

DIPLOMARBEIT

MASTER THESIS

**Optimierung Digitaler Workflows  
zwischen Planung und Ausführung mittels  
durchgängiger Verwendung von BIM Modellen**

ausgeführt zum Zwecke der Erlangung des akademischen Grades  
eines Diplom-Ingenieurs (Dipl. Ing.)  
eingereicht an der Technischen Universität Wien,  
Fakultät für Architektur und Raumplanung

von

**Alexander Behacker, BSc.**

Matr.Nr.: 01027411

unter der Anleitung von

**Univ. Prof. Ing. Dr.techn. Iva Kovacic**

Institut für Interdisziplinäres Bauprozessmanagement  
Forschungsbereich für Industriebau und Interdisziplinäre Bauplanung

Technische Universität Wien,  
Karlsplatz 13/234, A-1040 Wien

Wien, im Mai 2020

---

## I) Kurzfassung

Das Ziel dieser Diplomarbeit ist es, anhand einer empirischen Untersuchung den Umgang eines großen operativen Bauunternehmens mit digitalen Gebäudemodellen zu evaluieren, Herausforderungen zu erkennen und anschließend Empfehlungen für eine effiziente Arbeitsweise aufzuzeigen.

Zu Beginn der Arbeit wurden die aktuellen Entwicklungen, sowie Normen und Rahmenbedingungen im Bauwesen erörtert. Um die Herausforderungen besser herauszuarbeiten, wurden zusätzlich die Unterschiede von Totalunternehmerprojekten und Generalunternehmerprojekten dargestellt und der jeweilige Umgang mit digitalen Arbeitsweisen aufgearbeitet.

Im Speziellen wurde mithilfe einer vergleichenden Fallstudie die durchgängige Nutzung digitaler Gebäudedatenmodelle zwischen Kalkulation und Ausführung bei Generalunternehmungen betrachtet. Als Methodik wurden die einzelnen Phasen Akquise, Planung, Kalkulation, Bauvorbereitung und Ausführung zuerst in herkömmlicher Form betrachtet und in Folge mit einem Pilotprojekt, mit durchgängiger modellbasierter Arbeitsweise, verglichen. Zusätzlich wurden mittels Experteninterviews Einblicke und Meinungen über die Arbeitsweisen in den einzelnen Projektphasen eingeholt.

Bei der durchgeführten Fallstudie konnten im Pilotprojekt mit modellbasierter Arbeitsweise bereits große Vorteile an der Arbeitsweise erkannt werden, wie die effiziente Kontrolle über Daten oder umfangreiche Darstellungsmöglichkeiten. Jedoch wurden auch Probleme und Hemmnisse beim Umwandeln analoger Prozesse in digitale und generell in den momentan gegebenen Rahmenbedingungen erkannt.

Durch die Untersuchung der Vorgänge und die Einschätzung inwiefern die BIM-Arbeitsweise bei den Abläufen unterstützen kann, könnte ein Neudenken bei der Entwicklung neuer Rahmenbedingungen, sowie bei Abläufen innerhalb eines bauausführenden Unternehmens entstehen.

## II) Abstract

The aim of this diploma thesis is to evaluate the handling of a large operative construction company with digital building models based on an empirical investigation, to recognize challenges and then to show recommendations for an efficient way of working.

At the beginning of the work the current developments as well as norms and framework conditions in the building industry were discussed. In order to better work out the challenges in a more improved way, the differences between total contractor projects and general contractor projects were also presented and the respective handling of digital working methods has been worked out.

In particular, with the help of a comparative case study, the continuous use of digital building data models between calculation and execution in general contracting was considered. As a methodology, the individual phases of acquisition, planning, calculation, construction preparation and execution were first considered in a conventional manner and subsequently compared with a pilot project with a consistent model-based working method. In addition, insights and opinions about the working methods in the individual project phases were obtained through expert interviews.

In the case study that was carried out, the pilot project with model-based working methods already showed great advantages in working methods, such as efficient control over data or extensive display options. However, problems and obstacles in converting analog processes into digital and generally in the current framework were also identified.

By examining the processes and assessing the extent to which the BIM mode of operation can support these processes, a rethink could arise in the development of new framework conditions, as well as a development within a construction company.

### III) Danksagung

Mit dem Fertigstellen dieser Diplomarbeit endet auch meine Studienzzeit an der Technischen Universität Wien und der Fakultät für Architektur und Raumplanung. Ich bin überaus froh, dass ich damals diesen Weg eingeschlagen habe und dankbar auf diese wundervolle, horizonsweiternde und lehrreiche Zeit zurückblicken zu können. Ich habe mit dem Architekturstudium nicht nur meinen beruflichen Weg geebnet, sondern auch meine Art und das Verständnis an Dinge heranzugehen weiter entwickelt.

Das Verfassen der Arbeit nahm einige Zeit in Anspruch, da es sich einerseits um eine begleitende vergleichende Fallstudie eines realen Bauprojekts handelte und andererseits neben einer Vollzeitbeschäftigung bewältigt wurde. Ich möchte mich hierfür bei meinem Arbeitgeber und den Projektbeteiligten bedanken, die mich bei der Durchführung unterstützt haben und ohne die diese Arbeit in dieser Art gar nicht möglich gewesen wäre. Ich hoffe die Ergebnisse der Arbeit können einen Beitrag zur weiteren Entwicklung der modellbasierten Arbeitsweise liefern.

Weiters möchte Ich mich bei meiner Betreuerin Univ. Prof. Ing. Dr.techn. Iva Kovacic herzlichst für die Unterstützung und die absolut wertvollen Inputs und Einblicke in die Baubranche und den Bereich der Digitalisierung bedanken. Die Herausforderungen bei den Korrekturen in der finalen Phase durch die Corona-Pandemie und die erforderlichen Maßnahmen, brachten keinerlei Einschränkungen im Austausch rund um die Arbeit. Ein großer Dank für die zuverlässigen und konstruktiven Korrekturen über diverse Medien.

Ich möchte mich auch herzlichst bei meiner Verlobten Lisa Müller für alles, was Sie in dieser Zeit für mich getan hat, bedanken. Mit Ihrer Unterstützung in Sachen Motivation, fachlicher Inputs sowie konstruktiver Kritik und Verbesserungsvorschläge, hat Sie einen wesentlichen Anteil am Erreichen meines Abschlusses. Ich danke auch meinen Eltern, Gabriele und Heinz Behacker, die in dieser ausgedehnten Studienzzeit nie an mir gezweifelt haben und mich mit behutsamer Motivation und der notwendigen Freiheit, immer angespornt haben.

## IV) Inhaltsverzeichnis

I)	Kurzfassung .....	i
II)	Abstract.....	ii
III)	Danksagung .....	iii
IV)	Inhaltsverzeichnis.....	iv
1.	Einleitung, Methodik, Aufbau .....	1
1.1	Einleitung .....	1
1.2	Forschungsfragen .....	2
1.3	Methodik.....	2
1.4	Aufbau der Arbeit .....	4
2.	Definitionen und Begrifflichkeiten .....	6
2.1	Building Information Modeling .....	6
2.1.1	BIM im Planungsprozess .....	8
2.1.2	BIM in der Bauausführung .....	9
2.1.3	BIM im Gebäudebetrieb .....	11
2.1.4	little bim vs. BIG BIM, Closed BIM vs. Open BIM .....	11
2.1.5	Software im Einsatz .....	12
2.1.5.1	CAD Software .....	13
2.1.5.2	AVA Software .....	14
2.1.6	Das Zusammenspiel von Revit und iTWO .....	15
2.1.7	5D-Arbeitsweise .....	16
2.2	Weitere Technologien im Bereich der Digitalisierung des Bauwesens .....	17
2.2.1	Mobilität.....	17
2.2.2	Virtuelle Realität.....	<b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>
2.2.3	Cloud-Computing.....	<b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>

2.2.4	Device Management.....	<b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>
2.2.5	Common Data Environment .....	21
2.3	Entwicklungen und Tendenzen .....	22
3.	Standardisierung und Normierung im Bereich BIM .....	24
3.1	Standardisierung im Bereich BIM.....	24
3.1.1	Definitionen der BIM-Levels .....	25
3.1.2	Definition der Detaillierung .....	26
3.2	buildingSMART .....	29
3.2.1	Auftraggeber-Informationsanforderungen (AIA).....	29
3.2.2	BIM-Abwicklungsplan (BAP).....	30
3.3	Normenwesen in Österreich .....	30
3.3.1	ÖNORM A 6241 .....	30
3.3.2	ÖNORM A 2063 .....	32
3.4	Normenwesen in anderen Ländern.....	33
4.	Definition der unterschiedlichen Unternehmungsformen.....	36
4.1	Allgemeines, Projektbeteiligte und Begrifflichkeiten.....	36
4.1.1	Bauträger .....	37
4.1.2	Externer Planer.....	38
4.1.2.1	Leistungsphasen nach Honorarordnung für Architekten in Österreich.	39
4.1.2.2	BIM bei externen Planern.....	41
4.1.3	Ausschreibungen .....	42
4.1.4	Konstruktive und Funktionale Leistungsbeschreibung .....	43
4.1.5	Subunternehmer .....	45
4.2	Totalunternehmerprojekte vs. Generalunternehmerprojekte.....	45
4.2.1	Totalunternehmerprojekte .....	45

4.2.1.1	Prozessdarstellung Totalunternehmer .....	46
4.2.1.2	BIM Anwendung im Bereich Totalunternehmerprojekte.....	46
4.2.2	Generalunternehmerprojekte.....	49
4.2.2.1	Prozessdarstellung Generalunternehmer .....	49
4.2.2.2	BIM Anwendung im Bereich Generalunternehmerprojekte .....	51
5.	Einleitung in das Hauptthema.....	52
5.1	Definition der Forschungsziele.....	52
5.2	Forschungsmethodik .....	52
6.	Vergleichende Fallstudie – Herkömmliche vs. Modellbasierte Baustelle .....	55
6.1	Prozessstruktur Herkömmliche Baustelle.....	55
6.1.1	Akquise und Kostenschätzung .....	56
6.1.2	Kalkulation, Angebot und Auftrag.....	57
6.1.3	Bauvorbereitung.....	60
6.1.4	Ausführung.....	61
6.1.4.1	Ausschreibungsphase .....	64
6.1.4.2	Vergabephase.....	64
6.1.4.3	Baustellencontrolling.....	65
6.1.4.4	Abrechnungsphase .....	67
6.2	Prozessstruktur Pilotprojekt Modellbasierte Baustelle.....	69
6.2.1	Projektbeschreibung Pilotprojekt Modellbasierte Baustelle.....	70
6.2.2	Unternehmensstruktur und Organisation innerhalb des Pilotprojekts .....	71
6.2.3	Akquise Pilotprojekt .....	72
6.2.3.1	Detaillierungsgrad in der Akquisephase .....	72
6.2.4	Kalkulation Pilotprojekt .....	73
6.2.4.1	Organisation Pilotprojekt in der Kalkulationsphase.....	77





7.1.2	Evaluierung Experteninterviews .....	112
7.1.2.1	Akquise.....	113
7.1.2.2	Kalkulation .....	113
7.1.2.3	Ausführung.....	114
7.2	Empfehlungen und Optimierungen.....	114
7.2.1	Projektierung Empfehlungen .....	116
7.2.2	Planung Empfehlungen.....	116
7.2.3	Kalkulation Empfehlungen.....	117
7.2.4	Arbeitsvorbereitung Empfehlungen.....	117
7.2.5	Ausführung Empfehlungen .....	118
7.2.6	Abrechnung Empfehlungen .....	118
7.3	Weitere allgemeine Herausforderungen für die Baubranche .....	119
7.3.1	Standardisierung .....	119
7.3.2	Aufbau digitaler Fachkräfte .....	120
7.3.3	Akzeptanz von neuen Technologien.....	120
7.4	Allgemeine Empfehlungen für die Baubranche .....	120
7.4.1	Empfehlung Standardisierung.....	120
7.4.2	Empfehlungen Aufbau digitaler Fachkräfte.....	121
7.4.3	Empfehlungen für die Akzeptanz von neuen Technologien.....	123
7.5	Zukunftsausblick.....	124
7.5.1	Zukunftsausblick im Bereich Großunternehmen .....	124
7.5.2	Allgemeiner Zukunftsausblick auf die Baubranche .....	125
8.	Conclusio.....	128
	Abbildungsverzeichnis .....	130
	Literaturverzeichnis .....	132

## 1. Einleitung, Methodik, Aufbau

### 1.1 Einleitung

In jedem Lebensbereich ist die Digitalisierung heutzutage ein Thema. Sei es der Gesundheitsbereich, die Wirtschaft, der Informationsbereich, das Privatleben oder eben auch die Bauindustrie. Zu einem der wichtigsten Digitalisierungsthemen der Baubranche zählt das Erstellen digitaler Bauwerksmodelle. Diese Technologie, kurz BIM (Building Information Modeling), gibt die Möglichkeit alle relevanten Informationen eines Gebäudes über den gesamten Lebenszyklus darzustellen und auszuwerten. Solche digitalen Gebäudemodelle können zentral gespeichert, laufend synchronisiert und auf den verschiedensten Endgeräten abgerufen werden. Digitale Medien werden in den verschiedensten Formaten gespeichert, verteilt und verarbeitet. Die so gewonnenen Daten lassen sich informationstechnisch mit Hilfe von Programmen verarbeiten, erweitern oder ändern. Die Idee, ein Bauwerk gemeinschaftlich zu Planen und zu Errichten ist nicht neu: bereits in den 60er Jahren des letzten Jahrhunderts gab es erste Ansätze, den Planungsprozess im Bauwesen virtuell mittels Gebäudemodellen durchzuführen. Aber erst in den letzten Jahren hat das Thema BIM dank steigender Rechenleistung und der zunehmenden Vernetzung aller am Bau beteiligten Personen stark Auftrieb bekommen. Building Information Modeling hat den Weg aus der Proof-Of-Concept Phase hin zu einer praktikablen Methode gefunden, die weltweit immer stärker das Planen, Errichten und Bewirtschaften von Gebäuden beeinflusst. (Dormakaba, 2019)

Die Entwicklung im Bereich Intelligente Technologien schreitet allerdings stark unterschiedlich voran und gerade das Bauwesen dürfte über die letzten Jahre nicht als Vorbild für Innovationsbereitschaft. Eine Vielzahl von Digitalisierungsprozessen unterliegt einer gewissen Standardisierung und Normierung, sprich einer Vereinheitlichung oder Vereinfachung von Prozessen. In der Baubranche gibt es allerdings in puncto Standardisierung und Massenproduktion viele einwirkende Faktoren, die die Bemühungen nach einer Vereinheitlichung erschweren. Wenn man bedenkt, dass Computer Aided

## 1 Einleitung, Methodik, Aufbau

Design ursprünglich aus der Automobil Industrie stammt, um den Ressourceneinsatz und Arbeitsabfolgen effizienter zu gestalten, dann sieht man sich in der Baubranche mit einer anderen Anforderung konfrontiert. Denn hier handelt es sich bei jedem Projekt um einen Prototyp.

Das Ziel dieser Arbeit ist es anhand einer empirischen Untersuchung den Umgang eines großen Bauunternehmens mit digitalen Gebäudemodellen zu untersuchen und anschließend mögliche Optimierungsvorschläge bezüglich der Effizienz in den Arbeitsweisen aufzuzeigen.

### 1.2 Forschungsfragen

Die Forschungsfragen dieser Arbeit können wie folgt definiert werden:

- (1) In welchen Prozessphasen zwischen Kalkulation und Ausführung können BIM Modelle einen Mehrwert bringen?
- (2) Wie können diese neuen Technologien in die gegebenen Arbeitsabläufe implementiert werden?
- (3) Müssen Arbeitsabläufe und Rahmenbedingungen mit neuen Technologien möglicherweise neu gedacht werden?

### 1.3 Methodik

Um adäquat auf die Forschungsfragen einzugehen, wird im ersten Teil der Arbeit mit einer Grundlagenforschung der aktuelle Stand der Technik im Bereich Digitalisierung und dem durchgängigen Umgang mit Gebäudedatenmodellen analysiert. Der Forschungsteil dieser Arbeit wird als Vergleichende Fallstudie ausgeführt in der der herkömmliche Prozess von Kalkulation bis Ausführung analysiert wird und mit den Erfahrungswerten und Ergebnissen eines Pilotprojekts im Bereich BIM verglichen wird. Als Grundlage der Forschung werden Experteninterviews sowie Beobachtungen und eigene Erfahrungswerte aus meiner Position als Technischer Entwickler im Bereich Building Information Modeling in die Arbeit

## 1 Einleitung, Methodik, Aufbau

einfließen. Die Innovationsbereitschaft bei dem Konzern kann in der Branche als sehr hoch eingestuft werden, der Bereich der durchgängigen Verwendung von Gebäudedatenmodellen kann aber, wie in der gesamten Branche noch als Entwicklungsgebiet gesehen werden. Das Ergebnis der Diplomarbeit soll als eine Art Leitfaden für den Umgang mit Gebäudedatenmodellen in großen Konzernen dienen.

### Vergleichende Fallstudie:

Die Fallstudie bezieht sich auf den Vergleich zwischen der herkömmlichen Arbeitsweise von Kalkulation bis Ausführung und den Ergebnissen eines Pilotprojekts im Bereich BIM. Beim Projekt handelt es sich um ein Bauvorhaben, das als Pilotprojekt gewählt wurde um den Umgang mit BIM Modellen in den einzelnen Phasen zu analysieren.

Die Anforderungen der Arbeitsweisen sollen in die Systeme überführt werden und weitestgehend mittels digitaler Werkzeuge abgebildet werden. Die daraus resultierenden Ergebnisse an Anforderungen bzw. neue Workflows sollen eine künftige Methode definieren, mit der Bauprojekte mittels BIM in den Bereichen Kalkulation und Ausführung effizient abgewickelt werden können.

### Experteninterviews:

Mittels Experteninterviews sollen gezielt Arbeitsweisen analysiert werden damit man die notwendigen Schritte definieren kann, um die Methoden in die Digitale Welt zu überführen. Durchgeführte Interviews betreffen die Bereiche Akquisition, Kalkulation und Ausführung. Weiters sollen aus den eigenen Beobachtungen Probleme in den Abläufen und Anwendungen der Technologien festgestellt und dementsprechende Verbesserungspotenziale aufgezeigt werden.

### Untersuchungen und Evaluierung:

In Folge werden die Arbeitsweisen verglichen und mögliche Verbesserungen in den Arbeitsabläufen dargestellt werden. Eine Synthese aus bestehenden effizienten Abläufen und digitalisierter Möglichkeiten soll einen neuen Workflow im Umgang mit Gebäudedatenmodellen generieren. Daraus werden Optimierungen für den Umgang mit Projekten die mit BIM Modellen unterstützt werden sollen, generiert.

## 1.4 Aufbau der Arbeit

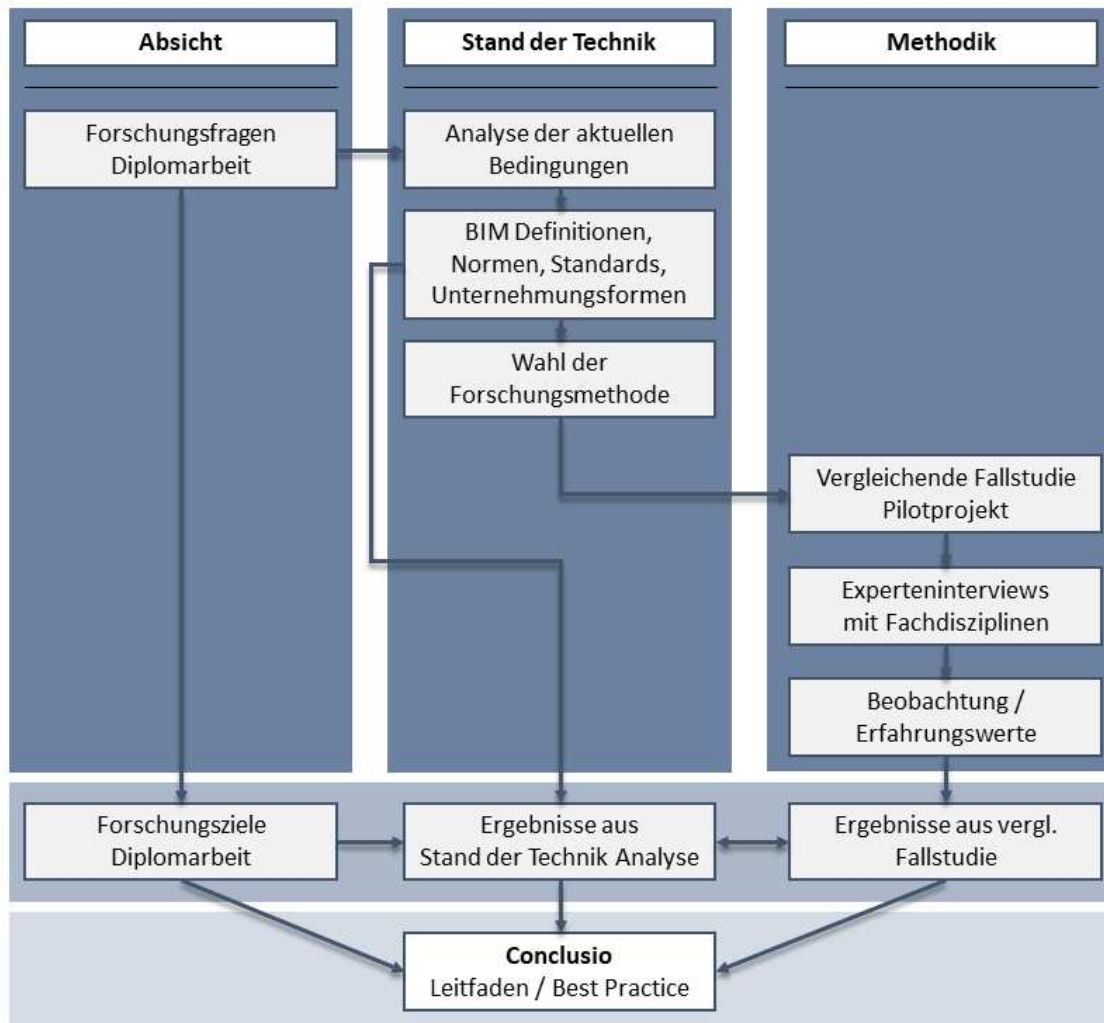


Abbildung 1-1 – Research Design

Im hier abgebildeten Research Design Abbildung 1-1 ist die Methodik grafisch dargestellt und wird auch im folgenden Aufbau der Arbeit noch einmal definiert. Beginnend mit einem Einleitungsteil inklusive Aufbau der Arbeit geht es in den Teil der die für die Arbeit relevanten Punkte und den Stand der Technik im Bereich Building Information Modeling abbildet. Dabei werden die Definitionen und Begrifflichkeiten rund um das Thema erläutert um einen besseren Überblick für die Thematik zu schaffen. Die Entwicklungen rund um die Standardisierung die einen Großteil des Erfolgs der Zusammenarbeit in dem Bereich

## 1 Einleitung, Methodik, Aufbau

ausmacht wird genauso skizziert, wie die vorherrschenden Normen und Rahmenbedingungen. Zu guter Letzt wird im Theorieblock der Unterschied zwischen Totalunternehmerprojekte und Generalunternehmerprojekte herausgearbeitet. Letzterer wird im Forschungsteil näher betrachtet.

Im Forschungsteil der Arbeit ist der eigentliche Kern der Diplomarbeit und bildet die gewonnen Erkenntnisse aus der Praxis ab. Verbunden mit Experteninterviews und eigenen Erfahrungen im Umgang mit Gebäudedatenmodellen wird hier der aktuelle Stand im Umgang mit BIM Modellen dargestellt. In Folge dessen werden Punkte definiert die den durchgängigen Einsatz von Gebäudedatenmodellen effizienter machen. Vorerst wird in der vergleichenden Fallstudie der Prozess eines herkömmlichen „analogen“ Bauprojekts erläutert. Folgend wird der Prozess im Pilotprojekt modellbasierte Baustelle beschrieben. Bei den Interviews wurden Experten aus den einzelnen Phasen gezielt zu der Fallstudie und zum Einsatz von digitalen Gebäudedatenmodellen befragt. Im Kapitel Untersuchungen und Bewertungen erfolgt eine Evaluierung der Fallstudie sowie der Interviews, inklusive Empfehlungen für einen effizienteren Einsatz der Arbeitsweisen. Ein Zukunftsausblick inklusive Conclusio runden die Arbeit ab.

*Kapitel 1* – Einleitung | Forschungsfragen | Methodik | Aufbau

*Kapitel 2* – Definition und Begrifflichkeiten zum Thema Digitalisierung

*Kapitel 3* – Standardisierung und Normierung im Bereich BIM

*Kapitel 4* – Definition der unterschiedlichen Unternehmungsformen

*Kapitel 5* – Einleitung in das Hauptthema

*Kapitel 6* – Vergleichende Fallstudie | Prozessdarstellungen | Experteninterviews

*Kapitel 7* – Analyse und Bewertungen | Empfehlungen

*Kapitel 8* – Conclusio

## 2. Definitionen und Begrifflichkeiten

### 2.1 Building Information Modeling

„Bauwerke werden technisch komplexer und die zur Verfügung stehende Computertechnologie leistungsfähiger. Die Bauwerksinformationsmodellierung (Building Information Modeling – BIM) inklusive der Verknüpfung mit Ressourcen und Zeit-plänen ist eine Methodik mit einem Potenzial zur Reduzierung von Qualitäts-, Kosten- und Terminrisiken von Bauprojekten.“ (VDI, 2018). In der Literatur findet man eine Reihe von Definitionen des Begriff BIM – Building Information Modeling, jedoch konnte sich noch keine einheitliche Beschreibung durchsetzen. Das Austrian Standards Institut definiert es so „Unter Building Information Modeling (BIM) oder Gebäudedatenmodellierung versteht man die optimierte Planung und Ausführung von Gebäuden mit Hilfe entsprechender Software. BIM ist ein intelligentes digitales Gebäudemodell, dass es allen Projektbeteiligten - vom Architekten und Bauherrn über den Haustechniker bis hin zum Facility Manager - ermöglicht, gemeinsam an diesem integralen Modell zu arbeiten und dieses zu realisieren.“ (Austrian Standards, 2015)

Unter Building Information Modeling wird in der Baubranche also eine innovative Arbeitsmethode im Planungs-, Abwicklungs- und Betreiberprozess verstanden, welche auf elektronischen Gebäudemodellen basiert. Das Bauwerk wird vor der Realisierung digital als Modell im Rechner gebaut – „build digitally first“. Die neue Arbeitsweise erfordert neben einer Software vor allem auch eine Anpassung von internen Prozessen und ermöglicht einen gesamtheitlichen Ansatz. Diese Modelle enthalten nicht nur rein geometrische Daten für eine dreidimensionale Darstellung oder die Ermittlung von Massen, wie aus CAD-Systemen bereits bekannt, sondern darüber hinaus werden alphanumerische Daten zu den einzelnen Bauteilen wie Materialeigenschaften, Kosten, Termine und dergleichen in das Modell integriert.

Eines verbindet die Erklärungen für den Begriff BIM meistens, nämlich, dass es sich dabei um eine Methode handelt, die Prozesse im Bauwesen in die moderne digitale Welt

## 2 Definitionen und Begrifflichkeiten

überliefert. Sämtliche Schritte, die notwendig sind, um ein Bauwerk zu erschaffen, werden in der heutigen Zeit von computergestützten Systemen unterstützt. Beginnend bei den ersten Gesprächen und Konversationen, die Bauherrn mit Investoren führen, über die ersten Striche, die ein Architekt für eine Gebäudestudie zeichnet, bis hin zur Berechnung der Kosten für die Ausführung des Projekts von einer Baufirma und schließlich sogar zur Betreuung und Steuerung des Gebäudes. In jedem der einzelnen Schritte gibt es digitale Systeme, die man anwenden kann, um die Arbeit effizienter, nachvollziehbarer und intelligenter zu erledigen.

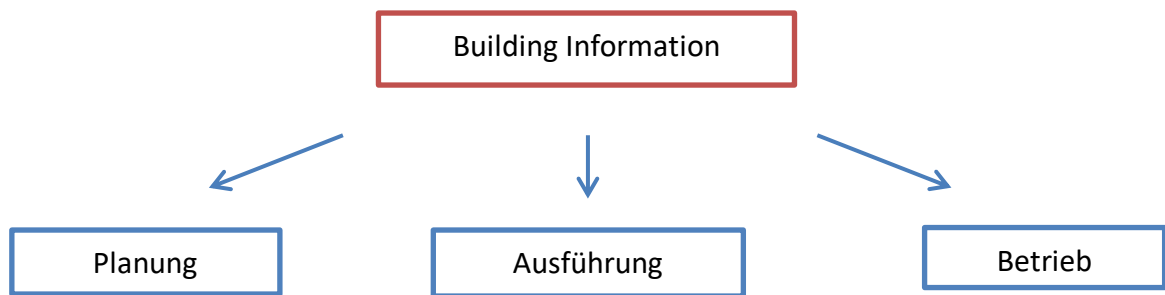


Abbildung 2-1 – Bereiche von BIM

Mit Building Information Modeling wird, wie in Abbildung 2-1 zu sehen ist, speziell auf die Prozesse Planung, Ausführung und Betrieb abgezielt und je nach Phase enthält ein Modell mehr Informationen oder weniger. Zu Beginn werden meist einfache Gebäudestudien in Simulationsprogrammen erstellt, die einen Überblick über die städtebauliche Eignung oder die Lichtsituation geben sollen. Nach konkreteren Angaben, wie Geschosszahl, Bruttogeschossfläche und Geometrie kann ein vereinfachtes BIM Modell dabei helfen, die Effizienz eines Projekts zu beurteilen. Je mehr Informationen zu der Bauweise in das Modell eingegeben werden, desto genauer kann eine Aussage über Kosten und Wirtschaftlichkeit des Projekts abgegeben werden. Spätestens zu diesem Zeitpunkt werden verschiedene Gewerke gefordert ihre Informationen in das Modell einzupflegen. Der Sinn dahinter ist die ökonomischen und ökologischen Auswirkungen möglichst genau einzuschätzen und den kompletten Lebenszyklus des Gebäudes darzustellen. Dazu muss jeder Projektbeteiligte zur richtigen Zeit seine Informationen in das Modell bringen und auch auf Informationen von



## 2 Definitionen und Begrifflichkeiten

anderen Beteiligten zugreifen können! Darin besteht auch einer der wichtigsten Punkte des Building Information Modeling und zwar der Austausch von Informationen und Daten. Bei einem Projekt gibt es je nach Phase eine große Anzahl an Informationen und die Aufgabe von einem BIM Workflow ist es, diese Informationen zu sammeln, zu ordnen und für alle Beteiligten bereitzustellen. Die Drehscheibe dafür bietet das BIM-Modell. Die zentrale Informations-Datei, gezeichnet in einem CAD-Programm und abgespeichert auf einem Server oder in der Cloud, um jederzeit darauf zugreifen zu können. Zusammenfassend lässt sich der Vorteil von BIM wie folgt beschreiben: Der wichtigste Vorteil von BIM liegt darin, dass sich Planungs- und Ausführungsvarianten am 3D-Bauwerkmodell bereits in einem frühen Projektstadium simulieren lassen. Auf diese Weise wird für alle Baubeteiligten sichtbar wo, wann, warum und zu welchen Kosten es zu Schnittstellenproblemen kommen kann – in der Bauwerksplanung wie in der anschließenden Bauausführung.

In den folgenden Erläuterungen über BIM in den einzelnen Phasen aus dem Buch „Building Information Modeling – Technologische Grundlagen und industrielle Praxis“ werden die Vorteile gut zusammengefasst.

### 2.1.1 BIM im Planungsprozess

Mit der Umsetzung der BIM-Methodik ergibt sich bereits für den Planungsprozess eine Vielzahl von Vorteilen. Alle technischen Zeichnungen, einschließlich der verschiedenen Ansichten, Grundrisse und Schnitte werden direkt aus dem Modell abgeleitet und sind damit automatisch untereinander widerspruchsfrei. Es können Kollisionskontrollen zwischen den Teilmodellen der verschiedenen Gewerke durchgeführt werden, um auf diese Weise Konflikte frühzeitig zu erkennen. Des Weiteren können verschiedene Berechnungs- und Simulationsprogramme angeschlossen werden, die eine Vielzahl von Informationen wie beispielsweise zur Gebäudegeometrie direkt aus dem Modell übernehmen. Dazu gehören statische Nachweise ebenso wie Wärmebedarfsberechnungen, Evakuierungssimulationen und Beleuchtungsanalysen. Durch die enorme Informationstiefe, die ein Building Information Model bietet, kann der überwiegende Teil der benötigten Eingangsinformationen direkt aus dem Modell abgeleitet werden. Zum Teil kann das Modell zudem auf Einhaltung von gesetzlichen

## 2 Definitionen und Begrifflichkeiten

Vorschriften, Normen und Richtlinien geprüft werden. Und schließlich erlaubt das BIM-Modell eine äußerst präzise Mengenermittlung, was die Grundlage für eine zuverlässige Kostenschätzung bildet und darüber hinaus das Erstellen des Leistungsverzeichnisses für die Ausschreibung erheblich beschleunigt. Durch den Einsatz von BIM in der Planung ergibt sich gegenüber den bisherigen Abläufen eine Aufwandsverlagerung, wie in Abbildung 2-2 zu erkennen ist. (Borrmann, et al., 2015)

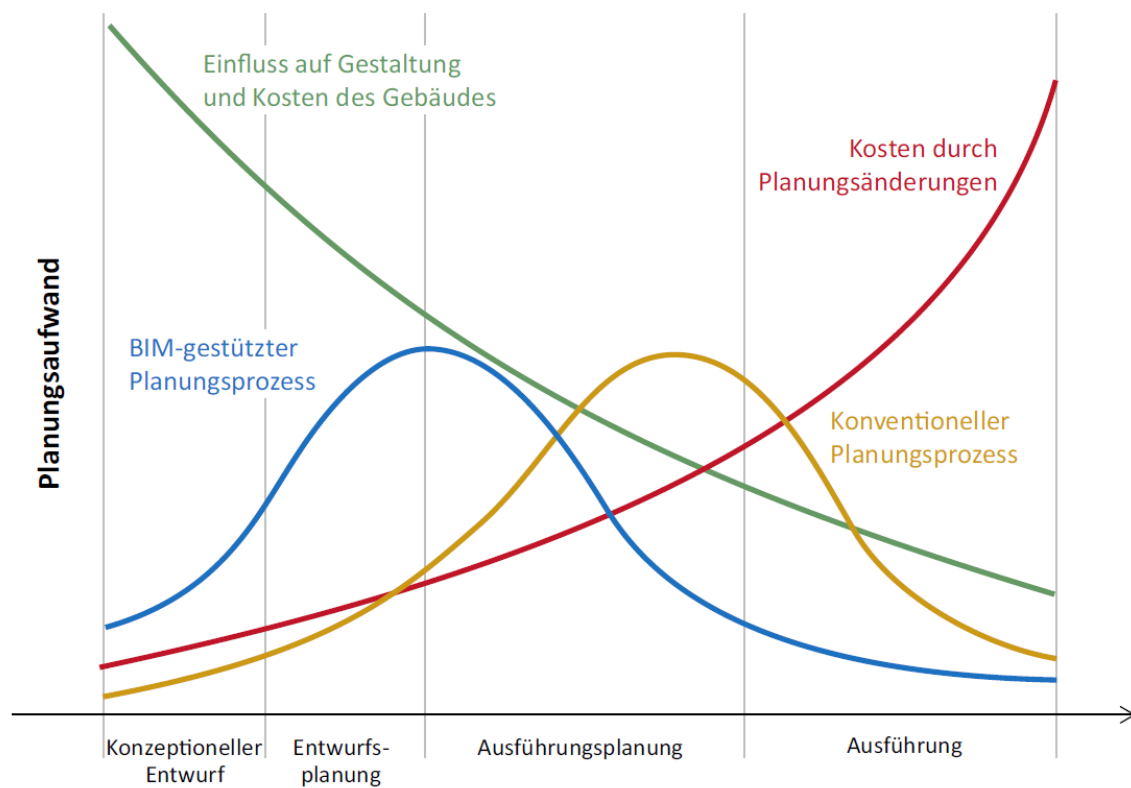


Abbildung 2-2 – Aufwandsverlagerung mit BIM (Borrmann, et al., 2015)

### 2.1.2 BIM in der Bauausführung

Nicht nur in der Planung, sondern auch für Vorbereitung und Begleitung der Bauausführung bietet die Nutzung eines BIM Modells enorme Vorteile. Die Bereitstellung eines digitalen Gebäudemodells im Rahmen der Ausschreibung erleichtert den Baufirmen die Aufwandsermittlung für die Angebotsabgabe und ermöglicht später die präzise Abrechnung. Mithilfe eines 4D-BIM, das durch Kombination der Bauteilobjekte mit den

## 2 Definitionen und Begrifflichkeiten

geplanten Fertigstellungszeiträumen erzeugt wird, kann der Bauablaufs geprüft, etwaige Unstimmigkeiten bzw. räumliche Kollisionen frühzeitig erkannt und die Baustellenlogistik koordiniert werden. Und schließlich kann die Abrechnung von Bauleistungen sowie das Mängelmanagement wiederum anhand eines BIM realisiert werden. (Borrmann, et al., 2015). Dieser Ansatz soll mit einer Fallstudie analysiert und auf Praxistauglichkeit geprüft werden. (Borrmann, et al., 2015)

*[In dem Buch digitale Baustelle wurden digitalisierte Abläufe bei verschiedenen Infrastrukturprojekten angewandt und die Erkenntnisse wurden wie folgt formuliert:]*

Die Vision der Digitalen Baustelle umfasst die durchgängige Erfassung, Verarbeitung und zentrale Verwaltung aller für Planung und Ausführung eines Bauvorhabens relevanten Daten. Die Schwierigen Randbedingungen der Bauindustrie müssen in den verschiedenen Phasen berücksichtigt werden. Diese wären beispielsweise die starke Fragmentierung in kleine und mittelständische Unternehmen sowie die hohe Zahl der an der Planung Beteiligten und vor allem die Segmentierung der Prozesskette, die dazu führt, dass die einzelnen Phasen eines Bauvorhabens in der Regel von verschiedenen Firmen umgesetzt werden. Diese Randbedingungen machen die Einführung durchgehend digitaler Datenflüsse weitaus komplexer als in der stationären Industrie, bei der die Engineering- und Fertigungsprozesse in der Regel in einer Hand liegen.

Die Einführung digitaler Technologien im Bauwesen ist davon geprägt, dass für Teilaufgaben zwar ausgereifte, hoch-spezialisierte Softwaresysteme eingesetzt werden, die beim Austausch von Daten erreichte Informationstiefe, ist jedoch ungenügend. In der überwiegenden Zahl der Bauvorhaben werden zweidimensionale Pläne, in digitaler oder gedruckter Form, vom Planungsbüro an den Bauherrn übergeben, der diese wiederum an das ausführende Bauunternehmen weiterreicht. Höherwertige digitale Informationen zu Bauablauf, Material oder Logistik können so nicht transportiert werden. Die Grundlage eines verbesserten digitalen Informationsflusses, muss daher zum einen ein informationsreiches, digitales Modell der Baustelle und Bauprozesse bilden. Zum anderen

## 2 Definitionen und Begrifflichkeiten

muss dessen intelligente Verwaltung gewährleistet sein, um es für alle am Bau Beteiligten adäquat nutzbar zu machen. Eine wesentliche Komponente der Digitalen Baustelle bildet folgerichtig ein umfassendes, für alle Beteiligten verfügbares dreidimensionales Modell des gesamten Bauvorhabens. (Günthner & Borrmann, 2011)

### 2.1.3 BIM im Gebäudebetrieb

Weitere ganz wesentliche Vorteile des BIM-Ansatzes ergeben sich aus der Nutzung des digitalen Gebäudemodells über die vergleichsweise lange Nutzungs- bzw. Bewirtschaftungsphase. Voraussetzung hierfür ist die Übergabe des BIM-Modells vom Planer an den Bauherrn, ggf. ergänzt um Informationen aus der Ausführung. Werden dem Bauherrn anstelle von „toten“ Zeichnungen hochwertige digitale Informationen in Form eines Building Information Models übergeben, kann er diese direkt für das Facility Management verwenden und dabei beispielsweise Informationen zu den Raumgrößen, Elektro und Haustechnikanschlüssen direkt übernehmen. Für den Betrieb des Gebäudes besonders hilfreich sind Zusatzinformationen zu den verbauten technischen Geräten einschließlich der Wartungsintervalle und Garantiebedingungen. Wichtig ist die kontinuierliche Pflege des digitalen Gebäudemodells, das heißt, dass alle Änderungen am realen Gebäude auch im digitalen Abbild entsprechend nachgeführt werden müssen. Kommt es zu größeren Umbaumaßnahmen oder wird das Gebäude am Ende seines Lebenszyklus zurückgebaut, kann das Modell genauen Aufschluss über die verbauten Materialien geben und ermöglicht so eine umweltgerechte Entsorgung bzw. das Recycling von Bauteilen. (Borrmann, et al., 2015)

### 2.1.4 little bim vs. BIG BIM, Closed BIM vs. Open BIM

Die einfachste Unterscheidung wird mit den Begriffen „BIG BIM“ und „little bim“ vorgenommen (Jernigan 2008). Dabei bezeichnet little bim die Nutzung einer spezifischen BIM-Software durch einen einzelnen Planer im Rahmen seiner disziplinspezifischen Aufgaben. Mit dieser Software wird ein digitales Gebäudemodell erzeugt und Pläne abgeleitet. Die Weiternutzung des Modells über verschiedene Softwareprodukte hinweg geschieht nicht. Ebenso wenig wird das Gebäudemodell zur Koordination der Planung

## 2 Definitionen und Begrifflichkeiten

zwischen den beteiligten Fachdisziplinen herangezogen. BIM wird in diesem Fall also als Insellösung innerhalb einer Fachdisziplin eingesetzt, die Kommunikation nach außen wird weiterhin zeichnungsgestützt abgewickelt. Zwar lassen sich mit little bim bereits Effizienzgewinne erzielen, das große Potenzial einer durchgängigen Nutzung digitaler Gebäudeinformationen bleibt jedoch unerschlossen. Im Gegensatz dazu bedeutet BIG BIM die konsequente modellbasierte Kommunikation zwischen allen Beteiligten über alle Phasen des Lebenszyklus eines Gebäudes hinweg. Für den Datenaustausch und die Koordination der Zusammenarbeit werden in umfassender Weise Internetplattformen und Datenbanklösungen eingesetzt. (Borrmann, et al., 2015)

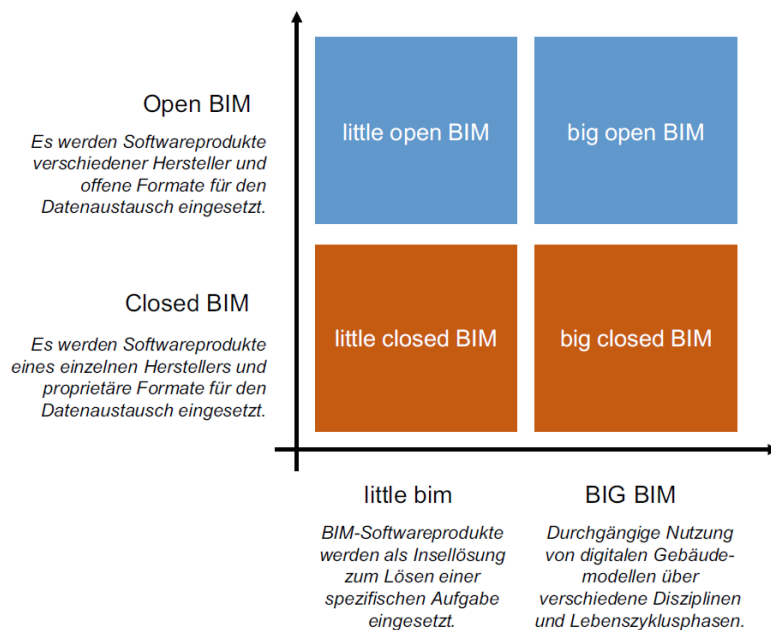


Abbildung 2-3 – Die verschiedenen Definitionen von BIM (Borrmann, et al., 2015)

### 2.1.5 Software im Einsatz

Da es sich bei BIM um eine Methode oder fast eine Philosophie handelt, braucht man natürlich auch entsprechende Werkzeuge, die die einzelnen Schritte digitalisiert ermöglichen. Die Entwicklung in den letzten Jahrzehnten brachte viele Hersteller dazu ihre Produkte mit der Zeit zu Vielseitig Nutzbaeren Softwares zu entwickeln.

## 2 Definitionen und Begrifflichkeiten

### 2.1.5.1 CAD Software

Die meistgenutzte CAD-Software in Österreich ist Autodesk AutoCAD – dicht gefolgt von Graphisoft ArchiCAD. Im Anschluss daran liegt Autodesk Revit auf Platz 3. Die unter „Sonstiges“ angeführten Softwarelösungen sind entweder fachspezifische Speziallösungen oder CAD-Programme kleinerer Anbieter. Demzufolge ist Nemetschek Allplan bei den meistgenutzten CAD-Systemen auf Platz 4 zu reihen (Tautschnig, 2017).



Abbildung 2-5 – AutoCAD (Autodesk, 2020)



Abbildung 2-4 – ArchiCAD (Graphisoft, 2020)



Abbildung 2-7 – Revit (Autodesk, 2020)



Abbildung 2-6 – Allplan (Nemetschek, 2020)

Einer der größten Entwickler weltweit ist dabei Autodesk das bereits mit AutoCAD eines der ersten marktdominierenden Programme entwickelte. Die Planung wurde mithilfe dieses Programms und anderer vom Zeichenbrett auf den Computer gebracht.

Die Weiterentwicklung in Richtung 3D erfolgte mit Autodesk Revit. Man arbeitet in diesem Programm mit einem bauteilorientierten Gebäudemodell, das Informationen wie Materialien, Massen, Berechnungen oder Details in einer Software vereint. Das Projekt wird als Zentralmodell abgespeichert und somit können mehrere Personen gleichzeitig auf das Modell zugreifen. Ein immenser Vorteil bei der Projektbearbeitung ist auch, dass Änderungen jederzeit synchronisiert werden können und alle Projektbeteiligten auf die für Sie relevanten Daten zugreifen können. Auch der Name von Revit leitet sich von dieser Tatsache ab, nämlich mit „Revise Instantly“.

## 2 Definitionen und Begrifflichkeiten

Die Auswertung der Daten kann über Revit selbst erfolgen. Mit Bauteillisten können sämtliche modellierte Gegenstände nach allen möglichen Filtern dargestellt und nach sämtlichen Parametern sortiert werden. Mit 3D-Ansichten können auch die einzelnen Bereiche dargestellt werden und farblich unterschieden oder hervorgehoben werden. Durch diese Möglichkeiten können 3D-Modelle schnell überprüft werden und plausibilisiert werden. Mithilfe von Vorlageprojekten können viele Arbeitsschritte zentral verwaltet werden und man erspart sich die Arbeit eigene Bauteillisten oder Ansichten zu erstellen. Gerade bei einer standardisierten Arbeitsweise birgt Revit eine enorme Effizienzsteigerung.

Revit bietet weiters den Vorteil, Parameter von Bauteilen beliebig zu nutzen, auszuwerten, zu kombinieren und hinzuzufügen. Dadurch kann das Programm an die eigenen Anforderungen bestmöglich angepasst werden. Man kann sich sozusagen seinen eigenen Standard entwickeln und die Zusammenarbeit mit der IT oder Software Entwicklern bietet eine Vielzahl an Möglichkeiten für Erweiterungen. Diese Funktion ist wohl eine der wichtigsten bei der Erstellung eines Firmeninternen Standards.

Weitere BIM fähige Programme wären Graphisoft ArchiCAD, dass sich auf die Anforderungen von Architekten spezialisiert hat und aufgrund der vielfältigen grafischen Darstellungsmöglichkeiten in der Branche eine große Beliebtheit hat. Die Möglichkeiten der Parametrisierung der Bauteile sind allerdings begrenzt.

Allplan ist das zweite CAD Programm der Firma Nemetschek SE und besteht seit 1984. Die Besonderheit darin besteht bei der Anbindung an eine der führenden baukaufmännischen Softwarelösungen aus dem eigenen Hause.

### 2.1.5.2 AVA Software

Mit Nevaris bietet Nemetschek eine ganzheitliche 5D-Lösung die, laut eigener Beschreibung, 3D-Gebäudedatenmodellierung mit klassischem AVA bis hin zur Buchhaltung vereint.



Abbildung 2-9 – Nevaris (Nemetschek, 2020)



Abbildung 2-8 – iTWO (RIB, 2020)

Ein weiteres AVA Programm bietet die Firma RIB. iTWO von RIB ist seit 2009 auf dem Markt und ermöglicht als Nachfolger des Programms ARRIBA seitdem das modellbasierte Arbeiten in Ausschreibung, Vergabe und Abrechnung sowie die virtuelle Ausführungsplanung und Steuerung von Projekten. Das Programm bietet eine Anbindung an verschiedene CAD Programme und erweitert die Funktionen von Autodesk Revit in den Bereichen Ausschreibung, Vergabe und Abrechnung. Auf diese 5D-Arbeitsweise wird im nächsten Kapitel genauer eingegangen.

### 2.1.6 Das Zusammenspiel von Revit und iTWO

Die Bearbeitung des CAD-Modells erfolgt in Revit unter bestimmten Regeln und Standards. Diese Arbeitsweise ist besonders wichtig, da die Auswertungen und Berechnungen auf dieser Standardisierung beruhen und ohne dessen Einhaltung nicht durchgeführt werden können. Ist das Modell fertiggestellt, wird es über ein Export Plug-In in eine CPIXML-Datei exportiert. Dabei werden die CAD-Daten für die Software iTWO aufbereitet. Danach erfolgt der Import in iTWO. Nach einer Qualitätsprüfung, bei der die Daten auf Richtigkeit geprüft werden, werden die CAD-Bauteile mit einem Vorgefertigten Bauteilkatalog (der sogenannten Ausstattung) verknüpft. Mit der Ausstattung können in folge Leistungsverzeichnisse nach einem definierten Standard erstellt werden.

In iTWO besteht weiterhin die Möglichkeit das Modell grafisch darzustellen und zu prüfen. Verschiedene Module bieten die weitere Bearbeitung in den Bereichen Kalkulation, Ausschreibung, Bieterverwaltung, Angebotserstellung, Datenaustausch, Aufmaß Erstellung und Abrechnung. Auf die einzelnen Funktionen wird in den weiteren Kapiteln genauer eingegangen.



## 2 Definitionen und Begrifflichkeiten

### 2.1.7 5D-Arbeitsweise

Ein weiterer Schritt in der Entwicklung von BIM in den letzten Jahren ist die 5D-Arbeitsweise. Die bisher bekannten 3 Dimensionen eines CAD Modells werden dabei um die vierte Dimension Zeit und die fünfte Dimension Kosten erweitert. Diese Entwicklung zielt in die Richtung der Gesamtheitlichen Bauabwicklung unter Zuhilfenahme von digitalen Werkzeugen. Durch die Kombination von CAD-Modell mit Kosten und Zeitplanung kann der gesamte Prozessablauf digital abgebildet werden. Dahinter steht die Überlegung eines Zusammenspiels von 3D-CAD Software und 5D-AVA Software. In einem Programm wird das Modell erstellt, bearbeitet, gewartet und mit sämtlichen Informationen ausgestattet. Im anderen Programm erfolgt die Auswertung der Daten, die Zusammenstellung und die Kontrolle des Modells. In der Phase der Angebotsbearbeitung kann man somit einfach standardisierte Angebote oder Leistungsverzeichnisse erstellen. Und auf der Baustelle können Ausschreibungen, Vergaben und Abrechnungen angefertigt werden. Neben den Geometriedaten verarbeitet iTWO auch Daten von Baustoffen, Maschinen oder Personalressourcen, die mit Datenbanken verknüpft sind, wie beispielsweise SAP. Damit lässt sich der komplette Bauablauf simulieren und kontrollieren.

Erste Ausbildungseinrichtungen wie die Fachhochschule Münster sind bereits auf die Mehrwerte dieser Entwicklungen aufgesprungen und bieten entsprechenden Ausbildungen im Bereich modellbasierte AVA an. So gibt es eine Bauingenieursausbildung in Bachelor und Master wo in verschiedenen Modulen das Themenspektrum BIM und Digitalisierung vermittelt wird. Das modellbasierte Arbeiten in Ausschreibung, Vergabe und Abrechnung ist Teil dieser Lehrinhalte. Im Rahmen verschiedener Module lernen die Studierenden die Software iTWO und die Möglichkeiten der modellbasierten Bearbeitung kennen und entwickeln neue Konzepte und Ideen in Thesen und Projektarbeiten. (Strotmann, 2018)

### 2.2 Weitere Technologien im Bereich der Digitalisierung des Bauwesens

Interessante Ergebnisse liefert eine Studie der Firma BRZ, die sich auf Lösungen für sämtliche Verwaltungs- und Produktionsprozesse in der Wertschöpfungskette Bau spezialisiert haben. Die 2016 durchgeführte Studie in Kooperation mit der FOM Hochschule für Ökonomie und Management befasste sich mit dem Stellenwert von Informations- und Kommunikationstechnologien in der deutschen Baubranche. (BRZ, 2016)

Dabei wurden folgende Themen behandelt:

- Wie ist der Status Quo in der Baubranche?
- Wie ist der aktuelle technologische Stand?
- Welche Trends werden bereits gelebt, welche sind in Planung?
- Wo liegen die Potenziale oder Risiken?
- Zu welchem Zweck wird IT eingesetzt und in welcher Bauphase spielt sie die größte Rolle?
- Ist das Vorurteil, die Branche sei nicht besonders innovativ (Breyer, 2005), gerechtfertigt?

Einige Aussagen werden in Folge Zusammengefasst:

#### 2.2.1 Mobilität

Vor sechs Jahren beantworteten vier von zehn befragten Entscheidern die Frage nach dem wichtigsten IT-Trend der Bauwirtschaft mit „Mobilität“ (BRZ Deutschland GmbH, 2016). Vier Jahre später, 2016 waren nur mehr fünf Prozent für Mobilität und an erster Stelle der wichtigsten Trends stand das Arbeiten mit Computer Aided Design kurz CAD. Auch die Implementierung von 3D/4D und 5D-Systemen für 3D Modellierung verbunden mit Kosten und Zeitfaktoren wurde als wichtige Entwicklung eingestuft, sowie die Digitalisierung und Virtualisierung.

Jedoch muss man erwähnen, dass die Begriffe Mobilität und Digitalisierung, einiges miteinander verbindet. Die Digitalisierung, also die Nutzung von elektronisch gespeicherten Informationen, schafft eine neue Art von Mobilität in unserer Arbeitsweise.

## 2 Definitionen und Begrifflichkeiten

Sämtliche Dokumente können einfach über Datenaustauschformate wie IFC oder PDF und über Kommunikations-Schnittstellen wie Mail oder Cloud-Dienste, auf einer Vielzahl von verschiedenen Geräten genutzt werden. Und schließlich lebt die Baubranche von Mobilität, wenn man die verschiedenen Bauprojekte mit immer wechselndem Standort und Projektbeteiligten betrachtet. Durchdachte Konzepte für mobiles Arbeiten sind hier unumgänglich und das spiegelt sich in der Anwendung von mobilen Endgeräten als Arbeitsmittel wieder.

In den letzten Jahren kam es hier vermehrt zu einem Anstieg an mobilen, digitalen Lösungen. Bauausführende Unternehmen wenden beispielsweise vermehrt Anwendungen für das Erfassen von Aufmaß und Regie, Führen von Bautagebüchern oder das Erfassen von Nachträgen, sowie kaufmännische Abläufe wie die Erfassung der Arbeitsstunden an.

Um die Mobilität durch Digitalisierung zu forcieren, bedarf es allerdings auch Endgeräte mit denen sämtliche Informationen verwendet und abgerufen werden können. In der Baubranche ist die Ausstattung sämtlicher Mitarbeiter mit geeigneten Geräten oft schwer realisierbar und daher werden oft Applikationen entwickelt, die mit privaten Geräten genutzt werden können. Das stellt jedoch auch ein Sicherheitsrisiko dar, wenn man bedenkt, dass firmeninterne Daten auf einem Fremdgerät verarbeitet werden, ohne jegliche Kontrolle darüber, wer auf möglicherweise heikle Daten Zugriff hat. Der Datenschutz muss hier unbedingt sichergestellt werden können.

Größere Unternehmen, gehen aus diesem Grund strenger mit dem Thema „Bring your own Device“ um, da der Schaden bei Verletzungen der Sicherheit enorm sein kann. Ein Mitarbeiter, der mobilen Zugriff auf firmeninterne Daten benötigt, wird mit einem iPhone/iPad sowie einem Notebook ausgestattet, die direkt mit dem Firmennetzwerk verbunden sind und von der IT-Abteilung gesteuert und gewartet werden. Smartphones sind generell die erste Wahl als Arbeitsmittel, da Organisation, Datenaustausch und Kommunikation in einem Gerät vereint werden kann. Zusätzlich kann über virtuelle Desktops auf den kompletten digitalen Arbeitsplatz zugegriffen werden und das über zentral gewartete Systeme unter Rücksichtnahme aller notwendigen Sicherheitsbestimmungen.

## 2 Definitionen und Begrifflichkeiten

### 2.2.2 Virtuelle Realität

Für Planer, Architekten und Bauunternehmen bieten die neuen Technologien im Bereich Virtual und Augmented Reality ein enormes Potenzial bei der Planung, Ausführung und beim Betrieb eines Bauwerks.

Unter Virtual Reality werden virtuell generierte Welten verstanden, welche anschließend „Begangen“ werden können. Um die erstellten Bauwerke möglichst realistisch zu gestalten, werden möglichst alle Einzelheiten eingegeben und Sonnenstände in den unterschiedlichen Jahreszeiten simuliert. Danach kann das Gebäude virtuell begangen werden. Diese Technologie bietet vor allem für die Bauherrenschaft und für die Vermarktung einen positiven Mehrwert.

Augmented Reality stellt eine Erweiterung der Virtual Reality dar. Der Begriff Augmented Reality wird dann verwendet, wenn eine mögliche Interaktion mit dem Modell vorhanden ist. Um in eine Augmented Reality eintauchen zu können, sind Tablets und Virtual Reality Brillen (siehe Abbildung 2-10) im Einsatz.



Abbildung 2-10 – VR-Brille im Einsatz (SamsungGearVR, 2017)

## 2 Definitionen und Begrifflichkeiten

### 2.2.3 Cloud Computing

Damit alle Projektbeteiligten auf die für Sie relevanten und aktuellsten Informationen des Projekts zugreifen können, braucht es Lösungen wo Daten zentral gespeichert werden und zur Verfügung gestellt werden. Beim Cloud-Computing werden IT-Leistungen wie Programme und Software, sowie Plattformen zum Speichern von Daten und Anwendungen, von einem zentralen Service in Echtzeit über das Internet oder Firmennetzwerk, für die User zur Verfügung gestellt. Das heißt Programme müssen nicht mehr auf jedem einzelnen Gerät installiert, lizenziert und gewartet werden, sondern können auf einem zentralen Server ausgelagert werden, auf den man über das Netzwerk zugreifen kann.

Vor einigen Jahren war die Nutzung dieser Dienste vergleichsweise noch gering. 2015 wurde die Technologie in der deutschen Baubranche von rund 25% der Unternehmen genutzt. Ein relativ geringer Wert im Vergleich dazu, dass rund 44% der gesamten deutschen Unternehmen auf Cloud-Dienste zurückgreifen. Sicherheitsbedenken und die Frage der Kosten spielen bei der Wahl eine entscheidende Rolle.

Als die wichtigsten Vorteile, die Cloud-Computing mit sich bringt, zählen die deutliche Steigerung der Effizienz in der Arbeitsweise durch die andauernde Bereitstellung aller Daten, die schnellere Kommunikation durch vernetztes Arbeiten und der verhältnismäßig geringe Aufwand für die IT-Infrastruktur. Durch diese Faktoren wird die direkte Zusammenarbeit gefördert, mit Fokus auf das Wesentliche, unabhängig von Zeit und Ort.

Auch neue Arbeitskonzepte wie Home-Office können durch Cloud-Dienste leichter realisiert werden und das kommt einer flexiblen Arbeitszeiteinteilung entgegen. Es ist je nach Position nicht unbedingt notwendig jeden Tag ins Büro zu pendeln, wenn man mit Smartphone und Computer von zu Hause aus, auf das komplette Netzwerk und die exakte Arbeitsumgebung wie am Firmenarbeitsplatz zugreifen kann. Über eine MFA-Authentifizierung meldet man sich am virtuellen Desktop an, mit dem man Zugriff auf sämtliche Ordnerstrukturen sowie Programme hat. Mit Hilfe von Skype, Lync oder TeamViewer kann man sich jederzeit mit Kollegen austauschen und es geht keine

## 2 Definitionen und Begrifflichkeiten

Information verloren. Der Virtuelle Desktop wird dabei zentral gewartet, Installationen erfolgen über die IT und können für alle Nutzer bereitgestellt werden. Die BIM-fähigen Softwarelösungen können von überall auf die Server und Ordner und somit auf die Zentralmodelle zugreifen. Die Performance der Systeme hat dabei keine Einbußen.

### 2.2.4 Device Management

Ein weiterer wichtiger Punkt ist das digitalisierte Management von Geräten und Material.

Die Verwaltung von Baumaschinen aller Art erfordert einen hohen Aufwand an Organisation. Um einen digitalisierten Überblick zu bekommen, wurden bei allen Baumaschinen wie Bagger, Bohrer, Rüttler, LKW's oder andere Fahrzeuge, ein Gerät eingebaut, mit dem vollkommen automatisiert Daten gesammelt und überprüft werden können. Über ein GPS Modul können Daten wie aktuelle Position, Verwendungstatus, Kilometer-Stand oder der Wartungszeitplan in einer Datenbank gespeichert werden. Mittels SAP kann man auf die jeweiligen Baumaschinen zugreifen und sich den aktuellen Stand anzeigen lassen.

Weiters kann die Planung anhand von BIM-Modellen eine Ressourceneinteilung vornehmen. Das erspart einen großen Dokumentationsaufwand.

### 2.2.5 Common Data Environment

Bei einem Common Data Environment (CDE) oder auch virtuellen Projektraum wird eine Online-Plattform geschaffen, wo Dokumente wie Pläne (Polierpläne, Einreichpläne, Schalpläne, Bewehrungspläne, Zeitpläne, Elektropläne) für alle Projektbeteiligten zur Verfügung gestellt werden. Virtuelle Projekträume verbinden über Unternehmensgrenzen hinaus die Projektbeteiligten. Es können sowohl eigene Dokumente erstellt bzw. für andere Beteiligte freigegeben werden als auch Dokumente angesehen werden. Der virtuelle Projektraum ist vor allem für das Projektmanagement ein wichtiges Tool. Er soll den reibungslosen Datenaustausch sicherstellen, aber auch die Dokumentation bzw. Archivierung erleichtern. Es kann jederzeit nachvollzogen werden, wann wer welche Daten geliefert hat.

## 2 Definitionen und Begrifflichkeiten

Ein weiterer Vorteil des virtuellen Projektraums liegt darin, dass alle Projektbeteiligte auf den aktuellsten Planstand zugreifen können und somit keine Fehler aufgrund alter Planstände entstehen können. Alle Informationen sind immer auf dem neuesten Stand. Das Verschicken der Daten per Mail entfällt komplett.

Projektplattformen werden im Regelfall von den Bauherren bzw. dem Projektsteuerer ausgewählt. Sie legen die Projektstruktur und die Beteiligten fest.

Virtuelle Projekträume gewinnen immer mehr an Wichtigkeit. 62% der befragten Unternehmen kennen virtuelle Projekträume [BRZ], vor etwa 10 Jahren lag dieser Wert noch bei 52%. Zum Einsatz kommen virtuelle Projekträume jedoch nicht immer. Ob diese zum Einsatz kommen, hängt vor allem von der Projektgröße ab. Bei kleineren Hochbauten, mit wenig unterschiedlichen Projektbeteiligten ist der Einsatz eher selten. Bei größeren Bauprojekten, wo Projektsteuerer und Begleitende Kontrollen eingesetzt werden, ist der Einsatz von virtuellen Projekträumen relativ häufig.

### 2.3 Entwicklungen und Tendenzen

Im Bericht Studie Potenzial der Digitalisierung (G.Goger, 2018) wird eine mögliche Voraussicht auf die nächsten Jahre in der Baubranche gegeben. Diese Zeitschiene (siehe Abbildung 2-11) beruht aus Sicht der Autoren auf möglichen Meilensteinen, die so oder in abgewandelter Form in den nächsten Jahren die wichtigsten Punkte sind, um die Digitalisierung in der Baubranche voranzutreiben.

- Ende 2017: Studie Potenziale der Digitalisierung im Bauwesen
- Anfang 2018: Gründung des BuildingSMART-Chapter Austria
- Mitte 2018: Roadmap der Plattform 4.0 Planen. Bauen. Betreiben.
- Ende 2018: ÖBV-Richtlinie „BIM in der Praxis“
- Anfang 2019: Beginnender wirtschaftlicher Einsatz von Big Data und maschinellen Lernverfahren in der Baubranche



## 2 Definitionen und Begrifflichkeiten

- Anfang 2020: Einführung von Zertifizierungskursen für FIM-Manager und BIM-Bauleiter; auf Basis der Pilotprojekte wird die Technologie Augmented Reality durchgängig zum Einsatz kommen
- Ende 2020: Durch den Einsatz von Sensoren und Geotracking-Technologie wird die Echtzeit-Lokalisation von Mensch und Maschine auf der Baustelle ermöglicht
- Anfang 2021: Sämtliche öffentlichen Bauausschreibungen werden mit BIM umgesetzt, Voraussetzung dafür ist ein funktionierender Merkmalsserver oder gleichwertiges und ein normierter Modellierleitfaden
- Mitte 2021: Digitale Baueinreichung und Prüfung über ein offenes Format möglich (BIM-Modell) und Einführung des digitalen Gebäude Ausweis für Neubauten, Voraussetzung ist die rechtzeitige Entwicklung eines solchen Forschungsprojekts; 80 % der Neubauprojekte werden mit BIM abgewickelt
- Ab 2022: Regulärer Einsatz von autonomen Baumaschinen bei Infrastrukturprojekten

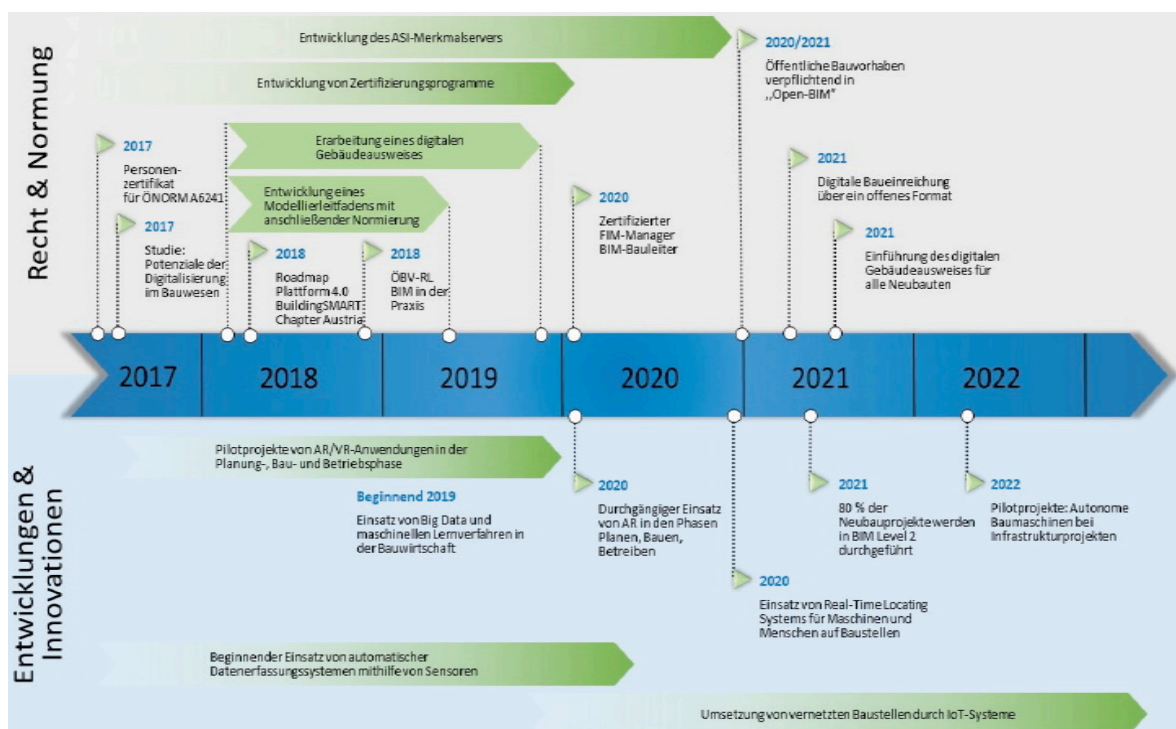


Abbildung 2-11 – Zeitschiene Digitalisierung (G.Goger, 2018)



### 3. Standardisierung und Normierung im Bereich BIM

Im Folgenden soll ein kurzer Überblick über die wichtigsten Standards bezüglich des Umgangs mit BIM gegeben werden. In weiteren Kapiteln wird auf spezifische Teile der Normen näher eingegangen.

#### 3.1 Standardisierung im Bereich BIM

In der Schriftenreihe der Plattform 4.0 – Planen, Bauen, Betreiben wird die Terminologie für BIM und Digitalisierung im Bauwesen wie folgt beschrieben:

„Terminologie und Begriffe sind ein wesentliches Thema. Sie bilden die Grundlage für viele weitere Themen und ohne einheitliche Terminologie, abgestimmte Begriffe und Definitionen kann nicht präzise gearbeitet werden. Sie sind der erste Schritt erfolgreicher Standardisierung. Selten wird so viel diskutiert wie über Begriffsbestimmung und Definitionsinhalt.

Gerade, wenn viele Menschen mit einem relativ neuen Thema wie Digitalisierung und BIM befasst sind, entwickeln sich allerorten Begriffe und Definitionen, die nicht selten zu Mehrdeutigkeiten und Widersprüchen führen. Die Entwicklung von Terminologie und Begriffe schreitet sehr rasch voran und ist ein dynamisches Thema. Die Zeiten, als Begriffsbestimmungen Jahrzehnte gehalten und gegolten haben, sind vorbei.“ (Plattform 4.0, 2017)

Die gängigste Einteilung von Building Information Modeling erfolgt in sogenannten Levels, wie in Abbildung 3-1 dargestellt. Hier werden die groben BIM-Inhalte in den jeweiligen Levels beschrieben.

## 3 Standardisierung und Normierung im Bereich BIM

### 3.1.1 Definitionen der BIM-Levels

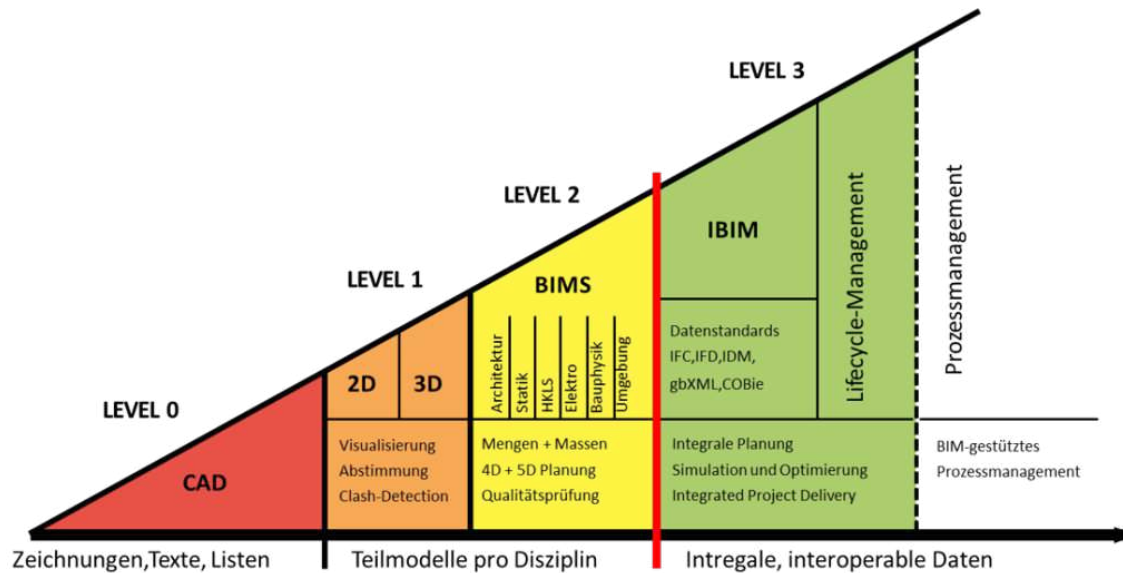


Abbildung 3-1 – Level of Details (Brew & Richards, 2018)

**Level 0** – Wäre die Anwendung ohne jegliche Computerunterstützung, quasi ein unkoordiniertes CAD in 2D.

**Level 1** – Auch Little BIM genannt, sind koordinierte CAD Modelle in 2D und 3D, die für Visualisierungen und Kollisionsprüfungen verwendet werden können. Abgestimmte Zusammenarbeit ist auf Basis einer Kollaborationsplattform mit einheitlichen Datenstrukturen und-formaten möglich.

**Level 2** – Koordinierte 3D-Umgebung, aufgeteilt in separate, disziplinspezifische, elementbasierte, datenreiche Fachmodelle. Integration und Qualitätssicherung auf der Basis einer maßgeschneiderten Integrationsplattform. Die Dimensionen des 3D Modells werden erweitert um die vierte Dimension Zeit und die fünfte Dimension Budget. Damit lassen sich Bauzeitpläne und Budgetlisten erstellen, also Anforderungen für Ausschreibungen, Vergaben und Abrechnungen. Das kann entweder direkt über das CAD Programm erfolgen oder über Schnittstellen in eigenen AVA Programmen.

**Level 3** – Vollständig integraler, gemeinschaftlicher Prozess der Modellierung eines digitalen Modells in Übereinstimmung mit der Ausführung für die Datenpflege über den gesamten Lebenszyklus, in einem gemeinsamen zentralen Datenmodell unter Einarbeitung von Sachdaten für weiterführende Informationen, die als zusätzliche Dimensionen beschrieben werden. iBIM dreht sich hauptsächlich um standardisierte Modelle und die Anbindung der Modelle an Datenbanken. Die Arbeitsweisen können somit integraler erfolgen, also die verschiedenen Disziplinen arbeiten an einem gemeinsamen Modell. In weiterer Folge können die Modelle für detaillierte Simulationen und Optimierungen in verschiedenen Disziplinen verwendet werden und die Betreuung des Gebäudes kann gesteuert werden. Der gesamte LifeCycle des Gebäudes kann somit abgedeckt werden.

#### 3.1.2 Definition der Detaillierung

Detaillierung, Geometrie und Informationen können auch in mehreren Arten von Levels definiert werden (Baunetz Media, 2018)

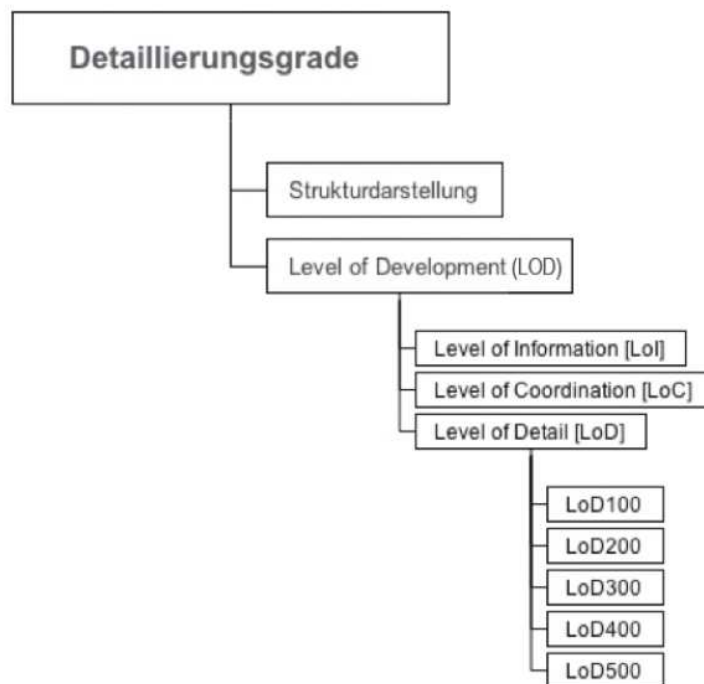


Abbildung 3-2 – Detaillierungsgrade (Plattform 4.0, 2017)

### 3 Standardisierung und Normierung im Bereich BIM

#### **LoD – Level of Development**

Beschreibt generell den Ausarbeitungsstand von Bauelementen. Dieser setzt sich aus dem Level of Detail (Detaillierungsgrad), dem Level of Information (Informationsgehalt) und dem Level of Coordination (Abstimmungsgrad) zusammen.

#### **LoI – Level of Information**

Bezieht sich auf die alphanummerische Anforderung an Bauelemente. Diese können über zentrale Stellen, wie beispielsweise über einen Merkmalsserver, normativ definiert sein. Die Spezifikationen des LoI geben Anwendern von BIM-Software genaue Vorgaben über den Informationsgrad der Bauelemente eines BIM-Modells in Abhängigkeit zur Projektphase.

#### **LoC – Level of Coordination**

Gibt Auskünfte über den Abstimmungsgrad eines Bauelements in Abhängigkeit zur Projektphase. Dieser wird für die einzelnen Teilmodelle übergeordnet festgelegt. Er beschreibt sozusagen die Koordination zwischen Gesamtmodell und Teilmodell. Für den Level of Coordination gibt es nur zwei Möglichkeiten, entweder er ist True, also Wahr (Modelle sind aufeinander abgestimmt) oder False, also nicht aufeinander abgestimmt.

#### **LoD – Level of Detail**

Bezieht sich auf die geometrische Anforderung zur repräsentativen Darstellung von Bauelementen bzw. ihrer Detaillierung. Die Spezifikation des LoD gibt Anwendern von BIM-Software genaue Vorgaben über den Detaillierungsgrad der Bauelemente eines BIM-Modells in Abhängigkeit zur Projektphase.

Beim Level of Detail gibt es eine Klassifikation von LoD 100 bis LoD 500:

#### **Level of Detail 100**

Das digitale Modell enthält Volumenkörper zur Ableitung von Kennzahlen. Das Bauwerk wird in Grundformen mit ungefährender Größe, Form, Orientierung und einer groben Einteilung der Etagen oder Räume als Volumenkörper modelliert. Ziel ist das sogenannte Space Management und das Erkennen von Bereichen/Flächen/Räumen und deren

### 3 Standardisierung und Normierung im Bereich BIM

Zusammenhänge. Nutzungs- und Funktionsbereiche können somit definiert werden. Weitere Ziele sind das Visualisieren der Baumasse mit Hilfe von Luftbildern oder konstruierten Konzeptmodellen und eine Abschätzung von Energie-Gewinn/-Verlust, sowie standortbezogene Simulationen beispielsweise zur Verschattung.

#### **Level of Detail 200**

Das digitale Modell enthält Baugruppen für die Anordnung und Spezifikation der wesentlichen Systeme zur Ableitung von Kennwerten. Die Baugruppen haben eine eindeutige Bezeichnung und definierte Geometrie mit genauer Verortung, Form, Orientierung und weiteren nicht grafischen Informationen. Baugruppen bestehen aus Bauelementen wie Wände, Türen, Decken, Fassaden, Räume sowie Volumenkörper für technische Gebäudeausrüstungen. Ziel ist die Koordination der Hauptgewerke, mit Hilfe von Baugruppen die sortiert und bemessen werden können. Auch eine erste statische Berechnung ist mit LoD 200 modellbasiert möglich.

#### **Level of Detail 300**

Das digitale Modell enthält einzelne detaillierte Bauelemente, ausreichend für die Koordination, Vergabe der Gewerke, sowie zur Ableitung von Kennwerten. Das Bauwerk besteht aus Bauelementen mit eindeutiger Bezeichnung, zusätzlicher phasenbezogener Detaillierung, Gruppenzuordnung, definierter Geometrie, vorgesehener Verortung, Form, Orientierung und weiteren nicht-grafischen Informationen. Es gibt detaillierte Bauelemente mit Darstellung von Systemschichten (tragend, bekleidend, dämmend). Komponenten der technischen Gebäudeausrüstung und der Statik werden nach Gewerken getrennt. Ziel ist zusätzlich zu LoD 200 eine exakte haustechnische Berechnung bzw. Simulation, sowie die Berechnung und Dimensionierung aller statischen Systeme.

#### **Level of Detail 400**

Das digitale Modell enthält einzelne detaillierte Bauelemente, ausreichend für die Werk- und Montageplanung, zur Fertigung sowie zur Ableitung von Kennwerten. Die Geometrie der Bauelemente ist dabei wie in LoD 300 ausgeführt jedoch mit endgültiger Geometrie

### 3 Standardisierung und Normierung im Bereich BIM

und tatsächlichem Platzbedarf. Ziel ist es zusätzlich zu LoD 300 Bauabläufe zu simulieren und vor allem Mengen für die Baustelle zu ermitteln. Der Aufbau- und Montagezustand wird ins Modell eingepflegt und Fortschrittskontrollen können über das Modell dargestellt werden.

#### **Level of Detail 500**

Das digitale Modell enthält alle Bauelemente wie in LoD 400, jedoch „wie ausgeführt“. Das Modell ist mindestens stichprobenartig einer Qualitätskontrolle unterzogen oder mit dem Ist-Zustand des Bauwerks verglichen worden. Die Bauelemente sind in tatsächlicher Geometrie und genauer Verortung ausgeführt und mit einer durchgängigen und vereinbarten Bezeichnung für die spätere Nutzung definiert. Die Elemente des Modells sind auch vorbereitet um in ein CAFM (Computer Aided Facility Management) System überführt werden und enthalten alle notwendigen Informationen gemäß dem BIM Projektabwicklungsplan bzw. dem Organisationshandbuch BIM

### 3.2 buildingSMART

Als eine der wichtigsten Initiativen im Bereich BIM gilt buildingSMART. Der international tätige Verein wurde 1995 (damals als “International Alliance for Interoperability” – IAI e.V.) auf Initiative führender deutscher Planungs-, Ausführungs- und Bausoftwareunternehmen gegründet, um die damals noch neuen modellbasierten, intelligenteren Planungsmethoden in Deutschland, Österreich und in der Schweiz voranzubringen. Ein zentraler Punkt ist dabei die Verbesserung des immer wieder nicht zufrieden stellenden Datenaustauschs aufgrund fehlender oder ungenügender IT-Schnittstellen im Bauwesen. Building SMART definiert auch das Austauschformat IFC (Industry Foundation Classes), das Standard Format im Austausch von BIM Modellen. (buildingSMART, 2019)

#### 3.2.1 Auftraggeber-Informationsanforderungen (AIA)

Eine wichtige Grundlage im Bereich Anforderungen an ein BIM Modell stellen die AIA Auftraggeber-Informationsanforderungen. Als Auftraggeber-Informationsanforderungen

### 3 Standardisierung und Normierung im Bereich BIM

(AIA) bezeichnet man den Informationsbedarf des Auftraggebers, der als Anforderung an den Auftragnehmer beschrieben wird. Die Auftraggeber-Informationsanforderungen definieren, wann, in welchem geometrischen und alphanumerischen Detaillierungsgrad, in welchem Format, für welchen BIM-Anwendungsfall und von welchem Planer die geforderten Daten geliefert werden sollen, um die Ziele des Auftraggebers zu erreichen. (buildingSMART, 2019)

#### 3.2.2 BIM-Abwicklungsplan (BAP)

Der BIM-Abwicklungsplan (BAP) – auch: “BIM-Projektabwicklungsplan” oder englisch: “BIM Execution Plan” – bildet die Grundlage einer BIM-basierten Zusammenarbeit, definiert BIM-Ziele, organisatorische Strukturen und Verantwortlichkeiten und legt die geforderten BIM-Leistungen sowie die Software- und Austauschforderungen fest.

Ein BIM-Abwicklungsplan sollte immer auf Basis konkreter Auftraggeber-Informationsanforderungen entwickelt werden und Vertragsbestandteil zwischen Bauherrn und Projektteilnehmern sein. Ziel ist es, die vielfältigen Aktivitäten zu diesem Thema zu bündeln und dabei insbesondere auch die Belange des Hochbaus zu berücksichtigen. (buildingSMART, 2019)

### 3.3 Normenwesen in Österreich

Für die Anwendung von Building Information Modeling in Österreich werden vom Austrian Standards Institute diverse ÖNORMEN angeboten. Standards sind von Fachleuten entwickelte Empfehlungen und dienen als Lösungen für konkrete Anwendungsfälle. Sie sollen eine gemeinsame Sprache vorgeben und die Wettbewerbsfähigkeit steigern. Allerdings haben Standards keine rechtliche Verbindlichkeit, es sei denn sie werden vertraglich vereinbart oder der Gesetzgeber erklärt sie für Verbindlich.

#### 3.3.1 ÖNORM A 6241

Das Erstellen von BIM-Modellen wird in der ‚ÖNORM A6241 - Digitale Bauwerksdokumentation‘ geregelt und ist in zwei Teile aufgeteilt.

### 3 Standardisierung und Normierung im Bereich BIM

Teil 1 regelt die technische Umsetzung des Datenaustausches und der Datenhaltung von Gebäudeinformationen des Hochbaues und verwandter, raumbildender Konstruktionen des Tiefbaues, die während der Planung und im Zuge des lebenszyklischen Managements von Immobilien erforderlich sind, einschließlich der in diesen Gebäudemodellen enthaltenen alphanumerischen Daten. In dieser ÖNORM werden die wichtigsten Begriffe, Strukturen und Darstellungsgrundlagen für die grundlegenden Techniken des Datentransfers zweidimensionaler CAD-Dateien und für das "Building Information Modeling" (BIM) festgelegt (Austrian Standards, 2015).

Teil 2 regelt die technische Umsetzung eines einheitlichen, strukturierten 3plus-dimensionalen Datenmodells für Bauwerke des Hochbaues und verwandter, raumbildender Konstruktionen des Tiefbaues, basierend auf Building Information Modeling (BIM). Das Datenmodell ist die Grundlage für die Zusammenarbeit (technische Umsetzung für einen Datenaustausch als auch für ein gemeinsames Datenmodell, sowie der Datenhaltung von Informationen) sämtlicher im Zuge des lebenszyklischen Managements Beteiligter, von der Idee, über Planung und Ausführung, Bewirtschaftung bis hin zu Abbruch und Entsorgung. Diese ÖNORM schafft Grundlagen für einen umfassenden, einheitlichen, produktneutralen, systematisierten Austausch von graphischen und Metadaten. Die Möglichkeit der Rückwärts-Kompatibilität mit ÖNORM A 6241-1 ist Bestandteil der vorliegenden ÖNORM (Austrian Standards, 2015).

#### Merkmalsserver

Das Herzstück der ÖNORM A6241-2 ist der von Austrian Standards entwickelte ASI-Merkmalsserver. In dieser Datenbank, die in der ON-AG 011.09 in Zusammenarbeit mit dem Forschungsprojekt „freeBIM Tirol“ erstellt worden ist, werden die Eigenschaften von Bauteilen und Materialien gesammelt, ergänzt und überarbeitet. Ziel ist es, diese beschreibenden Eigenschaften mit dem bSDD (buildingSMART Data Dictionary) abzugleichen und dieses um nicht vorhandene Werte zu ergänzen. Dadurch erhält jeder Parameter eine GUID (Globally Unique Identifier), wodurch die Eigenschaften eindeutig und sprachlich unabhängig definiert werden. Diese können dann mit weiteren Informationen, z.B. Produktdaten (freeClass, COBie usw.), verknüpft werden, womit in



### 3 Standardisierung und Normierung im Bereich BIM

weiterer Folge der Weg bis zur Bestellung abgedeckt wäre. Die Parameter aus der Datenbank werden mit den Eigenschaften in der jeweiligen BIM-Software gemappt – dadurch entsteht eine Verknüpfung zwischen den Modelldaten und den GUIDs. In dieser Datenbank werden den Eigenschaften auch deren Phasenzugehörigkeit zugewiesen, damit ersichtlich ist, welche Informationen ab welcher Phase notwendig sind. Die Datenbank ist noch in Bearbeitung und wird in wöchentlichen Diskussionen der Experten der ÖNORM Arbeitsgruppe 011.09 überarbeitet, erweitert, geprüft und freigegeben. (freeBIM, 2019)

Seit 31.März.2019 steht der ASI-PropertyServers unter der Open-Source Lizenz „aGPL 3.0“ kostenfrei verfügbar. Die schon bisher kostenfrei und uneingeschränkt mögliche Nutzung des generischen ASI-PropertyServer zur BIM-Norm A 6241-2 wird damit um die Möglichkeit erweitert, diesen auch lokal zu installieren, eigene Spezialbibliotheken zu ergänzen und an der Weiterentwicklung mitzuarbeiten.

Mittels sharedParameter Dateien kann man eine Integration in CAD Programme herstellen und über eigens entwickelte Tools für die gängigsten CAD-Programme, wird die Erstellung von Bauteilen mit den richtigen Parametern ergänzt.

#### 3.3.2 ÖNORM A 2063

Die ÖNORM A 2063 regelt den Austausch von strukturierten Daten im XML-Format und soll als Grundlage für Programme für Auftragnehmer und Auftraggeber sein. (Austrian Standards, 2015) Somit spielt Sie auch für das Bauwesen eine wesentliche Rolle und regelt den Aufbau von Datenbeständen, die automationsunterstützt in den Phasen Ausschreibung, Vergabe und Abrechnung (AVA) zwischen allen Beteiligten, wie LB-Herausgeber, EK-Herausgeber, Planer, Auftraggeber, Bieter oder Auftragnehmer, ausgetauscht werden. Die folgenden Bereiche werden in der ÖNORM abgedeckt: Leistungsbeschreibung, Elementkatalog, Leistungsverzeichnis, Abrechnung (Austrian Standards, 2015).

Ein Elementkatalog fasst Positionen einer oder mehrerer Leistungsbeschreibungen zusammen. Ziel der Elementkataloge ist es, ein Kostenmanagement mit der Elementmethode (Baugliederung) zu unterstützen und den Austausch der Elementdaten

### 3 Standardisierung und Normierung im Bereich BIM

zwischen den einzelnen Programmen (CAD, AVA und Bauteilrechner) zu ermöglichen. Aus einem allgemein formulierten Elementkatalog kann in der Folge ein projektbezogener Elementkatalog und schließlich können daraus nach Positionen gegliederte Leistungsverzeichnisse nach dieser ÖNORM erstellt werden.

Programme zur Unterstützung und Durchführung von Ausschreibungen, Vergaben und Abrechnungen (AVA-Tools) wie iTWO unterstützen die Abwicklung von Ausschreibungen unter Einhaltung der ÖNORM A2063.

#### 3.4 Normenwesen in anderen Ländern

Während in einigen Ländern schon vorgegebene BIM-Gesetze existieren, gibt es in Österreich noch keine offiziellen Gesetze. Länder wie USA, England, Norwegen, Schweden, oder Länder aus dem Nahen Osten haben bereits Standards entwickelt und diese teilweise politisch und gesetzlich festgelegt.

Dokumente, Texte und Regelungen, die in anderen Ländern bereits erfolgreich existieren, können aus Sicht der Experten als Muster übernommen werden. Das Rad muss nicht immer wieder neu erfunden werden. Vorbildwirkung können insbesondere die deutsche Roadmap, aber auch einige beispielhafte Regelungen aus der Schweiz und dem UK haben. (Goger, et al., 2018)

##### Europäische Union

Auf Europäischer Ebene soll das Normungsgremium CENT/TC 442 „BIM“, das im Jahr 2015 gegründet wurde, eine Reihe von Normen und Berichten zum Thema BIM erarbeiten. In diesen sollen der Austausch, die Anforderungen und die Datensicherheit festgelegt werden. Somit werden dort die Weichen für die künftige Entwicklung der europäischen Bauwirtschaft gestellt. Das Normungsgremium ist mittlerweile 4 Arbeitsgruppen (Working Groups) gegliedert, die europäische Normungsarbeit aufgenommen hat. In diesem technischen Komitee wurden vier Arbeitsgruppen eingerichtet:

- "Strategy and planning" (Sekretariat Großbritannien)

### 3 Standardisierung und Normierung im Bereich BIM

- "Exchange Information" (Sekretariat Deutschland)
- "Information delivery specification" (Sekretariat Österreich)
- "Data dictionary" (Sekretariat Frankreich)

Österreich (Austrian Standards Institute) ist es aufgrund des hohen Wissensstands gelungen, neben großen Europäischen Industrienationen (D, FR, GB) eine der vier Arbeitsgruppen des CEN/TC 442 zu leiten (Convenor: Arch. Dipl.-Ing. Peter Kompolschek).

Die von Österreich betreute Arbeitsgruppe CEN/TC 442/WG 3 "Information delivery specification" widmet sich einem der zentralen Themen der BIM-Technologie, nämlich der Frage nach dem "wer liefert was, wann, in welcher Qualität und wer hat es zu prüfen". (Austrian Standards, 2018)

#### England

In England müssen öffentliche Aufträge seit Oktober 2016 in Bim ausgeschrieben und abgewickelt werden (British BIM Standard BS 1192:X). Weiters gibt es seit einigen Jahren „mustergültige“ Vorgaben, Standards und Prozesse, an denen man sich orientieren kann. Dies geht hin bis zu einer gesetzlichen Regelung für die Frühphase von Projekten und zum NEC (New Engineering Contract).

#### Nordische Staaten

Die Baubehörde in Norwegen verlangt bei öffentlichen Bauvorhaben den Einsatz vom BIM auf Basis eines IFC-Formats (Statsbygg BIM Manuel 1.2.1). Länder wie Großbritannien, Norwegen, Finnland und Dänemark realisieren bereits seit Jahren Großprojekte mithilfe der digitalen Planungsmethode. Einer der Hauptgründe dafür ist es, dass die Anwendung von BIM dort viel stärker durch die öffentliche Hand gefördert wird und bei öffentlichen Bauvorhaben ab einem bestimmten Investitionsvolumen verpflichtend ist. (Prof. Phillip Goltermann, 2017)

#### Deutschland

Das Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur BMVI schreibt voraussichtlich ab 2020 den verpflichtenden Einsatz von BIM für alle öffentlichen

### 3 Standardisierung und Normierung im Bereich BIM

Infrastrukturprojekte vor. In Deutschland gibt es unterstützend eine Richtlinie vom Verein Deutscher Ingenieure mit dem Titel: Building Information Modeling - Modellbasierte Mengenermittlung zur Kostenplanung, Terminplanung, Vergabe und Abrechnung. *VDI Richtlinie 2552- BIM* (VDI, 2018)

Diese Richtlinie beschreibt die Anwendung von Bauwerksinformationsmodellen zum Abgleich von Leistungsmengen und Controlling Strukturen in den Bereichen „Kostenplanung“, „Terminplanung“, „Ausschreibung und Vergabe“ sowie „Ausführung und Abrechnung“ unter Berücksichtigung der Projektphasen von der Entwicklung bis zur Fertigstellung.

Zielgruppe sind alle Beteiligten am Bau, die Prozesse zu den genannten Anwendungen mithilfe von gemeinsam genutzten Daten gestalten wollen, so-wie deren Zulieferer, auch im Bereich der Informationstechnologie.

Ein Fokus liegt auf der Ableitung aus Bauwerksinformationsmodellen und der Darstellung von belastbaren Daten zur Ermittlung von Soll- und Istwerten bei der Berechnung von Aufwänden und er-brachten Leistungen. Ein Grundsatz ist hierbei, dass jeweils genau die Daten in einem maschinenlesbaren Format zur Verfügung gestellt werden, die für die jeweilige Aufgabe benötigt werden. Hierzu wird auch die Struktur beschrieben, mit der die notwendigen Informationen zum Bauwerk, die benötigten Leistungen und Ressourcen sowie deren Zeitabläufe miteinander verbunden werden. Eine Betrachtung der Datenformate wird nicht durchgeführt.

### 4. Definition der unterschiedlichen Unternehmungsformen

#### 4.1 Allgemeines, Projektbeteiligte und Begrifflichkeiten

Um ein BIM Modell möglichst effizient zu nutzen, bedarf es der Überlegung für welchen Zweck das Modell eingesetzt werden soll. In den verschiedenen Projektphasen gibt es unterschiedliche Ansprüche und Anforderungen und es herrschen teilweise komplett andere Zeitrechnungen. In jeder Phase sind auch andere Professionen involviert und der Detaillierungsgrad ist stark unterschiedlich. Wenn man sich ansieht wie unterschiedlich diese Anforderungen sind, müsste man in jeder Phase des Projekts ein eigenes BIM-Modell erstellen, das die jeweiligen Ansprüche erfüllt.

Der grundlegende Gedanke des Building Information Modeling ist allerdings die Effizienz und die Schaffung von Synergien. Man sollte für die Bauabwicklung also mit einem durchgängigen Modell auskommen – von der Planung, über die Errichtung, bis hin zur Betreuung des Gebäudes.

Bei großen Bauunternehmen wird eine Vielzahl von Dienstleistungen angeboten. Bei Hochbauprojekten, über Straßen und Bahnbauprojekten bis hin zu Spezialtiefbauprojekten wird von der Planung, über die örtliche Bauaufsicht bis hin zur kompletten Ausführung ein großes Leistungsspektrum angeboten. Es gibt also mehrere Varianten der Auftragsgestaltung. Wenn ein Bauträger beispielsweise einen externen Planer hat, mit dem er ein Projekt realisieren möchte und die Ausführung aus einer Hand von einer Baufirma durchführen möchte, schreibt er sein Vorhaben als Generalunternehmerprojekt aus. Falls er die Planung auch von der Baufirma durchführen lassen möchte, gibt es die Möglichkeit des Totalunternehmerprojekts, bei dem die Planung auch in der Baufirma abgehandelt wird.

## 4 Definition der unterschiedlichen Unternehmungsformen

### Unternehmer Einsatzformen

Grundlegung		Bauprogramm				Konstruktion			Bauausführung			Nutzung			
Grundstücksbeschaffung	Bedarfsfeststellung	Funktionale Ansprüche	Planungsgrundlagen	Gesamtkonzeption	Gestaltung, Qualitätsansprüche	Wahl des Bausystems	Material, Dimensionierung	Leistungsbeschreibung	Angebotsbearbeitung	Fertigungsplanung	Fertigung	Vermittlung an Nutzer	Verwaltung	Betrieb, Unterhaltung	Nutzungsänderung, Abbruch
Bauherr															
		Planer													
		Fachplaner													
									Rohbauunternehmer						
									Ausbauunternehmer						
									Generalunternehmer*						
						Generalplaner mitplanender Generalunternehmer*									
						Totalunternehmer*									
						investierender Totalunternehmer* = Projektentwickler									

\* Wenn „Unternehmer“ keine Bauleistungen mit eigenen Kapazitäten erbringen, werden sie zum „Übernehmer“

Abbildung 4-1 – Überblick Unternehmer Einsatzformen (Prof.Dr.Haenes, 2006)

Tabelle mit den verschiedenen Bauphasen. Für verschiedene Unternehmer-Einsatzformen sind die Phasen gekennzeichnet, an denen diese Unternehmer beteiligt sind. (Prof.Dr.Haenes, 2006)

#### 4.1.1 Bauträger

Unter einem Bauträger versteht man ein Unternehmen, das Immobilien für Wohnen und Gewerbe finanziert, errichten lässt und vertreibt. Die Leistungen eines Bauträgers beinhalten das komplette Baumanagement eines Projekts:

- Prüfung der Projektvoraussetzungen
- Grundstücksbeschaffung
- Projektentwicklung (Bau- und Nutzungskonzept)
- Projektsteuerung
- Baureifmachung
- Baubetreuung

## 4 Definition der unterschiedlichen Unternehmungsformen

Die Finanzierung solcher Objekte erfolgt meistens im Voraus oder über Genossenschaftsmodelle. Zukünftige Mieter oder Eigentümer bezahlen bereits vor Baubeginn einen Anteil für Ihr Objekt und der Bauträger organisiert mit den Geldmitteln die Realisierung des Projekts. Rechtliche Grundlage und Schutz für die Konsumenten bildet das Bauträgervertragsgesetz (BTVG).

### 4.1.2 Externer Planer

Der Planungsprozess in Architekturbüros ist heutzutage sehr stark aufgegliedert in verschiedene Arbeitsteile, sogenannte Leistungsphasen. Kaum ein Büro deckt heute noch das komplette Leistungsspektrum ab, zu dem die Ziviltechniker Konzession befähigen würde. Vielmehr befassen sich die Büros schwerpunktmäßig mit Teilbereichen des Planungsprozesses, wie beispielsweise dem Entwurf, der Einreichung, der Ausführungsplanung oder der örtlichen Bauaufsicht. Die umfangreichen rechtlichen Belange in den einzelnen Bereichen, fordern oft eine Spezialisierung auf einzelne Leistungsphasen.

Je nach Arbeitsschwerpunkt des einzelnen Architekten sind verschiedene Qualifikationen des Planers gefordert. Der Entwurfsarchitekt benötigt vor allem herausragende Fähigkeiten konzeptioneller und darstellerischer Art. Beim Ausführungsplaner sind ebenso gestalterische wie auch technisch-konstruktive und rechtliche Kenntnisse (Baurecht, Umweltschutz usw.) gefragt. In der Bauleitung sind vor allem organisatorische Fähigkeiten und detaillierte Kenntnisse des Bauablaufes und der Bauausführung erforderlich. Ein Grundverständnis des gesamten Planungsprozesses ist natürlich für jeden Beteiligten von Nutzen, da die verschiedenen Projektphasen sehr stark miteinander verbunden sind und auch voneinander abhängig sind, da sie aufeinander aufbauen.

Da seitens der Kammer bzw. der Bundesinnung seit 2006 aufgrund von Forderungen der EU-Kommission keine unverbindlichen Verbandempfehlungen mehr ausgegeben werden dürfen, hat die Kammer für Ziviltechnikerinnen, Architektinnen und Ingenieurinnen, die an die HOAI von Deutschland angelegte Honorarordnung zurückgezogen und bietet auf der Homepage der Kammer durch die HIA (Honorar Information Architektur), Anhalte für

## 4 Definition der unterschiedlichen Unternehmungsformen

Vereinbarungen von Architekturleistungen, sowie Tools zur Berechnung von Honoraren und Leistungen an (Kammer der Architekten und Ingenieurkonsulenten für Wien, Niederösterreich und Burgenland, 2018).

Um eine bessere Übersicht über die verschiedenen Leistungsphasen zu geben, die auch in Baufirmen als Grundlage und Einteilung der Planungsleistungen herangezogen wird, wird im Folgenden auf die alte Honorarordnung verwiesen (Ingenieurkonsulenten, Auflage 2002).

### 4.1.2.1 Leistungsphasen nach Honorarordnung für Architekten in Österreich

#### **Leistungsphase 1 -Vorentwurf**

Analyse der Grundlagen und Klärung der Rahmenbedingungen, Erarbeitung des grundsätzlichen Lösungsvorschlages auf Basis der vom Bauherrn bekannt gegebenen Planungsgrundlagen (Lage- und Höhenplan, Aufmaß Pläne des Bestandes, rechtliche Festlegungen bzw. Bebauungsbestimmungen, Raum- und Funktionsprogramm) einschließlich Untersuchung alternativer Lösungsmöglichkeiten nach gleichen Anforderungen und deren Bewertung, mit zeichnerischer Darstellung in der Regel M 1:200, einschließlich aller Besprechungsskizzen, Erläuterungsbericht Kostenschätzung (z.B. nach ÖNORM B 1801-1).

#### **Leistungsphase 2 – Entwurf**

Durcharbeitung des grundsätzlichen Lösungsvorschlages der Bauaufgabe aufgrund des genehmigten Vorentwurfes unter Berücksichtigung der Rahmenbedingungen Zeichnerische Darstellung des Gesamtentwurfes in solcher Durcharbeitung, dass dieser ohne grundsätzliche Änderung als Grundlage für die weiteren Teilleistungen dienen kann, in der Regel Grundrisse, Ansichten und Schnitte M 1:100, Objektbeschreibung mit Erläuterungen, Kostenberechnung (z.B. nach ÖNORM B1801-1).

#### **Leistungsphase 3 - Einreichung**



#### 4 Definition der unterschiedlichen Unternehmungsformen

Durchführung der für die baubehördliche Bewilligung erforderlichen Erhebungen sowie Abklärungen, Erarbeitung der erforderlichen Zeichnungen und Schriftstücke auf der Grundlage des Entwurfes, soweit diese nicht von Sonderfachleuten zu erbringen sind

##### **Leistungsphase 4 - Ausführungsplanung**

Durcharbeitung des genehmigten Entwurfes unter Berücksichtigung der behördlichen Bewilligungen und der Beiträge der anderen an der Planung fachlich Beteiligten (Sonderfachleute) mit allen für die Ausführung notwendigen Angaben, Zeichnerische Darstellung des Objektes als Ausführungs- und Detailzeichnung in den jeweils erforderlichen Maßstäben mit Eintragung der erforderlichen Maßangaben, Materialbestimmungen und textlichen Ausführungen

##### **Die Leistungsphase 5 - Kostenermittlungsgrundlagen**

Ermittlung der Mengen und Massen als Grundlage für die Aufstellung ausschreibungsreifer und koordinierter Leistungsverzeichnisse, auch unter Verwendung der Beiträge anderer an der Planung fachlich Beteiligter (Sonderfachleute) inklusive einer Ermittlung der Herstellkosten nach ortsüblichen Preisen.

##### **Leistungsphase 6 - Künstlerische Oberleitung der Bauausführung**

Überwachung der Herstellung hinsichtlich des Entwurfes und der Gestaltung sowie letzte Klärung von funktionellen und gestalterischen Einzelheiten von der Planung bis zur Mitwirkung an der Schlussabnahme des Bauwerkes unmittelbar nach dessen Fertigstellung im Einvernehmen mit der örtlichen Bauaufsicht.

##### **Leistungsphase 7 - Technische Oberleitung**

Beratung und Vertretung des Bauherrn in den Belangen der Planung im Zuge der Teilleitungen. Weiters geht es um die Führung der notwendigen Verhandlungen mit Behörden, Sonderfachleuten und sonstigen mit der Planung in Zusammenhang stehenden Dritten im Einvernehmen mit dem Bauherrn, Aufstellung eines Planungszeitplanes und eines Grobzeitplanes der Gesamtabwicklung der Herstellung des Bauwerkes, Koordination und Integration der Leistungen anderer an der Planung fachlich Beteiligter

## 4 Definition der unterschiedlichen Unternehmungsformen

(Sonderfachleute), Überprüfung und Freigabe von Werkzeichnungen der ausführenden Firmen, sowie letzte Klärung von erforderlichen, die Planung ergänzenden konstruktiven Einzelheiten.

### **Leistungsphase 8 - Geschäftliche Oberleitung**

Zusammenstellung der Ausschreibungsunterlagen für alle Leistungsbereiche, Durchführung der Ausschreibung, Einholung der Angebote, Überprüfung und Bewertung der Angebote, klärende Gespräche mit den Bietern, Mitwirkung bei der Auftragserteilung, Aufstellung eines Zeit- und Zahlungsplanes, Feststellung der erweisbaren Teil- und Schlusszahlungen unter Zugrundelegung, der Prüfergebnisse der örtlichen Bauaufsicht, Kostenfeststellung (z.B. nach ÖNORM B 1801-1).

#### 4.1.2.2 BIM bei externen Planern

Natürlich hat auch in diesen Bereich die Digitalisierung Einzug gehalten und kein Büro kommt heute ohne Programme für Computer Aided Design (CAD) aus. Zwar werden im Entwurfsprozess immer noch traditionelle Mittel wie Skizzen oder Modellbau angewandt, die endgültige Planung und Darstellung von Projekten wird allerdings inzwischen fast ausschließlich mit Hilfe von CAD-Programmen am Computer erstellt. Die Entwicklung der digitalen Arbeitsweise ist in den letzten Jahren stetig vorangeschritten. 2012 war der Bekanntheitsgrad von Building Information Modeling in der Baubranche bei etwa 50% (BRZ Deutschland GmbH, 2016). Vier Jahre später, also vor 2 Jahren waren es bereits 70%. Der Bekanntheitsgrad von BIM bei den Bauplanern war damals schon wesentlich höher als bei den Bauausführenden Unternehmen. Am wenigsten Bekanntheit hat BIM bei kleineren Hochbau Unternehmen. Im Tief- und Straßenbau ist BIM generell mehr im Einsatz.

Als größte Vorteile der Methode nennen viele Planer die effizienteren Prozesse bei Akquisition, Planung und dem Projektmanagement. Auch die optimierte Zusammenarbeit, eine bessere Bauablaufplanung und eine aussagefähige Kostenplanung sind wichtige Mehrwerte von BIM. In der Bauausführung wird weiterhin die Zeitersparnis als Vorteil gesehen, die wiederum bei Planern nicht im Vordergrund steht. Mit einem BIM Modell

## 4 Definition der unterschiedlichen Unternehmungsformen

erstellte Visualisierungen bieten eine schnelle Möglichkeit Entscheidungen zu treffen oder Variantenstudien zu prüfen und vor dem Kunden zu präsentieren.

### 4.1.3 Ausschreibungen

Unter einer Ausschreibung wird eine schriftliche Leistungszusammenstellung verstanden, bei der bestimmte Leistungen zu genau festgelegten Bestimmungen beschrieben werden. Durch Bauausschreibungen werden potentielle Unternehmen aufgefordert, ihre Angebote zu dem jeweiligen Projekt abzugeben. Es gibt zwei verschiedene Ausschreibungsformen und zwar privatwirtschaftliche Ausschreibungen und öffentliche Ausschreibungen.

Privatwirtschaftliche Ausschreibungen sind nicht reglementiert, unterliegen nicht dem Bundesvergabegesetz (BVerG) und orientieren sich an den gesetzlichen Regelungen der öffentlichen Ausschreibung. Der private Ausschreiber lädt Unternehmen (Bieter) zur Angebotsabgabe ein und vergibt den Auftrag in einer freien Vergabe nach beliebigen Kriterien.

Bei einer öffentlichen Ausschreibung handelt es sich um Vorhaben öffentlicher Auftraggeber, also beispielsweise dem Bund, der Länder, Gemeinden, Gemeindeverbänden sowie bestimmter Einrichtungen die in einer besonderen Nahebeziehung zur öffentlichen Hand stehen, weil sie von dieser kontrolliert oder finanziert werden (Bundesvergabegesetz Österreich, 2018).

Je nach Vergabeverfahren kann ein Aufruf zur Angebotsniederlegung an alle Firmen erfolgen, das wäre ein offenes Verfahren, oder nur an eine begrenzte Anzahl von Anbietern, die entweder direkt eingeladen werden (Direktvergabe) oder aus allen Bewerbern ausgewählt werden. Im Regelfall des sogenannten „offenen Verfahrens“ werden im Rahmen der Ausschreibungs-Bekanntmachung die wichtigsten Eckpunkte des Auftragsgegenstands bzw. des Verfahrens veröffentlicht, während die Details (wie z.B. das Leistungsverzeichnis) in den Ausschreibungsunterlagen spezifiziert werden.

Öffentliche Ausschreibungen sind formelle Verfahren mit bestimmten Regeln, die befolgt werden müssen. Diese Verfahren mögen auf den ersten Blick aufwändig und bürokratisch erscheinen, sie stellen aber sicher, dass der Beschaffungsprozess möglichst rasch und

## 4 Definition der unterschiedlichen Unternehmungsformen

unterbrechungsfrei durchgeführt werden kann. Darüber hinaus kann der Auftraggeber schnell beurteilen, ob ein Unternehmen für einen Auftrag geeignet ist, um so eine eventuelle Wiederholung des Ausschreibungsverfahrens zu vermeiden.

Das Bundesvergabegesetz regelt grundsätzlich die öffentliche Auftragsvergabe in den Ober- und den Unterschwellenbereich. Seit 01.01.2012 gilt bei Bauaufträgen der Schwellenwert von 5.000.000 €. Eine Auftragsvergabe oberhalb dieses Wertes, also im Oberschwellenbereich, ist EU-weit bekannt zu machen.

### 4.1.4 Konstruktive und Funktionale Leistungsbeschreibung

Bei einer konstruktiven Leistungsbeschreibung sind umfangreiche Leistungen in einem Leistungsverzeichnis aufzugliedern. Öffentliche Auftraggeber sind gemäß § 97 Abs. 2 (BVerG) angehalten, bei der Erstellung von Ausschreibungen, standardisierte Leistungsbeschreibungen (LB) zu erstellen und geeignete Leitlinien wie ÖNORMEN heranzuziehen (Bundesvergabegesetz Österreich, 2018).

Die standardisierte Leistungsbeschreibung wird jeweils für die Bereiche Hochbau und Haustechnik vom Bundesministerium für Digitalisierung und Wirtschaftsstandort (BMDW) herausgegeben, koordiniert und auf dem aktuellen Stand der Technik gehalten (Bundesministerium Digitalisierung und Wirtschaftsstandort, 2018). Sie bildet eine Sammlung von Texten zur Beschreibung standardisierter Leistungen, und zwar für rechtliche und technische Bestimmungen (Vertragsbestimmungen) und für Positionen eines künftigen Leistungsverzeichnisses (LV). Die Sammlung umfasst die Leistungen für ein bestimmtes Fachgebiet (Gewerk) in seiner Gesamtheit oder in Bezug auf Teilgebiete. Aktuelle Ausgabe wäre die LB HB-020 Standardisierte Leistungsbeschreibung Hochbau - Baumeister und Professionisten, Ausgabe Mai 2015. (bauforum.at, 2015)

Öffentliche Auftraggeber setzen zunehmend die funktionale Leistungsbeschreibung ein, die sich grundsätzlich von der konstruktiven Leistungsbeschreibung unterscheidet. Das Bundesvergabegesetz definiert die funktionale Leistungsbeschreibung als „Festlegung von Leistungs- und Funktionsanforderungen“ anstatt der Aufgliederung der zu erbringenden Teilleistungen in der konstruktiven Leistungsbeschreibung.

## 4 Definition der unterschiedlichen Unternehmungsformen

Erklärung der Unterschiede anhand eines konkreten Beispiels:

In einer konstruktiven Leistungsbeschreibung werden im Leistungsverzeichnis nicht nur die Höhe der Mauer, sondern auch Baumaterialien und Baumethode festgelegt. Bei der funktionalen Leistungsbeschreibung werden nur Höhe und Zweck (Funktion) der Mauer beschrieben. Materialien und Baumethode bleiben dem Bieter überlassen. Schwierig ist die Abgrenzung allerdings fallweise durch die Tatsache, dass Mischformen eingesetzt werden, die überwiegend konstruktiv oder überwiegend funktional sind.

### **Vergaberechtliche Unterschiede**

- Bei funktionaler Leistungsbeschreibung dürfen auch „umfangreiche Vorarbeiten von den Bietern“ verlangt werden (§ 78 Abs 3 BVergG).
- Im Gegenzug muss die Angebotsfrist ausreichend sein (§ 57 Abs 1 BVergG). Weiters müssen gemäß § 111 Abs 3 BVergG den Bietern die Kosten für ausschreibungsgemäße Angebote ersetzt werden, wenn „besondere Ausarbeitungen“ verlangt werden.
- Bei funktionaler Leistungsbeschreibung in einem Verhandlungsverfahren dürfen zu Beginn noch Lücken und Unschärfen enthalten sein, die erst im Zuge des Verhandlungsverfahrens beseitigt werden; auch für die Angebote gibt es in § 109 Abs 5 BVergG eine entsprechende Einschränkung.
- § 97 BVergG legt detailliert fest, was in einem konstruktiven Leistungsverzeichnis beschrieben werden muss. Für die funktionale Leistungsbeschreibung sind in § 96 Abs 3 bis 6 BVergG nur Grundsätze festgelegt.
- Gemäß § 109 BVergG muss bei funktionaler Leistungsbeschreibung der Bieter ein Leistungsverzeichnis mit Mengen und Preisen sowie sonstige Erläuterungen erstellen, damit sein Angebot auf Vollständigkeit und Plausibilität geprüft werden kann.

### **Vertragsrechtliche Unterschiede**

Der (künftige) Auftragnehmer trägt bei funktionaler Leistungsbeschreibung das Risiko für die Richtigkeit der von ihm selbst ermittelten Mengen (§ 109 Abs 3 BVergG).

## 4 Definition der unterschiedlichen Unternehmungsformen

Aus den „Eigenheiten“ der funktionalen Leistungsbeschreibung, die einen Teil der Planungsleistung dem (künftigen) Auftragnehmer überlässt, folgt auch, dass die ÖNorm B 2110 entsprechend zu verändern bzw. zu ergänzen ist, da sie nur für Bauleistungen konzipiert ist, nicht aber für Planungsleistungen. Weiters trägt der (künftige) Auftragnehmer regelmäßig das Vollständigkeits- und Funktionsrisiko für die Erreichung der funktional beschriebenen Ziele (dass dies nicht nur zulässig, sondern auch eine logische Folge aus der funktionalen Leistungsbeschreibung ist, hat die Judikatur zuletzt ausdrücklich bestätigt: BVwG 26. 3. 2015, W187 2017416-2/26E). Im zuvor erwähnten Beispiel kann er sich daher, wenn die Mauer nicht die festgelegte Funktion erfüllt, nicht darauf ausreden, dass das selbst gewählte Baumaterial nicht geeignet oder die selbst gewählte Methode der Errichtung falsch war; und er kann nicht Mehrkosten für den Mörtel zwischen den Ziegeln verlangen, wenn er vergessen hat, diesen zu kalkulieren (anders als bei der konstruktiven Leistungsbeschreibung, wenn der Auftraggeber vergessen hat, den Mörtel auszuschreiben).

### 4.1.5 Subunternehmer

Ein Subunternehmen erbringt aufgrund eines Werk- oder Dienstvertrages im Auftrag eines anderen Unternehmens einen Teil oder die gesamte vom Hauptunternehmen gegenüber dessen Auftraggeber geschuldete Leistung. Das Subunternehmen ist rechtlich selbständig und in der Art und Weise, wie es seinen Vertrag erfüllt, frei. Laut § 73 BVerG kann ein Bieter seine Subauftragnehmer frei wählen, sofern keine besonderen Festlegungen betreffend Subunternehmerleistungen gemäß § 74 getroffen wurden. Vom Bieter darf insbesondere nicht verlangt werden, potenzielle Subauftragnehmer aus Gründen der Staatsangehörigkeit zu diskriminieren.

## 4.2 Totalunternehmerprojekte vs. Generalunternehmerprojekte

### 4.2.1 Totalunternehmerprojekte

Der Totalunternehmer ist ein Bauunternehmer, der bei der Errichtung eines Bauwerkes neben der Bauausführung auch Planungsleistungen erbringt. Der Umfang der

## 4 Definition der unterschiedlichen Unternehmungsformen

Planungsleistungen schwankt. In jedem Fall hat der Totalunternehmer die Ausführungsplanung (Werkplanung) zu erbringen, teilweise führt er auch die Entwurfs- und Genehmigungsplanung aus. Er übernimmt also im Gegensatz zum Generalunternehmer auch Planungsaufgaben, die ansonsten von direkt vom Bauherrn beauftragten Planern (Ingenieure und Architekten) erledigt werden. Er trägt die Gesamtverantwortung für die Planung und Ausführung des Baus.

### 4.2.1.1 Prozessdarstellung Totalunternehmer

In ausführenden Unternehmen gibt es seit einiger Zeit die strategische Überlegung, eigene Planungsbüros aufzubauen, da Building Information Modeling innerbetrieblich derzeit noch um einiges einfacher umzusetzen ist. Das fördert über längere Sicht, die Entstehung von Totalunternehmern, die in Ihrem Leistungsspektrum, sowohl die Planung als auch die Ausführung anbieten.

Bei den Planungsleistungen gibt es verschiedene Umfänge und je nach Zeitpunkt der Totalübernahme eines Projekts, fallen verschiedene Planungsleistungen an. In den meisten Fällen erbringt der Totalunternehmer die Ausführungsplanung, also ab Leistungsphase 4, es kann aber auch vorkommen, dass frühere Leistungsphasen erbracht werden, beispielsweise ab der Entwurfs- oder Genehmigungsplanung. Der Unterschied zum Generalunternehmer besteht also in den Planungsleistungen, die sonst vom Bauherrn an externe Planer vergeben werden.

Der Bauherr hat somit einen Ansprechpartner für den kompletten Ablauf seines Bauvorhabens und die Gesamtverantwortung über die Planung und Ausführung liegt in den Händen des Totalunternehmers.

### 4.2.1.2 BIM Anwendung im Bereich Totalunternehmerprojekte

Bei einem Totalunternehmerprojekt liegt die Planung im Bereich des Bauausführenden Unternehmen. Das heißt alle Schritte werden in einer Firma abgehandelt vom Entwurf bis zur Ausführung. Im Folgenden wird eine typische Projektkonstellation eines Totalunternehmerprojekts dargestellt.

#### 4 Definition der unterschiedlichen Unternehmungsformen

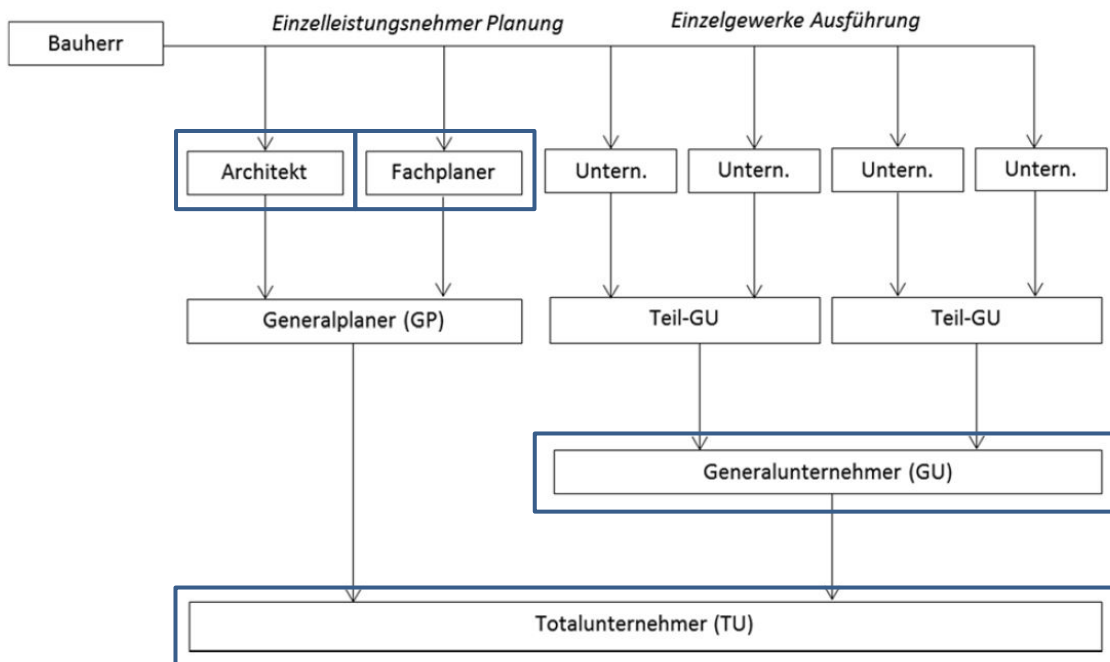


Abbildung 4-2 – Unternehmungsform Totalunternehmer (Geier, 2017)

Sobald eine Firma die Durchführung von Totalunternehmerprojekte anbietet, gibt es dort mit großer Wahrscheinlichkeit, Fachabteilungen in den Disziplinen Architektur, Statik, Bauphysik und Bauvorbereitung. Mit Hilfe eines BIM Workflows können alle Abteilungen an einem gemeinsamen Projekt, sowie auch Datenmodell arbeiten. Die Möglichkeiten sind vielfältig und kommen auf die Anforderungen sowie die Größe des beauftragten Projekts an. Durch einen BIM Manager können die Disziplinen miteinander koordiniert werden. Er kümmert sich um die Programmlandschaft, um mögliche Versionen der Vorlagen, Bauteile, Parameter, Contents, Familien, etc. In den Disziplinen Architektur, Statik, Bauphysik gibt es jeweils einen BIM Koordinator und unter Ihnen BIM Konstrukteure. Die Inhaber dieser Rollen erstellen Daten in Form von Modellen, Zeichnungen und Dokumenten unter Einhaltung der BIM Standards. Bei Fragen und Anforderungen ist der erste Ansprechpartner der BIM Koordinator des Projekts in der jeweiligen Disziplin und der BIM Manager als Gesamtverantwortlicher für die Koordinierung zwischen Planungs-, Bauausführungsteam und dem Auftraggeber.



## 4 Definition der unterschiedlichen Unternehmungsformen

Der mögliche Aufbau eines BIM Modells könnte zum Beispiel aus mehreren Teilmodellen bestehen, die in einem Gesamtmodell verknüpft werden. Durch Bearbeitungsbereiche können Elemente für User aus den einzelnen Disziplinen zur Bearbeitung freigegeben oder gesperrt werden. Durch zentral verwaltete und auf einem Server Abgelegte Modelle können mehrere User gleichzeitig an dem Projekt arbeiten und jede Änderung wird automatisch im Modell synchronisiert.

### **BIM Execution Plan**

Der BIM Execution Plan (BEP), im Deutschen auch BIM Ausführungs Plan (BAP), ist eine projektbezogene Zusammenfassung aller Aktivitäten der Projektbeteiligten in Bezug auf BIM. Diese Organisationsregeln sollen die Zusammenarbeit der Projektbeteiligten ordnen und damit die laufende Projektarbeit vereinfachen.

Festgelegt sind u.a.:

- Projektstrukturen
- Aufgaben und Verantwortlichkeiten
- Prozesse und Anforderungen an die Kollaboration der einzelnen Beteiligten
- ein einheitliches Koordinations- und Kommunikationswesen.

Der BAP ist immer in Verbindung mit dem projektspezifischen Organisations- und Projekthandbuch zu lesen und gilt für alle Projektbeteiligten.

Bereits zum Projektstart sollte der BAP den Projektteilnehmern zur Verfügung stehen. Im Weiteren Projektverlauf werden die Anforderungen weiterentwickelt und optimiert, sodass das Erreichen der Projektziele gewährleistet werden kann.

Der Einsatz solcher Methoden bei Totalunternehmerprojekten hat sich branchenweit schon sehr gut etabliert. Der Vorteil liegt darin, dass die Schnittstellenthematik verschwindend gering ist, da mit einer CAD-Software gezeichnet wird und der Datenaustausch innerhalb einer Firma kaum Probleme verursacht.

## 4 Definition der unterschiedlichen Unternehmungsformen

### 4.2.2 Generalunternehmerprojekte

Bei einem Generalunternehmerprojekt beauftragt der Bauträger die Planung und Ausführung an zwei unterschiedliche Anbieter. Die Planung kann dabei auch auf die Fachdisziplinen aufgeteilt sein. Die Ausführung wird von einem Generalunternehmer oder Generalübernehmer durchgeführt. Er kümmert sich um die Koordination der Disziplinen und führt die Arbeiten entweder mit eigenem Personal oder mit Subunternehmern durch. Des Weiteren kümmert er sich um die Organisation der Baustelle und des Bauablaufs und überwacht die Durchführung sowie die Einhaltung der Sicherheitsbestimmungen.

#### 4.2.2.1 Prozessdarstellung Generalunternehmer

Ein Generalunternehmer übernimmt ein Projekt nach der Planung und kümmert sich um die Bauausführung. Der Bauträger beauftragt externe Planer mit der Planung seines Bauvorhabens. Dabei gibt es die Möglichkeit wie in Abbildung 4-3 dargestellt, einen Generalplaner zu beauftragen, der alle Disziplinen vereint, oder einzelne Planer beauftragt. Nach der erfolgreichen Einreichung des Bauvorhabens, kann er sein Projekt in verschiedenen Verfahren zur Bewerbung für Generalunternehmer freigeben.

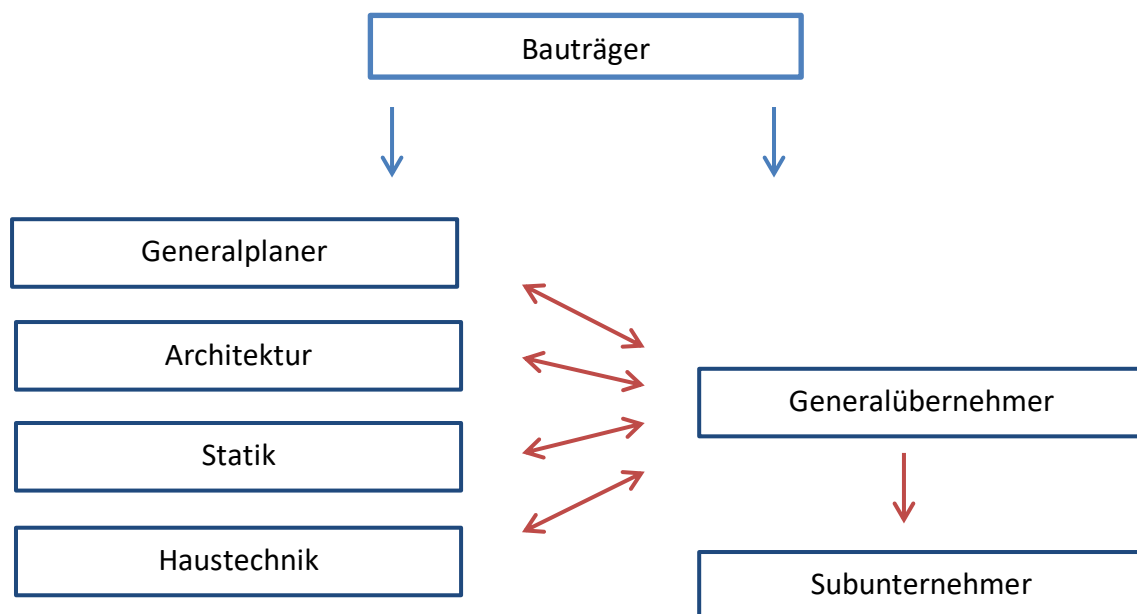


Abbildung 4-3 – Prozessdarstellung Generalunternehmer

#### 4 Definition der unterschiedlichen Unternehmungsformen

Nach der Bearbeitung des Angebots und dem erfolgreichen Zuschlag für das Projekt, wird mit der Fertigungsplanung gestartet. Dabei werden Schalungs- und Bewehrungspläne auf Grundlage der Ausführungsplanung eines Externen Architekten oder Ingenieurs erstellt. Die Fertigung der Ausführungspläne erfolgt entweder mit eigenen Kapazitäten oder mit spezialisierten Fachunternehmern.

Ein Generalübernehmer beschäftigt üblicherweise keine eigenen Handwerker, sondern beauftragt für die einzelnen Disziplinen Subunternehmer. Generalunternehmer erledigen den Großteil des Auftrags mit eigenen Arbeitern und vergeben nur einzelne Gewerke an Subunternehmer.

Der große Vorteil für den Bauherrn bei Generalübernehmern besteht darin, dass er für die gesamte Bauausführung nur einen Bauvertrag benötigt, in dem alle ausführungsrelevanten Leistungen abgedeckt sind. Durch einen einzigen Ansprechpartner entfallen besondere Koordinationsaufgaben und Termine und Preise können fest vereinbart werden.

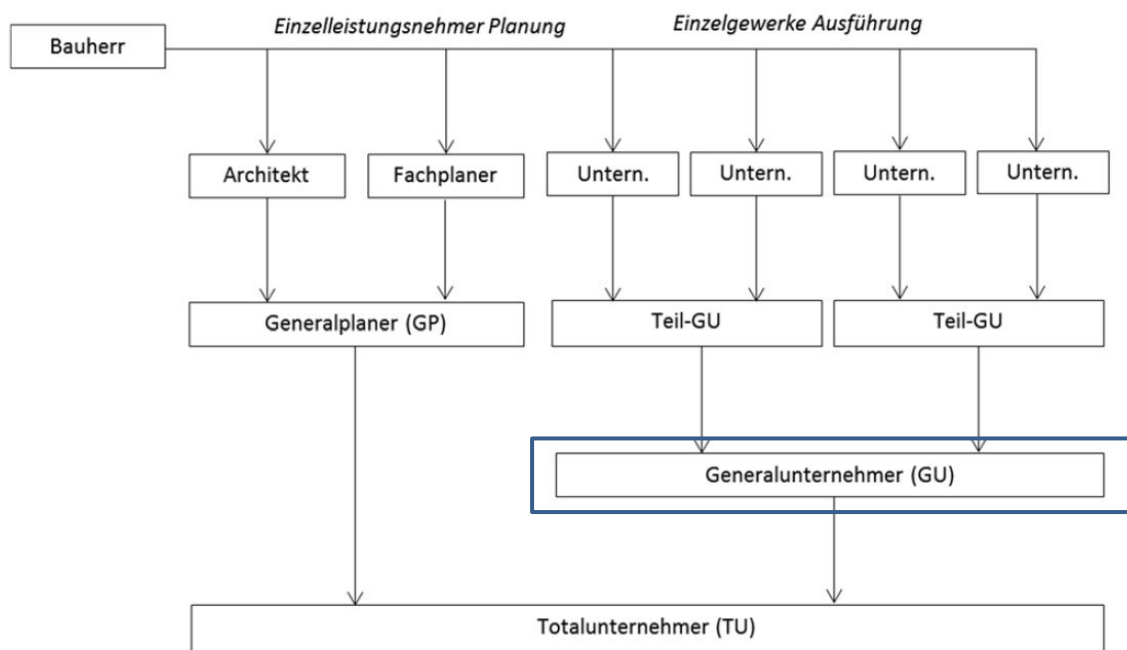


Abbildung 4-4 – Unternehmungsform Generalunternehmer (Geier, 2017)

## 4 Definition der unterschiedlichen Unternehmungsformen

### 4.2.2.2 BIM Anwendung im Bereich Generalunternehmerprojekte

Die Schnittstellenproblematik zwischen den verschiedenen Softwareprogrammen und der nicht vorhandenen einheitlichen Modellierqualität, führen dazu, dass Bauunternehmen für Angebote ihre eigenen Massenmodelle aufziehen müssen um eine Strukturierung der Massen nach ihren eigenen Standards zu erhalten. Bei den Planern besteht die Angst, dass durch die Weitergabe von nativen Dateiformaten, ihre Bürostandards reproduziert werden könnten. Die ausführenden Unternehmen erhalten derzeit, daher nur in vereinzelt Fällen brauchbare Gebäudemodelle für die Mengenermittlung.

Im Folgenden wird ein beispielhafter Generalunternehmerprozess mit BIM Unterstützung dargestellt. Soll für ein Projekt eine Massenermittlung erfolgen, so wird in den meisten Fällen ein eigenes Kalkulationsmodell erstellt. Das BIM Modell beinhaltet die Hauptgewerke des Modells die in etwa 80% der Kosten ausmachen. Diese Modelle bilden keineswegs den aktuellen Stand der Möglichkeiten im Bereich Baudatenmodellierung ab, können aber dank eines standardisierten Ablaufs, schnell zur Mengen- und Preisbildung angewendet werden. Einer der wichtigsten Punkte ist die schnelle Bearbeitung und Ermittlung der Massen für eine zeitnahe Ausschreibung der Gewerke.

## 5. Einleitung in das Hauptthema

### 5.1 Definition der Forschungsziele

Das Ziel dieser Arbeit ist es anhand einer empirischen Untersuchung den Umgang eines großen Bauunternehmens mit digitalen Gebäudemodellen zu untersuchen und anschließend mögliche Optimierungsvorschläge bezüglich der Effizienz in den Arbeitsweisen aufzuzeigen.

Die Forschungsfragen dieser Arbeit können wie folgt definiert werden:

- (1) In welchen Prozessphasen zwischen Kalkulation und Ausführung können BIM Modelle einen Mehrwert bringen?
- (2) Wie können diese neuen Technologien in die gegebenen Arbeitsabläufe implementiert werden?
- (3) Müssen Arbeitsabläufe und Rahmenbedingungen mit neuen Technologien möglicherweise neu gedacht werden?

### 5.2 Forschungsmethodik

Um adäquat auf die Forschungsfragen einzugehen, wird im ersten Teil der Arbeit mit einer Grundlagenforschung der aktuelle Stand der Technik im Bereich Digitalisierung und dem durchgängigen Umgang mit Gebäudedatenmodellen analysiert. Der Forschungsteil dieser Arbeit wird als Vergleichende Fallstudie ausgeführt in der der herkömmliche Prozess von Kalkulation bis Ausführung analysiert wird und mit den Erfahrungswerten und Ergebnissen eines Pilotprojekts im Bereich BIM verglichen wird. Als Grundlage der Forschung werden Experteninterviews sowie Beobachtungen und eigene Erfahrungswerte aus meiner Position als Technischer Entwickler im Bereich Building Information Modeling in die Arbeit einfließen. Die Innovationsbereitschaft bei dem Konzern kann in der Branche als sehr hoch eingestuft werden, der Bereich der durchgängigen Verwendung von

## 5 Einleitung in das Hauptthema

Gebäudedatenmodellen kann aber, wie in der gesamten Branche noch als Entwicklungsgebiet gesehen werden. Das Ergebnis der Diplomarbeit soll als eine Art Leitfaden für den Umgang mit Gebäudedatenmodellen in großen Konzernen dienen.

### Vergleichende Fallstudie:

Die Fallstudie bezieht sich auf den Vergleich zwischen der herkömmlichen Arbeitsweise von Kalkulation bis Ausführung und den Ergebnissen eines Pilotprojekts im Bereich BIM. Beim Projekt handelt es sich um ein Bauvorhaben, das als Pilotprojekt gewählt wurde um den Umgang mit BIM Modellen in den einzelnen Phasen zu analysieren.

Die Anforderungen der Arbeitsweisen sollen in die Systeme überführt werden und weitestgehend mittels digitaler Werkzeuge abgebildet werden. Die daraus resultierenden Ergebnisse an Anforderungen bzw. neue Workflows sollen eine künftige Methode definieren, mit der Bauprojekte mittels BIM in den Bereichen Kalkulation und Ausführung effizient abgewickelt werden können.

### Experteninterviews:

Mittels Experteninterviews sollen gezielt Arbeitsweisen analysiert werden damit man die notwendigen Schritte definieren kann, um die Methoden in die Digitale Welt zu überführen. Durchgeführte Interviews betreffen die Bereiche Akquisition, Kalkulation und Ausführung. Weiters sollen aus den eigenen Beobachtungen Probleme in den Abläufen und Anwendungen der Technologien festgestellt und dementsprechende Verbesserungspotenziale aufgezeigt werden.

### Untersuchungen und Evaluierung:

In Folge werden die Arbeitsweisen verglichen und mögliche Verbesserungen in den Arbeitsabläufen dargestellt werden. Eine Synthese aus bestehenden effizienten Abläufen und digitalisierter Möglichkeiten soll einen neuen Workflow im Umgang mit Gebäudedatenmodellen generieren. Daraus werden Optimierungen für den Umgang mit Projekten die mit BIM Modellen unterstützt werden sollen, generiert.

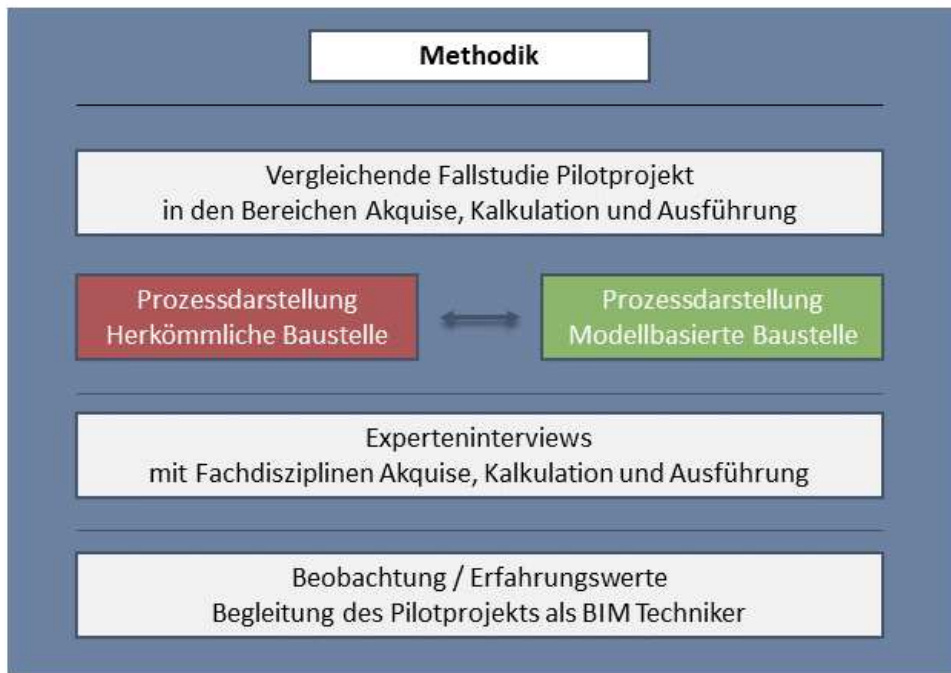


Abbildung 5-1 – Forschungsdesign Methodik

Im Forschungsteil der Arbeit ist der eigentliche Kern der Diplomarbeit und bildet die gewonnen Erkenntnisse aus der Praxis ab. Verbunden mit Experteninterviews und eigenen Erfahrungen im Umgang mit Gebäudedatenmodellen wird hier der aktuelle Stand im Umgang mit BIM Modellen dargestellt. In Folge dessen werden Punkte definiert die den durchgängigen Einsatz von Gebäudedatenmodellen effizienter machen. Vorerst wird in der vergleichenden Fallstudie der Prozess eines herkömmlichen „analogen“ Bauprojekts erläutert. Folgend wird der Prozess im Pilotprojekt modellbasierte Baustelle beschrieben. Bei den Interviews wurden Experten aus den einzelnen Phasen gezielt zu der Fallstudie und zum Einsatz von digitalen Gebäudedatenmodellen befragt. Im Kapitel Untersuchungen und Bewertungen erfolgt eine Evaluierung der Fallstudie sowie der Interviews, inklusive Empfehlungen für einen effizienteren Einsatz der Arbeitsweisen. Ein Zukunftsausblick inklusive Conclusio runden die Arbeit ab.

## 6. Vergleichende Fallstudie – Herkömmliche vs. Modellbasierte Baustelle

Im Hauptteil der Diplomarbeit geht es um die durchgängige Anwendung eines Building Information Model von der Kalkulationsphase bis zur Ausführungsphase. Dabei wird die herkömmliche Bearbeitung eines Projekts mit einem Pilotprojekt im Bereich Building Information Modeling verglichen.

Im ersten Teil wird ein typischer Prozess der herkömmlichen Bearbeitung eines Generalunternehmerprojekts dargestellt. Dabei werden die Phasen Akquise und Kostenschätzung, Kalkulation, Angebot und Auftrag, Bauvorbereitung, sowie die Ausführung genauer beschrieben.

Im zweiten Teil wird der Prozess des Pilotprojekts Modellbasierte Baustelle dargestellt. Dabei geht es im Speziellen um die Bereiche Kalkulation, Vorbereitung des Kalkulationsmodells für die Baustelle und die Modellverwendung in den Phasen Ausschreibung, Vergabe und Abrechnung.

Durch die Prozessanalyse und Optimierung soll ein Standard Workflow generiert werden, der die Verwendung von BIM Modellen in Baufirmen effizienter gestaltet.

### 6.1 Prozessstruktur Herkömmliche Baustelle

In diesem Kapitel wird der beispielhafte, klassische Prozessablauf eines Bauvorhabens abgebildet wie er aktuell bei einem Generalunternehmer aussieht. Im darauffolgenden Kapitel wird der Prozess des Pilotprojekts Modellbasierte Baustelle mit Schwerpunkt durchgängige Verwendung eines BIM Modells analysiert und schließlich die daraus gewonnenen Erkenntnisse zu einem Leitfaden zusammengefasst.



## 6 Vergleichende Fallstudie – Herkömmliche vs. Modellbasierte Baustelle

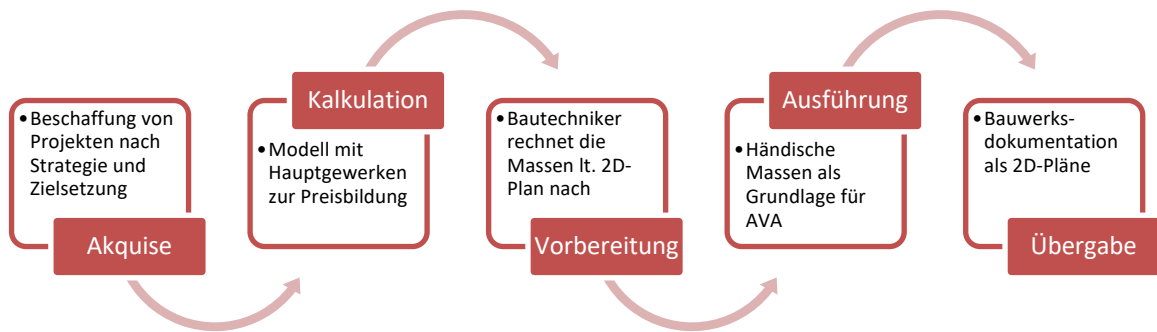


Abbildung 6-1 – Prozess Herkömmliche Baustelle

In Abbildung 6-1 ist der typische Prozessablauf dargestellt mit den Phasen Akquise, Kalkulation, Bauvorbereitung und Ausführung bis zur Übergabe. Im Folgenden werden die einzelnen Phasen genauer Erläutert und der aktuelle Prozess abgebildet.

### 6.1.1 Akquise und Kostenschätzung

Durch Kontaktgespräche und Marktbeobachtung werden Informationen über Bauprojekte eingeholt, die in Abstimmung mit der Strategie und Zielsetzung bewertet und bearbeitet werden. (Baufirma, AG, 2018) Durch eine Vorprüfung, werden kritische Bestimmungen geklärt und das Projekt wird von technischer, kaufmännischer und rechtlicher Seite geprüft. Auch Umweltaspekte, Energieeffizienz, Arbeitnehmerschutz und die Bonität werden zur Beurteilung herangezogen.

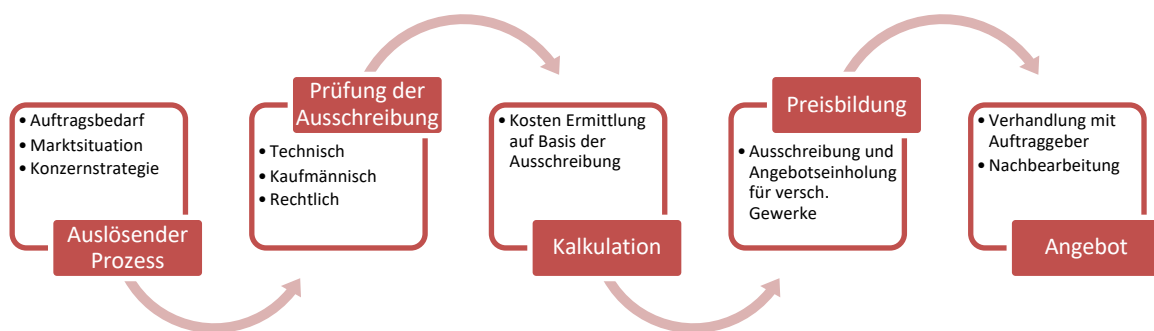


Abbildung 6-2 – Akquise Prozess (Baufirma, AG, 2018)

In Folge werden die bereitgestellten Unterlagen aus Technischer, Kaufmännischer und Rechtlicher Sicht vom Ergebnisverantwortlichen geprüft. Bei Positiver Einschätzung, wird die Kalkulationsabteilung mit einer genaueren Kostenermittlung beauftragt. Ein Kalkulant wird in der Regel von ein bis zwei Technikern bei der Preisbildung unterstützt. Mit der Kalkulation kann ein Angebot gelegt werden und die Verhandlungen mit dem Bauherrn können starten. In der Verhandlungsphase werden ebenfalls Variantenbeispiele und Einsparungsmöglichkeiten mit dem Bauherrn gemeinsam abgestimmt.

### 6.1.2 Kalkulation, Angebot und Auftrag

Die Kalkulation ist die Berechnung voraussichtlicher Preise vor der Leistungserbringung. Die richtige Bezeichnung für einen solcherart errechneten Kostenvoranschlag ist somit auch Vorkalkulation oder Angebotskalkulation. In der Kalkulationsphase oder Angebotsphase wird das Bauvorhaben nach ökonomischen Aspekten bewertet.

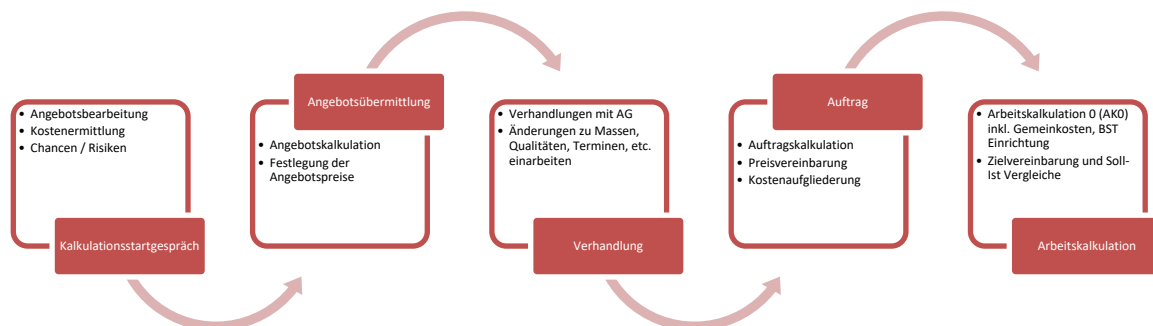


Abbildung 6-3 – Kalkulationsprozess in Angebots- und Ausführungsphase (Baufirma, AG, 2018)

Mittels eines Kalkulationsstartgesprächs wird die Kostenermittlung eingeleitet, als Basis dafür dienen die Ausschreibungsunterlagen des Projekts. Der Kalkulant trifft angebotsspezifische Entscheidungen und teilt diese seinen Technikern mit.

In der Kostenermittlung erstellt der Kalkulant mit seinen Technikern eine Nullkalkulation. Preisbildende Maßnahmen, Umlagen, Kostenverschiebungen und Massen fließen in die Beurteilung von Chancen und Risiken ein und dienen dem Gruppenleiter als Beurteilungsgrundlage. Der aus der Angebotskalkulation entstehende Angebotspreis wird dem Auftraggeber übermittelt. Aktuell werden für die Mengenermittlung

Kalkulationsmodelle mithilfe von CAD Software erstellt, jedoch werden diese Modelle bis jetzt noch nicht durchgehend auf den beauftragten Baustellen weiterverwendet. Mit den ermittelten Massen werden unter Berücksichtigung von geschäftspolitischen Kriterien vom Kalkulanten am Markt Preise angefragt und die Kosten gebildet. Die Chancen und Wagnisse werden mittels einer Risikoanalyse abgewogen und schließlich wird ein Angebot erstellt.

In den folgenden Verhandlungen mit dem Auftraggeber wird das Angebot durch etwaige Änderungen der Massen, Qualitäten oder Termine weiter geschärft, bis es zu einem Abschluss der Verhandlungen kommt und die Baufirma mit dem Projekt beauftragt wird.

Im nächsten Schritt werden mit dem Auftraggeber vertraglich vereinbarte Preise, sowie die erforderliche Kostenaufgliederung der Preise erstellt. Diese werden in der Auftragskalkulation eingearbeitet, die auch als Grundlage für Nachträge/Claims dient.

Schließlich wird auf Basis der Auftragskalkulation durch das Hinzufügen der Gemeinkosten, Baustelleneinrichtungen, Massenrisiko, sowie Zuschläge oder Regien die Arbeitskalkulation Plan (0) erstellt (AK0). Auf dieser Grundlage kann eine Zielvereinbarung zwischen Ergebnisverantwortlichem und Bauleiter/Projektleiter für das Bauvorhaben festgelegt werden.

### **Preiszusammenstellung Kalkulation**

Kalkulationsansätze umfassen die Stammdaten der Kalkulation als universell verwertbare Wissens- und Erfahrungsdaten für die Kalkulation bzw. Preisermittlung. Die Einzelkosten der Teilleistungen (EKT) umfassen den wichtigsten Kostenkomplex eines kalkulierten Einheitspreises (EP) für eine Leistungsposition einer Ausschreibung im Leistungsverzeichnis (LV). Sie bilden das Mengen-Wert-Gerüst der Kalkulation. Jeder Kostenansatz für eine Leistungsposition errechnet sich als Produkt aus einem:

- Mengen- bzw. Zeitansatz (z. B. Arbeitszeitaufwand in Stunden, Mengen der Baustoffe, Einsatzstunden für Baumaschinen u. a.) und dem

## 6 Vergleichende Fallstudie – Herkömmliche vs. Modellbasierte Baustelle

- Wertansatz (z. B. Kalkulationslohn je Stunde, Materialpreis je Bedarfsmengeneinheit, Vorhaltekosten oder Gerätemiete für eine Baumaschinenstunde u. a.).

Die Mengen- und Zeitansätze sowie Wertansätze stellen die primären Stammdaten dar. Hinzu kommen noch die Zuschlags- bzw. Verrechnungssätze sowie ggf. Umlagen für die Berücksichtigung der Gemeinkosten (Baustellengemeinkosten (BGK) und Allgemeine Geschäftskosten (AGK)) sowie von Wagnis und Gewinn (W&G) für die Ermittlung des Einheitspreises insgesamt.

Die Kalkulationsansätze sollten betriebsindividuell bestimmt, festgelegt und gepflegt werden. Grundlagen dafür liefern:

- Erfahrungswerte aus früheren Angeboten und ausgeführten Bauaufträgen, besonders zum Zeitansatz für den Arbeitsaufwand
- Erkenntnisse aus Soll-Ist-Vergleichen und Nachkalkulationen, besonders bei Verlustbaustellen
- Einstandspreise der Baustoffe, Hilfs- und Betriebsstoffe von unterschiedlichen Lieferanten und selbstbeobachtete Marktpreise
- Angaben aus der Baugeräteliste (BGL 2015) zu Vorhaltekosten sowie Mieten für Baumaschinen und Geräte
- betriebswirtschaftliche Aussagen aus der betrieblichen Kosten- und Leistungsrechnung (KLR-Bau), insbesondere für die Vorbestimmung von Zuschlagsätzen für die Gemeinkosten (BGK, AGK)
- selbstkalkulierte Festpreise für ein schnelles Kalkulieren
- fremde Richtwerte aus Katalogen zu Arbeitszeit-Richtwerten (AR), Baupreiskataloge, Produktinformationen, Lohntarifverträge, Verbandsinformationen u. a.

Die Kalkulationsansätze sind bei einem vorgelegten Angebot in wesentlichem Maße auch aus den ergänzenden Formblättern Preise (EFB-Preis) 221 bis 223 nach Vergabe- und Vertragshandbuch (VHB-Bund, Ausgabe 2017) ersichtlich, soweit diese Formblätter vom

## 6 Vergleichende Fallstudie – Herkömmliche vs. Modellbasierte Baustelle

Bieter mit Abgabe des Angebots verlangt werden oder innerhalb von 6 Kalendertagen nach Aufforderung der Vergabestelle nachzureichen sind.

Der Auftraggeber kann auch eine Urkalkulation, gewissermaßen als Offenlegung über die Kalkulationsansätze für die Preisermittlung der vertraglichen Bauleistung verlangen. Aus der Urkalkulation sind die Kalkulationsansätze sowohl im Einzelnen für die Leistungspositionen als auch für die Gesamtbeträge je Leistungsposition im LV und für die Angebotsendsumme ersichtlich.

Die für ein Angebot zugrunde gelegten Kalkulationsansätze sind gleichfalls anzusetzen, wenn beispielsweise bei Nachträgen vertragliche Einheitspreise geändert oder neue Einheitspreise vereinbart werden sollen. Bleibt die Preisermittlung für den Auftraggeber nicht nachvollziehbar, so sind die Ansätze auf der Grundlage der Vertragspreise besonders sorgfältig zu prüfen. (f:data GmbH, 2019)

### 6.1.3 Bauvorbereitung

Kommt es zu einem Zuschlag und das Projekt wird beauftragt, wurde bis dato ein operatives Baustellen Team damit beauftragt, die aus der Kalkulation ermittelten Massen zu prüfen, Änderungen einzuarbeiten und mit den Ausschreibungen zu starten. Normalerweise wird ab diesem Zeitpunkt kein BIM Modell mehr weiterverwendet und die Daten werden archiviert.

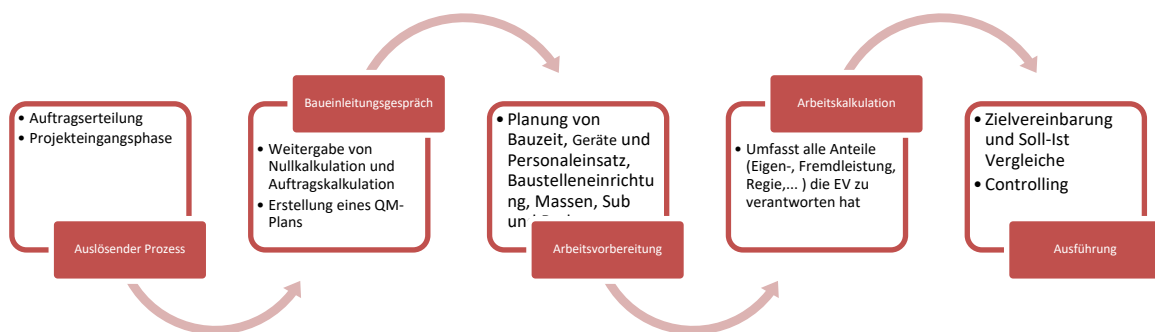


Abbildung 6-4 – Bauvorbereitung Prozess (Baufirma, AG, 2018)

## 6 Vergleichende Fallstudie – Herkömmliche vs. Modellbasierte Baustelle

In der Baueinleitung wird der Qualitätsmanagement-Plan (QM-Plan) initiiert und in Kraft gesetzt. Dazu dient das Baueinleitungsgespräch, in dem alle Unterlagen und Informationen, die zur Realisierung der Kundenforderungen unter Berücksichtigung der Unternehmenspolitik notwendig sind, übergeben und festgelegt werden.

Großteils werden die Bauvorbereitungsmaßnahmen vom Bauleitungsteam geplant. Dazu gehören:

- Berechnen von Schalungsmengen und sich daraus ergebende Vorhaltemengen an Schalungsmaterial
- Einteilung der Taktansätze für die Betonagen
- Die Auswahl der Bausysteme bei Schalung, Betoneinbringung, Unterstellungen, etc.
- Die Einteilung der Betonierabschnitte
- Die Bauzeitplanung für die einzelnen Gewerke

### 6.1.4 Ausführung

Im Folgenden wird auf den Prozess der Ausführung eingegangen und mit kurzen Erläuterungen die Aufgaben in den einzelnen Phasen beschrieben.

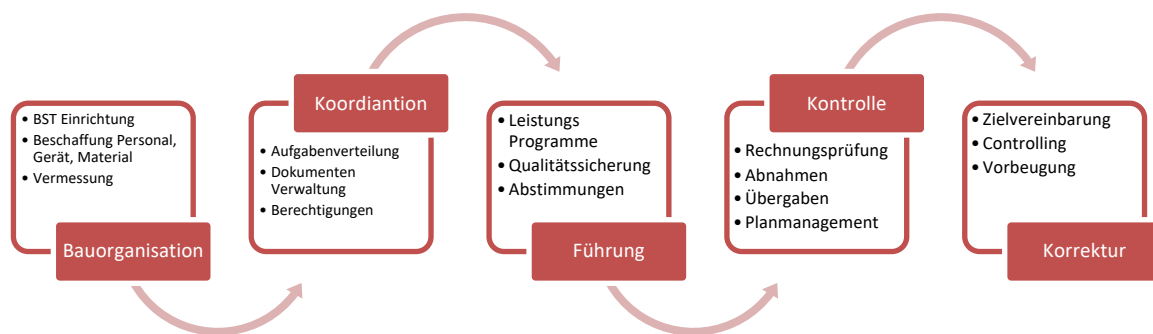


Abbildung 6-5 – Prozess Ausführung (Baufirma, AG, 2018)

Vor Baubeginn ist der Ist-Zustand des Baugeländes sowie der angrenzenden Gebäude bzw. Grundstücke zu dokumentieren (Fotos, Protokolle, Beweissicherung durch Sachverständige etc.), wenn dies vertraglich und/oder im Bauleitungsgespräch

## 6 Vergleichende Fallstudie – Herkömmliche vs. Modellbasierte Baustelle

festgelegt ist bzw. wenn die Beweissicherung vom Bauleiter aufgrund der örtlichen Differenzen im Vergleich zur Planung veranlasst wird. Während der Bauausführung sind Abweichungen zu dokumentieren.

Die Baustelleneinrichtung erfolgt gemäß des in der Bauvorbereitungsphase erarbeiteten Baustelleneinrichtungsplanes. Zur Baustelleneinrichtung zählen insbesondere der Auf- und Abbau von Geräten und Anlagen sowie die Versorgung der Baustelle mit Strom, Wasser, Telefon etc.

Im Bauablaufplan werden die Ressourcen Personal, Geräte sowie Material geplant. Zur Sicherung der Zielvorgabe werden während der gesamten Bauausführung laufend SOLL-IST Vergleiche in technischer terminlicher, und wirtschaftlicher Hinsicht durchgeführt.

Im speziellen sind monatlich SOLL-IST Vergleiche für folgende Bereiche durchzuführen und zu dokumentieren.

- Massen
- Stunden
- Mittellohn/-preis
- Fremdleistungen
- Umweltschutz
- Termine
- Qualität
- Aufwand / Erlös
- Arbeitnehmerschutz

Zu überprüfen sind sämtliche Eingangsrechnungen hinsichtlich Menge und Preis im Vergleich mit der Bestellung/Lieferung. Die Abnahme/Endübergabe von Teilleistungen bzw. Übernahme von Vorleistungen für Subunternehmer bzw. Professionisten ist in Protokollen bzw. Bautagesberichten zu dokumentieren und gegenzuzeichnen. Eine eventuelle Mängelliste mit Angabe der Behebungsfrist ist beizulegen.

In der Bauausführungsphase gibt es regelmäßige Besprechungen, die im Folgenden in Tabelle 1 dargestellt sind.

**Besprechungsarten**

	<b>Projektteamsitzung</b>	<b>Baubesprechung</b>	<b>Planungsbesprechung</b>
<u>Teilnehmer:</u>	<p>Projektmanagement (Projektleitung, Projektsteuerung)</p> <p>Planungsteam (Generalplaner)</p> <p>Gutachter, nach Anforderung und Projektstand</p> <p>örtliche Bauaufsicht, nach Anforderung und Projektstand</p> <p>ev. ausführende Firmen, Generalunternehmer (nach Anforderung)</p> <p>Bauleitung</p>	<p>Bauleitung</p> <p>Baustellenkoordination ausführende Unternehmen (Generalunternehmer, sonstige)</p> <p>Generalplaner, nach Anforderung und Projektstand</p> <p>Projektmanagement (Projektleitung und Projektsteuerung) nach Anforderung und Projektstand</p> <p>Polier, nach Anforderung</p>	<p>Generalplaner (Planer Team)</p> <p>Behörden, nach Anforderung und Projektstand</p> <p>Projektmanagement (Projektleitung, Projektsteuerung), nach Anforderung und Projektstand</p> <p>Gutachter, nach Anforderung und Projektstand</p> <p>Bauleitung</p>
<u>Einladung:</u>	Projektsteuerung	Bauleitung	Projektsteuerung
<u>Leitung:</u>	Projektsteuerung	Bauleitung	Generalplaner
<u>Themen:</u>	<p>Inhaltliche Abstimmung der Planung</p> <p>Planfreigabe</p> <p>Termine mit Soll-/Ist-Vergleich</p> <p>Kosten Soll-/Ist-Vergleich</p> <p>Qualität Soll-/Ist-Vergleich</p> <p>Bemusterungen</p>	<p>Koordination der Aufgaben mit den ausführenden Unternehmern</p> <p>Festlegen und Soll-/Ist-Vergleich von Leistung, Kapazität</p> <p>Soll-/Ist-Vergleich von Kosten</p> <p>Soll-/Ist-Vergleich von Terminen</p> <p>Soll-/Ist-Vergleich von Qualitäten (Ausführungsqualitäten)</p>	<p>Koordination der Planungsvorgaben und -konzepte</p> <p>Aufbereitung von Entscheidungsgrundlagen für den Bauherrn</p> <p>Koordination und Abstimmung von Planung und Ausführung</p> <p>Termine</p> <p>Kosten</p> <p>Qualitäten</p>
<u>Protokoll:</u>	Projektsteuerung	Bauleitung	Generalplaner
<u>Termin:</u>	1 x pro Woche sowie anlassbezogen	1 x pro Woche	1 x pro Woche sowie anlassbezogen
<u>Ort:</u>	Besprechungszimmer - Baustelle bzw. nach Vereinbarung	Besprechungszimmer - Baustelle bzw. nach Vereinbarung	Besprechungszimmer - Baustelle bzw. nach Vereinbarung

Tabelle 1 - Besprechungsarten herkömmliches BVH



### 6.1.4.1 Ausschreibungsphase

In der Ausschreibungsphase werden die Gewerke einzeln an Subunternehmer ausgeschrieben. Dabei werden gewerkeweise Leistungsverzeichnisse erstellt die an Subunternehmer übermittelt werden. Die Subunternehmer schicken dann die mit ihren Preisen für die jeweiligen Positionen ausgefüllten Leistungsverzeichnisse retour.

Da zu diesem Zeitpunkt keine Aktualisierung des Modells auf die Ausschreibungsunterlagen mehr stattfindet, kommt es zur händischen Ermittlung der Massen auf Basis der Pläne und Unterlagen. Der Techniker ermittelt dafür anhand der Ausschreibungsunterlagen alle Massen mit den Plänen auf händische Art und Weise. Dafür werden ausgedruckte Pläne, sowie Planviewer verwendet, in denen Längen abgemessen werden.

Die Grundlage der Ausschreibungsphase bildet die Ausschreibungsplanung. Diese wird auf Basis der Genehmigungsplanung oder Einreichplanung erstellt und beinhaltet die nachstehenden Leistungen: (Heindl & Partner ZT GmbH, 2018)

- Leistungsbeschreibung auf der Grundlage der
  - LBH (Leistungsbeschreibung für den Hochbau)
  - RVS (Leistungsbeschreibung Straßenbau)
  - VOB-C (BRD)
- Technische Beschreibung (ÖNORM B 2110, VOB)
- Ausschreibungsplänen
- Terminplan (MS-Project)
- SIGE-Plan, Planungsphase
- Preisspiegel, Mitwirkung bei Vergabe

### 6.1.4.2 Vergabephase

In der Vergabephase kommt es zu einem Vergleich der eingegangenen Subunternehmer Angebote mit Hilfe von Preisspiegeln. Als Preisspiegel wird im Einkauf, einem Bestandteil der Beschaffungslogistik, die Zusammenstellung der Angebote verschiedener Lieferanten auf eine Anfrage bezeichnet. Der Preisspiegel sollte folgende Komponenten enthalten:

## 6 Vergleichende Fallstudie – Herkömmliche vs. Modellbasierte Baustelle

- Bezeichnung des Artikels
- Menge des angefragten Artikels
- eventuelle Positionsnummer/Leistungsgruppen in einem Leistungsverzeichnis
- Preis pro Stück für den angefragten Artikel des jeweiligen Anbieters
- Rabatte in Geld- und Güterform
- Skonto
- Bonus
- Gesamtsumme der jeweiligen Position bzw. Leistungsgruppe
- Vergabevorschlag des Einkäufers
- +/-Vergleich gegenüber der derzeitigen Einkaufspreis-Abweichung in Summe bzw. in Prozent
- Gültigkeit des Angebotes

Im Bauwesen, wo im Vergabeprozess die einzelnen Bieterangebote – zwecks Auftragserteilung – wirtschaftlich miteinander verglichen werden müssen, ist der Preisspiegel ein wichtiges Hilfsmittel. (Preisspiegel Wikipedia, 2014)

Das Werkzeug des händischen Preisspiegels wird zunehmend durch gängige AVA-Systeme wie iTWO abgelöst, womit sich verschiedene Preisspiegelvarianten automatisch erstellen lassen.

### 6.1.4.3 Baustellencontrolling

Kontrolle hat den Zweck zu überprüfen, inwieweit gesteckte oder geplante Ziele erreicht wurden. -> Rückwärts gerichtet

Controlling hat den Zweck zu überprüfen, inwieweit gesteckte oder geplante Ziele erreicht wurden und welche Maßnahmen noch gesetzt werden müssen, um die gesteckten Ziele zu erreichen. -> Vorwärts gerichtet

Der Controlling-Gedanke hat zum Ziel, wirtschaftliche und terminliche Vorgaben durch

- möglichst genaue Planung
- Steuerung der Abläufe

## 6 Vergleichende Fallstudie – Herkömmliche vs. Modellbasierte Baustelle

- Feststellung der Abweichungen anhand der Soll-Ist-Vergleiche und
- Ergreifen von Maßnahmen

zu erreichen bzw. diese zu übertreffen.

Die geplanten Ziele werden als SOLL-WERTE angegeben. Während der Ausführung entstehen die IST-WERTE und werden entsprechend erhoben.

Beim SOLL/IST-Vergleich kommt ein Führungsinstrument zum Tragen, das vor allem der Steuerung und Kontrolle dient. Dadurch ist es möglich, Abweichungen rechtzeitig zu erkennen und neue Zielsetzungen im baulichen Ablauf festzulegen. (Baufirma AG, 2016)

### **Mengen SOLL/IST-Vergleich**

Will man eine Überbürokratisierung der Baustelle vermeiden, ist dieser nur für wenige Hauptbaustoffe anwendbar, wie z.B. Beton, Mauerziegel, Baustahl etc. Die Mengen müssen geeignet aus Lieferscheinen und Rechnungen erfasst und ggf. mit dem Lagerstand abgegrenzt werden. Wenn man diese Ermittlung auf Hauptbaustoffe (3-5 Arten) beschränkt, stellt dies keine wesentliche Belastung für den Techniker und/oder Baukaufmann dar.

Besonders bei Pauschalaufträgen ist der Mengen-SOLL/IST-Vergleich der Hauptmassen in periodischen Abständen dringend erforderlich, um den Leistungsstand der Baustelle auf Plausibilität überprüfen und rechtzeitig Massenüberschreitungen erkennen zu können. Diese rechtzeitig zu erkennen ist umgekehrt für die korrekte Leistungsabgrenzung „überlebenswichtig“.

### **Intervalle für Mengen-SIV**

Der Mengen-Soll-Ist-Vergleich hat den Vorteil, dass er auf der Baustelle jederzeit abrufbar ist. Es empfiehlt sich daher z.B. bei Großbetonagen oder Betonierung größerer Decken oder Fundamente einen SOLL/IST-Vergleich unmittelbar nach Beendigung der Arbeiten durchzuführen (punktueller SOLL/IST-Vergleich). Ebenso kann bei der Schalung der Schalungsverbrauch für einzelne Bauabschnitte direkt festgestellt werden.

Für die verbrauchten Hauptbaustoffmengen sollte jedoch konsequent zumindest monatlich der Mengen-SIV während der gesamten Bauzeit gefahren werden. Zusätzlich können die Absolutwerte Soll und Ist in einer „Ganglinie“ bzw. Summenkurve ausgewertet und sehr übersichtlich und anschaulich dargestellt werden. Dies erleichtert die Interpretation und – wenn nötig – die Argumentation.

Weiters gibt es noch SOLL/IST-Vergleiche für Stunden, Kosten oder Kostenarten und Mittel- sowie Einzelkosten. Für die Beurteilung müssen möglichst alle zur Verfügung stehenden Controlling-Instrumente herangezogen werden. Damit werden gegenseitige Fehler und Unplausibilitäten aufgedeckt bzw. verhindert. Es muss das Prinzip der „Ganzheitlichkeit“ herrschen, d.h. es muss das gesamte Baugeschehen betrachtet werden. Das Herausgreifen von Teilleistungen birgt die Gefahr in sich, dass nicht alle Einflussgrößen (Kostenfaktoren) berücksichtigt werden. (Baufirma AG, 2016)

### 6.1.4.4 Abrechnungsphase

Der Begriff "Abrechnung" wird vielfältig verwendet, selbst unterschiedlich von Ingenieuren und Kaufleuten einerseits und zum anderen vom Bauherrn und bauausführenden Unternehmen. Letztere verstehen darunter primär die Rechnungslegung in Form der Vorlage von Rechnungen, beispielsweise der Schlussrechnung. Dagegen denken Polier und Bauleiter beim Bauunternehmer als Auftragnehmer bei der Abrechnung zuerst an das Aufmaß als Form der Mengenermittlung über die tatsächlich ausgeführten Bauleistungen. (f:data GmbH, 2019)

Die Abrechnung der Fremdleistungen erfolgt nach ÖNORM B2110 entweder:

- 1) nach den vereinbarten Preisen oder, falls solche nicht vereinbart wurden,
- 2) nach den vorgelegten Rechnungen zuzüglich des vereinbarten Gesamtzuschlages gemäß ÖNORM B 2061.

Die Mengenermittlung ist laut ÖNORM A2063 wie folgt beschrieben: (Austrian Standards ÖNORM A2063, 2015)

## 6 Vergleichende Fallstudie – Herkömmliche vs. Modellbasierte Baustelle

Die Berechnung von Mengen erfolgt in Ausmaßblättern mit Hilfe frei zu formulierender Rechenansätze oder mit Hilfe eines Formelkataloges. Dabei ist jedes Positionsteilergebnis einem LZ zuzuordnen und kann zusätzlich mit einem AKZ gekennzeichnet werden.

Die Ausmaßblattnummer muss eindeutig über die gesamte Abrechnung sein.

Die abzurechnenden Positionsmengen können in beliebigen Teilen und diese Teile in beliebiger Reihenfolge ermittelt werden. Auch hinsichtlich der Positionen ist die Reihenfolge beliebig.

Zusätzlich gibt es folgende Möglichkeiten:

- Durch Summierung aufeinander folgender Formelergebnisse, die für dieselbe Position berechnet werden, können Teilergebnisse gebildet werden, welche sich durch Summierung aller Formelergebnisse nach der letzten Angabe einer Positionsnummer oder einem Teilergebnis ergeben.
- Das Ergebnis der zu einem Rechenansatz gehörenden Berechnung kann auch ein Hilfsergebnis sein, das zu keinem Positionsteilergebnis summiert wird.
- Einem Positionsteilergebnis, einem Rechenansatz, einem Hilfsergebnis und einem Teilergebnis kann für einen Rückgriff auf berechnete Ergebnisse eine Variable zugeordnet werden. Der unter dieser Variablen gespeicherte Wert kann später an Stelle einer Zahl verwendet werden. Der Wert einer Variablen gilt nur innerhalb eines Ausmaßblattes oder über Ausmaßblätter hinweg (globale Variablen).

Gilt die Variable über mehrere Ausmaßblätter hinweg, ist sie je Abrechnungsdatenbestand auszutauschen. Sie darf in einem Ausmaßblatt nicht wieder definiert werden. Wird nur die Mengenermittlung ausgetauscht, werden globale Variablen nicht übermittelt.

- Aufmaßblätter können mit Grafiken, die in der Größe beschränkt sind, ergänzt werden.
- Jedes Formelergebnis und jeder Rechenansatz kann mit einer Referenz auf ein Gebäudemodell gekennzeichnet werden.

## 6 Vergleichende Fallstudie – Herkömmliche vs. Modellbasierte Baustelle

Die Berechnung von Mengen liefert ein Formelergebnis oder ein Hilfsergebnis. Diese Ergebnisse sind gemäß ÖNORM A 6403 auf 3 Nachkommastellen zu runden. Mit den gerundeten Ergebnissen ist weiterzurechnen.

Werden geprüfte Ausmaßblätter vom AG an den AN übermittelt, sind die anerkannten Angaben unverändert zu übergeben. Bei Korrekturen sind die ursprünglich geforderten sowie die korrigierten Angaben auszutauschen.

### 6.2 Prozessstruktur Pilotprojekt Modellbasierte Baustelle

Die folgenden Kapitel erläutern den Umgang in den einzelnen Phasen, die mit dem BIM Modell begleitet wurden. Dabei wurde von Beginn der Mengenermittlung in der Kalkulationsphase, bis zur Abrechnung auf der Baustelle, pro Bauplatz ein Modell verwendet.

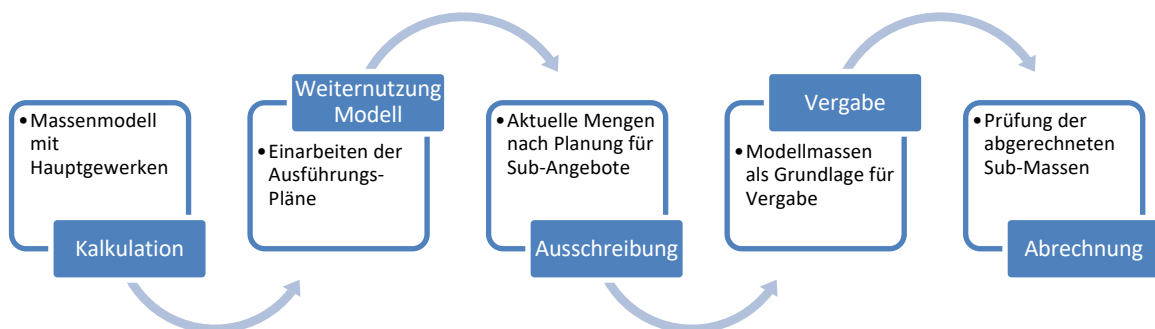


Abbildung 6-6 – Prozess Modellbasierte Baustelle

#### Zeitliche Schiene:

- März 2017 – Akquise, Kostenschätzung
- Juli 2017 – Kalkulation des Projekts
- November 2017 – Zusage Bauherr, Projektstart
- Jänner 2018 – Projektübernahme BIM 5D Management
- Februar 2018 – Kalkulationsmodell aktualisieren
- März 2018 – Aktualisierung auf Polierplanung
- Mai 2018 – erstes Einarbeiten der Ausbau Gewerke für Ausschreibungen

## 6 Vergleichende Fallstudie – Herkömmliche vs. Modellbasierte Baustelle

- Juni 2018 – Aktualisierung Rohbau auf Schalungsplanung
- Juli 2018 – Erste Abrechnungen mit Modell
- August 2018 – Aktualisieren Ausbau Gewerke auf Schalungsplanung
- November 2018 – Fassade aktualisieren
- Jänner 2019 – Trockenbau Einarbeitung nach Subunternehmer
- März 2019 – Neuerstellung Ausbau Gewerke mit aktuellem Trockenbau
- April 2019 – Auswertung in iTWO – Darstellung der Mengen

### 6.2.1 Projektbeschreibung Pilotprojekt Modellbasierte Baustelle

Beim Pilotprojekt handelt es sich um ein Wohnbauprojekt in Wien. Das Bauvorhaben besteht aus insgesamt 3 Bauplätzen. Der Bauträger plante auf der gesamten Liegenschaft Wohnobjekte mit einem Untergeschoss (zusammenhängende Tiefgarage mit 193 Abstellplätzen, Technikräume und Einlagerungsräume), bis zu 9 oberirdischen Geschossen mit einer Wohnnutzfläche von ca. 18.447 m<sup>2</sup> samt Außenanlagen. Das Untergeschoss erstreckt sich über eine Fläche von 5.037 m<sup>2</sup>

Insgesamt wurden 331 Wohnungen errichtet, die sich auf 7 Bauteile aufteilen. Die Haupteinschließung erfolgt über die den Innenhof zu den Haupteingängen der Stiegenhäuser und den zugehörigen Aufzugsanlagen. Jede Wohnung ist mit entsprechenden Freiflächen ausgestattet. Eine Nord-Östlicher angrenzende Nachbarliegenschaft wird über die gegenständliche Tiefgarage mit erschlossen. Die Wohnungen liegen in einer Größenordnung zwischen 31 und 94m<sup>2</sup>.

Bauführung und Errichtung der 3 Bauplätze findet gemeinsam statt. Kalkulation und Abrechnung wird pro Bauplatz extra behandelt.

Die Baubewilligung wurde im Mai 2017 eingeholt und der geplante Ablauf der Bauausführung war von Jänner 2018 bis zur Übergabe an die Nutzer mit Dezember 2019. Die Bauzeit beträgt somit voraussichtlich 24 Monate.

Die Generalplanung erfolgt durch einen Generalplaner. Die Einreichplanung wurde vom Generalplaner bei einem externen Planer als Subunternehmer Leistung beauftragt.

Die Generalplanung umfasst folgende Leistungen:

## 6 Vergleichende Fallstudie – Herkömmliche vs. Modellbasierte Baustelle

- Architektur
- Planungskoordination
- Landschaftsarchitektur
- Tragwerksplanung – Bauphysik – Prüfenieur
- Bauphysik
- Brandschutz
- TGA – Planung
- Örtliche Bauaufsicht (Bau und HKLS)
- Baustellenkoordination

Das gesamte Baufeld wird in 3 Bauplätze (BPL 1 – 3) unterteilt.

Bauplatz 1	Gebäudeteile G, H	7448 m <sup>2</sup> Nutzfläche	116 Wohnungen
Bauplatz 2	Gebäudeteile AB, C, D	6260 m <sup>2</sup> Nutzfläche	119 Wohnungen
Bauplatz 3	Gebäudeteile E, F	4737 m <sup>2</sup> Nutzfläche	96 Wohnungen

Tabelle 2 – Bauplatz Kennwerte

### 6.2.2 Unternehmensstruktur und Organisation innerhalb des Pilotprojekts

Bei dem Projekt, das für die Fallstudie herangezogen wurde, handelt es sich um ein Generalunternehmerprojekt. Das bedeutet der Bauherr beauftragte einen externen Generalplaner und einen Generalunternehmer für die Ausführung. Nach einer Kostenschätzung auf Basis der Entwurfspläne kam es zu Verhandlungen und schließlich zu einer Angebotslegung, die auf Basis der Einreichpläne kalkuliert wurde. In der Kalkulationsphase wurde das erste BIM Modell erstellt. Nach Beauftragung kam es zur Übernahme des Projekts durch die BIM Abteilung und zur Begleitung der Bauleitung. In diesem Schritt wurde das Modell erstmals Aktualisiert und an die Aktuellen Anforderungen angepasst. In Folge wurde der Bautechniker auf der Baustelle in die Arbeitsweise mit Modell und AVA Programm eingeschult und gemeinsam wurde an den Modellaktualisierungen gearbeitet. Jegliche Anforderungen der Baustelle wurden





## 6 Vergleichende Fallstudie – Herkömmliche vs. Modellbasierte Baustelle

Die Unterlagen während der Akquisephase, haben wie in Abbildung 6-8 zu sehen ist, meistens die Qualität von Entwurfsplänen.

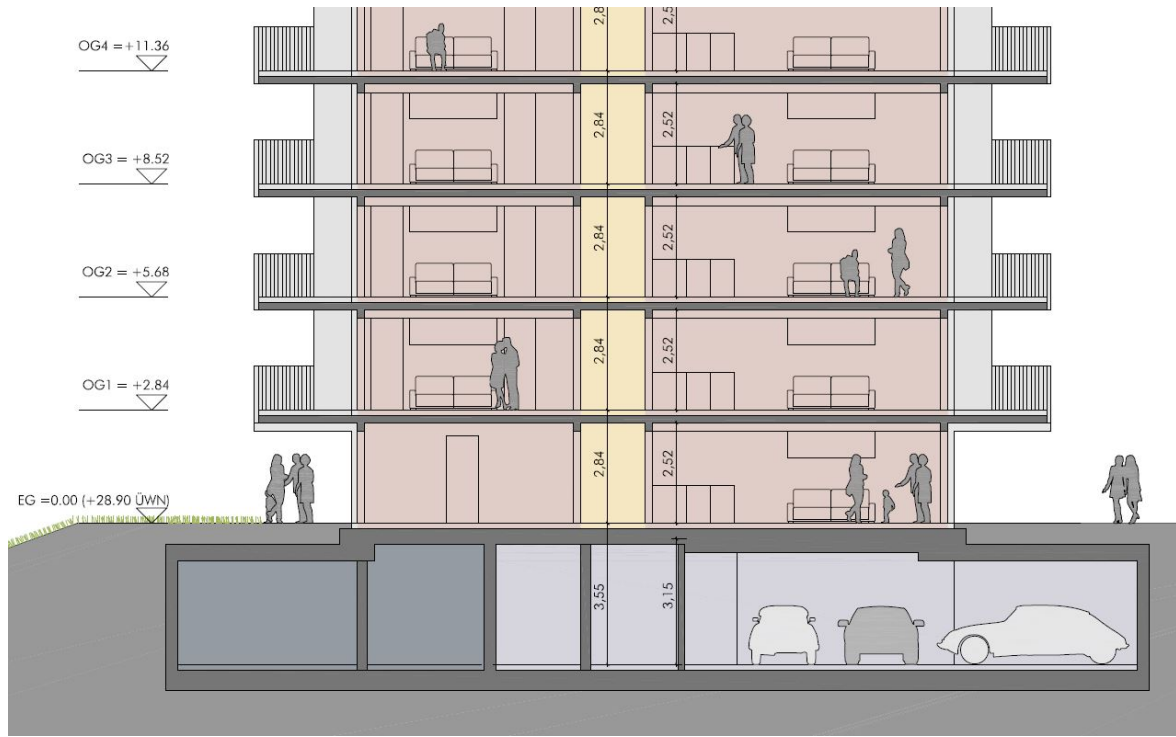


Abbildung 6-8 – Beispiel Kostenschätzungsunterlagen Pilotprojekt – Schnitt

### 6.2.4 Kalkulation Pilotprojekt

Auf Grundlage der Ausschreibungsunterlagen werden in der Kalkulationsabteilung Massenmodelle erstellt. Ziel ist es innerhalb kurzer Zeit eine möglichst genau definierte Massenermittlung zu bekommen. Dabei wird sich bei der digitalen Modellerstellung auf die Hauptgewerke konzentriert. Diese wären:

- Leistungsgruppe 07 – Beton- und Stahlbetonarbeiten
- Leistungsgruppe 39 – Trockenbauarbeiten
- Leistungsgruppe 44 – Wärmedämmverbundsysteme

Weitere Gewerke die eventuell modelliert werden sind Fenster und Türen, jedoch kommt es auf die Komplexität und die Zeit an, ob und in welcher Genauigkeit diese Elemente modelliert werden. Öffnungen und Durchbrüche werden immer modelliert, jedoch findet nicht immer eine Auswertung dieser Öffnungen statt.

Die anderen Gewerke werden über eine konventionelle händische Massenermittlung berechnet, mithilfe von Excel Listen, Aufmaßblätter oder Raumbücher.

### **Revit Datei Aufteilung**

Das Kalkulationsmodell wird hierfür in zwei Teile getrennt. In eine Datei, dem CAD-Archiv, werden sämtliche Pläne auf die jeweiligen Ebenen hineingeladen. Für Bauplatz 1 werden beispielsweise 9 Ebenen angelegt und auf jedes Geschoss wird ein Geschossplan aus den Ausschreibungsunterlagen importiert. Um die Pläne zueinander Auszurichten wird ein Rastersystem angelegt, das gewährleistet, dass die Pläne richtig übereinander liegen.

### **Aufbau Zentralmodell**

In einer zweiten Datei, der Zentraldatei, wird das Kalkulationsmodell zur Massenermittlung erstellt. Dabei wird im ersten Schritt ein Ebenen System erstellt, worin alle Geschosse mit der Rohdeckenoberkante (RDOK) und der Rohdeckenunterkante (RDUK) definiert werden. Die Fußbodenoberkante (FBOK) bildet die dritte Hauptebene im Geschoss. Andere Ebenen können als Hilfsebenen erstellt werden um obere und untere Bauteilabhängigkeiten zu definieren.

Die RDOK Ansichtspläne werden im nächsten Schritt mit den dazugehörigen Plänen aus dem CAD-Archiv verknüpft. Der Vorteil ist, dass in der Zentraldatei keine Pläne direkt abgespeichert werden, und somit die Dateigröße klein gehalten wird und die Performance dadurch stabil bleibt.

Für die Modellierung werden sämtliche Bauteile über ein Bauteilkonfigurationstool erstellt, mit dem gewährleistet werden kann, dass alle Parameter standardisiert in das jeweilige Bauteil eingetragen werden. Im sogenannten Bauteilgenerator können die Bauteile nach den folgenden Kategorien ausgewählt werden:

- Außenanlagen
- Baugrube Infrastruktur
- Rohbau
- Innenausbau

## 6 Vergleichende Fallstudie – Herkömmliche vs. Modellbasierte Baustelle

- Gebäudehülle
- Dach
- Baustelleneinrichtung
- Öffnungen

### Bauteilerstellung

Um beispielsweise eine Stahlbetonwand zu erstellen, wählt man im Bauteilgenerator: Rohbau > Betonwand > Ortbetonwand und kann anschließend in einer Auswahlmaske die notwendigen Parameter auswählen. Diese Parameter sind in Level of Details gruppiert. Die Basic Parameter für die Ortbetonwand sind beispielsweise:

- Funktion (außen oder innen)
- Tragendes Bauteil (ja oder nein)
- Konstruktion (Wand, Schachtwand, Attika, Brüstung, Stützmauer)
- Dicke
- Ortbetoneigenschaften (Standard oder Weiße Wanne)
- Schalungsseiten
- Sichtbeton
- Betonklasse

Sobald diese Parameter definiert wurden, kann die Wand erstellt werden und erscheint im Auswahlmenü unter Wänden. Weitere Parameter für eine Ortbetonwand wären:

- Expositionsklasse
- Selbstverdichtungsklasse
- Bewehrungsgrad ( $\text{kg/m}^3$ )
- Betoneinbringung (Kran oder Pumpe)
- Schwinden (reduziert oder stark reduziertes Schwinden)
- Blutneigung
- Abreißfestigkeitsklasse

Weitere Parameter die automatisch im Hintergrund über die Kategorie Zuweisung befüllt werden sind folgende ID-Daten:

- Bauelement
- Beschreibung
- Baugruppenkennzeichen
- Typenmarkierung
- cpiComponentType
- cpiFitMatchKey

Die letzten zwei Parameter dienen zur Zuordnung bei der Auswertung über das AVA Programm iTWO. Jedes Element kann anhand dieser 2 Parameter, exakt der jeweiligen Kategorie in der iTWO Ausstattung zugeordnet werden. Der cpiComponentType beschreibt die Bauteilart, in diesem Fall „Wall“ und der cpiFitMatchKey erstellt sich aus den Parametern Bauteilkategorie (173), Konstruktionsart (OBWA), Schalungsseite (2STG) und der Betonklasse (C2530).

Mithilfe des Tools wird auch die Typenmarkierung des Bauteils, also der Name in Revit generiert und enthält die wichtigsten Parameterwerte. So heißt eine Ortbetonwand beispielsweise:

173\_A\_TR\_OBWA\_0200\_2STG\_C2530

Die ersten Ziffern definieren die Bauteilkategorie (173), gefolgt von der Funktion Innen oder Außen (A), der Definition ob tragend oder nicht (TR), der Konstruktionsart (OBWA), der Dicke des Elements (0200), der Schalungsart (2STG) und schließlich der Betonklasse (C2530)

Durch die standardisierten Parameter können Ansichten, Filter und Bauteillisten genutzt werden, die zentral über Vorlagen erstellt werden. Dieser Standard zieht sich durch jedes Bauteil, dass modelliert wird durch und ermöglicht durch eine Vielzahl an Parametern, eine einheitliche Mengenermittlung für die Kalkulation.

### 6.2.4.1 Organisation Pilotprojekt in der Kalkulationsphase

Die Bearbeitung in der Kalkulationsabteilung erfolgte durch einen Kalkulanten und zwei Techniker. Der Kalkulant ist der Projektleiter und kümmert sich um die Organisation des Projekts und die Aufteilung seiner Techniker. Er muss bestimmen welche Gewerke im Modell abgebildet werden und welche händisch ermittelt werden. Besondere Bestimmungen oder kritische Elemente werden von ihm extra behandelt.

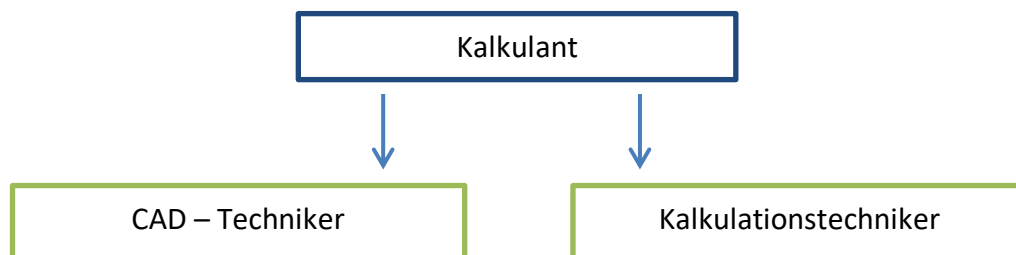


Abbildung 6-9 – Projektorganisation Kalkulation

Die Techniker kümmern sich rein um die Massenermittlung. Einer davon kümmerte sich um die Modellbearbeitung und der andere ermittelte die Massen manuell, mittels Excel Listen und einem Raumbuch. Im Raumbuch wurden sämtliche Flächen und Liniengewerke des Innenausbaus ermittelt.

Da manche Gewerke früh am Markt abgefragt werden müssen, werden diese vorgezogen. So wird beispielsweise relativ früh eine detaillierte Fensterliste von einem Techniker ohne Modellbezug in Excel erstellt, ohne darauf warten zu müssen, bis der Rohbau im Modell erstellt wurde. Die Fenster im Kalkulationsmodell sind dann nur noch einfache Abzugskörper. Genauso wird bei Gewerken, die noch nicht scharf genug definiert sind vorgegangen. Im Trockenbau werden beispielsweise nur die Gesamtstärken modelliert und nach Einreichplanung typisiert. Welche Beplankung in welcher Qualität später ausgeführt wird, ist in dieser Phase meist noch nicht bekannt.





## 6 Vergleichende Fallstudie – Herkömmliche vs. Modellbasierte Baustelle

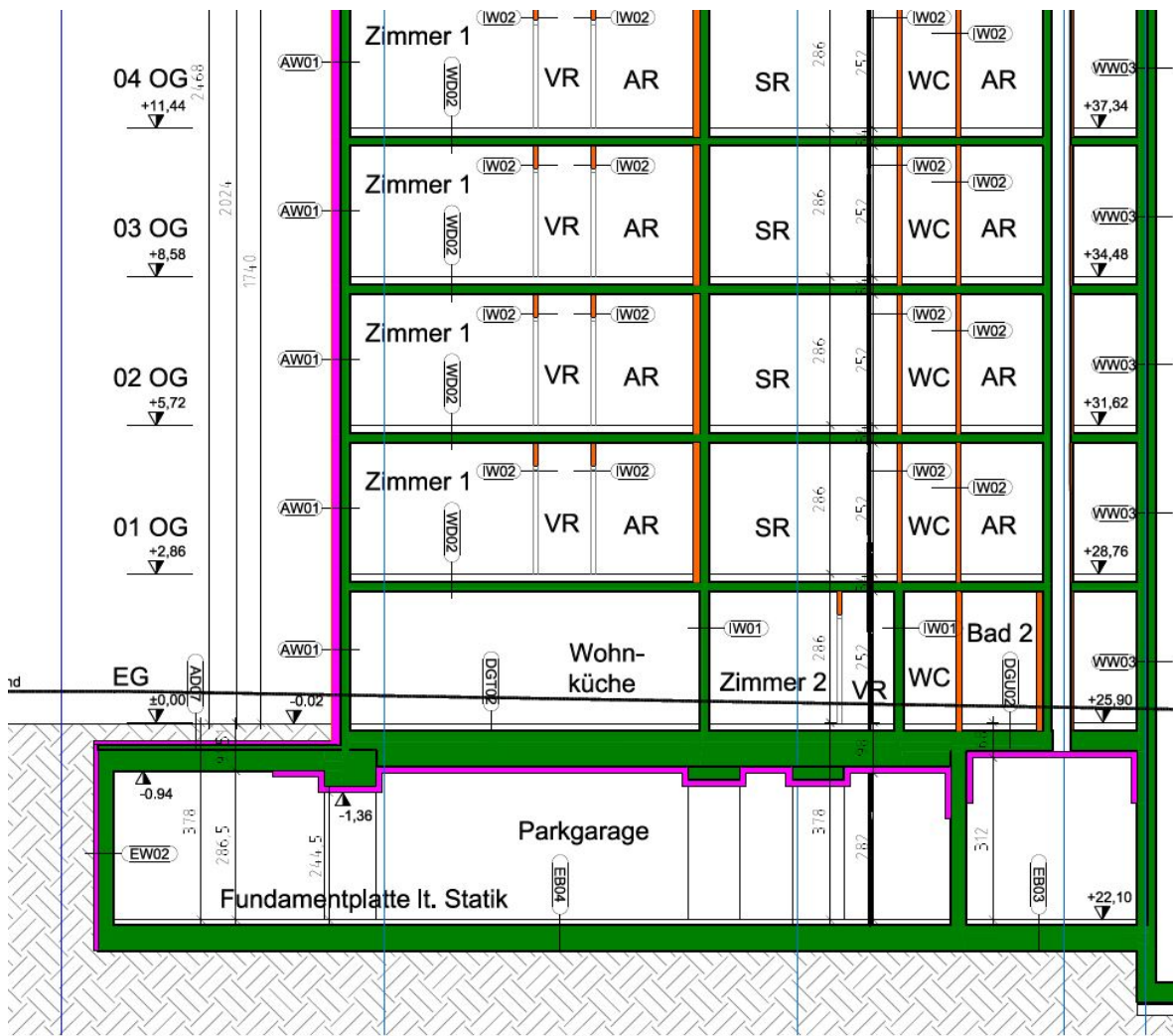


Abbildung 6-11 – Beispiel Ausschreibungsunterlagen – Schnitt

Nummer	Bezeichnung	U-Wert W/m <sup>2</sup> K	Diff	Rw dB	L'nTw dB
AD01	Gründach extensiv (Umkehrdach) ü. beheizten R.	0,162 (0,20)	OK	59 (43)	(53)
AD02	Terrasse über beheizten Räumen	0,178 (0,20)	OK	59 (43)	45 (53)
AD03	Flachdach über Aufzugshaus	0,186 (0,20)	OK	65 (43)	(53)

Abbildung 6-12 – Aufbautendefinition Ausschreibungsunterlagen

### Ausschreibungsunterlagen

In der funktionalen Ausschreibung des Bauvorhabens werden die Ausschreibungsunterlagen wie folgt beschrieben:



„Der AN hat die ihm für sein Anbot und die Durchführung seiner Arbeiten übergebenen Unterlagen sofort nach Erhalt (insbesondere auf ihre Richtigkeit sowie ihre technisch, gesetzlich, baubehördlich und fachlich einwandfreie Ausführbarkeit) zu überprüfen und mit den örtlichen Verhältnissen der Baustelle abzustimmen. Der AN ist verpflichtet, den AG unverzüglich auf allfällige Fehler, Widersprüche, Unklarheiten, Ungenauigkeiten, Mängel und/oder Unstimmigkeiten innerhalb eines oder zwischen den verschiedenen Angebotsunterlagen, oder gegenüber dem Leistungsverzeichnis, wie auch eventuelle Bedenken gegen die gewählten Stoffe und Ausführungsarten oder sonstige Zweifelfragen dem AG sofort schriftlich bekanntzugeben und schriftlich Lösungsvorschläge zu unterbreiten. Der AN kann durch Unterlassen dieser Hinweispflicht keine Ansprüche für sich und seine Rechtsnachfolger ableiten. Weiters hat der AN für jeden daraus entstehenden Schaden aufzukommen.“ (Bauträger, 2017)

### **Gesamte Inhaltsliste der Ausschreibungsunterlagen:**

- Bau- und Ausstattungsbeschreibung
- Topographien der jeweiligen Bauplätze
- Bescheide, Bauansuchen, Baubeschreibungen
- Rahmenterminpläne
- Vermessungsunterlagen
- Übersichtslageplan
- Grundrisse, Schnitte, Ansichten der jeweiligen Bauplätze
- Leitdetails
- Renderings
- SiGe-Plan
- Ausstattungskatalog
- Geotechnisches Bodengutachten, Bodenanalyse
- Versickerungskonzept
- Tragwerksplanung, Statische Berechnung, Tragwerksentwurf
- Einreichbauphysik, Technischer Bericht

## 6 Vergleichende Fallstudie – Herkömmliche vs. Modellbasierte Baustelle

- Brandschutzkonzept
- Straßenplan
- HKLS-, TGA Konzept, Heizlastberechnung, Strangschemata HKLS
- Elektroplanung

### 6.2.5 Vorbereiten des Kalkulationsmodells für die Baustellenanwendung

Nachdem das Angebot den Zuschlag bekommen hat, wurde bei der BIM Abteilung angefragt, ob es die Möglichkeit gibt, das Modell für die Ausführungsphase weiter zu bearbeiten. Parallel zur üblichen Bauvorbereitung wurde Ich, als Technischer Entwickler im Bereich BIM damit beauftragt mich um das Modell zu kümmern. Die genauen Aufgaben wurden inklusive Stundenauswertung mitdokumentiert und werden im folgenden Kapitel analysiert.

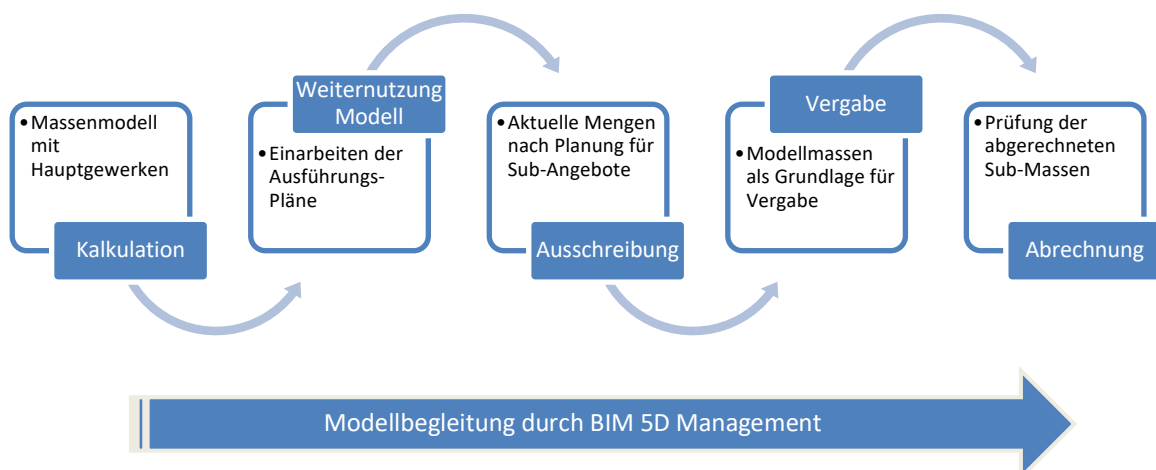


Abbildung 6-13 – Begleitung durch BIM 5D Management

#### 6.2.5.1 Projekteinleitung BIM 5D Management

Der Zuschlag für das Projekt erfolgte im Dezember 2017 und anschließend erfolgte die Übernahme des Kalkulationsmodells. Die folgenden Bearbeitungsschritte wurden in einer Stundenliste dokumentiert und zeigen die Änderungen im Modell.

Dafür wurde die Stundenliste nach Gewerken ausgewertet und der tatsächliche Stundenaufwand wurde anhand der Anforderungen dokumentiert. Sämtliche Stunden die

## 6 Vergleichende Fallstudie – Herkömmliche vs. Modellbasierte Baustelle

zur allgemeinen Entwicklung der Arbeitsweise angefallen sind, wurden in dieser Auflistung nicht berücksichtigt.

In dieser Phase ging es darum, abzuklären, welche Gewerke für die Ausschreibungsphase über das Modell bearbeitet werden sollen. Das Hauptgewerk die Leistungsgruppe 07 – Stahlbetonarbeiten bildet die Grundlage für jedes Modell und dient wie auch in der Ausführung als Rohbaugrundmodell.

Um das Modell für Ausschreibungen vorzubereiten, wurde das Modell aus der Kalkulation auf Vollständigkeit und auf Qualität überprüft. Dort entstandene Mängel durch die schnelle Bearbeitung der Kalkulationstechniker wurden im ersten Schritt ausgebessert. Einsparungen und Änderungen in der Ausführung, die mittlerweile mit dem Bauherrn abgesprochen waren, wurden dabei im Modell ebenso eingearbeitet, wie ausführlichere Details zur Ausführung, die inzwischen mit Absprache der einzelnen Disziplinen bekannt gegeben wurden. Der Detaillierungsgrad vom Modell wurde somit erhöht und für die Ausschreibungen konnten die Massen noch einmal nachgeschärft werden.

Die Grundlage bildeten nach wie vor die Ausschreibungsunterlagen mit ergänzenden Dokumenten zur Ausführung aus Bauverhandlungen mit der Behörde, und den Anforderungen aus den Disziplinen Statik und Bauphysik. Beispielsweise wurden 70% der Decken auf Elementdecken umgestellt oder Balkenelemente wurden in Overtec Ausführung definiert. Weiters wurde von der Statik bestimmt, dass eine Einsparung von 5% der Bewehrungsmenge ausgeführt werden soll. Diese Anforderungen wurden im Modell nachgeführt, ausgewertet und für die Ausschreibungen verwendet.

Definitionsparameter wie Geschoss, Bauplatz und Bauteil wurden in den Modellen eingearbeitet um eine definierte Auswertung zu erhalten. Bauteillisten wurden als Kontrolle und Auswertungsansichten definiert.

Wie in Kapitel 2.1.6 beschrieben wurde im Weiteren Schritt iTWO zur ÖNORM gerechten Auswertung und Verwaltung des Projekts verwendet. Die Standardisierten Elemente wurden durch die Ausstattung ausgewertet und mittels Teilleistungskatalog zu Leistungsverzeichnis-Positionen zusammengefasst.

### 6.2.6 Modellverwendung für Ausschreibung und Vergabe

Mittlerweile waren auch die Polierpläne soweit fertig gestellt und konnten nach und nach in die Modelle eingepflegt werden. Dafür wurden die Polierpläne vom Jänner 2018 in die CAD-Archiv Datei eingespielt und die Bauteile dementsprechend adaptiert.

Die Adaption des Modells auf den neuesten Planungsstand benötigte, wie anschaulich dargestellt, einiges an Zeit, dafür brachte es den Vorteil, mit komplett aktualisierten Massen in Verhandlungen für die unterschiedlichen Gewerke zu gehen, ohne böse Überraschungen durch falsche Massen aus der Kalkulationsphase.

Für die Ausschreibung konnten die Modellmassen für folgende Gewerke aktualisiert aus dem BIM Modell herangezogen werden:

- LG07 – Beton- und Stahlbetonarbeiten
- LG16 – Fertigteile
- LG11 - Estricharbeiten
- LG39 – Trockenbau
- LG44 – Wärmedämmfassade
- LG51 – Fenster und Fenstertüren aus Holz
- LG55 – Fenster und Fenstertüren aus Kunststoff mit Alu-DS
- LG43 – Türsysteme
- LG24 – Fliesen und Plattenlegearbeiten
- LG38 – Holzfußböden
- LG46 – Beschichtung auf Wänden und Decken

## 6 Vergleichende Fallstudie – Herkömmliche vs. Modellbasierte Baustelle

### 6.2.6.1 Verwaltung der Subunternehmer

Durch die Verwendung des Modells konnten die Massen der modellierten Gewerke für die Erstellung von Leistungsverzeichnissen in iTWO verwendet werden. Für die einzelnen Gewerke konnten mittels Vergabeeinheiten eigene Leistungsverzeichnisse, Preisspiegel sowie Prüfrechnungen angelegt werden. Durch die Vergabezuordnung werden Positionen des Haupt-Leistungsverzeichnis zusammengefasst und in Subunternehmer-Leistungsverzeichnisse verknüpft. Mit Hilfe der Bieterverwaltung werden pro Gewerk sämtliche Bieter erfasst und dokumentiert. Im Modul Preisspiegel können die Angebote verglichen werden und ein Vergabevorschlag erstellt werden. Und im Modul Prüfrechnung können schließlich Rechnungen von Subunternehmern verwaltet und geprüft werden.

Beispiel des in Kapitel 6.1.4.2 beschriebenen Preisspiegel in iTWO:

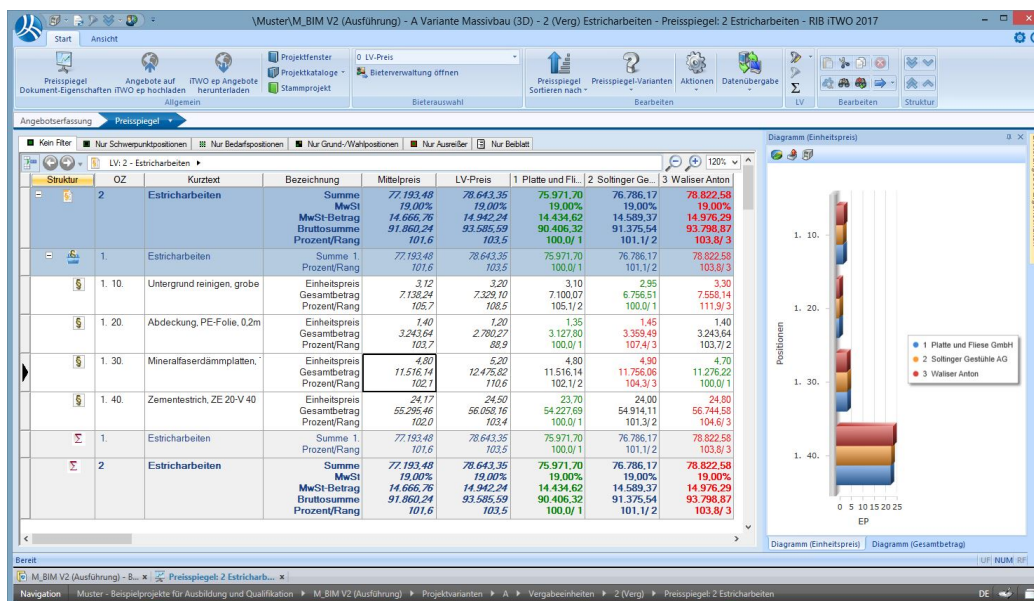


Abbildung 6-14 – Preisspiegel in iTWO (iTWO, 2020)

### 6.2.6.2 Detaillierungsgrad in der Vergabephase

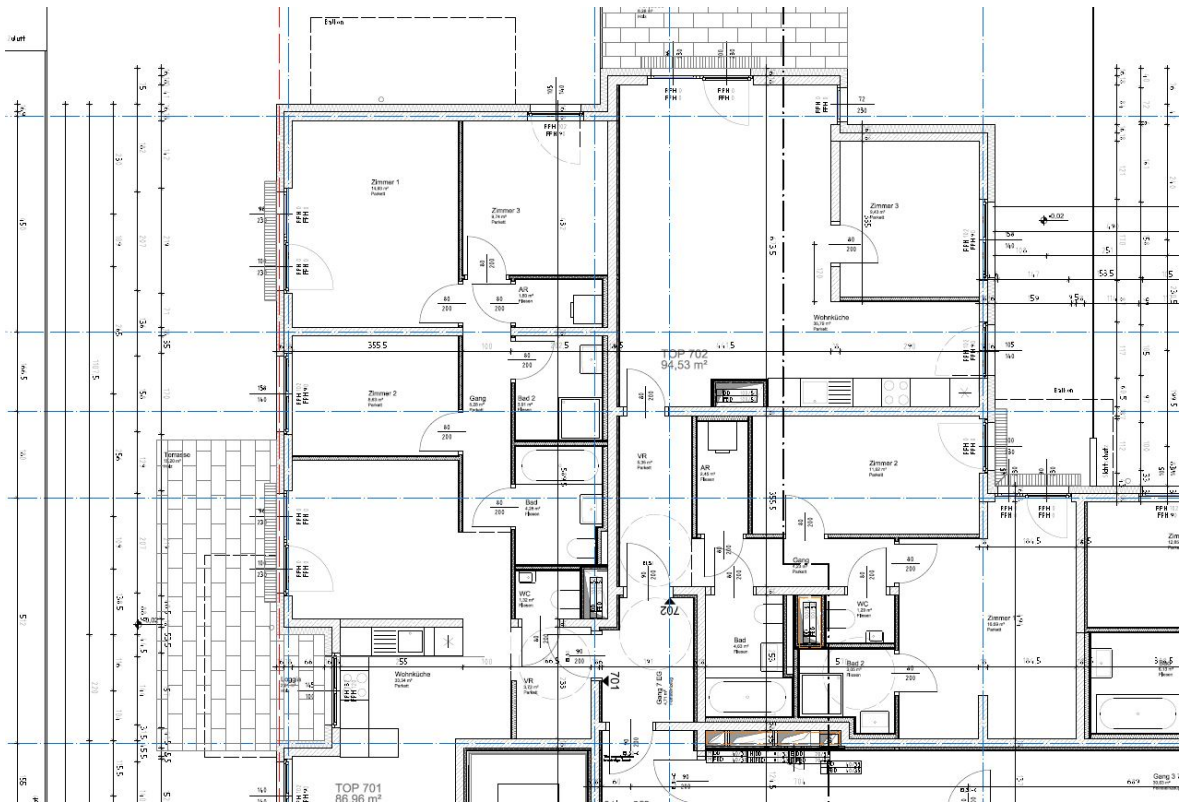


Abbildung 6-15 – Beispiel Polierplanung

#### **Ausführungsplanung**

Wie in Abbildung 6-15 zu erkennen ist, sind in der Ausführungsplanung (ugs. auch Polierplanung genannt) schon Wandtypen definiert, sowie die richtigen Stärken eingetragen.

Polierpläne sind im Gegensatz zu den Einreichplänen, Ausführungspläne (zusammen mit den Detailplänen). Sie dienen in erster Linie zur Durchführung der Baumeisterarbeiten, enthalten darüber hinaus jedoch auch Angaben für weitere an der Erstellung des Bauwerkes mitarbeitende Professionisten (Installateur, Tischler, Schlosser etc.). Die Pläne haben daher alle Angaben zu enthalten, die zur Erstellung des Bauwerkes im Rohbau erforderlich sind, darüber hinaus: (Camillo Sitte Bautechnikum, 2019)

- Angaben für den weiteren Ausbau, die schon bei der Errichtung des Rohbaus relevant sind: (z.B. Lage der Heizkörper, Fenstereinbau, Türzargen, sanitäre Einrichtung etc.).
- Polierpläne werden grundsätzlich im Maßstab 1:50, als Grundrisspläne, mit den erforderlichen Schnittpläne angefertigt. In besonderen Fällen ist ein größerer Maßstab (in der Regel 1:20) angebracht (z.B. bei sehr kleinen oder komplizierten Bauwerken).

### 6.2.7 Modellverwendung für Abrechnungen

Für die Abrechnung musste das Modell ein weiteres Mal entsprechend adaptiert werden um eine nachvollziehbare Massenauswertung zu bekommen. Im Modell wurden in Folge die Schalungspläne eingearbeitet und die Betonierabschnitte wie vom Polier festgelegt definiert.

Als Basis aller Gewerke wurde die Leistungsgruppe 07 – Beton- und Stahlbetonarbeiten im Modell nachgezogen. Mittels der Schalungspläne vom externen Planer wurde das Modell auf den aktuellsten Stand gebracht. Die Planung hatte allerdings reichlich Verspätung und somit wurden die Schalungspläne teilweise erst kurz vor Ausführung geliefert. Somit wurde das Modell nahezu zeitgleich mit den Betonierarbeiten adaptiert. Es konnte somit nicht zur Kontrolle der Ausführung herangezogen werden, sondern erst zur Abrechnungskontrolle (Kollaudierung) im Nachhinein.

Bei den Kollaudierungen wurden die Massen wieder in iTWO ausgewertet und mit den Massen vom Subunternehmer verglichen. Dabei konnten mittels Parameterstruktur die Bereiche in Geschoss und Bauteil unterteilt und verglichen werden. Es konnten sogar einzelne Bauteile sehr rasch ausgewertet und mit den händischen Massen verglichen werden. Bei manchen Gewerken konnten die Massen bis auf die einzelnen Wohnungen und Räume in den Wohnungen dargestellt werden. In iTWO konnten dafür Ansichten und Aufmaßblätter erstellt werden um die Massen zu prüfen.

### 6.2.7.1 Modellgewerke die für die Abrechnung verwendet wurden

Folgende Gewerke wurden in Revit an die Polierplanung nachgezogen und in iTWO ausgewertet, teilweise auch für die Abrechnung bzw. Nachprüfung verwendet:

- LG07 – Beton- und Stahlbetonarbeiten
- LG16 – Fertigteile
- LG44 – WDVS
- LG39 – Trockenbau
- LG11 – Estrich
- LG24 – Fliesen und Plattenlegearbeiten
- LG38 – Holzfußböden
- LG46 – Beschichtung auf Wänden und Decken

Um die Gewerke auf der Baustelle mit den Rechnungen der Subunternehmer überprüfen zu können, wurde die Ausstattung in iTWO an die Anforderungen angepasst. Die Schritte werden im Folgenden erklärt.

#### **LG07 – Beton- und Stahlbetonarbeiten**

Dafür wurden die Betonierabschnitte wie durch den Polier festgelegt, im Modell eingepflegt und die Formeln für die Randabschalung in iTWO angepasst. Durch die Einteilung der Betonierabschnitte in Zusammenarbeit mit dem Polier konnten die Massen mit der Abrechnung des Subunternehmers genau verglichen werden.

#### **LG16 – Fertigteile**

Die Positionen für Abrechnung der Fertigteile wurden wie folgt angepasst:

- 1. Position: Brutto Fläche in  $m^2$  - Hohl für Voll – Versetzen der Fertigteile
- 2. Position: Netto Fläche in  $m^2$  - Öffnungen abgezogen
- 3. Position: Netto Füllbeton in  $m^3$  - Öffnungen abgezogen



## LG44 – WDVS

Bei der LG44 – Wärmedämmverbundsysteme wurden folgende Positionen mit dem Modell ermittelt.

- Fassadenfläche EPS-F in m<sup>2</sup>
- Fassadenfläche MW-PT5 in m<sup>2</sup>
- Fassadenfläche Silikat-Dünnputz in m<sup>2</sup>
- Schachtkopfdämmungen XPS in m<sup>2</sup>
- Putzträgerplatten EPS-F in m<sup>2</sup>
- Aufzählung Sockelausbildung XPS in lfm.
- Aufzählung Brandschutzsturz MW in lfm.
- Aufzählung Fensterlaibungen in lfm.

## LG39 – Trockenbauarbeiten

Einarbeiten der Polierplanung und Auswertung der mit dem Subunternehmer abgestimmten Wandtypen. Die Abrechnungsregeln wurden nach der ÖNORM angepasst.

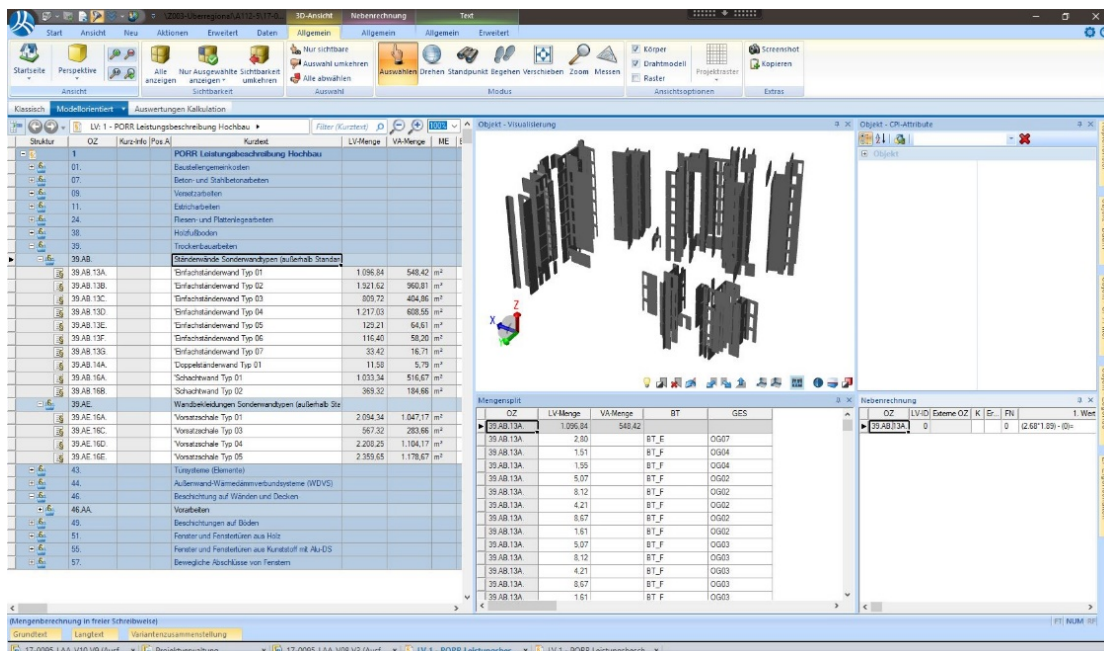


Abbildung 6-16 – Abrechnungsansicht Trockenbau

### **LG11 – Estrich**

Die Estricharbeiten wurden mit Hilfe von Räumen und einem eigens entwickelten Tool automatisch im Modell erstellt und konnten bei jeglichen Änderungen wieder automatisiert neu erstellt werden. Die Massen konnten nach Geschoss und Abschnitt abgerechnet werden.

### **LG24 – Fliesen und Plattenlegearbeiten**

Die Fliesen wurden ebenfalls mit Hilfe des entwickelten Tools erstellt werden und jederzeit Aktualisiert werden. Mittels Räume konnte sogar eine Zuweisung der TOP-Nummer vorgenommen werden und die Räume im Modell konnten einzeln abgerechnet werden. Das war eine große Hilfe bei den Massenvergleichen mit den Subunternehmern.

### **LG38 – Holzfußböden**

Analog zu LG24 – Fliesen und Plattenlegearbeiten

### **LG46 – Beschichtung auf Wänden und Decken**

Analog zu LG24 – Fliesen und Plattenlegearbeiten. Zusätzliche Modellierung der Wandfliesen unter Einpflegung der Fliesenspiegel im Modell. Definition der Abdichtungsbereiche mit Hilfe von Körpern für Badewannen und Duschen. Sowie kategorische Raumzuordnungen von Materialien über die entwickelten Tools.



Aussparungen oder Einbauteile werden nur dargestellt, soweit diese für das Tragwerk des Gebäudes relevant sind. In der Regel beschränken sich Schalpläne auf zweidimensionale Darstellungen. Bei komplizierten Geometrien wird gelegentlich auch auf Isometrie zurückgegriffen. (Wikipedia Schalplan, 2019)

### 6.3 Dokumentation der Arbeitsstunden beim Pilotprojekt

Durch die genaue Stundendokumentation konnte eine detaillierte Auswertung erfolgen um zu sehen in welche Bereiche die meiste Arbeit eingeflossen ist. Nachfolgend sind einerseits die Gesamtstunden des Projekts in einer Übersicht dargestellt und in die Bereiche Besprechungen, Organisation und Auswertung, Gewerkmäßige Modelländerungen und Entwicklungsleistungen gegliedert. Es handelt sich dabei um sämtliche Stunden die von Seiten BIM 5D Management angefallen sind.

#### 6.3.1 Projektstundenübersicht BIM 5D Management nach Kategorien

Kategorie	Stunden	Prozentual
Besprechungen	109	11,98 %
Organisation und Auswertung	296	32,53 %
Gewerkmäßige Modelländerungen	394,5	43,35 %
Entwicklungsleistungen	110,5	12,14 %
<b>Gesamt</b>	<b>910</b>	<b>100 %</b>

## 6 Vergleichende Fallstudie – Herkömmliche vs. Modellbasierte Baustelle

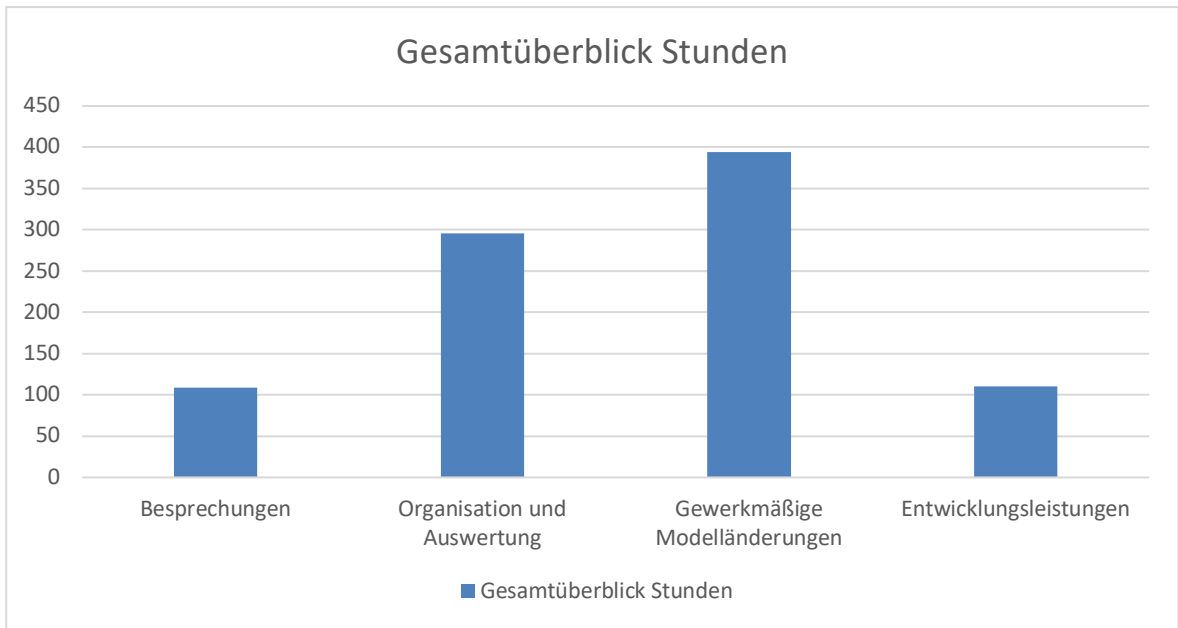


Tabelle 3 – Gesamtüberblick Stunden

In der oberen Tabelle 3 sieht man die Stunden nach Art aufgeteilt. In einer zweiten Auswertung in Tabelle 4 sind die gewerkmäßigen Modelländerungen, die den größten Anteil an den Projektstunden ausmachen, in die einzelnen Gewerke gegliedert.

### 6.3.2 Gewerkmäßige Modelländerungen BIM 5D Management nach Gewerk

Kategorie	Stunden	Prozentual
Stahlbeton / Fertigteilarbeiten	88	22,30 %
Trockenbau	89	22,55 %
Türen	19,5	4,95 %
Fenster	28	7,10 %
Innenausbau / Roomtool	77,5	19,65 %
Spachtelung	36,5	9,25 %
WDVS	56	14,20 %
<b>Gesamt</b>	<b>394,5</b>	<b>100 %</b>

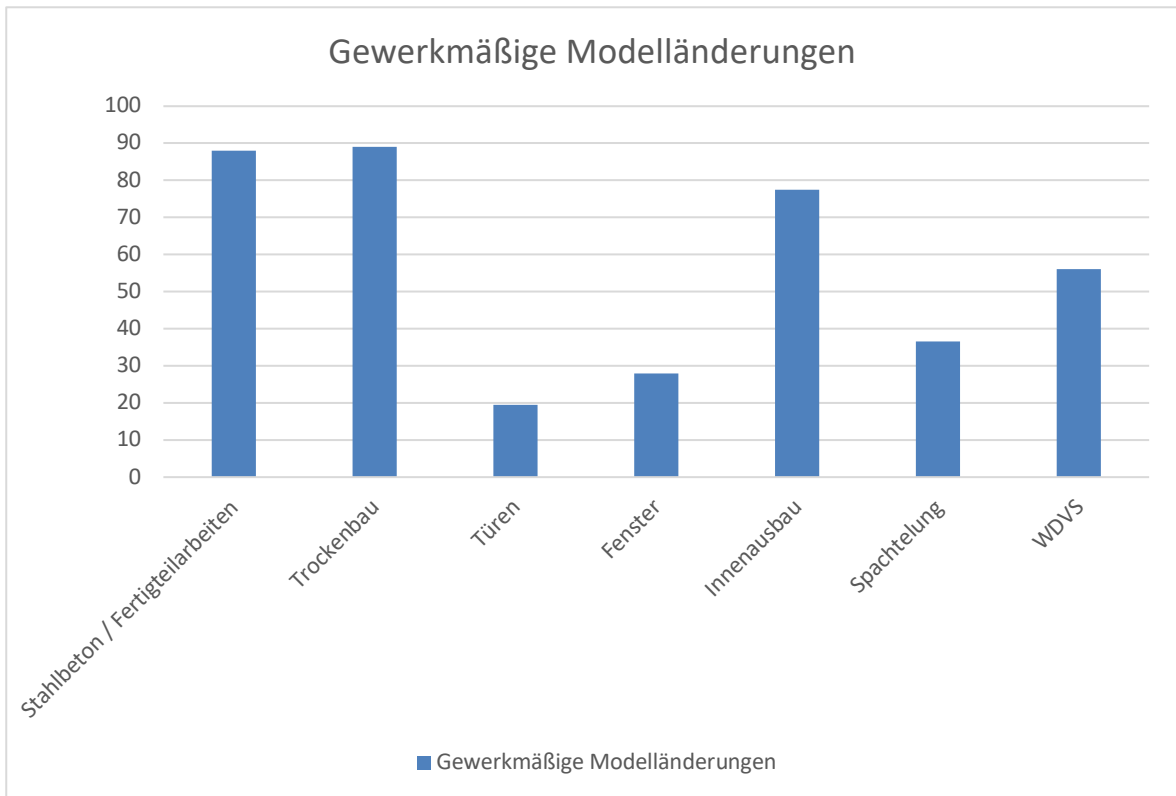


Tabelle 4 – Gewerkmäßige Modelländerungen

In Folge sind die groben Inhalte der einzelnen Gewerkänderungen beschrieben. Entwicklungsleistungen wurden in der Übersicht nicht berücksichtigt.

Allgemeine Änderungen: 296 Stunden

- Organisation vom Modell
- Organisation vom iTWO Projekt
- Sämtliche Auswertungen
- Fehlerbehebung, Tests durchführen
- Bearbeiten von Familien
- Parameter Verwaltung
- aktuelle Pläne Einspielen
- Erstellung von Bauteillisten

## 6 Vergleichende Fallstudie – Herkömmliche vs. Modellbasierte Baustelle

### Beton- Stahlbetonarbeiten / Fertigteilarbeiten: 88 Stunden

- Polierpläne/Schalungspläne einarbeiten
- Schalungsseiten definieren
- Bewehrungsgrad einstellen
- Fundamente aktualisieren
- Definieren von Elementdecken
- Aktualisiertes Fundierungskonzept einarbeiten
- Randabschalung im Modell definieren
- Balkonplatten ergänzen
- Aufzugsschächte modellieren
- Stützen und Unterzüge aktualisieren

### Trockenbuarbeiten: 89 Stunden

- Vereinheitlichen der Wandtypen aller Bauplätze aus der Kalkulation
- Aktualisierung an aktuelle Planung
- Überbemustern der Wandtypen nach Absprache mit Trockenbauer
- Genauigkeit erhöhen um Abrechnungsregeln gerecht zu werden

### Türen und Fenster: 47,5 Stunden

- Türen nach Anforderungen der Planung komplett modellieren (wurden nicht modelliert in Kalkulation)
- Fenster nach Anforderungen der Planung komplett modellieren (es wurden ursprünglich nur Öffnungen im STB modelliert)
- Schalldämmwerte berechnen und Parameter ins Modell eintragen
- Sämtliche Parameter im Modell eintragen (Sonnenschutz, Fensterbank, Art der Öffnung, Überdämmung)

### Innenausbau: 77,5 Stunden

- Räume setzen und mit Informationen ausstatten
- Oberflächen für Decken, Wände, Böden definieren

## 6 Vergleichende Fallstudie – Herkömmliche vs. Modellbasierte Baustelle

- Kontrolllisten erstellen für Auswertungen
- Parameter eintragen für Auswertung in iTWO
- Ausbessern von Modellungenauigkeiten
- Wandoberflächenbehandlung im Modell definieren

Spachtelung: 36,5 Stunden

- Spachtelung eintragen im Modell
- Parameter für iTWO definieren
- Abrechnungsanforderungen einarbeiten

Fassade: 56 Stunden

- Kellerdeckendämmung ergänzen
- Anpassung an Aktuelle Planung
- Unterteilung nach Zonen
- Abrechnungsanforderungen Himmelsrichtungen eintragen
- Abzug der Balkonplatten einarbeiten

### Zusammenfassung Gewerkmäßige Modelländerungen

Beton- Stahlbetonarbeiten / Fertigteilarbeiten	88,0 h
Trockenbauarbeiten	89,0 h
Türen und Fenster	47,5 h
Innenausbau (Böden, Wände, Decken-Beläge)	77,5 h
Spachtelung	36,5 h
Fassade	56,0 h
<b>Gesamt</b>	<b>394,5 h</b>



## 6.4 Experteninterviews

In diesem Teil der Arbeit werden Experteninterviews mit gezielten Fragen zum Thema Digitalisierung sowie spezifischen Fragen zum Pilotprojekt geführt. Die Aussagen daraus werden ebenfalls in die Auswertung einfließen und die Herausforderungen und Empfehlungen definieren.

Die Interviews wurden mit Ansprechpartnern in den Bereichen Akquise, Kalkulation und Ausführung durchgeführt. Der Bereich Akquise umfasst unter anderem Fragen zum Thema Umgang der Bauherren mit BIM, sowie Integrale Planung im Bereich Bauträger Projekte. Im Interview mit der Kalkulation werden die Themen Digitalisierung in der Kalkulationsphase, sowie Einsatz und Mehrwert von BIM Modellen in der Kalkulationsphase. Im Interview mit der Ausführung werden Fragen behandelt zum Thema: Einsatz und Nutzen von BIM Modellen auf der Baustelle, sowie Rahmenbedingungen und Voraussetzungen für den Einsatz.

Tabelle 5 – Experteninterviews bietet eine Übersicht über die geführten Interviews und Informationen über die Personen, mit denen die Gespräche geführt wurden.

<b>Thema</b>	<b>Partner</b>	<b>Funktion</b>	<b>Erfahrung</b>	<b>Dauer</b>
Akquise	Person A	Gruppenleiter Hochbau	18 Jahre	45 min
Kalkulation	Person B	Gruppenleiter Kalkulation	18 Jahre	50 min
Ausführung	Person C	Techniker Pilotprojekt	4 Jahre	60 min

Tabelle 5 – Experteninterviews

### 6.4.1 Experteninterview Akquise

#### Allgemeine Fragen:

- Inwiefern ist die Digitalisierung im Bereich Generalunternehmerprojekte schon vorangeschritten?

Es gibt eine unglaubliche Anzahl von Daten, aber für eine effiziente Weiterverarbeitung sind die vielen Daten eigentlich unbrauchbar. Es gibt bei nahezu jedem Projekt eine Art Datenknick in der Übergabe zwischen Planung und Baufirma. Die Planung bearbeitet teilweise in 2D, teilweise in 3D. Allerdings werden die Modelle nicht an die Generalübernehmer weitergegeben, sondern nur PDF Pläne. Wir bauen Modelle in manchen Phasen und nutzen die Informationen aber nicht weiter. Es gibt kaum Projekte wo Modelle aus der Planung weitergegeben werden bzw. verwendet werden.

- In welchen Projektphasen sehen Sie die größten Potenziale der Digitalisierung?

Wirkliches Potenzial ergibt sich erst bei der durchgängigen Verwendung der produzierten Daten. In allen Phasen – Wenn das Modell ohne Datenknick über den gesamten Lebenszyklus verwendet würde. Hier liegt einer der größten Mehrwerte – eine effizientere Darstellung und Optimierung der gesamten Lebenszykluskosten. Dieses Potenzial wird noch nicht ausgeschöpft.

- Welche Schritte können sinnvoll digitalisiert werden und welche müssen eventuell neu gedacht werden?

Das Neudenken muss in die Richtung Vereinheitlichung gehen. Nur eine durchgängige Nutzung der Daten von Anfang bis Ende, ohne den erwähnten Datenknick, würde eine effiziente Arbeitsweise ermöglichen.

### Spezifische Fragen Akquise:

- Wie gehen die Bauherren mit dem Thema BIM um?

Ich bin der Meinung, bei den Projekten die ich bearbeite und bei den Bauherren mit denen ich zusammenarbeite, ist das Thema kaum noch angekommen. In Österreich kenne ich kein Projekt wo BIM Bedingung war oder von Anfang bis Ende integral gelebt wurde. Die Bauherren legen aktuell keinen großen Wert darauf, wie der Planer arbeitet. Der Bauherr braucht keinen Plan, die Baufirma muss in weiterer Folge arbeiten können, wie ist dem Bauherrn egal. Einzelne Planer bekennen sich zu digitalen Modellen. Aber auf Bauherren Seite bringt es keinen Mehrwert. Bauherren scheuen sich oft davor einen Standard vorzugeben oder zu verlangen – da Sie keine Erfahrung auf diesem Gebiet haben und man Gefahr läuft zu scheitern.

- Wie kann in dieser frühen Phase durch Modellierung des Gebäudes ein Mehrwert erreicht werden?

Mehrwert wäre die integrale Zusammenarbeit der einzelnen Planer. Die Möglichkeit der frühen Abstimmung in der Entwurfsphase zwischen den einzelnen Planern (Architekt, Statiker, Bauphysiker, Brandschutzplaner) würde einen immensen Vorteil bringen. Alle könnten an einem Modell arbeiten. Diese Basis gibt es allerdings nicht und wird auch nicht gefördert. Die Argumente der Bauherren sind, dass dadurch manche Planer nicht wettbewerbsfähig wären.

Der größte Mehrwert daran wäre allerdings, dass die Planung in einem frühen Stadium schon um einiges detaillierter und näher an der Ausführbarkeit wäre. Bauprojekte oder einzelne Gewerke wären weniger projiziert sondern ganzheitlicher geplant und Ausführbarer.

## 6 Vergleichende Fallstudie – Herkömmliche vs. Modellbasierte Baustelle

- Was würden Sie sich von einem BIM Modell in dieser Phase wünschen? (Varianten, Einsparungsmöglichkeiten)

Da wir in der Baufirma in der Ausschreibungsphase nur die Unterlagen bekommen die aus Dokumenten und Plänen bestehen, gibt es zu diesem Zeitpunkt keine Modelle. Zumindest bekommt man keine Modelle von Bauträgern in meinem Bereich. Was ich mir wünschen würde, wäre dass es weiterbearbeitbare Modelle gibt, die 1:1 ausgewertet werden können. Die gibt es aber leider nicht, zumindest nicht bei den Projekten die ich bearbeitet habe. Weiters wäre eine Kompatibilität mit unseren Systemen ein großer Vorteil und würde eine Menge an Zeit und redundanten Daten sparen.

- Gibt es Ihrerseits Verbesserungsvorschläge im Bereich Ausschreibungen, Umgang mit Bauherrn, Projektierungen?

Eine Durchgängige, Integrale Planung in einem Modell, das in der Kette immer weiterbearbeitet werden kann, wäre eine Revolution.

### 6.4.2 Experteninterview Kalkulation

#### Allgemeine Fragen:

- Inwiefern ist die Digitalisierung im Bereich Generalunternehmerprojekte schon vorangeschritten?

Die Digitalisierung ist in der Kalkulationsphase sicherlich am weitesten Fortgeschritten. Mittlerweile erfolgt eine vollständige Bearbeitung der Projekte mit Digitalen Werkzeugen. Für jedes Projekte das kalkuliert werden soll, gibt es ein Modell, das in Revit modelliert wird und in iTWO ausgewertet wird. Die effiziente Datenquantität und Qualität bieten eine sehr gute Grundlage für kalkulatorische Zwecke.

- In welchen Projektphasen sehen Sie die größten Potenziale der Digitalisierung?

Wenn man die Kalkulationsphase betrachtet, hat die Digitalisierung den größten Impact gehabt. Eine Standardisierung der Arbeitsweise konnte gewährleisten, dass alle notwendigen Schritte der Kalkulation digital abgebildet werden konnten. Sei es das Modell mit dem die Hauptmassen ermittelt werden, oder die Auswertung in iTWO mit der automatisierten Erstellung von Leistungsverzeichnissen, bis hin zu Raumbüchern in Excel die eine schnelle Ermittlung der Flächengewerke ermöglicht.

- Welche Schritte können sinnvoll digitalisiert werden und welche müssen eventuell neu gedacht werden?

Die Anforderungen der Kalkulation konnten bereits sinnvoll digitalisiert werden. Neu gedacht werden müsste allerdings die Zusammenarbeit zwischen den einzelnen Phasen, die heute noch nicht wirklich vorhanden ist. Die durchgängige Verwendung der erstellten Daten würde einen Mehrwert bringen.

### Spezifische Fragen Kalkulation:

- Welchen Mehrwert bieten Digitale Gebäudemodelle im Bereich Kalkulation?
  - Höhere Massengenauigkeit
  - Überprüfbarkeit auf Vollständigkeit durch Visualisierung
  - Flexible Variantenüberprüfung durch schnelle Änderungen im Modell (Einsparungen, Änderungen durch Behörden)
  - Transparente Bewertung von Optimierungsmöglichkeiten
- Wie wird ein klassisches Kalkulationsprojekt aktuell bearbeitet? (Aufbau, Ressourcen)

In der Kalkulationsphase geht es um die schnelle Ermittlung der Hauptmassen. Diese wären Stahlbeton, Trockenbau, WDVS, Fenster und Türen. Diese Gewerke werden auch in einem BIM Modell abgebildet. Der Kalkulant ist verantwortlich für die Gesamtkalkulation hat allerdings mit Modell wenig zu tun. Es gibt eigene Techniker die speziell für die Modellbearbeitung zuständig sind. Genauere Definitionen für die Modellierung gibt der Kalkulant an (Bewehrungsgehälter, Betongüte, usw.)

Die durchschnittliche Dauer für die Modellerstellung beträgt 1-2 Wochen, je nach Projektgröße und Komplexität. Parallel zur Modellerstellung wird aktuell ein Raumbuch in Excel erstellt in dem die Massen der Ausbaugewerke (Maler, Spachtelung, Bodenleger, Fliesenleger) ermittelt werden. Das beruht darauf, dass der Kalkulant nicht warten kann, bis das Modell fertig erstellt wurde um die Ausbaugewerke auch noch mit dem Modell zu ermitteln. Diese Gewerke beanspruchen viel Zeit in der Bearbeitung am Markt.

Der Kalkulant studiert währenddessen die Grundlagen des Projekts und kümmert sich um den Aufbau des Leistungsverzeichnis in iTWO. Mit den Hauptmassen aus dem Modell und den Ausbaumassen aus dem Raumbuch wird die

## 6 Vergleichende Fallstudie – Herkömmliche vs. Modellbasierte Baustelle

Ausschreibungsphase gestartet in der Angebote und Preise von verschiedenen Subunternehmern und Materialien eingeholt werden. Es werden auch andere aktuelle Angebote und Vergaben verglichen. Damit wird der Preis des Bauvorhabens ermittelt. Gesamtdauer der Kalkulation ist ca. 5-8 Wochen.

- Wie viele Kalkulationsprojekte werden pro Jahr mit BIM Modellen bearbeitet?

Bei uns werden alle Projekte die kalkuliert werden, mit BIM Modellen gerechnet (Hauptmassen). Kostenschätzungen sind davon ausgenommen. Diese werden mit anderen Parametern bewertet. Im der Niederlassung Hochbau Wien werden in etwa zwischen 100-150 Modelle pro Jahr kalkuliert. 10-15 % davon werden auch wirklich beauftragt und kommen in die Ausführung.

- Wie werden (könnten) Modelle für Entscheidungsfindungen oder für Optimierungen in Abstimmung mit dem Bauherrn eingesetzt (werden)?

Kalkulationsmodelle werden durchaus für Optimierungen und Einsparungen verwendet. Die möglichen Änderungen können über das Modell dem Bauherrn nähergebracht werden. Die Möglichkeit der Visualisierung bietet eine gute Grundlage zur Entscheidungsfindung und bei Verhandlungen mit dem Bauherrn. Es wird auch als Kompetenz angesehen.

- Wie sieht der Austausch mit externen Planern momentan aus?

Im Bereich BIM gibt es so gut wie keinen Austausch. Sämtliche Informationen zu den Bauvorhaben werden über Dokumente und 2D-Pläne übermittelt.

- Wird in der Ausführung auf den Modellen der Kalkulation aufgebaut und was sind die Voraussetzungen dafür?

Momentan werden die Modelle nicht weiterverwendet. Es gibt zwar Pilotprojekte für die Entwicklung der Weiternutzung, aber leider viel zu wenige. Die Anforderungen der Baustelle an BIM Modelle müssen erst definiert werden und

## 6 Vergleichende Fallstudie – Herkömmliche vs. Modellbasierte Baustelle

dann mit dem Standard der Kalkulationsmodelle harmonisiert werden. Nur dann kann eine durchgängige Modellverwendung stattfinden.

- Gibt es Ihrerseits Verbesserungsvorschläge im Bereich digitalisierte Kalkulation?

Im Bereich Kalkulation wird schon viel aus der Digitalisierung rausgeholt und auch aktiv gelebt. An den Schnittstellen zwischen Planung und Kalkulation, sowie zwischen Kalkulation und Ausführung gibt es allerdings noch große Probleme.



### 6.4.3 Experteninterview Ausführung

#### Allgemeine Fragen:

- Inwiefern ist die Digitalisierung im Bereich Generalunternehmerprojekte schon vorangeschritten?

Ich würde das Aufgabengebiet bei Generalunternehmerprojekten teilen 1. Kalkulation, 2. Ausführung und 3. Nachbereitung.

Kalkulation: BIM wird bereits vollständig gelebt und ist fester Bestandteil jeder Kalkulation. Ein großer Teil der Massen werden bereits über das Modell ermittelt.

Ausführung: Bei Pilotprojekten wird bereits Versucht das Model auf der Baustelle für Subunternehmer-Abrechnungen zu verwenden. An unserem Pilotprojekt welches wir bereits abgeschlossen haben wurde der Gesamte Rohbau (Lohnleister) über das Modell abgerechnet. Weiters wurden Rohbaumassen für Prognosen, Soll-Ist-Vergleiche für die Bewehrung voll verwendet. Im Rohbau hat das Modell bereits eine sehr gute Genauigkeit und die Vorteile sind deutlich spürbar. Die Ausbaugewerke wurden händisch geprüft jedoch haben wir versucht brauchbare Massen aus dem Modell zu generieren. Durch intensive Zusammenarbeit mit unserer internen BIM-Abteilung haben wir Möglichkeiten entwickelt um auch diese Gewerke sinnvoll abzubilden. Aus zeittechnischen Gründen war die Abrechnung jedoch noch nicht möglich.

Nachbereitung: Bis dato kein erkennbarer Nutzen.

- In welchen Projektphasen sehen Sie die größten Potenziale der Digitalisierung?

In Kalkulation und Ausführung, da man in allen Projektstadien schnelle und nach und nach genauere Massen für Ausschreibungen und Prognosen generieren kann.

- Welche Schritte können sinnvoll digitalisiert werden und welche müssen eventuell neu gedacht werden?

Ich denke, dass es besonders wichtig ist nicht alle Schritte eines Projektes zu digitalisieren und so im Modell dazustellen. Meiner Meinung nach sollte es Maximal 3 Schritte geben: Kalkulation, Projektierung (Projekt wird baubar gemacht z.B. anpassen Ortbeton/Fertigteil) mit einer rudimentären Vorgehensweise und am Ende den ausgeführten Zustand.

Hier ist es wichtig die personellen Ressourcen auf der Baustelle richtig zu nutzen.

### **Spezifische Fragen Ausführung:**

- Welchen Mehrwert bietet die Digitalisierung im Bereich Bauausführung?

Schnelles generieren von Massen für Ausschreibungen, Prognosen, Soll-Ist-Vergleiche in allen Projektphasen.

- Von welchen Faktoren ist der Einsatz von BIM Modellen in der Ausführungsphase abhängig?

Aktuell spielt die Größe eine wichtige Rolle. Unser Pilotprojekt war aufgrund des Umfangs mit 330 Wohnungen nicht perfekt geeignet. Das Arbeiten mit BIM in der Ausführungsphase war und ist noch nicht perfektioniert daher müssen Vorgehensweisen für die Massenermittlung und Darstellung dieser erst entwickelt werden. Bei einem so umfangreichen Projekt zieht dies oft langwierige Änderungsarbeiten mit sich.

- Wie sehr passen die aktuellen Rahmenbedingungen zu der digitalisierten Arbeitsweise? (Baubegleitende Planung, Normen, Subunternehmer Umgang)

Generell müssen wir bemüht sein die digitalisierte Arbeitsweise an die jeweiligen Rahmenbedingungen in der Ausführung anzupassen. Da die Planung der Projekte

## 6 Vergleichende Fallstudie – Herkömmliche vs. Modellbasierte Baustelle

immer weniger Zeit zur Verfügung hat, werden Pläne erst oft sehr spät und nach und nach mit ausführungsrelevanten Informationen (z.B. im Rohbau kann sich Trockenbau noch weitestgehend ändern) geliefert. Dabei ist es wichtig nicht immer das gesamte Modell zu überarbeiten. Der Umgang mit Subunternehmer stellt, meiner Meinung nach, die größte Herausforderung dar. Es ist sehr schwer die aus dem Modell generierten Massen nachvollziehbar darzustellen. Dabei muss daran gedacht werden, dass unsere Subunternehmer keinen Revit- oder ITWO-Zugang haben. Massen werden weitestgehend per Hand am Plan mittels Maßketten gerechnet.

- Was würden Sie sich von einem BIM basierten Modell in der Ausführungsphase erwarten?

Eine hohe Flexibilität beim Generieren von Massen. Die Abrechnung kann zwischen unterschiedlichen Unternehmen abweichen. Dabei müssen schnell zusätzliche Positionen von den im Modell hinterlegten Informationen.

- In welchem Bereich soll in dieser Phase die Modellverantwortung liegen?

Baustelle

- Werden Techniker aktuell ausreichend für die spezielle Anwendung von BIM Modellen ausgebildet?

Ja, laufend in unserer Kalkulationsabteilung.

- Gibt es Ihrerseits Verbesserungsvorschläge im Umgang mit BIM Modellen in der Ausführung?

Wir befinden uns noch mitten in der Entwicklungsphase für BIM auf der Baustelle. In unserer Kalkulation wird BIM bereits gelebt. Gerade in der Entwicklung ist eine gute Zusammenarbeit und Kommunikation wichtig, daher arbeiten wir auch direkt

mit der BIM-Abteilung zusammen und versuchen die Abläufe laufend zu verbessern um eine modellorientierte Arbeitsweise in der Bauausführung zu etablieren.

- Bringt das Modell in den unterschiedlichen Phasen Ausschreibung, Vergabe und Abrechnung einen Mehrwert?

In unserem letzten Projekt haben wir versucht die jeweiligen Planstände in Echtzeit im Modell darzustellen. Im Nachhinein betrachtet war dies ein Fehler, da dies enorme personelle Ressourcen erfordert und der Mehrwert nur sehr gering ist. In der Ausschreibungs- /Vergabephase sollte das Kalkulationsmodell mit geringfügigen Änderungen verwendet werden um ein aussagekräftiges Massengerüst zu generieren. Für die Abrechnung werden wir bei unserem nächsten Projekt ein neues Modell beginnen wo ausschließlich die Ausführungsplanung eingearbeitet wird. Diese Vorgehensweise wird gewählt um die Genauigkeit (Massen stimmen genau mit händischer Massenermittlung überein) zu verbessern und Fehler zu vermeiden. Abschließend kann man zusammenfassen, dass wir bereits jetzt teilweise einen Mehrwert gegenüber der konventionellen Arbeitsweise generieren jedoch noch viel Entwicklungsarbeit in diesem Bereich notwendig ist um das gesamte Potential dieser Arbeitsweise auszuschöpfen.

- Wieviel Ersparnis gibt es im Vergleich zur Händischen Arbeitsweise in den einzelnen Gewerken? Gibt es eine Ersparnis?

Am Beispiel Stahlbeton sparen wir heute schon viel Zeit, beim Erstellen von Hochrechnungen, Soll-Ist vergleichen usw. Der Vorteil liegt darin, dass Massen von bestimmten Bereichen ohne Mehraufwand abgegriffen werden können. Außerdem fallen Informationen als „Abfallprodukt“ an, am Beispiel Dachflächen, diese können kurzerhand zur Eigenkontrolle für die händische Massenermittlung verwendet werden.

## 6 Vergleichende Fallstudie – Herkömmliche vs. Modellbasierte Baustelle

- Worauf kommt es an, ob sich ein Projekt gut für die Begleitung mit einem Modell eignet?

Eine Zeitgerechte Planung ist ausschlaggebend dafür, ob eine modellorientierte Arbeitsweise auf der Baustelle sinnvoll ist.

## 7. Bewertungen und mögliche Optimierungen

In diesem Kapitel sollen die einzelnen Phasen auf Verbesserungspotenzial untersucht werden und Vorschläge für eine Optimierung dargestellt werden. Zunächst werden das Pilotprojekt und die Experteninterviews evaluiert und analysiert. Im Weiteren werden auf Allgemeine Herausforderungen der Digitalisierung eingegangen und Empfehlungen zusammengefasst. Auf Basis dieser Ergebnisse der Auswertungen der Experteninterviews sowie der vergleichenden Fallstudie wird in diesem Kapitel auf die Forschungsfragen der Arbeit eingegangen.

### 7.1 Analyse und Evaluierung

#### 7.1.1 Evaluierung Pilotprojekt Modellbasierte Baustelle

Die Erkenntnisse die aus dem Pilotprojekt gewonnen wurden, zeigen eindeutig, dass die Hauptproblematik darin besteht, dass ein Bauprojekt aus vielen einzelnen Projekten besteht und diese stark separiert voneinander bearbeitet werden. Das Wissen darüber, was im nächsten Abschnitt des Projekts passieren muss und gefordert wird, muss die Grundlage dafür werden gewisse Bereiche und Schnittstellen zu standardisieren.

Im Folgenden Diagramm sind die Herausforderungen der Fallstudie kurz zusammengefasst, auf die im Weiteren eingegangen wird.

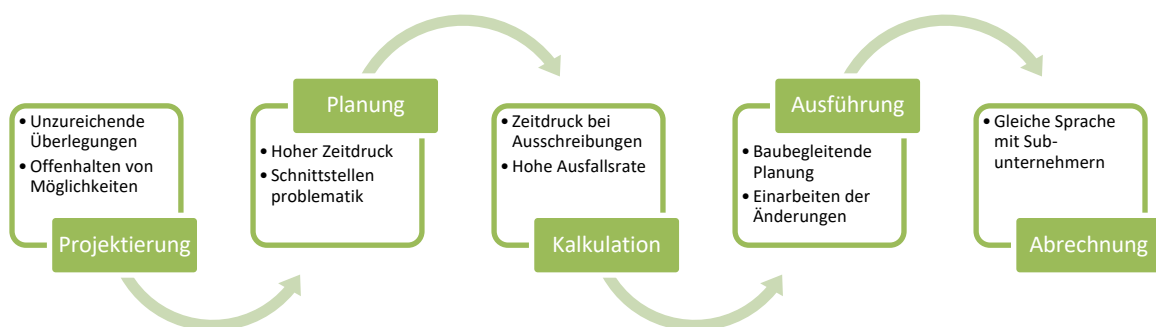


Abbildung 7-1 – Herausforderungen Modellbasierte Baustelle

## 7 Bewertungen und mögliche Optimierungen

### 7.1.1.1 Projektierung

Bauträger projektieren in Bauvorhaben Teilleistungen der Planung oft nicht in Ausführungsqualität, sondern nur als Projektierung, da Sie sich lange Zeit viele Möglichkeiten offen halten wollen, um Einsparungen zu erzielen. Die Ausführungsplanung liegt dann erst bei Ausführenden Unternehmen und während der Ausführungsphase. Deshalb kommt es zu massiven Änderungen in der baubegleitenden Planung.

Durch zu knappe Zeitvorgaben gerade in der Frühphase von Projekten, werden oftmals unnötige Korrekturarbeiten, Zeit und Geldverluste herbeigeführt und vor allem leidet die Stimmung unter den Projektbeteiligten. Seitens der Auftraggeber wird vermehrt versucht, durch Prüfpflichten diese Probleme auf die Unternehmen zu übertragen. (Christalon, et al., 2016)

### 7.1.1.2 Planung

Planungsteams sind gerade in den Phasen Vorentwurf, Entwurf und Einreichplanung mit einem hohen Zeitdruck konfrontiert. Zeitverschiebungen und unrealistische Terminvorgaben durch den Auftraggeber führen oft zu Parallelbearbeitungen mit anderen Projekten und sind eine der Hauptursachen des großen Termindrucks in Planungsbüros. Dadurch bleibt meist nur unzureichend Zeit für eine interne Qualitätskontrolle oder ein Projektreview. (Christalon, et al., 2016)

Oftmals gibt es daher nur grobe Projektplanungen von Seiten des Auftraggebers. Die Ausführungsplanung liegt bei Generalunternehmerprojekten in der Verantwortung des Auftragnehmers. Zusätzlich kann es vorkommen, dass verschiedene Fachplaner in der Ausführungsplanung involviert sind und diese dann vom Auftragnehmer zu einer generellen Planunterlage zusammengeführt werden müssen. Dabei kann es leicht zu Schnittstellenproblemen zwischen den einzelnen Disziplinen kommen.

### 7.1.1.3 Kalkulation

Der Zeithorizont bei der Bearbeitung von Generalunternehmerprojekten bei Baufirmen in der Kalkulationsphase ist sehr gering. Die Massen für die Hauptgewerke müssen je nach

## 7 Bewertungen und mögliche Optimierungen

Größe des Bauvorhabens innerhalb von ein bis zwei Wochen fertig ermittelt sein. Dazu zählen die Beton- und Stahlbetonarbeiten, Fertigteile, Trockenbauarbeiten sowie die Fassade und Fenster. Das Problem ist, dass ein BIM Modell ähnlich aufgebaut wird, wie ein richtiges Gebäude. Zuerst modelliert man den Rohbau, dann die Trockenbauwände, Estrich und schließlich Fenster und Türen, bevor man den Ausbau mit den Gewerken Maler sowie Fliesen- und Parkettleger ins Modell einpflegen kann. Nachdem oft die Preise für Fassaden oder Fenster als kritisch zu bewerten sind, müssen für eine Einschätzung schnell Preise ermittelt werden. Dann kann es vorkommen, dass diese händisch ermittelt werden und erst später ins Modell eingearbeitet werden.

Durch die Angesprochenen Projektierungen in den frühen Phasen, kann es auch vorkommen, dass nicht alle Gewerke richtig ausdefiniert worden sind. Dadurch kann es zu groben Änderungen in der späteren Ausführungsplanung kommen.

### 7.1.1.4 Arbeitsvorbereitung

Zwischen Zuschlag und Baubeginn ist oft nur eine sehr kurze Zeitspanne und das führt dazu, dass die Auftragnehmer ihre Arbeitsvorbereitung auch erst baubegleitend vertiefen können. Eine detaillierte Arbeitsvorbereitung ist aufgrund der Anzahl der zu legenden Angebote, von denen dann auch nur ein Bruchteil zum Auftrag führt, einfach nicht möglich.

Gerade beim Einsatz von BIM Modellen konnte die Zeit zwischen Kalkulation und Baubeginn gut genutzt werden um den aktuellsten Stand abzubilden. Diese Zeit variiert allerdings von Projekt zu Projekt und die Nutzung dieser Zeitspanne sollte jedes Mal neu bewertet werden.

### 7.1.1.5 Ausführung

Die Baubegleitende Planung stellt derzeit eines der Hauptprobleme im Zuge der Bauausführung dar. Aus diesem Umstand werden beispielsweise durch einen gestörten Bauablauf, zahlreiche Mehrkostenforderungen in der Bauausführung abgeleitet. Dies ergibt eine unbefriedigende Situation sowohl für Auftraggeber, als auch Auftragnehmer.



## 7 Bewertungen und mögliche Optimierungen

Die Experten stellen einstimmig fest, dass derzeit der Aspekt der baubegleitenden Planung ein wesentliches Hemmnis in der Projektabwicklung darstellt und die Ursache vieler Probleme ist. (Goger, et al., 2018)

Die Qualität einer Ausführungsplanung kann aufgrund der sehr knappen Vorlaufzeit und dem notwendigen Planvorlauf während der Ausführungsphase nicht mehr wirklich verbessert werden. Liegt eine entsprechende Reife in der Planung nicht vor, müssen sich die Projektbeteiligten darüber bewusst sein, dass es im Zuge der Bauausführung zu Projektänderungen, Umplanungen und Mehrkosten kommen kann.

Weiters war einer der wichtigsten Aspekte in der Phase der Ausführung die Definition, welche Informationen, wann, in welchem Bauteil im Modell enthalten sein müssen und wie man diese darstellt und auswertet.

### 7.1.1.6 Abrechnung

Die Abrechnung der ausgeführten Bauleistungen erfolgt derzeit bei den Projekten noch Großteils manuell, das bedeutet es wird mittels Aufmaßblätter und Abrechnungspläne abgerechnet. Massen werden mittels einfacher Aufmaße und Rechenoperationen bestimmt. Um eine korrekte Abrechnungsmenge zu ermitteln, müssen sämtliche Werkvertragsnormen, Abrechnungsregeln sowie spezielle Inhalte einzelner Positionstexte berücksichtigt werden.

Der Auftraggeber muss diese Aufmaße erneut einer manuellen Prüfung unterziehen. Der Zeitaufwand ist als sehr hoch einzustufen, da sehr leicht Missverständnisse durch nicht nachvollziehbare Aufmaße entstehen können.

### 7.1.2 Evaluierung Experteninterviews

Die Interviews wurden mit Experten aus den jeweiligen Fachrichtungen Akquise, Kalkulation und Ausführung geführt, die allesamt einen guten Einblick in die derzeitige Situation haben und auch bei dem Pilotprojekt Modellbasierte Baustelle involviert waren. Anbei noch einmal die Übersicht der Interviews.

## 7 Bewertungen und mögliche Optimierungen

Thema	Partner	Funktion	Erfahrung	Dauer
Akquise	Person A	Gruppenleiter Hochbau	18 Jahre	45 min
Kalkulation	Person B	Gruppenleiter Kalkulation	18 Jahre	50 min
Ausführung	Person C	Techniker Pilotprojekt	4 Jahre	60 min

Tabelle 6 – Experteninterviews

### 7.1.2.1 Akquise

Aus Sicht der Projektakquise wurde festgestellt, dass es zwar eine unglaubliche Anzahl von Daten gibt, diese aber für die weitere Verwendung eigentlich unbrauchbar sind. Die Planung arbeite teilweise in 2D, teilweise in 3D. Bei der Übergabe zwischen Planung und Baufirma, kommt es allerdings zu einem Datenknick. Modelle werden kaum weitergegeben, sondern wie üblich nur 2D-Pläne als PDF. Wirkliches Potenzial ergibt sich erst bei der durchgängigen Verwendung der produzierten Daten und Modelle. Dieses Potenzial wird aber momentan nicht ausgeschöpft.

Interessant ist auch, dass das Thema BIM bei den Bauherren und Auftraggebern kaum angekommen ist. Einzelne Planer bekennen sich bereits zur digitalen Arbeitsweise, der Bauherr jedoch hat keinen Mehrwert davon. Sie scheuen sich oft davor einen Standard vorzugeben oder zu verlangen, da hier kaum Erfahrung besteht.

Auch die Integrale Planung wird von den Auftraggebern selten gefördert, da es hier zu Problemen der Wettbewerbsfähigkeit einzelner Planer kommen könnte, wenn man bspw. verlangen würde auf einer definierten Plattform zu arbeiten.

### 7.1.2.2 Kalkulation

Aus Sicht der Kalkulation, ist der eigene Bereich wohl der am weitesten digitalisierte Bereich. Es werden sämtliche Projekte mittels BIM Modell unterstützt. Jedoch handelt es sich hierbei um eigene Modelle, die nach eigenen Standards nachmodelliert werden. Diese Standards sind allerdings durchgängig. Sei es das Modell mit dem die Hauptmassen ermittelt werden, oder die Auswertung in iTWO mit der automatisierten Erstellung von

## 7 Bewertungen und mögliche Optimierungen

Leistungsverzeichnissen, bis hin zu Raumbüchern in Excel die eine schnelle Ermittlung der Flächengewerke ermöglicht.

Momentan werden nur die Hauptgewerke (Stahlbeton, Trockenbau, WDVS, Fenster und Türen) modelliert. Der hohe Zeitdruck führt dazu, dass Ausbaugewerke wie Maler, Spachtelung, Bodenleger, Fliesenleger parallel mittels Raumbuch in Excel erstellt werden.

Die durchschnittliche Bearbeitungsdauer eines Projekts ist zwischen fünf und acht Wochen. Jährlich werden ca. 150 Projekte bearbeitet, jedoch werden nur rund 10-15% der Projekte beauftragt. Wenn es zu einer Beauftragung kommt, kann das BIM-Modell auch dafür verwendet werden, Optimierungen und Einsparungen darzustellen. Es bietet also eine gute Entscheidungsgrundlage, auch bei Verhandlungen mit dem Bauherrn.

### 7.1.2.3 Ausführung

Im Bereich der Ausführung konnten mit dem Pilotprojekt erste Ergebnisse und Erfolge erzielt werden. Der Gesamte Rohbau konnte bereits mit dem Modell verhandelt und abgerechnet werden. Weiters wurde das Modell für Prognosen und Soll-Ist-Vergleiche verwendet. Im Bereich der Ausbaugewerke konnten innerhalb des Pilotprojekts große Entwicklungssprünge verzeichnet werden.

Das wichtigste im Umgang mit BIM Modellen bei Bauprojekten ist die phasengerechte Nutzung der digitalen Inhalte. Die richtigen Daten zum richtigen Zeitpunkt. Und auch die Größe des Projekts spielt eine wichtige Rolle, da gerade am Anfang viele Leerkilometer gemacht werden müssen. Auch den Rahmenbedingungen für die Ausführung muss die nötige Aufmerksamkeit geschenkt werden. Baubegleitende Planung und die gemeinsame Sprache mit Sub-Unternehmern sind hier wichtige Faktoren, die man in der Digitalisierung der Workflows beachten muss.

## 7.2 Empfehlungen und Optimierungen

Auf Basis der Analyse der einzelnen Projektphasen werden nun Empfehlungen und Optimierungen vorgeschlagen. Durch die vergleichende Studie der herkömmlichen und

## 7 Bewertungen und mögliche Optimierungen

modellbasierten Arbeitsweise, sowie der Analyse der Experteninterviews konnten die anfänglich gestellten Forschungsfragen dieser Arbeit wie folgt zusammenfassend beantwortet werden.

### **(1) In welchen Prozessphasen zwischen Kalkulation und Ausführung können BIM Modelle einen Mehrwert bringen?**

BIM Modelle können in jeder Phase einen Mehrwert bringen, jedoch steigt die Effizienz der modellbasierten Arbeitsweise, bei möglichst durchgängiger Anwendung. In frühen Projektphasen sind die positiven Effekte eine ganzheitliche Darstellung des Bauvorhabens, die rasche Sichtbarkeit der Änderungen von Form, Materialien und Kosten sowie voraussichtliche Bauzeit und Baukosten. Für Baufirmen sind die Mehrwerte die transparente Kostenermittlung, die Darstellung von Optimierungen, sowie die zentrale Organisation von baurelevanten Informationen im Modell.

### **(2) Wie können diese neuen Technologien in die gegebenen Arbeitsabläufe implementiert werden?**

Teilweise können die neuen Technologien in die gegebenen Arbeitsabläufe gut integriert werden. Andere Prozesse müssen allerdings neu gedacht werden und an die Möglichkeiten der modellbasierten Arbeitsweise angepasst werden. Je mehr Anforderungen von Beginn eines Projekts an definiert sind, desto mehr kann auf die digitalen modellbasierten Möglichkeiten eingegangen werden und Prozesse dementsprechend angepasst werden.

### **(3) Müssen Arbeitsabläufe und Rahmenbedingungen mit neuen Technologien möglicherweise neu gedacht werden?**

Rahmenbedingungen sind von allen Beteiligten eines Bauprojekts, über Jahrzehnte entwickelte Richtlinien. Bei möglichen (und möglicherweise auch notwendigen) Adaptierungen dieser Richtlinien, ist es wichtig sämtliche Beteiligte miteinzubeziehen um auf ein breites Verständnis zu stoßen. Themen wie die gemeinsame Sprache bei Abrechnungen mit Nachunternehmern, sollten für alle Beteiligten entsprechend standardisiert werden.

## 7 Bewertungen und mögliche Optimierungen

Im Zuge der Beantwortung der Forschungsfragen, konnten Empfehlungen im Umgang mit modellbasierten Projekten definiert werden, die hier nach der jeweiligen Projektphase zusammengefasst werden.

Diese Empfehlungen gelten in erster Linie für Unternehmen, die als Generalübernehmer agieren.

### 7.2.1 Projektierung Empfehlungen

Die Projektierung sollte bereits von Anfang an von Seiten des Auftraggebers vielmehr in Richtung Durchführbarkeit gedacht werden. Integrale Planung muss hierfür gelebt werden, wo es möglich ist. Je früher sämtliche Disziplinen in einem Projekt involviert sind, desto besser ist die Qualität der Planung. Davon profitiert der komplette Projektverlauf.

Der Bauherr muss auch von Vorteilen einer BIM-basierten Begleitung überzeugt, bzw. abgeholt werden. In dieser frühen Phase kann viel an Effizienz gewonnen werden, wenn man sich zu einer gemeinsamen Strategie entscheidet oder ein Standard vorgegeben wird. Egal bei welcher Projektart oder Größe.

### 7.2.2 Planung Empfehlungen

Der Bauherr könnte schon in einem frühen Stadium definieren, welche Projektplattform, bzw. welche Standards eingehalten werden müssen, in Bezug auf Schnittstellen und integrale Planung. Das beinhaltet die einzelnen Planer, aber genauso die ausführenden Baufirmen.

Es sollte eine Art Neudenken geben in Richtung Vereinheitlichung/Standardisierung. Das würde eine effiziente Arbeitsweise ohne Datenknick ermöglichen. Die integrale Planung, bei der sehr früh alle Disziplinen zusammenarbeiten würden, hätte den Vorteil dass die Planung schon in einem frühen Stadium um einiges detaillierter wäre und auch näher an der Ausführbarkeit.

Im Bereich der Akquise bei Bauunternehmen wäre es wünschenswert, wenn Modelle aus der Planung weiterbearbeitet und ausgewertet werden könnten. Das würde eine Menge an Zeit und redundanter Daten sparen und wäre eine Revolution.

## 7 Bewertungen und mögliche Optimierungen

### 7.2.3 Kalkulation Empfehlungen

Es wäre von großem Vorteil, wenn Baufirmen Modelle aus der Planung übernehmen könnten und mit relativ wenig Aufwand damit ihre Kalkulation durchführen könnten. Der Datenknick steht dem im Wege und momentan werden Modelle verworfen und mit eigenem Standard neu gezeichnet.

Verbesserung der Modellqualität in der Kalkulationsphase durch ein definiertes durchdachtes Qualitätsmanagement. Die klare Entscheidung welche Modelle überhaupt Sinn machen übernommen zu werden und welche Modelle in der Ausführungsphase eventuell neu gezeichnet werden müssen.

### 7.2.4 Arbeitsvorbereitung Empfehlungen

Gerade vor Baubeginn, macht es Sinn Spezialisten für Digitale Gebäudemodellierung in das Projekt einzubeziehen, da dadurch eine effiziente Nutzung des Modells und etwaige Möglichkeiten aufgezeigt werden können. Eine Standardisierte Übergabe von Modellen aus Kalkulation an bauausführendes Team, würde durch BIM-Spezialisten ermöglicht werden. Das muss auch in der Ressourcenplanung berücksichtigt werden und braucht ein Neudenken der Arbeitsabläufe innerhalb eines Konzerns.

Insofern ist eine gute Qualität der Ausschreibung eine Grundbedingung für eine gute Qualität in der Kalkulationsphase und der Arbeitsvorbereitung von ausführenden Unternehmen.

Eine durchgängige Verwendung dieser Modelle gibt es allerdings heute noch nicht, da die Anforderungen der Baustelle an BIM Modelle erst definiert werden müssen.

Weitere Pilotprojekte sind hier unabdingbar. Für die durchgängige Verwendung der Modelle müssen die Schnittstellen Planung <-> Kalkulation <-> Baustelle noch intensiv angepasst werden. Dazu müssen in der Entwicklung einer Strategie alle Disziplinen einbezogen werden.

## 7 Bewertungen und mögliche Optimierungen

### 7.2.5 Ausführung Empfehlungen

Eine ausreichend fertiggestellte Planung die zu Baubeginn vorliegt, würde eine Vielzahl an Problemen der baubegleitenden Planung minimieren.

Des Weiteren sind die Parameterstruktur und die Tiefe der Information eines der wichtigsten Themen in der modellbasierten Abwicklung von Bauvorhaben. Der größte Faktor ist die Sicherheit der Massen im Modell und dieser kann erreicht werden, wenn man alle Mengen auf die kleinste Einheit runterbrechen kann. Nur dann kann ein Techniker wirklich damit arbeiten und die Modellmassen bei Verhandlungen verwenden. Dafür braucht es die Informationen durchgängig und zuverlässig in jedem einzelnen Bauteil. Diese Informationen müssen in den CAD Systemen sowie im AVA Programm anschaulich geprüft werden können. Dazu dienen Filereinstellungen, die die Mengen in Objektvisualisierungen beispielsweise von jedem Raum einzeln darstellen können.

Dies Bedarf einen großen Aufwand an Datenpflege im Gebäudedatenmodell. Bei jeder Aktualisierung eines Gewerks muss darauf geachtet werden, dass alle Daten vorhanden sind. Bei vielen Modellen verliert man sehr leicht den Überblick über die Massen und jede differenzierte Ansicht der Massen, sei es nach Geschoss, Gewerk oder nach Top-Nummer hilft bei der Prüfung auf Vollständigkeit. Dafür braucht es projektspezifische Abstimmungen, wann, wer, welche Informationen für welches Gewerk im Modell benötigt.

### 7.2.6 Abrechnung Empfehlungen

Hierfür müssen die Massen aus dem Modell in Aufmaßblättern leicht dargestellt werden können. Für eine leichte Plausibilisierung müssen definierte Übersichtspläne eingesetzt werden, da sonst schnell die Übersicht über die Daten verloren werden kann. Die Aufstellung der Massen muss mit der Aufstellung des Subunternehmers verglichen werden können. Es muss eine gemeinsame Sprache gesprochen werden!

Es macht auch einen Unterschied welche Massen mit dem Modell abrechnet werden. Nicht jedes Gewerk kann in einem Modell effizient dargestellt werden. Diese Definitionen,

## 7 Bewertungen und mögliche Optimierungen

welche Gewerke im Modell abgebildet werden, sollten in einer möglichst frühen Phase getroffen werden.

### 7.3 Weitere allgemeine Herausforderungen für die Baubranche

Die Baubranche besteht allerdings nicht nur aus Generalübernehmern. Vielmehr ist sie auf Klein- und Mittelbetrieben aufgebaut, für die ganz andere Voraussetzungen gelten. Wenn man die Baubranche allgemein betrachtet ergeben sich Kernpunkte in den Herausforderungen rund um die Digitalisierung und zwar die Standardisierung, das Thema der digitalen Fachkräfte und die allgemeine Akzeptanz der neuen Technologien. Diese Themenbereiche wurden auch vom Global Industry Council ausgewiesen und erörtert. (Global Industry Council, 2019)

#### 7.3.1 Standardisierung

Die Implementierung von Standards bringt der Bauindustrie mit Sicherheit viele Vorteile. Sei es bei Prozessen, beim Datenmanagement oder in der Systemlandschaft. Eine Standardisierung der Systeme und der Software minimiert die Kosten, senkt den Bedarf an speziellem Fachwissen, konsolidiert die Verwaltung von Anbietern und Usern, reduziert die Inkompatibilität und strafft die Infrastruktur und das Ökosystem.

Allerdings stellt sich angesichts der Tatsache, dass sich Standardisierung am besten für die Massenproduktion eignet, die Frage, wie sie in einer Branche angewendet werden kann, in der es Variationen gibt und in der jedes Projekt und jede Baustelle einmalig ist.

Unternehmen sollten mit der Rationalisierung und Vereinfachung der Software und Tools beginnen. Davon ausgehend kann die Einführung einfacher Prozesse eine tiefere Transformation fördern. Alte und redundante Systeme zu reduzieren und sich auf solche zu konzentrieren, die den größten Wert liefern, steigert die Effizienz und Produktivität, senkt die Kosten und schafft zugleich eine Grundlage für die Standardisierung.

Die Standardisierung sorgt dafür, dass Daten von Anfang an und bis zum Ende auf einheitliche Weise erfasst werden und verringert für alle Beteiligten den Aufwand, der



## 7 Bewertungen und mögliche Optimierungen

notwendig ist, um Arbeiten zu planen und auszuführen. Weiters ermöglicht die Entwicklung eines einheitlichen Vorgehens, mit dem Projektteams ihre Prozesse nachzuvollziehen und die Informationsqualität verbessern können. (Global Industry Council, 2019)

### 7.3.2 Aufbau digitaler Fachkräfte

Unternehmen fehlen IT-Experten, leitende Mitarbeiter, die die Digitalisierung anführen können, sowie generell technologieversiertes Personal. Um die Vorteile der wachsenden digitalen Landschaft nutzen zu können, müssen sich die bestehenden Rollen weiterentwickeln, während neue Rollen wie die des Projektinformationsmanagers oder des BIM-Managers entstehen. Vorhandene Fachkräfte müssen anpassungsfähig sein. Zum Beispiel müssen traditionelle Ingenieure digitale Ingenieure werden.

Der Ausbildungsschwerpunkt der neuen Generation, die inmitten digitaler Technologien aufgewachsen ist, wird sich verlagern: von der Schulung des Personals in der Bedienung neuer Systeme darauf, sie zu Innovationen und zur Anwendung der Technologie in Hinsicht auf neue Herausforderungen in der Industrie zu befähigen.

### 7.3.3 Akzeptanz von neuen Technologien

Wichtig ist die Schaffung der Akzeptanz im ganzen Unternehmen zu fördern. Die Einführung neuer Technologien kann in manchen Bereich auf eine Kombination aus Begeisterung und Bedenken stoßen. Widerstand gegen die Einführung kann auch daraus entstehen, dass Mitarbeiter im Unklaren darüber sind, welche Vorteile die Technologie bringt, oder wenn sie den Eindruck haben, dass sie ihre Arbeitslast eher erhöhen als verringern wird. Ist das der Fall, greifen womöglich einige auf bewährte Systeme und Verfahren zurück, die das Datenmanagement und die Zusammenarbeit behindern.

## 7.4 Allgemeine Empfehlungen für die Baubranche

### 7.4.1 Empfehlung Standardisierung

Prüfung und Rationalisierung – Wesentlich für die Rationalisierung der Systeme ist es zu erkennen welche Systeme im Unternehmen und in den Arbeitsabläufen genutzt werden

## 7 Bewertungen und mögliche Optimierungen

und warum diese Systeme ausgewählt wurden. Dieser Prozess deckt oft obsoletere Programme und Systeme mit Doppelnutzung auf. Für ein Unternehmen ist es demnach wichtig, für einen transparenten Informationsfluss, eine gute Datenerfassungsstruktur und einen klaren Überblick über Betriebsprozesse zu sorgen. (Global Industry Council, 2019)

Unternehmen sollten sich auf drei Bereiche konzentrieren.

1. Prozessreview: Zentrale Prozesse, unter anderem das Projektmanagement, sollten geprüft und beurteilt werden
2. Datenerfassung und Harmonisierung: Wenn Metadaten konsistent erfasst werden, können Daten einfacher verwaltet, verifiziert und eingesetzt werden.
3. Interne Innovationsgruppe: Durch die Einrichtung einer internen Innovationsgruppe oder eines Center of Excellence (CoE) kann die digitale Strategie eines Unternehmens fokussiert werden.

### 7.4.2 Empfehlungen Aufbau digitaler Fachkräfte

Um die Fähigkeiten der Mitarbeiter zu nutzen, müssen Unternehmen ein Verständnis für die Talente entwickeln, die in Ihrem Unternehmen vorhanden sind. Nicht alle Mitarbeiter müssen auf dem neuesten Stand der Technik sein. Einige wenige werden ein tiefgehendes technisches Wissen benötigen, während andere dabei helfen können, die digitale Transformation auf Unternehmensebene voranzutreiben.

Angesichts der Komplexität des Bauwesens müssen Unternehmen Mitarbeiter einstellen, die auch die Branche verstehen. Beispielsweise verstehen einige IT-Ingenieure, CAD-Administratoren/Bediener oder BIM-Anwender zwar die Technologie, aber nicht die Grundlagen der Anlagenplanung oder der Materialbeschaffung. Unternehmen müssen digitales Talent mit Branchenkenntnis in Einklang bringen.

Weiters sollten Unternehmen Wege finden, Mitarbeiter dazu anzuregen, Verbesserungen zu erzielen und Innovationen anzustreben. Eine Prüfung der aktuellen Teamstrukturen kann außerdem wertvolle Talente freisetzen, indem sie Mitarbeiter identifiziert, die das

## 7 Bewertungen und mögliche Optimierungen

Geschäft, die Strategie und die Kultur verstehen und bei der Umsetzung von Veränderungen helfen können.

Im oben genannten Bericht wird ein Beispiel gezeigt, wie eine Implementierung von Fachkräften in einem Bauunternehmen aussehen könnte:

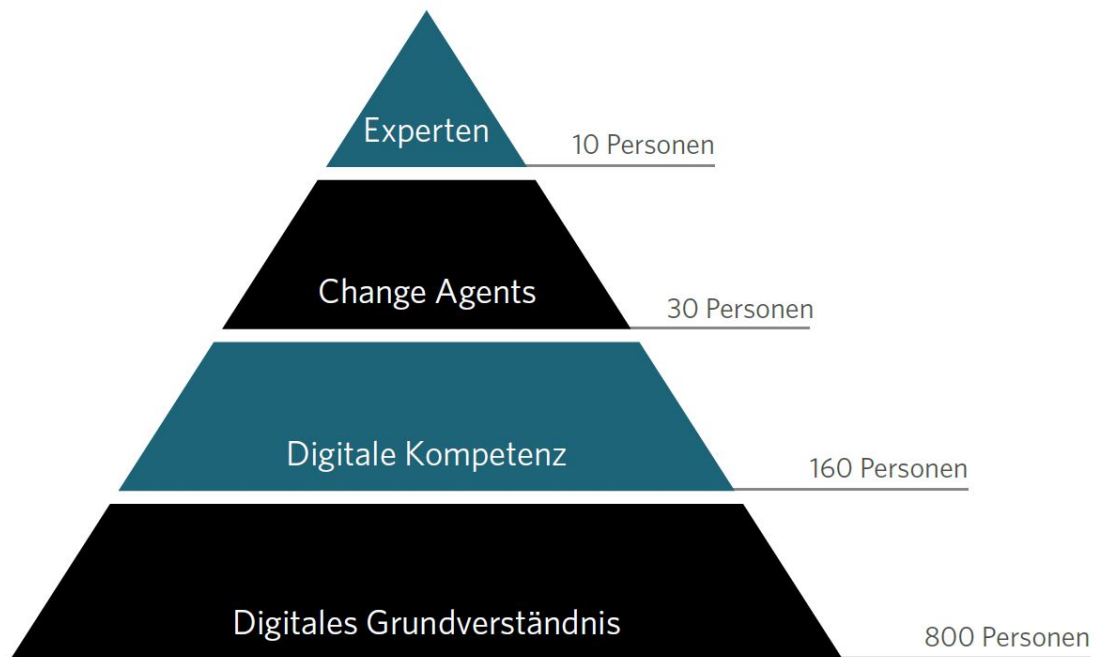


Abbildung 7-2 – Fachkräfte Pyramide (Global Industry Council, 2019)

Experten: Diese bestehen aus Data Scientists, Analytikern und Infrastrukturplanern. Diese hochspezialisierten Fachleute werden benötigt, um das technologische Gerüst des Unternehmens aufzubauen, die Daten zu interpretieren und zu digitalen Anforderungen zu beraten.

Change Agents: Das sind Personen, die die Digitalisierungsstrategie auf Unternehmensebene umsetzen. Sie haben ein detailliertes Verständnis des Geschäfts und wissen, wie man Dinge erledigt. Change Agents verfügen über eine Kombination von Fähigkeiten, die es ihnen ermöglicht, technische Details zu erlernen und zu verstehen, diese in Geschäftsabläufe zu übersetzen und im gesamten Unternehmen Änderungen herbeizuführen.

## 7 Bewertungen und mögliche Optimierungen

Digitale Kompetenz: Projektteams benötigen ein gewisses Maß an digitaler Kompetenz im Systembetrieb und müssen verstehen, welche Auswirkung die digitale Technologie auf ihre Verantwortlichkeiten hat. Wenn sie mit den neuen Systemen vertraut werden, können diese Anwender Verbesserungsvorschläge machen. Wenn die Prozesse einfach und vereinheitlicht sind, Werkzeuge zur Verfügung stehen, und Schulungen und Support angeboten werden, ist es relativ einfach, dafür zu sorgen, dass diese Gruppe digitale Kompetenz erwirbt.

Digitales Grundverständnis: Auch wenn Mitarbeiter nur sehr wenig oder gar nichts mit den vorhandenen Systemen und Standards zu tun haben, müssen alle im Unternehmen und in der Lieferkette diese kennen und verstehen, wie sie funktionieren. Es bedarf zusätzlicher Schulung und Unterstützung, wenn diese Mitarbeiter digitale Kompetenz erwerben sollen.

### 7.4.3 Empfehlungen für die Akzeptanz von neuen Technologien

Investition von Zeit und Ressourcen: Die digitale Transformation erfordert die Investition geeigneter Ressourcen, um die Mitarbeiter während und nach der Implementierung zu unterstützen. Die Erstellung eines Bereitschafts- und Change-Management-Plans, der an verschiedene Funktionen und Geschäftseinheiten angepasst werden kann, hilft ihnen zu verstehen, wie die Technologie ihre Arbeit erleichtert, und das fördert die Akzeptanz.

Die Unterstützung der Führungsspitze sichern: Um den Wandel in einem Unternehmen voranzutreiben, bedarf es der Unterstützung der Geschäftsleitung. Führungskräfte sollten die digitale Gesamtstrategie definieren und deutlich machen, dass die digitale Transformation für das Unternehmen Priorität hat und dass sie Teil der Kernstrategie des Unternehmens ist.

Anbieten von Schulungen: Um die Akzeptanz der Technologie zu fördern, sollten die Mitarbeiter bei deren Implementierung verschiedene Formen der Schulung erhalten. Darüber hinaus ist eine allgemeine Ausbildung der Ausbilder (Train The Trainer) erforderlich, da sie die Befürworter und Experten für die Technologie werden.

## 7 Bewertungen und mögliche Optimierungen

Da diese Schulungen natürlich Kosten verursachen, könnten hier durch die Wirtschaft Maßnahmen getroffen werden um Förderungen oder Incentives zu ermöglichen. Gerade für kleine und mittelständige Unternehmen die die Mehrheit der Baubranche ausmachen, muss es hier Anreize geben. Branchenverbände und Regulierungsbehörden könnten hier eine hilfreiche Rolle einnehmen und die Zusammenarbeit von Eigentümern und Auftragnehmern, sowie der Technologiebranche fördern um neue Standards zu entwickeln und diese zu verbreiten. Öffentliche Auftraggeber können die Digitalisierung fördern indem sie Subventionen oder Boni für innovative Methoden vergeben würden. Auch die Förderung von Startups und die Erleichterung im Einsatz ihrer Entwicklungen könnte ein wesentlicher Faktor sein.

### 7.5 Zukunftsausblick

#### 7.5.1 Zukunftsausblick im Bereich Großunternehmen

Im Bereich großer Unternehmen gibt es kaum eine Firma die nicht auf die Unterstützung und Implementierung von BIM setzt. Viele große Unternehmen leisten sich eigene Abteilungen im Bereich Digitalisierung, die die Entwicklung voran treiben. Das wird ein Schlüssel für die zukünftige Entwicklung neuer Arbeitsweisen sein. Jedoch ist die Gefahr groß, dass sich viele Standards gleichzeitig entwickeln und keiner so richtig durchsetzen wird. Das wäre ein klares Hemmnis der Effizienz der Entwicklungen rund um die Digitalisierung der Baubranche. Das Bündeln dieser Entwicklungen könnte hier der Schlüssel zum Erfolg werden.

Einer der wichtigsten Faktoren für die weitere Entwicklung einer digitalen Strategie für die Abwicklung von Bauprojekten von der Planung bis zur Ausführung, wird das Testen anhand von Pilotprojekten sein. Um die Anforderungen ganzheitlich darstellen zu können, bedarf es bei einer Vielzahl an unterschiedlichen Projekten den Einsatz der neuen Technologien, die jetzt bereits verfügbar sind. Nahezu jedes Bauprojekt das momentan gestartet wird, hat ein BIM-Modell aus der Kalkulation als Grundlage. Diese Modelle müssen weiterverwendet werden, wenn auch nur teilweise und für manche Gewerke. Bei jeder modellbasierten

## 7 Bewertungen und mögliche Optimierungen

Unterstützung einer Baustelle kommen neue effiziente Anwendungsfälle zustande, aber auch neue Probleme zum Vorschein, auf die dann gebündelt in der weiteren BIM Entwicklung reagiert werden kann.

Um die Baustellen nicht mit den neuen Technologien zu überlasten, bedarf es ein Neudenken in der Zusammenstellung der Ressourcen und Kompetenzen in einem Bauprojekt. Die Unterstützung durch einen Spezialisten im Bereich digitaler Gebäudemodelle sollte wie der Einsatz eines Spezialisten aus den Disziplinen Statik oder Bauphysik gesehen werden und als genauso unerlässlich.

### 7.5.2 Allgemeiner Zukunftsausblick auf die Baubranche

Es zeigt sich, dass sich die Bauwirtschaft unter den am wenigsten Digitalisierten Branchen befindet, wie in Abbildung 7-3 zu erkennen ist. (McKinsey&Company, 2016)

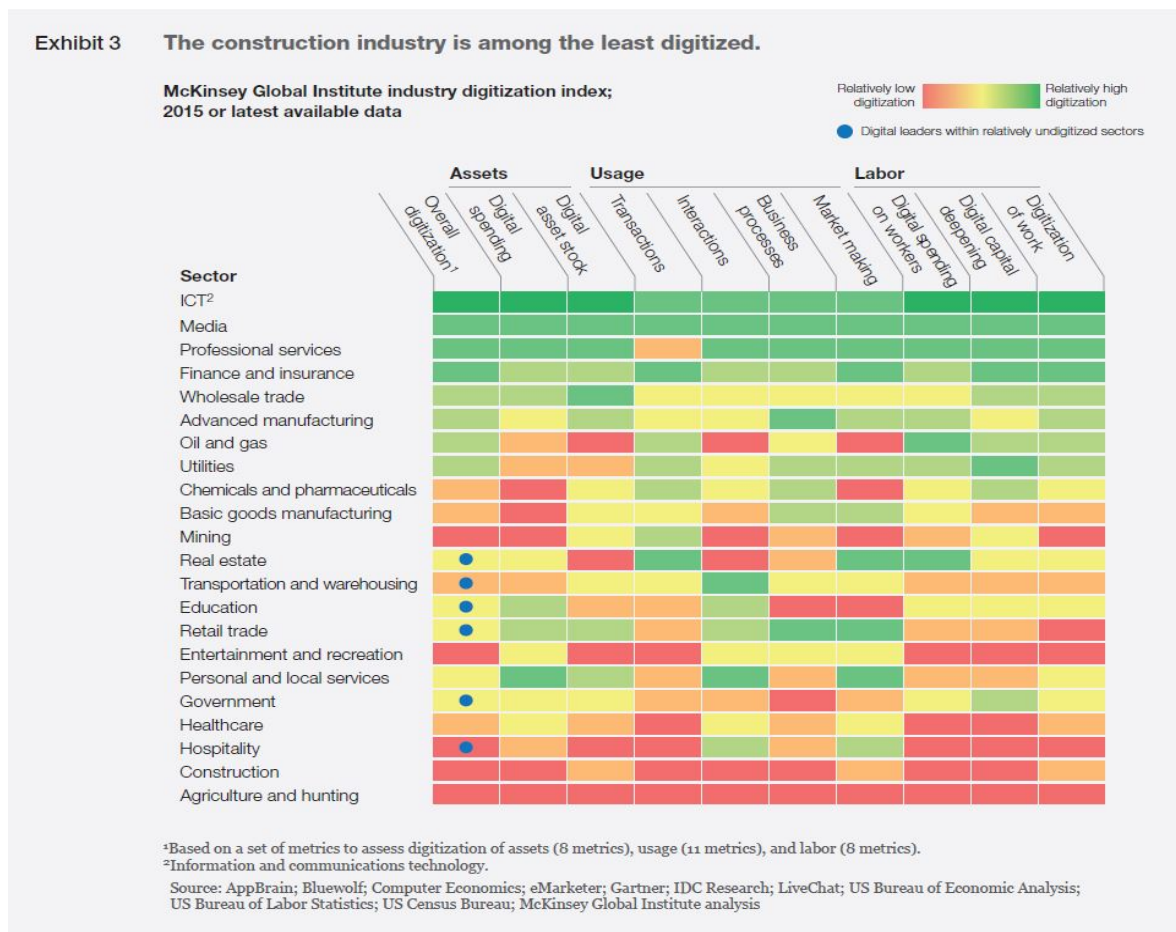


Abbildung 7-3 – McKinsey Digitalisierungsübersicht der Branchen

## 7 Bewertungen und mögliche Optimierungen

Es dauert lange bis sich Prozess- und Technologieinnovationen etablieren und die Investitionen die für neue digitale Medien erforderlich wären, werden nur zögerlich vorgenommen, obwohl der langfristige Nutzen erheblich wäre. Traditionell tendiert der Bausektor dazu, nur Schrittweise Innovationen einzuführen, da viele der Meinung sind, jedes Projekt sei einzigartig und Ideen nur schwer skalierbar wären.

Laut der Studie „Imagining construction’s digital future“ von McKinsey&Company wird es fünf Trends geben, die die Bauwirtschaft in Zukunft verändern werden, die in Folge zusammenfassend aufgeführt sind.

### **1. Nutzung Hochauflösender Analysetools**

Durch die Verknüpfung von GPS-Daten, Photogrammetrie, Lidar Scans, Drohnen und anderer mobiler Technologien mit BIM-Modellen können etwaige Komplikationen im Bauverlauf reduziert werden und eine bessere Planung

### **2. Modellierung von 5D-BIM-Modellen der nächsten Generation**

Der Einsatz von 3D-Modellen, kombiniert mit Zeit und Kostenfaktoren in einer Umgebung auf die alle Beteiligten zugreifen und integriert und plattform-unabhängig darin arbeiten können, wird die Basis der modernen Bauprojektentwicklung bilden.

### **3. Digitale Zusammenarbeit und Mobilität**

Die Digitalisierung sämtlicher Prozesse wie der Planung, dem Einsatz von Materialien und Crew oder das Dokumentenmanagement, wird die Transparenz, Qualität und die Risikobewertung deutlich verbessern und zuverlässigere Ergebnisse liefern.

### **4. Das Internet der Dinge**

Die Verknüpfung sämtlicher relevanten Bausteine wie Maschinen, Ausrüstung oder Materialien, mittels Sensoren und Funktechnologien, ermöglicht einen effizienten Einsatz und steigert die Sicherheit auf Baustellen.

### 5. Zukunftssicheres Design und neue Konstruktionen

Innovative Materialien im Bereich Beton oder Dämmung, sowie neue Methoden der Herstellung wie 3D-Druck oder Vorfertigung könnten die Prozesse der Planung oder Beschaffung revolutionieren.

Diese Innovationen, Werkzeuge und Ansätze Projekte neu zu denken können sich nur weiterentwickeln, wenn Eigentümer und Auftragnehmer eine neue Denkweise entwickeln. Eigentümer denken oft, dass ihre Verantwortung dort endet wo sie Aufträge vergeben die durch Verträge abgesichert sind. Auf der anderen Seite machen Auftragnehmer oft nur das nach den vertraglichen Bedingungen notwendigste, ohne den gesamten Prozess im Blick zu haben. Stattdessen sollten Verträge als Tool gesehen werden, um die Chancen und Risiken zwischen den Vertragspartnern fair und gerecht zu verteilen. Wenn jeder am selben Strang zieht, wird der positive Outcome für alle Teilnehmer steigen.

Die positiven Effekte der gesteigerten Effizienz, Kostensicherheit und Risikominimierung müssen durch Beispiele dargestellt werden und den Verantwortlichen nähergebracht werden. Nur dann kann sich eine positive Grundhaltung zu neuen Technologien etablieren.



## 8. Conclusio

In der vorliegenden Arbeit wurden durch eine Fallstudie die Unterschiede zwischen herkömmlichen Bauprojekten und modellbasierten Bauprojekten mit durchgängiger Verwendung von BIM-Modellen erörtert. Dabei konnte festgestellt werden, dass es bereits bei der erstmaligen Anwendung in Form eines Pilotprojekts signifikante Vorteile gibt, digitale Gebäudedatenmodelle durchgängig von der Kalkulation bis zur Ausführung zu nutzen.

Zu den größten Vorteilen zählen in erster Linie die Visualisierung des Baukörpers bis ins kleinste Detail, die Sicherheit der Massen und die Möglichkeit schnelle Prognosen oder Soll-/Ist-Vergleiche mit diesen Massen zu erstellen. Natürlich zeigte das Pilotprojekt auch manche Probleme für die man in Zukunft Lösungen entwickeln wird wie etwa, wann, welche Informationen im Modell abgebildet werden sollten oder wie man die Massen plausibel mit dem Modell darstellt, um sie mit Nachunternehmern vergleichen zu können.

In der Gesamtbetrachtung muss aber die komplette Digitalisierung der Bauindustrie betrachtet werden, da einer der wichtigsten Punkte das Ineinandergreifen der einzelnen Phasen darstellt. Nur wenn die Schnittstellen und Übergänge eines gesamten Bauprojekts von Anfang an integriert betrachtet werden, können die Anforderungen der einzelnen Phasen in die Entwicklung einer ganzheitlichen digitalen Strategie miteinbezogen werden.

Die Bauindustrie steht am Rand einer großen technologieorientierten Transformation. Der Wandel wird die Lebenszykluskosten von Projekten senken, die Effizienz steigern und zu Verbesserungen in Bezug auf Zeit, Qualität und Sicherheit führen. Es wird jedoch nicht einfach sein, diese Transformation zu erzielen. In einer fragmentierten Branche haben viele Unternehmen mit vielen Faktoren zu kämpfen, von Margen, die ohnehin schon hauchdünn sind, über Schwierigkeiten, die richtigen Fachkräfte zu finden, bis hin zum internen Widerstand gegen die Einführung neuer digitaler Verfahren und Geschäftsmodelle.

## 8 Conclusio

Für diese Unternehmen ist es von entscheidender Bedeutung, die Hindernisse zu verstehen, die ihnen im Weg stehen, und sie mit praktischen Lösungen anzugehen. Sie sollten dabei jedoch einen pragmatischen Ansatz verfolgen. Nicht alle Änderungen müssen auf einmal vorgenommen werden, und Unternehmen sollten sich davor hüten, in dem Versuch, einen Wettbewerbsvorteil zu erlangen, überstürzt zu handeln. Stattdessen brauchen sie eine klare Vision für ihre Digitalisierungsstrategie, die es ihnen ermöglicht, Technologien und Systeme zu implementieren, die für ihre Geschäftstätigkeiten relevant sind. Dies wird ihnen helfen, die Akzeptanz zu sichern, Innovation zu fördern und eine Grundlage für zukünftige digitale Fortschritte zu schaffen.

Für Bauunternehmen, die die Herausforderungen des raschen digitalen Wandels meistern können, kann die Implementierung von Technologien den Betrieb transformieren. Für diejenigen, die Technologien über das gesamte Ökosystem hinweg integrieren, Prozesse projektübergreifend vereinheitlichen und talentierte und veränderungsbereite Arbeitskräfte sichern, gibt es viel zu gewinnen. Für diese Unternehmen besteht die Chance, die Effizienz zu steigern, Kosten zu senken und verborgene Werte freizusetzen. (Global Industry Council, 2019)

Die aktuellen Entwicklungen seit März 2020 bringen jedoch sämtliche Branchen global in große Turbulenzen und könnten in manchen Bereichen einen entscheidenden Wendepunkt darstellen. Einerseits müssen Unternehmen ums Überleben kämpfen und Entwicklungen werden aufgrund akuter wirtschaftlicher Probleme hintenangestellt. Auf der anderen Seite bieten die in den letzten Jahren häufiger gewordenen Technologien wie Cloud Computing, Virtuelle Desktops und digitalisierte Prozesse jeglicher Art, nun die Möglichkeit die Arbeit nahezu ohne Einschränkung im Home Office weiterzuführen.

Ein Indikator für die Auswirkung der Betroffenheit der jeweiligen Branche ist der Aufbau auf diversifizierten Lieferketten und verteilter Komponentenbeschaffung die auf Bestellung lieferten (Just-In-Time). Möglicherweise muss diese Denkweise in der Baubranche zukünftig angepasst werden. Optimismus und Courage sind mehr denn je gefordert.

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1-1 – Research Design .....	4
Abbildung 2-1 – Bereiche von BIM .....	7
Abbildung 2-2 – Aufwandsverlagerung mit BIM (Borrmann, et al., 2015) .....	9
Abbildung 2-3 – Die verschiedenen Definitionen von BIM (Borrmann, et al., 2015) .....	12
Abbildung 2-4 – ArchiCAD (Graphisoft, 2020) .....	13
Abbildung 2-5 – AutoCAD (Autodesk, 2020).....	13
Abbildung 2-6 – Allplan (Nemetschek, 2020).....	13
Abbildung 2-7 – Revit (Autodesk, 2020) .....	13
Abbildung 2-8 – iTWO (RIB, 2020) .....	15
Abbildung 2-9 – Nevaris (Nemetschek, 2020).....	15
Abbildung 2-10 – VR-Brille im Einsatz (SamsungGearVR, 2017) .....	19
Abbildung 2-11 – Zeitschiene Digitalisierung (G.Goger, 2018) .....	23
Abbildung 3-1 – Level of Details (Brew & Richards, 2018) .....	25
Abbildung 3-2 – Detaillierungsgrade (Plattform 4.0, 2017).....	26
Abbildung 4-1 – Überblick Unternehmer Einsatzformen (Prof.Dr.Haenes, 2006).....	37
Abbildung 4-2 – Unternehmungsform Totalunternehmer (Geier, 2017).....	47
Abbildung 4-3 – Prozessdarstellung Generalunternehmer .....	49
Abbildung 4-4 – Unternehmungsform Generalunternehmer (Geier, 2017) .....	50
Abbildung 5-1 – Forschungsdesign Methodik.....	54
Abbildung 6-1 – Prozess Herkömmliche Baustelle.....	56
Abbildung 6-2 – Akquise Prozess (Baufirma, AG, 2018) .....	56
Abbildung 6-3 – Kalkulationsprozess in Angebots und Ausführungsphase (Baufirma, AG, 2018) .....	57
Abbildung 6-4 – Bauvorbereitung Prozess (Baufirma, AG, 2018) .....	60
Abbildung 6-5 – Prozess Ausführung (Baufirma, AG, 2018) .....	61
Abbildung 6-6 – Prozess Modellbasierte Baustelle .....	69
Abbildung 6-7 – Beispiel Kostenschätzungsunterlagen Pilotprojekt – Grundriss.....	72

Abbildung 6-8 – Beispiel Kostenschätzungsunterlagen Pilotprojekt – Schnitt.....	73
Abbildung 6-9 – Projektorganisation Kalkulation.....	77
Abbildung 6-10 – Beispiel Ausschreibungsunterlagen – Grundriss.....	78
Abbildung 6-11 – Beispiel Ausschreibungsunterlagen – Schnitt.....	79
Abbildung 6-12 – Aufbautendefinition Ausschreibungsunterlagen.....	79
Abbildung 6-13 – Begleitung durch BIM 5D Management.....	81
Abbildung 6-14 – Preisspiegel in iTWO (iTWO, 2020) .....	84
Abbildung 6-15 – Beispiel Polierplanung .....	85
Abbildung 6-16 – Abrechnungsansicht Trockenbau.....	88
Abbildung 6-17 – Beispiel Schalungsplan .....	90
Abbildung 7-1 – Herausforderungen Modellbasierte Baustelle .....	109
Abbildung 7-2 – Fachkräfte Pyramide (Global Industry Council, 2019) .....	122
Abbildung 7-3 – McKinsey Digitalisierungsübersicht der Branchen .....	125

## Literaturverzeichnis

Austrian Standards ÖNORM A2063, 2015. *ÖNORM A2063*, Wien: Austrian Standards.

Austrian Standards ÖNORM B 2110, 2013. *ÖNORM B 2110 - Allgemeine Vertragsbestimmungen für Bauleistungen - Werkvertragsnorm*, Österreich: Austrian Standards.

Austrian Standards, 2015. *ÖNORM A 2063 - Austausch von Leistungsbeschreibungs-, Elementkatalogs-, Ausschreibungs-, Angebots-, Auftrags- und Abrechnungsdaten in elektronischer Form*, s.l.: s.n.

Austrian Standards, 2015. *ÖNORM A 6241-1: 2015-07-01 Digitale Bauwerksdokumentation - Teil 1: CAD-Datenstrukturen und Building Information Modeling (BIM) - Level 2* *ÖNORM A 6241-1: 2015-07-01 Digitale Bauwerksdokumentation - Teil 1: CAD-Datenstrukturen und Building Information Model*, s.l.: s.n.

Austrian Standards, 2015. *ÖNORM A 6241-2: 2015-07-15 Digitale Bauwerksdokumentation - Teil 2: Building Information Modeling (BIM) - Level 3-iBIM*, s.l.: s.n.

Austrian Standards, 2018. *Infopedia - BIM*. [Online]  
Available at: <https://www.austrian-standards.at/infopedia-themencenter/infopedia-artikel/building-information-modeling-bim/>  
[Zugriff am 11 04 2019].

Autodesk, A., 2020. <https://www.autodesk.com/products/autocad/overview>. [Online]  
Available at: <https://www.autodesk.com/products/autocad/overview>  
[Zugriff am 31 03 2020].

Autodesk, R., 2020. <https://www.autodesk.com/products/revit/overview>. [Online]  
Available at: <https://www.autodesk.com/products/revit/overview>  
[Zugriff am 31 03 2020].

Baufirma AG, 2016. *KV1 - Schulungsskriptum*, Wien: s.n.

Baufirma, AG, 2018. *IMS\_AKQUISE\_ANGEBOT\_AUFTRAG*, s.l.: s.n.

bauforum.at, 2015. *www.bauforum.at*. [Online]

Available at: <https://www.bauforum.at/bauzeitung/funktionale-leistungsbeschreibung-ausschreibung-und-vertrag-70364>

[Zugriff am 30 11 2018].

Baunetz Media, 2018. <https://www.baunetzwissen.de/glossar/l/level-of-geometry-5314500>. [Online]

Available at: <https://www.baunetzwissen.de/glossar/l/level-of-geometry-5314500>

[Zugriff am 19 11 2018].

Bauträger, 2017. *Funktionale Ausschreibung GU DWK*, Wien: s.n.

Borrmann, A., König, M., Koch, C. & Beetz, J., 2015. *Building Information Modeling - Technologische Grundlagen und industrielle Praxis*. Wiesbaden: Springer.

Brew, M. & Richards, M., 2018. *BIM Pedia - BIM Level*. [Online]

Available at: [https://www.bimpedia.eu/static/nodes/1003/BIM\\_Level\\_online-original.jpg](https://www.bimpedia.eu/static/nodes/1003/BIM_Level_online-original.jpg)

[Zugriff am 19 11 2018].

BRZ Deutschland GmbH, 2016. *Studie des BRZ – IT-Trends in der Baubranche 2016*, Nürnberg: s.n.

BRZ, 2016. *IT-Trends in der Baubranche 2016*, Nürnberg: s.n.

buildingSMART, 2019. *buildingSMART Website*. [Online]

Available at: <https://www.buildingsmart.de/kos/WNetz?art=News.show&id=704>

[Zugriff am 09 04 2019].

Bundesministerium Digitalisierung und Wirtschaftsstandort, 2018.

<https://www.bmdw.gv.at/HistorischeBauten/HistorischeBautenBauservice/Seiten/StandardisierteLeistungsbeschreibungen.aspx>. [Online]

Available at:

<https://www.bmdw.gv.at/HistorischeBauten/HistorischeBautenBauservice/Seiten/StandardisierteLeistungsbeschreibungen.aspx>

[Zugriff am 04 12 2019].

Bundesvergabegesetz Österreich, 2018. *Bundesvergabegesetz*, Österreich: s.n.

Camillo Sitte Bautechnikum, 2019. *www.bauberufe.eu*. [Online]

Available at: <https://www.bauberufe.eu/images/doks/Checkliste.Ausfuehrungsplaene.pdf>

[Zugriff am 25 11 2019].

Christalon, H. et al., 2016. <https://plattform4zero.at/schrift-01-thesen-zur-zukunft-des-bauens/>. [Online]

[Zugriff am 19 11 2018].

Christalon, H., Goger, G. & Reismann, W., 2019. *Plattform 4.0 - AVVA radikal-digital*.

[Online]

Available at: <https://www.bautechnik.pro/DE/shop/artikeldetail?IDArtikel=8d5dcecf-41af-40bd-9b61-28155f3ddd53>

[Zugriff am 18 02 2020].

Dormakaba, 2019. *Dormakaba - Was ist BIM?*. [Online]

Available at: <https://www.dormakaba.com/at-de/verkauf-support/planungshilfsmittel/was-ist-bim->

[Zugriff am 09 04 2019].

f:data GmbH, 2019. *bauprofessor.de*. [Online]

Available at: <https://www.bauprofessor.de/Kalkulationsans%C3%A4tze/63251045-93f3-4ff9-9dc0-45ebdba7fd84>

[Zugriff am 2019 01 07].

freeBIM, 2019. *freeBIM - Info*. [Online]

Available at: <https://www.freebim.at/?info>

[Zugriff am 11 04 2019].

G.Goger, M. P. H. U., 2018. *Studie: Potenziale der Digitalisierung im Bauwesen*, s.l.: s.n.

Geier, S., 2017. Buch 6 – Modelle der Kooperation, Teil A: Vergabe- und Kooperationsmodelle. In: *lean-Wood*. Luzern: s.n., p. 15.

Global Industry Council, 2019. *Fünf Wege, die Digitalisierung in der Bauindustrie zu verwirklichen*, s.l.: Boston Consulting Group, Global industry Council.

Goger, G., Piskernik, M. & Urban, H., 2018. *Studie: Potenziale der Digitalisierung im Bauwesen*, Wien: WKO Wirtschaftskammer Österreich.

Graphisoft, A., 2020. <https://www.graphisoft.at/archicad/>. [Online]  
Available at: <https://www.graphisoft.at/archicad/>  
[Zugriff am 31 03 2020].

Günthner, W. A. & Borrmann, A., 2011. *Digitale Baustelle - innovativer Planen, effizienter Ausführen*. Berlin Heidelberg: Springer Verlag.

Heindl & Partner ZT GmbH, 2018.  
<http://www.heindl.at/leistungen/ausschreibungsplanung/>. [Online]  
[Zugriff am 19 11 2018].

Ingenieurkonsolenten, B. d. A. u., Auflage 2002. *HOA – Honorarordnung für Architekten, §3 Teilleistungen der Planung*, s.l.: s.n.

iTWO, R., 2020. *RIB Software AVA Lösungen*. [Online]  
Available at: <https://www.rib-software.com/loesungen/ava/>  
[Zugriff am 06 02 2020].

Kammer der Architekten und Ingenieurkonsulenten für Wien, Niederösterreich und Burgenland, 2018. <http://wien.arching.at/service/honorareleistungen.html>. [Online]  
Available at: <http://wien.arching.at/service/honorareleistungen.html>  
[Zugriff am 05 04 2020].

McKinsey&Company, 2016. *Imaginig construction's digital future*, Singapore: McKinsey Productivity Sciences Center.



Nemetschek, A., 2020. <https://www.allplan.com/at/>. [Online]

Available at: <https://www.allplan.com/at/>

[Zugriff am 31 03 2020].

Nemetschek, N., 2020. <https://www.nevaris.com/>. [Online]

Available at: <https://www.nevaris.com/>

[Zugriff am 31 03 2020].

Plattform 4.0, 2017. *Begriffe zu BIM und Digitalisierung*, Wien: TU Verlag.

Preisspiegel Wikipedia, 2014. *Wikipedia: Preisspiegel*. [Online]

Available at: <https://de.wikipedia.org/wiki/Preisspiegel>

[Zugriff am 05 02 2020].

Prof. Phillip Goltermann, P. b. D. & S. T. G. P. b. D. & S., 2017.

<https://www.dreso.com/de/von-anderen-laendern-lernen-bim-projekt-nach-daenischer-art/>. [Online]

Available at: <https://www.dreso.com/de/von-anderen-laendern-lernen-bim-projekt-nach-daenischer-art/>

[Zugriff am 24 04 2020].

Prof.Dr.Haenes, 2006. *Skript Baubetriebswirtschaft*. FH Erfurt: s.n.

RIB, i., 2020. <https://www.rib-software.com/loesungen/ava>. [Online]

Available at: <https://www.rib-software.com/loesungen/ava>

[Zugriff am 31 03 2020].

SamsungGearVR, 2017. <https://www.handyflash.de/blog/technik-hardware/virtual-reality-spiel-zwischen-den-welten/>. [Online]

[Zugriff am 4 11 2018].

Strotmann, H., 2018. *AVA - modellbasiert mit iTWO: unter Verwendung eines Revitmodells*. Münster: Springer.

Tautschnig, F. G., 2017. *Österreichischer BIM-Bericht 2017*, s.l.: WKO Bau.

VDI, 2018. *VDI 2552 BIM Modellbasierte Mengenermittlung zur Kostenplanung, Terminplanung, Vergabe und Abrechnung*, Düsseldorf: VDI.

Wikipedia Schalplan, 2019. <https://de.wikipedia.org>. [Online]

Available at: <https://de.wikipedia.org/wiki/Schalplan>

[Zugriff am 25 11 2019].