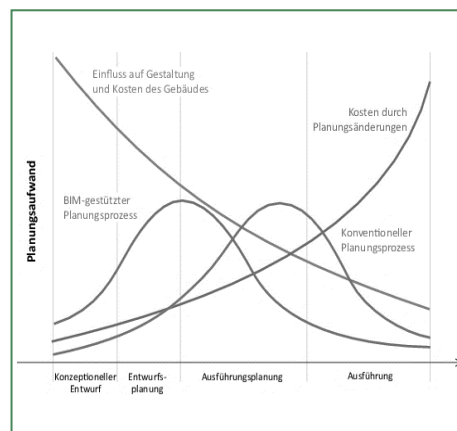
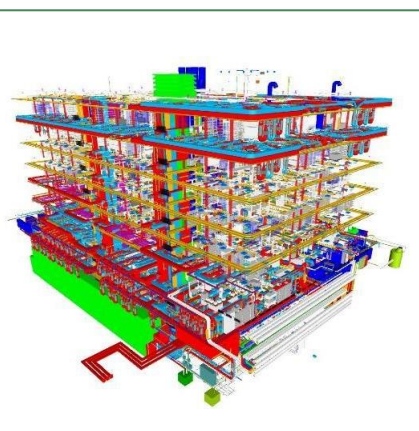


MASTERARBEIT



EINFÜHRUNG VON BIM IN EINEM INGENIEURBÜRO DURCHFÜHRUNG EINER FALLSTUDIE

Elias Buchmayer

Vorgelegt am
Institut für Hochbau

Betreuer
Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr.tech. Michael Monsberger

Mitbetreuender Assistent
DDipl.-Ing. Petra Fortmüller

Graz am 27. März 2020

EIDESSTATTLICHE ERKLÄRUNG

Ich erkläre an Eides statt, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig verfasst, andere als die angegebenen Quellen/Hilfsmittel nicht benutzt, und die den benutzten Quellen wörtlich und inhaltlich entnommenen Stellen als solche kenntlich gemacht habe.

Graz, am 21.03.2020



(Unterschrift)

STATUTORY DECLARATION

I declare that I have authored this thesis independently, that I have not used other than the declared sources / resources, and that I have explicitly marked all material which has been quoted either literally or by content from the used sources.

Graz, 21.03.2020
date



(signature)

Anmerkung

In der vorliegenden Masterarbeit wird auf eine Aufzählung beider Geschlechter oder die Verbindung beider Geschlechter in einem Wort zugunsten einer leichteren Lesbarkeit des Textes verzichtet. Es soll an dieser Stelle jedoch ausdrücklich festgehalten werden, dass allgemeine Personenbezeichnungen für beide Geschlechter gleichermaßen zu verstehen sind.

Danksagung

An dieser Stelle möchte ich allen Personen danken, die mir während meiner Diplomarbeit mit Rat und Tat zur Seite standen.

Für die Betreuung von universitärer Seite bedanke ich mich bei Herrn Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn. Michael Monsberger und Frau DDipl. Ing. Petra Fortmüller.

Besonderer Dank gebührt meiner Familie, die mich die gesamte Ausbildungszeit hindurch unterstützte.

Graz, am 27. März 2020

A handwritten signature in blue ink, reading 'Elias Beckmayer', written in a cursive style.

(Unterschrift des Studierenden)

Kurzfassung

Die Notwendigkeit von mehr Effizienz im Bauwesen und die vorangegangenen Innovationen in anderen Industriezweigen führten zur Entwicklung der BIM-Methode. Diese wurde anfangs vor allem im anglo-amerikanischen Raum, in Skandinavien und in Asien eingesetzt und wird mittlerweile auch in Österreich immer mehr genutzt. Sie kommt sowohl in der Planung als auch in der Ausführung zum Einsatz und soll darüber hinaus den gesamten Lebenszyklus von Bauobjekten begleiten.

In der Planungsbranche bedeutet die Implementierung von BIM für Unternehmen in Österreich sowohl Chancen als auch Herausforderungen. Herausfordernd sind nicht nur die Investitionskosten in neue Programme und die Entscheidung für eine Softwarekombination aus einer Fülle von Möglichkeiten, sondern auch die Entstehung von neuen Rollen und Veränderungen im Bereich der Arbeitsprozesse und der Arbeitskultur. Bei erfolgreicher Implementierung verspricht die BIM-Methode eine fehlerreduzierte und effiziente Planung, eine optimierte Kommunikation und Kooperation aller Beteiligten und einen minimierten Datenverlust beim Austausch von Projektinformationen.

Ziel der vorliegenden Arbeit ist es, die Chancen und Herausforderungen der Einführung von BIM als integrale Methode in einem Ingenieurbüro möglichst praxisnah zu untersuchen. Die Forschung umfasst eine Literaturrecherche und eine Fallstudie, welche sich aus der Beobachtung der Einführung und einer qualitativen Befragung der Beteiligten der Implementierung zusammensetzt.

Diese Arbeit zeigt die Chancen und Herausforderungen der Implementierung von BIM in einem Ingenieurbüro auf und zielt darauf ab, einen positiven Beitrag zur Verbreitung der integralen Methode BIM, mit Berücksichtigung der speziellen Randbedingungen in Österreich, zu leisten.

Abstract

The need for more efficiency in the construction industry and previous innovations in other industries led to the development of the BIM method. Initially, BIM was mainly used in the Anglo-American region, in Scandinavia and in Asia, and is now also being used more and more in Austria. It is used during planning as well as in the construction phase and is also intended to accompany the entire life cycle of construction projects.

For Austrian companies in the planning sector, the implementation of BIM means both opportunities and challenges. Challenges include investment costs in new software as well as decisions related to software choices from a wealth of possibilities. But also the emergence of new roles and changes in work processes and culture poses new challenges for companies. If implemented successfully, the BIM method promises error-reduced and efficient planning, optimized communication and cooperation between those involved, and a data loss free exchange of project information.

The aim of the present work is to investigate and analyze the opportunities and challenges of introducing BIM in an engineering office. The research includes a literature review and a case study, which includes an observation part and a survey part.

This work highlights the chances and challenges of the implementation of BIM and aims to make a positive contribution to spread the BIM method, taking into account the particular conditions in Austria.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	11
1.1	Digitalisierung und BIM in der Bauplanungsbranche	11
1.2	Problemstellung und Forschungsfrage.....	14
1.3	Aufbau der Arbeit.....	16
2	BIM – Grundlagen und Überblick	17
2.1	BIM - Wissen	18
2.1.1	Geschichte von BIM	18
2.1.2	Das BIM-Modell.....	18
2.1.3	BIM-Projekte in der Theorie.....	20
2.1.4	Die verschiedenen Anwendungsvarianten der BIM-Methode.....	21
2.1.5	Neue Berufe und Positionen.....	23
2.1.6	BIM-Begriffe: LOD, LOI, LOG	26
2.1.7	4D bis 7D – Weitere BIM Dimensionen	28
2.2	BIM-Software.....	31
2.2.1	Modellierungssoftware	32
2.2.2	Fachspezifische Modellierungs- und Dimensionierungssoftware	33
2.2.3	Programme für die Modellprüfung und die Integration von Kosten und Bauablauf	35
2.2.4	IFC und andere Dateiaustauschformate	36
2.3	Potentiale und Herausforderungen	39
2.3.1	Kurzfristige Potentiale	39
2.3.2	Kurzfristige Herausforderungen.....	41
2.3.3	Langfristige Potentiale.....	47
2.3.4	Langfristige Herausforderungen	52
2.4	Die globale Entwicklung von BIM.....	54
2.4.1	Entwicklung der Einführung von BIM in den USA, Großbritannien, Skandinavien und Singapur	55
2.4.2	Entwicklung der Einführung von BIM in Deutschland und der Schweiz	58
2.4.3	Jüngere Entwicklungen im Kontext der BIM-Einführung	60
3	Handlungsempfehlungen zur Einführung von BIM in der Literatur	61
3.1	Einführung, Einschulung und erste Schritte	62
3.2	Rollenverständnis, Prozesse und Arbeitskultur	64
3.3	Software und IT	66
3.4	Aus- und Weiterbildung	68
3.5	Weitere Aspekte bei der Einführung der integralen BIM-Methode	70
4	Methodische Herangehensweise	75
4.1	Begriffsklärung „Fallstudie“	75
4.2	Verschiedene Formen von Fallstudien.....	77
4.3	Ablauf einer Fallstudie	78
4.3.1	Abgrenzung des theoretischen Bezugsrahmens und Definition der Forschungsfrage(n).....	79
4.3.2	Auswahl des Forschungsfalls	80
4.3.3	Generierung der Daten.....	81
4.3.4	Inhaltsanalyse	87
4.3.5	Zusammenfassung und Analyse der Ergebnisse.....	88

5	Ergebnisse der Beobachtung	89
5.1	Die Ausgangssituation	89
5.1.1	Ausgangssituation in der Architekturabteilung	90
5.1.2	Ausgangssituation in der Statikabteilung	91
5.1.3	Ausgangssituation in der Abteilung der technischen Gebäudeausrüstung.....	92
5.2	Einführung, Einschulung und erste Schritte	92
5.3	Rollenverständnis, Prozesse und Arbeitskultur	95
5.4	Software und IT	97
5.5	Aus- und Weiterbildung	100
5.6	Weitere Aspekte bei der Einführung der integralen BIM-Methode	101
5.7	Fazit - Beobachtung.....	103
6	Ergebnisse der Interviews	105
6.1	Berufsfelder der Interviewteilnehmer.....	106
6.2	Die subjektive Wahrnehmung von BIM	106
6.3	Der Einführungsprozess von BIM im Ingenieurbüro	108
6.3.1	Motivation für die Einführung von BIM	108
6.3.2	Wichtige Aspekte bei der Einführung von BIM	109
6.3.3	Ressourcen – IT	111
6.3.4	Ressourcen – Personal	112
6.3.5	Kommunikation und Kollaboration mit BIM	114
6.3.6	Der Start mit BIM - Dummy oder reales Projekt	115
6.3.7	Fazit – Der Einführungsprozess von BIM im Ingenieurbüro	116
6.4	Die Potentiale und Hemmnisse bei der Einführung von BIM	117
6.4.1	Potentiale von BIM	117
6.4.2	Hemmnisse bei der Einführung von BIM.....	119
6.4.3	Zukunft von BIM im eigenen Ingenieurbüro und allgemein	121
6.4.4	Fazit – Die Potentiale und Hemmnisse bei der Einführung von BIM	122
7	Zusammenfassung	123
7.1	Einführung, Einschulung und erste Schritte	123
7.2	Rollenverständnis, Prozesse und Arbeitskultur	125
7.3	Software und IT	126
7.4	Aus- und Weiterbildung	126
7.5	Weitere Aspekte bei der Einführung der integralen BIM-Methode	127
7.6	Fazit	128
	Anhang 1 – Interviewleitfaden	129
	Literaturverzeichnis	131

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1-1: Wissensbrüche im Projektverlauf.....	13
Abbildung 2-1: Die verschiedenen Anwendungsvarianten von BIM.....	22
Abbildung 2-2: BIM-Manager im Projektumfeld.....	24
Abbildung 2-3: Aufgabenbereiche der BIM-Manager und -Koordinatoren	25
Abbildung 2-4: Objekt-LoD in Relation zu Maßstabskonventionen	26
Abbildung 2-5: Phasenorientierte Objektdefinition	27
Abbildung 2-6: Beispielbilder zum As-Build-Modell aus einem Programm.....	30
Abbildung 2-7: Dezentrale Planung und zentrale Koordination.....	34
Abbildung 2-8: Beispiel einer Kommunikation über das BCF.....	37
Abbildung 2-9: Herausforderungen der BIM-Implementierung laut einer 2019 durchgeführten Umfrage in Deutschland	46
Abbildung 2-10: Produktivitätsentwicklung von 1998 bis 2013 der Bauwirtschaft im Vergleich zur produzierenden Industrie in den USA	48
Abbildung 2-11: Produktivitätsentwicklung verschiedener Branchen in Deutschland im Vergleich von 1991 bis 2014.....	48
Abbildung 2-12: Vergleich von konventioneller Planung und BIM-Planung nach MacLeamy	49
Abbildung 2-13: Anteil der Kosten von Qualitätsmängeln und Unfällen am gesamten Umsatz der Bauwirtschaft.....	51
Abbildung 2-14: Zeitliche Übersicht zu den BIM-Richtlinien und Leitfäden in ausgewählten Ländern	54
Abbildung 3-1: Veränderungspyramide.....	73
Abbildung 4-1: Bezugsrahmen zur Einordnung von Fallstudien in den Methodenkontext	76
Abbildung 4-2: Arten von Fallstudien	77
Abbildung 4-3: Ablaufplan von Fallstudien	78
Abbildung 4-4: Datenerhebungsmethoden und Formen	81
Abbildung 5-1: Vision für die BIM-Einführung bis 2020 im begleiteten Ingenieurbüro	92
Abbildung 5-2: Qualitätsziele für die BIM-Einführung.....	93
Abbildung 5-3: Work-Around Treppe/Geschossdecke	97
Abbildung 5-4: Ziele des BIM-Planungsprozesses.....	98
Abbildung 5-5: Inkorrekte Bauteilverknüpfungen	99
Abbildung 5-6: Beispiel einer Geometrieabweichung in einer Modelliersoftware	100
Abbildung 5-7: Ausschnitt der Ziele des BIM-Planungsprozesses	101

Tabellenverzeichnis

Tabelle 4-1: Ablauf der durchgeführten Fallstudie der Masterarbeit.....	79
Tabelle 4-2: Vor- und Nachteile der qualitativen Forschung	82
Tabelle 4-3: Einteilung qualitativer Interviews	82
Tabelle 4-4: Verteilung der Interviewpartner nach Kriterien	84
Tabelle 6-1: Kategorisierung der Interviewauswertung	105
Tabelle 6-2: Aufteilung der Befragten über die verschiedenen Berufsfelder und Ebenen	106
Tabelle 6-3: Auswertung der Interviews - Persönliches Verständnis von BIM ...	106
Tabelle 6-4: Auswertung der Interviews - Was ist BIM?.....	107
Tabelle 6-5: Auswertung der Interviews - Motivation für die Einführung von BIM	108
Tabelle 6-6: Auswertung der Interviews – Wichtige Aspekte bei der Einführung von BIM	110
Tabelle 6-7: Auswertung der Interviews - Ressourcen IT	111
Tabelle 6-8: Auswertung der Interviews - Ressourcen - Personal	112
Tabelle 6-9: Auswertung der Interviews - Kommunikation und Kollaboration mit BIM.....	114
Tabelle 6-10: Auswertung der Interviews - Der Start mit BIM - Dummy oder Pilotprojekt.....	115
Tabelle 6-11: Auswertung der Interviews – Potentiale von BIM.....	117
Tabelle 6-12: Auswertung der Interviews - Hemmnisse von BIM.....	119
Tabelle 6-13: Auswertung der Interviews - Zukunft von BIM.....	121

Abkürzungsverzeichnis

AEC	Architecture, engineering and construction industry
AG	Auftraggeber
AIA	Auftraggeber-Informationen-Anforderungen
AN	Auftragnehmer
BCF	Building Collaboration Format
BIM	Building Information Modelling
BMIMC	BIM model inspection, modification, and confirmation
BPMN	Business Process Model and Notation
CAD	Computer Aided Design
CAFM	Computer-aided Facility Management
FM	Facility Management
GSA	General Service Administration (USA)
HKLS	Heizung, Klima, Lüftung und Sanitär
HOA	Honorarordnung für Architekten (Österreich)
HOAI	Honorarordnung für Architekten und Ingenieure (Deutschland)
ICT	Information and communication technologies
IDM	Information Delivery Manual
IFC	Industry Foundation Classes
LDM	Lean Design Management
LOD	Level of Development (Fertigstellungsgrad)
LoD	Level of Detail (Detailierungsgrad)
LOG	Level of Geometry
LoI	Letter of Intent
LoI	Level of Information
MVD	Model View Definition
R&D	Research and Development (Forschung und Entwicklung)
TGA	Technische Gebäudeausrüstung

1 Einleitung

Diese Masterarbeit widmet sich dem Thema Building Information Modelling (kurz: BIM) in der Bauplanung und konkret der Einführung von BIM als integrale Methode in einem Ingenieurbüro. Durch die Möglichkeit der Mitarbeit des Autors während des Einführungsprozesses in einem Ingenieurbüro konnte der Fokus der Arbeit auf die konkreten Herausforderungen und Potentiale, welche vor und während eines solchen Prozesses auftreten, gelegt werden. Die Begleitung der Einführung erstreckte sich auf die Dauer von 18 Monaten.

Das Ingenieurbüro, welches als Fallbeispiel für diese Masterarbeit dient, vereint mittlerweile neben anderen Abteilungen Architektur, Tragwerksplanung und Gebäudetechnikplanung in einem Unternehmen. BIM-Software wie Revit von Autodesk in der Architekturabteilung sowie SOFiCAD von Sofistik in der Tragwerksplanung wird schon seit langem eingesetzt und erfolgreich in Projekten verwendet. Eine integrale Planung mit einem einzigen konsistenten Modell gab es bislang jedoch noch nicht. Gegenstand dieser Arbeit ist die Begleitung des Einführungsprozesses der BIM-Methode als kooperative und integrale Arbeitsweise. Die Dokumentation der bisher geschehenen Veränderungen, der Einführung von neuer Software und neu geschaffenen Prozessabläufen sowie der Potentiale und Hemmnisse, welche sich daraus für das Ingenieurbüro ergeben, werden in der vorliegenden Arbeit behandelt.

Angewendet wird dabei die empirische Methode der Fallstudie als wissenschaftliche Forschungsmethode, welche den qualitativen Zugang über den quantitativen stellt, siehe Kapitel 4. Erhoben wird sowohl durch Interviews, als auch durch die beobachtende Teilnahme am Einführungsprozess.

1.1 Digitalisierung und BIM in der Bauplanungsbranche

Seit den 1970er Jahren verändert sich die Wirtschaft in einem immer schneller werdenden Takt. Grund dafür ist unter anderem die Digitalisierung. Zentrales Element in dieser Entwicklung ist nicht der Computer, sondern das Internet, welches nicht nur große Potentiale in der Kommunikation, sondern auch in vielen anderen Bereichen eröffnet.¹

Eine der letzten Branchen, welche sich nun im Wandel der Digitalisierung befindet, ist das Bauwesen. Die konventionelle Arbeitsweise bei Bauprojekten ist oft langsam und ineffizient. Begründet wird dies häufig

¹ Vgl. GESCHÄFTSSTELLE PLATTFORM 4.0: Was ist Industrie 4.0? <https://www.plattform-i40.de/PI40/Navigation/DE/Industrie40/WasIndustrie40/was-ist-industrie-40.html>. Datum des letzten Zugriffs: 29.10.2019.

mit einer schlechten Abstimmung der Kooperation zwischen den einzelnen Projektbeteiligten. Auch die gewachsene, heterogene Systemlandschaft der Auftragnehmer und Auftraggeber, sowohl in der Planung als auch in der Ausführung von Bauprojekten, wird oft als Grund für die spät einsetzende Digitalisierung genannt².

Die Probleme der **AEC**-Industry entstehen aus einer schlechten interorganisatorischen Zusammenarbeit im Bauprozess und eine Verbesserung dieser Zusammenarbeit ist anzustreben. Genau an dieser Stelle setzt BIM unter anderem an und verspricht durch Veränderungen in Unternehmenskultur, Organisationsformen, Prozessen, und Nutzung alternativer Methoden und Werkzeuge eine nachhaltige Optimierung der gesamten Baubranche, welche zu erhöhter Effizienz, Produktivität und reduzierten Kosten führen soll.³

*Der Begriff **AEC** steht für Architecture, Engineering and Construction und ist im englischsprachigen Raum ein Überbegriff für die Bauindustrie.*

Behörden und Auftraggebern kommt eine wesentliche Rolle in Bezug auf die Anwendung der BIM-Methode zu. Sie können die Einführung und Etablierung von BIM durch dessen Einforderung beschleunigen⁴, aber auch durch Beharrung auf konventionellen Arbeitspraktiken bremsen.

Nach *Borrmann* ging und geht in der Baubranche das aufgebaute Wissen vielfach beim Wechsel zwischen den verschiedenen Bauphasen und den beteiligten Akteuren verloren. Diese Wissensbrüche treten dabei über den ganzen Lebenszyklus eines Bauobjekts auf, welcher sich von den frühen Phasen der Planung, über die Ausführung, bis hin zum Rück- oder Umbau zieht⁵, siehe Abbildung 1-1. Die Wissensbrüche führen nicht nur zu Fehlern, sondern auch zu Effizienz- und Produktivitätsverlusten.

² Vgl. SCHERER, R. J.; SCHAPKE, S.-E.: Informationssysteme im Bauwesen 1. S.3.

³ Vgl. BRÄTHEN, K.: Collaboration with BIM - Learning from the Front Runners in the Norwegian Industry. In: *Procedia Economics and Finance*, 21/2015. S.439.

⁴ Vgl. BIALAS, F., et al.: Quantitative Querschnittsstudie zur BIM-Anwendung in Planungsbüros. In: *Bautechnik*, 96(3)/2019. S.231.

⁵ Vgl. BORRMANN, A., et al.: *Building Information Modeling*. S.2.

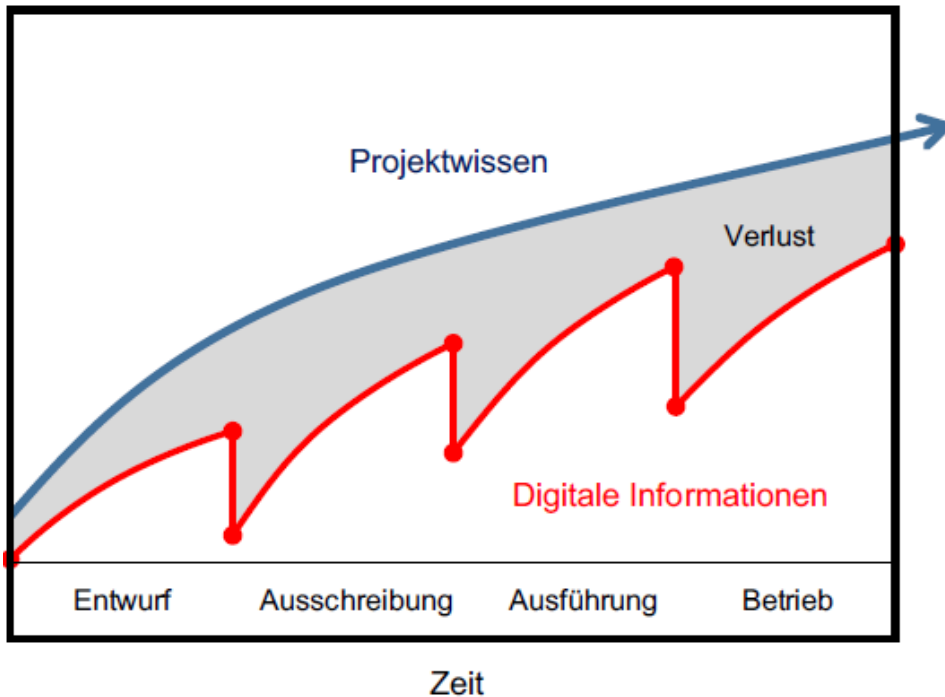


Abbildung 1-1: Wissensbrüche im Projektverlauf⁶

Bei Building Information Modelling geht es nicht nur um den Wechsel von der 2D-Zeichnung zur BIM-Modellierung und auch nicht nur um die ressourcenschonendere Ausführung durch eine bessere Planung. Vielmehr fordert BIM weitgreifende Veränderungen in der Arbeits-, Denk- und Kommunikationsweise von allen Beteiligten der Baubranche. Die vorliegende Masterarbeit beschäftigt sich mit den Beteiligten im Bereich der Planung, weshalb ausschließlich auf diese eingegangen wird. Die Planung umfasst dabei neben der Architektur auch die Tragwerksplanung, die Gebäudetechnikplanung sowie weitere Fachplaner und Konsulenten.

Mit BIM wird sich im Planungsprozess einiges ändern. In der Planung führt die Einführung von BIM zu einer Verschiebung von Planungsaufwänden und zu einem Mehraufwand, welcher sich später (in der Ausführung) durch eine erhöhte **Kostenwahrheit** und durch eine Vermeidung von **Nachträgen** amortisieren soll.⁷ Der Mehraufwand in frühen Planungsphasen ist jedoch zugleich ein häufig genanntes Argument gegen die Einführung von BIM, da er in der Vergütung der Planungsleistung noch nicht berücksichtigt wird. Neben diesen Verschiebungen werden mit BIM neue Berufsbilder, wie der BIM-Manager oder der BIM-Konstrukteur geschaffen. Eine entsprechende Ausbildung für diese

*Der Begriff **Kostenwahrheit** bezeichnet die Genauigkeit der Kostenplanung. Umso genauer geplant wird, desto näher entsprechen am Ende die tatsächlichen den geplanten Kosten.*

*Als **Nachträge** werden im Bauwesen Forderungen von zusätzlichen Vergütungen für nicht vorhergesehene Leistungen bezeichnet.*

⁶ BORRMANN, A., et al.: Building Information Modeling. S.3.

⁷ Vgl. VAN TREECK, C., et al.: Gebäude.Technik.Digital. S.25.

Berufe musste anfangs autodidaktisch erworben werden, da sekundäre und tertiäre Bildungseinrichtungen erst in den letzten Jahren entsprechende Lehrveranstaltungen und Lehrgänge eingerichtet haben. Die größte und aufwendigste Veränderung kommt jedoch mit der Einführung von neuen Prozessen und Arbeitsweisen in gewachsene Systeme. Kein Ingenieurbüro kann es sich leisten, übergangslos in die BIM-Methode einzusteigen. Laufende Projekte werden mit der konventionellen Arbeitsweise abgeschlossen. Der Einstieg in die BIM-Methode erfolgt mit Pilotprojekten oder mit Testprojekten, um die neue Arbeitsweise in das gewohnte Umfeld zu integrieren. Besondere Herausforderungen stellen dabei die Arbeit mit neuer Software, die frühere Einbindung aller Planungsbeteiligten und die Verschiebung der Planungsaufwände dar.

1.2 Problemstellung und Forschungsfrage

Die Einführung einer neuen Methode umfasst eine ganze Reihe von Themen und Handlungsfeldern. Die Implementierung der Methode BIM wirkt sich auf nahezu alle Unternehmensbereiche aus und bringt konkret Veränderungen in der Unternehmenskultur, der Organisation, den Arbeitsprozessen, den Methoden und den angewendeten IT-Systemen mit sich⁸. Eine Implementierung, welche sich auf nur einen dieser Bereiche auswirkt, ist bereits nicht einfach. Die Integration von BIM ist daraus folgend mit großen Herausforderungen verbunden.⁹ So wird beispielsweise bei der Implementierung oft primär auf die Einführung neuer Software geachtet und andere Aspekte rücken in den Hintergrund. Die größten Potentiale liegen jedoch nicht nur in der Technologie, sondern auch in der Optimierung von Prozessen und einer Verbesserung der Arbeitskultur.¹⁰ Weitere Herausforderungen sind die Koordinierung der Implementierung parallel zum laufenden Betrieb, die nötigen Investitionskosten und die benötigte Akzeptanz der Methode unter den Mitarbeitern.

BIM Software ist eine Voraussetzung für die Einführung von BIM. Für die Bedienung der Software, für das Management der neuen Prozesse und der adaptierten Unternehmenskultur ist eine Weiterbildung der Mitarbeiter nötig und es entstehen auch neue Berufsbilder. Diesen Bedarf kann der Arbeitsmarkt derzeit noch nicht decken und es besteht Handlungsbedarf im Bereich der Lehre.¹¹

⁸ PÜSTOW, M.; MAY, I.; PEITSCH, D.: Bericht Reformkommission Bau von Großprojekten - Komplexität beherrschen - kostengerecht, termintreu und effizient. S.90 In: ZWIELEHNER, T.; SPREITZER, P.: Warum BIM (noch) nicht die erwartete Produktivitätssteigerung bringt. In: Stahlbau, 88(5)/2019. S.502.

⁹ Vgl. BORRMANN, A., et al.: Building Information Modeling. S.2f.

¹⁰ Vgl. ZWIELEHNER, T.; SPREITZER, P.: Warum BIM (noch) nicht die erwartete Produktivitätssteigerung bringt. In: Stahlbau, 88(5)/2019. S.505.

¹¹ Vgl. BOTH, P. VON; KOCH, V.; KINDSVATER, A.: BIM - Potentiale, Hemmnisse und Handlungsplan. S.173f.

Die Verbreitung von BIM ist in manchen Ländern bereits weiter fortgeschritten und es existieren viele Forschungsprojekte und Handlungsempfehlungen dazu. Vor allem in Vorreiterländern, wie beispielsweise Singapur, Finnland und den USA, gibt es Forschungsprojekte, welche sich positiv auf die BIM-Implementierung ausgewirkt haben.¹² Im deutschsprachigen Raum, aber vor allem in Österreich, ist dieser Forschungsbereich noch nicht so stark ausgeprägt beziehungsweise weniger erforscht, weshalb sich diese Arbeit speziell mit den Herausforderungen und Potentialen der BIM-Einführung in einem österreichischen Ingenieurbüro auseinandersetzt.

Die Beantwortung der folgenden Forschungsfrage soll einen praktischen Nutzen als Reflexion für das begleitete Büro haben. Darüber hinaus soll die Arbeit auch eine Hilfestellung für andere Büros und Planer sein, welche eine BIM Implementierung beabsichtigen.

Forschungsfrage:

Welche Herausforderungen und Chancen ergeben sich im Zuge der Implementierung von BIM in einem mittelgroßen österreichischen Ingenieurbüro?

¹² Vgl. BORRMANN, A., et al.: Building Information Modeling. S.13.

1.3 Aufbau der Arbeit

Diese Arbeit gliedert sich in einen theoretischen Teil (Kapitel 2 und 3), die Beschreibung der angewendeten Methode (Kapitel 4) und einen empirisch-praktischen Teil (Kapitel 5 und 6).

In Kapitel 2 werden die theoretischen Grundlagen zur Methode BIM erklärt und ein Überblick zum Status Quo gegeben. In Kapitel 2.3 werden die Potentiale und Herausforderungen der Einführung von BIM beleuchtet, wobei es sich bei Ersteren einerseits um kurzfristig nutzbare und andererseits um langfristige Potentiale handelt. Zweitere stellen die möglichen Stolpersteine während der Implementierung dar. In Kapitel 2.4 wird die Einführung von BIM aus einem globalen Blickwinkel beobachtet.

Kapitel 3 beschäftigt sich mit Handlungsempfehlungen und Leitfäden, welche zum Zeitpunkt der Erstellung dieser Arbeit vorhanden waren.

Anschließend wird in Kapitel 4 die Forschungsmethode Fallstudie erläutert.

Die Kapitel 5 und 6 beinhalten den praktischen Teil der Arbeit. Das fünfte Kapitel widmet sich dabei der Begleitung und Beobachtung der Einführung im Ingenieurbüro über einen Zeitraum von 18 Monaten. Gegen Ende dieser Beobachtung wurden mit allen Beteiligten der Einführung Interviews zu deren Einschätzungen in Bezug auf die Einführung und in Bezug auf BIM geführt. Die Aufarbeitung der Interviews und Extraktion der Ergebnisse ist in Kapitel 6 festgehalten.

Die Zusammenfassung der Ergebnisse der Fallstudie sowie die Reflexion im Kontext der Literaturrecherche erfolgt in Kapitel 7. Dieses Kapitel schließt mit einem Fazit über die gesamte Arbeit.

2 BIM – Grundlagen und Überblick

Diese Arbeit behandelt mit der Planungsphase den initialen und damit grundlegendsten Teil eines BIM Projekts. In diesem Kapitel wird das wichtigste Wissen zur Methode vermittelt, um dem Leser einen Überblick und das nötige Verständnis für die nachfolgenden Kapitel zu verschaffen.

An dieser Stelle soll noch einmal festgehalten werden, dass Software nur eine Grundlage für die Methode BIM darstellt und die Implementierung von BIM weit über die Einführung neuer Software hinaus geht. Ein aktueller Interviewausschnitt eines BIM-Konsulenten lautet:

„BIM ist ein Prozess zum Erstellen und Verwalten digitaler Informationen über ein Bauobjekt. Es beinhaltet die digitale Darstellung der physischen und funktionalen Eigenschaften eines Gebäudes, sowie einen integrierten Workflow. Der Workflow basiert auf koordinierten, kooperativen und zuverlässigen Informationen über ein Projekt von der Konzeption, über die Konstruktion, bis hin zu Nutzung. Das Modell bildet eine verlässliche Grundlage für Entscheidungen über die Lebensdauer eines Bauwerks. BIM ist daher viel mehr als nur Modelle zu erstellen. Es handelt sich dabei um eine kollaborative Arbeitsweise für Bau-/ Infrastrukturprojekte und deren Teilnehmer.

Unternehmen der Bauindustrie nutzen BIM, um Wissen und Erkenntnisse freizusetzen und so die Plattform für effizientere und nachhaltigere Lösungen zu schaffen. Es verbessert die Projektabwicklung durch eine effizient verwaltete Koordinierung und die Analyse der Konstruktionsinformationen über den gesamten Projektlebenszyklus hinweg. BIM fördert eine gesteigerte Produktivität in der Bauphase, Qualitätsverbesserungen im Modell und ein verringertes Kostenrisiko über die Lebensdauer von Gebäuden. [...] Als Ergebnis bringt BIM Menschen, Prozesse und Technologien zusammen, um die Projektabwicklung, den Bau und den Betrieb zu verbessern.“¹³

¹³ Vgl. KEANE, C.: Revit is NOT BIM. <https://www.linkedin.com/pulse/revit-bim-caroline-keane/>. Datum des letzten Zugriffs: 07.08.2018.

2.1 BIM - Wissen

In diesem Kapitel werden die wichtigsten Grundlagen der BIM-Methode erläutert. Für eine ausführlichere Auseinandersetzung mit den Grundlagen darf an dieser Stelle auf Literatur wie zum Beispiel *Building Information Modelling – Technologische Grundlagen und industrielle Praxis* von André Borrmann et al.¹⁴ oder *BIM – Potentiale, Hemmnisse und Handlungsplan* von Petra von Both et al.¹⁵ verwiesen werden.

2.1.1 Geschichte von BIM

Die Idee, nicht mehr zu zeichnen, sondern Objekte zu modellieren, kam schon Mitte der 1970er Jahre vor allem in Nordamerika auf und wurde damals unter anderem von Chuck Eastman vorangetrieben. Allerdings gab es damals noch andere Begriffe und Beschreibungen wie Virtual Design & Construction (VDC), Integrated Project Models oder auch Building Product Models. Erst 1992 wurde zum ersten Mal der Begriff BIM genutzt und 2002 wurde Building Information Modelling, maßgeblich durch den Bauwirtschaftsanalysten Jerry Laiserin, als einheitlicher Begriff durchgesetzt.¹⁶

2.1.2 Das BIM-Modell

Der modellbasierte Ansatz ist die Grundlage von BIM und eine der grundlegendsten Veränderungen zur bisherigen Arbeitsweise. Dabei handelt es sich um ein digitales 3D-Modell des geplanten Bauwerks, welches im Laufe des Lebenszyklus geometrisch verfeinert und mit Informationen angereichert wird.

Das geometrische BIM-Modell ist auf einzelnen BIM-Objekten aufgebaut. BIM- beziehungsweise 3D-Objekte sind die Bausteine eines jeden Modells und werden von den verschiedenen Softwareherstellern zum Beispiel als Familien (Autodesk Revit) oder GDL-Objekte (Nemetschek Graphisoft ArchiCAD) bezeichnet. Sie haben eine Vielzahl an Attributen und sind parametrisch veränderbar.

BIM-Objekte können untereinander in parametrischen Abhängigkeiten stehen. Dies bedeutet, dass Objekten keine fixen Abmessungen zugewiesen werden, sondern dass sich die Abmessungen auf Grundlage von hinterlegten Parametern erzeugen. Verschiedene Parameter können dabei durch Formeln miteinander verbunden werden und ermögli-

¹⁴ BORRMANN, A., et al.: Building Information Modeling.

¹⁵ BOTH, P. VON; KOCH, V.; KINDSVATER, A.: BIM - Potentiale, Hemmnisse und Handlungsplan.

¹⁶ Vgl. HOLZER, D.: The BIM manager's handbook - Guidance for professionals in architecture, engineering, and construction. S.13.

chen so, dass Objekte bei Änderung einzelner Parameter, entsprechend der Abhängigkeiten unter den Parametern, automatisch aktualisiert werden.¹⁷

Wenn zwei Objekte aneinandergesetzt werden, so überprüft die Software, ob diese zueinanderpassen und bildet die Schnittstelle automatisch aus. Ein Fenster kann beispielsweise nur in einer Wand positioniert werden und die Verbindung der beiden Elemente erstellt sich basierend auf den vordefinierten Attributen und Parametern.

Einer der Vorteile der modellbasierten Arbeitsweise ist das beliebige Erstellen von Schnitten und Ansichten. Diese werden dabei direkt aus dem Modell erzeugt und sind immer auf dem neuesten Stand. Wenn im Modell etwas verändert wird, so verändert sich der Schnitt automatisch mit. Ein Anpassen aller Ansichten bei einer Veränderung, wie dies bei 2D-basierten Planungen noch der Fall war, ist damit nicht mehr notwendig.

Mit der dreidimensionalen Modellierung entstanden aufgrund seiner Eigenschaften auch viele Erwartungen. „Der Ein-Modell-Mythos – Eine der größten falschen Versprechungen im Zusammenhang mit BIM betrifft das eine zentrale Modell, das sämtliche für den gesamten Lebenszyklus des Projekts relevanten Informationen für jedermann zugänglich bereitstellt.“¹⁸ Zutreffend ist hier, dass bei BIM alle Informationen aus einer Quelle kommen. Dabei handelt es sich aber nicht um ein einziges Modell, sondern vielmehr um eine vernetzte Struktur aus Teilmodellen und Datenbanken.

Herausfordernd ist dabei die gesteigerte Komplexität, welche durch die Verknüpfung der einzelnen Fachplaner-Modelle entsteht. Dies erfordert einen hohen Grad an Verständnis für die einzelnen Disziplinen, was zur Entstehung von neuen Rollenbildern wie dem BIM-Manager und dem BIM-Koordinator geführt hat, siehe Kapitel 2.1.5. Gesteigert wird die Komplexität noch von der Menge an semantischen Daten, mit welchen die Modelle angereichert werden. Angefangen von hersteller-spezifischen Daten über bauphysikalische Eigenschaften bis hin zu Informationen, welche für Auswertungen oder auch für die Bauausführung benötigt werden.

Ein besonderes Thema sind dabei herstellereigene Daten. Viele Bauzulieferer, wie Fenster- und Türenproduzenten oder auch Hersteller von Gebäudetechnik-Komponenten, bieten mittlerweile eine Vielzahl an BIM-Objekten kostenlos an. Dies ist grundsätzlich eine erfreuliche Entwicklung, welche jedoch in zweifacher Hinsicht vorsichtig zu betrachten ist. Die zur Verfügung gestellten Objekte sind oft sehr detailliert und mit einer großen Zahl an Attributen ausgestattet, welche

¹⁷ Vgl. BORRMANN, A.; GÜNTNER, W. A.: Digitale Baustelle-innovativer Planen, effizienter Ausführen. S.70.

¹⁸ BALDWIN, M.: Der BIM-Manager. S.53.

nicht der IFC-Struktur entsprechen und dadurch beim Datenaustausch verloren gehen. Zudem führt die Menge an Daten zu einer ungewollten Vergrößerung des benötigten Speicherplatzes für das BIM-Modell. Der zweite Grund für einen skeptischen Umgang mit derartigen Objekten entspringt auch aus dem hohen Grad der Detailliertheit und betrifft den Prozess der Ausschreibung. Bei öffentlichen Ausschreibungen ist in Österreich auf eine herstellernerneutrale Planung zu achten, um eine Wettbewerbsverzerrung zu verhindern.

2.1.3 BIM-Projekte in der Theorie

Am Anfang eines BIM-Projekts steht die Definition der Anforderungen des Bauherrn an Planer und Projektbeteiligte in Form der Auftraggeber-Informationen-Anforderungen (kurz: AIA). Die AIA sind Teil der Ausschreibungsunterlagen und beschreiben wann welche wesentlichen Informationen von Planern und Projektbeteiligten benötigt werden¹⁹. Wer die Informationen wie und wo bereitgestellt werden wird im BIM-Abwicklungsplan (kurz: BAP) auf Grundlage der AIA festgehalten. Beim BAP handelt es sich um ein umfangreiches Projektdokument, in welchem festgelegt wird, wie die Durchführung eines BIM-Projekts aussehen soll. Zudem sind im BAP die wichtigsten Informationen zum Projekt, wie u.a. Kontaktinformationen, Rollen und Verantwortlichkeiten, Koordination und Qualitätssicherung, Richtlinien und Datenanforderungen zu finden.

Anschließend an die Projektvergabe beginnt der Architekt, wie üblich, mit der Planung des räumlichen Gebäudemodells. Tragwerksplaner, Haustechniker und Bauphysiker sollten sehr früh in die Planung einsteigen und mit den Vorgaben von Architekt und Tragwerksplaner können anschließend auch die anderen Fachplaner mit ihren Teilmodellen beginnen.²⁰

Semantische Daten wie Materialkosten und der Ausführungszeitplan werden während der Planung mit Modellelementen verknüpft und ständig aktualisiert. Interdisziplinäre Überschneidungen von Elementen beziehungsweise Bauteilen werden dabei über ein mit dem Modellierprogramm verknüpftes Organisations- und Koordinationsprogramm kommuniziert. Dieses ist dabei so konzipiert, dass nur die tatsächlich benötigten Personen benachrichtigt werden.²¹

So werden in einem Gesamtmodell bei gegenseitiger Berücksichtigung immer mehr Daten gesammelt und es entsteht bei integraler Planung eine digitale detailgetreue Vorschau auf das zukünftige Objekt. Wenn

¹⁹ Vgl. DEGES: BIM-Auftraggeber-Informationen-Anforderungen (AIA). https://www.deges.de/wp-content/uploads/2019/08/2_BIM_AIA_Muster_V15.pdf. Datum des letzten Zugriffs: 04.11.2019. S.6.

²⁰ Vgl. SOMMER, H.: Projektmanagement im Hochbau. S.123.

²¹ Vgl. BORRMANN, A., et al.: Building Information Modeling. S.266.

die Planung schon weiter fortgeschritten ist, können aus dem Modell Daten für Einreichungen, Genehmigungsanträge bei Behörden, Ausschreibungen und Präsentationen entnommen werden. Die Ausführungsplanung wird ohne Informationsverluste am gleichen Modell weitergeführt und anschließend, während der Ausführung, zur Fortschrittskontrolle genutzt. Wird etwas nicht laut Plan ausgeführt, so kann die Veränderung im digitalen BIM-Modell angepasst werden, welches es dadurch exakt der Ausführung des gebauten Objektes entspricht. Im Idealfall sollten sämtliche bewirtschaftungsrelevanten Daten direkt aus dem Modell über eine Übersetzungssoftware in Facility Management Programme übernommen und dort weiter genutzt werden. Im Laufe der Nutzung kommt es naturgemäß zu Sanierungen und auch zu Aus- und Umbauten. Dafür nimmt der Planer das vorhandene BIM-Modell, welches sämtliche benötigten Informationen schon bereitstellt und plant damit die nötigen Veränderungen am Objekt. Am Ende des Lebenszyklus kann mithilfe des digitalen Zwillings exakt geplant werden, welche Materialien wiederverwendet und welche entsorgt werden müssen. Durch entsprechendes Vorausdenken in der Planungsphase des Objektes kann der Anteil der wiederverwendbaren Ressourcen maximiert werden, was zu großer Nachhaltigkeit beim Bauen führt.²²

Durch Simulationen über den gesamten Lebenszyklus lassen sich Varianten gut auf deren Wirtschaftlichkeit überprüfen. Dies erlaubt eine kostengünstige, effiziente und ressourcenschonende Errichtung und Betreibung von Bauwerken.

So funktioniert die Methode BIM in der Theorie. In der Praxis ist man von der Umsetzung aus verschiedenen Gründen jedoch noch weit entfernt. So haben sich mittlerweile verschiedene Anwendungsvarianten von BIM entwickelt welche im nächsten Kapitel beschrieben werden.

2.1.4 Die verschiedenen Anwendungsvarianten der BIM-Methode

Die Methode BIM ist sehr umfangreich und durchdringt den gesamten Wertschöpfungsprozess der Bauindustrie inklusive der planenden Abteilungen. Eine vollständige Umsetzung der Methode BIM im Sinne von Big Open BIM ist in Österreich aufgrund diverser Herausforderungen, auf welche in dieser Arbeit eingegangen wird, noch schwer zu vollziehen. Jene Architekten und Ingenieure, welche schon weitestgehend nach der integralen Methode von BIM arbeiten, stellen kleine Inseln in der weiten Landschaft der planenden Ingenieure dar. Dennoch handelt es sich um sehr fortschrittliche BIM-Anwender, welche einen Weg gefunden haben, BIM in einer derzeit möglichen Form umzusetzen.

²² Vgl. AKINADE, O. O., et al.: Designing out construction waste using BIM technology: Stakeholders' expectations for industry deployment. In: Journal of Cleaner Production, 180/2018. S.383.

Es handelt sich dabei oft um die Varianten des Little BIM und des Closed BIM, welche zwar nur eine reduzierte Form von BIM darstellen, aber schon genug Potentiale nutzbar machen, um den Einsatz zu rechtfertigen. Bei Little BIM reduziert sich die Bearbeitung des BIM-Modells auf das eigene Unternehmen und es gibt noch keine gemeinsame Bearbeitung des Modells über die Unternehmensgrenzen hinaus. Bei der Einführung von BIM ist Little BIM sogar empfehlenswert, weil man ohne den Druck, den kollaboratives Arbeiten mit sich bringt, arbeiten kann und so die Prozesse und die technischen Kapazitäten aufbauen kann, welche das eigene Unternehmen benötigt.²³

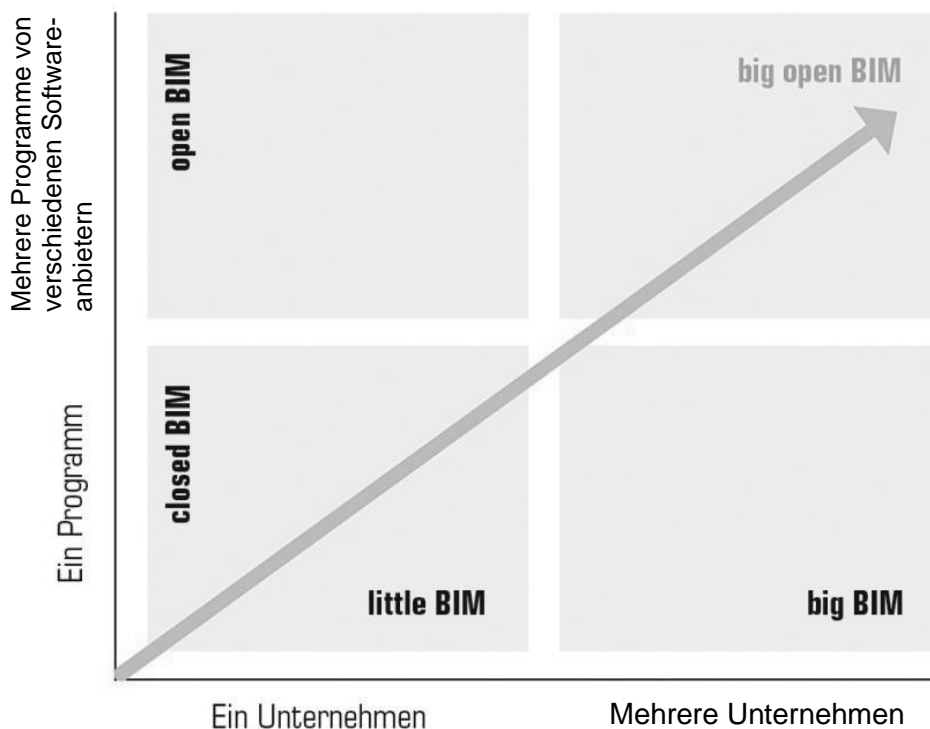


Abbildung 2-1: Die verschiedenen Anwendungsvarianten von BIM

Die Begriffe Closed BIM und Open BIM beziehen sich auf die verwendete Software. Beschränkt man sich auf Softwareprodukte eines einzelnen Anbieters, so handelt es sich um Closed BIM, siehe Abbildung 2-1. Vorteilhaft an dieser Anwendungsvariante ist, dass beim Austausch von nativen Datenformaten die Gefahr von Datenverlusten sehr gering ist. Die Anwendungsvariante Open BIM bedingt durch den Einsatz der Software mehrerer Softwareanbieter einen funktionierenden Austausch von Daten zwischen den verschiedenen Programmen durch geeignete Datenformate. Das offene IFC-Format, siehe Kapitel 2.2.4, ist eine mögliche Lösung für den Austausch von BIM-

IFC steht für Industry Foundation Classes und ist ein Datenformat für den Austausch von Modellen. Dabei können sowohl Geometrieinformationen als auch andere Eigenschaften von Objekten übertragen werden. Mehr dazu in Kapitel 2.2.4.

²³ Vgl. BALDWIN, M.: Der BIM-Manager.S.13.

Daten. Derzeit ist diese Möglichkeit jedoch noch mit vielen Datenverlusten verbunden.

Little BIM bedeutet, dass ein Unternehmen die BIM-Methode nur intern anwendet. Bei Big BIM arbeiten mehrere Unternehmen gemeinsam an einem Projekt und tragen jeweils Teilmodelle zum gemeinsamen Modell bei. Durch die Kombination der vier genannten Kriterien ergeben sich vier mögliche Anwendungsvarianten von BIM.

2.1.5 Neue Berufe und Positionen

Mit der Einführung von BIM entstehen auch neue Aufgabengebiete. Diese können zum Teil von schon bestehenden Positionen mit übernommen werden, wie zum Beispiel von einem Projektsteuerer oder einem Projektverantwortlichen. Es sind damit aber auch viele neue Positionsbezeichnungen, wie zum Beispiel der BIM-Qualitätsmanager, der BIM-Modellierer, der BIM-Modellkoordinator, der BIM-Planer, der BIM-Engineer, der BIM-Entwickler, der BIM-Manager, der BIM-Koordinator und der BIM-Konstrukteur inklusive jeweils zugeteiltem Aufgabengebiet entstanden.²⁴ In dieser Arbeit wird nur auf die am häufigsten vorkommenden Positionen, den BIM-Manager, den BIM-Koordinator und den BIM-Konstrukteur eingegangen.

²⁴ Vgl. VAN TREECK, C., et al.: Gebäude.Technik.Digital. S.38f.

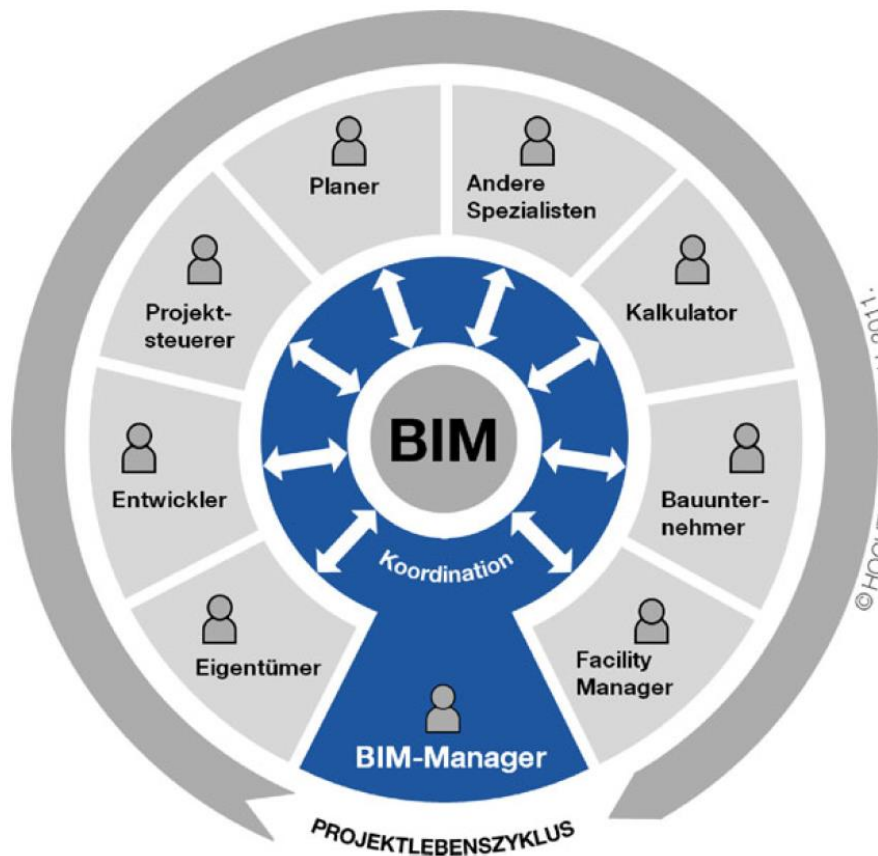


Abbildung 2-2: BIM-Manager im Projektumfeld²⁵

Der BIM-Manager hat ein großes Aufgabengebiet. Er arbeitet sowohl auf strategisch/taktischer Managementebene als auch auf der operativen Projektebene. Als Schnittstelle zwischen allen Projektbeteiligten ist er für die Koordination der BIM-Prozesse und auch für das Gebäudemodell verantwortlich, siehe Abbildung 2-2. In der Phase der Einführung von BIM ist es die Aufgabe des BIM-Managers die Ressourcen genau zu kennen, über den Wissensstand und die Entwicklungsmöglichkeiten der einzelnen Mitarbeiter und Projektbeteiligten informiert zu sein und auch ein großes Wissen über die verwendete Software zu besitzen. Er ist unter anderem auch für den Projektleitfaden beziehungsweise den BIM-Projektabwicklungsplan zuständig. In diesem werden alle wichtigen Informationen über ein Projekt gesammelt und auch Projekthierarchie, Datenaustausch und Kommunikationsregeln festgehalten.

Bei größeren Projekten mit mehreren Beteiligten kann es auch mehrere BIM-Manager geben. Einer vertritt dabei jeweils eine Projektpartei

²⁵ BORRMANN, A., et al.: Building Information Modeling. S.239.

und kommuniziert deren Anforderungen bei Koordinationsbesprechungen und umgekehrt die Ergebnisse dieser Besprechungen gegenüber seiner Projektpartei, siehe Abbildung 2-3.

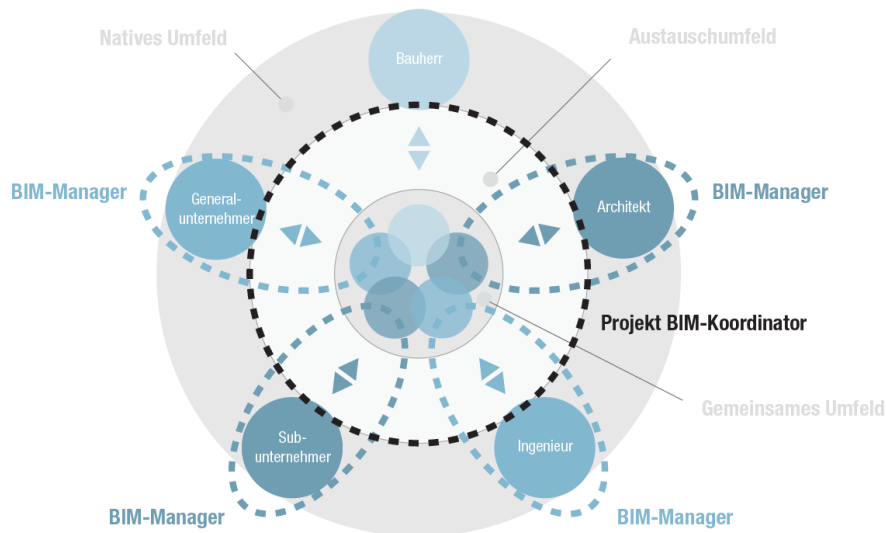


Abbildung 2-3: Aufgabenbereiche der BIM-Manager und -Koordinatoren²⁶

Der BIM-Koordinator ist das Bindeglied zwischen BIM-Manager und den BIM-Modellierern. Er ist entweder als BIM-Gesamtkoordinator für ein gesamtes Projekt und damit für mehrere Gewerke zuständig oder als BIM-Koordinator nur für ein Gewerk zuständig. Der BIM-Koordinator definiert sich über seinen Aufgabenbereich. Dazu gehört in der Planung die Koordination zwischen den Modellierern, Fachplanern und weiteren Parteien, die Erstellung von BIM-Modellen und der dazugehörigen Dokumentation, die Qualitätskontrolle und die Verantwortung über die Qualität der Daten und Modelle in seinem Zuständigkeitsbereich und die Einhaltung der BIM-Vorgaben.²⁷

Der BIM-Modellierer oder BIM-Konstrukteur ist der Nachfolger des bisherigen technischen Zeichners. Er ist zuständig für die Erstellung der jeweiligen Fachmodelle und für die Einhaltung der Richtlinien und Standards. Sein direkter Ansprechpartner ist der BIM-Koordinator, welchen er über den Stand der Planung und über Verzug oder Probleme informiert. Durch die rasche Entwicklung der Software sind regelmäßige Schulungen und Trainings fixer Bestandteil der Arbeit des BIM-Konstrukteurs.²⁸

²⁶ BALDWIN, M.: Der BIM-Manager. S.248.

²⁷ Vgl. FEUSTEL, S.: Was ist eigentlich ein BIM-Koordinator? <https://blog.cadsys.de/was-ist-ein-bim-koordinator/>. Datum des letzten Zugriffs: 01.03.2020.

²⁸ Vgl. MARTI, M., et al.: BIM Vertrag, Rollen, Leistungen. S.19.

Die Definitionen der Rollen in BIM und die jeweiligen Anforderungen an die Berufe sind je nach nationaler Definition noch sehr unterschiedlich. *Pilling* beschreibt dies treffend mit den unterschiedlichen Voraussetzungen, welche ein BIM-Manager erfüllen muss. In Südkorea muss dieser beispielsweise zehn Jahre Berufserfahrung in der Baubranche und drei Jahre als BIM-Koordinator vorweisen können. In Deutschland hingegen kann der Titel BIM-Manager nach Absolvierung eines dreitägigen Modellierkurses bei einem BIM-CAD-Softwareanbieter getragen werden.²⁹

2.1.6 BIM-Begriffe: LOD, LOI, LOG

Der LOD oder Level of Development bezeichnet die Ausarbeitungsgrade, welche ein BIM-Objekt durchläuft. Damit der Auftraggeber zum richtigen Zeitpunkt den entsprechenden Detaillierungsgrad erhält, wurden in einigen Ländern klare Ausarbeitungsgrade definiert. Die jeweilige Detaillierungs- und Definitionstiefe wurde standardisiert um Kommunikation zwischen Auftraggeber und Auftragnehmer zu erleichtern. Das American Institute of Architects und das BIMforum haben 2013 sechs LOD's definiert.

Ein Element der niedrigsten Stufe LOD 100 gleicht einem skizzenhaften Architekturentwurf. LOD 200 erfordert schon eine genauere grafische Darstellung mit Größe, Form und Örtlichkeit, sowie Ausrichtung. Dies geht über LOD 300, LOD 350 und LOD 400 bis hin zu LOD 500, siehe Abbildung 2-4.



Abbildung 2-4: Objekt-LoD in Relation zu Maßstabskonventionen³⁰

LOD 400 erfordert eine Modellierungs- und Informationsgenauigkeit, welche eine direkte Herstellung des Modells ohne weitere Informationen ermöglicht. Der LOD 500 wird erst im Zuge der Ausführungsphase

²⁹ Vgl. PILLING, A.: BIM - Das digitale Miteinander. S.172.

³⁰ BALDWIN, M.: Der BIM-Manager. S.34.

erreicht, da dieser einen Abgleich des tatsächlich ausgeführten Objektes darstellen soll.³¹ Jede Planungsphase hat einen zugeordneten LOD, siehe Abbildung 2-5, welcher erreicht werden muss, jedoch nicht überschritten werden sollte.

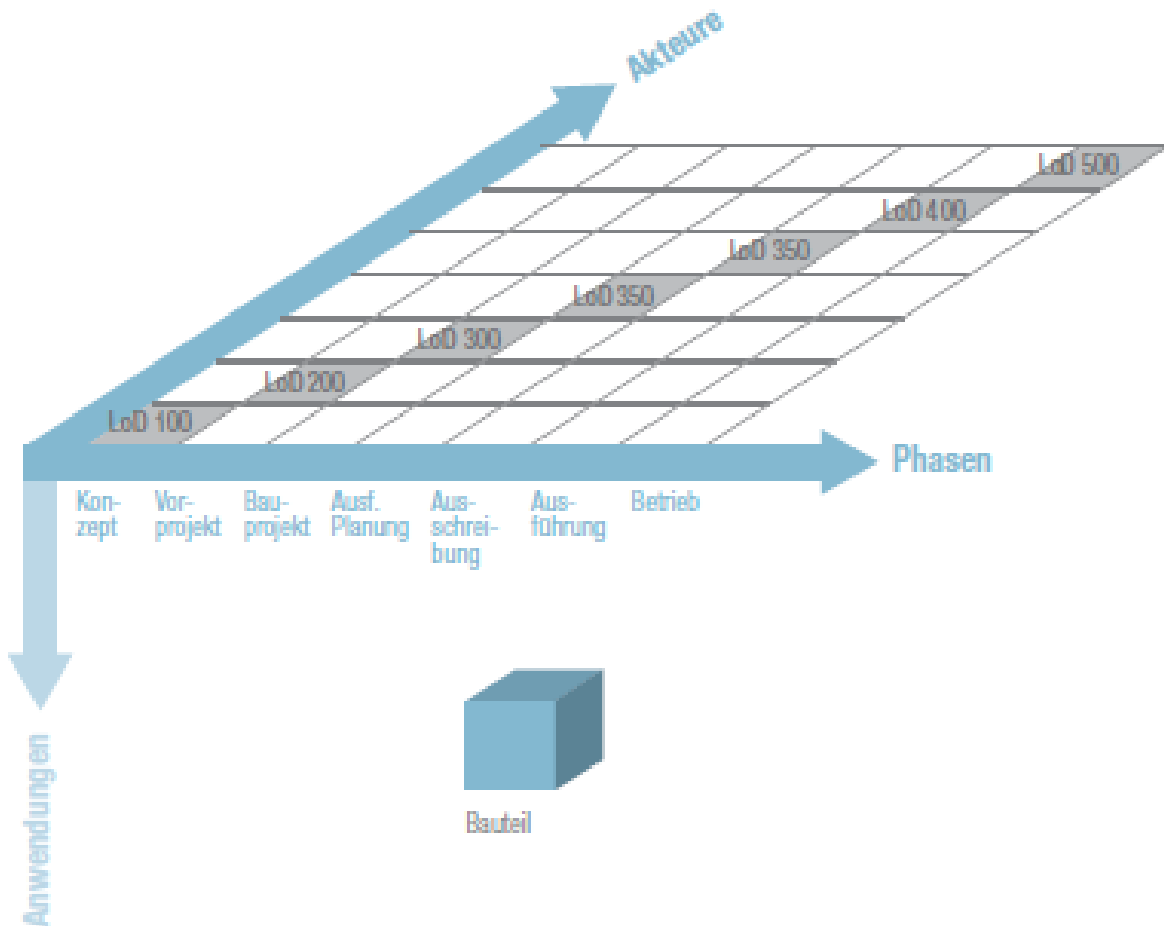


Abbildung 2-5: Phasenorientierte Objektdefinition³²

Eine zu frühe Detaillierung von Bauelementen und ein zu frühes Anführen von erst in einer späteren Phase benötigten Informationen führt zu großen Datenmengen, einer unübersichtlichen Planung und dadurch zu unnötigen Mehrkosten und ist möglichst zu verhindern.

Aus dem LOD lassen sich der LOG und der LOI ableiten. Der LOG beschreibt die geometrische Detaillierung und der LOI beschreibt die Informationstiefe der Daten, welche beigefügt werden. Der LOG und der LOI verlaufen parallel und werden daher gemeinsam angeführt.³³

³¹ Vgl. REINHARD, J.; BEDRICK, J.: Level of Development Specification Part 1 & Commentary. https://bimforum.org/wp-content/uploads/2018/07/BIMForum-LOD-2018_Spec-Part-1_and_Guide_PUB-DRAFT.pdf. Datum des letzten Zugriffs: 21.03.2020. S.12.

³² BALDWIN, M.: Der BIM-Manager. S.29.

³³ Vgl. HAUSKNECHT, K.; LIEBICH, T.: BIM-Kompodium. S.137ff.

2.1.7 4D bis 7D – Weitere BIM Dimensionen

Zusätzlich zur geläufigen dritten Dimension wird auch die Planung mit 4D, 5D, 6D und 7D immer häufiger eingesetzt. Bei 4D und 5D handelt es sich um die mittlerweile einheitlich anerkannten Dimensionen Zeit und Kosten.

In einem 4D-Modell werden die einzelnen Elemente mit einem Zeitplan verknüpft. So lässt sich nicht nur eine Simulation des theoretischen Bauverlaufs generieren, sondern auch der aktuelle Baufortschritt kann vom Bauleiter vor Ort zum Beispiel mit Hilfe eines Tablets eingegeben werden und alle Beteiligten sehen aktueller als je zuvor, wie die Arbeiten fortschreiten.

5D bezieht sich auf die Kosten. Wenn jedem Element Kosten zugeschrieben wurden und mit 4D auch schon ein Zeitplan hinterlegt ist, dann lässt sich mit dem entsprechenden Programm sehr einfach der Kapitalverzehr der Baustelle zeitlich darstellen. Außerdem ergibt sich aus dem Modell ein sehr realistischer Blick auf die Gesamtkosten.

Bei der Definition für 6D und 7D sind sich Experten noch nicht einig. Zum einen findet man 6D als Facility Management und 7D als Nachhaltigkeit und in der nächsten Quelle wird beides in 6D zusammengefasst.³⁴

Im **Facility Management** steht die Verwaltung eines Objektes mit dem Ziel einer optimalen, ökonomischen, ökologischen und gesellschaftlichen Nutzung über den gesamten Lebenszyklus im Mittelpunkt. Dazu gehören auch Instandhaltungen, Renovierungen, Umbauten und am Ende des Lebenszyklus der Abriss. In allen genannten Aktionen sind genaue Kenntnisse des Objekts von größtem Nutzen, denn nur so können mit großer Wahrscheinlichkeit unerwartet auftretende Kosten vermieden werden. Obwohl die Vorteile einer Überführung des **as-built**-Modells in ein FM-Modell auf der Hand liegen, ist Software, welche dies ermöglicht, noch nur spärlich vorhanden. Großbritannien ist hier mit dem **COBie**-Standard, welcher seit 2016 für alle öffentlichen Projekte verpflichtend angewendet werden muss, wegweisend. COBie basiert auf dem IFC-Standard und erfasst nur die bewirtschaftungsrelevanten Daten. Auch in Deutschland gibt es mit CAFM-Connect des CAFM Rings einen vielversprechenden Ansatz. Hier wird die Übernahme von räumlichen Daten und Parametern von BIM-Modellierungen in CAFM-Programme unterstützt.³⁵

Die Integration des Facility Management ins Building Information Management bringt aber nicht nur technologische Herausforderungen mit sich. Bauherren und Bewirtschafter, beziehungsweise Gebäudemanager müssen ihre Anforderungen an das spätere Datenmodell sehr früh

***Facility Management** steht für das Gebäudemanagement.*

***As-built** steht für „wie gebaut“ und bezeichnet den tatsächlich ausgeführten Zustand eines Objekts.*

***COBie** steht für Construction Operation Building information exchange und ist ein auf dem IFC-Standard basierendes Datenformat, welches die bewirtschaftungsrelevanten Daten erfasst.*

³⁴ Vgl. EYNON, J.: Construction Manager's BIM Handbook. S.10f.

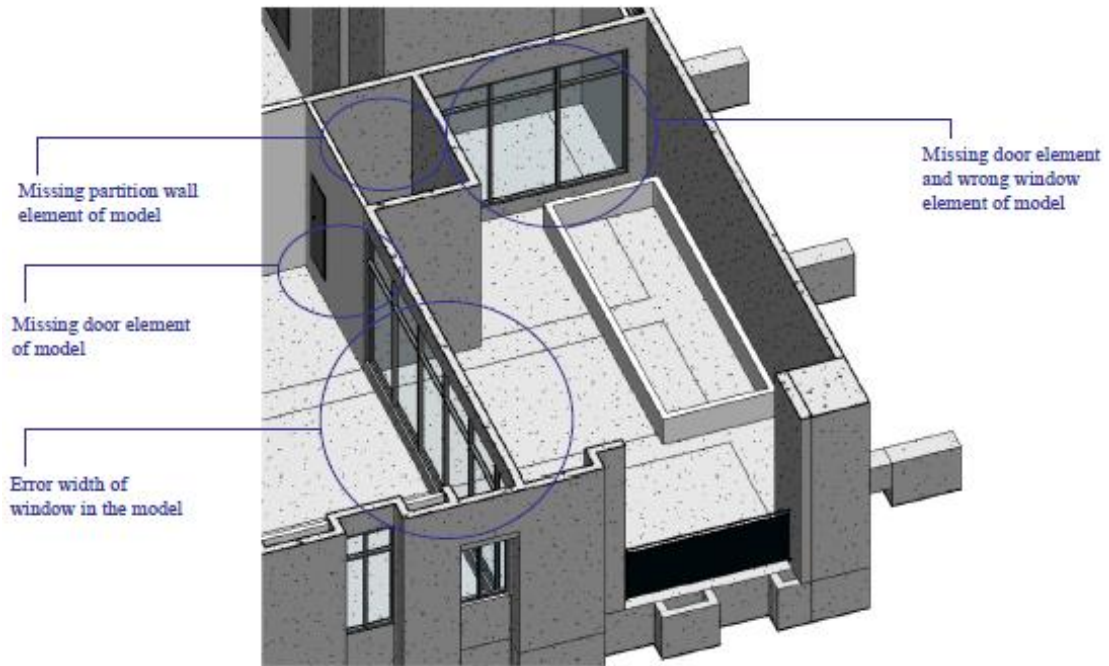
³⁵ Vgl. HAUSKNECHT, K.; LIEBICH, T.: BIM-Kompodium. S.93.

genau formulieren und Designer wiederum brauchen die notwendigen Fähigkeiten um diese Anforderungen auch erfüllen zu können³⁶. Prevera, ein Unternehmen aus Österreich, bietet beispielsweise mit einer Raumdaten Management Software die Begleitung von der Planung bis zum Betrieb von Objekten an.³⁷

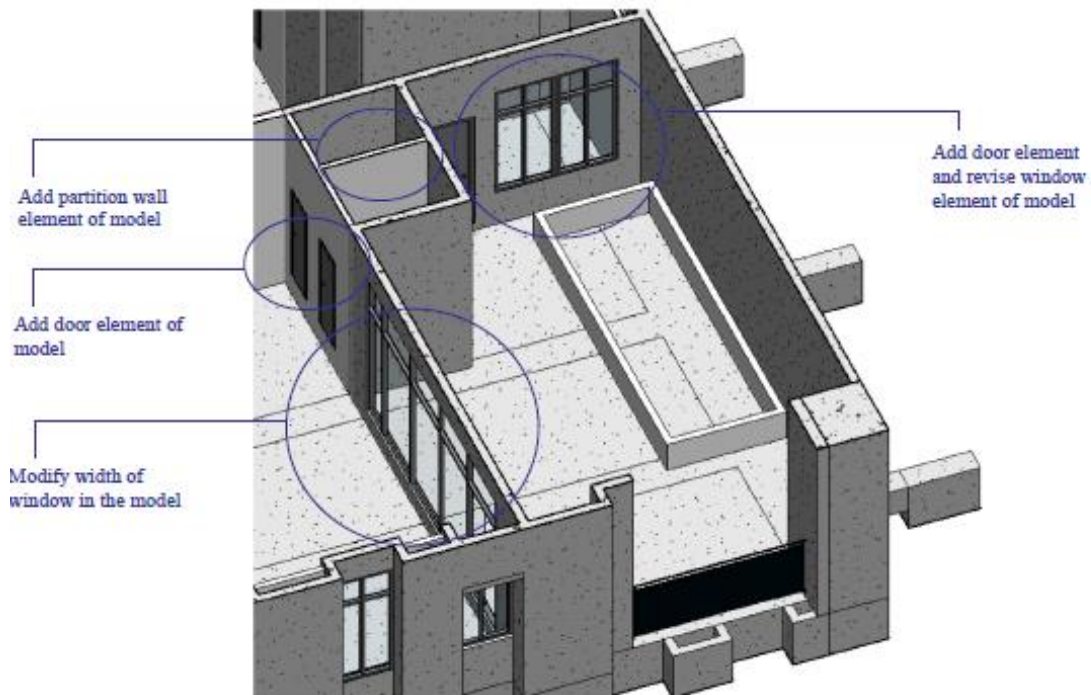
Die Übergabe eines BIM-Modells in das Facility Management ist besonders dann sinnvoll, wenn es sich um ein „as-built-Modell“ handelt. Dies bedeutet, dass das Modell während der Ausführung ständig mit dem realen Objekt verglichen und bei Abweichungen angepasst werden muss. Nur wenn das digitale Modell am Ende der Ausführung exakt dem Gebäude entspricht, ist es für das Facility Management wirklich umfassend brauchbar. Derzeit ist noch nicht klar, wer die Pflege des as-built Modells übernehmen soll. Programme für die Einarbeitung von Änderungen gibt es bereits, siehe Kapitel 2.2.3. Wie gewünschte Veränderungen gekennzeichnet und Modelle modifiziert werden ist in Abbildung 2-6 dargestellt.

³⁶ Vgl. GERRISH, T., et al.: BIM application to building energy performance visualisation and management: Challenges and potential. In: Elsevier - Energy and Buildings, 144/2017. S.227.

³⁷ Vgl. PREVERA CONSULTING GMBH: Building Information Management von der Planung bis zum Betrieb. <https://prevera.at/>. Datum des letzten Zugriffs: 22.03.2020.



Before Modification



After Modification

Abbildung 2-6: Beispielbilder zum As-Build-Modell aus einem Programm³⁸

³⁸ LIN, Y.-C., et al.: Developing final as-built BIM model management system for owners during project closeout: A case study. In: Advanced Engineering Informatics, 36/2018. S.189.

Die Nachhaltigkeit spielt derzeit in der Planung und Ausführung noch eine untergeordnete Rolle. Vielmehr stehen kurzfristige Kosten noch im Mittelpunkt, denn sie sind oft der entscheidende Faktor, ob ein Projekt realisiert wird, beziehungsweise ob man als Bieter für ein Projekt den Zuschlag erhält.

Die überwiegende Mehrheit der Wissenschaftler und Entscheidungsträger ist sich jedoch einig, dass die Umweltauswirkungen des Bauens signifikant reduziert werden müssen. Das Life Cycle Assessment (LCA) ist dabei eine geeignete Methode, dies zu unterstützen. Die Bedeutung der Bewertung möglicher Verbesserungen für die Umwelt in frühen Entwurfsphasen ist allgemein anerkannt. Die breite Anwendung der LCA-Methode während des Entwurfs wird jedoch durch die große Unsicherheit von Design- und Materialentscheidungen in diesem Stadium eingeschränkt.³⁹

Auch aus österreichischer Sicht blieben viele der *„positive Aspekte [von BIM], wie jene der Nachhaltigkeit [bisher] unberücksichtigt, jedoch können weitere positive „Nebenwirkungen“ die Projektabwicklung beeinflussen.“*⁴⁰

2.2 BIM-Software

In diesem Abschnitt werden die verschiedenen Arten von BIM Software vorgestellt. BIM-Software gibt es für die verschiedensten Einsatzbereiche und Anwendungsfelder. Mit ihnen wird der gesamte Lebenszyklus von Bauobjekten abgedeckt. Dies beginnt beim Anforderungsmanagement, in welchem der Bauherr seine Anforderungen an ein Bauwerk in einem Raum- und Funktionsprogramm festhält. Dieses erfordert gerade bei komplexeren Gebäuden ein entsprechendes Management. Eines der Programme, welches hier benutzt wird, ist dRofus der norwegischen Firma Nosyko AS. Ursprünglich für die Krankenhausplanung entwickelt, wird es mittlerweile von vielen großen Auftraggebern und Planungsfirmen verwendet, um komplizierte Raum- und Funktionsprogramme zu managen. Ein Vorteil von dRofus ist die Verknüpfbarkeit mit den Modellierungsprogrammen Revit und ArchiCAD. BIM Software gibt es sowohl für unterschiedlichste Anwendungen für viele Akteure in Planungs- und Bauprozessen als auch mit **CAFM** im Bewirtschaftungsprozess von Bauobjekten.

Für jeden dieser einzelnen Bereiche gibt es jeweils nicht nur einen Softwareanbieter, sondern zumeist mehrere. Einige der Programme decken mehrere Anwendungsgebiete ab, es gibt jedoch kein einziges

CAFM steht für *Computer Aided Facility Management* und ist die Bezeichnung für softwaregestützte Gebäuderverwaltung

³⁹ Vgl. RÖCK, M., et al.: LCA and BIM: Visualization of environmental potentials in building construction at early design stages. In: Building and Environment, 140/2018. S.153.

⁴⁰ HECK, D.: BIM - Werkzeug zur Optimierung der Planungs- und Bauprozesse: 1. Grazer BIM-Tagung -Tagungsband 2014. S.8.

Programm und keinen einzigen Softwarehersteller, welcher sämtliche Bereiche abdeckt. Eine Verwendung von Software und Programmen unterschiedlicher Hersteller, welche untereinander nicht zwingend kompatibel sind, ist somit unvermeidbar. Dies führte zur Schaffung des gemeinsamen Datenformats IFC durch BuildingSMART, welches in Kapitel 2.2.4 behandelt wird. Mit dem IFC-Format soll eine interdisziplinäre Zusammenarbeit in BIM Projekten ermöglicht werden, ohne dabei die einzelnen Beteiligten zu zwingen, ihre Software anpassen zu müssen. Für Planer, welche schon zuvor mit dreidimensionaler Software gearbeitet haben, ist die Umstellung auf BIM-kompatible Software oft keine so große Herausforderung, weil sie die dreidimensionale Denkweise schon gewohnt sind. Schwieriger gestaltet sich die Umstellung für Planende, welche zuvor in erster Linie zweidimensional gearbeitet haben. Der Umstand, dass es für jeden Bereich mehrere Programme zur Auswahl gibt, erschwert die Umstellung zusätzlich.

2.2.1 Modellierungssoftware

Mit BIM-Modellierungssoftware werden die verschiedenen Fachmodelle, zuerst das Architekturmodell und anschließend unter anderem das Tragwerks- und das Gebäudetechnikmodell, erstellt. Im Unterschied zum bisherigen Zeichnen wird bei BIM dreidimensional objektwise modelliert und parametrisiert. ArchiCAD war die erste wirkliche BIM-Software und entstand schon Mitte der 1980er Jahre. Für Architekten entwickelt, lassen sich alle nötigen Pläne, Schnitte und Ansichten aus einem Modell heraus generieren und dynamisch mitentwickeln, so wie es die BIM-Methode fordert. In ArchiCAD wird mit der **GDL-Technologie** auch eine freie Formfindung mit späterer Umwandlung in Modellelemente ermöglicht.

Bei Revit wurde nach der Übernahme der Software vom Start-Up Technology Corporation 2002 durch Autodesk vorerst separat Revit Architecture für Architekten, Revit MEP für Gebäudetechniker und Revit Structure für die Tragwerksplanung entwickelt. 2013 wurden die drei Programme in Revit Building zusammengeführt und werden seitdem gemeinsam vertrieben. Die gemeinsame Softwareumgebung für Architekten, Gebäudetechniker und Tragwerksplaner und das entsprechende Marketing haben Autodesk zu einem der Marktführer im Modelliersoftwarebereich gemacht. Durch die enge Verknüpfung der Fachdisziplinen kann Revit als Closed-BIM-Plattform verwendet werden. IFC und andere Austauschdateiformate werden zusätzlich seit langem angeboten und unterstützt.

Neben ArchiCAD und Revit gibt es noch eine Vielzahl von weiteren Softwareanbietern, welche sich den verbleibenden Markt unter sich aufteilen. Zu den Bekanntesten gehören Allplan Architecture und Vec-

***GDL** steht für Geometric Description Language und ist die Programmiersprache hinter Objekten in ArchiCAD. Diese Objekte enthalten sowohl 2D- als auch 3D-Informationen.*

torworks, welche beide dem Nemetschek-Konzern angehören, AutoCAD Architecture von Autodesk, welches auf dem DWG-Format basiert, AECOsim Building Designer von Bentley, welches die früheren Produkte Bentley Mechanical, Bentley Electrical, Bentley Architecture und Structural Modeler in sich vereint. Alle genannten Programme unterstützen, trotz teilweiser sehr unterschiedlicher Programmierung, den Austausch mittels IFC-Schnittstelle. Weitere von Architekten benutzte Modellierungsprogramme sind Bentley Speedikon Architecture, EliteCAD AR, SPIRIT und CasCADos.⁴¹

2.2.2 Fachspezifische Modellierungs- und Dimensionierungssoftware

Der Nutzen von BIM-Fachplaner-Modellen liegt vor allem in der Möglichkeit, diese Modelle mit dem Architekturmodell in einem einzigen Modell zusammenzuführen oder zumindest zu verlinken⁴², siehe Abbildung 2-7. Das Verlinken hat dabei den Vorteil, dass die Dateigrößen klein bleiben. Durch das gleichzeitige Anzeigen der verschiedenen Fachplaner-Modelle können Überschneidungen und Fehler von Elementen erkannt und behoben werden.

Für die Dimensionierung von zum Beispiel Abflussrohrleitungen oder Kabeltrassen benötigt es weitere Software, welche entweder als eigenständige Software vorkommt oder als Aufsatz auf schon zuvor genannte Programme wie Revit oder AutoCAD konzipiert ist. Alleinstehende Programme sind unter anderem der AECOsim Building Designer von Bentley, DDS-CAD des nordischen Unternehmens DDS, mittlerweile Teil der Nemetschek AG, das Programm Nova von Plancal, welches seit 2013 der Trimble-Familie angehört und Rukon der Firma Tacos. Auch bei Revit selbst gibt es mit Revit MEP integrierte Software nicht nur zur Modellierung der einzelnen Systeme, sondern auch zur Dimensionierung, wie zum Beispiel der Berechnung der Heiz- und Kühllast, welche für die Dimensionierung der Wärme- und Kältesysteme benötigt wird.⁴³

⁴¹ Vgl. HAUSKNECHT, K.; LIEBICH, T.: BIM-Kompendium. S.84.

⁴² Vgl. EYNON, J.: Construction Manager's BIM Handbook. S.10.

⁴³ Vgl. HAUSKNECHT, K.; LIEBICH, T.: BIM-Kompendium. S.86f.

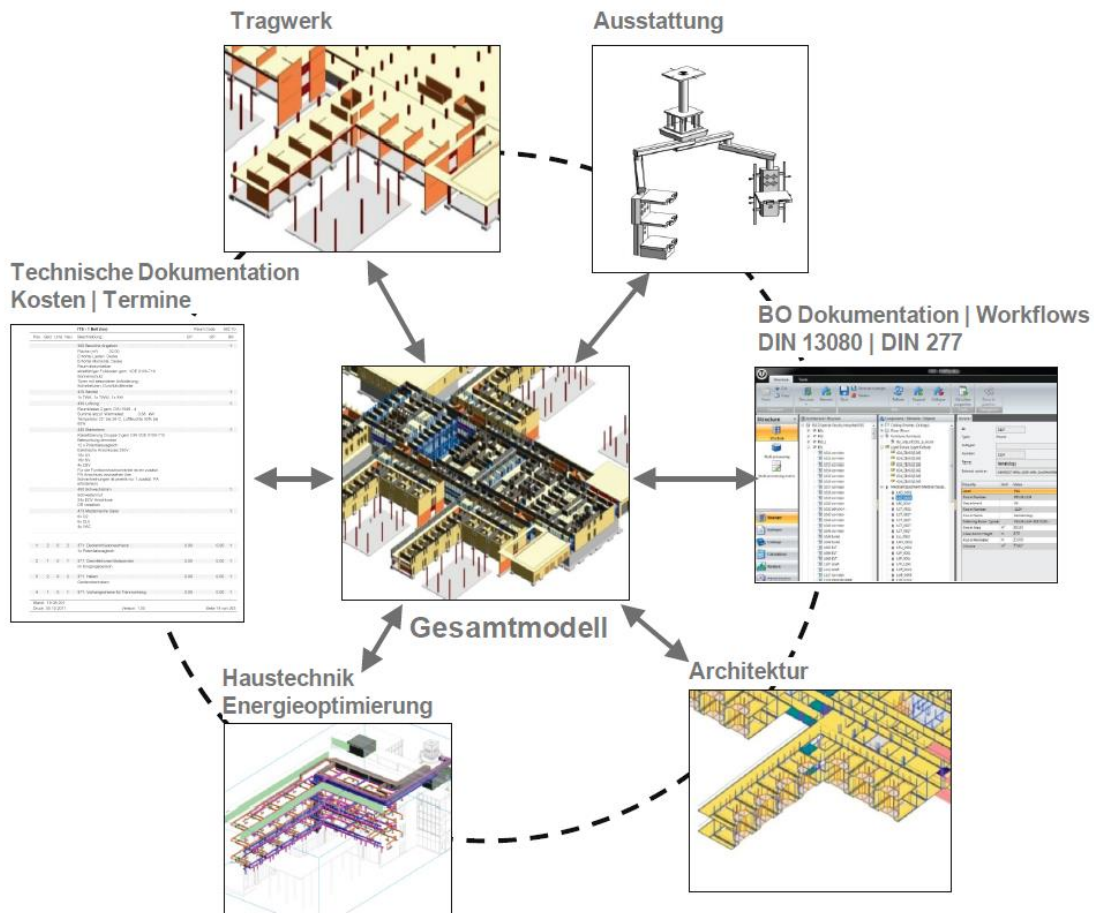


Abbildung 2-7: Dezentrale Planung und zentrale Koordination⁴⁴

In der Tragwerksplanung bieten unter anderem Tekla/Trimble mit Tekla Structure, Nemetschek mit Allplan Ingenieurbau, Autodesk mit Revit Structure (integriert in Revit) und Bentley mit dem AECOSim Building Designer Lösungen an. Alle genannten verfügen über eine IFC-Schnittstelle. Die Firma Tekla, welche mittlerweile Teil von Trimble ist, gehört zu den Unternehmen, welche eine Open BIM Strategie verfolgen und damit die IFC-Schnittstelle nicht nur eingebaut haben, sondern auch proaktiv an deren Verbesserung arbeiten.⁴⁵ Es gibt noch einige weitere Anbieter im Bereich der Tragwerksplanung und Dimensionierung.

Schwierig für Dimensionierungssoftware ist die oft sehr unterschiedliche Gesetzeslage der einzelnen Länder, auf welcher die Software basieren muss, um als Entscheidungsgrundlage dienen zu können. Deshalb ist derartige Software oft lokal beschränkt.⁴⁶ Eine Veränderung in

⁴⁴ EGGGER, M., et al.: BIM-Leitfaden für Deutschland.2013. S.21.

⁴⁵ Vgl. HAUSKNECHT, K.; LIEBICH, T.: BIM-Kompodium. S.86.

⁴⁶ Vgl. HAUSKNECHT, K.; LIEBICH, T.: BIM-Kompodium. S.90.

dieser Hinsicht könnten einheitliche Gesetzesgrundlagen und Bauvorschriften, zum Beispiel innerhalb der Europäischen Union, bringen.

2.2.3 Programme für die Modellprüfung und die Integration von Kosten und Bauablauf

Im Bauwesen gibt es eine große Anzahl an Projektbeteiligten und Stakeholdern. Daher braucht es auch viel Koordinationsarbeit und eine gute Kommunikation. Um diese Arbeit zu erleichtern gibt es Softwarelösungen wie den Solibri Model Checker der finnischen Firma Solibri, das Programm Navisworks, welches mittlerweile von zum Autodesk-Konzert gehört und Tekla BIMsight. Mit diesen Programmen können verschiedene Fachmodelle zusammengeführt werden, Problemstellen kommuniziert und gelöst werden, Objektüberschneidungen erkannt werden und es kann das gesamte Modell mittels eines BIM-Viewers, welcher in den genannten Programmen integriert ist, veranschaulicht werden. Die Programme können teilweise auch für die Überprüfung von Fluchtweglängen, der erforderlichen Breite von Durchgängen und ähnlichem herangezogen werden. Speziell diese Funktionen stellen bei großen Bauprojekten eine große Erleichterung dar und können zu einer Reduzierung etwaiger Fehler beitragen. Ein zu spätes Erkennen von nicht eingehaltenen Baurichtlinien führt zu erhöhten Kosten und zumindest zu einem verengten Zeitplan.

Eine Bauleistungskontrolle und Kollisionsprüfung lässt sich auch mit iTWO von RIB durchführen. Zusätzlich bietet dieses Programm auch noch die Integration von Zeit und Kosten in das Modell an und das Erstellen von Simulationen. Diese dienen nicht nur der besseren visuellen Darstellung, sondern vor allem auch dem Variantenvergleich und der Ermittlung und Planung des kostengünstigsten Bauablaufs.

Für die Verarbeitung von weiteren Dimensionen, wie Kosten, Bauablaufplan und Nachhaltigkeitsfaktoren, gibt es von Softwareanbietern einige Lösungen. Programme, welche sowohl 4D als auch 5D abdecken sind unter anderem iTWO von RIB, BIM4You von BIB, das DBD-Kostenkalkül, DProfiler und Vico Office der Firma Vico Software. Alle Programme bedienen die Schnittstelle IFC. Syncro der Firma Sycro hat sich rein auf die Zeitkomponente 4D spezialisiert und eignet sich gut für reines Terminmanagement.⁴⁷

⁴⁷ Vgl. HAUSKNECHT, K.; LIEBICH, T.: BIM-Kompendium. S.90.

2.2.4 IFC und andere Dateiaustauschformate

Es gibt mittlerweile eine Vielzahl an verschiedenen BIM-fähigen Programmen von verschiedenen Softwareanbietern. Aufgrund der hier schon häufig erwähnten Fragmentierung der Bau- und Planungsbranche tritt somit sehr häufig der Fall ein, dass innerhalb eines Projekts unterschiedliche Programme von den verschiedenen Projektbeteiligten verwendet werden. Daher ist ein Austausch, beziehungsweise eine Zusammenführung der einzelnen Dateien im Sinn einer integralen Planung, notwendig. Zu diesem Zweck wurde von der internationalen Organisation BuildingSMART das Dateiformat IFC (Industry Foundation Classes) entwickelt. IFC dient dem möglichst informationsverlustfreien Austausch von BIM-Modellen zwischen verschiedenen Programmen. Viele Softwareanbieter haben IFC mittlerweile als zusätzliche Datenschnittstelle in ihre Software integriert. Einige Unternehmen haben die Implementierung einer IFC-Schnittstelle noch nicht vollzogen.⁴⁸

Maßgebend verantwortlich für die Entstehung von IFC war die Organisation IAI, Industriallianz für Interoperabilität, welche mittlerweile weltweit, in Verbänden organisiert, aktiv ist. Die IAI, welche sich 2005 in buildingSMART umbenannte, trieb die Einführung von IFC als formellen internationalen Standard voran und konnte dies spätestens mit der Version IFC2x3 auch erreichen. buildingSMART International ist seitdem die treibende Kraft hinter vielen nationalen und internationalen BIM-Programmen. Trotzdem ist die Entwicklung noch lange nicht abgeschlossen und die funktionierende Verwendung hängt, neben der Weiterentwicklung der IFC-Struktur, sehr vom Wohlwollen und der Initiative der einzelnen Softwareunternehmen ab.⁴⁹

Probleme welche bei der Datenweitergabe per IFC auftreten können sind zum Beispiel kleine Abstände zwischen Elementen, welche zuvor verbunden waren und unterschiedliche Längen bei Säulen, welche zuvor gleich lang waren.⁵⁰ Ein weiteres Problem entsteht, wenn Modellattribute nicht von Anfang an IFC-konform benannt werden. So können bei der Weitergabe semantische Informationen verloren gehen.

IFC als Schnittstelle zu bezeichnen ist streng genommen fachlich falsch. Die Übersetzung erfolgt über eine **MVD** welche den Informationsaustausch definiert. Die Modellansichtsdefinition stellt eine Anleitung für alle IFC-Ausdrücke (Klassen, Attribute, Beziehungen, Eigenschaftssätze, Mengendefinitionen, etc.) zur Verfügung, die in einem bestimmten Anwendungsbereich verwendet werden und vorhanden

***MVD** steht für Model View Definition oder Modellansichtsdefinition*

⁴⁸ Vgl. TULENHEIMO, R.: Challenges of Implementing New Technologies in the World of BIM – Case Study from Construction Engineering Industry in Finland. In: Procedia Economics and Finance, 21/2015. S.472.

⁴⁹ Vgl. HAUSKNECHT, K.; LIEBICH, T.: BIM-Kompendium. S.98.

⁵⁰ Vgl. Fachgespräch mit Tragwerksplaner 1 des begleiteten Ingenieurbüros

sein müssen⁵¹. Das genaue Vorgehen ist in der ISO 29481-1 Information Delivery Manual (IDM) beschrieben.⁵²

Ein weiteres Datenaustauschformat ist das **BCF** (Building Collaboration Format) welches auf IFC basiert und der Kommunikation von Fehlern im Modell und Änderungswünschen dient. Es ermöglicht eine modellbasierte Kommunikation zwischen verschiedenen Anwendern und informiert über Status, Ort, Blickrichtung, Bauteil, Bemerkung, Anwender und Zeitpunkt im IFC Datenmodell.⁵³ In Abbildung 2-8 ist die BCF-basierte Kommunikation anhand einer Überschneidung einer tragenden Struktur mit dem Lüftungssystem dargestellt.

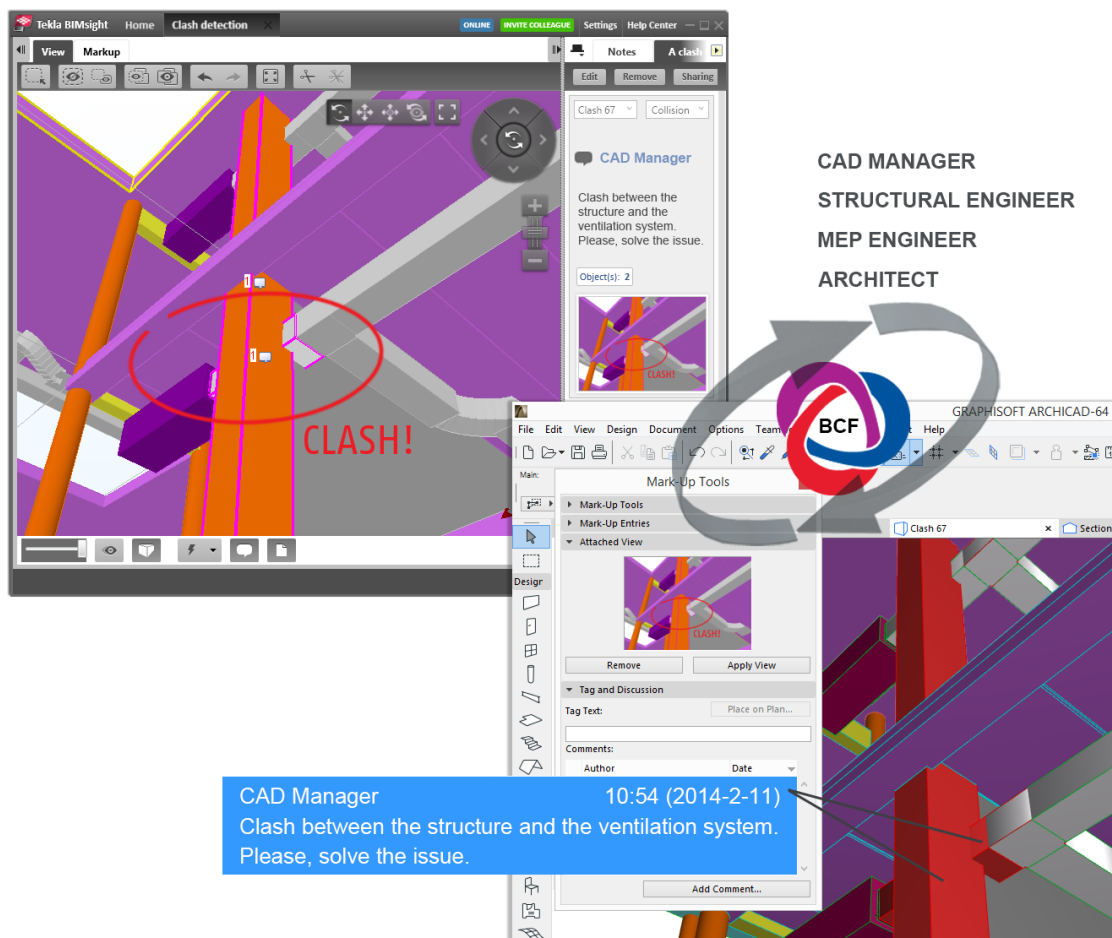


Abbildung 2-8: Beispiel einer Kommunikation über das BCF⁵⁴

Der Modellaustausch zwischen verschiedenen Softwareprogrammen ist über die offenen Datenaustauschformate bereits möglich, aber immer

⁵¹ BUILDINGSMART GERMANY: Standards. <https://www.buildingsmart.de/bim-knowhow/standards>. Datum des letzten Zugriffs: 24.09.2018.

⁵² Vgl. HAUSKNECHT, K.; LIEBICH, T.: BIM-Kompodium. S.103.

⁵³ BUILDINGSMART GERMANY: Standards. <https://www.buildingsmart.de/bim-knowhow/standards>. Datum des letzten Zugriffs: 24.09.2018.

⁵⁴ MANZIONE, L.: BIM Collaboration Format with ARCHICAD. <https://www.makebim.com/2016/09/17/bim-collaboration-format-with-archicad/?lang=en>. Datum des letzten Zugriffs: 29.02.2020.

noch mit vielen Hürden verbunden, welche die Arbeit ineffizient machen.

An der ETH Zürich hat man sich genau diesem Thema gewidmet und 2017 eine Arbeit mit dem Titel „*Distributed Building Information Modeling in the Multidisciplinary Collaboration*“ herausgebracht. Man schlägt dabei ein Konzept mit dem Namen „Distributed BIM“ (DBIM) vor, welches es den verschiedenen Stakeholdern ermöglichen soll, mit entsprechender Nutzung der Informations- und Kommunikationstechnologien, Modelle und BIM-Daten einfach und flexibel zu nutzen. Erreicht wird dies mit der „...*Erweiterung von Datenextraktionsdiensten und Kommunikationsmodulen auf verschiedenen Softwarepaketen*“.⁵⁵ Dies scheint eine sehr vielversprechende Lösung eines gravierenden Problems der derzeitigen BIM-Nutzung zu sein. Die Arbeit ist bis 2020 gesperrt und die Ergebnisse werden erst dann für die Öffentlichkeit zugänglich gemacht.

⁵⁵ ZHAO, H.: Distributed Building Information Modeling in Multidisciplinary Collaboration. <https://www.research-collection.ethz.ch/handle/20.500.11850/166500> S.ii.

2.3 Potentiale und Herausforderungen

„Insbesondere die allgemeine Akzeptanz dieser neuen Methode ist eine wichtige Voraussetzung für den Erfolg und zugleich die größte Herausforderung.“⁵⁶

BIM verspricht viel, aber stößt bei vielen noch auf große Skepsis. Dieses Kapitel soll einen Überblick über die kurz- und langfristigen Potentiale und Hemmnisse geben. Es erfolgt jeweils eine stichwortartige Aufzählung mit anschließender Erklärung. Der Begriff „Hemmnis“ wird im Folgenden bewusst oft durch den Begriff „Herausforderung“ ersetzt, da „Hemmnis“ im Gegensatz zu „Herausforderung“ eine negative Konnotation besitzt und viele der genannten Herausforderungen auch als „Chancen“ wahrgenommen werden können.

2.3.1 Kurzfristige Potentiale

Die Möglichkeiten von BIM sind vielfältig. Einige davon können schon kurz nach der Einführung von BIM genutzt werden, wie z.B.:

1. 3D-Visualisierung von Gebäuden und Anlagen
2. Verkürzter Zeitaufwand bei Planänderungen
3. Kollisionsprüfung – leichtes Aufspüren von Fehlern im Modell
4. Auszug von Massen aus dem Modell
5. Fachplaner früher in den Planungsprozess holen
6. Verminderter Ressourceneinsatz in der Planung

1. 3D-Visualisierung von Gebäuden und Anlagen

Die 3D-Visualisierung von Objekten ermöglicht es, Fehler im Architektur- und in Fachplanermodellen schneller zu erkennen und spart dadurch Zeit und Kosten. Idealerweise kommt es zu weniger Änderungen durch den Bauherrn, da aufgrund der Visualisierung eine bessere Entscheidungsgrundlage gegeben ist. *„...eine dreidimensionale Planung sorgt [außerdem] für ein besseres Projektverständnis, als dies durch 2DPläne möglich ist.“⁵⁷*

2. Verkürzter Zeitaufwand bei Planänderungen

Ein weiterer Vorteil ist die Zeitersparnis und geringe Fehleranfälligkeit bei nachträglichen Planänderungen. Es sind keine verschiedenen Schnitte mehr zu beachten und zu bearbeiten, da eine Veränderung am Modell, durch die parametrischen Abhängigkeiten der einzelnen

⁵⁶ MANSPERGER, T., et al.: BIM - Erfahrungen bei der Anwendung einer neuen Methode im Ingenieurbüro. In: Bautechnik, 91(4)/2014. S.241.

⁵⁷ ZWIELEHNER, T.; SPREITZER, P.: Warum BIM (noch) nicht die erwartete Produktivitätssteigerung bringt. In: Stahlbau, 88(5)/2019. S.501.

Bausteine im Modell, automatisch auch zu der entsprechenden Anpassung aller Ansichten und Schnitte führt. Wenn eine Geschosshöhenänderung durchgeführt wird, so ändern sich alle Wandhöhen, Massen, Rauminhalte etc. automatisch mit.

Ein Beispiel dafür lieferte der Baukonzern PORR, welcher für die Planung und den Bau des BMW Freimann-Gebäudes in München zuständig war. Nach Abschluss der Planungsarbeiten musste aufgrund der Einführung von neuen Standards für alle BMW-Büros das Design des Projekts komplett geändert werden. Fünf Stunden nach Bekanntgabe der Planänderung konnte die PORR bekannt geben, wie sich die nötigen Änderungen auf Bauzeit und Kosten auswirken. Außerdem konnten durch BIM sowohl die Ausführungsdauer als auch die Gesamtkosten des Gebäudes stabil gehalten werden.⁵⁸

3. Kollisionsprüfung – leichtes Aufspüren von Fehlern im Modell

Sollte sich bei der Modellierung eines Objekts ein Problem, zum Beispiel in Form einer nicht ausführbaren Überlappung von zwei Bauteilen, ergeben, helfen **Clash-Detection**-Programme diese zu identifizieren und zu visualisieren. Da ebensolche Probleme bei einer zu späten Entdeckung große Kosten verursachen, stellt diese Anwendungsmöglichkeit einen wichtigen Aspekt für die Verwendung von BIM dar.

***Clash Dedection** ist der in der Praxis oft genutzte Begriff für die Kollisionsprüfung.*

4. Auszug von Massen aus dem Modell

„Das konventionelle Vorgehen bei der Berechnung und Dokumentation von Mengen ist heute geprägt durch das händische Berechnen und Prüfen von Mengen und wird den Vorteilen der Verarbeitung mit einem Rechner nicht gerecht.“⁵⁹ Eine weitere sehr kurzfristig nutzbare Eigenschaft von BIM ist deshalb die Ausgabe von Massen aus dem Modell. Voraussetzung dafür ist die korrekte Modellierung und Benennung der einzelnen BIM-Objekte, siehe Kapitel 2.1.2.. Dies erspart im Vergleich zum konventionellen Berechnen von Massen aus 2D-Plänen viel Zeit und ist zudem weniger fehleranfällig. Aufgrund der parametrischen Anpassung bei Veränderungen und auch bei einer Variantenstudie können so jederzeit korrekte Auszüge von Massen stattfinden.

5. Fachplaner früher in den Planungsprozess holen

Durch das frühere Einbinden von Fachplanern wie Gebäudetechnikern oder Statikern in den Planungsprozess können spätere Umplanungen vermieden und dadurch Zeit und Ressourcen gespart werden.⁶⁰ Das frühzeitige Integrieren von Fachplanern ist eine Maßnahme, welche schon vor der BIM-Methode besonders in qualitativ hochwertiger Planung und bei sehr komplexen Bauwerken eingesetzt wurde. Durch BIM

⁵⁸ Vgl. BENKÖ, L.: Sprechen Sie schon BIM? <https://www.ubm-development.com/magazin/sprechen-sie-bim/>. Datum des letzten Zugriffs: 03.11.2019.

⁵⁹ BORRMANN, A., et al.: Building Information Modeling. S.341.

⁶⁰ Vgl. MONSBERGER, M.; FRUWIRTH, M.: Die Gebäudetechnik im österreichischen Bauprozess. S.45.

soll die frühzeitige Involvierung als Standardprozess auf die gesamte Planung ausgeweitet werden.

6. Verminderter Ressourceneinsatz in der Planung

Durch die geänderte Planungsweise können Ressourcen gespart werden. Dieses Potential hat sich laut Umfragen nicht immer bewahrheitet. Unter allen befragten BIM-Anwendern einer Umfrage in Deutschland gaben 54 % eine positive und 34 % eine negative Bewertung der Entwicklung des Ressourceneinsatzes an. Betrachtet man jedoch nur die Ressource des zeitlichen Aufwandes für ein Projekt, so fallen die Bewertungen mit 61 % positivem und 18 % negativem Anteil schon deutlich positiver aus.⁶¹ *„Eine integrierte Planungsmethodik auf Grundlage eines konsistenten Produktmodells steigert die Effizienz der Planungsprozesse und führt zu geringeren Planungs- und Genehmigungszeiten.“*⁶²

2.3.2 Kurzfristige Herausforderungen

Zu den kurzfristigen Hürden zählen Herausforderungen, welche grundsätzlich im Lauf von Veränderungen auftreten und auch Probleme, welche speziell für die Einführung von BIM aus technischen, gesellschaftlichen, rechtlichen und wirtschaftlichen Randbedingungen entstehen.

1. Investition in neue Software
2. Zeitaufwand für die Implementierung
3. stark fragmentierte Planungs- und Baulandschaft
4. Unterschiede im Verständnis von BIM
5. hohe Erwartungen werden nicht direkt befriedigt
6. Prozesse für den automatisierten Datenaustausch
7. Standardisierung von Daten
8. Ausbildung von qualifizierten Mitarbeitern noch mangelhaft
9. Arbeiten im Bestand

⁶¹ Vgl. BOTH, P. VON; KOCH, V.; KINDESVATER, A.: BIM - Potentiale, Hemmnisse und Handlungsplan. S.112f.

⁶² BOTH, P. VON; KOCH, V.; KINDESVATER, A.: BIM - Potentiale, Hemmnisse und Handlungsplan. S.112.

1. Investition in neue Software

Die Investition in neue Software ist Teil der Einführung der Methode BIM: „Dass eine neue Arbeitsweise zu Beginn gewisser Investitionen bedarf, ist einleuchtend; nicht zuletzt deshalb, weil dies – überspitzt formuliert – im ureigensten Interesse der Softwareindustrie liegt, welche lange Zeit mit ihrer Sicht auf BIM den Markt dominiert hat.“⁶³ Hemmend ist hier nicht nur die Investition, sondern auch die Frage nach der Wahl der richtigen Software für das jeweilige Unternehmen und die Finanzierbarkeit der Software. Wichtige Faktoren sind die bisher eingesetzte Software, die genutzte Software von Partnerunternehmen und die zukünftige Ausrichtung und Entwicklung des Unternehmens.

2. Zeitaufwand für die Implementierung

Laut einer in Deutschland durchgeführten Studie ist der Zeitaufwand für die Implementierung das am häufigsten genannte Hemmnis von BIM-Nichtanwendern. Von Planungsbüros, welche sich gerade in der Implementierung befinden und von BIM-Anwendern wird diese Herausforderung in jedoch deutlich geringerem Maße bestätigt.⁶⁴

3. stark fragmentierte Planungs- und Baulandschaft

Im Vergleich zur stationären Industrie herrschen im Bauwesen eine Reihe von spezifischen Randbedingungen, die dem Erreichen des Zieles eines verlustfreien Datenaustauschs erschwerend entgegenstehen. Die Bauindustrie speziell im **DACH**-Raum ist stark fragmentiert und setzt sich aus einer Vielzahl kleiner und mittlerer Unternehmen zusammen (Statistiken im Euroraum belegen, dass 93 % der Firmen weniger als 10 Beschäftigte haben).⁶⁵ Bei größeren Projekten erfolgt dadurch oft ein Zusammenschluss von mehreren Planern und Ausführenden für die Dauer der Projektumsetzung.

„Daraus ergibt sich ein sehr stark fragmentierter Prozess mit einer Vielzahl von Beteiligten aus vielen verschiedenen Unternehmen. Im Hinblick auf die Frage der Software-Interoperabilität bedeutet das, dass viele unterschiedliche Softwarewerkzeuge zum Einsatz kommen und einheitliche Vorgaben nur schwer umzusetzen sind. [...] Bei öffentlichen Bauvorhaben verbietet sich aus wettbewerbsrechtlichen Gründen die Festschreibung von zu verwendenden Softwareprodukten.“⁶⁶

Da viele Büros jedoch noch nicht auf BIM umgestellt haben oder erst am Anfang der Einführung stehen, ist bei einer Kooperation von mehreren Büros die Arbeit mit BIM oft noch nicht möglich.

*Der **DACH**-Raum steht für die Region Deutschland, Österreich und die Schweiz.*

⁶³ ZWIELEHNER, T.; SPREITZER, P.: Warum BIM (noch) nicht die erwartete Produktivitätssteigerung bringt. In: Stahlbau, 88(5)/2019. S.501.

⁶⁴ Vgl. BIALAS, F., et al.: Quantitative Querschnittsstudie zur BIM-Anwendung in Planungsbüros. In: Bautechnik, 96(3)/2019. S.235.

⁶⁵ Vgl. BORRMANN, A., et al.: Building Information Modeling. S.79.

⁶⁶ BORRMANN, A., et al.: Building Information Modeling. S.79.

Dass die Einführung von BIM durch diese Herausforderungen aber nicht unbedingt zum Stillstand führen muss und eine Entwicklung trotzdem sehr gut möglich ist, zeigt der Vergleich mit der amerikanischen industriellen Landwirtschaft, welche zumindest teilweise mit der Bauindustrie vergleichbar ist, da sie ähnliche Merkmale aufweist. Sie ist ebenso stark fraktioniert und von einer großen Anzahl an Zulieferern abhängig. Der einzelne Bauer hat normalerweise kaum die Möglichkeit seine Produktivität durch Forschungstätigkeit zu steigern und auch nicht die zeitlichen Ressourcen dazu. Trotzdem konnte die Landwirtschaft bei nahezu gleichbleibender bewirtschafteter Fläche eine Produktivitätssteigerung von 270 % Prozent erreichen. Diese positive Entwicklung wurde durch die intensive Forschungstätigkeit von staatlichen Einrichtungen erreicht, deren Ergebnisse den Bauern anschließend kostenlos zur Verfügung gestellt wurden.⁶⁷

In einer ähnlichen Ausgangslage, in welcher sich die amerikanische Landwirtschaft befand, steckt die Planungslandschaft im deutschsprachigen Raum. In der Landwirtschaft wurde durch die Unterstützung der Forschung durch öffentliche Einrichtungen eine moderne, digitale Arbeitsweise eingeführt und die Produktivität dadurch um 270 % gesteigert. Unter anderem mit entsprechender Unterstützung durch Forschung von öffentlicher Seite sollte auch für österreichische Planungsbüros eine Bewältigung der Herausforderung aufgrund der fragmentierten Unternehmenslandschaft möglich sein.

4. Unterschiede im Verständnis von BIM

BIM ist nicht gleich BIM. „Viele – insbesondere Planer und Baufirmen – verstehen darunter eine eindeutige, ausführungsorientierte, dreidimensionale virtuelle Version des zukünftigen Gebäudes (Stichworte „single source of truth“, „geplant wie gebaut“). Andere Beteiligte sehen die mit dem Gebäude in Verbindung stehenden Informationen im Vordergrund (z. B. das Facility-Management). Und für manche gehen diese Erklärungen nicht weit genug; sie sehen sämtliche Prozesse, welche Gebäude in der Planung, Errichtung und dem Betrieb betreffen, ebenfalls als Teil von BIM.“⁶⁸

An dieser Stelle ist auch die unterschiedliche Ansicht über den Nutzen von BIM interessant: Die Gruppe der BIM-Nichtanwender ist laut einer Umfrage, im Gegensatz zu den Umsteigewilligen und den BIM-Anwendern, in einem sehr hohen Maß der Meinung, dass der entstehende Nutzen der Einführung dem Aufwand nicht gerecht wird.⁶⁹ Dieser weit verbreitete Glaube hemmt naturgemäß die Einführung von BIM.

⁶⁷ Vgl. SMITH, D. K.; TARDIF, M.: Building information modeling, S.3f.

⁶⁸ ZWIELEHNER, T.; SPREITZER, P.: Warum BIM (noch) nicht die erwartete Produktivitätssteigerung bringt. In: Stahlbau, 88(5)/2019, S.499.

⁶⁹ Vgl. BOTH, P. VON; KOCH, V.; KINDSVATER, A.: BIM - Potentiale, Hemmnisse und Handlungsplan. S.172.

5. hohe Erwartungen werden nicht direkt befriedigt

Durch BIM sollen spätere Qualitätsmängel vermieden und damit Einsparungen im zweistelligen Prozentbereich erzielt werden, siehe auch Abbildung 2-13 in Kapitel 2.3.3. So und ähnlich lauten Versprechungen in BIM-Broschüren. Mit dieser Erwartungshaltung starten viele die Einführung von BIM und nach ersten BIM-Projekten tritt Ernüchterung ein, weil die gewünschten und erwarteten wirtschaftlichen Erfolge noch nicht sichtbar sind und vermeintlich ausbleiben.⁷⁰

Grund dafür ist eine oft nur teilweise Umsetzung der BIM-Methode. Es werden zum Beispiel mit dem BIM-Manager oder dem BIM-Koordinator, siehe Kapitel 2.1.5, zwar neue Rollen definiert, dennoch arbeiten alle anderen Angestellten ohne große Veränderungen, auf die alte, vielfach ineffiziente Weise, weiter. Die Kommunikation erfolgt über E-Mails, Entscheidungen werden wie gewohnt sehr spät getroffen und Fachplaner erst spät in den Prozess mit einbezogen.

6. Prozesse für den automatisierten Datenaustausch

Bei BIM lag der Fokus bisher in erster Linie auf der neuen Modellierungssoftware. Die für die Erstellung, Verarbeitung, Überprüfung und Anpassung von Informationen nötigen Grundlagen wie Datendefinitionen und Prozesse sind noch nicht umfassend vorhanden. BuildingSMART, siehe Kapitel 2.2.4, und einige Länder arbeiten an entsprechenden Vereinheitlichungen, eine Automatisierung ist daher momentan aber nur im ClosedBIM-Bereich, siehe Kapitel 2.1.4, möglich.⁷¹

7. Standardisierung von Daten

Das DXF-Format wurde zum Austauschformat für CAD. Dieselbe Funktion soll das IFC-Format für BIM erfüllen. Aufgrund des ungleich größeren Abstimmungsprozesses durch die Einbeziehung von vielen weiteren Akteuren neben dem klassischen Hochbau gestaltet sich die Umsetzung als sehr schwierig.⁷²

Die dadurch nur sehr mangelhaft funktionierende Interoperabilität zwischen den Programmen der verschiedenen Softwareanbieter hemmt die Arbeit zwischen Projektpartnern oder verhindert diese grundsätzlich. Während die Übertragung von geometrischen Daten über das DXF-Format sehr gut funktioniert, gehen Informationen, welche über die Geometrie hinaus gehen, in der Regel teilweise oder gänzlich verloren. Softwarefirmen werden von marktwirtschaftlichen Interessen getrieben, welche bei den derzeitigen Geschäftsmodellen oft im Gegensatz zur Interoperabilität stehen. Dies könnte sich verändern, wenn die

⁷⁰ Vgl. ZWIELEHNER, T.; SPREITZER, P.: Warum BIM (noch) nicht die erwartete Produktivitätssteigerung bringt. In: Stahlbau, 88(5)/2019. S.500f.

⁷¹ Vgl. ZWIELEHNER, T.; SPREITZER, P.: Warum BIM (noch) nicht die erwartete Produktivitätssteigerung bringt. In: Stahlbau, 88(5)/2019. S.501.

⁷² Vgl. ZWIELEHNER, T.; SPREITZER, P.: Warum BIM (noch) nicht die erwartete Produktivitätssteigerung bringt. In: Stahlbau, 88(5)/2019. S.501.

Unternehmen angeregt werden eine Verlagerung des Geschäftsfeldes hin zu einer wirtschaftlichen Verwertbarkeit von Dienstleistungen im Kontext des modellorientierten Arbeitens durchzuführen. Speziell im interdisziplinären Bereich steckt eines der größten Potentiale der Methode.⁷³

8. Ausbildung von qualifizierten Mitarbeitern noch mangelhaft

„Eine essenzielle Grundvoraussetzung im Umfeld von BIM ist die Qualifikation der Mitarbeiter. Neben der Ausbildung an Berufsschulen, Hochschulen und Universitäten müssen Weiterbildungsangebote durch Kammern und Bildungsträger angeboten werden.“⁷⁴ Diese Aussage stammt aus dem Jahr 2015 und ist auch heute noch aktuell. Mittlerweile reagieren Berufsschulen, Fachhochschulen, Universitäten und die anderen Bildungsträger und bieten Lehrgänge und Kurse zum Thema BIM an.⁷⁵

9. Arbeiten im Bestand

Daten sind ein grundlegendes Element der Methode BIM. Eine erfolgreiche Umsetzung der Methode benötigt somit eine möglichst vollständige Datenbasis. Ein Ingenieurbüro plant beispielsweise nicht nur Neuprojekte, sondern auch Folgeprojekte von bereits geplanten Objekten. Hier gibt es also bestehende Daten, welche für eine Umplanung und/oder Erweiterung verwendet werden. Da diese einerseits größtenteils nur im 2D-Format bestehen und andererseits viele Informationen, welche für eine BIM-Planung nötig sind, fehlen, ist der Umstieg bei solchen Projekten besonders schwierig. Möglichkeiten der Bestandsaufnahme sind Punktwolken mittels Laserscanner oder Photogrammetrie. Die Punktwolken können anschließend in BIM Programme übertragen und als Grundlage für anschließende Planungen verwendet werden⁷⁶.

10. weitere Herausforderungen bei der Einführung von BIM

Anfang 2019 veröffentlichte *Bialas* eine aktuelle Studie zu einer Onlineumfrage unter 134 Planungsbüros in Deutschland zum Thema BIM.⁷⁷ Alle Teilnehmer wurden unter anderem zu den Herausforderungen der BIM-Implementierung befragt, siehe Abbildung 2-9. Dabei wurden die Teilnehmer gebeten, die aus ihrer Sicht gravierendsten Herausforderungen zu benennen.

⁷³ Vgl. BOTH, P. VON; KOCH, V.; KINDSVATER, A.: BIM - Potentiale, Hemmnisse und Handlungsplan. S.176.

⁷⁴ BORRMANN, A., et al.: Building Information Modeling. S.270.

⁷⁵ FH SALZBURG: Building Information Modeling (BIM) - FH Salzburg forciert Digitalisierung in der Baubranche. <https://www.fh-salzburg.ac.at/en/about-us/news/news/details/building-information-modeling-fh-salzburg-forciert-digitalisierung-in-der-baubranche/>. Datum des letzten Zugriffs: 03.11.2019.

⁷⁶ Vgl. GEOTON CZ S.R.O.: Was ist eine Punktwolke? <https://www.measure2bim.eu/de/punktwolken/>. Datum des letzten Zugriffs: 01.03.2020.

⁷⁷ BIALAS, F., et al.: Quantitative Querschnittsstudie zur BIM-Anwendung in Planungsbüros. In: Bautechnik, 96(3)/2019.

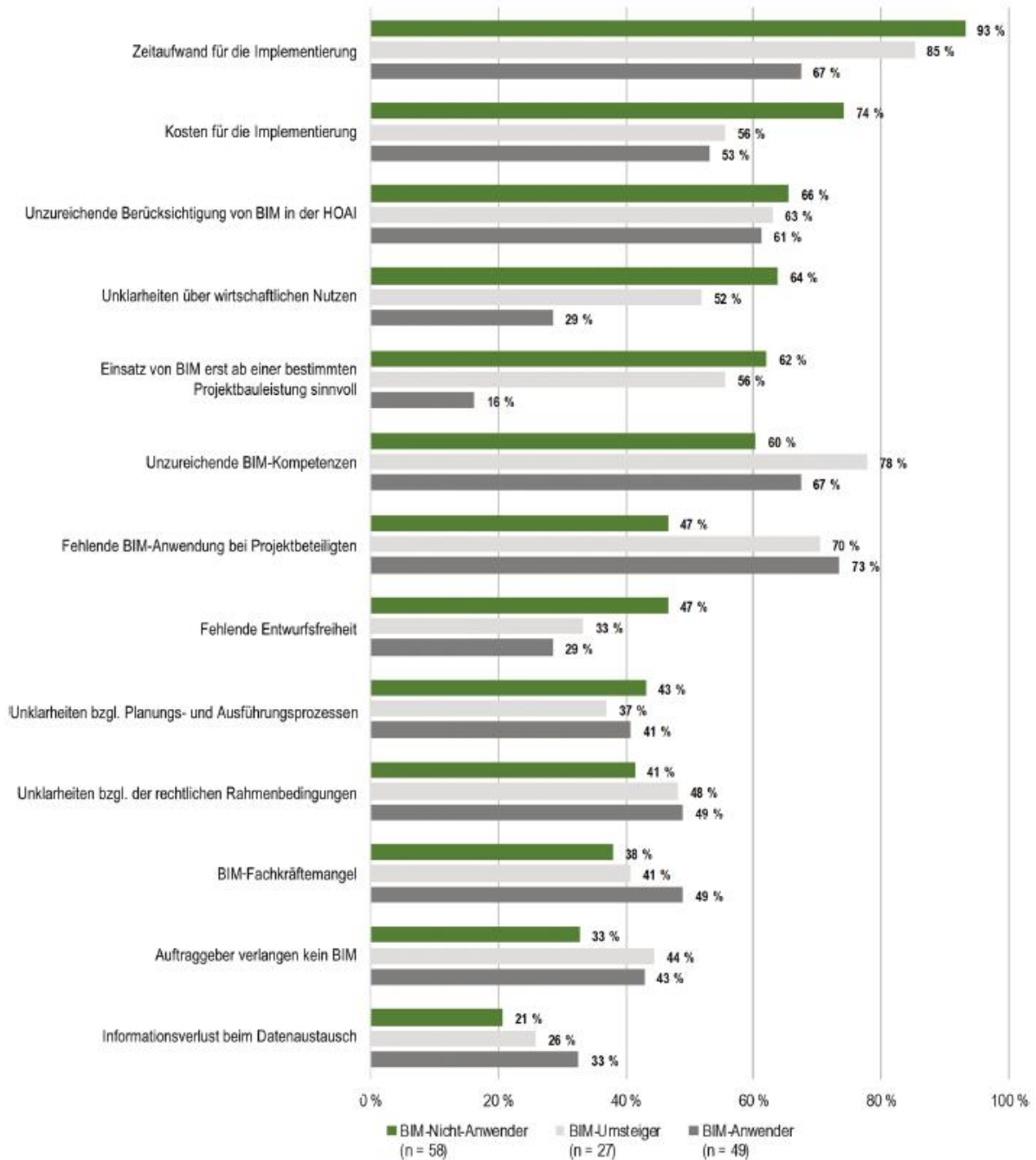


Abbildung 2-9: Herausforderungen der BIM-Implementierung laut einer 2019 durchgeführten Umfrage in Deutschland⁷⁸

Zusätzlich zu den erwähnten Herausforderungen werden hier die fehlende BIM-Kompetenz bei Projektbeteiligten, unzureichende BIM-Kompetenzen und unklare rechtliche Rahmenbedingungen genannt. Auch bei Unklarheiten bei Planungs- und Ausführungsprozessen und der geringen Nachfrage von Bauherren nach BIM werden von BIM-

⁷⁸ BIALAS, F., et al.: Quantitative Querschnittsstudie zur BIM-Anwendung in Planungsbüros. In: Bautechnik, 96(3)/2019. S.236.

Nicht-Anwendern Herausforderungen vermutet und von BIM-Anwendern bestätigt.

2.3.3 Langfristige Potentiale

Die langfristigen Potentiale von BIM bringen Veränderungen mit sich, welche zwar schwierig umzusetzen sind, am Ende jedoch die größten Auswirkungen haben.

1. Produktivitätssteigerung
2. Optimierung und Automatisierung von Arbeitsabläufen und Prozessen
3. Nutzung der Objektdaten über den gesamten Lebenszyklus
4. Kostensicherheit
5. Einsparungspotential durch Vermeidung von Fehlern in der Ausführung
6. Digitale Projekteinreichung und Behördenprüfungen
7. Reduktion von Bau- und Abbruchabfällen
8. Übergabe eines As-Build-Modells als Zusatzleistung

1. Produktivitätssteigerung

Die Produktivität der Bauwirtschaft hat sich in den letzten Jahrzehnten weder in den USA noch in Deutschland verändert und stagnierte sogar mittelfristig, siehe Abbildung 2-10 und Abbildung 2-11.

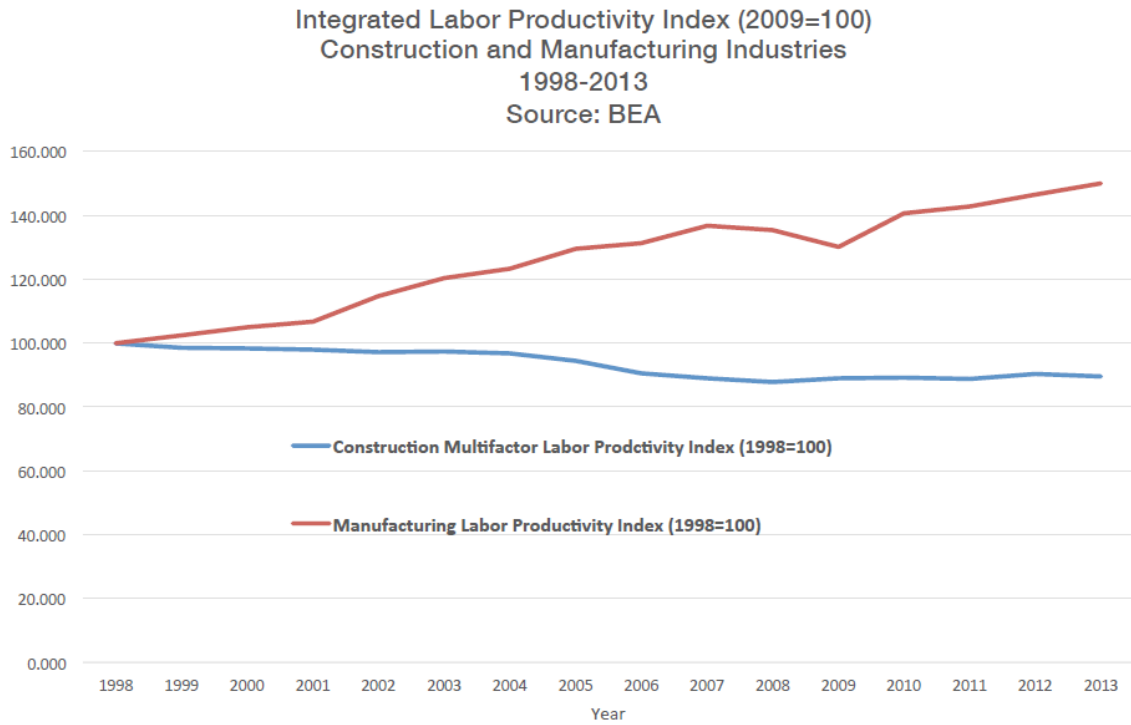


Abbildung 2-10: Produktivitätsentwicklung von 1998 bis 2013 der Bauwirtschaft im Vergleich zur produzierenden Industrie in den USA⁷⁹

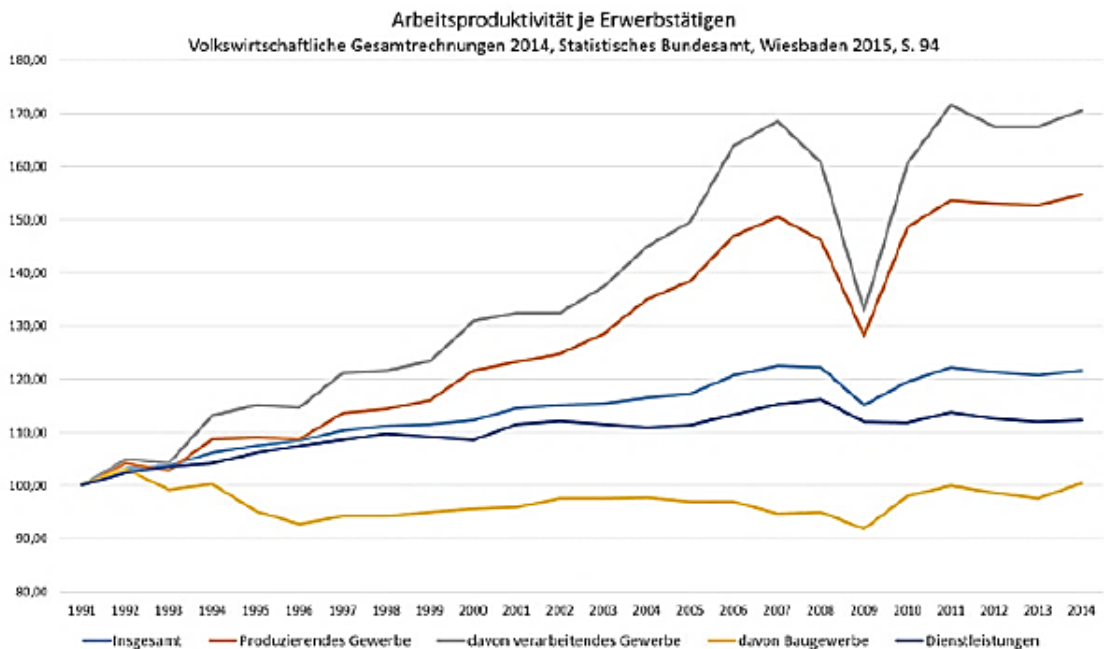


Abbildung 2-11: Produktivitätsentwicklung verschiedener Branchen in Deutschland im Vergleich von 1991 bis 2014⁸⁰

⁷⁹ TEICHOLZ, P.: Trends in Labor Productivity in the Construction Industry. 2015. S.9.

⁸⁰ STATISTISCHES BUNDESAMT: Volkswirtschaftliche Gesamtrechnungen 2014. 2015. S.94 in: HAUSKNECHT, K.; LIEBICH, T.: BIM-Kompodium. S.21.

Mit einer ganzheitlichen Einführung von BIM ist eine Produktivitätssteigerung möglich. In der konstant für die Argumentation von BIM verwendeten „MacLeamy-Kurve“, siehe Abbildung 2-12, wird mit der Vorverlegung von Planungstätigkeiten in frühere Phasen eine der Hauptursachen für eine Produktivitätssteigerung genannt.

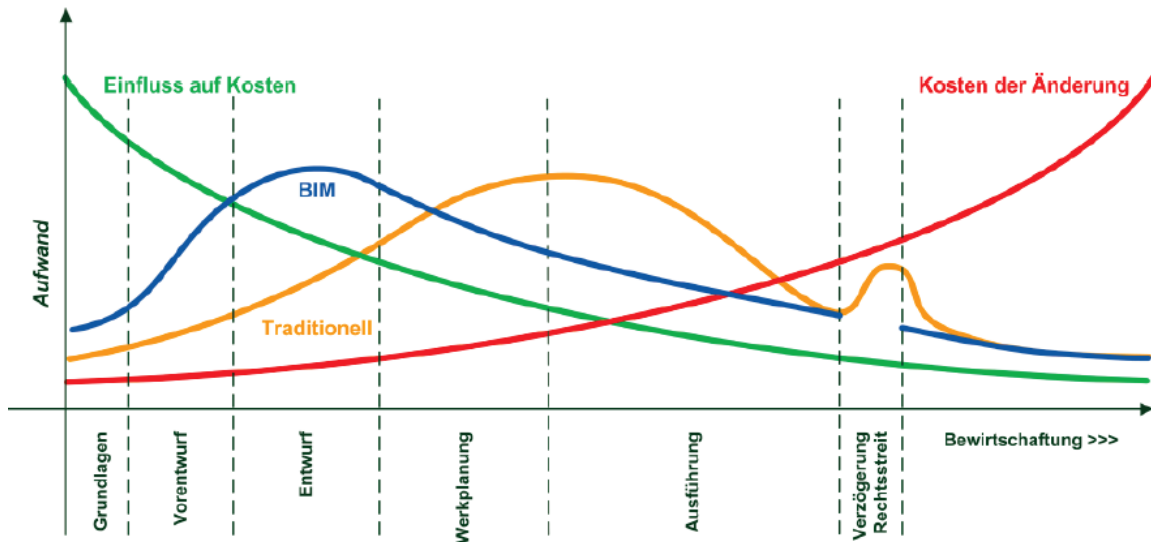


Abbildung 2-12: Vergleich von konventioneller Planung und BIM-Planung⁸¹ nach MacLeamy

„BIM – und hier insbesondere die parametrische Modellierung von Gebäuden – ermöglicht, schon in einer früheren Phase detaillierter zu planen und flexibler auf Änderungen zu reagieren. Dadurch könnte das Projekt früher in eine andere Richtung gelenkt werden, sollten sich Zielabweichungen (betreffend Kosten, Errichtungszeit etc.) ergeben.“⁸²

Bei einer Umfrage in Deutschland wurden 72 Ingenieurbüros (BIM-Anwender) befragt, ob die Einführung von BIM das Arbeiten effizienter gemacht hat. Aus den Antworten konnte folgender Schluss gezogen werden: *„Nach einer gewissen Einarbeitungszeit und unter Verwendung entsprechender Werkzeuge, die bei der Einführung unumgänglich erforderlich sind, sind deutliche Effizienzsteigerungen zu erwarten.“⁸³*

⁸¹ EGGGER, M., et al.: BIM-Leitfaden für Deutschland.2013. S.33.

⁸² ZWIELEHNER, T.; SPREITZER, P.: Warum BIM (noch) nicht die erwartete Produktivitätssteigerung bringt. In: Stahlbau, 88(5)/2019. S.500.

⁸³ BOTH, P. VON; KOCH, V.; KINDSVATER, A.: BIM - Potentiale, Hemmnisse und Handlungsplan. S.111.

2. Optimierung und Automatisierung von Arbeitsabläufen und Prozessen

Das Potential, welches in der Optimierung von Arbeitsabläufen und Prozessen vorhanden ist, bleibt vielfach noch unangetastet. Ein Grund für diesen Umstand ist das fehlende Bewusstsein dafür.⁸⁴ Einige sehen darin schon jetzt einen Wettbewerbsvorteil: *„Durch das optimierte Planen, Bauen und (in weiterer Folge) Betreiben können kostengünstigere und/oder qualitativ hochwertigere Angebote gestellt werden.“*⁸⁵

3. Nutzung der Objektdaten über den gesamten Lebenszyklus

Building Information Modelling ist eine Methode, welche die Bauindustrie nicht nur in das digitale Zeitalter führen soll, sondern zugleich auch für eine effizientere Planung und ressourcenschonendere und produktivitätssteigernde Ausführung sorgen soll. Ein integrales BIM-Modell, an welchem alle am Planungsprozess Beteiligten arbeiten, wird über den Lebenszyklus eines Objektes über alle Phasen hinweg, angefangen vom ersten Entwurf bis zum Abbruch des Objektes, mit Daten ergänzt und präzisiert. Es werden mit der Integration eines Ausführungsterminplans (4D), den jeweiligen Material- und Baukosten (5D), Informationen über die Nachhaltigkeit (6D) und das Facility-Management (7D) auch weitere Dimensionen hinzugefügt. Dies führt zu einem sehr umfangreichen Datenpaket, welches, zumindest in der Theorie, sämtliche Daten über ein Objekt enthält.

4. Kostensicherheit für den Bauherren

*„Die integrierte Planungsmethodik BIM fördert durch geregelte Handlungsabläufe, Verantwortlichkeiten und verlässliche Planungsgrundlage die Kosten- und Vertragssicherheit über den gesamten Planungszyklus.“*⁸⁶

Viele Neuerungen durch die BIM-Methode führen zu einer höheren Kostensicherheit für den Bauherren. Primär zählen hierzu die geringere Fehlerquote in der Planung und Ausführung und Funktionen wie der automatische Massenauszug sowie die bessere Koordinierung und Kommunikation aller Beteiligten.

5. Einsparungspotential durch Vermeidung von Fehlern in der Ausführung

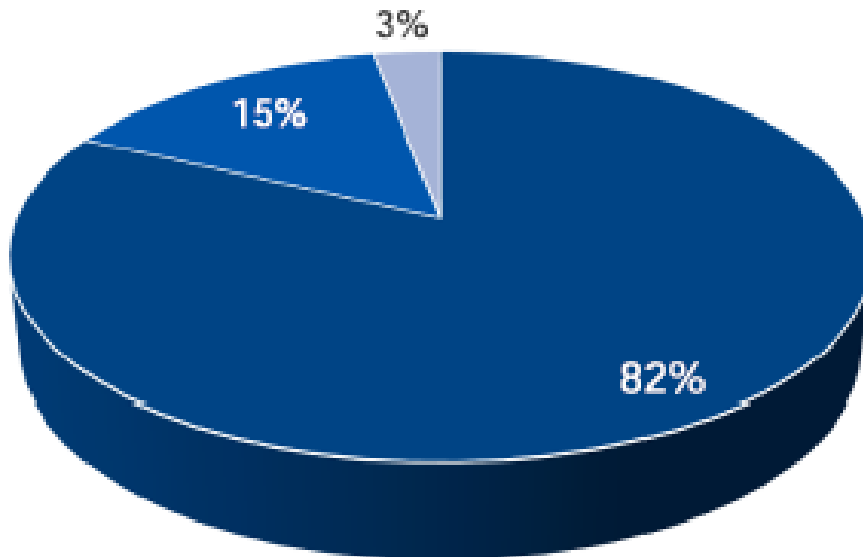
Eine EU-weit durchgeführte Studie belegt, dass durch bessere Planung, Arbeitsvorbereitung und Sicherheit viele Kosten eingespart werden können. Demnach sind 15 % des Bauumsatzes von Baufirmen pro Jahr Fehlerkosten, die durch Qualitätsmängel (80 % Planung, 20 % Ausführung) verursacht werden. Das bedeutet, dass in Summe bis zu

⁸⁴ Vgl. SMITH, D. K.; TARDIF, M.: Building information modeling. S.30.

⁸⁵ ZWIELEHNER, T.; SPREITZER, P.: Warum BIM (noch) nicht die erwartete Produktivitätssteigerung bringt. In: Stahlbau, 88(5)/2019. S.501.

⁸⁶ BOTH, P. VON; KOCH, V.; KINDSVATER, A.: BIM - Potentiale, Hemmnisse und Handlungsplan. S.122.

18 % des Umsatzes durch Verbesserungen im Bereich der Organisation und in der Planung lukriert werden können, siehe Abbildung 2-13.⁸⁷



- verbleibender Umsatz
- Qualitätsmängel
- Unfälle

Abbildung 2-13: Anteil der Kosten von Qualitätsmängeln und Unfällen am gesamten Umsatz der Bauwirtschaft⁸⁸

6. Digitale Projekteinreichung und Behördenprüfungen

Großes Potential liegt auch in der Optimierung der Prozesse von Projektgenehmigungen und in Behördenwegen im Allgemeinen. Behörden haben sich vielfach noch nicht auf die neuen Formate eingestellt und fast ausschließlich werden für Einreichungen 2D-Pläne in ausgedruckter Form verlangt. Es ist jedoch davon auszugehen, dass sich dies langfristig ändern wird, da einige Länder, wie zum Beispiel Singapur hier mit der Möglichkeit von digitalen Einreichungen von BIM-Modellen, den Weg vorgeben. Auch in Deutschland gibt es seit 2018 mit dem Projekt „BIM-basierter Bauantrag“ Bemühungen in Richtung eines digitalen Behördenweges.⁸⁹

⁸⁷ Vgl. ALLGEMEINE UNFALLVERSICHERUNGSANSTALT AUVA: Koordination von Bauarbeiten. <http://docplayer.org/35225025-Koordination-von-bauarbeiten.html>. Datum des letzten Zugriffs: 02.11.2019. S.2 in HOFSTADLER, C.: Aktuelle Entwicklungen in Baubetrieb, Bauwirtschaft und Bauvertragsrecht. In: 50 Jahre Institut für Baubetrieb und Bauwirtschaft der TU Graz. S.146.

⁸⁸ HOFSTADLER, C.: Aktuelle Entwicklungen in Baubetrieb, Bauwirtschaft und Bauvertragsrecht. In: 50 Jahre Institut für Baubetrieb und Bauwirtschaft der TU Graz. S.146.

⁸⁹ Vgl. BERGER, C.: Schnellere Baugenehmigungen mit BIM. <https://www.springerprofessional.de/baugenehmigung/building-information-modeling/schnellere-baugenehmigungen-mit-bim/15357120>. Datum des letzten Zugriffs: 02.11.2019.

7. Reduktion von Bau- und Abbruchabfällen

Abschließend sei hier noch eines der größten Potentiale von BIM, nämlich die Reduktion von Bau- und Abbruchabfällen genannt. Diese machen immerhin etwa 30 % der gesamten weltweiten Abfälle aus. Bauabfälle wie bisher in Schutthalden abzuladen wird immer mehr zu einem signifikanten Kostenfaktor, unbeachtet der Umweltbelastung, welche dadurch zusätzlich entsteht. Um Ressourcen zu schonen und die Entsorgungskosten und -belastungen zu reduzieren, muss ein effektives Abfallmanagement eingesetzt werden. Dieses hat die Aufgabe, möglichst viel Baumaterial einem Recycling-Prozess zuzuführen, Ressourcen zu schonen und die tatsächlich zu entsorgende Menge an Abfall zu reduzieren. Um all das zu erreichen, muss die dahingehende Planung schon früh, bevorzugt während der Planungsphase, beginnen. Auch wenn Architekten und Ingenieure schon bereit wären dementsprechende Aspekte in den Planungsprozess einfließen zu lassen, so scheitert es daran, dass es noch kein BIM-kompatibles Abfallmanagementprogramm gibt.⁹⁰

8. Übergabe eines As-Build-Modells als Zusatzleistung

Idealerweise werden Planer, beziehungsweise Ausführende, zukünftig in der Lage sein, den Auftraggebern ein digitales Modell anzubieten, welches detailgenau dem fertig gestellten Objekt entspricht und als „As-Build-Modell“ oder „digitaler Zwilling“ bezeichnet wird. Grundlegend ist dabei die begleitende Nachbearbeitung des Modells bei Abweichungen vom ursprünglichen Plan während der Ausführung. Da die Nachbearbeitung einen sehr hohen Aufwand darstellt und bisher noch nicht klar ist, wer die Aufgabe dieser kontinuierlichen Anpassung ausführt und wer dafür zahlt, zählt das „As-Build-Modell“ zu den langfristigen Potentialen.

2.3.4 Langfristige Herausforderungen

Eine umfangreiche Literaturrecherche hat für die Methode BIM kaum erforschte langfristige Herausforderungen ergeben. Die folgenden Problematiken sind aber vom momentanen Standpunkt aus bereits absehbar:

1. Abhängigkeit von Softwareunternehmen
2. Kooperation von BIM-Anwendern mit BIM-Nichtanwendern
3. Verschiebung von Änderungswünschen der Bauherren und Auftraggeber von der Ausführungsphase in die Planungsphase
4. Stetige Weiterentwicklung

⁹⁰ Vgl. AKINADE, O. O., et al.: Designing out construction waste using BIM technology: Stakeholders' expectations for industry deployment. In: Journal of Cleaner Production, 180/2018. S.375 und S.383.

1. Abhängigkeit von Softwareunternehmen

Die Möglichkeit, in der Zukunft alle Potentiale von BIM ausschöpfen zu können, hängt unter anderem von der Entwicklung der Politik der großen Softwarekonzerne ab. Die meisten BIM-Programme verfügen über eine IFC-Schnittstelle. Für den funktionierenden und datenverlust-freien Austausch fehlt jedoch noch die einheitliche Gestaltung und Benennung von Parametern und Attributen und die Strukturierung der Software nach IFC-Anforderungen.

Für die Softwarenutzer-Gemeinde gilt es somit, möglichst viele verschiedene Softwareanbieter leben zu lassen, um die Abhängigkeit von einzelnen Softwareherstellern auf ein Minimum zu reduzieren und einen **Vendor Lock-In** zu vermeiden.⁹¹

2. Kooperation von BIM-Anwendern mit BIM-Nichtanwendern

Viele Planungsbüros arbeiten mittlerweile mit BIM oder haben sich zumindest für den Umstieg auf BIM entschieden. Es wird jedoch noch lange Planer und Ausführende geben, welche den Schritt zumindest noch nicht wagen oder sich grundsätzlich der Veränderung verweigern. Die daraus entstehende Herausforderung ist die zukünftige Kooperation zwischen BIM-Anwendern und BIM-Nichtanwendern.

3. Verschiebung von Änderungswünschen der Bauherren und Auftraggeber von der Ausführungsphase in die Planungsphase

Die BIM-Planung bringt viele positive Eigenschaften mit sich. Eine dieser Eigenschaften ist die bessere Verständlichkeit für Auftraggeber und Bauherren. Diese können sich durch die neuen Ansichtsmöglichkeiten ihr gewünschtes Objekt besser vorstellen und infolgedessen Änderungswünsche einfließen lassen, welche in der 2D-Planung ausgeblieben wären und, wenn überhaupt, erst im Laufe der Ausführung gekommen wären. Dies führt zu einer neuen Situation für den Planer und zu einem merklichen Mehraufwand in den frühen Planungsphasen.

4. Stetige Weiterentwicklung

Eine weitere Herausforderung, welche alle von der Digitalisierung betroffenen Branchen gleichermaßen betrifft, ist die stetige Veränderung der Arbeitsweise, um auch zukünftig konkurrenzfähig zu bleiben. Die Einführung von BIM ist nicht mit dem Umstieg von analogem Zeichnen zu CAD zu vergleichen. Der Umstieg auf eine neue Software ist nur ein Teil der Methode BIM und selbst die Software entwickelt sich immer rasanter und fordert ein ständiges Weiterbilden des Konstrukteurs. Zudem kommen immer mehr Akteure und neue Anwendungen im Prozess hinzu, weshalb eine stetige Weiterentwicklung und Anpassung notwendig sein wird.

*Der Begriff **Vendor Lock-In** beschreibt die Abhängigkeit von einem Softwareanbieter, wenn aufgrund von Kosten und anderen Gründen ein Wechsel sehr schwierig sein würde.*

⁹¹ BORRMANN, A., et al.: Building Information Modeling. S.79.

2.4 Die globale Entwicklung von BIM

BIM hat sich mittlerweile weltweit verbreitet und wird von vielen Unternehmen angewendet. Dementsprechend gibt es bereits eine Vielzahl an Literatur und Forschungsprojekten zur Einführung von BIM. In diesem Kapitel soll einerseits die Forschung zur Implementierung der Methode BIM betrachtet werden und andererseits ein Überblick gegeben werden, wie es weltweit um die Einführung von BIM steht.

Auf BIM-Richtlinien, Handlungsvorschläge, Best-Practice-Dokumente und Tipps zur Einführung von BIM wird in Kapitel 3 näher eingegangen.

Um die Entwicklung der Einführung von BIM in Österreich besser verstehen zu können, lohnt es sich, einen Blick über die Grenzen hinaus in andere Länder zu werfen um herauszufinden, wie man dort so weit gekommen ist und welche Hürden man dabei bewältigen musste.

Länder wie die USA, Finnland, Norwegen, Dänemark und Singapur gehören zu den Wegbereitern der BIM-Methode. Dort wurde jeweils auf staatliche Initiative die Einführung von BIM schon seit 2003, spätestens jedoch seit 2012, mit Hilfe von BIM-Richtlinien und -Leitfäden gefördert, siehe Abbildung 2-14. Zusätzlich wurden öffentliche Pilotprojekte durchgeführt, um die Implementierung von BIM zu testen⁹².

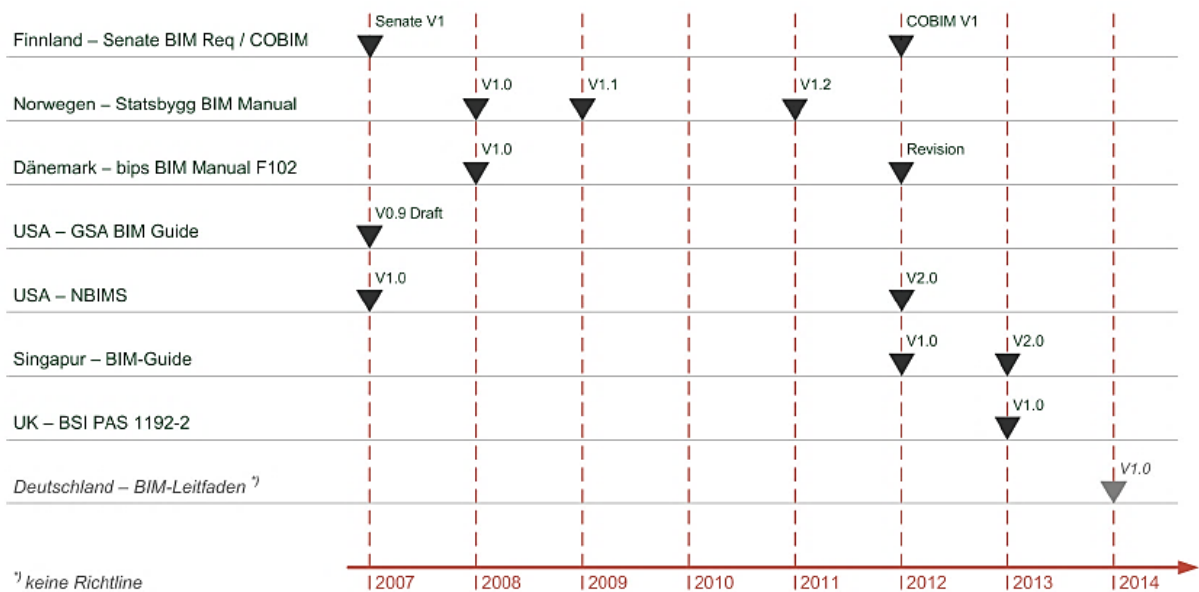


Abbildung 2-14: Zeitliche Übersicht zu den BIM-Richtlinien und Leitfäden in ausgewählten Ländern⁹³

⁹² Vgl. BAIER, C. K.: Entwicklung eines Prozessmodells für den holistischen Einsatz der BIM Methodik im nachhaltigen öffentlichen Bauen. S.43

⁹³ EGGGER, M., et al.: BIM-Leitfaden für Deutschland.2013.

2.4.1 Entwicklung der Einführung von BIM in den USA, Großbritannien, Skandinavien und Singapur

Im US-amerikanischen Verlag McGraw-Hill wird die Entwicklung und Implementierung von BIM in der globalen Bauindustrie seit 2007 durch umfassende globale Umfragen verfolgt. Die Forscher haben im Laufe der Zeit erhebliche Veränderungen festgestellt und vor allem in den Jahren von 2007 bis 2012 eine besonders große Steigerung in der Anwendung von BIM verfolgt. In Nordamerika haben die Umfrageergebnisse gezeigt, dass sich der Einsatz der BIM-Methode durch Auftragnehmer von 28 % im Jahr 2007 auf 71 % im Jahr 2012 steigerte.⁹⁴

Angetrieben wird die Einführung von BIM durch große private und staatliche Auftraggeber, welche die Vorteile einer sichereren Projektabwicklung und zuverlässigerer Qualität institutionalisieren wollen. BIM-Richtlinien von amerikanischen, britischen und anderen Regierungsbehörden demonstrieren, wie aufgeklärte Auftraggeber spezifische Ziele setzen und Design- und Konstruktionsunternehmen befähigen können, BIM-Technologien zu nutzen, um diese Ziele zu erreichen und zu übertreffen und dabei BIM verstärkt in Unternehmen einzuführen.⁹⁵

Die Vereinigten Staaten gehören zu den weltweit führenden Ländern in der BIM-Entwicklung und -Implementierung in der Bauindustrie. Verantwortlich dafür war anfangs vor allem die Pionierarbeit der **GSA** bei der Einführung von BIM in öffentlichen Projekten. Im Jahr 2003 wurde ein nationales 3D-4D-BIM-Programm über das PBS-Büro (Public Building Service) eingerichtet. Entwickelt wurden dabei eine Reihe von Richtlinien und Standards, welche auch einen nationalen BIM-Standard enthalten, der international anerkannt ist. Die GSA ist führend bei der Förderung von BIM-Implementierungsinitiativen⁹⁶ und hat mit ungefähr 8700 Gebäuden und über 300 Millionen Fuß Fläche in den Vereinigten Staaten auch als Auftraggeber großes Gewicht. Der enorme Einfluss dieses Programms auf die Entwicklung der BIM-Einführung demonstriert die Bedeutung von großen Unternehmen und Regierungen auf die Entwicklung der BIM-Methode.⁹⁷ In den USA wurde ab dem Jahr 2012 für alle Bauprojekte der GSA und ab dem Jahr 2014 für Bauprojekte des US Army Corps of Engineers, der Air Force und der Coast

GSA steht für General Service Administration und ist die verantwortliche Institution für den Bau und Betrieb aller Bundeseinrichtungen in den USA.

⁹⁴ Vgl. LEE, G.; MATHEWS, N.; YODERS, J.: The Business Value of BIM for Construction in Global Markets. https://www.icn-solutions.nl/pdf/bim_construction.pdf. Datum des letzten Zugriffs: 06.08.2018. S.4.

⁹⁵ Vgl. LEE, G.; MATHEWS, N.; YODERS, J.: The Business Value of BIM for Construction in Global Markets. https://www.icn-solutions.nl/pdf/bim_construction.pdf. Datum des letzten Zugriffs: 06.08.2018.

⁹⁶ Vgl. BREWER, G.; GAJENDRAN, T.; LE GOFF, R.: Research Report - Building Information Modelling (BIM): An Introduction and International Perspectives. https://www.researchgate.net/publication/307605155_BIM_Roadmap_Strategic_Implementation_Plan_Lesson_Learnt_from_Australia_Singapore_and_Hong_Kong. Datum des letzten Zugriffs: 06.08.2018.

⁹⁷ Vgl. MITCHELL, J., et al.: National Building Information Modelling Initiative. Vol.1.2012.

Guard die Nutzung von BIM verpflichtend vorgeschrieben.⁹⁸ Als Hilfestellung für die Umsetzung von BIM stellt die GSA eine ganze Reihe an Leitfäden kostenlos zur Verfügung:⁹⁹

- BIM Guide 01 – 3D-4D-BIM Overview
- BIM Guide 02 – Spatial Program Validation
- BIM Guide 03 – 3D Laser Scanning
- BIM Guide 04 – 4D Phasing
- BIM Guide 05 – Energy Performance
- BIM Guide 06 – Circulation and Security Validation
- BIM Guide 07 – Building Elements
- BIM Guide 08 – Facility Management
- BIM Guide Terminology

In Großbritannien hat die Regierung 2012 eine BIM-Umsetzungsstrategie für die britische Bauindustrie eingeführt, welche von vielen als das ehrgeizigste und fortschrittlichste zentral gesteuerte BIM-Umsetzungsprogramm der Welt angesehen wird.¹⁰⁰ Ziel ist es, die britische Industrie in relativ kurzer Zeit zu einem globalen BIM-Marktführer zu machen.¹⁰¹ Die Baustrategie der britischen Regierung wurde 2011 mit der Absicht ins Leben gerufen, BIM für alle Regierungsprojekte bis 2016 durch einen fünfjährigen Implementierungsplan verpflichtend einzuführen. Mit BIM sollen Einsparungen bei den Beschaffungskosten von 20 % erzielt werden.¹⁰² Diese Strategie hat große Auswirkungen auf die britische Bauindustrie. Unternehmen müssen sich nun die notwendigen Fähigkeiten aneignen, um die Anforderungen zu erfüllen. Die britische Regierung hat zudem eine BIM-Task-Group eingerichtet, die sowohl den öffentlichen als auch privaten Auftragnehmern dabei helfen soll, ihre Arbeitsprozesse BIM-konform zu gestalten.¹⁰³

Norwegen, Dänemark und Finnland gehören zu den ersten Ländern, die modellbasiertes Design einführten und Interoperabilität und offene

⁹⁸ Vgl. BREWER, G.; GAJENDRAN, T.; LE GOFF, R.: Reseach Report - Building Information Modelling (BIM): An Introduction and International Perspectives. https://www.researchgate.net/publication/307605155_BIM_Roadmap_Strategic_Implementation_Plan_Lesson_Learnt_from_Australia_Singapore_and_Hong_Kong. Datum des letzten Zugriffs: 06.08.2018. S.20 In: MITCHELL, J., et al.: National Building Information Modelling Initiative. Vol.1.2012. S.53.

⁹⁹ U.S. GENERAL SERVICES ADMINISTRATION: BIM Guides. <https://www.gsa.gov/real-estate/design-construction/3d4d-building-information-modeling/bim-guides>. Datum des letzten Zugriffs: 05.11.2019.

¹⁰⁰ Vgl. HM GOVERNMENT DEPARTMENT FOR BUSINESS, INNOVATION AND SKILLS: Building information modelling. https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/34710/12-1327-building-information-modelling.pdf. Datum des letzten Zugriffs: 06.08.2018.

¹⁰¹ Vgl. WITHERS, I.: Government wants UK to be BIM global leader. <https://www.building.co.uk/news/government-wants-uk-to-be-bim-global-leader/5046951.article>. Datum des letzten Zugriffs: 06.08.2018.

¹⁰² Vgl. CABINETOFFICE: Government-Construction-Strategy_0. https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/61152/Government-Construction-Strategy_0.pdf. Datum des letzten Zugriffs: 06.08.2018.

¹⁰³ Vgl. LEE, G.; MATHEWS, N.; YODERS, J.: The Business Value of BIM for Construction in Global Markets. https://www.icn-solutions.nl/pdf/bim_construction.pdf. Datum des letzten Zugriffs: 06.08.2018.

Standards befürworten. Sie sind ein wesentlicher Treiber bei der Entwicklung der Industry Foundation Classes (IFCs) und anderen Interoperabilitätsinitiativen. Die Vorfertigung ist ein wichtiges Element der Konstruktion in dieser Region und die modellbasierte BIM-Technologie ist für diese Konstruktionsmethode ideal geeignet.¹⁰⁴ Die verschiedenen Regierungen dieser Region bieten auch beträchtliche Unterstützung und Anreize für die Entwicklung und Implementierung der BIM-Technologie. Die finnische Regierung hat seit den 1970er Jahren stark in die IT-Forschung der Branche investiert. 2012 wurde in Finnland ein Universal BIM Guide veröffentlicht, dessen Erstellung finanziell von der finnischen Regierung unterstützt wurde. Der öffentliche Sektor in Finnland ist die treibende Kraft hinter der Implementierung von BIM. Senate Properties, eine große staatliche Einrichtung, welche die Immobilien des Landes verwaltet, ist wegweisend und verlangt seit 2007 eine IFC-konforme BIM-Modellierung.¹⁰⁵

In Norwegen wird die BIM-Implementierung von der staatlichen Baubehörde Statsbygg angeführt, welche für den Bau, das Management und die Entwicklung von Regierungseinrichtungen verantwortlich ist. Sie verwendet BIM seit 2007 für ihre Projekte und fordert seit 2010 IFC-konformes BIM.¹⁰⁶

Die dänische Regierung unterstützt BIM indem sie in die Forschung und Entwicklung der Methode investiert.¹⁰⁷ Öffentliche Auftraggeber wie die Palaces & Properties Agency, die Danish University Property Agency und der Defense Construction Service verlangen die Verwendung von BIM für ihre Projekte.¹⁰⁸ Dänemark leitet auch die Entwicklung eines neuen BIM-Klassifizierungsstandards durch Cuneco, einem Zentrum für Produktivität im Baugewerbe, ein. Ziel ist es, diesen Standard nicht nur für Dänemark, sondern auch für die Europäische Union (und möglicherweise für den weltweiten Gebrauch) festzulegen. Dieser neue BIM-Klassifikationsstandard ist für die Europäische Union sehr wichtig und es besteht weltweit Interesse an dessen Entwicklung.¹⁰⁹

Die Singapore Building and Construction Authority (BCA) hatte es sich 2011 zum Ziel gesetzt, BIM bis 2015 bei öffentlichen Projekten umzusetzen. Die Regierung hat außerdem einen Bauproduktivitäts- und Kapazitätsfond (CPCF) in Höhe von S\$250 Millionen eingerichtet. Zuvor wurde im Jahr 2000 das Programm CORENET (Construction and Real

¹⁰⁴ Vgl. KHEMLANI, L.: Around the World with BIM. <http://www.aecbytes.com/feature/2012/Global-BIM.html>. Datum des letzten Zugriffs: 06.08.2018.

¹⁰⁵ Vgl. MITCHELL, J., et al.: National Building Information Modelling Initiative. Vol.1.2012. S.34.

¹⁰⁶ Vgl. MITCHELL, J., et al.: National Building Information Modelling Initiative. Vol.1.2012. S.35.

¹⁰⁷ Vgl. GRANHOLM, L.: Finland, Norway, Singapore, USA Lead Progress in Construction. <http://www.bimsightblog.com/finland-norway-singapore-usa-lead-progress-in-constructionindustry>. Datum des letzten Zugriffs: 08.09.2018. S.17.

¹⁰⁸ Vgl. BCA - BUILDING & CONSTRUCTION AUTHORITY SINGAPORE: Building Smart - The BIM Issue. In: Build Smart, 9/2011. S.56.

¹⁰⁹ Vgl. AKSOMITAS, D.: New BIM Classification System on the Way. <https://www.prweb.com/releases/2013/9/prweb11130625.htm>. Datum des letzten Zugriffs: 06.08.2018.

Estate Network) als strategische Initiative ins Leben gerufen, um den Wandel in der Bauindustrie durch den Einsatz von Informationstechnologie voranzutreiben. CORENET stellt die Infrastruktur für den Informationsaustausch zwischen allen Projektbeteiligten bereit. Das CORENET e-Plan Check-System für Entwicklungsanwendungen ist eine weitere Initiative, um die Industrie zur Verwendung von BIM zu ermutigen. Das System ermöglicht es Architekten und Ingenieuren, ihre BIM-Gebäude anhand eines Online-"Gateways" auf Einhaltung der Vorschriften zu überprüfen. Singapur führte außerdem IFC als Standard für BIM-Implementierungen ein.¹¹⁰

2.4.2 Entwicklung der Einführung von BIM in Deutschland und der Schweiz

Die Schweiz und besonders Deutschland haben eine der österreichischen sehr ähnliche Baubranchenlandschaft. Sowohl die Besonderheit der Fragmentierung der Bauwirtschaft als auch ähnliche rechtliche und kulturelle Voraussetzungen machen einen Vergleich mit Österreich leichter. Um diesen Umständen Rechnung zu tragen, wird die Entwicklung in Deutschland etwas ausführlicher beleuchtet.

In Deutschland wurde von führenden Experten im Auftrag des Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung und des Bundesamts für Bauwesen und Raumentwicklung zur Unterstützung der Einführung von BIM ein „BIM-Leitfaden für Deutschland“ erstellt und 2014 herausgegeben, siehe auch Abbildung 2-14 in Kapitel 2.4. Zur weiteren Förderung und Etablierung von BIM stellte der deutsche Verkehrs- und Infrastrukturminister im Dezember 2015 einen 10-Schritte-Aktionsplan für die Baubranche zur Umsetzung bis 2020 auf¹¹¹, siehe Kapitel 3.

Zusätzlich wurden durch das Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur eine wissenschaftliche Begleitung von mehreren Pilotprojekten finanziert. Die Erkenntnisse daraus sollen der Einführung und Anwendung von BIM im Infrastrukturbau dienlich sein.¹¹²

Mit solchen Maßnahmen beschleunigte die Politik die Einführung von BIM in Deutschland. Um die vielen Pilotprojekte miteinander vergleichbar und die tatsächliche BIM-Nutzung sichtbar zu machen, wurde eine BIM-Reifegradmetrik entwickelt. Die Reifegradmetrik ist nach zehn übergeordneten Bereichen gruppiert und besteht aus insgesamt 62 Kriterien, welche die meisten Aspekte der Anwendung von BIM im Bauwesen abdecken.¹¹³ Bei der Anwendung der Reifegradmetrik auf

¹¹⁰ Vgl. MITCHELL, J., et al.: National Building Information Modelling Initiative. Vol.1.2012.

¹¹¹ Vgl. ZWIELEHNER, T.; SPREITZER, P.: Warum BIM (noch) nicht die erwartete Produktivitätssteigerung bringt. In: Stahlbau, 88(5)/2019. S.502.

¹¹² Vgl. KÖNIG, M., et al.: Wissenschaftliche Begleitung der BMVI Pilotprojekte zur Anwendung von BIM im Infrastrukturbau.2017.

¹¹³ Vgl. BORRMANN, A., et al.: Die INFRABIM-Reifegradmetrik. In: Bautechnik, 94(4)/2017. S.215f.

vier Pilotprojekte im Infrastrukturbau wurde festgestellt, dass kein einziges Projekt die BIM-Methode umfassend eingesetzt hat. Vielmehr wurden jeweils Teile von BIM intensiv umgesetzt. Dies zeigt, dass es noch viel Potential nach oben gibt.¹¹⁴

Eine aktuelle Studie zur Einführung von BIM in Deutschland liefert folgende Erkenntnisse:¹¹⁵

- Die Einführung der BIM-Methode in Deutschland hängt maßgeblich vom Leistungsbild und der Größe der Planungsbüros ab. Beispielsweise setzen Büros mit dem Schwerpunkt „Technische Gebäudeausrüstung“ BIM deutlich häufiger ein als Landschaftsplaner oder Freianlagenplaner. Kleine Büros (1-5 Mitarbeiter) setzen BIM deutlich seltener ein als größere Büros (ab 19 Mitarbeitern).
- Für BIM-Nichtanwender sind die wichtigsten Beweggründe für eine Einführung von BIM „effizientere Arbeitsprozesse“ und „effizientere Kommunikation mit anderen Planern“. Dieses Potential wird von BIM-Anwendern mit noch deutlicherer Mehrheit bestätigt. Bei den BIM-Anwendern sticht auch der Vorteil der „einfacheren Kollisionsprüfung“ heraus. Dieser Vorteil wird von den BIM-Nichtanwendern nur selten genannt, was einen klaren Informationsmangel offenbart.
- Von BIM-Anwendern bestätigt werden auch die von BIM-Nichtanwendern genannten Motivationsgründe „Einfachere Mengenermittlung“ und „effizientere Ausführungsplanung“. Erstere sehen auch in der „einfacheren Erstellung von Bauteillisten“ einen großen Vorteil.
- Die größten Herausforderungen sehen BIM-Nichtanwender im „Zeitaufwand für die Implementierung“ und in den „Kosten für die Implementierung“. Dies wird auch von BIM-Anwendern bestätigt. Die Hemmnisse „Unvereinbarkeit zwischen BIM und der **HOAI**“ sowie eine „sinnvolle Eignung von BIM erst ab einer gewissen Projektgröße“ wurden durch die Studienergebnisse und Literatur widerlegt.

Die Schweiz steht in der Entwicklung der Einführung von BIM laut Professor Manfred Huber der Fachhochschule Nordwestschweiz erst am Anfang. Dreidimensionale Modellierung findet bereits statt und die Modelle werden auch schon geteilt, aber dies sei erst ein kleiner Schritt in

*Die **HOAI** steht in Deutschland für die Honorarordnung für Architekten und Ingenieure. Darin sind die Honorare für Leistungen der genannten Berufsgruppen festgelegt.*

¹¹⁴ Vgl. BORRMANN, A., et al.: Die INFRABIM-Reifegradmetrik. In: Bautechnik, 94(4)/2017. S.219.

¹¹⁵ Vgl. BIALAS, F., et al.: Quantitative Querschnittsstudie zur BIM-Anwendung in Planungsbüros. In: Bautechnik, 96(3)/2019. S.237.

die „*neue Welt der Projektabwicklung und Bewirtschaftung*.“ Nichtgeometrische Informationen von Projekten werden noch kaum genutzt.¹¹⁶

2.4.3 Jüngere Entwicklungen im Kontext der BIM-Einführung

In einer Studie wurde von McGraw Hill festgehalten, dass die BIM-Implementierung zwar von Ländern wie den Vereinigten Staaten, dem Vereinigten Königreich, Deutschland, Kanada und Frankreich angeführt wird, aber relativ neue Anwender in Ländern wie Australien, Brasilien, Japan, Korea und Neuseeland rasch an Dynamik gewinnen und in bestimmten Bereichen die etablierteren Länder überflügeln.¹¹⁷

BIM ist nicht nur die digitale Zukunft und zukünftige Arbeitsweise der Bauindustrie, sondern hat laut den Vereinten Nationen auch das Potential, ein Mittel zur Armutsbekämpfung in Entwicklungsländern zu sein. Durch die nachhaltige Planung und Konstruktion sollen Kosten gespart und so leistbares Bauen möglich gemacht werden. Dennoch wird die Methode BIM bisher in erster Linie nur in fortschrittlichen Ländern eingesetzt. Ursachen dafür liegen im sozioökonomischen und technologischen Umfeld, welches in diesen Ländern vorgefunden wird. Beispiele dafür sind ein Mangel an IT-affinem Personal und auch das Fehlen von nationalen BIM-Einführungsprogrammen.¹¹⁸

¹¹⁶ Vgl. HUBER, M.: Digitales Bauen - Herausforderungen und Stand der Umsetzung in der Schweiz. <https://www.fhnw.ch/de/die-fhnw/hochschulen/architektur-bau-geomatik/institute/institut-digitales-bauen/digitales-bauen-herausforderung-und-stand-der-umsetzung-in-der-schweiz>. Datum des letzten Zugriffs: 22.03.2020. S.16.

¹¹⁷ Vgl. LEE, G.; MATHEWS, N.; YODERS, J.: The Business Value of BIM for Construction in Global Markets. https://www.icn-solutions.nl/pdf/bim_construction.pdf. Datum des letzten Zugriffs: 06.08.2018.

¹¹⁸ Vgl. BUI, N.; MERSCHBROCK, C.; MUNKVOLD, B. Erik: A Review of Building Information Modelling for Construction in Developing Countries. In: *Procedia Engineering*, 164/2016. S. 487.

3 Handlungsempfehlungen zur Einführung von BIM in der Literatur

Die Einführung von BIM birgt eine Menge an Herausforderungen und Risiken, welche sich auf die Arbeit von Unternehmen negativ auswirken können. Um die Digitalisierung der Baubranche voranzutreiben und den Hemmnissen entgegenzuwirken, gibt es sowohl von öffentlicher Seite als auch von Unternehmen eine Vielzahl an Handlungsempfehlungen und Erfahrungsberichten zur Implementierung von BIM. BIM hat sich dadurch zu einer international angewendeten Methode entwickelt und bringt weltweit ähnliche Veränderungen mit sich. Kulturelle und rechtliche Randbedingungen führen jedoch zu unterschiedlichen Herausforderungen, welche spezifisch gelöst werden müssen. Deshalb wird im Folgenden besonders auf Literatur aus Ländern eingegangen, welche eine mit Österreich vergleichbare Planungspraxis haben, wie beispielsweise Deutschland oder die Schweiz. Einen guten Überblick verschafft hier auch der BIM-Leitfaden für Deutschland.

Der BIM-Leitfaden für Deutschland fasst die folgenden Roadmaps und Leitfäden zusammen und arbeitet diese unter der Berücksichtigung der Randbedingungen in Deutschland, welche größtenteils auch für Österreich gelten, auf:¹¹⁹

- Anwenderhandbuch Datenaustausch BIM/IFC - Deutschland, 2008
- BIM-Richtlinie für Architekten und Ingenieure - Deutschland, 2011
- Richtlinie zur Einführung von BIM in Bauprojekten - Deutschland, 2010
- Rgd BIM Standard - Niederlande, 2012
- Statsbygg Building Information Modelling Manual - Norwegen, 2011
- Senate Properties' BIM Requirements 2007 - Finnland, 2007
- COBIM - Common BIM Requirements 2012 - Finnland, 2012
- CAD manual 2008 - Dänemark, 2008 (englische Übersetzung 2009)
- GSA BIM Guide Series 01 - 3D-4D-BIM Overview - USA, 2007
- National Building Information Modeling Standard - USA, 2007
- BIM Guidelines and Standards for Architects and Engineers - State of Wisconsin, USA, 2009

¹¹⁹ Vgl. EGGGER, M., et al.: BIM-Leitfaden für Deutschland.2013. S.9

- Singapore BIM Guide Version 1 und Version 2 – Singapur, 2012 und 2013
- British Standard PAS 1192-2, Großbritannien, 2013
- Verfahrensrichtlinie für CAD - Bearbeitung und Datenaustausch VR - CAD - Deutschland, 2011

Für die folgenden Empfehlungen, welche sich in fünf Kapitel gliedern, wurden neben den oben genannten Leitfäden auch die einschlägige Fachliteratur sowie aktuelle Forschungsergebnisse zur Einführung von BIM herangezogen.

3.1 Einführung, Einschulung und erste Schritte

Vor der praktischen Einführung von BIM sind einige wichtige Fragen zu klären und vor allem eine Vision und Richtlinien zu definieren. Eine gute strategische Planung verhindert, dass man sich von der BIM-Technologie-Welle zu schnellen Entscheidungen hinreißen lässt. Das Ziel der Planung sollte dabei immer ein echter Mehrwert für das Unternehmen und die Mitarbeiter sein. Wenn dem Druck durch Branche, Medien und Softwarekonzernen unreflektiert nachgegeben und BIM sehr schnell eingeführt wird, so führt dies oft zu Insellösungen und unflexiblen Systemen. Eine langfristige und erfolgreiche Lösung will strategisch aufbereitet sein und die Möglichkeit haben, auf Marktveränderungen zu reagieren. Es sollten nicht die Prozesse auf die neue Technologie abgestimmt werden, sondern die Prozesse hinterfragt und optimiert werden, um anschließend die passende Technologie für eine optimale Umsetzung der Prozesse einzuführen. Für eine gute und langfristig erfolgreiche Einführung von BIM hilft eine Vision, welche über allem steht und Richtlinien für die Implementierung vorgibt.¹²⁰

Es gibt keine Standard-Implementierung von BIM, denn jedes Unternehmen hat seine eigenen Prozesse und Strukturen sowie eigene Kompetenzfelder. Damit ergeben sich für jedes Unternehmen eigene Formen der Nutzung und damit eine eigene „Nutzungsvariante“ von BIM. Natürlich können bei Parallelen zu anderen Unternehmen Teile der Methode auf ähnliche Weise eingeführt werden, es empfiehlt sich jedoch eine eingehende Analyse der eigenen Prozesse und Arbeitsweise, um individuelle Defizite und Potentiale zu berücksichtigen. Besonders wichtig ist die frühe Involvierung der Mitarbeiter in den Einführungsprozess, um Missverständnissen vorzubeugen und eine gemein-

*Warum führe ich BIM ein?
Es braucht eine Vision*

Defizite sehen und Potentiale nutzen – Mitarbeiter früh in den Prozess integrieren

¹²⁰ Vgl. PILLING, A.: 10 Tipps zur Einführung von BIM + Implementierungsroadmap. https://www.dbz.de/artikel/dbz_10_Tipps_zur_Einfuehrung_von_BIM_3191053.html. Datum des letzten Zugriffs: 05.11.2019. S.1.

same Wissensbasis von BIM zu schaffen. Die Entscheidung der Implementierung wird von der Geschäftsführung getroffen, die Umsetzung erfolgt jedoch größtenteils durch die operative Basis.¹²¹

Wenn eine Vision vorhanden ist und das Unternehmen analysiert wurde, sind im nächsten Schritt Ziele für das Unternehmen zu definieren. Mögliche Ziele sind beispielsweise:

Definition von Zielen und Anwendungen

- Verbesserung der internen Kommunikation
- Optimierung von Planänderungsprozessen
- Minimierung von Risiken und Reduzierung von Fehlern durch Optimierung der Planung
- Etablierung der integralen Planung als Verkaufsargument

Im Anschluss ist es wichtig aus den Zielen und für die Erreichung derselben konkrete Prozesse und Anwendungen abzuleiten. Durch die klare Zielformulierung und die Definition von Prozessen ergibt sich eine auf das Unternehmen zugeschnittene BIM-Nutzungsvariante.¹²²

Für die Analyse des Unternehmens und die Deduktion von Defiziten und versteckten Potentialen kann ein externer Konsulent hinzugezogen werden. Mitarbeitern fällt es auf diese Weise oft leichter, kritische Bewertungen zu Prozessen und Arbeitskultur abzugeben. Dadurch entsteht ein realistisches Bild, welches essentiell für die weitere Vorgehensweise und grundlegend für eine erfolgreiche Einführung ist. Für den Raum zwischen der Analyse des Unternehmens und der Zielvorstellung sind Maßnahmen zu definieren und anschließend realistisch zu priorisieren. Dabei ist auf die verfügbaren Ressourcen zu achten. Mitarbeitern sollte der nötige Raum für eigene Entwicklungen und die Entdeckung von neuen Möglichkeiten gegeben werden.¹²³

Aufstellen einer Implementierungsroadmap

Die Pilotprojekte, mit welchen BIM im Betrieb integriert werden soll, sind sorgfältig auszuwählen. Zuerst sollte BIM in einfachen Projekten eingeführt und erst bei erfolgreicher Implementierung sollten anspruchsvollere Projekte herangezogen werden. Startet man mit Letzterem, so kann dies schnell zu Frustration führen und den vermeintlichen Eindruck entstehen lassen, dass BIM für derartig komplexe Projekte nicht geeignet ist. Es empfiehlt sich zudem mit Standardmodellen zu starten und den Schwierigkeitsgrad mit der einhergehenden Kompetenzsteigerung der Mitarbeiter zu erhöhen.

Mit welchem Projekt starten?

Die Entwicklung eines BIM-Ablaufplanes (kurz: BAP) ist Teil des Einführungsprozesses. Es gibt frei verfügbare BAP-Vorlagen welche als Grundlage für einen individuellen BAP herangezogen werden können.

Erstellung eines BAP

¹²¹ Vgl. EGGGER, M., et al.: BIM-Leitfaden für Deutschland.2013. S.34.

¹²² Vgl. PILLING, A.: 10 Tipps zur Einführung von BIM + Implementierungsroadmap. https://www.dbz.de/artikel/dbz_10_Tipps_zur_Einfuehrung_von_BIM_3191053.html. Datum des letzten Zugriffs: 05.11.2019. S.1f.

¹²³ Vgl. PILLING, A.: 10 Tipps zur Einführung von BIM + Implementierungsroadmap. https://www.dbz.de/artikel/dbz_10_Tipps_zur_Einfuehrung_von_BIM_3191053.html. Datum des letzten Zugriffs: 05.11.2019. S.3.

Diese sind oft sehr generalistisch gehalten und die Anpassung an das eigene Unternehmen ist nicht zu unterschätzen.¹²⁴

Die Planung der Einführung ist damit nicht abgeschlossen. Mit regelmäßigen Überprüfungen des Fortschritts und der einzelnen Meilensteine, ist der Einführungsplan laufend auf die tatsächliche Entwicklung anzupassen.¹²⁵

Laufende Überprüfung des Fortschritts

Im Anfangsstadium der Einführung ist es zudem wichtig, nicht zu früh das vollständige Beherrschen der gesamten BIM-Methode zu erwarten. Vielmehr ist es für den Beginn durchaus ausreichend, mit einer Insellösung wie Little BIM, siehe Kapitel 2.1.4, zu starten. Alle weiteren Aspekte können anschließend implementiert werden, wenn die grundlegende BIM-Modellierung als Kernprozess der BIM-Methode etabliert ist.¹²⁶

Realistische Erwartungen

3.2 Rollenverständnis, Prozesse und Arbeitskultur

Die Einführung von BIM bringt die Analyse und Anpassung von Prozessen in allen Bereichen mit sich. Die Veränderungen betreffen nicht nur Prozesse im technologischen Bereich, wie neuer Software und Datenmanipulationen beziehungsweise -verschiebungen, sondern auch unternehmens- und projektbezogene Prozesse, welche kritisch zu hinterfragen und auf die BIM-Methode anzupassen sind. Es empfiehlt sich für die Veränderungen ein entsprechendes Change-Management aufzubauen und damit den Prozess der Veränderung zu steuern. Das Change-Management ist sowohl für das Unternehmen als auch für einzelne Projekte ein Teil der Strategie für die BIM-Einführung.¹²⁷

Prozesse hinterfragen und anpassen – Change-Management

Die im Rahmen der BIM-Methode betriebene Kollaboration der Beteiligten unterscheidet sich grundlegend von der konventionellen Arbeitsweise. Um diesem Umstand Rechnung zu tragen, ist es besonders wichtig die Besetzung der zentralen BIM-Rollen (BIM-Manager und BIM-Koordinator) sorgfältig durchzuführen und die dafür notwendigen Qualifikationen sicherzustellen. Um frühzeitig Akzeptanz für die Einführung von BIM zu schaffen, ist es ratsam, ein zentrales BIM-Team zu formieren und darüber hinaus eine Verbreitung der Grundlagen zu BIM im gesamten Unternehmen durchzuführen.¹²⁸ Zudem ist sicherzustellen, dass der BIM-Manager ausreichend mit Weisungsbefugnissen

BIM-Rollen und Basiswissen im Unternehmen

¹²⁴ Vgl. GRAWE, W.; WICHERS, M.: Zur Einführung der BIM-Methode in den Planungs- und Herstellungsprozess. In: Stahlbau, 87(2)/2018. S.97.

¹²⁵ Vgl. PILLING, A.: 10 Tipps zur Einführung von BIM + Implementierungsroadmap. https://www.dbz.de/artikel/dbz_10_Tipps_zur_Einfuehrung_von_BIM_3191053.html. Datum des letzten Zugriffs: 05.11.2019. S.3.

¹²⁶ Vgl. OLLERO, J.; WELLBROCK, I.: BIM im konstruktiven Ingenieurbau - ein Erfahrungsbericht. In: Bautechnik, 95(3)/2018. S.221.

¹²⁷ Vgl. LIEBICH, T., et al.: Wissenschaftliche Begleitung der BMVI Pilotprojekte zur Anwendung von BIM im Infrastrukturbau - Endbericht und Handlungsempfehlungen. S.26.

¹²⁸ Vgl. PILLING, A.: 10 Tipps zur Einführung von BIM + Implementierungsroadmap. https://www.dbz.de/artikel/dbz_10_Tipps_zur_Einfuehrung_von_BIM_3191053.html. Datum des letzten Zugriffs: 05.11.2019. S.2.

ausgestattet wird, um eine nahtlose Integration der Implementierung in den Projektablauf zu gewährleisten.¹²⁹

Sowohl die Rolle des BIM-Managers als auch die des BIM-Koordinators haben im Implementierungsprozess eine zentrale Bedeutung für den Erfolg des Prozesses. Sie sind Anlaufstellen bei Problemen mit Prozessen und im Softwarebereich sowie darüber hinaus auch für ein funktionierendes soziales Gefüge verantwortlich. Dafür benötigt es viel Feingefühl und ein breites Wissen, welches weit über technisches Know-how hinaus geht. Deshalb ist der Besetzung dieser Positionen größtmögliche Sorgfalt zu widmen.¹³⁰

Förderlich ist der Einsatz von **BIM-Champions**. Dabei handelt es sich zumeist um junge, kommunikationsstarke und durchsetzungsfähige Mitarbeiter, welche dafür bekannt sind, ihre Kollegen zu begeistern und mitzuziehen. Dies kann sowohl eine einzelne Person, aber auch ein ganzes Team sein. Wichtig ist eine Affinität zu digitalen Mitteln und der Wille, langfristig Änderungen anzustoßen und Prozesse zu leben.¹³¹

Eine häufig vorkommende Empfehlung und zugleich grundlegende Forderung der BIM-Methode selbst, ist die frühe Zusammenarbeit und Kommunikation aller Projekt-Beteiligten.¹³² Der Umfang der Veränderungen in diesem Bereich ist nicht zu unterschätzen. Die BIM-Methode besteht zu 80 % aus Prozessen und Anwendungen. Diese liegen sowohl in der Kooperation aber auch in der Koordination und der Kommunikation. Besonders wichtig ist beispielsweise der Prozess der Informationsweitergabe und die Vergabe von klar definierten Rollen und Verantwortungen.¹³³

Vor allem im Bereich der Kommunikation sollten von Anfang an große Anstrengungen unternommen werden, um alle Beteiligten ausreichend über BIM und die konkrete Einführung zu informieren und Wissensunterschiede auszugleichen. Die 2015 eingesetzte Reformkommission Bau in Deutschland fand heraus, dass das Wissen über BIM und der sinnvolle Einsatz der Methode in der gesamten Branche sehr divergiert. Je nach Anwendungsgebiet und Grad der Anwendung gehen die Auffassungen stark auseinander. Das Wissen über den tatsächlichen Nutzen und die Praxisreife der Methode ist oft nicht ausreichend ausgeprägt vorhanden. Eine Kommunikation des Wissens zur Homogenisierung der Erwartungen hilft bei der Einführung.¹³⁴

BIM-Rollen – technische und soziale Kompetenz nötig

Der Begriff des „Champion“ kommt aus der Methode des Veränderungsmanagements. Er bezeichnet einen Wegbereiter der neuen Strategie im Unternehmen.

Kollaboration und Kommunikation zwischen Stakeholdern – Lieferung von Informationen

Kommunikation für gemeinsamen Wissensstand

¹²⁹ Vgl. BORRMANN, A., et al.: Building Information Modeling. S.244.

¹³⁰ Vgl. GRAWE, W.; WICHERS, M.: Zur Einführung der BIM-Methode in den Planungs- und Herstellungsprozess. In: Stahlbau, 87(2)/2018. S.100.

¹³¹ Vgl. EGGGER, M., et al.: BIM-Leitfaden für Deutschland.2013. S.34.

¹³² Vgl. ZUPANCIC, T., et al.: An Action Plan to Accelerate Building Information Modeling (BIM) Adoption. http://www3.weforum.org/docs/WEF_Accelerating_BIM_Adoption_Action_Plan.pdf. Datum des letzten Zugriffs: 21.03.2020. S.7.

¹³³ Vgl. PILLING, A.: 10 Tipps zur Einführung von BIM + Implementierungsroadmap. https://www.dbz.de/artikel/dbz_10_Tipps_zur_Einfuehrung_von_BIM_3191053.html. Datum des letzten Zugriffs: 05.11.2019. S.2.

¹³⁴ Vgl. PÜSTOW, M.; MAY, I.; PEITSCH, D.: Bericht Reformkommission Bau von Großprojekten - Komplexität beherrschen - kostengerecht, termintreu und effizient. S.89.

Die Einführung von BIM und der gesamte Prozess der Veränderungen sind fortlaufend auf Optimierungspotential zu prüfen. Dadurch lässt sich die Entwicklung in ungewollte Richtungen vermeiden und die Umsetzung der Einführung kann effizienter durchgeführt werden.¹³⁵

Überwachung der Prozesse

In der bisher gelebten Planungsarbeit stand die eigene Arbeit für jeden Fachplaner im persönlichen Fokus. Durch das interdisziplinäre Planen mit BIM liegt nun ein zusätzlicher Fokus auf der fachübergreifenden Zusammenarbeit. Soziale Richtlinien sind ein wichtiger Bestandteil der BIM-Methode und sind auch in schwierigen Zeiten konsequent zu verfolgen und umzusetzen. Diese Art der Zusammenarbeit wird von Mitarbeitern oft als sekundär angesehen und die Einhaltung der Regeln gestaltet sich daher anfangs schwierig. Aus verhaltenspsychologischer Sicht sind die Richtlinien jedoch ein wichtiger Aspekt für eine erfolgreiche Teamarbeit.¹³⁶

Zusammenarbeit als neue Arbeitskultur

3.3 Software und IT

Angepasst an die jeweiligen BIM-Anwendungen eines Büros braucht es auch angepasste Werkzeuge. Dazu gehören nicht nur Softwareprodukte, sondern auch eine leistungsfähige Hardware und eine den Anforderungen entsprechende Cloud-Lösung. Im Bereich der Software gibt es aufbauend auf der Modellierungssoftware noch Programme zum Prüfen, Simulieren und für den geregelten Austausch und die sichere Speicherung von Daten und Modellen.¹³⁷

Software allgemein

Die Auswahl der passenden Software ist nicht einfach. Mögliche Anforderungen, nach welchen die zukünftig eingesetzte Software gewählt werden kann, sind folgend aufgelistet:¹³⁸

Anforderungen an Software

- Ermöglichung eines einfachen Transfers von Modellen, auf Basis einer gemeinsamen Datenumgebung
- Möglichst parametrische Modellierung von Bauwerksmodellen
- Anreicherung von geometrischen Modellen mit nicht-geometrischen Informationen, sowohl direkt im Modellierungswerkzeug als auch durch verknüpfte Datenbanken
- Effizientere Arbeitsweise und bessere Variantenvergleiche durch möglichst automatisierte Mengen- und Kostenauswertungen

¹³⁵ Vgl. LIEBICH, T., et al.: Wissenschaftliche Begleitung der BMVI Pilotprojekte zur Anwendung von BIM im Infrastrukturbau - Endbericht und Handlungsempfehlungen. S.27.

¹³⁶ Vgl. GRAWE, W.; WICHERS, M.: Zur Einführung der BIM-Methode in den Planungs- und Herstellungsprozess. In: Stahlbau, 87(2)/2018. S.100.

¹³⁷ Vgl. PILLING, A.: 10 Tipps zur Einführung von BIM + Implementierungsroadmap. https://www.dbz.de/artikel/dbz_10_Tipps_zur_Einfuehrung_von_BIM_3191053.html. Datum des letzten Zugriffs: 05.11.2019. S.2.

¹³⁸ Vgl. LIEBICH, T., et al.: Wissenschaftliche Begleitung der BMVI Pilotprojekte zur Anwendung von BIM im Infrastrukturbau - Endbericht und Handlungsempfehlungen. S.27.

- Einhaltung bautechnischer Vorgaben und Vermeidung von Fehlern im Modell durch geeignete Analysewerkzeuge
- Der Arbeitsprozess sollte im Vordergrund stehen, die Technologie darauf aufbauen und nicht umgekehrt
- Geeignete Hard- und Software um in Planungsbesprechungen Modelle zusammengeführt und visualisiert diskutieren zu können

Im Anfangsstadium muss die Methode nicht direkt in ihrer vollen Umfanglichkeit als Big BIM eingeführt werden und daher müssen nicht alle möglichen Programme gleich zu Beginn angeschafft werden. Trotzdem sollte bei der Entscheidung für eine bestimmte Software auch immer die langfristige Interoperabilität und interdisziplinäre Zusammenarbeit mit allen am Planungsprozess Beteiligten bedacht werden. Um nicht-geometrische Informationen (4D, 5D...) zukünftig korrekt extrahieren und nutzen zu können, sollten Mitarbeiter schon früh in den Planungsprozess einbezogen werden. Voraussetzung dafür ist eine gute und präzise Kommunikation zwischen allen Projektbeteiligten.¹³⁹

Langfristige Softwareentscheidung und Kommunikation aller Projektbeteiligten

Einen guten Überblick zur Kompatibilität der einzelnen Programme gibt der Bericht „*BIM-Roadmap für integrale Planung*“ der wissenschaftlichen Untersuchung von möglichen Kombinationen von BIM-Software der TU Wien. Die Auswertung umfasst nicht nur eine Antwort auf softwaretechnische Fragen, sondern auch die Bewertung von Nützlichkeit, Benutzerfreundlichkeit und Interoperabilität sowie eine Bewertung aus Sicht der drei beteiligten Studienfachrichtungen Architektur, Bauingenieurwesen und Building Science.¹⁴⁰

Evaluierung von Softwarekombinationen

Für die Verarbeitung von externen Daten und die Weitergabe von Daten an Dritte sind einige Fragen vorab zu klären. Neben der Definition der wichtigsten zu nutzenden Datenformate sind die benötigte Qualität und der LOD der Modelle zu bestimmen. Besonders für das neutrale Datenformat IFC braucht es gute Kenntnisse beim Importieren und Exportieren von Daten.¹⁴¹

Datentransfers und -formate

Nach einer Eingangsphase und ab einem gewissen Einarbeitungsgrad in die neue Software bietet sich eine Schulung zur gewählten Software an. Dabei sollte es in erster Linie um eine einheitliche Arbeitsweise gehen. Von externen Dienstleistern wird hier die Erarbeitung einer, auf das jeweilige Büro, abgestimmten Richtlinie angeboten.

Schulung und Richtlinie für eine einheitliche Arbeitsweise

¹³⁹ Vgl. OLLERO, J.; WELLBROCK, I.: BIM im konstruktiven Ingenieurbau - ein Erfahrungsbericht. In: Bautechnik, 95(3)/2018. S. 216.

¹⁴⁰ Vgl. KOVACIC, I., et al.: BIM Roadmap für integrale Planung. S.38

¹⁴¹ Vgl. PILLING, A.: 10 Tipps zur Einführung von BIM + Implementierungsroadmap. https://www.dbz.de/artikel/dbz_10_Tipps_zur_Einfuehrung_von_BIM_3191053.html. Datum des letzten Zugriffs: 05.11.2019. S.2.

Damit können folgende Mehrwerte geschaffen werden:¹⁴²

- Fehlerminimierung und Zeiteinsparungen
- Ähnliches Erscheinungsbild aller Modelle
- Prozess für Qualitätskontrolle
- Möglichkeit des Mitarbeiterwechsels in Projekten ohne viel Einarbeitungszeit
- Einheitliche Projektordner und Dateinamen
- Einheitliche Definitionen von Schnittstellen für die Übergabe von Datenmodellen
- Mehr Effektivität durch Nutzung der Software im vollen Funktionsumfang

3.4 Aus- und Weiterbildung

Die Aus- und Weiterbildung von Mitarbeitern ist bei und nach der Einführung der BIM-Methode ein zentraler Punkt, um die notwendigen Kompetenzen aufzubauen, welche für einen effizienten Einsatz benötigt werden. Folgendes wird hier empfohlen:¹⁴³

Kontinuierliche Weiterbildung wichtig

- Die planenden Unternehmen sollten ein Verständnis für die Veränderungen entwickeln, die sich durch den Einsatz von digitalen Bauwerksmodellen ergeben.
- Die Aus- und Weiterbildung muss durch die Unternehmen als Führungsaufgabe verstanden und verankert werden. Wichtig ist dabei, die Belegschaft für die Notwendigkeit der Maßnahmen zu sensibilisieren, um keine Abwehrhaltung zu riskieren.
- Es wird empfohlen ein Qualifizierungsprogramm zur Schulung der eigenen Mitarbeiter zu erarbeiten und umzusetzen bzw. entsprechende Programme von Weiterbildungsträgern zu nutzen.
- Die Belegschaft sollte aufgefordert werden, die Aus- und Weiterbildung aktiv und eigenverantwortlich zu übernehmen. Entsprechende Freiräume für die Qualifizierung sind zu schaffen.

Studien und Umfragen zeigen in Bezug auf Berufsanfänger einen Handlungsbedarf im Bereich der aktuellen Ausbildungssituation auf. Zentral wird hier auf den Wechsel von der planbasierten hin zur integralen und modellorientierten Arbeitsweise hingewiesen. Dies erfordert nicht nur eine Veränderung der Werkzeuge, sondern vor allem eine

BIM ist mehr als eine neue Software

¹⁴² Vgl. OLLERO, J.; WELLBROCK, I.: BIM im konstruktiven Ingenieurbau - ein Erfahrungsbericht. In: Bautechnik, 95(3)/2018. S.215.

¹⁴³ LIEBICH, T., et al.: Wissenschaftliche Begleitung der BMVI Pilotprojekte zur Anwendung von BIM im Infrastrukturbau - Endbericht und Handlungsempfehlungen. S.28.

Umstrukturierung und Optimierung der Lehre der Planungsmethoden, Prozesse und Arbeitskultur. Zukünftig nehmen dadurch Hochschulen, Universitäten und andere Bildungseinrichtungen eine Schlüsselposition in der Verankerung der Methode BIM ein.¹⁴⁴

Viele Hochschulen haben die BIM-Lehre mittlerweile bei Architekten und Bauingenieuren in den Lehrplan integriert. Es gibt jedoch noch große Unterschiede zwischen Soll-Lehrinhalten und Ist-Lehrinhalten. Der Fokus liegt momentan noch in erster Linie auf der Anwendung neuer Software zum Modellieren von Objekten.

Aufholbedarf in der Lehre

Dem umfangreichen Teil der Veränderung von Arbeits- und Kommunikationsprozessen wird noch zu wenig Aufmerksamkeit gewidmet. Dabei sind für eine erfolgreiche Einführung von BIM und die weitere Umsetzung gerade diese optimierten Prozesse und die verbesserte Arbeitskultur durch eine interdisziplinäre Teamarbeit maßgeblich.¹⁴⁵

Viele Fachhochschulen und Universitäten haben mittlerweile jedoch die Dringlichkeit dieses Themas erkannt und reagieren entsprechend. Beispielsweise startete mit Mitte September 2019 an der FH Salzburg der erste Zertifizierungslehrgang für BIM im deutschsprachigen Raum. Für die Sicherung der Qualitätsstandards soll dabei ein Forschungsprojekt einer Kooperation aus dem Verein buildingSMART Austria, der Überbau Akademie, TU Wien, TU Graz und der FH Kärnten, finanziert von der österreichischen Forschungsförderungsgesellschaft (FFG), sorgen.¹⁴⁶

¹⁴⁴ Vgl. BOTH, P. VON; KOCH, V.; KINDSVATER, A.: BIM - Potentiale, Hemmnisse und Handlungsplan. S.174.

¹⁴⁵ Vgl. BROKBALS, S.; ČADEŽ, I.: BIM in der Hochschullehre. In: Bautechnik, 94(12)/2017. S.855.

¹⁴⁶ Vgl. FH SALZBURG: Building Information Modeling (BIM) - FH Salzburg forciert Digitalisierung in der Baubranche. <https://www.fh-salzburg.ac.at/en/about-us/news/news/details/building-information-modeling-fh-salzburg-forciert-digitalisierung-in-der-baubranche/>. Datum des letzten Zugriffs: 03.11.2019.

3.5 Weitere Aspekte bei der Einführung der integralen BIM-Methode

In Österreich wird die Einführung von BIM von staatlicher Seite mit zwei Normen unterstützt. Die ÖNORMEN A 6241-1:2015 und A 6241-2:2015 widmen sich zum einen der technischen Umsetzung des Datenaustausches und der Datenhaltung von Gebäudeinformationen des Hochbaues¹⁴⁷ und zum anderen dem einheitlich strukturierten mehrdimensionalen Datenmodell für Bauwerke des Hochbaus sowie verwandter, raumbildender Konstruktionen des Tiefbaus, basierend auf dem BIM Level 3.¹⁴⁸ Diese Normen führen aber nicht zwingend zum Einsatz der Methode, sondern bieten nur eine gemeinsame Grundlage für die Vertragspartner, sollte die Methode angewendet werden. Somit ist der Einsatz oft von den Anforderungen der Auftraggeber oder der Innovationsmöglichkeit des Auftragnehmers abhängig.

Werkvertrag mit BIM

In Deutschland führten die Ergebnisse der wissenschaftlichen Begleitung von mehreren Pilotprojekten zu folgenden Maßnahmen im Bereich der Standardisierung, welche allen Projektbeteiligten empfohlen werden:¹⁴⁹

Standardisierung von Daten und (neuen) Prozessen

- Entwicklung interner Vorlagen bzw. standardisierter Übernahme einheitlicher Objekt- und Attributkataloge für die Erstellung von Bauwerksmodellen für die jeweiligen BIM-Objekte,
- Entwicklung und Überprüfung eines digitalen Datenflusses zur Integration verschiedener Planungsobjekte zu verschiedenen Projektzeitpunkten mit einer genauen Definition von Datenübergabepunkten,
- Weiterentwicklung und Fortschreibung gemeinsamer Vorgaben für die Informationsanforderungen, [...], und deren Zuordnung zu Anwendungsfällen und Leistungsphasen, einschließlich geometrischer Detaillierungsgrade und notwendiger Attribuierung,
- Aufbau eigener Erfahrung und darauf aufbauend konkrete Festlegungen hinsichtlich der Abbildung der eigenen Vorlagen und der genutzten Objekt- und Attributkataloge auf die Abbildung im herstellerneutralen Format IFC für die Weitergabe der eigenen Fachmodelle.

Die BIM-Methode verändert die Arbeit von Planern grundlegend und es kommt vor, dass Anforderungen von BIM mit bisher befolgten nor-

BIM vs. bestehende Vorgaben aus Normen und Richtlinien

¹⁴⁷ Vgl. ÖSTERREICHISCHES NORMUNGSINSTITUT: ÖNORM A 6241-1 2015-07-01 Digitale Bauwerksdokumentation Teil 1: CAD-Datenstruktur und Building Information Modeling (BIM) - Level 2.2015.

¹⁴⁸ Vgl. ÖSTERREICHISCHES NORMUNGSINSTITUT: ÖNORM A 6241-2 2015-07-01 Digitale Bauwerksdokumentation Teil 2: Building Information Modeling (BIM) - Level 3-iBIM.2015.

¹⁴⁹ LIEBICH, T., et al.: Wissenschaftliche Begleitung der BMVI Pilotprojekte zur Anwendung von BIM im Infrastrukturbau - Endbericht und Handlungsempfehlungen. S.25.

mierten Vorgaben nicht vereinbar sind. Wenn sich während der Zusammenarbeit Diskrepanzen zwischen den Vorgaben der BIM-Methode und anderen Richtlinien und Normen ergeben sollten, so ist dies ehestmöglich dem Vertragspartner mitzuteilen und eine gemeinsame Lösung zu finden. Die Lösungsfindung sollte dabei von allen Parteien gleichermaßen vorangetrieben werden.¹⁵⁰

Auf Regierungsebene braucht es zudem langfristiges Engagement und entsprechende Finanzierung sowie Zurverfügungstellung von Richtlinien und BIM-Standards.¹⁵¹

Die Rolle öffentlicher Institutionen und Behörden

BIM ist dann erfolgreich, wenn sowohl Behörden als auch große staatliche und private Auftraggeber die Methode einfordern. Dadurch entsteht der nötige Druck, welcher Bauunternehmen von einer „Abwarten und sehen was kommt“-Haltung zur Investition in die BIM-Implementierung bewegt. Parallel zur Einforderung von BIM empfiehlt sich die Förderung der Implementierung von staatlicher Seite. Vor allem kleinere Unternehmen benötigen Unterstützung in der Einführung von BIM.¹⁵²

*Behörden und Institutionen:
Fordern und Fördern*

Die Rolle von Behörden und öffentlichen Einrichtungen wirkt sich, wie man am Beispiel vieler Länder mit fortgeschrittener BIM-Nutzung sieht, positiv auf die Einführung von BIM aus. Dabei geht es sowohl um die Forderung als auch um die Förderung von BIM. Behörden können die Einführung von BIM zudem durch die Möglichkeit einer digitalen Einreichung zusätzlich beschleunigen.¹⁵³

Es gibt viele Initiativen, welche es sich zum Ziel gesetzt haben, die Digitalisierung in der Baubranche in Österreich voranzutreiben. Wichtig wäre hier eine Bündelung dieser Energien und eine klare Vorgabe von politischer Seite.¹⁵⁴

¹⁵⁰ LIEBICH, T., et al.: Wissenschaftliche Begleitung der BMVI Pilotprojekte zur Anwendung von BIM im Infrastrukturbau - Endbericht und Handlungsempfehlungen. S.26.

¹⁵¹ Vgl. ZUPANCIC, T., et al.: An Action Plan to Accelerate Building Information Modeling (BIM) Adoption. http://www3.weforum.org/docs/WEF_Accelerating_BIM_Adoption_Action_Plan.pdf. Datum des letzten Zugriffs: 21.03.2020. S.7.

¹⁵² Vgl. LINDBLAD, H.; VASS, S.: BIM Implementation and Organisational Change: A Case Study of a Large Swedish Public Client. In: *Procedia Economics and Finance*, 21/2015. S.487.

¹⁵³ Vgl. BIALAS, F., et al.: Quantitative Querschnittsstudie zur BIM-Anwendung in Planungsbüros. In: *Bautechnik*, 96(3)/2019. S.501.

¹⁵⁴ GÖGER, G.; REISMANN, W.: RoadMap - Digitalisierung Plattform 4.0 - von Planen, Bauen und Betreiben in Österreich.2018. S.5.

Als Beispiel, besonders aufgrund der Ähnlichkeit der Randbedingungen zu Österreich, dient hier die Entwicklung in Deutschland. Der deutsche Verkehrs- und Infrastrukturminister stellte im Dezember 2015 folgenden 10-Schritte-Aktionsplan für Großprojekte vor. Dabei ging es primär um die Konkurrenzfähigkeit der deutschen Bauindustrie bei nationalen und internationalen Großprojekten und nur untergeordnet um die Einführung von BIM. Trotzdem sind die Maßnahmen dieses Aktionsplans, aus Sicht des Autors, auch grundlegend für eine erfolgreiche Einführung der integralen BIM-Methode, weshalb näher auf sie eingegangen wird. Der Aktionsplan umfasst folgende Schritte:¹⁵⁵

10-Schritte-Aktionsplan zur Stärkung der Konkurrenzfähigkeit der deutschen Bauindustrie und dem Ziel der Einführung von BIM in Infrastrukturprojekten in Deutschland

1. Kooperatives Planen im Team
2. Erst planen, dann bauen
3. Risikomanagement und Erfassung von Risiken im Haushalt
4. Vergabe an den Wirtschaftlichsten, nicht den Billigsten
5. Partnerschaftliche Projektzusammenarbeit
6. Außergerichtliche Streitbeilegung
7. Verbindliche Wirtschaftlichkeitsuntersuchung
8. Klare Prozesse und Zuständigkeiten/Kompetenzzentren
9. Stärkere Transparenz und Kontrolle
10. Nutzung digitaler Methoden – Building Information Modelling

Die beauftragte Reformkommission Bau definierte 2015 in Form einer Pyramide fünf Bereiche, in welchen dieser Aktionsplan umgesetzt werden soll, siehe Abbildung 3-1. Das größte Potential und zugleich der am schwierigsten zu ändernde Bereich ist die Unternehmenskultur. Durch das oft jahrelange gegenseitige Bekämpfen der Bauherren, Planungsverantwortlichen, Bauausführenden und weiteren Beteiligten haben sich die Fronten verhärtet. Bezeichnend dafür ist das intensiv betriebene Nachtragswesen, welches oft schon während der Planungsphase bewusst einkalkuliert wird. Dies lenkt von einer gemeinsamen und nachhaltigen Suche nach dem objektiv besten Ergebnis ab.¹⁵⁶ Somit gilt es in diesem Bereich bewusste Veränderungen zu setzen und im Interesse aller Beteiligten eine gemeinsame, positive Unternehmenskultur zu schaffen.

¹⁵⁵ PÜSTOW, M.; MAY, I.; PEITSCH, D.: Bericht Reformkommission Bau von Großprojekten - Komplexität beherrschen - kostengerecht, termintreu und effizient. S.8f.

¹⁵⁶ Vgl. ZWIELEHNER, T.; SPREITZER, P.: Warum BIM (noch) nicht die erwartete Produktivitätssteigerung bringt. In: Stahlbau, 88(5)/2019. S.502.



Abbildung 3-1: Veränderungspyramide¹⁵⁷

Die Stufe mit dem zweitgrößten Potential ist der Bereich der Organisationsformen. Aus dem 10-Schritte-Aktionsplan fließen hier sowohl die partnerschaftliche Zusammenarbeit als auch das kooperative Planen im Team ein. Beide können und sollten auch unabhängig von BIM als grundlegende Arbeitsprinzipien eingeführt werden, da es alleine auf dieser Ebene mindestens so viele Optimierungsmöglichkeiten gibt, wie im technologischen Teil der Methode BIM.¹⁵⁸

In der Ebene der Prozesse geht es im Kontext des 10-Schritte-Aktionsplans um Themen wie:

- zuerst planen, dann bauen,
- mehr Transparenz und Kontrolle und
- klare Prozesse und Zuständigkeiten/Kompetenzen.

Jede dieser Prozessoptimierungen kann unabhängig von der Methode BIM eingeführt werden. Umgekehrt ist dies jedoch nicht zu empfehlen. „Baubegleitendes Planen mit BIM ist genauso riskant wie mit CAD. BIM ohne Transparenz und klare Abläufe führt nur zu Mehrarbeiten ohne Mehrwert.“¹⁵⁹

Die Ebenen „Methode“ und „Werkzeuge“ bilden den Abschluss der erforderlichen Veränderungen. Bei den Werkzeugen handelt es sich um die entsprechende BIM-fähige Software. Damit das Potential in dieser Disziplin voll ausgeschöpft werden kann, ist die Umsetzung der zuvor

Prozesse ändern ohne BIM ist möglich – BIM einführen ohne die Prozesse zu ändern ist nicht möglich

¹⁵⁷ PÜSTOW, M.; MAY, I.; PEITSCH, D.: Bericht Reformkommission Bau von Großprojekten - Komplexität beherrschen - kostengerecht, termintreu und effizient. S.90.

¹⁵⁸ Vgl. ZWIELEHNER, T.; SPREITZER, P.: Warum BIM (noch) nicht die erwartete Produktivitätssteigerung bringt. In: Stahlbau, 88(5)/2019. S.502.

¹⁵⁹ ZWIELEHNER, T.; SPREITZER, P.: Warum BIM (noch) nicht die erwartete Produktivitätssteigerung bringt. In: Stahlbau, 88(5)/2019. S.502.

genannten Bereiche als Basis nötig. In der Regel passiert die Umsetzung jedoch genau entgegengesetzt, also mit dem Einsatz neuer Software.¹⁶⁰

Im Endbericht der wissenschaftlichen Begleitung von Pilotprojekten in Deutschland kommen die Experten zu folgender Conclusio: „Für die Entwicklung derartig tiefgreifender neuer Technologien [Cloud-Services, digitaler Zwilling, automatisierte Nutzung von Bestandsbauwerken; Anm. d. Verf.] wird die Einrichtung von Forschungsclustern empfohlen, die die forschungsorientierte Zusammenarbeit von Universitäten, Forschungsinstituten, öffentlichen Auftraggebern und Unternehmen der Bauwirtschaft gezielt fördern. Die Förderung der umfassenden Digitalen Agenda des Bauwesens sollte ein wesentlicher Teil der digitalen Agenda der Bundesregierung [in Deutschland; Anm. d. Verf.] sein.“¹⁶¹

Förderung der Einrichtung von Forschungsclustern

Interdisziplinäre Forschung zur Etablierung von BIM kann weder von Architekten noch von Ingenieuren im notwendigen Ausmaß ausgeführt werden, da das nötige Budget nicht verfügbar ist. Selbst große, ausführende Baukonzerne haben nur eine begrenzte Möglichkeit, Innovation in der Architektur, im Ingenieurbereich oder im Produkt Design voranzutreiben. Um speziell auf existierende Hemmnisse einzugehen, beziehungsweise diese zu beseitigen, ist disziplinenübergreifende Forschung somit unumgänglich.¹⁶²

Forschung durch Universitäten und Hochschulen gemeinsam mit öffentlichen Institutionen

¹⁶⁰ Vgl. ZWIELEHNER, T.; SPREITZER, P.: Warum BIM (noch) nicht die erwartete Produktivitätssteigerung bringt. In: Stahlbau, 88(5)/2019. S.502.

¹⁶¹ LIEBICH, T., et al.: Wissenschaftliche Begleitung der BMVI Pilotprojekte zur Anwendung von BIM im Infrastrukturbau - Endbericht und Handlungsempfehlungen. S.30.

¹⁶² Vgl. SMITH, D. K.; TARDIF, M.: Building information modeling.S.7.

4 Methodische Herangehensweise

Im folgenden Kapitel wird die gewählte Forschungsmethode „Fallstudie“ beschrieben. Zunächst wird dabei in Kapitel 4.1 der Begriff Fallstudie definiert. Darauffolgend werden in Kapitel 0 die verschiedenen Formen der Fallstudie erläutert. Anschließend wird in Kapitel 4.3 der theoretische Ablauf einer Fallstudie dargestellt und in einem Beispiel mit Bezug auf die bearbeitete Fallstudie praxisnah erklärt.

4.1 Begriffsklärung „Fallstudie“

Fallstudien gehören zu den qualitativen Forschungsmethoden und stellen einen in Bezug auf die Wahl der Datenerhebungsmethoden offenen und komplexen Forschungsansatz dar. Unter einem Fall versteht man dabei einen zusammenhängenden und gegenüber anderen Fällen abzugrenzenden Untersuchungsgegenstand, wie zum Beispiel das Managementkonzept einer einzelnen Organisation in einem spezifischen Kontext.¹⁶³

„Eine Fallstudie ist eine empirische Untersuchung, die zeitgenössische Phänomene innerhalb ihres realen Kontextes untersucht, insbesondere wenn die Grenzen zwischen Phänomen und Kontext nicht eindeutig sind.“¹⁶⁴

Laut *Seubert* und *Yin* eignen sich Fallstudien insbesondere dann, wenn es sich bei der Fragestellung um die Behandlung von aktuellen oder neuen und zeitlich beschränkten Phänomenen handelt, bei welchen die Forschung wenig bis gar keine Kontrolle über die Ereignisse hat. Teil einer Fallstudie ist dabei die intensive Auseinandersetzung mit einer oder mehreren Unternehmenseinheiten in einem eingegrenzten Rahmen. Die Untersuchung selbst zielt dabei auf den Beweis eines breiteren Phänomens, anhand der Untersuchung einer Einheit ab. Die Einheit kann dabei eine Person, eine Gruppe von Personen, eine Organisation, eine Region oder eine Nation sein. Eine Fallstudie ist dabei nicht als Beschränkung auf einen Fall zu verstehen. Vielmehr können auch mehrere Untersuchungseinheiten zu einer Fallstudie zusammengefasst werden. Durch eine Vielzahl an Beobachtungen dieser Untersuchungseinheiten liefert die Fallstudie hierdurch unabhängige Beweise für eine Hypothese.¹⁶⁵

Im Vergleich zu quantitativen Forschungsmethoden liegt einer der großen Vorteile der Fallstudie in der umfassenden Abbildung der Tatsa-

¹⁶³ Vgl. SEUBERT, C.-M. F.: Build, Ally or Acquire. S.10.

¹⁶⁴ YIN, R. K.: Case study research. S.5.

¹⁶⁵ Vgl. SEUBERT, C.-M. F.: Build, Ally or Acquire. S.11.

chen. In Fallstudien ist es möglich, Entwicklungen, Ursache-Wirkungs-zusammenhänge und Prozesse nachzuvollziehen und darauf für die Praxis relevante und datenbasierte Ergebnisse zu liefern.¹⁶⁶

Forschung bewegt sich immer in der Spanne zwischen subjektiver und objektiver, sowie zwischen theorieleerer und theoriegeleiteter Forschung. Die Fallstudie nimmt dabei, wie in Abbildung 4-1 dargestellt, eine sehr zentrale Position ein. Sie schafft aus der sehr subjektiven Sicht auf einen Fall mit Hilfe vergleichender Literatur einen objektiven Blickwinkel auf ein Problem.

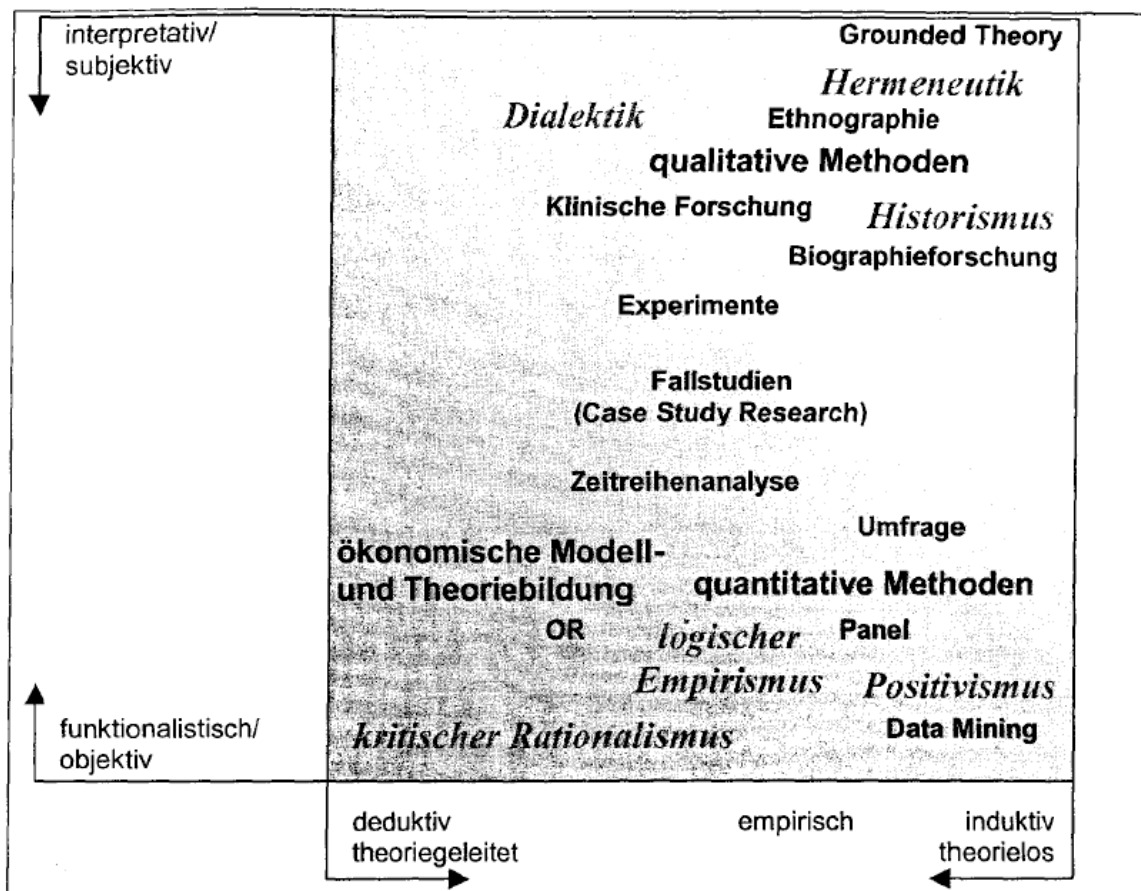


Abbildung 4-1: Bezugsrahmen zur Einordnung von Fallstudien in den Methodenkontext¹⁶⁷

¹⁶⁶ Vgl. WALTER, A.: Methodik der empirischen Forschung. S.17.

¹⁶⁷ GÖTHLICH, S. E.: Fallstudien als Forschungsstudien: Plädoyer für einen Methodenpluralismus in der deutschen betriebswirtschaftlichen Forschung, Manuskripte aus den Instituten der Betriebswirtschaftslehre der Universität Kiel, No. 578. S.5.

4.2 Verschiedene Formen von Fallstudien

Es gibt unterschiedliche Formen von Fallstudien, welche sich durch Charakter und Anwendung unterscheiden, siehe Abbildung 4-2. Yin unterscheidet dabei die *beschreibende Fallstudie*, die *explanative Fallstudie* und die *erforschende Fallstudie*.¹⁶⁸ Jede dieser Richtungen lässt sich wiederum in die Anzahl der untersuchten Fälle oder Analyseeinheiten unterteilen. Letzten Endes kann dabei noch einmal in Einzelfallstudien und multiple Fallstudien unterteilt werden. Abgesehen vom Umfang der Arbeit unterscheidet sich die Einzelfallstudie jedoch nicht von der multiplen Fallstudie.

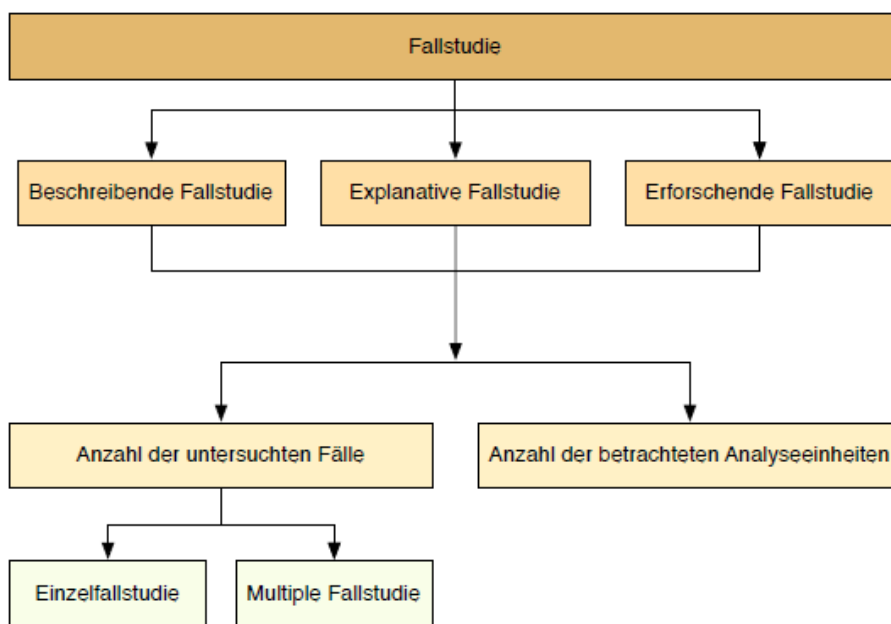


Abbildung 4-2: Arten von Fallstudien¹⁶⁹

Die beschreibende Fallstudie dient der Aufnahme und Beschreibung eines Phänomens in seinem Kontext. Sie dient rein der Darstellung und Erklärung eines in der Theorie bereits beschriebenen Sachverhalts.¹⁷⁰

In der explanativen Fallstudie wird eine theoretische Aussage, welche zuvor entwickelt wurde, beschrieben und zusätzlich begründet. Sie dient somit nicht nur der Beschreibung, sondern auch der Bestätigung der Theorie. Die erforschende Fallstudie basiert ebenfalls auf einer Theorie, aus welcher Forschungsfragen und Hypothesen abgeleitet

¹⁶⁸ Vgl. YIN, R. K.: Case study research. S.4ff.

¹⁶⁹ YIN, R. K.: Case study research. S.29. In HAMPP, B.: Academic Paper Writing - Eine Fallstudie zur Unterstützung kollaborativer Wissensarbeit. S.23.

¹⁷⁰ Vgl. RABBE, S.: Strategisches Nachhaltigkeitsmanagement in der deutschen Stahlindustrie. S.97.

werden. Diese werden im Verlauf der Arbeit beantwortet und erweitern und verfeinern somit wiederum die Theorie.¹⁷¹

4.3 Ablauf einer Fallstudie

Der Ablauf einer Fallstudie lässt sich in fünf Teile aufgliedern¹⁷²:

1. Abgrenzung des theoretischen Bezugsrahmens und Definition der Forschungsfrage(n)
2. Auswahl des Forschungsfalls
3. Generierung der Daten
4. Analyse der erhobenen Daten und Interpretation der Ergebnisse
5. Anwendung und Veröffentlichung der Ergebnisse

Abbildung 4-3 gibt einen Überblick über die fünf Phasen, welche nicht streng voneinander getrennt ablaufen müssen und sich vielmehr häufig überschneiden. Besonders die Bereiche der Datenerhebung und Analyse lassen sich nur schwer voneinander abgrenzen, da bereits häufig mit der Datenanalyse begonnen wird, bevor die Datenerhebung abgeschlossen ist.

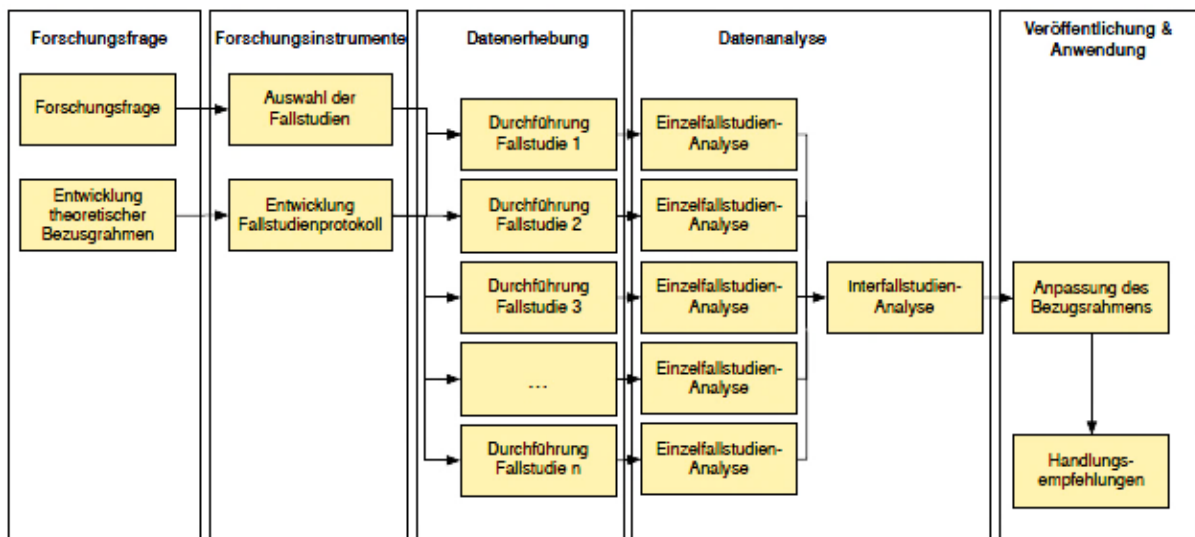


Abbildung 4-3: Ablaufplan von Fallstudien¹⁷³

Der Ablauf und die Aktivitäten der durchgeführten Fallstudie sind in fünf Abschnitte mit jeweils drei Aktivitäten gegliedert, siehe Tabelle 4-1.

¹⁷¹ Vgl. YIN, R. K.: Case study research. S.17

¹⁷² Vgl. MEYER, C.: Working Capital und Unternehmenswert. S.37

¹⁷³ MOLL, L. E.: Strategische Erfolgsfaktoren von Shared Services im Personalbereich. S.26

Tabelle 4-1: Ablauf der durchgeführten Fallstudie der Masterarbeit

1. Beziehungsaufbau mit beteiligten Mitarbeitern
<ul style="list-style-type: none"> a. Teilnahme an regelmäßigen Besprechungen der verschiedenen Abteilungen b. Vorstellen der eigenen Person und des Zweckes der Mitarbeit c. Austausch von Kontaktdaten
2. Einarbeitung in die BIM-Thematik
<ul style="list-style-type: none"> a. Literaturrecherche und Lesen der wichtigsten Werke zum Thema BIM b. Teilnahme an Veranstaltungen und Treffen zum Thema BIM c. Kritische Auseinandersetzung und Diskurs mit BIM-affinen Personen
3. Dokumentensammlung
<ul style="list-style-type: none"> a. Sammlung der verwendeten Schulungsunterlagen b. Sammlung der Protokolle zu Besprechungen für die BIM-Einführung c. Sammlung der eigenen Aufzeichnungen zum Thema BIM
4. Beobachtung des Einführungsprozesses
<ul style="list-style-type: none"> a. Beobachtung der verschiedenen Beteiligten im Umgang mit der Methode BIM b. Protokollierung von auftretenden Schwierigkeiten und anderen Ereignissen im Einführungsprozess c. Beobachtung der Zusammenarbeit und der Kommunikation zwischen den einzelnen Beteiligten
5. Nachbearbeitung und Protokollierung der Ereignisse
<ul style="list-style-type: none"> a. Sortierung und Strukturierung der Daten b. Erstellung der Chronologie der Ereignisse c. Zusammenfassung der Daten

4.3.1 Abgrenzung des theoretischen Bezugsrahmens und Definition der Forschungsfrage(n)

Im ersten Schritt werden eine oder mehrere Forschungsfragen definiert. Für die vorliegende Arbeit ist die Forschungsfrage in Kapitel 1.2 festgehalten. Die Forschungsfrage dient als Leitfaden für die gesamte Fallstudie. Damit stellt die Definition der Leitfrage einen grundlegenden Schritt dar, welcher durchgeführt werden muss, bevor mit der Datenerhebung begonnen werden kann¹⁷⁴.

Als nächstes wird der theoretische Rahmen abgesteckt, in welchem die Forschung stattfinden soll. Die Abgrenzung ist wichtig, da eine Fallstudie nur einen beschränkten Teil des relevanten Forschungsgebietes behandelt. Um aus einer Fallstudie aussagekräftige Ergebnisse zu

¹⁷⁴ Vgl. YIN, R. K.: Case study research. S.4.

erhalten und von ihr auf andere Fälle schließen zu können, muss erst deren Vergleichbarkeit bewiesen werden. Es wird daher eine Übereinstimmung mit existierender Literatur und Theorien aus der Forschung benötigt, um die Relevanz einer Fallstudie über den Rahmen der spezifischen Studie hinweg zu gewährleisten¹⁷⁵. Damit soll nachgewiesen werden, dass es sich bei der spezifischen Fallstudie in ihrer Ausprägung nicht um einen Einzelfall handelt und, dass die Ergebnisse aus der Fallstudie auch auf andere Fälle übertragbar sind. Es kann somit auch vorkommen, dass einzelne Ergebnisse verworfen werden, weil sie nicht belegt werden können und nur vermutet werden kann, dass es sich um öfter auftretende Phänomene handelt.

Die vorliegende Fallstudie wurde auf die Beobachtung eines mittelgroßen Ingenieurbüros begrenzt. Innerhalb dieses Ingenieurbüros wurden drei Abteilungen, welche unmittelbar mit dem Forschungsthema beschäftigt waren, für die Datenerhebung berücksichtigt. Der Zeitraum der Fallstudie wurde mit der Zeit der aktiven Mitarbeit von April 2017 bis September 2018 eingegrenzt. Für die qualitative Umfrage wurde inhaltlich auch eine zeitliche Abgrenzung vorgenommen, welche sich auf die Entwicklung ab der Einführung von BIM-Programmen im Unternehmen konzentriert. Diese wurden, je nach Abteilung, seit den Jahren 2008 bis 2013 verwendet.

4.3.2 Auswahl des Forschungsfalls

Für diese Arbeit wurde als Forschungsfall die Einführung von BIM in einem mittelgroßen Ingenieurbüro gewählt. Die Implementierung fand in drei verschiedenen Abteilungen des Unternehmens gleichzeitig statt. Pro Abteilung waren jeweils drei bis sechs Mitarbeiter in den Prozess eingebunden. Dabei wurden nicht nur technologische, sondern auch organisatorische und soziale Aspekte in die Beobachtung mit aufgenommen. Unterstützend wurde auch die Expertise eines BIM-Managers in Anspruch genommen.

¹⁷⁵ Vgl. BRÄTHEN, K.: Collaboration with BIM - Learning from the Front Runners in the Norwegian Industry. In: *Procedia Economics and Finance*, 21/2015. S.441.

4.3.3 Generierung der Daten

Die Methode zur Datenerhebung wird so gewählt, dass sie dem Forschungsgegenstand und dem Ziel der Untersuchung gerecht wird und Daten so erhoben werden, dass die Forschungsfragen damit beantwortet werden können. Im Rahmen einer Fallstudie werden dabei besonders häufig die Methoden der Beobachtung sowie der Befragung mit anschließender Inhaltsanalyse verwendet. Daten wurden im Fall der begleiteten Fallstudie, wie in Abbildung 4-4 dargestellt, mit Hilfe von Beobachtungs- und Schulungsprotokollen, Interviewmitschriften und weiteren Dokumenten festgehalten und analysiert.

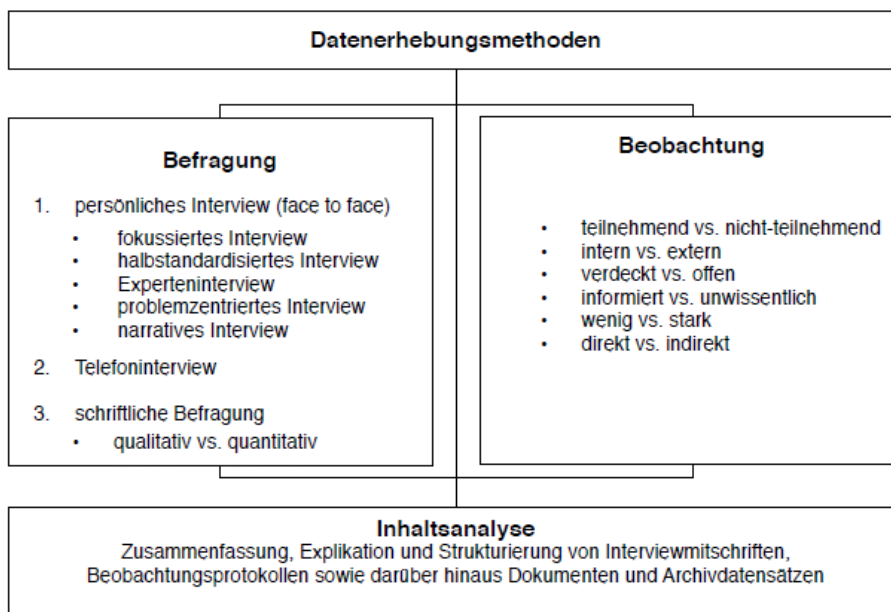


Abbildung 4-4: Datenerhebungsmethoden und Formen¹⁷⁶

4.3.3.1 Qualitative Umfrage

Aus den Beobachtungen im Laufe der Mitarbeit am Einführungsprozess konnten Erkenntnisse gewonnen werden, welche einerseits durch einen Abgleich mit fachspezifischer Literatur und andererseits durch eine qualitative Umfrage mit ausgewählten Beteiligten des Implementierungsprozesses validiert wurden.

Die qualitative Umfrage unterscheidet sich in mehreren Punkten von der quantitativen Umfrage. So werden aus der qualitativen Forschung zum Beispiel keine standardisierten Daten gewonnen, sie ist offener, bezieht das menschliche Handeln mit ein und ist auf ein Themengebiet spezialisiert. Es werden, im Gegensatz zur quantitativen Forschung,

¹⁷⁶ WALTER, A.: Methodik der empirischen Forschung. In HAMPP, B.: Academic Paper Writing - Eine Fallstudie zur Untersuchung kollaborativer Wissensarbeit. S.27.

auch keine zuvor aufgestellten Hypothesen verifiziert.¹⁷⁷ Ein weiterer wichtiger Unterscheidungspunkt ist die Vermeidung der Vorgabe von standardisierten Antworten, wodurch eine flexible Beantwortung der Fragen ermöglicht wird.¹⁷⁸ Die qualitative Umfrage kommt in erster Linie in wenig erforschten Themengebieten zur Anwendung, um festgelegte Fragestellungen beurteilen zu können. Die Vor- und Nachteile der qualitativen Forschung werden in Tabelle 4-2 dargestellt.

Tabelle 4-2: Vor- und Nachteile der qualitativen Forschung¹⁷⁹

<p>Vorteile:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Persönliche Interaktion zwischen Interviewer und Befragten • Anpassung der Fragen während des Interviews • Inhalt kann vertieft werden
<p>Nachteile:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Verallgemeinerung komplex • Gegenüberstellung der Daten schwierig • arbeitsintensiv

In der qualitativen Forschung wird grundsätzlich zwischen standardisierten, halbstandardisierten und nichtstandardisierten Interviews unterschieden. Wie sich diese Unterscheidung auf den Fragewortlaut und die Antwortmöglichkeiten auswirkt wird in Tabelle 4-3 veranschaulicht.

Formen von qualitativen Interviews

Tabelle 4-3: Einteilung qualitativer Interviews¹⁸⁰

	Fragewortlaut und -Reihenfolge	Antwortmöglichkeiten
Standardisiertes Interview	vorgegeben	vorgegeben
Halbstandardisiertes Interview	vorgegeben	nicht vorgegeben
Nichtstandardisiertes Interview	nicht vorgegeben (nur Thema/Themen vorgegeben)	

¹⁷⁷ Vgl. FLICK, U.; KARDORFF, E. VON; STEINKE, I.: Qualitative Forschung. S.17.

¹⁷⁸ Vgl. FLICK, U.; KARDORFF, E. VON; STEINKE, I.: Qualitative Forschung. S. 25 in MAGG, A.-K.: Gebäudetechnik im mehrgeschossigen Holzbau: Eine baugleitende Analyse des Bauablaufs und der konstruktiven Ausführung haustechnischer Installationen. S.54.

¹⁷⁹ MAGG, A.-K.: Gebäudetechnik im mehrgeschossigen Holzbau: Eine baugleitende Analyse des Bauablaufs und der konstruktiven Ausführung haustechnischer Installationen. S.55.

¹⁸⁰ GLÄSER, J.; LAUDEL, G.: Experteninterviews und qualitative Inhaltsanalyse als Instrumente rekonstruierender Untersuchungen. S. 41.

Die Kommunikation zwischen Befragter und Befragten kann auf unterschiedliche Art und Weise stattfinden. So unterscheidet Häder folgende Arten der Befragung:¹⁸¹

- persönlich-mündlich
- schriftlich
- telefonisch-mündlich
- Nutzung moderner Kommunikationsmedien (z.B. Web, Apps)

Für die vorliegende Befragung wurde die persönlich-mündliche Methode herangezogen, da diese Befragungsart den Befragten motiviert, „gültige und verlässliche Informationen zu geben“.¹⁸²

Durchgeführt wurden problemzentrierte Interviews, basierend auf einem Interviewleitfaden, siehe Anhang 1 – Interviewleitfaden. Das problemzentrierte Interview eignet sich gut für ein qualitatives Gespräch im Rahmen einer Forschungsarbeit.¹⁸³ Wesentliche Merkmale sind dabei die im Mittelpunkt stehende Problemstellung, die offene Gesprächsgestaltung mit freier Antwortmöglichkeit und die Anwendung eines Interviewleitfadens.¹⁸⁴ Der Leitfaden dient dazu, das Gespräch innerhalb der definierten Problemstellung zu halten und den Probanden gelegentlich zum Thema zurück zu holen.¹⁸⁵

Die Wahl der Interviewpartner hat eine entscheidende Rolle für die Qualität der Ergebnisse der Fallstudie. Deshalb wurde bei der vorliegenden Arbeit der Auswahl, welche auf der Basis der Theorie von Patton erfolgte, besondere Aufmerksamkeit zugeteilt: „Any common patterns that emerge from great variation are of particular interest and value in capturing the core experiences and central, shared aspects or impacts of a program.“¹⁸⁶

Dies besagt, dass die Ergebnisse einer Umfrage dann besonders wertvoll und übertragbar auf andere Fälle sind, wenn die Variation der teilnehmenden Probanden groß genug ist. Bei der durchgeführten Umfrage wurde auf eine heterogene Zusammensetzung in mehrfacher Hinsicht geachtet. Es wurden Personen aller hierarchischen Ebenen für die Befragung herangezogen. Weiters wurden sowohl weniger erfahrene Personen als auch Mitarbeiter mit langjähriger Erfahrung auf dem Gebiet der BIM-Modellierung befragt. Als weiterer Unterscheidungsfaktor wurde das Alter beziehungsweise die Berufserfahrung der

Befragungsarten

Auswahl der Interviewpartner

¹⁸¹ Vgl. HÄDER, M.: Empirische Sozialforschung. S.201.

¹⁸² HÄDER, M.: Empirische Sozialforschung. S.201.

¹⁸³ Vgl. FLICK, U.; KARDORFF, E. VON; STEINKE, I.: Qualitative Forschung. S.13.

¹⁸⁴ Vgl. MAYRING, P.: Einführung in die qualitative Sozialforschung. S.67f.

¹⁸⁵ Vgl. CROPLEY, A. J.: Qualitative Forschungsmethoden. S.107.

¹⁸⁶ PATTON, M. QUINN: Qualitative research & evaluation methods. S.172.

Probanden berücksichtigt, um auch hier eine möglichst große Bandbreite zu erlangen.

Weitere Parameter für die Auswahl der Interviewpartner waren außerdem folgende Fragestellungen:¹⁸⁷

- Verfügt der Proband über relevante Informationen?
- Welche der zur Verfügung stehenden Personen ist am ehesten in der Lage präzise Informationen zu geben?
- Welche Personen sind bereit, zum Forschungsthema befragt zu werden?

Mit diesen Voraussetzungen und Bedingungen wurde eine Gruppe von elf Interviewpartnern ausgewählt. Folgende Verteilung hat sich dabei ergeben:

Tabelle 4-4: Verteilung der Interviewpartner nach Kriterien

Personen gesamt	11 Personen
Zugehörigkeit	
- Firmenintern	10 Personen
- Extern	1 Person
Positionsebene	
- Strategische/taktische Ebene	4 Personen
- Operative Ebene	6 Personen
Erfahrung	
- mehr als fünf Jahren Erfahrung mit BIM-Modellierung	4 Personen
- weniger als zwei Jahren Erfahrung mit BIM-Modellierung	6 Personen
Alter	
- Personen über 40 Jahren	5 Personen
- Personen unter 40 Jahren	6 Personen

¹⁸⁷ Vgl. GORDEN, R. L.: Basic interviewing skills. S.196f.

Die Interviewpartner belegten dabei folgende Berufsfelder:

- Geschäftsführung des Ingenieurbüros mit Baumeisterausbildung
- Fachplaner in drei verschiedenen Bereichen:
 - Architektur:
 - Abteilungsleiter
 - Fachplaner für Architektur
 - Gebäudetechnik
 - Geschäftsführer für Innovation und Entwicklung
 - Fachplaner für Elektrotechnik
 - Fachplaner für Haustechnik
 - Tragwerksplanung
 - Abteilungsleiter
 - Fachplaner für die Tragwerksplanung
- Externer zertifizierter Berater für die Einführung von BIM im Ingenieurbüro

Alle Befragten waren aktiv in den Prozess der Einführung von BIM im Ingenieurbüro eingebunden.

Um die Ergebnisse der Interviews vergleichbar zu machen, wurde ein Interviewleitfaden erstellt. Bei einem Interviewleitfaden handelt es sich um eine Hilfestellung für ein Interview, welcher die Funktion eines roten Fadens übernimmt. Damit wird sichergestellt, dass jeder Befragte im Laufe des Interviews dieselben Fragen beantwortet. Dadurch können vergleichbare Antworten und damit verwertbare Ergebnisse gewonnen werden. Eine Ausformulierung der Interviewfragen ist dabei ratsam beziehungsweise je nach gewählter Form des Interviews unterschiedlich zu gestalten.¹⁸⁸

Erstellung des Interviewleitfadens

Bei der Erstellung eines Fragebogens und auch eines Interviewleitfadens wird zwischen offenen und geschlossenen Fragen unterschieden. Offene Fragen beginnen vorwiegend mit den Fragewörtern *Wer*, *Was*, *Wann*, *Wo*, *Warum*, *Wie* und *Wozu*. Im Gegensatz zu geschlossenen Fragen lassen sich offene Fragen nicht in ihrer Antwort einschränken. Offene Fragen werden zum Beispiel dann eingesetzt, wenn dem Probanden die Möglichkeit gegeben werden soll, eine Antwort selbst zu formulieren. Dadurch erhöht sich die Wahrscheinlichkeit, dass neue Themen aufkommen und in den Kontext miteinfließen. Bei

¹⁸⁸ Vgl. GLÄSER, J.; LAUDEL, G.: Experteninterviews und qualitative Inhaltsanalyse als Instrumente rekonstruierender Untersuchungen. S.142ff.

geschlossenen Fragen wird der Proband oft aufgefordert, seine Antwort innerhalb einer Skala anzugeben.

Wie in einem halbstandardisierten Interview vorgesehen, wurden sowohl offene als auch geschlossene Fragen gestellt. Geschlossene Fragen wurden zum Beispiel als Stimmungsabfragen zum Fortschritt der Implementierung von BIM verwendet. Die Fragen für den Interviewleitfaden wurden größtenteils aus der Forschungsfrage aus Kapitel 1.2 und von Beobachtungen und Entwicklungen während des Einführungsprozesses abgeleitet. Zudem wurden zum tieferen Verständnis der Antworten auch noch Fragen zur Person der Befragten gestellt.

Um den Fragebogen auf Vollständigkeit, Verständnis und Machbarkeit zu überprüfen, wurden vorab zwei Probeinterviews durchgeführt, in welchen die genannten Kriterien getestet wurden. Zusätzlich wurde auch die Dauer des Interviews überprüft, um eine für den Befragten zumutbare Dauer einzuhalten. Anschließend wurde der Fragebogen mit Hilfe des Feedbacks der befragten Personen überarbeitet und entsprechend den Kommentaren bzw. Kriterien angepasst. So bestand der Fragebogen anfangs aus vielen aneinander gereihten Fragen. Eine Zusammenfassung der Fragen in übergeordneten Themenblöcken erwies sich als hilfreich und half dabei, den Gesprächsfluss nicht zu unterbrechen, aber trotzdem die Fragen an der jeweils richtigen Stelle im Interview zu stellen. Vor allem bei einer offenen Frageweise kann es durchaus vorkommen, dass später gereichte Fragen bereits vorab, während der Beantwortung einer anderen Frage, berücksichtigt werden. Die Beantwortung von zwei im Leitfaden definierten Fragen während einer Antwort ist insofern gut nachvollziehbar, da sich viele Fragen thematisch überschneiden. Hier war es wiederum wichtig, immer wieder die richtige Abgrenzung zu angrenzenden Themengebieten zu definieren. Während der ersten Interviews wurden außerdem zusätzliche Themen, wie beispielsweise das Thema der Suche nach geeigneten Angestellten, in die Befragung mit aufgenommen. Zugleich wurden redundante Fragen aus dem Fragenkatalog genommen.

Daraus ergaben sich folgende übergeordnete Themenblöcke:

- Fragen zu BIM allgemein
- Fragen zum Einführungsprozess von BIM
- Spezifische Fragen zu den Potentialen und Hemmnissen der Einführung von BIM
- Fragen zur Person und zum beruflichen Hintergrund

Die Interviews wurden in einem Zeitraum von drei Wochen jeweils in einer für den Befragten vertrauten Umgebung durchgeführt. Außerdem wurde darauf geachtet, dass der Termin in einen für den Probanden möglichst stressfreien Zeitraum fiel, um ein Gespräch ohne Zeitdruck

Durchführung der Interviews

zu ermöglichen. Außerdem wurde eine jeweils ungestörte und möglichst neutrale Umgebung gewählt. Dadurch wurde für den Befragten die geeignete Atmosphäre geschaffen, um auch kritische Themen anzusprechen. Während der Befragung wurde vom Interviewer eine Gesprächsnotiz angelegt, um jedoch alle relevanten Informationen zu erfassen wurde zusätzlich ein Aufnahmegerät genutzt, um die Notizen mit dem später erfassten Transkript abzugleichen beziehungsweise zu ergänzen.

4.3.3.2 Beobachtung

Auch die Methode der Beobachtung bietet mehrere Varianten an. Eine Abgrenzung erfolgt dabei nach der Art der Beobachtung, der Situation und im Erhebungsverfahren. Der Beobachter kann offen oder verdeckt Daten sammeln. Eine offene Observierung bedeutet, dass der Beobachter von den beobachteten Personen gesehen wird. Die verdeckte Beobachtung erfolgt beispielsweise durch Kameras oder auch durch einen einseitigen Spiegel. Dadurch kann eine Beeinflussung durch den Beobachter vermieden werden. Es gibt zudem eine teilnehmende oder nicht-teilnehmende Beobachtung, welche sich durch die Rolle des Beobachters definiert. Durch diese Parameter lässt sich eine Observierung an eine Untersuchungseinheit genau anpassen. Ein Vorteil der Beobachtung gegenüber der Befragung ist die Dauer der Methode. Die Beobachtung kann zu einem bestimmten Zeitpunkt aber auch über einen längeren Zeitraum durchgeführt werden, wodurch eine kontinuierliche Wahrnehmung von Ereignisketten möglich wird.¹⁸⁹

Durch die aktive Mitarbeit an Projekten im Ingenieurbüro konnten Erkenntnisse mit Hilfe der Methode der teilnehmenden, internen und offenen Beobachtung gewonnen und in dieser Arbeit schriftlich festgehalten werden. Dies erfolgte über einen Zeitraum von eineinhalb Jahren.

4.3.4 Inhaltsanalyse

Für die Inhaltsanalyse, welche nach der Erhebung der Daten zum Einsatz kommt, werden alle Daten gesammelt, zusammengefasst, interpretiert und strukturiert. Dabei werden Informationen aus Interviews, Beobachtungen und weiteren Dokumenten gemeinsam analysiert. Durch die Zusammenfassung wird ein Überblick über die Kernaussagen erreicht. Mit Hilfe der anschließenden Explikation wird das Material in einen sachlichen und zeitlichen Kontext gebracht, wodurch sich Inhalt und Aussage der verschiedenen Datenquellen auf Richtigkeit und

¹⁸⁹ Vgl. WALTER, A.: Methodik der empirischen Forschung. In HAMPP, B.: Academic Paper Writing - Eine Fallstudie zur Unterstützung kollaborativer Wissensarbeit. S.28.

Vollständigkeit beurteilen lassen. In der abschließenden Strukturierung wird beurteilt, ob und in wie weit Quellen aussagekräftig und verlässlich sind. Alle Quellen werden dabei laufend in einer Datenbank abgelegt, um eine Nachvollziehbarkeit der abgeleiteten Schlüsse garantieren zu können. Je diverser und heterogener die Quellen dabei sind, desto höher ist die Verlässlichkeit. Es gilt jedoch immer abzuwägen, ob die Quelle überhaupt für den Forschungszweck geeignet ist.¹⁹⁰

4.3.5 Zusammenfassung und Analyse der Ergebnisse

Die Auswertung der Daten einer Fallstudie, welcher eine Sortierung und Strukturierung der Daten voran geht, lässt sich in Einzelfallanalyse und umfassende Fallstudienanalysen unterteilen. Inhalte werden dabei begrifflich umgeschrieben um eine Verdichtung des Datenmaterials und damit die Entstehung eines Fallstudienberichtes zu ermöglichen.¹⁹¹

Basierend auf den Fallstudienberichten erfolgt anschließend im Rahmen eines Vergleichs der einzelnen Fälle eine qualitative Inhaltsanalyse und schlussendlich die Interpretation der Ergebnisse. In diesem Schritt werden auch die gestellten Forschungsfragen überprüft und beantwortet.

Für diese Arbeit fand die Analyse laufend und weitgreifend statt. Hierzu wurden unter anderem Beobachtungen, Gesprächsprotokolle und Interviewtranskriptionen strukturiert, analysiert und fortwährend eine Abgrenzung des Materials betrieben.

¹⁹⁰ Vgl. YIN, R. K.: Case study research. In HAMPP, B.: Academic Paper Writing - Eine Fallstudie zur Unterstützung kollaborativer Wissensarbeit. S.29.

¹⁹¹ Vgl. YIN, R. K.: Case study research. In HAMPP, B.: Academic Paper Writing - Eine Fallstudie zur Unterstützung kollaborativer Wissensarbeit. S.30.

5 Ergebnisse der Beobachtung

In diesem Kapitel werden die Beobachtungen festgehalten, welche im Rahmen der 18-monatigen, aktiven Mitarbeit an der Einführung von BIM als integrale Methode im Ingenieurbüro und der Begleitung des Implementierungsprozesses gemacht wurden. Im Folgenden wird dabei auf die Ausgangssituation eingegangen und im Anschluss daran werden die Entwicklungen im Verlauf des Beobachtungszeitraums dokumentiert.

5.1 Die Ausgangssituation

Die Beobachtung wurde in einem mittelgroßen Ingenieurbüro in Österreich durchgeführt. Das Unternehmen hat im Gesamten rund 150 Mitarbeiter und bietet Leistungen in zehn Kompetenzfeldern im Hoch- und Tiefbau an. Neben dem Unternehmenssitz, an welchem etwa 85 % der Mitarbeiter beschäftigt werden, gibt es noch 3 weitere Standorte. Die an der Einführung der BIM-Methode beteiligten Mitarbeiter sind auf den Hauptstandort und einen etwa 25 Fahrminuten entfernten Nebenstandort aufgeteilt. Drei Abteilungen wurden für die Einführung von BIM ausgewählt. Die Abteilungen Architektur und Tragwerksplanung sind am Hauptstandort situiert. Die Gebäudetechnikabteilung befindet sich am Nebenstandort und war bis 2017 ein eigenständiges Unternehmen.

*Unternehmensstandorte
und Mitarbeiterzahlen*

Die Beobachtung der Einführung erstreckte sich über einen Zeitraum von 18 Monaten vom 01.04.2017 bis zum 28.09.2018 und erfasste damit den Beginn der Einführung von BIM als integrale Methode. Die Einführung von BIM-Software begann in kleinen Schritten schon im Jahr 2007 mit der Nutzung von Modellierungsprogrammen in der Architektur und etwas später auch in der Statikabteilung. Diese Entwicklungen fanden jedoch getrennt voneinander statt und es wurden noch keine Modelle ausgetauscht, weshalb BIM zu diesem Zeitpunkt jeweils als Little Closed BIM praktiziert wurde.

Zeitraum der Beobachtung

Auf strategischer Ebene war sowohl ein Geschäftsführer maßgeblich in die Planung der Einführung der Methode involviert, als auch die Abteilungsleiter der drei eingebundenen Bereiche. Teil der operativen Einführung der integralen Planungsweise waren jeweils zwei Mitarbeiter der Abteilungen TGA und Statik und drei Mitarbeiter der Architekturabteilung. Als Projektleiter der Einführung wurde ein Mitarbeiter der Architekturabteilung, welcher die längste und umfangreichste Erfahrung im Bereich der modellbasierten Planung hatte, ausgewählt. Zusätzlich wurde ein Student für die Dokumentation der Einführung eingestellt, sowie ein externer BIM-Konsulent hinzugezogen.

*Eingesetzte Personal-
Ressourcen*

Die Motivation für die Einführung von BIM kam aus verschiedenen Bereichen. Im Vordergrund standen Projekte von Auftraggebern, welche explizit die integrale BIM-Methode für die Planung forderten. Ein weiterer Motivationsgrund war auch der Druck, welcher aufgrund von Beiträgen in Fachzeitschriften und Diskussionen bei Fachvorträgen entsteht. Zudem investierten vermehrt große Bauunternehmen in die Anwendung und Weiterentwicklung von BIM, wodurch sie für die Branche zu Vorreitern werden und den Druck auf kleinere Unternehmen erhöhen.

Motivation für die Einführung von BIM

Die Ausgangssituation der einzelnen Abteilungen wird im Folgenden getrennt betrachtet, da der Start der Implementierung unter unterschiedlichen Bedingungen und Voraussetzungen stattfand. Die Beobachtungen während der Einführungsphase sind in fünf Themenfeldern unterteilt. Die Gliederung lehnt sich dabei an *Kapitel 3 Handlungsempfehlungen zur Einführung von BIM in der Literatur* an.

5.1.1 Ausgangssituation in der Architekturabteilung

In der Architekturabteilung waren zu Beginn der Beobachtung inklusive Abteilungsleiter acht Mitarbeiter beschäftigt. Im BIM-Projektteam waren drei Mitarbeiter direkt in die Einführung involviert. Einer davon bekam die Rolle als Projektleiter für die Implementierung der Methode für alle Abteilungen.

Ressourcen

Im Bereich der Software veränderte sich in dieser Abteilung nicht viel. Verwendet wurden vor und im Beobachtungszeitraum die Programme AutoCAD und Revit von Autodesk. Neu war die erweiterte Nutzung von Funktionen bei Revit.

Software

Die BIM-Modellierungssoftware Revit wurde auf Initiative eines Mitarbeiters im Jahr 2007 eingeführt. Er erlernte die Software mit der Hilfe eines Einführungskurses an der Technischen Universität Graz. Auf dieser Grundlage entwickelte der Mitarbeiter autodidaktisch seine Fähigkeiten weiter und schulte weitere Mitarbeiter ein. Alle in die Einführung eingebundenen Mitarbeiter hatten dadurch schon langjährige Erfahrungen in der dreidimensionalen Modellierung. Die ersten mit einem BIM-fähigen Programm geplanten Projekte wurden schon im Jahr 2008 erfolgreich abgeschlossen, zudem wurde aber weiterhin im 2D-Format geplant. Einige Projekte wurden aber auch 2018 noch zweidimensional gezeichnet. Die Tendenz ging in Richtung der dreidimensional modellierten Objekte.

BIM-Erfahrung

Durch die Beherrschung der BIM-Modellierung war die Architekturabteilung auf die Einführung der integralen BIM-Methode gut vorbereitet. Entsprechend hoch waren die Erwartungen an die Einführung der Methode, wobei hier in der Methode primär die gemeinsame Arbeit an

Motivation und Erwartungen

einem Modell gesehen wird. Man erhoffte sich beispielsweise Optimierungen durch die Möglichkeiten der dreidimensionalen Visualisierung, einen verkürzten Zeitaufwand bei Planänderungen und eine Erleichterung bei der Berechnung von Massen. Die Veränderung der Arbeitskultur und von Prozessen wurde nur untergeordnet als Teil von BIM wahrgenommen.

5.1.2 Ausgangssituation in der Statikabteilung

In der Statikabteilung waren der Abteilungsleiter und zwei weitere Mitarbeiter in die Einführung involviert. Diese Abteilung befindet sich gemeinsam mit der Architekturabteilung am Hauptstandort.

Schon seit einigen Jahren wird mit den Programmen Strakon von DiCAD und SOFiSTiK des gleichnamigen Unternehmens mit dem Aufsatz SOFiPLUS gearbeitet. In der Schalungsplanung wurde das Programm SCIA der SCIA Software GmbH eingesetzt. Für die Statik bedeutete die Einführung von BIM auch die Einführung des Programms Revit. In Revit gibt es ein Plug-in der Software SOFiSTiK, welches statische Berechnungen von Modellen ermöglicht, ohne das Programm zu wechseln. Im Rahmen der BIM-Einführung wurde die Durchführung von Datentransfers von Modellen von Revit nach SOFiSTiK und SCIA und zurück geplant, um den Statikern zukünftig die Modellierung der Bauteile zu ersparen.

Dreidimensionale Berechnungen und Modellierungen wurden schon über viele Jahre angewendet. Für die Berechnung der Erdbebensicherheit wurde beispielsweise mit der **Finite-Elemente-Methode** eine dreidimensionale Berechnung der statischen Eigenschaften von Objekten verwendet, wofür ein 3D-Modell benötigt wird. Auch wenn es sich dabei nicht um BIM-Erfahrung handelt, so ist Erfahrung in diesem Bereich von Vorteil, da die dreidimensionale Planung ein grundlegender Baustein der BIM-Methode ist.

Die Statik erwartete sich von der Einführung von BIM eine Erleichterung der Arbeit, da Modelle in Zukunft nicht mehr selbst modelliert, sondern von der Architektur übernommen werden sollen. Die dafür nötigen Programme waren mit SOFiSTiK und Revit schon vorhanden. Die Erwartungen an BIM waren daher groß. Trotzdem wurden keine Aktivitäten aus Eigeninitiative aus dem Bereich der Statikabteilung wahrgenommen.

Ressourcen

Software

BIM-Erfahrung

*Die **Finite-Elemente-Methode** steht für ein numerisches Verfahren welches u.a. für eine Festigkeits- und Verformungsanalyse von Körpern verwendet wird.*

Motivation und Erwartungen

5.1.3 Ausgangssituation in der Abteilung der technischen Gebäudeausrüstung

In der TGA-Abteilung nahmen 3 von insgesamt 27 Mitarbeitern an der Einführung der BIM-Methode teil. Ähnlich wie in den anderen Abteilungen wurde auch hier mit dem Bereichsleiter für Forschung und Entwicklung ein Mitarbeiter der strategischen Ebene und zwei Techniker eingesetzt. Einer der Techniker war für die Gebäudetechnik und der andere für die Elektrotechnik zuständig.

Ressourcen

Die Techniker arbeiteten in dieser Abteilung bis zur Einführung der BIM-Methode nur mit zweidimensionalen Programmen. Eingeführt wurde hier das Programm Revit, welches ein eigenes Modul für die Modellierung von gebäudetechnischen Anlagen hat.

Software

Dreidimensionale Modelle wurden in dieser Abteilung vor der Einführung von BIM nicht erstellt. Geplant wurde auf Grundlage von Architektenplänen. Manchmal wurde das mitgelieferte dreidimensionale Modell als Hilfsmittel genutzt um Anforderungen der Architektur besser berücksichtigen zu können.

BIM-Erfahrung

Die Erwartungshaltung gegenüber BIM war in der Gebäudetechnikabteilung spürbar verhalten. Das Bewusstsein dafür, dass es eine Veränderung in Richtung der BIM-Methode geben wird, war schon da, aber es gab, aus der Sicht der operativen Mitarbeiter, noch viele Unsicherheiten.

Motivation und Erwartungen

5.2 Einführung, Einschulung und erste Schritte

Für die Einführung von BIM wurde von einem strategischen Projektteam, welchem aus allen Abteilungen zumindest ein strategisch tätiger Mitarbeiter und die Geschäftsführung angehörten, eine langfristige Vision und kurzfristige Ziele für das Büro erarbeitet, siehe Abbildung 5-1 und Abbildung 5-2.

Vision und Ziele

Vision bis 2020:

- arbeitet standardisiert mit BIM-Planungsprozessen für
 - alle gemeinsamen Neubauprojekte
 - hat Erfahrung bei gemeinsamen Sanierungs-/Umbauprojekte gesammelt
- bindet aktiv externe Partner/Planer/Kunden in die Prozesse ein
- hat die BIM-Prozesse bzw. Planungsstandards in ein gemeinsames QM-System übernommen
- vermarktet das BIM-Know-how aktiv und unterstützt Wirksamkeit nach außen

Abbildung 5-1: Vision für die BIM-Einführung bis 2020 im begleiteten Ingenieurbüro¹⁹²

¹⁹² BIM Einführung - Konzept des begleiteten Ingenieurbüros.2017. S.2.

Qualitätsziele

- Abwicklung erster Pilotprojekte bis 2018
- 50% der 2018 gemeinsam umgesetzten Projekte werden mit einer Kollisionskontrolle gecheckt
- Jährliche Verbesserung der Genauigkeit der Massen- und Kostenermittlung gegenüber Ausführung, zB Betonmengen, usw.
- Regelmäßige, quartalsweise interne Developmentreviews
- Zusammenwachsen der Kommunikations- und Organisationsebenen zu einem einheitlichen System

Abbildung 5-2: Qualitätsziele für die BIM-Einführung¹⁹³

Die verschiedenen Abteilungen starteten mit sehr unterschiedlichen Voraussetzungen in die BIM-Einführung. Eine Erhebung des Status-Quo, beziehungsweise der Arbeitsweise, um mögliche Defizite zu detektieren und vorhandene Potentiale zu nutzen, wurde während des Beobachtungszeitraumes nicht durchgeführt.

*Ausgangslage und
Ermittlung des
Status-Quo*

Die Einführung in die Methode BIM wurde in einer Einschulung von einem externen BIM-Konsulenten durchgeführt. Dabei wurde ein grober Überblick geschaffen. Anschließend lag der Fokus auf einem zentralen Modell, welches von allen Abteilungen gemeinsam bearbeitet wird und auf der Anwendung der Software. Eine weitere umfangreichere Vermittlung des grundlegenden Wissens zu BIM fand nicht statt.

*Einführung in die
BIM-Methode*

Die Einschulung der Programme erfolgte für das gesamte Einführungsprojektteam in zwei etwa vier-stündigen Seminare. Die Stimmung beim ersten Termin war sehr gut. Vor allem die gemeinsame, abteilungsübergreifende Schulung wurde sehr positiv aufgenommen. Etwas kritisch war die schon zuvor erwähnte unterschiedliche Ausgangslage, welche im Laufe der Einschulung besonders bemerkbar wurde. Obwohl die Termine in der ursprünglichen Planung in kurzem Abstand erfolgen sollten, lag schlussendlich, aufgrund von Terminvereinbarungsschwierigkeiten, ein temporärer Abstand von etwa einem halben Jahr zwischen den Seminaren. Die Abteilung der TGA wurde vom Konsulenten an einigen Terminen getrennt geschult, da der Bedarf hier als besonders hoch eingeschätzt wurde. Die lange Pause zwischen den zwei gemeinsamen Terminen und die fehlende Kommunikation über die Gründe dafür führten zu Verunsicherung unter den Mitarbeitern und zu spürbar sinkender Motivation.

Schulungen

Dies wirkte sich auch auf die ersten Pilotprojekte aus, welche schon zu Beginn der Einführung feststanden. Dabei handelte es sich einerseits um ein Projekt eines externen Auftraggebers und andererseits um ein internes Projekt. Es waren keine Standardprojekte, sondern jeweils größere Projekte mit besonderen Anforderungen und Randbedingun-

*Pilotprojekte und
Testprojekt*

¹⁹³ BIM Einführung - Konzept des begleiteten Ingenieurbüros.2017. S.2.

gen. Die Projekte konnten nicht wie vorgesehen vollständig selbst geplant werden und es mussten Teilplanungen, vor allem im Bereich der Gebäudetechnik, ausgelagert werden. Die Enttäuschung in der Architekturabteilung, welche alle Anforderungen erfüllt hatte, und die Frustration auf Seiten der Mitarbeiter der Gebäudetechnikabteilung, welche noch nicht genügend Kompetenz aufgebaut hatten, war groß. Nachdem es beim ersten Pilotprojekt zur Auslagerung der gesamten Gebäudetechnik kam, wurde als Ersatz und weitere Vorgangsweise ein Testprojekt initiiert. Es kam bis zum Ende der Beobachtungszeit jedoch zu keiner Fortsetzung dieses Projekts.

In Punkt 4 der Qualitätsziele, siehe Abbildung 5-2, nahm sich die strategische Leitung der Einführung regelmäßige Development Reviews, also Besprechungen zum Stand der Entwicklung der Einführung, vor. Diese fanden ohne Beteiligung von operativen Mitarbeitern statt. Feedback wurde, soweit dies beobachtbar war, nur zum Fortschritt einzelner betroffener Projekte eingeholt. Es fand auch keine Diskussion zum Einführungsplan statt und die Meinung der operativen Mitarbeiter konnte nicht in die Planung einfließen.

Überprüfung des Fortschritts

Alle Mitarbeiter der BIM-Einführung hatten neben der Implementierung auch noch die Arbeit aus Projekten zu erledigen, welchen sie zugeteilt waren. Da nicht klar definiert wurde, wieviel Zeit der BIM-Einführung und wieviel Zeit der konventionellen Arbeit gewidmet werden sollte, kam es im Laufe der Einführung zu einer nachvollziehbaren Prioritätenverschiebung zu Gunsten der laufenden Projektarbeit, da Abgabetermine eingehalten werden mussten und diese Arbeit klarer definiert war als die Arbeit für die BIM-Einführung. Trotz Kommunikation an Vorgesetzte in den betroffenen Abteilungen konnte in dieser Problematik keine Veränderung wahrgenommen werden.

Zeitkontingent für die BIM-Einführung nicht definiert

Feedback wurde, soweit dies beobachtbar war, nur zum Fortschritt einzelner betroffener Projekte eingeholt. Die Vision und Ziele, siehe Abbildung 5-1 und Abbildung 5-2, wurden in dieser Form während der Beobachtungszeit nicht an das operative Team kommuniziert. Mögliche Wahrnehmungsunterschiede und Einstellungen gegenüber BIM wurden so weder bemerkt noch thematisiert und ausgeglichen.

Kommunikation über Ziele, Fortschritte

Durch die Konzentration auf Softwarethemen wurden viele wichtige BIM-Aspekte in der BIM-Einführung nur stiefmütterlich behandelt. Weder eine ganzheitliche Auseinandersetzung mit BIM, noch ein Ausgleich von Wahrnehmungsunterschieden und Einstellungen gegenüber BIM fanden statt. Dies resultierte in sehr verschiedenen Erwartungshaltungen der verschiedenen Einführungsbeteiligten. Besonders zwischen strategischer und praktisch-operativer Ebene klafften die Perspektiven weit auseinander. Dies führte zwischenzeitlich vor allem auf operativer Ebene zu Unsicherheit über den Fortschritt der Einführung.

Unterschiedliche Erwartungen an BIM zwischen strategischer und operativer Ebene

Die Methode BIM wurde in den drei Abteilungen mit der Nutzung von verschiedenen Programmen jeweils in einer Little Closed BIM Variante eingeführt. Aufgrund der zwei Standorte und der sehr eigenständigen Führung der TGA-Abteilung wurden die Beteiligten mit den Herausforderungen einer Big Closed BIM Variante konfrontiert. Die Mitarbeiter der TGA trafen am ersten Schulungstermin der Einführung erstmals auf die anderen Teammitglieder. Auch wenn dies grundsätzlich eine positive Entwicklung innerhalb des Unternehmens darstellte, so war die Tatsache, dass man sich kaum kannte, hemmend für den Einführungsprozess.

Kommunikation zwischen Standorten

Die Erstellung eines BIM-Ablaufplanes wurde im Laufe der Einführung vorangetrieben. Aufgrund der fehlenden Grundlagen aus Pilotprojekten und der Verzögerungen im Einführungsprozess wurde auch die Erstellung des BAP hintenangestellt und während der Beobachtungsphase nicht vollendet.

BAP-Erstellung

5.3 Rollenverständnis, Prozesse und Arbeitskultur

Die Definition und Zuordnung der durch BIM entstehenden neuen Rollen und Positionen und ihren Verantwortungen sind zentrale Aufgaben im Einführungsprozess von BIM. Zu Beginn der Einführung wurden drei Positionen geschaffen und sechs Mitarbeiter aus drei Abteilungen der Einführung zugeteilt. Bei den neuen Positionen handelte es sich um den Projektleiter, den externen BIM-Konsultanten und einen Studenten, welcher die Einführung begleitete. Der Konsulent erfüllte grob die Rolle des BIM-Managers. Die Rolle des BIM-Koordinators für die Architektur wurde vom Projektleiter übernommen. Innerhalb des Einführungsteams wurde nicht klar kommuniziert, ob es sich beim studentischen Mitarbeiter, obwohl angestellt, um einen internen oder externen Mitarbeiter handelte. Die fehlende Zuordnung von Rollen und damit von Aufgaben führte zu Verzögerungen im gesamten Einführungsprozess.

Klare Definition und Zuteilung der Rollen

Im Bereich der in der Vision genannten „Planungsprozesse“, siehe Abbildung 5-1 in Kapitel 5.2, gab es keine Veränderungen. Generell wurden Prozesse und konventionelle Arbeitspraktiken im gesamten Beobachtungszeitraum nicht hinterfragt und daher auch nicht verändert. Prozesse fehlten zum Beispiel im Bereich der Kommunikation für die Vereinbarung von Terminen im Projektteam.

Prozesse

Die Stimmung zu BIM war vor allem in der Architekturabteilung am Beginn der Beobachtungsphase merkbar positiv. Alle Beteiligten der Architekturabteilung wirkten aktiv und bereitwillig an der Einführung mit. Man war sich des Vorsprungs gegenüber den anderen Abteilungen bewusst und half den Kollegen während der gemeinsamen Schulungen wo es nötig war. Aus diesen Erfahrungen entsprang der Vorschlag der

Positive Veränderungen der Arbeitskultur

Architekturabteilung für eine engere Zusammenarbeit mit der Gebäudetechnik-Abteilung für eine gegenseitige Unterstützung in Form der Verlegung von Arbeitsplätzen zwischen den Standorten. Während der Beobachtungszeit kam es jedoch zu keiner derartigen Entwicklung.

Die Entfernung der Standorte und die erst ein Jahr vor der Einführung erfolgte Integration der Gebäudetechnikabteilung ins Unternehmen erschwerte die Kommunikation und den Erfahrungsaustausch zu den anderen Abteilungen merklich. Selbst die räumliche Trennung durch zwei Stockwerke zwischen der Architekturabteilung und der Statikabteilung beschränkte die Kommunikation und verhinderte damit eine effektive, gegenseitige Hilfestellung bei der Einführung von Programmen. Dies führte unter anderem dazu, dass der Einführungsprozess im Laufe der Beobachtungszeit immer wieder ins Stocken geriet.

Kommunikation und örtliche Trennung

In der Statik- und in der Gebäudetechnik-Abteilung war die Motivation nicht in dem Maß vorhanden wie bei den Architekten. Die Gründe dafür finden sich nicht nur in den Problemen beim Fortschritt der Modellierfähigkeiten, sondern auch im stockenden Verlauf der Einführung und der fehlenden Kommunikation zwischen strategisch-taktischer und operativer Ebene zur Vorgehensweise und den gesetzten Zielen des Implementierungsprozesses. Dadurch entwickelten sich sehr unterschiedliche Wahrnehmungen zum Einführungsprozess und zu BIM. Für das Gros der operativen Mitarbeiter bedeutete BIM beispielsweise nicht mehr als dreidimensionale Modellierung. Die strategische Ebene sah darin jedoch verbesserte Arbeitsprozesse, eine höhere Qualität und vor allem die Steigerung der Konkurrenzfähigkeit am Markt.

Fehlende Motivation durch zu wenig Kommunikation zwischen strategischer und operativer Ebene

Teil der Methode BIM sind auch Prozesse für eine funktionierende Kommunikation. Das „Zusammenwachsen der Kommunikations- und Organisationsebenen zu einem einheitlichen System“ aus den Qualitätszielen in Abbildung 5-2 in Kapitel 5.2 kann als Ziel in Richtung der integralen Arbeitsweise ausgelegt werden. Ein erster Schritt in diese Richtung wurde mit den gemeinsamen Schulungen gemacht. Die Schulungen führten somit abseits von der inhaltlichen Weiterbildung zu einem Kennenlernen der Einführungsteilnehmer und darüber hinaus zu einem besseren gegenseitigen Verständnis der individuellen Ausgangslage.

Erste Schritte in Richtung einer integralen Arbeitsweise

5.4 Software und IT

Den größten Einsatz gab es in der Softwarenutzung. Im Bereich der Massenermittlung wurden große Anstrengungen betrieben, um den aufwendigen, händischen Auszug der Massen in Zukunft digital zu bewerkstelligen. Dabei stieß man softwaretechnisch an Grenzen. Zum Zeitpunkt der Beobachtung ließ es die Software nicht zu, speziell geformte Treppen zu modellieren. Im Workaround wurden die Treppen deshalb als speziell geformte Geschossdecken modelliert, siehe Abbildung 5-3. Diese wiederum erkannte das Programm nicht als Treppe und rechnete sie deshalb nicht in die Massenermittlung der Treppen, sondern bei den Geschossdecken mit ein.

Massenermittlung

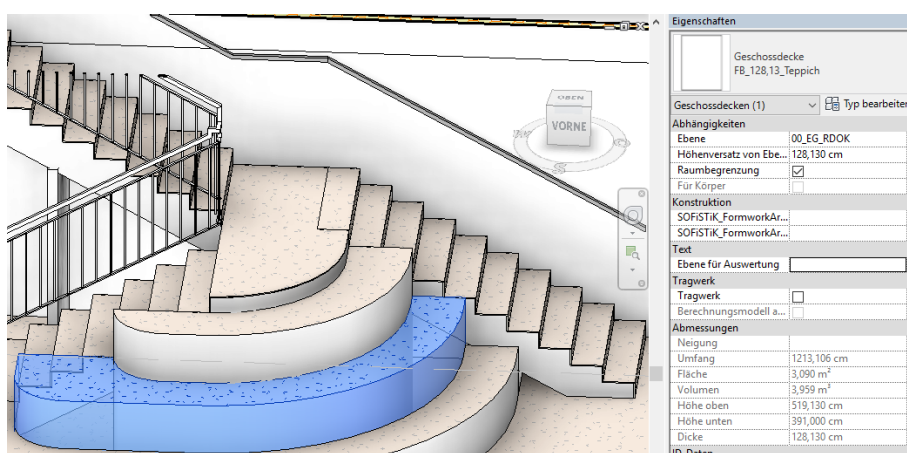


Abbildung 5-3: Work-Around Treppe/Geschossdecke

Ein ähnliches Problem stellte sich bei der Ermittlung der Massen der Wände ein. Bei Überprüfung der aus dem Programm gezogenen Massen durch eine händische Ermittlung wurde eine Differenz festgestellt. Die Fehlerursache ließ sich erst nach langer Suche feststellen, denn, sowohl optisch als auch technisch, war keine Überschneidung der Wände ersichtlich. Der Grund für die Differenz war ein nicht verwendeter und damit nicht genau definierter Abstandswert, welchen das Programm für die Berechnung der Massen heranzog.

Es konnte beobachtet werden, dass ähnliche Unzulänglichkeiten von älteren Programmversionen in nachfolgenden Versionen korrigiert wurden, weshalb davon ausgegangen werden kann, dass häufig auftretende Probleme in Zukunft vom Softwareentwickler berücksichtigt und verbessert werden. Außerdem besteht zusätzlich die Möglichkeit, mit entsprechenden Programmierfähigkeiten, eigene Bauteile zu erstellen.

Verbesserungen durch neue Programmversionen

Die Vorgangsweise für die Einführung benötigter Software und der Bereitstellung der notwendigen IT-Infrastruktur wurde ebenso im BIM-Konzept festgehalten, wie die geplante Erstellung eines BIM-Leitfadens sowie digitale Modell-Mustervorlagen für BIM-Konstrukteure. Auch an den Datenaustausch wurde gedacht und ob dieser in einem

Ziele im Software-Bereich und Datenaustausch

proprietären Format oder per IFC stattfinden sollte. Diese Schritte und weitere Maßnahmen, wie die Erstellung einer BIM-Bibliothek mit eigenen BIM-Objekten beziehungsweise Familien, wurden als Ziele des BIM-Planungsprozesses festgehalten, siehe Abbildung 5-4.

Ziele BIM-Planungsprozess

- Gemeinsame IT-Infrastruktur und Softwareprogramme
 - Architektur und TWP ab sofort, bis spätestens 2018
 - Integration der TGA ab sofort, bis spätestens im Jahr 2019
- BIM Leitfaden und spezifisches „Best Practice“ Prozesshandbuch
- Mustervorlagen für die jeweiligen eingesetzten Softwareprodukte
- Eigene BIM-Library, Muster BIM Ausführungsplan
- Schnittstellenfestlegung: Was? Wie? Wann? wie oft? Wer? (proprietär und IFC)
- Versionsmanagement und Backupregeln

Abbildung 5-4: Ziele des BIM-Planungsprozesses¹⁹⁴

Revit, mit dem Aufsatz von Sofistik als gemeinsame Software für Architektur und Tragwerksplanung, wurde im März 2017 installiert. Auf der Seite der Tragwerkstechniker wurde die Software jedoch nur im Rahmen der Einschulungstermine genutzt. Darüber hinaus war einerseits keine Zeit, um sich in die Software einzuarbeiten, und andererseits kein Druck vorhanden. Auch in der Gebäudetechnikabteilung, welche im Mai 2017 mit der nötigen Software ausgestattet wurde, beschränkte sich die Nutzung der Programme auf wenige Stunden im Monat. Verantwortlich dafür war unter anderem die Verzögerung des zweiten Einführungstermines. Darüber hinaus beschränkte sich das Gebäudetechnikmodul des Programms Revit zum Zeitpunkt der Beobachtung noch auf wenige Bauteile und erschwerte damit eine vollumfängliche Darstellung der benötigten Modelle zusätzlich.

Wie schon in der Einleitung zu Kapitel 5.2 erwähnt, arbeitete die Statikabteilung vor der Einführung von BIM schon etwa sieben Jahre mit SOFiSTiK, einer BIM-Modellierungssoftware. Trotz dieser langjährigen Erfahrung mit dreidimensionaler Software stellte die integrale BIM-Einführung für die Statikabteilung eine Herausforderung dar, da mit Revit der Umgang mit einer neuen Software erlernt werden musste. Zudem geht BIM mit der Verarbeitung von semantischen Informationen, Berücksichtigung von Attributen, und parametrischen Informationen und intelligenten Modellen weit über reine dreidimensionale Modellierung hinaus. Die Modelle der Architekturabteilung sollen zukünftig direkt übernommen, statisch geprüft und ausgelegt und mit den nötigen Än-

Proprietäre Formate sind die hauseigenen Formate von Softwareunternehmen.

Nutzung von BIM-Modellierungssoftware

Einführung von neuer Software trotz langjähriger Arbeit mit dreidimensionalen Programmen schwierig.

¹⁹⁴ BIM Einführung - Konzept des begleiteten Ingenieurbüros.2017. S.3.

derungsvorschlägen wieder zurückgegeben werden. Aus Zeitdruckgründen und Softwarehemmnissen wurde während der Beobachtungszeit ein derartiger Austausch noch nicht vollständig praktiziert.

Für eine bessere Kommunikation und einen einfacheren Modell- und Datenaustausch wurden verschiedene Varianten von Projektmanagementprogrammen, wie Navisworks von Autodesk oder Tekla BIMsight und Cloudlösungen, wie beispielsweise BIM 360 von Autodesk, in Betracht gezogen. Sicherheitsbedenken des IT-Beauftragten verhindern jedoch die Einführung von cloudbasierter Software. Daten wurden konventionell über sichere USB-Sticks, welche vor der Anwendung immer vom IT-Sicherheitsbeauftragten geprüft wurden, und über ein internes, vergleichsweise langsames Netzwerk ausgetauscht. Gegen Ende der Beobachtungszeit fand in diesem Bereich jedoch ein Umdenken statt und es wurde an der Einführung einer Cloudlösung gearbeitet.

Cloudlösungen scheitern an der IT-Sicherheitsabteilung

Die Architekturabteilung hatte im Bereich der Software aufgrund der langjährigen Arbeit mit Revit „nur“ noch mit Detailproblemen zu tun. Dazu gehörten beispielsweise inkorrekte Verknüpfungen von Bauteilen oder Abweichungen in der Geometrie aufgrund von Software-Fehlern, ähnlich wie in Abbildung 5-5 und Abbildung 5-6.

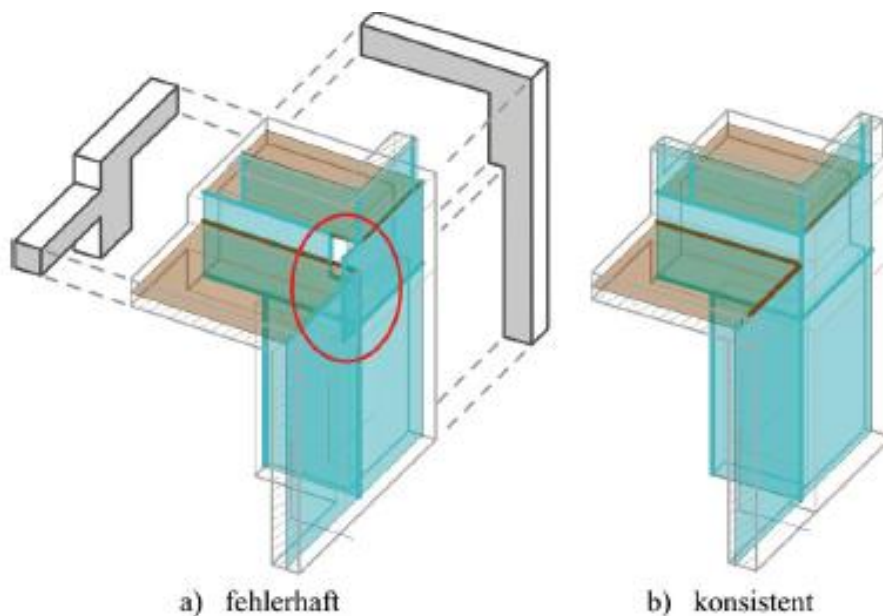


Abbildung 5-5: Inkorrekte Bauteilverknüpfungen¹⁹⁵

¹⁹⁵ KEPPLIN, R.; SCHNELLENBACH-HELD, M.; HELD, M.: Building Information Modeling – Umsetzung in der Tragwerksplanung. In: Bautechnik, 94(4)/2017. S.221f.

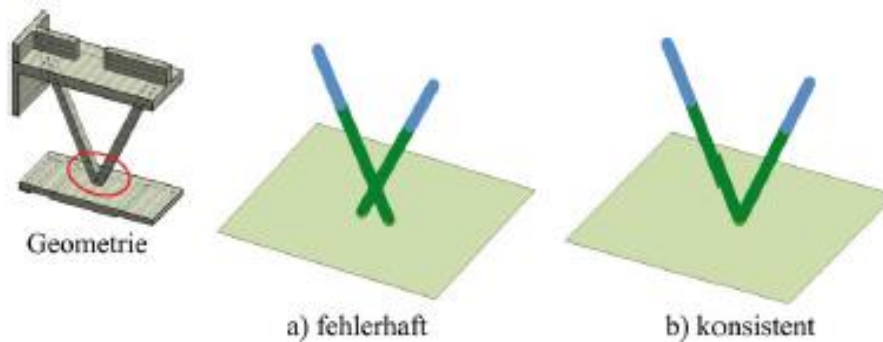


Abbildung 5-6: Beispiel einer Geometrieabweichung in einer Modelliersoftware¹⁹⁶

Trotz der vielen Herausforderungen wurden im Lauf der Beobachtung auch viele Potentiale entdeckt und teilweise schon genutzt. Einen großen Einsparungseffekt und Effizienzgewinn versprachen die Funktionen der Kollisionsüberprüfung und der dreidimensionalen Visualisierung. Auch wenn sich die interdisziplinäre Arbeit auf Softwareebene bis zum Ende der Beobachtung noch auf sehr niedrigem Niveau befand, so wurden mit dieser Form der Little BIM Anwendung schon viele Einsparungsmöglichkeiten entdeckt und genutzt.

Im Softwarebereich wurden schon einige Potentiale genutzt

5.5 Aus- und Weiterbildung

Der Bereich der Aus- und Weiterbildung hatte in zwei Formen indirekt Einfluss auf die Einführung. Einerseits gibt es gerade im Bereich der Ausbildung noch Handlungsbedarf, wenn zukünftig die Bedürfnisse der Planungsbranche gestillt werden sollen und andererseits ist die kontinuierliche Weiterbildung, welche unter anderem durch BIM verstärkt notwendig wird, nicht mit jedem Mitarbeiter möglich.

Während der Beobachtungszeit wurde für die umfassendere Nutzung der Modellierungssoftware ein Informatik-affinen Modellierungsexperten gesucht, aber nicht gefunden. Dieser sollte beispielsweise das Modellieren und Parametrisieren, von nicht vorhandenen aber benötigten Bauelementen, übernehmen. Auch die IT-Branche wächst stetig, weshalb die Nachfrage nach fähigen potentiellen Mitarbeitern groß ist¹⁹⁷. Studierende werden von Unternehmen der IT-Branche oft direkt an der Universität rekrutiert. Für die Stelle im Ingenieurbüro bewarb sich lange niemand, wodurch eine wichtige Position im Einführungsteam fehlte. Ähnlich schwierig gestaltete sich die Suche nach Technikern mit Erfahrung auf dem Gebiet des Modellierens. Obwohl derartige Software

Mangel an Programmierern und BIM-Technikern

¹⁹⁶ KEPPLIN, R.; SCHNELLENBACH-HELD, M.; HELD, M.: Building Information Modeling – Umsetzung in der Tragwerksplanung. In: Bautechnik, 94(4)/2017. S.221f.

¹⁹⁷ Vgl. SCHINDLBECK, C.: Nachfrage nach Elektroingenieuren schwächer. <https://www.elektroniknet.de/markt-technik/karriere/nachfrage-nach-elektroingenieuren-schwaecher-167363.html>. Datum des letzten Zugriffs: 11.12.2019.

Vgl. KHT MEDIA GMBH: IT-Arbeitsmarkt - Die Nachfrage an Programmierern steigt. <https://wirtschaft.com/it-arbeitsmarkt-die-nachfrage-an-programmierern-steigt/>. Datum des letzten Zugriffs: 11.12.2019.

nun schon einige Jahre verfügbar ist, erfolgte die Umstellung in Ausbildungsstätten von zweidimensionaler Zeichensoftware zu BIM-Programmen nur schleppend, siehe Kapitel 3.4.

Die BIM-Methode fordert nicht nur eine stetige Weiterentwicklung von Prozessen und Arbeitsweisen, sondern auch eine fortlaufende Entwicklung der Mitarbeiter. Regelmäßige Workshops, eine verstärkte Feedbackkultur und ein ständiges Verbessern der Fähigkeiten sind zentraler Bestandteil von BIM. Es gibt in diesem Bereich einige Herausforderungen zu überwinden. Ein allgemein bekanntes generelles Hemmnis ist beispielsweise ein zu geringes Interesse der Mitarbeiter an der Einführung¹⁹⁸. Zu geringes Interesse ist im Fall des beobachteten Ingenieurbüros jedoch nicht der Hauptgrund für die Skepsis einiger Mitarbeiter. Im Vordergrund standen vielmehr Gefühle wie die Unsicherheit über die zukünftige Eignung im Rahmen dieser neuen Arbeitsweise, Halbwissen über die Methode selbst und Respekt vor neuen Programmen. Einige Vorurteile und negative Einstellungen konnten im Lauf der Einführungsworkshops beseitigt werden, dennoch blieben einige Mitarbeiter bis zum Ende der Beobachtungsphase skeptisch.

Skepsis von Mitarbeitern gegenüber BIM

5.6 Weitere Aspekte bei der Einführung der integralen BIM-Methode

Die Standardisierung innerhalb der Methode BIM umfasst mehrere Bereiche. Im Softwarebereich gab es im Ingenieurbüro bereits Anstrengungen in Richtung einer einheitlichen und damit standardisierten Projektplanung. Im Bereich der Prozesse und der Arbeitskultur hingegen gab es noch keine nennenswerten Fortschritte. Es wurde nach einem geeigneten Leitfaden gesucht um Prozesse zu vereinheitlichen und eine effiziente Planung zu ermöglichen. Im Dezember 2017 wurde, wie im Einführungskonzept angestrebt, siehe Abbildung 5-7, auf Grundlage von Vorlagen aus Deutschland und den USA eine Erarbeitung sowohl eines abgestimmten Leitfadens als auch eines BIM Ausführungsplans für das Büro begonnen. Im Juli 2018 wurde die weitere Bearbeitung in Ermangelung eines Fortschritts in der Einführung nicht weiterverfolgt.

Stand der Standardisierung

- BIM Leitfaden und spezifisches „Best Practice“ Prozesshandbuch
- Mustervorlagen für die jeweiligen eingesetzten Softwareprodukte
- Eigene BIM -Library, Muster BIM Ausführungsplan

Abbildung 5-7: Ausschnitt der Ziele des BIM-Planungsprozesses¹⁹⁹

¹⁹⁸ Vgl. STATISTA GMBH: Hemmnisse für die betriebliche Weiterbildung von Unternehmen in Deutschland 2016. <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/387212/umfrage/hemmnisse-fuer-betriebliche-weiterbildung-von-unternehmen-in-deutschland/>. Datum des letzten Zugriffs: 11.12.2019.

¹⁹⁹ BIM Einführung - Konzept des begleiteten Ingenieurbüros.2017. S.3.

Im Rahmen des Vertragswesens ist vor allem die Vergütung von Planungsleistungen ein strittiger Punkt. Die BIM-Methode erfordert, im Vergleich zur bisherigen Arbeitsweise, das Vorziehen von Arbeitsschritten in der Planung. Auch wenn die Verschiebung des Arbeitsaufwandes im Ingenieurbüro thematisiert wurde, so hielt dies die Architekturabteilung nicht davon ab, viele Projekte mit BIM-Werkzeugen zu planen. In den anderen Abteilungen konnten Beobachtungen in diese Richtung noch nicht gemacht werden, da die Einführung dort noch nicht weit genug fortgeschritten war.

BIM, vorgezogene Planungsleistung und Vergütung

Mögliche Hilfestellungen, wie einen standardisierten BIM-Projektvertrag mit angepasster Leistungsvergütung, gibt es bisher noch nicht. Experten sehen in diesem Punkt allerdings kein Hemmnis und stellen vielmehr fest, dass ein Anpassen aktueller Werkverträge auf eine BIM-konforme Vergütung von Leistungen jetzt schon möglich ist²⁰⁰. In der begleiteten Einführung wurde die fehlende Anpassung vor allem von strategisch-taktisch Verantwortlichen als hemmend empfunden.

Öffentliche Behörden und Institutionen spielen ebenso eine wichtige Rolle in der Einführung von BIM. Sie können durch Forschungsarbeit, das Zurverfügungstellen von Vorlagen und Leitfäden und der Ausschreibung von BIM-Projekten unterstützend wirken, sie können den Fortschritt jedoch auch hemmen. Derzeit führen lange Wartezeiten auf Bewilligungen und eine unkooperative Kommunikation zu einer Behinderung der Projektarbeit. Durch die Verweigerung von digitalen Einreichungen und dem Bestehen auf analoge Planeinreichungen entsteht viel vermeidbare Arbeit. Diese Herausforderungen sollten mit der flächendeckenden Anwendung der BIM-Methode immer weniger werden. Während der Beobachtungsphase führten sie jedoch noch zu Verzögerungen im Einführungsprozess.

Behörden – Fordern und Fördern oder Hemmen?

Auch im wissenschaftlichen Sektor passierte im Vergleich zu anderen Ländern lange Zeit sehr wenig. 2014 wurde während der ersten BIM-Tagung an der Technischen Universität Graz festgehalten, dass die Wissenschaft „bisher in diesem Bereich [BIM; Anm.d.Verf.] bemerkenswert wenige Trends gesetzt“²⁰¹ hat.

²⁰⁰ Vgl. BIALAS, F., et al.: Quantitative Querschnittstudie zur BIM-Anwendung in Planungsbüros. In: Bautechnik, 96(3)/2019. S.236f.

²⁰¹ HECK, D.: BIM - Werkzeug zur Optimierung der Planungs- und Bauprozesse: 1. Grazer BIM-Tagung -Tagungsband 2014. S.V.

5.7 Fazit - Beobachtung

An dieser Stelle werden die wichtigsten Beobachtungen aus allen Abteilungen und der gesamten Beobachtungszeit zusammengefasst. Folgende Themen kristallisierten sich im konkreten Fallbeispiel als besonders wichtig für eine reibungsfreie Einführung heraus:

1. Analyse des Status Quo und Definition von Maßnahmen

Eine realistische Erfassung des Status Quo wurde zu Beginn entweder nicht durchgeführt oder zumindest anschließend nicht entsprechend kommuniziert. Es gab zudem keine getrennt definierten Maßnahmen für die einzelnen Abteilungen. Die Unterschiede in der Ausgangslage der einzelnen Beteiligten wurden im Laufe der Einführung zu einer großen Herausforderung.

2. Ressourcen, Kommunikation und Transparenz der Einführung

Eine fehlende Trennung von laufender Projektarbeitszeit und der Arbeitszeit für die Einführung führte zu sehr unterschiedlichen Fortschritten zwischen den Abteilungen. Wenn Abgabetermine näherkamen, wurde die laufende Projektarbeit nahezu immer vor der Arbeit für die Einführung gemacht. Dadurch kam die Einführung wiederholt ins Stocken.

Vor der Einführung wurden von der strategischen Leitung Ziele definiert. Eine klare und ausführliche Kommunikation dieser Ziele an die operativen Mitarbeiter der Einführung wurde jedoch verabsäumt. Veränderungen der Einführungsstrategie wurden nicht kommuniziert, weshalb an der operativen Basis oft Unklarheit herrschte und Zweifel an der Einführung aufkamen. Die verschiedenen Standorte erwiesen sich dabei als besonders herausfordernd. Das Hemmnis der ungenügenden Kommunikation zwischen strategischer und operativer Ebene zieht sich durch alle Abteilungen, wirkte sich aber in den Bereichen Gebäudetechnik und Statik, mit mehr Aufholbedarf auf dem Gebiet der Modellierung, stärker aus als in der Architektur.

3. Rollen, Prozesse und Arbeitskultur

Die Rollen wurden zwar grob definiert, aber die Verantwortungsverteilung für verschiedene Aufgaben war vielfach nicht eindeutig. So war beispielsweise nicht klar, wer für die Vereinbarung von gemeinsamen Terminen verantwortlich ist, was zu umständlicher Kommunikation und langwierigen Terminfindungsprozessen führte. Weiters hatte der Projektleiter zwar offiziell die Leitung des Einführungsprozesses über, hatte aber keinerlei Weisungsgewalt, was die einzelnen Schritte des Einführungsprozesses und die Einteilung der Projektbeteiligten anging. Soweit dies beobachtet werden konnte, fanden zwischen den Abteilungsleitern und dem Projektleiter keine Koordinierungstreffen zu diesem Thema statt. 2017, am Beginn der Beobachtungsphase, gab es in Österreich noch keine einheitliche Ausbildung zu BIM-Rollen und

BIM-Prozessen. Erst 2019 wurde in Österreich erstmals, durch eine Kooperation von vier tertiären Bildungseinrichtungen, mit modularen Workshops, eine Initiative mit dem Ziel eines einheitlichen BIM-Aus- und Weiterbildungsprogramm gestartet.²⁰²

4. Leitfaden und Richtlinien

Im Laufe der Einführung wurde an der Erarbeitung eines Leitfadens für die zukünftige Abwicklung von Projekten gearbeitet. Eine Anwendung des Leitfadens fand während der Beobachtung noch keine statt.

5. Unterschiedliche Ausgangslage in den einzelnen Abteilungen

Besonders herausfordernd wurde die unterschiedliche Ausgangslage der Abteilungen wahrgenommen. Die Zusammenarbeit erschwerte sich dadurch und erhoffte gemeinsame Projekte konnten nicht durchgeführt werden. Als Ergebnis konnte hier eine sinkende Motivation einiger Mitarbeiter beobachtet werden.

6. Herausforderungen im Software- und IT-Bereich

Teil der Einführung von BIM sollte die Implementierung einer Projektkoordinations- und Kommunikationssoftware sein. Aus Sicherheitsbedenken der IT-Abteilung gegenüber entsprechenden Cloudlösungen wurde im Lauf der Beobachtung weder ein Programm installiert noch eine externe Lösung genutzt.

Die in 18 Monaten erzielten Fortschritte blieben hinter den Erwartungen aller Beteiligten zurück. Besonders einschneidend waren die Rückschläge im Bereich der zwei Pilotprojekte, welche zur Fremdvergabe von Teilen der Planung führte. Da der BIM-Konsulent einige Monate nicht zur Verfügung stand, kam es bei Implementierung zu einer Verzögerung des Fortschritts. Nichtsdestotrotz konnten auch schon Potentiale genutzt und unter anderem im Bereich der Visualisierung der Modelle und in der konventionellen Kommunikation zwischen den drei Abteilungen beachtliche Fortschritte erzielt werden. Die Einführung wird von denselben Chancen und Herausforderungen begleitet, welche auch in der Literatur häufig genannt werden, weshalb aus Sicht des Autors auch hier von einer letztendlich erfolgreichen Einführung ausgegangen wird.

²⁰² Vgl. GRATZL, M., et al.: Standardisiertes Qualifizierungs- und Zertifizierungsmodell für Building Information Modeling in Österreich.2017. S.7.

6 Ergebnisse der Interviews

Dieses Kapitel widmet sich der Zusammenfassung der Interviews mit Beteiligten bei der Einführung von BIM. Die Ausarbeitung der Auswertung folgt dabei der Struktur der Themenblöcke des Interviewleitfadens. Alle Antworten und Meinungen der befragten Personen werden themenübergreifend verglichen, um Unterschiede und Gemeinsamkeiten in der Wahrnehmung der Themen sichtbar zu machen.

In den folgenden vier Unterkapiteln wird auf die Berufsfelder der Probanden, die subjektiven Verständnisse von BIM, den Einführungsprozess und die Potentiale und Herausforderungen der Einführung getrennt eingegangen. Dabei werden die einzeln genannten Aspekte nach deren Häufigkeit sortiert. Die Auswertung folgt dabei dem Schema aus Tabelle 6-1.

Tabelle 6-1: Kategorisierung der Interviewauswertung

Kategorie	Anzahl der Erwähnungen
Von allen genannt	Alle 11 Befragten erwähnten den Aspekt
Häufig genannt	7 – 10 der Befragten erwähnten den Aspekt
Manchmal genannt	3 – 6 der Befragten erwähnten den Aspekt
Vereinzelt genannt	1 – 2 der Befragten erwähnten den Aspekt

Bei allen Aussagen handelt es sich um persönliche Meinungen der befragten Personen. Auffallende Verteilungen von spezifischen Positionen werden nach den Tabellen gesondert erörtert.

Die Interviews waren in vier Themenblöcke geteilt. Im ersten Teil wurden die Interviewpartner zu ihrer Position im Unternehmen und zu ihrem Aufgabenbereich befragt. Das persönliche Verständnis von BIM wurde im zweiten Teil erläutert. Anschließend folgten Fragen zum Einführungsprozess der Methode BIM. Hier wurde die Motivation für die Einführung behandelt, die Ressourcensituation erhoben und die als wichtig eingeschätzten Aspekte bei der Einführung dokumentiert. Außerdem wurde der Frage nachgegangen, ob ein fiktives Testprojekt oder ein reales Projekt für die erste Stufe der Einführung sinnvoller ist. Im abschließenden, dritten Themenblock wurden die Interviewteilnehmer nach deren persönlicher Einschätzung der Potentiale und Hemmnisse von BIM befragt und gebeten, Prognosen für die Entwicklung von BIM abzugeben.

6.1 Berufsfelder der Interviewteilnehmer

Die insgesamt elf Befragten sind in den Bereichen Architektur, Tragwerksplanung und Gebäudetechnik tätig. Vier der Interviewpartner besetzen strategische Positionen und sind nur noch wenig in operative Prozesse eingebunden. Von sechs Befragten aus dem operativen Bereich haben fünf das Handwerk des technischen Zeichners in Form einer Lehre erworben und zwei absolvierten eine tertiäre Ausbildung an einer Universität. Für die Einführung wurde ein externer Berater hinzugezogen, welcher ebenso eine tertiäre Ausbildung besuchte.

Tabelle 6-2: Aufteilung der Befragten über die verschiedenen Berufsfelder und Ebenen

Bereich	operativ	Strategisch-taktisch
Geschäftsleitung		1
Architektur	2	1
Tragwerkslehre	2	1
Gebäudetechnik	2	1
Externer Berater ²⁰³	0,5	0,5

6.2 Die subjektive Wahrnehmung von BIM

In diesem Kapitel wird die Frage nach der subjektiven Definition von BIM erörtert.

Tabelle 6-3: Auswertung der Interviews - Persönliches Verständnis von BIM

Persönliches Verständnis von BIM	
Von allen genannt	
Häufig genannt	
Manchmal genannt	<ul style="list-style-type: none"> • In der Digitalisierung steckt die Zukunft. • Arbeite schon seit langem an dreidimensionalen Objekten. • BIM und die dreidimensionale Arbeitsweise werden bald Normalität sein. • 3D wird vom Markt noch nicht wirklich gefordert.
Vereinzelt genannt	<ul style="list-style-type: none"> • Die Informationen sind sehr umfangreich und es ist nicht mehr leicht, das Richtige herauszufiltern.

²⁰³ Der externe Berater wirkte sowohl im operativen als auch im strategisch-taktischen Bereich.

Unter den befragten Personen mit strategisch-operativen Positionen sehen 80 % in BIM eine positive Entwicklung für die Zukunft. Unter den operativ Tätigen gibt es eine sehr deutliche Unterscheidung zwischen jenen Befragten, welche schon länger mit Modellierungssoftware arbeiten und jenen, welche erst am Anfang entsprechender Anwendungen stehen. Die geübten BIM-Anwender sind zu 100 % davon überzeugt, dass BIM bald die gängige Arbeitsweise darstellen wird. Jene, welche erst seit kurzem mit BIM-Modellierung arbeiten, stehen BIM noch skeptischer gegenüber und rechnen zu 75 % nicht mit einer raschen Verwendung der Methode.

Mit der Frage „Was ist BIM?“ wurde das Verständnis von BIM unter den Beteiligten der Umfrage erhoben.

Tabelle 6-4: Auswertung der Interviews - Was ist BIM?

Was ist BIM?	
Von allen genannt	
Sehr häufig genannt	
Häufig genannt	<ul style="list-style-type: none"> • BIM ist die gemeinsame Arbeit an einem 3D-Modell. • Bei BIM arbeiten verschiedene Planer von Anfang an gemeinsam.
Manchmal genannt	<ul style="list-style-type: none"> • 3D alleine ist nicht BIM, auch wenn es oft so gesehen wird. • BIM ist eine große Datenbank zu einem Objekt, in welcher alle Informationen gesammelt sind. • BIM besteht aus Technologie und Methode, welche sich in Modell und Kollaboration widerspiegeln. • BIM ist das BIG DATA der Bauindustrie. • BIM wird oft als der zweite Anlauf der Bauindustrie für die Einführung eines Qualitätsmanagements bezeichnet. Dies ist nicht ganz falsch, weil BIM und QM vieles gemeinsam haben.

Abgesehen von den von jeweils 6 Befragten vertretenen Ansichten, dass BIM die gemeinsame Arbeit an einem Modell und der gemeinsame Start aller Planer bei einem Projekt ist, gibt es kaum gemeinsame Nenner bei der subjektiven Definition von BIM. Je nach Berufsgruppe und Anwendungstiefe variiert das Verständnis von BIM stark. Die technischen Zeichner sind zu 66 % mehrheitlich der Meinung, dass es sich bei BIM um die gemeinsame dreidimensionale Bearbeitung eines Mo-

dells handelt. Hier werden zum Beispiel die neuen Auswertungsmöglichkeiten oder die verbesserte Visualisierungsmöglichkeit von BIM-Modellierungssoftware genannt. 3 von 11 Befragten, zur Gänze aus dem nicht-operativen Bereich, sehen in BIM mehr als dreidimensionale Modellierung und die Arbeit mit neuer Software. Aus Sicht dieser Gruppe handelt es sich bei BIM vielmehr um die Veränderung und Effizienzsteigerung von Prozessen, die Nutzung von Daten und die weitgehende Digitalisierung der Planungsarbeit.

BIM wird von den einzelnen Interviewpartnern sehr subjektiv und vielschichtig wahrgenommen. Erkennbare Tendenzen gibt es in der Akzeptanz und Wahrnehmung von BIM zwischen Nicht-BIM-Anwendern und BIM-Anwendern. Je fortgeschrittener die Anwendung, desto größer die Akzeptanz der Methode. Eine Polarisierung des Verständnisses von BIM ist zwischen der operativen und der strategisch-taktischen Ebene erkennbar. Stark vereinfacht wird von operativ Tätigen eher eine Weiterentwicklung der Arbeitsmittel und von strategisch-taktisch Tätigen bevorzugt eine Weiterentwicklung der Arbeitsweise gesehen.

6.3 Der Einführungsprozess von BIM im Ingenieurbüro

In diesem Kapitel wird die konkrete Einführung von BIM im vorliegenden Fall behandelt. Was war die Motivation dafür? Was sind die wichtigsten Aspekte bei der Einführung und welche Ressourcen wurden dafür freigegeben?

6.3.1 Motivation für die Einführung von BIM

Die Einführung von BIM wurde im Ingenieurbüro von den Verantwortlichen lange vorbereitet. Welche Motivation es aus der Sicht aller Beteiligten für die Einführung gibt und woher diese kommt wird in diesem Abschnitt dargestellt.

Tabelle 6-5: Auswertung der Interviews - Motivation für die Einführung von BIM

Motivation für die Einführung von BIM	
Von allen genannt	
Häufig genannt	<ul style="list-style-type: none"> • BIM erleichtert die Arbeit und verbessert die Qualität der Planung.
Manchmal genannt	<ul style="list-style-type: none"> • Die Auswertungsmöglichkeiten eines guten Datenmodells sind eine große Motivation. • Die Einführung von BIM wird vom Markt gefordert.

Vereinzelt genannt	<ul style="list-style-type: none"> • Die Motivation ist die Weiterentwicklung und das Entstehen von neuen Möglichkeiten. • Für die Außendarstellung ist es wichtig sagen zu können, dass man schon „BIM-konform“ arbeitet. • In unserem Bereich [Technische Gebäudeausrüstung, Anm.d.Verf.] könnten wir Vorreiter sein. • Ich habe keine Antwort auf diese Frage.
--------------------	---

Bei der Motivation für die Einführung von BIM führt der berufliche Hintergrund und die tagtägliche Arbeit der Befragten zu verschiedenen Ansichten. Die Aspekte der Arbeitserleichterung und der Verbesserung der Planungsqualität wurden von 73 % der Befragten genannt. Die neuen Datenauswertungsmöglichkeiten aus den BIM-Datenmodellen waren für 55 % der Probanden ein Grund für die Einführung von BIM, siehe Tabelle 6-5. Auffällig ist hier die Verteilung der Nennung des Aspekts. Genannt wurde er von 25 % der Befragten mit strategischer Verantwortung und von 83 % der operativ Tätigen. Gesamt betrachtet liegt der Fokus der Motivation der technischen Zeichner in erster Linie auf Aspekten der Programmanwendung. Bei allen anderen liegt der Fokus jedoch mehr auf übergeordneten Themen wie der Konkurrenzfähigkeit am Markt.

Einer der Befragten nannte die Entwicklung von Bauprojekten wie dem Berliner Flughafen und der Elb-Philharmonie als Motivation für die Einführung von BIM. Um derartige Entwicklungen von Bauprojekten zu vermeiden, würde die Bauindustrie und in weiterer Folge auch Planer gezwungen werden eine bessere Planung und damit eine effizientere Ausführung zu erreichen. Für die Bauindustrie entsteht damit eine Art Zwang. Die Motivation darin kann hier auf Seiten der öffentlichen Auftraggeber gesehen werden, welche von einer besseren Planung und besseren Prognostizierung der zu erwartenden Bauzeit und Kosten profitieren würden.

6.3.2 Wichtige Aspekte bei der Einführung von BIM

Jeder der Befragten hat den Einführungsprozess auf seine Weise erlebt und Probleme und Hürden aus einer individuellen Sicht bewältigt. Was bei der Einführung hilfreich war und was hilfreich gewesen wäre wird in diesem Kapitel eruiert.

Tabelle 6-6: Auswertung der Interviews – Wichtige Aspekte bei der Einführung von BIM

Wichtige Aspekte bei der Einführung von BIM	
Von allen genannt	
Häufig genannt	<ul style="list-style-type: none"> • Bei der Einführung von Software und neuen Prozessen ist es wichtig, bei Problemen jemanden mit Erfahrung fragen zu können.
Manchmal genannt	<ul style="list-style-type: none"> • Es braucht im Einführungsprozess Personen mit vorantreibender, engagierter Arbeitsweise. Außerdem sollte zumindest eine der Führungskräfte die Einführung als primäres, persönliches Ziel haben. • Eine Aufklärung über die Ziele des Einführungsprozesses und wann diese erreicht werden sollen, ist sehr wichtig. • Schulungen in regelmäßigen, nicht zu langen, Zeitabständen sind eine Voraussetzung für eine effiziente und vollständige Einführung von BIM. • Es ist wichtig die Mitarbeiter entsprechend von der laufenden Arbeit freizustellen. • Pro Abteilung sollten mindestens zwei Mitarbeiter bei der ersten Einführung aktiv dabei sein um eine gegenseitige Unterstützung zu ermöglichen.
Vereinzelt genannt	<ul style="list-style-type: none"> • Die Einführung von BIM macht nur dann Sinn, wenn die Arbeit dadurch erleichtert wird. Mit halbherzigem, inkonsequentem Vorgehen erreicht man diesen Zustand nicht. • BIM kommt aus der amerikanischen Kultur. Deren Planungsweise würde bei uns die Praxis der vielen nachträglichen Änderungen abschaffen und die Arbeit dadurch effizienter machen. • Gute Vorbereitung zählt hier! Ein Jahr sollte man dafür einrechnen. • Eine gute Planung der personellen Ressourcen ist wichtig. • Es geht hier nicht nur um die Software, sondern vor allem auch um die Prozesse, welche geändert werden müssen. Dies dauert lange und kann sehr mühsam sein. • Der Berater sollte als interne Arbeitskraft wahrgenommen werden und dafür zumindest 30% der Zeit vor Ort verbringen.

Aus Tabelle 6-6 ist ersichtlich, dass sich die Unterstützung von erfahrenen Mitarbeitern sehr förderlich auf eine schnelle und erfolgreiche Einarbeitung in neue Programme auswirkt. Die Möglichkeit, bei Problemen direkt Fragen stellen zu können wird dabei besonders hervorgehoben. Von operativ Tätigen wurden regelmäßige Schulungen und die Aufklärung über die Ziele der Einführung als wichtig genannt. Befragte mit Personalverantwortung wiederum nannten die Einsetzung von besonders motivierten und engagierten Mitarbeitern als entscheidenden Faktor. 83 % des operativen Personals nannte die ungenügende Freistellung von laufender Arbeit als hemmenden Aspekt bei der Einführung.

Die weiteren Aspekte sprechen abermals für einen sehr individuellen Zugang zum Thema der Einführung. Eine gute Vorbereitung und konsequente Durchführung wurden noch als allgemein wichtige Aspekte erwähnt.

6.3.3 Ressourcen – IT

Die technologischen Ressourcen in Form von Software, Hardware und Cloudlösungen sind ein zentraler Bestandteil der BIM-Methode. Für alles gibt es mehrere Varianten und nicht alle Produkte sind miteinander kompatibel oder sicher genug. Wie diese Thematik die Einführung beeinflusst hat und welche Aspekte dabei eine Rolle spielen, wird in diesem Abschnitt zusammengefasst.

Tabelle 6-7: Auswertung der Interviews - Ressourcen IT

Ressourcen - IT	
Von allen genannt	
Häufig genannt	
Manchmal genannt	<ul style="list-style-type: none"> • Sicherheitsbedenken aus der IT-Abteilung sind zwar berechtigt, aber sie führen oft zu einer Behinderung des Datenaustausches und erschweren damit die Zusammenarbeit. • Im Softwarebereich tut sich einiges. Mit jeder neuen Programmversion kommt vieles hinzu. Trotzdem sind Lösungen im Detail oft immer noch sehr schwierig oder nicht möglich.
Vereinzelt genannt	<ul style="list-style-type: none"> • Jedes Unternehmen entwickelt momentan eigene Standards. Gemeinsame Standards wären sehr hilfreich. • IFC oder RVT. Eines dieser Formate wird in Zukunft für den Austausch verwendet werden.

Cloudlösungen für einen schnellen Datentransfer bedeuten eine Verlagerung der Daten an einen externen, nicht kontrollierbaren Ort. Ein Boykott solcher Lösungen aus Sicherheitsbedenken führen 64 % der Befragten als hemmenden Faktor bei der Einführung im Bereich des Datenaustausches an, siehe Tabelle 6-7. Für 55 % sind bautechnische Detaillösungen, wie zum Beispiel speziell geformte Treppen mit der derzeit vorhandenen Software noch nicht modellierbar. 27 % der Interviewpartner stoßen sich an der Vormacht der großen Softwareanbieter, welche nicht an einer Zusammenarbeit interessiert sind und jeweils ihre eigenen Standards entwickeln.

6.3.4 Ressourcen – Personal

In dieser Frage ging es um die derzeit vorherrschende Personalsituation. Wie viele Mitarbeiter wurden von Anfang an eingesetzt und wie wirkte sich dies auf die Einführung von BIM aus? Was verändert sich für Arbeitnehmer und Arbeitgeber durch BIM?

Tabelle 6-8: Auswertung der Interviews - Ressourcen - Personal

Ressourcen - Personal	
Von allen genannt	<ul style="list-style-type: none"> • Es ist schwierig qualifizierte Mitarbeiter für den Bereich BIM zu finden.
Häufig genannt	
Manchmal genannt	<ul style="list-style-type: none"> • Der Lehrberuf des technischen Zeichners könnte mit den Anforderungen für BIM aufgewertet werden. • Es ist sehr schwierig Programmierer für Programme wie Dynamo zu finden.

Dynamo ist eine open-Source Plattform für die visuelle Programmierung und Bestandteil der Programme Revit und Civil3D.²⁰⁴

²⁰⁴ AUTODESK GMBH: Dynamo. <https://blogs.autodesk.com/bimblog/dynamo/>. Datum des letzten Zugriffs: 08.03.2020.

Vereinzelt genannt	<ul style="list-style-type: none"> • Schulen, Fachhochschulen und Universitäten reagieren zwar langsam auf die Notwendigkeit der Ausbildung von BIM-Kenntnissen, es wird aber immer eine Weiterbildung in der Praxis nötig sein. • Mit BIM entsteht eine neue Berufsgruppe, für welche es momentan noch wenig qualifiziertes Personal gibt. Ein Ingenieur mit breitem Allgemeinwissen über alle benötigten Disziplinen ist am ehesten dafür geeignet. • Mehr Mitarbeiter einzusetzen ist zum jetzigen Zeitpunkt undenkbar, da sich das ganze Projekt noch in der Sondierungsphase befindet. • Mittelgroße Ingenieurbüros stehen mit der Einführung von BIM vor einer besonderen Herausforderung, da es oft (noch) kein definiertes Personal- und Ressourcenmanagement gibt.
--------------------	---

Ein Aspekt wurde in diesem Punkt von allen erwähnt: Die schwierige Suche nach qualifizierten Mitarbeitern, siehe Tabelle 6-8. Als Grund dafür wurden Defizite in der Ausbildung an Schulen und Universitäten vermutet, aber auch die Vernachlässigung des Lehrberufs des technischen Zeichners. Auch die Suche nach Programmierern wurde von 50 % der Personalverantwortlichen als schwierig bis unmöglich bezeichnet. Das Problem hierbei sei die überdurchschnittlich hohe Entlohnung potentieller Mitarbeiter durch IT-Unternehmen, welche sich ein Ingenieurbüro nicht leisten kann. Um zukünftig wieder auf mehr qualifiziertes Personal zurückgreifen zu können, sehen 45 % der Befragten die Lösung in einer Aufwertung des Lehrberufs des technischen Zeichners. 18 % sehen die Entwicklung einer neuen Berufsgruppe, für welche Ingenieure mit breitem Allgemeinwissen und einer IT-Affinität benötigt werden.

6.3.5 Kommunikation und Kollaboration mit BIM

Kommunikation und Kollaboration spielen bei BIM eine besondere Rolle und sind zentraler Bestandteil der Methode. Wie es damit in der Praxis aussieht, wurde in dieser Frage erhoben.

Tabelle 6-9: Auswertung der Interviews - Kommunikation und Kollaboration mit BIM

Kommunikation und Kollaboration mit BIM	
Von allen genannt	
Häufig genannt	<ul style="list-style-type: none"> IT-Sicherheitsbedenken sollten die Zusammenarbeit durch die Blockierung von Cloudlösungen nicht behindern. Datenaustausch wird durch BIM besser.
Manchmal genannt	<ul style="list-style-type: none"> Die Kommunikation mit Kunden wird verbessert, da durch die 3D-Ansicht eines Objekts die Verständigung erleichtert wird. Viele Entscheidungen können dadurch früher gefällt werden.
Vereinzelt genannt	<ul style="list-style-type: none"> Jede Arbeit wird protokolliert werden wodurch Ausreden schwieriger werden. Dies führt hoffentlich zu plangerechter, qualitativ hochwertiger Arbeit. Die Kommunikation wird schlechter werden, da es mit BIM weniger Besprechungen geben wird. Die Kommunikation wird immer von den einzelnen Beteiligten abhängen. Wo es bisher gut funktioniert hat, wird es auch in Zukunft gut funktionieren.

Im Ingenieurbüro werden Cloudlösungen für den Datenaustausch aus Sicherheitsbedenken zum Zeitpunkt der Umfrage nicht angewendet. Dadurch wird laut 64 % der Befragten eine optimale Arbeitsweise behindert, siehe Tabelle 6-9. 64 % sehen in der Einführung von BIM eine Verbesserung des Datenaustausches und 36 % glauben, dass die Kommunikation mit Kunden durch BIM und dabei vor allem durch die 3D-Ansichtsmöglichkeiten verbessert wird. Bei Letzteren handelt es sich zu 100 % um BIM-Modellierer. 9 % befürchten eine Verschlechterung der Kommunikation durch weniger Besprechungen. 18 % sehen einen Fortschritt in der besseren Protokollierung der Tätigkeiten am Modell, was zu einer verlässlicheren Erledigung der einzelnen Aufgaben und damit zu einem konstanteren Projektfortschritt führe.

6.3.6 Der Start mit BIM - Dummy oder reales Projekt

Die Einführung der integralen Arbeitsweise wurde in der begleiteten Fallstudie mit einem fiktiven Testprojekt gestartet. Was waren die Vor- und Nachteile gegenüber einem realen Projekt?

Tabelle 6-10: Auswertung der Interviews - Der Start mit BIM - Dummy oder Pilotprojekt

Der Start mit BIM - Dummy oder reales Projekt?	
Von allen genannt	<ul style="list-style-type: none"> Für die selbständige Einarbeitung eignet sich ein Pilotprojekt viel besser als ein Dummy, da es bei einem Dummy keine echten Meilensteine gibt und daher die Ernsthaftigkeit fehlt.
Häufig genannt	<ul style="list-style-type: none"> Der Start mit einem Dummy funktioniert nicht. Das Pilotprojekt sollte nicht zu groß sein und die Anforderungen sollten dem Durchschnitt der Projektanforderungen entsprechen oder darunter liegen.
Manchmal genannt	
Vereinzelt genannt	<ul style="list-style-type: none"> In einem Pilotprojekt müssen auftretende Probleme tatsächlich gelöst werden. Der Lerneffekt ist daher um einiges größer. Am Anfang macht es durchaus Sinn einen Einschulungs-Projektdummy zu verwenden. Anschließend sollte aber direkt mit einem realen Projekt gestartet werden.

Aus Tabelle 6-10 geht hervor, dass alle Befragten ein reales, konkretes Projekt dem fiktiven Testprojekt als geeignete Einarbeitungsform vorziehen. Gründe dafür sind die Ernsthaftigkeit der Arbeit, die Dringlichkeit des Weiterkommens und die Konkurrenz zur laufenden Arbeit. Das ideale Pilotprojekt sollte nicht zu groß sein und die Anforderungen sollten dem Durchschnitt der Projektanforderungen entsprechen oder darunter liegen.

6.3.7 Fazit – Der Einführungsprozess von BIM im Ingenieurbüro

In diesem Kapitel werden die wichtigsten Aspekte aus den Antworten der Interviewteilnehmer noch einmal zusammengefasst dargestellt.

- Für 83 % der operativ Tätigen sind die neuen Möglichkeiten mit BIM-Modellierungssoftware die zentrale Motivation für die Einführung der Methode. Im Gegensatz dazu sehen Personen mit strategisch-taktischen Positionen zu 75 % die Motivation für die Einführung unter anderem in der Prozessoptimierung, der Kommunikationsverbesserung und der Konkurrenzfähigkeit am Markt.
- Beim Thema der Einführung von BIM wurden regelmäßige Schulungen und eine klare Kommunikation der Ziele und Meilensteine besonders oft genannt. Außerdem wurde für die Einarbeitung in neue Programme und Arbeitsprozesse die gegenseitige Unterstützung mehrfach erwähnt.
- 64 % der Interviewpartner sehen Sicherheitsbedenken gegenüber IT-Cloudlösungen als besonders hemmenden Faktor.
- Alle Befragten sind sich darin einig, dass die Suche nach geeignetem Personal derzeit besonders schwierig ist.
- Mitarbeiter, welche schon mehr als zwei Jahre Erfahrung mit BIM-Modellierungssoftware haben, sehen durch die Hilfe von neuen Programmen zu 100 % eine Verbesserung der Kommunikation. 9 % der Befragten, alle BIM-Nicht-Anwender, befürchten eine Verschlechterung der Kommunikation.
- Die Befragten sprachen sich einstimmig für ein reales Projekt statt einem fiktiven Testprojekt aus. Als Gründe wurden unter anderem einzuhaltende Termine und damit die nötige Ernsthaftigkeit bei einem realen Projekt genannt.

6.4 Die Potentiale und Hemmnisse bei der Einführung von BIM

In diesem Kapitel wurden die subjektiv empfundenen Potentiale und Hemmnisse bei der Einführung von BIM erhoben. Außerdem wurden die Interviewpartner nach ihrer Einschätzung der Zukunft mit BIM befragt.

6.4.1 Potentiale von BIM

Die Potentiale von BIM sind laut Literatur vielfältig. Zu den Potentialen, welche auch in der Praxis schon genutzt oder zumindest erhofft und erwartet werden, wurden die Interviewpartner in diesem Teil der Erhebung befragt.

Tabelle 6-11: Auswertung der Interviews – Potentiale von BIM

Potentiale von BIM	
Von allen genannt	
Häufig genannt	<ul style="list-style-type: none"> • Massenauswertungen und die Datenanalyse sind die direkt nutzbaren Potentiale, welche die Methode BIM mit sich bringt. • Durch die interdisziplinäre dreidimensionale Darstellung wird ein großes Potential in der Kommunikation von Problemen und Entscheidungen nutzbar.
Manchmal genannt	<ul style="list-style-type: none"> • Förderlich ist die bessere Zusammenarbeit über die verschiedenen planenden Gewerke hinweg. • Die vollständige Dokumentation von Projekten ist eine große Chance für den Planer. • Das einfache Herstellen von weiteren benötigten Modellschnitten ist ein großer Vorteil von BIM. • Durch die frühere Zusammenarbeit der verschiedenen Planungsbeteiligten wird die Kommunikation und das gegenseitige Verständnis verbessert.

Vereinzelt genannt	<ul style="list-style-type: none"> • Die Arbeitszeit wird mit BIM nicht kürzer werden. Vielmehr wird die Qualität der Arbeit damit steigen. Modellierer sind gezwungen genauere Datenmodelle zu liefern. • Die effektive Nutzung von 5D und 6D Modellen wird es in der Masse noch lange nicht geben. Aber einzelne Player geben auch hier schon den Weg vor. • Die Einführung von BIM beinhaltet auch die Chance aktuelle Gepflogenheiten auf deren Effizienz und Wirksamkeit zu überprüfen. • Änderungswünsche vonseiten der Auftraggeber können dokumentiert und jederzeit nachvollzogen werden. • Der größte Vorteil durch ein vollständiges Datenmodell wird in 25 Jahren genutzt werden können, wenn bei Um- und Neuplanungen auf die Daten zugegriffen werden kann. • Die Nutzung von Vorlagen und die Fehlerreduzierung durch eine visuelle Kontrolle des Modells sind weitere Potentiale von BIM.
--------------------	---

Oft genannte Potentiale von BIM sind die Möglichkeit der Auswertung von Massen aus BIM-Modellen (55 % der Befragten und 83 % der operativ Tätigen nannten diesen Aspekt) und die Verbesserung der Kommunikation bei Problemen und Entscheidungen (45 % der Befragten). Hier wurde vor allem die dreidimensionale Darstellung und die dadurch mögliche Visualisierung zum Beispiel von Überschneidungen von Körpern im Modell genannt. 36 % sehen in der durch BIM möglichen vollständigen Dokumentation der Planung und Ausführung eines Objektes ein großes Potential und auch das einfache Erstellen von Schnitten durch Modelle wurde von derselben Anzahl der Befragten als schon genutztes Potential der Arbeit mit dreidimensionalen Modellen genannt.

Bemerkenswert ist, dass operativ Tätige 69 % der Potentiale in der neuen, mit BIM verbundenen, Software und daraus resultierenden Möglichkeiten sehen und bei Befragten mit strategisch-taktischen Aufgaben nur 14 % der genannten Aspekte in diesen Bereich fallen. Die verbleibenden 86 % der genannten Potentiale verteilen sich hier auf die Themen Prozessoptimierung, Verbesserung der Kommunikation, Nutzung der Datensammlung, Absicherung gegenüber nachträglichen Forderungen und anderen Aspekten.

6.4.2 Hemmnisse bei der Einführung von BIM

In diesem Abschnitt wurden die Hemmnisse bei der Einführung von BIM erhoben. Dabei sollte nicht nur der Zeitraum während der Einführung betrachtet werden, sondern auch die Phase vor der Einführung.

Tabelle 6-12: Auswertung der Interviews - Hemmnisse von BIM

Hemmnisse von BIM	
Von allen genannt	
Häufig genannt	<ul style="list-style-type: none"> • Die Abhängigkeit von großen Softwareherstellern wird durch die notwendigen Programminteraktionen mit BIM noch gravierender. • Einer der größten Hemmfaktoren ist die tagtägliche Arbeit, welche neben dem Einführungsprozess von allen Mitarbeitern erledigt werden muss. Dieser wird oft Vorrang gegeben, was den Einführungsprozess entscheidend verlangsamen kann.
Manchmal genannt	<ul style="list-style-type: none"> • Der Modellaustausch mit IFC funktioniert noch nicht zufriedenstellend. • Familien (Modellelemente in Revit) sind oft zu detailliert. Einfache und neutrale (herstellerunabhängige) Elemente wären oft hilfreicher. • Zu frühe Detaillierung von Modellen kann zu Verzögerungen führen. • Der Aufwand zum Zeitpunkt der Einführung ist sehr groß. • Es herrschen viele unterschiedliche Auffassungen und Einstellungen zum Thema BIM. Dies hemmt den Prozess der Einführung. • Zu wenig Ressourcen in Form von geeigneten Mitarbeitern.

Vereinzelt genannt	<ul style="list-style-type: none"> • Etwa 20 % der technischen Zeichner sind meiner Meinung nach nicht in der Lage die Anforderungen von BIM zu erfüllen. Für alle anderen ist BIM durch die Aufwertung der Position eine Chance. • Ein guter Modellverantwortlicher sollte sich in allen beteiligten Disziplinen auskennen. Er sollte sowohl von der Architektur als auch von den technischen Details der Statik, Haustechnik und den weiteren Gewerken Kenntnisse haben. • Die Umstellung von internen Abläufen funktioniert nur sehr langsam. • Ein großes Hemmnis ist der bewusste und unbewusste Widerstand von Mitarbeitern. Deshalb ist eine gute Kommunikation umso wichtiger. • Da Auftraggeber manchmal noch gar nicht wissen, ob überhaupt gebaut wird, ist eine billige Planung oft wichtiger als eine gute Planung. • Eine gute Planung rechnet sich für den Bauherren vor allem in der Ausführung. Deshalb müsste auch die Honorarordnung angeschaut werden. Eine aufwendigere Planung wird sich nicht selbst bezahlen. • Bei BIM geht es um viel mehr als nur die Einführung von neuer Software. Die größte Herausforderung besteht in den Prozessänderungen, welche das ganze Büro betreffen. • Behörden hemmen die Einführung indem sie auf veraltete Prozesse beharren. • Es gibt noch keine allgemeinen Standards und keine Normierung. • Softwarehersteller sind nicht interessiert an einem gemeinsamen Vorwärtskommen. Alle versuchen nur ihre eigene Version zum allgemeinen Standard zu machen.
--------------------	---

Ähnlich wie bei den Potentialen gibt es auch zu den Hemmnissen der Einführung von BIM eine große Variation an Meinungen und Aspekten, siehe Tabelle 6-12. Besonders oft wurde mit 64 % die Abhängigkeit von Softwareunternehmen als hemmender Faktor genannt. 55 % sehen außerdem die laufende Arbeit als Hemmnis für die Einführung von BIM. Dabei wurde eine fehlende Konsequenz im Einführungsprozess als Hauptgrund genannt. Operativ Tätige sehen mit 75 % der Nennungen den Großteil der Hemmnisse im Bereich der Software, welche für die Anforderungen noch nicht die richtigen Lösungen bietet. Ähnlich

wie bei den Potentialen in Kapitel 6.4.1 sehen strategisch-taktisch Verantwortliche mit 89 % der Nennungen den Großteil der Hemmnisse nicht im Software-bezogenen Bereich.

6.4.3 Zukunft von BIM im eigenen Ingenieurbüro und allgemein

In dieser abschließenden Frage wurden die Umfrageteilnehmer um ihre Meinungen zur weiteren Entwicklung von BIM gebeten. Diese konnten sich sowohl allgemein auf BIM aber auch auf die konkrete Situation im Ingenieurbüro beziehen.

Tabelle 6-13: Auswertung der Interviews - Zukunft von BIM

Zukunft von BIM	
Von allen genannt	
Häufig genannt	
Manchmal genannt	<ul style="list-style-type: none"> • Wenn genügend Unternehmen mit BIM arbeiten, wird auch der Rest dazu gezwungen sein, die Methode anzuwenden. • Bis BIM in Österreich wirklich umgesetzt wird, wird es noch lange dauern.
Vereinzelt genannt	<ul style="list-style-type: none"> • In zwei Jahren werden 20% der österreichischen Architekten und Ingenieure wissen, worum es sich bei BIM wirklich handelt. In fünf Jahren wissen es dann hoffentlich alle. • Die öffentliche Hand wird BIM im öffentlichen Bereich irgendwann verpflichtend einführen. Dann muss man als Planer bereits weit genug sein um dann mit anbieten zu können. • In drei Jahren planen wir intern komplett integral. Dann wird auch der allgemeine Zwang da sein, dass jeder mitmacht. Bei AutoCAD war es damals ähnlich. • Zukünftige Entwicklung ist noch nicht absehbar. • Wir gehen wahrscheinlich in Pension, ohne dass BIM vollständig implementiert sein wird. [30 J., Anm.d.Verf.] • 2D wird es immer geben. Abhängig vom Projekt wird es teilweise noch sehr lange dauern, bis BIM umgesetzt wird.

45 % gehen von einer schnellen Entwicklung aus, wobei oft der Umstieg vom Handzeichnen auf CAD als Vergleich herangezogen wird.

Diese stehen im Gegensatz zu 36 % der Befragten für welche sich ein längerer Einführungsprozess abzeichnet, siehe Tabelle 6-13. Bemerkenswert ist, dass 100 % der Interviewpartner, welche mehr als 2 Jahre mit BIM-Modellierungssoftware arbeiten und/oder sich über längere Zeit mit der Methode BIM befasst haben, von einem schnellen Umstieg auf BIM ausgehen.

6.4.4 Fazit – Die Potentiale und Hemmnisse bei der Einführung von BIM

In diesem Kapitel werden häufig genannte Potentiale und Hemmnisse zusammengefasst angeführt. Besonders auffällig ist dabei die Abgrenzung der genannten Aspekte zwischen Befragten aus der operativen und der strategisch-taktischen Ebene. Abschließend folgt eine Übersicht über die Einschätzungen der Interviewpartner zur Zukunft von BIM.

- Operativ Tätige sehen in erster Linie die Möglichkeiten, welche direkt aus neuer Software entstehen, wie zum Beispiel Massenauswertungen aus dreidimensionalen Modellen. 69 % der genannten Aspekte fallen in den Bereich der Softwarebezogenen Themen.
- Strategisch-taktisch Verantwortliche sehen die Potentiale primär in Themen wie der Prozessoptimierung und der Verbesserung der Kommunikation. 86 % der genannten Aspekte fallen in diesen Bereich.
- 54 % der Befragten sehen in der laufenden Arbeit neben dem Einführungsprozess ein Hemmnis. Dadurch würde die Arbeit mit BIM immer wieder in den Hintergrund gedrängt.
- Mitarbeiter aus dem operativen Bereich sehen bei den Hemmnissen 75 % im Bereich der Software. Hier werden primär Schnittstellenprobleme zwischen Programmen und Schwierigkeiten in der Modellierung von Modellen abseits von Standardlösungen genannt.
- Im strategisch-taktischen Bereich werden die Hemmnisse zu 89 % in nicht softwarebezogenen Themengebieten wie der Anpassungsfähigkeit von Behörden oder der (un-)bewussten Verweigerung von Veränderungen bei Mitarbeitern verortet.

Die Zukunft von BIM wird, wenn man nach den Ergebnissen der Umfrage geht, mit 45 % Wahrscheinlichkeit sehr rasch in einer vollständigen Implementierung münden. 36 % gehen von einem langen Einführungsprozess aus. Sceptiker befinden sich fast ausschließlich unter den (Noch-) Nicht-BIM-Anwendern.

7 Zusammenfassung

In dieser Masterarbeit wurde die Implementierung der Methode BIM in einem Ingenieurbüro untersucht. Anfangs wurde eine ausgedehnte Literaturrecherche durchgeführt und anschließend der Einführungsprozess der Methode mit Hilfe einer Fallstudie mit Beobachtung über einen Zeitraum von 18 Monaten und abschließender Befragung der Beteiligten begleitet.

Ziel der Masterarbeit war es, die Chancen und auch die Herausforderungen zu ergründen, mit welchen ein Ingenieurbüro mittlerer Größe in Österreich bei der Implementierung der Methode BIM konfrontiert ist.

Limitationen ergeben sich aus der Konstellation der österreichischen Planungsbürolandschaft und aus der Beschränkung der Fallstudie auf ein Ingenieurbüro mit mehreren Abteilungen. Ein direkter Vergleich mit anderen Büros ist aufgrund der spezifischen Randbedingungen nur bedingt möglich. Die Beobachtung beschränkte sich außerdem auf den Zeitraum von 18 Monaten und damit nur auf einen Teil der Implementierung, wodurch es zu einer Einschränkung der Aussagekraft der Ergebnisse kommt.

Die Ergebnisse der Fallstudie werden im Folgenden in sechs Abschnitten zusammengefasst. Neben der Beantwortung der eingangs gestellten Forschungsfrage werden die Erkenntnisse aus den Beobachtungen und den Interviews mit den Handlungsempfehlungen aus der Literatur ergänzt.

7.1 Einführung, Einschulung und erste Schritte

Die Begleitung der Implementierung der derzeit in der Baubranche sehr viel diskutierten Methode BIM zeigt nicht nur das große Potential der Methode auf, sondern auch die Herausforderungen, welche im Laufe der Implementierung, aber auch durch die derzeitigen Randbedingungen für ein Ingenieurbüro in Österreich, bestehen.

Im Fall des begleiteten Einführungsprozesses wurde keine vollständige Erhebung des Status Quo im Unternehmen durchgeführt. In der Vorbereitung auf die Einführung der integralen Planung ging es primär um die Schaffung einer Vision und um das Festlegen von langfristigen Zielen. Sowohl bei der Beobachtung als auch in den Interviews wurde festgestellt, dass die operativen Mitarbeiter nicht in die Planung der Einführung eingebunden worden sind. Die Chance der Schaffung eines gemeinsamen und möglichst einheitlichen Verständnisses der Einführung von BIM und der Methode selbst wurde damit nicht genutzt. Wie weit das individuelle Verständnis der BIM-Methode hier auseinander geht, zeigte sich in den Interviews. Aus der Literatur geht klar hervor, dass erfolgreich abgeschlossene Einführungsprozesse der BIM-

*Erhebung des Status Quo
unter Einbeziehung aller
Beteiligten*

Methode sich durch die Einbeziehung aller Mitarbeiter in den Einführungsprozess von Anfang an und durch eine umfangreiche Information aller Mitarbeiter über BIM auszeichnen, siehe Kapitel 3.1.

Operative Mitarbeiter sehen in der BIM-Methode in erster Linie ein Softwareinstrument. Strategisch-taktische Mitarbeiter sehen hingegen eine Veränderung der Prozesse, der Kommunikation und der Arbeitsweise. Unter den operativen Mitarbeitern konnte darüber hinaus ein Unterschied in der Wahrnehmung von BIM abhängig von der jeweiligen Arbeitsweise wahrgenommen werden. Mitarbeiter, welche noch wenig mit einer BIM-konformen Arbeitsweise zu tun hatten, sahen die Einführung und Dringlichkeit derselben, im Vergleich zu Mitarbeitern mit etwas mehr BIM-Erfahrung, sehr skeptisch und rechneten nicht mit einer raschen, flächendeckenden Einführung. Diese Unterschiede in der Wahrnehmung führten zu Missverständnissen und hemmten den Einführungsprozess maßgeblich.

Unterschiede im Verständnis von BIM

Da es sich bei der Implementierung von BIM um eine Veränderung des gesamten Arbeitsprozesses handelt, ist auf eine Vermeidung von Risiken, welche zu einer Verzögerung des Einführungsprozesses führen, zu achten. Im vorliegenden Fall entstand eine derartige Verzögerung durch die mehrmonatige Verhinderung des BIM-Konsulenten. Zu den wichtigen Positionen zählen darüber hinaus nicht nur der BIM Manager, sondern auch alle BIM-Koordinatoren. Eine klare Vertretungsstrategie für Ausfälle und die Schaffung von Assistenzpositionen helfen dabei, solche Herausforderungen zu bewältigen. Damit kann auch sichergestellt werden, dass Schulungen regelmäßig stattfinden und die Einführung ausfallbedingt nicht ins Stocken gerät.

Notfallstrategie und Verantwortung

Maßgebliche Auswirkungen auf einen Einführungserfolg, auch über die Einführung der Software hinaus, hat die Wahl des ersten BIM-Projekts. Die Interviewteilnehmer sprachen sich hier einstimmig für ein reales Pilotprojekt und gegen einen Projektdummy aus. Letzterer sollte, wenn überhaupt, nur innerhalb von Schulungen zum Einsatz kommen. Während der Fallstudie wurde an zwei Pilotprojekten gearbeitet. In zwei Aspekten erfüllten diese jedoch nicht die Voraussetzungen für ein erfolversprechendes Pilotprojekt, denn einerseits waren beide Projekte sehr umfangreich und andererseits gingen in beiden Fällen die Anforderungen weit über den Standard hinaus. Als Pilotprojekte eignen sich, laut diversen Handlungsempfehlungen aus der Literatur, kleine Projekte mit Standardanforderungen und genügend Pufferzeiten, um auftretende Probleme ohne Zeitdruck lösen zu können.

Das ideale Pilotprojekt

Bei der Einführung der Software konnte festgestellt werden, dass die Arbeitsplatzanordnung ein wichtiges Instrument für den Einführungserfolg darstellen kann. Dabei ist darauf zu achten, dass immer zumindest zwei Anwender derselben Software ihre Arbeitsplätze nahe nebeneinander haben, um sich bei Problemen gegenseitig unterstützen

Arbeitsplatzanordnung

zu können. Dies wurde einerseits im Laufe der Beobachtung wahrgenommen andererseits besonders oft in den Interviews als förderlich erwähnt.

7.2 Rollenverständnis, Prozesse und Arbeitskultur

Ähnlich wie bei der Definition von BIM selbst werden auch die Herausforderungen und Chancen von den Beteiligten der Implementierung sehr unterschiedlich wahrgenommen. Für die strategisch-taktische Ebene lagen die Chancen sowohl im Bereich der Optimierung der Prozesse und der Kommunikation als auch im Softwarebereich. Aus den Interviews ging hervor, dass die operativen Mitarbeiter die Chancen der BIM-Methode fast ausschließlich im Bereich der Software sehen. Da sich prozesstechnisch und auch in der Arbeitsweise, im Vergleich zur bisherigen Vorgehensweise, nur wenig änderte, wurden große Potentiale in diesem Bereich, wie beispielsweise die Optimierung der Kommunikation und dadurch die Vermeidung von Missverständnissen, noch nicht genutzt. In der Literatur wird oft darauf hingewiesen, dass ein einheitliches Verständnis von BIM und eine transparente Kommunikation wichtige Bestandteile der Einführung sein sollten und grundlegend für eine durchgängige Planung mit BIM, siehe Kapitel 3.2.

Kommunikation und Missverständnisse

Regelmäßige Treffen des Einführungsteams und eine laufende Überprüfung und Kommunikation des Fortschritts sind ebenfalls Bestandteil jedes Einführungsleitfadens, siehe Kapitel 3.2. Im Rahmen der Beobachtung zeigte sich, dass die schwierige Terminfindung für gemeinsame Schulungen und die damit zusammenhängende Priorisierung von Projektarbeit vor Einführungstätigkeiten den Einführungsprozess merklich hemmte. Ursächlich waren die fehlende Trennung zwischen Einführungsarbeit und der laufenden Projektarbeit sowie eine unzureichende Rollenverteilung. Eine klare Definition, ob die Verantwortung für den Einführungsprozess beim ernannten Projektleiter oder beim externen Konsultanten liegt, fehlte aus der Sicht der operativen Mitarbeiter. Darüber hinaus unterstanden die jeweiligen Teammitglieder nach wie vor den Abteilungsleitern und mussten Meilensteine und Abgabetermine für laufende Projektarbeiten einhalten. In den Interviews stellte die Priorisierung der Arbeit eine maßgebliche Herausforderung für die operativen Teammitglieder dar. In Handlungsempfehlungen wird hier eine fallweise Priorisierung mit Berücksichtigung der vorhandenen Ressourcen empfohlen, wobei laufend realistische Meilensteine gesetzt werden sollen um ein Stocken des Einführungsprozesses zu verhindern.

Priorisierung der Einführung vor anderen Arbeiten und klare Zuordnung von Rollen und Verantwortung

Dies wurde auch in den Interviews überwiegend bestätigt. Die verschiedenen Abteilungen hatten Einblick in die Herausforderungen der anderen Abteilungen und daraus resultierend mehr Verständnis für auftretende Schwierigkeiten während der Projektarbeit.

7.3 Software und IT

Die Methode BIM trägt maßgeblich zum Um- und Einstieg der Bauwirtschaft in das digitale Zeitalter bei. In einem Ingenieurbüro trägt dies zu einer Aufwertung der IT-Abteilung bei, welche eine sichernde und vor allem unterstützende Funktion einnimmt. Die wichtigste Aufgabe der Abteilung wird immer mehr die Bereitstellung einer funktionierenden Softwareumgebung für eine möglichst effiziente und innovative Durchführung der Primärtätigkeiten eines Ingenieurbüros. Durch die Verweigerung von cloudbasierten Diensten fiel die IT-Abteilung des Planungsbüros als hemmender Faktor auf. Vor allem beim Austausch von Daten und in der cloudbasierten Kommunikation beispielsweise mittels BCF zwischen den verschiedenen Abteilungen hätte viel Zeit und Ressourcen eingespart werden können.

Die unterstützende Rolle der IT-Abteilung

Für viele der Implementierungsbeteiligten im operativen Sektor liegen die offensichtlichsten Chancen im softwaretechnischen Bereich. Durch die interdisziplinäre 3D-7D-Planung wird die Planung genauer und besser nach außen kommunizierbar. Herausforderungen liegen hier noch im Bereich der Programmschnittstellen und der Programme selbst. Aus den Interviews ging hervor, dass in Anbetracht der Entwicklung der Programme in den letzten Jahren die beteiligten Konstrukteure davon ausgehen, dass sich in den nächsten Jahren viel verbessern wird und die Möglichkeiten der Software-Anwendungen immer umfangreicher und vollständiger werden. Ob es beim offenen Austausch zwischen den Programmen eine Verbesserung geben oder sich ein Softwarekonzern mit seinem proprietären Format durchsetzen wird, ist aus Sicht der Interviewteilnehmer aktuell nicht absehbar.

Datentransfer zwischen Programmen

7.4 Aus- und Weiterbildung

Die Ausbildung von qualifizierten BIM-Managern, BIM-Koordinatoren und vor allem auch von BIM-Konstrukteuren ist eine wesentliche Voraussetzung für eine flächendeckende BIM-Einführung und sollte in erster Linie in den Verantwortungsbereich von öffentlichen, sekundären und tertiären Bildungseinrichtungen fallen. Eine nicht unwesentliche Herausforderung ergab sich bei der Suche nach qualifizierten Mitarbeitern zur Unterstützung des Einführungsprozesses. In diesem Punkt waren sich im Rahmen der Interviews alle Befragten einig, dass es momentan am Arbeitsmarkt noch nicht genügend qualifizierte Mitarbeiter gibt. Die Ursachen liegen hier unter anderem in der langwierigen Anpassung und Entwicklung von Lehrplänen und Curricula, siehe Kapitel 3.4. Mittlerweile gibt es mehr Maßnahmen und Ausbildungsangebote zur BIM-Methode, wodurch sich die Situation in Zukunft verbessern sollte. Zudem gibt es ein immer größer werdendes Schulungs- und Weiterbildungsangebot von privaten Anbietern.

Mangel an qualifizierten Mitarbeitern

Eine Herausforderung wurde auch im Bereich der Weiterbildung festgestellt. Mitarbeiter verweigerten manchmal bewusst eine Veränderung ihres Arbeitsbereiches. Welche Gründe dafür verantwortlich sind, wurde im Zuge dieser Arbeit nicht weiter untersucht. Laut Literatur sind eine gute Kommunikation des Einführungsprozesses, die frühe Einbindung der Mitarbeiter, eine Forcierung von Weiterbildungen und die Fragmentierung der einzelnen Ziele in kleine, überschaubare Schritte mögliche Maßnahmen, um derartigen Herausforderungen zu begegnen, siehe Kapitel 3.1.

Veränderungsresistenz von Mitarbeitern

7.5 Weitere Aspekte bei der Einführung der integralen BIM-Methode

Öffentliche Institutionen und Behörden spielen im Bereich der Vergabe von öffentlichen Bauprojekten und bei der Genehmigung von Bauvorhaben eine wichtige Rolle. Aus der Beobachtung und den Interviews wurde abgeleitet, dass im Bereich der Vergabe von öffentlichen Bauprojekten in Österreich im Vergleich zu anderen Ländern noch sehr selten BIM-konforme Planung und Ausführung gefordert werden. Darüber hinaus fordern die derzeitigen Baugesetze in Österreich noch 2D-Pläne für Einreichungen, im Gegensatz zu Ländern wie beispielsweise Singapur, wo IFC-Dateien eingereicht werden können. Einführungsbeauftragte berichteten in den Interviews über Optimierungspotential bei Behörden, welche den Genehmigungsprozess durch veraltete Prozesse und Anforderungen hemmen.

Genehmigung und Vergabe von Bauprojekten

Sowohl im Laufe der Beobachtung als auch bei der Literaturrecherche wurde im Bereich des Vertragswesens ein Hemmnis besonders oft genannt. Auftraggeber würden die vorgezogene und oft umfangreichere Planungsarbeit mit BIM im Vergleich zur konventionellen noch nicht honorieren.

Honorierung der Aufwandsverschiebung

Auch in der Standardisierung, sowohl im Softwarebereich als auch im Prozessbereich, ist die öffentliche Hand gefordert. In Deutschland wird Unternehmen zur Einführung von BIM ein Leitfaden zur Verfügung gestellt und durch Pilotprojekte und die verbindliche Nutzung von BIM bei öffentlichen Bauprojekten ab 2020 die Einführung der Methode aktiv gefördert. Ähnliche Maßnahmen führten in anderen Ländern, welche BIM in deutlich größerem Umfang einsetzen, zum Erfolg. Um die Einführung von BIM zu beschleunigen, muss, aus der Sicht des Autors, die Last der Unsicherheit bei der Einführung von BIM zumindest teilweise von staatlichen Institutionen durch entsprechende Forschungsprojekte und Kooperationen mit der Wirtschaft getragen werden. In der Umfrage unter den Einführungsbeauftragten wurde kritisiert, dass es derzeit in Österreich noch keine Hilfestellungen von öffentlicher Seite für die Einführung von BIM gibt.

Öffentliche Unterstützung durch Forderung, Förderung und Forschung

7.6 Fazit

Bis zur durchgängigen Anwendung der BIM-Methode gilt es im beobachteten Ingenieurbüro noch viel zu tun. Einige Herausforderungen konnten jedoch bereits überwunden und es konnten erste Potentiale genutzt werden. Zu den Potentialen gehörten beispielsweise die dreidimensionale Visualisierung von Modellen, weniger Fehler in der Planung, eine höhere Transparenz und eine verbesserte Kommunikation unter den verschiedenen Planungsabteilungen als auch zu Bauherren. Die Potentiale der Software wurden im Zeitfenster der Beobachtung nur in der Architekturabteilung genutzt. Andere Chancen, wie Prozessoptimierungen oder Veränderungen der Arbeitskultur, konnten in diesem frühen Stadium der integralen Einführung noch nicht beobachtet werden. In den Interviews mit Einführungsteilnehmern der operativen Ebene stellte sich heraus, dass diese in der BIM-Methode in erster Linie die Einführung von neuer Software und die gemeinsame Bearbeitung von einem Modell sehen. Verbesserungen und Effizienzgewinne in Prozessen und der Arbeitskultur erwartet sich vor allem die strategisch-taktische Ebene, welche in diesen Bereichen das größte Potential wahrnimmt. Hier besteht noch Informationsbedarf um ein tieferes und einheitlicheres Verständnis der BIM-Methode zu fördern.

Chancen und Erwartungen

Die Ergebnisse der Arbeit zeigen, dass die Herausforderungen der Implementierung vor allem Planung und Kommunikation bei der Einführung und bei der Definition, sowie der Vergabe der Rollen und Verantwortlichkeiten, auftreten. Eine Herausforderung ergab sich aus dem Start der Implementierung mit sehr großen Pilotprojekten mit speziellen Anforderungen. Da noch nicht alle Abteilungen in der Lage waren, die Anforderungen zu erfüllen, mussten Teile der Planung fremdvergeben werden. In Leitfäden und Ratgebern werden durchgängig kleine Projekte mit normalen Anforderungen als ideale Pilotprojekte empfohlen. Ein essentieller Teil der Einführung und zugleich eine große Herausforderung sind genau definierte Rollendefinitionen und eine klare Verantwortungsverteilung. Dadurch soll sichergestellt werden, dass die Einführung ohne ständige Bedrängnis durch konventionelle Projektarbeit und mit klaren Vorgaben für alle Beteiligten durchgeführt werden kann.

Zentrale Herausforderungen

Um die Einführung von BIM zu beschleunigen, werden der Austausch und die Zusammenarbeit mit Ingenieurbüros, welche schon länger mit der BIM-Methode arbeiten, empfohlen. Darüber hinaus ist eine übergreifende Kooperation von Planern, Ausführenden, Forschungseinrichtungen und weiteren Stakeholdern zur Schaffung von Standards anzustreben um interdisziplinäre Arbeit zu ermöglichen, beziehungsweise zu erleichtern.

Austausch und Kooperation

Anhang 1 – Interviewleitfaden

Interviewleitfaden

1.1 Berufsfelder der Interviewteilnehmer

1. Fragen zur Position der/s Befragten im Unternehmen:
Was genau ist Ihr Aufgabengebiet? Welche Position bekleiden Sie im Unternehmen? Was war/ist Ihre Rolle bei der Einführung von BIM?

1.2 Die subjektive Wahrnehmung von BIM

1. Subjektive BIM-Wahrnehmung
Was bedeutet BIM für Sie?
Wenn jemand Sie fragen würde: „Was ist BIM?“. Was würden Sie darauf antworten?

1.3 Der Einführungsprozess von BIM im Ingenieurbüro

1. Motivation für die Einführung von BIM
Was waren/sind aus Ihrer Sicht die wichtigsten Gründe für die Einführung von BIM? Gab es einen speziellen Auslöser, welcher die Einführung initiiert hat?
2. Wichtige Aspekte bei der Einführung von BIM
Welche Aspekte haben aus Ihrer Sicht einen besonderen Einfluss auf die Einführung der integralen BIM-Methode?
3. Ressourcen - IT
Welche Veränderungen wurden durch die Einführung nötig und was wurde verändert?
Welche Programme wurden bisher genutzt und welche Programme sollen zukünftig genutzt werden?
Wie funktionierte die Einführung von neuer Software/Hardware?
4. Ressourcen - Personal
Wie wirkte und wirkt sich die Einführung von BIM auf Mitarbeiter aus?
Wurden zusätzliche Mitarbeiter eingestellt?
Gab es in diesem Bereich besondere Herausforderungen?
5. Kommunikation und Kollaboration mit BIM
Wie funktioniert die Zusammenarbeit mit anderen Abteilungen?
Welche Tools werden in diesem Bereich genutzt?
Wie hat sich die Beziehung zu Kunden durch BIM verändert?
Wurden neue Prozesse eingeführt?
6. Der Start mit BIM – Dummy oder reales Projekt
Welches Projekt wurde für die Einführung der integralen BIM-Methode bearbeitet?
Welche Entwicklungen und Erkenntnisse gab es in diesem Bereich?

1.4 Die Potentiale und Hemmnisse bei der Einführung von BIM

1. Potentiale von BIM

Was sind aus Ihrer Sicht die Mehrwerte, welche durch BIM geschaffen werden?

Welche Potentiale werden jetzt schon genutzt?

Welche Potentiale könnten zukünftig genutzt werden?

2. Hemmnisse bei der Einführung von BIM

Was behindert die Einführung?

Welche Potentiale liegen noch weit entfernt und warum?

Gibt es neue Risiken?

Wurden derartige Risiken schon bewältigt?

Wo gibt es aus Ihrer Sicht Handlungsbedarf?

3. Die Zukunft von BIM im eigenen Ingenieurbüro und allgemein

Wie wird sich die Arbeit mit BIM aus Ihrer Sicht entwickeln?

Wo stehen wir in 2 Jahren?

Wo stehen wir in 5 Jahren?

Literaturverzeichnis

- AKINADE, O. O., et al.: Designing out construction waste using BIM technology: Stakeholders' expectations for industry deployment. In: Journal of Cleaner Production, 180/2018. 375–385.
- AKSOMITAS, D.: New BIM Classification System on the Way. <https://www.prweb.com/releases/2013/9/prweb11130625.htm>. Datum des letzten Zugriffs: 06.08.2018.
- ALLGEMEINE UNFALLVERSICHERUNGSANSTALT AUVA: Koordination von Bauarbeiten. <http://docplayer.org/35225025-Koordination-von-bauarbeiten.html>. Datum des letzten Zugriffs: 02.11.2019.
- AUTODESK GMBH: Dynamo. <https://blogs.autodesk.com/bimblog/dynamo/>. Datum des letzten Zugriffs: 08.03.2020.
- BAIER, C. K.: Entwicklung eines Prozessmodells für den holistischen Einsatz der BIM Methodik im nachhaltigen öffentlichen Bauen. Cantabria. Verlag der Universidad de Cantabria. 2016.
- BALDWIN, M.: Der BIM-Manager: 1. Auflage. Berlin, Wien, Zürich. Beuth Verlag GmbH. 2018.
- BCA - BUILDING & CONSTRUCTION AUTHORITY SINGAPORE: Building Smart - The BIM Issue. In: Build Smart, 9/2011. 1–16.
- BENKÖ, L.: Sprechen Sie schon BIM? <https://www.ubm-development.com/magazin/sprechen-sie-bim/>. Datum des letzten Zugriffs: 03.11.2019.
- BERGER, C.: Schnellere Baugenehmigungen mit BIM. <https://www.springerprofessional.de/baugenehmigung/building-information-modeling/schnellere-baugenehmigungen-mit-bim/15357120>. Datum des letzten Zugriffs: 02.11.2019.
- BIALAS, F., et al.: Quantitative Querschnittsstudie zur BIM-Anwendung in Planungsbüros. In: Bautechnik, 96(3)/2019. 229–238.
- BIM Einführung - Konzept des begleiteten Ingenieurbüros. Graz2017.
- BORRMANN, A., et al.: Building Information Modeling. Wiesbaden. Springer Fachmedien Verlag. 2015.
- BORRMANN, A., et al.: Die INFRABIM-Reifegradmetrik. In: Bautechnik, 94(4)/2017. 215–219.
- BORRMANN, A.; GÜNTNER, W. A.: Digitale Baustelle-innovativer Planen, effizienter Ausführen. Dordrecht, New York. Springer Verlag. 2011.
- BOTH, P. VON; KOCH, V.; KINDSVATER, A.: BIM - Potentiale, Hemmnisse und Handlungsplan. Stuttgart. Fraunhofer-IRB-Verl. 2013.

- BRÅTHEN, K.: Collaboration with BIM - Learning from the Front Runners in the Norwegian Industry. In: *Procedia Economics and Finance*, 21/2015. 439–445.
- BREWER, G.; GAJENDRAN, T.; LE GOFF, R.: Reseach Report - Building Information Modelling (BIM): An Introduction and International Perspectives. https://www.researchgate.net/publication/307605155_BIM_Roadmap_Strategic_Implementation_Plan_Lesson_Learnt_from_Australia_Singapore_and_Hong_Kong. Datum des letzten Zugriffs: 06.08.2018.
- BROKBALS, S.; ČADEŽ, I.: BIM in der Hochschullehre. In: *Bautechnik*, 94(12)/2017. 851–856.
- BUI, N.; MERSCHBROCK, C.; MUNKVOLD, B. Erik: A Review of Building Information Modelling for Construction in Developing Countries. In: *Procedia Engineering*, 164/2016. 487–494.
- BUILDINGSMART GERMANY: Standards. <https://www.buildingsmart.de/bim-knowhow/standards>. Datum des letzten Zugriffs: 24.09.2018.
- CABINETOFFICE: Government-Construction-Strategy_0. https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/61152/Government-Construction-Strategy_0.pdf. Datum des letzten Zugriffs: 06.08.2018.
- CROPLEY, A. J.: *Qualitative Forschungsmethoden: 4., überarb. Aufl.* Magdeburg. Klotz Verlag. 2011.
- DEGES: BIM-Auftraggeber-Informationen-Anforderungen (AIA). https://www.deges.de/wp-content/uploads/2019/08/2_BIM_AIA_Muster_V15.pdf. Datum des letzten Zugriffs: 04.11.2019.
- EGGER, M., et al.: *BIM-Leitfaden für Deutschland*. Berlin. Verlag des Bundesamts für Bauwesen und Raumentwicklung. 2013.
- EYNON, J.: *Construction Manager's BIM Handbook*. New York. Wiley Blackwell Verlag. 2016.
- FEUSTEL, S.: Was ist eigentlich ein BIM-Koordinator? <https://blog.cadsys.de/was-ist-ein-bim-koordinator/>. Datum des letzten Zugriffs: 01.03.2020.
- FH SALZBURG: Building Information Modeling (BIM) - FH Salzburg forciert Digitalisierung in der Baubranche. <https://www.fh-salzburg.ac.at/en/about-us/news/news/details/building-information-modeling-fh-salzburg-forciert-digitalisierung-in-der-baubranche/>. Datum des letzten Zugriffs: 03.11.2019.
- FLICK, U.; KARDORFF, E. VON; STEINKE, I.: *Qualitative Forschung: 12. Auflage, Originalausgabe*. Reinbek bei Hamburg. Rowohlt Taschenbuch Verlag. 2017.

- GEOTON CZ S.R.O.: Was ist eine Punktwolke? <https://www.measure2bim.eu/de/punktwolken/>. Datum des letzten Zugriffs: 01.03.2020.
- GERRISH, T., et al.: BIM application to building energy performance visualisation and management: Challenges and potential. In: Elsevier - Energy and Buildings, 144/2017. 218–228.
- GESCHÄFTSSTELLE PLATTFORM 4.0: Was ist Industrie 4.0? <https://www.plattform-i40.de/PI40/Navigation/DE/Industrie40/WasIndustrie40/was-ist-industrie-40.html>. Datum des letzten Zugriffs: 29.10.2019.
- GLÄSER, J.; LAUDEL, G.: Experteninterviews und qualitative Inhaltsanalyse als Instrumente rekonstruierender Untersuchungen: 4. Auflage. Wiesbaden. VS Verlag. 2010.
- GOGER, G.; REISMANN, W.: RoadMap - Digitalisierung Plattform 4.0 - von Planen, Bauen und Betreiben in Österreich. Wien. ÖBV Verlag. 2018.
- GORDEN, R. L.: Basic interviewing skills. Prospect Heights, Il. Waveland Press Verlag. 1998.
- GÖTHLICH, S. E.: Fallstudien als Forschungsstudien: Plädoyer für einen Methodenpluralismus in der deutschen betriebswirtschaftlichen Forschung, Manuskripte aus den Instituten der Betriebswirtschaftslehre der Universität Kiel, No. 578. Kiel. Universität Kiel, Institut für Betriebswirtschaftslehre. 2003.
- GRANHOLM, L.: Finland, Norway, Singapore, USA Lead Progress in Construction. <http://www.bimsightblog.com/finland-norway-singapore-usa-lead-progress-in-constructionindustry>. Datum des letzten Zugriffs: 08.09.2018.
- GRATZL, M., et al.: Standardisiertes Qualifizierungs- und Zertifizierungsmodell für Building Information Modeling in Österreich. Salzburg. Verlag der Fachhochschule Salzburg. 2017.
- GRAWE, W.; WICHERS, M.: Zur Einführung der BIM-Methode in den Planungs- und Herstellungsprozess. In: Stahlbau, 87(2)/2018. 95–101.
- HÄDER, M.: Empirische Sozialforschung. Wiesbaden. Springer Fachmedien Wiesbaden. 2019.
- HAMPP, B.: Academic Paper Writing - Eine Fallstudie zur Unterstützung kollaborativer Wissensarbeit. Ulm. Verlag der Universität Ulm. 2013.
- HAUSKNECHT, K.; LIEBICH, T.: BIM-Kompodium. Stuttgart. Fraunhofer IRB Verlag. 2015.

- HECK, D.: BIM - Werkzeug zur Optimierung der Planungs- und Bauprozesse: 1. Grazer BIM-Tagung -Tagungsband 2014. Hrsg.: HECK, D.: 1. Aufl. Graz. Verlag der Technischen Universität Graz. 2014.
- HM GOVERNMENT DEPARTMENT FOR BUSINESS, INNOVATION AND SKILLS: Building information modelling. https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/34710/12-1327-building-information-modelling.pdf. Datum des letzten Zugriffs: 06.08.2018.
- HOFSTADLER, C.: Aktuelle Entwicklungen in Baubetrieb, Bauwirtschaft und Bauvertragsrecht. In: 50 Jahre Institut für Baubetrieb und Bauwirtschaft der TU Graz. Graz. Verlag der Technischen Universität Graz. 2019.
- HOLZER, D.: The BIM manager's handbook - Guidance for professionals in architecture, engineering, and construction. Chichester, West Sussex, UK. John Wiley et Sons Verlag. 2016.
- HUBER, M.: Digitales Bauen - Herausforderungen und Stand der Umsetzung in der Schweiz. <https://www.fhnw.ch/de/die-fhnw/hochschulen/architektur-bau-geomatik/institute/institut-digitales-bauen/digitales-bauen-herausforderung-und-stand-der-umsetzung-in-der-schweiz>. Datum des letzten Zugriffs: 22.03.2020.
- KEANE, C.: Revit is NOT BIM. <https://www.linkedin.com/pulse/revit-bim-caroline-keane/>. Datum des letzten Zugriffs: 07.08.2018.
- KEPPLIN, R.; SCHNELLENBACH-HELD, M.; HELD, M.: Building Information Modeling – Umsetzung in der Tragwerksplanung. In: Bau-technik, 94(4)/2017. 220–226.
- KHEMLANI, L.: Around the World with BIM. <http://www.aecbytes.com/feature/2012/Global-BIM.html>. Datum des letzten Zugriffs: 06.08.2018.
- KHT MEDIA GMBH: IT-Arbeitsmarkt - Die Nachfrage an Programmierern steigt. <https://wirtschaft.com/it-arbeitsmarkt-die-nachfrage-an-programmierern-steigt/>. Datum des letzten Zugriffs: 11.12.2019.
- KÖNIG, M., et al.: Wissenschaftliche Begleitung der BMVI Pilotprojekte zur Anwendung von BIM im Infrastrukturbau. Verlag des Bundesministeriums für Verkehr und digitale Infrastruktur. 2017.
- KOVACIC, I., et al.: BIM Roadmap für integrale Planung. Wien. Verlag der Technischen Universität Wien. 2014.
- LEE, G.; MATHEWS, N.; YODERS, J.: The Business Value of BIM for Construction in Global Markets. https://www.icn-solutions.nl/pdf/bim_construction.pdf. Datum des letzten Zugriffs: 06.08.2018.

- LIEBICH, T., et al.: Wissenschaftliche Begleitung der BMVI Pilotprojekte zur Anwendung von BIM im Infrastrukturbau - Endbericht und Handlungsempfehlungen. Berlin. Verlag des Bundesministeriums für Verkehr und digitale Infrastruktur. 2018.
- LIN, Y.-C., et al.: Developing final as-built BIM model management system for owners during project closeout: A case study. In: *Advanced Engineering Informatics*, 36/2018. 178–193.
- LINDBLAD, H.; VASS, S.: BIM Implementation and Organisational Change: A Case Study of a Large Swedish Public Client. In: *Procedia Economics and Finance*, 21/2015. 178–184.
- MAGG, A.-K.: Gebäudetechnik im mehrgeschossigen Holzbau: Eine baugeleitende Analyse des Bauablaufs und der konstruktiven Ausführung haustechnischer Installationen. Graz. Verlag der Technischen Universität Graz.
- MANSPERGER, T., et al.: BIM - Erfahrungen bei der Anwendung einer neuen Methode im Ingenieurbüro. In: *Bautechnik*, 91(4)/2014. 237–242.
- MANZIONE, L.: BIM Collaboration Format with ARCHICAD. <https://www.makebim.com/2016/09/17/bim-collaboration-format-with-archicad/?lang=en>. Datum des letzten Zugriffs: 29.02.2020.
- MARTI, M., et al.: BIM Vertrag, Rollen, Leistungen. Zürich. buildingSMART Switzerland. 2018.
- MAYRING, P.: Einführung in die qualitative Sozialforschung: 5. Aufl. Weinheim, Basel. Beltz Verlag. 2008.
- MEYER, C.: Working Capital und Unternehmenswert: 1. Aufl. Wiesbaden. DUV Deutscher Universitäts-Verlag. 2007.
- MITCHELL, J., et al.: National Building Information Modelling Initiative. Vol.1. Sydney. Verlag des Department of Industry, Innovation, Science, Research and Tertiary Education. 2012.
- MOLL, L. E.: Strategische Erfolgsfaktoren von Shared Services im Personalbereich. Wiesbaden. Springer Gabler Verlag. 2012.
- MONSBERGER, M.; FRUWIRTH, M.: Die Gebäudetechnik im österreichischen Bauprozess. Graz. Verlag der Technischen Universität Graz. 2018.
- OLLERO, J.; WELLBROCK, I.: BIM im konstruktiven Ingenieurbau - ein Erfahrungsbericht. In: *Bautechnik*, 95(3)/2018. 215–221.
- ÖSTERREICHISCHES NORMUNGSINSTITUT: ÖNORM A 6241-1 2015-07-01 Digitale Bauwerksdokumentation Teil 1: CAD-Datenstruktur und Building Information Modeling (BIM) - Level 2. Verlag des Österreichischen Normungsinstituts. 2015.

- ÖSTERREICHISCHES NORMUNGSINSTITUT: ÖNORM A 6241-2 2015-07-01 Digitale Bauwerksdokumentation Teil 2: Building Information Modeling (BIM) - Level 3-iBIM. Verlag des Österreichischen Normungsinstituts. 2015.
- PATTON, M. QUINN: Qualitative research & evaluation methods: Fourth edition. Los Angeles, London, New Delhi, Singapore, Washington DC. SAGE Publications. 2015.
- PILLING, A.: BIM - Das digitale Miteinander: 1. Auflage. Berlin, Wien, Zürich. Beuth Verlag GmbH. 2016.
- PILLING, A.: 10 Tipps zur Einführung von BIM + Implementierungsroadmap. https://www.dbz.de/artikel/dbz_10_Tipps_zur_Einfuehrung_von_BIM_3191053.html. Datum des letzten Zugriffs: 05.11.2019.
- PREVERA CONSULTING GMBH: Building Information Management von der Planung bis zum Betrieb. <https://prevera.at/>. Datum des letzten Zugriffs: 22.03.2020.
- PÜSTOW, M.; MAY, I.; PEITSCH, D.: Bericht Reformkommission Bau von Großprojekten - Komplexität beherrschen - kostengerecht, termintreu und effizient. Berlin. Verlag des Bundesministeriums für Verkehr und digitale Infrastruktur Deutschland. 2015.
- RABBE, S.: Strategisches Nachhaltigkeitsmanagement in der deutschen Stahlindustrie. Frankfurt, M. Lang Verlag. 2010.
- REINHARD, J.; BEDRICK, J.: Level of Development Specification Part 1 & Commentary. https://bimforum.org/wp-content/uploads/2018/07/BIMForum-LOD-2018_Spec-Part-1_and_Guide_PUB-DRAFT.pdf. Datum des letzten Zugriffs: 21.03.2020.
- RÖCK, M., et al.: LCA and BIM: Visualization of environmental potentials in building construction at early design stages. In: Building and Environment, 140/2018. 153–161.
- SCHERER, R. J.; SCHAPKE, S.-E.: Informationssysteme im Bauwesen 1. Berlin, Heidelberg. Springer Berlin Heidelberg Verlag. 2014.
- SCHINDLBECK, C.: Nachfrage nach Elektroingenieuren schwächer. <https://www.elektroniknet.de/markt-technik/karriere/nachfrage-nach-elektroingenieuren-schwaecher-167363.html>. Datum des letzten Zugriffs: 11.12.2019.
- SEUBERT, C.-M. F.: Build, Ally or Acquire. Köln. Josef Eul Verlag. 2010.
- SMITH, D. K.; TARDIF, M.: Building information modeling. Hoboken. Wiley Blackwell Verlag. 2009.
- SOMMER, H.: Projektmanagement im Hochbau: 4. Auflage. Berlin, Heidelberg. Springer Vieweg Verlag. 2016.

STATISTA GMBH: Hemmnisse für die betriebliche Weiterbildung von Unternehmen in Deutschland 2016. <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/387212/umfrage/hemmnisse-fuer-betriebliche-weiterbildung-von-unternehmen-in-deutschland/>. Datum des letzten Zugriffs: 11.12.2019.

STATISTISCHES BUNDESAMT: Volkswirtschaftliche Gesamtrechnungen 2014. Wiesbaden. Verlag des Statistischen Bundesamts Deutschland. 2015.

TEICHOLZ, P.: Trends in Labor Productivity in the Construction Industry. San Francisco. Verlag der Stanford University. 2015.

TULENHEIMO, R.: Challenges of Implementing New Technologies in the World of BIM – Case Study from Construction Engineering Industry in Finland. In: *Procedia Economics and Finance*, 21/2015. 469–477.

U.S. GENERAL SERVICES ADMINISTRATION: BIM Guides. <https://www.gsa.gov/real-estate/design-construction/3d4d-building-information-modeling/bim-guides>. Datum des letzten Zugriffs: 05.11.2019.

VAN TREECK, C., et al.: Gebäude.Technik.Digital. Berlin, Heidelberg. Springer Vieweg Verlag. 2016.

WALTER, A.: Methodik der empirischen Forschung: 3., überarbeitete und erweiterte Auflage. Wiesbaden, s.l. Gabler Verlag. 2009.

WITHERS, I.: Government wants UK to be BIM global leader. <https://www.building.co.uk/news/government-wants-uk-to-be-bim-global-leader/5046951.article>. Datum des letzten Zugriffs: 06.08.2018.

YIN, R. K.: Case study research: 2. ed. Thousand Oaks. SAGE Publications. 1994a.

YIN, R. K.: Case study research: 4. ed. Los Angeles. SAGE Publications. 2009b.

ZHAO, H.: Distributed Building Information Modeling in Multidisciplinary Collaboration. <https://www.research-collection.ethz.ch/handle/20.500.11850/166500>.

ZUPANCIC, T., et al.: An Action Plan to Accelerate Building Information Modeling (BIM) Adoption. http://www3.weforum.org/docs/WEF_Accelerating_BIM_Adoption_Action_Plan.pdf. Datum des letzten Zugriffs: 21.03.2020.

ZWIELEHNER, T.; SPREITZER, P.: Warum BIM (noch) nicht die erwartete Produktivitätssteigerung bringt. In: *Stahlbau*, 88(5)/2019. 499–505.