

Gasteiger

## BIM in der Bauausführung

Automatisierte Baufortschrittsdokumentation mit BIM, deren Mehrwert und die daraus resultierenden Auswirkungen auf die Phase der Bauausführung

Nr. 27

3p

Baubetrieb, Bauwirtschaft und Baumanagement

Fakultät für technische Wissenschaften

Universität Innsbruck

# SERIES

## Bauwirtschaft und Projektmanagement

LFU-Innsbruck, Fakultät für technische Wissenschaften  
AB Baubetrieb, Bauwirtschaft und Baumanagement (i3b)  
Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. A. Tautschnig  
Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. mont. W. Purrer

Band 27



Adriane Gasteiger

Institut für Konstruktion und Materialwissenschaften

AB Baubetrieb, Bauwirtschaft und Baumanagement (i3b), Universität Innsbruck

© *innsbruck* university press, 2015

Universität Innsbruck

1. Auflage

Alle Rechte vorbehalten.

Umschlaggestaltung: Georg Fröch

Layout: Adriane Gasteiger

[www.uibk.ac.at/iup](http://www.uibk.ac.at/iup)

ISBN 978-3-902936-60-8

Adriane Gasteiger

## **BIM in der Bauausführung**

**Automatisierte Baufortschrittdokumentation mit BIM,  
deren Mehrwert und die daraus resultierenden  
Auswirkungen auf die Phase der Bauausführung**



## Vorwort

Seit 2010 bin ich in der b.i.m.m GmbH, der Firma meines Vaters, tätig und durfte die zahlreichen Facetten eines Building Information Models erleben. Diese positiven Erfahrungen mit der Thematik BIM veranlassten mich dazu, diese Materie im Zuge meiner Masterarbeit zu vertiefen.

Die von meinem Vater entwickelte Arbeitsweise für die Planung und Ausschreibung durch ein Building Information Model ist bereits sehr ausgereift, jedoch ist das Potenzial des BIM-Einsatzes in der Phase der Bauausführung aus meiner Sicht bisher noch wenig erforscht. Dies gab mir den Anreiz für das Thema „BIM in der Bauausführung“. Die Arbeit wird durch das gleichnamige FFG Forschungsprojekt finanziert. Es ist zu vermuten, dass ein Building Information Model, welches bereits den gesamten Planungsprozess und die Ausschreibung revolutionierte, auch in der Bauausführung gewinnbringend eingesetzt werden kann.

Ich möchte in erster Linie meinem Vater danken, der in vielerlei Hinsicht mitverantwortlich für den Erfolg dieser Masterarbeit ist. Er war für mich nicht nur ein großes Vorbild, das Studium Bauingenieurwesen zu beginnen, sondern konnte mich durch seine umfassende Arbeitsweise vom Thema BIM überzeugen. Die Praxiserfahrung, welche ich in der Zusammenarbeit mit ihm erleben durfte, konnte ich in unterschiedlicher Weise in diese Arbeit einfließen lassen.

Des Weiteren danke ich meiner Familie und meinem Freund für ihre Unterstützung. Mein Dank gebührt meinem Bruder Manuel, der im Zuge des FFG Forschungsprojekts die notwendige Software programmierte und alle Wünsche und Ideen Realität werden ließ.



## Kurzfassung

BIM – Building Information Modeling – beschreibt eine grundlegend neue Arbeitsweise im Planungsprozess: Statt zweidimensionaler Pläne wird ein zentrales digitales Gebäudemodell erstellt, das nebst sämtlichen Geometriedaten alle weiteren notwendigen Informationen wie Materialeigenschaften, Kosten und Termine beinhalten kann. BIM (Building Information Model), zu Deutsch Bauwerksinformationsmodell, ist eine Modelldatenbank, welche idealerweise die Informationen aller Projektbeteiligten beinhaltet. Die Daten können dann nach Bedarf extrahiert, analysiert und kombiniert werden [01, S. 147]. Da BIM alle Phasen des Projektablaufs beeinflussen kann, ist das Thema breit gefächert.

Diese Masterarbeit beschäftigt sich mit der Frage, wie diese Fülle an Informationen effizient in der Phase der Bauausführung genutzt werden kann. Ein Hauptaugenmerk der Arbeit liegt vor allem auf dem beeinflussbaren Parameter Zeit; die praxisorientierte Handhabung der Datenmenge stellt einen weiteren Schwerpunkt dar. Als Ziel soll ein Lösungsansatz präsentiert werden, wie ein Building Information Model in der Bauausführung effektiv eingesetzt werden kann, wobei Vorbehalte und Probleme nicht außer Betracht gelassen werden sollen.

In der Bauwirtschaft spielt Building Information Modeling eine immer wichtigere Rolle. Während die Regierung von Großbritannien für sämtliche öffentlich ausgeschriebene Projekte ab 2016 ein Bauwerksinformationsmodell fordert („*with all project and asset information, documentation and data being*“ [02]), wird im deutschsprachigen Raum dieses Thema vorrangig in Forschungsprojekten behandelt (vgl. [03], [04], [05], [06]).

Die Arbeit wird auf Auswirkungen eines Building Information Models in der Phase der Bauausführung eingegrenzt. Die Grundlagen, welche für die Erstellung eines BIM notwendig sind, werden angeführt, allerdings wird nicht näher auf die Vor- und Nachteile von Building Information Modeling in der Planungs- und Ausschreibungsphase eingegangen. An einem konkreten Projekt soll die Hypothese, dass



ein Bauwerksinformationsmodell auch direkt auf der Baustelle gewinnbringende Folgen haben kann, nachgewiesen werden. Es ist zu vermuten, dass das BIM in dieser Phase große Potenziale birgt, allerdings Berührungspunkte und Konfliktpunkte aufgrund eingefahrener Arbeitsweisen bestehen.

Als erster Schritt sollen die notwendigen Grundvoraussetzungen zur Generierung eines Building Information Models umrissen werden. Dazu zählen die benötigte Software, die daraus resultierende Arbeitsweise und die Ablaufprozesse in der Planungs- und Ausschreibungsphase. Für die benutzeroptimierte Auswertung des Modells auf der Baustelle wird eine eigene Software benötigt, welche die relevanten Informationen aus der Datenbank auswertet und aufbereitet. Es soll beschrieben werden, nach welchen Gesichtspunkten die Software ausgewählt wird und nach welchen Kriterien die notwendigen Parameter selektiert werden.

Die empirische Untersuchung erfolgt vorrangig mittels Interviews der Bauleiterebene, da besonders das Baustellenführungspersonal von der Informationsdichte profitieren soll. Basierend auf Befragungen sollen mögliche Probleme und Schwachstellen aufgedeckt werden. Im Zuge der Masterarbeit wird das Projekt „Wohnen im Grünen“ – ein Gebäudekomplex mit 5 Wohneinheiten, betreut. Polier und Bauleitung müssen in die neue Art der Informationsbeschaffung eingelehrt werden. Es wird eruiert, welche Faktoren im Baustellenablauf durch das Modell beeinflusst werden können und welche Änderungen auftreten, aber auch welche Voraussetzungen für diesen Erfolg gegeben sein müssen.

Für die Kontrolle des Baufortschrittes ist es nötig, die Erstellungsdaten der einzelnen Bauteile kontinuierlich in das Modell einzugeben. Daraus resultiert der große Vorteil, dass eine laufende Überwachung der Terminsituation möglich ist. Allerdings entsteht dadurch ein deutlicher Mehraufwand seitens des Baustellenführungspersonals, welches verantwortlich für die Bereitstellung der Daten ist. Dieser Nachteil der Anwendung eines BIM soll umgangen werden, indem die ablaufrelevanten Informationen automatisiert in das Modell integriert werden. Bisher erfolgte die Baufortschrittsdokumentation durch Bautagesberichte, welche vom

Polier täglich handschriftlich geführt wurden. In einem vorgefertigten Formular wurden die Geschehnisse des Tages protokolliert. Die Idee besteht nun darin, diese Berichte zu digitalisieren, indem die entsprechende Information dem zugehörigen Bauteil zugewiesen wird. Die Datenbank des Bauwerksinformationsmodells kann direkt auf die Daten des Bautagesberichtes zugreifen. So entsteht kein zusätzlicher Aufwand seitens des Baustellenführungspersonals, die kontinuierliche Überwachung der Ist-Termine ist trotzdem möglich.

Das Ziel der Masterarbeit ist die Konzeption dieser digitalen bauteilbezogenen Baufortschrittsdokumentation. Die Programmierung soll auf der Baustelle getestet werden, um ein optimales Ergebnis zu erreichen. Durch Rückfragen sollen zusätzliche Informationen gewonnen und auf Probleme aufmerksam gemacht werden. Die Handhabung der Programmierung soll selbsterklärend und leicht verständlich sein, sodass dieses digitale Bautagebuch eine Mehrwert generierende Alternative zum handschriftlichen Bautagesbericht darstellt. Schlussendlich soll als Ergebnis eine Handlungsempfehlung präsentiert werden, die den Ablauf auf der Baustelle beschreibt.

Auf diese Weise soll das Building Information Model bestmöglich auf der Baustelle zum Einsatz kommen. Es sollen aber auch die Schwierigkeiten aufgezeigt und idealerweise gelöst werden, sodass die Potenziale ausgeschöpft werden können. Die Masterarbeit wurde im Zuge eines FFG Forschungsprojektes erstellt. Durch diese finanzielle Unterstützung konnte eine zusätzliche Applikation für die Baustelle programmiert werden und so das Building Information Model effizient angewandt werden.

Anmerkung:

Alle Personenbezeichnungen im folgenden Text sind geschlechtsneutral zu verstehen. Aus Gründen der besseren Lesbarkeit ist die männliche Schreibweise gewählt.

Die Abkürzung BIM steht sowohl für „Building Information Modeling“ als auch für das „Building Information Model“. Da sich die Arbeit auf die Phase der Bauausführung beschränkt und hier der Vorgang des Modellierens weitestgehend abgeschlossen ist, wird die Abkürzung BIM, wenn nicht ausdrücklich anders beschrieben, immer als Synonym für das Building Information Model verwendet.

## Abstract

BIM – Building Information Modeling – describes a radical new work flow in the planning process. Instead of 2-dimensional drawings, a digital building model is furnished that includes additional information like material, costs and dates besides the geometrical data. BIM is a database that ideally contains the information of all project members. As required, the data can be extracted, analyzed and combined. [01, S. 147] BIM has an influence on all project phases, so the theme is wide-ranging.

This thesis deals with the question, how this plenty of information can be used efficiently in the phase of building construction. The focus is on the variable time; the practice-oriented handling of the data is another focal point. The aim is the approach, how a building information model can be efficiently used in the phase of building construction, while restriction and problems shall also be taken into account.

In the construction industry, BIM plays a leading role. While the government of Great Britain requires a building information model for all projects, beginning in 2016 (*„with all project and asset information, documentation and data being“* [02]), in the German-speaking world the subject is treated primarily in research projects. (cf. [03], [04], [05], [06]).

This thesis is limited to the impact of BIM in the phase of building construction. The basics that are necessary to construct the building information model are described; the pros and cons of BIM in the planning and tendering phase will not be explained any further. The hypothesis, a building information model can be used profitably directly at the construction site, shall be verified in the course of a specific project. Supposedly, BIM shows a great potential in this phase, but may lead to anxieties and conflicts due to traditional processes.

As a first step, the basic prerequisites for generating a building information model are outlined. This includes the required software, the consequential workflow and

the processes in the design and tendering phase. For a user-friendly assignment of the model on the site, special software is required to feed and edit the database. The aspects of selection essential parameters and the criteria of choosing the appropriate software are described in detail.

The construction process of the residential complex “Wohnen im Grünen” was controlled by the edited model. Since the construction-site supervision shall benefit from the high level of information density the empirical part of the study was carried out primarily by the use of interviews of the foremen of the construction company. Based on those interrogations, problems and failure points shall be unmasked. The foreman and the construction supervisor have to be instructed about the new kind of information access. It shall be determined, what factors in the construction process can be influenced by the model and which variations will take place. The basis for the success of BIM shall be found out.

To monitor the building progress, it is necessary to enter the construction data of every single component into the model continuously. This enables concurrent supervision of construction progress. However, this causes additional amount of time for the construction-site supervision responsible for the provision of data. This disadvantage of BIM shall be circumvented by entering the process-related information into the model automatically. Yet, the documentation of construction progress has been done by handwritten daily construction reports only. The idea of this thesis is to create digital reports by connecting the daily information to the related element in the model. The database of the building information model has access to the data of the daily construction reports. Thereby, no additional labour from the construction site supervision is required and the continuous documentation of the construction processes is still possible, however.

The main target of the thesis is the design of the digital component-specific documentation of construction progress. The implementation shall be tested on the construction site to optimize the result. Additional information and further problems shall be analyzed by queries. The handling of the resulting software has

to be self-explaining and to be understood easily. This digital construction diary can represent an acceptable alternative to a handwritten construction report. In conclusion there shall be presented a guidance that describes the course of action on the construction site.

Hereby, a building information model shall be optimally utilized on the construction site. The difficulties shall be demonstrated and ideally solved whereby the maximum potential shall be exploited. This thesis is sponsored by the FFG. Due to this financial assistance, it was possible to develop an application to use on the construction site and use the building information model more efficiently.



# Inhalt

1. Einleitung	1
2. Stand der Technik	3
2.1. BIM – Definition und Historie	3
2.1.1. Historie	4
2.1.2. Dimensionen von BIM	9
2.1.3. Augmented Reality	10
2.1.4. Open BIM – Closed BIM	10
2.1.5. BIG BIM – Little BIM	11
2.2. Bisheriger Nutzen von BIM	11
2.3. b.i.m.m. Arbeitsweise	12
2.3.1. Software	16
2.3.2. Workflow	21
2.3.3. Ceapoint Viewer	24
2.4. Projekt „Wohnen im Grünen“	27
2.4.1. Allgemeines	27
2.4.2. Projektentwicklung	31
2.4.3. Baustellensituation	31
2.4.4. Datentransfer und Cloud	32
3. Forschungsfrage und Hypothese	35
3.1. Potenziale von BIM in der Bauausführung	35
4. Empirische Untersuchung	43



4.1.Vorbereitung des Revit-Modells	43
4.2.Einrichten von Ceapoint	47
4.2.1.Importierte Bauteile und Darstellung	47
4.2.2.Bauteilselektion	50
4.2.3.Bauteilbewertung und Leistungsmeldung	52
4.2.4.Umsetzung auf der Baustelle	54
4.3.Ausstattung des Arbeitsplatzes	54
4.4.Untersuchung	56
4.4.1.Interview mit Bauleiter Anton D., Bauleiter (AN)	56
4.4.2.Interview mit Bauleiterin Priska L., kaufmännische Bauleiterin (AG)	56
4.4.3.Interview mit Bauleiterin Tamara G., technische Bauleiterin	57
4.4.4.Interview mit Planer und Statiker Anton G.	58
4.4.5.Zeiterfassung REFA	58
4.5.Ergebnisse und Auswertung der Interviews	65
4.5.1.Qualität der Pläne	65
4.5.2.Dreidimensionale Visualisierung	66
4.5.3.Frühzeitige Entscheidungen durch BIM	66
4.5.4.Datentransfer	68
4.5.5.Ausschreibung	69
4.5.6.Kostenkontrolle	70
4.5.7.Weitere Erfahrungen auf der Baustelle	70
4.5.8.REFA-Zeitstudie	71

4.5.9. Akzeptanz von BIM in der Bauausführung	85
4.5.10. Fazit	85
5. Baufortschrittsdokumentation im BIM („BIM-BauDoku“)	89
5.1. Idee	89
5.2. Technische Umsetzung	90
5.2.1. Grundlage	90
5.2.2. Generierung des automatisierten Bautagesberichts - „BIM-BauDoku“	98
5.3. Erfahrungen in der Praxis	106
5.3.1. Wie muss der BIM-basierte Bautagesbericht eingeführt werden?	106
5.3.2. Rechtliche Situation	107
5.3.3. Probleme in der Praxisanwendung	108
5.4. Anwendungsgebiete der bauteilbezogenen Fortschrittdokumentation	110
5.4.1. Dokumentation, Ursachenforschung	110
5.4.2. Steuerungs- und Kontrollmöglichkeiten in der Bauabwicklung	111
5.4.3. Beweismittel	116
5.4.4. Weitere Anwendungsgebiete der BIM-BauDoku	117
6. Ergebnisse	119
6.1. Handlungsempfehlung	119
6.1.1. Vorbereitung für BIM in der Bauausführung	120
6.1.2. Ausstattung des Arbeitsplatzes	121
6.1.3. Workflow	122
6.1.4. Workflow bei Änderungen	124

6.1.5.Know-how	124
6.1.6.Kosten und Zeitbedarf	126
6.2.BIM-BauDoku – Voraussetzungen	127
6.3.Vorteile BIM in der Bauausführung – Zusammenfassung	128
6.3.1.BIM schafft mehr Klarheit	129
6.3.2.Das „I“ in BIM	130
6.3.3.Information für alle Projektbeteiligten	131
6.3.4.Dokumentation	132
6.3.5.Steuierungs- und Kontrollmöglichkeiten in der Bauabwicklung	132
6.4.Akzeptanz der Anwendung des BIM in der Bauausführung	134
6.5.BIM in der Bauausführung – HOW?	135
6.5.1.Nebengewerke	136
7.Fazit und Ausblick	137
7.1.Ausblick – Lohnverrechnung, Nachkalkulation	138
7.2.Ausblick – Ceapoint	139
7.3.Ausblick – digitale Baustelle	139
8.Literaturverzeichnis	141
9.Abbildungsverzeichnis	147
10.Anhang	149
10.1.Interview mit Bauleiter D., Bauleiter (AN)	149
10.2.Interview mit Bauleiterin Priska L., kfm. Bauleiterin (AG)	154
10.3.Interview mit Bauleiterin Tamara G., technische Bauleiterin (AG)	164

10.4. Interview mit Baumeister Anton G., Planer und Statiker	168
10.5. Erfahrungsbericht der Baustelle „Wohnen im Grünen“	171
10.6. Protokollblätter für die REFA-Zeitstudie	180
10.7. Benutzeroberfläche der BIM-BauDoku	190
10.8. Bautagesbericht, generiert aus der BIM-BauDoku	194

## Abkürzungsverzeichnis

BIM	Building Information Model bzw. Building Information Modeling (Diese Arbeit verwendet die Abkürzung BIM als das „Building Information Model“)
2-D	Zweidimensional (x,y)
3-D	Dreidimensional (x,y,z)
4-D	Vierdimensional (x,y,z, Zeit)
5-D	Fünfdimensional (x,y,z, Zeit, Kosten)
6-D	Sechsdimensional (x,y,z, Zeit, Kosten, Lebenszyklus)
IFC	Industry Foundation Classes
bSDD	buildingSMART Data Dictionary
LBH	Leistungsbeschreibung Hochbau
AN	Auftragnehmer
AG	Auftraggeber
HKLS	Heizung, Klima, Lüftung, Sanitär
CAFM	Computer Aided Facility Management
MEP	Mechanical Electrical and Plumbing design
TGA	Technische Gebäudeausstattung
AVA	Ausschreibung, Vergabe, Abrechnung
CNC	Computerized Numerical Control

BGK

Baustellengemeinkosten

REFA

Reichsausschuss für Arbeitszeitermittlung

SQL

Structured Query Language

RFID

Radio Frequency Identification



## 1. Einleitung

„Begin with the End in Mind“ [09] – mit diesen prägnanten Worten macht Charles E. Mies (Mitglied des Autodesk AEC Business Development Team) deutlich, dass schon zu Beginn eines jeden Bauprojekts die Realisierbarkeit und ideale Nutzung des Gebäudes an erster Stelle stehen sollen. Building Information Modeling (BIM) ist der Schlüssel, um disziplin-übergreifend mehrdimensionale Problemstellungen virtuell zu lösen. Je mehr Informationen in diesem digitalen Abbild des Gebäudes enthalten sind und ausgewertet werden können, umso größer ist der Mehrwert im gesamten Projektverlauf.

Diese Arbeit behandelt die Frage, wie das in der Planung bereits erstellte BIM effizient in der Phase der Bauausführung genutzt werden kann.

Es gilt zu zeigen, auf welche Weise das Building Information Model eines Projekts auf der Baustelle von Vorteil ist. Dabei wird ergründet, welche Voraussetzungen betreffend Hardware, Software und Modell für einen optimalen Informationsbezug notwendig sind. Die kontinuierliche Verfolgung der Ist-Termine soll ermöglicht werden. Hier stellt sich die Frage nach der Best Practice Methode, da der Aufwand der Datenerfassung zugunsten zweckmäßiger Auswertungen gering gehalten werden muss.

In der Masterarbeit wird in einem ersten Schritt der Stand der Technik [Kapitel 2] näher betrachtet werden. Dabei soll die Grundidee von Building Information Modeling beleuchtet werden und sowohl auf die historische Entwicklung als auch unterschiedliche Definitionen eingegangen werden. Die b.i.m.m GmbH, welche sich mit dem Thema Building Information Modeling als Schwerpunkt beschäftigt, wird in diesem Abschnitt ebenfalls vorgestellt. Von dieser wurde eine spezielle Arbeits- und Denkweise ausgearbeitet, um Building Information Modeling in der Praxis umzusetzen.

Für das weitere Verständnis der Masterarbeit ist es wichtig, die auf dem Markt zu Verfügung stehende Software zu kennen. Daher werden die verschiedenen Pro-

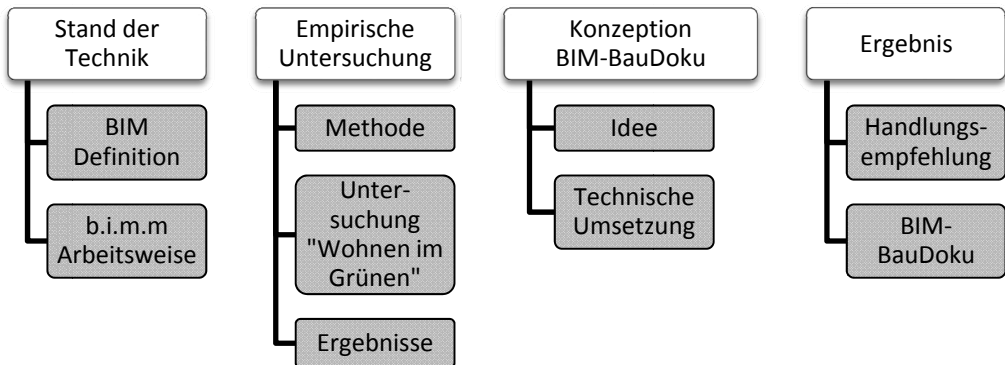


gramme zur Erstellung und Visualisierung eines BIM vorgestellt. Das Projekt „Wohnen im Grünen“, welches als Untersuchungsprojekt dient, wurde von der b.i.m.m GmbH betreut, dient als Validierungsprojekt für diese Arbeit und soll kurz vorgestellt werden.

Die Hypothese [Kapitel 0], wie das BIM in der Bauausführung zur Anwendung kommen kann, wird in Kapitel 4 untersucht. Basierend auf persönlichen Gesprächen und in Anlehnung an die REFA-Zeiterfassung sollen die Auswirkungen eines BIM aufgezeigt werden.

Die Praxis zeigte, dass für die kontinuierliche Protokollierung der Ist-Daten eine zusätzliche Softwareprogrammierung notwendig ist. Deshalb wird näher auf diese spezielle Entwicklung eingegangen [Kapitel 5].

Der letzte Abschnitt der Masterarbeit fasst die Ergebnisse [Kapitel 6] der Arbeit zusammen und gibt einen Ausblick [Kapitel 7].



## 2. Stand der Technik

Im folgenden Abschnitt soll die Thematik BIM genau erläutert werden. Dabei wird dargestellt, was unter diesem Begriff in der Wissenschaft verstanden wird und wie im deutschsprachigen Raum versucht wird das Thema umzusetzen. Da weltweit unterschiedliche Systeme von Bauabläufen und Vergaben Anwendung finden und dadurch das BIM im fernen Ausland jeweils anders zur Anwendung kommt, wird hier der Stand der Technik auf Europa begrenzt.

### 2.1. BIM – Definition und Historie

Barlish und Sullivan [10] zufolge wurden weltweit inzwischen über 1.000 Publikationen zum Thema BIM veröffentlicht. Auf der anderen Seite zeigen Studien wie jene der National Building Specification (NBS) [11], dass nur 12% der Planungsbeteiligten der Meinung sind, die Industrie ist sich darüber im Klaren, was ein BIM ist. Es ist schwierig, Building Information Modeling kurz und prägnant zu definieren, da dieses Thema sehr weitfassend ist und in wenigen Worten nur bruchstückhaft umrissen werden kann.

*Building Information Modeling (BIM) is a digital representation of physical and functional characteristics of a facility. A BIM is a shared knowledge resource for information about a facility forming a reliable basis for decisions during its life-cycle; defined as existing from earliest conception to demolition.*

National Building Information Model Standard United States [11]

*Building Information Modeling (BIM) is a new approach to being able to describe and display the information required for the design, construction and operation of constructed facilities. It is able to bring together the different threads of information used in construction into a single operating environment thus reducing, and often eliminating, the need for the many different types of paper document currently in use.*

buildingSMART [12]

*A Building Information Model is a rich information model, consisting of potentially multiple data sources, elements of which can be shared across all stakeholders and be maintained across the life of a building from inception to recycling (cradle to cradle). The information model can include contract and specification properties, personnel, programming, quantities, cost, spaces and geometry*

National Building Specification [13]

Das BIM muss als eine Datenbank verstanden werden. Diese beinhaltet die Informationen der einzelnen Bauteile, welche im Raum eindeutig platziert sind – zusätzlich sind planungs-, ausführungs- und nutzungsrelevante Daten integriert. Im BIM werden die Daten bereitgestellt und dienen als Entscheidungsbasis während des gesamten Lebenszyklus. Dafür ist die interdisziplinäre Zusammenarbeit notwendig.

### **2.1.1. Historie**

Historisch betrachtet entwickelte sich die Idee von Building Information Modeling nur zögerlich. Der Begriff BIM wurde erstmals 1992 von van Nederveen und Tolman geprägt, Professoren der TU Delft in den Niederlanden (vgl. [19] ). Die grundlegenden Gedankenzüge von BIM erschienen unter verschiedenen Namen jedoch schon früher in diversen Abhandlungen (z.B.: Douglas C. Englebart, 1962, vgl [63] , sodass es schwierig ist, eine klare Linie in der gedanklichen Entwicklung von BIM zu finden. Neben BIM wurden auch die Begriffe „Building Product Models“ und „Product Information Models“ verwendet (vgl. [20]).

Die Umsetzung der Idee scheiterte jedoch zunächst an einer BIM-fähigen Software. Erste dreidimensionale Visualisierungsprogramme wie „Constructive solid geometry“ (CSG) und „boundary representation“ (brep) wurden bereits in den 1970er und 1980er Jahren entwickelt. Die erste Datenbank-basierte Software „Building Description System (BDS) fand 1977 für ein Projekt von Charles Eastman Anwendung. Die Entwicklung der Programme RUCAPS (1986) und Building Design Advisor (1993) waren weitere Meilensteine auf dem Weg zu einer BIM-fähigen

Software. Im Jahre 2000 brachten die Entwickler Leonid Raiz und Gábor Bojár die BIM-Software Revit auf den Markt. 2002 kaufte Autodesk die Firma von Raiz und Bojár auf und begann das Produkt zu bewerben. (vgl. [63]).

Das Thema BIM gewann 2003 durch die Firma Autodesk an Popularität. (vgl. [21]): Der amerikanische Konzern „Daniel, Mann, Johnson and Mendenhall“ (DMJM) sah eine Zukunft in Building Information Modeling und wollte mit dem Softwarepaket von Autodesk die Idee in die Praxis umsetzen. Dies geschah mit dem Produkt Revit Autodesk, welches im selben Jahr weltweit in 7 Sprachen auf den Markt kam (vgl. [22]). Aus diesem Grunde wird auch heute noch das BIM gern in Zusammenhang mit der Firma Autodesk gebracht. Zwar ist die passende Software eine notwendige Voraussetzung für den Erfolg, jedoch ist an dieser Stelle anzumerken, dass auch andere Softwareanbieter das Thema aufgegriffen haben und so Autodesk nicht mehr eine Monopolstellung auf diesem Gebiet hat.

Dem absoluten Durchbruch von Building Information Modeling in Europa stehen noch einige Hindernisse und Widerstände im Wege. Während im Ausland zahlreiche Richtlinien für Building Information Modeling vorhanden sind und der Auftraggeber die Anwendung propagiert, sind im deutschsprachigen Raum nur spärlich Richtlinien von privaten Auftraggebern vorhanden. (vgl. [17, S. 24]). Derzeit bemühen sich hier wenige große Firmen wie ATP, STRABAG und PORR, Leuchtturmprojekte mithilfe von Building Information Modeling zu realisieren. Eine große Schwierigkeit für die Anwendung von BIM ist auf dem Software-Markt zu finden: Die einzelnen Produkte stellen nur eine begrenzte Auswahl an Funktionen zur Verfügung. Dies ist auf die Tatsache zurückzuführen, dass jeder Softwarehersteller sein Programm speziell für eine bestimmte Usergruppe konzipierte. Es benötigt daher leistungsstarke Schnittstellen zwischen jedem einzelnen der unterschiedlichen Programme, um mithilfe aller notwendigen Funktionen an einem Building Information Model arbeiten zu können. Einen ersten großen Schritt zur

Lösung dieses Schnittstellenproblems liefert die Organisation buildingSMART<sup>1</sup>. Diese entwickelte im Jahr 2000 eine Möglichkeit des Datenaustausches über IFC (Industry Foundation Classes) durch die Standardisierung der Meta-Daten und der Datenstruktur und baute das Format weiter aus. Seit 2013 ist das Datenschema IFC4 ein ISO-Standard (vgl. [23]). Unter IFC versteht man eine standardisierte Beschreibung der BIM-Daten, welche dann zwischen verschiedenen Softwareprodukten ausgetauscht werden kann (vgl. [23]). Das Grundprinzip beruht darauf, das gesamte BIM in einzelne Kategorien zu unterteilen (vgl. Abb. 1) und darin die notwendigen Eigenschaften zu speichern.

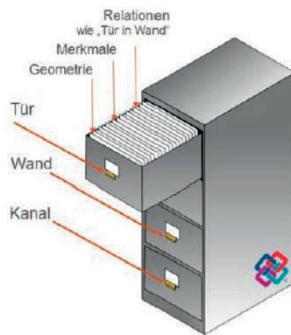


Abbildung 4.24: IFC als Datenschema mit genormten Datenfeldern (Quelle: AEC3)

Abb. 1: IFC als Datenschema mit genormten Datenfeldern (AEC3) [17]

Inzwischen bietet beinahe jedes Programm die Möglichkeit, das Modell als IFC-Datei abzuspeichern bzw. dieses Dateiformat zu importieren. Damit soll ein „Open BIM“ [14] ermöglicht werden, also das hersteller- und programmunabhängige Arbeiten am Building Information Model. Allerdings sind im IFC bisher vorrangig Geometriedaten enthalten, Kosten- und Zeit-Faktoren fehlen noch in diesem Austauschformat. BuildingSMART ist um ständige Weiterentwicklung bemüht; die

<sup>1</sup> [www.buildingsmart.de](http://www.buildingsmart.de)

neueste Technologie wird bSDD genannt – Building SMART Data Dictionary [53]. Dieses Datenwörterbuch soll IFC um zusätzliche Begriffe, Abhängigkeiten und Definitionen erweitern (vgl. [53]). Die Idee lässt sich über ein GUID (Global Unit Identification) umsetzen (vgl. [29]) – ein 36-stelliger alphanummerischer Code. Darin sollen alle bauteilspezifischen Daten definiert werden, wodurch jedes Objekt einen individuellen Stempel erhält.

Derzeit entwickelt das Austrian Standards Institute eine Norm, die aufbauend auf IFC und BsDD weitere notwendige Informationen für das Building Information Model definiert und so eine einheitliche Basis schafft. Diese Normen werden wie folgt titulierte:

ÖN A6241-1 „Digitale Bauwerksdokumentation – Teil 1: CAD-Datenstrukturen und Building Information Modeling (BIM) – Level 2“

ÖN A6241-2 „Digitale Bauwerksdokumentation – Teil 2: Building Information Modeling (BIM) – Level 3-iBIM“ (Quelle [24])

Damit soll gewährleistet sein, dass ein gemeinschaftliches Arbeiten an einem Modell erleichtert und harmonisiert wird.

Ein weiterer Schwachpunkt von Building Information Modeling entsteht durch die enorme Menge der zu verarbeitenden Daten. Die Datenbank hinter dem Modell benötigt einen ausreichend großen und dementsprechend schnellen Speicher. Für eine effiziente Arbeitsweise wird daher eine hochleistungsfähige Hardware benötigt, die sowohl das Sichern der Daten als auch eine schnelle Handhabung ermöglicht. Zwar stellt der heutige Hardware-Markt ausreichend Produkte zur Verfügung, allerdings bleibt das Problem des Datenaustausches bestehen: Das Versenden via Mail ist aufgrund der Dateigröße nicht möglich, es müssen also eigene Plattformen zum Transfer der Daten eingerichtet werden.

Viele Firmen sehen ein weiteres Problem in der Datensicherheit. Da alle Informationen in einem Modell enthalten sind und jeder Projektbeteiligte darauf Zugriff haben soll, sind Firmengeheimnisse und Firmenstandards schwierig zu wahren.

„Gedankenraub“ (Arbeitsweise, Bauteile, Detaillösungen) kann in einem BIM unbemerkt vonstatten gehen. Dieses Thema ist bereits in herkömmlichen CAD-Systemen von Bedeutung, durch das BIM spitzt sich allerdings die Situation zu, da die Bandbreite der verfügbaren Informationen enorm ist. Benutzerspezifische Zugriffseinschränkungen mindern auf der anderen Seite wieder das Potenzial von BIM.

In der Praxis zeigte sich jedoch, dass die zuvor beschriebenen technischen Probleme unbedeutend werden, verglichen mit den Vorbehalten der handelnden Personen. Wie Gernot Wagner (Firma Porr) zu berichten weiß, verschließen sich Mitarbeiter gegen Neuerungen (vgl. [25]). Altbewährtes wird Innovationen vorgezogen. Da das Arbeiten in einem Building Information Model eine klare Struktur und daher eine zusätzliche Ausbildung erfordert, ist die Bereitschaft zur Zusammenarbeit der Mitarbeiter unbedingt erforderlich. Aber auch das Thema Datenverantwortung und Zugriffsberechtigung spielt eine wichtige Rolle. Wer ist für welche Aufgaben zuständig, wer darf welche Bereiche bearbeiten? Es gibt verschiedene Ansätze, wie diese Probleme gelöst werden können.

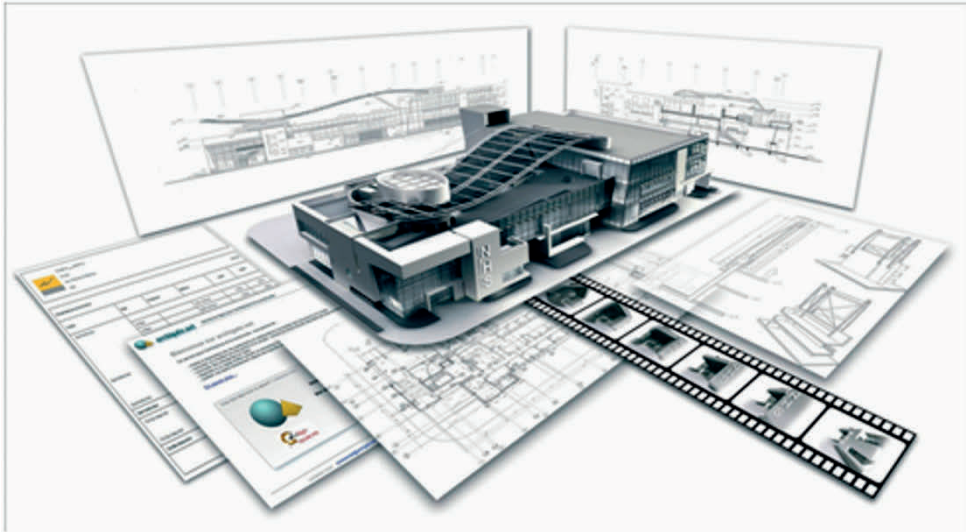


Abb. 2: Building Information Model, siehe [52]

Es haben sich verschiedene Herangehensweisen entwickelt, wie Building Information Modeling umgesetzt werden kann. Man kann eine erste grobe Unterscheidung in folgende Kategorien treffen:

### 2.1.2. Dimensionen von BIM

Es haben sich verschiedene Herangehensweisen an das Thema BIM entwickelt. Abhängig vom Grad des Informationsgehalts wird BIM in folgende Klassen unterschieden:

#### 4-D-BIM

Neben den vorhandenen Koordinaten (X/Y/Z) erhält jedes Bauteil den zusätzlichen Faktor „Zeit“. Idealerweise werden sowohl der Soll- als auch der Ist-Termin dem Bauteil zugewiesen. (vgl. [17, S. 46] ,[14])

#### 5-D-BIM

Zusätzlich zum 4-D-BIM werden hier die Kosten mitberücksichtigt (vgl. [17, S. 46], [14]). Da die Mengen bereits in der Datenbank enthalten sind, werden über die Definition von Kosten pro Einheit die bauteilbezogenen Werte ermittelt. So sind die Kosten bereits im frühen Stadium definiert und eine effizientere Steuerung und Beeinflussung zu einem frühen Zeitpunkt ist möglich (vgl. Abb. 3).

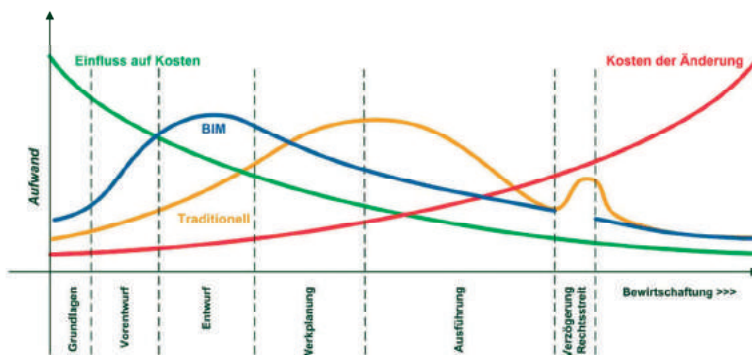


Abbildung 3.4: Aufwandsverlagerung und Einfluss auf Kostenentwicklung (Quelle: (Liebich, et al., 2011) nach Patrick MacLeamy)

Abb. 3: Aufwandsverlagerung und Einfluss auf Kostenentwicklung [41]



## 6-D-BIM

Das Modell wird um Lebenszyklusaspekte erweitert (vgl. [17, S. 46], [14]). Dabei werden der Abriss und die Entsorgung bzw. Wiederverwertung der einzelnen Bauteile betrachtet. Die Integration dieser Parameter in BIM wird aktuell im Forschungsprojekt „BIM SUSTAIN“ der TU Wien behandelt (vgl. [15]).

In einem allumfassenden Building Information Model sind die projektrelevanten Informationen des gesamten Prozesslaufs – Planung, Ausführung, Bewirtschaftung, Nutzung – in einem digitalen Modell enthalten. Das Ziel ist die zentrale Verwaltung aller Daten (vgl. Abb. 2).

### **2.1.3. Augmented Reality**

Ein Begriff, der in diesem Zusammenhang erwähnt werden sollte, ist jener der „Augmented Reality“ – zu Deutsch „erweiterte Realität“ (vgl. [16, S. 18]). Im Unterschied zur „Virtual Reality“ wird die reale Welt nicht nur digital dargestellt sondern durch zusätzliche Informationen (Zeit, Kosten, Änderungen) ergänzt. Diese Daten werden über grafische Darstellungen und Filter visualisiert. Nach David Wilcox, welcher einen Bericht in der Zeitung „Journal of Building Information Modeling (JBIM)“ verfasste (vgl. [16, S. 18]), versteht man unter Augmented Reality die Computertechnik, mit welcher man die zusätzlichen Daten über eine bestehende perspektivische Darstellung legt.

### **2.1.4. Open BIM – Closed BIM**

Es wird der Begriff „Closed BIM“ gebraucht– beziehend auf die „geschlossene Softwarelandschaft“ [14]– wenn nur eine beschränkte Softwarepalette verwendet wird. Zwischen diesen Produkten ermöglicht eine direkte Schnittstelle den Datenaustausch. Da die Schnittstelle speziell für die Software konzipiert ist, wird ein optimaler Informationsaustausch ermöglicht. Allerdings birgt „Closed BIM“ den Nachteil, dass der Softwaremarkt stark eingeschränkt wird: Nur jene Produkte, welche mit den notwendigen übrigen Programmen kompatibel sind, können verwendet werden. „Open BIM“ auf der anderen Seite steht für Software-

unabhängiges Arbeiten. Wie in Kapitel 2.1.1 bereits beschrieben wurde hierfür das Dateiformat „IFC“ definiert, welches den Informationsaustausch zwischen beliebigen Programmen ermöglichen soll.

### **2.1.5. BIG BIM – Little BIM**

Der Begriff Little BIM steht für Building Information Modeling als „Insellösung“ innerhalb eines Unternehmens [14]. Ein Unternehmen erstellt das Modell nur für eigene Zwecke und gibt es nicht an andere Firmen weiter. „BIG BIM“ bezeichnet das firmenübergreifende Arbeiten am Modell. Derzeit findet im europäischen Raum BIG BIM aus dem Grund weniger Anwendung, da noch zu wenig Firmen BIM-orientiert arbeiten. Little BIM bringt den Vorteil, dass Standards und Arbeitsweisen nur innerhalb der Firma umgesetzt werden und nicht mit anderen Unternehmen abgeglichen werden müssen. Auch das Problem der Datensicherheit ist bei Little BIM nicht gegeben. Auf der anderen Seite kann das Modell so nicht voll ausgeschöpft werden. Das BIM dient nur für den firmenspezifischen Prozess und wird im weiteren Bauablauf nicht verwendet.

## **2.2. Bisheriger Nutzen von BIM**

Der folgende Abschnitt stellt eine Zusammenfassung des BIM-Leitfadens für Deutschland (vgl. [17, S. 76-80]) dar. Dieses Dokument beschreibt die Grundlagen, wie BIM in einem Unternehmen eingeführt und eingesetzt werden kann und formuliert in weiterer Folge die korrekte Anwendung und den Profit des Building Information Models.

Das BIM verknüpft die Information verschiedener Fachplaner in einem virtuellen Modell. Daraus resultiert ein breites Spektrum an Vorteilen. Das Building Information Model bietet eine optimale Transparenz der Daten. Durch die dreidimensionale Visualisierung können Projektfehler vermieden werden und die Qualität der Planung steigt. Auch die Planungs-, Termin- und Kostensicherheit profitiert von der Datentransparenz. Auch das Risikomanagement kann modellbasierend optimiert werden.

Das Modell vereinfacht die Kommunikation zwischen den Projektbeteiligten. Alle Informationen sind in einem BIM gesammelt und dort für jeden zugänglich. Auftraggeber und Nutzer können in das Modell mit einbezogen werden und profitieren von der anschaulichen Aufbereitung der Daten. Die Informationen sind vollständig und offen zugänglich. Dadurch werden Entscheidungen erleichtert und die Planung kann effizienter vorangehen.

Sämtliche Pläne werden direkt aus dem Modell gezogen. Während herkömmlich Schnitt und Grundriss unabhängig voneinander zweidimensional gezeichnet wurden und so Inkonsistenzen auftreten konnten, ist eine widerspruchsfreie Modellierung durch Building Information Modeling möglich. Die Änderung des Modells bewirkt automatisch die Änderung in allen Plänen.

Das Modell kann durch die Verknüpfung der einzelnen Informationen mit den Bauteilen für weitere Auswertungen und Nachweise herangezogen werden. Nutzungsanalysen, statische Berechnungen und weitere Analysen wie Licht, Lüftung, Energieeffizienz usw. sind direkt im BIM möglich.

Entsprechende Werkzeuge ermöglichen eine Kollisionsprüfung des Modells. Dabei wird das BIM automatisch nach vordefinierten Regeln kontrolliert. Damit können Planungsfehler durch sich überschneidende Bauteile minimal gehalten werden.

### **2.3. b.i.m.m Arbeitsweise**

Die b.i.m.m GmbH (Logo vgl. Abb. 4) beschäftigt sich vorrangig mit der Lösung der in Kapitel 2.1 beschriebenen Probleme. Da diese Firma österreichweit Vorreiter auf dem Gebiet von Building Information Modeling ist, soll im folgenden Abschnitt das Unternehmen kurz umrissen werden.



Abb. 4: Logo der b.i.m.m GmbH [26]

Im Jahre 2010 gründeten Bmstr. Ing. Anton G., Dipl.-Ing. Martin Taurer, Dipl.-Ing. Jochen Reichert und Dipl.-Inf. Shenqiang Wu die b.i.m.m GmbH. Die Abkürzung steht für „Building Information Model Management“ – zu Deutsch das „Management eines Bauwerks-Informationsmodells“. Die Firma sieht sich als ein „Beratungs-, Technologie- und Outsourcing-Unternehmen in der Bauindustrie“ [27] und hilft Firmen in allen Größenordnungen, sich zu strukturieren und somit effizienzsteigernd zu arbeiten.

EUR Ing. Anton G., Baumeister, ist der Initiator der b.i.m.m GmbH. Aufgrund seiner langjährigen Erfahrung im Bauwesen hat er sich ein umfassendes Wissen auf dem Gebiet BIM angeeignet.

Dipl.-Ing. Martin Taurer, Architekt, arbeitete viele Jahre für die Firma Autodesk und ist daher sehr vertraut mit der Software dieses Herstellers. Neben vielen Funktionen der einzelnen Programme kennt er auch die Grenzen und weiß, wie diese ausgelotet werden können.

Dipl.-Ing. Jochen Reichert, Bauingenieur, und Dipl.Inf. Shenqiang Wu, Diplominformatiker, sind gemeinsam für zusätzliche Softwareimplementierungen zuständig. Diese werden für die Strukturierung des Modells und ein effizientes Arbeiten angewandt.

Unter dem Slogan „build as to be built“ ist die b.i.m.m GmbH bemüht, das Building Information Model so realitätsnah wie möglich zu konstruieren. Jedes Fugenband, jeder Thermokorb wird modelliert, um schlussendlich ausgewertet werden zu können. Das Hauptaugenmerk der Firma liegt in der kontinuierlichen Ver-

BIM in der Bauausführung

besserung des Modells. Mit jedem neuen Projekt wächst die Datenmenge, die das Modell beinhaltet. Sie sehen sich als „[...] *die Baumeister des virtuellen Gesamtmodells*“ [27]

Der Aufgabenbereich der b.i.m.m GmbH ist sehr weitgespannt. Es werden Weiterbildungen und Schulungen zum Thema und Umsetzung von Building Information Modeling angeboten. Einige Firmen wie Porr, ATP, Strabag wurden persönlich betreut, um effizienzsteigernd mit der b.i.m.m-Arbeitsweise zu arbeiten. Die b.i.m.m GmbH betreut sowohl das kleinste (1-Mann-Büro) als auch das größte Gesamtplanungsbüro Österreichs.

Mithilfe der Schulungen soll gewährleistet sein, dass die Mitarbeiter optimal über die neue Arbeitsweise informiert sind und an die Thematik BIM herangeführt werden. Sie sollen für das neue System begeistert werden, wodurch in Folge Hemmungen abgebaut werden können. Die b.i.m.m GmbH bietet hierfür die Ausbildung zum „b.i.m.m Konstrukteur“ an. Ein weiterer Teil der b.i.m.m GmbH beschäftigt sich mit der ständigen Weiterentwicklung der Arbeitsweise, der Programme und der Auswertung der Modelle. Es werden laufend eigene Softwarewerkzeuge – sogenannte „b.i.m.m-Tools“ – für einen flüssigen Arbeitslauf entwickelt. Diese werden an aktuellen Projekten getestet, bevor sie an andere Firmen weitergegeben werden.

Die b.i.m.m GmbH testete zahlreiche Softwareprodukte, um das ideale Paket für die Erstellung eines Building Information Models zu erhalten. Es zeigte sich, dass ein vollständiger Datenaustausch nur über spezielle Schnittstellen möglich ist. Daher vertritt die b.i.m.m GmbH die Arbeitsweise mit „Closed BIM“ – eine Palette speziell aufeinander abgestimmter Programme ermöglicht das interdisziplinäre Arbeiten im Modell (genauere Beschreibung der Software im Kapitel 2.3.1)

Das Problem des Datenaustausches wurde über eine Internetplattform gelöst. Auf einer sogenannten „Cloud“ stehen sowohl die notwendigen Programme als auch das Building Information-Zentralmodell zur Verfügung und können so weltweit über das Web abgerufen werden (vgl. Abb. 5).

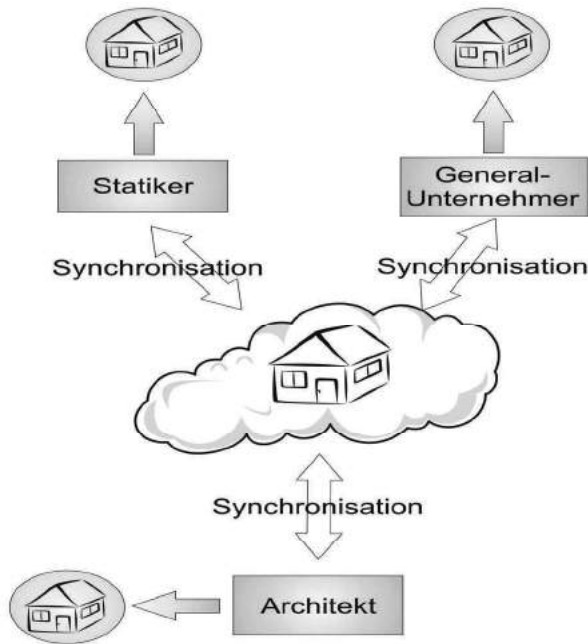


Abb. 5: Schematische Darstellung der Cloud-Arbeitsweise

Die zuvor erwähnten Bedenken zufolge mangelnder Datensicherheit sind im heutigen Zeitalter des Internets ein brisantes Thema. Anton G. meint hierzu, dass spezielles Wissen notwendig ist, um sich im BIM zurechtzufinden und die notwendigen Informationen zu beziehen und daher nur mit der Materie und der Arbeitsweise vertraute Personen Verwendung für die Daten haben (vgl. [15]). Da jedoch alle Informationen auf der Plattform über Internet verfügbar sind, ist man Hackerangriffen schutzlos ausgeliefert, wodurch Datensicherheit Utopie wird. Allerdings ist das Prinzip „Chaotische Lagerhaltung“ ein Lösungsansatz: Nur über das Wissen, wo welche Information zu finden ist, sind die Daten auffindbar (vgl. [28, S. 3]). Zur besseren Veranschaulichung lohnt sich der Vergleich des Building Information Models mit einem Hochreallager: In einem konventionellen Lager sind die Artikel nach Name, Eigenschaft oder anderen Parametern sortiert und auf diese Weise für jeden auffindbar. Der chaotischen Lagerhaltung liegt keine Regel zugrunde. Das gewünschte Produkt (bzw. die gewünschte Information) kann nur

mit der entsprechenden Software gefunden werden, welche die gesamte Datenmenge nach Parametern filtert. Auf das Thema BIM umgelegt bedeutet dies, dass nur Projektmitarbeiter die Struktur des Modells kennen und sich darin zurechtfinden. Projektfernen Personen fehlt das notwendige Wissen, die Informationen zu beziehen.

### **2.3.1. Software**

Auch wenn inzwischen diverse Software-Firmen ihre Produkte als "BIM" verkaufen, ist unter diesem Begriff kein Programm zu verstehen. Zwar werden zum Teil hohe Anforderungen an die Produkte gestellt, doch der Terminus Building Information Model bezieht sich auf das mehrdimensionale Bauwerk und nicht auf das Programm.

Tatsächlich wird eine breite Palette an Softwareprodukten benötigt, um ein möglichst vollständiges Modell erstellen zu können. Es wird nun eine Variante beschrieben, wie die Erstellung eines Building Information Models ermöglicht werden kann.

Die b.i.m.m GmbH verwendet eine eingeschränkte Palette an Software, also „Closed BIM“. Es wurden zahlreiche Programme daraufhin getestet, ob mehrdimensionales Modellieren möglich ist und ob die vollständige Kompatibilität zu anderen Produkten gewährleistet ist. Das Unternehmen entwickelte so das „best b.i.m.m“ mit den folgenden Produkten:

Autodesk REVIT Suite

b.i.m.m Tools

MagiCAD (TGA – Technische Gebäudeausstattung)

RIB iTWO (Leistungsverzeichnis, Kalkulation)

Dlubal und Sofistik (Statik)

Dietrich's (Holzbau)

Solibri (ModelCheck)

Spartakus (Testphase, CAFM – Computer Aided Facility Management)

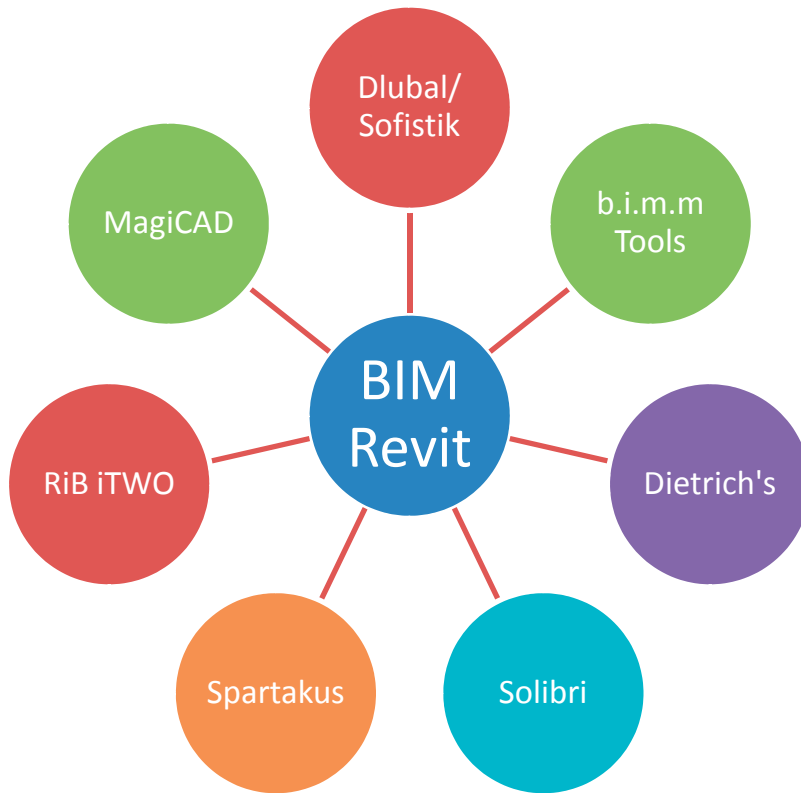


Abb. 6: Interaktion des Closed b.i.m.m

### 2.3.1.1. Autodesk Revit

Der Kern des Building Information Models bildet die Software Revit der Firma Autodesk. Das Programm wurde speziell für eine BIM-Arbeitsweise (vgl. [30] ) konzipiert. Jedes Bauteil kann mit den unterschiedlichsten frei wählbaren Parametern ergänzt werden, wodurch Auswertungen zusätzlich zur Geometrie möglich sind. Mittels automatisierter Berechnungen und Verknüpfungen zwischen den einzelnen Parametern weiß jedes Bauteil für sich, welchen Zeitfaktor und Kostenfaktor es im Projekt einnimmt. Die Auswertung für das Leistungsverzeichnis erfolgt anschließend mithilfe des Programms iTWO, welches die einzelnen Parameter auswertet und summiert. Die standardisierte Arbeitsweise der b.i.m.m GmbH



ermöglicht das Arbeiten mit Templates, in welchen bereits die notwendigen Listen und Parameter voreingestellt sind.

Das Programm kann unterteilt werden in Revit Architecture, Revit Structure und Revit MEP. Im architektonischen Bereich wird das 3D-Modell geplant; anstatt einzelner Linien werden 3-D-Bauteile platziert, die in Schnitten und Grundrissen dann korrekt dargestellt werden. Man spricht von „*Semantischer Modellierung*“ [04] : Revit definiert bestimmte Klassen (z.B.: Wand, Tür, Fenster, Geschoßdecke – in Revit „Kategorie“ genannt). Die einzelnen Bauteile sind diesen Klassen zugeordnet und besitzen dementsprechende Attribute und Beziehungen zu anderen Klassen. Für Revit Structure sind nur die Klassen der tragenden Bauteile relevant. Jedes Element des Tragwerksystems (Stütze, Geschoßdecke, Träger) ist durch eine Systemlinie oder -ebene definiert. Zusätzlich zu Revit Architecture können hier Knotenpunkte und Auflager definiert werden. Für die Berechnung des Tragwerks sind weiters die Lasten einzugeben und die Lastfallkombinationen zu definieren. Diese Informationen können schließlich in Dlubal exportiert werden.

Revit MEP (mechanical electrical and plumbing design), das Programm für die Gebäudetechnik, ermöglicht die dreidimensionale Darstellung von Lüftungskanälen, HLS-Bauteilen (=Heizung, Lüftung, Sanitär), Sanitär-Rohrleitungen sowie Elektrokompontenten. Die Funktionen werden durch die finnische Softwareapplikation MagiCAD ergänzt.

Seit 2013 sind diese drei verschiedenen Revit-Arten in einer Suite zusammengefasst.

### **2.3.1.2. b.i.m.m Tools**

Das Programm Revit unterstützt ein strukturiertes Arbeiten. Um die Arbeitsweise zu vereinheitlichen, wurden zahlreiche Zusatzwerkzeuge – die sogenannten „b.i.m.m-Tools“ programmiert, welche helfen, den Workflow zu optimieren. So ermöglichen die Tools beispielsweise die Strukturierung der Ebenen in Geschoße und die automatische Erstellung der notwendigen Arbeitsansichten. Es zeigte die praktische Anwendung, dass ein Building Information Model eine durchgängige Struktur der Daten erfordert (vgl. Kapitel 2.3.). Es sind daher zusätzliche Hilfsmittel BIM in der Bauausführung

tel erforderlich, um das Modell systematisch aufzubauen:

Mithilfe des sogenannten „LevelManagers“ ist es möglich, das Modell in Geschoße zu unterteilen. Revit bietet nur die Möglichkeit, einzelne Ebenen zu generieren, doch mit dieser Applikation werden die Ebenen in einem nächsten Schritt dem passenden Geschoß zugeordnet. Aufbauend auf dieser Geschoßstruktur werden dann über das „BrowserStrukturTool“ automatisch die entsprechenden Grundrisse erzeugt.

Diese zwei Tools bilden eine notwendige Basis für die b.i.m.m Arbeitsweise. Im Laufe der Zeit wurden zusätzliche hilfreiche Tools programmiert, die ein strukturiertes Arbeiten erleichtern. Hier sind vor allem das „MultipushTool“ und das „ParameterTool“ zu erwähnen; diese Applikationen helfen dabei, zusätzliche Informationen in die Bauteile zu schreiben und auszuwerten.

#### **2.3.1.3. MagiCAD**

Das finnische Softwareunternehmen Progman Oy ermöglicht mit dem Produkt MagiCAD die BIM-kompatible TGA-Planung. (vgl. [31] ) Dieses Programm ist ein Aufsatz für Revit MEP und bietet die Möglichkeit der dreidimensionalen Planung von Heizungs-, Kühlungs-, Brauch- und Abwassersystemen (HKLS), sowie Elektro- und IT-Systemen. Es wird eine Produktdatenbank zur Verfügung gestellt, in welcher Produkte unterschiedlicher Hersteller ausgewählt und platziert werden können. (vgl. [32] )

#### **2.3.1.4. Dlubal RFem**

Mithilfe einer Schnittstelle zwischen Autodesk Revit und Dlubal kann das Modell direkt in die Statik-Software Dlubal importiert werden. Im optimalen Fall muss das statische System in Dlubal nicht mehr verändert werden: Die Lasten und Lastfallkombinationen können direkt aus dem Modell übernommen werden gleichwie die Systemlinien / -ebenen, Knoten- und Auflagerdefinitionen. Von der b.i.m.m GmbH wurde weiters eine Matching-Datei (Vgl. 6) erstellt, welche die Materialien aus Revit automatisch mit jenen aus Dlubal verknüpft. In dieser Datei ist auch die jeweilige Norm hinterlegt, welche in Dlubal Anwendung finden soll. Eine einheitli-

che Namensgebung vorausgesetzt werden die Eigenschaften automatisch korrekt übernommen.

#### **2.3.1.5. RiB iTwo**

Auch zu diesem Programm existiert eine direkte Schnittstelle – das Modell wird direkt ins iTwo portiert. Dieses Produkt ermöglicht die Ausschreibung, Vergabe und Abrechnung (AVA) basierend auf einem Building Information Model. Das Aufgabenspektrum reicht von AVA über Kalkulation, Bauablaufsteuerung bis zur Baustellenkontrolle (vgl. [33]). Mithilfe dieser Software können die notwendigen Flächen und Volumina der einzelnen Bauteile aufsummiert werden, woraus anschließend das Leistungsverzeichnis erstellt wird. Als Entscheidungsbasis der Vergabe können die verschiedenen Angebote miteinander verglichen werden. Des Weiteren steht dem Benutzer der Vergleich zwischen Soll- und Ist-Kosten während der Projektabwicklung zur Verfügung, wodurch die Abrechnung unterstützt wird.

#### **2.3.1.6. Dietrich's**

Mithilfe der Software Dietrich's werden Holzbau-Details gelöst und dreidimensional dargestellt. Die Objekte können über eine direkte Schnittstelle in Revit portiert werden. Die Informationen können mithilfe dieser Software direkt an alle gängigen CNC-Maschinen<sup>2</sup> übergeben werden. (vgl. [34]) Diese Abbundanlagen fräsen die notwendigen Bauteile nach dem in Dietrich's definierten Modell.

#### **2.3.1.7. Solibri Model Checker**

Da alle Informationen aus dem Revit-Modell bezogen werden, müssen Fehler im Modell minimiert werden. Der Solibri Model Checker (vgl. [35]) zeigt überlappende Bauteile, ungewollte Öffnungen und ähnliches auf und dient somit als zusätzliche Kontrolle.

<sup>2</sup> CNC=Computerized Numerical Control

### **2.3.1.8. Citrix**

Um ein vom Arbeitsplatz unabhängiges Arbeiten zu ermöglichen, wurde ein Citrix-Server eingesetzt. Auf diesem befinden sich sämtliche Programme und Projekte, sodass ein Internetzugang für das Arbeiten am Rechner genügt. Die Lizenzen werden über einen Lizenzserver bereitgestellt.

### **2.3.2. Workflow**

Es wird aus dem vorhergehenden Abschnitt ersichtlich, dass durch die Verknüpfung der verschiedenen Programme eine durchgehende Definition von Materialien, Bauteilbezeichnungen und weiteren Parametern erforderlich ist. Daher ist es eine primäre Intention der b.i.m.m GmbH, die hierfür notwendigen Standards zu setzen. Inzwischen stehen dem Benutzer zahlreiche virtuelle Bibliotheken zur Verfügung. Darin befinden sich die Standard-Revit-Bauteile, welche um die b.i.m.m-Parameter erweitert wurden (zusätzliche Abmessungen, Zuordnungen, ...), und eigens entwickelte parametrisierte Elemente. Die verwendeten Materialien sind in den verschiedenen Bibliotheken ident, wodurch die Schnittstelle zu Dlubal gewährleistet ist. Auch die Namensgebung, bezogen auf die einzelnen Kategorien, wurde von der b.i.m.m GmbH vorab einer durchgehenden Logik folgend definiert. Um sprachliche Barrieren zu reduzieren, wird an Stelle von Worten ein numerischer Code zur Beschreibung der einzelnen Bauteile verwendet; dieselbe Nummernfolge steht für dasselbe Bauteil. Ein Schlüssel verknüpft das entsprechende Element in der jeweiligen Sprache mit den Ziffern.

Um die Zusammenarbeit mit anderen Unternehmen zu optimieren, sind einheitliche Firmenstandards notwendig. Das Austrian Standards Institute hat dieses Thema aufgegriffen und entwickelt aus diesem Grunde die Normen ÖN A6241-1 und ÖN A6241-2, in welcher eine einheitliche Namensgebung und Definition von Materialien vorgegeben wird. Die b.i.m.m GmbH ist bei der Entwicklung beteiligt und stellt das bereits gesammelte Wissen zur Verfügung. Auch BuildingSMART (vgl. Kapitel 2.1.1) zeigt großes Interesse an der durchgängigen Logik der Bauteile und steht in engem Kontakt und Informationsaustausch mit der b.i.m.m GmbH.

Neben den Bauteilen werden für das Building Information Model eine Vielzahl an weiteren Einstellungen wie Ansichten und Darstellungsdefinitionen benötigt, welche im b.i.m.m Template bereits angelegt sind.

Mithilfe dieser Grundelemente können die architektonischen Informationen in das Building Information Model implementiert werden. Die notwendigen Bauteile werden aus den Bibliotheken gewählt und im Modell platziert. Die Aufgabe des Tragwerkplaners besteht nun darin, die Bauteile in tragende und nicht tragende Elemente zu unterscheiden. Er entwickelt sein statisches System direkt im Modell, indem er die Systemebenen der einzelnen tragenden Bauteile anpasst (vgl. ). Es werden die notwendigen Lasten im Modell definiert und anschließend über die Schnittstelle in das Finite-Elemente-Programm Dlubal exportiert. Dort können die notwendigen Berechnungen durchgeführt werden.

Revit MEP bietet die Möglichkeit, Leitungsführungen dreidimensional zu modellieren. Die Erfahrung zeigte, dass zu viele Gewerke in einem Modell Konfliktpunkte mit sich bringen. Daher empfiehlt der BIM-Leitfaden für Deutschland, einzelne Fachmodelle zu generieren, die dann in regelmäßigen Abständen in eine Datei zusammengefügt werden (vgl. [17, S. 50]). Dieses allumfassende Gesamtmodell liegt für alle Beteiligten verfügbar in der „Cloud“.

Obwohl (annähernd) alle Informationen im Building Information Model vorhanden sind, können diese für die Bauausführung nicht direkt verwendet werden – die Angebote werden unverändert zufolge der Ausschreibungsunterlagen erstellt. Daher wird das Modell mithilfe der Software iTWO in die einzelnen Teilleistungen aufgespalten. Die b.i.m.m GmbH hat hier zusätzlich den Revit-Bauteilen einen Parameter zugewiesen, der eine Trennung in die einzelnen Leistungsverzeichnis-Gruppen erlaubt. Die notwendigen Mengen werden vom Programm iTWO nachvollziehbar ermittelt und der entsprechenden LBH-Nummer (Leistungsbeschreibung Hochbau) zugewiesen. An dieser Stelle tritt allerdings ein BIM-spezifisches Problem auf: In herkömmlichen Ausschreibungen dürfen die erforderlichen Massen und Oberflächen vereinfacht berechnet werden, indem beispielsweise für die

Schalung oder für Putz Aussparungsflächen kleiner 0,5 m<sup>2</sup> ignoriert werden können (= „Durchrechnung“, z.B.: ÖNorm 2211 [36, S. 14] , ÖNorm B2210 [37, S. 10] ). Im Building Information Model sind allerdings die tatsächlichen Flächen vorhanden – die Berücksichtigung aller Vereinfachungen würde einen Mehraufwand anstatt einer Zeitersparnis mit sich bringen. Daher werden von der b.i.m.m GmbH alle Mengen als „Netto-Mengen“ (vgl. Zitat – Ausschreibung des Projekts „M&S Wohnen im Grünen“) ausgeschrieben. Der Vertrag mit den einzelnen Gewerken enthält einen erweiterten Paragraphen in den allgemeinen Vertragsbedingungen, welcher auf das Building Information Model und in Folge auf die Nettomengen verweist.

Zitat – Ausschreibung des Projekts „M&S Wohnen im Grünen“:

*„Das Projekt "M&S Wohnen im Grünen" wurde als "b.i.m.m Gebäudemodell" erstellt. Es sind sämtliche relevanten Bauteile als "PROTOTYP" des Objektes modelliert ( build as built - so wie man baut ist modelliert )*

*Die Massen werden aus diesen Daten ermittelt und sind reine NETTOMENGEN.*

*Durchrechnungsmodalitäten lt. Ö-Norm werden nicht berücksichtigt, ÖNORMEN und andere Regelwerke kommen nur insoweit zur Anwendung, als sie nicht in Widerspruch zu dieser Vereinbarung stehen.*

*Es wird ausdrücklich vereinbart, dass in diesem Fall für diese Positionen die herkömmliche Bauabrechnung entfällt und entbinden sich Auftraggeber und Auftragnehmer wechselseitig von allen allfällig bestehenden Aufzeichnungspflichten. Somit entfällt beispielsweise eine Aufstellung der Baumassen auf*

*Auftragnehmerseite sowie die Kontrolle der Mengen auf Auftraggeberseite.*

*Unabhängig von dieser Vereinbarung steht es dem Auftragnehmer frei, bei Auftragsvergabe die „herkömmliche“ Abrechnungsweise schriftlich zu verlangen.*

*Der Auftraggeber setzt in diesem Fall für seine Aufwendungen pauschale Kosten von .0,5 % der Auftragssumme an.“*

Obwohl die b.i.m.m GmbH um die Vollständigkeit des Building Information Models bemüht ist, findet das Modell bei derzeitigen Projekten der b.i.m.m GmbH ab Baubeginn keine weitere Anwendung mehr. Weder im Zuge der Bauausführung noch für Abrechnungen oder Lebenszykluskosten wird das BIM herangezogen. Die Baubranche ist noch nicht bereit, den vorhandenen Datenreichtum einzusetzen.

Daher ist es notwendig, aus dem Modell die notwendigen Pläne zu generieren. Vergleichbar mit der Computertomographie wird das Modell in einzelne Schnittbilder zerlegt. Diese werden als Grundrisse und Schnitte auf den Plänen dargestellt. Im Zuge dieser Masterarbeit soll der Versuch unternommen werden, das Building Information Model auch auf der Baustelle einzusetzen.

### **2.3.3. Ceapoint Viewer**

Um das BIM in der Phase der Bauausführung nutzen zu können ist eine benutzerfreundliche Aufbereitung des Modells nötig. 2013 hat die b.i.m.m GmbH daher ihr Repertoire um die Software Ceapoint erweitert, welche in erster Linie der Visualisierung des Building Information Models dient. Mithilfe dieses Produkts soll die Möglichkeit bestehen, die relevanten Informationen direkt auf der Baustelle abrufen zu können.

Neben Ceapoint wurden inzwischen zahlreiche Programme entwickelt, welche der Visualisierung von dreidimensionalen Objekten dienen. So genügt beispielsweise bereits ein Acrobat Reader, um ein 3-D-PDF darzustellen (vgl. [38]). Schnitte, „Walk-Through“ und Ansichten sind inzwischen Standard. Spezielle Zusatzprodukte wie DEEPINTERFACE (vgl. [38]) ermöglichen das Ergänzen von weiteren Informationen direkt im 3-D-Modell. Daher stellt sich die Frage – wodurch zeichnet sich das Produkt „Ceapoint desite MD“ („MD“ = „Manage Data“) aus?

Der ausschlaggebende Grund für diese Wahl stellt die leistungsstarke Schnittstelle dar. Zwar bieten inzwischen viele Visualisierungsprogramme die direkte Datenübertragung von Revit in den Viewer an, doch nur Ceapoint offeriert die Möglichkeit, Informationen auch wieder in das ursprüngliche Modell zu schreiben. Die Anforderungen an die Schnittstelle entstanden in enger Zusammenarbeit mit der b.i.m.m GmbH. Daraus resultieren neue Optionen: Direkt auf der Baustelle können mithilfe des Ceapoint-Viewers Informationen dokumentiert werden und dann über die entsprechende Schnittstelle wieder in das Gesamtmodell eingefügt werden. Mithilfe des Viewers können neue bauteilbezogene Parameter generiert und

so zusätzliche Details angegeben werden. Die b.i.m.m GmbH sieht dies als die einzig effiziente Möglichkeit der Datensicherung und Datenkonstanz (vgl. [15] ).

Neben diesem ausschlaggebenden Kriterium offeriert Ceapoint eine breite Palette an Bearbeitungswerkzeugen, auch benutzerspezifische Zusatzprogrammierungen können implementiert werden. Da dieses Produkt Grundlage für die Masterarbeit ist, soll nun Ceapoint vorgestellt werden.

### Ceapoint

Das Produkt Ceapoint desite MD wird von der Firma Ceapoint aec technologies GmbH vertrieben, welche 2010 von Dr.-Ing. Jochen Hanff in Essen gegründet wurde (vgl. [39] ). Der Aufgabenbereich des Unternehmens liegt in der Weiterentwicklung der Software und im Consulting für modellorientiertes Arbeiten mithilfe eines Building Information Models. Ceapoint ist eine Datenbank, in welche Informationen verschiedener Programme kombiniert werden können. Eine direkte Schnittstelle ermöglicht die Datenübertragung aus Autodesk Revit inklusive aller zusätzlich definierten Parameter. Da wie bereits beschrieben ein Building Information Model aus einer Vielzahl an einzelnen Fachmodellen besteht, können diese mit Hilfe der Software zusammengefügt werden. Des Weiteren können auch verschiedene Versionen desselben Modells geladen werden. Mithilfe der Versionsprüfung wird festgestellt, welche Änderungen vorliegen.

Neben Revit werden auch Daten aus den Ablaufplanungsprogramm MS Project und aus MS Access-Datenbanken eingelesen. Des Weiteren können Laser-Scan-Daten und DWG-Formate mit dem Modell verknüpft werden. Ceapoint ermöglicht also eine direkte Schnittstelle zu einer breiten Vielzahl an Programmen.

Die Grundfunktionen der Software dienen einer optimalen Visualisierung. Neben Funktionen für „Walk-Through“, Zoom und Orbit können die einzelnen Bauteile nach Bedarf aus- und eingeblendet werden. Auch die Darstellung des Modells kann variiert werden. Mithilfe von Lichtquellen können Effekte hinzugefügt oder Materialien dargestellt werden.



Das Programm ermöglicht es, Abmessungen direkt aus dem Modell zu messen (Bemaßungen werden nicht dargestellt). Jede Bauteilselektion kann in „Containern“ gespeichert werden. Diese Behälter offerieren die Möglichkeit, eine Auswahl an Elementen zu speichern und zu einem späteren Zeitpunkt wieder abzurufen. Filter, welche auf jeden einzelnen Parameter zugreifen können, optimieren diese Funktion.

Da ein Building Information Model über eine große Bandbreite an Parametern verfügt, ist eine benutzerfreundliche Strukturierung ein wichtiges Thema. Ceapoint hat hier unterschiedliche Möglichkeiten implementiert, wie die Informationen des Projekts oder der einzelnen Bauteile dargestellt werden sollen. Auch eine Reduzierung der Informationen stellt kein Problem dar. Eine große Stärke des Programms liegt vor allem darin, dass die Parameter von Revit direkt in Ceapoint übernommen werden und hier bearbeitet werden können. Es können neue Parameter generiert und wieder in Revit importiert werden.

Über die Verknüpfung des Modells mit Terminplänen können Ablaufbalken in Ceapoint dargestellt und – einzeln oder über entsprechende Regeln – den Bauteilen zugewiesen werden. Dadurch sind Ablaufsimulationen möglich. Die Anzahl der Terminpläne ist nicht beschränkt, wodurch Varianten von Abläufen verglichen werden können.

Abhängig von den Terminen des Ablaufplanes können Diagramme automatisch erstellt werden. Der Parameter der y-Achse kann hierfür frei gewählt werden (Betonvolumen, Schalfläche, ...), die Werte der x-Achse werden durch den Terminplan vorgegeben. Der gewünschte Parameter wird in Abhängigkeit von der Zeit dargestellt.

Der Ceapoint Viewer ermöglicht des Weiteren bauteilunabhängiges Arbeiten. Es können sogenannte „Notizen“ in der Datei gespeichert werden. Will man innerhalb des Textes auf bestimmte Bauteile verweisen, ist dies über „Ansichtspunkte“ möglich: Die konkreten Ansichten werden abgespeichert und dann mit den Notizen verknüpft.

## 2.4. Projekt „Wohnen im Grünen“

Im Zuge der Masterarbeit wird das Projekt „Wohnen im Grünen“ begleitet und analysiert, wie das Building Information Model dieses Bauwerks in der Bauausführung angewandt werden kann.

### 2.4.1. Allgemeines

Das Projekt „Wohnen im Grünen“ umfasst ein Mehrfamilienhaus mit 5 Wohneinheiten und 7 überdachten Autostellplätzen. Es ist in Kirchbichl am Ende der Schießstandstraße situiert, in unmittelbarer Nähe des Dorfbentrums (Abb. 7).



Abb. 7: Grundstück GP.697/5, KG Kirchbichl [40]

Das Projekt wird vom Bauträger M&S Wohnbau GmbH finanziert, welcher das Unternehmen AGA-BAU Planungs GmbH mit der Planung und Statik betraute. Das

Gebäude wurde als Building Information Model virtuell erstellt, wobei die b.i.m.m GmbH mit der Betreuung des Modells beschäftigt war.

Das Gebäude besteht aus 3 oberirdischen Geschoßen und einem unterirdischen Geschoß (vgl. Abb. 9). Im Keller befinden sich 5 Kellerabteile für die jeweiligen Wohnungen sowie ein Technikraum, ein Pellets-Lagerraum, ein Elektrotechnikraum und ein Trockenraum. Im Erdgeschoß befinden sich 2 abgeschlossene Wohneinheiten mit 95,56 m<sup>2</sup> und 79,85 m<sup>2</sup>, des Weiteren der Zugang zum Wohnhaus, die überdachten Abstellplätze und der Garten. Im ersten Obergeschoß entstehen 2 Wohnungen mit 94,19 m<sup>2</sup> und 79,6 m<sup>2</sup> mit 2 getrennten Balkonen. Im zweiten Geschoß befindet sich die 5. Wohnung mit 107,45 m<sup>2</sup> und ein Balkon. Die Vertikalerschließung erfolgt über ein Treppenhaus und eine Liftanlage.

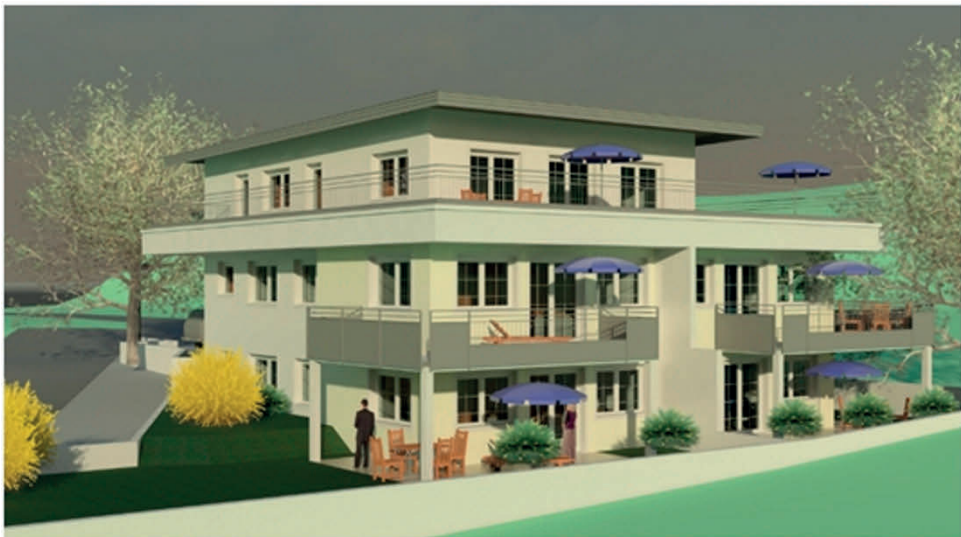


Abb. 8: Projekt „Wohnen im Grünen“ – Ansicht [18]

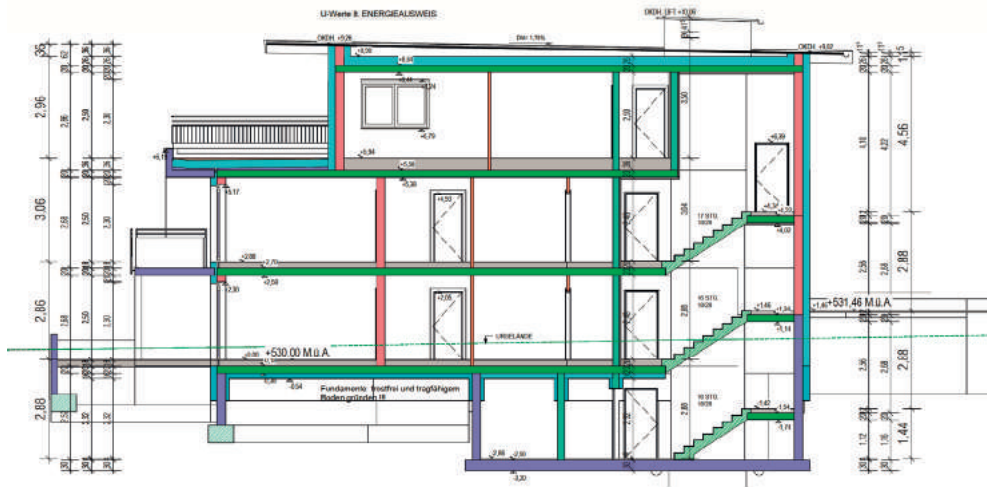


Abb. 9: Projekt „Wohnen im Grünen“ – Schnitt [18]



### **2.4.2. Projektentwicklung**

Das Projekt wurde bereits in der Entwurfsphase von der Firma AGA-BAU Planungs GmbH als Building Information Model erstellt, jedoch wurde aufgrund der zu erwartenden Änderungswünsche die Detailtiefe anfangs gering gehalten. Zahlreiche Dialoge mit dem Bauträger M&S Wohnbau GmbH führten schließlich zur gewünschten Gestaltung und Funktion des Gebäudes. Die Detailschärfe des Building Information Models wurde kontinuierlich erhöht. Dasselbe Modell wurde ausgehend von der Entwurfsplanung über die Einreichung bis zur Ausführung fortlaufend um die notwendigen Informationen erweitert. Direkt aus dem Modell wurden die notwendigen Unterlagen für die Einreichung des Gebäudes erstellt, der Baubescheid erfolgte am 23.08.2012.

Wie in Kapitel 2.3.2 beschrieben erfolgte die weitere Planung und statische Berechnung mithilfe des Building Information Models. Die Ausschreibungsunterlagen wurden mit der Software iTWO erstellt. Dabei wurden sämtliche Massen direkt aus dem Modell als Netto-Wert ausgeschrieben. Im Zuge der Einzelvergabe erhielt die Firma Buchauer und Strasser Bauunternehmung GmbH (Bauunternehmen mit Sitz in Wörgl) den Auftrag für die Baumeisterarbeiten, die Vergabe an die weiteren Gewerke erfolgte fortlaufend während der Bauausführung.

Im Zuge des Verkaufs der Wohnungen wurden weitere Änderungen in das Modell eingebaut. Ende August 2013 wurde die letzte Wohnung verkauft, wodurch keine weiteren Abweichungen zur Planung zu erwarten waren. Für eine optimale Koordinierung der Baustellenprozesse wurde ein Terminplan erstellt und der Baubeginn mit 05.8.2013 fixiert.

### **2.4.3. Baustellensituation**

Aufgrund firmeninterner Umstrukturierungen waren auf Bauherrnseite 2 Bauleiterinnen mit der Betreuung der Baustelle beschäftigt: Während DI(FH) Priska L. von der Firma M&S Wohnbau mit der Vergabe der Unternehmen und der Bauabwicklung betraut war, umfasste der Aufgabenbereich von DI Bmstr. Tamara G. der Firma AGA-BAU die technischen Aspekte des Bauleiters. (vgl. [08] ) Die Baufirma

Buchauer und Strasser Bauunternehmung GmbH stellte den Bauleiter Bmstr. Anton D. zur Seite.

#### 2.4.4. Datentransfer und Cloud

Um eine gute Zusammenarbeit zu fördern und den Datenaustausch zu erleichtern wurden drei verschiedene Ordner auf einer Cloud eingerichtet: Das erste Verzeichnis (1) beinhaltet die firmeninternen Daten der Firma AGA-BAU Planungs GmbH. Darin befinden sich das Building Information Model, Detaillösungen und sonstige allgemeine Informationen zu dem Projekt. Auf den zweiten Ordner (2) haben sowohl der Bauträger als auch AGA-BAU Zugriffsrechte. Dieses Verzeichnis dient dem Datenaustausch zwischen den beiden Bauleiterinnen – hier sind die Ausschreibungen und Vergaben gespeichert. Der dritte Ordner (3) soll auch den ausführenden Firmen zur Verfügung stehen, im konkreten Falle der Buchauer und Strasser Bauunternehmung GmbH.

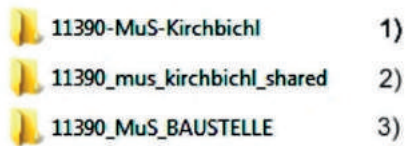


Abb. 11: verschiedene Ordner in der Cloud



Abb. 12: Ordnerstruktur für die Baustelle

Das Verzeichnis beinhaltet die fortlaufende Fotodokumentation aller Beteiligten sowie sämtliche Pläne des Projekts (Bewehrungspläne, Polierpläne, Einreichpläne, Verkaufspläne). Auch der Baubescheid und das Bodengutachten stehen den Projektbeteiligten zur Verfügung. In diesem Ordner befindet sich auch das Ceapoint-Modell.

Ungeachtet dieser sorgfältigen Vorbereitung durch das Building Information Model traten im Zuge der Baustelle unvorhersehbare Ereignisse auf. Als erster Punkt ist dabei der Baugrund zu erwähnen, welcher von unerwartet schlechter Qualität war. Des Weiteren verlief durch das Grundstück ein Kanal, welcher erst durch den Baugrubenaushub entdeckt wurde. Beide Punkte brachten Mehrkosten mit sich. Der zeitliche Ablauf der Baustelle ging auch aufgrund von Verzögerungen im Vergabeprozess langsamer als geplant vonstatten.





### 3. Forschungsfrage und Hypothese

In Kapitel 2 wurden die Definition von BIM und der aktuelle Stand der Technik beschrieben. Im Planungsprozess findet das BIM bereits Anwendung, allerdings scheitert derzeit die vollständige Informationsweitergabe von der Planung auf die Baustelle. Diese Masterarbeit versucht, die „Kluft“ des Datentransfers zu schließen.

Daraus ergibt sich folgende Forschungsfrage:

*Wie kann das Building Information Model in der Phase der Bauausführung zur Steigerung der Effizienz genutzt werden?*

Durch die zweckmäßige Aufbereitung des Building Information Models und der Digitalisierung der Bautagesberichte wird eine fortlaufende Baufortschrittsdokumentation gewährleistet. Dadurch können die Potenziale des BIM voll ausgeschöpft werden.

#### 3.1. Potenziale von BIM in der Bauausführung

In der Phase der Rohbau-Bauausführung ist großes Potenzial vorhanden, Vorgänge durch das BIM zu optimieren. Da die herkömmlichen Arbeitsschritte wie Schalungs-, Betonier- und Maurerarbeiten unabhängig von der Art der Planung sind, ist das Hauptaugenmerk vor allem auf die Arbeit des Baustellenführungspersonals (Polier, Bauleiter) zu legen.

Abb. 13 zeigt übersichtlich, welche Faktoren durch ein Building Information Model beeinflusst werden können: Als erster Punkt ist der Bautagesbericht angeführt. Herkömmlich wird dieser täglich handschriftlich verfasst und so der Bauablauf dokumentiert. Hat der Polier jedoch die notwendige technische Ausstattung, ist eine Digitalisierung der Dokumente möglich. Daraus resultieren Vorteile wie problemlose Vervielfältigung, automatisierbare Verteilung und automatische Archivierung.

Des Weiteren können sämtliche Informationen über die benötigten Materialien direkt aus dem Building Information Model gezogen werden – darin ist das notwendige Material exakt definiert. Da sämtliche Daten dreidimensional vorhanden sind, kann die Berechnung des Materialbedarfs automatisiert erfolgen. Mithilfe von Filtern können die gewünschten Bauteile im Modell selektiert werden und das Gesamtvolumen dieser berechnet werden.

Eine weitere hilfreiche Funktion des Modells stellt die optimale Visualisierung dar. Einerseits müssen bereits in der Planungsphase die Details dreidimensional gelöst werden, wodurch eine exakte Planung notwendig ist. Andererseits können aufwändige Konstruktionen neben Schnitt und Grundriss auch im Modell dargestellt werden. So kann Missverständnissen vorgebeugt werden.

Das BIM birgt weiteres Potenzial in der Baustellenkontrolle. Da im Bauzeitplan der Soll-Zustand der Baustelle klar definiert ist, kann über das Modell ein kontinuierlicher Soll-Ist-Vergleich stattfinden. Die Voraussetzung hierfür ist ein 4-D-Modell inklusive des Parameters Zeit.

Die Änderungsverfolgung im Laufe des Projekts ist ein Thema von großer Relevanz. Veraltete Planstände können zu Verwirrung und fehlerhaftem Bauen führen. Mithilfe des BIM sollen die Daten automatisch aktuell gehalten werden. Auf der anderen Seite soll die Archivierung der Änderungsstände problemlos möglich sein.

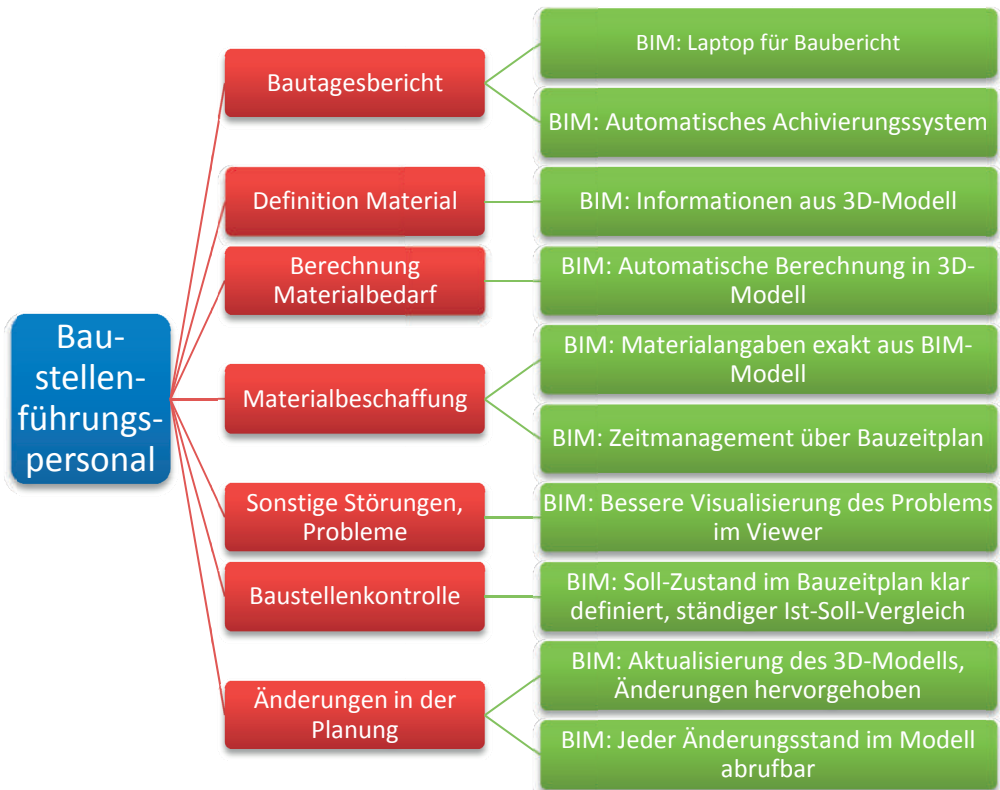


Abb. 13: Potenziale von BIM in der Bauausführung

Durch die Bereitstellung der Daten des Building Information Models auf der Baustelle soll es möglich sein, die zuvor beschriebenen Potenziale auszuschöpfen. Es soll ergründet werden, welche Informationen aus dem Modell benötigt werden und wie diese aufbereitet werden müssen. Im Zuge dessen soll beschrieben werden, welche Schritte sowohl am Modell als auch auf der Baustelle notwendig sind. Das Ergebnis umfasst die Beschreibung der notwendigen Ausstattung des Personals als auch die Handlungsempfehlungen, wie das BIM effizient eingesetzt werden kann.

Ein Hauptaugenmerk wird auf die Erstellung der Bautagesberichte gelegt, da hier ein großes Potenzial an Effizienzsteigerung zu finden ist. Ist die Automatisierung dieses Schrittes und die Verknüpfung der Daten mit dem Modell möglich, können aus der fortlaufenden Ist-Dokumentation in Folge Bauzeitpläne generiert werden und der Ist-Stand mit dem Soll-Stand kontinuierlich verglichen werden. Des Weiteren sollen durch die digitalisierte Erstellung der Baufortschrittsdokumentation Vorbehalte des Baustellenführungspersonals abgebaut werden.

Es stellt sich nun die Frage, welche wissenschaftliche Methode das Potenzial vom BIM in der Bauausführung bestmöglich erfasst. Abb. 14 zeigt die Problematik dieses Themas: Nur eine begrenzte Anzahl von Einflüssen wie beispielsweise Zeiterparnis lässt sich quantitativ messen, ein Großteil der Änderungen befindet sich gleich einem Eisberg „unter der Wasseroberfläche“ und ist nicht in Zahlen greifbar. Zwar erkennt man den Nutzen des Building Information Models, aber das Ergebnis lässt sich nicht numerisch ausdrücken. Wie die Grafik, zeigt können auch Abweichungen auftreten, die nicht unmittelbar mit dem BIM im Zusammenhang stehen und daher nicht klar zuordenbar ist. Der Nutzen liegt unter der Sichtlinie und ist durch zahlreiche Interaktionen im Baustellenprozess verschleiert.

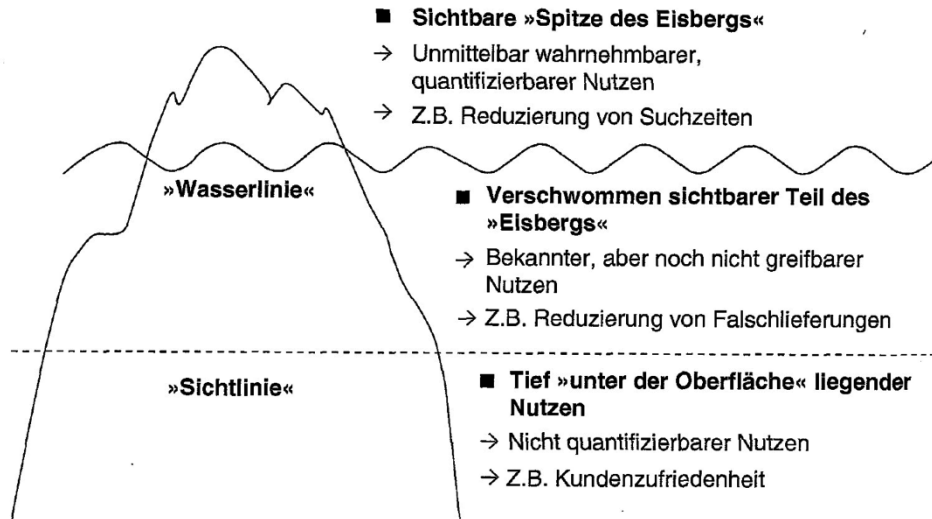


Abb. 14: Qualitative und quantitative Effekte [42, S. 284]

Zur Bestätigung der Hypothese wird eine empirische Untersuchung durchgeführt. Unter Empirie wird die wissenschaftliche Methodik verstanden, in welcher die theoretischen Aussagen durch Befragung, Beobachtung und Messung überprüft werden. (vgl. [43] ) Für die genaue Untersuchung der Einflüsse ist das Potenzial vom BIM in direkt und nicht direkt quantifizierbare Effekte zu differenzieren.

Als direkt quantifizierbare Parameter werden jene Eigenschaften bezeichnet, welche durch Messungen und spezifische mathematische Zusammenhänge erfasst werden können. Als numerischer Parameter spielt hier der Faktor Zeit eine maßgebende Rolle. Mithilfe der genauen Definition von Beginn und Ende lässt sich die Dauer jedes Vorgangs erfassen. Der Parameter wird in Anlehnung an die REFA-Zeitstudie ermittelt.

Um dieser Systematik zu genügen, sind die verschiedenen Tätigkeiten des Baustellenführungspersonals in einzelne Arbeitsschritte zu kategorisieren. Anschließend ist für jeden Arbeitsschritt ein Formblatt vorzubereiten. Auf der Baustelle wird

dann die aufgenommene Dauer je Schritt eingetragen. Dabei ist besonderes Augenmerk auf die Fragestellung zu legen, welche Arbeitsschritte direkt durch das BIM beeinflusst werden und welche Auswirkungen dies auf die Arbeitszeit hat. Als Referenzwert dienen Erfahrungswerte aus der Praxis bei herkömmlich abgewickelten Projekten. Es muss genau protokolliert werden, in welcher Weise das BIM den Arbeitsschritt verändert, um die Einflüsse herauszufiltern.

Während die Erfassung der numerischen Daten problemlos durchgeführt werden kann, muss für die qualitativen Änderungen eine entsprechende Methodik gewählt werden. Nicht quantifizierbare Parameter zeichnen sich durch die Eigenschaft aus, dass die Auswirkungen nicht durch verbreitete Messmethoden erfasst werden können. Hier kann als Beispiel die verbesserte Qualität der Pläne durch das BIM herangezogen werden. Die Änderung durch das BIM ist ein subjektives Empfinden und lässt sich nur ansatzweise quantitativ beschreiben. Daher muss eine alternative Methode zur Erfassung der nicht direkt quantifizierbaren Parameter gefunden werden.

Es zeigt sich die Form des halbstrukturierten Interviews zur Beschreibung qualitativer Parameter als nützlich. (vgl.[46] ) Da vor allem das Baustellenführungspersonal durch die Änderungen betroffen sein wird, ist ein intensiver Dialog mit den Beteiligten notwendig. Um die Informationen unterhalb der „Wasserlinie“ (vgl. Abb. 14) zu erfassen, ist eine vorab definierte Struktur des Interviews notwendig, mit dem Ziel, den Interviewpartner auf das Thema BIM hinzuführen und zu sensibilisieren. Da aber auch Informationen unterhalb der „Sichtlinie“ (vgl. Abb. 14) von großem Interesse sind, ist ein flexibler Umgang und das Aufgreifen von alternativen Themen notwendig. Daher soll mithilfe des halbstrukturierten Interviews die empirische Untersuchung der qualitativen Einflüsse eines BIM durchgeführt werden.

Die folgenden Projektbeteiligten werden um ein Gespräch gebeten:

- Dipl.-Ing.(FH) Priska L., kaufmännische Bauleiterin (AG)  
M&S Wohnbau GmbH

- Bmstr. Ing. Anton D., Bauleiter (AN)  
Buchauer und Strasser Bauunternehmung GmbH
- Bmstr. Dipl.Ing Tamara G., technische Bauleiterin (AG)  
AGA-BAU PlanungsGmbH
- Bmstr. EUR Ing. Anton G., Planer und Statiker  
AGA-BAU PlanungsGmbH

Des Weiteren soll ein Meeting dieser Personen stattfinden, in welchem das Thema BIM ausführlich besprochen wird. Dadurch soll die Möglichkeit gegeben sein, dass sich Gespräche unbeeinflusst entwickeln und so neue Erkenntnisse gewonnen werden.

Die Auswertung der Interviews erfolgt mittels Transkription (vgl. 9. Anhang). Die unterschiedlichen Themenbereiche werden anschließend herausgefiltert und analysiert.





## 4. Empirische Untersuchung

Für die Durchführung der empirischen Untersuchung war in einem ersten Schritt notwendig, die Informationen des Building Information Modells anwenderfreundlich zur Verfügung zu stellen. Wie bereits in Kapitel 2.3.3 beschrieben ermöglicht der Ceapoint Viewer eine ideale Darstellung des Modells und findet daher Anwendung. Für eine optimale Nutzung auf der Baustelle waren jedoch zusätzlich zu den Planungsinformationen noch weitere Daten notwendig.

### 4.1. Vorbereitung des Revit-Modells

Die Modellieretechnik änderte sich durch die Weiterführung des Modells auf der Baustelle nicht. Der BIM-Konstrukteur Anton G. vertritt die Devise „Build as to be built“ – das Modell wird virtuell wie die Realität erstellt (vgl. Kapitel 9.4). Dazu zählen unter anderem auch sämtliche Fugenbänder; für die Statik müssen diese vorab definiert werden, dadurch sind die Bauteile für die Phase der Bauausführung bereits in Betonierabschnitte unterteilt. Demzufolge sind keine weiteren Änderungen im Modell notwendig.

Für die in Kapitel 5 vorgestellte Applikation ist es notwendig, den Bauteilen die Information über das aktuelle Projekt zuzuweisen. Jedes Element des Modells enthält in dem Parameter „000\_080\_005\_Projekt“<sup>3</sup> die Information über den aktuellen Projektnamen.

Um die während der Bauausführung gewonnenen Informationen in das Building Information Model zu integrieren, wurden die Bauteile mit folgenden zusätzlichen Parametern versehen:

- Beginn planmäßig (000\_090\_210\_Beginn\_planmaessig)
- Ende planmäßig (000\_090\_220\_Ende\_planmaessig)

<sup>3</sup> Die Namengebung der Parameter basiert auf einem eindeutigen 9-stelligen Code.

- Dauer planmäßig (000\_090\_230\_Dauer\_planmaessig)
- Fertigstellungsmeldung(000\_090\_240\_Fertigungsmeldung)
- Beginn Baustelle (000\_090\_310\_Beginn\_Baustelle)
- Ende Baustelle (000\_090\_320\_Ende\_Baustelle)
- Dauer Baustelle (000\_090\_330\_Dauer\_gesamt\_ISTWERT)
- Preis Abrechnungsfläche (000\_090\_050\_120\_Preis  
Abrechnungsfläche)
- Preis Abrechnungsvolumen (000\_090\_050\_130\_Preis  
Abrechnungsvolumen)
- Preis Stückkosten (000\_090\_050\_148\_Preis Stückkosten)

Damit wurde die Möglichkeit geschaffen, die Faktoren Kosten und Zeit auf die Bauteile zu beziehen. Die Aufgabe bestand nun darin, die notwendigen Daten zuzuweisen.

#### Faktor Zeit – Soll

Für die Ermittlung der Soll-Termine wurde ein Ablaufplan erstellt. Dafür wurde der Baustellenverlauf in einzelne Prozesse untergliedert und zueinander in Abhängigkeit gesetzt (z.B.: Schalen => Bewehren => Betonieren). Es ergab sich daraus jedoch die Problematik, dass unterschiedliche Abläufe dasselbe Bauteil betreffen und daher die Generierung elementbezogener Zeitbedarfswerte einen enormen Mehraufwand mit sich bringen würde. Des Weiteren wurde erst auf der Baustelle die genaue Betonierreihenfolge festgelegt. Daher entschloss man sich, den planmäßigen Anfangs- und Endtermin des Bauteils geschoßweise zu definieren. Es wurde also ein Rahmen festgelegt, in welchem sämtliche Bauteile eines Geschoßes erstellt werden sollten.

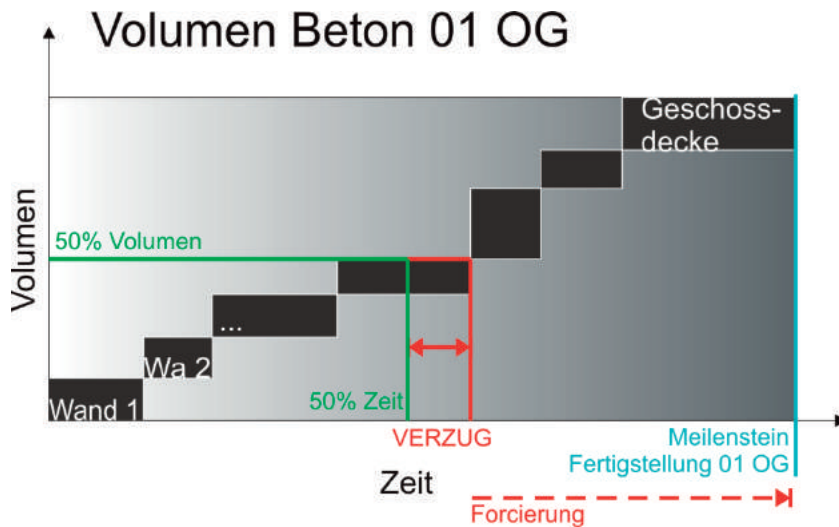


Abb. 15: Geschosswise Definition von Beginn und Ende

Der Ablaufplan wurde folglich nach Gewerk und Geschos unterteilt und die jeweiligen Zeitbedarfswerte ermittelt. Dabei wurde auf die unternehmensinternen Kennwerte der Planungs- und Baufirma zurückgegriffen.

#### Faktor Zeit – Ist

Die fortlaufende Ermittlung der Ist-Termine stellte eine große Herausforderung dar. Im Zuge der Masterarbeit wurde mithilfe der Applikation „BIM-BauDoku“ für das Programm Ceapoint die automatische Generierung der Ist-Daten auf Grundlage des Bautagesberichts ermöglicht. (vgl. Kapitel 5).

#### Faktor Preis

Die bauteilbezogenen Kosten wurden aufbauend auf das Angebot der ausführenden Firma Buchauer und Strasser Bauunternehmung GmbH ermittelt. Hier waren bereits die Preise bezogen auf die jeweilige Einheit definiert. Die notwendigen Informationen wurden von dem Angebot direkt in den entsprechenden Parameter der einzelnen Bauteile geschrieben. Um den Aufwand gering zu halten, wurden Leistungen desselben Bauteils zu einem Preis zusammengefasst. Weiters wurden

die Baustellengemeinkosten (BGK) auf die einzelnen Bauteile umgelegt, indem der Gesamtwert BGK durch die Baumasse dividiert wurde und mit einem errechneten Prozentsatz von 10% berücksichtigt wurde.

Beispiel – Betonwand C25/30, Dicke = 20 cm

		Faktor	Dicke	Menge	Preis	Preis [€/m <sup>2</sup> ]
Beton	1m <sup>2</sup>		0,2m	0,2 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>	112,35 €/m <sup>3</sup>	22,47
Schalung	1m <sup>2</sup>	* 2,05 <sup>4</sup>		2,05 m <sup>2</sup>	24,51€/m <sup>2</sup>	50,25
Bewehrung	1 m <sup>2</sup>			20 kg/m <sup>2</sup> <sup>5</sup>	1,13 €/kg	22,6
					Zw.Summe	95,32
BGK					10%	9,52
					Summe	104,85

Tabelle 1: Ermittlung „Preis Abrechnungsfläche“

Der so errechnete Wert wurde in diesem konkreten Fall dem Parameter „Preis Abrechnungsfläche“ zugewiesen. Über automatische Multiplikation der Fläche mit diesem Wert wurde der Parameter „Stückpreis“ ermittelt.

<sup>4</sup> Der Wert 2,05 errechnet sich aus 2 Seiten Schalung je Quadratmeter Wand und einem zusätzlichen Toleranzspielraum von 0,05 m<sup>2</sup> für den Schalungsüberstand.

<sup>5</sup> Der Wert 20 kg Bewehrung je 1 m<sup>2</sup> Wand beruhen auf firmeninternen Kalkulationskennwerten.

## 4.2. Einrichten von Ceapoint

Das Programm Ceapoint ist eine sehr leistungsfähige Software zur Visualisierung eines Building Information Models, welche eine Vielzahl an Vordefinitionen und Einstellungen ermöglicht.

### 4.2.1. Importierte Bauteile und Darstellung

In einem ersten Schritt wurde das Revit-Modell in Ceapoint importiert; Personenaufzug und Treppenhaus waren als separate Datei erstellt worden und wurden nun ebenfalls lagerichtig platziert. Da das Modell bis ins kleinste Detail modelliert war, diese Detailtiefe jedoch zu Beginn der Baustelle noch nicht benötigt wurde, beschränkte man sich beim Import auf den „Rohbau“: Nur jene Elemente, welche die ausführende Firma Buchauer und Strasser Bauunternehmung GmbH erstellen würde, wurden aus Revit exportiert:

- Thermokorb
- Bewehrung
- Geschoßdecken
- Fundamente
- Skelettbau (= Träger, Unter- bzw. Oberzug)
- Tragwerksstützen
- Wände

Der Fußbodenaufbau, Einrichtungsgegenstände und weitere Kategorien wurden nicht dargestellt, womit der Informationsgehalt in Ceapoint auf das Wesentliche reduziert werden konnte.

Für eine bessere Visualisierung des Modells in Ceapoint wurden die einzelnen Materialien farblich differenziert. Die Voraussetzung für die gewünschte Optik ist durch den Revit-Parameter „Material Kategorie“ geschaffen, in welchem die notwendige Information gespeichert ist. Über eine Tabelle wird jedem Stoff eine Farbe zugewiesen und das Farbschema auf die Ansicht angewandt (vgl. Abb. 16).

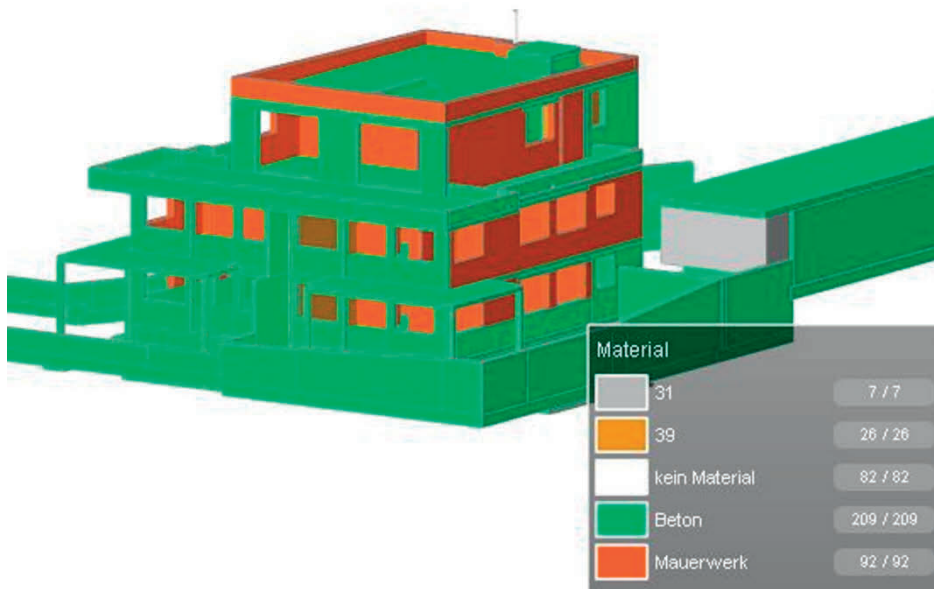


Abb. 16: Farbschema zur besseren Visualisierung [39]

Eine weitere Notwendigkeit wurde in der benutzerfreundlichen Zugänglichkeit weiterer Parameter gesehen. So sah man es als unzumutbar für das Baustellenführungspersonal, die lange Liste an vorhandenen Eigenschaften pro Element zu durchsuchen. Daher wurde im Zuge einer zusätzlichen Programmierung eine „Infobox“ pro Bauteil implementiert:



Abb. 17: Zusätzliche Infobox pro Bauteil [39]

Mit einem Klick können die wichtigsten Informationen (vgl. Abb. 17: Geschoß, Volumen, Fläche, Umfang) des gewählten Bauteils abgerufen werden. Die Daten werden direkt aus den Parametern des Bauteils gelesen, welche im Programm Revit berechnet wurden. Weiters wurde die automatische Verknüpfung mit den Bewehrungsplänen programmiert. Diese sind im Modell hinterlegt und werden mit Klick auf den verweisenden Link „Statikplan“ geöffnet. Dabei ist anzumerken, dass je Bauteil nur der eine entsprechende Bewehrungsplan aufgerufen werden kann, auf welchem das gewählte Element dargestellt ist. So kann die Informationsflut gut beherrscht und eine benutzerfreundliche Handhabung gewährleistet werden.

Weitere Informationen sind im Namen des Objektes enthalten (vgl. Abb. 17). Zu diesem Zwecke wurde für das Baustellenführungspersonal eine Liste erstellt, in welchem die wichtigsten Abkürzungen zum besseren Verständnis aufgelistet waren.

z.B.:



054\_GT\_A\_STBD\_0000bis0100\_C2530\_B2\_Gefaellebeton\_mitbetoniert

bedeutet:

054 ... Kategorie des Bauteils als Nummer (Geschoßdecke)

GT ... Abkürzung Typ des Bauteils (Geschoßdecke Tragend)

0000-0100 ... Dicke – hier: 0,00-0,10m

C2530 ... Betongüte C25/30

B2 ... zusätzliche Information zur Betongüte (B2 = WU-Beton)

Gefällebeton mitbetoniert ... zusätzliche Informationen [47]

#### **4.2.2. Bauteilselektion**

Im Zuge der Bauausführung stellte man fest, dass trotz der dreidimensionalen Darstellung die notwendigen Bauteile ohne eine ausreichende Computerpraxis schwer auffindbar waren. Zwar bietet die Software Ceapoint die Möglichkeit, mit einer Taste die selektierten Bauteile ein- und wieder auszublenden (+/-), jedoch wollte man dem Baustellenführungspersonal die Suche erleichtern. Aus diesem Grunde wurden mithilfe der „Notizen“ die Ansichten mit den notwendigen Bauteilen abgespeichert.

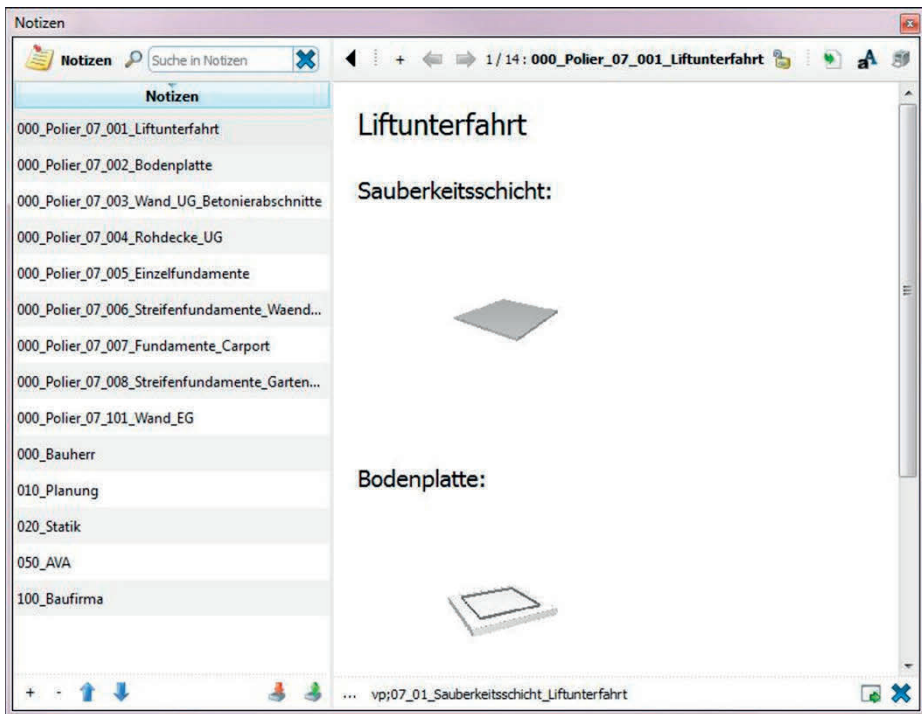


Abb. 18: vorbereitete Ansichtspunkte, abgespeichert in den „Notizen“ [39]

Der Prozess erfolgte in enger Zusammenarbeit mit dem Polier. Dieser gab bekannt, welche Bauteile er für die nächste Zeitspanne benötigte. Darauf aufbauend wurden von der technischen Bauleiterin (AG) und der Autorin mit der Funktion „Ansichtspunkte“ die Ansichten mit den entsprechenden Objekten abgespeichert. Nun wurden diese in die Notizen eingefügt und beschriftet. Der Polier konnte dadurch mit einem Klick die notwendigen Bauteile finden und die Informationen abrufen.

Das Programm Ceapoint bietet auch eine alternative Möglichkeit, eine Auswahl an Elementen abzuspeichern. Mithilfe von sogenannten „Containern“ werden die selektierten Objekte gesichert und können zu einem späteren Zeitpunkt wieder abgerufen werden. Allerdings benötigt diese Arbeitsweise gute Grundkenntnisse

im Umgang mit dem Programm, wodurch sich der Workflow mit Ansichtspunkten durchgesetzt hat.

### 4.2.3. Bauteilauswertung und Leistungsmeldung

Für eine optimale Nutzung der Software Ceapoint wurde im Zuge der Masterarbeit eine zusätzliche Programmerweiterung von der b.i.m.m GmbH zur Verfügung gestellt. Die eigens entwickelte Applikation bietet die Möglichkeit zur genauen Bauteilauswertung und Leistungsmeldung, sortiert nach LBH-Kriterien (vgl. Abb. 19). Für die Anpassung der Applikation an „Wohnen im Grünen“ war es notwendig, entsprechende projektspezifische Parameter aus Revit in der Programmierung zu berücksichtigen.

The image shows three stacked panels from a software interface:

- Bauteile filtern** (Filter parts): A panel with a search icon and the title. It contains two dropdown menus: 'Geschoss' (Floor) set to 'EG' and 'Gewerk' (Trade) set to '01 - Gerüstarbeiten'. To the right are three buttons: 'Alle Objekte zeigen' (Show all objects), 'Zeige Objekte' (Show objects), and 'Gewerk filtern' (Filter trade).
- Bauteile auswerten** (Evaluate parts): A panel with a pie chart icon and the title. Below the title is the text 'Selektierte Elemente' (Selected elements). Below that is a table with six columns: 'Bauteil', 'Länge', 'Breite', 'Höhe', 'Volumen', and 'Fläche'.
- Leistungsmeldung** (Performance report): A panel with a document icon and the title. It contains a table with four columns: 'Gewerk', 'Beginn', 'Ende', and 'freigegeben'. Each column has a dropdown menu and a text input field. The 'Beginn', 'Ende', and 'freigegeben' fields contain '###'.
- Bemerkung** (Remark): A panel with a speech bubble icon and the title. It contains a text input field with '###'.

Abb. 19: Benutzeroberfläche für Bauteilauswertung und Leistungsmeldung

Diese Applikation stellt eine gute Ergänzung für das Baustellenführungspersonal dar. Im ersten Abschnitt kann das Modell nach Geschoß und Gewerk gefiltert werden. Dabei greift die Programmierung auf die Parameter der Bauteile zu, in welchen diese Informationen definiert sind. Der Abschnitt „Bauteile auswerten“ listet die gewählten Bauteile inklusive der zugehörigen Parameter Länge, Breite, Höhe, Volumen und Fläche auf (vgl. Abb. 20). Letztere werden bei Mehrfachselektionen automatisch aufsummiert. So kann beispielsweise mit geringem Aufwand die notwendige Betonmenge ermittelt werden: Die entsprechenden Bauteile werden selektiert und das Ergebnis aus der Tabelle abgelesen.



The screenshot shows a software interface with a green header bar containing the text 'Bauteile auswerten' and a magnifying glass icon. Below the header, the text 'Selektierte Elemente' is displayed. A table follows, listing four selected elements (Basiswand) with their respective dimensions and calculated volume and area. A summary row at the bottom shows the total volume as 8.46 and total area as 33.82.

	<b>Bauteil</b>	<b>Länge</b>	<b>Breite</b>	<b>Höhe</b>	<b>Volumen</b>	<b>Fläche</b>
0	Basiswand [2385487]	7.35[m]	0.25 [m]		2.25	9.02
1	Basiswand [2945963]	10.00[m]	0.25 [m]		2.58	10.30
2	Basiswand [2393397]	3.48[m]	0.25 [m]		2.05	8.21
3	Basiswand [2440670]	2.48[m]	0.25 [m]		1.57	6.30
	<b>Summe</b>				<b>8.46</b>	<b>33.82</b>

Abb. 20: beispielhafte Auswertung von 4 Bauteilen (Wände)

Der nächste Abschnitt „Leistungsmeldung“ (vgl. Abb. 19) ermöglicht es, jedem gewünschten Bauteil die Information „Beginn“, „Ende“ und „Freigegeben“ zuzuweisen. Dafür wird für das selektierte Bauteil ein neuer Parameter generiert und das entsprechende Datum darin abgespeichert. Es wird die Möglichkeit geschaffen, während der Phase der Bauausführung den Baufortschritt im Modell zu dokumentieren: Wird mit der Herstellung eines Elementes wie beispielsweise einer Mauer begonnen, erhält das entsprechende Bauteil im Modell das aktuelle Datum im Parameter „Beginn“. Am Tage der Fertigstellung dieses Elements wird das BIM

durch Eintragen des Parameters „Ende“ ergänzt. Parallel dazu erhält das Bauteil die Information „Freigegeben“.

Nach demselben Prinzip können über das Feld „Bemerkung“ den einzelnen Bauteilen zusätzliche Informationen zugeordnet werden. Die Daten können für jedes Bauteil einzeln und auch für eine größere Selektion eingetragen werden.

Da ein großes Potenzial des BIM in der Erfassung dieser Ist-Daten zu erwarten ist, wird im Kapitel 5 beschrieben wie die Programmierung optimiert wurde und dadurch effizienter eingesetzt werden kann.

#### **4.2.4. Umsetzung auf der Baustelle**

Es ist seitens des Baustellenführungspersonals mit großen Vorbehalten zu rechnen. Da vor allem der Umgang mit dem neuen Programm Schwierigkeiten hervorrufen kann, wurde dem Polier eine Anleitung zur Verfügung gestellt. Darin wird mithilfe von Screenshots kurz und prägnant erklärt, welche Funktionen für ihn zur Verfügung stehen [48] :

In einem ersten Schritt wird gezeigt, wie das Programm Ceapoint geöffnet werden kann und wo das aktuelle Projekt zu finden ist. In der voreingestellten Ansicht sind bereits die Notizen und die Leistungsmeldung geöffnet. Ein Klick auf den gewünschten Ansichtspunkt visualisiert das gewünschte Element, mithilfe des Reiters „Leistungsmeldung“ können die notwendigen Informationen eingegeben werden. Es wird erklärt, wie die Navigation im Modell möglich ist und wie das Informationskästchen (vgl. Abb. 17) durch Drücken der Taste „i“ aufgerufen werden kann.

### **4.3. Ausstattung des Arbeitsplatzes**

Um das BIM in der Bauausführung anwenden zu können, genügt die herkömmliche Einrichtung eines Baustellencontainers nicht. Es ist offensichtlich, dass eine zusätzliche technische Ausstattung mit Laptop oder Stand-PC unabdingbar ist. Die Baustelle „Wohnen im Grünen“ wurde daher mit der notwendigen Hardware ausgestattet. Weiters wurde für das Datenmanagement die Software Ceapoint desite

MD inklusive der zuvor erwähnten Voreinstellungen installiert. Allerdings ist hier nicht eine volle Lizenz notwendig, es genügt eine reduzierte Version, welche kostenlos von der Homepage [www.ceapoint.com](http://www.ceapoint.com) heruntergeladen wurde. Diese erlaubt eine vollständige Visualisierung der Daten, einige weiterführende Optionen zur Datenauswertung stehen allerdings nicht zur Verfügung. Da diese Funktionen allerdings für das Baustellenführungspersonal auf der Baustelle überflüssig sind, erwies sich die reduzierte Version als ausreichend. Für die Darstellung der Bewehrungspläne benötigt der Laptop des Weiteren einen PDF-Viewer.

Da die Synchronisation des Modells über Internet erfolgt, musste dieser Anschluss gewährleistet sein. Dabei sind keine speziellen Anforderungen an die Internetverbindung notwendig, die Dauer der Ladezeit hängt jedoch von der Dateigröße und der Datenübertragungsrate ab.

Beispiel (Umrechnung: 1 Byte (B) = 8 bit):

Übertragungsrate 2 Mbit/s (= schlechte Internetverbindung)

Dateigröße aktualisiertes Gesamtmodell „Wohnen im Grünen“: 2400 kB = 19.2 MBit

Ladezeit:  $19,2 / 2 = 9,6$  Sekunden

Der Datenaustausch erfolgte wie im Kapitel 2.4 beschrieben über die Cloud. In dem Verzeichnis, auf welches sowohl die ausführende Baufirma als auch der Planer Zugriff haben, befindet sich die Ceapoint-Datei. Dadurch war gewährleistet, dass an derselben aktuellen Version gearbeitet wurde.

Das Baustellenführungspersonal wurde durch eine erste Einführung und eine kontinuierliche Betreuung durch die technische Bauleiterin (AG) und die Autorin an die neue Arbeitsweise herangeführt. Es wurde das notwendige Know-how vermittelt und der Umgang mit den Produkten gezeigt.

## 4.4. Untersuchung

Für die Untersuchung der im Kapitel 0 aufgestellten Hypothese wurde die Methode des halbstrukturierten Interviews gewählt. Jedes Interview wurde vorbereitet, indem konkrete Fragen zum Thema BIM formuliert wurden.

### 4.4.1. Interview mit Bauleiter Anton D., Bauleiter (AN)

*Firma: Buchauer und Strasser Bauunternehmung GmbH (vgl. Kapitel 9.1)*

Herr D. als Vertreter der Baufirma Buchauer und Strasser Bauunternehmung GmbH trägt die Verantwortung für die richtige Arbeitseinteilung auf der Baustelle (vgl. Kapitel 9.1). Er koordiniert die Abläufe, gewährleistet die Sicherheit am Bau und kontrolliert die Vorgaben seitens des Bauherrn auf Unstimmigkeiten. Das Interview legt daher das Hauptaugenmerk auf die Faktoren Kosten- und Zeitmanagement.

- Genauer Aufgabenbereich als Bauleiter des AN?
- Generelle Frage: welche organisatorischen Änderungen traten durch das BIM auf?
- Anwendungsbereiche des Modells?
- Zeitersparnis durch das Modell?
- Kostenkontrolle – Kostenschnitt mithilfe des BIM?
- Subunternehmen – Verwendung des BIM?
- Ausschreibung mithilfe eines BIM – was hat sich geändert?
- Konkrete Probleme bei der Baustelle „Wohnen im Grünen“?
- Digitaler Bautagesbericht (vgl. Kapitel 5) – realisierbar?

### 4.4.2. Interview mit Bauleiterin Priska L., kaufmännische Bauleiterin (AG)

*Firma: M&S Wohnbau GmbH (vgl. Kapitel 9.2)*

Frau L. von der Firma M&S Wohnbau GmbH vertritt die Wünsche des Bauherrn. Sie ist für das Einholen der Angebote und für die Vergabe verantwortlich (vgl. Kapitel 9.2). Des Weiteren kontrolliert sie, ob das Projekt wunschgemäß umge-

setzt wird. Daher wird bei dem Interview der Schwerpunkt auf die Baufortschrittskontrolle gelegt.

- Genauer Aufgabenbereich als kaufmännische Bauleiterin des AG?
- Generelle Frage: welche organisatorischen Änderungen traten durch das BIM auf?
- Ausschreibung mithilfe eines BIM – was hat sich geändert?
- Wie erfolgt die Baufortschrittskontrolle auf der Baustelle?
- Welche Werte sind für die Kontrolle relevant?
- Ist „Virtuelle Baustelle“ eine nützliche Alternative?
- Konkrete Probleme bei der Baustelle „Wohnen im Grünen“ – Verzug?
- Arbeiten in der „Cloud“ – Erfahrungen, kritische Betrachtung?
- Digitaler Bautagesbericht (vgl. Kapitel 5) – Interesse von Bauherrenseite vorhanden?

#### **4.4.3. Interview mit Bauleiterin Tamara G., technische Bauleiterin**

*Firma: AGA-BAU Planungs GmbH (vgl. Kapitel 9.3)*

Frau G. unterstützt Frau L. bei technischen Fragestellungen. Sie ist verantwortlich für die korrekte Umsetzung der Pläne auf der Baustelle. Weiters wies sie den Polier in das Programm Ceapoint ein und half bei der Anwendung des BIM auf der Baustelle. Daher wird besonders auf diese Erfahrungen das Hauptaugenmerk gelegt. Die übliche Bezeichnung für die Funktion von Frau G. wäre „ÖBA“ (Örtliche Bauaufsicht), allerdings wurde im Rahmen des Projekts „Wohnen im Grünen“ ihre Tätigkeit als „technische Bauleitung des AG“ betitelt und daher in dieser Arbeit diese Bezeichnung beibehalten.

- Genauer Aufgabenbereich als technische Bauleiterin des AG?
- Generelle Frage: welche Änderungen traten durch das BIM auf?
- Ausschreibung mithilfe eines BIM – was hat sich geändert?
- Arbeiten in der „Cloud“ – Erfahrungen, kritische Betrachtung?
- Einweisung auf der Baustelle – Vorbehalte, Erfahrungen, Probleme?



- Hilfestellungen für den Polier im Laufe der Baustelle?

#### **4.4.4. Interview mit Planer und Statiker Anton G.**

*Firma: AGA-BAU Planungs GmbH (vgl. Kapitel 9.4)*

Herr G. ist für die Erstellung des Building Information Models verantwortlich. Er konstruierte dreidimensional das Projekt vorab am Computer. Das Ziel des Interviews liegt darin, Informationen bezüglich der Bauausführungsphase zu erhalten.

- BIM in der Bauausführung – was änderte sich im Modell?
- Wie und warum werden Pläne aus dem Modell erstellt?
- Welche Änderungen traten im Laufe des Projekts auf?
- Datensicherheit – welche Probleme, die Daten „außer Haus“ zu geben?
- Höhere Planungskosten zufolge BIM?
- Warum Ceapoint?

In Einvernehmen mit den interviewten Personen wurde das Interview aufgezeichnet und anschließend transkribiert. Aus diesen Interviews wurden die notwendigen Informationen herausgefiltert, miteinander verglichen und ausgewertet. Durch die Betrachtung des Themas „BIM in der Bauausführung“ aus verschiedenen Blickwinkeln ist ein umfassendes Resultat zu erwarten.

#### **4.4.5. Zeiterfassung REFA**

Es wurde nach einer Möglichkeit gesucht, die veränderten Abläufe durch das BIM festzustellen. Das Prinzip erfolgt in Anlehnung an die REFA-Zeitstudie. Das deutsche Institut „Reichsausschuss für Arbeitszeitermittlung“ (REFA) [49] legte die *„Anwendung von Methoden und Erfahrungen zur Untersuchung und Gestaltung von Arbeitssystemen mit dem Ziel [...], die Wirtschaftlichkeit des Betriebes zu verbessern“* fest [58, S. 10]. In einem ersten Schritt wird das Arbeitssystem – die

Zusammenwirkung zwischen Menschen und Betriebsmittel mit der Eingabe unter Umwelteinflüssen [58, S. 67]– definiert.

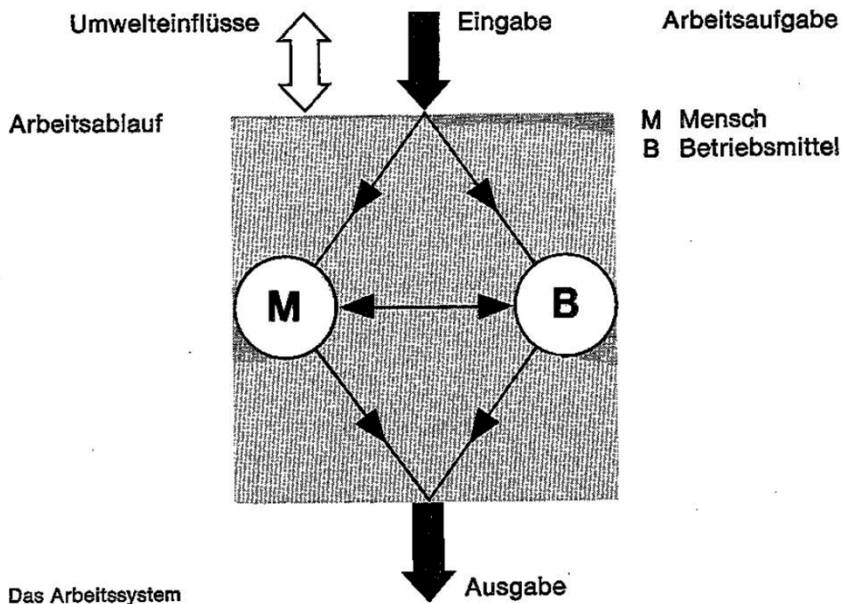


Abb. 21: REFA-Zeitstudie – Arbeitssystem [58, S. 68]

Im vorliegenden Fall sollen die Auswirkungen eines Building Information Models auf die Beteiligten des Bauprozesses untersucht werden. Dabei wird das gesamte System in einzelne Arbeitsaufgaben unterteilt. Zuzufolge REFA soll die Arbeitsaufgabe mithilfe eines Hauptwortes und eines Tätigkeitswortes formuliert werden können. (vgl. [58, S. 68] ) Teil 2 der REFA-Studie beschreibt die genauen Schritte zur Datenermittlung. Unter Daten versteht man „Zeiten für Ablaufabschnitte, Einflussgrößen [...], Bezugsmengen [...] und Daten der Arbeitsbedingungen“. [44, S. 10] Da die Einflussgrößen sich nur sehr aufwändig ermitteln lassen, können sie oft – wie auch für die Masterarbeit – vernachlässigt werden. Das REFA-Programm schreibt folgende Schritte zur Datenermittlung vor:

- 1) „Verwendungszweck festlegen
- 2) Arbeitssystem beschreiben

- 3) Ist-Arbeitsablauf in Abschnitte gliedern und beschreiben
- 4) Bezugsmengen und Einflussgrößen erfassen
- 5) Erfassen von Ist-Zeiten“ [44, S. 11]

Das REFA-Programm schreibt weitere Schritte vor, in denen der Abgleich von Soll- und Ist-Zeiten genau festgelegt wird. Diese weiteren Vorgehensschritte sind allerdings für die Masterarbeit nicht relevant, da nur die tatsächlichen Ist-Werte betrachtet werden sollen.

Diese Studie wurde als Grundlage herangezogen, um die Auswirkungen eines BIM auf die Abläufe zu analysieren. Die Praxis zeigt, dass die körperliche Arbeit der Bauarbeiter zufolge eines BIM unbeeinflusst bleibt. Das Building Information Model unterstützt die Bauleitungs- und Steuerungsebene, nicht jedoch die Umsetzung und die einzelnen Konstruktionsschritte. Daher beschränkt sich die Studie auf die Arbeitsabläufe des Baustellenführungspersonals. Auf der Baustelle „Wohnen im Grünen“ übernahm der Polier die Aufgabe des Managements. Daher erfolgte die Ermittlung der Zeitbedarfswerte in enger Zusammenarbeit mit ihm und beschränkte sich auf die Erstellung des Rohbaus.

#### 1) Verwendungszweck festlegen

Die REFA-Zeitstudie soll helfen, die Arbeitsabläufe eines Poliers aufzuschlüsseln. Es soll dargestellt werden, welche Einzelschritte durch ein Building Information Model beeinflusst werden und welche zeitlichen Variationen dadurch auftreten. Dafür ist es notwendig, die Arbeitsabläufe sowohl herkömmlich als auch durch das BIM beeinflusst aufzuzeichnen. Als Ergebnis soll ein direkter Vergleich der beiden Abläufe möglich sein.

#### 2) Arbeitssystem beschreiben

Um dieser Systematik zu genügen, wurden die verschiedenen Tätigkeiten des Baustellenführungspersonals in einzelne Arbeitsschritte kategorisiert. Dies geschah durch zahlreiche Dialoge mit dem Polier sowie weitere Beobachtungen auf der Baustelle „Wohnen im Grünen“. Als Ergebnis folgten diese Kategorien:

- **Bautagesbericht verfassen**  
Der Polier ist verpflichtet, täglich im Bautagesbericht den Fortschritt der Baustelle, Bedenken und besondere Vorkommnisse festzuhalten. Das Dokument dient der Kontrolle für die Bauleiter sowie für den Bauherrn.
- **Bauarbeiter anleiten**  
Der Polier teilt die Aufgaben den einzelnen Personen zu und ist für die richtige Umsetzung mitverantwortlich. Er muss ihnen den Sacherhalt so darstellen, dass Missverständnisse ausgeschlossen werden können. Da das konkrete Projekt „Wohnen im Grünen“ allerdings keine außergewöhnlichen Konstruktionen erforderte, waren detaillierte Anweisungen an die Bauarbeiter nicht notwendig. Daher wurde diese Kategorie nicht mit der REFA-Studie betrachtet.
- **Material- und Personenbedarf ermitteln**  
Da der Polier für den kontinuierlichen Fortschritt auf der Baustelle garantieren muss, sorgt er für die notwendige Verfügbarkeit an Arbeitern und Materialien. Er muss die notwendige Menge an Kapazitäten ermitteln und dafür Sorge tragen, dass diese auch vorhanden sind und effektiv eingesetzt werden. Bei dem konkreten Projekt „Wohnen im Grünen“ wurde der notwendige Personenbedarf nicht direkt ermittelt, da nur eine beschränkte Anzahl an Arbeitern zur Verfügung stand. Dadurch grenzte sich der Aufgabenbereich einzig auf die Berechnung des Materialbedarfs ein.
- **Material beschaffen, lagern**  
Ein Aufgabenbereich des Poliers besteht weiters darin, das notwendige Material beim Hersteller zu bestellen. Der Polier muss genügend Lagerfläche bereithalten und diese richtig einteilen. Hier ist zum Teil große Sorgfalt geboten, da beispielsweise die verschiedenen Bewehrungstypen nicht untereinander vermischt werden dürfen.
- **Änderungen in der Planung umsetzen**  
Treten im Laufe der Bauausführung Änderungen in der Planung auf, so müssen diese dem Polier mitgeteilt werden. Er ist für die korrekte Umset-

zung verantwortlich. Dabei besteht die Gefahr, dass durch zahlreiche Versionen der Pläne das Bauwerk nach einem veralteten Planstand errichtet wird – der Polier muss diesen Fehler unbedingt vermeiden.

- **Störungen, Probleme, Unklarheiten auf der Baustelle beseitigen**  
Da der Polier ständig vor Ort ist, werden alle Informationen über Störungen und Probleme direkt an ihn geleitet. Er ist als erste Instanz für die Lösung verantwortlich: Er muss den Bauleitern darüber berichten und deren Anweisungen Folge leisten. Unklarheiten in der Planung muss er aus dem Weg räumen, damit das Projekt korrekt erstellt wird.
- **Kontrollieren**  
Eine kontinuierliche Kontrolle ist für den Erfolg des Projektes notwendig. Dafür vergleicht der Polier den tatsächlichen Ist-Zustand mit dem Plan, um Abweichungen festzustellen.
- **Fortschritt kontrollieren**  
Generell sollen Bauwerke in einem zeitlich begrenzten Rahmen errichtet werden. Der Polier hat die Aufgabe, den Fortschritt zu überwachen und im Falle – nach Rücksprache mit dem Bauleiter – zu forcieren. Er muss die Feiertage und sonstigen Urlaubszeiten im Auge behalten.
- **Arbeitssicherheit garantieren**  
Der Polier muss dafür Sorge tragen, dass die Bauarbeiter keiner Gefahr ausgesetzt sind. Er muss die Sicherheitsvorkehrungen und die richtige Verwendung der eingesetzten Geräte und Sicherheitsausrüstungen überprüfen.
- **Arbeiter motivieren**  
Die persönliche Betreuung und Motivation der Arbeiter ist ein nicht vernachlässigbarer Aspekt der Polieraufgaben.

### 3) Ist-Arbeitsablauf in Abschnitte gliedern und beschreiben

Da sich ein Building Information Model selten auf den gesamten Prozess auswirkt, werden die einzelnen Aufgabenbereiche in einzelne Schritte unterteilt. Das REFA-Programm bevorzugt die Untergliederung in die kleinstmögliche Einheit (ein

Schritt, einzelne Bewegungen); (vgl. [44, S. 12] ) allerdings ist für einen Vergleich von konventionellem Ablauf mit BIM-Ablauf diese Aufschlüsselung eher hinderlich als hilfreich. Es werden nur die wesentlichen Vorgänge erfasst, welche auch Differenzen für den Vergleich aufzeigen. Daher wird eine Einheit mit einem klar definierten Anfang und Ende betrachtet.

- Bautagesbericht verfassen  
Schreibutensilien  
Verfassen des Bauberichtes  
Archivierung
- Materialbedarf ermitteln  
Ermittlung der 2D-Flächen (direkt auf Baustelle oder mit Plan)  
Berechnung des Materialbedarfs
- Material beschaffen  
Errechnete Mengen  
Erfordernisse an Material  
Lieferant kontaktieren  
Übermittlung der Daten über Material, Menge, Zeit, Ort  
Kontrolle des gelieferten Materials
- Änderungen in der Planung umsetzen  
Eintreffen einer Planänderung  
Änderungen ermitteln, Rücksprache mit Bauherr und Bauleitung  
Alte Version archivieren  
Änderung durchführen
- Störungen, Probleme, Unklarheiten auf der Baustelle beseitigen  
Problem/Störung wird gemeldet; Unklarheit festgestellt  
Analyse, Lokalisierung des Problems  
Analyse der Ursachen  
Festlegung der Maßnahmen, Rücksprache mit Bauherr und Bauleitung

Durchführung der Maßnahme

Kontrolle der Auswirkungen

- Qualität kontrollieren  
Begehung der Baustelle  
Vergleich Ist-Zustand mit Soll-Zustand (Plan, Leistungsverzeichnis)
- Fortschritt kontrollieren  
Begehung der Baustelle  
Vergleich Ist-Zustand mit Soll-Zustand (Terminplan)
- Arbeitssicherheit garantieren  
Begehung der Baustelle  
Kontrolle sämtlicher Sicherheitseinrichtungen (Arbeitsschutz, Unfallverhütung, Arbeitssicherheit)
- Arbeiter motivieren  
(keine weitere Unterteilung dieses Vorgangs notwendig)

#### 4) Bezugsmengen und Einflussgrößen erfassen

Anschließend wurde für jeden Arbeitsschritt ein Formblatt vorbereitet (vgl. Kapitel 4.4.5). Auf der Baustelle wurde dann die mit einer Stoppuhr aufgenommene Dauer je Schritt eingetragen. Dabei wurde ein besonderes Augenmerk auf die Fragestellung gelegt, welche Arbeitsschritte direkt durch das BIM beeinflusst wurden und welche Auswirkungen dies auf die Arbeitszeit hatte. Da zu Beginn der Baustelle das Building Information Model nur spärlich auf der Baustelle im Einsatz war, konnten die Daten für die konventionellen Abläufe ermittelt werden. In Zusammenarbeit mit dem Polier wurden im Laufe des Projekts die notwendigen Zeitbedarfwerte für die Verwendung des Building Information Models untersucht.

## **4.5. Ergebnisse und Auswertung der Interviews**

Mithilfe des halbstrukturierten Interviews und der Erfassung der Arbeitsabläufe wurden die Auswirkungen eines Building Information Models auf die Phase der Bauausführung festgestellt. Dieses Kapitel fasst die Ergebnisse der Interview-Auswertung zusammen; die Transkription der Interviews ist im Anhang Kapitel 9.1 bis 9.5 zu finden.

### **4.5.1. Qualität der Pläne**

Der Bauleiter (AN) (vgl. Kapitel 9.1) hob die Qualität der Pläne von „Wohnen im Grünen“ hervor. Andere von ihm betreute Baustellen wiesen häufig Differenzen zwischen Grundriss und Schnitt auf, was Komplikationen vorprogrammierte. Aufgrund der dreidimensionalen Modellierung sind Schnitte und Grundrisse in sich konsistent und Widersprüche werden ausgeschlossen. Auch die automatisch korrekte Bemaßung zählt bei anderen Projekten nicht zum Standard. Da sein Aufgabenbereich auch die Kontrolle der Pläne umfasste, bot ihm das BIM eine Erleichterung.

Das Erzeugen von Schnitten und Grundrissen stellt nach abgeschlossener Modellierung einen geringen Aufwand dar. Anstatt wie im konventionellen Planzeichen in einem Schnitt alle Informationen darzustellen, kann durch das dreidimensionale Modell jeder abweichende Schnitt gesondert dargestellt werden. Der Planer schätzt, dass durch das 3D-Modell ca. doppelt so viele Pläne auf die Baustelle kommen wie früher (vgl. Kapitel 9.5): Im 3D-Modell bedeutet es einen Mehraufwand, 2 Schnitte in einen zu komprimieren anstatt 2 Schnitte gesondert auszudrucken. Da alle 3D-Geometrien schon vorhanden sind, ist die Generierung der Schnitte kein Problem mehr. Die Vielzahl an Plänen wurde vom Polier sehr geschätzt und als Erleichterung gesehen. Im Vergleich zu anderen Baustellen traten deutlich weniger Unklarheiten die Planung betreffend auf.

Zufolge des Bauleiters (AN) stach auch die Informationstiefe der Pläne hervor. Für andere Projekte mussten die fehlenden Informationen erst durch Rücksprache mit



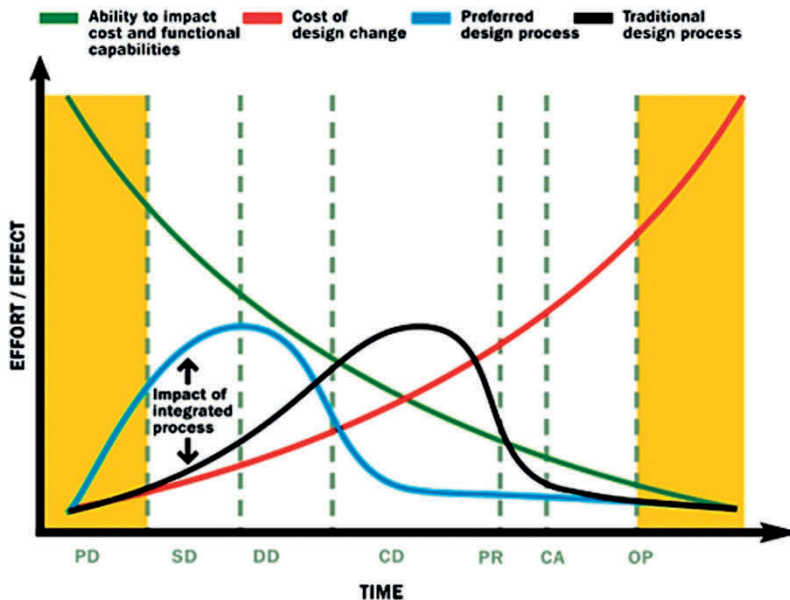
dem Auftraggeber ergänzt werden, für „Wohnen im Grünen“ waren die wichtigsten Daten bereits vorhanden.

#### **4.5.2. Dreidimensionale Visualisierung**

Die in Kapitel 4.5.1 beschriebene Genauigkeit der Pläne wird durch dreidimensionale Ansichten ergänzt. Unklare Geometrien können so optimal visualisiert werden. Das brachte den entscheidenden Vorteil mit sich, dass weniger Rückfragen seitens des Poliers notwendig waren. Zuzufolge dem Bauleiter (AN) benötigte der Polier für das Projekt „Wohnen im Grünen“ keine Hilfestellungen vom Bauleiter, da in den Plänen das Bauwerk klar dargestellt war.

#### **4.5.3. Frühzeitige Entscheidungen durch BIM**

Das BIM machte es des Weiteren notwendig, die Planung schon vor Baustellenbeginn fertigzustellen. Wie Abb. 22 zeigt, erfolgt durch das BIM eine Verlagerung des Planungsaufwandes von der Phase der Bauausführung zu der Phase des Entwurfs. Dadurch ist es möglich, schon vor Baustellenbeginn sämtliche Pläne zur Verfügung zu stellen.



The promise of integrated practice is that design decisions can be made earlier, when they can have a high impact but their cost is relatively low.

Abb. 22: Verschiebung des Planungsaufwands aufgrund von BIM [57]

Wie der Bauleiter des Auftragnehmers erklärte ist dies eine Seltenheit – bei vergleichbaren Baustellen werden die Pläne je Geschoss erst während der Bauphase geliefert. Durch die frühzeitige Lieferung können Unklarheiten vorab besprochen und Verzögerungen entgegengewirkt werden.

Nach der kaufmännischen Bauleiterin (AG) waren aufgrund des BIM Entscheidungen seitens des Bauherrn früher als gewöhnlich notwendig. Für die Vollständigkeit des Modells waren Detailinformationen eher erforderlich. Zwar wären frühzeitige Festlegungen im Hochbau problemlos durchführbar, allerdings fehlte bei dem Projekt „Wohnen im Grünen“ die Erfahrung im Umgang mit BIM. Entscheidungen wurden hinausgezögert ohne sich der Folgen bewusst zu sein. Dieser Prozess kann jedoch für folgende Projekte optimiert werden, sodass sich Planer und Bauherr aufeinander abstimmen. Es wird auch die Option angedacht, fachkundige Auftraggeber direkt in das Modell mit einzubeziehen. Im konkreten Falle wäre folgender

BIM in der Bauausführung

Workflow denkbar: Die Aufgabe des Architekten besteht in der Generierung des Modells, der Auftraggeber kann aktiv im Modell die gewünschten Materialien definieren oder Änderungen vornehmen. Ein intensiver Dialog zwischen den Projektbeteiligten muss gewährleistet sein und die Änderungsberechtigungen klar definiert sein. Allerdings benötigt dieses Konzept zusätzliche Zeit seitens des Bauherrn um mit der Materie vertraut zu werden und wurde bisher noch nicht in die Praxis umgesetzt. Zusammenfassend ist anzumerken, dass trotz Vorbehalten das Modell dem Auftraggeber jedoch eine gute Basis zur Entscheidungsfindung bot. Durch die automatische Berechnung der Kosten waren Kontrollen leicht möglich. Im Zuge der Masterarbeit wurde auch die Digitalisierung des Bautagesberichts (vgl. Kapitel 5) und die dadurch ermöglichte Überprüfung der Baustelle in Ist-Zeit untersucht.

#### **4.5.4. Datentransfer**

Für den Erfolg eines BIM ist eine Plattform zum Datentransfer notwendig. Wie im Kapitel 2.4.4 beschrieben wurde dies über eine „Cloud“ (vgl. Abb. 5, Seite 15) ermöglicht. In der praktischen Anwendung zeigten sich die zu erwartenden Vorteile: Informationen jeder Größenordnung konnten zeitsparend den Projektbeteiligten zur Verfügung gestellt und ständig aktuell gehalten werden. So wurden beispielsweise sämtliche Fotodokumente verschiedener Personen in einem Ordner abgespeichert. Allerdings war trotz dieses Systems ein intensiver Dialog der Beteiligten notwendig: Es musste festgelegt werden, welche Dokumente für alle zugänglich abgelegt werden mussten. Hier war eine exakte Arbeitsweise notwendig: Eine vorgegebene Verzeichnisstruktur sollte das Wiederauffinden der Dateien erleichtern. Manchen Projektbeteiligten fehlte allerdings die Zeit, sich in diesen Aufbau einzuarbeiten und die Dokumente wie vorgegeben abzuspeichern. Des Weiteren war enorme Sorgfalt geboten, da verschiedene Ordner für unterschiedliche Personen freigegeben waren: Wurde ein Dokument in ein falsches Verzeichnis gespeichert, konnten in Folge Daten ungewollt an andere Gewerke weitergegeben werden. Diese penible Arbeitsweise und die schwerwiegenden Konsequenzen bei

unsachgemäßer Dokumentation war ein Hemmnis für die Verwendung der „Cloud“.

#### **4.5.5. Ausschreibung**

Ein weiterer Punkt, welcher auf das Building Information Model zurückzuführen ist, war die exakte Übereinstimmung der Ausschreibung mit den tatsächlich benötigten Massen. Zwar traten zufolge Änderungswünschen Abweichungen auf, allerdings führten bei der Firma Buchauer und Strasser Bauunternehmung GmbH die angegebenen Nettomengen zu wenig Diskussionen und minimalen Mehr- und Minderkostenforderungen. Durch das vollständige Building Information Model war gewährleistet, dass keine Position vergessen wurde. Der Bauleiter des Auftragnehmers bezeichnete die Ausschreibung als „übereinstimmend“ (vgl. Kapitel 9.5) Es ist also festzustellen, dass das BIM auch die Kooperation der einzelnen Unternehmen erleichtert und Differenzen vorab ausgleicht.

Die kaufmännische Bauleiterin (AG) äußerte sich kritisch gegenüber den aufgetretenen Änderungen. Als Bauleiterin für die kaufmännischen Aspekte war die Phase der Ausschreibung für sie von großer Bedeutung. Sie stellte fest, dass vor allem kleine Firmen den Hinweis auf Nettomengen statt ÖNorm-konformer Mengen übergingen und ihre gewohnten Preise anboten. Da schlussendlich nach tatsächlichem Aufmaß abgerechnet wurde, sahen die Gewerke keine Notwendigkeit in einer anderen Handhabung. Aufgrund der Tatsache, dass alle Firmen eines Gewerks die Nettomengen nicht berücksichtigten, war eine Vergleichbarkeit gegeben. Zuzufolge der kaufmännischen Bauleiterin (AG) können aber bei unterschiedlicher Anwendung der Ausschreibungswerte die Angebote nicht mehr einander gegenübergestellt werden. Es ist hier anzumerken, dass Unternehmen den Preis optimieren könnten, da sie den tatsächlichen Arbeitsumfang wissen, und somit einen Wettbewerbsvorteil sichern können. Die mitwirkenden Firmen des Projekts „Wohnen im Grünen“ ließen diese Option aber unberücksichtigt.

Der Planer errechnete einen Unterschied zwischen ÖNorm-konformer Abrechnung und Nettowerten von 2% (vgl. Kapitel 9.5). Bietet ein Handwerker seine Prei-

se mit Nettomengen an, bekommt er in Summe weniger bezahlt. Der Planer machte auf anderen Baustellen die Erfahrung, dass viele Firmen die Preise um 10% erhöhen, sobald von „Nettomenge“ die Rede ist. Des Weiteren besteht die Angst, dass aufgrund der Nettomengen keine Mengenreserven mehr vorhanden sind. Eine unvollständige Planung hat daher automatisch Mehrkostenforderungen zur Folge, da die tatsächliche Materialmenge von der Ausschreibungsmenge abweicht und keine Reserven vorhanden sind. In einem anderen Projekt des Planers wurde dieses Problem dahingehend gelöst, dass definiert wurde, im Modell vergessene Bauteile nachzumodellieren und zum Standardpreis nachzubezahlen.

#### **4.5.6. Kostenkontrolle**

Wie in Kapitel 4.1 beschrieben wurden die Bauteile mit der Information über die entsprechenden Stückkosten ergänzt. Dadurch wurde die Grundvoraussetzung zur kontinuierlichen Kostenkontrolle geschaffen: Seitens der Baufirma können zu jedem Zeitpunkt die Kosten der bereits errichteten Bauteile aufsummiert werden und so der Soll-Wert als Kostenschnitt ermittelt werden. Allerdings fehlte der Baufirma die Erfahrung im Umgang mit der Software, wodurch die Abrechnung herkömmlich vonstattenging. Zuzufolge der Ausführungen des Bauleiters (AN) sind Baufirmen mit der Nachkalkulation häufig in Verzug, eine kontinuierliche Abrechnung aufgrund der ständigen Verfügbarkeit der Daten ist allerdings in seinen Augen denkbar. Vor allem komplexe Bauprojekte, welche über Jahre abgewickelt werden, profitieren von dieser fortlaufenden Kostenkontrolle. Der Bauherr gewinnt dadurch den Vorteil, den aktuellen Kostenstand zu überblicken und die Einhaltung des Kostenzieles laufend beurteilen zu können.

#### **4.5.7. Weitere Erfahrungen auf der Baustelle**

Wie in Kapitel 4.5.8.2 genau erörtert kann das Building Information Model herangezogen werden, um die exakte Menge an benötigtem Material zu ermitteln. Diese Daten wurden vom Bauleiter (AN) zur Bestellung der erforderlichen Baustoffe herangezogen und erwiesen sich als korrekt. Wie die technische Bauleiterin (vgl. Kapitel 9.3) jedoch feststellte, benötigt man für die Anwendung eines Building

Information Models Grundkenntnisse im Umgang mit dem Computer. Nur so können die Informationen richtig aus dem Modell herausgelesen werden. Des Weiteren führt die Ermittlung der Massen zu Problemen, wenn die notwendigen Bauteile nicht modelliert wurden. Alle nicht platzierten Elemente scheinen in der Aufsummierung nicht auf. Hier stellt sich die Frage, welcher Arbeitsweg weniger fehlerbehaftet ist: Die handschriftliche Berechnung der Massen oder die Übernahme der Mengen aus dem Modell. Die Lösung ist eine Kombination aus beiden: Die Mengen können abgeschätzt werden, bei grober Übereinstimmung können die exakten Werte aus dem Modell übernommen werden.

Trotz einer ausgereiften Technik ist allerdings der persönliche Kontakt zu den Bauarbeitern notwendig. Regelmäßige Kontrollbesuche können durch das BIM nicht ersetzt werden. Erst im persönlichen Dialog mit dem Baustellenführungspersonal und den Arbeitern werden Unklarheiten ersichtlich und können Probleme gelöst werden. Zwar sieht die kaufmännische Bauleiterin (AG) durchaus Vorteile in einer kontinuierlichen Dokumentation des Baufortschritts mit BIM, allerdings bevorzugt sie den direkten Kontakt auf der Baustelle, da sie so auf die persönlichen Bedenken und Erfahrungen der Bauarbeiter und des Baustellenführungspersonals zurückgreifen kann.

#### **4.5.8. REFA-Zeitstudie**

Die einzelnen Aufgabenbereiche des Poliers wurden mithilfe der REFA-Zeitstudie aufgeschlüsselt. Es wurde festgehalten, wie viel Zeit jeder einzelne Schritt beansprucht. In Zusammenarbeit mit dem Polier wurde die bestmögliche Anwendung eines BIM überlegt und die Zeiteinsparung durch das BIM untersucht.

##### **4.5.8.1. Bautagesbericht**

Das handschriftliche Verfassen des Bautagesberichtes nimmt auf der Baustelle „Wohnen im Grünen“ herkömmlich 5 bis 10 min pro Tag in Anspruch. Dieser Wert wurde von der Autorin während des Bauablaufes gemessen. Dafür wird ein vorgefertigtes Formular verwendet, wodurch der Bericht automatisch die wichtigsten Fakten enthält. Die einzelnen Reporte sind in gebundener Form zusammenge-

fasst, sodass eine chronologische Archivierung automatisch gegeben ist. Mithilfe von Durchschlagpapier wird die Niederschrift in zweifacher Ausführung festgehalten und kann so an den Bauleiter weitergegeben werden. Für das Projekt „Wohnen im Grünen“ wurden diese Berichte eingescannt und den Beteiligten auf der Dropbox zur Verfügung gestellt.

Als erster Schritt wurde im Zuge der Masterarbeit die Digitalisierung des Bautagesberichtes angedacht. Das Internet stellt zahlreiche Downloads zur Verfügung, wodurch der Workflow getestet werden konnte. Das Programm „Bautagebuch“ (vgl. [50]) bietet zusätzlich zur Dokumentation des täglichen Baufortschrittes zahlreiche weitere Funktionen. So können Fotos direkt mithilfe der Software abgespeichert und einem Tag zugeordnet werden. Eine Verknüpfung mit einem Smartphone ist möglich, wodurch die Verwendung eines Laptops nicht unbedingt notwendig ist (vgl. Abb. 23). Aus den Informationen wird automatisch eine pdf-Datei erstellt und kann an die Beteiligten via Mail verschickt werden.

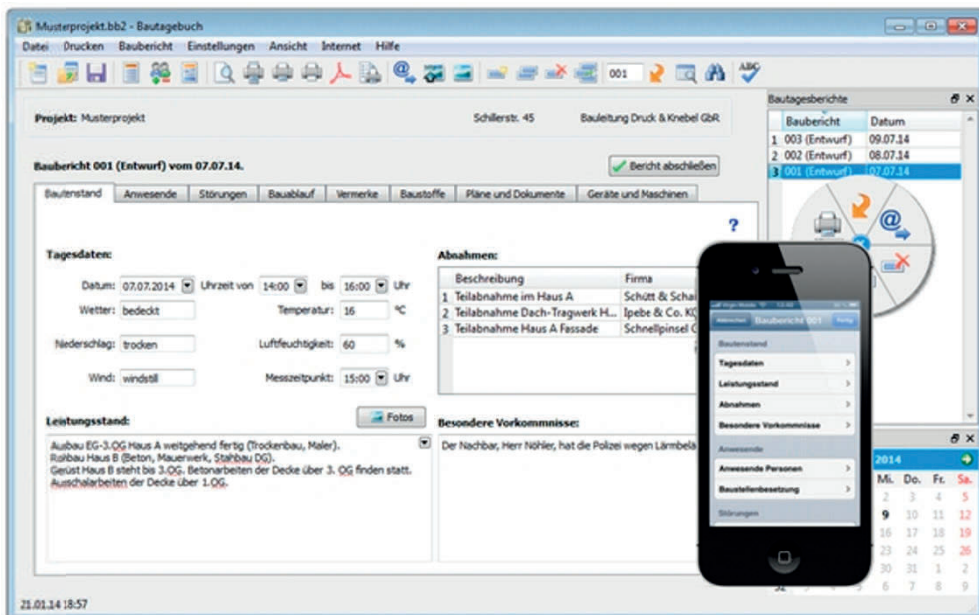


Abb. 23: digitales Bautagebuch [50]

Die Zeitstudie zeigte allerdings bei diesem Projekt keine zeitlichen Vorteile zufolge der Digitalisierung des Bautagesberichts: Während im konventionellen Arbeitsablauf der Bautagesbericht handschriftlich ausgefüllt wird und die notwendigen Schreibutensilien griffbereit zur Verfügung stehen, musste auf der Baustelle „Wohnen im Grünen“ der Laptop für die Erstellung des digitalen Bautagesberichtes erst gestartet werden. Das nahm zusätzliche Zeit in Anspruch. Des Weiteren sind die Grundkenntnisse im Umgang mit der Hardware notwendig, um effizient arbeiten zu können. Da der Polier noch wenige Berührungspunkte mit der Technik hatte, traten auch hier zeitliche Verzögerungen ein. Wie der Bauleiter des Auftragnehmers allerdings erwähnte (vgl. Kapitel 9.1), werden heutzutage die angehenden Poliere in der Polierfachschule mit der Materie vertraut gemacht. In diesem Fall ist eventuell ein geringer zeitlicher Vorteil zu erwarten.

Der digitale Bautagesbericht birgt jedoch den großen Vorteil, dass die Qualität der Berichte erhöht werden kann. Da Fotos direkt zugeordnet werden und sehr detaillierte Informationen angegeben werden können, ist eine gute Dokumentation erreichbar. Leider bietet die bestehende Software keine Möglichkeit, die Daten in das Building Information Model zu integrieren. Die Untersuchungen kamen zu dem Ergebnis, dass erst durch die Verknüpfung der Baufortschrittsdokumentation mit dem Modell eine optimale Verwendung der Daten gegeben ist.

Aus diesem Grund wird in Kapitel 5 die Verknüpfung zwischen Bautagesbericht und Building Information Model konzipiert. Die eingegebenen Daten sollen direkt den zugehörigen Bauteilen zugeordnet sein. Dadurch ist es möglich, den Faktor Zeit in das Building Information Model zu integrieren und ein 4-D-Modell zu erhalten. Da die Bauteile aufgrund des Terminplans bereits die Solltermine je Geschoß enthalten, ist ein Vergleich zwischen Soll- und Ist-Zustand ohne zusätzlichen Aufwand möglich. Mithilfe von Filtern, welche diese Informationen abrufen, können die Stände miteinander verglichen werden. Dadurch ist leicht zu visualisieren, ob der Terminplan eingehalten wird oder nicht. Da jedes Bauteil die Information erhält, wann es gebaut worden ist, kann kontrolliert werden, ob die Planung voll-



ständig auf der Baustelle umgesetzt wurde. Die notwendigen Daten stehen den Beteiligten in Echtzeit zur Verfügung und können überall über die „Cloud“ abgerufen werden. Treten im Laufe der Nutzung Probleme auf, kann mithilfe des Building Information Models die Ursachenforschung deutlich erleichtert werden. Langes Durchsuchen der papierbasierten Bautagesberichte nimmt viel Zeit in Anspruch. Wie in Quelle [51, S. 145] beschrieben, müssen oft für die spätere Datenerhebung die Formulare manuell in das EDV-System eingegeben werden. Dabei können Fehler oder der Verlust von Informationen auftreten. Dies alles wird aber durch das BIM optimiert: Das problematische Bauteil wird ausgewählt und die Informationen abgerufen.

Die Handhabung dieses verknüpften Bautagesberichtes soll so optimiert werden, dass kein zeitlicher Nachteil dadurch entsteht. Ein mit der Materie vertrauter Polier soll für die Eingabe der Daten nicht mehr Zeit benötigen wie für das Verfassen eines konventionellen Bautagesberichts. Die Umsetzung dieser Anforderungen und die weitere Aufbereitung und Verwendung der Daten sind in Kapitel 5 beschrieben.

#### **4.5.8.2. Materialbedarf**

Zur Berechnung des Materialbedarfs geht der Polier gewöhnlich auf die Baustelle und ermittelt die notwendigen Maße direkt vor Ort. Da diese Baustelle aus einfachen Geometrieformen (vorrangig Quader) besteht, kann er das benötigte Volumen durch Multiplikation und Addition erhalten. Eine alternative Möglichkeit besteht darin, die Maße aus dem Polierplan zu übernehmen und anschließend die Berechnung durchzuführen. Die REFA-Studie ergab eine Zeitdauer von 5 min für das Ermitteln der notwendigen Maße für einen Betonierabschnitt auf der Baustelle und eine weitere Minute für die Berechnung des Materialbedarfs. Der Vorgang wurde während der Erstellung des Rohbaus beinahe jeden Tag einmal ausgeführt.

Die benötigte Kubatur lässt sich mithilfe des Building Information Models zeitsparender ermitteln. Mithilfe der zusätzlichen Programmierung der b.i.m.m GmbH (vgl. Seite 53 und Abb. 20) können die benötigten Bauteile im Programm Ceapoint

markiert werden und die automatisch generierte Summe des Volumens abgelesen werden. Dasselbe Prinzip kann für die Schalfäche angewandt werden.

Bauteile auswerten					
Selektierte Elemente					
Bauteil	Länge	Breite	Höhe	Volumen	Fläche
0	Basiswand [2385487]	7.35[m]	0.25 [m]	2.25	9.02
1	Basiswand [2945963]	10.00[m]	0.25 [m]	2.58	10.30
2	Basiswand [2393397]	3.48[m]	0.25 [m]	2.05	8.21
3	Basiswand [2440670]	2.48[m]	0.25 [m]	1.57	6.30
<b>Summe</b>				<b>8.46</b>	<b>33.82</b>

Abb. 20: beispielhafte Auswertung von 4 Bauteilen (Wände)

Für die effiziente Ermittlung des Materialbedarfs ist es notwendig, dass der Laptop bereits eingeschaltet ist und nicht für jede neue Abfrage neu gestartet werden muss. Weiters muss dem Polier der Umgang mit dem Programm Ceapoint vertraut sein. Allerdings ist die Handhabung so optimiert, dass nur geringe Vorkenntnisse notwendig sind. Aufbauend auf der Absprache mit dem Polier können die Bauteile der einzelnen Betonierabschnitte als Ansicht abgespeichert werden, so dass ihm ein langes Suchen im Modell erspart werden kann. Unter diesen Voraussetzungen wird für die Ermittlung des Materialbedarfs zirka eine Minute benötigt. Berücksichtigt man das Hochfahren des Laptops und Starten vom Modellviewer Ceapoint mit 3 min, ist dennoch ein zeitlicher Vorteil feststellbar.

Die „Notizen“ mit den Ansichten können fern der Baustelle eingerichtet werden. Ein Software-versierter Angestellter benötigt maximal eine Minute pro Betonierabschnitt, um dem Polier die Bauteile griffbereit abzuspeichern.

Das volle Potenzial eines BIM kann erst bei größeren Baustellen ausgeschöpft werden. Wird die Kubatur von zahlreichen unterschiedlichen Bauteilen benötigt,

nimmt die konventionelle Ermittlung der Maße viel Zeit in Anspruch. In diesem Fall ist ein eigener „BIM-Manager“ dafür verantwortlich, die Betonierabschnitte im Modell festzulegen und in Folge die notwendigen Ansichten im Programm Ceapoint zu generieren. Dieser übernimmt die Aufgabe, in den Notizen die notwendigen Ansichten zu erstellen. Der BIM-Manager trägt die Verantwortung, das Modell den tatsächlichen Gegebenheiten auf der Baustelle anzupassen, sodass mit Fertigstellung des Gebäudes das Modell das tatsächliche Abbild des Projekts darstellt („Build as Built“).

Die manuelle Berechnung des Volumens wird bei einer komplexen Geometrie problematisch. Handelt es sich nicht mehr um Quader, so lässt sich das benötigte Betonvolumen nur schwer von Hand ermitteln. Für das Building Information Model macht es jedoch keinen Unterschied, wie das Bauteil geformt ist. Die Software berechnet automatisch die richtige Kubatur.

Als Nachteil ist zu erwähnen, dass die automatisch ermittelten Volumina nur die Soll-Werte darstellen. Während auf der Baustelle minimale Abweichungen auftreten können, welche durch die direkte Ermittlung der Abmessungen auf der Baustelle festgestellt werden, wirken sich diese nicht auf das Modell aus. Allerdings sind die Toleranzen im Bau sehr gering und ein direktes Messen auf der Baustelle bei Großprojekten oft unmöglich. Die Praxis zeigt, dass für die Materialbestellung das vom Polier ermittelte Volumen auf der sicherliegenden Seite generell aufgerundet wird, wodurch geringe Abweichungen vernachlässigbar sind.

#### **4.5.8.3. Materialbeschaffung**

Neben den zuvor errechneten Mengen benötigt der Polier des Weiteren detaillierte Informationen über die Beschaffenheit des Materials. Sowohl Beton als auch Mauerwerk sind in unterschiedlichen Qualitäten und mit abweichenden Eigenschaften auf dem Markt vorhanden und müssen klar definiert werden. Im herkömmlichen Verlauf wird das Material auf dem Plan durch unterschiedliche Schraffuren dargestellt. Hier kann es jedoch leicht zu Missverständnissen und Fehlinterpretationen kommen. Findet das Building Information Model Anwen-

dung, können pro Bauteil sämtliche Definitionen über das Material abgerufen werden. Zwar bringt hier das BIM keinen zeitlichen Vorteil, da die Informationsbeschaffung auf dem Plan und im Modell zirka denselben Aufwand bedeutet (zufolge REFA-Studie 1-2 min), doch die Folgewirkungen sprechen für die Anwendung eines BIM. Es wird hier vorausgesetzt, dass das Modell die notwendigen Informationen beinhaltet. Der Bauherr muss die notwendigen Entscheidungen rechtzeitig fällen, diese müssen in den Bauteilen definiert werden, sodass schlussendlich der Polier die notwendigen Daten abrufen kann. Das Modell „Wohnen im Grünen“ wurde mithilfe des Ceapoint Viewers so aufbereitet, dass ein schnelles Erkennen der verschiedenen Materialtypen erkennbar ist (vgl. Abb. 16 und Abb. 17)

Auf der Baustelle „Wohnen im Grünen“ waren nach den Aussagen des Poliers keine Fehlschlüsse aufgrund der Qualität der Pläne bzw. des Modells möglich. Sämtliche Unterlagen wurden farbig zur Verfügung gestellt, um derartige Missverständnisse zu vermeiden. Daher bevorzugte der Polier den gewohnten Weg der Informationsbeschaffung, indem er die Eigenschaften aus dem Plan übernahm. Allerdings sind derzeit Schwarz-Weiß-Pläne immer noch Standard. In diesem Fall sind herkömmlich zahlreiche Rückfragen an Planer und Bauherr notwendig, um die exakte Definition des Materials zu erhalten. Dieser Mehraufwand kann durch ein Building Information Model verhindert werden.

#### **4.5.8.4. Änderungen in der Planung**

Auf einer konventionell abgewickelten Baustelle treten zufolge später Änderungen in der Planung häufig Komplikationen mit weitreichenden Folgen auf. Zur Darstellung der Abweichung wird generell ein neuer Plan oder Ausschnitt eines Plans auf die Baustelle gebracht. Die vorherige Version muss archiviert und durch die neue ersetzt werden. Es besteht einerseits die Gefahr, dass die Pläne auf der Baustelle nicht aktualisiert werden und die Änderungen so nicht bekannt gegeben werden. Andererseits können verschiedene Versionen untereinander verwechselt werden. Selbst wenn der richtige Plan auf die Baustelle kommt, werden Änderungen oft nicht bewusst vom Polier wahrgenommen, was wieder zu Problemen füh-

ren kann. In Folge dessen wird das Projekt nach einem veralteten Stand gebaut und muss im Extremfall teilweise wieder rückgebaut werden.

Der Polier bestätigte, dass Änderungen zufolge schwerwiegende Fehler auftreten können. Vor allem die Archivierung alter Planstände benötigt große Sorgfalt. Bei der Baustelle „Wohnen im Grünen“ gab es jedoch keine Komplikationen zufolge Änderungen. Dies ist auf den guten Informationsaustausch zwischen Bauleitung und ausführender Firma zurückzuführen. Änderungen wurden meist vorab schon bekannt gegeben, sodass bei Eintreffen der aktualisierten Pläne keine Fragen offen blieben. Dadurch wurde mithilfe der REFA-Zeitstudie für das Eintreffen des Planes eine Dauer von 0 min und für das Feststellen der Änderungen wieder 0 min festgestellt. Die Archivierung der alten Pläne nahm aufgrund der notwendigen Sorgfalt 5 min in Anspruch. Dafür sammelte der Polier sämtliche veralteten Pläne ein, strich um Verwechslungen auszuschließen den Plankopf durch und legte sie in einem Ordner ab. Erst nach diesem festgelegten Verfahren wurden die neuen Pläne begutachtet.

Das Programm Ceapoint ermöglicht die Versionsprüfung direkt im Modell, welche im Zuge der Masterarbeit untersucht wurde. Es wurde folgender Workflow festgelegt: Das Modell wird an die gewünschten Änderungen angepasst und anschließend unter einem neuen Namen als Ceapoint-kompatible Datei exportiert. Die Funktion „Modellversionen“ ermöglicht das Laden und Prüfen dieser neuen Datei.

Das Programm Ceapoint gleicht sämtliche Parameter von Bauteilen derselben ID-Nummer miteinander ab und listet die Unterschiede auf (vgl. Abb. 23). Neue und gelöschte Objekte werden ebenfalls aufgeschlüsselt. Mithilfe eines Filters kann die Parametervielfalt eingegrenzt werden. Die veränderten Bauteile können selektiert und die Versionen miteinander verglichen werden (vgl. Abb. 24).

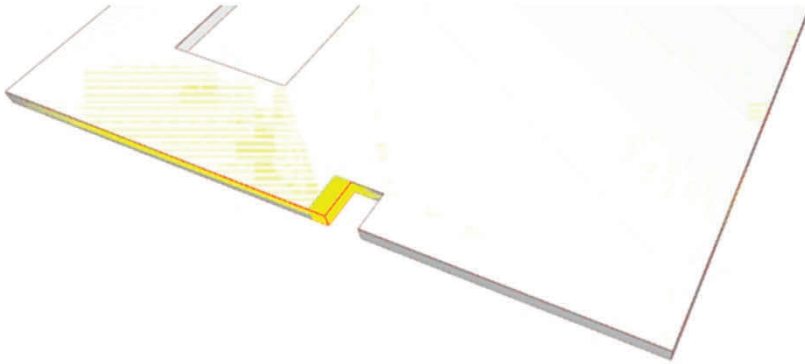


Abb. 24: Änderung der Geschosßdecke (Parameter Volumen)

Sollen die Änderungen übernommen und so nur die aktuelle Version dargestellt werden, wird die alte Version archiviert und durch das aktuelle Modell ersetzt.

Im Zuge der Bauausführung wurde dieser Prozess durchgeführt, um die Vorteile und Probleme aufzudecken. Die Praxis zeigte, dass diese Modellversionsprüfung nur unterstützend dient und nie den Dialog zwischen Bauleitung und Polier ersetzen kann. Nur durch das persönliche Gespräch können Gründe und Folgewirkungen der Änderungen geklärt werden. Die Versionsprüfung hilft allerdings dabei, ausnahmslos alle Abweichungen der Versionen aufzuzeigen und dient daher als Kontrollinstrument für die Bauleitung: Es kann einerseits geprüft werden, ob die Änderungen wie besprochen umgesetzt worden sind, andererseits wird sichergestellt, dass keine zusätzlichen unbeabsichtigten Variationen stattgefunden haben. Durch die Visualisierungen ist ein besseres Verständnis gegeben. Es wurde allerdings deutlich, dass diese Art der Änderungsverfolgung direkt auf der Baustelle schwierig umzusetzen ist. Die zuvor beschriebene Vorgehensweise benötigt weitreichende Programmkenntnisse und ein Grundwissen über das Building Information Model, um mit den zahlreichen Parametern zurechtzukommen. Aus diesem Grunde wurde der BIM-beeinflusste Vorgang nicht durch die REFA-Studie erfasst.

Die modellbasierte Änderungsverfolgung konnte allerdings innerhalb der Projektmitarbeiter erfolgreich eingesetzt werden. Es erleichtert die Dokumentation der Versionen und hilft, zu einem späteren Zeitpunkt die getroffenen Änderungen festzustellen. Herkömmlich bedurfte es dafür einer exakten Protokollierung sämtlicher Änderungen, um den Überblick zu wahren. Die modellbasierte Änderungsverfolgung hat hier den Vorteil, dass durch die visuelle Darstellung ausführliche Beschreibungen überflüssig werden. Vor allem große Projekte profitieren von dieser Automatisierung der Versionsarchivierung. Das Vergleichen zweier Versionen zeigte sich hilfreich, als die Änderungen zwischen Ausschreibung und tatsächlicher Ausführung festgestellt werden sollten. Beide Varianten wurden in den Ceapoint-Viewer importiert und alle Variationen aufgezeigt. So wurden die Mehrkosten zufolge verändertem Materialbedarf u.Ä. kontrolliert. Dabei ist allerdings anzumerken, dass die Protokollierung der Änderungen als Voraussetzung eine kontinuierliche Anpassung des Modells erfordert. Idealerweise sollte auch ein 2-D-Plan sämtliche Modifikationen darstellen, doch vor allem mit einem BIM ist für diesen Schritt erhöhte Sorgfalt geboten. Da das Modell zur Änderungsverfolgung herangezogen wird, muss es ständig nachgearbeitet werden.

#### **4.5.8.5. Störungen, Probleme, Unklarheiten auf der Baustelle**

Es stellte sich als schwierig heraus, den Prozess „Störungen, Probleme“ mithilfe der REFA-Studie zu analysieren. Abhängig von der Art der Störung wurden unterschiedliche Ergebnisse festgestellt. Teilweise hatten die aufgetretenen Probleme sehr weitreichende Folgen und konnten erst Monate später gelöst werden (Beispiel vgl. Kapitel 9.6): Ein Abwasserkanal verlief quer durch das Grundstück und musste verlegt werden.) Es erwies sich auch als schwierig, diesen Störungen durch das Building Information Model entgegenzuwirken, da nur bekannte Informationen darin enthalten waren und so die aktuelle Situation erst nachträglich im Modell dargestellt werden konnte.

Allerdings war es möglich, Unklarheiten auf der Baustelle mithilfe des Modells zu beseitigen. Das Projekt „Wohnen im Grünen“ wies beispielsweise verschiedene

Wandhöhen auf, die zweidimensional schwierig zu visualisieren waren. Erst durch die dreidimensionale Darstellung wurde Klarheit geschaffen und das Projekt wurde richtig umgesetzt.

Das BIM brachte hier insofern einen zeitlichen Vorteil, da Rückfragen zufolge Unklarheiten nur in sehr geringem Maße notwendig waren. Während der Bauleiter (AN) bei Baustellen ähnlicher Größenordnung einen wöchentlichen Zeitbedarf zur Klärung sämtlicher Fragen auf 60 min schätzt, war ein wöchentlicher Kontrollbesuch von 20 min bei dem Projekt „Wohnen im Grünen“ ausreichend. Wie in Kapitel 4.5.7 beschrieben ist auf diesen persönlichen Kontakt auch bei Verwendung von BIM nicht zu verzichten, da in diesen Gesprächen erst zusätzliche Informationen und Probleme aufgedeckt werden können.

#### **4.5.8.6. Kontrolle von Qualität und Baufortschritt**

Ein Aufgabenbereich von großer Wichtigkeit ist die kontinuierliche Kontrolle von Qualität und Baufortschritt während der Phase der Bauausführung. Diese wird sowohl vom Polier als auch von den Bauleitern durchgeführt. Bei einem konventionell abgewickelten Projekt erfolgt die Kontrolle anhand einer Begehung der Baustelle, wobei der Ist-Stand mit dem Soll-Stand der Planung verglichen wird. Idealerweise soll nicht nur die korrekte Erstellung überprüft werden, sondern auch ein Abgleich mit dem Terminplan stattfinden. Allerdings wird bei kleineren Baustellen wie dem Projekt „Wohnen im Grünen“ die kontinuierliche Baufortschrittsüberprüfung nur in geringem Maße durchgeführt. Die Begehung der Baustelle nahm durchschnittlich 15 min in Anspruch.

Ein Building Information Model birgt großes Potenzial für die kontinuierliche Baustellenüberwachung. Das Forschungsprojekt des bayrischen Forschungsverbunds ForBAU „Digitale Baustelle“ [04] überprüfte die Durchführbarkeit eines Soll-Ist-Vergleiches mittels Laserscannings (vgl. [54, S. 103]). Hierfür wurde das sich in der Fertigung befindende Bauwerk durch einen Impulsscanner erfasst. Die erzeugte Punktwolke konnte in das 3-D-Modell eingelesen und durch Passmarken orientiert werden. Mit Filtern und farblicher Darstellung wurde die Messung für den Soll-Ist-



Vergleich herangezogen, wofür die Software RIB STRATIS und Leica Cyclone Anwendung fanden. (vgl. [55, S. 321]) Im Laufe des Projekts wurde mehrmals das Laserscanning durchgeführt; dies ermöglichte die Kontrolle des Baufortschritts. Der Verantwortliche des Forschungsprojekts beschreibt jedoch, dass zwar die Dokumentation des Baustellenverlaufs und die Qualitätskontrolle realisierbar war, dies jedoch mit einem deutlichen Mehraufwand einherging. (vgl. [55, S. 323]) Er empfindet die messtechnische Begleitung durch terrestrisches Laserscanning als „nicht wirtschaftlich“ [55, S. 323]. Allerdings fügt er hinzu, dass sehr gute Ergebnisse für den Soll-Ist-Vergleich ermittelt werden konnten.

Im Zuge des Forschungsprojekts „Digitale Baustelle“ wurde die Kontrolle durch „Augmented Reality“ versuchsweise durchgeführt (vgl. [54, S. 109] und Kapitel 2.1.3). Diese Technik sollte den groben Abgleich zwischen Realität und Planung ermöglichen und einen Überblick schaffen. Als erster Schritt wurde das Bauwerk digital fotografiert (eine Eichung der Kamera ist vorab nötig). Diese perspektivische Darstellung konnte über Markierungen dem 3D-Modell zugewiesen werden, spezielle Überlagerungssoftware wie *metaio UNIFEYE* automatisierten diesen Schritt. (vgl. [54, S. 111]) Die Teilnehmer des Forschungsprojekts beschreiben das Ergebnis als zufriedenstellend, es wurde eine Genauigkeit von  $\pm 3\text{cm}$  erreicht. (vgl. [54, S. 112]) Die ON DIN 18202 schreibt Bautoleranzen von  $\pm 1\text{cm}$  (für Abmessungen bis 1m) bis  $\pm 3\text{cm}$  (für Abmessungen bis 30m und mehr) vor. (vgl. [56, S. 7]) Es ist daraus ersichtlich, dass diese Art der Qualitätskontrolle nur begrenzt die Kriterien der Norm erfüllt und daher höchstens einer groben Abschätzung dient, jedoch nicht genaue Messungen auf der Baustelle ersetzt. „Augmented Reality“ kann daher eingesetzt werden, um die Einhaltung von Meilensteinen zu dokumentieren und das Vorhandensein sämtlicher Bauteile sicherzustellen, nicht aber die exakte Position der Elemente zu garantieren.

Für das Projekt „Wohnen im Grünen“ wurde ein alternativer Weg zur Kontrolle des Baufortschritts gewählt. Aufgrund der einfachen Geometrie des Gebäudes wurde es als nicht notwendig erachtet, mithilfe von Laserscanning oder Augmen-

ted Reality einen Soll-Ist-Vergleich durchzuführen. Hier wurde der konventionelle Weg zur Qualitätskontrolle gewählt und Kontrollmaße auf der Baustelle aufgenommen. Man wollte jedoch anhand des Building Information Models eine fortlaufende Fortschrittsdokumentation ermöglichen und somit den zeitlichen Ablauf steuern. Als Grundlage diente die in Abschnitt 0 beschriebene Programmierung der b.i.m.m GmbH. Diese ermöglichte eine bauteilbezogene Leistungsmeldung (vgl. Abb. 25).

Gewerk	Beginn	Ende	freigegeben
...	***	***	***

Abb. 25: Leistungsmeldung

Täglich wurden durch diese Eingabemaske den entsprechenden Bauteilen der Beginn und das Ende der Bearbeitung zugewiesen. Die Bedienung erwies sich als benutzerfreundlich: Man wählte jene Elemente aus, die an einem Tag bearbeitet wurden, und ergänzte ein Datum (vgl. Abb. 26). Im Hintergrund wurde ein neuer Parameter erstellt, in welchen das Datum gespeichert wurde.

Selektierte Elemente					
Bauteil	Länge	Breite	Höhe	Volumen	Fläche
0 Basiswand [2613390]	14.70[m]	0.25 [m]		5.49	21.96
<b>Summe</b>				<b>5.49</b>	<b>21.96</b>

Leistungsmeldung			
Gewerk	Beginn	Ende	freigegeben
...	2013-08-27	2013-08-28	JA

Bemerkung

Abb. 26: Leistungsmeldung für die markierte Wand im Untergeschoß

Auf diese Weise konnte kontinuierlich das Building Information Model um die Informationen aus der Leistungsmeldung erweitert werden. Die Daten wurden in die Software Revit zurückgeschrieben und zu Visualisierungszwecken verwendet. Mithilfe von Filtern konnte festgestellt werden, welche Bauteile noch nicht errichtet waren. Des Weiteren wurde über den Vergleich der Parameter „Ende\_planmäßig“ und „Ende\_Baustelle“ jene Bauteile visualisiert, die nicht termingerecht fertiggestellt wurden. So war eine effiziente Kontrolle des Baufortschrittes möglich.

Als „Abfallprodukt“ der kontinuierlichen Datenerfassung konnte der Bauablauf dreidimensional simuliert werden. Das Programm Ceapoint ermöglicht durch sogenannte „4D-Verknüpfungsregeln“ die automatische Zuordnung von Vorgängen zu den entsprechenden Bauteilen. Mit minimalem Aufwand kann der Verlauf der Baustelle dargestellt werden. Diese Visualisierungen helfen beispielsweise, dem Bauherrn das Geschehen auf der Baustelle näher zu bringen.

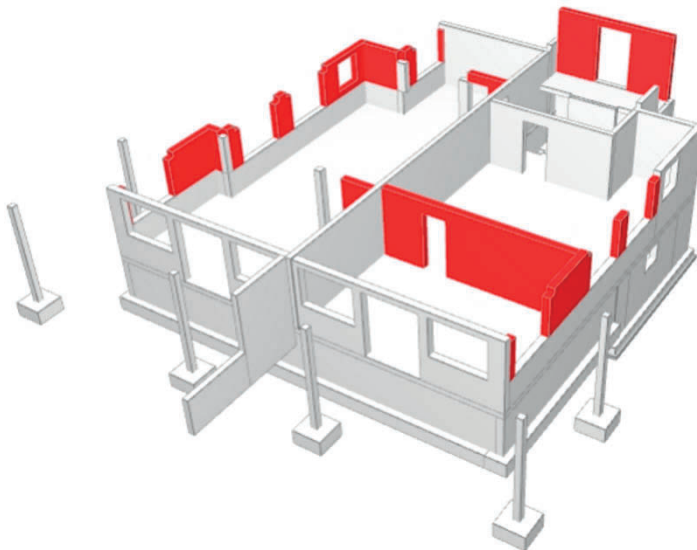


Abb. 27: Baufortschrittsimulation [18]

#### **4.5.9. Akzeptanz von BIM in der Bauausführung**

Es ist nun zu betrachten, ob diese zukunftsweisende neue Art der Informationsbeschaffung in der traditionsbehafteten Baubranche Fuß fassen kann. Schließlich erfordert das Arbeiten mit dem Modell sowohl Fachwissen als auch eine technische Grundausstattung auf der Baustelle (vgl. Kapitel 4.3), was mit zusätzlichen Kosten einhergeht. Zuzüglich dem Bauleiter des Auftragnehmers ist je Baustelle mit Mehrkosten von €500 für Laptop, Computermaus und Internetanschluss zu rechnen. Da die Geräte für eine Vielzahl an Baustellen verwendet werden können, fallen diese zusätzlichen Kosten vergleichsweise gering aus. Des Weiteren ist eine Schulung des Baustellenführungspersonals nötig, damit die Programme richtig angewandt werden. Aufgrund des simplen Programmaufbaus kann hier mit einer Dauer der Einführung von einer halben bis zu einer Stunde gerechnet werden. Die planende Firma verlangte keine zusätzlichen Kosten für die Einweisung, da als Profit ein besseres Verständnis für den Polier gegeben und im Zuge dessen weniger Rücksprachen notwendig waren. Es zeigte sich kein Hemmnis zufolge erhöhter Kosten durch das BIM.

Der Dialog mit dem Polier brachte allerdings die Erkenntnis, dass sich körperliche Arbeit nur schwer mit der filigranen Hardware verbinden lässt. Da kleine Baustellen die Mitarbeit des Poliers erfordern, wurde die Befürchtung laut den Laptop bei gleichzeitiger Verwendung zu beschädigen und zu verschmutzen. Zwar bietet der Markt bereits erschütterungs- und wasserunempfindliche Geräte an, allerdings stellt diese Spezialanfertigung eine kostenintensive Investition dar. Vor allem diese Berührungssängste mit dem Laptop minderten die Akzeptanz der Anwendung eines BIM auf der Baustelle.

#### **4.5.10. Fazit**

Ein Building Information Model direkt auf der Baustelle kann für das Baustellenführungspersonal durch zahlreiche Funktionen wie automatische Mengenermittlung und gute Visualisierung hilfreich sein.

In der folgenden Tabelle wurden die ermittelten Zeitbedarfswerte der REFA-Studie über eine Woche aufsummiert (vgl. Kapitel 9.6). Das Hochfahren des Laptops wurde in der Spalte „Dauer mit BIM“ nicht berücksichtigt, da für diesen Vorgang die Anwesenheit des Poliers nicht erforderlich ist.

Vorgang	Anzahl pro Woche	Dauer konventionell	Dauer mit BIM	Anmerkungen bzgl. BIM
Bautagesbericht verfassen	5	35 min	35 min	große Vorteile in Folge durch Digitalisierung (7 min pro Tag)
Materialbedarf ermitteln	4	24 min	4 min	Vorbereiten der Betonierabschnitte in den Notizen (1 min)
Material beschaffen	4	8 min	8 min	Unklarheiten werden ausgeschlossen
Änderungen in der Planung	1			wurde aufgrund der Komplexität nicht mit BIM durchgeführt
Störungen, Probleme, Unklarheiten auf der Baustelle		60 min <sup>6</sup>	20 min <sup>7</sup>	(aufsummiert über die gesamte Woche)
Fortschritt kontrollieren	5	15 min	15 min	„Abfallprodukt“: 4D-Visualisierungen
Summe		142 min	82 min	57,75%

Tabelle 2: Ergebnis REFA-Studie (vgl. Kapitel 9.6)

<sup>6</sup> Erfahrungswert von Baustelle ähnlicher Größe

<sup>7</sup> Summe an Telefonaten zwischen Polier und Bauleitung wegen Unklarheiten

Es ist zu erkennen, dass das BIM auf der Baustelle einen zeitlichen Vorteil gegenüber einer konventionellen Baustelle bringt, da sich ausgewählte Vorgänge durch ein Building Information Modell optimieren lassen. Es ergab sich in Summe eine Reduktion der Dauer auf rund 60% für die aufgeschlüsselten Vorgänge, wenn ein Building Information Model zum Einsatz kommt. In der REFA-Studie wurden allerdings nur die Abläufe direkt auf der Baustelle betrachtet. Weitere Folgewirkungen eines BIM wie eine optimierte Nachkalkulation seitens der Baufirma und die Abrechnung seitens des Bauherrn wurden hierbei nicht betrachtet. Tatsächlich kann vor allem in diesen Bereichen davon profitiert werden, da das Building Information Model durch die kontinuierliche Erfassung der Daten auf der Baustelle eine gute Grundlage für alle weiteren Berechnungen bietet.

Bereits kleine Projekte wie „Wohnen im Grünen“ profitieren von der kontinuierlichen Erfassung der Informationen, große komplexe Projekte lassen sich erst durch ein Building Information Model voll begreifen. Farbfilter helfen zur Aufbereitung der Datenmenge, wodurch in Folge einfache Kontrollen (z.B.: Soll-Termin vor Ist-Termin, Einhaltung Kostenziel) für Bauwerke in jeder Größenordnung möglich sind. So kann ohne zeitlichen Versatz auf die konkreten Probleme (z.B.: Verzug) eingegangen werden.

## 5. Baufortschrittsdokumentation im BIM („BIM-BauDoku“)

Ein Building Information Model birgt in der Phase der Bauausführung das große Potenzial der Erfassung von baustellenrelevanten Daten, welche z.B. für die Dokumentation oder für die Nachkalkulation genutzt werden können. Die Übertragung der Daten aus den Bautagesberichten in das BIM stellt ohne die Zuhilfenahme einer speziellen Software einen zusätzlichen Arbeitsprozess dar. In diesem Kapitel wird eine alternative Methode angedacht, wie die Datenerfassung auf der Baustelle automatisiert und kontinuierlich in das Building Information Model übertragen werden kann. Dadurch sollen sämtliche Vorteile eines BIM in der Phase der Bauausführung genutzt werden können, ohne ein zeitliches Defizit in Kauf nehmen zu müssen.

### 5.1. Idee

Die automatisierte Integration ablaufrelevanter Informationen in ein Building Information Model soll auf Basis der Bautagesberichte erfolgen. Diese täglich erstellten Berichte enthalten bereits die kontinuierliche Dokumentation des Baufortschritts. In Kapitel 4.5.8.1 wurden unterschiedliche Ansätze angedacht, wie ein Bautagesbericht digitalisiert und mit dem Building Information Model verknüpft werden kann. Es wurde auch beispielhaft ein Software-Programm vorgestellt, welches die Digitalisierung der Bautagesberichte erlaubt. Allerdings sind die auf dem Markt vorhandenen digitalen Bautagebücher reine Textdokumente. Für die Verknüpfung mit dem BIM ist der Bauteil-Bezug der Information jedoch unabdingbar, denn nur so können die ablaufrelevanten Daten je Element ausgewertet werden. Daher muss eine neue Software konzipiert werden, die sogenannte „BIM-BauDoku“, welche den gestellten Anforderungen genügt. Als Basis-Programm wird der Modell-Viewer „Ceapoint“ verwendet, welcher im Zuge dieser Masterarbeit bereits vorgestellt wurde (vgl. Kapitel 2.3.3) und auf der Baustelle „Wohnen im Grünen“ Anwendung fand.



## 5.2. Technische Umsetzung

Da die Programmierung im Alltag des Baustellenführungspersonals Anwendung finden soll, ist eine intuitive Bedienung und eine einfache Handhabung Grundvoraussetzung für die BIM-kompatible Baufortschrittsdokumentation „BIM-BauDoku“. Zur bestmöglichen Erfüllung dieses Ziels wurde das Programm laufend im Zuge der Baustelle „Wohnen im Grünen“ getestet.

### 5.2.1. Grundlage

Als Grundlage der Programmierung diente die von der b.i.m.m GmbH konzipierte Applikation für das Programm Ceapoint (vgl. Kapitel 4.2.3). Darin sind bereits Ansätze für die BIM-konforme Digitalisierung der Baufortschrittsinformationen enthalten.

#### 5.2.1.1. Zusätzliche Features

Der Aufsatz der b.i.m.m GmbH verfügt über eine Filterfunktion, welcher das 3D-Modell nach Geschoß und Gewerk getrennt darstellt. Dieses Feature ist für das vereinfachte Navigieren im Modell notwendig – viele Bauteile werden erst durch das Ausblenden darüber liegender Elemente sichtbar und können erst dann ausgewählt werden. Die Funktion wurde ohne weitere Änderungen übernommen.

Als zusätzliche Visualisierungshilfe der gewünschten Bauteile wurde die Applikation durch zwei zusätzliche Buttons erweitert. Der erste Button enthält die Funktion „Zoom Grenzen“ – alle sichtbaren Elemente werden auf dem Bildschirm dargestellt. Eine zweite Visualisierungsoption bietet der Befehl „Grundriss“: Die aktuelle Ansicht wird so gedreht, dass der Grundriss dargestellt wird. Dieser Button ermöglicht dieselbe Darstellung des Modells wie auf einem 2-D-Plan. Dadurch wird dem Baustellenführungspersonal, welches mit dem Umgang von Plänen vertraut ist, der Zugang zum Modell erleichtert. Es bietet sich folgende Vorgehensweise an:

- 1) Wählen des Geschoßes (vgl. Abb. 28 – Geschoß)
- 2) Ausblenden der Geschoßdecke oder Wählen des Gewerkes (vgl. Abb. 28 – Gewerk)

## 3) Button „Grundriss“ und „Zoom Grenzen“



Abb. 28: programmierte Filterfunktion in Ceapoint

In dieser den Beteiligten vertrauten Ansicht können die gewünschten Bauteile markiert werden und die Informationen daraus bezogen werden.

Des Weiteren bietet die vorhandene Applikation der b.i.m.m GmbH die Möglichkeit, Bauteile, welche im Programm Ceapoint selektiert werden, auszuwerten. In einem getrennten Abschnitt werden die ausgewählten Elemente und die dazugehörigen Parameter Länge, Breite, Höhe, Volumen und Fläche aufgelistet. Diese Werte wurden zuvor in dem Programm Autodesk Revit berechnet und werden in Ceapoint direkt aus den selektierten Bauteilen gelesen. Die Applikation ermöglicht das automatische Aufsummieren der Werte bei Mehrfachselektionen. Dadurch wird die Option geschaffen, den Materialbedarf der selektierten Elemente ermitteln zu lassen. Dieser Abschnitt der Programmierung wurde als Grundstruktur beibehalten. Um zusätzliche Rechenansätze einsparen zu können, wurden jedoch die Parameter wie folgt variiert: Um den Bedarf an Schalung nicht aus den vorhandenen Parametern rückrechnen zu müssen, wurden diese Werte bereits für sämtliche Bauteile in Revit ermittelt. Dort wurde ein zusätzlicher Parameter definiert, welcher die Information „Schalungsfläche“ erhielt. Dieser Wert wird in der Tabelle zusätzlich ausgegeben und aufsummiert. Dadurch ist die Möglichkeit geschaffen, den Bedarf an Schalungsmaterial aus dem Modell zu ermitteln. Als zusätzliche Kontrollmöglichkeit wurden die Abmessungen Höhe, Breite und Länge in der Tabelle belassen. Diese Werte sind jedoch nur bei einer Wand relevant, eine Geschoßdecke lässt sich durch diese Parameter nicht beschreiben. Aus diesem Grund wurde der Tabelle der zusätzliche Wert „Umfang“ hinzugefügt. So ist auch

BIM in der Bauausführung

die Geschoßdecke durch die Parameter „Umfang“ und „Höhe“ (beziehungsweise Deckenstärke) definiert. Weitere Bauteile wie Fundamente und Träger lassen sich mithilfe derselben Parameter beschreiben. Die Tabelle ließe sich unbegrenzt erweitern, allerdings auf Kosten der Lesbarkeit und des Platzbedarfs. Da bereits weitere Parameter wie zugehöriges Geschoß und die Fläche des Bauteils im „Infokästchen“ (vgl. Kapitel 4.2.1) aufgelistet sind, wurde die Tabelle auf diese Parameter beschränkt.

### **5.2.1.2. Baufortschrittsdokumentation Version 01**

Während die bisher beschriebenen Funktionen nur Hilfestellungen für die erleichterte Benutzung des 3D-Viewers Ceapoint bieten sollten, ist das Ziel der zusätzlichen Programmierung die Integration ablaufrelevanter Daten direkt in das Modell. Die Applikation der b.i.m.m GmbH bietet bereits als einen ersten Ansatz die Eingabe von „Beginn“, „Ende“ und „Freigegeben“. Selektierten Elementen kann mit dieser Funktion das Datum eingetragen werden, zu welchem Zeitpunkt mit der Errichtung begonnen worden ist und wann die Arbeit an dem Bauteil abgeschlossen ist. So ist je Bauteil der exakte Zeitraum definiert, in welchem es erstellt wurde. Allerdings ist diese Information für eine vollständige Baufortschrittsdokumentation nicht ausreichend. In einem ersten Brainstorming der Autorin wurde festgelegt, welche bauteilbezogenen Informationen für eine vollständige Erfassung des Bauablaufs notwendig sind.

Jedes Bauteil unterläuft eine Vielzahl an Arbeitsschritten bis zur vollständigen Fertigstellung. Selbst bei alleiniger Betrachtung des Rohbaus variieren die Abläufe je nach Material und Bauteil. Daher wurde angedacht, die Vorgänge je Bauteil zu untergliedern:

Beton:

- Schalen
- Bewehren
- Betonieren

- Ausschalen

Mauerwerk:

- Mauern

Sonstiges (Fenster, Fugenband, Abdichtung...)

- Einbau

Es ist ersichtlich, dass diese Unterteilung in erster Linie bei Betonbauteilen relevant ist. Je Arbeitsschritt sollte die genaue Zeitdauer in Stunden und die Anzahl der am Bauteil beschäftigten Arbeiter angegeben werden. Des Weiteren wurde angedacht, dem Bauteil weitere Informationen über den Arbeiter (Vorarbeiter, Kranfahrer, Polier, ...) anzugeben.

Die Umsetzung dieses ersten Gedankenkonstrukts stieß in der Praxisanwendung auf große Probleme. Zunächst ließen sich die einzelnen Schritte Schalen – Bewehren – Betonieren – Ausschalen zeitlich nicht exakt voneinander abgrenzen. Vor allem die Vorgänge Schalen und Bewehren verschmelzen zeitlich betrachtet ineinander. Weiters erwies es sich als unmöglich, die exakte Anzahl an beschäftigten Arbeitern pro Bauteil und Arbeitsschritt zu erfassen. Dies ist auf folgende Gründe zurückzuführen:

Im Zuge eines Betoniervorganges kann es auftreten, dass mehrere Elemente des Building Information Models auf einmal betoniert werden. In diesem Fall ist es schwierig zu regeln, wie die Daten im Modell eingegeben werden müssen: Die Anzahl der für den Vorgang benötigten Stunden kann auf die einzelnen Bauteile aufgeteilt werden, allerdings stellt dies einen erhöhten Rechenaufwand dar. Man müsste dafür die Anzahl der Stunden durch die Kubatur des Betons teilen, um die bauteilbezogenen Werte zu erhalten. Alternativ kann für jedes Bauteil die Dauer des gesamten Vorgangs eingetragen werden, was wiederum das Ergebnis verfälscht: Würde nur ein Bauteil betoniert werden, wäre mit kürzeren Zeiten zu rechnen. Dadurch ist die Sinnhaftigkeit dieser Zeitdauer in Frage zu stellen. Abgesehen davon wäre eine zusätzliche Person auf der Baustelle notwendig, die allei-

nig für die Erfassung dieser Daten zuständig wäre. Dieser deutliche Mehraufwand bildet einen Widerspruch zum Grundgedanken von Building Information Modeling und ist daher zu verwerfen.

Auch die bauteilbezogene Erfassung der Arbeiter bereitete erhebliche Probleme. Auf kleinen Baustellen kann nicht problemlos eine Personalressource nur einem Arbeitsvorgang und einem Bauteil zugewiesen werden. Aufgrund einer geringen Anzahl an Arbeitern werden diese sehr flexibel eingesetzt und legen dort mit Hand an, wo sie benötigt werden. Vor allem der Vorgang „Schalen“ besteht wiederum aus einer Vielzahl an einzelnen Arbeitsschritten, welche eine variierende Anzahl an Arbeitern erfordert. Hier kann keine exakte Angabe über den Personenbedarf angegeben werden.

Es ist als Ergebnis dieses ersten Brainstormings zusammenzufassen, dass eine zu detaillierte Erfassung des Baufortschritts je Bauteil sich nicht in die Praxis umsetzen lässt.

### **5.2.1.3. Baufortschrittsdokumentation Version 02**

Die Applikation „BIM-BauDoku“ wurde aufbauend auf den Erfahrungen in der Praxis optimiert. Dafür wurde die Untergliederung der Bauteile in einzelne Arbeitsschritte gestrichen. Es wurde festgelegt, dass für jedes Bauteil der „Herstellungsschritt“ (Betonieren, Mauern, Einbauen) dokumentiert werden sollte. Da manche Vorgänge (z.B.: Mauern) häufig nicht innerhalb eines Tages abgeschlossen werden, sind die Parameter „Beginn“ und „Ende“ erforderlich, welche die Zeitspanne eingrenzen. Auch die Erfassung der bauteilbezogenen Anzahl an Arbeitern war nicht zielführend. Deshalb wurde festgelegt, die Anzahl der auf der Baustelle anwesenden Arbeiter jenen Bauteilen zuzuweisen, welche am entsprechenden Tag bearbeitet wurden.

The screenshot displays three distinct input sections within the BIM-BauDoku application:

- Bauteile auswerten:** A green header bar with a plus icon. Below it is a table with the title "Selektierte Elemente". The table has six columns: "Bauteil", "Länge", "Breite", "Höhe", "Volumen", and "Fläche".
- Leistungsmeldung:** A green header bar with a document icon. Below it is a table with four columns: "Beginn", "Ende", "Dauer [h]", and "Personen". Each column contains a text input field with three asterisks (\*\*\*) as a placeholder.
- Bemerkung:** A green header bar with a speech bubble icon. Below it is a large text input field with three asterisks (\*\*\*) as a placeholder.

Abb. 29: Leistungsmeldung V2

Der Einsatz der Applikation auf der Baustelle führte zu folgendem Ergebnis: Das Eintragen des Datums von Beginn und Ende des „Herstellungsschrittes“ erwies sich als anwendertauglich. Allerdings zeigte sich das Feld „Dauer“ immer noch als problematisch. Vorgänge, die sich über etliche Tage spannen, sind zeitlich schwierig zu erfassen. Weiters ist die Sinnhaftigkeit dieses Wertes in Frage zu stellen, da nur wie zuvor definiert der „Herstellungsschritt“ erfasst wird und sämtliche zusätzliche Arbeitsschritte (Material entladen, ...) nicht mit einfließen. An einem Beispiel beschrieben bedeutet dies, dass der Vorgang „Betonieren“ mit einer Dauer von ca. einer halben Stunde in das Bauteil eingetragen wird, jedoch sämtliche anderen bauteilbezogenen Arbeitsschritte wie Schalung aufstellen, Bewehrung verlegen, Schalung abbauen und reinigen nicht berücksichtigt werden. Daher erscheint der Aufwand der exakten Zeiterfassung verglichen mit den daraus ableitbaren Informationen als nicht gerechtfertigt.

#### 5.2.1.4. Baufortschrittsdokumentation Version 03

Die mithilfe der BIM-BauDoku erfassten Daten sollen die Basis für einen kontinuierlichen Soll-Ist-Vergleich mit dem Bauzeitplan liefern. Für eine ideale Terminkontrolle wird ein bauteilbezogener Vergleich zwischen Soll- und Ist-Dauer angedacht. In der Kalkulation der Baufirma ist für jeden Vorgang ein Zeitbedarfswert hinter-

BIM in der Bauausführung

legt. Wird dieser Wert auf die Masse des Bauteils bezogen, kann für jedes Element die kalkulierte Dauer berechnet werden. Das Programm Ceapoint kann für selektierte Bauteile diesen Wert anzeigen, wodurch das Baustellenführungspersonal direkt auf der Baustelle je Element einen Soll-Ist-Vergleich anstellen kann.

Allerdings ist dieser bauteilbezogene Soll-Ist-Vergleich in der Praxis nicht umzusetzen. Der Dialog mit dem Polier der Baustelle „Wohnen im Grünen“ brachte die Erkenntnis, dass eine derartige Kontrolle des Baufortschritts nicht zielführend ist. Da der für den Baufortschritt Verantwortliche die Daten der Ist-Termine in das Programm einzugeben hat, ist anzunehmen, dass dieser ohne Berücksichtigung der tatsächlichen Werte die Soll-Dauer als Ist-Dauer eingibt um Kritik zu vermeiden. Es wurde aus diesem Gespräch die Erkenntnis gewonnen, dass die Soll-Dauer je Element in der Applikation nicht aufscheinen darf. Die Kontrolle des Baufortschritts und der Vergleich mit dem Terminplan kann vom Baustellenführungspersonal fernab der Baustelle durchgeführt werden.

#### **5.2.1.5. Baufortschrittsdokumentation Version 04**

Aufbauend auf den bisherigen Erfahrungen wurde die Applikation weiter optimiert. Die einzutragende Einheit für die „Dauer“ wurde von Stunden auf Tage geändert. Diese Notwendigkeit entstand aus folgender Problematik: Selbst bei definiertem Beginn und Ende des Herstellungsprozesses je Bauteil ist es nicht ersichtlich, ob ununterbrochen an diesem Element gebaut wurde. Um diese Information steuern zu können, kann die Dauer separat in einem Feld eingegeben werden.

Des Weiteren wurde die Applikation um die Parameter „Wetter“ und „Temperatur“ erweitert (vgl. Abb. 30). Dies gründet auf dem Versuch, die Programmierung an die täglich zu erstellenden Bautagesberichte anzugleichen. In diesem Dokument werden neben dem Baufortschritt auch die aktuelle Temperatur, das Wetter und die Anzahl der auf der Baustelle zur Verfügung stehenden Arbeiter eingetragen.

Auswertung von Bauteilen

Bauteil	Länge	Breite	Höhe	Schalungsfläche	Umfang	Volumen
Summe	0.00[m]			0.00[m <sup>2</sup> ]	0.00[m]	0.00[m <sup>3</sup> ]

---

**Leistungsmeldung**

**Beginn** 
**Ende** 
**Dauer[Tage]** 
**Wetter** 
**Temperatur**

**Personen:**

---

**Leistungsstand - Sonstiges**

Abb. 30: Leistungsmeldung V4

### 5.2.1.6. Baufortschrittsdokumentation Version 05

Trotz mehrmaliger Optimierung wies die Anwendung der Applikation auf der Baustelle einen gravierenden Nachteil auf: Das Eintragen der Informationen in das Programm nahm zusätzliche Zeit in Anspruch. Weiters diente die Erfassung der Baufortschrittsdaten nicht dem Polier auf der Baustelle sondern der Bauleitung für Terminkontrollen und für die Dokumentation. Dieser Mehraufwand für die Datenerfassung ist für die Phase der Bauausführung, welche generell strikte zeitliche Vorgaben hat, nicht vertretbar.

Die einzig sinnvolle Möglichkeit für eine effiziente Anwendung der Applikation besteht darin, die bestehende Arbeit des Poliers zu unterstützen. Hier kann sinnvollerweise das Erstellen des Bautagesberichts durch die Programmierung optimiert werden. Als Resultat soll die Applikation den Baufortschritt als PDF-Format ausgeben und so den Bautagesbericht ersetzen können. Um Vorbehalte abzubauen soll die Optik des PDFs jenen des Normenstandards für den Bautagesbericht (vgl. [62, S. 48]) angeglichen werden.



### 5.2.2. Generierung des automatisierten Bautagesberichts - „BIM-BauDoku“

Die in Kapitel 5.2.1 beschriebenen Programmierungen wurden als Grundlage für die endgültige Version der BIM-BauDoku verwendet. Des Weiteren wurde die Mustervorlage des Bautagesberichts, die von der ÖNorm zur Verfügung gestellt wird, als Vorlage für die Optik des PDFs verwendet.(vgl. [62, S. 48]). Folgende Informationen sind darauf enthalten:

- Allgemeine Informationen
  - Bauvorhaben
  - Nummer Bautagesbericht
  - Datum
- Wetter
- Temperatur
- Arbeiterstand
- Gerätestand
- Leistungsfortschritt (Hauptteil des Bautagesberichts)
- Ausführungsunterlagen (Vollständig, unvollständig)
- Besuch von (Auftraggeber/Bevollmächtigter Vertreter/Sonstiger Besucher)

Aus dieser Auflistung ist zu erkennen, dass anders als die bisherigen Programmierungen in Ceapoint ein vollständiger Bautagesbericht zusätzliche Informationen, unabhängig von Bauteilen, benötigt. Sämtliche Parameter sind also in die Kategorien „bauteilbezogen“ und „datumbezogen“ zu untergliedern. Auch die grafische Oberfläche der Applikation unterscheidet diese beiden Bereiche.

#### 5.2.2.1. Datumsbezogene Informationen

Die Datenbank, aus welcher das Programm Ceapoint und auch die Applikation bisher die Daten speicherten, ist bauteilbezogen. Das bedeutet, jede Information ist einem Bauteil zugewiesen, folglich ist jede Information nur auffindbar, wenn das entsprechende Bauteil bekannt ist. Allgemeine Informationen können so nicht gespeichert werden. Aus diesem Grund ist eine parallele Möglichkeit zum Sichern

der Daten erforderlich, welche die Informationen nicht nach Bauteil sondern nach Datum sortiert. Hierfür wurde die Datenbank von Ceapoint durch zusätzliche Tabellen erweitert, in welche die Information, welche in der Benutzeroberfläche eingetragen wird, geschrieben wird. Als sogenannter „Primärschlüssel“<sup>8</sup> dienen das Datum und die fortlaufende Nummer. Dadurch ist jeder Eintrag in der Tabelle eindeutig identifizierbar. Über ein SQL-Statement<sup>9</sup> werden die weiteren Zellen mit den Informationen aus der Benutzeroberfläche gefüllt. Die Abfrage der gewünschten Daten erfolgt wiederum über eine SQL-Abfrage, wobei der Primärschlüssel „Datum“ auf die entsprechende Zeile der Tabelle verweist.

Wie in Abb. 31 ersichtlich beinhaltet der erste Teil der Programmierung sämtliche allgemeinen – nicht bauteilbezogenen – Informationen.

Datum: 3.4.2014 - Nr.: 15

Wetter	Temperatur	Personen
<input type="text"/>	<input type="text"/>	0

Ausführungsunterlagen	Baubesuch
<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>

Sonstiges

Abb. 31: Programmierung Bautagesbericht

<sup>8</sup> Ein Primärschlüssel dient zur eindeutigen Identifizierung einer Datenreihe in der Datenbank

<sup>9</sup> „Structured Query Language“

Die Programmierung greift auf die Systemzeit des Computers zu, um das aktuelle Datum auszulesen. Daher ist darauf zu achten, dass der Computer über die Information des aktuellen Datums verfügt. Dieses Datum wird in die Kopfzeile geschrieben.

Die fortlaufende Nummerierung beginnt an jenem Tag mit der Nummer „1“ zu zählen, an welchem die Applikation zum ersten Mal aufgerufen wird und der erste Eintrag in die Datenbank erfolgt. Jeden weiteren Tag, an welchem die Programmierung geöffnet wird, wird die Nummerierung um Eins erhöht. Dadurch ist automatisch gewährleistet, dass an jedem Arbeitstag der Bautagesbericht eine fortlaufende Nummer erhält. Feiertage, Wochenenden und Schlechtwetterschichten werden nicht mitgezählt und erhalten keine eigene Nummerierung. Auf diese Weise wird dieselbe „Zählweise“ wie in einem konventionellen Bautagesbericht gewährleistet.

Um die Eingabe der Informationen zu erleichtern, sind in den einzelnen Feldern bereits Voreinstellungen getroffen (vgl. Abb. 32). So ist mühsames Tippen überflüssig und die aktuellen Informationen können auch von nicht technisch versierten Personen eingetragen werden. Des Weiteren offeriert die Benutzeroberfläche die Möglichkeit, einen persönlichen Kommentar für „Ausführungsunterlagen“ und „Baubesuch“ einzugeben.

Wetter	Temperatur
<div style="border: 1px solid gray; padding: 5px;"> <div style="text-align: right; border-bottom: 1px solid gray; margin-bottom: 5px;">▼</div> <div style="background-color: #e0f0ff; padding: 2px;">Heiter</div> <div style="padding: 2px;">Wolkig</div> <div style="padding: 2px;">Bedeckt</div> <div style="padding: 2px;">Regen</div> <div style="padding: 2px;">Schnee</div> <div style="padding: 2px;">Gewitter</div> </div>	<div style="border: 1px solid gray; padding: 5px;"> <div style="text-align: right; border-bottom: 1px solid gray; margin-bottom: 5px;">▼</div> <div style="background-color: #e0f0ff; padding: 2px;">&lt;0°C</div> <div style="padding: 2px;">0°C - 30°C</div> <div style="padding: 2px;">&gt;30°C</div> <div style="text-align: right; border-top: 1px solid gray; margin-top: 5px;">▼</div> </div>
Ausführungsunterlagen	Baubesuch
<div style="border: 1px solid gray; padding: 5px;"> <div style="text-align: right; border-bottom: 1px solid gray; margin-bottom: 5px;">▼</div> <div style="background-color: #e0f0ff; padding: 2px;">vollständig</div> <div style="padding: 2px;">unvollständig</div> </div>	<div style="border: 1px solid gray; padding: 5px;"> <div style="text-align: right; border-bottom: 1px solid gray; margin-bottom: 5px;">▼</div> <div style="background-color: #e0f0ff; padding: 2px;">Auftraggeber</div> <div style="padding: 2px;">Bevollmächtigter Vertreter</div> </div>

Abb. 32: Auswahl für Wetter, Temperatur, Ausführungsunterlagen und Baubesuch  
BIM in der Bauausführung

Da nicht alle Situationen in einer Vorlage erfasst werden können, bietet ein zusätzliches Eingabefeld die Möglichkeit, weitere Informationen zu ergänzen (vgl. 32). Hier können besondere Vorkommnisse, Bedenken und ähnliches vermerkt werden.

Um die Vorlage der ÖNorm bestmöglich darzustellen, können in einem weiteren Feld spezifische Informationen zu „Güte und Funktionsprüfung“ eingetragen werden.

### **5.2.2.2. Elementbezogene Informationen**

Wie bereits in der Programmierung V5 (vgl. Kapitel 5.2.1.6) ermöglicht, sollen je Element die Informationen über Herstellungsbeginn und Herstellungsende erfasst werden. Dabei soll der „Herstellungsschritt“, also der tatsächliche Betonier- oder Maurervorgang erfasst werden und sämtliche Vor- und Nacharbeiten außer Betracht gelassen werden. Gleichzeitig soll die Erfassung dieser Daten für die automatisierte Generierung des Bautagesberichts herangezogen werden. Als Ergebnis soll sowohl das Bauteil die Information enthalten, in welcher Zeitspanne es errichtet wurde, als auch der Bautagesbericht die Bearbeitung des Elements verzeichnen.

Für eine benutzerfreundliche Handhabung soll das Hauptaugenmerk seitens des Poliers in der Generierung des Bautagesberichts liegen. Das Speichern der Daten in die einzelnen Bauteile soll im Hintergrund ablaufen und die Arbeit des Poliers nicht beeinträchtigen. Die Benutzeroberfläche soll intuitiv aufbereitet und die notwendigen Schritte möglichst selbsterklärend sein.

Um im Bautagesbericht die Bearbeitung eines Bauteils zu vermerken, hat der Polier das entsprechende Bauteil zu selektieren. Dafür helfen, wie bereits in Kapitel 5.2.1.1 beschrieben, verschiedene Filter, welche das Modell nach Geschoß und Gewerk unterteilen. In Kapitel 4.2.2 ist ausführlich beschrieben, wie mithilfe der Funktion „Notizen“ die Bauteile einzelner Betonierabschnitte und Arbeitsvorgänge als Ansicht abgespeichert und so für den Polier vorbereitet werden können. In diesem Falle findet der Polier die benötigten Bauteile durch Auswählen der ge-BIM in der Bauausführung

wünschten Ansicht in der Notiz. Der Button „Objekt zum Bautagesbericht hinzufügen“ fügt das selektierte Bauteil dem Bautagesbericht hinzu. Auf diese Weise kann der Polier täglich die in Erstellung befindlichen Elemente im Bautagesbericht auflisten lassen. Zur Korrektur seiner Selektion hilft der Button „Objekt aus Bautagesbericht entfernen“.

Der Button „Objekt fertigstellen“ hat die Funktion, die vollständige Errichtung des Bauteils zu bestätigen. Der Polier kann mit diesem Button bestätigen, dass ein Element fertiggestellt wurde.

Hat er sämtliche Bauteile über diese Buttons dem aktuellen Tag zugewiesen, kann er über den Befehl „PDF drucken“ das PDF generieren und den Bautagesbericht des aktuellen Tages abspeichern (vgl. Abb. 33).

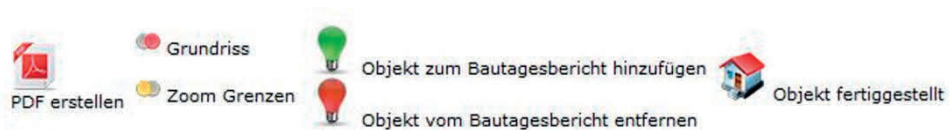


Abb. 33: Buttons zur Generierung des Bautagesberichtes

Weitere Schritte sind seitens des Poliers nicht notwendig, da das Füllen der Parameter im Hintergrund abläuft. Diesem Prozess liegt folgendes System zugrunde: Wird ein Element zum ersten Mal mithilfe des Buttons „Objekt zum Bautagesbericht hinzufügen“ dem Bautagesbericht hinzugefügt, wird der Parameter „Beginn“ automatisch mit dem aktuellen Datum gefüllt. Der Parameter „Tage in Bearbeitung“ wird auf Eins gesetzt. Jeden weiteren Tag, an welchem der Polier das Bauteil bearbeitet und es im Bautagesbericht auflistet, wird der Index „Tage in Bearbeitung“ um Eins erhöht. In der Programmierung ist eine Routine enthalten, damit ein mehrmaliges Betätigen der Buttons „Objekt zum Bautagesbericht hinzufügen“ an einem Tag den Parameter „Tage in Bearbeitung“ nicht verändert. Ist das Bauteil fertiggestellt, wird über den Button „Fertigstellung“ das aktuelle Datum in den Parameter „Ende“ geschrieben. Somit hat das Bauteil die ablaufrelevanten Daten automatisiert über die Generierung des Bautagesberichts erfasst.

Häufig müssen neben der Bearbeitung des Elements zusätzliche bauteilbezogene Informationen angegeben werden. Für diese Daten hilft das Feld „Besondere Vorkommnisse je selektiertes Bauteil“ (vgl. Abb. 34)

The image shows a screenshot of a software interface. At the top, there is a green header bar with a white speech bubble icon on the left and the text 'Besondere Vorkommnisse je selektiertes Bauteil' in white. Below this header is a large, empty, light gray rectangular text input field.

Abb. 34: Besondere Vorkommnisse je selektiertes Bauteil

Der Text, welcher in dieses Feld eingetragen ist, wird direkt in dem selektierten Bauteil abgespeichert. Anders als die datumsbezogenen Informationen kann diese Notiz in der Datenbank nur über das entsprechende Element gefunden werden – als Primärschlüssel dient das Bauteil.

Die BIM-BauDoku bietet die Möglichkeit einer Druckvorschau. Alle Informationen, die auf dem aktuellen Bautagesbericht dargestellt werden, sind im Anschluss an die Eingabemaske angezeigt. Dafür wurde eine separate Tabelle programmiert, in welcher ein Bauteil nach Betätigen des Buttons „Objekt zum Bautagesbericht hinzufügen“ aufscheint.

**Bautagesbericht**

NR:	34	WETTER:	Heiter
DATUM:	2014-04-28	TEMPERATUR:	0°C - 30°C
BAUVORHABEN:	Wohnen im Grünen	ARBEITERSTAND:	5

**ALLGEMEINES**

Qualität C2530 geprüft

**LEISTUNGSFortsCHRITT**

0	Basiswand [2541382]	TEST		
Bauteil	Beginn	Ende	Tage in Bearbeitung	
0	Basiswand [2541382]	2014-04-28	2013-10-25	1

**BAUTEILINFORMATION**

Bauteil	Länge	Breite	Höhe	Schalungsfläche	Umfang	Volumen
0	Basiswand [2541382]	16.75[m]	0.20[m]	1.36[m]	21.20[m <sup>2</sup> ]	2.07[m <sup>3</sup> ]
<b>Summe</b>	<b>16.75[m]</b>			<b>21.20[m<sup>2</sup>]</b>	<b>0.00[m]</b>	<b>2.07[m<sup>3</sup>]</b>

AUSFÜHRUNGSUNTERLAGEN:	vollständig	BAUBESUCH:	Auftraggeber
------------------------	-------------	------------	--------------

**UNTERSCHRIFTEN:**

AUFTRAGNEHMER ODER DESSEN BEAUFTRAGTER:	BAUHERR ODER DESSEN BEVOLLMÄCHTIGTER VERTRETER:
---	---

Abb. 35: Druckvorschau Bautagesbericht

Mithilfe des Buttons „PDF drucken“ wird aus den angezeigten Informationen ein PDF-File erstellt und kann an die Projektbeteiligten versandt werden.

Der Bautagesbericht enthält automatisiert die Information über den Projektnamen. Dies wird aus den Parametern der Bauteile gelesen. Zusätzliche Sicherheitsflags garantieren einen reibungsfreien Ablauf der Applikation. Weiters wurde gewährleistet, dass leere Tabellen nicht aufscheinen und der Bautagesbericht nicht unnötig in die Länge gezogen wird.

Da der Bautagesbericht bei gerichtlichen oder außergerichtlichen Auseinandersetzungen als wichtiges Beweisdokument gilt, beinhaltet das PDF eine Unterschrift-

tenzeile. Jeder Bericht muss vom Auftragnehmer oder dessen Beauftragten unterschrieben werden, um als Beweismittel vor Gericht Bestand zu haben.

### **5.2.2.3. Änderungen des Bautagesberichts vergangener Tage**

Die Informationen „Datum“ und „Nummer“ wurden bewusst so programmiert, dass sie automatisch generiert werden und nur bedingt verändert werden können. Dadurch wird der Polier dazu angeleitet, den Bautagesbericht immer zum aktuellen Datum auszufüllen. Wird der Bautagesbericht handschriftlich ausgefüllt, ist genauso ein nachträgliches Adaptieren vergangener Bautagesberichte untersagt. Die Dokumentation sollte nur die Vorkommnisse dieses einen Tages enthalten und nicht nachträglich durch weitere Informationen ergänzt werden. Jedoch tritt in der Praxis der Fall ein, dass Informationen an vergangenen Tagen ergänzt werden müssen. Um Hemmnisse abzubauen, offeriert die Applikation die Möglichkeit, an vergangenen Tagen Informationen zu ergänzen (vgl. Abb. 36). Über die programmierte Oberfläche kann ein vergangener Tag ausgewählt und für dieses Datum die Informationen ergänzt werden. Es ist jedoch nicht möglich, bereits vorhandene Informationen zu überschreiben oder zu löschen.

Automatisierte Abläufe rufen häufig Widerstände hervor, da die Überprüfbarkeit und Adaptierung der Werte nur schwierig möglich ist. Aus diesem Grund bietet die Benutzeroberfläche die Möglichkeit, die automatisch generierten Parameter „Beginn“ und „Ende“ manuell zu überschreiben. Damit soll das System flexibel gehalten und die Möglichkeit geschaffen werden, Bauteile dem Bericht eines vorhergehenden Tages richtig zuzuordnen. Allerdings soll diese Funktion mehr der Kontrolle als der bewussten Steuerung der Parameter dienen, um die Durchgängigkeit der dahinterliegenden Logik im gesamten Projekt zu gewährleisten. Generell soll der Polier dazu angeleitet werden, zum aktuellen Datum den Bautagesbericht zu erstellen, wodurch weitere Änderungen über das Kontrollfenster nicht notwendig sind.



## Kontrolle

📄
Leistungsmeldung bearbeiten

---

Bauteil Leistungsmeldung bearbeiten

---

Tag Leistungsmeldung bearbeiten

---

Beginn	Ende	Dauer
<input style="width: 90%;" type="text" value="###"/>	<input style="width: 90%;" type="text" value="###"/>	<input style="width: 90%;" type="text" value="###"/>

Tag:

Wetter	Temperatur	Personen
<input style="width: 90%;" type="text"/>	<input style="width: 90%;" type="text"/>	<input style="width: 90%;" type="text" value="0"/>

Ausführungsunterlagen	Baubesuch
<input style="width: 90%;" type="text"/>	<input style="width: 90%;" type="text"/>

Sonstiges

Abb. 36: Ergänzung der Informationen an vergangenen Tagen

Muss im Ausnahmefall der vollständige Bautagesbericht eines vergangenen Tages neu erstellt werden, so muss das komplette Betriebssystem des Computers auf das gewünschte Datum gestellt werden. Da die BIM-BauDoku die Information über das heutige Datum aus den Computer-Einstellungen übernimmt, kann so zu jedem beliebigen Tag ein Bautagesbericht erstellt werden. Allerdings nimmt die fortlaufende Nummerierung der Berichte keine Rücksicht auf die Reihenfolge des Datums, sondern läuft kontinuierlich weiter. Daher sollte darauf geachtet werden, in welcher Reihenfolge die Bautagesberichte vergangener Tage erstellt werden.

### 5.3. Erfahrungen in der Praxis

#### 5.3.1. Wie muss der BIM-basierte Bautagesbericht eingeführt werden?

Die Applikation des Programmes Ceapoint zur automatischen Generierung der Bautagesberichte muss von Beginn an auf der Baustelle zum Einsatz kommen. Nur so kann der Bautagesbericht in Papierform vollständig ersetzt werden. Ein Wechsel zwischen digitaler und handschriftlicher Dokumentation ist nicht zielführend,

BIM in der Bauausführung

da die vollständige Protokollierung der Ablaufdaten im Modell nicht gegeben ist. Aufgrund des fortgeschrittenen Stadiums der Baustelle „Wohnen im Grünen“ wurde die Applikation nur versuchsweise getestet und durch Dialoge mit dem Baustellenführungspersonal Erfahrungen gesammelt.

Die Einführung des digitalen Bautagesberichts muss von der Führungsebene des Bauunternehmens vorgegeben und verpflichtend auf allen Baustellen eingeführt werden. Es ist notwendig, dass die Dokumentation des Baustellenablaufs im gesamten Unternehmen einheitlich aufgezeichnet wird. Herkömmlich dienen vorgefertigte Formulare dem Zweck, einen durchgängigen Standard sicherzustellen, eine Änderung dieser Vorlage wie durch die Einführung des BIM-basierten Bautagesberichts muss daher ebenfalls von höherer Stelle vorgegeben werden. Ein Politiker hat nicht über die Art und Weise der Baufortschrittsdokumentation zu entscheiden, sondern muss sich nach dem vorgegebenen Standard richten. Für den Durchbruch eines BIM muss daher die Führungsebene von dem System überzeugt werden. Der Software-Markt bietet bereits verschiedene Programme zur Erstellung eines Digitalen Bautagesberichts (vgl. Kapitel 4.5.8.1) und findet vor allem in Deutschland Anwendung. Hier wäre der Schritt auf ein BIM-basiertes Bautagebuch vergleichsweise gering.

### **5.3.2. Rechtliche Situation**

Der Bautagesbericht dient der Bestätigung des Baufortschritts, daher kommt diesem große Bedeutung bei gerichtlichen oder außergerichtlichen Auseinandersetzungen zu. Treten zu einem späteren Zeitpunkt Probleme am Bauwerk auf, wird der Bautagesbericht als Informationsquelle herangezogen. Es ist daher von großer Wichtigkeit, dass der Bautagesbericht als Beweismittel vor Gericht Bestand hat. Die Honorarleitlinie Bauwesen Ingenieurbauwerke (vgl. [59, S. 18] ) schreibt keine Form für den Bautagesbericht vor, daher gilt auch vor Gericht der Grundsatz der

Formfreiheit. Um allerdings als Urkunde<sup>10</sup> geltend gemacht werden zu können, muss das Dokument unterfertigt werden (vgl. [60] ). Aus diesem Grund beinhaltet der digitale Bautagesbericht eine Unterschriftenzeile; der Auftragnehmer oder dessen Beauftragter bestätigt mit seiner Unterschrift, dass das Dokument von ihm stammt.

Es ist an dieser Stelle anzumerken, dass es durch die notwendige Unterschrift auf dem ausgedruckten Bautagesbericht zu einem sogenannten Medienbruch kommt – das digitale Dokument muss wieder papierbasiert abgelegt werden. Hier ist die Möglichkeit der „elektronischen Signatur“ eine Lösung des Problems. Diese Unterschrift basiert auf einem ausgereiften Verschlüsselungscode und ist in Österreich seit 2000 durch das Signaturgesetz – SigG BGBl. I Nr. 190/1999 g gesetzlich anerkannt (vgl. [61] ). Damit kann am Computer das PDF signiert werden und macht ein Ausdrucken überflüssig.

### **5.3.3. Probleme in der Praxisanwendung**

Trotz der stark reduzierten Oberfläche und vereinfachten Eingabemöglichkeit ruft eine technische Neuerung wie die digitalen BIM-Bautagesberichte Berührungsängste des Poliers hervor. Vor allem Poliere mit langjähriger Baustellenerfahrung sind nicht leicht für das neue System zu begeistern, da sie häufig mit der Materie nicht vertraut sind und Änderungen oft kritisch gegenüber stehen. Dabei ist anzumerken, dass die BIM-basierte Dokumentation des Baufortschritts in erster Linie dem Baustellenführungspersonal zur weiteren Auswertung dient und dem Polier auf der Baustelle nur untergeordnete Vorteile bringt.

Die Praxis zeigte eine weitere Problematik bei Verwendung des Modells: Die Bauteile, in welche die Informationen geschrieben werden, sind im Programm Ceapoint nicht veränderbar. Dies ist vor allem bei der Definition der Betonierabschnitt-

<sup>10</sup> „eine Schrift, die errichtet worden ist, um ein Recht oder ein Rechtsverhältnis zu begründen, abzuändern oder aufzuheben oder eine Tatsache von rechtlicher Bedeutung zu beweisen“ [64]

te von Nachteil. Zwar wurden diese bereits im Modell definiert, da die Fugenbänder und die Bewehrung sich nach den Betonierabschnitten richten, allerdings sind kurzfristige Adaptierungen der Abschnitte aufgrund der Schalung und sonstigen Begebenheiten bei kleinen Baustellen üblich. Die Entscheidung über die tatsächliche Abmessung der Betonierabschnitte wird meist mit dem Aufstellen der Schalung getroffen. Daher stimmt die Unterteilung der Bauteile auf der Baustelle und im Modell oft nicht überein und die Information für den Bautagesbericht wird nicht korrekt in das Building Information Model eingetragen.

Dieses Problem wird durch die Anpassung des Modells an den Ist-Zustand der Baustelle gelöst. Der Polier muss daher jede Abweichung der Bauleitung des AG oder dem Planer melden, welche das Modell aktualisiert. Erst dann kann der Bautagesbericht korrekt auf die entsprechenden Bauteile bezogen werden. Die nächste Version von Ceapoint soll jedoch einen alternativen Lösungsweg für dieses Problem offerieren. Es ist eine Funktion vorgesehen, mit welcher ein Bauteil in zwei Elemente geteilt werden kann. So kann im Programm Ceapoint das Modell an die Betonierabschnitte angepasst werden. Dieser Weg birgt allerdings viele Gefahren: Die Komptabilität mit anderen Programmen kann durch das Ändern der Elemente beeinträchtigt werden, da programmtechnisch betrachtet ein neues Bauteil mit einer anderen ID erstellt wird. Es ist des Weiteren zu klären, ob durch das Teilen der Elemente sämtliche Informationen des ursprünglichen Bauteils übernommen werden.

Größere Baustellen weisen das Problem abweichender Betonierabschnitte nicht auf. Hier wird von der Bauaufsicht die Betonierreihenfolge vorab exakt definiert und muss eingehalten werden. Dadurch kann der Bautagesbericht problemlos auf den entsprechenden Bauteilen aufgebaut werden.

## **5.4. Anwendungsgebiete der bauteilbezogenen Fortschrittdokumentation**

Die bauteilbezogene Fortschrittdokumentation, welche durch die neu programmierte Applikation im Programm Ceapoint gewährleistet ist, soll in erster Linie sämtliche Anforderungen eines herkömmlichen Bautagesberichts erfüllen.

### **5.4.1. Dokumentation, Ursachenforschung**

Der Bautagesbericht soll kontinuierlich den Ablauf der Baumaßnahmen dokumentieren. Dafür sind täglich die einzelnen Arbeitsschritte festzuhalten. Diese Informationen dienen zu einem späteren Zeitpunkt der erleichterten Ursachenforschung bei Mangel oder ungewollten Veränderungen am Bauwerk. Unabhängig der Verwendung eines BIM ist bei einer konventionellen Baustelle die alleinige Auflistung der durchgeführten Maßnahmen nicht ausreichend; es sollte selbst im handschriftlichen Bautagesbericht vermerkt werden, welches Bauteil oder zumindest welcher Abschnitt des Hauses (Geschoß, Wohneinheit, ...) am entsprechenden Tag bearbeitet worden ist. Nur so kann zu einem späteren Zeitpunkt der Ablauf auf der Baustelle rekonstruiert werden.

Die BIM-BauDoku beinhaltet die notwendigen Informationen für eine vollständige Dokumentation. Sämtliche Daten eines herkömmlichen Bautagesberichtes können in der neu programmierten Applikation eingegeben werden, zusätzlich ist der Bezug zum entsprechenden Bauteil automatisch gegeben: Elementbezogene Daten werden direkt in den Parametern der einzelnen Bauteile abgespeichert. Die BIM-BauDoku weist dadurch eine höhere Qualität als eine handschriftliche Fortschrittdokumentation auf. Dies gründet primär auf der Verknüpfung von Bauteil und Information. Ist ein Mangel an einem bestimmten Bauteil ersichtlich, können über das Modell sämtliche Daten darüber abgerufen werden. Durch die eindeutige Verknüpfung von Information und ID des Bauteils ist ein langwieriges Suchen in handschriftlichen Dokumenten nicht notwendig. Während ein handschriftlicher Bautagesbericht die Vorgänge nach Tagen auflistet und daher die Daten über ein Bauteil auf unterschiedlichen Berichten zu finden sind, sind die Informationen im digitalen BIM-basierten Bautagesbericht elementbezogen: Es ist nur das entspre-

chende Bauteil im Modell auszuwählen und die Informationen wie das Erstelldatum und zusätzliche Vorkommnisse werden vollständig angezeigt.

Durch die Digitalisierung der Daten können Filter und Suchfunktionen angewandt werden. Sowohl die PDF-Dokumente als auch die Parameterwerte des Modells können nach Schlagworten durchsucht werden und so effizient zur Problemfindung beitragen.

Neben diesen gewichtigen Vorteilen wird durch die Digitalisierung des Bautagesberichts eine einheitliche Optik gewährleistet. Durch die automatisierte Erstellung werden die Informationen in allen Dokumenten gleich aufgelistet und beschrieben. Auch eine unlesbare Handschrift gehört der Vergangenheit an.

#### **5.4.2. Steuerungs- und Kontrollmöglichkeiten in der Bauabwicklung**

Ein Bautagesbericht dient des Weiteren der Baustellenkontrolle. Sowohl das Baustellenführungspersonal als auch der Auftraggeber haben die Berechtigung, jederzeit in die Aufzeichnungen Einsicht zu nehmen und den Fortgang der Baustelle zu überprüfen. Daher sind im Bautagesbericht sämtliche Arbeitsschritte zu verzeichnen, sodass der Bauablauf nachvollzogen werden kann. Drei Faktoren spielen bei der Steuerung und Kontrolle von Baustellen eine wesentliche Rolle: Termin, Kosten und Qualität.

##### **5.4.2.1. Terminkontrolle**

Zunächst ist regelmäßig die Einhaltung des Terminplans zu überprüfen. Mithilfe der Baufortschrittsdokumentation soll es möglich sein nachzuvollziehen, ob die Meilensteine eingehalten werden können und das Projekt zeitgerecht fertig gestellt werden kann. Der aktuelle Stand der Baustelle soll zu jedem Zeitpunkt aus den Bautagesberichten ersichtlich sein. Im Falle eines Verzugs sind die Konsequenzen rechtzeitig abzuwägen und Maßnahmen zu ergreifen. Diese Entscheidungen gründen idealerweise auf den Bautagesberichten, da in diesen die Ursachen (schlechtes Wetter, verspätete Lieferungen von Material oder Plänen) für Verzug verzeichnet sein sollen.

Die bauteilbezogene Fortschrittsdokumentation, welche durch die Verknüpfung von Bautagesbericht und Building Information Model ermöglicht wird, spielt eine wesentliche Rolle für die Terminkontrolle. Durch die Erweiterung des BIM um den Faktor Zeit erhält man ein 4-D-Modell. Die Informationen werden gleich dem herkömmlichen Bautagesbericht täglich festgehalten, wodurch eine kontinuierliche Baufortschrittsüberwachung möglich ist. Die Daten werden direkt in das Modell eingegeben und stehen über Internetzugang allen Projektbeteiligten zur Verfügung. Diese Tatsache hat einen großen Einfluss auf die Informationsbeschaffung. Herkömmlich musste der handschriftliche Bautagesbericht kopiert bzw. eingescannt und verschickt werden, um die Projektbeteiligten zu informieren. Dadurch tritt eine zeitliche Verzögerung auf. Durch die Implementierung des Bautagesberichtes in das Modell haben jedoch alle in Echtzeit Zugriff auf die Informationen. Der aktuelle Stand der Baustelle kann im Modell überprüft werden und ist ortsunabhängig, da die notwendigen Daten digital in der Cloud vorhanden sind.

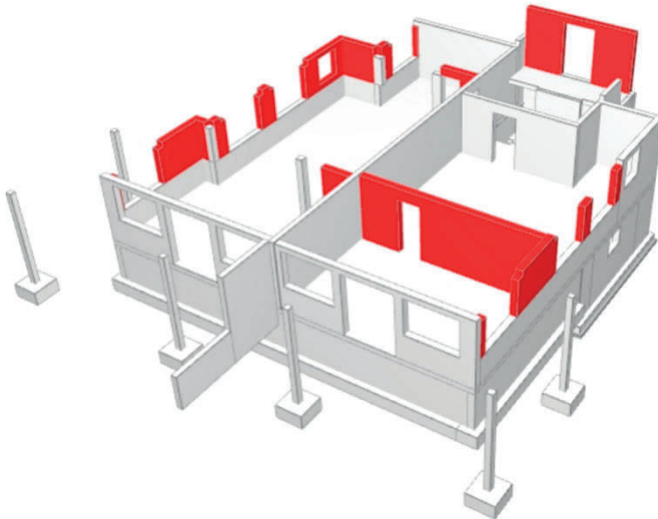


Abb. 37: Beispiel Terminkontrolle: alle am Tag x bearbeitenden Bauteile werden rot eingefärbt.

Ein weiterer großer Vorteil eröffnet sich über die Digitalisierung des Soll-Terminplans. Wie bereits in Kapitel 4.1 beschrieben kann je Bauteil ein Soll-Rahmen festgelegt werden, in welchem das Element erstellt werden soll. Um den Aufwand gering zu halten, kann dieser Soll-Wert je Geschoß definiert werden. Aufgrund der BIM-BauDoku beinhaltet nun jedes Bauteil sowohl den Zeitrahmen, in welchem es erstellt werden soll, als auch den exakten Zeitpunkt der Erstellung. Diese beiden Werte können automatisiert miteinander verglichen werden und über Filter ein Zeitverzug problemlos visualisiert werden. Für Bauteile in Verzug können zusätzliche Informationen, welche im Bautagesbericht eingegeben wurden, abgerufen werden und so die Ursachen des Verzugs ermittelt werden. Das BIM dient hier der *„Frühwarnung bei Zielabweichung“* (Zitat [62]) für den AN, welcher dadurch rechtzeitig gegensteuern kann.

Die Verknüpfung der Ist-Termine mit den Bauteilen kann des Weiteren zur Kennwertbildung herangezogen werden. Aus den Informationen, wie viele Personen auf der Baustelle welchen Baufortschritt erzielen, kann abgeschätzt werden, wie viel Zeit je verbautem Material in Anspruch genommen wird. Dieser Wert – hochgerechnet auf die Gesamtmenge an Material im Modell – kann zur Prognose des Endtermins herangezogen werden. Dadurch wird die Terminkontrolle weiter erleichtert und hilft, einen Verzug rechtzeitig zu erkennen.

Aufbauend auf den bereits ermittelten Kennwerten kann bei zukünftigen Baustellen die Prognose des Endtermins besser getroffen werden. Die bestehenden Kennwerte können bei Folgeprojekten als Vergleichswert herangezogen und so Auswirkungen der Performance auf den Endtermin besser abgeschätzt werden. Auch eine automatisierte Prognose-Ermittlung ist aus den vorhandenen Daten mit geringem Aufwand implementierbar.

Die Implementierung der Bautagesberichte in das Building Information Model erleichtert aus Sicht der Autorin deutlich die Terminkontrolle für das Baustellenführungspersonal und den Bauherrn. Die gewonnenen Daten können weitrei-



chend ausgewertet werden und in Folgeprojekten zur Steuerung der Baustelle und Prognoseermittlung herangezogen werden.

#### **5.4.2.2. Kostenkontrolle**

Für eine vollständige Baustellenüberwachung sind als zweiter Faktor die Kosten laufend zu prüfen. Da in der Ausführungsphase der größte Anteil an Kapital benötigt wird, ist die Einhaltung des vorgegebenen Budgets umso bedeutsamer. Eine kontinuierliche Kontrolle bedeutet aber bei herkömmlichen Baustellen einen nicht vertretbaren Aufwand, daher wird häufig nach gewissen Meilensteinen (z.B.: Fertigstellung Geschoßdecke) ein Kostenstatus erstellt: Die Baufirma berechnet sämtliche bisher getätigten Leistungen, benötigten Materialien und vergleicht diese mit der Kalkulation. Der Auftraggeber auf der anderen Seite hat sämtliche Mehr- und Minderkostenforderungen der Baufirma zu prüfen und die Auswirkungen auf die Gesamtkosten zu analysieren. Während sich der Gewinn der Baufirma jedoch immer aus „Erlös minus Aufwand“ ermittelt, errechnen sich die Gesamtkosten für den Bauherrn abhängig von der Art der Ausschreibung unterschiedlich: Wurde die Baustelle als Pauschale ausgeschrieben, so werden generell fixe Zahlungspläne festgelegt, der Bauherr hat hier nur die Mehr- und Minderleistungen zu überprüfen. Ist eine Abrechnung nach Aufmaß vereinbart, so ist die exakte Menge an verbautem Material auch für den Bauherrn von Bedeutung.

Wie in Kapitel 4.1 beschrieben beinhalten die Bauteile bereits jeweils die überschlägig ermittelten Kosten. Da das BIM über den Bautagesbericht die Information über den tatsächlichen Stand der Baustelle enthält, kann die Summe der Kosten aller fertiggestellten Bauteile gebildet werden. Dieser Wert kann von der Baufirma herangezogen werden, um einen Soll-Ist-Vergleich durchzuführen.

Auch der Bauherr kann einen Nutzen aus dem BIM ziehen. Durch die Verknüpfung des Bautagesberichts mit dem Modell ist es zwingend notwendig, das Modell aktuell zu halten und sämtliche Änderungen mitzuziehen. Dadurch können die Auswirkungen von Mehr- und Minderkosten auf den Gesamtbetrag ermittelt werden. Der Bauherr profitiert von der Kostentransparenz, welche das Modell bietet: Alle

Änderungen werden automatisch in den Gesamtkosten berücksichtigt und können über die Änderungsverfolgung des Modells auch zu einem späteren Zeitpunkt nachvollzogen werden.

#### **5.4.2.3. Qualitätskontrolle**

Der Bautagesbericht soll auch für die Qualitätskontrolle unterstützend herangezogen werden können. Es ist jedoch anzumerken, dass die Überprüfung der richtigen Ausführung fortlaufend direkt auf der Baustelle zu erfolgen hat und im Modell nicht möglich ist. Das BIM stellt immer den Soll-Zustand der Baustelle dar, nicht aber die Umsetzung der Planung.

Die BIM-BauDoku kann für die Qualitätskontrolle herangezogen werden, um die vollständige Umsetzung der Planung zu überprüfen. Über Filter können zu jedem Zeitpunkt die Bauteile angezeigt werden, welche noch nicht fertiggestellt worden sind. Dadurch wird die Gefahr reduziert, dass Elemente vergessen werden.

Ein vollständiges Modell hilft auch insofern bei der Überprüfung der Qualität, dass das Projekt detaillierter definiert ist. Im Vergleich zu einer zweidimensionalen Planung kann das Bau-Soll durch das BIM exakt dargestellt werden, wodurch der Vergleich zwischen Planung und Ausführung erleichtert wird.

Die Bautagesberichte dienen in erster Linie der Dokumentation. Es ist festzuhalten, ob sämtliche Arbeitsschritte richtig ausgeführt wurden. Auftretende Probleme und Abweichungen sind zu dokumentieren. Bezugnehmend auf die Qualität sind weitergehende Informationen wie die Behandlung von Betonoberflächen und ähnliches zu dokumentieren, da die Berichte als Nachweis herangezogen werden können.

Die Verknüpfung des Bautagesberichtes mit dem Modell erleichtert das Auffinden der gewünschten Informationen. Da alle Daten direkt im zugeordneten Bauteil abgespeichert werden, kann auf demselben Weg diese Information wieder aufgefunden werden. Anstatt sämtliche handschriftlich verfassten Bautagesberichte nach einem bestimmten Bauteil zu durchsuchen genügt es, das entsprechende

Element im Modell auszuwählen und die gewünschte Information zu beziehen. Das BIM erleichtert folglich die Überprüfung der Qualität zu einem späteren Zeitpunkt.

### **5.4.3. Beweismittel**

In Kapitel 5.3.2 wurde beschrieben, welche Voraussetzungen vor Gericht für einen digital erstellten Bautagesbericht gelten. Allerdings muss ein Bautagesbericht auch die notwendigen Informationen enthalten, um als Beweismittel vor Gericht angewandt werden zu können.

Es liegt jedoch am Verfasser, diese Anforderung an den Bautagesbericht zu garantieren. Unabhängig davon, ob die Dokumentation handschriftlich oder bauteilbezogen elektronisch erfolgt, sind die notwendigen Informationen für die Beweisführung festzuhalten. Dazu zählen Hinweise auf Planungsleistung, Änderungen und weitere Probleme, welche zu einem späteren Zeitpunkt relevant werden können. Die sorgfältige und vollständige Dokumentation dieser Daten kann auch durch das BIM nicht erleichtert werden und ist unbedingt notwendig.

Sind diese Informationen dokumentiert, hilft die BIM-basierte Baufortschrittsdokumentation jedoch beim Auswerten der Daten. Sämtliche Probleme, welche sich genau auf ein Bauteil beziehen, sind in deren Parametern vermerkt und können schnell gefunden werden. Während handschriftliche Berichte einzeln durchgearbeitet werden müssen, da Suchfunktionen nicht angewandt werden können, ermöglichen die bereits digitalisierten Daten ein schnelles Auffinden der notwendigen Informationen. Die BIM-BauDoku schafft des Weiteren die Möglichkeit, dass die Informationen je Bauteil vollständig aufgelistet werden. Während ein handschriftlicher Bautagesbericht die Informationen auf den Tag bezieht und somit ein Element in unterschiedlichen Berichten aufscheinen kann, sind die Daten der BIM-basierten Dokumentation mit der ID des Objekts verknüpft und werden bauteilbezogen vollständig abgerufen.

Ein nicht zu unterschätzender Effekt der digitalen Dokumentation liegt in der guten Lesbarkeit der Dokumente. Handschriftliche Unterlagen können aufgrund  
BIM in der Bauausführung

einer schwierig zu entziffernden Handschrift oder der Verschmutzung des Papiers unbrauchbar werden, während digitalisierte Berichte in der Hinsicht unvergänglich sind.

#### **5.4.4. Weitere Anwendungsgebiete der BIM-BauDoku**

Das Building Information Model, welches durch die Implementierung der ablaufrelevanten Daten durch die vierte Dimension erweitert wurde, spielt eine wichtige Rolle in der Kostenfeststellung und Kostenabrechnung. Sämtliche Änderungen können im Modell nachvollzogen werden und so die tatsächlichen Ist-Kosten ermittelt werden. Die exakten Massen können dem Modell entnommen und für die Abrechnung verwendet werden. Die BIM-BauDoku bietet also auch in der Phase des Projektabschlusses großes Potenzial.

Das BIM kann während der Nutzung des Gebäudes von Vorteil sein. Da das Modell sämtliche Änderungen enthält, welche während der Phase der Bauausführung aufgetreten sind, stellt es schlussendlich das getreue Abbild des realen Bauwerks dar – „build as built“.

Das Modell ist die ideale Grundlage für alle weiteren Änderungen am Bauwerk. Alle Informationen, welche für Modernisierungsmaßnahmen, Zubauten und Umbauten benötigt werden, sind bereits im Modell vorhanden. Da das BIM im Idealfall auch die Leitungs- und Kabelführung enthält, ist das Modell auch die Basis für Änderungen der Haus- und Elektrotechnik. Weiters hilft das BIM, die Folgen der Maßnahmen zu simulieren. Der Energiebedarf kann aus dem Modell berechnet und so beispielsweise die Auswirkung von Dämmung auf die Heizkosten ermittelt werden.

Sämtliche Daten, welche für die Nutzung des Gebäudes notwendig sind, können aus dem Modell gezogen werden. Daher ist auch die Integration des Facility-Managements im BIM möglich. Die Bewirtschaftung und Verwaltung des Gebäudes wie Leerstandsmanagement und Flächenmanagement wäre mithilfe des Building Information Models möglich. Die ganzheitliche Betrachtung des Bauwerks von der Entstehung bis zum Abbruch wird in den Lebenszykluskosten erfasst. Es

BIM in der Bauausführung

wird bereits angedacht, diese Informationen im Building Information Model zu integrieren. In diesem Falle findet das BIM auch in der Nutzungsphase und im Zuge des Abbruchs Anwendung. Da sich die Masterarbeit allerdings auf die Phase der Bauausführung beschränkt, wird auf diese Aspekte nicht näher eingegangen.

Es ist für die weitere Nutzung des Modells notwendig, dass die Daten richtig dokumentiert werden und auch zu einem späteren Zeitpunkt noch abgerufen werden können. Da sich die Technik in der heutigen Zeit im schnellen Wandel befindet, ist eine langjährige Sicherung der Daten (Die Lebensdauer eines Gebäudes ist mit 50 Jahren festgelegt) ein brisantes Thema. Da jedoch diese Problematik weite Bereiche der Technik umfasst, ist eine dauerhafte Lösung in naher Zukunft zu erwarten. Somit sind der weiteren Anwendung eines BIM keine Grenzen gesetzt.

## 6. Ergebnisse

Aufbauend auf den Erfahrungen der Baustelle soll ein Workflow festgelegt werden, mit welchem das Building Information Model bestmöglich in der Phase der Bauausführung eingesetzt werden kann. Die korrekte Anwendung der BIM-BauDoku wird in diesem Kapitel beschrieben und die Ergebnisse zusammengefasst.

### 6.1. Handlungsempfehlung

Die Verwendung eines BIM erfordert eine exakte Arbeitsweise aller Beteiligten. Nur durch vordefinierte Workflows ist ein gemeinschaftliches Arbeiten möglich und kann Problemen vorgebeugt werden. In Abb. 38 werden die wesentlichen Punkte der Handlungsempfehlung dargestellt.

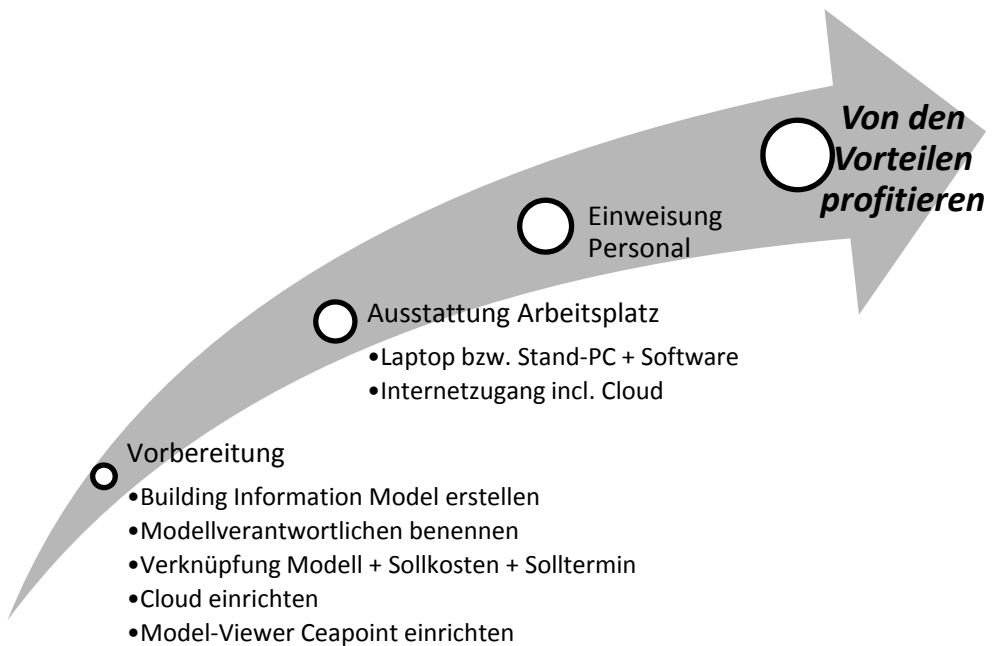


Abb. 38: Handlungsempfehlung mit einem BIM

### 6.1.1. Vorbereitung für BIM in der Bauausführung

Das **Building Information Model**: Für die Nutzung eines BIM im Zuge der Bauausführung muss das Modell gewissen Anforderungen entsprechen. „Build as to be built“ fasst die Grundlogik der Arbeitsweise zusammen: Das Modell muss virtuell nach demselben Prinzip wie in der Realität erstellt werden. Das bedeutet, dass Wände in Betonierabschnitte und einzelne Geschoße unterteilt werden müssen. Wände, welche sich über mehrere Geschoße erstrecken, profitieren zwar von einem geringeren Modellieraufwand, allerdings sind solche Wände in der Regel nicht ohne Abschnittsbildungen (außer bei besonderen Bauverfahren) ausführbar. „Build as to be built“ bezieht sich auch auf Geometrieüberschneidungen: Während für Visualisierungen eine Überlagerung von Geschoßdecke und Wand unbedeutend ist, führt dies in der Phase der Ausschreibung und später in der Bauausführung unweigerlich zu Problemen. Werden diese Regeln bereits in der Modellerstellung berücksichtigt, kann das Modell ohne Adaptierung direkt auf der Baustelle Anwendung finden.

Für die Phase der Bauausführung ist ein **Modellverantwortlicher** zu benennen. Die Aufgaben dieses BIM-Managers können vom Objektplaner oder einer externen Firma übernommen werden. Dieser Person obliegt die fortlaufende Betreuung des Modells und umfasst im Zuge der Vorarbeit folgende Aufgaben:

Um das Anwendungspotenzial eines BIM zu erweitern, ist die **Verknüpfung des Modells mit Soll-Kosten und Soll-Terminen** erforderlich. Die bereits vorhandenen Daten aus Angeboten und Terminplänen können über zusätzliche Parameter in das Modell integriert werden. Jedes Bauteil soll dadurch die Information erhalten, in welchem Zeitrahmen es gebaut werden soll und wie viel es kostet. Diese Daten dienen in der Phase der Bauausführung als Vergleichswerte und sind die Grundlage für die kontinuierliche Baustellenkontrolle.

Der BIM-Manager hat eine **Cloud** einzurichten. Auf dieser virtuellen Plattform sind alle baustellenrelevanten Informationen abzuspeichern. Dazu zählen neben den Plänen sämtliche Dateien, welche im Programm Ceapoint Verwendung finden. So

wird beispielsweise das exportierte Modell, welches mit Ceapoint kompatibel ist, auf der Cloud abgespeichert und dort aktuell gehalten. Auch sämtliche Besprechungsprotokolle und weiteren Dokumente können auf der Cloud zur Verfügung stehen.

Für den Einsatz des Modells auf der Baustelle findet der **Modell-Viewer Ceapoint** Anwendung. Der BIM-Manager hat das Modell im Zuge der Vorbereitung in die Software zu importieren und richtig zu platzieren. Weitere grafische Einstellungen (vgl. Kapitel 4.2.1) wie die Darstellung des Materials helfen der besseren Visualisierung. Die BIM-BauDoku ist am Laptop zu installieren.

### **6.1.2. Ausstattung des Arbeitsplatzes**

Das BIM erfordert einen Mindeststandard an technischer Ausstattung um Anwendung zu finden. Ohne die folgenden Utensilien, welche in Abb. 39 dargestellt sind, ist das Arbeiten mit einem BIM nicht möglich:



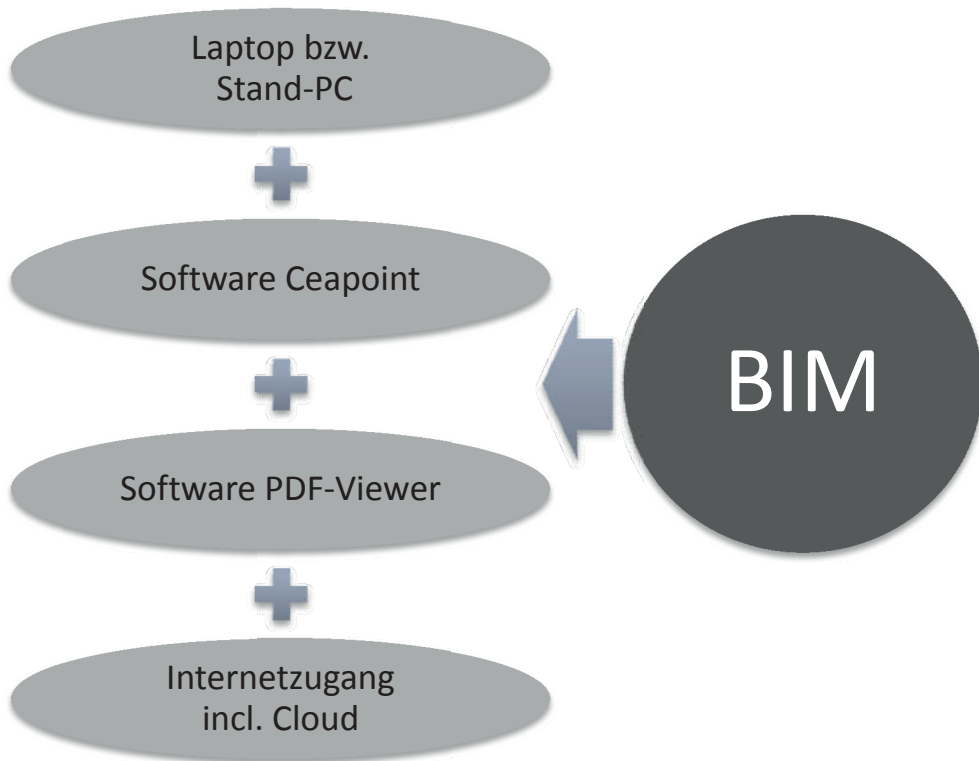


Abb. 39: Ausstattung des Arbeitsplatzes für BIM auf der Baustelle

Vor dem Einsatz des Laptops müssen zuerst die Grundeinstellungen getroffen werden. Dazu zählt zunächst die Verknüpfung der Cloud mit dem PC. Des Weiteren muss Ceapoint aufbereitet werden, um einen effizienten Workflow zu garantieren. Sämtliche Befehlsfenster in Ceapoint sollen geschlossen sein mit Ausnahme der Notizen (hier werden die Betonierabschnitte vordefiniert) und der BIM-BauDoku. Der BIM-Manager als Modellverantwortlicher hat für die korrekte Einrichtung des Arbeitsplatzes Sorge zu tragen.

### 6.1.3. Workflow

Um dem Polier die Arbeit am Computer bestmöglich zu erleichtern, ist eine gute Zusammenarbeit zwischen BIM-Manager und Polier Voraussetzung für einen

funktionierenden Workflow. Abb. 40 zeigt anhand eines Betoniervorgangs die einzelnen Arbeitsschritte:

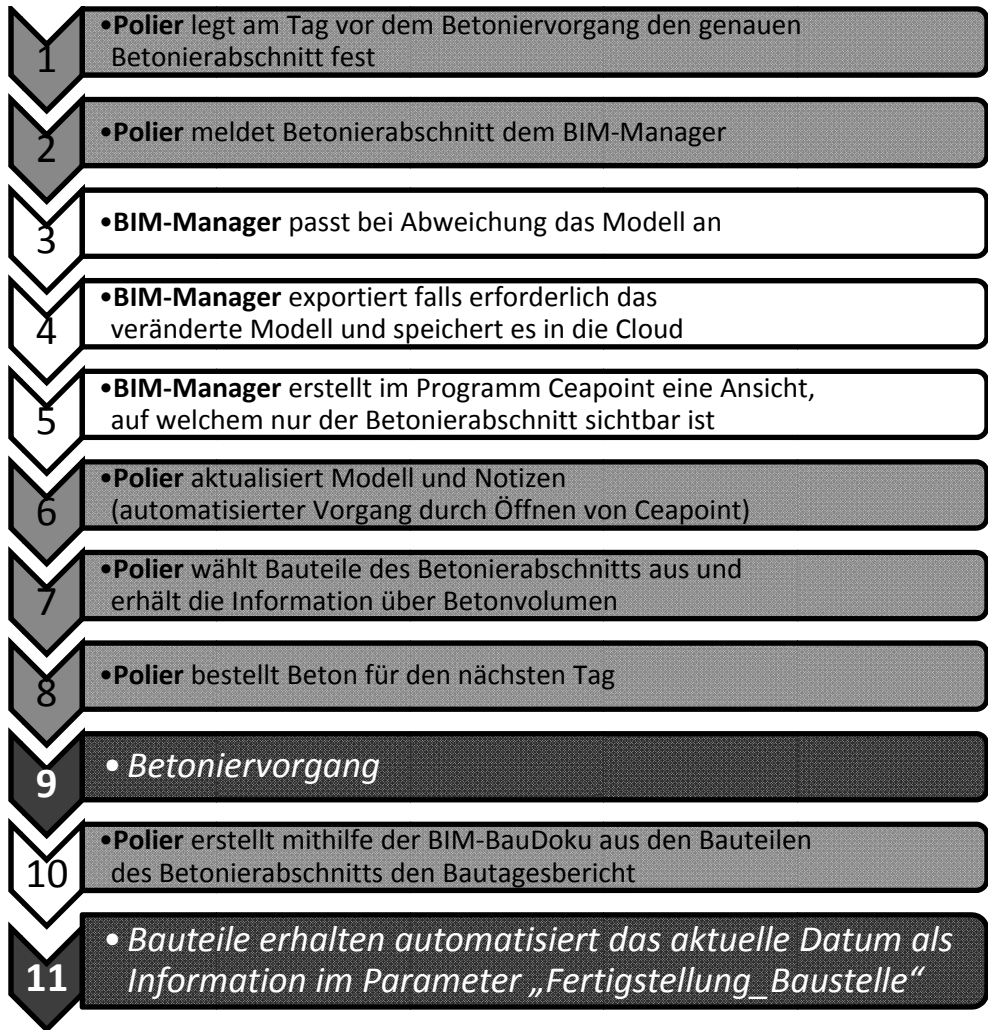


Abb. 40: Workflow für einen Betonierabschnitt

Hält sich der Polier an die bereits im Modell definierten Betonierabschnitte, so besteht die einzige Aufgabe des BIM-Managers darin, die entsprechende Ansicht im Programm Ceapoint abzuspeichern.

#### **6.1.4. Workflow bei Änderungen**

In der Phase der Bauausführung sind zahlreiche Änderungen des Projekts möglich. Zusätzliche Wünsche des Bauherrn, Anpassung an die örtlichen Begebenheiten u.ä. machen eine Adaptierung der Planung notwendig. Es ist hier unerlässlich, dass die Abweichungen von der Planung im Modell nachgezogen werden. Dieser Aufgabenbereich kann dem Objektplaner, welcher wieder Pläne aus dem Modell erstellen muss und bei geringfügigen Änderungen (z.B.: Variation der Betonierabschnitte, formale Datenmodell-bezogene Veränderungen) dem BIM-Manager zufallen. Nur so ist garantiert, dass das BIM und das aktuelle Projekt übereinstimmen.

Das Programm Revit, welches von der AGA-BAU Planungs GmbH zur Erstellung des Modells verwendet wird, bietet eine automatisierte Änderungsverfolgung. Jeder Schritt wird festgehalten und kann zu einem späteren Zeitpunkt nachvollzogen werden. Dadurch kann die Änderungsverfolgung vollständig vom BIM übernommen werden – eine Revolution des Änderungsmanagements.

#### **6.1.5. Know-how**

Durch die Anwendung eines BIM in der Bauausführung ändern sich diverse Arbeitsprozesse. Vor allem der Informationsbezug und die Baufortschrittsdokumentation weichen durch das Building Information Model stark vom früheren Ablauf ab. Daher stellt sich die Frage, welches zusätzliche Wissen sich die Beteiligten aneignen müssen, um das BIM in der Phase der Bauausführung anwenden zu können.

Die Hauptaufgaben zur Betreuung des Building Information Models hinsichtlich Visualisierung, Aufbereitung von Ansichten, Views, Schnitten uvm. fallen dem sogenannten „BIM-Manager“ zu, jener Person, welche für die Koordination der verschiedenen Fachmodelle und den Erfolg von BIM verantwortlich ist. Dieser hat das Modell aktuell zu halten und die Daten dem Polier auf der Baustelle aufzubereiten. Er muss daher im Umgang mit den erforderlichen Programmen versiert sein. Ist der Architekt bzw. Objektplaner mit diesen Aufgaben betraut, so kann das

BIM in der Bauausführung

notwendige Know-how vorausgesetzt werden. Schließlich zeigt sich der Architekt bereits für die Erstellung des Modells hauptverantwortlich. Einzig die Software Ceapoint zur Visualisierung des Modells muss dem Architekten näher gebracht werden, allerdings beschränkt sich hier die Nutzung auf wenige Befehle (Import, Erstellen der Ansichten und Notizen).

Es kann auch eine externe Firma – ein BIM-Consultant – mit der Betreuung des Modells beauftragt werden. Diese Firma hat während des gesamten Planungsprozesses bereits die Aufgabe, zwischen den verschiedenen Firmen zu vermitteln und die Erstellung eines ganzheitlichen Building Information Models zu ermöglichen. Der BIM-Consultant muss die notwendigen Programmkenntnisse beherrschen, um dieser Aufgabe gerecht zu werden. In der Phase der Bauausführung ist daher kein weiteres Know-how notwendig und die erforderliche Aufbereitung des Modells für den Polier stellt kein Problem dar.

Es zeigen sich jedoch erhebliche Schwierigkeiten, wenn die Bauleitung des AN nur für die Phase der Bauausführung die Aufbereitung des BIM übernimmt und somit nicht nur die Baustelle sondern auch das Modell steuert. Diese Personen hatten im bisherigen Projektlauf in der Regel noch keine Berührungspunkte mit dem Modell und müssen neu in die Software und die Arbeitsweise eingeführt werden. Sie sind damit noch nicht vertraut, was zu Irrtümern und mangelhaften Modellen führen kann. Da die Bauleitung in diesem Fall direkt in das Modell eingreift, können Fehler weitreichende Folgen haben. Es muss der Aufgabenbereich exakt festgelegt werden und definiert sein, welche Änderungen am Modell vorgenommen werden dürfen. Eine Schulung der Bauleiter des Bauunternehmens ist eine Grundvoraussetzung für das korrekte Arbeiten am Modell.

Wird das Modell den Vorgaben entsprechend aufbereitet, sind seitens des Poliers nur geringe zusätzliche Kenntnisse erforderlich. Grundbegriffe wie das Starten des Laptops und der Software Ceapoint finden im Alltag bereits häufig Anwendung, sind aber auch im Falle von technikfremden Polieren leicht zu erlernen. Der Umgang mit dem Programm Ceapoint beschränkt sich auf sehr wenige Klicks:

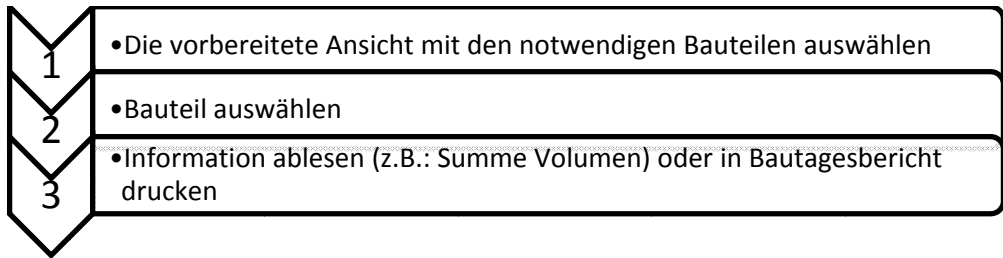


Abb. 41: Workflow für einen Betonierabschnitt ohne Änderung des Modells

Weitere Befehle sind seitens des Poliers nicht nötig. Zum selbstständigen Navigieren im Modell stehen weitere Buttons zur Verfügung, welche die Visualisierung vereinfachen.

### 6.1.6. Kosten und Zeitbedarf

Es stellt sich zuletzt die Frage nach den Mehr- oder Minderkosten, welche durch Building Information Modeling auftreten.

Durch die Notwendigkeit eines Laptops und Internetanschlusses fallen pro Baustelle ca. 500€ zusätzliche Kosten an (vgl. Kapitel 9.1). Etwaige Schulungen des Poliers werden nicht vergütet, da sie im Gegenzug Klarheit über das Projekt schaffen und so ein reduzierter Aufwand durch eine geringere Anzahl an Rückfragen entsteht. Es ist daher nicht mit weiteren Nebenkosten zu rechnen.

Aufgrund der einfachen Handhabung der Software Ceapoint ist mit keiner zeitlichen Verzögerung zufolge Building Information Modeling zu rechnen. Wie in Kapitel 4.5.10 beschrieben ist ein geringer zeitlicher Vorteil direkt auf der Baustelle durch die Anwendung eines BIM festzustellen. Dieser resultiert vor allem aus der Reduzierung von Unklarheiten und dem besseren Verständnis des Poliers für das Projekt. Der vergleichsweise größere Mehrwert entsteht jedoch erst durch die Auswertung der Ist-Daten, welche für die Baustellenkontrolle und spätere Ursachenermittlung herangezogen werden können.

## 6.2. BIM-BauDoku – Voraussetzungen

Für den Einsatz der in Kapitel 5 vorgestellten Programmierung bedarf es geringer Voraussetzungen. Die notwendigen Unterlagen, bestehend aus einem „dbinput-File“, diversen Button-Bildern und dem Print-Template für den PDF-Befehl sind im Ordner „Forms“ zusammengefasst und können in die Ceapoint-Struktur eingegliedert werden.

Des Weiteren muss das Building Information Model gewisse Parameter enthalten, auf welche die Applikation zugreift. Die Namensgebung der Parameter baut auf der Namenslogik der b.i.m.m GmbH auf und besteht aus einem dreistelligen Identifizierungscode. Für den Informationsaustausch zwischen Ceapoint und Revit ist die exakte und eindeutige Übereinstimmung des Namens notwendig.

- 000\_080\_005\_Projekt

Für die automatisierte Erstellung des Bautagesberichts wird der Projektname aus den Bauteilen gelesen. Jedes Bauteil enthält die Information, welchem Projekt es zugeordnet ist. Der Wert dieses Parameters wird für den Bautagesbericht ausgelesen. Die relevanten Parameter sind:

- 000\_050\_010\_Abrechnungslänge
- 000\_050\_011\_Abrechnungsbreite
- 000\_050\_013\_Abrechnungshöhe
- 000\_050\_047\_Abrechnungsfläche Schalung
- 000\_050\_030\_Abrechnungsvolumen

Diese Parameter werden in der Software Ceapoint als Tabelle je Bauteil ausgewertet. Die Werte wurden im Programm Revit teils automatisiert teils über Formeln berechnet und im zugehörigen Parameter gespeichert.

- 000\_090\_310\_Beginn\_Baustelle

Im Programm Ceapoint speichert die BIM-BauDoku das aktuelle Datum in diesen Parameter, wenn das Bauteil zum ersten Mal in einen Bautagesbericht gespei-

chert wird. Der Parameter kann bereits im Programm Revit oder automatisiert über die BIM-BauDoku erstellt werden.

- 000\_090\_320\_Ende\_Baustelle

Über den Button „Fertigstellung“ wird das aktuelle Datum in diesen Parameter gespeichert.

- 000\_090\_330\_Dauer\_gesamt\_ISTWERT

Der Wert „Tage in Bearbeitung“ wird automatisch um 1 erhöht, wenn ein Bauteil in den Bautagesbericht gedruckt wird. Diese Information wird in den Parameter „000\_090\_330\_Dauer\_gesamt\_ISTWERT“ gespeichert.

- 000\_090\_395\_LeistungsKommentar

Sonstige Informationen das Bauteil betreffend werden in diesem Parameter abgespeichert.

- 000\_090\_420\_LetzterDruck

Dieser Parameter ist im Zuge der Programmierung notwendig und soll mit dem Parameter „000\_090\_320\_Ende\_Baustelle“ übereinstimmen.

Sämtliche Parameterwerte können in das Programm Revit übertragen und dort zur weiteren Auswertung verwendet werden.

### **6.3. Vorteile BIM in der Bauausführung – Zusammenfassung**

Das Building Information Model kombiniert mit der BIM-BauDok bringt in vielfacher Hinsicht Vorteile gegenüber einer konventionellen Baustelle (vgl. Abb. 42).

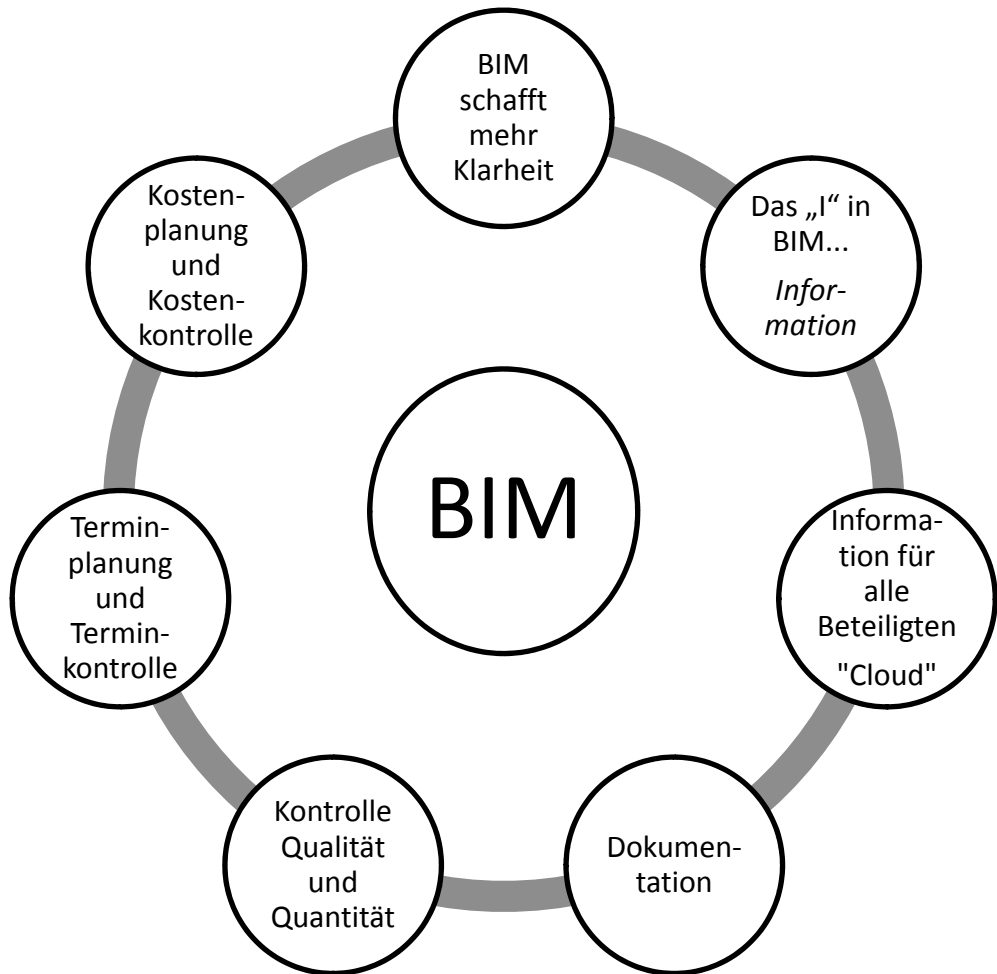


Abb. 42: Vorteile von BIM in der Bauausführung

### 6.3.1. BIM schafft mehr Klarheit

Ein Building Information Model ist das virtuelle Abbild des zukünftigen Bauprojekts. Statt in Grundriss und Schnitt wird das Projekt dreidimensional modelliert, um anschließend wieder als 2D-Ansicht auf dem Plan abgebildet zu werden. Dadurch ist die Konsistenz zwischen Schnitt und Grundriss automatisch gegeben, die verschiedenen Ansichten können sich aufgrund der 3D-Modellierung nicht widersprechen.



Das Modell unterstützt gleichzeitig die optimale Visualisierung. Während komplexe Geometrien, Details und Höhengsprünge nur mit erhöhtem Aufwand zweidimensional dargestellt werden können, kann die Problematik als 3-D-Animation für die Baustelle aufbereitet werden. So wird Unklarheiten vorgebeugt, was in Folge ein besseres Verständnis für das Projekt und daraus resultierend eine geringere Anzahl an Rückfragen mit sich bringt. Das BIM zeigt sich hier sowohl für das Baustellenführungspersonal als hilfreich, da Missverständnisse bereits frühzeitig ausgeräumt werden können, aber auch der Architekt/Objektplaner profitiert von den klaren Vorgaben, da seine Zeit nicht für zusätzlichen Erklärungsbedarf und die Erstellung weiterer Schnitte in Anspruch genommen wird.

### **6.3.2. Das „I“ in BIM**

Eine brisante Fehlerquelle entsteht durch redundante Information und eine Vielzahl an Planständen. Es muss dafür Sorge getragen werden, dass stets die aktuellen Informationen auf der Baustelle aufliegen und das Projekt nicht nach veralteten Daten erstellt wird. Durch das Building Information Model gibt es nur den EINEN aktuellen Stand – das Modell wird fortlaufend aktuell gehalten, ein Arbeiten an einem veralteten Stand ist nicht möglich.

Während konventionell die veralteten Planstände zur Änderungsdocumentation herangezogen werden mussten, erfolgt diese mit einem BIM automatisiert. Es wird festgehalten, zu welchem Zeitpunkt welches Element von wem verändert wurde, es können sämtliche frühere Stände des Projekts abgerufen werden. Trotzdem existiert nur ein Building Information Model, in welchem sämtliche Änderungen dokumentiert werden.

Da derzeit ein Bauen ohne Pläne nicht denkbar ist, sind trotz BIM die Pläne auf der Baustelle ständig aktuell zu halten. Für die Dokumentation ist ein Planeingangsbuch zu führen, in welchem die gelieferten Pläne und Änderungen aufgelistet sind. Auch diese Informationen können ins BIM integriert werden, da sämtliche Änderungen und Druck-Protokolle gespeichert werden und der Planeingang in

den Bautagesberichten aufscheint. Die rechtliche Situation bezugnehmend auf Haftung ändert sich also durch BIM nicht.

„So wenig Information wie möglich, so viel wie notwendig!“ ([62, S. 200]) – durch die Software Ceapoint wird diese Aussage in die Praxis umgesetzt. Während das originale BIM durch das breite Spektrum an Informationen den Anwender auf der Baustelle überfordern würde, reduziert Ceapoint das Modell auf die für die Ausführung wesentlichen Informationen. Dazu gehören in erster Linie die Geometriedaten inklusive der daraus berechneten Parameter Volumen, Fläche und Umfang. Die Daten können zur Ermittlung des Materialbedarfs (z.B.: Summe Betonvolumen) aus dem Modell ermittelt werden. Auch die exakte Definition des Materials scheint in Ceapoint auf, da diese Information für die Phase der Bauausführung benötigt wird.

Das Building Information Model beinhaltet im Gegensatz zu einer herkömmlichen zweidimensionalen Planung ein großes Spektrum zusätzlicher Informationen. Diese gilt es aktuell zu halten und auf das Wesentliche zu reduzieren, damit von diesen Daten auf der Baustelle profitiert werden kann.

### **6.3.3. Information für alle Projektbeteiligten**

Für eine optimale Zusammenarbeit wurde bereits zu Projektbeginn eine Cloud eingerichtet, in welcher die relevanten Daten abgespeichert wurden. Auch in der Phase der Bauausführung dient die Cloud als Plattform für den Datenaustausch. Werden die digitalisierten Bautagesberichte hier abgespeichert, steht die Information allen Projektbeteiligten zu Verfügung.

Durch die Cloud wird der Verlust an Daten gering gehalten. Während herkömmlich Informationen via E-Mail an alle Beteiligten weitergeleitet wurden, dient die Plattform hier als Sammelstelle. Auch ein zeitlicher Vorteil ist durch die Cloud zu erkennen: Das Informieren sämtlicher Beteiligter kann einen zeitlichen Mehraufwand darstellen und wird durch die Plattform gering gehalten.

#### **6.3.4. Dokumentation**

In Kapitel 5 ist die Möglichkeit der Implementierung der Baufortschrittsdokumentation in das Building Information Model beschrieben. Die Daten des Bautagesberichts werden mit den zugehörigen Bauteilen des Modells verknüpft, wodurch die Qualität der Protokollierung gesteigert wird. Die Informationen sind nicht mehr nur in einem digitalen Textdokument vorhanden, sondern können über das entsprechende Element vollständig aufgerufen werden.

Die Ursachenforschung bei auftretenden Problemen profitiert stark von dieser neuen Art der Dokumentation. Handschriftliche Protokolle müssen nicht mehr zeitaufwändig nach Fehlerquellen durchsucht werden; es genügt das fehlerhafte Bauteil im Modell zu selektieren und die Information daraus zu beziehen. Während ein herkömmlicher Bautagesbericht die Daten eines Elements an verschiedenen Tagen und in Folge in verschiedenen Dokumenten festhält, sind im BIM die Informationen des gesamten Projekts gesammelt in einem Bauteil vorhanden.

#### **6.3.5. Steuerungs- und Kontrollmöglichkeiten in der Bauabwicklung**

Kontrolle bedeutet das Vergleichen zwischen Soll und Ist. Nur wenn das Ziel klar definiert ist, können Abweichungen festgestellt werden. Das BIM stellt virtuell den Idealzustand des Projektes dar und trägt daher maßgebend zur Kontrolle bei. Dieses Kapitel stellt die Zusammenfassung der Ergebnisse von Kapitel 5.4.2 dar und baut auf der Anwendung der BIM-BauDoku auf.

##### **6.3.5.1. Qualität und Quantität**

Aufgrund der Verknüpfung der Baufortschrittsdokumentation mit dem BIM erhält jedes Bauteil die Information, ob es auf der Baustelle bereits errichtet und fertiggestellt wurde. Nach diesem Parameter kann gefiltert und so der Bauzustand visualisiert werden. Das BIM hilft zu prüfen, ob sämtliche Elemente erstellt und nichts vergessen wurde.

Die Qualitätskontrolle wird erleichtert, da das Modell das Bau-Soll besser darstellt als zweidimensionale Pläne. Sämtliche Änderungen sind darin bereits enthalten und beugen Missverständnissen vor. Die BIM-BauDoku hilft des Weiteren einer BIM in der Bauausführung

Qualitätskontrolle zu einem späteren Zeitpunkt. Vorausgesetzt Qualitätsmerkmale werden im Bautagesbericht beschrieben, können zu einem späteren Zeitpunkt diese Informationen über das entsprechende Bauteil abgerufen werden.

#### **6.3.5.2. Terminplanung und Terminkontrolle**

Die Überprüfung des Terminplans kann vollständig im Modell erfolgen. Hier ist bereits je Element der Rahmen definiert, in welchem es erstellt werden muss. Durch die Verknüpfung vom BIM mit der Baufortschrittsdokumentation erhält jedes Bauteil das Erstellungsdatum auf der Baustelle. Über Vergleich dieser beiden Werte kann ein Verzug frühzeitig erkannt und gegengesteuert werden.

Die Kontrolle im Modell profitiert von dem Vorteil, dass die Daten täglich aktuell gehalten werden. Da die BIM-BauDoku die Berichte in der Cloud speichert, können sämtliche Projektbeteiligte auf die Informationen zugreifen. Dadurch wird der zeitliche Verlust gering gehalten.

#### **6.3.5.3. Kostenplanung und Kostenkontrolle**

Die laufenden Kosten sind sowohl von der Baufirma als auch vom Auftraggeber zu prüfen und spielen vor allem in der Phase der Bauausführung eine brisante Rolle.

Die Baufirma kann vom BIM profitieren, da die überschlägigen Kosten im Modell bereits implementiert sind. Während bei konventionellen Bauprojekten eine fortlaufende Kostenkontrolle einen großen Aufwand bedeutet, kann durch das BIM zu jedem Zeitpunkt der geschätzte Wert der erbrachten Leistung auf der Baustelle ermittelt werden.

Dem Bauherrn offeriert das BIM die notwendige Transparenz der Kosten. Sämtliche Änderungen wirken sich auf die Gesamtkosten aus und können im Modell berechnet werden. Auch Mehr- und Minderkosten können in das BIM eingebunden und die Auswirkungen dargestellt werden.

#### 6.4. Akzeptanz der Anwendung des BIM in der Bauausführung

Die Grundidee des Building Information Models ist keine neue und findet in der Planungsphase im angloamerikanischen Raum und in Skandinavien immer öfter Anwendung. Es stellt sich daher die Frage, warum bisher in der Phase der Bauausführung das Building Information Model als Steuerungselement noch nicht zu Hilfe gezogen worden ist.

Die Vorteile und Auswirkungen eines BIM wurden Projektbeteiligten in unterschiedlichen Positionen vorgeführt. Sie zeigten sich zunächst begeistert von den technischen Möglichkeiten, allerdings wurden im Zuge der Gespräche verschiedene Bedenken laut.

Das Thema **Kosten** spielt sowohl für den Auftraggeber als auch für den Auftragnehmer die alles entscheidende Rolle. Würden diese vom Modell gesteuert werden, käme dem BIM eine enorme Bedeutung zu. Dieses Vertrauen will derzeit noch niemand in das Modell setzen. Während die Baufirma fehlende Bauteile im Modell fürchtet, welche nicht gezahlt würden, will der Bauherr die Gefahr von doppelt platzierten Elementen meiden, welche den Preis unnötig nach oben treiben. Es ist hier anzumerken, dass Modelcheck-Tools Geometrieüberschneidungen wie bei doppelter Bauteilplatzierung aufzeigen und das Fehlen von Bauteilen vertraglich geregelt werden kann. Auch birgt eine manuelle Berechnung mindestens dasselbe Potenzial an Fehlerquellen; trotz allem zieht man bei diesem gewichtigen Thema die althergebrachte Berechnungsweise der Innovation vor. Das Vertrauen ins Modell müsste schrittweise aufgebaut werden, indem über eine gewisse Zeitspanne die Kostenberechnung manuell und modellbasiert erfolgt und kontrolliert werden kann. Diese anfängliche Mehrarbeit will derzeit trotz langfristigem Profit niemand auf sich nehmen.

Es herrscht eine **Grundskepsis gegenüber technischen Neuerungen**. Spielen Laptop und Software eine zu wichtige Rolle am Bau, ist der Verlust durch einen technischen Ausfall umso größer. Wie ist die richtige Vorgehensweise bei einer Fehlfunktion des Laptops? Welche Gefahren bestehen durch Programmabsturz? Tat-

sächlich können diese Probleme erst im Alltag bewältigt und nur unzureichend vorab geklärt werden. Allerdings ist ein Wechsel auf die konventionelle Arbeitsweise bei Komplikationen jederzeit möglich. Alle notwendigen Informationen sind auf Plänen papierbasiert vorhanden, die Erstellung des Bautagesberichts am Computer kann ebenfalls papierbasiert erfolgen und später nachgetragen werden. Objektiv betrachtet ist die Skepsis gegenüber der Technik unbegründet, mindert aber die Akzeptanz eines Building Information Models am Bau.

Der Einsatz des Laptops am Bau führte die **Empfindlichkeit des Geräts** vor Augen. Obwohl der Computer im Baustellencontainer platziert ist und so keinem größeren Schmutz ausgeliefert ist, stellt die körperliche Arbeit auf der Baustelle einen Widerspruch zur filigranen Anwendung des Laptops dar. Vor allem Poliere, welche selbst im Baugeschehen mit Hand anlegen, sind nur schwer an die Arbeitsweise mit der neuen Technik zu gewöhnen.

Derzeit zeigt sich die Baubranche **resistent gegen Veränderung**. Während andere Bereiche wie Automobilherstellung bereits einen hohen Standard an Technisierung aufweisen, ist man am Bau um die Beibehaltung alter Gewohnheiten bemüht. Langjährige Erfahrung mit Bauprojekten spielt eine bedeutende Rolle und ist oft für den Erfolg entscheidend. Für eine neue Arbeitsweise, wie es Building Information Modeling erforderlich macht, sind noch keine Erfahrungswerte vorhanden, was gegen die Einführung eines BIM spricht. Dies endet in einem Teufelskreis, der nur durch innovative Firmen unterbrochen werden kann, welche sich mit der neuen Technik auseinandersetzen.

### **6.5. BIM in der Bauausführung – HOW?**

Den Durchbruch von BIM in der Bauausführung kann nicht ein einzelner Polier oder Bauleiter bewirken. Zwei Optionen stehen aus Sicht der Autorin zur Verfügung, wie die Verwendung des Building Information Models eingeführt werden kann.

Die Betreuung des Building Information Models während der Bauausführung kann eine Forderung des Bauherrn darstellen. Ist dieser an der Langlebigkeit seines Gebäudes, an Nachhaltigkeit und Nutzungsstudien interessiert und möchte die notwendigen Informationen zu einem späteren Zeitpunkt aus dem Modell ziehen können, so kann er die Baufirma zur Anwendung eines BIM verpflichten. Im Zuge dessen muss das Baustellenpersonal geschult und die korrekte Arbeitsweise kontrolliert werden.

Alternativ kann die Anwendung eines BIM von der Führungsebene der Baufirma vorgegeben werden. Das Building Information Model dient vor allem im weiteren Projektlauf als wichtige Informationsquelle und kann für die Abrechnung und Nachkalkulation gewinnbringend eingesetzt werden. Die Führungsebene kann Vorgaben für den Einsatz von BIM geben, wenn dies beispielsweise vom AG vertraglich gefordert wird. Eine Voraussetzung dafür ist der interne Zugriff auf das Modell inklusive aller notwendigen Informationen. Die Daten werden auf der Baustelle gesammelt und für die Abrechnung, die Nachkalkulation und die Dokumentation herangezogen. Diese Zusammenarbeit der verschiedenen Bereiche des Unternehmens kann nur von der Führungsebene der Baufirma definiert und gefordert werden.

#### **6.5.1. Nebengewerke**

Derzeit erkennen viele Nebengewerke nicht das Potenzial, welches in BIM steckt und haben kein Interesse daran, Informationen aus dem Modell zu beziehen. Hier benötigt es noch Pionierarbeit, um eine Vielzahl an Gewerken in einem Modell vereinen zu können.

## 7. Fazit und Ausblick

Diese Arbeit beschäftigte sich mit der Frage, ob und wie ein Building Information Model in der Phase der Bauausführung effizienzsteigernd eingesetzt werden kann. Dabei wurden die relevanten Informationen des BIM mithilfe der Software Ceapoint aufbereitet und auf der Baustelle zur Verfügung gestellt. Auf Basis von halbstrukturierten Interviews wurden die verschiedenen Auswirkungen eines BIM in der Bauausführung erfasst. Durch die REFA-Zeiterfassung wurde festgehalten, welche zeitlichen Auswirkungen dadurch auftraten. Auf Basis dieser Informationen wurde eine zusätzliche Applikation – „BIM-BauDoku“ – konzipiert, welche die Baufortschrittsdokumentation im Modell ermöglicht und daraus die Baustellenberichte generiert.

Durch die Verknüpfung der Baufortschrittsdokumentation mit dem Building Information Model, ermöglicht durch die BIM-BauDoku, kann das BIM in der Phase der Bauausführung gewinnbringend eingesetzt werden.

Dabei liegt der Anwendungsbereich vorrangig in der Objektüberwachung und Kontrolle von Kosten, Terminen und Qualität. Die kontinuierlich erfassten Daten können fortlaufend ausgewertet und für die Baustellensteuerung herangezogen werden. Durch das BIM kann eine Abweichung des Soll-Zustandes (=Daten im BIM) vom Ist-Zustand (=kontinuierlich erfasste Daten der BIM-BauDoku) frühzeitig erkannt werden und rechtzeitig Gegenmaßnahmen getroffen werden. Daraus ergibt sich ein entscheidender zeitlicher Vorteil für die Objektüberwachung mit dem BIM.

Doch auch weitere Nutzen wie die automatisierte Mengenermittlung und optimale Visualisierung können aus dem Modell gezogen werden. Die dreidimensionale Modellierung gewährleistet die Konstanz zwischen Grundriss und Schnitt und hilft zum besseren Verständnis des Projekts. Sämtliche Daten stehen transparent für alle Beteiligten zur Verfügung. Das BIM stellt also sowohl für den Polier auf der



Baustelle als auch vor allem für Bauleitung des Bauunternehmens, ÖBA und Bauherrn eine Bereicherung dar.

Das BIM unterstützt vorrangig die Steuerung und Kontrolle des Bauablaufes. Während Bauprojekte geringer Größe ein überschaubares Maß an Informationen und Unterlagen beinhalten, treten bei aufwändigen Baustellen aufgrund der Datenflut Komplikationen auf. Genau an diesem Punkt verhilft das BIM zu einer klaren Struktur der Informationen. Die Informationen werden einmal in das BIM eingegeben und aktuell gehalten und stehen dann sämtlichen Beteiligten zur Verfügung. Dadurch wird das Fehlerpotenzial durch Arbeiten an veralteten Datenständen oder fehlerhaften Informationen minimiert. Die Vorteile können bei großen Projekten besser ausgespielt werden, da auch mehr Zeit für die Steuerung und Kontrolle und gleichzeitig für die Betreuung des Modells aufgewandt werden darf.

Das Building Information Model ist selbst nach Fertigstellung des Projekts weiterhin dienlich. Da das BIM den Baustellenablauf inklusive aller Änderungen und Komplikationen dokumentiert, kann es effizient für die Kostenfeststellung/Kostenabrechnung und Nachkalkulation herangezogen werden. Neue Kennwerte für vergleichbare Projekte können direkt aus dem BIM ermittelt werden. Des Weiteren kann das BIM für die weitere Nutzung des Gebäudes herangezogen werden.

Das Thema BIM zieht immer weitere Kreise im deutschsprachigen Raum. Es ist eine Frage der Zeit, wann der vollständige Durchbruch des Building Information Models zu erwarten ist. Dann profitieren jene Firmen, die sich bereits mit der Materie beschäftigt haben und mit dem Umgang im Modell vertraut sind. So wie die Einführung des CAD-Systems kann auch Building Information Modeling zu einem neuen Durchbruch in der Baubranche führen.

### **7.1. Ausblick – Lohnverrechnung, Nachkalkulation**

Der Laptop auf der Baustelle kann neben dem Bautagesbericht zu weiteren Zwecken verwendet werden. Dies stellt die Möglichkeit in Aussicht, die Lohnverrechnung BIM in der Bauausführung

nung bereits auf der Baustelle zu digitalisieren. Die Anzahl der Arbeiter und die aufsummierten Stunden können in Listen eingetragen, anstatt handschriftlich niedergeschrieben zu werden. Vorlagen helfen hier, die Dokumentation zu vereinheitlichen und zu optimieren.

Die digitale Lohnverrechnung in Kombination mit einem BIM bietet neue Perspektiven in der Nachkalkulation. Bisher scheiterte eine detaillierte Nachkalkulation an der Information über die exakten Massen, welche je Tag bearbeitet wurden. Über die Verknüpfung des Bautagesberichtes mit den Bauteilen des BIM lässt sich jedoch die genaue Menge je Tag exakt ermitteln. So kann die Summe der Massen mit der Summe der aufgewandten Stunden in Bezug gesetzt und für die nächste Kalkulation herangezogen werden.

## **7.2. Ausblick – Ceapoint**

Die Software Ceapoint, welches die Grundlage dieser Masterarbeit bildet, befindet sich noch im frühen Stadium der Entwicklung. Die Funktionen des Programms werden fortlaufend ausgebaut und an die Wünsche der Benutzer angepasst.

Derzeit sind die Bestrebungen von Ceapoint dahingehend, eine Qualitätsprüfung der Modelle zu offerieren. Clash Detections und weitere Geometrieüberprüfungen sind bereits funktionsfähig und sollen in Zukunft ausgebaut werden.

Ceapoint bietet weiters die Möglichkeit, zeitliche Abläufe als Diagramm darzustellen. Hier ist die Intention, die Diagramme flexibler und leistungsfähiger zu gestalten.

## **7.3. Ausblick – digitale Baustelle**

Das Forschungsprojekt „*Digitale Baustelle – innovativer Planen, effizienter Ausführen*“ [04] befasste sich unter anderem mit neuartigen Innovationen in der Phase der Bauausführung. Auch hier wurden verschiedene Varianten angedacht, wie die Dokumentation und Weitergabe der Informationen optimiert werden kann.

Das Forschungsprojekt kam zum Ergebnis, dass durch RFID (Radio Frequency Identification) der Einbau verschiedener Elemente überprüft und nachvollzogen werden kann (vgl. [04, S. 241] ). RFID sendet als elektro-magnetische Wellen einen definierten Code aus, der durch Materialien wie Beton oder Mauerwerk in einer gewissen Reichweite berührungslos empfangen werden kann. Dies offeriert die Möglichkeit, RFID-Chips in eine Wand einzubetonieren und später über RFID den Code jedes Bauteils abzufragen. Dadurch kann die Kontrolle des Baufortschritts unterstützt werden. Sämtliche weitere Anwendungsgebiete von RFID auf der Baustelle können in [04, S. 241-249] nachgelesen werden.

## 8. Literaturverzeichnis

- [01] Deamer, Peggy und Bernstein, Philip G.: BUILDING (in) THE FUTURE. Hsg.Princeton Architectural Press, Yale School of Architecture. New York/New Haven, 2010.
- [03] Günthner, Willibald A. et.al.: Virtuelle Baustelle. Hsg.Bayrischer Forschungsverbund. Münster, Erlangen-Nürnberg, Regensburg, 2009.
- [04] Günthner, Willibald A. und Borrmann, André: Digitale Baustelle - innovativer Planen, effizienter Ausführen. Hsg.Springer-Verlag. Berlin Heidelberg, 2011.
- [05] Hogge, Anja: Integration bauwirtschaftlicher Prozesse in ein Building Information Model (BIM). Hsg.FFG Innovationsscheck. Innsbruck, 2013.
- [06] Biesinger, Martin und Rickers, Uwe: Untersuchung des notwendigen Detaillierungsgrades eines Bauwerksmodells bezüglich der Nachhaltigkeitsparameter. Hsg.Hochschule für Technik Wirtschaft und Gestaltung Konstanz. Konstanz, 2012.
- [09] Mies, Charles E.: " Begin with the End in Mind - A Guide to Process Transformation ". BIM for LCS. Hsg.Christoph M. Achamer, Iva Kovacic. (Wien, 2013): 22-29.
- [10] Kristen, Barlish und Sollivan, Kenneth: " How to measure the benefits of BIM - a case study approach ". Automation in Construction. Hsg.. (, 2012): 149-159.
- [16] Wilcox, David und Johnson, Marvin et.al.: " Augmented Reality - Bringing BIM To Life ". Journal of Building Information Modeling (JBIM). Hsg.. (, Fall 2012): 18-19.
- [17] Egger, Martin und Hausknecht, Kerstin et.al.: " BIM-Leitfaden für Deutschland ". Forschungsprogramm ZukunftBAU. Hsg.. (, 2013): .
- [18] AGA-BAU Planungs GmbH : "Wohnen im Grünen". Hsg.. Kirchbichl, 2013.

[19] van Nederveen G.A. und Tolmann F.: Modelling Multiple Views on Buildings. Hsg.Elsevier B.V.. Delft, 1992.

[25] Wagner, Gernot: " BIM im Alltag einer Baufirma - Vor- und Nachteile ". BIM for LCS. Hsg.Technische Universität Wien. (Wien, 2013): 42-45.

[26] b.i.m.m GmbH : b.i.m.m. Hsg.. , 2014.

[32] Rogmann, Susanne: MagiCAD for Revit. Hsg.Progman Oy. , 2013.

[36] Austrian Standards Insitute : ÖNORM B2211. Hsg.. , 2009.

[37] Austrian Standards Insitute : ÖNORM B2210. Hsg.. , 2013.

[38] Wagner, Anne und Baldele, Alexander: " Visuelle Kommunikation - 3D-PDF im Bau und Ingenieurwesen ". BIM for LCS. Hsg.Technische Universität Wien. (Wien, 2013): 202-219.

[41] Lieblich, Thomas und Schweer, Carl-Staphan et.al: Die Auswirkungen von Building Informaiton Modeling (BIM) auf die Leistungsbilder und Vergütungsstruktur für Architekten und Ingenieure sowie auf die Vertragsgestaltung. Hsg.Forschungsinitiative Zukunft Bau. Bonn, 2011.

[42] Höppner, Gerritt: " Logistikmanagement in der Bauwirtschaft ". Digitale Baustelle - innovativer Planen, effizienter Ausführen. Hsg.Springerverlag. (Berlin Heidelberg, 2011): 281-285.

[44] REFA Verband für Arbeitsstudien und Betriebsorg. : Methodenlehre des Arbeitsstudiums - Teil 2 Datenermittlung. Hsg.Anser. München, 1978.

[45] REFA Verband für Arbeitsstudien und Betriebsorg. : REFA-Lexikon Betriebsorganisation, Arbeitsstudium, Planung und Steuerung. Hsg.Hanser. München, 2011.

[47] Gasteiger, Tamara: Abkürzungen Bauteilbenennung (BIM). Hsg.b.i.m.m GmbH. Kufstein, 2013.

[48] Gasteiger, Tamara: Anleitung ceapoint desite MD. Hsg.b.i.m.m GmbH. Kufstein, 2013.

[51] Schorr, Markus und Klaubert, Cornelia: " Datenverwaltung von der Blanung bis zum Rückbau - Bauausführung ". Digitale Baustelle - innovativer Planen, effizienter Ausführen. Hsg.Springer. (Berlin, 2011): 145-150.

[54] Plank, Claus und Stockbauer, Wolfgang und Schorr, Markus: " Soll-Ist-Vergleich für die Qualitätskontrolle ". Digitale Baustelle. Hsg.Springer. (Berlin, 2010): 102-113.

[55] Plank, Claus: " Terrestrisches Laserscanning - Baubegleitende Vermessung und Soll-Ist-Abgleich im Erdbau ". Digitale Baustelle. Hsg.Springer. (Berlin, 2010): 313-323.

[56] Normausschuss Bauwesen (NABau) im DIN : Toleranzen im Hochbau - Bauwerke. Hsg.. Villach, 2005.

[58] REFA: Methodenlehre des Arbeitsstudiums Teil 1 Grundlagen. Hsg.Carl Hanser Verlag. München, 1971.

[59] HOB-I: " Besonderer Teil der Honorarleitlinie Bauwesen Ingenieurbauwerke, Planung und örtliche Bauaufsicht ". Hsg.Kammer der Architekten und Ingenieurskonsulenten. (, 2004): 18-19.

[62] Tautschnig, Arnold: Projektmanagement und Interdisziplinäres Planen 1. Hsg.. Innsbruck, 2012.

[63] Ofuoglu, Salih: " Thoughtline of BIM ". . Hsg.Samantinati-bimpresentation. (2013).

#### Onlinequellen

[02] HM Gouvernment BIS (Department for Business Innovation & Skills): : Building Information Modeling Task Group (2014)  
[www.bimtaskgroup.org] [Zugriff: 04. Februar 2014].

[11] Hamil, Stephen: : FaQ about the National BIM Stanard-United States (2010)  
[] [Zugriff: 25. Februar 2014].

[12] buildingSMART : : Terms and Definitions (2014)  
[<http://www.buildingsmartcanada.ca/resources/resource/terms-and-definitions/>]  
[Zugriff: 18. Februar 2014].

[13] National Building Specification : : What BIM is and how it is being used (2011)  
[[https://www.thenbs.com/topics/BIM/articles/What\\_BIM\\_is\\_and\\_how\\_it\\_is\\_being\\_used.asp](https://www.thenbs.com/topics/BIM/articles/What_BIM_is_and_how_it_is_being_used.asp)] [Zugriff: 18. Februar 2014].

[20] Macdonald, Jennifer: : CODEBIM: Collaborative Design Education using BIM ()  
[<http://codebim.com/resources/history-of-building-information-modelling/>]  
[Zugriff: 08. 02 2014].

[21] Autodesk: : DMJM Moves to Building Information Modeling with Autodesk Building Design Solutions (2003)  
[<http://usa.autodesk.com/adsk/servlet/item?siteID=123112&id=3504273&linkID=14271595>] [Zugriff: 08. 02 2014].

[22] Autodesk: : Autodesk Expands Global Reach of Building Information Modeling with Autodesk Revit 5.1 (2003)  
[<http://usa.autodesk.com/adsk/servlet/item?siteID=123112&id=3454869&linkID=14271595>] [Zugriff: 08. 02 2014].

[23] buildingSMART: : Industry Foundation Classes (IFC) data model ()  
[<http://www.buildingsmart.org/standards/ifc>] [Zugriff: 10. Februar 2014].

[27] b.i.m.m GmbH : : building information model management ()  
[<http://www.bimm.eu/component/content/article/67>] [Zugriff: 10. Februar 2014].

[30] Autodesk: : Revit für die Hochbauplanung und die Bauausführung (2014)  
[<http://www.autodesk.de/products/autodesk-revit-family/overview>] [Zugriff: 13. Februar 2014].

[31] Progman Oy : : MagiCAD 2013.4 (2013)

[[www.magicad.com/de](http://www.magicad.com/de)] [Zugriff: 17. Februar 2014].

[33] RiB Software AG : : iTWO (2014)

[<http://www.rib-software.com/de/landingpage/rib-itwo.html>] [Zugriff: 13. Februar 2014].

[34] Dietrich's: : Dietrich's Anwendungen und Lösungen (2013)

[<http://www.dietrichs.com/de/anwendungen-loesungen/abbund.html>] [Zugriff: 17. Februar 2014].

[35] Solibri : : Solibri Model Checker ()

[<http://www.solibri.com/products/solibri-model-checker/>] [Zugriff: 13. Februar 2014].

[39] Hanff, Jochen : : ceapoint aec technologies GmbH (2014)

[<http://www.ceapoint.de/>] [Zugriff: 14. Februar 2014].

[40] Google Maps : : Google Maps - Schießstandstraße Kirchbichl ()

[[https://maps.google.at/maps?q=Schie%C3%9Fstandstra%C3%9Fe+kirchbichl&oe=utf-8&client=firefox-a&channel=fflb&ie=UTF-8&ei=LgICU\\_6PI-nmywOc44F4&ved=0CAkQ\\_AUoAQ](https://maps.google.at/maps?q=Schie%C3%9Fstandstra%C3%9Fe+kirchbichl&oe=utf-8&client=firefox-a&channel=fflb&ie=UTF-8&ei=LgICU_6PI-nmywOc44F4&ved=0CAkQ_AUoAQ)] [Zugriff: 17. Februar 2014].

[43] Dr.Villani & Partner KG : : SDI-Research (2014)

[<http://www.sdi-research.at/lexikon/empirische-forschung.html>] [Zugriff: 19. Februar 2014].

[46] Hornecker, Eva: : Qualitative empirische Methoden - ein Überblick (2003)

[<http://www.media.tuwien.ac.at/e.hornecker/WInfPr2/QualMethoden4-1.pdf>] [Zugriff: 19. Februar 2014].

[49] REFA: : Definition REFA ()

[<http://www.refa-lexikon.de/artikel/320/refa>] [Zugriff: 21. Februar 2014].

[50] Bauskript Software Wolfram Oehms : : Bauskript Software (2013)

[<http://bautagebuch.info/>] [Zugriff: 25. Februar 2013].



[52] graphisoft: : ArchiCAD17 (2013)

[[http://www.graphisoft.com/products\\_archicad.php](http://www.graphisoft.com/products_archicad.php)] [Zugriff: . ].

[53] buildingSMART: : BIM Know How - Standards (2014)

[<http://www.buildingsmart.de/bim-Know-how/standards>] [Zugriff: 26. Februar 2014].

[57] Architectural Record : : Integrated practice in perspective: A new model for the architectural profession (2007)

[<http://archrecord.construction.com/practice/projDelivery/0705proj-2.asp>] [Zugriff: 27. 02 2014].

[60] This Magazin : : This Magazin - Digital erweiterte Bautagebücher ( )

[[http://www.this-magazin.de/artikel/bmbw\\_Digital\\_erweiterte\\_Bautagebuecher\\_1357843.html](http://www.this-magazin.de/artikel/bmbw_Digital_erweiterte_Bautagebuecher_1357843.html)] [Zugriff: 05. 04 2014].

[61] (Rundfunk&Telekom Regulierungs-GmbH) RTR: : Signaturgesetz – SigG BGBl. I Nr. 190/1999 (2014)

[<https://www.signatur.rtr.at/de/legal/sigg.html>] [Zugriff: 28. 04 2014].

[64] Jusline: : Begriffsbestimmungen ( )

[[http://www.jusline.at/74\\_Andere\\_Begriffsbestimmungen\\_StGB.html](http://www.jusline.at/74_Andere_Begriffsbestimmungen_StGB.html)] [Zugriff: . ].

#### Verzeichnis der Interviewpartner

[08] Labner, Priska : zum Thema: BIM (Bad Häring, 05. Februar 2014).

[15] Gasteiger, Anton : zum Thema: BIM (Kufstein, 20. Februar 2014).

[24] Gasteiger, Tamara : zum Thema: BIM (Kufstein, . Februar 2014).

[28] Gasteiger, Anton und Dollinger, Anton und Tautschnig, Arnold und Fröch, Georg Anton und Gasteiger, Tamara : zum Thema: Meeting BIM "Wohnen im Grünen" (, 08. Jänner 2014).

**Abbildungsverzeichnis**

Abb. 1: IFC als Datenschema mit genormten Datenfeldern (AEC3) [17].....	6
Abb. 2: Building Information Model, siehe [52] .....	8
Abb. 3: Aufwandsverlagerung und Einfluss auf Kostenentwicklung [41].....	9
Abb. 4: Logo der b.i.m.m GmbH [26].....	13
Abb. 5: Schematische Darstellung der Cloud-Arbeitsweise .....	15
Abb. 6: Interaktion des Closed b.i.m.m .....	17
Abb. 7: Grundstück GP.697/5, KG Kirchbichl [40] .....	27
Abb. 8: Projekt „Wohnen im Grünen“ – Ansicht [18] .....	28
Abb. 9: Projekt „Wohnen im Grünen“ – Schnitt [18] .....	29
Abb. 10: Projekt „Wohnen im Grünen“ – Grundriss 01 OG [18] .....	30
Abb. 11: verschiedene Ordner in der Cloud .....	32
Abb. 12: Ordnerstruktur für die Baustelle.....	33
Abb. 13: Potenziale von BIM in der Bauausführung.....	37
Abb. 14: Qualitative und quantitative Effekte [42, S. 284] .....	39
Abb. 15: Geschoßweise Definition von Beginn und Ende .....	45
Abb. 16: Farbschema zur besseren Visualisierung [39] .....	48
Abb. 17: Zusätzliche Infobox pro Bauteil [39] .....	49
Abb. 18: vorbereitete Ansichtspunkte, abgespeichert in den „Notizen“ [39] .....	51
Abb. 19: Benutzeroberfläche für Bauteilauswertung und Leistungsmeldung .....	52
Abb. 20: beispielhafte Auswertung von 4 Bauteilen (Wände) .....	53
Abb. 21: REFA-Zeitstudie – Arbeitssystem [58, S. 68] .....	59
Abb. 22: Verschiebung des Planungsaufwands aufgrund von BIM [57] .....	67
Abb. 23: digitales Bautagebuch [50] .....	72
Abb. 24: Änderung der Geschoßdecke (Parameter Volumen).....	79
Abb. 25: Leistungsmeldung .....	83
Abb. 26: Leistungsmeldung für die markierte Wand im Untergeschoß.....	83
Abb. 27: Baufortschrittsimulation [18] .....	84
Abb. 28: programmierte Filterfunktion in Ceapoint.....	91
Abb. 29: Leistungsmeldung V2 .....	95
Abb. 30: Leistungsmeldung V4 .....	97
Abb. 31: Programmierung Bautagesbericht.....	99

Abb. 32: Auswahl für Wetter, Temperatur, Ausführungsunterlagen und Baubesuch.....	100
Abb. 33: Buttons zur Generierung des Bautagesberichtes .....	102
Abb. 34: Besondere Vorkommnisse je selektiertes Bauteil .....	103
Abb. 35: Druckvorschau Bautagesbericht .....	104
Abb. 36: Ergänzung der Informationen an vergangenen Tagen .....	106
Abb. 37: Beispiel Terminkontrolle: alle am Tag x bearbeitenden Bauteile werden rot eingefärbt. ....	112
Abb. 38: Handlungsempfehlung mit einem BIM.....	119
Abb. 39: Ausstattung des Arbeitsplatzes für BIM auf der Baustelle .....	122
Abb. 40: Workflow für einen Betonierabschnitt.....	123
Abb. 41: Workflow für einen Betonierabschnitt ohne Änderung des Modells.....	126
Abb. 42: Vorteile von BIM in der Bauausführung .....	129

## 9. Anhang

Die folgenden Interviews wurden als halbstrukturierte Interviews durchgeführt.

### 9.1. Interview mit Bauleiter D., Bauleiter (AN)

Freitag, 4. Oktober 2013

I: Interview durch Bmstr. Adriane G. Bsc

B: Bmstr. Ing. Anton D., Bauleiter der Firma Buchauer und Strasser Bauunternehmung GmbH

I: Vielen Dank für das Gespräch. Vorab würde mich interessieren, was dein genauer Aufgabenbereich als Bauleiter ist.

B: Der Bauleiter trägt eine recht große Verantwortung auf der Baustelle. Ich bin zum Beispiel verantwortlich für die richtige Arbeitseinteilung. Das heißt ich kümmere mich darum, dass alle Arbeiten zum richtigen Zeitpunkt erledigt werden. Es sind auch viele Fachgewerke auf der Baustelle, die muss ich als Ausführender koordinieren. Das ist oft eine ziemliche Herausforderung, weil das Team nicht vernetzt ist. Man muss dann aufpassen, dass sich die verschiedenen Gewerke nicht gegenseitig behindern.

Ich kontrolliere auch die Sicherheit am Bau und passe auf, dass die notwendigen Maßnahmen so gut wie möglich eingehalten werden. Die Pläne werden von mir immer wieder auf Unstimmigkeiten geprüft. Oft ist nämlich das Problem, dass sich Schnitte und Grundrisse widersprechen, Informationen fehlen oder es sonst irgendwelche Probleme mit den Plänen gibt. Das muss ich dann abklären.

Dann werde ich auch oft auf die Baustelle gerufen, wenn neue Materialien verwendet werden. Sie fragen dann mich, wie sie die einbauen müssen. Ich weise die Arbeiter ein und passe auf, dass alles richtig eingebaut wird.

I: Diese Baustelle wurde als dreidimensionales BIM-Modell vorher am Computer geplant. Was hat sich dadurch bei dir als Bauleiter geändert?

B: Also so eine dreidimensionale Modellierung macht Sinn. Das ist mir bei den Plänen aufgefallen. Die Schnitte und Grundrisse stimmen überall zusammen, es gibt eigentlich keine Widersprüche. Und es sind sehr viele Informationen auf den Plänen enthalten, das kann ich von anderen Baustellen so nicht. Und was besonders toll ist: Die Pläne waren schon vor Beginn der Baustelle alle fix und fertig.

I: Ist das bei anderen Baustellen demnach nicht der Fall?

B: Leider nein. Oft fängt man bauen an, und hat erst den Plan fürs Untergeschoß bekommen. Dann kommen noch viele viele Änderungswünsche, zum Teil müssen Wände wieder abgebrochen werden, weil sich irgendwer wieder was anders überlegt hat. Das wird dann auch für den Bauherrn teuer.

I: Und auf dieser Baustelle?

B: Hier stimmt einfach der Planlauf. Es waren von Anfang an alle Pläne da, man hat sich das 3D-Modell am Laptop anschauen können, dadurch war eigentlich alles viel klarer. Natürlich hat es auch hier noch verspätete Änderungswünsche gegeben, aber die sind immer rechtzeitig gekommen. Dann ist einfach der Plan ausgetauscht worden und die Sache war erledigt. Später ändern ist einfach immer schwierig, aber solange man es rechtzeitig weiß, ist es eigentlich kein Problem.

I: Was gab es auf dieser Baustelle an Problemen?

B: Naja, hier haben wir ziemlich ein Problem mit dem Baugrund und dem Grundwasser bekommen. Es wurde erst viel zu spät eine geologische Untersuchung gemacht, weil der Bauherr gemeint hat, das könnte er sich sparen. Dadurch sind

wir erst zu Baubeginn draufgekommen, dass viel Müll im Boden ist. Wenn wir das früher gewusst hätten, dann hätten wir uns drauf einstellen können.

I: Das heißt, die Zeitplanung hat nicht funktioniert?

B: Man müsste früh genug mit allem anfangen. Aber wenn der Bauherr sparen will, hat man eben danach die Probleme. Das gleiche Problem war dann mit der Entwässerung. Da wurde auch viel zu spät der Auftrag für die Planung vergeben. Heute gehört einfach alles geplant. Das geht nicht mehr so wie früher, dass man dann einfach irgendwie entwässert. Das gehört alles genauso in die Pläne wie der Rest, man könnte das alles sicher dann auch ins 3D-Modell mit einbauen.

Aber man muss auch sagen, alles kann man nicht wissen. Wir sind zum Beispiel beim Aushub auf ein Abwasserrohr gestoßen, das hätte ganz wo anders verlaufen sollen. Aber das hat keiner gewusst, auch die Nachbarn nicht. Das sind dann einfach unvorhergesehene Kosten, da nützt die ganze Planung nichts.

I: Aber das 3D-Modell könnte helfen, um die Informationen alle aufzubereiten?

B: Klar ist die Umsetzung dann schwierig und es wird immer unvorhergesehene Ereignisse geben. Aber wenn alles in einem Modell drin ist, dann ist es überschaubar und es lassen sich sicher viele Probleme vermeiden.

Die ganze Vorausplanung ist in vielen Bereichen wichtig. Man muss ja zum Beispiel auch einen Energieausweis machen, der ist nur möglich, wenn rechtzeitig mit der Planung angefangen worden ist. Und die OIB-Richtlinien müssen ja auch alle in der Planung berücksichtigt werden. Es nützt nichts, wenn schon die Pläne falsch sind. Es ist dann schlimm, wenn die Werte und Bemaßungen in den Plänen nicht stimmen. Dann hat man auf der Baustelle natürlich auch ziemliche Probleme.

I: Absichtlich schummeln und falsch modellieren ist natürlich immer möglich, aber durch das 3D-Modell versucht man eigentlich schon, dass alles seine Richtigkeit hat.

B: Tja, wer bei der Planung spart, das wird dann gern teuer. Meistens fehlen dann bei solchen Planungen auch die ganzen Detailüberlegungen. Dann muss man auf der Baustelle wieder schauen, dass man alles hinbekommt.

I: Die Ausschreibung wurde ja auch mithilfe des 3D-Modells erstellt. Hat sich dadurch irgendwas geändert?

B: Ja absolut, die Ausschreibung ist ja auch in der Ausführung wichtig! Es ist bei dieser Baustelle sehr genau ausgeschrieben worden und die Massen stimmen bisher überein. Dadurch kommt es viel weniger zum Streit. Wir haben eine sehr genaue Aufgabenbeschreibung bekommen und es gab eigentlich bisher fast nichts zu diskutieren.

I: Ein Thema, das mich aufgrund meiner Masterarbeit noch interessiert, ist der digitale Bautagesbericht. Wir haben auf der Baustelle versucht, die Tagesberichte zu digitalisieren. Denkst du, dass es Zukunft hat?

B: Ich glaube schon, dass in Zukunft das mehr Anwendung findet. Auf der Polierfachscheule wird das digitale Bautagebuch auch hergezeigt und verwendet und die jungen Poliere sind ziemlich begeistert davon. Das Problem ist, wenn der Polier wie auf dieser Baustelle mitarbeitet. Dadurch hat er dann schmutzige Finger und dann ist ein Blatt Papier und ein Stift natürlich weniger anfällig als ein Laptop. Mit den Baustellenfingern verklebt der Laptop dann ziemlich, das ist sicher nicht so ideal. Aber auf größeren Baustellen, wo der Polier wirklich nur koordiniert, ist das digitale Bautagebuch sicher eine tolle Sache. Die Frage ist nur immer, wie die altingesessenen Poliere dazu stehen. Wenn müsste das digitale Bautagebuch ja in

der gesamten Firma eingeführt werden, damit man die Dokumentation einheitlich hat. Und ich glaube, dass viele meiner Kollegen davon nicht so begeistert sein werden.

I: Hast du bisher bei dieser Baustelle das 3D-Modell schon mal direkt anwenden können?

B: Ja, schon mehrmals. Als ich zum Beispiel die Außendämmung bestellt habe, habe ich nicht wie sonst die Fläche händisch ausgerechnet sondern aus der Mengenermittlung den Wert hergenommen. Und der Wert hat genau gestimmt.

Dann habe ich schon mal eine vorläufige Kostenaufstellung für das Untergeschoß erstellt. Da habe ich auch die ganzen Massen aus dem Modell genommen und ausgewertet.

I: Wie machst du das normalerweise ohne Modell?

B: Normalerweise muss ich immer eigene Abrechnungspläne mit Positionen erstellen und mir die Massen dann alle ausrechnen.

I: Kannst du abschätzen, was das 3D-Modell für dich an Zeitersparnis gebracht hat?

B: Mit der Vorbereitungsarbeit brauche ich normalerweise sicher doppelt so lange. Aber man muss dazusagen, dass ich mit der neuen Arbeitsweise sicher noch nicht ganz so schnell war, da muss man sich auch erst noch einarbeiten.

I: Wie viel Mehrkosten für Laptop und Internet habt ihr ungefähr durch BIM gehabt?



Du kannst in etwa mit € 500 Mehrkosten rechnen, wir haben den Laptop ja nicht nur für diese Baustelle angewendet. Alles in allem ist für solche doch „kleine“ Baustellen dieses Programm für die Anwendung auf Baustellen – also für die Arbeiter bzw. den Polier vor Ort nicht anwendbar, weil diese viel lieber selbst Hand anlegen und mit Büroarbeit wenig Freude haben. Das lassen sie lieber uns „Bürohengste“ machen.

I: Eine letzte Frage noch: Habt ihr Subunternehmen beschäftigt, die vielleicht auch Informationen aus dem 3D-Modell beziehen?

B: Wir haben bei dieser Baustelle nur zusätzliche Eisenbieger beschäftigt, aber die brauchen das 3D-Modell nicht.

I: Vielen Dank für die vielen Informationen!

B: Jederzeit gern, keine Ursache.

## **9.2. Interview mit Bauleiterin Priska L., kfm. Bauleiterin (AG)**

Mittwoch, 05.02.2014

I: Interview durch Bmstr. Adriane G. Bsc

B: DI(FH) Priska L., M&S Wohnbau GmbH

I: Hallo Priska, vielen Dank für das Gespräch. Es geht um meine Masterarbeit, in der ich die Baustelle „Wohnen im Grünen“ mit betreue. Wir haben dem Polier einen Laptop mit dem 3D-Modell des Projekts auf die Baustelle gegeben. Mich

würde nun interessieren, welche Daten du im Bauablauf als Bauleiterin brauchst; also welche zusätzlichen Informationen dir helfen würden. Als erste Frage interessiert mich, was dein Aufgabenbereich auf dieser Baustelle war und ist.

B: Es ist zu sagen, dass die Firma M&S Wohnbau GmbH neu strukturiert wurde. Früher hatten wir eine separate Firma, die für uns die GU-Abwicklung durchführte. Ein Auftrag wurde vergeben und die Wohnungen wurden bis zur schlüsselfertigen Übergabe gemacht. Damals war mein Aufgabenbereich einzig die Vermarktung und Betreuung der Kunden. Mittlerweile hat sich alles verändert. M&S soll nun auf Wunsch des Vorgesetzten die Aufträge selbst vergeben und nicht mehr als Generalunternehmerauftrag. Das ist für mich neu, weil es viel mehr Aufgaben umfasst. Bei dieser Baustelle war alles noch nicht gut eingespielt und verläuft daher noch etwas unstrukturiert. Mein Aufgabenbereich momentan umfasst das Einholen der Angebote, das Vergleichen der Preise, die Vergabe und die Abwicklung. Einen Großteil dieser Arbeit macht auch Tamara G.. Das ist auch ein schwieriger Punkt. Da durch diese Umstrukturierung sowohl Tamara als auch ich Bauleiter-Aufgaben übernommen haben, ist es schwierig zu trennen, wer welche Aufgaben übernimmt. Zum einen war die Ausschreibung bei der Firma AGA-BAU, die Definition der Produkte war teilweise noch nicht geklärt, dadurch waren viele Differenzen. Eigentlich sollten im Modell der Firma AGA-BAU alle Informationen schon drin sein. Allerdings war ich in der Situation, dass ich zeitlich sehr begrenzt war, sodass ich mich im Vorhinein zu wenig mit dem Modell beschäftigt habe. Das war eigentlich der Knackpunkt. Ich glaube, die Planungs- und Ausschreibungsphase war eigentlich fast zu kurz bemessen, weil wir die Pläne relativ schnell benötigten. Ich glaube, dass sich das alles erst bei den kommenden Projekten richtig einspielt, sodass man gleich weiß: Bei einer Baustelle von M&S werden diese Geländer, diese Türen verwendet.

I: Das heißt, du hast dich durch das Modell schon sehr früh entscheiden müssen.

B: Ja; durch das Modell sind die ganzen Informationen schon von Anfang an enthalten. Für mich war es schwierig alles zu diesem Zeitpunkt schon zu prüfen. Ei-

nerseits hatte ich viele Informationen noch nicht, andererseits fehlte die Zeit zu überprüfen, ob die Informationen auch richtig im Modell dargestellt wurden. Das Problem besteht auch darin, dass verschiedene Personen zusammenarbeiten. Der eine denkt sich „Für mich klar, ich mache es auf diese Weise“, weil es für ihn so logisch ist, aber ich hätte es wieder anders gemacht, weil wir es bei M&S generell anders handhaben. Tamara musste dann das Modell mit meinem Wissen abgleichen und wusste zum Teil nicht, welche Informationen stimmen. Daher mussten wir alles zum Teil doppelt überprüfen, daher war es für mich durch das Modell eher schwieriger. Mir war nicht bewusst, dass ich so früh alle Informationen schon haben muss und auch weitergeben muss. Das war für mich eine neue Situation. Für die Zukunft und für weitere Projekte ist mir das bewusst und ich kann anders reagieren.

I: Das heißt, es wäre für dich möglich, die Informationen schon früher zu bekommen?

B: Ja, möglich wäre es auf alle Fälle. Wobei es so früh immer noch Ungereimtheiten geben wird, weil M&S als privater Bauträger Sonderwünsche der Kunden ausführt. Das heißt, man hat zwar eine Ausschreibung, aber der Kunde sagt vielleicht er möchte einen anderen Boden oder ein anderes Fensterelement. Und dadurch ändert sich vieles wieder. Also eine gewisse Differenz wird immer da sein. Bei diesem Projekt als Anfangsprojekt ist es auch schwierig gewesen, die ganzen Folgen abzuarbeiten. Das heißt, wir haben eine Ausschreibung, die aber durch die Sonderwünsche nicht ganz richtig ist. Das müssen wir im Auftrag umstellen und dann bei der Abrechnung berücksichtigen. Das stimmt dann nicht mit dem Modell überein, was nicht ganz BIM-konform ist. Das sollte eigentlich nicht sein.

I: Zu welchem Zeitpunkt hast du die Kunden für die verschiedenen Wohnungen angeworben?

B: Das ist verschieden. Bei diesem Projekt war es so, dass wir bei Kellerdecke Fertigstellung alle Wohnungen verkauft haben. Dann läuft die Umplanung parallel. Also eine Wand weglassen oder dazunehmen war im Modell noch nicht von An-BIM in der Bauausführung

fang an drin, weil die Kunden das erst später entscheiden. In Kufstein bei einer anderen Baustelle fangen wir früher bauen an, da sind bei Baubeginn zirka 2-3 Wohnungen verkauft. Da sind dann weniger Sonderwünsche. Je nach Bauphase kann dann noch entschieden werden, was geändert werden kann.

I: Das heißt, es kommen auch während der Bauphase noch viele Änderungen?

B: Ja, während der Bauphase kommen viele Änderungswünsche, das lässt sich nicht vermeiden. Bei gemeinnützigen Wohnbauträgern ist das anders, weil diese gern Mietkauf- oder Mietwohnungen bauen. Dadurch werden die Wohnungen zu einem späteren Zeitpunkt vergeben. Dann ist dieses Problem nicht da.

I: Noch eine andere Frage: Du hast verschiedene Gewerke vergeben. War es ein Problem, dass in der Ausschreibung alles Nettomengen waren?

B: Es ist ein Problem, weil die meisten Firmen darauf nicht eingehen. Das heißt, bei der Abdichtung zum Beispiel, habe ich die erste Abrechnung schon bekommen. Die Firma ist gar nicht auf die Nettomengen eingegangen. Das heißt, laut Angebot war es für uns perfekt zu vergleichen, weil alle dieselben Massen hatten. Aber abgerechnet wird dann nach Aufmaß. Das heißt, die Firmen überlegen nicht lang, sondern sie schicken mir das Aufmaßblatt mit und sagt mir, so wurde es gemacht. Weil teilweise kommen während der Bauphase Änderungen. Auf dieser Baustelle wurde zum Beispiel beim Dach die Abdichtung anders gemacht. Die Situation war so, dass die Dampfsperre statt mit einer Bitumenbahn mit einer Folie gelöst wurde. Für sie war das günstiger. Als Bauherr sagt man, wenn die Gewährleistung passt und es günstiger ist, dann macht man es so. Dann ist es aber eine andere Menge aufgrund der anderen Verarbeitung und so weiter.

I: Das heißt die Firma hat mit dem BIM-Modell nichts gemacht?

B: Nein, gar nichts. Er hat die allgemeinen Vertragsbedingungen unterschrieben und die Zusätze bezüglich BIM komplett übergangen. Ich weiß nicht, wie sinnvoll es ist, für eine günstigere Variante wegen 3 Quadratmeter Bitumenbahn diskutieren anzufangen. Und wenn die Firmen es so gewohnt sind, ist es schwierig. Vor

alles für kleine Firmen ist es schwierig zu sagen, wir rechnen nur das ab, was du an Nettomengen hast. Auf diese Diskussion bin ich bei diesen ersten Vergaben nicht weiter eingegangen. Es wird sich noch zeigen, wie es beim Thema Innenputz zum Beispiel läuft, wie es dann abgerechnet wird.

Es ist immer eine Grenzwanderung. Ich habe folgende Erfahrung gemacht: Es gibt Bauleiter, die immer extrem streichen, die jeden Quadratzentimeter rausholen. Unter dem Strich geht es um plus/minus ein paar 100€. Wenn ich in diesem Sinne extrem bin, wird die Baufirma in Finanzgeschichten auch extrem sein. Es kommt immer auf das Persönliche drauf, wie man solche Fragestellungen dann lösen will.

I: Mich würde noch interessieren, was dir bei der Kontrolle der Baustelle helfen könnte. Die Idee ist, dass man die Termine, die Kosten und so weiter im Modell hat und auch die Ist-Termine immer erfasst. Dadurch sollte eine leichtere Kontrolle möglich sein. Die Daten könnte man auch über Internet abrufen. Was hältst du davon?

B: Für mich ist die Kontrolle vor Ort sehr wichtig. Nicht nur die Kontrolle, sondern auch der persönliche Bezug zu den Männern auf der Baustelle. Also nicht nur zu den Chefs der verschiedenen Firmen, mit denen man den Preis verhandelt, sondern auch das Hingehen und Sagen „Leute macht es mir gut, gibt es Probleme“ und so weiter. Diese Leute sagen dir vor Ort, wo Probleme liegen. Dinge, an die man als Planer oder als Außenstehende vielleicht nicht so bedenkt. So im Detail sieht man es auf der Baustelle besser. Auch bei Gelände und Außenanlagen ist es für mich wichtig, dass ich wirklich vor Ort bin.

I: Hast du für dich einen Plan gehabt, wann die Baustelle fertig sein sollte? Inzwischen ist die Baustelle ja etwas in Verzug.

B: Die Gesamtfertigstellung war ursprünglich im April geplant. Es gab einige Verzögerungen, auch aufgrund des Themas mit den Fertigteiltreppen. Das ist nicht wirklich rund gelaufen. Dann wurde auch auf die wöchentlichen Baubesprechun-

gen verzichtet, vielleicht auch weil man glaubte, dass es mit BIM total rund laufen würde. Das ist nicht wirklich so passiert, wie es sein sollte.

I: Es wäre eben auch die Idee, wenn man gewisse Meilensteine hat, wann welcher Bereich fertig sein müsste, dass das dann auch mit dem Modell abgeglichen werden kann.

B: Ich glaube, dass das Modell in diesem Bereich super ist. Es ist insofern super, wenn alles aus einem Kopf kommt. Wenn jemand die Planung macht, das Modell erstellt, die Ausschreibung macht und dann vor Ort alles kontrolliert. Wir machen alles doppelt. Weil wenn ich ins Modell schaue, muss ich alles erst suchen. Ich suche es in der Ausschreibung, weil ich nicht alles im Kopf habe. Dann suche ich es nochmals für die Abrechnung, dann dazwischen nochmal vergeben, das alles top-aktuell zu halten ist viel Papierkram, dass ich nicht weiß, ob es effizienter ist als alles global abzuwickeln.

Es scheitert dann an ganz einfachen Dingen wie das Modell öffnen, auf dem FTP-Server arbeiten und so weiter. Mir sind Pläne lieber.

I: Kannst du es dir auf Plänen besser vorstellen? Eigentlich könnte man meinen, dreidimensional stellt man sich das Projekt besser vor, aber dir geht es leichter mit Plänen, oder?

B: Ja, es ist auch auf der Baustelle einfacher. Wenn ich zum Polier gehe und ihm sage „Die Zwischenwände sind zu mauern, schau es dir im Modell an“, kann ich sicher sein, er wird es nicht machen. Ihm sind Pläne lieber, wo er alles sieht. Im Modell sind zu viel Informationen für die Leute, die auf der Baustelle arbeiten müssen. Einen Maurer interessiert das Modell dann sowieso nicht.

I: Das haben wir auch festgestellt. Das, was am meisten Sinn macht, ist die laufende Kosten- und Baufortschrittskontrolle. Man kann es dann leichter steuern.

B: Durch das Modell kann man von Vornherein sagen, was soll es kosten. Das ist wirklich wichtig. Und wenn man sich hineindenkt und die Zeit dazu hat, kann man

auch herausfiltern, wo kann man sparen. Ich glaube für diese Sachen ist das Modell wirklich gut. Und weiters auch was muss ich an Materialien ändern, dass ich Einsparungen habe. Die Massen werden ja immer automatisch errechnet. Da bin ich dann wesentlich schneller.

I: Aber doch auch nur, wenn man selbst mitwirkt im Modell.

B: Wenn einer im Modell drin ist, der dann auch die Ausschreibung macht, der weiß, wo was ist, dann geht es gut. Aber nicht wenn man sich im Nachhinein erst einlesen muss, da fehlen mir so viele Informationen, dass ich eher verwirrt bin, wo was ist als dass ich einen Nutzen davon hätte.

I: Wie war es nun während des Rohbaus? Hast du in der Phase irgendwelche Kostenkontrollen gemacht? Oder ist das reine Baufirmensache?

B: Nein, ich habe keine Kostenkontrollen gehabt. Aus dem folgenden Grund, weil die Bautagesberichte von Tamara G. kontrolliert wurden, Mehrkosten wurden auch von ihr kontrolliert. Wir haben den Auftrag in Pauschalen vergeben. Das heißt, wir haben in den einzelnen Abschnitten berechnet, was tatsächlich passiert ist, sondern wir haben ausgemacht: Kellerdecke Fertigstellung = Summe x. Das heißt, das waren alles Pauschalen. Am Ende bleibt eine Restsumme stehen. Dann kommt die Gesamtabrechnung, und das ist dann zu prüfen. Also kann ich dir zum jetzigen Standpunkt noch nicht genau sagen, wie es dann ausschaut. Das dauert bis ins Frühjahr bis zur fertigen Abrechnung. Für das Schlussrechnungsprotokoll müssen noch die ganzen Abzüge, Korrekturen, Zusätze berücksichtigt werden.

I: Im Zuge meiner Masterarbeit war auch noch die Idee, die täglichen Bautagesberichte zu nützen. Der Polier erstellt ja jeden Tag einen Bautagesbericht, die Idee wäre, dass man diese Informationen direkt ins Modell mit hineinhängt. Hätte das für dich einen Vorteil? In Richtung Soll-Ist-Vergleiche, ähnliches, ...

B: Ich glaube, dass es eher bei größeren Bauprojekten interessant wäre. Wenn man wirklich Baustellen hat, die beispielsweise über 2 Jahre gehen, glaube ich,

dass es interessanter ist. Man sieht dann ja auch den Vergleich zur Planung. Bei uns weiß ich nicht, in wieweit es sinnvoll ist, weil alles ja sehr klein ist.

I: Aber es ist ja Verzug aufgetreten. Ist das ein Problem?

B: Ich glaube schon, ja. Allerdings ist bei dieser Baustelle der Verzug ja nicht wirklich durch irgendwelche Fehler durch Planung oder ähnliches entstanden. Der Verzug war ja in erster Linie, weil wir wegen der Kanalführung wider Erwarten eine sehr ungünstige Situation haben. Das sind Dinge, die man im Vorhinein eben nicht planen kann. Da nützt auch das ganze Modell nichts, wenn irgendein Störfaktor kommt, den man nicht berücksichtigt hat. Bei dieser Baustelle verursacht der Kanal Mehrkosten und diese Mehrkosten müssen im Vorhinein geklärt werden. Wenn ich als Bauträger diese Kosten auslegen würde und dann im Nachhinein versuchen würde wieder das Geld retour zu bekommen, dann werde ich wahrscheinlich auf der Strecke bleiben. Dieses Projekt ist daher vielleicht nicht das ideale Beispiel für ein gelungenes BIM-Projekt.

I: Wie ist es dir sonst bei dem Projekt mit der neuen Technik gegangen? Es wurde dir ja auch eine Dropbox eingerichtet, wo alle auf die Daten zugreifen konnten...

B: Die Dropbox war sinnvoll für mich. Ich hatte insofern Probleme, weil wir anfangs mehrere Dropboxordner hatten. Wir hatten einen Ordner für interne Zwecke, also gemeinsam mit der Firma AGA-BAU, da waren alle Informationen drin. Dann hatten wir noch einen Ordner Baumeister, da waren Informationen für die Baustelle drin. Für uns war es schwierig, weil wir alle Informationen, also Preise, Informationen über die verschiedenen Firmen, Aufträge, in dem einen Ordner speichern. Man muss dann sehr aufpassen, dass man nichts im falschen Ordner abspeichert. Ich habe dann einfach Angst, dass etwas passiert; dass zum Beispiel beim Baumeister dann irgendwelche Aufträge von Subunternehmern auftauchen, die der Baumeister nicht sehen darf. Oder Kostenaufstellungen oder ähnliches. Daher muss man sehr vorsichtig sein, wo man was abspeichert.

I: Das heißt, dir ging es um die Sicherheit, wer welche Informationen bekommt.



B: Genau. Ich habe das zu schwierig gefunden. Daher wollte ich dann nur den Ordner gemeinsam mit AGA-BAU, der war für uns wichtig. Den anderen Ordner für den Baumeister braucht nur Tamara G., um die notwendigen Informationen und Planunterlagen auf die Baustelle zu bekommen. Der Baumeister braucht ja beispielsweise keinen Auftrag vom Spengler oder ähnliches, er sollte solche Informationen nicht bekommen, das wäre mir zu transparent. Deshalb habe ich gesagt, um Fehler zu vermeiden, ein gemeinsamer Dropboxordner genügt, da sollen alle internen Informationen enthalten sein. Dann haben wir nicht das Problem, dass wir in der Hinsicht aufpassen müssen.

I: Aber in diesem einen Dropboxordner war es für dich kein Problem, dass alle Daten von AGA-BAU zugänglich waren?

B: Ich habe Tamara G. eigentlich nicht als Externe gesehen. Sie soll das alles einsehen. Wobei ich finde, dass es für sie auch schwer war. Es ist im Ordner eine enorm breite Masse an Daten. Ich glaube, dass es für sie nicht möglich ist, wenn alles im Ordner enthalten ist, dass sie auch alles liest. Es war eine solche Menge an Informationen, Mengen und Preisen, da ist man in meinen Augen schneller – wenn man wirklich ein bestimmtes Dokument benötigt – mich anzurufen oder mir zu schreiben und mich zum Beispiel um den Auftrag vom Zimmerer zu bitten. Ich glaube, es ist schneller, man speichert dann nach Bedarf ein Dokument in den Ordner, als man weiß nicht genau, was der andere braucht und nicht braucht. Weil im Ordner sind jetzt alle Informationen enthalten, nicht nur die, die Tamara benötigt.

I: Ist es schwierig, dann die richtige Datei zu finden?

B: Das sicher. Dieses Projekt ist nur eine kleine Baustelle, aber alle Sonderwünsche der Kunden, alle Informationen, jede Wohnung, Gewerk im Ordner abzuspeichern, wird es schwierig.

I: Habt ihr eine spezielle Struktur im Ordner?

B: Ich habe das Problem, es gibt eine Struktur von AGA-BAU, wie die Daten benannt werden sollen, mit sehr vielen Nummern. Für mich ist es dann schwierig, weil man wissen muss, was es bedeutet. Es fehlt mir auch die Zeit, um mich damit zu beschäftigen, damit ich alles ordentlich habe. Da sind wir wieder beim Zeitfaktor. Es sollte vielleicht nur eine Person alles ordentlich in der Struktur abspeichern.

I: Vielen Dank, ich habe keine weiteren Fragen. Den einzigen Punkt, den ich vielleicht nochmal kurz aufgreifen möchte, sind die Visualisierungen. Waren dir die 3D-Ansichten in irgendeiner Weise hilfreich? Wobei es sich ja um eine kleine Baustelle handelt...

B: Wir haben ein paarmal diesbezüglich diskutiert. Die einzelnen Firmen, vor allem die kleinen Firmen, arbeiten nicht mit dem Modell. Es ist für mich immer ein Kostenfaktor. Bei diesem 5-Wohneinheiten-Projekt ist jeder Cent wichtig, deshalb haben wir uns Visualisierungen erspart. Heizung, Lüftung, Sanitär wurden als Pauschalen vergeben, pro Einheit und Allgemeinbereich. Das heißt, es wurden bei einem gemeinsamen Termin die 2D-Pläne durchgesprochen. Ich glaube aber schon, dass es bei Großprojekten Sinn macht, die Baustelle auch dreidimensional anzuschauen. Für uns aber im Kleinen und für den Kunden ist es nicht so wichtig, wo genau die Leitungen verlaufen. Für die Kunden ist das Endprodukt wichtig.

I: Wurde das 3D-Modell für die Kunden zur Visualisierung verwendet?

B: Ja, dafür nehme ich es schon her. Ich glaube, dass diese Visualisierungen sicher noch mehr ausgebaut werden können, man kann natürlich viel Zeit dafür verwenden, damit diese Visualisierungen gut aussehen, da gibt es auch viele Spezialisten auf diesem Gebiet. Ich bin oft schneller, dass ich über die vorhandene 3D-Ansicht mit Hand die notwendigen Effekte hinzuzeichne. Diese Bilder sind dann auch für Werbezwecke in der Zeitung. Es ist immer die Frage, rentiert sich die aufwendige Visualisierung des Modells oder nützt man das Budget anderweitig.

I: Dann bedanke ich mich vielmals für das Interview.

B: Keine Ursache.

### **9.3. Interview mit Bauleiterin Tamara G., technische Bauleiterin (AG)**

Montag, 24.02.2014

I: Interview durch Bmstr. Adriane G. Bsc

B: Bmrst. Dipl.-Ing. Tamara G., AGA-BAU PlanungsGmbH

I: Hallo Tamara, vielen Dank für das Gespräch. Ich würde gerne einige Fragen über die Baustelle „Wohnen im Grünen“ stellen. Könntest du mir als erstes beschreiben, was dein Aufgabenbereich bei der Baustelle war?

B: Ich war Bauleiterin für den technischen Bereich. Priska L. hat den kaufmännischen Bereich gemacht. Wenn technische Probleme waren, haben sie sich an mich gewendet, weil wir den richtigen Hintergrund haben. Die ganze Statik ist auch von uns (Anmerkung: AGA-BAU PlanungsGmbH) gekommen, die habe ich gemacht, dadurch bin ich häufig wegen Bewehrungsabnahmen auf der Baustelle gewesen.

I: D.h. du hast auch Kontrollen gemacht, ob alles richtig umgesetzt worden ist.

B: Für die Statik habe ich die Bewehrungsabnahmen gemacht. Bei der Planung habe ich nicht genau kontrolliert, ob sie alles genau so umgesetzt haben. Wenn aber Fragen waren, oder wenn auf den Plänen ein Maß gefehlt hat, haben sie mich gefragt. Das hat jetzt nichts mit der Bauleitung zu tun, war aber auch meine Aufgabe.

I: Das fällt dann eher unter Betreuung, oder?

B: Ja, wen sollen sie sonst anrufen.

I: Was fällt dir spontan ein, welche Änderungen sind auf der Baustelle durch BIM aufgetreten?

B: Die Frage ist, inwieweit BIM wirklich auf die Baustelle gekommen ist. Der Polier hat Probleme mit der Anwendung gehabt. Er hat aber immer wieder angerufen, um die Massen mit dem Modell zu vergleichen. Ich habe ihm 3D-Ansichten ausgedruckt, vor allem im Eingangsbereich, weil dort Höhensprünge waren. Aber das ist ja nicht direkt BIM, sondern nur das 3D-Modell.

I: Und die Sachen, die er nachgefragt hat – haben dort die Massen übereingestimmt?

B: Ziemlich genau, ja. Der Polier hat die Massen mit der Hand gerechnet und dann bei mir nachgefragt, ob im Modell dasselbe herauskommt. Und die haben sehr gut zusammengepasst. Aber bei mir ist das nicht direkt BIM. Meiner Meinung nach sollte BIM dazu helfen, Entscheidungen früher zu treffen. Das war bei dieser Baustelle nicht unbedingt der Fall. Wir warten auf die Entscheidungen des Bauherrn gleichlang wie wenn wir kein Modell hätten. BIM Modell wäre auch, wenn der Installateur oder Elektriker im Modell wäre, aber auch das war nicht der Fall.

I: Wie ist es bei der Ausschreibung gewesen? Das wurde alles aus dem Modell genommen. Hast du von den Firmen ein Feedback bekommen?

B: Nein, da habe ich nicht viel mitbekommen. Die Ausschreibung ist sehr schnell gegangen. Es haben im Modell auch ein paar Kleinigkeiten gefehlt, die sind dann angenommen worden. Ich kann dir leider nicht viel zur Ausschreibung sagen, weil das ein Kollege gemacht hat. Ich habe die Massenpläne dann dreidimensional gemacht. Der Kollege hat dann anhand der Pläne die Ausschreibung gemacht. Was nicht modelliert war, wurde geschätzt.

I: Weißt du, was zum Beispiel nicht modelliert worden ist?

B: (Tamara sieht die Massenpläne durch) Man sieht, dass zu dem Zeitpunkt noch die Planung zum Teil anders war. Es wurde zum Beispiel eine große Terrasse aus-

geschrieben, die wurde dann aber noch verkleinert. Das heißt, es wurde ausgeschrieben, und danach sind nochmal Änderungen gekommen. Auch die Gartenmauern sind noch ein paar Mal verändert worden. Die Kundenwünsche sind auch noch nicht in der Ausschreibung drin. Und ich glaube bei den Spenglerarbeiten ist etwas geschätzt worden, aber ich sehe, es ist fast nichts dazu geschätzt worden, ich dachte da wäre mehr. Regenfallrohr, Regenrinne, Attikaverblechung ist alles drin. Beim Balkon wurde das Tropfblech glaube ich nicht ausgewertet.

I: Was mich noch interessieren würde ist das Thema „Cloud“. Du hattest mit Priska L. gemeinsam einen Dropbox Ordner, wo ihr zusammengearbeitet habt. Was gab es für Probleme?

B: Eigentlich hat Priska nicht wirklich viel auf die Dropbox gestellt. Christine (Anmerkung: Sekretärin von Priska L.) hat einige Dokumente raufgestellt. Sie hat mir aber nicht Bescheid gegeben, was auf der Dropbox steht. Sie hat ein paar Dokumente in die Cloud gespeichert. Wenn ich was gebraucht habe, habe ich mal geschaut, was alles im Ordner vorhanden ist. Ich habe dann auch nicht gewusst, ob das die endgültige Datei ist.

I: Heißt das, es hat auch an Struktur gefehlt?

B: Naja, die Struktur anhand von den Gewerken und die Ordner der Firmen waren da, man hat sich also zurechtgefunden. Das hat alles Christine eingescannt und abgespeichert. Aber wenn müsste man auch sagen – schau, ich habe dir was abgespeichert. Es liegt sonst nur auf der Dropbox so drin.

I: Dieser Schritt hat dir gefehlt?

B: Ja, aber es liegen auch nicht viele Dokumente auf der Dropbox – nur die Angebote. Wir haben einen Ordner für die Baustelle, wo Anton D. auch Zugriff hatte. Da sind die Fotos und der Baubescheid drin. Sie hätten Zugriff darauf gehabt, aber den Ordner nicht verwendet. Sie hätten problemlos mehr auf die Dropbox laden können. Ich hätte ihr auch die Pläne raufgestellt, aber sie wollte alles lieber per E-Mail bekommen und nicht auf der Dropbox.

I: Und wie ist es dir mit dem Polier gegangen? Du hast ihm ja den Ceapoint-Viewer gezeigt und erklärt. Wie war die Reaktion?

B: Er sagt, der Viewer ist prinzipiell mit Sicherheit sehr interessant. Es hat ihm schon gut gefallen. Er hat aber gemeint, ihm fehlt die Zeit, dass er sich voll in das Programm einarbeitet und das alles zu lernen. Er ist doch auf der Baustelle am Arbeiten bzw. beim Mitarbeiten. Er hat keine Zeit, sich in den Container zu setzen und das zu lernen. Er meint ein junger Polier hat das gleich heraus, aber er müsste sich länger hinsetzen und das alles anschauen und dafür fehlt ihm die Zeit. Er war auch ein Mensch, der sich nicht drüber ausgesehen hat, den Computer einzuschalten. Was mich gewundert hat, weil er eigentlich nicht so alt gewesen wäre. Aber er hat eigentlich mit Technik nichts auf dem Hut gehabt. Er hat zum Beispiel schon nicht gewusst, wie man sich mit „Strg – Alt – Entf“ anmeldet. Da hat er mich gefragt, wie das funktioniert. Das ist dann natürlich schwierig. Aber er hat gesagt prinzipiell ist es eine super Sache, vor allem wenn man komplexere Projekte hat. Aber das war ein einfaches Haus, da hat er die Technik nicht benötigt.

I: Fällt dir sonst noch etwas ein, wo du dem Polier hast weiterhelfen können?

B: Es haben ein paar Maße auf dem Plan gefehlt. Anschlussdetails oder ähnliches waren im Rohbau noch nicht. Das kommt erst noch.

Das Problem bei dieser Baustelle war, dass dann doch viele Sachen nicht im Modell drin waren. Die Nebengewerke wollten nicht ins Modell, der schlechte Boden war vor dem Aushub nicht bekannt, die Entwässerungssachen wurden viel zu spät vergeben und waren deshalb im Modell nicht drin. Das müsste vom Bauherrn gewünscht werden. Da fehlt dann doch einiges.

I: Vielen Dank für die Informationen.

#### 9.4. Interview mit Baumeister Anton G., Planer und Statiker

Donnerstag, 20.03.2014

I: Interview durch Bmstr. Adriane G. Bsc

B: Bmrst. EUR Ing. Anton G., AGA-BAU PlanungsGmbH

I: Hallo, vielen Dank für das Gespräch. Meine erste Frage wäre – was hat sich im Modell alles geändert, dadurch dass wir BIM auf die Baustelle gebracht haben?

B: An und für sich hat sich von der Modellertechnik bei mir nichts geändert. Wir bauen das Modell schon immer so, wie die Projekte dann errichtet werden – also „build as to be built“. Es werden bei uns, dadurch dass wir Planung und Statik auch machen, die Fugenbänder modelliert, weil wir das für die Bewehrungspläne brauchen. Das heißt, die Stückelung der Bauteile im Projekt ist eigentlich schon in einer frühen Phase vorhanden. Die Bauteile haben also nicht mehr eigens für die Ausführungsphase geteilt werden müssen. Ob der Polier die Abschnitte dann genau so gemacht hat, ist wieder ein anderes Thema – ob er da Änderungen gemacht hat. Aber da er nichts in die Richtung gesagt hat, und die Baustelle so gebaut ist, gehen wir davon aus, dass er sich ziemlich daran gehalten hat. Weil sonst hätte ja die Bewehrung auch nicht gepasst.

I: Und sonst, von zusätzlichen Parametern?

B: In dem Sinne ist da ja keine Änderung im Modell selbst. Das ist die logische Weiterentwicklung, wenn man BIM in einer anderen Ausführungs- und Projektierungsphase verwendet. Da ist dann die Logik, dass man dem Bauteil entweder durch Parametrisierung oder durch zusätzliche Eigenschaften die Intelligenz reinstempelt.

I: Dann würde mich noch interessieren, wie das bei dir ist: wenn du die Daten, also das Modell, außer Haus gibst, kannst du dir vorstellen, dass du das Modell irgendwann an die Baustelle weiterverkaufst?

B: Nein, für mich gehört das Modell einfach dazu. Früher hat man DWGs ausgetauscht, heute tauscht man das Modell aus. Ich sehe da keinen Bedarf, dass man Daten verkauft, sondern wenn man den Auftrag hat, ein Projekt abzuwickeln, ist das jetzt der Stand der Daten, die man außer Haus gibt. Wichtiger wäre, dass dann jeder seine Informationen ins Modell eingibt, damit das Modell über mehrere Firmen lebt. Meiner Meinung nach darf dann auch jeder mit dem Modell tun, was er will. Ich gehe davon aus, dass es derzeit nicht ein und dasselbe Projekt in einem anderen Ort auf einem anderen Grundstück eins zu eins gebaut wird.

I: Das heißt, Datensicherheit ist dann auch nicht wirklich das Problem?

B: Inzwischen haben so viele Architekten Daten von anderen Architekten, und ich habe noch nie ein Projekt eins zu eins übernehmen können. Eigentlich – abschauen, was die anderen besser machen, ist überall üblich.

I: Hat es irgendwelche Mehrkosten durch BIM gegeben? Abgesehen vom Laptop auf der Baustelle?

B: Nein, es sind auf alle Fälle weniger Kosten als bisher. Weil durch die Synergie der fachübergreifenden Arbeit zwischen Statiker und Architekt bei der Statik schon sehr viel Einsparungspotenzial da ist.

I: Den Polier müsste man ja eigentlich dann schulen, damit er mit BIM auf der Baustelle zurechtkommt. Was schätzt du, kostet es, wenn man den Polier ausbilden lässt?

B: Es kommt darauf an, welchen Ausbildungsstand der Polier hat. Wenn er schon Angst hat, einen Computer einzuschalten, wird es schwierig. Wenn man Leute auf der Baustelle hat, die daheim schon E-Mails und Internet haben, ist die Einführung mit dem Viewer eigentlich in einer Stunde erledigt. Weil der Rest kommt dann



durch Frage/Antwort. Das heißt, sobald er im Modell arbeitet, wird er fragen, und dann zeigen wir es ihm. Es ist also ein laufender Ausbildungsprozess, der mit der Baustelle mitgeht.

I: Das heißt, dadurch gibt es auch keine Mehrkosten?

B: Also in Summe können es keine Mehrkosten sein, und es dürfen auch keine Mehrkosten sein, weil es kann nicht sein, dass man mit modernster Technik und Programmanwendung in Summe länger braucht als mit Bleistift und Polierplan und Kopfrechnen. Weil dann ist es sowieso sinnlos, wenn es teurer und aufwendiger ist und nichts bringt.

I: Was ist für dich der Grund, warum man trotzdem immer noch Pläne auf der Baustelle braucht?

B: Weil es die Leute gewohnt sind. Die Baubranche ist eine sehr änderungsresistente Branche. Der Bagger ist schneller gekauft als ein Computer. Weil beim Bagger sieht man, was er verdient, und beim Computer sieht man es nicht. Aber dass es sich durchsetzt, wissen wir, vor 25 Jahren war das gleiche – da haben wir auch schon das gleiche gehabt. Da haben die Leute gesagt, der ist verrückt, der kauft sich einen Computer zum Pläne zeichnen. Das ist heute normal.

I: Und wie bist du auf Ceapoint gekommen? Wie hast du Jochen Hanff (Anmerkung: Programmierer von Ceapoint) kennengelernt?

B: Das war über die Firma ITWO. Er war bei dieser Firma und ich war bei den Treffen dabei, da haben wir uns kennengelernt. Er hat mir dann seine Software gegeben, wir haben sie getestet und haben festgestellt, sie passt gut dazu.

I: Vielen Dank für die Informationen.

## 9.5. Erfahrungsbericht der Baustelle „Wohnen im Grünen“

Kirchbichl, Protokoll

Kufstein, am 08.01.2014 – 09:30-11:00

Teilnehmer:

Bmstr. Ing. Anton D., Firma Buchauer und Strasser Bauunternehmung GmbH

Bmstr. Dipl.-Ing. Dr. Georg F., Universität Innsbruck

Bmstr. EUR Ing. Anton G., Firma AGA-BAU GmbH

Bmstr. Adriane G. Bsc

Bmstr. Dipl.-Ing. Tamara G., Firma b.i.m.m GmbH

Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. Arnold T., Universität Innsbruck

Herr T. begrüßt die Anwesenden und beschreibt in den einleitenden Worten den Grund des Treffens: Es wurde ein Forschungsprojekt genehmigt, in dem es um das Thema „BIM in der Bauausführung“ geht. Auf einer Baustelle in Kirchbichl der Firma Buchauer und Strasser wurde versucht, das vorhandene Building Information Model möglichst gewinnbringend einzusetzen. Herr D. wird gebeten zu berichten, welche Abweichungen sich dadurch im Baustellenverlauf ergeben haben, welche Schwierigkeiten aufgetreten sind, wie das Modell eingesetzt und verwendet worden ist. Auch um einen Ausblick in die Zukunft, ob das Thema BIM in dieser Branche Fuß fassen kann, wurde gebeten.

Herr D. beschreibt das Bauprojekt als sehr kleine Baustelle, der tägliche Bautrupp bestand generell aus 5-6 Personen. Dadurch war der Polier neben Führungsaufgaben auch direkt in den Baustellenbetrieb eingebunden. Aufgrund der Größe der Baustelle kann der Polier als „Herr über alles“ betrachtet werden. Dieser verbrachte kaum Zeit vor dem zur Verfügung gestellten Laptop, das Gerät wurde selten eingeschaltet. Als Grund dafür ist zu nennen, dass der Polier in seinem bis-  
BIM in der Bauausführung

herigen Leben noch nie Berührungspunkte mit einem Laptop hatte und daher sich in der Handhabung sehr schwer tat. Herr D. fügt aber hinzu, dass heutzutage jüngere Poliere, welche direkt von der Polierschule kommen, in dieser Hinsicht engagierter und besser geschult sind. Während dem Polier die Grundbegriffe des PCs fehlen und er auch nie in der Schule unterwiesen worden war, lernen Poliere heutzutage in ihrer Ausbildung sogar CAD zeichnen.

Da die Baustelle aufgrund ihrer einfachen Geometrie auch keine technische Herausforderung darstellte, konnte der Polier auf gewohnte Art und Weise die notwendigen Daten ermitteln. Allerdings erkundigte sich der Polier, ob die Ergebnisse der Handrechnung mit jenen des Modells übereinstimmten (Anmerkung: was der Fall war).

Aus dem 3D-Modell wurden zahlreiche Pläne und Massenpläne generiert, die auf der Baustelle verwendet wurden. Für die Abrechnung zeigten sich vor allem die Massenpläne als sehr hilfreich.

Herr D. sieht es generell als großen Vorteil, wenn alles zentral koordiniert ist und in einem Modell integriert ist. Die Vernetzung der Fachplaner bringt große Vorteile, da viele einzelne Planer (z.B.: Geologe für Boden, Versickerung, Kulturtechniker getrennt) mehr Konfliktpunkte hervorrufen. Durch eine frühzeitige Planung, wie es auf dieser Baustelle der Fall war, kann Geld gespart werden. Probleme werden früher erkannt und aufgrund der dreidimensionalen Visualisierung hat man eine bessere Einsicht in das Projekt.

Auf die Frage, welche Probleme bei dieser Baustelle auftraten, kam das Thema Versickerung und Kulturbau zur Sprache. Der Bauherr gab erst spät die Planung der Versickerung in Auftrag. Dadurch kam es hinterher aufgrund Platzmangels zu Komplikationen. Herr G. fügt hinzu, dass dieses Problem vermeidbar gewesen wäre, wenn alles im 3D-Modell integriert worden wäre. Als zweites Problem wird

ein Kanal erwähnt, welcher quer durch das Grundstück verläuft und nicht verhandelt war („offiziell“ wusste niemand von diesem Kanal).

Herr Tautschnig erkundigt sich, ob Herr D. es für möglich befindet, dem Polier einen jungen Unterstützer beizustellen, den man auf dem PC einlernt. Diese Frage wird von Herrn D. bejaht.

Herr G. möchte wissen, ob Herr D. sich vorstellen kann, ein Modell ausschließlich für die Abrechnung im Nachhinein zu bauen. Herr D. sieht dies für sich durchaus als Option. Herr G. fügt hinzu, dass selbst bei großen Baustellen eine Abrechnung mithilfe eines 3D-Modells kaum Anwendung findet. Generell werden spezielle Abrechnungsprogramme verwendet, die Daten müssen von Hand aus dem Plan eingetippt werden. Diese Arbeitsweise wurde bereits vor 30 Jahren praktiziert und hat sich bis heute nicht wesentlich verändert. Für jedes Gewerk wird ein eigener Abrechnungsplan erstellt.

Herr T. stellt in die Runde die Frage, ob es sich rechnet, im Nachhinein Modelle (Anmerkung: für die Abrechnung) zu bauen. Herr G. antwortet, dass er dies noch nie durchkalkuliert habe und möchte von Herrn D. wissen, was die Abrechnung ohne Modell in Stunden kostet. Dieser kann es schwer abschätzen. Herr G. ist sich sicher, dass je komplexer die Form umso mehr sich das Modell rentiert. Herr D. wird gebeten zu Hause eine Schätzung aufzustellen, wie lange er für die konventionelle Abrechnung braucht um dann zu vergleichen, wie lange für die Modellierung des Projektes benötigt wurde. Herr D. fügt hinzu, dass man auf dem gewohnten Wege mit der Kalkulation häufig im Verzug ist und durch das 3D-Modell eine raschere Verfügbarkeit der Daten und daher eine kontinuierliche Abrechnung denkbar ist. Mithilfe des Ceapoint-Viewers ist es möglich, die errichteten Bauteile als „Freigegeben“ zu markieren um sie dann für die Abrechnung zu verwenden.

Die Diskussion wird auf das Thema „Nachträge“ gelenkt. Herr G. berichtet, dass auf dieser Baustelle es nur zu minimalen Nachtragsforderungen kam (Eckzarge wurde auf Umfassungszarge geändert). Aufgrund des 3D-Modells wurde keine Position vergessen. Auch Herr D. bestätigt, dass bei diesem Projekt die Ausschreibung BIM in der Bauausführung

bung als „übereinstimmend“ bezeichnet werden muss. Herr G. erklärt, dass er generell keine Varianten sondern nur 1 Produkt ausschreibt, da eine doppelte Ausschreibung auch doppelte Arbeit bedeutet.

Herr D. erinnert sich an seinen Entschluss, für die Baustelle als Dämmstoff Tektalan statt Protolith zu nehmen, dies hatte jedoch nur geringe Änderungen zur Folge.

Aufgrund des 3D-Modells wurden bereits viel früher Probleme aufgedeckt, wodurch auf der Baustelle nur sehr wenige Unklarheiten auftraten. Die Mehrarbeit besteht allerdings darin, alles im Modell nachzuarbeiten und auch Änderungen mitzuverfolgen. Herr T. fasst zusammen, dass Entscheidungen in der Planungsphase kein Problem darstellen, Entscheidungen auf der Baustelle jedoch schon.

Herr D. berichtet von einer anderen größeren Baustelle mit 12 Wohneinheiten, welche von ihm betreut wird. Mangelnde Angaben im Plan haben hinterher so wie von ihm befürchtet, zu Problemen geführt. Während des Bauablaufes kam es zu vielen Änderungen (z.B.: wurden in der Tiefgarage zusätzliche Rohre benötigt, was zu Platzproblemen führte). Herr D. fügt hinzu, dass seiner Erfahrung nach die Pläne oft „noch nass“ auf die Baustelle kommen. Bei dem aktuellen Projekt Kirchbichl war eine Planvorlaufzeit von 2-3 Wochen. Auch diese Tatsache half, Probleme zu vermeiden. Herr T. kennt dieses Problem von einem Krankenhausprojekt in Wien, wo ein eigener Arbeitsplatz für die Nachverfolgung der Werkpläne eingerichtet worden war. Herr T. erkundigt sich, ob die Größe eines Krankenhauses ein Problem für die Modellierung am PC darstelle. Herr G. erklärt, dass das Gesamtprojekt in einzelne Teilmodelle aufgeteilt werden muss und so die Datenmenge gering gehalten wird.

Herr D. wirft in die Runde, dass für den Erfolg eines b.i.m.m-Modells der Bauherr „mitmachen muss“ – frühzeitige Entscheidungen sind notwendig. Diese Tatsache muss dem Bauherrn begreiflich gemacht werden, da durch Unentschlossenheit Konsequenzen auftreten. Herr G. erklärt, er pflege mit dem Bauherrn des Projekts Kirchbichl eine 20-jährige Zusammenarbeit, doch der Bauherr ist mit der Einführung BIM in der Bauausführung

zung von b.i.m.m noch nicht so weit. Herr T. fügt hinzu, dass für den Erfolg von BIM die Motivation des Bauherren notwendig ist.

Herr T. erkundigt sich, inwieweit der Bauherr auf das Modell zugreifen kann und darf. Herr G. führt aus, dass die notwendigen Daten für alle Beteiligten in der Cloud (ähnlich der Dropbox) zu finden sind. Allerdings stellt die Cloud genau das Problem dar. Die bauwirtschaftliche Bauleiterin fühlt sich von diesem System überfordert und speichert alle Daten von der Cloud in ihr eigenes Verzeichnis. Dadurch hat sie statt einem geringeren einen deutlichen Mehraufwand. Herr G. sieht das Problem so, dass der Kopf nicht bereit ist für die technischen Neuerungen. Der Bauherr hätte einen eigenen Techniker anstellen sollen, was dann jedoch nicht umgesetzt worden war. Die Bauleiterin übernahm diese Aufgabe, wodurch sie noch mehr Arbeit übertragen bekam. Herr D. erzählt, dass er Zugriff auf das Modell hätte, allerdings fehlt ihm das dafür notwendige Programm.

Zu einem späteren Zeitpunkt erwähnt Herr D., dass im Laufe des Baugeschehens Fotos von 3 unterschiedlichen Personen gemacht wurden. Diese wurden alle in die Cloud gespeichert, wodurch jeder Zugriff auf die Daten hatte. Herr G. fügte dem hinzu, dass eine durchgängige Ordnerstruktur für das richtige Speichern in der Cloud notwendig ist. Nur so ist garantiert, dass alle Beteiligten sich in der Datenmenge zurechtfinden.

Herr G. erzählt vom neuen System „Chaos der Lagerhaltung“. Statt wie früher alles strukturiert zu lagern, werden inzwischen die Produkte nicht mehr geordnet. Nur der Computer weiß, wo welches Bauteil liegt. Für den PC ist die Suche kein Mehraufwand, allerdings ist garantiert, dass nur mithilfe des Computers das Produkt gefunden werden kann. Dieses System wäre eine Möglichkeit, das Problem der Datensicherheit zu umgehen: Nur mithilfe eines PCs kann das richtige Dokument gefunden werden, auch wenn alle Zugriff auf die Daten haben. Nur wer die Struktur kennt, wird fündig. Herr F. erwähnt, dass auf der Universität ein Drop-In-System mit demselben Prinzip existiert: Es ist möglich sich einen Speicher für einen Monat zu mieten. Der Code liegt am Server der Universität. Der Link, welcher

auf die Dateien verweist, ist im übertragenen Sinne das Passwort für diesen Ordner. Dadurch entsteht eine große Sicherheit, weil ein anderer durch das Chaos am Server nichts findet.

Aus diesem Grund gibt Herr G. ohne Bedenken das 3D-Modell außer Haus, weil er sich bewusst ist, dass materiefremde Personen die Strukturen nicht verstehen können. Nach Herrn T. wird die Frage der Datensicherheit noch lange ein Thema bei BIM sein, er wird jedoch in der heutigen Zeit immer unwichtiger werden.

Herr T. schneidet das Thema „Preise im 3D-Modell“ an. Herr G. berichtet, dass in seiner Firma im Programm iTwo das Modell mit den Preisen der Ausschreibung verknüpft wird. Die Mengen werden, nachdem die Angebote eingelangt sind, mit den jeweiligen Preisen verknüpft. Diese Werte können das nächste Mal für die Kontrollschätzung verwendet werden.

Herr T. möchte die Vorteile, welche durch BIM auftraten, nochmals zusammenfassen: Das 3D-Modell hat einen bedeutenden Einfluss auf die Abrechnung. Auch die Planungsvollständigkeit und Planungssicherheit ist durch das 3D-Modell garantiert. Die Durchgängigkeit von Polierplan bis Bewehrungsplan zählt als weiterer Vorteil.

Frau Tamara G. fügt hinzu, sie habe 3D-Schaubilder für den Polier erstellt, um Details besser darstellen zu können. Diese 3D-Grafiken habe sie als Plan ausgedruckt und auf die Baustelle gebracht. Herr D. erwähnt, der Polier war von diesen Visualisierungen sehr begeistert, da alles optimal dargestellt wurde.

Hätte der Polier den PC verwendet, wäre das Ausdrucken der Pläne nicht notwendig gewesen. Herr T. findet, dass zur Ausbildung des Poliers auch der Umgang mit dem Laptop notwendig wäre. Die Kombination von jungem und altem Polier auf der Baustelle wäre ideal. Die Anschaulichkeit der wesentlichen Punkte (z.B.: richtige Ausbildung des Fugenbandes) ist im 3D-Modell gewährleistet.

Herr G. hegt die Befürchtung, dass die Vielzahl an Plänen den Bau erschlagen würde. Auf die Frage nach Planstandards erklärt er, dass die Grundrisse und Schnitte den Richtlinien entsprechen, allerdings für den Polier noch zusätzliche Details herausgegriffen wurden. Die Pläne wurden je nach Anforderung erstellt. Im Falle von Änderungswünschen wurde das Modell abgestimmt, allerdings wurden in diesem Projekt nur minimale Anpassungen durchgeführt.

Herr G. schätzt, dass durch das 3D-Modell ca. doppelt so viele Pläne auf die Baustelle kommen als früher. Er begründet es insofern, dass es im 3D-Modell mehr Arbeit darstellt, zwei Schnitte in einen zu komprimieren als 2 Schnitte gesondert auszudrucken. Da alle 3D-Geometrien schon vorhanden sind, ist die Generierung der Schnitte kein Problem mehr. Daher bevorzugt Herr G. eine Vielzahl an Schnitten, um Unklarheiten vorab zu vermeiden. (Anmerkung F.: der hohe Detaillierungsgrad der Pläne ist nicht auf BIM sondern auf die exakte Arbeitsweise von Herrn G. zurückzuführen.) Herr G. fügt hinzu, dass er inzwischen ein orthogonales Raster an Schnitten erstellt, da dies im 3D-Modell der leichteste Weg der Darstellung ist.

Herr D. bestätigt, dass der Polier die Vielzahl an Plänen sehr geschätzt hat und er dies als Erleichterung sah. Der Polier hatte im Vergleich zu anderen Baustellen deutlich weniger Fragen und holte sich nur wegen Kleinigkeiten den Rat von Herrn D. ein. In den wöchentlichen Besuchen, die Herr D. der Baustelle abstattete, gab es daher nur wenige Rückfragen.

Als Änderung des Projektes wurde erwähnt, dass die Stiege statt der Verwendung von Ortbeton als Fertigteil geliefert wurde. Herr D. berichtet, er habe dem Fertigteilwerk die Pläne von Herrn G. übergeben und diese habe die Treppen genau nach Plan gefertigt. Herr G. fügt hinzu, dass die Fertigteilwerke inzwischen eine eigene Software haben und getrennt vom 3D-Modell selbst die Daten aufbereiten. Die Übernahme des Modells ist im heutigen Stadium daher nicht möglich. Generell ist die Schnittstelle zu anderen Gewerken noch problematisch. Wie Herr G. erzählt, herrscht eine große Skepsis, ob die Entwürfe des Objektplaners den not-



wendigen Detaillierungsgrad enthalten. Da Herr G. allerdings ein Baumeister und kein Architekt ist, nimmt er sich die Freiheit zu behaupten, dass er zu einer exakten Modellierung fähig ist. Im Falle von Abweichungen hilft ihm ein Dialog mit den entsprechenden Gewerken, und das Detail wird angepasst. In einem parallel laufenden Projekt von Herrn G. ist er für die richtige Modellierung zuständig und der Architekt überprüft, ob die architektonische Darstellung passt.

Herr T. stellt Herrn D. die Frage, ob durch BIM Mehrkosten entstanden sind. Dieser verneint und konkretisiert, dass durch die genaue Planung im Gegenteil weniger Arbeit entstanden ist. Die einzige Unschärfe sind für ihn momentan die Erdarbeiten, da diese im Modell noch nicht adaptiert wurden.

Auch wird die Frage gestellt, ob eine automatische Generierung der Bautagesberichte mithilfe des Modells denkbar wäre. Hier meint Herr D., dass er sich dies in der Zukunft vorstellen könnte. Dadurch wäre eine zeitnahe Protokollierung besser und detaillierter möglich. Auch im derzeitigen Bautagebuch ist es zu wenig nur den Vorgang zu beschreiben (z.B.: Schalen, Betonieren); auch das Geschoß und idealerweise das Bauteil soll angegeben werden. Eine umfangreiche Fotodokumentation ist hilfreich, allerdings ist darauf zu achten, dass der Rahmen nicht gesprengt wird.

Es steht nun die Frage im Raum, wie die Technik, welche für BIM notwendig ist, in die Breite gebracht werden kann. Herr T. sieht als wichtigen Punkt, die Polierausbildung und –weiterbildung in Richtung BIM zu lenken. Er ist anzunehmen, dass schon bald Druck von der Öffentlichen Hand kommt, welche BIM-Modelle verlangen wird. In England und Holland ist ab 2016 das Modell statt Plänen Voraussetzung. Die Behörde sieht darin viele Vorteile, da alles dreidimensional visualisiert werden kann und die Kosten und Termine sich leichter konkretisieren lassen (Quantity surveyor).

Nach Herrn G. ist es notwendig Techniker auszubilden, welche Modelle eigens für die Abrechnung machen können. Er sieht darin einen Wirtschaftsfaktor – der Modellbau ist schneller und sicherer.

Allerdings steht man bei der Abrechnung vor diesem konkreten Problem: Die Werte aus dem 3D-Modell sind exakt die Nettowerte. Laut ÖNorm dürfen für die konventionelle Berechnung allerdings Vereinfachungen verwendet werden (z.B.: ist die Rohbaufläche etwas größer als die Putzfläche). Die Nachrechnungen von Herrn G. ergaben einen Unterschied zwischen ÖNorm-konformer Abrechnung und Nettowerten von 2%. Die Konsequenz ist daher, dass ein Handwerker weniger bezahlt bekommt, weil die real ermittelten Flächen etwas kleiner sind. Da die ÖNorm-konformen Werte etwas größer sind, schlagen viele Firmen 10% auf ihren Preis auf, sobald von „Nettomenge“ die Rede ist.

Zum Abschluss interessiert Herr T. ein Blick in die Zukunft, im Konkreten wo Herr D. BIM in 5 Jahren sieht. Herr D. findet dies schwer abzuschätzen. Außer diesem Projekt mit Herrn G. war noch nie von BIM die Rede. Er sieht es allerdings von großer Wichtigkeit, jungen Mitarbeitern den Umgang mit dem PC vertraut zu machen. Auch Herr G. findet seine Bemühungen als Pionierarbeit. Er erzählt von einem anderen Projekt, welches er mit einem BIM-Modell unterstützt. Obwohl die ausführende Firma die nötige Software hätte, wird trotzdem alles erneut mit der Hand nachgerechnet. Es besteht die Angst, dass aufgrund der Nettomengen keine Massereserven mehr vorhanden sind. Herr G. versteht die Sorge nicht: Es ist vereinbart, dass vergessene Bauteile nachmodelliert und nachbezahlt werden.

Im Anschluss an das Gespräch besichtigten Herr T. und Herr F. gemeinsam mit Frau Adriane G. die Baustelle Kirchbichl.

Anmerkung:

Herr D. ist Bauleiter der Firma Buchauer und Strasser Bauunternehmung GmbH, welche ihren Sitz in Wörgl hat. Mit einer Mannschaft von 130 Leuten ist sie zuständig für Rohbau, Putz, Fassade und Außenanlagen.

## **9.6. Protokollblätter für die REFA-Zeitstudie**

Adriane Gaslinger  
(Bearbeiter)

27.08.13, 15:30  
(Datum, Uhrzeit)

### Hauptvorgang: Verfassen des Bauberichts

Vorgang	Herkömmlich	Mit BIM	Kommentar
Schreibutensilien	1/2 min	1 1/2 min	→ Laptop & Programm starten!
Bauberichtsbesicht = fertiges Formular!			Programm "Bauberichtbuch"
Verfassen des Bauberichts	8 min	7 min	→ durch Autorin
		10 + min	→ durch POB (wieg PC-Konsume)
Archivierung	∅	∅	
	⇒ automatisch	⇒ automatisch	
		⊕ versenden als PDF	
		⊕ Fotos anhängen	





Alvina Gansinger  
(Bearbeiter)

08.08.2013, 10:00  
(Datum, Uhrzeit)

→ Will im Boden

### Hauptvorgang: Störungen, Probleme, sonstiges auf der Baustelle

Vorgang	Herkömmlich	Mit BIM	Kommentar
Problem/Störung wird gemeldet			
Analyse, Lokalisieren des Problems			
Analyse der Ursachen			
Festlegung der Maßnahmen, eventuell Absprache mit AG			
Durchführung der Maßnahmen			
Kontrolle der Auswirkungen			

Kein Unterschied ob mit oder ohne BIM!  
kann nur vorab berücksichtigt werden, wenn Info rechtzeitig erhalten wird

Adriane Gansinger  
(Bearbeiter)

27.08.2013, 15:00  
(Datum, Uhrzeit)

→ Wasserleitung der Gemeinde verläuft übermischend durch Grundstück

### Hauptvorgang: Störungen, Probleme, sonstiges auf der Baustelle

Vorgang	Herkömmlich	Mit BIM	Kommentar
Problem/Störung wird gemeldet x)	5 min	5 min	keine Änderung durch BIM
Analyse, Lokalisieren des Problems	10 min	2 min	alles in Markt anschauen, Problem gut sichtbar
Analyse der Ursachen	laufend - wo läuft?		
Festlegung der Maßnahmen, eventuell Absprache mit AG	?		
Durchführung der Maßnahmen	Kanal verlegen nach Absprache		
Kontrolle der Auswirkungen			

Problem: Leitung verläuft ungeplant durchs Grundstück - keine Wästel davon  
x) Schacht für Leitungen, Anschluss - nicht im BIM-Modell, Bestand von Gemeinde



Andriane Grosche  
(Bearbeiter)

19.08.2013, 09:00  
(Datum, Uhrzeit)

→ Wandhöhe im UG unklar

**Hauptvorgang: Störungen, Probleme, sonstiges auf der Baustelle**

Vorgang	Herkömmlich	Mit BIM	Kommentar
Problem/Störung wird gemeldet ↳ Biber Kontakt mit Bauleitung	5 min	5 min	were Änderung durch B/M
Analyse, Lokalisieren des Problems	10 min	2 min	durch 3D leichter!
Analyse der Ursachen	✓	✓	
Festlegung der Maßnahmen, eventuell Absprache mit AG	15 min Biber alles 2D-erklären	5 min Biber im 3D-Modell zeigen	
Durchführung der Maßnahmen	✓	✓	
Kontrolle der Auswirkungen	✓	✓	

Adriane Grottel  
(Bearbeiter)

27.08.2013, 15:00  
(Datum, Uhrzeit)

### Hauptvorgang: Änderungen in der Planung

Vorgang	Herkömmlich	Mit BIM	Kommentar
Geänderter Plan trifft ein	φ	φ	BIM zeitgleich aktualisieren!
Änderungen feststellen, eventuell Nachfragen bei AG (x)	φ abhängig von Änderung!	φ bessere Visualisierung!	Absprache immer notwendig!!!
Alte Version archivieren	5 min Sorgfalt!!!	φ - automatisch	ALLE Pläne austauschen, nicht verwechseln!!!
Änderungen durchführen			
Anmerkung: Baustelle ohne Pläne nicht wesentlich. Vorbei: bessere Visualisierung der Änderung	nicht vorstellbar, daher ändert sich der Ablauf durch BIM		

x) Änderung EG: Stütze statt Wand; Änderung bereits bekannt, keine Unklarheiten





## **9.7. Benutzeroberfläche der BIM-BauDoku**

## Bautagesbericht

PDF erstellen
 Grundriss
 Zoom Grenzen
 Auswahl löschen
 Objekt zum Bautagesbericht hinzufügen
 Objekt fertiggestellt
 Objekt vom Bautagesbericht entfernen

**Bauteile filtern**

Alle Objekte zeigen

Geschoss: 00\_EG

Gewerk: 01 - Gerüstarbeiten

**Datum: 2014-05-31**

**Wetter** Heiter 
**Temperatur** 0°C - 30°C 
**Personen** 5

**Ausführungsunterlagen** vollständig 
**Baubesuch** Auftraggeber

**Besondere Vorkommnisse und Bedenken**

Eisen nicht laut Plan! Mehraufwand +40% Materialanteil  
Balkone Absturzsicherung anbringen

**Besondere Vorkommnisse je selektiertes Bauteil**

Betonieren

**Selektierte Elemente**

Bauteil	Länge	Breite	Höhe	Schalungsfläche	Umfang	Volumen
0 Basiswand [2503246]	18.60[m]	0.20[m]	3.05[m]	116.30[m <sup>2</sup> ]		11.35[m <sup>3</sup> ]
1 Basiswand [2505831]	4.75[m]	0.20[m]	2.80[m]	27.27[m <sup>2</sup> ]		2.66[m <sup>3</sup> ]
2 Basiswand [2816171]	0.80[m]	0.20[m]	3.05[m]	5.00[m <sup>2</sup> ]		0.49[m <sup>3</sup> ]
<b>Summe</b>	<b>24.15[m]</b>			<b>148.56[m<sup>2</sup>]</b>	<b>0.00[m]</b>	<b>14.49[m<sup>3</sup>]</b>

# Bautagesbericht

NR:	32	WETTER:	Heiter
DATUM:	2014-05-31	TEMPERATUR:	0°C - 30°C
BAUVORHABEN:	Wohnen im Grünen	ARBEITERSTAND:	5

## ALLGEMEINES

Eisen nicht laut Plan! Mehraufwand +40% Materialanteil Balkone Absturzsicherung anbringen

## LEISTUNGSFORTSCHRITT

0	Basiswand [2816171]	Ausschalen
1	Basiswand [2645706]	Betonieren
2	Basiswand [2505831]	Betonieren

	Bauteil	Beginn	Ende	Dauer
0	Basiswand [2816171]	2014-05-31	2013-12-04	1
1	Basiswand [2645706]	2014-05-31		1
2	Basiswand [2505831]	2014-04-22		2

## BAUTEILINFORMATION

	Bauteil	Länge	Breite	Höhe	Schalungsfläche	Umfang	Volumen
0	Basiswand [2816171]	0.80[m]	0.20[m]	3.05[m]	5.00[m <sup>2</sup> ]		0.49[m <sup>3</sup> ]
1	Basiswand [2645706]	4.97[m]	0.05[m]	2.41[m]			0.60[m <sup>3</sup> ]
2	Basiswand [2505831]	4.75[m]	0.20[m]	2.80[m]	27.27[m <sup>2</sup> ]		2.66[m <sup>3</sup> ]
	<b>Summe</b>	<b>10.52[m]</b>			<b>32.27[m<sup>2</sup>]</b>	<b>0.00[m]</b>	<b>3.75[m<sup>3</sup>]</b>

AUSFÜHRUNGSUNTERLAGEN:      vollstaendig      BAUBESUCH:      Auftraggeber

## UNTERSCHRIFTEN:

AUFTRAGNEHMER ODER DESSEN  
BEAUFTRAGTER:

BAUHERR ODER DESSEN  
BEVOLLMÄCHTIGTER VERTRETER:

## Kontrolle

### Leistungsmeldung bearbeiten

Bauteil Leistungsmeldung bearbeiten

---

Tag Leistungsmeldung bearbeiten

---

**Beginn**

[...]

**Ende**

[2014-05-31]

**Dauer**

...

**Tag:**

**Wetter**

**Temperatur**

**Personen**

0

**Ausführungsunterlagen**

**Baubesuch**

**Besondere Vorkommnisse und Bedenken**



OK



## 9.8. Bautagesbericht, generiert aus der BIM-BauDoku

### Bautagesbericht



NR:	34	WETTER:	Heiter
DATUM:	2014-04-28	TEMPERATUR:	0°C - 30°C
BAUVORHABEN:	Wohnen im Grünen	ARBEITERSTAND:	5

### ALLGEMEINES

Qualität C2530 geprüft

### LEISTUNGSFortschritt

0	Einzelfundament [2942634]	TEST
1	Basiswand [2613390]	TEST
2	Basiswand [2541382]	keine Probleme

	Bauteil	Beginn	Ende	Tage in Bearbeitung
0	Einzelfundament [2942634]	2014-04-28	2014-04-28	1
1	Basiswand [2613390]	2014-04-23	2014-04-28	3
2	Basiswand [2541382]	2014-04-28	2014-04-28	1

### BAUTEILINFORMATION

AUSFÜHRUNGSUNTERLAGEN:	vollständig	BAUBESUCH:	Auftraggeber
------------------------	-------------	------------	--------------

#### UNTERSCHRIFTEN:

AUFTRAGNEHMER ODER DESSEN BEAUFTRAGTER:	BAUHERR ODER DESSEN BEVOLLMÄCHTIGTER VERTRETER:
--	--

# Schriftenreihe: Bauwirtschaft und Projektmanagement



Institut für Konstruktion und Materialwissenschaften  
Arbeitsbereich für Baubetrieb, Bauwirtschaft und Baumanagement  
Univ.-Prof. DI Dr. techn. A. Tautschnig  
Fakultät für Bauingenieurwissenschaften der Universität Innsbruck



Heft Nr. 26:  
Tautschnig, A., Fröch, G., Gächter, W. (2014):  
What's BIM? Neue Trends im Planungs-, Bau- und Abwicklungsprozess  
Tagungsband International Planing, Design and Construction - IPDC 2014  
ISBN: 978-3-903030-06-0



Heft Nr. 25:  
Purrer W., Tautschnig, A. (2013):  
Bauen in einer Allianz: Vermeidung von Interessenkonflikten  
Tagungsband International Consulting and Construction - ICC 2009  
ISBN: 978-3-902936-13-4



Heft Nr. 24:  
Hogge A. (2013):  
Sensitivanalyse des ÖGNI Nachhaltigkeitszertifizierungssystems unter Berücksichtigung der internen Zusammenhänge der Bewertungskriterien  
Tagungsband International Consulting and Construction – ICC 2008  
ISBN: 978-3-902936-11-0



Heft Nr. 23  
Fröch G. (2013):  
Probabilistische Bewertung und systematische Optimierung von Projektentwicklungen unter Berücksichtigung von Nachhaltigkeitskriterien  
ISBN: 978-3-902936-07-3



Heft Nr: 22  
Purrer Walter, Tautschnig Arnold (2012)  
Planen und Bauen für den Lebenszyklus - Fiktion oder Realität?  
ISBN: 978-3-902811-82-0



Heft Nr: 21 Türtscher, M. (2011)  
Analyse und Prognose von Penetration und Vortriebsgeschwindigkeit bei  
maschinellen Vortrieben im Festgestein  
ISBN: 978-3-902811-35-6



Heft Nr: 20  
Purrer Walter, Tautschnig Arnold (2011)  
Werden unsere Bauprojekte von Kampf oder Kooperation dominiert?  
ISBN: 978-3-902811-33-2



Heft Nr: 19  
Burtscher, D. (2011)  
Neue hybride Abwicklungsmodelle für Bauprojekte  
ISBN: 978-3-902811-23-3



Heft Nr: 18  
Purrer Walter, Tautschnig Arnold (2010)  
[nach]haltig Bauen - Profit?! Für wen? Tagungsband International Consulting  
and Construction - ICC 2010  
ISBN: 978-3-902719-81-2



Heft Nr: 17  
Purrer Walter, Tautschnig Arnold (2009)  
Andere Länder - Andere Sitten Tagungsband International Consulting and  
Construction - ICC 2009  
ISBN: 978-3-902719-35-5



Heft Nr: 16  
Burtscher, D., Fröch, G. (2008)  
Herausforderungen bei der Entwicklung und Abwicklung von innerstädtischen Großprojekten Tagungsband International Consulting and Construction - ICC 2008  
ISBN:978-3-902571-85-4



Heft Nr: 15  
Burtscher, D., Gächter, W. (2007)  
Value Engineering, Partnering, PPP - Neuer Wein in alten Schläuchen? Tagungsband International Consulting and Construction - ICC 2007  
ISBN: 978-3-902571-27-4



Heft Nr. 14:  
Feik, R. (2006): Elektronisch gestütztes Risikomanagement im Bauwesen; Ein Konzept eines elektronischen Chancen- und Gefahrenmanagementsystems für Auftraggeber  
ISBN 978-3-8334-6058-6



Heft Nr. 13:  
Feik, R., Gächter, W. (2006): Neue Aspekte im projektbezogenen Risikomanagement aus der Sicht von Bauherren, Planern und Ausführenden  
Tagungsband International Consulting and Construction – ICC 2006  
ISBN 978-3-8334-6057-9



Heft Nr. 12:  
Wais, A. (2006): Wissensmanagement zur Unterstützung von Baustellen in Bauvertragsfragen; Entwicklung eines prozessorientierten Ansatzes auf Basis der Ergebnisse und Schlussfolgerungen einer empirischen Studie  
ISBN 3-8334-5108-4



Heft Nr. 11:  
Mathoi, Th., (2006): Maximalpreismethode; Bauprojektentwicklung als integrierter Planungs-, Realisierungs- und Managementprozess unter dem Aspekt einer Maximalpreisvereinbarung in Österreich  
ISBN 3-8334-1843-5



Heft Nr. 10:

Mathoi, Th., Wais, A. (2005): Aktuelle Fragen bei der Vergabe von Dienstleistungs- und Bauaufträgen im öffentlichen Auftragswesen  
Tagungsband International Consulting and Construction – ICC 2005  
ISBN 3-8334-3817-7



Heft Nr. 09:

Mauerhofer, G. (2005): Erfolgsfaktoren für Klein- und Mittelbetriebe im Bauhauptgewerbe; Eine empirische Untersuchung unter besonderer Berücksichtigung mittelständischer Bauunternehmen in Österreich  
ISBN 3-8334-3410-4



Heft Nr. 08:

Mathoi, Th. (2005):  
Durchgängiges Baukostenmanagement – Ein Leitfaden für systematische Kostenplanung und -kontrolle bei Bauprojekten im Hochbau aus der Sicht des Planers bzw. Auftraggebers  
ISBN 3-8334-2823-6



Heft Nr. 07:

Leitner, W., Wais, A. (2004):  
Aktuelle Fragen der Vertragsgestaltung im Tief- und Tunnelbau – Beiträge aus Theorie und Praxis  
Tagungsband International Consulting and Construction – ICC 5  
ISBN 3-8334-1843-5



Heft Nr. 06:

Leitner, W. (2004):  
Baubetriebliche Modellierung der Prozesse maschineller Vortriebe im Festgestein – Von der Penetration zur Vortriebsgeschwindigkeit  
ISBN 3-8334-1844-3w



Heft Nr. 05:

Leichter, T. (2003): B  
OT-Modell am Beispiel des Wasserkraftwerks Birecik  
ISBN 3-901249-66-4



Heft Nr. 04:  
Wachter, R.M. (2003):  
Der Einarbeitungseffekt bei mechanischen Tunnelvortrieben: Datenerfassung,  
Datenauswertung und Modellierung des Einarbeitungseffektes  
ISBN 3-901249-60-5



Heft Nr. 03:  
Bartsch, R.H. (2002):  
Funktionale Leistungsbeschreibung mit Konstruktionswettbewerb – Ein neuer  
Weg für den Tunnelbau  
ISBN 3-901249-59-1



Heft Nr. 02:  
Kluibenschedl-Liedl, S. (2002):  
Organisationsstrukturen für ein Planungsbüro  
ISBN 3-901249-58-3



Heft Nr. 01:  
Spiegl, M. (2002):  
Ein alternatives Konzept für Risikoverteilung und Vergütungsregelung bei der  
Realisierung von Infrastruktur mittels Public Private Partnership unter Interna-  
tional Competitive Bidding  
ISBN 3-901249-57-5



## Schriftenreihe: Brenner Basistunnel und Zulaufstrecken



Institut für Konstruktion und Materialwissenschaften  
Arbeitsbereich für Baubetrieb, Bauwirtschaft und Baumanagement  
Univ.-Prof. DI Dr. techn. A. Tautschnig  
Fakultät für Bauingenieurwissenschaften der Universität Innsbruck



Band Nr. 02:  
Purrer, W., Schneider, E., John, M., Brandner, R. (2008): BBT 2008 (Internationales Symposium – Brenner Basistunnel und Zulaufstrecken)  
ISBN: 978-3-902571-44-1



Band Nr. 01:  
Schneider, E., John, M., Brandner, R. (2007): BBT 2007 (Internationales Symposium – Brenner Basistunnel und Zulaufstrecken)  
ISBN-10: 3-902571-05-5  
ISBN-13: 978-3-902571-05-2



**Adriane Gasteiger, Bmstr. Dipl.-Ing.**  
Jahrgang 1991

Studium Bau- und Umweltingenieurwesen an der Leopold-Franzens-Universität Innsbruck von 2009-2014. Befähigungsprüfung zum Baumeister 2013.

Assistentin der Geschäftsführung Building Smart German Speaking Chapter.

Seit 2012 unterstützt Adriane Gasteiger das Team der b.i.m.m GmbH. Neben der praktischen Tätigkeit bei der Realisierung von b.i.m.m-Projekten liegt der Schwerpunkt ihrer Tätigkeit in der Mitarbeit bei Forschungsprojekten, Schulungen und der ständigen Weiterentwicklung des b.i.m.m-Prozesses.



### **Zu diesem Buch:**

BIM – Building Information Modeling – beschreibt eine grundlegend neue Arbeitsweise im Planungsprozess: Statt zweidimensionaler Pläne wird ein zentrales digitales Gebäudemodell erstellt, das nebst sämtlichen Geometriedaten alle weiteren notwendigen Informationen wie Materialeigenschaften, Kosten und Termine beinhalten kann. BIM (Building Information Model), zu Deutsch Bauwerksinformationsmodell, ist eine Modelldatenbank, welche idealerweise die Informationen aller Projektbeteiligten beinhaltet: Jeder Fachplaner ergänzt das Datenmodell um die fachspezifischen Daten. So kann der gesamte Gebäudekomplex vorab virtuell getestet und überprüft werden, bevor mit der Errichtung des Gebäudes begonnen wird.

Durch BIM eröffnen sich so auch in der Phase der Bauausführung neue Möglichkeiten. Die Fülle an Daten soll im Zuge der Bauwerkserstellung gewinnbringend eingesetzt und ergänzt werden können. Das Buch „BIM in der Bauausführung“ zeigt, welche Möglichkeiten sich durch ein Building Information Model auf der Baustelle öffnen.

Was sind die Grundvoraussetzungen für eine effizienzsteigernde Nutzung von BIM? Welche Informationen sind auf der Baustelle hilfreich? Mit welchen Daten kann das Datenmodell ergänzt werden? Welche Konsequenzen sind durch BIM auf der Baustelle zu erwarten?

BIM bringt viele neue Aspekte, Chancen und Denkansätze mit sich, welche in diesem Buch beleuchtet werden.

ISBN 978-3-902936-60-8



9 783902 936608