

Technical Report Nr. 13, 2021

Handreichung: BIM-Grundlagen-Vermittlung

Albert Lößner B. Sc., Kevin Fechner M.Sc., Prof. Dr.-Ing. Nicolei Beckmann

hochschule 21 – Technical report

Buxtehude:
hochschule 21 gemeinnützige GmbH
Staatlich anerkannte private Fachhochschule
Harburger Straße 6
21614 Buxtehude

Telefon: +49 4161 648 124
Fax: +49 4161 648 123
E-Mail: bibliothek@hs21.de
<http://www.hs21.de>

ISSN 2196-5153



BIREM

BIM Innovationsstrategie
im regionalen Mittelstand

Handreichung:
BIM-Grundlagen-Vermittlung

1. BIM- WORKSHOP 07.09.2021

Autoren: Albert Lößner B. Sc., Kevin Fechner M.Sc.,
Prof. Dr.-Ing. Nicolei Beckmann

Lektorat, Korrektorat: Karina Witten M. Sc.

August 2021

Projekt „BIM-Innovationsstrategie im regionalen Mittelstand“ (BIREM)

hochschule 21
Harburger Str. 6
21614 Buxtehude
www.hs21.de/birem
birem@hs21.de



Das Projekt „BIM Innovationsstrategie für den regionalen Mittelstand“ (BIREM) wird aus Mitteln des Europäischen Fonds für Regionale Entwicklung (EFRE) sowie durch das Land Niedersachsen finanziert.

Vorwort

Sehr geehrte BIM-Interessierte,

um Ihnen einen möglichst reibungslosen Start in die Umstellung auf digitale Planungsprozesse zu ermöglichen, möchten wir Sie mit Generalisten-Wissen der BIM-Methode vertraut machen. Die hochschule 21 bietet, parallel zu diesen Handbüchern, aufeinander aufbauende Workshops an. Diese haben das Ziel, ein grundlegendes Verständnis aufzubauen und weiterführend die bestehenden individuellen Prozesse zu lokalisieren und mit der BIM-Methode in Verbindung zu bringen.

Im Zuge des BIREM-Projektes der hochschule 21 wurden bereits eine quantitative Umfrage und qualitative Interviews durchgeführt und analysiert. Auffällig war dabei, dass für viele Unternehmen besonders der Einstieg in die BIM-Methode eine Herausforderung darstellt. Dies ist insofern nachvollziehbar, da sich die hohe Komplexität und Individualität der Baubranche in der BIM-Methode widerspiegeln. Wurde der Einstieg in die Methode jedoch vollzogen, dann verlagerten sich die Probleme eher in einzelne Details, unabhängig von der Gesamtmethodik des Anwenders. Von Experten wird daher eine schrittweise Implementierung empfohlen, um dem Druck des Alltagsgeschäftes gerecht zu werden und den Umbruch für alle Beteiligten weniger spürbar zu machen. Hier stellt sich nun die Frage: Wie beginne ich mit der Umstellung auf digitale Methoden?

Dieser Hürde wollen wir uns stellen und legen mit der Handbuch- und Workshop-Reihe den Fokus auf Lösungsansätze für die individuellen Herausforderungen der Unternehmen, um gemeinsam einen ersten Schritt zur BIM-Implementierung gehen zu können. Die Teilnehmenden werden ihre internen Prozesse analysieren und anhand dieser, erste Ableitungen zum Übergang in digitale Methoden entwickeln. Vorherrschende Probleme in der eigenen Wertschöpfungskette werden lokalisiert und darauf aufbauend konkrete Ziele formuliert, um so den Umbruch auf digitale Methoden möglichst effizient und ergebnisfokussiert durchzuführen.

Befinden Sie sich kurz vor dem Einstieg in die BIM-Methode und fragen sich noch, wie Sie die ersten Schritte am effektivsten bewältigen sollen? Dann sind Sie herzlich zur Teilnahme und zum Weiterlesen eingeladen.

Inhaltsverzeichnis

1. Einführung.....	1
2. Grundlagen der BIM-Implementierung.....	3
2.1 Warum BIM?	3
2.2 Geschäftliche Veränderungen durch BIM.....	3
3. Begriffe rund um BIM.....	8
3.1 Bauwerksinformationsmodelle als Informationsquelle	9
3.2 Ausarbeitungsgrade in BIM-Modellen	9
3.3 Open-BIM vs. Closed-BIM	11
3.4 Vorgaben im Open-BIM-Prozess	12
3.4.1 Projektunspezifische Vorgaben	12
3.4.2 Projektspezifische Vorgaben	12
3.5 Anwendungsfälle.....	13
4. Anwendungsfall 1: Bestandsmodellierung	15
4.1 Vergleich der Messtechniken	15
4.1.1 3D-Laserscan	15
4.1.2 Tachymetrie mit einer Totalstation.....	16
4.1.3 GPS-Roverstab	17
4.2 Weitere Verwendung der Messdaten.....	18
5. Literaturempfehlungen.....	20
Arbeitsphase 1 – BIM Strategie – Bedarfsanalyse.....	21
Arbeitsphase 2 – Kreuzworträtsel	24
Glossar.....	25
Literaturverzeichnis	27
Abbildungsverzeichnis.....	28

1. Einführung

Sicher sind auch Sie schon einmal in Kontakt mit dem Begriff „BIM“ beziehungsweise „Building Information Modeling“ getreten. Irgendwas mit 3D-Modellen und eine ganz neue Art der Arbeit. Erfahrungsgemäß konnten nur wenige Baubeteiligte positive Erfahrungen mit der neuen Arbeitsmethode gewinnen. Jedoch werden auch Sie mit wachsendem Wissen über die BIM-Methode feststellen, dass sich lediglich der Umgang mit Bauwerksinformationen ändert. Die Leistungserbringung erfolgt mit oder aufgrund digitaler Daten. Diese digitalen Daten sind in der Regel geometrische, bauteilorientierte 3D-Modelle, die mit weiteren Informationen aller Art verknüpft werden (bspw. Material, Termine, Kostenkennwerte etc.). Das Kerngeschäft des Bauens und die zur Initiierung und Einschätzung von Vorhaben benötigten Fachkenntnisse bleiben hingegen auf Erfahrung beruhende Sachverhalte, welche noch kein Computer berechnen kann.

Dennoch können wir feststellen, dass sich gerade in großen Büros der aktive Einsatz von BIM in Prozessen der Wertschöpfung immer stärker ausbreitet. Durch immer komplexere Bauvorhaben und einen wachsenden Digitalisierungsgrad scheint es unumgänglich, dass sich auch kleine und mittelständische Betriebe auf den digitalen Wandel im Bauwesen vorbereiten.

Während sich einer Studie¹ aus dem Jahr 2020 zufolge schon 19% der Bauunternehmer und Planer/ Projektsteuerer der Bundesrepublik Deutschland als „sehr stark“ oder „eher stark“ im Einsatz von BIM einstufen, bewerten 68% der Befragten ihre Expertise als „ausbaufähig“ oder mit „großem Nachholbedarf“. Insgesamt 62% der Befragten sehen „sehr große“ oder „eher große“ Potenziale im Einsatz von BIM. Um die Digitalisierung im Unternehmen allgemein (also auch digitale Methoden wie Laserscanning, Drohnenüberwachung, Cloud-Technologien und Plattformen etc.) zu fördern, planen 72% der Bauunternehmen und 60% der Planer/ Projektsteuerer mit Investitionen in den kommenden 5 Jahren.

Weiterhin sehen insgesamt 84% der Befragten mehr Aus- und Weiterbildungsmöglichkeiten als sinnvolle Maßnahme, um die Digitalisierung der Bauindustrie voranzutreiben. Das BIREM-Forschungsprojekt der hochschule 21 stellt eine dieser Möglichkeiten dar. Unser Ziel ist es, BIM-Interessierten und -Anfängern den Umstieg auf digitale Methoden zu erleichtern. Dafür werden insgesamt vier Workshops (online und im BIM-LAB der hochschule 21) stattfinden.



Abbildung 1: Themenschwerpunkte der BIREM-Workshops²

¹ Berbner und Elsholz 2020, S. 15–22.

² Eigene Darstellung

Die Abbildung 1 stellt die groben Schwerpunkte der jeweiligen Workshops dar. Zu jedem Workshop soll ein Handbuch veröffentlicht werden, dass die behandelten Sachverhalte in schriftlicher Form protokolliert. In diesem ersten Handbuch wird das Hauptaugenmerk auf die Grundlagen der BIM-Implementierung sowie den Begrifflichkeiten der BIM-Methode gelegt. Zudem wird der Anwendungsfall der Bestandsmodellierung, welcher meist an erster Stelle eines BIM-Projektes behandelt wird, näher betrachtet.

2. Grundlagen der BIM-Implementierung

Für die BIM-Implementierung in Unternehmen ist es sinnvoll sich mit den Herausforderungen sowie den Vorteilen der BIM-Methode vertraut zu machen und einen strategischen Plan zu entwickeln. Vor der Betrachtung der technischen Hintergründe sollte dem Unternehmen bewusst werden, welche groben Ziele sie mit der Einführung digitaler Methoden verfolgen. Das folgende Kapitel wurde in Anlehnung an „Der BIM-Manager“³ von Mark Baldwin verfasst.

2.1 Warum BIM?

Der Austausch von Informationen basiert heute noch überwiegend auf dem Austausch von technischen Zeichnungen in Form von Schnitten, Grundrissen oder Detailzeichnungen. Sicher sind auch Sie mit Software-Produkten vertraut, welche tatsächlich nur lang bestehende Arbeitsweisen mit Zeichenbrett und Stift imitieren. Diese Strichzeichnungen sind dabei nur für Menschen interpretierbar. Das Potential des Computers, Informationen automatisiert zu erschließen und zu verarbeiten, bleibt bei diesen Programmen auch mit digitalen Zeichnungen ungenutzt.

Durch die BIM-Methode werden neue Möglichkeiten geschaffen die Planung, den Bau und den Betrieb eines Gebäudes computergestützt zu optimieren. Im Mittelpunkt der Methode stehen Bauwerksmodelle anstelle von digitalen Zeichnungen. Die Bauwerksinformationen werden modellbasiert erstellt, abgerufen und weitergegeben. BIM soll so zu einer Verbesserung der Koordination in der Planung, der Anbindung an Simulationen, der Steuerung des Bauablaufs sowie der Übergabe von Bauwerksinformationen an den Betreiber beitragen.

Hinweis:

Durch eine Vermeidung von wiederholten Eingaben, wie beispielsweise bei Planänderungen von korrelierenden technischen Zeichnungen, sowie der dauerhaften Nutzbarkeit digitaler Informationen können aufwändige und fehleranfällige Arbeiten vermieden werden. Dadurch soll gleichermaßen eine Verbesserung der Produktivität sowie der Qualität erzielt werden.

2.2 Geschäftliche Veränderungen durch BIM

Der Übergang zu neuen Arbeitsweisen kann einen großen Aufwand an personellen Ressourcen sowie hohe Investitionskosten mit sich bringen. Die Implementierung der Methode wird meist durch folgende Aspekte erschwert:

- „Produktivitätsabfall während der Einführungsphase
- Hohe Investitionskosten bei geringer Kapitalrendite
- Unterbrochene Arbeitsabläufe.“⁴

Dieser anfängliche Widerspruch erweist sich aufgrund wachsender Expertise nach dem Aufsetzen neuer Prozesse als positiv. Der Produktivitätsabfall wird sich beispielsweise durch Produktivitätswachstum ausgleichen. Ein Report von McGraw Hill Construction⁵ zeigt, dass

³ Baldwin 2019.

⁴ Baldwin 2019, S. 112.

⁵ Young Jr. et al. 2008.

untersuchte Organisationen nach der Implementierung von BIM-Methoden zur Wiedererlangung ihrer Produktivität circa drei bis vier Monate benötigen. Zudem verzeichneten mehr als 50% der Befragten einen Zuwachs ihrer Produktivität von mehr als 50%. Andere sogar bis zu 100%.

Die Messung des Gewinnzuwachses durch BIM anhand der Kapitalrendite kann sich als schwierig erweisen. Zuwächse können jedoch durch:

- „[...] verbesserte Projektabwicklung infolge einer geringeren Zahl von Informationsanforderungen und verminderter Koordinationsprobleme auf Baustellen (79%)
- verbesserte Kommunikation durch 3D-Visualisierung (79%)
- Wettbewerbsvorteile durch erhöhte Kompetenzen (66%).“⁶

Der eben angesprochene Report zeigte zudem, dass Unternehmen, die durch den Einsatz von BIM generierte Kapitalrendite aktiv überwachten, einen Zuwachs von 300-500% verzeichnen konnten.

Unterbrochene Arbeitsabläufe sind bei der Einführung von BIM unvermeidbar. Der Report zeigt, dass diese Veränderungen am Anfang als negativ empfunden werden. Er merkt aber auch an, dass 82% der erfahrenen Nutzer die Auswirkungen auf die Verfahrensabläufe durch BIM als positiv bewertet. Bei den BIM-Anfängern hingegen waren nur 20% positiv gegenüber den Veränderungen geneigt.

Um die anfänglich negativen Auswirkungen auf das Unternehmen so gering wie möglich zu halten, lohnt es sich eine umfassende Implementierungsstrategie aufzusetzen, welche Geschäftsgrundsätze, Prozesse, Menschen und die Technologie des Unternehmens gleichermaßen berücksichtigt.

Vision	Wissen	Vorteil	Kapazität	Aktionsplan	Ergebnis
-	✓	✓	✓	✓	Verwirrung
✓	-	✓	✓	✓	Unsicherheit
✓	✓	-	✓	✓	Langsame Veränderung
✓	✓	✓	-	✓	Frustration
✓	✓	✓	✓	-	Falscher Beginn
✓	✓	✓	✓	✓	Veränderung

Abbildung 2: 5 Voraussetzungen für erfolgreiche Veränderung im Unternehmen und Auswirkung des Fehlens einer Voraussetzung⁷

⁶ Baldwin 2019, S. 113.

⁷ in Anlehnung an Villa und Thousand 2000 zit. n. Baldwin 2019, S. 116.

Voraussetzungen für erfolgreiche Veränderungen sind - neben dem Willen der gesamten Organisation - Visionen, das nötige Wissen, die Erkenntnis eines Vorteils in der Methode, ausreichende Kapazitäten für die Umstellung auf neue Arbeitsweisen sowie ein durchdachter Aktionsplan. Fehlt eine der fünf Voraussetzungen kann dies, wie in Abbildung 2 ersichtlich, die Veränderung im Unternehmen behindern.

Den Führungsebenen im Unternehmen muss bewusst sein, dass BIM Veränderungen bedeuten, welche sich auf verschiedene Untersysteme im Unternehmen auswirkt:⁸

- Auf die Unternehmenskultur (bspw. Werte, Image, PR-Konzepte, Vision der Firma ...)
- Auf das soziale System im Unternehmen (bspw. Aufgaben, Gremien, Macht und Konflikte...)
- Auf das technische System im Unternehmen (Arbeitsprozesse, IT-Infrastruktur, Geldmittel...)

Die Langzeitauswirkungen von BIM betreffen somit den innersten Kern einer Organisation. Daher muss die Implementierung als Geschäftsstrategie von der Geschäftsführung geplant werden. Nach der Beschreibung von Visionen und Zielen auf strategischer Managementebene sollten diese in einen Aktionsplan mit definierten Richtlinien und Vorgehensweisen überführt werden. Erst dann können diese Prinzipien in konkreten Projekten erfolgreich umgesetzt und ein Kreislauf der konstanten Weiterentwicklung erschaffen werden (siehe Abbildung 3).

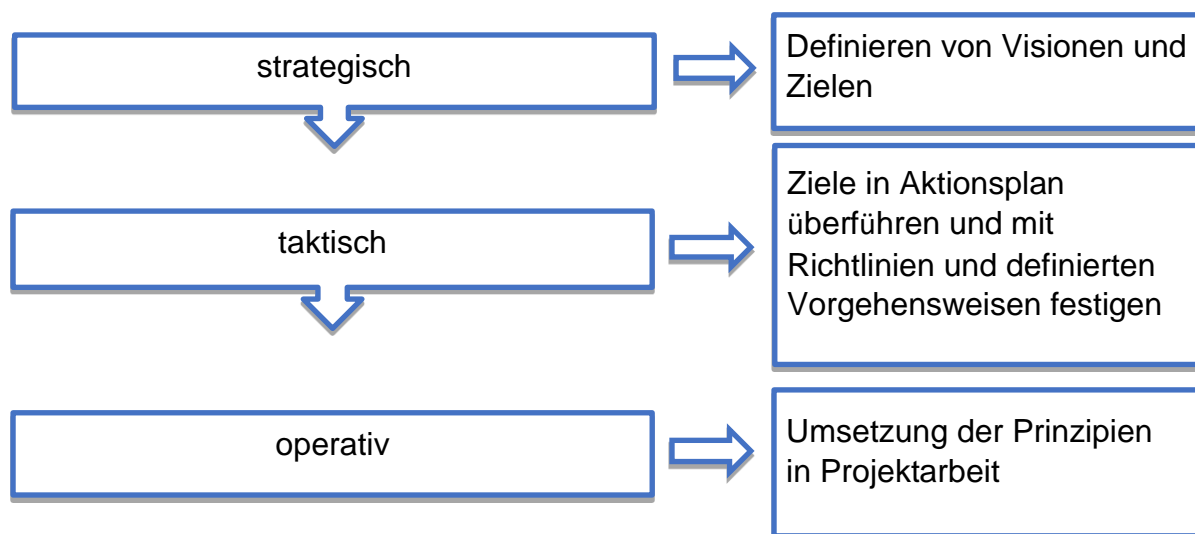


Abbildung 3: Umsetzungsebenen⁹

Die Einführung von BIM führt zwangsweise zu einer Nutzung neuer Technologien und neuer Werkzeuge im Arbeitsalltag. Neben den neuen Technologien sind jedoch auch neue Geschäftsgrundsätze, interne Prozesse, der Einsatz von Personal sowie festzulegende Verfahrensweisen zur optimalen Nutzung dieser Technologien von großer Bedeutung für eine erfolgreiche Implementierung (siehe Abbildung 4).

⁸ vgl. Friedrich Glasl zit. n. Baldwin 2019, S. 117.

⁹ in Anlehnung an Baldwin 2019, S. 119.

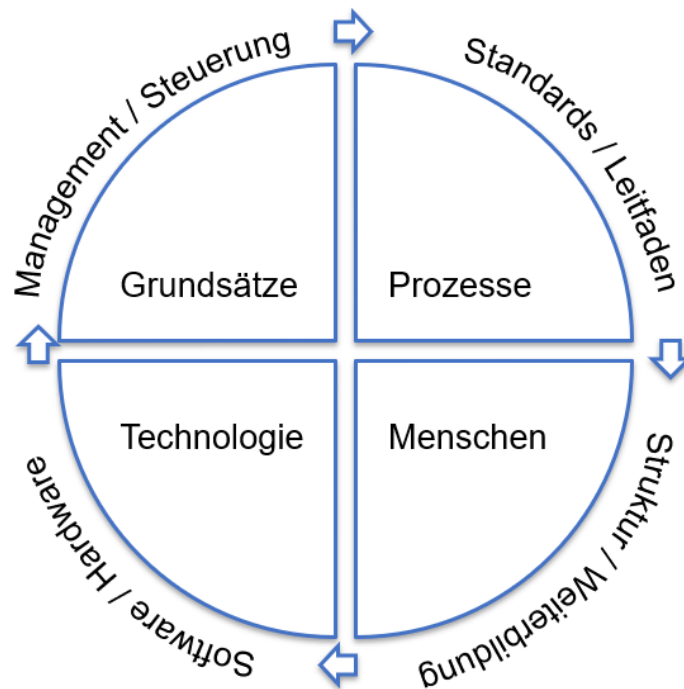


Abbildung 4: Die Säulen der BIM-Umsetzung¹⁰

Diese vier Aspekte sollten aufgrund ihrer engen Verbundenheit gleichermaßen berücksichtigt werden. Die Geschäftsgrundsätze geben einen Rahmen für interne Prozesse vor und bedingen gleichzeitig den Einsatz personeller Ressourcen. Die Soft- und Hardware sollte nach den unternehmenseigenen Richtlinien ausgewählt und angepasst worden sein, um das Geschäft zu unterstützen. Die Implementierungsstrategie der Bauwerksinformationsmodellierung in ihrem Unternehmen sollte daher alle vier Aspekte gleichermaßen berücksichtigen.

Hinweis:

Es zeigt sich, dass die anfänglichen Probleme in langfristigen Betrachtungen zu positiveren Ergebnissen führen.

Über 50 Prozent der Befragten erreichten eine Produktivitätssteigerung um mehr als 50% durch den Einsatz der BIM-Methode. Andere sogar bis zu 100%.

Mensch und Maschine, eine der führenden europäischen Anbieter von CAD- und CAM-Software, hat, wie in Abbildung 5 ersichtlich, durch Kombination der Aspekte sowie der Umsetzungsebenen eine Implementierungsmatrix entworfen, welche als Leitfaden für die BIM-Implementierung in Unternehmen dienlich sein kann. Es sei vor Allem wichtig sich nicht in technischen Fragen zu verlieren – die Auswahl der Software sollte eine der letzten Aufgaben während der Einführung von BIM sein. Ein guter Start zur Entwicklung einer Implementierungsstrategie stellt die Analyse gegenwärtiger geschäftlicher Vorgänge dar. Das entstehende „Visionsdokument“ kann auf taktischer Ebene zu einer Art „Roadmap“ bzw. einem

¹⁰ in Anlehnung an ebd., S. 120.

BIM-Leitfaden und auf operativer Ebene zu einem Handbuch für spezifische Vorgehensweisen mit dem Zweck der Visionserfüllung fortgeschrieben werden.

	Geschäfts- grundsätze	Prozesse	Menschen	Technologie
strategisch	Vision	Leitfaden	informieren motivieren	entdecken
taktisch	Roadmap	Richtlinien	ausbilden	testen bewerten
operativ	Unternehmer- Handbuch	BIM- Abwicklungsplan	unterstützen	umsetzen

Abbildung 5: Umsetzungsmatrix nach Mensch und Maschine¹¹

Im zweiten Schritt werden die Geschäftsprozesse analysiert und mit konkreten Richtlinien und Protokollen ergänzt. Dazu wird der Geschäftsprozess in einem Leitfaden festgehalten und mit eindeutigen Richtlinien gefestigt. Letztendlich kann auf operativer Ebene ein konkreter BIM-Abwicklungsplan für die ersten Projekte entstehen.

Die dritte Spalte spiegelt den Einsatz personeller Ressourcen wider. Strategisch sollte versucht werden den Mitarbeitern zu vermitteln, welche Erwartungen das Unternehmen an die Bauwerksinformationsmodellierung hat. Taktisch sollten die Mitarbeiter auf die neue Arbeitsmethode mit Schulungen und Weiterbildungen vorbereitet werden, beispielsweise zum allgemeinen Management mit BIM oder zu spezifischer Software. Auf operativer Ebene sollten die Mitarbeiter auch nach Einführung der ersten Anwendungen dauerhaft unterstützt werden. Dies kann durch weitere Schulungen oder interne Workshops gestaltet werden.

Erst an letzter Stelle – in Spalte 4 – sollte sich mit der eigentlichen Technologie, also mit der Software und der Hardware, auseinandergesetzt werden. Durch ein Überdenken der vorigen Arbeitsschritte (Bewertung interner Geschäftsprozesse, Anforderungen der Organisation etc.) kann sich die Unternehmung auf Informationsbeschaffung zu vorherrschender Software konzentrieren und in einer Testphase die relevanten Anwendungen hinsichtlich ihrer Eignung für die Unternehmung bewerten. Als Ergebnis steht die optimale Software fest und kann implementiert werden.

¹¹ in Anlehnung an ebd., S. 121.

3. Begriffe rund um BIM

Ende 2015 veröffentlichte das Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur den Stufenplan für die Einführung von BIM. In diesem Stufenplan wird BIM als kooperative Arbeitsmethode definiert. Auf Grundlage von digitalen Modellen eines Bauwerks werden die für dessen Lebenszyklus relevanten Informationen und Daten konsistent erfasst, verwaltet und in einer transparenten Kommunikation zwischen den am Bau Beteiligten ausgetauscht- oder für weitere Bearbeitungen übergeben. BIM ist dabei mehr als reine 3D-Modellierung. Von großer Bedeutung ist der alphanumerische Informationsgehalt des Modelles. Alphanumerische Informationen sind Bauteil-beschreibende Merkmale, welche nicht in Zahlen ausgedrückt werden können (beispielsweise Material oder Verantwortlicher).

Die Durchführung von BIM an einem konkreten Projekt kann sich als sehr komplex erweisen. Die Prozesse der Planung und Ausführung werden meist von verschiedenen spezialisierten Fachkräften ausgeführt. Diese sitzen wiederum an verschiedenen Standorten und benutzen unterschiedliche Software. Daher sind die Datenquellen und deren Informationen oft heterogen. Es handelt sich nicht um ein zentrales Gebäudeinformationsmodell, sondern um ein Aufeinandertreffen verschiedener, in Beziehung zueinanderstehender Teilmodelle.¹²

Folgende Modellarten werden in der Literatur benannt¹³:

Bestandsmodelle: Bilden die Basis für die weitere Bearbeitung des Projektes und werden meist zum Projektstart modelliert. Das Bestandsmodell wird dabei aus verschiedenen Quellen (wie 3D-Laserscans, 2D-Pläne, Satelliten-gestützten Vermessungen oder anderen Informationen) konstruiert.

Grundlagenmodelle: Stellen jedem Beteiligten eine Projektvorlage für die Erarbeitung ihrer Fachmodelle. Zu den Ausgangsdaten gehören alle geometrischen und geodätischen Erkenntnisse für das Projekt (beispielsweise Bestandsmodelle, digitale Geländemodelle, ein Baugrundmodell, Informationen zu Projektkoordinaten, ein Raster der Konstruktionsebenen und weitere Ausgangsdaten) die den Fachplanern die nötigen Informationen zum Beginn ihrer Modellierung liefern.

Teilmodelle (auch Fachmodelle): Digitale Bauwerksmodelle, die von Fachplanern mit ihrer jeweiligen Software erstellt werden. Sie stellen eine bestimmte fachliche Sicht oder einen Teilbereich des Gesamtbauwerks dar. BIM4Infra hat eine detaillierte Auflistung derzeitig genutzter Fachmodelle vorgenommen.¹⁴ Die Modelle sind dabei nicht willkürlich erstellt, sondern referenzieren aufeinander. Die Basis für die Referenz bildet das Grundlagenmodell.

Koordinationsmodelle: Kombination verschiedener Fachmodelle zum Zwecke der Kollisionsprüfung sowie der Koordination und Kommunikation unterschiedlicher Gewerke. Es kann auch genutzt werden, um das Gesamtprojekt zu visualisieren und auszuwerten. Die Fachmodelle werden dabei zu festgelegten Meilensteinen zu Koordinationsmodellen zusammengeführt.

As-Built-Modelle: Sind Fachmodelle eines Gewerkes, einer Disziplin oder ein aus vielen Fachmodellen zusammengeführtes Modell. Zweck dieses Modells ist die Dokumentation des erstellten Bauwerks nach dessen Fertigstellung. In das As-Built-Modell fließen alle Veränderungen gegenüber der Planung ein die während des Baus entstanden sind. Somit liegt

¹² vgl. Schatz.

¹³ vgl. Richtlinie VDI 2552, S. 15–19.

¹⁴ vgl. Borrmann et al. 2019a, S. 7–8.

in diesem Modell oder den Modellen (falls es aus mehreren Fachmodellen besteht) der höchste Informationsgehalt hinsichtlich des entstandenen Bauwerks vor.

Betreibermodelle: Ein für den FM-Betrieb aufbereitetes As-Built-Modell. Das Betreibermodell bildet die Basis für alle Geschäftsprozesse im Betrieb des Bauwerks. Im Laufe der Zeit des Betriebes wird es aufgrund von Wartungs- und Instandhaltungsarbeiten regelmäßig erweitert. Bauteile die ersetzt oder hinzugefügt werden bleiben jedoch historisch nachverfolgbar und im Betreibermodell verortbar.

3.1 Bauwerksinformationsmodelle als Informationsquelle

Die Modelle werden in Modellierungsprogrammen entworfen. Diese wird auch als „BIM Autoren Software“ bezeichnet. Diese Modellierungsprogramme besitzen in der Regel Objektbibliotheken – quasi Kataloge von digitalen Bauteilen. Jedes digitale Bauteil hat – analog zur realen Umwelt – Beziehungen zu anderen Bauteilen. So befindet sich eine Tür in einer Wand, eine Wand begrenzt einen Raum, ein Raum befindet sich in einem Geschoss und das Geschoss ist Teil des Bauwerkes.

Werden diese Objekte sinnvoll aneinander gefügt so entsteht ein „digitaler Zwilling“ des eigentlichen Bauvorhabens. Neben den Beziehungen zu anderen Objekten besitzt jedes Bauteil Eigenschaften, welche das Wesen des Bauteiles benennen. Beispielhaft zu nennen sind seine physikalische und materielle Beschaffenheit, seine Funktion, seine Kosten, seine Entwicklungsreife und theoretisch unendlich viele weitere Eigenschaften.¹⁵

Werden weitere Bauteilinformationen nicht geometrischen Ursprungs, wie beispielsweise Zeit- oder Kostenansätze mit im Modell integriert, so kann das Modell als Ausgangsinformation für tiefergreifendere Analysen dienlich sein. In der Literatur wird dabei von 3-Dimensionalität bis 7-Dimensionalität unterschieden. Die einzelnen Dimensionen können wie folgt deklariert werden:

„3D-Modell	Ist ein dreidimensionales Modell eines Bauwerks mit geometrischen, physikalischen Eigenschaften und funktionalen Attributen.
4D-Modell	Das 3D-Modell des Bauwerks wird mit einem Terminplan bzw. den zugehörigen Ausführungsprozessen (Zeit) erweitert. Ein 4D-Modell erlaubt die Erstellung von 4D-Bauablaufsimulationen.
5D-Modell	Ist ein um den Kostenplan und Kalkulationsinformationen erweitertes 4D-Modell, wodurch eine zeitabhängige Darstellung der Kostenentwicklung im Bauprojekt möglich ist.
6D-Modell	Im 6D-Modell werden die Lebenszyklusaspekte (Bewirtschaftung des Bauwerks, Gebäudeabriss) berücksichtigt.
7D-Modell	Das 7D-Modell verknüpft das Bauwerksmodell mit Betriebsdaten, wodurch die Nachvollziehbarkeit von Wartungs- und Reparaturmaßnahmen erhöht wird. Durch die letzten beiden Dimensionen (6D bzw. 7D) entsteht vor allem eine Verbesserung der Nachhaltigkeit im Facility-Management.“ ¹⁶

3.2 Ausarbeitungsgrade in BIM-Modellen

Um weder zu wenig noch zu viele Informationen bereitzustellen, werden Ausarbeitungsgrade verwendet. Der Ausarbeitungsgrad beschreibt welche Informationen zu welchem Projektzeitpunkt von den jeweiligen Fachplanern für welchen Anwendungsfall zu liefern sind,

¹⁵ vgl. Baldwin 2019, S. 7.

¹⁶ Goger et al. 2018, S. 32.

denn für verschiedene Anwendungsfälle benötigt es verschiedene Informationsanforderungen (beispielsweise müssen für die Terminplanung Zeitansätze hinterlegt sein – für eine Kostenplanung hingegen Kostenansätze). Daher werden vor Projektbeginn die Anwendungsfälle, die Datenübergaben sowie die Projektbeteiligten und die Projektstrukturen definiert. Die Definition erfolgt vom Auftraggeber in den sogenannten Auftraggeber-Informationsanforderungen (AIA), welche im Kapitel 3.4.2 Projektspezifische Vorgaben genauer erläutert werden. So weiß jeder Fachplaner in welchem Ausarbeitungsgrad zu welchem Zeitpunkt (bzw. zu welcher Leistungsphase) und für welche Anwendungsfälle er seine Fachmodelle zur Verfügung zu stellen hat. Der Ausarbeitungsgrad beschreibt dabei sowohl den geometrischen Detaillierungsgrad (Level of Geometry – LOG) als auch den alphanumerischen Ausarbeitungsgrad (Level of Information – LOI) der Bauteile. Im Verbund von LOG und LOI wird von LOD (Level of Detail / Level of Development) oder LOIN (Level of Information Need) gesprochen. Abbildung 6 zeigt die Detaillierungstiefen von 100 bis 500 am Beispiel des Objektes Tür. Während Detaillierungstiefe 100 dem Entwurf gleichzusetzen ist und nur wenige Informationen bietet stellt Detaillierungstiefe 500 den “wie-gebaut“-Stand mit allen vorhandenen Informationen dar. Die Detaillierungstiefen 200 bis 400 sind verschiedenen Phasen der Planung zuzuordnen und sind gleichzeitig die Detaillierungstiefen, die heutzutage die meiste Anwendung erfahren.



Abbildung 6: LOD am Beispiel einer modellierten Tür¹⁷

¹⁷ Schatz und Westphal.

3.3 Open-BIM vs. Closed-BIM

Bei der Nutzung von BIM in einem Projekt können verschiedene Szenarien auftreten. Je nach Anzahl der Unternehmen sowie der Anzahl an genutzter Software wird little closed BIM bis big open BIM unterschieden (siehe Abbildung 7). Closed BIM bedeutet, dass für das jeweilige Projekt nur eine einzige Softwarekette eines Entwicklers genutzt wird – sinnbildlich eine geschlossene Insel - auf der die Informationen aus dem BIM-Modell nutzbar werden. Arbeitet ein einziges Unternehmen im closed BIM-Bereich, also mit nur einer Software beziehungsweise Softwarekette eines Entwicklerhauses (beispielsweise Nemetschek oder Autodesk), wird weiterführend von little closed BIM gesprochen. Arbeiten mehrere Unternehmen mit einer Software oder Softwarekette so wird dies als big closed BIM bezeichnet.

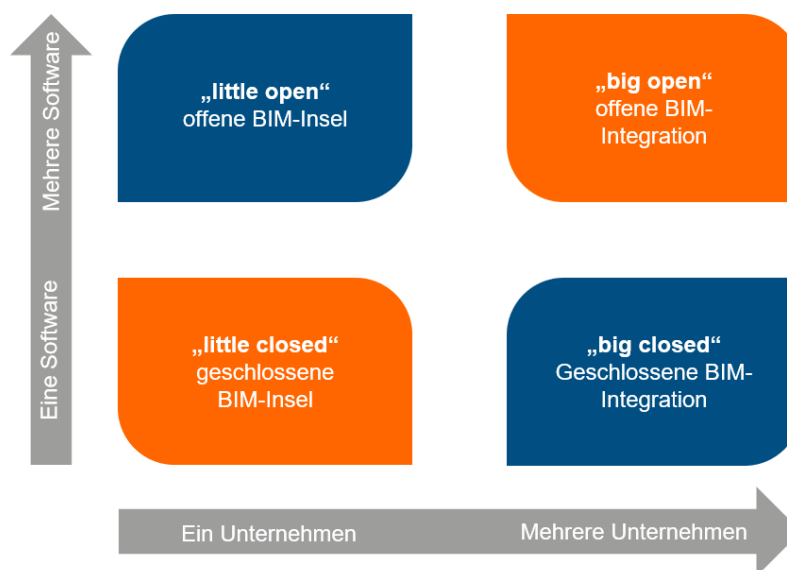


Abbildung 7: Little closed BIM bis big open BIM¹⁸

Es ist anzunehmen, dass die Zusammenarbeit der Unternehmen, welche mit der gleichen Software arbeiten, aufgrund der einheitlichen Programmierungen der Software reibungslos funktionieren sollte. Diese Zusammenarbeit ist vergleichbar mit der Textbearbeitung in Word. Arbeiten beide Unternehmen mit Word so funktioniert der Datenaustausch höchstwahrscheinlich tadellos und die Formatierung wird sauber übernommen. Für interne Prozesse und Wertschöpfungsketten ist das Arbeiten mit Software des gleichen Herstellers effektiv. Für eine kollaborative Arbeit mit vielen Beteiligten, wie es beim Bauen üblich ist, werden jedoch ganz andere Regelwerke benötigt – herstellerneutrale Datenformate.

Offene und kollaborative Zusammenarbeit bedingt offene und herstellerneutrale Datenformate.

Möchte beispielsweise ein weiterer Unternehmer dem Projekt zuarbeiten, der nur das Textverarbeitungsprogramm Pages auf seinem Computer hat, so wird er aufgrund der verschiedenen Programmierungen der Softwares eine andere Formatierung auf seinem Bildschirm angezeigt bekommen, als es vom Unternehmen, das mit Word arbeitet, geplant war. Es kommt zu einem Informationsbruch. Abhilfe würde auch hier ein herstellerneutrales Datenformat wie bspw. PDF schaffen. Der Unternehmer, welcher mit dem

¹⁸ Eigene Darstellung

Textverarbeitungsprogramm Pages arbeitet, würde dann dieselbe Formatierung angezeigt bekommen wie der Nutzer der Word-Software. Analog dazu benötigt die BIM-Methode herstellernerneutrale Dateiformate, um ein kollaboratives BIM-Projekt mit mehreren Softwares durchführen zu können. Solche herstellernerneutralen Dateiformate fördern folglich den freien Wettbewerb, da kein Unternehmen aufgrund seiner gewählten Software ausgeschlossen wird.

Die zwei gängigsten herstellernerneutralen Dateiformate für BIM sind derzeit IFC (Industry Foundation Classes) und BCF (BIM Collaboration Format). IFC ist ein internationaler Standard zum Austausch von Modelldaten (ähnlich zu PDF ist das Anschauen der Datei, allerdings nicht die direkte Weiterverarbeitung möglich). BCF ist ein Mittel zur Kommunikation und Koordination, denn das Format dient der Übermittlung von modellbasierten Problemen und Mitteilungen.

Werden nun mehrere Softwarelösungen in einem BIM-Projekt angewendet, wird dies als open-BIM bezeichnet. Analog zu den Formen des closed BIM wird je nach Anzahl der Unternehmen nach little open BIM und big open BIM unterschieden.

Auch wenn viele Planungsbüros bereits little BIM-Prozesse anwenden, sollte der Übergang zu big BIM nicht unterschätzt werden. Kollaboratives Arbeiten mit mehreren Softwares erfordert neben herstellernerneutralen Dateiformaten strikt einzuhaltende Vorgaben. Nur so werden Begriffe, Definitionen und Prozesse von allen Beteiligten einheitlich verstanden.

3.4 Vorgaben im Open-BIM-Prozess

3.4.1 Projektunspezifische Vorgaben

Die eben beschriebenen herstellernerneutralen Dateiformate werden nicht von den einzelnen Softwarehäusern entwickelt. Internationale Gremien wie beispielsweise ISO, Building Smart oder CEN setzen sich für die Entwicklung dieser Formate ein, um einen freien Wettbewerb und eine möglichst lange Nutzung der jetzt erhobenen Informationen zu ermöglichen.¹⁹

Neben der Entwicklung von Dateistandards für das Building Information Modeling setzen sich auf nationaler und regionaler Ebene weiterhin verschiedene Gruppen für den offenen Austausch von Erfahrungen mit abgeschlossenen BIM-Projekten, wie auch weiterer Standardisierung, ein (zum Beispiel DIN, VDI, BIM4INFRA, BMVI, Building Smart Germany, BIM HUB HAM).

3.4.2 Projektspezifische Vorgaben

Neben den offenen Vorgaben zu Dateiformaten, Standards und „best-practice“ Beispielen der bekanntesten BIM-Gremien muss bei jedem BIM-Projekt festgelegt werden, wie die projektspezifischen BIM-Workflows und Datenübergaben abgehandelt werden sollen. Dafür sind vor Allem zwei Dokumente von großer Bedeutung: Die Auftragsgeber-Informationsanforderungen (AIA) sowie der BIM-Abwicklungsplan. Diese können unter Umständen aber auch noch durch weitere Dokumente, wie BIM-Richtlinien zu technischen Einzelheiten, ergänzt werden.

AIA

Aufgabe des Bauherrn ist es, die Projektanforderungen in Form von BIM-Vorgaben festzulegen. Nach britischen Standards werden diese Vorgaben als EIR (Employer's Information Requirements) bezeichnet. Im Deutschen haben sich die EIR als Auftraggeber-Informationsanforderungen (AIA) eingebürgert. Neben AIA oder BIM-Vorgaben wird auch vom BIM-Pflichtenheft oder BIM-Lastenheft gesprochen. Die AIA sind Dokumente, in denen der Auftraggeber definiert, welche Informationen während der Projektabwicklung sowie nach

¹⁹ vgl. Schilde 2016.

deren Abschluss an ihn weiterzugeben sind. Weiterhin sollten Vorgaben zu Verfahrensweisen und technischen Standards für den Dateitransfer und die kollaborative Arbeit aller Beteiligten beschrieben sein.

BAP

Auf Grundlage der Vorlagen der Auftraggeber sollten die Auftragnehmer ausarbeiten, welche Informationen zu jeder Phase des Projektes im Modell generiert werden müssen. Weiterhin ist zu definieren, wer für die Bereitstellung dieser Informationen zuständig ist, um eine Mehrfachgenerierung zu vermeiden.²⁰

Ergebnis dieser Überlegungen ist der BIM-Abwicklungsplan (BAP). Er steht sinnbildlich für die Planung der Planung. Die Ausarbeitung eines BAP sieht die Verteilung der Aufgaben an die Beteiligten vor. Weiterhin gibt er eine Übersicht darüber, welche Informationen jeder Beteiligte braucht, um seine Aufgabe erfüllen zu können. Fortführend wird definiert, welche Informationen wiederum von diesem Beteiligten generiert werden müssen, um den nächsten Schritt in der Wertschöpfungskette durchführen zu können.

Dieser Aufwand sorgt für Einigkeit über zu erbringende Leistungen aller Beteiligten. Folglich wird die Kommunikation verbessert und Missverständnisse und Konflikte minimiert.²¹

Hinweis:

Die Auftragnehmer definieren im BIM-Abwicklungsplan (BAP) wie sie den Anforderungen des Auftraggebers aus dem Auftraggeber-Informationsanforderungen (AIA) gerecht werden wollen.

3.5 Anwendungsfälle

Um mit BIM die Effizienz und Qualität der Planung zu steigern, sollten genaue Ziele aufgestellt und fokussiert werden. Die gängigsten Ziele sind eine Verbesserung der Kommunikation und Koordination, die Erhöhung der Planungssicherheit, eine Erhöhung der Transparenz und die damit einhergehende Minimierung von Risiken sowie ein Effizienzgewinn durch den Einsatz des BIM-Modelles während des Betriebs des Gebäudes.

Aus den BIM-Zielen lassen sich BIM-Anwendungsfälle ableiten, die als Prozesse unter Verwendung von Modellen zur Erreichung der aufgestellten BIM-Ziele führen. Der erzielbare Nutzen und der dafür notwendige Aufwand unterscheiden sich je nach Projekt aufgrund der Projektgröße, -komplexität und weiteren Parametern wie beispielsweise der vorhandenen Erfahrung. Daher ist es sinnvoll zunächst Anwendungsfälle auszuwählen, die den größten Mehrwert zwischen Aufwand und Nutzen bieten.²²

In der Abbildung 8 werden exemplarische Anwendungsfälle aufgeführt. Sie ändern grundsätzlich keine Planungs- oder Ausführungsleistungen und orientieren sich daher an den Leistungsbildern der HOAI. Lediglich die Methode zur Erbringung der Leistung ändert sich.

Die Anwendungsfälle können jedoch nicht als statische und für jedes Projekt gleichartige Prozesse angesehen werden. Einerseits gibt es eine Vielzahl weiterer Anwendungsfälle, die aufgrund spezifischer Projektanforderungen in den AIA und BAP niedergeschrieben werden

²⁰ vgl. Baldwin 2019, S. 14.

²¹ vgl. ebd., S. 14–15.

²² vgl. Borrmann et al. 2019b, S. 8.

können. Andererseits können sich gleiche Anwendungsfälle von Projekt zu Projekt oder sogar in einem einzigen Projekt stark unterscheiden. Beispielsweise sei hier der Komplexitätsgrad zur Koordination der Fachgewerke zu nennen, welcher während der Entwurfsphase geringer als in der Ausführungsphase ist.

		Planung			Vergabe der Ausführung		Ausführung					
		Leistungsphasen gem. HOAI										
Nr	Anwendungsfälle	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Betrieb	
Bestandserfassung												
AWF 1	Bestandserfassung											
Planung												
AWF 2	Planungsvariantenuntersuchung											
AWF 3	Visualisierungen											
AWF 4	Bemessung und Nachweisführung											
AWF 5	Koordination der Fachgewerke											
AWF 6	Fortschrittskontrolle der Planung											
AWF 7	Erstellung von Entwurfs- und Genehmigungsplänen											
AWF 8	Arbeits- und Gesundheitsschutz: Planung und Prüfung											
AWF 10	Kostenschätzung und Kostenberechnung											
Genehmigung												
AWF 9	Planungsfreigabe											
Vergabe												
AWF 11	Leistungsverzeichnis, Ausschreibung, Vergabe											
Ausführungsplanung und Ausführung												
AWF 12	Terminplanung der Ausführung											
AWF 13	Logistikplanung											
AWF 14	Erstellen von Ausführungsplänen											
AWF 15	Baufortschrittskontrolle											
AWF 16	Änderungsmanagement											
AWF 17	Abrechnung von Bauleistungen											
AWF 18	Mängelmanagement											
AWF 19	Bauwerksdokumentation											
Betrieb												
AWF 20	Nutzung für Betrieb und Erhaltung											

Abbildung 8: Anwendungsfälle und zugehörige Leistungsphasen²³

Im folgenden Kapitel soll der Anwendungsfall 1 – Bestandsmodellierung genauer betrachtet werden. Die Aufnahme des Bestandes und die anschließende Modellierung des Bestandes dient als Basis für weitere Fachplanungen.

²³ in Anlehnung an ebd.

4. Anwendungsfall 1: Bestandsmodellierung

Hauptsächlich dient der erste Anwendungsfall der „Erfassung der wesentlichen Aspekte des Bestandes durch ein geeignetes Aufmaß und Überführung in ein Bestandsmodell. Die Eingangsdaten dafür können Daten aus bereits vorhandenen Plänen, Geoinformationssystemen, geodätischen Erfassungen wie Tachymetrie, Laserscanning, Photogrammetrie oder eine Kombination daraus umfassen. Dieser Anwendungsfall liefert digitale Planungsgrundlagen und ist somit eine wichtige Voraussetzung für die Durchführbarkeit und Qualität der nachfolgenden Anwendungsfälle.“²⁴

In der Zusammenarbeit zwischen der hochschule 21 und AllTerra Deutschland, wurde beispielhaft ein Sportplatz vermessen. Das daraus entwickelte Bestandsmodell soll als Grundlage für die Bearbeitung weiterer Anwendungsfälle in den kommenden BIREM-Workshops dienen.

4.1 Vergleich der Messtechniken

Zur Erhebung von Geländedaten sind moderne Vermessungsgeräte wie ein 3D-Laserscanner, ein GPS-Roverstab sowie eine Totalstation als Tachymeter zum Einsatz gekommen. Folgend ein Vergleich der Messarten hinsichtlich den Zeitansätzen, den Messprozessen sowie dem Datenoutput der verschiedenen Messtechniken.

4.1.1 3D-Laserscan

Die Einrichtung des Laserscanners auf dem zu vermessenden Gelände wurde in wenigen Minuten vollführt. Der Laserscanner horizontalisiert sich von allein und muss daher nicht wie bei einem Tachymeter eingestellt werden. Nach Einrichtung eines neuen Projektes auf dem zugehörigen Tablet wurden Details, wie beispielsweise die Scan-Zeit von 2-10 Minuten pro Standpunkt, eingestellt. Je höher die gewählte Scan-Zeit desto hochauflösender (bis zu einem Millimeter) ist die entstehende Punktwolke der Vermessung. Nach der Einstellung der Details kann der eigentliche Laserscan vollzogen werden.

Der Laserscanner erfasst dabei alle Geometrien im Umkreis von bis zu 80m und verbindet den Scan anschließend mit Fotodaten, welche ebenfalls vom Laserscanner aufgenommen wurden. Die Verbindung der Punktwolke mit den Echtfarbinformationen der Fotos sorgt für eine bessere Einschätzung der Punktwolke – beispielsweise um die Farben von Leitungen in späterer Büroarbeit einschätzen zu können. Reicht der Scan-Radius für die Vermessung nicht aus oder sind Abschattungen im Sichtfeld kann der Laserscanner problemlos an jedem weiteren Standpunkt neu positioniert werden (stehend oder hängend). Über Algorithmen erkennt der Laserscanner automatisch den Zusammenhang des alten Scanergebnisses mit der neu aufgenommenen Punktwolke und fügt letztendlich beide Punktwolken vollautomatisiert aneinander. Dieser Schritt kann beliebig oft wiederholt werden.

Die Verbindung zu geodätischen Bezugssystemen erfolgt über eine Ausrichtung des in das Gerät eingebauten und auch für Menschen sichtbaren Laser, welcher augensicher und ungefährlich ist. Dieser muss lediglich auf mindestens drei bereits bekannten Messpunkten oder anderen eindeutigen Objekten mit hinterlegten Koordinaten ausgerichtet werden.

Als Ergebnis liegt eine colorierte und georeferenzierte Punktwolke, welche für die weitere Nutzung als Bestandsmodell aufbereitet werden kann, vor. Über den frei verfügbaren Scan-Viewer, ersichtlich in Abbildung 9, können Strecken- und Volumen-Messungen durchgeführt werden. Ebenso können Ebenen der Punktwolke exportiert, Objekte

²⁴ ebd., S. 10.

kodiert oder Anmerkungen angefügt werden, welche wiederum mit anderen Personen geteilt werden können. Die Größe der exportierbaren Dateien sowie die Exportdauer hängen von den gewünschten Filterparametern ab (beispielsweise Scan-Anzahl, Rastergröße der Messpunkte oder Farbinformationen je Messpunkt).

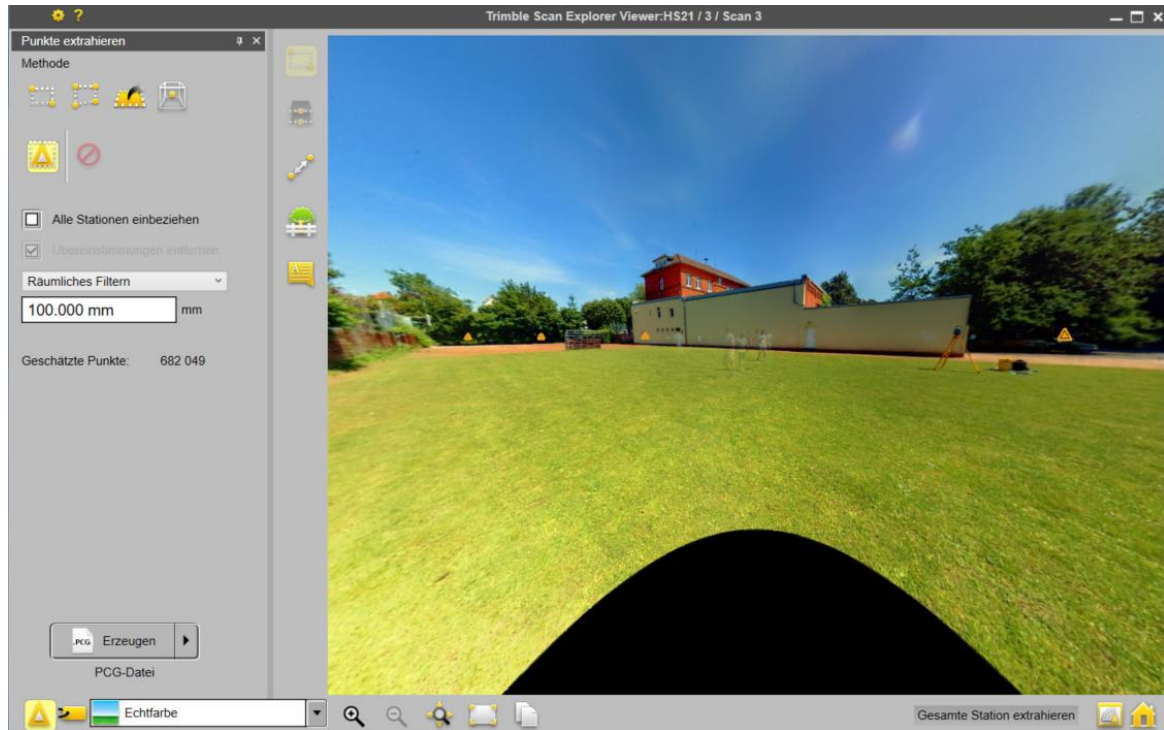


Abbildung 9: Exportfunktion im Trimble Scan Explorer Viewer²⁵

4.1.2 Tachymetrie mit einer Totalstation

Um mit der Vermessung per Tachymetrie beginnen zu können erfolgt nach zeitlich kurzem Aufbau des Gerätes, welcher aus dem Aufstellen des Messgerätes sowie der Einstellung der Libelle besteht, die Eingabe verschiedener Parameter wie Temperatur, Luftfeuchte (wird direkt vom Gerät gemessen) und Gerätehöhe.

Anschließend kann das Gerät mit dem aktiven Prisma verbunden werden. Dieses Prisma thront auf einem Stab, der auf die gewünschten Messpunkte gerichtet wird. Das aktive Prisma wird vom Tachymeter über eine eindeutige ID geortet (daher aktives Prisma – die Totalstation wird kein anderes Prisma oder reflektierende Objekte wie z.B. Jacken etc. fokussieren).

Die eigentliche Messung erfolgt nach der Wahl des richtigen Codes für den gewünschten Messpunkt. Codes sind Klassen für verschiedene Messobjekte, die vor Beginn der Vermessung in einer Metabibliothek angelegt werden. Es gibt beispielsweise Codes für „Rasenflächen“ oder „Kreis aus drei Punkten“. Wurde der Code „Rasenfläche“ gewählt können anschließend beliebig viele markante Punkte der vorhandenen Rasenfläche aufgenommen werden. Das Tachymeter überspielt die Punkte dabei direkt in ein 3D-Modell, in dem die einzelnen gemessenen Rasenpunkte automatisch über Linien zu Rasenflächen verbunden werden. Wird hingegen der Code „Kreis aus drei Punkten“ gewählt so müssen anschließend drei Außenpunkte des gewünschten Kreises angemessen werden, welche anschließend automatisiert zu einem Kreis verarbeitet und ebenfalls in das 3D-Modell überspielt werden.

²⁵ Eigene Darstellung

Eine weitere Besonderheit, die ebenso für die nachfolgende Erläuterung der Vermessung mit GPS gilt, ist, dass in den einzelnen Codes Attribute angehängt werden können. Beispielsweise könnte dem Code „Abwasserkanal“ ein Attribut „Zustand“ mit beliebigen Ausprägungen von schlecht bis sehr gut angefügt werden. Des Weiteren können auch direkt Fotos oder externe Inhalte wie Dokumente angeheftet werden. So wird die Einschätzung über den Zustand des Kanals mit einem Messpunkt verbunden und ist während der Nachbearbeitung im Büro eindeutig verortbar.

Eine Neupositionierung des Tachymeters bedingt einer vorherigen Setzung von Referenzpunkten und/oder eine anschließende Rückmessung auf den gesetzten Punkt. Das Prozedere (Abbau, Umsetzen, Aufbau, Einrichtung) benötigt je nach Erfahrung und Schnelligkeit etwa zehn Minuten.

Als Output der Tachymetrie mit Totalstation liegt ein Koordinatensystem mit hohen Genauigkeiten von ein bis zwei Millimetern je gemessenem Punkt vor. Weiterhin besteht die Möglichkeit dem aktiven Prisma ein GPS-Empfänger aufzusetzen, um die hohe Genauigkeit der Messpunkte im lokalen System mit globalen Koordinaten zu verbinden.

4.1.3 GPS-Roverstab

Der Unterschied zwischen dem Tachymeter und der Vermessung per GPS liegt hauptsächlich in der Genauigkeit sowie den Koordinaten. Während das Tachymeter (ohne GPS-Verbund) im lokalen Koordinatensystem arbeitet, sind die aufgenommenen Messpunkte des GPS-Roverstabes direkt mit globalen Koordinaten verbunden. Die Genauigkeit per GPS kann jedoch aufgrund von Interferenzen zu den Satelliten um ein bis zwei Zentimeter schwanken. Weiterhin bedarf der Roverstab keiner weiteren Messstation und keiner Kalibrierung der Libelle auf den einzelnen Messpunkten, da der GPS-Aufsatz Schwankungen auf den Achsen erkennt (IMU – Inertial Measurement Unit) und diese so gegenrechnet, dass letztendlich der Punkt des unteren Endes des Stabes bestimmt wird. Daher sind auch schräge Messungen, wie beispielsweise in Büschen oder an Fassaden möglich.

Zum Start der Messung mittels GPS wird ein Projekt angelegt und das gewünschte Koordinatensystem ausgewählt. Der GPS-Empfänger erkennt nun alle für ihn verfügbaren Satelliten. Je mehr er in seinem Einzugsgebiet erkennt desto genauer werden die vertikalen und horizontalen Messergebnisse. Letztendlich pendelt sich der GPS-Empfänger auf die größtmögliche Genauigkeit ein. Anschließend sollten, analog zu der Vermessung mit dem Tachymeter, die passenden Codes aus der Metabibliothek gewählt und die gewünschten Punkte aufgenommen werden.

Als Ergebnis der Roverstab-Messung wie auch der Vermessung mit dem Tachymeter liegt wahlweise ein 3D-Modell oder ein 2D-Plan (siehe Abbildung 10 und Abbildung 11) vor, welches in CAD- oder BIM-Softwares weiterverarbeitet werden kann.

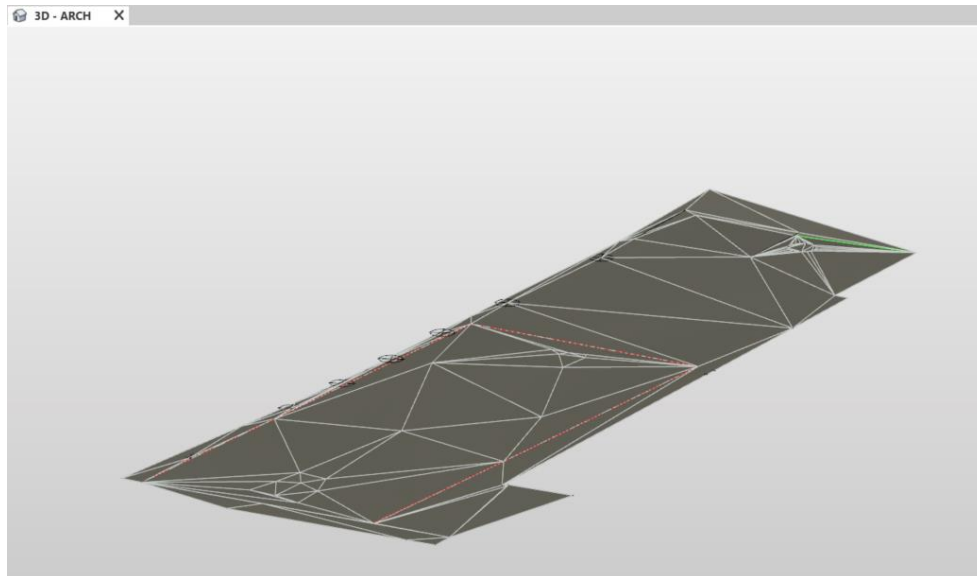


Abbildung 10: Import des 3D-Aufmaßes in Autodesk Revit 2021²⁶

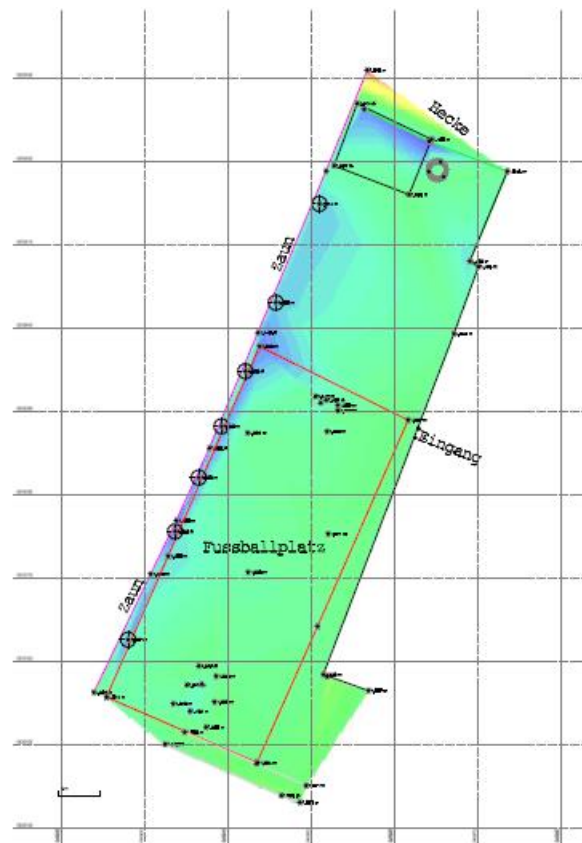


Abbildung 11: Geländeaufmaß als PDF-Lageplan mit Höhenangaben der Messpunkte²⁷

4.2 Weitere Verwendung der Messdaten

Die gewonnenen Daten dienen als Grundlage aller weiteren Planungsvorhaben. Dabei sollte, wie in Kapitel 2. Grundlagen der BIM-Implementierung erläutert, vorab deutlich sein, zu welchem Ziel die Erhebung und Nutzung der Daten führen soll. Um Punktwolken für

²⁶ Eigene Darstellung

²⁷ Eigene Darstellung

Informationsbereitstellung zu nutzen, bedarf es weiterer Bearbeitung in CAD-Anwendungen (Computer Aided Design). Unbearbeitete Punktwolken sind nicht maschineninterpretierbar. Das bedeutet, dass der Computer nur Informationen über die Koordinaten sowie die Farbe und Intensität eines jeden Punktes besitzt. Um die Punktwolke wie wir Menschen zu interpretieren, bedarf es daher einer Nachmodellierung. Die Nachmodellierung erfolgt über die Festlegung von Ebenen und Schnitten in der Punktwolke. Der Genauigkeitsgrad der Modellierung ist abhängig von den festgelegten BIM-Zielen. In unserem Beispiel, verbildlicht in Abbildung 12, ist das anliegende Gebäude als Bestand zu sehen, welcher in seiner Bausubstanz unverändert bleiben wird. In diesem Fall wäre eine geringes LOG ausreichend da es nicht von Bedeutung sein wird ob beispielsweise die Fenster des anliegenden Bestandsgebäudes millimetergenau nachmodelliert wurden. Vielmehr spart ein geringes LOD Zeit durch rasche Modellierbarkeit und kann wichtige Aussagen zu Logistikplanung, Verschattung oder sonstigen Bestandsfragen unterstützen. Ein höheres LOG wäre beispielsweise sinnvoll, wenn Bestandsgebäude umgebaut werden sollten.



Abbildung 12: (v.l.) Vereinfachte Punktwolke in Revit, Grundriss einer Ebene, nachmodellierter Bestand²⁸

Das Ergebnis der GPS-Messung hingegen liegt bereits in einem 3D-Datenformat vor. Das Dreiecksnetz (siehe Abbildung 10) kann von der Autorensoftware in wenigen Schritten in ein 3D-Volumenkörper umgewandelt werden (siehe Abbildung 13). Auch hier muss überlegt sein inwiefern eine Nachmodellierung der verschiedenen Materialität des Bodens sinnvoll ist, da der entstandene Volumenkörper in kleinteiligere Objekte unterteilt werden könnte.

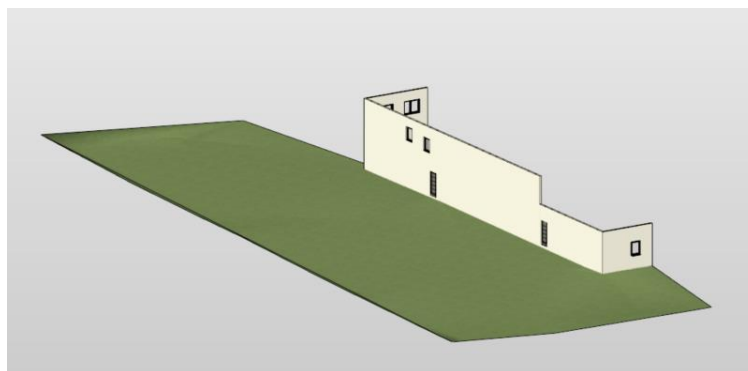


Abbildung 13: Digitales Geländemodell einer Materialität mit nachmodelliertem Bestandsgebäude²⁹

Ausgehend vom Bestandsmodell könnte nun ein Grundlagenmodell entworfen werden, um den verschiedenen Fachdisziplinen die gleichen Ausgangsparameter zur Verfügung zu stellen. Weiterhin würde die Möglichkeit bestehen, dass Bestandsmodell noch detaillierter zu gestalten (mit bspw. Bestand an Pflanzen, Zäunen, Borden etc.).

²⁸ Eigene Darstellung

²⁹ Eigene Darstellung

5. Literaturempfehlungen

Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur

- Publikationsreihe von Leitfäden und Handreichungen zur BIM-Einführung in Infrastrukturprojekten (BIM4INFRA (2019))

Mittelstand 4.0 Kompetenzzentrum Planen und Bauen

- BIMiD-Leitfaden: So kann der Einstieg gelingen (2018) 25 S.
- BIM III: Kompetenzzentren für das Bauwesen (2019) 11 S.
- BIM II: Mit neuen Kompetenzen BIM-fähig werden und bleiben (2018) 7 S.
- BIM I: Grundlagen kurz erklärt (2018) 7 S.

Forschungsinitiative Zukunft Bau

- BIM-Leitfaden für den Mittelstand: Wieviel BIM verträgt ein Mittelstandsprojekt (2019) 60 S.
- Digitalisierung im Hochbau – Effizienzpotenziale für Planungs- und Bauprozesse nutzen (2017) 32 S.
- BIM-Leitfaden für Deutschland (2014) 109 S.

BIM.Hamburg

- BIM Leitfaden für die Freie und Hansestadt Hamburg (2020) 27 S.

EU BIM Task Group

- Handbuch zur Einführung von Building Information Modeling (BIM) durch den europäischen öffentlichen Sektor (2017) 84 S.

Architects Council of Europe

- An Introduction to BIM (2019) 16 S.

Bundes-Architektenkammer

- BIM für Architekten – Implementierung im Büro (2020) 80 S.
- BIM für Architekten – Leistungsbild, Vertrag, Vergütung (2017) 92 S.

Arbeitsphase 1 – BIM Strategie – Bedarfsanalyse

Eine BIM-Strategie beinhaltet Visionen, Ziele und die Motivation des Einsatzes neuer Arbeitsmethoden. Nach dieser Bedarfsfeststellung soll die BIM-Strategie auch die Herangehensweise zur Erreichung der Ziele beschreiben. Grundsätzlich bezieht sich die BIM-Strategie (auch Visionsdokument) auf die geschäftlichen Vorgänge im Unternehmen. Es kann jedoch hilfreich sein auch die anderen Aspekte der BIM-Implementierung (Prozesse, Menschen und Technologie) auf hoher strategischer Ebene einzubeziehen. Diese werden jedoch erst in der unternehmenseigenen BIM-Richtlinie genauer behandelt.

Die BIM-Strategie umfasst drei Komponenten:³⁰

1. **Bedarfsanalyse**

Die Bedarfsanalyse soll zur Bewertung des „Ist-Standes“ hinsichtlich laufender organisatorischer und operativer Prozesse dienen. Sie fragt nach dem „Warum?“ in der BIM-Implementierung.

2. **Zielsetzung**

Die Zielsetzung setzt sich mit dem „Soll-Zustand“ der Unternehmung auseinander. Im Vordergrund steht die Optimierung von in der Bedarfsanalyse festgestellten suboptimalen Bereichen.

3. **Vorgehensweise**

Die Vorgehensweise ist gleichgestellt mit dem Implementierungsleitfaden. Einer Analyse zum derzeitigen Knowhow zur Erreichung der Ziele folgt die Definition neuer Prozesse, Rollen und der benötigten Technologie.

Im heutigen Workshop soll ein erster Anstoß für die Definierung eines Bedarfes an digitalen Prozessen für ihre Unternehmung gegeben werden. Versuchen Sie Probleme in der alltäglichen Geschäftstätigkeit zu erörtern und näher zu beschreiben.

Beispiel:³¹

Eine Tür muss verschoben werden. Leider existieren viele Pläne von diesem Geschoss, welche aktualisiert werden müssten. Zudem schließen sich eine Änderung der Schnitte und Ansichten oder der Türlisten an. Fehlen einheitliche Prozesse zur Datenablage oder gibt es einen Wechsel in der Mitarbeiterschaft kann aus einer kleinen Änderung eine aufwendige Aufgabe werden. Zudem schleichen sich schnell Fehler ein.

Mit Planableitungen aus einem 3D-Modell heraus könnte die mehrfache Überarbeitung von Plänen überfällig werden. Ein realistisches daraus resultierendes BIM-Ziel könnte wie folgt lauten: **Planableitung aus dem 3D-Modell – immer aktuelle Pläne mit möglichst wenig Aufwand** oder **strukturierte Arbeitsabläufe** (in der Datenablage sowie für neue Mitarbeiter).

Nach Definition der Ziele können diese verschiedenen Themenblöcken zugeordnet werden. Die optimierte Planableitung könnte dem Thema „**Planungsqualität**“ zugeordnet werden. Die strukturierten Arbeitsabläufe hingegen eher der „**Koordination und Kommunikation**“.

Nach der Erörterung der Themengebiete zu den jeweiligen Zielen, werden diese Themen wiederum BIM-Anwendungen beziehungsweise BIM-Anwendungsfällen zugeordnet. Bei einer

³⁰ vgl. Baldwin 2019, S. 125.

³¹ vgl. Fleischmann 2020, S. 13–15.

Vielzahl von Problemen kann so die Feststellung der effizienzsteigernden BIM-Anwendungen für ihre Geschäftstätigkeiten gesichtet werden.

Nach Festlegung der Ziele – auf Basis erörterter Probleme - und den dazugehörigen Anwendungsfällen kann ein Aktionsplan entworfen werden (siehe Abbildung 14). Dieser sollte schlicht und in kleinteiligere strategische Notwendigkeiten unterteilt sein. Für das Beispiel der Planableitung könnten folgende Unterpunkte in den Aktionsplan überführt werden:

1. Zentrales Modell benötigt
2. Modell muss Türen enthalten, welche einfach in ihrer Position zu ändern sind
3. Es sollte ein einfacher Prozess zur Planableitung abrufbar sein
4. Diese Ableitungen sollten ohne Probleme durch einheitliches Datenmanagement ablegbar und aufrufbar sein

Je kleinteiliger der Aktionsplan, desto klarer die Arbeitsschritte. Weiterhin sollten die Prozesse nach Ausführung bewertet werden – beispielsweise durch eine Kosten-Nutzen-Analyse.

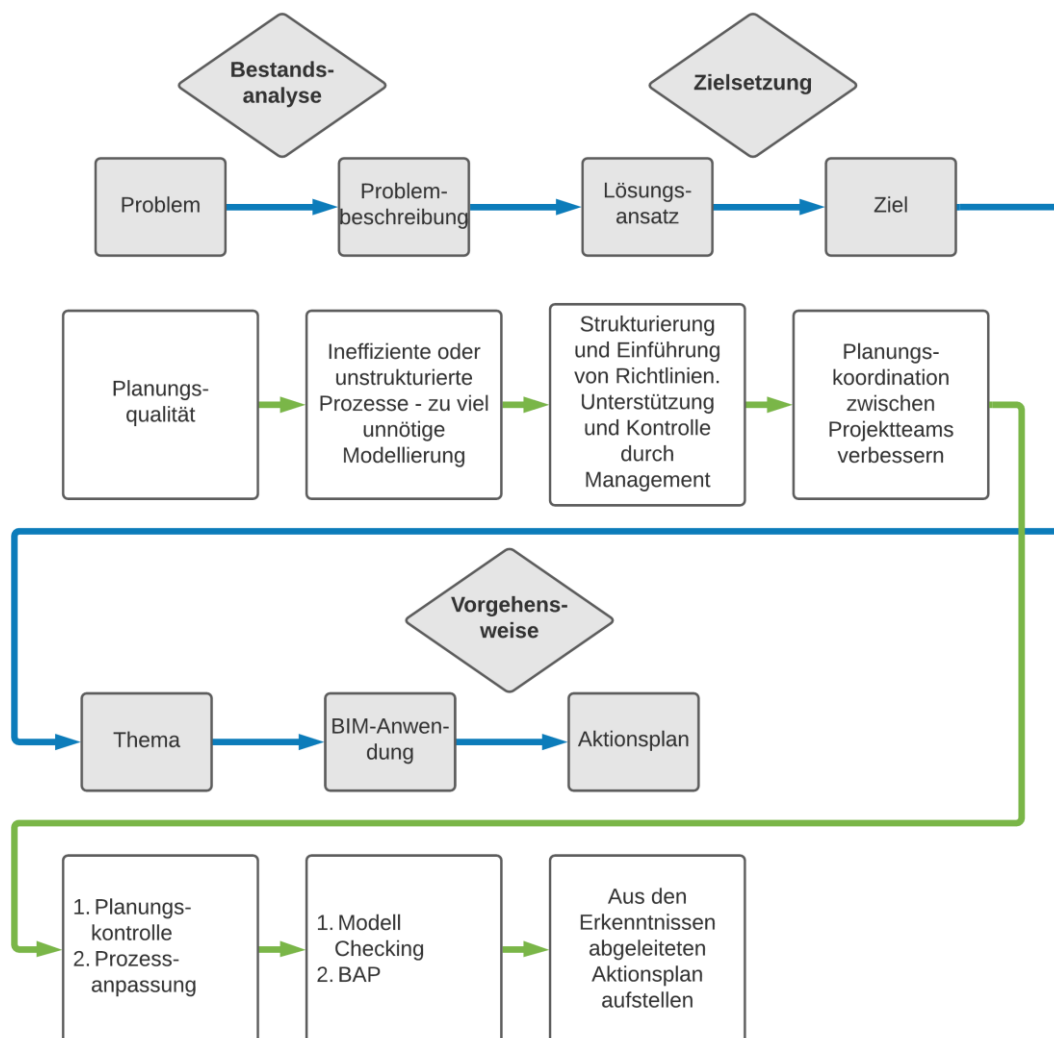


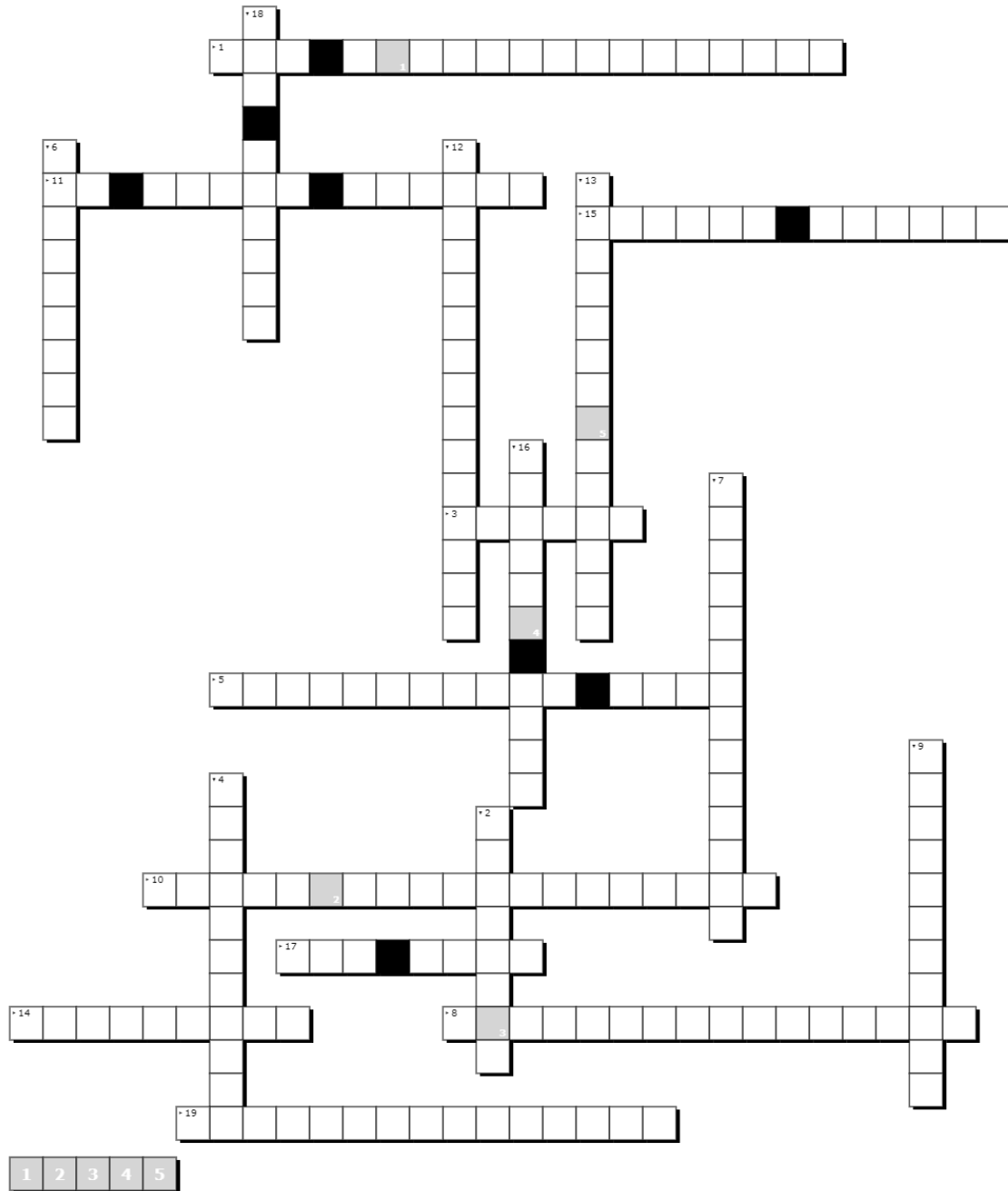
Abbildung 14: Flussdiagramm vom Problem zum Aktionsplan³²

³² Eigene Darstellung

Problemzone	Problembeschreibung	Lösung	Ziel	Thema	BIM-Anwendung

Im Grundlagen-Workshop steht die Analyse des Bedarfs und möglicher Ziele im Vordergrund. Sie können die Tabelle nach Kennenlernen von BIM-Themenfeldern und -anwendungen in den folgenden Workshops weiter fortschreiben, um so zu Ihrem individuellen Soll-Stand zu gelangen. Sind Ist- und Soll-Stand definiert können Strategien zur Erreichung der Ziele erarbeitet werden. Auch diese Strategien sollten für BIM-Anfänger nicht überbordend sein.

Arbeitsphase 2 – Kreuzworträtsel



Erstellt mit XWords - dem kostenlosen Online-Kreuzworträtsel-Generator
<https://www.xwords-generator.de/de>

1. Wofür die Abkürzung „BAP“?
2. Wofür steht das „G“ in LOG (engl.)?
3. Wofür kann das „D“ in LOD stehen (engl.)?
4. Wofür steht das „I“ in LOI (engl.)?
5. Wofür steht das „IN“ in LOIN (engl.)?
6. Welches Gerät generiert eine Punktwolke (engl.)?
7. Wie heißt das Modell, welches meist zum Projektstart modelliert wird?
8. Welches Modell wird als Projektvorlage für die Erarbeitung von Fachmodellen genutzt?
9. Wie werden die Bauwerksmodelle von Fachplanern genannt?
10. Wie werden Bauwerksmodelle genannt, die aus der Kombination verschiedener Fachmodelle bestehen?
11. Wie heißt das Bauwerksmodell, welches die Dokumentation des erstellten Bauwerks nach dessen Fertigstellung widerspiegelt?
12. Wie heißt das Modell, dass für den FM-Betrieb aufbereitet wurde?
13. Was sind Bauwerksinformationen, die nicht nur in Zahlen ausgedrückt werden können?
14. Wie heißt das Messgerät, dass mit GPS arbeitet?
15. Wie nennt sich eine geschlossene BIM-Insellösung in Unternehmen? (engl.)
16. Wie nennt sich eine offene BIM-Insellösung in Unternehmen? (engl.)
17. Wie nennt sich eine offene BIM-Integration in Unternehmen? (engl.)
18. Wie nennt sich eine geschlossene BIM-Integration in Unternehmen? (engl.)
19. Wie heißen die Prozesse der BIM-Methodik, die zur Erreichung festgelegter Ziele führen?

Glossar

Vertragliche Grundlagen

AIA (Auftraggeber-Informationsanforderungen) – Sind alle inhaltlichen Festlegungen, die ein Bauherr von den Auftragnehmern einfordert und bildet die Grundlage für den BAP. Außerdem ist er Vertragsgrundlage.

BAP (BIM-Abwicklungsplan) – Alle Vorgaben zu BIM-bezogenen Inhalten, Strukturen, Prozessen, Rollen, die in einem Projekt für alle Beteiligten festgelegt werden.

Datei-Formate

BCF (BIM Collaboration Format) – Ist ein offener Standard für den vereinfachten Austausch von Nachrichten zwischen den Projektbeteiligten während eines Bauprojekts.

IFC (Industry Foundation Classes) – Ist der offene Standard für den Austausch von Modellen

Modellarten im BIM-Prozess

Bestandsmodell – Bildet die Basis für die weitere Bearbeitung des Projektes und wird meist zum Projektstart modelliert. Beinhaltet das Geländemodell und Informationen zu projektrelevanten Infrastrukturen.

Grundlagenmodell – Bildet die Grundlage für die Projektbeteiligten zur Erarbeitung der jeweiligen Fachmodelle.

Teilmodelle – Aufbauend auf dem Grundlagenmodell erstellen Fachplaner die jeweiligen Bauwerksmodelle für ihren jeweiligen Fachbereich. Sie werden auch Fachmodelle genannt.

Koordinationsmodell – Kombination verschiedener Fachmodelle zum Zwecke der Kollisionsprüfung sowie der Koordination und Kommunikation unterschiedlicher Gewerke.

As-Built-Modell – Ist ein Fachmodell eines Gewerkes, einer Disziplin oder ein aus vielen Fachmodellen zusammengeführtes Modell. Zweck dieses Modells ist die Dokumentation des erstellten Bauwerks nach dessen Fertigstellung.

Betreibermodell – Ein für den FM-Betrieb aufbereitetes As-Built-Modell. Das Betreibermodell bildet die Basis für alle Geschäftsprozesse im Betrieb des Bauwerks.

Arten von Wertschöpfungsketten im BIM-Prozess

Little Closed BIM – Setzt BIM als Insellösung innerhalb eines Unternehmens mit nur einer Software oder Softwarekette um.

Little Open BIM – Setzt BIM als Insellösung innerhalb eines Unternehmens mit mehreren Softwares um.

Big Closed BIM – Setzt BIM als geschlossene BIM-Integration mit mehreren Unternehmen und einer Software oder Softwarekette um.

Big Open BIM – Setzt BIM als offene BIM-Integration mit mehreren Unternehmen und mehreren Softwares um.

Detaillierungstiefen der Modelle

LOG (Level of Geometry) – Bezeichnet den geometrischen Detaillierungsgrad einzelner Bauteile bei der Modellierung von Bauwerksmodellen.

LOI (Level of Information) – Bezeichnet den Informationsgrad des alphanummerischen Inhaltes einzelner Bauteile im Bauwerksmodell.

LOD (Level of Detail) – Bezeichnet die verschiedenen Detailstufen bei der Modellierung von Bauwerksmodellen. Das LOD wird auch als Level of Development oder LOIN (Level of Information Need) bezeichnet und beinhaltet den Zusammenschluss von Geometrie und alphanummerischen Informationen (LOG und LOI).

Dimensionen von BIM

3D-Modell – Bezeichnet ein dreidimensionales Modell eines Bauwerks mit geometrischen, physikalischen Eigenschaften und funktionalen Attributen.

4D-Modell – Bezeichnet das mit einem Terminplan und zugehörigen Ausführungsprozessen (Zeit) erweiterte 3D-Modell. Es erlaubt auch eine Erstellung von Bauablaufsimulationen.

5D-Modell – Bezeichnet ein 4D-Modell mit Erweiterungen zu Kostenansätzen. Die Anreicherung mit einem Kostenplan und Kalkulationsinformationen erlaubt eine zeitabhängige Darstellung der Kostenentwicklung im Bauprojekt.

6D-Modell – Bezeichnet ein 5D-Modell in Verbund mit Lebenszyklusaspekten.

7D-Modell – Bezeichnet ein 6D-Modell in Erweiterung mit Betriebsdaten. Dadurch kann die Nachvollziehbarkeit von nötigen Wartungs- und Reparaturmaßnahmen erhöht werden. Die letzten beiden Dimensionen (6D und 7D) erlauben eine Analyse der Nachhaltigkeit - auch in frühen Projektphasen.

Literaturverzeichnis

- Baldwin, Mark (2019): Der BIM-Manager. Praktische Anleitung für das BIM-Projektmanagement. 2. überarbeitete Auflage. Berlin, Wien, Zürich: Beuth Verlag GmbH (Building SMART).
- Berbner, Rebekka; Elsholz, Christian (2020): Digitalisierung der Bauindustrie 2020. Unter Mitarbeit von Rebekka Berbner, Christian Elsholz, Jessica Wohlfahrt und Sven Hoffmann. Pricewaterhouse Coopers GmbH Wirtschaftsprüfungsgesellschaft. Online verfügbar unter <https://www.pwc.de/de/digitale-transformation/digitalisierung-der-deutschen-bauindustrie-2020.html>, zuletzt geprüft am 26.07.2021.
- Borrmann, André; Elixmann, Robert; Eschenbruch, Klaus; Forster, Christian; Hausknecht, Kerstin; Hecker, Daniel et al. (2019a): BIM4INFRA2020 BIM-Fachmodelle und Ausarbeitungsgrad (engl. Level of Development - LOD). Hg. v. Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur. Berlin (BIM4INFRA 2020 Handreichungen, 7). Online verfügbar unter https://bim4infra.de/wp-content/uploads/2019/07/BIM4INFRA2020_AP4_Teil7.pdf, zuletzt geprüft am 26.07.2021.
- Borrmann, André; Elixmann, Robert; Eschenbruch, Klaus; Forster, Christian; Hausknecht, Kerstin; Hecker, Daniel et al. (2019b): BIM4INFRA2020 Steckbrief der wichtigsten BIM-Anwendungsfälle. Hg. v. Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur. Berlin (BIM4INFRA 2020 Handreichungen, 6). Online verfügbar unter https://bim4infra.de/wp-content/uploads/2019/07/BIM4INFRA2020_AP4_Teil6.pdf, zuletzt geprüft am 26.07.2021.
- Richtlinie VDI 2552, 08.2020: Building Information Modeling - Anforderungen an den Datenaustausch.
- Fleischmann, Moritz (2020): BIM für Architekten – Implementierung im Büro. Hg. v. Bundesarchitektenkammer – BAK, Bundesgemeinschaft der Architektenkammern, Körperschaften des Öffentlichen Rechts e.V. Berlin. Online verfügbar unter <https://bak.de/wp-content/uploads/2020/12/BAK-Broschuere-BIM-fuer-Architekten-Implementierung-im-Buero-2021.pdf>, zuletzt geprüft am 27.07.2021.
- Goger, Gerald; Piskernik, Melanie; Urban, Harald (2018): Studie: Potenziale der Digitalisierung im Bauwesen. Analyse der Potenziale und Herausforderungen durch die zunehmende Digitalisierung der österreichischen Baubranche, Ableitung von Handlungsfeldern für zukünftige Forschung aus Sicht von Wissenschaft und Praxis. Hg. v. Technische Universität Wien. Wien. Online verfügbar unter https://www.forschung-bau.at/media/1369/201802_studie-potenziale-der-digitalisierung.pdf, zuletzt geprüft am 17.08.2021.
- Schatz, Kristian: BIM Fachwissen digitale Bauwerksmodellierung. Wofür steht BIM eigentlich? Hg. v. Heinze GmbH | NL Berlin | BauNetz. Berlin. Online verfügbar unter <https://www.baunetzwissen.de/bim/fachwissen/grundlagen/digitale-bauwerksmodellierung-5250704>, zuletzt geprüft am 26.07.2021.
- Schatz, Kristian; Westphal, Tim: BIM Fachwissen Modellinhalte. Was bedeutet LOD / LOI? Heinze GmbH | NL Berlin | BauNetz. Berlin. Online verfügbar unter <https://www.baunetzwissen.de/bim/fachwissen/modellinhalte/was-bedeutet-lod-loi-5285890>, zuletzt geprüft am 26.07.2021.
- Schilde, Andrea (2016): Bim-Gremien- ISO, CEN, DIN. Deutsches Institut für Normung. Online verfügbar unter <https://www.din.de/resource/blob/117962/61bd638e8a33d0f2684c2145c75243a2/bim-gremien-uebersicht-spiegelung-data.pdf>, zuletzt geprüft am 26.07.2021.

Villa, Richard A.; Thousand, Jacqueline S. (Hg.) (2000): Restructuring for caring and effective education. Piecing the puzzle together. 2nd ed. Baltimore, Md.: Brookes. Online verfügbar unter <http://www.loc.gov/catdir/enhancements/fy1401/98053400-d.html>.

Young Jr., Norbert W.; Bernstein, Harvey M.; Jones, Stephen A. (2008): Building Information Modeling: Transforming Design and Construction to Achieve Greater Industry Productivity. Hg. v. McGraw Hill Construction. New York (Smart Market Report). Online verfügbar unter http://images.autodesk.com/latin_am_main/files/mcgraw-hill_construction_bim_smartmarket_report_december_2008.pdf, zuletzt geprüft am 26.07.2021.

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Themenschwerpunkte der BIREM-Workshops.....	1
Abbildung 2: 5 Voraussetzungen für erfolgreiche Veränderung im Unternehmen und Auswirkung des Fehlens einer Voraussetzung	4
Abbildung 3: Umsetzungsebenen	5
Abbildung 4: Die Säulen der BIM-Umsetzung.....	6
Abbildung 5: Umsetzungsmatrix nach Mensch und Maschine	7
Abbildung 6: LOD am Beispiel einer modellierten Tür	10
Abbildung 7: little closed BIM bis big open BIM	11
Abbildung 8: Anwendungsfälle und zugehörige Leistungsphasen	14
Abbildung 9: Exportfunktion im Trimble Scan Explorer Viewer	16
Abbildung 10: Import des 3D-Aufmaßes in Autodesk Revit 2021.....	18
Abbildung 11: Geländeaufmaß als PDF-Lageplan mit Höhenangaben der Messpunkte	18
Abbildung 12: (v.l.) vereinfachte Punktwolke in Revit, Grundriss einer Ebene, nachmodellierter Bestand	19
Abbildung 13: digitales Geländemodell einer Materialität mit nachmodelliertem Bestandsgebäude	19
Abbildung 14: Flussdiagramm vom Problem zum Aktionsplan.....	22

This image shows a full page of blank graph paper. The grid consists of small, equal-sized squares formed by thin gray lines. There are no margins, text, or other markings on the page.

This image shows a full page of blank graph paper. The grid consists of small, equal-sized squares formed by thin, light gray lines. There are no margins, text, or other markings on the page.

Lösung Kreuzworträtsel

