

BRANDSCHUTZ- FORSCHUNG

DER LÄNDER

DER BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

BERICHTE

BIM im abwehrenden Brandschutz

von

Dipl.-Ing. Dominique Max

Dipl.-Ing. (FH) Tanja Muth

M. Eng. Moritz Boxheimer

M. Eng. Christian Bunke

Karlsruher Institut für Technologie (KIT)

Forschungsstelle für Brandschutztechnik

202

STÄNDIGE KONFERENZ DER INNENMINISTER UND -SENATOREN DER
LÄNDER, ARBEITSKREIS V, AUSSCHUSS FÜR FEUERWEHR-
ANGELEGENHEITEN, KATASTROPHENSCHUTZ UND ZIVILE
VERTEIDIGUNG

**Ständige Konferenz der Innenminister und -Senatoren der Länder,
Arbeitskreis V, Ausschuss für Feuerwehrangelegenheiten,
Katastrophenschutz und Zivile Verteidigung**

Forschungsbericht Nr. 202

BIM im abwehrenden Brandschutz

von

Dipl.-Ing. Dominique Max

Dipl.-Ing. (FH) Tanja Muth

M. Eng. Moritz Boxheimer

M. Eng. Christian Bunke

Karlsruher Institut für Technologie (KIT)
Forschungsstelle für Brandschutztechnik

Karlsruhe

November 2021

FA. Nr. 248 (2/2020)

ISSN 0170-0060

Berichtskennblatt

Nummer des Berichtes: 202	Titel des Berichtes: BIM im abwehrenden Brandschutz		ISSN: 0170-0060
Autoren: Dipl.-Ing. Dominique Max Dipl.-Ing. (FH) Tanja Muth M. Eng. Moritz Boxheimer M. Eng. Christian Bunke		durchführende Institution: Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Forschungsstelle für Brandschutztechnik Hertzstrasse 16, D-76187 Karlsruhe	
Nummer des Auftrages: FA. Nr. 248 (2/2020)		auftraggebende Institution: Ständige Konferenz der Innenminister und – senatoren der Länder, Arbeitskreis V, Ausschuss für Feuerwehr-angelegenheiten, Katastrophenschutz und zivile Verteidigung	
Abschlussdatum: 01.11.2021			
Seitenzahl: 56	Bilder: 18	Tabellen: 3	Literaturverweise: 29
Kurzfassung: Building Information Modeling (BIM) ist das zentrale Thema mit dem die Digitalisierung der Bauwirtschaft verbunden wird. BIM ist eine Planungsmethode die Daten in einem dreidimensionalen Gebäudemodell ablegt und verfügbar macht. Diese Informationen können über den gesamten Lebenszyklus eines Gebäudes verwendet und angereichert werden. Mit der Anwendung der BIM-Methode werden bestimmte Ziele erreicht. Für die zielgerichtete Anwendung ist die Definition und Verständigung auf diese von entscheidender Bedeutung. Da mit der Einführung der Arbeitsmethode neue Rollen und Zuständigkeiten entstehen wird zunächst ein Überblick über die Methoden gegeben. BIM ist nicht ohne Prozesse zu denken, da Informationsgewinnung und Informationsfluss je nach Prozessphase unterschiedlich sind hinsichtlich ihres Detaillierungsgrades. Für den abwehrenden Brandschutz gibt es gleich mehrere Anwendungen, die für Feuerwehren oder Brandschutzdienststellen einen deutlichen Mehrwert darstellen können. Im vorliegenden Bericht werden vorhandene und mögliche Anwendungsfälle gesammelt und dargestellt. Ein Anwendungsfall ist die Visualisierung der feuerwehrrelevanten Inhalte. Hierfür wurde die DIN 14095 (Feuerwehrpläne) analysiert und eine Attribuierungsstruktur erarbeitet. Dabei werden Informationen auf würfelförmigen Objekten mit Piktogrammen auf den Würfelseiten eingefügt. Bei den objektspezifischen Eigenschaften von Wänden und Türen wird auf bereits beschriebene Attribuierungsstrukturen aufgebaut. Der Anwendungsfall Feuerwehrplan wurde einem akademischen Beispiel durchgespielt, mit dem Ziel die Durchführbarkeit zu überprüfen und Schwierigkeiten bei der Umsetzung zu erkennen. Es kam die Software Revit® zum Einsatz. Dabei zeigte sich, dass mit dem gewöhnlichen Funktionsumfang der Software (in ihrer aktuellen Version) eine Ableitung der Feuerwehrpläne nur bedingt möglich ist. Das Potential der Methode durch die Synergien die bei der Informationsbeschaffung gehoben werden sind dennoch groß.			
Schlagwörter: Building Information Modeling, Anwendungsfall, Abwehrender Brandschutz, vorbeugender Brandschutz, IFC, Attribuierung, Feuerwehrplan, DIN 14095			

Inhaltsverzeichnis

BERICHTSKENNBLATT	III
INHALTSVERZEICHNIS	IV
ABBILDUNGSVERZEICHNIS	VII
TABELLENVERZEICHNIS	IX
ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS	X
1 EINLEITUNG	1
2 BIM IN DER THEORIE	3
2.1 Definition von BIM	3
2.2 Ziele von BIM	5
2.3 BIM-Anwendungsfälle	6
2.4 BIM Kollaboration	7
2.4.1 Industry Foundation Classes (IFC)	9
2.5 BIM Rollen	9
2.6 Richtlinien und Gremien	12
3 BIM IN DER ANWENDUNG	14
3.1 BIM-Handlungsfelder	14
3.2 Arbeitsmethode BIM	15
3.3 Prozesse	15
3.4 Rahmenbedingungen	17
3.5 Technologien	19
3.6 BIM-Methoden Entwickeln	23

4	BIM IM ABWEHRENDEN BRANDSCHUTZ (AB)	26
4.1	Visualisierung des Brandschutzes	28
4.1.1	Modellgestützte Bauvorlagen und Pläne	30
4.1.1.1	Brandschutzplan	30
4.1.1.2	Feuerwehrplan	32
4.1.1.3	Flucht- und Rettungsplan	33
4.1.2	Virtuelle Begehung as planned / as build	33
4.1.3	Modellgestützte Einsatzleitung im AB	33
4.2	Smart-Building-Technologien im abwehrenden Brandschutz	34
4.3	Modell-Kollaboration	34
4.4	Modell-Check	Fehler! Textmarke nicht definiert.
5	BEISPIEL FEUERWEHRPLAN	35
6	FAZIT UND AUSBLICK	38
	LITERATURVERZEICHNIS	40
	ANHANG	44
ANHANG 1.	ÜBERSICHT PROPERTYSETS	45
ANHANG 2.	WERTEBEREICH PROPERTYSETS UND PIKTOGRAMM	47
ANHANG 3.	GRUNDRISSE BEISPIEL	52
ANHANG 4.	FEUERWEHRPLÄNE BEISPIEL	54

Bemerkung zu den vorliegenden Untersuchungen

Jede Nennung kommerzieller Produkte geschieht nur zu Informationszwecken. Damit ist keine Empfehlung des genannten Produkts durch die Forschungsstelle für Brandschutztechnik am Karlsruher Institut für Technologie verbunden.

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 digitaler Zwilling der Brandversuchshalle der Forschungsstelle für Brandschutztechnik	1
Abbildung 2: Lebenszyklusphasen im BIM-gestützten Planungsprozess nach	4
Abbildung 3 Modifizierte McLeamy Kurve in Anlehnung an [6]	6
Abbildung 4 Darstellung und Benennung der digitalen Zusammenarbeit im Kontext von BIM	7
Abbildung 5: BIM-Reifegradmodell von der konventionellen Planung zu BIG Open BIM nach	8
Abbildung 6: Die der BIM-Rollen im Kontext des Projektmanagements unter Berücksichtigung der Zusammenhänge zwischen den Rollen und den BIM-Modellen. Rollen im BIM-Prozess gemäß [6].	11
Abbildung 7: Verantwortungsbereiche von BIM-Manager, -Kordinator und -Anwender im Bereich der britischen Bauwirtschaft [10].....	12
Abbildung 8: Handlungsfelder der zu transformierenden Arbeitsgänge bei der Einführung von BIM als Arbeitsmethode.	14
Abbildung 9: Darstellung der Prozessebenen.....	15
Abbildung 10 Vertragsrahmen	18
Abbildung 11: Schritte in der Entwicklung von BIM als Methode zur Bauwerksmodellierung	21
Abbildung 12: Modellkoordination zwischen den Fachmodellen und dem Koordinationsmodell (Planungsphase) sowie zwischen dem Koordinationsmodell und den Betriebsmodellen (Baubetriebsphase).....	22
Abbildung 13 Ablaufschema Definition MVD	23
Abbildung 14: Handlungsbausteine in der Entwicklung von BIM-Methoden.....	25
Abbildung 15: BIM-Ziele und BIM-Anwendungsfälle des abwehrenden Brandschutzes sowie deren Eingliederung in den Planungsprozess vom Architekturentwurf über die Brandschutzfachplanung zum Dokumentationsmodell in den Händen der Feuerwehrbehörden.	27

Abbildung 16 Dreidimensionale Darstellung feuerwehrrelevanter Informationen	32
Abbildung 17 3D Ansicht (Süd) des Beispielgebäudes.....	36
Abbildung 18 dreidimensionale Ansicht des Gebäudes mit Darstellung der feuerwehrrelevanten Informationen	37

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1 Normen und Richtlinien im Bereich BIM (Auszug)	13
Tabelle 2 Auszug Attribuierung nach Muster-AIA	29
Tabelle 3: Umriss der Methode „Visualisierung der Brandschutzplanung“	31

Abkürzungsverzeichnis

2D	Zweidimensional
3D	Dreidimensional
AB	Abwehrender Brandschutz
AGBF	Arbeitsgemeinschaft der Berufsfeuerwehren
AHO	Ausschuss der Verbände und Kammern der Ingenieure und Architekten für die Honorarordnung e.V.
AIA	Auftraggeber-Informationen-Anforderungen
AR	Augmented Reality
AwF	Anwendungsfall
BAP	BIM-Abwecklungsplan
BCF	BIM Collaboration Format
BIM	Building Information Modeling
BPMN	Business Process Model and Notation
CAD	Computer Aided Design
CDE	Common Data Environment
bsDD	buildingSMART Data Dictionary
ER	Exchange Requirement
HKL	Gewerke Heizung, Kälte und Lüftung
HOAI	Honorarordnung für Architekten und Ingenieure
IAA	Informationsaustauschanforderung
IDM	Information Delivery Manual

IFC	Industry Foundation Classes
MDG	Modelldetaillierungsgrad
MVD	Model View Definition
MVwVTB	Musterverwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen
LOD	Level of Detail
LOG	Level of Geometry
LOIN	Level of Information
Lph	Leistungsphase
LüAR	Lüftungsanlagenrichtlinie
RFID	Radio-Frequency-Identification
TGA	Technische Gebäudeausrüstung
VFDB	Vereinigung zur Förderung des Deutschen Brandschutzes e.V.
VDI	Verein Deutscher Ingenieure
VIB	Verein zur Förderung von Ingenieurmethoden im Brandschutz
VIB-AIA	AIA erarbeitet durch den VIB
TGA	technische Gebäudeausrüstung
UC	Use-Case

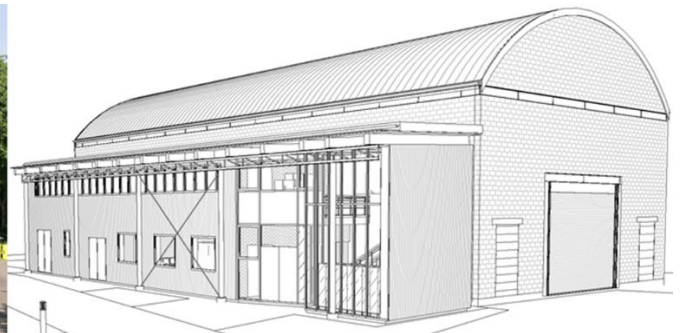
1 Einleitung

Digitalisierung ist ein Themenbereich, der uns heute in allen Bereichen des Lebens begegnet. Im Bauwesen verbindet man diese mit dem Begriff Building Information Modeling (BIM).

Im Zuge von BIM sollen Bauwerke vollumfassend digital modelliert werden, bevor sie in der Realität errichtet werden, es entsteht der „digitaler Zwilling“ eines Bauwerks in Form eines dreidimensionalen Gebäudemodells. Dabei werden mit der dreidimensionalen Modellierung hinsichtlich der Visualisierung neue Möglichkeiten geschaffen. Beispielhaft ist in Abbildung 1 der Vergleich einer Fotografie der Brandversuchshalle der Forschungsstelle für Brandschutztechnik mit einer dreidimensionalen Ansicht des digitalen Gebäudemodells dargestellt.



Fotografie



3D-Modell

Abbildung 1 digitaler Zwilling der Brandversuchshalle der Forschungsstelle für Brandschutztechnik

Mit dem Begriff BIM ist dabei vor allem eine Planungsmethode verbunden die unter anderem Zeit- und Kostenersparnisse für alle Bereiche des Bauens verspricht.

Es besteht die Schwierigkeiten, dass die bestehenden Strukturen der Bauwirtschaft ergänzt oder verändert werden müssen um der Methode gerecht zu werden. An einem Bauwerk ist eine Vielzahl von Gewerken tätig, einhergehen mit einer Vielzahl von Fachfirmen. Hinzu kommt, dass je nach Projekt auch die Entscheidungsträger und –Wege unterschiedlich sein können. Der Planungsumfang und die Abstimmung zwischen vielen unterschiedlichen Akteuren ist in der Regel komplex, verglichen mit anderen Industriezweigen.

Um die Planungsleistungen der Beteiligten in einem gemeinsam genutzten BIM-Modell erfolgreich zu zentralisieren wird ein gemeinsames Verständnis für BIM, ein einheitliches

Vokabular und diverse Standards benötigt. Diese Bereiche gehören ebenso zur Entwicklung von BIM wie die eigentliche digitale Umgebung.

Die hier vorliegende Arbeit verfolgt das Ziel, BIM aus Sicht des abwehrenden Brandschutzes zu betrachten und Potentiale für die praktische Anwendung auszuloten. Dabei geht es weniger darum Ansatzpunkte bis ins Detail auszudefinieren sondern darum Möglichkeiten aufzuzeigen.

Für die Feuerwehren kann BIM die eigene Arbeitsweise bereichern. Die im Rahmen eines BIM-Projektes erstellten Informationen können hilfreich sein, beispielsweise bei der Einsatzplanung. Aber auch bei der Einsatzdurchführung können vorhandene Informationen für die Feuerwehr visuell aufbereitet werden. Denkbar sind hier bspw. die digitale Darstellung von Brandschutzplänen im Einsatz auf Tablets und weiter in die Zukunft gedacht der Einsatz solcher Pläne in Kombination mit Augmented Reality (AR) und Standorttracking der Einsatzkräfte durch Radio-Frequency-Identification (RFID).

2 BIM in der Theorie

Für die Verwendung der Planungsmethode BIM ist es zunächst erforderlich ein einheitliches Verständnis von BIM zu entwickeln. Nur so kann sichergestellt werden, dass alle Projektbeteiligten fachgerechte Leistungen erbringen und Informationen in den Planungsprozess adäquat einbringen können.

2.1 Definition von BIM

Grundsätzlich bleiben die zu erbringenden (Planungs-) Leistungen durch die Anwendung der Planungsmethode BIM unverändert. Neuerungen entstehen dadurch, dass diese unter Zuhilfenahme digitaler Werkzeuge erbracht werden, die ihre Informationen aus einem Gebäudemodell ableiten und verarbeiten.

Die Bedeutung und der Fortschritt durch die Anwendung von digitalen Werkzeugen lässt sich im Allgemeinen anhand der Gebäudemodellierung zeigen. Gegenüber den herkömmlichen Reissbrettzeichnungen konnte durch die Einführung von 2D-CAD-Programmen die Bearbeitung und Erstellung von Bauplänen vereinfacht werden. Die Darstellungen blieben indes unverändert. Bauteile werden durch einzelne Konturlinien dargestellt, erst im räumlichen Verständnis des Betrachters setzen sich die Konturen zu Bauteilen zusammen. Bei der Einführung von 3D-CAD-Programmen werden Bauteile der Realität entsprechend als Körper mit eigenem Volumen dargestellt, so eröffnen sich Möglichkeiten beispielsweise zur automatisierten Volumenberechnung einzelner Bauteile oder Bauteilgruppen. Die Visualisierung ermöglicht außerdem einen neuen Zugang zu architektonischen und technischen Sachverhalten, die in zweidimensionalen Plänen nicht oder nur ungenügend dargestellt werden.

Bei der BIM-gestützten Modellierung werden die bereits bekannten Möglichkeiten der 3D-Modellierung um abstrakte Sachdaten erweitert. So können bspw. Materialkenngrößen, Bauzeitinformationen und Stückpreise an Volumenbauteile angehängt werden. Auf diese Weise soll ein BIM-Modell soweit mit Informationen angereichert werden, dass der angestrebte Anwendungsfall (AwF) durchgeführt werden kann.

Hinter BIM verbirgt sich somit ein Digitalisierungsprozess. Durch das Sammeln von Informationen und deren digitaler Aufbereitung soll der eigentliche Prozess, hier der Bau-/Planungsprozess effizienter gestaltet werden. Für die Verwendung digitaler Werkzeuge sind Standards unabdingbar.

BIM beschränkt sich somit nicht nur auf bestimmte Lebensphasen eines Gebäudes sondern umfasst alle Lebenszyklusphasen des Bauwerks, vom Entwurf über Planung, Ausführung, Bewirtschaftung bis zum Rückbau (vgl. Abbildung 2). Gerade in der Durchgängigkeit der Informationen kann mit BIM ein deutlicher Mehrwert erzielt werden. Den Lebensphasen Planung, Ausführung und Bewirtschaftung lassen sich Leistungsphasen (Lph) zuordnen die durch die Honorarordnung für Architekten und Ingenieure (HOAI) vorgegeben wird. Diese Phasen werden auch von den entsprechenden Empfehlungen der AHO zur Gliederung und Beschreibung der Leistungen in Grundleistungen und besondere Leistungen aufgegriffen.

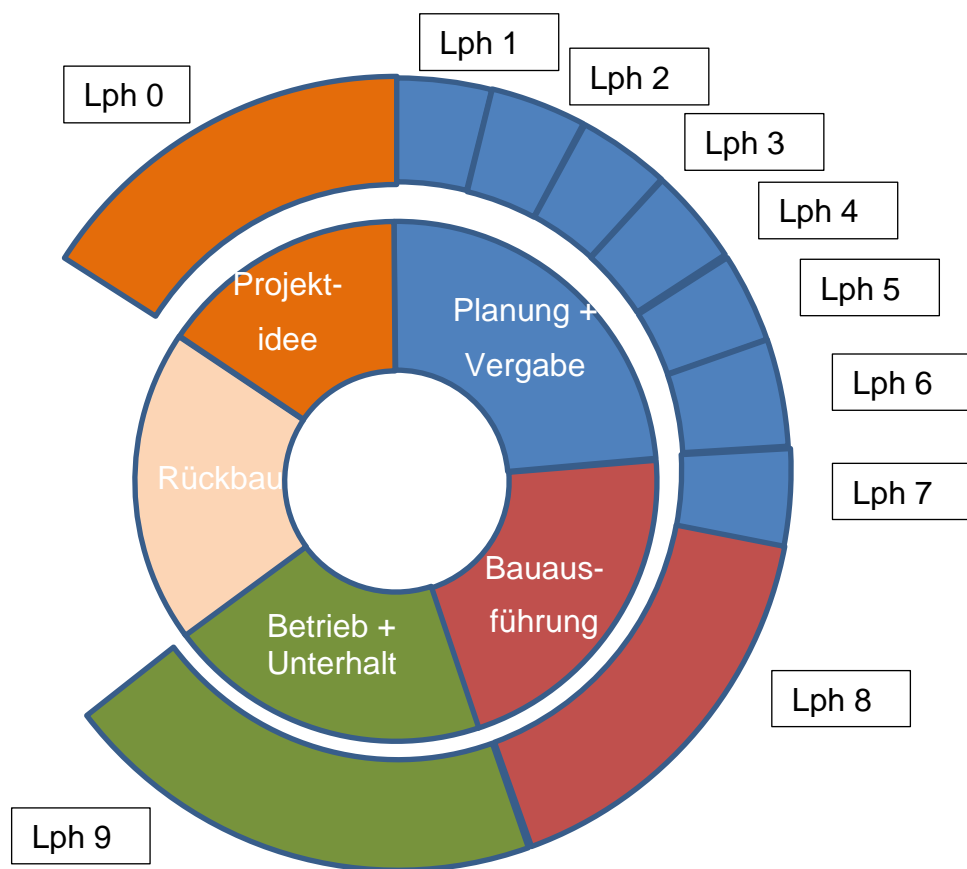


Abbildung 2: Lebenszyklusphasen im BIM-gestützten Planungsprozess nach

Es ist daher nicht nur davon abhängig welche Projektbeteiligten in welcher Zusammensetzung ein Projekt durchführen, sondern auch und vor allem in welcher zeitlichen Abfolge Leistungen durch die Beteiligten erbracht werden. Mit der spezifischen Leistung ist auch ein Prozess verknüpft, der gewisse Anfangsbedingungen erfordert um zu einem definierten Ergebnis, einer vordefinierten Qualität, zu gelangen. Für die erfolgreiche Zusammensetzung von Einzelprozessen zu einem Gesamtprozesse, an dessen Ende das Erreichen eines

Zieles steht, ist es wichtig die Prozesse mit den entsprechenden Übergabepunkten zu definieren.

2.2 Ziele von BIM

Mit der Anwendung von BIM-Methoden können unterschiedliche Ziele verfolgt werden. Diese Ziele sollten, vor allem auf Bauherrnseite, vor Projektstart definiert werden. Je nach Zielsetzung ändern sich Planungsabläufe und -qualitäten. Eine Konsistenz der BIM-Ziele ist daher hilfreich. BIM-Ziele können in sogenannten Auftraggeber-Informationsanforderungen definiert werden und können ganz allgemein z.B. die Visualisierung sein (vgl. Abbildung 1).

Weitere **BIM-Ziele** können übergeordnete Gedanken von BIM umschreiben z.B.; Erhöhen von Transparenz und Terminsicherheit in der Bauplanung; senken von Gesamtkosten, Folgekosten und Kostenrisiken; Unterstützen der Öffentlichkeitsarbeit zum Erzielen einer höheren Akzeptanz von Bau- und Infrastrukturprojekten in der Bevölkerung [1] [2] [3] und viele weitere. Eine grobe Struktur und Übersicht findet sich auch in der VDI 2552 Blatt 2 Grundlagen [4].

Die Digitalisierung ermöglicht teilweise eine Automatisierung bestimmter Arbeitsschritte. So können CAD-Programme Bauteillisten mit Mengen- und Materialangaben ausgeben, auf denen teilautomatisiert Abrechnungen oder Leistungsverzeichnisse erstellt werden können.

Das Vorliegen der Informationen in digitaler Form soll darüber hinaus den Informationsaustausch zwischen verschiedenen Beteiligten erleichtern. Bspw. Soll die Geometrie des Architekturmodells als Grundlage für nachfolgenden Planungsbereiche wie statische Berechnung oder die energetische Bewertung herangezogen werden. Dabei können Kollisionen zwischen den beteiligten Gewerken frühzeitig erkannt werden. Die Voraussetzungen sind ein gemeinsames Verständnis für den BIM-Prozess und eine Interoperabilität zwischen den verwendeten digitalen Werkzeugen.

Der Planungsaufwand bei BIM-gestützter Planung gilt hinsichtlich Zeit und Kosten gemeinhin als hoch. Gleichzeitig wird der Planungsaufwand bei BIM-Planung, gegenüber konventioneller Bauplanung, in eine frühe Planungsphase verschoben („Frontloading“ vgl. [5]). Die Vorteile von BIM machen sich im späteren Verlauf des Bauprojektes bemerkbar. In früher Planungsphase lassen sich Korrekturen einfach durchführen und verursachen geringere Kosten (vgl. Abbildung 3).

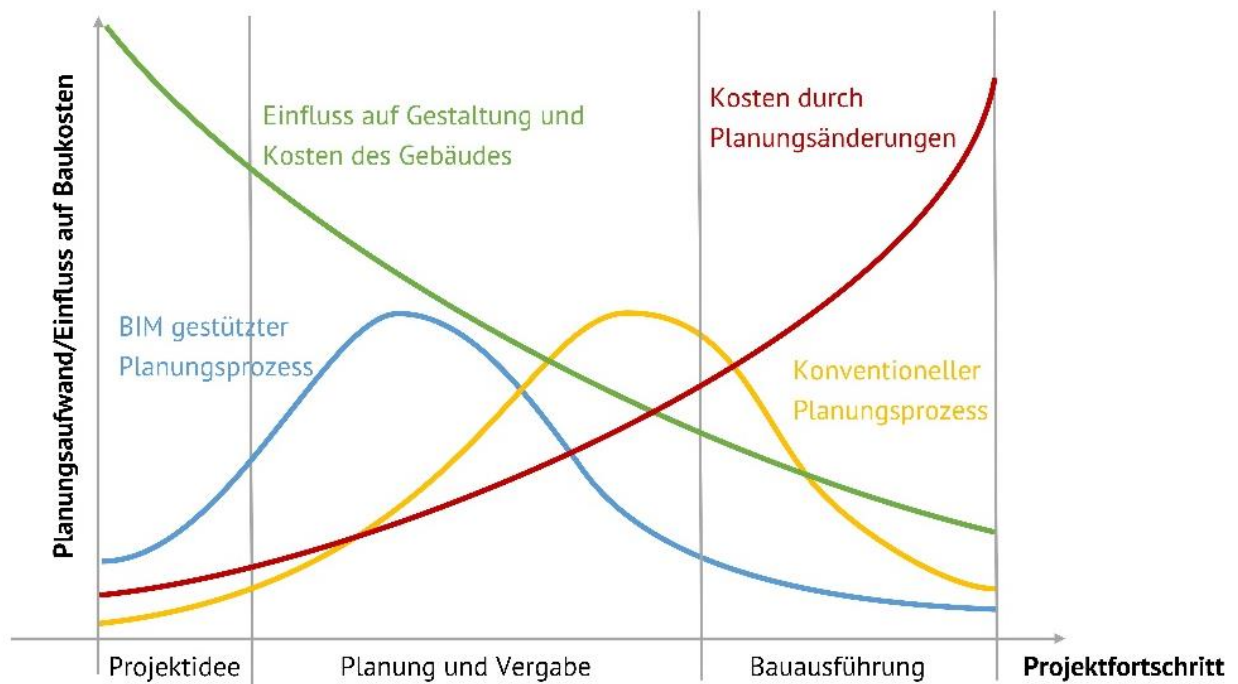


Abbildung 3 Modifizierte McLeamy Kurve in Anlehnung an [6]

2.3 BIM-Anwendungsfälle

Das Erreichen der BIM-Ziele wird durch die Anwendung von BIM-Methoden herbeigeführt. Die bekannten Anwendungsfälle Kosten- (4D) und Bauzeitenplanung (5D) werden mit den Synonym 4D bzw. 5D verbunden. Im Sinne des Gedanken, „erst digital, dann real Bauen“ lassen sich so Bauvorhaben über ihren Lebenszyklus Simulieren und darüber Probleme im Vorfeld erkennen.

BIM-Usecase (UC)/Anwendungsfall (AwF) benennen somit die Teilleistungen, in denen Transformationsprozess von konventioneller zu BIM-gestützter Planung erfolgen soll. Durch den Transformationsprozess sollen die genannten BIM-Ziele erreicht werden.

Da das angestrebte Ergebnis der Planungsleistung gegenüber konventioneller Planung bestehen bleibt, lassen sich die Usecases aus den Leistungsbildern der HOAI ableiten. Eine entsprechende Darstellung kann [1] entnommen werden. Eine noch kleinteiligere Gegenüberstellung der Teilleistungen konventioneller und BIM-gestützter Planung zeigt AHO Heft Nr. 11 [6]. Zu beachten gilt des Weiteren die Fokussierung auf den Hochbau und die Lebenszyklusphasen Entwurf, Planung und Bauausführung.

Die dargestellten Usecases (dt. Anwendungsfälle) sind dabei sehr allgemein gehalten und können auf die Spezifika einzelner Fachbereiche übertragen werden. Am Beispiel der

Brandschutzplanung kann unter Awf. 4 Bemessung und Nachweisführung ein BIM-Modell als Datengrundlage für die Heißbemessung oder für eine Entrauchungssimulation herangezogen werden. Die spezifischen Usecases für den Fachbereich Brandschutz soll in Kapitel 4 aufgeführt werden.

Im Use-case Management der BuildingSMART International werden Anwendungsfälle gesammelt und publiziert [8]. Daneben gibt es eine Sammlung der Bergischen Universität Wuppertal von BIM-Anwendungsfällen, die sich ebenfalls eignet bereits definierte Anwendungsfälle zu recherchieren und als Grundlage für das eigene Projekt zu verwenden [9]. Hierfür wurde auch eine Vorlage definiert wie die Beschreibung der Anwendungsfälle gegliedert werden kann. Die beschriebenen Anwendungen (Kap. 4) lehnen sich an die vorgeschlagene Struktur an

2.4 BIM Kollaboration

Die Zusammenarbeit der Projektbeteiligten kann aus technischer Sicht unterschiedlich ausgestaltet werden. Es wird dabei unterschieden ob ein Programm/ Produkt eines Softwarehauses mit einem entsprechenden proprietären Format zum Austausch von Informationen verwendet wird, dann spricht man von **closedBIM** oder ob ein offener Datenstandard wie es das Industry Foundation Classes (IFC) zur Anwendung kommt, dann spricht man von openBIM. Die Unterschiede werden in Abbildung 4 zusammengestellt.



Abbildung 4 Darstellung und Benennung der digitalen Zusammenarbeit im Kontext von BIM

BIG Open BIM, bei dem die Projektbeteiligten mittels offener Standards (=OPEN), an einem Gebäudeinformationsmodell arbeiten, sollte das angestrebte Ziel sein. Auf dem Weg zu diesem Ziel lassen sich die erreichbaren Stufen in der Entwicklung von BIM

werden als BIM Reifegradstufen (eng. BIM Maturity Level) beschrieben und werden in Abbildung 5 skizziert. [7]

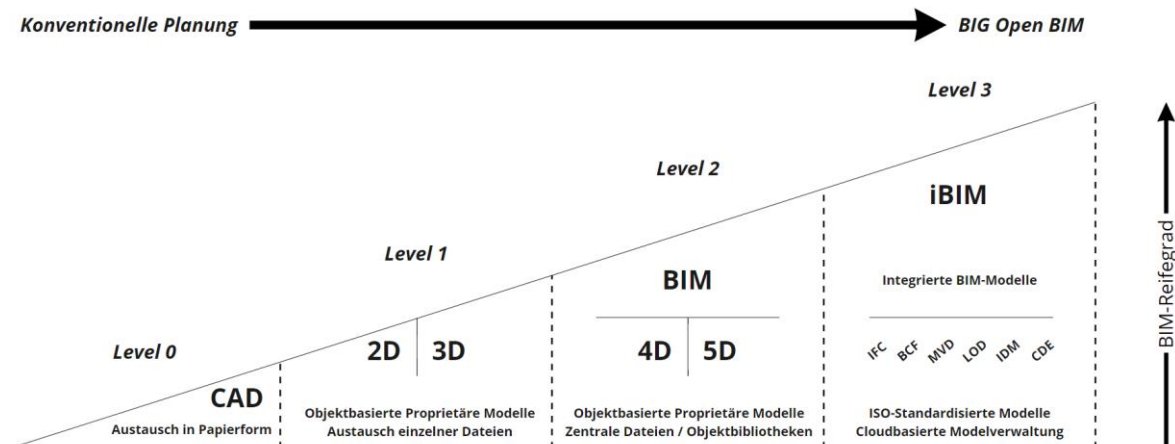


Abbildung 5: BIM-Reifegradmodell von der konventionellen Planung zu BIG Open BIM nach .

Level 0: Konventionelle CAD-Modelle überführen analoge Zeichentechniken vom Reißbrett auf den PC. Das heißt, Zeichnungen setzen sich aus Linien zusammen, die erst im Auge des Betrachters zu dreidimensionalen Objekten gedeutet werden. Der Austausch der Modelle zwischen den Beteiligten erfolgt durch Pläne in Papierform oder als PDF.

Level 1: Die Modelle werden 2- oder 3-dimensional Objektbasiert erstellt. Bei Objektbasierter Modellierung werden alle Realen Gebäudeteile durch ein Digitales Objekt repräsentiert. Die objektbasierte Darstellung ermöglicht Massenermittlungen und Kollisionskontrollen zwischen den Objekten. Die Daten basieren auf den nativen Formaten der verwendeten Software und werden in Form von Dateien zwischen den Beteiligten weitergereicht. Eine Kollaboration zwischen den Fachmodellen der Fachplaner ist somit im Rahmen der Schnittstellenkompatibilität der verwendeten Software möglich.

Level 2: Der Informationsgehalt der Modelle wird in die Bereiche 4D und 5D erweitert. Damit bezeichnet wird die Zeitanalyse (4D) und Kostenanalyse (5D) zu den Objekten, so lässt sich ein Bauwerk in der Errichtung und Kostenentwicklung auf eine Zeitschiene projizieren. Die Kollaboration wird eine zentrale Datenverwaltung und gemeinsam genutzter Bauteilbibliotheken verbessert.

Level 3: Methoden zur Gebäudesimulation/-Analyse/-Nachweisführung werden in das BIM-Modell integriert und das Planungsmodell in ein Betriebsmodell für das Lifecycle-Management überführt. Das BIM-Modell verfolgt so den Ansatz eines digitalen Zwillinges

des realen Gebäudes. Der benötigte, dichte Informationsfluss, bei geforderter Interoperabilität zwischen der genutzten Software, wird durch standardisierte Austauschformate realisiert. Der Austausch und die Modelverwaltung erfolgen über cloudbasierte Systeme.

2.4.1 Industry Foundation Classes (IFC)

Die Industry Foundation Classes (IFC) sind ein herstellerneutrales, offenes, objektbasiertes Datenformat für BIM-Planung, entwickelt und fortgeschrieben durch buildingSMART. Das IFC-Format wird durch den Standard DIN EN ISO 16739 [8] definiert.

Die meisten Softwarepakete besitzen Schnittstellen zum Format IFC. Diese werden von einer zertifizierten Stelle auf Funktionalität geprüft und zertifiziert. Dabei werden bestimmte Austauschszenarien durchgespielt. In der Praxis hat sich gezeigt, dass die Qualität des Exports deutlich unterschiedlich sein kann. Die Qualität hängt dabei vor allem auch an der ursprünglichen Datenqualität und den Exporteinstellungen ab. Eine Überprüfung des Exports mit beispielsweise freien Viewern ist daher sehr empfehlenswert.

2.5 BIM Rollen

Die angestrebte Zusammenarbeit in BIM Projekten erfordert funktionierende Kommunikationswege und klar zugeordnete Verantwortlichkeiten unter den Beteiligten. Dazu werden in einem BIM-Projekt neue Rollenbilder benötigt. Der VDI benennt dazu die Rollen BIM-Manager, -Koordinator, -Autor und -Nutzer. Diese Rollen definieren sich gemäß [9] wie folgt:

*„**BIM-Manager (Anm. der Autoren: Informationsmanager)** sind Projektmitglieder, die im Rahmen des Projektmanagementprozesses die Auftraggeber-Informationsanforderungen erfassen und BIM-Ziele und -Anwendungen definieren. Sie verantworten die organisatorischen Aufgaben zur Definition, Umsetzung, Einhaltung und Dokumentation der BIM-Prozesse über den gesamten Lebenszyklus eines Bauwerks. Gleichzeitig sind sie Ansprechpartner des Auftraggebers und für das CDE (Common Data Environment) verantwortlich. In den einzelnen Lebenszyklusphasen kommen die BIM-Manager aus unterschiedlichen Umfeldern. Bei einem Wechsel des BIM-Managers ist es die Aufgabe des neuen BIM-Managers das Datenmodell auf Qualität, Aktualität und Vollständigkeit zu prüfen. Der BIM-Manager stimmt die Aufgaben und Prozesse mit den Beteiligten, insbesondere auf operativer Ebene mit dem BIM-Koordinator ab.“*

BIM GESAMTKOORDINATOR wird in der Regel bei Großprojekten aktiv und führt die unterschiedlichen Fach- und Teilmodelle zusammen [11].

BIM-Koordinator (Informationskoordinator) sind Projektmitglieder, die im Rahmen des Wertschöpfungsprozesses für die operative Umsetzung der BIM-Ziele über den gesamten Lebenszyklus eines Bauwerks verantwortlich sind. Sie definieren und koordinieren Aufgaben und Zuständigkeiten auf Grundlage der BIM-Prozesse und BIM-Anwendungen. Sie sichern die vertraglich vereinbarte Qualität des Datenmodells und den fehlerfreien Datenaustausch. Dazu koordinieren sie die BIM-Autoren bei der Erarbeitung des Datenmodells und leiten die Freigaben durch den BIM-Manager in projektspezifischen Intervallen ein.

BIM-Autoren sind Projektmitglieder, die das Datenmodell über den gesamten Lebenszyklus eines Bauwerks in Abstimmung mit den BIM-Koordinatoren bearbeiten. Sie ergänzen entsprechend der vertraglich vereinbarten Qualität und unter Berücksichtigung von BIM-Standards im Rahmen der BIM-Prozesse, Informationen aus den unterschiedlichen Fachdisziplinen im Datenmodell. Den BIM-Autoren obliegt die Datenhoheit über die von ihnen erstellten Fach- und Teilmodelle.

BIM-Nutzer sind Projektmitglieder, die das Datenmodell ausschließlich zur Informationsgewinnung nutzen und dem Bauwerksinformationsmodell keine Daten oder Informationen hinzufügen.“

Der Zusammenhang zwischen den BIM-Rollen und deren Funktion im Projektablauf ist vereinfacht in Abbildung 6 dargestellt.

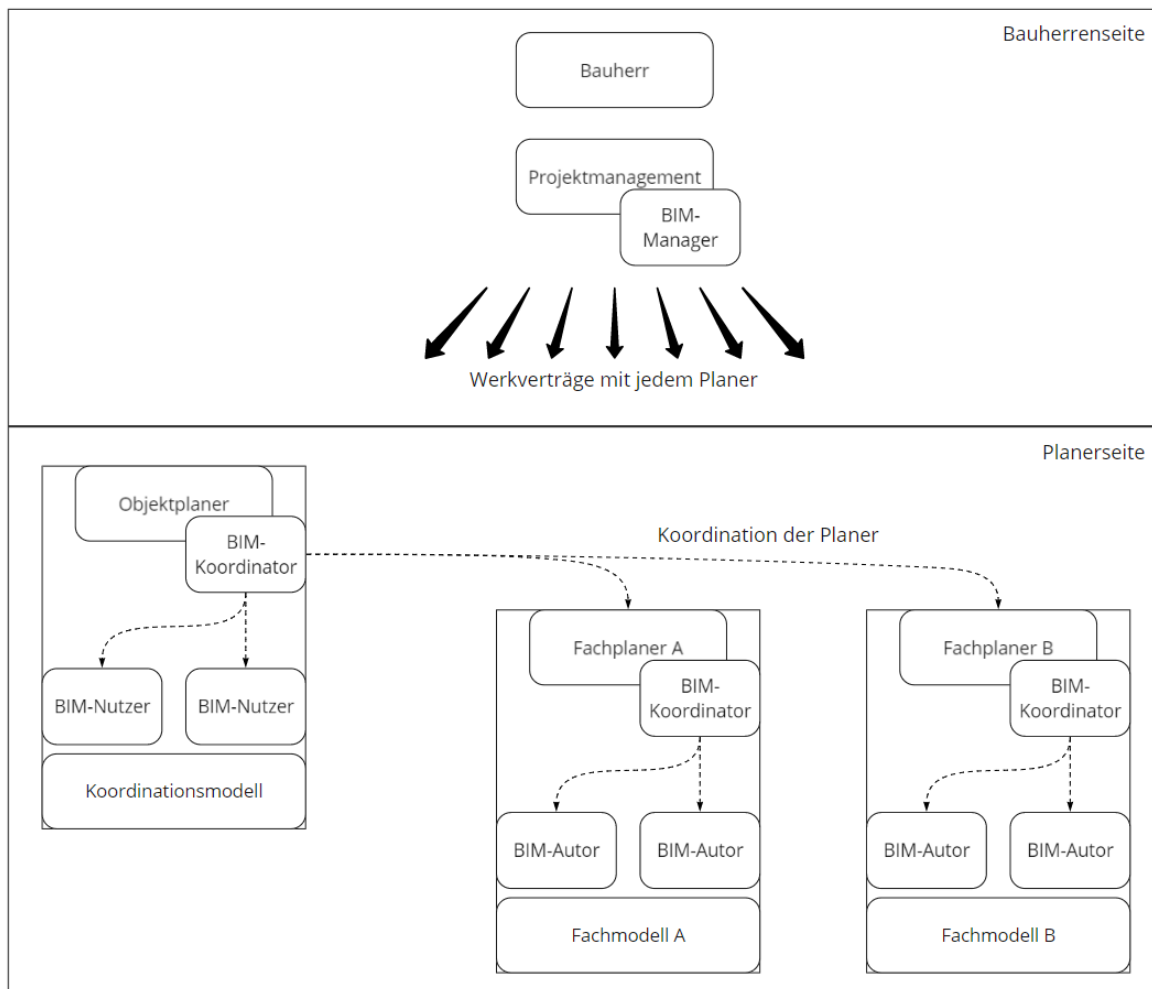


Abbildung 6: Die der BIM-Rollen im Kontext des Projektmanagements unter Berücksichtigung der Zusammenhänge zwischen den Rollen und den BIM-Modellen. Rollen im BIM-Prozess gemäß [6]. Vergleichbare Rollenverständnisse können auch anderen Schriften auf nationaler und internationaler Ebene entnommen werden. Abbildung 7 zeigt das Rollenverständnis von BIM in der britischen Bauwirtschaft, wie sie von der „AEC (UK) Initiative [10]“ propagiert wird. Die Rollenverteilung zeigt eine Unterteilung in strategisches Management, operatives Management und Ausführung, damit bildet das Rollenverständnis die verschiedenen Ebenen eines Prozesses ab (vgl. 3.3).

	Strategic						Management				Production	
Role	Corporate Objectives	Research	Process + Workflow	Standards	Implementation	Training	Execution Plan	Model Audit	Model Co-ordination	Content Creation	Modelling	Drawings Production
BIM Management	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	N	N	N	N	N
Coordination	N	N	N	N	N	Y	Y	Y	Y	Y	Y	N
Modelling / authoring	N	N	N	N	N	N	N	N	N	Y	Y	Y

Abbildung 7: Verantwortungsbereiche von BIM-Manager, -Kordinator und -Anwender im Bereich der britischen Bauwirtschaft [10]

2.6 Richtlinien und Gremien

Das Ziel einer durch BIM erreichten Vernetzung zwischen den Beteiligten aller Fachplanungsbereiche erfordert eine Interoperabilität zwischen Programmen und Arbeitsweisen der unterschiedlichen Zweige der Fachplanung. Daraus entsteht die Notwendigkeit zur Standardisierung. Hierzu werden BIM-Richtlinien von diversen Verbänden und Vereinen herausgegeben. Tabelle 1 zeigt einige der wichtigsten Normen für den deutschen Raum, mit Zuordnung zu Themenbereich innerhalb von BIM. Im Anschluss werden die Normen kurz beschrieben. Die vorliegende Arbeit baut im weiteren Verlauf auf der Definition und Nomenklatur zu BIM der aufgeführten Richtlinien auf.

buildingSMART International ist ein Verband, der die internationale Vernetzung der am Bau beteiligten und die Weiterentwicklung von BIM-Methoden betreibt. Er ist für die Standardisierung des IFC-Standards, des BCF-Standards und der XML-basierten Sprache mvdXML zuständig.

buidlingSMART Deutschland ist eine selbstständige Gruppe die internationale Anstrengungen in ihren nationalen Gremien bekannt macht und verbreitet. Unter ihrem Dach finden

sich verschiedene Fach-, Projekt- und Regionalgruppen, die unterschiedliche Aufgabenbereiche bearbeiten. Darunter ist auch die Fachgruppe „BIM im Brandschutz“ die Belange des Brandschutzes beleuchten will.

Als IFC-Initiator sind die Interessengemeinschaften der buildingSMART daran interessiert den openBIM Gedanken weiterzuentwickeln und in die Praxis einzuführen.

Handlungsfeld Technik/Daten			
Thema	Norm/Richtlinie	Titel/Inhalt	
Datenaustausch	DIN EN ISO 16739	Industry Foundation Classes (IFC)	[8]
	VDI 2552 Blatt 4	Anforderungen an den Datenaustausch	[11]
	VDI 2552 Blatt 5	Datenmanagement	[12]
Datenumfang/ IDM	DIN EN ISO 29481-1	IDM - Teil 1: Methodik und Format	[13]
	DIN EN ISO 29481-2	IDM - Teil 2: Interaktionsframework	[14]
	VDI/bS 2552 Blatt 11	Informationsaustauschanforderungen (in Vorbereitung)	
Klassifikationen	DIN EN ISO 12006-3	Struktur für den objektorientierten Informationsaustausch	[15]
	VDI 2552 Blatt 9	BIM - Klassifikationen (in Vorbereitung)	[16]
Handlungsfeld Prozesse			
Thema	Norm/Richtlinie	Titel/Inhalt	
Methoden	DIN EN ISO 19650-1	Informationsmanagement - Konzepte und Grundsätze	[17]
	DIN EN ISO 19650-2	Informationsmanagement - Lieferphase der Assets	[18]
	VDI 2552 Blatt 7	BIM - Prozesse	[9]
Handlungsfeld Rahmenbedingungen			
Thema	Norm/Richtlinie	Titel/Inhalt	
Verständnis/ Vokabular	VDI 2552 Blatt 1	BIM - Grundlagen	[4]
	VDI 2552 Blatt 2	BIM - Begriffe	[19]
Vergabe	VDI 2552 Blatt 3	Modellbasierte Mengenermittlung	[20]
	AHO Heft Nr. 11	Die BIM-Methode im Planungsprozess der HOAI	[6]
Vertragsrahmen	VDI 2552 Blatt 10	Auftraggeber Informationsanforderungen (AIA) und BIM-Abwicklungspläne (BAP) (in Vorbereitung)	-
Handlungsfeld Menschen			
Thema	Norm/Richtlinie	Titel/Inhalt	
Qualifikation	VDI/bS 2552 Blatt 8.1	Qualifikationen - Basiskenntnisse	[21]
	VDI/bS 2552 Blatt 8.2	Qualifikationen; Erweiterte Kenntnisse (in Vorbereitung)	[22]

Tabelle 1 Normen und Richtlinien im Bereich BIM (Auszug)

3 BIM in der Anwendung

3.1 BIM-Handlungsfelder

Arbeitsmethode BIM: Der erste Schritt zur Einführung neuer Methoden ist die Aufnahme der konventionellen Arbeitsweise. Dabei liegt es nahe, sich in dem Transformationsprozess an dem bestehenden Ablauf eines konventionellen Projektablaufs gemäß den HOAI-Leistungsphasen zu orientieren. Aus den einzelnen Punkte der Leistungsbeschreibung werden BIM-Anwendungsfälle (AwF; eng. Usecases) abgeleitet. Die Usecases bilden das Ziel eines zu digitalisierenden Arbeitsprozesses als Teil der BIM-Planung. Ein entsprechendes Vorgehen kann u. a. [6] und [1] entnommen werden.

Die Transformation bestehender Arbeitsgänge bei der Einführung von BIM als neue Arbeitsmethode erfolgt in verschiedenen Handlungsfeldern. Die BIM-Handlungsfelder werden in Abbildung 8 gezeigt und im Weiteren näher beschrieben.

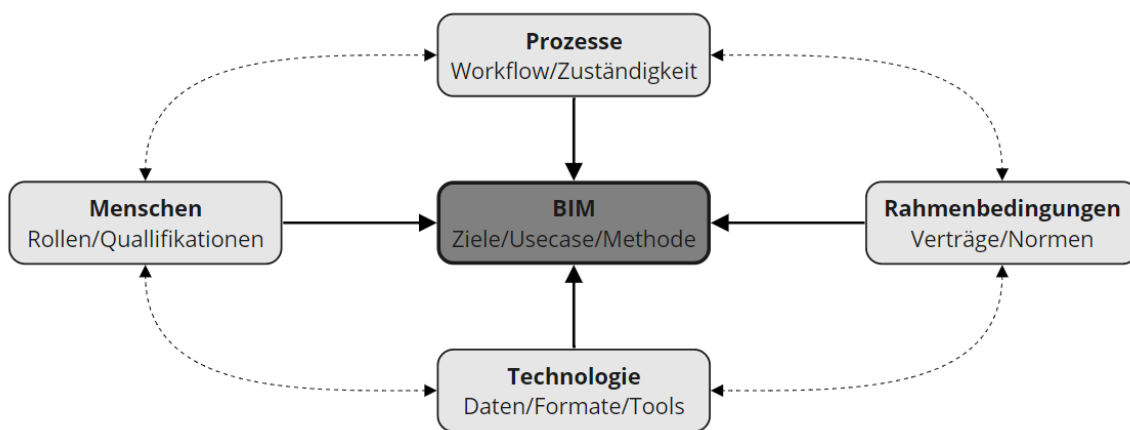


Abbildung 8: Handlungsfelder der zu transformierenden Arbeitsgänge bei der Einführung von BIM als Arbeitsmethode.

Prozesse: Das Erreichen eines Zieles erfolgt entlang eines Arbeitsprozesses. Ein allgemeines Verständnis zu Prozessen ermöglicht das Entwickeln neuer, digitaler Prozesse, die zur erfolgreichen Durchführung der AwF dienen sollen. Eine angestrebte Standardisierung und Dokumentation dieser digitalen Prozesse erzeugt Transparenz in der Bauplanung und ermöglicht eine stetige Optimierung.

Technologie: Zentraler Punkt von BIM ist ein gemeinsam genutzter Informationsstand zu einem Bauwerk. Zum Erstellen, zuordnen und zusammenfügen der Informationen werden Datenformate, Tools, IT-Plattformen etc. benötigt (Siehe des Weiteren 3.5).

Menschen: Zur Etablierung von BIM muss auf die Nutzer eingegangen werden. Einerseits macht der gewünschte, hohe Grad an Zusammenarbeit die Etablierung neuer Rollen in

der Bauplanung notwendig. Rollen wie der BIM-Manager und der BIM-Koordinator sind für die Informationsflüsse im BIM-Prozess zuständig. Weiterhin benötigen die BIM-Anwender die notwendigen Qualifikationen zum erfolgreichen Einsetzen von BIM-Methoden.

3.2 Arbeitsmethode BIM

Die Gesamtplanung eines Bauprojektes setzt sich aus werkvertraglichen Leistungen zusammen. Der Arbeitsgang eines planerischen Leistungsbildes verläuft im Vokabular von BIM von BIM-Ziel über BIM-Usecases und BIM-Methoden zum Werkerfolg der Vertragsleistung.

BIM-Methoden skizzieren konkrete Vorgehensweisen zum Erfüllen der Usecases. Am Beispiel der Brandschutzplanung kann der AwF. 5 Koordination der Fachgewerke spezifiziert werden als „Kommunikation zwischen Brandschutzplanung und HKL-Planung zwecks Durchbruchplanung für Leitungsdurchführung durch Wände mit Brandschutzanforderung“. Ein BIM-gestütztes Verfahren als Methode zur Umsetzung dieses Usecase ist eine automatisierte Kollisionsprüfung (eng. Clash Detection) mittels geeigneter Software. In der Software werden beispielsweise Eingriffe der TGA-Planung in raumabschließende Bauteile mit Brandschutzanforderungen angezeigt und auf die notwendigen Maßnahmen zur Schottung hingewiesen.

3.3 Prozesse

3.3.1 Prozessmodell

Unter Prozess versteht man allgemein einen Verlauf, ausgehend von einer Zielvorgabe und abschließend durch Erreichen des Ziels. Im Prozessmanagement wird der Work-Flow eines Prozesses als definierter Ablauf einzelner Arbeitshandlungen beschreiben. Die Überlegungen zur Ausgestaltung des Prozesses liegen auf drei Ebenen. Die Ebenen werden im Anschluss beschrieben.

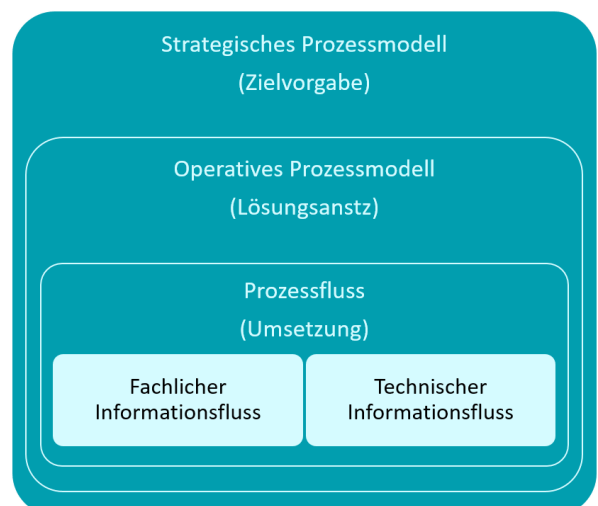


Abbildung 9: Darstellung der Prozessebenen.

Strategisches Prozessmodell: Das strategische Prozessmodell definiert die Zielvorgabe des Prozesses. Es beschreibt, welches Ergebnis der Gesamtprozess erbringt, sowie in welchem Verhältnis und Austausch die Beteiligten stehen. Nicht berücksichtigt wird, wie die Ergebnisse erbracht und wie der Austausch der Beteiligten durchgeführt wird.

Operatives Prozessmodell: Das operative Prozessmodell skizziert den grundsätzlichen Lösungsansatz zum Erreichen der Zielvorgabe. Es beschreibt den Work-Flow und benennt die Vorleistungen und Teilergebnisse zu den einzelnen Arbeitsschritten. Noch nicht berücksichtigt wird die spezifische Form der Teilleistungen.

Prozessfluss: Der Prozessfluss spezifiziert das operative Prozessmodell. Er beschreibt den Informationsfluss, der über die Arbeitsschritte entlang des Work-Flows verläuft. Der Prozessfluss teilt sich in einen in Wechselwirkung zu einander stehenden fachlichen und technischen Informationsfluss auf.

Fachlicher Prozessfluss: Der fachliche Prozessfluss beschreibt die Weiterleitung der Informationen auf personeller Ebene. Es wird eine Darstellung erzeugt, wer wann mit wem kommuniziert und Informationen austauscht.

Technischer Prozessfluss: Der technische Prozessfluss beschreibt die Weiterleitung der Informationen auf IT Ebene. Es werden die digitale Form und Verarbeitung der Informationen definiert.

3.3.2 Bedeutung von Prozessen für BIM

BIM bedeutet im Wesentlichen die Digitalisierung der Bauplanung. Die Bedeutung einer prozessbasierten Betrachtung von BIM ergibt sich aus den zentralen Elementen der Digitalisierung: Optimieren, Vernetzen, Standardisieren, Automatisieren. Eine Betrachtung der Planungsmethode BIM ohne Prozesse ist im Prinzip nicht möglich.

Optimieren: Wie bereits im vorhergehenden Kapitel beschrieben, verändert der Einsatz von BIM-Methoden nicht die Ziele der Bauplanung sondern die Arbeitsweise. Das Auflösen der konventionellen Bauplanung in die Prozessketten schafft die nötige Transparenz bei der Aufnahme des Ist-Zustandes und bei der optimierten Überführung in den Soll-Zustand der BIM-gestützten Bauplanung.

Vernetzen: Die Unterteilung des Gesamtprozesses in Teilprozesse verläuft u. a. entlang der Grenzen unterschiedlicher Lebenszyklusphasen des Gebäudes und den beteiligten Fachbereichen. Die Ausarbeitung definierter Prozesse ermöglicht einen funktionierenden Austausch unter den Beteiligten und klärt deren Zuständigkeiten.

Standardisieren: Die maschinelle Verarbeitbarkeit der Informationen benötigt zwingend einer Standardisierung. Nur so lässt sich eine Interoperabilität zwischen verschiedenen Beteiligten und deren verwendeter Software herstellen. Die technischen Lösungen zur Interoperabilität wird auf Ebene des operativen Prozessmodells definiert und so dokumentiert bzw. den Beteiligten als Information zur Verfügung gestellt.

Automatisieren und Einbettung von Sensorik: Die Automatisierung von Planungsschritten bzw. die Einbettung von Sensorik in ein digitales Modell zur Zustandsüberwachung in Bauausführung und Betrieb können Bestandteil zukunftsrelevanter Usecases sein. Solche Lösungen benötigen einmal mehr eindeutig definierter Prozessketten zur Maschinenverarbeitbarkeit der Informationen.

3.3.3 Entwickeln von Prozessen

In der theoretischen Betrachtung von BIM wird ein Gesamtprozess beschrieben. Zur praktischen Umsetzung von BIM müssen konkrete Teilprozesse entwickelt werden. Ausgehend von den Usecases als Zielvorgabe (Strategisches Prozessmodell) sind BIM-Methoden zu beschreiben (Operatives Prozessmodell). Die benötigten Rahmenbedingungen in Form von BIM-Standards sowie konkreten Arbeitsvorgaben für beteiligte BIM-Rollen werden auf der Ebene des Prozessflusses benannt.

3.4 Rahmenbedingungen

Die Zukunftsvision zu BIM sieht eine vollständige, digitale Modellierung vor dem Errichten des Bauwerkes und eine anschließende, dauerhafte Aktualisierung des Modells über die gesamte Lebensdauer vor. Zum jetzigen Zeitpunkt ist diese Vision nicht vollständig umsetzbar. Der Umfang geforderter BIM-Usecases und die einzusetzenden BIM-Methoden sind im Vorfeld eines Bauprojektes klar zu definieren. Dazu sind in allgemeinen festen Richtlinien, Gesetze und Normen notwendig, sowie im speziellen vertragliche Vereinbarungen zu den Bauprojekten (Siehe des Weiteren 3.4). Diese können auch projektspezifische Rahmenbedingungen sein die in Form von Verträgen zwischen den Beteiligten geregelt sind.

Die Digitalisierung eines Bauprojektes mittels eines zentralen BIM-Modells ist zum jetzigen Zeitpunkt schwer erreichbar. Ein BIM-Projekt setzt sich in der Regel aus einer Mehrzahl an Usecases zusammen (vgl. Kapitel 3.2). Den Umfang von BIM-Methoden in einem Projekt, wird linear zu einem konventionellen Bauprojekt, durch ein Lastenheft und ein

Pflichtenheft beschrieben. Der für Umsetzung des Pflichtenhefts notwendige Informationsfluss ist für die einzelnen Fachprozesse standardisiert und dem BIM-Abwicklungsplan (BAP) angehängt. Lastenheft, Pflichtenheft und die standardisierten Fachprozessabläufe bilden den Vertragsrahmen für ein BIM-Projekt. Die Zusammenhänge eines solchen Vertragsrahmen werden in Abbildung 10 dargestellt.

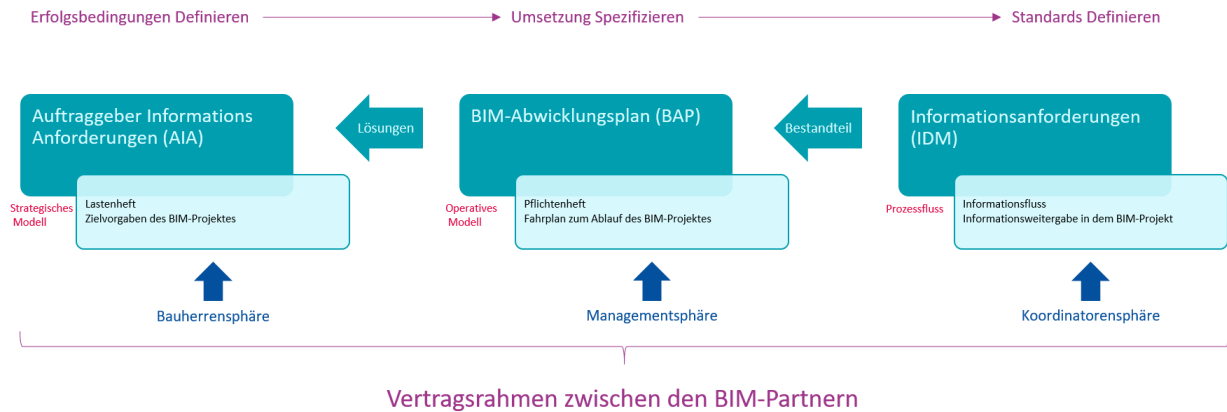


Abbildung 10 Vertragsrahmen

Auftraggeber Informationsanforderungen AIA

Die Funktion des Lastenheftes übernehmen die Auftraggeber Informationsanforderungen (AIA; eng. EIR - Employer's Information Requirements). Die AIA werden durch den Auftraggeber vorgegeben. Die AIA sind Teil der Ausschreibungsunterlagen und werden damit in der Regel Vertragsbestandteil [5]. Bezogen auf den Gesamtprozess sind sie Teil des strategischen Prozessmodells (vgl. 3.3) und definieren die Erfolgsbedingungen für den BIM-Prozess. Die AIA beinhalten unter anderem die BIM-Ziele, den BIM-Anwendungsfall und Vorgaben zu den BIM-Rollen (vgl. Kapitel 9). Sie beinhalten auch allgemeine Informationen zum Bauobjekt, die Zielformate, Vorgaben zu Qualitätssicherung und weiteres [23], [24]. Die Ausarbeitungstiefe der AIA kann variieren zwischen einer funktionalen Beschreibung bis hin zu einer detaillierten Beschreibung mit der Vorgabe der Datenübergabepunkte einschließlich der Informationsqualität (vgl. [5]). Diese Prozesse können als Prozesslandkarte beispielsweise durch BPMN Darstellungen (Business Process Model and Notation) ausgedrückt und veranschaulicht werden und in ein Information Delivery Manual (IDM) überführt werden (siehe unten).

Die Details sind stark abhängig von den jeweiligen Auftraggebern und Bauprojekten, dennoch ist mindestens eine unternehmensinterne, besser deutschlandweite Harmonisierung der AIA erstrebenswert [25].

BIM-Abwicklungsplan

Das Pflichtenheft wird durch den BIM-Abwicklungsplan (BAP; eng. BEP - BIM Execution Plan) beschrieben. Der BAP bildet das Pflichtenheft und wird durch den Auftragnehmer (in Rücksprache mit dem Auftraggeber) entwickelt. Bezogen auf den Gesamtprozess sind sie Teil des operativen Prozessmodells (vgl. 3.3) und erläutern die Umsetzung der AIA. Zu den Inhalten des BAP gehören unter anderem Vorgaben zu den geforderten Usecases und den zur Umsetzung gewählten Methoden, zur Detailtiefe und Formatierung der Daten, zum Ablauf des Datenaustausches, zur Qualitätssicherung, zur verwendeten Software und Plattformen [23], [24]. Wie auch bei den AIA, ist eine Harmonisierung des BAP erstrebenswert [25].

Die Fachprozesse werden in den Informationsanforderungen (IDM; eng. IDM – Information Delivery Manual) beschrieben. Die IDMs beschreiben, welche Informationen wann, in welcher Form, von wem, an wen geliefert werden. Die im IDM beschriebene Erzeugung, Weitergabe und Verwertung der Informationen erfolgt durch die BIM-Anwender. Bezogen auf den Gesamtprozess sind sie Teil des Prozessfluss (vgl. Kapitel 3.3). Inhalt eines IDMs sind der Informationsbedarf für einen Fachprozess, der angestrebte Informationsoutput, sowie die Zusammenhänge aller beteiligten Personen [13], [14], [11]. Das Erstellen der standardisierten IDMs erfolgt teilweise durch Gremien der buildingSMART.

3.5 Technologien

Neben dem Prozess stehen unterschiedliche Technologien für die Umsetzung der BIM-Methode zur Verfügung, die im Weiteren der Vollständigkeit halber genannt und beschrieben werden, auf die jedoch nicht im Detail eingegangen wird:

- MVD: Über MVDs werden Teilmengen von Gesamtmodellen definiert. Die Teilmodelle werden den Fachplaner zur Verfügung gestellt, die Planer erhalten somit nur wirklich benötigte Austauschforderungen, nicht benötigte Informationen werden durch die MVD herausgefiltert. Dabei wird mit der MVD immer ein Austauschzenario verbunden [30]. Derzeit gibt es noch keine MVD Brandschutz.
- xmlMVD: Datensprache zum Erzeugen von MVD-Regelsätzen. Neben den genannten Filteroptionen (siehe Punkt MVD) können auch komplexere Regelabfragen umgesetzt werden, bspw. Zuteilung der Gebäudeklassen gemäß der Musterbauordnung (MBO) anhand der Gebäudeausdehnung.

- Level of Development (LOD; dt. Fertigstellungsgrad) bezeichnet den Umfang von (Teil-/Fach-) Modellen zu bestimmten Meilensteinen, bspw. zum Abschluss einer HOAI-Leistungsphase und damit der Freigabe der nächsten Phase.
- Level of Geometrie/Information (LoG / LoIN) bezeichnet den Detaillierungsgrad von geometrischen bzw. alphanumerischen Informationen eines Objektes.
- Modelldetaillierungsgrad (MDG): Neben dem LOIN wird im AHO-Heft 11 der Begriff des Modelldetaillierungsgrades verwendet.
- IDM: Das Information Delivery Manual (IDM, dt. Handbuch der Informationslieferung) beschreibt den Informationsfluss zu einem Usecase. Das IDM zeichnet den fachlichen Prozessfluss auf, daran lässt sich ablesen, welche BIM-Rolle wann, welche Informationen liefern muss. Der technische Prozessfluss wird durch Exchange Requirement (ER) an einem Datenübergabepunkt dargestellt
- ER: Die für den Usecase benötigten Informationen werden durch die Exchange Requirement (ER, dt. Informationsaustausch-Anforderungen) benannt. Die ER werden tabellarisch aufgeführt und benennen den benötigten LOD, LOG und LOI zu den betrachteten Bauwerksteilen. Die ER umfassen weiterhin ein Mapping der benötigten Informationen in das Datenschema von IFC. Durch das Mapping wird definiert, wo die Informationen gespeichert werden bzw. wo sie abgerufen werden können.
- BCF: BIM Collaboration Format (BCF, dt. Datenaustauschformat) dient der Kommunikation zwischen den Projektbeteiligten, in der Modellansicht eines Bauwerkmodells können Notizen und Markierungen gesetzt werden.
- CDE: Für die Arbeit mit BIM wird eine virtuelle Umgebung benötigt, diese Umgebung wird als Common Data Environment (CDE) bezeichnet. Dazu gehören Cloudlösungen und Datenbanken zum Speichern/ Tauschen von Informationen, Rechteverwaltung zu den Modellen, Workflows zur Informationsverteilung und Weiteres beinhalten.

Betrachtet man BIM als Methode zum Modellieren verläuft der Entwicklungsprozess der BIM-Methode von der Identifikation von Usecases, über die Wahl geeigneter Arbeitsmethoden, das Aufstellen der dafür benötigten Informationen in ERs und dem beschreiben der Transferwege zum Austausch der Informationen in IDMs. Gegebenenfalls muss das IFC-Schema um fehlende Attribute erweitert werden. Anschließend kann eine MVD für den beschriebenen Usecase erstellt werden. Die Entwicklung dient als Grundlage für die Umsetzung von BIM in einem Bauprojekt von Projektstart bis zum BIM-Modell (vgl. Abbildung 11).

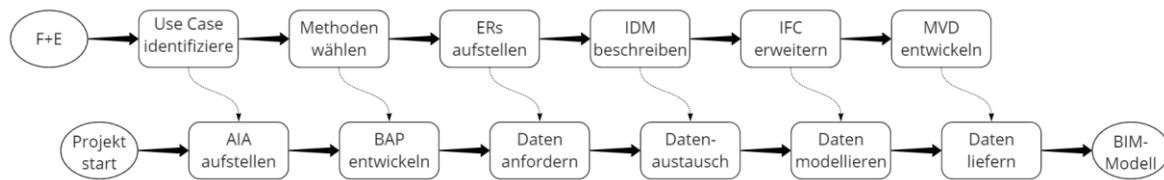


Abbildung 11: Schritte in der Entwicklung von BIM als Methode zur Bauwerksmodellierung

Modellkoordination

Ein gemeinsames Datenmodell an dem alle Planer arbeiten ist aufgrund der Datenfülle nur schwer realisierbar. Üblicherweise existiert eine Vielzahl von Teilmodellen, die zu einem Gesamtmodell zusammengeführt werden. Der Prozess und die Zeitpunkte der Modellzusammenführung wird im BAP beschrieben. Die Modellkoordination wird vereinfacht in Abbildung 12 gezeigt.

Referenzmodelle oder Übergabemodelle dienen als Ausgangspunkt für die Fachplanung. Den Planern werden die benötigten Informationen durch eine MVD eines vorangegangenen Modells zur Verfügung gestellt. Die MVD kann aus einem anderen Fachmodell oder aus dem Koordinationsmodell dieser oder einer vorangegangenen Planungsphase erzeugt werden. Diese Planungsgrundlage kann als bearbeitbares Übergabemodell geliefert werden, das um weitere Planungsparameter angereichert wird, oder als Referenzmodell, mit dem der Arbeitsraum des eigenen Modells hinterlegt und referenziert wird [26].

Bearbeitungsmodelle werden aktiv von den Fachplanern beschrieben und bilden deren Planungsergebnisse ab. Die Modelle fließen in das Koordinationsmodell ein.

Das Koordinationsmodell bildet den Knotenpunkt der Zusammenarbeit. Der BIM-Manager führt die Fachmodelle zusammen und prüft das entstandene Koordinationsmodell auf Übereinstimmung/ Kollisionsfreiheit. Durch ein Informations-/ Fehlermanagement werden Bauwerksinformationen via MVD verteilt und erkannte Fehler via BCF kommuniziert. Koordinationsmodelle werden in allen Lebenszyklusphasen des Bauwerks eingesetzt. Die Modelle werden bei den Übergängen zwischen den Phasen immer wieder angepasst und korrigiert, z. B. durch Anpassung der Geometrie von einem „Modelle wie geplant“ der Planungsphase zu einem „As-Build Modell“ in der Betriebsphase des Bauwerks.

Auswertungsmodelle werden nicht aktiv bearbeitet oder geändert, sondern dienen dem Auswerten und verteilen der Bauwerksinformationen.

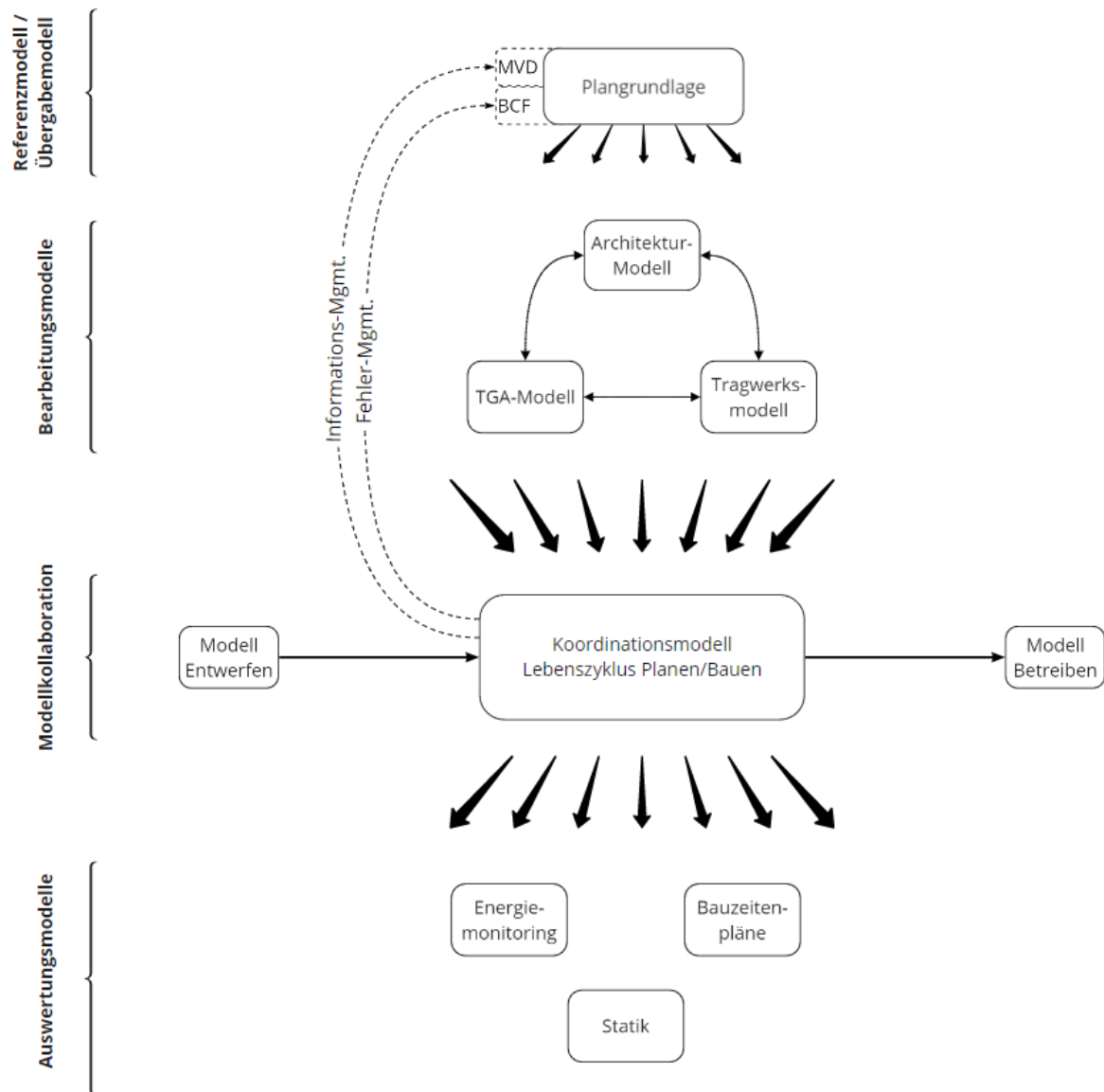


Abbildung 12: Modellkoordination zwischen den Fachmodellen und dem Koordinationsmodell (Planungsphase) sowie zwischen dem Koordinationsmodell und den Betriebsmodellen (Baubetriebsphase).

Fachplanung ohne eigenes Modell

Die technischen Möglichkeiten im BIM-Reifegrad Stufe 2 erlauben einen effektiven Einsatz von BIM-Methoden in allen Fachbereichen mit eigenem Fachmodell. Darunter fallen u. A. die Architekturplanung, die Tragwerksplanung und die TGA-Planung. Schwieriger gestaltet sich das Integrieren von Fachbereichen ohne eigenem Modell in den BIM-Prozess. Darunter fallen bspw. die energetische Bewertung von Gebäuden oder die Brandschutzplanung. In den genannten Bereichen müssen die Planungsergebnisse in ein bestehendes Modell hinzugefügt werden. Voraussetzung für die Integration des Brandschutzes in die Arbeitsmodelle anderer Planer sind offene Dateiformate, Tools zur Erweiterung der bestehenden geometrischen Modelle um brandschutzrelevante semantische Informationen

sowie ein umfassendes Rechte- und Informationsmanagement zum Lenken der Zusammenarbeit.

Grundsätzlich ist es auf lange Sicht erforderlich das Gewerk Brandschutz innerhalb eines Fachmodells abzubilden. Das kann an einem einfachen Beispiel erklärt werden. Attribuierungen von Bauteilen gelten für das gesamte, modellierte Objekt. Damit hängt die Attribuierung eng mit der geometrischen Modellierung der Bauteile zusammen. Dieses grundsätzliche Problem trifft nicht nur die Fachdisziplin Brandschutz. Beispielsweise ist das statische Modell eines Gebäudes unterschiedlich modelliert verglichen mit der ursprünglichen Modellierung des Architekten.

Für einen Zwischenschritt kann es jedoch sinnvoll sein, Objektspezifische Anforderungen zu übertragen ohne Einfluss auf die eigentliche Modellierung zu nehmen. Hierfür bestehen verschiedene Möglichkeiten. Beispielsweise kann über die Globally Unique Identifier (GUID), die Objekte innerhalb eines Modelles eindeutig bezeichnet, Attribute zugeordnet werden. Eine weitere Möglichkeit besteht in der Übermittlung der Anforderung über das BCF-Format an den Modellführenden Planer, z.B. den Architekten. Der Vorteil bei dieser Methode ist, dass die Modellhoheit in einer Hand bleibt.

3.6 BIM-Methoden Entwickeln

Für die Realisierung von BIM müssen auf allen Handlungsfelder Lösungen entwickelt werden. Beispielsweise gibt es ein Ablaufschema (Abbildung 13) wie eine MVD entwickelt werden kann.



Abbildung 13 Ablaufschema Definition MVD

Im Allgemeinen kann die Entwicklung von BIM-Methoden im Folgenden in einzelne Bausteine unterteilt werden. Abbildung 14 zeigt eine Übersicht über die Bausteine. Die Bausteine stellen den allgemeinen Handlungsbedarf bei der Realisierung einer BIM-Methode dar und kann auf einen konkreten BIM-Usecase übertragen werden.

Die unterste Spalte der Abbildung 14 zeigt differenziert zwischen dem Einsatz von BIM und den dafür benötigten Voraussetzungen.

Der Einsatz von BIM spiegelt sich in einem Prozessworkflow, bestehend aus dem eigentlichen Fachprozess und dem projektsteuernden Rahmenprozess, wider. Der Workflow wird von den ausführenden Beteiligten initialisiert und durchgeführt, greift aber zwecks Interoperabilität auf standardisierte BIM-Bausteine wie unternehmensweite AIA-Vorlagen oder global definierte Usecases zurück. Die gezeigten Handlungsbausteine liegen in der Abbildung in drei Spalten. Betrachtet man eine BIM-gestützte Planung als einen zusammenhängenden Prozess (unterteilbar in Unterprozesse), lassen sich die Handlungsbausteine den drei Prozessebenen zuordnen. Linear zu den Prozessebenen lassen sich die zugehörigen Verantwortlichkeiten, bezogen auf die BIM-Rollen, zuordnen. Usecases und AIA fallen in den Verantwortungsbereich des BIM-Managers und geben die strategische Ausrichtung eines BIM-Projektes vor. Die operative Ausführung der Planung wird durch den BIM-Koordinator durch die Vorgabe geeigneter BIM-Methoden vorgegeben und im BAP festgehalten. Der Informationsfluss wird durch das IDM vorgegeben und durch den BIM-Nutzer ausgeführt. Am Ende des Workflows steht das BIM-Modell. Um hierbei die Etablierung von BIM zu unterstützen, ist die Entwicklung von Best Practice-Fällen anzustreben.

Des Weiteren benennt Abbildung 14 eine nicht abschließende Anzahl an Voraussetzungen für den Einsatz von BIM-Methoden (siehe Spalte 8), diese liegen im Bereich der Handlungsfeldern nach Kapitel 3.1 (siehe Spalte 6). Linear zum Prozess, lassen sich auch Handlungsbausteine der BIM-Voraussetzungen den Prozessebene zuordnen. Zu den Handlungsbausteinen gehören unter anderem Anforderungskataloge, bestehend aus CAD-Richtlinien zur Sicherstellung von Daten-/Zeichnungsqualität, aus den Bauvorschriften abgeleitete Modellinhalte, sowie den beteiligten Planern zugeordneten Leistungsbildern. Außerdem Schulungen, IT-Infrastruktur und Datenstandards für die BIM-Rollen. Die Handlungsbausteine sind Voraussetzung für die Durchführung der Prozesse in der BIM-gestützten Planung und können als Vertragsgrundlage im AIA, BAP und IDM festgehalten werden. Zur Etablierung von BIM müssen für die Handlungsbausteine Lösungen gefunden, im Zuge des Best Practice erprobt und daraus Handlungsempfehlungen veröffentlicht werden.

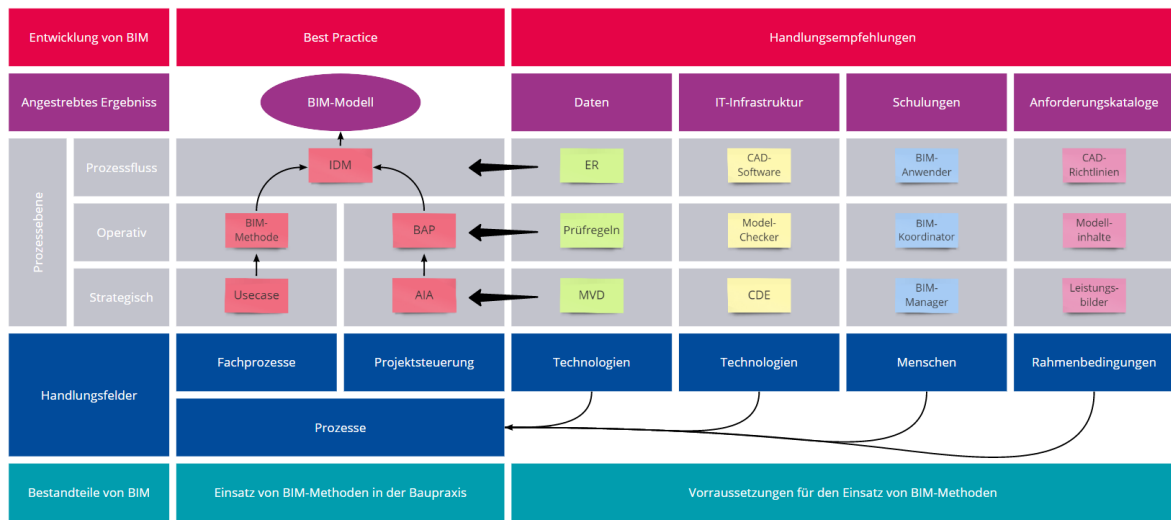


Abbildung 14: Handlungsbausteine in der Entwicklung von BIM-Methoden

4 BIM im abwehrenden Brandschutz (AB)

Die oben dargestellten Ausführungen sind wichtig um zu verstehen wie üblicherweise Informationen innerhalb eines BIM-Prozesses entstehen und kommuniziert werden. Für den abwehrenden Brandschutz ergeben sich dabei zahlreiche Möglichkeiten Informationen für die eigene Arbeit zu verwenden. Feuerwehren oder Brandschutzdienststellen können durchaus an mehreren Stellen mit der Thematik in Berührung kommen. Innerhalb der Planung, wenn die Belange der Feuerwehr gehört werden oder in der Einsatzplanung und -durchführung wenn Informationen aus BIM-Modellen die Entscheidungen erleichtern oder verständlicher transportieren.

Die Betrachtung kann als strategische Prozessebene bei der Nutzarmachung von BIM-Methoden im abwehrenden Brandschutz betrachtet werden. Die nachfolgende Abbildung 15 zeigt die BIM-Ziele, aus denen ein konkreter Nutzen für die Arbeit der Feuerwehren und Genehmigungsbehörden gezogen werden soll.

Abbildung 15 zeichnet den Verlauf der Brandschutzplanung stark vereinfacht ab. Vom Koordinationsmodell, verwaltet durch den BIM-Manager, werden die relevanten Informationen als MVD an die Brandschutzfachplanung geliefert. Das aus dem Koordinationsmodell entstandene Bearbeitungsmodell der Brandschutzplanung, verwaltet durch die BIM-Koordinator der BS-Fachplanung, wird um Planungsparameter angereichert und den anderen Akteuren geliefert. Durch das Genehmigungsverfahren sind die Baubehörden und Feuerwehren in das Projekt involviert. Bei einer Integration der Behörden in den BIM-Prozess, lassen sich auch in dort Arbeitsabläufen durch digitale Methoden verschlanken. Dazu werden aus dem Arbeitsmodell der Planer Auswertungsmodell für die Behörden generiert, die Modelle dienen den Behörden als Informationsplattform.

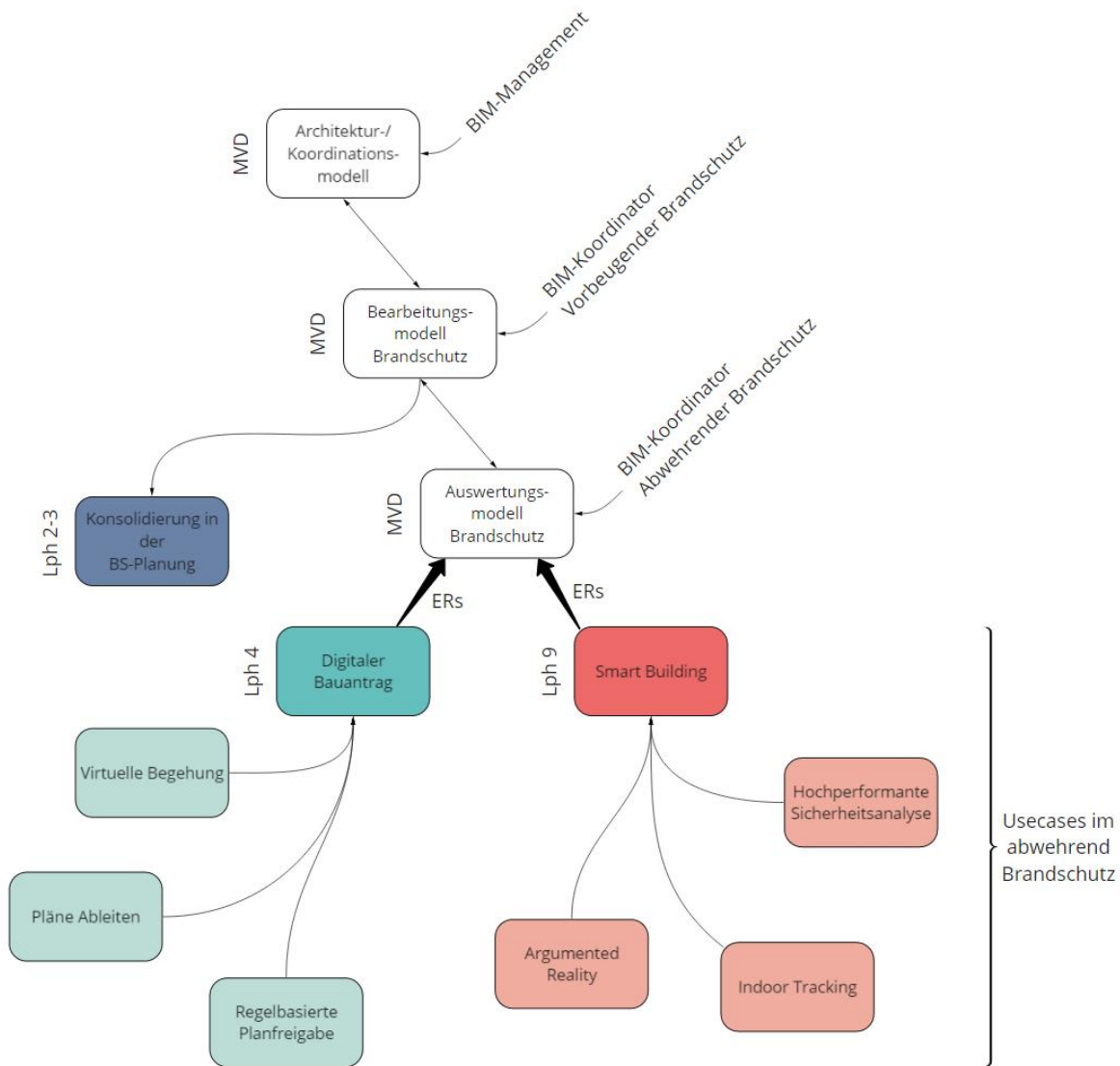


Abbildung 15: BIM-Ziele und BIM-Anwendungsfälle des abwehrenden Brandschutzes sowie deren Eingliederung in den Planungsprozess vom Architekturentwurf über die Brandschutzfachplanung zum Dokumentationsmodell in den Händen der Feuerwehrbehörden.

Ansätze liefert die Forschungsarbeit rund um das Projekt XBau. Hier gibt es für Teilbereiche des Bauantrags Modellierungsrichtlinien, die für eine regelbasierte Prüfung von Modellen erforderlich ist. Die Belange des Brandschutzes werden bei den bisherigen Arbeiten nur tangiert.

Die Auswertungsmodelle sind von Bauherrenseite zu erbringen, die Behörden müssen hierfür die Informationsanforderungen an die Modelle benennen um die Prüfbarkeit der Modelle sicherzustellen.

Der Umfang der Informationsanforderungen wird durch die Anwendungsfälle bestimmt. Aus Sicht des abwehrenden Brandschutzes (AB) lassen BIM-Methoden in mehrere Anwendungsfällen einsetzen:

- Modellgestütztes Bauvorlagen
- Virtuelle Begehung as planned / as build
- Modellgestützte Einsatzleitung im AB
- Smart-Building-Technologien im AB

Zur Umsetzung von BIM auf Seiten geschieht nach dem Schema nach Abbildung 11. Die Abläufe der Usecases werden in IDMs näher beschrieben, aus den IDMs leiten sich die ERs ab und diese bilden die MVD. Die von den Behörden benötigten Informationen werden von den Planern durch die MVD zur Verfügung gestellt.

Die Anwendungsfälle und Methoden werden in den Kapitel 4.1.1 bis 4.2 angerissen.

4.1 Visualisierung des Brandschutzes

Die Visualisierung des Brandschutzes eines Gebäudes stellt für die hier beschriebenen Anwendungsfälle eine zentrale Rolle dar. Vorbeugender Brandschutz, anlagentechnischer Brandschutz und organisatorischer Brandschutz stellen im Zusammenspiel den Brandschutz sicher. Für jeden Teilbereich wird eine unterschiedliche Informationstiefe und Qualität gefordert. Es sind aber auch Schnittmengen zu erkennen. In der Regel werden im Brandschutz Bauteilen Attribute zugeordnet. Die Modellierung von Bauteilen bleibt (noch) die Aufgabe der Architekten.

Es stellt sich daher die Frage wie objektspezifische Informationen zielgerichtet innerhalb eines BIM Projektes abgelegt werden können. Hierfür hat der Verein zur Förderung der Ingenieurmethoden im Brandschutz (VIB) eine Muster-AIA [28] entwickelt. Hierin werden beispielhaft Attribuierungsstrukturen definiert, die sich aus Inhalten eines Brandschutzkonzeptes ergeben. Fokus der vorgestellten Arbeit sind die Leistungsphasen 1-4, bis zur Genehmigungsplanung. Es werden daher im Wesentlichen die bauordnungsrechtlichen Begrifflichkeiten verwendet.

Tabelle 2 zeigt einen Auszug aus der Attribuierungsstruktur, welche bei dem später gezeigten akademischen Beispiel (Kapitel 5) für die objektspezifischen Eigenschaften zur Anwendung kommt.

Thema	Attribuierungsebene	Beschreibung	Attribut	Wert
System der äußeren und inneren Abschottung	Raum	Brandabschnitt	BS_Brandabschnitt	1, ...
	Raum	Nutzungseinheit	BS_Nutzungseinheit	1, ...
	Raum	Raum mit besonderer Brandgefahr	BS_Raum_besondere_Brandgefahr	Ja/Nein
	Bauteil	Feuerwiderstandsfähigkeit von Wänden Stützen und Decken	BS_Feuerwiderstand	fh/hfh/fb/bw
			Raumabschluss	BS_Raumabschluss ¹
	Bauteil	Feuerschutzabschlüsse und sonstige Türen mit Brandschutzeigenschaften	BS_Tür_Brand	fh/fb
			BS_Tür_Rauch	D/rd
BS_Tür_Schließ			Ja/Nein	
Flucht- und Rettungsweg	Raum	Rettungswegbestandteile, wie z.B. notwendige Treppenträume oder notwendige Flure	BS_Raum	nTr/nFI

Tabelle 2 Auszug Attribuierung nach Muster-AIA

Für spätere Leistungsphasen 5-9 (ab Ausführungsplanung) kann es erforderlich werden, dass die Attribute mit ihren Werten von der bauordnungsrechtlichen zu einer bauprodukt-spezifischen Nomenklatur überführt werden. Die Übersetzung wird durch die Muster-Verwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen (MVwVTB) definiert. Hier werden Technische Regeln mit den entsprechenden Qualitätskriterien definiert, die erforderlich sind um die bauordnungsrechtlichen Eigenschaften einzuhalten.

Für die Recherche, welche technischen Spezifikationen und Qualitätskriterien an Bauteile gestellt werden eignet sich die frei zugängliche Plattform DIN-BIM-Cloud².

¹ Kein Attribut nach Muster-AIA [7]

² <https://www.din-bim-cloud.de/>

4.1.1 Modellgestützte Bauvorlagen und Pläne

4.1.1.1 Brandschutzplan

Die Einreichung der Brandschutzpläne als wesentlicher Teil der Brandschutzplanung erfolgt in der Genehmigungsphase und damit in der Leistungsphase 4. Innerhalb der Genehmigung werden die Feuerwehren und Feuerwehrdienststellen zu Belangen des Brandschutzes gehört und um Stellungnahme gebeten. Diese sind (Auszug aus [29]):

- Allgemeine Angaben
- Baulicher Brandschutz
- Anlagentechnischer Brandschutz
- Organisatorischer und betrieblicher Brandschutz
- Abwehrender Brandschutz

Die genehmigende Behörde, in der Regel die untere Baubehörde, erstellt auf dieser Grundlage die Genehmigung. Dabei ist die Brandschutzkonzeption ganzheitlich zu bewerten. Die oben genannten Punkte eignen sich für die Darstellung in einem BIM-Modell (vgl. VIB-AIA [28]) und werden daher vermehrt auch zur Prüfung zu den Feuerwehren und Feuerwehrlaststellen gelangen.

Abgabeleistung für das Genehmigungsverfahren einer konventionellen Brandschutzplanung sind eine Reihe von Bauvorlagen wie bspw. Brandschutzpläne oder Brandschutzkonzepte. Im Zuge der BIM-gestützten Planung erfolgt die Brandschutzplanung anhand eines BIM-Modells. Mit einem BIM-Modell als Teil der Abgabeleistungen können sich die Behörden und damit auch die Feuerwehr, BIM-Methode zu eigen machen, um das Prüfverfahren der Brandschutzplanung effizienter zu gestalten. Der Usecase umfasst Methoden zum Auswerten und Prüfen der BIM-Modelle.

Die Genehmigungsbehörde kann u. U. Brandschutznachweise als Bauvorlage im Genehmigungsverfahren einfordern. Die rechtliche Grundlage variiert je nach Bundesland.

Bei Sonderbauten im Sinne von § 51 MBO bestehen die Brandschutznachweise in der Regel aus einem Brandschutzplänen, einem Brandschutzkonzept.

Die Brandschutzpläne werden auf Basis der Architekturpläne erstellt. Die Anforderungen des baulichen Brandschutzes werden farblich in den Architekturplan eingetragen. Technische Anlagen des Brandschutzes werden als Symbole in den Architekturplan hinzugefügt. Form und Inhalt entsprechen den einschlägigen Vorschriften oder Richtlinien beispielsweise der Muster-Bauvorlagenverordnung oder der VDI 3819 Blatt 4 [28].

In [30] und [31] wird dieser Anwendungsfall näher beschreiben.

Tabelle 3: Umriss der Methode „Visualisierung der Brandschutzplanung“

AwF	Visualisierung der Brandschutzplanung
Mehrwert	<p>Abklären brandschutzrelevanter Sachverhalte der Vor-, Entwurfsplanung oder Genehmigungsplanung hinsichtlich der Genehmigungsplanung anhand dynamisch erzeugter Brandschutzpläne auf dem aktuellen Stand der Planung.</p> <p>Einreichen von Bauvorlagen in digitaler Form als Grundlage für ein digitales Baugenehmigungsverfahren.</p>
Kurzbeschreibung	Visualisierung des zugelieferten Gebäudemodells mittels Modell-Viewer. Bereitstellen eines 3-D-Modells und ableiten von 2-D-Plänen.
Voraussetzungen	Die Attribuierungsstruktur sollte im Vorfeld geklärt werden. Auch sollten die Inhalte für den Datenübergabepunkt definiert werden.
Darstellung der BIM-Anwendung	<p>Bauvorlagen in der konventionellen Planung können Brandschutzpläne in späteren Bauphasen auch Flucht- und Rettungspläne und Feuerwehrpläne sein. Die Bewertung des Brandschutzniveaus des Bauwerks erfolgt anhand dieser Pläne. Die Pläne sollen ein schnelles Erfassen der Brandschutzplanung ermöglichen. Dazu werden Grundrisse und Schnitte des Bauwerks erzeugt, die Bauteile in den Plänen werden Anforderungen an den Brandschutz zugewiesen und diese durch eine farbige Hervorhebung visualisiert.</p> <p>Bei BIM-gestützten Planungsvorhaben können die Informationen dreidimensionaler Gebäudemodelle in den Genehmigungsprozess der Behörden integriert werden.</p> <p>Das Gebäude wird dreidimensional Modelliert und das Modell durch den Brandschutzplaner um brandschutzrelevante Informationen angereichert. Auf Seiten der Behörden können die Modelle durch Model-Viewer dargestellt und Informationen zu den Bauteileigenschaften aufgerufen werden. Das 3-D-Modell ermöglicht dabei ein einfacheres Erfassen der Gebäudestruktur und –Ausdehnung gegenüber 2-D-Plänen.</p> <p>Die Visualisierung der Brandschutzanforderungen erfolgt linear zur konventionellen Planung durch farbiges Hervorheben der Anforderungen.</p> <p>In einem ersten Schritt können die Genehmigungspläne als statische 2-D-Pläne aus einem BIM-Modell erzeugt, Genehmigungsbehörden zugeliefert und in den Model-Viewer integriert werden.</p> <p>Zum Erreichen von BIM-Reifegrad Level 3 (vgl. Abbildung 5) ist der Schritt hin zum 3-D-Modell als Bauvorlage anzustreben. Die Grundrisspläne und Gebäudeschnitte werden als dynamische 2-D-Ansichten aus Schnittebenen im 3-D-Modell abgeleitet. Die Visualisierung der Bauteileigenschaften erfolgt (teil-) automatisiert durch die Software. Die Methode ermöglicht die Darstellung der Brandschutzplanung zu jedem Zeitpunkt des Planungsablaufes und somit auch vor Erstellen der finalen Brandschutzpläne im Zuge der Genehmigungsplanung.</p>

4.1.1.2 Feuerwehrplan

Die Erstellung von Feuerwehrplänen erfolgt in der Regel nach der Genehmigungsphase (Leistungsphase 4). Sie sind vor allem für den Betrieb eines Gebäudes erforderlich.

Die Notwendigkeit ob Feuerwehrpläne zu erstellen und vorzuhalten ergibt sich aus den Anforderungen der geltenden technischen Regeln (z.B. Versammlungsstätte, Industriebau, ...) oder über die technischen Aufschaltbedingungen für Brandmeldeanlagen (TAB) der Feuerwehrleitstellen.

Die Form und der Inhalt von Feuerwehrplänen werden durch die Norm **DIN 14095** [30] (Feuerwehrpläne für bauliche Anlagen) definiert. Es gibt Feuerwehren, die eigene Darstellungsformen entwickelt haben. Diese sind durch den Planersteller zu beachten insbesondere, wenn diese durch die TAB gefordert werden.

Auf einem Feuerwehrplan werden die wesentlichen feuerwehrrelevanten Inhalte dargestellt. Diese können unterteilt werden in objektspezifische Brandschutzeigenschaften wie beispielsweise der Feuerwiderstand an Bauteile (Türen, Wände, ...) und Räume (Treppe, Treppenhäuser und Flure) und Brandschutzobjekte bzw. -einrichtungen wie (Hydranten, Steigleitungen, ...). Im Feuerwehrplan werden diese Informationen mit Piktogrammen transportiert. Für die Abbildung der feuerwehrrelevanten Inhalte besteht nun die Anforderung bauteilspezifische Anforderungen, die bereits in früheren Leistungsphasen definiert wurden (vgl. 4.1.1.1) Piktogrammen zuzuordnen.

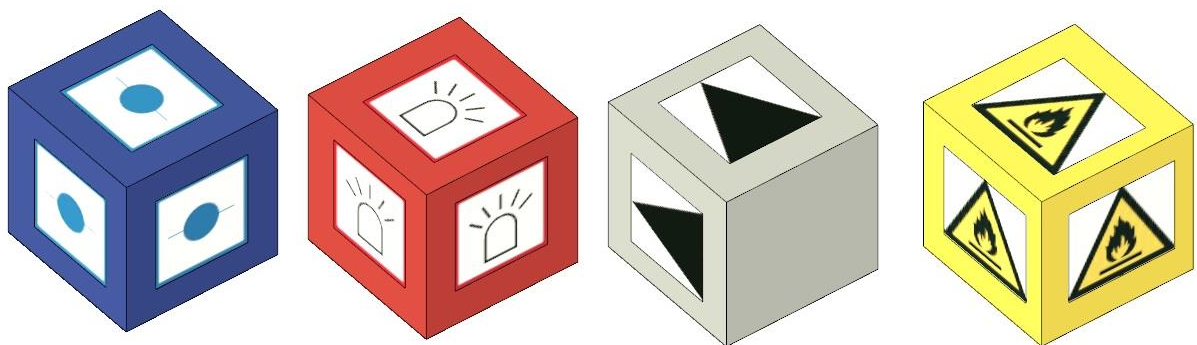


Abbildung 16 Dreidimensionale Darstellung feuerwehrrelevanter Informationen

Die Informationen werden hierfür sowohl objektspezifisch abgelegt. Damit sind sowohl bauteil- als auch raumbezogene Attribuierungen gemeint. Im Sinne einer durchgängigen BIM-Planung eignet sich eine simultane Verwendung einer Attribuierungsstruktur aus vorausgegangenen Planungsphasen beispielsweise die VIB-AIA [28]. Aber auch die einge-

fügten würfelförmigen Objekte sind mit Attributen auszustatten. Eine Übersicht der Informationen wird in Anhang 1 gezeigt und eine entsprechende Attribuierungsstruktur vorgeschlagen.

Im gezeigten Beispiel (Kapitel 5) werden entsprechend Feuerwehrpläne gezeigt, die den Anforderungen der DIN 14095 genügen. Aus praktischen Gründen wurden die Darstellungen im Anhang nicht maßstabsgetreu dargestellt (Blattgröße A3).

Derzeit gibt es am Markt verschiedene Hersteller von Tablets, die für den Feuerwehreinsatz zugeschnitten sind. Diese ermöglichen dem Einsatzleiter die Feuerwehrpläne auf dem Tablet aufzurufen und manche Feuerwehren gehen auch dazu über die Papierform ganz abzuschaffen.

Es besteht somit bei vielen Feuerwehren bereits die Möglichkeit digitale Informationen auf der Einsatzstelle abzurufen und zu verarbeiten. Für komplexe Gebäude kann man sich vorstellen, dass in Zukunft digitale Gebäudemodelle für die Darstellung feuerwehrrrelevanter Informationen verwendet werden.

4.1.1.3 Flucht- und Rettungsplan

Flucht- und Rettungspläne sind für die Orientierung der Gebäudenutzer gedacht. Der Flucht und Rettungsplan besteht dabei aus der Brandschutzordnung Teil A und dem Plan mit Darstellung der Flucht- und Rettungswege sowie brandschutztechnischen Einrichtungen wie Feuerlöscher oder Handauslösestellen für Brandmeldeanlagen. Damit werden für die Erstellung von Flucht- und Rettungsplänen Informationen aus verschiedenen Teilbereichen des Brandschutzes verwendet.

Für Flucht- und Rettungspläne ist die **DIN ISO 23601** (Sicherheitskennzeichnung - Flucht- und Rettungspläne) im Zusammenhang mit der **DIN EN ISO 7010** (Graphische Symbole – Sicherheitsfarben und Sicherheitszeichen – Registrierte Sicherheitszeichen) zu nennen.

Sind die Inhalte der Brandschutzplanung in einem digitalen Gebäudemodell vorhanden besteht auch hier die Möglichkeit Flucht- und Rettungspläne aus den Modellen abzuleiten und dadurch Zeit und Kosten einzusparen.

4.1.2 Virtuelle Begehung as planned / as build

In konventioneller Planung werden die Einsatzmöglichkeiten der Feuerwehr anhand der 2D-Pläne beurteilt. Dreidimensionale BIM-Modelle ermöglichen ein besseres räumliches Verständnis für ein Bauwerk, dadurch wird die Beurteilung von Feuerwehrezufahrten, Feuerwehraufstellflächen und ähnlichem begünstigt, welche grundsätzliche Prüfinhalte der

Feuerwehren sind. Eine optimale Einschätzung der räumlichen Situation gelingt unter Verwendung von Virtual-Reality-Technologien (VR). Der Usecase umfasst Methoden wie bspw. virtuellen Begehung eines Gebäudemodells oder die Visualisierung der Ergebnisse von Ingenieurmethoden.

4.2 Smart-Building-Technologien im abwehrenden Brandschutz

BIM-Modelle liefern wesentliche Daten für den Betrieb von Indoornavigationssystemen. Indoor-Tracking kann für die Feuerwehr im Einsatzfall eine große Unterstützung darstellen. Beispielsweise können über entsprechende Algorithmen die schnellsten Wege zum Einsatzort bestimmt werden. Für die Lokalisierung der Geräte im Gebäude kommen verschiedene Technologien, teilweise gleichzeitig, zum Einsatz wie bspw. den Einsatz von Radio-Frequency-Identification (RFID)-Technologie [29] und die Verwendung von Sensoren zur hochperformanten Sicherheitsanalyse.

In einer wissenschaftlichen Untersuchung [29] gefördert durch ZukunftBAU wurde eine Demonstrationsanlage aufgebaut. Dabei wurden die Potentiale der Methode untersucht und skizziert. Vor allem für unübersichtliche Gebäude bietet die Technologie die neben der RFID-Technologie auch WLAN-Signale verwendet einen großen Mehrwert. Basis für die Funktionsfähigkeit der Technologie sind BIM-Modelle die mit Semantik angereichert wurde.

5 Beispiel Feuerwehrplan

Im Rahmen dieses Forschungsprojektes ist ein Gebäudemodell entstanden, an dem verschiedene Anwendungsfälle durchgeführt werden können. Es handelt sich dabei um ein rein akademisches Beispiel.

Das Gebäudemodell wurde mit dem Softwareprodukt Revit® (Vers. 2022) aus dem Hause Autodesk entwickelt. Das Gebäude hat folgende Eckdaten:

- Länge 50 m
- Breite 20 m
- Geschosse: Untergeschoss, Erdgeschoss und zwei Obergeschosse
- Gebäudehöhe nach MBO § 2 kleiner 7 m
- Nutzungseinheitsgröße größer 400 m²

Im Gebäude finden sich Labor- und Büroeinrichtungen. Im Erdgeschoss befindet sich ein Gefahrstofflager mit feuergefährlichen Stoffen, das aufgrund der höheren Brandgefährdung bzw. aus Gründen des Gefahrstoffrechtes feuerbeständig abgetrennt werden muss. Im Untergeschoss wird eine Lüftungszentrale angenommen, die entsprechend nach LüAR abzutrennen ist.

Das Gebäude wird aufgrund seiner Ausdehnung und Nutzung mit einer flächendeckenden Brandmeldeanlage ausgestattet. Daher befinden sich folgende brandschutztechnische Einrichtungen in und am Gebäude:

- Blitzleuchte,
- Feuerwehrschlüsseldepot,
- Feuerwehrbedienfeld,
- Brandmeldezentrale

Darüber hinaus wird angenommen, dass weitere brandschutztechnische Einrichtungen vorhanden sind:

- Auslösestellen zur Rauchableitung in Treppenträumen.

Zugänge zu dem Gebäude befinden sich auf der West- bzw. Ostseite. Auf der Nordseite des Gebäudes sind anleiterbare Stellen vorhanden.

Im Anhang sind die aus dem Gebäudemodell abgeleiteten Grundrisse des Kellers und des Erdgeschosses abgebildet. Eine dreidimensionale Ansicht des Gebäudemodells wird in Abbildung 17 gezeigt.



Abbildung 17 3D Ansicht (Süd) des Beispielgebäudes

Die Ableitung eines Brandschutzplanes aus diesem Gebäudemodell wird in [27] dargestellt. Im Folgenden wird beispielhaft gezeigt, wie Feuerwehrpläne am Gebäudemodell abgeleitet werden können bzw. feuerwehrrelevante Informationen dargestellt werden können und welche Schwierigkeiten entstanden sind.

Im gezeigten Beispiel wurden die bauteil- und raumbezogenen Attribuierungen entsprechend der VIB-AIA [28] verwendet. Die Zuordnung der Würfel mit Piktogrammen wurde händisch vorgenommen. Bei der Erstellung der Würfel mit Revit® wurden die Piktogramme entsprechend der DIN 14036 als Abziehbilder auf den Objekten platziert. Die Flucht- und Rettungswege, wie auch die Räume mit Gefahren wurden über Filterfunktionen farbig dargestellt.

Die Darstellung der Außenanlagen ist dabei sehr rudimentär gehalten.

Abbildung 18 zeigt die Visualisierung des Gebäudemodells mit der Würfeldarstellung (vgl. Abbildung 16) der Planinhalte eines Feuerwehrplanes.



Abbildung 18 dreidimensionale Ansicht des Gebäudes mit Darstellung der feuerwehrrelevanten Informationen

Die Visualisierung ermöglicht einen intuitiven Zugang zur Beurteilung relevanter Fragestellungen für die Feuerwehr. Beispielsweise können Entfernungen besser eingeschätzt, die Zugänglichkeiten und Sichtbarkeit brandschutztechnischer Einrichtungen besser beurteilt werden.

Bei der Ableitung der Feuerwehrpläne gab es unterschiedliche Schwierigkeiten. Beispielsweise werden die Abziehbilder der würfelförmigen Objekte nur in einer realistischen Ansicht dargestellt. Dadurch wurde auch die Darstellung der Grundrisse entfremdet. Ein weiteres Problem bestand in der Schraffur von Flächen bei gleichzeitiger Darstellung von Piktogrammen in diesem Bereich. Hier überlagerte die Schraffur das Objekt und die Piktogramme blieben unsichtbar. Mit üblichen Methoden konnte das Problem nicht behoben werden.

Aus diesen Gründen wurden die Grundrisse und der Lageplan vom BIM-Modell des Beispiels als .dwg abgeleitet. Die Feuerwehrpläne wurden anschließend mit der Software AutoCAD LT® (Vers. 2021) erstellt.

6 Fazit und Ausblick

Die vorliegende Arbeit zeigt die allgemeinen Grundlagen zu BIM auf. Der Nutzen von BIM für die Feuerwehr wird durch die beschriebenen Usecases benannt. Besonderer Augenmerk liegt dabei auf dem Usecase „Modellgestützte Bauvorlagen“. Der Anwendungsfall orientiert sich nah an den BIM-Anwendungen der Bauplanung, entsprechend kann auf bereits vorhandenen Technologien und Erkenntnisse zurückgegriffen werden. Die aufgeführten Methoden stellen die umzusetzende Zielvorgabe dar, der dazu genannte Implementierungsaufwand lässt einen Blick auf die Umsetzbarkeit zu. Besondere Anforderungen an die Hardware werden nicht festgestellt. Lediglich sehr komplexe und große Gebäudemodelle erfordern eine leistungsfähige Hardware. Softwareseitig stehen die notwendigen Programme zur Verfügung. Das für die Umsetzung herangezogene Dateiformat IFC stellt zwar zum aktuellen Zeitpunkt noch nicht alle benötigten Informationen zur Verfügung, das Format ist jedoch weit genug vorangeschritten um den genannten Anwendungsfall im Wesentlichen zu realisieren. Auch lässt sich das Schema nach eigenen Bedürfnissen erweitern. Dabei ist immer die Abstimmung zwischen den Projektbeteiligten wichtig.

Die Anwendungsfälle „Virtuelle Begehung“, „Modellgestützte Einsatzleitung“ und „Smart-Building-Technologien“ können als eine Erweiterung des Usecase „Modellgestützte Bauvorlagen“ verstanden werden. Auch an dieser Stelle ist der Nutzen von BIM für die Feuerwehr erkennbar, die Umsetzung der Anwendungsfälle jedoch ungleich aufwendiger, es benötigt dazu weiterführende Software- und Hardware-Lösungen.

Es scheint daher naheliegend, zunächst diesen Anwendungsfall weiter zu verfolgen und voranzubringen. Die weitere Entwicklung des Anwendungsfalles umfasst die Handlungsbausteine gemäß aus Abbildung 14.

In einem ersten Folgeschritt ist der Usecase „Modellgestützte Einsatzleitung und -planung“ und die zugehörigen Methoden in einem IDM auszuarbeiten. Daraus können die Handlungsbausteine des Feldes Daten abgeleitet werden (ERs, prüfregeln für den Model-Check und MVD).

In einem zweiten Schritt ist die BIM-Kompetenz der Feuerwehr auf den Handlungsfeldern Menschen und Technologien auszuweiten. Dazu IT-Infrastrukturen und Schulungen zu den BIM-Rollen zu konzipieren.

Im dritten Schritt sind die Rahmenbedingungen für die Einführung der BIM-Methoden zu schaffen. Aus den vorhergegangenen Schritten können Anforderungskataloge zur Verwendung durch die Planer erstellt werden. Diese Kataloge erweitern die bereits vorhandenen normativen Anforderungen an die zu erbringenden Leistungen der Brandschutzplanung in konventionelle Planungsweise um die Anforderungen an die digitalen Informationen bei BIM-gestützter Planung.

Im vierten Schritt erfolgt die Definition von Handlungsempfehlungen zu AIA und BAP. Dies sollen für Klarheit im Verhältnis und in der Kommunikation zwischen Feuerwehr und Brandschutzplaner bei der Anwendung von BIM-Methoden sorgen, indem sie die Kommunikation zwischen den beteiligten Akteuren umreißen. Dabei werden die örtlichen Unterschiede der Feuerwehren berücksichtigt.

Es wurde ein Beispiel gegeben, wie Informationen für die Feuerwehr im Umfang der DIN 14095 in einem BIM-Modell abgelegt werden kann. Bei der praktischen Umsetzung wurden technische und anwenderspezifische Hürden entdeckt, die mit weiteren Versionen der Software behoben werden können. Grundsätzlich ist das große Potential der Methode BIM für die Feuerwehr zu erkennen. In einer immer weiter fortschreitenden Digitalisierung stellt BIM eine wesentliche Möglichkeit dar Daten zu erheben und zu verarbeiten. Es gibt bereits Forschungsarbeiten in diesem Bereich. Somit werden die Feuerwehren neuen Herausforderungen aber auch Chancen gegenüberstehen, die in naher Zukunft angegangen werden.

Literaturverzeichnis

- [1] BIM4INFRA2020, „Umsetzung des Stufenplans "Digitales Planen und Bauen" - AP 1.2 "Szenariendefinition"; AP1.3 "Empfehlung",“ Berlin, 09/2018.
- [2] ARGE IFRABIM, „Wissenschaftliche Begleitung der BMVI Pilotprojekte zur Anwendung von BIM im Infrastrukturbau - Endbericht - Handlungsempfehlungen,“ INFRABIM, München, 04/2018.
- [3] BMVI - Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur, „Stufenplan Digitales Planen und Bauen - Einführung moderner, IT-gestützter Prozesse und Technologien bei Planung, Bau und Betrieb von Bauwerken,“ BMVI, Berlin, 12/2015.
- [4] Verein Deutscher Ingenieure, VDI 2552 Blatt 1: Building Information Modeling - Grundlagen, Düsseldorf: VDI , Entwurf.
- [5] M. M. Filardo und J. Krischler, BIM Basic Basiswissen zu Auftraggeber- Informations-anforderungen (AIA), Berlin: bSD Verlag, 2020.
- [6] AHO - Ausschuss der Verbände und Kammern der Ingenieure und Architekten für die Honorarordnung e.V., AHO Heft Nr. 11: Leistungen Building Information Modeling - Die BIM-Methode im Planungsprozess der HOAI:, Köln: Reguvis Bundesanzeiger Verlag GmbH, 01/2009.
- [7] A. Borrmann, M. König, C. Koch und J. Beetz, Building Information Modeling - Technology Foundations and Industry Practice, Cham, Switzerland: Springer Nature Switzerland AG, 2018.
- [8] Deutsches Institut für Normung, *DIN EN ISO 16739: Industry Foundation Classes (IFC) für den Datenaustausch in der Bauindustrie und im Anlagenmanagement (ISO 16739:2013); Englische Fassung EN ISO 16739:2016.*, Berlin: Beuth Verlag GmbH, 04/2017.

- [9] Verein Deutscher Ingenieure, VDI 2552 Blatt 7: Building Information Modeling - Prozesse, Düsseldorf: VDI, 10/2018.
- [10] AEC (UK) CAD & BIM Standarts, „AEC (UK) BIM Technology Protokoll Version 2.1.1“.
- [11] Verein Deutscher Ingenieure, VDI 2552 Blatt 4: Building Information Modeling - Anforderungen an den Datenaustausch, Düsseldorf: VDI, 10/2018.
- [12] Verein Deutscher Ingenieure, VDI 2552 Blatt 5: Building Information Modeling - Datenmanagement, Düsseldorf: VDI, 12/2018.
- [13] Deutsches Institut für Normung, *DIN EN ISO 29481-1: Bauwerksinformationsmodelle - Handbuch der Informationslieferungen - Teil 1: Methodik und Format (ISO 29481-1:2016); Deutsche Fassung EN ISO 29481-1:2017.*, Berlin: Beuth Verlag GmbH, 01/2018.
- [14] Deutsches Institut für Normung, *DIN EN ISO 29481-2: Bauwerksinformationsmodelle - Handbuch der Informationslieferungen - Teil 2: Interaktionsframework (ISO 29481-2:2012); Deutsche Fassung EN ISO 29481-2:2016*, Berlin: Beuth Verlag GmbH, 09/2017.
- [15] Deutsches Institut für Normung, *DIN EN ISO 12006-3: Bauwesen - Organisation von Daten zu Bauwerken - Teil 3: Struktur für den objektorientierten Informationsaustausch (ISO 12006-3:2007); Englische Fassung EN ISO 12006-3:2016*, Berlin: Beuth Verlag GmbH, 04/2017.
- [16] Verein Deutscher Ingenieure, VDI 2552 Blatt 9: Building Information Modeling - Klassifikationen, Düsseldorf: VDI, Entwurf.
- [17] Deutsches Institut für Normung, *DIN EN ISO 19650-1: Organisation von Daten zu Bauwerken - Informationsmanagement mit BIM - Teil 1: Konzepte und Grundsätze (ISO/DIS 19650-1.2:2018); Englische Fassung prEN ISO 19650-1:2018.*, Berlin: Beuth Verlag GmbH, 04/2018.

- [18] Deutsches Institut für Normung, *DIN EN ISO 19650-2: Organisation von Daten zu Bauwerken - Informationsmanagement mit BIM - Teil 2: Lieferphase der Assets (ISO/DIS 19650-2.2:2018); Englische Fassung prEN ISO 19650-2:2018*, Berlin: Beuth Verlag GmbH, 04/2018.
- [19] Verein Deutscher Ingenieure, VDI 2552 Blatt 2: Building Information Modeling - Begriffe, Düsseldorf: VDI, 06/2018.
- [20] Verein Deutscher Ingenieure, VDI 2552 Blatt 3: Building Information Modeling - Modellbasierte Mengenermittlung zur Kostenplanung, Terminplanung, Vergabe und Abrechnung, Düsseldorf: VDI, 05/2018.
- [21] Verein Deutscher Ingenieure, VDI 2552 Blatt 8.1: Building Information Modeling - Qualifikation; Basiskentnisse, Düsseldorf: VDI, 01/2019.
- [22] Verein Deutscher Ingenieure, VDI 2552 Blatt 8.2: Building Information Modeling - Qualifikationen; Erweiterte Kentnisse, Düsseldorf: VDI, Entwurf.
- [23] M. H. e. al., „Grundlagenbericht Building Information Modeling und Prozesse - Endbericht,“ Bergische Universität Wuppertal - Fakultät für Architektur und Bauingenieurwesen - Lehr- und Forschungsgebiet Baubetrieb und Bauwirtschaft, Wuppertal, 09/2017.
- [24] VBI - Arbeitskreis BIM - AG BIM-Leitfaden, „BIM-Leitfaden für die Praxis - Empfehlungen für planende und beratende Ingenieure,“ Verband Beratender Ingenieure VBI, Berlin, 09/2016.
- [25] ARGE INFRABIM, „Wissenschaftliche Begleitung der BMVI Pilotprojekte zur Anwendung von BIM im Infrastrukturbau - Endbericht - Handlungsempfehlungen,“ ARGE INFRABIM, München, 04/2018.
- [26] E. Martin, H. Kerstin, L. Thomas und P. Jakob, „BIM-Leitfaden für Deutschland - Information und Ratgeber - Endbericht,“ ARGE BIM-Leitfaden AEC3 & OPB, 2013.

-
- [27] D. Max, „Building Information Modeling (BIM) im Brandschutz,“ in *Bauphysik Kalender 2021*, Berlin, Wilhelm Ernst & Sohn, 2021, pp. 339-351.
- [28] Verein Deutscher Ingenieure, VDI 2552 Blatt 6: Building Information Modeling - FM, Düsseldorf: VDI, Entwurf.
- [29] M. Kitzlinger, O. Matthiesen, A. Plum und P. Teske, BIM im Brandschutz- Einführung und Anwendung im Planungsprozess, Berlin, Wien, Zürich: Beuth Verlag GmbH, 2020.

Anhang

ANHANG 1.	ÜBERSICHT PROPERTYSETS	45
ANHANG 2.	WERTEBEREICH PROPERTYSETS UND PIKTOGRAMM	47
ANHANG 3.	GRUNDRISSE BEISPIEL	52
ANHANG 4.	FEUERWEHRPLÄNE BEISPIEL	54

Anhang 1. Übersicht PropertySets

IFC-Entität	Property Set	Property	Typ
IfcProject	FeuerwehrAllgemein	Gebäudenummer	IfcPropertyEnumeratedValue IfcLabel
		BMANummer	IfcPropertyEnumeratedValue IfcLabel
		Objektbezeichnung	IfcPropertySingleValue IfcLabel
		Straße	IfcPropertySingleValue IfcLabel
		Stadt	IfcPropertySingleValue IfcLabel
		PLZ	IfcPropertySingleValue IfcLabel
		Kontakt	IfcPropertySingleValue IfcLabel
		Nutzung	IfcPropertySingleValue IfcLabel
		Geschosse	IfcPropertySingleValue IfcPositiveInteger
IfcSpace	FeuerwehrFlächen	IstBefahrbar	IfcPropertySingleValue IfcBoolean
		Fläche	IfcPropertySingleValue IfcPositiveInteger
		Durchfahrtshöhe	IfcPropertySingleValue IfcLabel (in m)
	FeuerwehrGefahr	Art	IfcPropertySingleValue IfcPositiveInteger
		Beschreibung	IfcPropertySingleValue IfcLabel

IfcProxy	FeuerwehrLöschwasser	Beschreibung	IfcPropertySingleValue IfcLabel
		Löschwassermenge	IfcPropertySingleValue IfcLabel (in m ³ /h bzw. l/min)
	FeuerwehrSperre	Art	IfcPropertySingleValue IfcPositiveInteger
	FeuerwehrGefahr	Art	IfcPropertySingleValue IfcPositiveInteger
		Beschreibung	IfcPropertySingleValue IfcLabel
	FeuerwehrEinrichtung	Art	IfcPropertySingleValue IfcPositiveInteger
IfcRoof	FeuerwehrInfo	WeicheBedachung	IfcPropertySingleValue IfcBoolean
IfcWall			

Anhang 2. Wertebereich PropertySets und Piktogramm

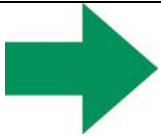



Flächen für die Feuerwehr

Entität: IfcSpace

Property Set: FeuerwehrFlächen

Property: Fläche

Typ: IfcPropertySingleValue IfcPositiveInteger

Enumerationswert	Beschreibung	Piktogramm
1	Hauptzufahrt	
2	Nebenzufahrt	
3	Durchfahrt	
4	Aufstellfläche	
5	Bewegungsfläche	
6	Nicht befahrbare Fläche	
7	Befahrbare Fläche	




Löschwasserversorgung









Entität: IfcProxy

Property Set: FeuerwehrLöschwasser

Property: Art

Typ: IfcPropertySingleValue IfcPositiveInteger

Enumerationswert	Beschreibung	Piktogramm
1	Unterflurhydrant	
2	Überflurhydrant	
3	Sauganschluss Unterflur	

4	Sauganschluss Überflur	
5	Löschwasserbehälter Unterflur	
6	Löschwasserbehälter Überflur	
7	Brunnen	
8	Löschwasserteich	
9	Saugstelle für Löschmittel	
10	Staeinrichtung	
11	Löschwasser-Einspeiseeinrichtung	
12	Schaum Löschanlage-Einspeiseeinrichtung	




Absperrvorrichtungen

Entität: IfcProxy

Property Set: FeuerwehrSperrung

Property: Art

Typ: IfcPropertySingleValue IfcPositiveInteger

Enumerationswert	Beschreibung	Piktogramm
1	Wasser	
2	Gas	
3	Feuerwehrhauptschalter	




Gefahren

Entität: IfcSpace

Property Set: FeuerwehrGefahr

Property: Art

Typ: IfcPropertySingleValue IfcPositiveInteger

Enumerationswert	Beschreibung	Piktogramm
1	Hochspannung	
2	Feuergefährliche Stoffe	
3	Giftige Stoffe	
4	Radioaktive Stoffe	
5	Gasflaschen	
6	Druckbehälter	







Feuerwehreinrichtungen

Entität: IfcProxy

Property Set: FeuerwehrEinrichtung

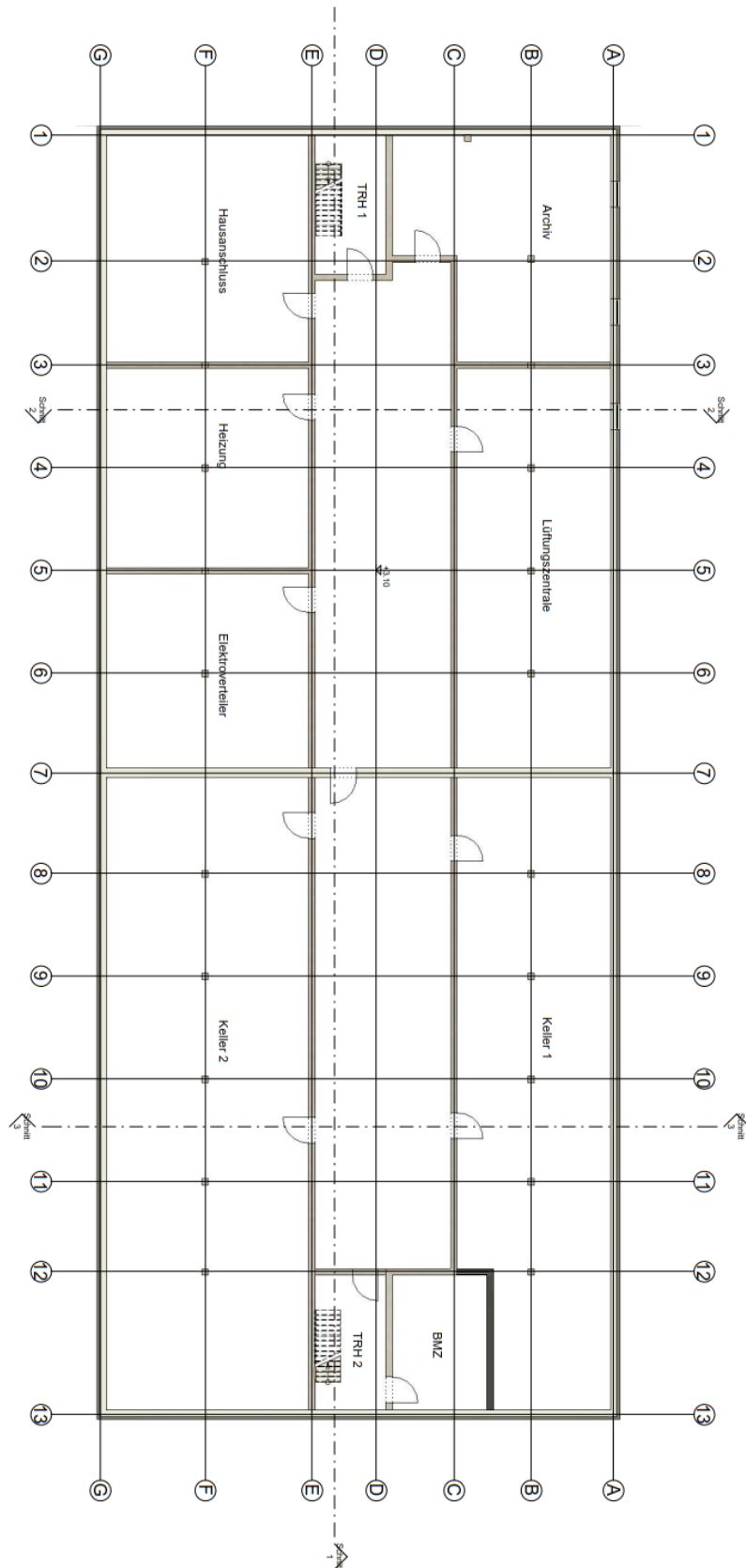
Property: Art

Typ: IfcPropertySingleValue IfcPositiveInteger

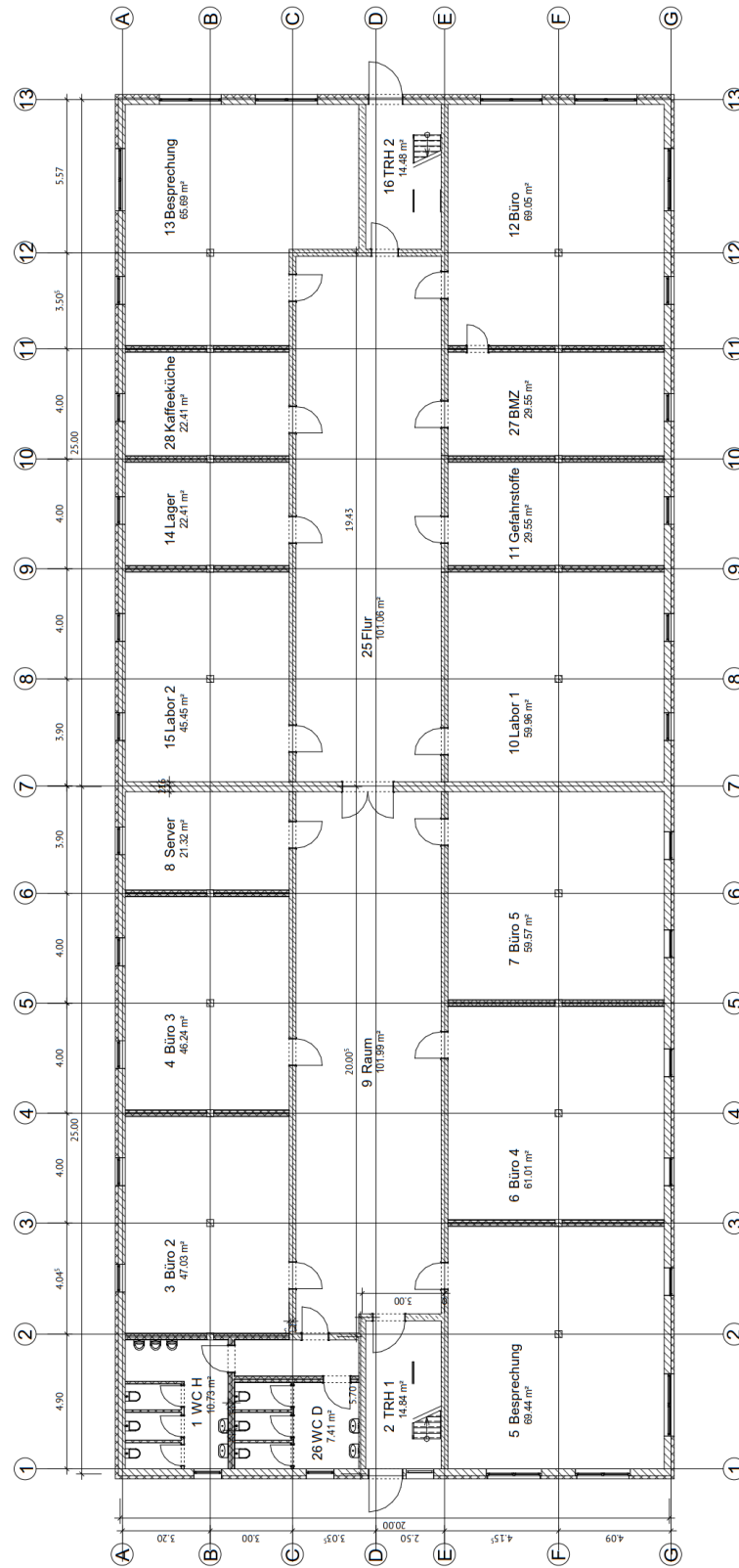
Enumerationswert	Beschreibung	Piktogramm
1	Brandmeldezentrale	
2	Feuerwehr Informations Zentrale	
3	Blitzleuchte	
4	Feuerwehr-Schlüsseldepot	
5	Feuerwehrbedienfeld	
6	Freischaltelement	
7	Feuerwehr Gebäudefunkbedienfeld	

Anhang 3. Grundrisse Beispiel

Kellergeschoss:



Erdgeschoss:



Hinweis

Die bisher veröffentlichten Forschungsberichte können auf den Homepages der

**Forschungsstelle für Brandschutztechnik
am Karlsruher Institut für Technologie (KIT)**

<http://www.ffb.kit.edu/>

und des

Instituts der Feuerwehr Sachsen-Anhalt in Heyrothsberge

<http://www.idf.sachsen-anhalt.de/>

eingesehen werden.