen im Softwarebereich notwendig waren und diese neuen Systeme sich im Vier- bis fünfstelligen Bereich befinden. Aus diesem Grund würde ich hier **70 %** sagen. Der zusätzliche Aufwand ist ein riesen Thema. Es muss zu den bautechnischen Grundlagen eine Grundlagenausbildung im IT-Bereich stattfinden. Diese Ausbildungen sind notwendig, um die Prozesse und Ergebnisse der Programme hinterfragen zu können, um die Richtigkeit des Ergebnisses festzustellen. Somit sind es hierbei **90 %**.

[%]										
10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	
						X				Fehlende Information
				X						Fehlendes Interesse
						X				Finanzielle Gründe
								X		Zusätzlicher Aufwand (Schulung, Personal)

Tabelle B.3: Gründe für eingeschränkten Einsatz von BIM: Interview 2

Kategorie: Gründe für fehlenden Einsatz

Wie lange glauben Sie braucht es noch, bis BIM in Österreich als gängige Arbeitsweise etabliert ist?

Eine 100 % Marktdurchdringungsrate wird man nie erreichen. Für bereits interessierte Unternehmen wird die Etablierung 2-4 Jahre dauern. Eine Marktdurchdringungsrate von ca. 60 % wird erst

in 5-10 Jahren erreicht werden.
Wie kann die Nutzung von BIM in Österreich beschleunigt werden bzw. was ist notwendig dafür?
<p>Es ist notwendig eine Aufklärungsarbeit zu leisten. Es reicht hierbei nicht, einfach eine Richtlinie vorzuschreiben. Hierbei muss ebenfalls eine Überzeugungsarbeit geleistet werden. Um Personen und Unternehmen zu informieren sind Pilotprojekte notwendig.</p> <p>Des Weiteren muss von Seiten der Beratung geklärt werden, in welche Richtung die Unternehmen beraten werden sollen. Hierfür muss beobachtet werden, wie sich das Thema weiterentwickelt. Es ist wichtig zu wissen, ob vorerst die Unternehmen in Richtung Closed BIM oder bereits über open BIM beraten werden sollen.</p> <p><i>Kategorie: Anforderungen für den Einsatz von BIM</i></p>
In vielen Ländern ist die Anwendung von BIM im öffentlichen Bauen verpflichtend z.B. in den Niederlanden bei Projekten ab 10 Mio. €. Finden Sie so eine Regelung sinnvoll?
<p>Ja, auf jeden Fall. Es ist jedoch nicht nur wichtig was sich im Land tut, sondern auch was auf der EU-Ebene geschieht. Hier gibt es eine Task-Group, welche sich beispielsweise mit der Kostenreduktion in Bauvorhaben beschäftigt. Somit haben sie sich auch das Thema BIM angesehen. Diese Task-Group wird dieses Jahr einen Endbericht verfassen, welche anschließend in die Kommission kommt. Die Kommission kann dann anschließend entscheiden, ob es eine Regelung für Mitgliedsländer geben wird, welche nach einer Übergangszeit umgesetzt werden muss.</p> <p><i>Kategorie: Anforderungen für den Einsatz von BIM</i></p>
Was sehen Sie als die fünf größten Vorteile von BIM?
<ul style="list-style-type: none"> • Höher Qualität in der Planung und Projektierung. <ol style="list-style-type: none"> 1. Fehler können durch das Modell bereits sehr früh erkannt werden • Nachvollziehbare und Transparente Kosten • Terminsicherheit durch die genaue Mengenermittlung und Kostenplanung • Eine genaue Arbeitsvorbereitung <ol style="list-style-type: none"> 2. Anhand der Kosten- und Terminpläne können beispielsweise Zahlungspläne erstellt werden oder Varianten gerechnet werden • Abwicklung auf der Baustelle <ol style="list-style-type: none"> 3. Beispielsweise wird die Zusammenarbeit auf der Baustelle gefördert <p><i>Kategorie: Vorteil</i></p>
Was sehen Sie als die fünf größten Nachteile von BIM?
<ul style="list-style-type: none"> • Geschäftsmodelle ändern sich <ol style="list-style-type: none"> 1. Viele Geschäftsmodelle profitieren von dem „Chaos“. Beispielsweise Personen die für das Facility Management die Unterlagen etc. aufbereiten müssen, profitieren davon. • Softwareprogramme können Preise umlegen • Transparenz <ol style="list-style-type: none"> 2. Die Transparenz ist der größte Vorteil sowie auch der größte Nachteil von BIM • „Knopfdruck-Thematik“ <ol style="list-style-type: none"> 3. Es werden keine Prozesse in Softwaresystemen hinterfragt. Man verlässt sich zu stark auf die IT und die Software. • Abhängigkeit von IT <p><i>Kategorie Nachteil</i></p>
Auf welche Projektphase hat BIM Ihrer Meinung nach den Größten Einfluss: Planung, Bauausführung, Betrieb?
<p>Eindeutig in der Projektierung und der Planung. Durch eine genaue Planung, treten später weniger Probleme auf.</p> <p><i>Kategorie: Größter Einfluss auf Phasen</i></p>
Ab welchen Projektvolumen sehen Sie den Einsatz von BIM als sinnvoll an?

Das muss jedes Unternehmen und jeder Bauherr für sich selbst definieren .
<i>Kategorie: Aktueller Einsatzbereich von BIM</i>
Welche Vorkehrungen müsste eine Firma Ihrer Meinung nach für den Einsatz von BIM treffen (zusätzliches Personal, Schulung des Personals, etc.)?
Ein erster Schritt ist es, im Unternehmen eine Person zu haben, welche Zeit hat, sich mit dem Thema zu beschäftigen . Diese Person muss sich über den Stand der Technik informieren und schauen, wie man es in das Unternehmen einbinden kann. Der zweite Schritt ist, sich mit 3D-Modellen auseinander zu setzen, da bis jetzt 2D-Pläne vorherrschend sind. Hierbei ist es wichtig mit den Softwaresystemen und deren Weiterentwicklungen zu beschäftigen.
<i>Kategorie: Vorkehrungen für BIM</i>
Glauben Sie, dass BIM eine Kosten- und Zeiteinsparung in den einzelnen Projektphasen bewirkt?
Ja. Bei der BuildingSmart-Konferenz in der Schweiz hat Prof. Fischer von der Stanford University einen Vortrag gehalten. Er meinte, dass die Bauvorhaben bei den Kosten bereits sehr ausgereizt sind und maximal noch 10 - 15 % einzusparen sind. Jedoch liegt ein großes Potenzial in der terminlichen Optimierung. In Kalifornien konnten Spitäler anstatt von 36 Monaten in 18 Monaten errichtet werden. In Wohnbauten konnten dort bis zu 25 % der Zeit eingespart werden. Jedoch kann durch die Zeitverkürzung eine Kosteneinsparung in Bezug auf das Personal erreicht werden, da sie eine kürzere Zeit mit dieser einen Baustelle beschäftigt sind.
Themenkomplex 3
Vorausgesetzt es gibt eine durchgehende BIM-Baustellenabwicklung, welche der Baustellenführungskräfte (Bauleiter, Polier, Techniker) hat Ihrer Meinung nach den größten Nutzen?
Der größte Einfluss hat BIM auf den Techniker, da beispielsweise die Mengenermittlung in seinen Zuständigkeitsbereich fällt. Der Bauleiter wird bei seinen Vergaben, Verträge oder Verhandlungen aufgrund der Modelle andere Datengrundlagen haben, jedoch ändert sich in diesen Bereich seine Arbeit nicht. Einen Einfluss wird BIM jedoch auf die Kommunikation haben. Das Management auf der Baustelle wie beispielsweise der Kraneinsatz oder Baugeräteeinsatz wird weiterhin klassisch ablaufen.
<i>Kategorie: Einfluss auf Aufgaben des Bauleiters</i>
Sie haben die Auswertung von den Aufgaben des Bauleiters gesehen, sind Ihrer Meinung nach Veränderungen der zeitlichen Verteilung durch den Einsatz von BIM möglich?
Ja.
Wenn ja, auf welchen Bereich hat BIM einen Einfluss? Und wodurch würde die Veränderung in der Arbeitszeit entstehen?
Auf das interne Dokumentenmanagement und das Berichtswesen hat es einen großen Einfluss. Bei dem externen Dokumentenmanagement hängt es von dem Bauherrn ab. Da kann die Baufirma nicht entscheiden, in welcher Form er seine Daten haben möchte. Des Weiteren kann man damit die Baustellen besser dokumentieren und man hat wieder mehr Zeit dafür. Die Recherchen können ebenfalls reduziert werden, beispielsweise durch das 3D-Modell mit den gespeicherten Informationen. Einen großen Einfluss hat es auch auf die Terminplanung und die zeitliche Optimierung. Der größte Hebel ist hierbei in der Logistikplanung. Die momentane grobe Terminplanung wird dadurch detaillierter. Die Arbeitsvorbereitung wird sich auch wesentlich verändern . Es wird hier sehr viel automatisch ablaufen. Es werden aber Varianten geprüft, um eine Optimierung zu erreichen. Es werden hier mehrere Arbeitskalkulationen erstellt, weil die Möglichkeit besteht, dies in kurzer Zeit durchzuführen. Diese Varianten können dann untereinander verglichen werden. Anhand dieses Vergleiches kann dann entschieden werden, welcher Ablauf am besten ist. Im Falle von Verzögerungen oder Störungen auf der Baustelle können anschließend die Abläufe schneller geändert und wieder optimiert werden. Es können auch im Vorfeld Szenarien wie ein frühzeitiger Wintereinbruch durchgespielt werden, um in der entsprechenden Situation gewappnet zu sein. Im Sektor der Kontrolle wird sich bei den Softwaresystemen ebenfalls vieles entwickeln. Abrechnung, Kalkulation, Kostenkontrolle, etc. wird damit miteinander verknüpft. Somit hat BIM

auf jeden der vier Sektoren einen Einfluss. BIM führt in allen Bereichen zu Änderungen. Das ist auch für viele das Problem, dass sich das gesamte System ändert. Es ist nicht zu vergleichen mit der CAD-Einführung. Telefonate, E-Mails und Recherchen sollten sich reduzieren. Die 15 % aus der Auswertung sollten sich dann auf die Dokumentation, Terminplanung und die Arbeitsvorbereitung aufteilen.

Kategorie: Einfluss auf Aufgaben des Bauleiters

Würden Aufgaben des Bauleiters wegfallen?

Die Planprüfung wird sich in Richtung 3D-Modell prüfen, ändern, es wird jedoch noch zu erledigen sein. Aber es werden Hilfsmittel wie der Solibri Checker zur Verfügung stehen.

Durch die genauere Planung könnte sich der Anteil der Mehrkostenforderungen minimieren, aber sie würden nicht wegfallen. Die Abrechnung wird aufgrund der Mengenermittlung vollautomatisch erfolgen. Die Bauerfolgsrechnung und Kostenkontrollen werden in den AVA-Programmen inkludiert sein. Die Dokumentation wird auch zu Teilen in den AVA-Programmen inkludiert sein, somit tritt auch hier eine Reduktion auf. Es werden keine Aufgaben wegfallen, es wird aber eine Veränderung der Aufgaben auftreten.

Kategorie: Einfluss auf Aufgaben des Bauleiters

Welche zusätzlichen Aufgaben müsste der Bauleiter bei dem Einsatz von BIM übernehmen?

Zusätzlich fallen keine Aufgaben an, es kommt lediglich zu einer Verlagerung. Das Problem ist jedoch in der Übergangsphase die Baustellenführungskräfte von der üblichen Arbeit freizuspielen, damit sie Zeit für Schulungen in diesem Bereich haben. Des Weiteren ist zu überlegen, welche Möglichkeiten der Schulung man ihnen berufsbegleitend bieten kann.

Themenkomplex 4

Was wären Ihre Verbesserungsvorschläge zum Thema BIM?

Wir sind in einer Entwicklungsphase und es ist überall zu verbessern. Wir brauchen das „learning by doing“. Es kann kein Konzept ohne das Feedback aus der Praxis entwickelt werden. Man muss einmal ein Konzept herausbringen und einsetzen und anschließend schauen wo Verbesserungspotenzial liegt. Das sollte über die eigenen Unternehmensgrenzen hinaus geschehen, sonst ist man wieder im Closed BIM.

Kategorie: Einfluss auf Aufgaben des Bauleiters

B.4 3. Interview

Persönliche Fragen

Geschlecht:

Männlich

In welcher Position arbeiten Sie?

Gruppenleiter IT & Organisation

Organisation & Applikationen bautechnisch

Wie lange arbeiten Sie bereits in dieser Firma?

Seit 18 Jahren.

Waren Sie früher bzw. sind Sie jetzt in der Bauausführung tätig?

Ich habe hier in einem Planungsbüro angefangen und meine Tätigkeiten waren in der Arbeitsvorbereitung bzw. auf der planungstechnischen Seite. Auf der Baustelle war ich bei Praktika.

Wie lange arbeiten Sie bereits in der Baubranche?

Ich bin 20 Jahre in der Baubranche.

Themenkomplex 1
Beschreiben Sie die Aufgaben in Ihren Job?
Wir nennen uns Organisation und Applikation Baubetrieb und wir koordinieren die baubetrieblichen Prozesse aus Sicht der IT. Die Arbeit teilt sich in zwei Ebenen. Die erste Ebene ist die Applikationsbetreuung. Applikationsbetreuung ist wie wir die Werkzeuge richtig im Baubetrieb einsetzen und bei welchen Prozessen wir es verwenden können. Die zweite Ebene ist die Datenebene. Jede Applikation erzeugt Daten und hierbei ist zu entscheiden, mit welchen Daten man arbeitet, welche die führenden Daten sind, wie die Daten weiterverarbeitet werden und wie man gewährleistet, dass die Daten nur einmal vorhanden sind. Diese Punkte in der Datenverwaltung gehören zu meinem Job. Des Weiteren schauen wir in der Applikations- und Datenebene welche Produkte es gibt und welche wir in der Firma verwenden können. Speziell in das Thema Daten und Datenverwaltung wurde in den letzten zehn Jahren viel hinein investiert, da die Dokumentation ein wichtiger Teil der Bauvorhaben ist. Zu unseren Aufgaben zählt ebenfalls das Schulungswesen. Wir machen Schulungen bei den AVA-Softwares (Auer), Kalkulationssoftware, Abrechnungssoftware. Der zweite Bereich der Schulungen ist das Dokumentenmanagement. Wir sind noch zuständig für Entwicklungen und Innovationen. Beispielsweise wie man die IT im Bauwesen einsetzen kann. Wir führen zu diesem Zweck Pilotprojekte in den verschiedenen Bereichen durch.
Arbeiten Sie persönlich mit BIM-Fähigen Programmen?
Ja.
Wenn ja, mit welchen Programmen arbeiten Sie und wie lange arbeiten Sie schon mit diesem Programm?
Mit dem Thema Bim haben wir 2011 mit Revit begonnen. Damals haben wir angefangen Ausführungspläne mit Revit zu erstellen. Das Problem war hierbei, dass erstellten Pläne nicht normgemäß waren und Änderungen im Programm durchgeführt werden mussten. Danach begannen wir mit der Massenermittlung mit der Software von Hartmann Technologies, welches nach Übernahmen jetzt Nevaris BIM heißt. Wir starteten damit Massen zu ermitteln und die Daten anschließend in unsere Kalkulationssoftware zu importieren. Jetzt beschäftigen wir uns mit iTWO. Hierbei arbeiten wir an dem Einsatz von 5D.
Wie lange beschäftigen Sie sich bereits mit dem Thema BIM?
Seit 2011.
Wie sind Sie auf das Thema BIM und die damit verbundenen Möglichkeiten in der Baubranche aufmerksam geworden?
Aus der Planung. BIM hat sich von der Seite der Planung entwickelt. Wir haben ein großes Planungsbüro, das mitgewachsen ist mit dem Thema BIM. Der Vorteil von BIM ist, dass man Änderungen im 3D-Modell nur einmal durchführen muss und in den 2D-Plänen muss es in jedem Plan extra geändert werden. Es hat sich auch gezeigt, dass Es keine Zeitersparnis bei der Erstellung des Modelles gibt. Dieser Prozess dauert viel länger, jedoch sind große Zeiteinsparungen bei Änderungen möglich. Nach dieser Feststellung wird geschaut, wo man BIM in den restlichen Bereichen einsetzen kann.
Themenkomplex 2
Kennen Sie Projekte in Österreich, bei denen BIM eingesetzt wird?
Ja, ich kenne Projekte von unserer Firma. Als erstes hatten wir ein Projekt in Innsbruck, das Hotel Ramadan. Hierbei haben wir das erste Mal mit Revit modelliert. Als nächstes haben wir das Projekt in Seestadt Aspern.
In welchen Bereich wird BIM in Österreich vermehrt genutzt?
Momentan wird BIM vermehrt im Verkauf genutzt. Es wird in der Akquisitionsphase genutzt um den Auftraggeber zu zeigen, wie das Projekt umgesetzt werden würde. Es wird somit für die Visualisierung und zur Aufzeigung der verschiedenen Varianten genutzt. Es ist hilfreich, weil einem meist in dieser Verhandlung keine bauaffinen Personen gegenüber sitzen. Des Weiteren wird BIM in der Planungsphase/Ausführungsvorbereitung vermehrt genutzt. Es wird bei der Kostenermittlung und Massenermittlung, sowie bei Änderungen im Modell eingesetzt. Im Hochbau liegt der Grenzwert des Projektvolumens, ab welchen BIM eingesetzt wird, bei ca. 5 Mio. €. Im Tiefbau wird BIM aktuell

noch nicht viel verwendet. Jedoch wenn es eingesetzt wird, ab einem Projektvolumen von ca. 20 - 23 Mio. €.

Kategorie: Vorteile, Einfluss auf Phasen

In welchen Bereich wird BIM weltweit vermehrt genutzt?

Der Schwellwert des Projektvolumens ist abhängig davon, ob der Einsatz von BIM **rechtlich vorgeschrieben** wird. Hierbei sinkt der Grenzwert des Projektvolumens. Beispielsweise in Skandinavien kann ich mir vorstellen, dass bereits bei Einfamilienhäusern BIM genutzt wird. Mit den USA ist nur schwer ein Vergleich möglich. Die planen und bauen komplett anders wie wir. In den Asiatischen Ländern haben sie einen viel höheren Prozentsatz an Bauvorhaben, in welchen BIM eingesetzt wird. Sie starteten erst viel später sich zu Digitalisieren und haben dann, anstatt mit 2D gleich mit der Planung in 3D begonnen. Somit hatten sie kaum eine Umstellung, sondern starteten gleich mit der neuesten Entwicklung.

Es ist eindeutig zu sagen, dass Mitteleuropa in der Entwicklung in Bezug auf BIM weiter hinten ist. Ein Grund dafür kann das hohe Normungswesen sein.

Kategorie: Anforderungen für den Einsatz von BIM

Was sind Ihrer Meinung nach die Gründe für den eingeschränkten Einsatz von BIM in Österreich?

Fehlende Information ist schon hoch und liegt bei **80 %**. Die wenigsten Leute können nämlich mit BIM etwas anfangen. Das fehlende Interesse glaube ich nicht. Hier würde ich **40 %** sagen. Finanzielle Gründe ist ein großer Punkt, dass liegt bei **90 %**. Zusätzlicher Aufwand und Schulung des Personals liegt auch bei **80 %**. Bei Sonstiges würde ich noch **fehlende gesetzliche Vorgaben** oder Normen sagen. Die „Ausrede“ der großen Auftraggeber ist bis jetzt, dass bei der Vergabe keiner ausgeschlossen oder benachteiligt werden darf. Und wenn jemand verpflichtet, dass BIM eingesetzt werden muss, dann würden die kleinen Firmen, die es sich nicht leisten können, benachteiligen. Aus diesem Grund würde ich hier **80 %** sagen.

[%]										
10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	
							X			Fehlende Information
			X							Fehlendes Interesse
								X		Finanzielle Gründe
							X			Zusätzlicher Aufwand (Schulung, Personal)
							X			Sonstiges: fehlende gesetzliche Vorgaben

Tabelle B.4: Gründe für eingeschränkten Einsatz von BIM: Interview 3

Kategorie: Gründe für fehlenden Einsatz

Wie lange glauben Sie braucht es noch, bis BIM in Österreich als gängige Arbeitsweise etabliert ist?

10 Jahre

Wie kann die Nutzung von BIM in Österreich beschleunigt werden bzw. was ist notwendig dafür?

Als erstes die **gesetzlichen Rahmenbedingungen**. Es sind aber auch **Förderungen von Forschungsprojekten** und ein klarer **politischer Wille** bzw. Beschluss notwendig.

Kategorie: Anforderungen für den Einsatz von BIM

In vielen Ländern ist die Anwendung von BIM im öffentlichen Bauen verpflichtend z.B. in den Niederlanden bei Projekten ab 10 Mio. €. Finden Sie so eine Regelung sinnvoll?

Ja auf jeden Fall.

Kategorie: Anforderungen für den Einsatz von BIM

Was sehen Sie als die fünf größten Vorteile von BIM?

- Kommunikation untereinander
- Durchgängige Datenerhaltung.
 1. Phasenübergreifende Datenerhaltung ohne Informationsverluste
- Projekt auch nicht bauaffinen Personen verständlich zu machen (Visualisierung)
- Interne Standardisierung von Daten
 2. Somit entsteht eine Effizienzsteigerung

Kategorie: Vorteil

Was sehen Sie als die fünf größten Nachteile von BIM?

- Hoher finanzieller Aufwand
 1. Es müssen am Start große Investitionen gemacht werden.
- Kulturwandel am Bau
 2. Das kann allerdings ein Nachteil oder ein Vorteil sein, hängt von der Sichtweise ab. Jedoch ist es für viele ein Nachteil ist, weil sie am bestehenden System nichts ändern wollen.
- Schwierige Einführung für bestehende kleine Unternehmen
- Lange Umsetzungszeiten

Kategorie Nachteil

Auf welche Projektphase hat BIM Ihrer Meinung nach den Größten Einfluss: Planung, Bauausführung, Betrieb?

Ich glaube, dass es zukünftig in der Planung sowie auch der Errichtungsphase einen großen Einfluss hat. Momentan ist der Einfluss jedoch stark in der Planungsphase.

Kategorie: Größten Einfluss auf Phasen

Ab welchem Projektvolumen sehen Sie den Einsatz von BIM als sinnvoll an?

Es fängt bei dem Einfamilienhaus an

Welche Vorkehrungen müsste eine Firma Ihrer Meinung nach für den Einsatz von BIM treffen (zusätzliches Personal, Schulung des Personals, etc.)?

Sie müssen Ressourcen, im speziellen Personal, zur Verfügung stellen. Sie müssen ein Change-Management-Programm aufziehen. Die Arbeitsbilder ändern sich mit BIM und es kommen neue Berufe wie beispielsweise der BIM-Koordinator hinzu. Und in diesen Fall muss man die Mitarbeiter auf die neue Arbeitsweise vorbereiten.

Des Weiteren ist ein Knowhow Aufbau notwendig.

Kategorie: Vorkehrungen für BIM

Glauben Sie, dass BIM eine Kosten- und Zeiteinsparung in den einzelnen Projektphasen bewirkt?

Ja auf jeden Fall. Die Kosteneinsparung und die Zeiteinsparung verhalten sich linear.

	Kosteneinsparung	Zeiteinsparung
Planung	30 %	30 %
Bauausführung	30 %	30 %
Betrieb	10 %	10 %

Tabelle B.5: Kosten- und Zeiteinsparung: Interview 3

Themenkomplex 3

Vorausgesetzt es gibt eine durchgehende BIM-Baustellenabwicklung, welche der Baustellenführungskräfte (Bauleiter, Polier, Techniker) hat Ihrer Meinung nach den größten Nutzen?

Auf alle.															
Sie haben die Auswertung von den Aufgaben des Bauleiters gesehen, sind Ihrer Meinung nach Veränderungen der zeitlichen Verteilung durch den Einsatz von BIM möglich?															
Ja es sind Veränderungen möglich.															
Wenn ja, auf welchen Bereich hat BIM einen Einfluss? Und wodurch würde die Veränderung in der Arbeitszeit entstehen?															
<p>Die Arbeitsvorbereitung verlagert sich durch BIM in das BackOffice. Damit sollte der Bauleiter wenig zu tun haben, wenn es von dem BackOffice gut aufbereitet ist. Es hat einen wesentlichen Einfluss in der Arbeitsvorbereitung. Eigentlich hat BIM auf alle Sektoren einen Einfluss. Der Anteil der E-Mails sollte sich verringern, weil man ja über das Modell kommuniziert und keine Pläne oder andere Daten verschicken muss. Bei den Besprechungen und Berichtswesen wird sich wenig ändern, das kann man gleich lassen. Die Vertragskontrolle und Bearbeitung der Mehrkostenforderungen wird sich auch nicht ändern. Bauerfolgsrechnung und Kostenkontrolle ändert sich auch nicht.</p> <p>Die Gruppen 1, 2, 3, 4, 6, 7 und 14 werden sich zeitlich verändern.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Ohne BIM</th> <th>Mit BIM</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1.Sektor</td> <td>32 %</td> <td>30 %</td> </tr> <tr> <td>2.Sektor</td> <td>19 %</td> <td>30 %</td> </tr> <tr> <td>3.Sektor</td> <td>6 %</td> <td>20 %</td> </tr> <tr> <td>4.Sektor</td> <td>43 %</td> <td>20 %</td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: center;">Tabelle B.6: Prozentuelle Verteilung in Sektoren: Interview 3</p> <p>Die Veränderungen treten durch zentrale Kommunikation am virtuellen Modell auf. Das gilt für Kommunikation, Organisation und Koordination. Der zweite Grund ist durch integrierte Software-Lösungen für Arbeitsvorbereitung, Terminplanung und Planprüfung.</p> <p><i>Kategorie: Einfluss auf Aufgaben des Bauleiters</i></p>		Ohne BIM	Mit BIM	1.Sektor	32 %	30 %	2.Sektor	19 %	30 %	3.Sektor	6 %	20 %	4.Sektor	43 %	20 %
	Ohne BIM	Mit BIM													
1.Sektor	32 %	30 %													
2.Sektor	19 %	30 %													
3.Sektor	6 %	20 %													
4.Sektor	43 %	20 %													
Würden Aufgaben des Bauleiters wegfallen?															
<p>Möglicherweise fällt ein Teil bei der Dokumentation weg, weil vielen hierbei automatisch abläuft. Die Kontrolle muss er aber trotzdem durchführen. Somit tritt nur eine mögliche Reduktion und kein Wegfallen der Aufgaben ein. Durch den BackOffice-Ansatz könnten in der Arbeitsvorbereitung teile wegfallen, weil diese Aufgaben von anderen Personen anhand des 3D-Modelles durchgeführt werden. Damit könnten auch Teile der Terminplanung wegfallen. Die Kontrolle dieser Planungen muss der Bauleiter trotzdem machen.</p> <p>Durch den Einsatz von Simulationen können Situationen besser eingesetzt werden. Somit wäre das „Improvisationstalent“ des Bauleiters nicht mehr so gefordert, weil kritische Situationen bereits früher erkannt werden.</p> <p><i>Kategorie: Einfluss auf Aufgaben des Bauleiters</i></p>															
Welche zusätzlichen Aufgaben müsste der Bauleiter bei dem Einsatz von BIM übernehmen?															
Nein, es dürfen keine weiteren Aufgaben entstehen.															
Themenkomplex 4															
Was wären Ihre Verbesserungsvorschläge zum Thema BIM?															
<p>BIM müsste vielmehr aus der Ausführungsphase und nicht nur aus der Planungsphase gesehen werden. Der Großteil betrifft aktuell die Planungsphase. BIM sollte sich mehr von dem Modell lösen und von der Datenebene her betrachtet werden</p> <p><i>Kategorie: Einfluss auf Phasen</i></p>															

B.5 4. Interview

Persönliche Fragen
<p>Geschlechte:</p> <p>Männlich</p> <p>In welcher Position arbeiten Sie?</p> <p>Teamleiter einer BIM-Abteilung</p> <p>Wie lange arbeiten Sie bereits in dieser Firma?</p> <p>10 Jahre</p> <p>Waren Sie früher bzw. sind Sie jetzt in der Bauausführung tätig?</p> <p>Ja, ich war eigentlich nur im Ausland tätig. Ich bin erst durch diese BIM-Teamleitung nach Wien gekommen. In den Projekten habe ich als Architekt, Bauleiter und Planungs Koordinator gearbeitet.</p> <p>Wie lange arbeiten Sie bereits in der Baubranche?</p> <p>Seit dem Ende meines Studiums 2006. Somit sind es 11 Jahre.</p>
Themenkomplex 1
Beschreiben Sie die Aufgaben in Ihrem Job?
<p>Ich leite derzeit ein Team von 9 Leuten, welches sich mit dem Thema Digitalisierung in der Baubranche auseinandersetzt. Wir arbeiten mit einer Abteilung von Stuttgart zusammen, wo 50 Leute beschäftigt sind. Wir kümmern uns vor allem um den Markt Österreich und die Central European States, somit alles was im Osten von Österreich liegt. Es wurde deswegen so aufgeteilt, weil in Deutschland und den nordischen Ländern andere Anforderungen an BIM im Sinne der technischen Ausarbeitung als wir haben. Wir in Österreich haben in der Abteilung drei Schwerpunkte. Diese sind die Projektbearbeitung & Projektunterstützung, Entwicklung und die Schulung. Zu der Entwicklung in Österreich gehört die Entwicklung von Bauteilkatalogen. Das ist unser Hauptgeschäft. Wir versuchen damit einen Teil von den Ausführungsphasen abzudecken, das ist momentan die Angebotsphase. Die Angebotsphase hat in Österreich den großen Vorteil, dass wir eine sehr klare Normenregelung haben. Dementsprechend können wir auch die Kataloge sehr spezifisch ausbilden. Die Angebotsbearbeitung machen wir nach der LBH. Wenn es keine Modelle von beispielsweise dem Bauherrn gibt, modellieren wir diese so, dass sie gleich in einem Leistungsverzeichnis auswertbar sind. Es kann zwar sein, dass Modelle vorhanden sind, jedoch ist es aufgrund der Qualitätsunterschiede der Modelle momentan leider noch die gängige Methode Modelle nachzubauen. Der zweite Punkt die Projektbearbeitung betrifft Projekte, die den Anspruch eines BIM haben. Das sind mittlerweile immer mehr Projekte, wo der Bauherr sagt, er über die ganze Projektlaufbahn informiert werden will und hat den Anspruch, dass er in das Modell hineinschauen will, um sich das Vorhaben und die Kosten anzusehen. Hierzu zählt auch die beratende Funktion, wo man beispielsweise die Rahmenbedingungen von BIM ausmacht und in den AIA (Auftraggeber Informationsanforderungen) festgelegt. Der letzte und eigentlich der wichtigste Punkt sind die Schulungen. Alles was wir erarbeiten wollen wir jetzt vorerst intern weitergeben. Diese Schulungen haben verschiedene Längen und verschiedene Inhalte wie beispielsweise Revit, iTWO oder Was macht ein BIM Manager. Diese Kurse können von einer Woche bis zu sechs Monaten dauern.</p>
Arbeiten Sie persönlich mit BIM-Fähigen Programmen?
<p>Ja.</p>
Wenn ja, mit welchen Programmen arbeiten Sie und wie lange arbeiten Sie schon mit diesem Programm?
<p>Ich war zuvor in der Architektur in diesem Haus beschäftigt und da arbeiteten wir mit Allplan. Mit Revit arbeiten wir seit 4 Jahren. iTWO, das hieß früher Arriba, verwenden wir seit mehr wie 10 Jahren.</p>
Wie lange beschäftigen Sie sich bereits mit dem Thema BIM?

Seit 1,5 Jahren.										
Wie sind Sie auf das Thema BIM und die damit verbundenen Möglichkeiten in der Baubranche aufmerksam geworden?										
<p>Mich hat mein Chef angerufen, dass in dieser Abteilung die Stelle des Teamleiters frei ist, und ob ich dort nicht anfangen möchte. Unser Konzern betreibt das Thema BIM bereits seit Anfang 2000. Der Leiter der Abteilung in Stuttgart hat das Thema Digitalisierung nämlich bereits 2000 aufgegriffen, weil es seiner Meinung nach für den Bauprozess total wichtig war, beispielsweise wegen der Informationsverluste. 2006 Starteten dann bereits die ersten Pilotprojekte in Deutschland.</p>										
Themenkomplex 2										
Kennen Sie Projekte in Österreich, bei denen BIM eingesetzt wird?										
<p>Ja.</p> <p>Wir verwenden diese Methode beispielsweise zur internen Wertschöpfung. Bei uns werden bei mehreren Projekten in unterschiedlichen Phasen, vor allem in der Angebotsphase, Modelle aufgebaut. Von Seiten der Kunden, beispielsweise die ÖBB, haben wir erst jetzt die ersten Pilotprojekte, wo Anforderungen an die Verwendung von BIM gestellt werden.</p>										
In welchen Bereich wird BIM in Österreich vermehrt genutzt?										
<p>Momentan sind alle BIM-Projekte Pilotprojekte. Das heißt es gibt eine konventionelle Arbeitsweise welche ausschlaggebend ist und parallel dazu wird BIM verwendet. Wir haben zwar zwei Projekte, in welchen rein BIM verwendet wird, aber diese sind nicht in Österreich. Wir erfassen alle Projekte mit einem Projektvolumen größer 20 Mio. € digital. Somit wird ein Modell erstellt und über die Angebotsphase hinaus verwendet. Das Problem ist, dass viele Bauherren das Objekt nach der Fertigstellung verkaufen, somit sind sie gar nicht an dem Modell interessiert und wollen kein Geld dafür ausgeben. Die Projekte werden nicht nur im Hochbau, sondern auch vermehrt im Verkehrswegebau und Ingenieurbau verwendet. Ich würde sogar sagen, dass es in diesen Bereich mehr Pilotprojekte gibt. Im Ingenieurbau machen wir schon viel und im Tunnelbau beginnen wir erst.</p>										
In welchen Bereich wird BIM weltweit vermehrt genutzt?										
<p>Die arabischen Länder sind hierbei sehr weit vorne. In den Vereinten Arabischen Emiraten haben wir momentan ein paar Projekte, wo der Bauherr dezidiert BIM verlangt. Es wird hier bereits in allen Phasen verwendet. In diesem Bereich sind es vermehrt private Auftraggeber. Wir haben jetzt auch schon in Osteuropa einige Projekte z.B. Polen. Der Einsatz in der Ausführungsphase ist hier eher weniger. Derzeit wird es vorrangig in der Angebotsphase verwendet. Weltweit bearbeiten wir Projekte zwischen 50 - 300 Mio. € mit BIM. In Deutschland haben wir momentan drei Großprojekte im Hochbau die teilweise mit BIM arbeiten. Es gibt auch Projekte im Bahnbau, jedoch kümmert sich meine Abteilung vermehrt um den Hochbau und Ingenieurbau.</p>										
Was sind Ihrer Meinung nach die Gründe für den eingeschränkten Einsatz von BIM in Österreich?										
<p>Ich hatte bei fehlenden Informationen 50 % gesagt. Es ist jedoch schwer zu definieren. Wenn man sich unsere Veranstaltungen ansieht und wie viele es davon gibt bieten wir eigentlich Vergleichsweise zu anderen einiges. Jedoch wenn man sich ansieht, wer sich dafür interessiert, sind es immer dieselben Leute. Es ist somit zum überlegen, wie man das Thema unter die Leute bringt. Ich würde aber trotzdem sagen, dass das Interesse vorhanden ist und somit gehe ich auf 30 %. Die Leute sehen leider noch keinen Benefit daraus, weil die Digitalisierung momentan einen großen Mehraufwand fordert. Den finanziellen Gründen hätte ich 80 % gegeben. Der zusätzliche Aufwand ist vorhanden, aber das darf man nicht als Argument sehen. Schulungen sind total wichtig und die Leute sind gewillt das zu machen und zu unterstützen. Es fehlen jedoch momentan leider die Projekte. Somit würde ich sagen 60 %.</p>										
[%]										
10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	
				X						Fehlende Information
		X								Fehlendes Interesse
							X			Finanzielle Gründe

					X					Zusätzlicher Aufwand (Schulung, Personal)
Tabelle B.7: Gründe für eingeschränkten Einsatz von BIM: Interview 4										
<i>Kategorie: Gründe für fehlenden Einsatz</i>										
Wie lange glauben Sie braucht es noch, bis BIM in Österreich als gängige Arbeitsweise etabliert ist?										
Ich würde sagen, wir sprechen hier von einem Jahrzehnt.										
Wie kann die Nutzung von BIM in Österreich beschleunigt werden bzw. was ist notwendig dafür?										
Die Schnittstellen müssten verringert werden. Die Werkzeuge müssten miteinander kompatibel sein. Wir glauben die Software wird anschließend die Arbeit machen, jedoch erfordert diese digitale Zusammenarbeit eine bessere Kommunikation zwischen den unterschiedlichen Projektbeteiligten. Man muss somit noch lehren, mehr miteinander zu kommunizieren.										
<i>Kategorie: Anforderungen für den Einsatz von BIM</i>										
In vielen Ländern ist die Anwendung von BIM im öffentlichen Bauen verpflichtend z.B. in den Niederlanden bei Projekten ab 10 Mio. €. Finden Sie so eine Regelung sinnvoll?										
Ja, ich finde, dass so etwas Sinn machen würde.										
Was sehen Sie als die fünf größten Vorteile von BIM?										
<ul style="list-style-type: none"> • Kollaboration <ol style="list-style-type: none"> 1. Die Zusammenarbeit zwischen den Projektbeteiligten. Entscheidungen können somit schon viel früher getroffen werden. Somit kann Problemen vorgebeugt werden. Dies führt zu einem effizienteren Arbeiten. • Detaillierteres Beschreiben des Bauablaufes <ol style="list-style-type: none"> 2. Im Vorfeld kann man ist es schon klarer, was schlussendlich das Ergebnis ist. Hierfür bedarf es allerdings eine Kulturveränderung. • Transparenz • Effizienteres Bauen <ol style="list-style-type: none"> 3. Wir können damit die Zeit verkürzen und die Probleme in den Phasen verringern. • Es werden durch die Entwicklung mehrere Leute beschäftigt <ol style="list-style-type: none"> 4. Es müssen momentan neue Arbeitsgebiete erkundet werden 										
<i>Kategorie: Vorteil</i>										
Was sehen Sie als die fünf größten Nachteile von BIM?										
<ul style="list-style-type: none"> • Schnittstellen • Es braucht mehr Ressourcen und Kosten • Es sind dafür momentan Spezialisten notwendig • Es ist derzeit kein integriertes System <ol style="list-style-type: none"> 1. Es stellt sich die Frage, ob BIM für sich alleine stehen soll. E soll ja später einmal ein Teil des täglichen Arbeitsablaufes werden. Man spricht somit später nichtmehr von BIM, sondern es wird selbstverständlich sein • Abhängigkeit von den Softwareherstellern 										
<i>Kategorie Nachteil</i>										
Auf welche Projektphase hat BIM Ihrer Meinung nach den Größten Einfluss: Planung, Bauausführung, Betrieb?										
Wenn es durchgängig verwendet wird, hat es auf den Betrieb den größten Einfluss.										
<i>Kategorie: Größten Einfluss auf Phasen</i>										
Ab welchem Projektvolumen sehen Sie den Einsatz von BIM als sinnvoll an?										
Zukünftig wird es bei dem Einsatz von BIM nichtmehr auf die Summe ankommen. Wenn die Software und die Zusammenarbeit funktioniert, kann es bei jeder Projektgröße eingesetzt werden. Derzeit muss man noch entscheiden, wo es Sinn macht. Es hängt zum Beispiel davon ab, wie weit										

die Bauteilkataloge sind.

Welche Vorkehrungen müsste eine Firma Ihrer Meinung nach für den Einsatz von BIM treffen (zusätzliches Personal, Schulung des Personals, etc.)?

Hardware, Software, Schulungen. Das Verständnis dafür müsste geschaffen werden. Es geht einmal um das Know-how. Eine Firma muss sich zuerst erkunden welche Entwicklungen es gibt.

Kategorie: Anforderungen für den Einsatz von BIM

Glauben Sie, dass BIM eine Kosten- und Zeiteinsparung in den einzelnen Projektphasen bewirkt?

Ja, aber noch nicht jetzt.

Effizient ist es sicher. Ich glaube, dass aufgrund der Daten, die man jetzt mehr aufnehmen will, schwierig ist. Man baut zwar noch immer gleich, aber die Informationen die momentan einfließen sind viel größer und anders wie vor 5 - 10 Jahren. Es geht jetzt noch intensiver um die Nachhaltigkeit bzw. um das Material. Es sind jetzt Daten gefordert, die es zuvor nicht gegeben hat. Man benötigt dafür Spezialisten, somit gibt es momentan noch keine Kosteneinsparung. Jedoch wenn es dafür einmal Standards gibt wird es auch eine Effizienz in den Kosten geben. Punkto Zeit beschäftigt man sich mit der Logistik und mit Abläufen. Man kann es mit modellverknüpften Terminplänen auch Visuell sehr gut darstellen. Somit bekommt man ein Gespür dafür, wo man Zeit einsparen kann. Es wird zum Beispiel in der Planung bereits der Bau simuliert. Es ist schwer eine prozentuelle Schätzung abzugeben. Es hängt von der Art des Gebäudes und den Materialien ab. Im Betonbau sind wir beispielsweise schon sehr effizient. In der Planung bist du durch die Bauteilkataloge effektiver. Vielleicht schafft man hierbei eine Einsparung von 5 - 10 %. Ich habe mir einmal überlegt, wie viel Zeit man über die gesamte Bauzeit einsparen könnte. Bei Projekten, welche 1,5 Jahre dauern, könnten 10 - 17 Wochen eingespart werden.

Es ist jedoch anzumerken, dass man im Vorfeld viel mehr vorbereiten muss, bevor man mit der Planung beginnen kann. Diese Erfahrungswerte gibt es momentan jedoch noch nicht und es sind somit nur Schätzungen.

	Kosteneinsparung	Zeiteinsparung
Planung		5- 10 %
Bauausführung		12 %
Betrieb		

Tabelle B.8: Kosten- und Zeiteinsparung: Interview 4

Themenkomplex 3

Vorausgesetzt es gibt eine durchgehende BIM-Baustellenabwicklung, welche der Baustellenführungskräfte (Bauleiter, Polier, Techniker) hat Ihrer Meinung nach den größten Nutzen?

Auf alle drei.

Sie haben die Auswertung von den Aufgaben des Bauleiters gesehen, sind Ihrer Meinung nach Veränderungen der zeitlichen Verteilung durch den Einsatz von BIM möglich?

Ja.

Wenn ja, auf welchen Bereich hat BIM einen Einfluss? Und wodurch würde die Veränderung in der Arbeitszeit entstehen?

Es geht das Eine ohne das andere nicht, somit hat es auf alle Sektoren einen Einfluss. Organisation und Kommunikation hat den größten Anteil. Die Abrechnung/ Kalkulation läuft eigentlich automatisch, da muss man nicht extra Energie hineinsetzen. Das Modell wird aufgebaut und die Daten können hier ausgewertet werden. Die Kontrolle ist in der Ausführungsphase eine wichtige Aufgabe. Somit würde ich der Organisation und der Kommunikation gemeinsam 60 % geben und jeweils 30 %. Die anderen zwei Sektoren haben meiner Meinung nach jeweils 20 %.

	Ohne BIM	Mit BIM
--	----------	---------

1.Sektor	32 %	30 %
2.Sektor	19 %	20 %
3.Sektor	6 %	20 %
4.Sektor	43 %	30 %

Tabelle B.9: Prozentuelle Verteilung in Sektoren: Interview 4

Bei einer durchgängigen Nutzung hat BIM auf alle Gruppen einen Einfluss.

Ich gehe jetzt auf die Gruppen ein, auf welche es MOMENTAN keinen bzw. einen Einfluss hat Die Arbeitsvorbereitung und Terminplanung sind wichtig. Die Gruppe 2 sind zwei unterschiedliche Dinge, das ist die Terminplanung und Logistik. Die Arbeitsvorbereitung ist eigentlich die Terminplanung. Somit sind Gruppe 1 und Gruppe 2 ein Thema. Derzeit hat es am wenigsten Einfluss auf Organisation und Kontrolle der Subunternehmer und Lieferanten, weil wir hier die Schnittstellenproblematik haben. Die Beteiligten arbeiten mit unterschiedlichen Programmen und haben unterschiedliche Arbeitsmethoden. Organisation und Koordination in der Bauabwicklung gehört auch zu der Arbeitsvorbereitung. Man muss klar darstellen, was der Vertrag von einem verlangt. Zu den Wegzeiten kann ich eigentlich wenig sagen. Die Planprüfung hat eine große Auswirkung im Sinne des Qualitätsmanagements. Es gibt gewisse Standards nach denen ich mir jetzt die Pläne anschau oder Modelle anschauen kann. Ich würde somit sagen, dass die Planprüfung wegfällt, sondern es eine Modellprüfung ist. Wir generieren aus dem Modell anschließend die Pläne. Auf die Kontrolle der Bauabwicklung hat es derzeit wenig Einfluss. Es hat nur auf einzelne Teile der Leistungsmeldung einen Einfluss. Bei der Vertragskontrolle und Bearbeitung von Mehrkostenforderungen wäre es schön, das kommt dann aus einer transparenten Bearbeitung. Der Einfluss hier ist momentan aber auch noch sehr wenig. Es gibt vor allem momentan noch keine Vertragsgrundlage. Auf die Abrechnung und Bauerfolgsrechnung hat es natürlich einen Einfluss. Dies kann schon in das Modell einfließen. Besprechungen und Berichtswesen intern& extern, Telefonate, E-Mails, Recherchen: Die Aufgabengruppen sind sehr Konventionell. Ich glaube mit BIM gibt es ganz andere Methoden wie man Zusammenarbeitet. Man versucht z.B. E-Mails zu vermeiden, wenn man in einem zentralen Modell arbeitet. Die Beteiligten kommunizieren eher über Plattformen. Hier werden Informationen hochgeladen um miteinander zu kommunizieren. Besprechungen sind wichtig und werden immer wichtig sein. Es hat sich nur die Art verändert, wie kommuniziert wird. Auf die Dokumentation hat es einen großen Einfluss. Durch das Weiterführen der Informationen in einem Datenmodell wird dies automatisch gemacht.

Kategorie: Einfluss auf Aufgaben des Bauleiters, Einfluss auf Sektoren

Würden Aufgaben des Bauleiters wegfallen?

Nein, Aufgaben werden nicht wegfallen. Es wird sich aber möglicherweise die Handhabung ein bisschen verändern.

Welche zusätzlichen Aufgaben müsste der Bauleiter bei dem Einsatz von BIM übernehmen?

Anfänglich muss er sich möglicherweise mit den Programmen auseinandersetzen.

Themenkomplex 4

Was wären Ihre Verbesserungsvorschläge zum Thema BIM?

Die Schnittstellenproblematik muss in den Griff bekommen werden. Der Arbeitsablauf und die Zusammenarbeit zwischen den Projektbeteiligten muss im Vorfeld schon klar definiert werden. Man muss es schaffen auch die späteren Akteure eines Projektes schon von Anfang an mit einbeziehen. Man muss Qualitätsstandards für das Modell schaffen. Somit muss man die Normen dezidiert verfassen. Es muss die vertragsrechtliche Grundlage für das Modell geschaffen werden. Das Thema mit den Kosten muss geklärt werden. Wenn z.B. der Architekt die Informationen hinzufügt, wer zahlt ihm dann den Mehraufwand. Die Schulungen müssen auch gefördert werden. Es muss auch eine Definition der Begriffe stattfinden. Z.B. Was ist ein BIM Manager?

Kategorie: Anforderungen für den Einsatz von BIM

B.6 5. Interview

Persönliche Fragen
<p>Geschlechte: Weiblich</p> <p>In welcher Position arbeiten Sie? Leiter Projektmanagement</p> <p>Wie lange arbeiten Sie bereits in dieser Firma? 17 Jahre. Seit 1999.</p> <p>Waren Sie früher bzw. sind Sie jetzt in der Bauausführung tätig? Ich war im Anlagenbau tätig.</p> <p>Wie lange arbeiten Sie bereits in der Baubranche? Ich arbeite in der Baubranche seit dem Studium (1989)</p>
Themenkomplex 1
<p>Beschreiben Sie die Aufgaben in Ihren Job? Ich bin verantwortlich für die Projektleiter. Die Projektleiter sind wiederum verantwortlich für das gesamte Projekt und den Ablauf. Der Ablauf geht von Design (Designentwicklung) und Zukäufe bis zu Bau und Übergabe. Wir machen Hüllenkonstruktionen aus Stahl, Glas, Paneelen, etc.</p>
<p>Arbeiten Sie persönlich mit BIM-Fähigen Programmen? Nein, ich entwickle sie.</p>
<p>Welche Programme entwickeln Sie? Wir arbeiten zusammen mit einer Firma die heißt Sablono. BIM ist für mich sowieso etwas zu Klein. BIM ist nämlich das 3D-Modell mit Informationen. Das ist das klassische BIM. Das hat sich weiterentwickelt in das 5D-BIM und das 6D-BIM. Punkto der Zeit gibt es aus Primavera keine Datenbank. Sablono ist ein Datenbankorientiertes Programm, welches die Zeitschiene managen kann. Das entwickeln wir gemeinsam mit dieser Firma. Diese Firma ist ein Berliner Startup.</p>
<p>Wie lange beschäftigen Sie sich bereits mit dem Thema BIM? Seit ungefähr 2 Jahren.</p>
<p>Wie sind Sie auf das Thema BIM und die damit verbundenen Möglichkeiten in der Baubranche aufmerksam geworden? Über die Effizienzchiene. Wir hatten ein großes Projekt in Abu Dhabi, wo das Thema die Daten- und Lieferlogistik war. Das Projekt war sehr groß und von den Bauteilen her nicht komplex. Es waren bei dem Projekt 7500 Sterne und jeder Stern war anders. Uns somit kommt man in eine Situation, wo man sich überlegen muss, wie man das effizient abwickeln kann.</p>
Themenkomplex 2
<p>Kennen Sie Projekte in Österreich, bei denen BIM eingesetzt wird? Ja, aber nicht direkt, weil wir nicht in Österreich arbeiten. Wir arbeiten nur international. Aber ich bin in einem Arbeitskreis von der ÖBV und im Zuge dieses Arbeitskreises haben wir Projekte vorgestellt bekommen und darüber diskutiert. Ich weiß beispielsweise, dass die ÖBB da sehr aktiv ist. Die machen Pilotprojekte gemeinsam mit Firmen um Open und Closed BIM auszuprobieren. Z.B. Projekt im Lavanttal.</p>
<p>In welchen Bereich wird BIM in Österreich vermehrt genutzt? Später wird BIM in allen Bereichen eingesetzt. Es gibt keinen Bereich wo man es in Zukunft nicht einsetzen kann oder wird. Eine Firma die sich nicht ernsthaft damit auseinandersetzt, wird in Zukunft vom Markt sein. Es wird essentiell werden. Ich finde es nur jetzt noch spannend, weil man</p>

es momentan noch mitgestalten kann. Irgendwann bekommt man nur mehr die Software vorge-
setzt, die sich entwickelt hat. Momentan glaube ich, dass es im Tiefbau mehr eingesetzt wird, aber
in Österreich kenne ich mich leider schlechter aus. Für die Frage in welcher Phase man BIM
verwendet ist zu klären, von was wir genau sprechen. Bei 3D-BIM sprechen wir von der Pla-
nungsphase. Bei 5D-BIM sprechen wir von den Phasen bis zu der Übernahme. Bei 6D-BIM spre-
chen wir vom Facility Management. Ich gebe im September eine Präsentation für das Facility
Management in Österreich, die sind da sehr aktiv und wollen das eigentlich. Die sehen natürlich
einen großen Vorteil für sich, wenn sie die Daten digital in einem 3D-Modell haben.

Ich glaube die Frage über das Projektvolumen macht keinen Sinn. Weil dort wo die Leute es jetzt
schon durchgehend einsetzen, kann es momentan nur in Form von Pilotprojekten funktionieren.
Da liegt die Entscheidung eher bei einem kleinen Pilotprojekt. Dort wo die Leute es ausprobieren,
ist es wahrscheinlich kleiner. Dort wo es wirklich einen Sinn machen würde ist bei größeren Volu-
men. Aber ich glaube nicht, dass es vom Projektvolumen abhängt, sondern eher von der Bereit-
schaft der Firmen damit zu arbeiten. Später wird es einmal bei allen Projekten verwendet. Sobald
sich die Software einmal so entwickelt hat, dass es anwenderfreundlich ist, dann wird es von allen
verwendet, weil es einfach effizienter ist.

In welchen Bereich wird BIM weltweit vermehrt genutzt?

Die Porr verwendet BIM beispielsweise in Skandinavien BIM im Tiefbau sehr viel.

Skandinavien und England sind bereits sehr weit. Dort hat es ganz einen anderen Durchdrin-
gungsgrad. Das merkt man international bei Projekten wo beispielsweise englischen Consultants
dabei sind. Hierbei werden z.B. Verträge mit BIM total unterschrieben. Amerika ist möglicherweise
auch ein Vorreiter, jedoch weiß ich es hierbei nicht, weil ich mit Amerika kaum Kontakt habe. In
Skandinavien und England wird es stark in der Planungsphase genutzt. Die Frage ist: Was ist BIM
in der Abwicklungsphase“. Das ist ein 3D-Modell mit Informationen. Wenn wir jedoch von Digitali-
sierung reden, sprechen wir davon, dass alle Prozesse, die Kommunikation und die Arbeitsweise
Digitalisiert werden. Das würde in der Abwicklungsphase eine viel größere Rolle spielen. In der
Abwicklungsphase interessiert mich vielmehr der Status des einzelnen Teils. Man muss klären,
wovon man bei Digitalisierung und BIM spricht. Ich glaube dadurch, dass es so im Fluss ist, gibt
es keinen klaren Unterschied und es muss somit immer genau definiert werden. Die Entwicklun-
gen gehen so rasch, dass man nicht von klaren unterschieden sprechen kann. Für mich bean-
sprucht Digitalisierung einen weiteren Raum, weil es nicht nur das Modell mit Informationen ist.
Ich glaube, dass punkto des Projektvolumens das gleich gilt wie in Österreich. Es ist eine Frage
der Bereitschaft.

Was sind Ihrer Meinung nach die Gründe für den eingeschränkten Einsatz von BIM in Österreich?

Mir fehlt die Software, die wirklich eine effiziente Arbeitsweise erlaubt. Die Entwicklung ist hierbei
momentan noch nicht so weit. Ein Grund der mir auch noch fehlt ist BIM und Digitalisierung
braucht eine andere Art der Zusammenarbeit. Es braucht eine Kooperation, für die im Moment
noch kaum Verständnisvoraussetzungen da sind. Man müsste eigentlich erst Erfahrungen damit
gewinnen, um die BIM-Exekution-Plans wirklich realistisch zu machen. Dadurch ist der Einstieg
sehr schwierig, weil es die Verträge nicht dazugibt und es die Erfahrungen dazu nicht gibt. Es ist
nicht wie SAP. Ich kaufe eine Software und dann habe ich SAP, dann lerne ich es und dann kann
ich es. Es ist wie ein fahrender Zug auf den ich aufspringen muss. Um auf diesen fahrenden Zug
aufspringen zu können, muss ich schon eine gewisse Geschwindigkeit haben. Das heißt ich muss
möglicherweise schon vorfinanzieren. Aber das Problem ist, dass die Bereitschaft dafür da sein
muss. Diese Bereitschaft muss im gesamten Team da sein. Es wird beispielsweise eine Art
Transparenz geben, die die Personen vielleicht gar nicht wollen. Es muss jedoch auch vorweg
vertraglich geklärt werden, was beispielsweise mit Änderungen passiert. Dafür gibt es momentan
auch noch keine Regelungen, weil es auch noch nicht die Erfahrungen gibt. Das ändert sich
jedoch jetzt alles. Somit muss ich jetzt auf diesen fahrenden Zug aufspringen, oder ich kann
warten bis er in einer Haltestelle hält. Jedoch wenn es soweit ist, kann es sein, dass der Einstieg
sehr Teuer wird. Somit kann ich diese Tabelle momentan gar nicht ausfüllen. Ich glaube, dass das
wahrscheinlich unter fehlende Informationen fällt. Fehlendes Interesse hängt mit fehlender Infor-
mation zusammen. Natürlich ist es auch ein zusätzlicher Aufwand, aber der Grund warum die
Leute es nicht machen ist, weil es einfach nicht klar ist. Es gibt keine Klarheit was es Kostet und
es gibt keine Klarheit was es kostet. Dadurch ist es einfach ein Risiko.

Kategorie: Gründe für fehlenden Einsatz

Wie lange glauben Sie braucht es noch, bis BIM in Österreich als gängige Arbeitsweise etabliert ist?
2 - 3 Jahre. Dann werden die Firmen untergehen, die es nicht schaffen.
Wie kann die Nutzung von BIM in Österreich beschleunigt werden bzw. was ist notwendig dafür?
Das ist für mich die Information, dieses Bewusstsein schaffen . Die Bereitschaft daran zu arbeiten. In diesem Bereich passiert jetzt einiges. Aber das Problem ist: wer sollte das vorantreiben. Den Arbeitskreis der ÖAV hat z. B. ein Bekannter von mir organisiert, weil er interessiert ist, solche Themen voranzutreiben. Jedoch ist dieses Interesse kein einzelnes Firmeninteresse. Es gibt Firmen die arbeiten schon daran, aber um am Markt etwas weiterzubringen, müssen gemeinsam beispielsweise die Abläufe, die Risiken besprochen werden und es muss ein Informationsaustausch stattfinden. Es ist Networking notwendig. <i>Kategorie: Anforderungen für den Einsatz von BIM</i>
In vielen Ländern ist die Anwendung von BIM im öffentlichen Bauen verpflichtend z.B. in den Niederlanden bei Projekten ab 10 Mio. €. Finden Sie so eine Regelung sinnvoll?
Von sowas halte ich persönlich eigentlich nie etwas. Wenn ja, würde so eine Regelung nur bei öffentlichen Bauvorhaben funktionieren. <i>Kategorie: Anforderungen für den Einsatz von BIM</i>
Was sehen Sie als die fünf größten Vorteile von BIM?
<ul style="list-style-type: none"> • Effizienzsteigerung • Schneller Zugang zu Informationen <ol style="list-style-type: none"> 1. Echtzeitdaten, ich weiß, dass die vorhandenen Daten, die aktuellsten Informationen sind. Wichtig auch im Claim-Management. • Transparenz • Visualisierung <ol style="list-style-type: none"> 2. Es wird ein größeres Verständnis für die einzelnen Prozesse erreicht. • Es ist ein Muss <ol style="list-style-type: none"> 3. Es ist nicht nur eine Frage des Vor- oder Nachteils, es wird einfach Früher oder Später verwendet werden müssen. <i>Kategorie: Vorteil</i>
Was sehen Sie als die fünf größten Nachteile von BIM?
<ul style="list-style-type: none"> • Es wird einen großen Datensalat geben <ol style="list-style-type: none"> 1. Wenn ich diese Datenmenge nicht professionell manage, dann werde ich untergehen. Es birgt somit eine große Gefahr, von der man leicht überrollt wird. Ich glaube das der kritische Punkt in den nächsten Jahren darin liegen wird, dass Informationsmanagement sehr professionell zu betreiben. • Gefahr von Mehraufwand <ol style="list-style-type: none"> 2. Man muss in dieser Datenmenge lernen, nur das zu sehen, was man sehen will. Die Gefahr ist, dass das zu schnell und starr reguliert wird und dass damit ein Mehraufwand auf einen zukommt. Diese Effizienz kann somit ein Nachteil auch sein. Es kann durch eine Bürokratisierung der Aufwand schnell steigen. <i>Kategorie Nachteil</i>
Auf welche Projektphase hat BIM Ihrer Meinung nach den Größten Einfluss: Planung, Bauausführung, Betrieb?
BIM im klassischen Sinn (3D- Modell) hat den meisten Einfluss auf die Planungsphase . BIM im Sinn der Digitalisierung hat auf alle Projektphasen einen Einfluss . <i>Kategorie: Größten Einfluss auf Phasen</i>
Ab welchem Projektvolumen sehen Sie den Einsatz von BIM als sinnvoll an?
/
Welche Vorkehrungen müsste eine Firma Ihrer Meinung nach für den Einsatz von BIM

treffen (zusätzliches Personal, Schulung des Personals, etc.)?
<p>Eine Firma muss sich damit beschäftigen und sich engagieren, damit die Softwareentwicklung vorangetrieben wird. Wenn wir warten, bis die Softwareentwickler es so weit entwickelt haben, bis sie damit Geld machen können, werden wir mit fertigen Softwareprodukten konfrontiert und die Entwickler sagen uns, mit welchen Prozessen wir leben müssen.</p> <p><i>Kategorie: Vorkehrungen für BIM</i></p>
Glauben Sie, dass BIM eine Kosten- und Zeiteinsparung in den einzelnen Projektphasen bewirkt?
<p>Ja, das ist das Ziel. Man muss aber sorgfältig sein, dass man sich keinen Mehraufwand schafft. Schätzungen sind momentan noch nicht möglich.</p>
Themenkomplex 3
Vorausgesetzt es gibt eine durchgehende BIM-Baustellenabwicklung, welche der Baustellenführungskräfte (Bauleiter, Polier, Techniker) hat Ihrer Meinung nach den größten Nutzen?
<p>Auf alle.</p>
Sie haben die Auswertung von den Aufgaben des Bauleiters gesehen, sind Ihrer Meinung nach Veränderungen der zeitlichen Verteilung durch den Einsatz von BIM möglich?
<p>Ja.</p>
Wenn ja, auf welchen Bereich hat BIM einen Einfluss? Und wodurch würde die Veränderung in der Arbeitszeit entstehen?
<p>z.B., wenn hier Planprüfung steht. Diese Prüfung wird um nichts einfacher, es wird sie nur in der Form nicht mehr geben. Es wird nämlich die Prüfung am BIM-Modell geben. Das ist aber am Anfang möglicherweise schwieriger. Man muss bereit sein zu akzeptieren, dass es anders wird. Dieses „anders werden“ wird eine Phase haben, in der es zu einem Mehraufwand kommt, aber nach dieser Zeit führt es zu einer Effizienzsteigerung. Die Vertragskontrolle wird nicht einfacher und wird sich auch nicht wesentlich ändern. Die Bearbeitung von Mehrkostenforderungen wird anders werden. Ich arbeite dann nämlich mit Datenbankdaten. Die Abrechnung kann aus meiner Sicht deutlich schneller werden, weil ich die Abrechnungsdaten im 3D-Modell habe. Die Kostenkontrolle glaube ich nicht, dass schneller wird. Die Gefahr ist nämlich, wenn ich die Kosten auf den Bauteilen habe, dass es unübersichtlich wird. Die Besprechung und das Berichtswesen intern werden teilweise am 3D-Modell oder via Skype gemacht. Das Berichtswesen wird sich dahingehend ändern, dass es nicht mehr aktiv gemacht werden muss. Die Daten werden zur Verfügung gestellt. Somit wird das Berichtswesen in den Projekten viel effizienter. Jedoch muss ich im Vorfeld Zeit hineinstecken, weil ich alles dafür vorbereiten muss. Ich glaube, dass die Digitalisierung die Firmen dazu zwingt, ihre Prozesse radikal zu ändern. Wenn sie das jedoch tun, können sie wirklich eine Effizienzsteigerung erzielen. Wenn ich jedoch warte bis eine Software herauskommt und ich meine Prozesse an diese Software anpasse, dann wird wahrscheinlich dabei keine Effizienzsteigerung erreicht werden. Es müssen zuerst überlegt werden welche Prozesse, die mit Hilfe der Digitalisierung möglich sind und dann können die neuen Prozesse entwickelt werden. Im Anschluss daran kann die Software auf diesen Prozess angepasst werden. Ich kann mir schon vorstellen, dass der Bauleiter momentan nur 1 % seiner Arbeitszeit für die Dokumentation aufwendet, weil das Andere für ihn erledigen. Tatsächlich glaube ich aber, dass die Dokumentation radikal verbessert wird. Bei der Abrechnung ist es dasselbe. Ich glaube, dass sich für den Manager die Arbeit mit BIM nicht großartig ändern wird. Hier wird sich an den Prozentsätzen wahrscheinlich nicht viel ändern. Er wird es nur einfach anders machen.</p> <p><i>Kategorie: Einfluss auf Aufgaben des Bauleiters</i></p>
Würden Aufgaben des Bauleiters wegfallen?
<p>Ja insofern, weil er es nicht mehr können wird. Ich glaube z.B., dass er die Terminplanung nicht mehr selber machen kann. Diese wird beispielsweise von einem Planer erstellt, der mit den digitalen Tools ganz anders umgehen kann. Ich glaube somit, dass er das nur mehr führen wird. Ich glaube auch, dass er die Planprüfung nicht mehr selber machen wird, sondern dass diese Aufgabe der BIM-Manager übernehmen wird. Die Kontrolle der Bauabwicklung bleibt ihm nicht erspart.</p>

<i>Kategorie: Einfluss auf Aufgaben des Bauleiters</i>
Welche zusätzlichen Aufgaben müsste der Bauleiter bei dem Einsatz von BIM übernehmen?
Wir müssen jetzt schon teilweise Method Statements abgeben, in denen wir sagen, wie wir vorhaben etwas zu planen. Momentan sind das einfach Word-Dokumente in denen wir den Planablauf beschreiben. In Zukunft wird der Bauablauf dann einfach im 3D-Modell gezeigt. Das heißt, dass 3D-Modell wird mit Termindaten verknüpft und dann kann man die Ausführungsphasen wie einen Videofilm abfahren. Diese Aufgabe wird meiner Meinung nach bei der Bauleitertätigkeit dazukommen. Er muss dann diese Tools beherrschen.
<i>Kategorie: Veränderung im Aufgabenbereich</i>
Themenkomplex 4
Was wären Ihre Verbesserungsvorschläge zum Thema BIM?
Es muss eine vertragliche Basis ausarbeitet werden. BIM braucht einen vertraglich festgesetzten Ablauf des Zusammenarbeitens. Des Weiteren müssen sich die Baufirmen aktiv mit den Softwarefirmen zusammensetzen, um dafür zu sorgen, dass die Software Prozessorientiert ist.
<i>Kategorie: Anforderungen für den Einsatz von BIM</i>

Eidesstattliche Erklärung

Hiermit erkläre ich, dass ich die hier vorliegende Diplomarbeit selbständig und ohne fremde Hilfe verfasst, andere als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel nicht benutzt sowie der Literatur wörtlich und inhaltlich entnommene Stellen als solche gekennzeichnet habe. Die Arbeit wurde bisher in gleicher oder ähnlicher Form keiner anderen Prüfungskommission vorgelegt und auch nicht veröffentlicht.

Wien, am 19.02.2018

Eva Hiebl
