

Master of Science FHNW in Virtual Design and Construction

BIM im Brandschutz

Potenziale, Herausforderungen und Lösungen



Jérôme Nägelin

jerome.naegelin@students.fhnw.ch

Thesis-Begleiterin: Margarete Olender

margarete.olender@fhnw.ch

Thesis-Experte: Lukas Schildknecht

Praxispartnerin: IG BIM&BS

Eigenständigkeitserklärung

"Ich erkläre hiermit,

dass ich die vorliegende Master-Thesis mit dem Titel «BIM im Brandschutz» selbst und selbständig verfasst habe,

dass ich sämtliche nicht von mir selbst stammenden Textstellen bzw. Bestandteile eines Werkes (Bilder, Grafiken, Codes, etc.) gemäss gängigen wissenschaftlichen Zitierregeln korrekt zitiert und die verwendeten Quellen gut sichtbar erwähnt habe;

dass ich in einem Verzeichnis alle verwendeten Hilfsmittel (KI-Assistenzsysteme wie Chatbots [z.B. ChatGPT], Übersetzungs- [z.B. DeepL] Paraphrasier- [z.B. Quillbot]) oder Programmierapplikationen [z.B. Github Copilot] deklariert und ihre Art der Verwendung offenlege und bei den entsprechenden Textstellen angegeben habe,

dass ich sämtliche immateriellen Rechte an von mir allfällig verwendeten Materialien wie Bilder oder Grafiken erworben habe oder dass diese Materialien von mir selbst erstellt wurden;

dass das Thema, die Arbeit oder Teile davon nicht bei einem Leistungsnachweis eines anderen Moduls verwendet wurden, sofern dies nicht ausdrücklich mit der Dozentin oder dem Dozenten im Voraus vereinbart wurde und in der Arbeit ausgewiesen wird;

dass ich mir bewusst bin, dass meine Arbeit auf Plagiate und auf Drittautorschaft menschlichen oder technischen Ursprungs (künstliche Intelligenz) überprüft werden kann;

dass ich mir bewusst bin, dass die Hochschule für Architektur, Bau und Geomatik einen Verstoss gegen diese Eigenständigkeitserklärung bzw. die ihr zugrundeliegenden Studierendenpflichten der Studien- und Prüfungsordnung der Hochschule für Architektur, Bau und Geomatik verfolgt und dass daraus disziplinarische (Verweis oder Ausschluss aus dem Studiengang) Folgen resultieren können.“

Vorname Nachname: Jérôme Nägelin

Ort, Datum: Muttenz, 02.08.2024

Unterschrift:

Abstract

Ausgangslage und Problemstellung

Die Digitalisierung hat das Bauwesen signifikant verändert. Building Information Modeling (BIM) verspricht dabei, die Effizienz und Qualität der Planungs- und Bauprozesse zu steigern. Im Bereich des Brandschutzes bleibt die Nutzung von BIM jedoch begrenzt, wobei viele Informationsaustauschprozesse weiterhin über 2D CAD oder in Papierform erfolgen.

Ziele der Arbeit

Diese Masterarbeit untersucht die Integration von Brandschutzinformationen in BIM-Modelle, um deren Nutzung sowohl im Planungsprozess als auch in der Nutzungsphase durch Feuerwehren zu verbessern. Die zentralen Forschungsfragen adressieren die Ansprüche der verschiedenen Stakeholder und den Mehrwert, den BIM für diese bietet.

Methoden

Die Methodik umfasst eine systematische Literaturrecherche, Expertengespräche mit verschiedenen Stakeholdern und die Entwicklung sowie Validierung eines praxisorientierten Lösungsansatzes durch eine Fallstudie. Die Ergebnisse der Fallstudie werden durch erneute Expertengespräche validiert.

Hauptergebnisse, Diskussion und Empfehlungen

Die Ergebnisse zeigen, dass die Integration von Brandschutzanforderungen in BIM-Modelle die Datenkonsistenz und Qualitätssicherung erheblich verbessert. Zudem ermöglichen die entwickelten Lösungen eine effizientere Kommunikation zwischen den Beteiligten. Ein praxisorientierter Leitfaden bietet detaillierte Schritte zur Implementierung und Überprüfung von Brandschutzinformationen in BIM-Modelle.

In der Diskussion wird betont, dass die Akzeptanz und der Erfolg von BIM im Brandschutz massgeblich von der Bereitschaft der Stakeholder abhängen, bestehende Prozesse zu überdenken und neue Technologien zu integrieren. Hierzu sind Schulungen und kontinuierliche Weiterbildung unerlässlich.

Empfohlen wird, die Nutzung von BIM im Brandschutz kontinuierlich zu fördern, die bestehenden Prozesse anzupassen und die Interoperabilität zwischen verschiedenen Softwareanwendungen weiter zu verbessern, um die Digitalisierung in diesem Bereich nachhaltig voranzutreiben.

Schlagworte

Building Information Modeling (BIM), Brandschutz, Digitalisierung, Datenkonsistenz, Qualitätssicherung, Planungsprozesse, Feuerwehr

Danksagung

Herzlichen Dank an alle die mir bei der Erarbeitung dieser Thesis geholfen haben.

Ein besonderer Dank gilt Margarete Olender, meiner Thesis-Begleiterin.

In Memoriam

Dennis, Freund und Bruder

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung.....	1
1.1	Kontext und Ausganglage.....	1
1.2	Motivation und Relevanz	1
1.3	Problemstellung.....	2
1.4	Ziele und erwartete Ergebnisse	2
1.5	Abgrenzung	2
1.6	Aufbau der Arbeit.....	2
2	Theoretischer Hintergrund	4
2.1	BIM im Kontext des Brandschutzes	4
2.1.1	Grundlagen BIM.....	5
2.1.2	Grundlagen Brandschutz	9
2.1.3	BIM und Brandschutz in der Schweiz.....	14
2.2	Stand der Praxis	15
2.2.1	Aktuelle Anwendung	16
2.2.2	Herausforderungen und Lösungsansätze	16
2.3	Stand der Forschung	18
2.3.1	Jüngste Entwicklungen	18
2.3.2	Forschungslücken.....	19
3	Forschungsfragen und Methodik.....	21
3.1	Hauptforschungsfrage und Unterfragen	21
3.2	Forschungsdesign und Methodologie	22
3.2.1	Forschungsansatz	22
3.2.2	Methoden der Datenerhebung	22
3.2.3	Analyseverfahren.....	23
4	Entwicklung des Handlungsleitfadens	25
4.1	Anforderungen und Bedürfnisse der Brandschutzplanenden	25
4.1.1	Anforderungserhebung	25
4.1.2	Bedürfnisse der Akteure	30
4.2	Integration von externen Anforderungen in BIM-Modelle	37
4.2.1	Technische Aspekte	39
4.2.2	Harmonisierung von Anforderungen mit Prozessen	43
4.3	Methoden und Betriebsinterne Prozessgestaltung.....	44
4.3.1	Strategieentwicklung.....	47
4.3.2	Methodenauswahl.....	49
5	Der Handlungsleitfaden.....	53

5.1	Vorbereitende Massnahmen.....	53
5.2	Variantenbildung.....	53
5.3	Erhalt und Erstprüfung.....	53
5.4	Räumliche Anforderungen	54
5.5	Abgeleitete Anforderungen	57
5.6	Kontrolle der Fachplaner	57
5.7	Kontrolle der Ausführenden	57
5.8	Weiterentwicklungen.....	58
5.8.1	Feuerwehrmodell.....	58
5.8.2	IDS Implementierung	59
5.8.3	Automatisches Informieren von angrenzenden Bauteilen	59
6	Praktische Anwendung des Leitfadens	62
6.1	Fallstudie zur Anwendung des Leitfadens.....	62
6.1.1	Auswahl der Fallstudie.....	62
6.1.2	Durchführung und Ergebnisse	62
6.2	Bewertung und Validierung der Ergebnisse	64
6.2.1	Kriterien für die Bewertung	64
6.2.2	Validierungsprozess	64
6.3	Empfehlungen für die Praxis.....	65
6.3.1	Umsetzungsempfehlungen	65
6.3.2	Potenzielle Hindernisse und Lösungen	65
7	Diskussion und Schlussfolgerungen.....	66
7.1	Zusammenfassung der Hauptkenntnisse.....	66
7.2	Beantwortung der Forschungsfragen.....	67
7.3	Limitationen und Ausblick auf zukünftige Forschung	68
8	Quellenverzeichnis.....	69
9	Abbildungsverzeichnis	71
10	Tabellenverzeichnis.....	71
11	Hilfsmittelverzeichnis	71
12	Anhänge.....	72

1 Einleitung

1.1 Kontext und Ausgangslage

Die Digitalisierung hat in den letzten Jahren viele Branchen grundlegend verändert. Besonders im Bauwesen hat das Konzept des Building Information Modeling (BIM) die Planungs- und Bauprozesse revolutioniert, indem es eine erhöhte Effizienz und eine verbesserte Qualitätssicherung ermöglicht (Broquetas et al., 2013; Khanzode et al., 2008). Im Kontext des Brandschutzes bietet BIM bedeutende Vorteile, da es die Integration und Verwaltung von Brandschutzinformationen verbessert und die Einhaltung gesetzlicher Vorschriften sicherstellt (Khan et al., 2022). Brandschutz ist ein kritischer Aspekt im Bauwesen, da er den Schutz von Leben und Eigentum gewährleistet und dabei hilft, rechtliche Anforderungen zu erfüllen.

Trotz der potenziellen Vorteile von BIM im Brandschutz ist seine Anwendung noch nicht weit verbreitet. In vielen Projekten erfolgt der Informationsaustausch weiterhin über traditionelle Methoden wie 2D-CAD-Pläne oder Papierdokumente. Erste Schritte zur Integration von Brandschutzinformationen in BIM-Modelle sind zwar zu erkennen, jedoch gibt es noch erhebliche Herausforderungen in der technischen Umsetzung und der Anpassung bestehender Prozesse (Olanrewaju et al., 2022).

Die Bedeutung von BIM im Brandschutz zeigt sich besonders in der Fähigkeit, einen durchgängigen Informationsfluss („goldener Informationsfaden“) über den gesamten Lebenszyklus eines Gebäudes zu schaffen. Diese durchgängige Datenverfügbarkeit ist im Brandschutz von entscheidender Bedeutung, da genaue und aktuelle Informationen im Ernstfall lebensrettend sein können (Siddiqui et al., 2021).

BIM bietet vielfältige Anwendungsmöglichkeiten im Brandschutz. Diese reichen von der Planung und Modellierung von Brandschutzanlagen über die Simulation von Brand- und Evakuierungsszenarien bis hin zur detaillierten Planung von Rauchabzügen und Sprinkleranlagen (Lovreglio & Thompson, 2022). Diese Technologien ermöglichen es, die Sicherheit von Gebäuden zu erhöhen und die Effektivität von Evakuierungsplänen zu überprüfen (Zhang et al., 2022).

1.2 Motivation und Relevanz

Ein wesentlicher Vorteil der Digitalisierung im Brandschutz ist die Tatsache, dass Brandschutzplaner in der Regel keine eigenen Bauteile besitzen, sondern hauptsächlich Informationen modellieren. Diese Besonderheit eröffnet neue Möglichkeiten zur Bearbeitung von IFC-Dateien und bietet ein grosses Potenzial zur Automatisierung. Da sich die Branche noch in einer frühen Phase der Digitalisierung befindet, sind die Chancen gross, innovative und effiziente Lösungen zu entwickeln und zu implementieren.

Die meisten Brandschutzplaner arbeiten in kleinen Büros, was ihnen erlaubt, agil und flexibel auf neue Technologien und Methoden zu reagieren. Diese Agilität ist ein weiterer Vorteil, der die Integration von BIM im Brandschutz begünstigt.

Die Digitalisierung im Bauwesen, insbesondere durch die Anwendung von BIM, bietet erhebliche Vorteile im Bereich des Brandschutzes. BIM ermöglicht eine potentielle Verbesserung der Planung, Koordination und Verwaltung von Brandschutzmassnahmen. Dies führt zu einer höheren Qualität und Effizienz, da potenzielle Probleme frühzeitig erkannt und behoben werden können, was sowohl Kosten reduziert als auch die Sicherheit erhöht (Guyo et al., 2023).

1.3 Problemstellung

Bislang ist der Brandschutz noch nicht wirklich im Zeitalter von BIM angekommen. Einzelne Büros leisten so Pionierarbeit die für die Branche zielführend ist. Die bereits involvierten Büros sind sich einig, dass die Einpflege von Brandschutzinformationen schweizweit einheitlich geschehen muss und genau an diesem Ort befindet sich die Branche heute. Die IG BIM&BS hat die Informationsanforderung von der Konzeption bis zu Baueingabe erarbeitet und erste Pilotprojekte zur Validierung sind am laufen. Wie die Informationen ins Modell kommen lässt die IG bewusst offen. Genau an diesem Punkt setzt diese Masterthesis an und möchte eine der vielen Möglichkeiten aufzeigen wie dies geschehen kann. Ebenso möchte diese Masterthesis einen Ausblick auf die Nutzungsphase geben, insbesondere aus der Perspektive der Feuerwehren.

1.4 Ziele und erwartete Ergebnisse

Die Arbeit zielt darauf ab, einen praxisnahen Leitfaden zu entwickeln, der sowohl die Integration von Brandschutzanforderungen in BIM-Modelle während der Planungsphase als auch die Überprüfung der Brandschutzinformationen während der Bauphase abdeckt. Darüber hinaus soll der Leitfaden auch Empfehlungen zur Nutzung von BIM-Modellen durch die Feuerwehr im Einsatz enthalten.

Das primäre Ziel dieser Arbeit besteht darin, die Potenziale und Vorteile von BIM für die Brandschutzplanung aufzuzeigen. Sie soll eine nachvollziehbare Basis sowie Handlungsempfehlungen bieten, um einen umfassenden Übergang zu BIM im Bereich Brandschutz zu unterstützen. Zu den erwarteten Ergebnissen gehört der Nachweis, dass die vorgeschlagenen Methoden zur Integration und Überprüfung von Brandschutzinformationen in BIM-Modellen praktikabel und umsetzbar sind.

1.5 Abgrenzung

Diese Arbeit konzentriert sich auf den schweizerischen Kontext und berücksichtigt die spezifischen Normen und Richtlinien, die durch die Schweizerische Normen-Vereinigung (SIA) und die Vereinigung Kantonalen Feuerversicherungen (VKF) festgelegt sind.

Der in der Arbeit verwendete Entwurf der Informationsanforderungen der Interessengemeinschaft BIM & Brandschutz bildet die datentechnische Grundlage. Daher wird der Leitfaden nur bis zum aktuellen Stand der Bewilligung durch die Gebäudeversicherung getestet und validiert. Dies stellt sicher, dass die entwickelten Methoden und Prozesse praxisnah und umsetzbar sind.

Der restliche Teil des Leitfadens ist theoretischer Natur und zielt darauf ab, zukünftige Entwicklungen und potenzielle Erweiterungen aufzuzeigen. Dies umfasst theoretische Ansätze und Konzepte, die über den aktuellen Stand der praktischen Anwendung hinausgehen und als Grundlage für weiterführende Forschungen und Implementierungen dienen sollen.

1.6 Aufbau der Arbeit

Die vorliegende Arbeit ist in sieben Kapitel unterteilt, die eine umfassende Untersuchung des Einsatzes von Building Information Modeling (BIM) im Brandschutz bieten. Jedes Kapitel adressiert spezifische Aspekte des Forschungsprozesses und trägt zur Erreichung der Forschungsziele bei.

Kapitel 1: Einleitung

Dieses Kapitel führt in das Thema ein, beschreibt den Kontext und die Ausgangslage sowie die Motivation und Relevanz der Arbeit. Es formuliert die Problemstellung und definiert die Ziele und erwarteten Ergebnisse der Forschung. Eine Abgrenzung der Untersuchung wird ebenfalls vorgenommen.

Kapitel 2: Theoretischer Hintergrund

In diesem Kapitel wird der theoretische Rahmen der Arbeit abgesteckt. Es umfasst die Grundlagen von BIM und Brandschutz, untersucht die Anwendung von BIM im Brandschutz im schweizerischen Kontext und präsentiert den aktuellen Stand der Praxis sowie der Forschung. Jüngste Entwicklungen und bestehende Forschungslücken werden identifiziert.

Kapitel 3: Forschungsfragen und Methodik

Dieses Kapitel stellt die Hauptforschungsfrage sowie die Unterfragen vor. Es beschreibt das Forschungsdesign und die Methodologie, die für die Datenerhebung und -analyse verwendet werden. Methoden wie Expertengespräche und Fallstudien werden detailliert erläutert.

Kapitel 4: Entwicklung des Handlungsleitfadens

Hier werden die Anforderungen und Bedürfnisse der Brandschutzplanenden analysiert und erhoben. Das Kapitel beschreibt die Integration von externen Anforderungen in BIM-Modelle und die Harmonisierung dieser Anforderungen mit bestehenden Prozessen. Zudem werden Methoden zur Betriebsinternen Prozessgestaltung und Strategieentwicklung vorgestellt.

Kapitel 5: Der Handlungsleitfaden

Der entwickelte Handlungsleitfaden wird im Detail präsentiert. Er umfasst vorbereitende Massnahmen, die Bildung von Varianten, die Erstprüfung sowie die räumlichen und abgeleiteten Anforderungen. Kontrollmechanismen für Fachplaner und Ausführende werden beschrieben und Weiterentwicklungen, wie das Feuerwehrmodell und die IDS Implementierung, erläutert.

Kapitel 6: Praktische Anwendung des Leitfadens

Dieses Kapitel widmet sich der praktischen Anwendung des entwickelten Leitfadens durch eine Fallstudie. Die Auswahl der Fallstudie, die Durchführung und die Ergebnisse werden beschrieben. Zudem erfolgt eine Bewertung und Validierung der Ergebnisse sowie Empfehlungen für die Praxis.

Kapitel 7: Diskussion und Schlussfolgerungen

Abschliessend werden die Hauptekenntnisse der Arbeit zusammengefasst und die Forschungsfragen beantwortet. Limitationen der Studie und der Ausblick auf zukünftige Forschungen werden diskutiert.

2 Theoretischer Hintergrund

2.1 BIM im Kontext des Brandschutzes

Im Kontext des Brandschutzes stellt BIM ein mächtiges Werkzeug dar, das die Planung und Umsetzung von Brandschutzmassnahmen erheblich verbessern kann (Khan et al., 2022). Brandschutz ist ein kritischer Aspekt des Bauwesens, der nicht nur den Schutz von Leben und Eigentum, sondern auch die Einhaltung gesetzlicher Vorschriften sicherstellt. Durch die Integration von Brandschutzmassnahmen in BIM-Modelle können Fachplanende bereits in der Planungsphase sicherstellen, dass alle gesetzlichen Vorschriften und Sicherheitsstandards erfüllt werden (Kincelova et al., 2020).

Die Bedeutung von BIM im Brandschutz wird besonders deutlich durch die Fähigkeit, einen „goldenen Informationsfaden“ zu schaffen, der alle relevanten Daten über den gesamten Lebenszyklus eines Gebäudes hinweg verfolgt und speichert. Dies ist besonders im Brandschutz von grosser Bedeutung, da hier genaue und aktuelle Informationen lebenswichtig sein können (Siddiqui et al., 2021).

Allgemeine Anwendung von BIM im Brandschutz

BIM bietet eine Vielzahl von Anwendungsmöglichkeiten, die speziell auf den Brandschutz ausgerichtet sind. Diese umfassen unter anderem die Planung von Brandschutzanlagen, die Integration von Brandschutzanforderungen in das Gesamtmodell eines Gebäudes und die Simulation von Brand- und Evakuierungsszenarien (Lovreglio & Thompson, 2022). Mithilfe von BIM können verschiedene Brandszenarien simuliert werden, um die Ausbreitung von Feuer und Rauch zu analysieren und die Effektivität von Evakuierungsplänen zu überprüfen (Zhang et al., 2022). Diese Simulationen tragen dazu bei, die Sicherheit der Gebäude zu erhöhen und die Evakuierungszeiten im Ernstfall zu minimieren (Lovreglio et al., 2021).

Ein wichtiger Anwendungsbereich von BIM im Brandschutz ist die Modellierung und Überprüfung von Flucht- und Rettungswegen (Wang et al., 2021). Diese Modelle ermöglichen es, die Erreichbarkeit und Sicherheit von Fluchtwegen zu analysieren und sicherzustellen, dass alle gesetzlichen Anforderungen erfüllt werden. Darüber hinaus können durch BIM Rauchabzüge, Sprinkleranlagen und andere Brandschutzsysteme detailliert geplant und optimiert werden (Kincelova et al., 2020).

BIM ermöglicht zudem eine verbesserte Kommunikation und Zusammenarbeit zwischen den verschiedenen Akteuren im Bauprozess (Azhar, 2011). Durch die zentrale Speicherung und Verwaltung aller relevanten Informationen in einem digitalen Modell können Fachplanende, Bauherrschaften und Brandschutzexperten effizient zusammenarbeiten und sicherstellen, dass alle Massnahmen koordiniert und korrekt umgesetzt werden (Mikalsen et al., 2023). Dies führt zu einer höheren Effizienz und Genauigkeit bei der Planung und Durchführung von Brandschutzmassnahmen (Li & Li, 2021).

Die durchgängige Nutzung eines digitalen Gebäudemodells über den gesamten Lebenszyklus eines Bauwerks hinweg ermöglicht es, einen «goldenen Informationsfaden» zu schaffen (Siddiqui et al., 2021). Dieser Ansatz sorgt dafür, dass alle relevanten Daten stets aktuell und zugänglich sind, was im Falle eines Brandes von entscheidender Bedeutung sein kann. Durch die fortlaufende Aktualisierung und Verfügbarkeit der Informationen können Einsatzkräfte, wie Feuerwehrleute, im Ernstfall besser informiert und somit effektiver und sicherer agieren (Zahid et al., 2023). Darüber hinaus können Wartungszyklen und die damit verbundenen Instandsetzungsarbeiten von Brandschutzanlagen effizienter geplant und durchgeführt werden (Li & Li, 2021).

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass BIM im Brandschutz zahlreiche Vorteile bietet, darunter die präzise Planung und Optimierung von Brandschutzmassnahmen, die verbesserte Zusammenarbeit

und Kommunikation zwischen den Beteiligten sowie die zentrale Speicherung und langfristige Verwaltung aller relevanten Informationen. Diese Vorteile tragen dazu bei, die Sicherheit und Effizienz von Brandschutzmassnahmen in Bauwerken zu erhöhen.

2.1.1 Grundlagen BIM

Building Information Modeling (BIM) hat sich als transformative Methode im Bauwesen etabliert, die zahlreiche Vorteile in Planung, Bau und Betrieb bietet (Cha & Jiang, 2021). BIM bezeichnet eine Methode zur optimierten Planung, Ausführung und Bewirtschaftung von Bauprojekten mithilfe digitaler Modelle, die sowohl geometrische als auch nicht-geometrische Informationen enthalten (Sacks et al., 2018). Diese Modelle ermöglichen eine ganzheitliche Betrachtung des Bauwerks über dessen gesamten Lebenszyklus und fördern die Zusammenarbeit und Koordination zwischen allen Projektbeteiligten (Bryde et al., 2013).

Ziel dieses Kapitels ist es, ein grundlegendes Verständnis der Prinzipien und Elemente von BIM zu vermitteln und dessen Bedeutung im modernen Bauwesen zu erläutern. Dabei werden sowohl die historischen Entwicklungen als auch die aktuellen Anwendungsbereiche und Herausforderungen von BIM beleuchtet.

Definition von BIM

Building Information Modeling (BIM) ist eine Methode zur Erstellung und Verwaltung digitaler Darstellungen physischer und funktionaler Merkmale eines Bauwerks. Ein BIM-Modell enthält sowohl geometrische als auch nicht-geometrische Informationen, die eine umfassende und detaillierte Darstellung des Bauwerks ermöglichen (Sacks et al., 2018). BIM dient als gemeinsame Wissensressource für Informationen über ein Bauwerk und bildet eine zuverlässige Grundlage für Entscheidungen während seines gesamten Lebenszyklus, von der frühesten Konzeption bis zum Abriss (Ashworth et al., 2019).

Historische Entwicklung von BIM

Die Entwicklung von BIM kann auf die Anfänge der computergestützten Planung (CAD) in den 1960er Jahren zurückgeführt werden. Während CAD den Fokus auf die Erstellung zweidimensionaler Pläne legte, gingen erste Bewegungen in die Richtung von 3D-Modellen. BIM ging dann noch einen Schritt weiter, indem es dreidimensionale und informationsreiche Modelle einführte. Dieser Wandel ermöglichte eine verbesserte Visualisierung und Koordination von Bauprojekten (Khazode et al., 2008). In den letzten Jahrzehnten hat sich BIM als dominierendes Paradigma in der Bauindustrie etabliert, das nicht nur die geometrische Modellierung von Gebäuden unterstützt, sondern auch die Verwaltung von Bauprojekten erleichtert (Bryde et al., 2013).

Überblick über die verschiedenen Dimensionen von BIM

BIM wird häufig in Dimensionen unterteilt, die jeweils unterschiedliche Aspekte eines Bauprojekts abdecken:

3D	Dreidimensionales Modell des Bauwerks, das die geometrischen und räumlichen Informationen enthält (Sacks et al., 2018).
4D	Zeitliche Dimension, die Bauabläufe und -phasen integriert und eine Simulation des Baufortschritts ermöglicht (Khanzode et al., 2008).
5D	Kostenmanagement und Budgetkontrolle, indem Kosteninformationen in das BIM-Modell integriert werden (Xu, 2017).
6D	Nachhaltigkeit und Energieeffizienz, die ökologische Aspekte und Energieverbrauch berücksichtigen (Charef et al., 2018).
7D	Facility Management und Betrieb, die die Verwaltung und Wartung des Bauwerks während seiner Nutzungsphase unterstützen (Charef et al., 2018).

Tabelle 1, Übersicht der Dimensionen in BIM

Es gibt weitere vorgeschlagene Dimensionen über die siebte Dimension hinaus, jedoch fehlen wissenschaftlich fundierte Quellen, die eine eindeutige Zuordnung dieser zusätzlichen Dimensionen erlauben. Das Bewusstsein über die gängigen Dimensionen und die damit verbundenen Funktionen ist für Brandschutzplanende wichtig, da der Brandschutz während des gesamten Gebäudezyklus präsent ist. Mit diesem Bewusstsein wird nun klar, wieso die Vereinheitlichung und Konsistenz der Daten ein so wichtiges Thema ist.

Zentrale Prinzipien

Die Grundprinzipien der BIM-Methode umfassen unter anderem Kollaboration, Interoperabilität und Informationsmanagement (Sacks et al., 2018). Diesen drei Prinzipien sind bei der Implementierung von BIM im Brandschutz mitunter die grösste Aufmerksamkeit zu schenken, da sie den Arbeitsprozess am meisten beeinflussen können.

Kollaboration

Durch die gemeinsame Nutzung eines einzigen digitalen Modells können Fachplanende besser zusammenarbeiten, was zu einer verbesserten Kommunikation und Koordination führt. Dies verringert Fehler und Missverständnisse, die häufig bei der herkömmlichen Planung und Ausführung von Bauprojekten auftreten (Sacks et al., 2018). Durch die frühzeitige Einbindung aller relevanten Akteure können potenzielle Probleme und Konflikte bereits in der Planungsphase identifiziert und gelöst werden, was zu einer effizienteren und kostengünstigeren Projektabwicklung führt (Gu & London, 2010).

Interoperabilität

Nahtloser Datenaustausch zwischen verschiedenen Software-Systemen ist essenziell für die Effizienz von BIM. Interoperabilität ermöglicht es, dass unterschiedliche Software-Tools miteinander kommunizieren und Daten ohne Informationsverlust oder -verzögerung austauschen können. Standards wie IFC (Industry Foundation Classes) spielen eine wichtige Rolle bei der Sicherstellung der Interoperabilität (Cha & Jiang, 2021). Im Rahmen der in der Schweiz verbreiteten open BIM Methodik wird dieser Aspekt durch softwareunabhängige Standards und Methoden unterstützt, die die Planungssicherheit erhöhen und die Qualitätssicherung verbessern (Ernst Basler + Partner, 2015).

Informationsmanagement

Strukturierte Speicherung und Verwaltung von Daten über den gesamten Lebenszyklus des Bauwerks ist ein weiteres zentrales Prinzip von BIM. Durch ein effektives Informationsmanagement können relevante Daten jederzeit abgerufen und aktualisiert werden. Dies erleichtert nicht nur die Planungs- und Bauphase, sondern auch den Betrieb und die Instandhaltung des Bauwerks (Ashworth et al., 2019).

Die Umsetzung der oben genannten Prinzipien erfordert bestimmte Schlüsselemente, die im BIM-Prozess integriert werden müssen:

Formen der Zusammenarbeit

Die Formen der Zusammenarbeit im Rahmen von BIM umfassen die interdisziplinäre und integrierte Arbeitsweise, die alle Stakeholder, vom Auftraggeber über die Planer bis hin zu den Ausführenden und Betreibern, frühzeitig in den Planungsprozess einbindet. Diese Methode fördert die Transparenz und ermöglicht eine kontinuierliche Datenverarbeitung und -übermittlung, was zu einer optimierten Planung und Durchführung von Bauprojekten führt (Sampaio et al., 2023).

Standardisierte Modellierrichtlinien

Standardisierte Modellierrichtlinien sind entscheidend für die Sicherstellung eines reibungslosen Informationsflusses und einer effektiven Zusammenarbeit während des gesamten Lebenszyklus eines Bauprojekts. Sie legen fest, wie Daten zu modellieren, zu speichern und auszutauschen sind, um eine konsistente und qualitativ hochwertige Projektabwicklung zu gewährleisten. Diese Richtlinien minimieren Fehler und Missverständnisse, indem sie klare Vorgaben für die Erstellung und Verwaltung von Bauwerksmodellen machen (Kaushal et al., 2022).

Common Data Environment (CDE)

Ein CDE ist weit mehr als ein digitales Speicher- und Austauschsystem; es fungiert als zentrale Informationsquelle, die den gesamten Lebenszyklus eines Bauprojekts unterstützt. Ein gut strukturiertes CDE ermöglicht die effiziente Sammlung, Verwaltung und Verbreitung von Dokumentationen und zentralen BIM-Modellen. Durch die Einrichtung eines CDE zu Beginn eines Projekts können Projektleistung in Echtzeit überwacht und nicht-wertschöpfende Aktivitäten wie Nacharbeiten und Fehler vermieden werden (Özkan & Seyis, 2021).

Ergänzung Virtual Design and Construction (VDC)

Das VDC Framework zielt darauf ab, die Planung, den Entwurf, den Bau und den Betrieb von Bauprojekten durch integrierte Managementmethoden, Kollaborationsmethoden und digitale Technologien zu verbessern (Fischer & Kunz, 2004). Das VDC Framework besteht aus drei Hauptelementen: BIM, Integrated Concurrent Engineering (ICE) und Project Production Management (PPM). Diese Elemente werden mithilfe einer klaren Definition von Kundenzielen und den daraus abgeleiteten Projektzielen so ausgerichtet, dass ein bestmögliches Resultat erzielt werden kann (Del Savio et al., 2022).

Das SIA Merkblatt 2051:2017 setzt in Ziffer 1.2.1 die Begriffe BIM-Methode und VDC gleich. Da vor allem auch mehrsprachige Organisationen die Begriffe BIM und VDC gleichsetzen macht den Umgang mit den ohnehin schon zu genüge vorhandenen Fachbegriffen noch umständlicher.

BIM-Standards und -Normen

Nationale und internationale Standards wie IFC, SIA und ISO legen Rahmenbedingungen für die Implementierung und Nutzung von BIM fest. Diese Standards fördern die Interoperabilität und die Qualitätssicherung im BIM-Prozess.

SN EN ISO 16739 Industry Foundation Classes (IFC)

Diese Norm definiert das Format und die Struktur von Industry Foundation Classes (IFC), das für den Datenaustausch im Bauwesen und im Anlagenmanagement verwendet wird. IFC ist ein standardisiertes, offenes Datenmodell, das den Informationsaustausch zwischen verschiedenen Softwareanwendungen im Bauwesen ermöglicht. Es deckt verschiedene Aspekte des Bau- und Lebenszyklus eines Gebäudes ab, einschliesslich Planung, Entwurf, Bau und Betrieb. Die Norm stellt sicher, dass die Daten konsistent und interoperabel sind, was die Zusammenarbeit zwischen verschiedenen Akteuren im Bauwesen erleichtert.

Normenreihe SN EN ISO 29481 Bauwerks-Informations-Modelle

Die Normenreihe SN EN ISO 29481 standardisiert Prozesse und Verfahren für die Informationslieferung in Bauwerksinformationsmodellen (BIM) und besteht aus drei Teilen:

Teil 1: Methodik und Format (ISO 29481-1:2016)

- Definiert Rollen und Verantwortlichkeiten der Projektbeteiligten.
- Legt Prozesse und Verfahren zur effizienten und effektiven Informationsübertragung fest.
- Sicherstellt die Konsistenz und Qualität der gelieferten Informationen.
-

Teil 2: Austauschstandards (ISO 29481-2:2012)

- Spezifiziert die erforderlichen Datenformate und Austauschprotokolle.
- Definiert spezifische Datenanforderungen, um die Interoperabilität zwischen verschiedenen Softwareanwendungen und Projektbeteiligten zu gewährleisten.
- Stellt sicher, dass alle relevanten Informationen korrekt und vollständig übertragen werden.

Teil 3: Anwendungsfälle und Anwendungsbeispiele (ISO 29481-3:2022)

- Ergänzt die vorherigen Teile durch spezifische Anwendungsfälle und praxisnahe Beispiele.
- Veranschaulicht die praktische Anwendung der Methodik und Austauschstandards in realen Projekten.
- Bietet Anleitung zur effektiven Nutzung der Normen in verschiedenen Szenarien, um die Umsetzung und Optimierung der Informationslieferungen in BIM-Projekten zu erleichtern.

SIA 2051

Das SIA Merkblatt 2051:2017 befasst sich mit den Grundlagen und Anwendungen der BIM-Methode im Bauwesen. Sie dient als praxisorientiertes Arbeitsinstrument, das sich primär an Architekten, Ingenieure, Fachplaner, Bauherren und Betreiber richtet. Das Merkblatt bietet eine einheitliche Grundlage für die Verständigung und die Einführung der BIM-Methode in Planungsprozesse und beschreibt dabei wesentliche Begriffe, Prozessorganisationen sowie Rollen und Verantwortlichkeiten.

Herausforderungen

Technische und organisatorische Herausforderungen

Die Einführung von BIM erfordert sowohl technologische Anpassungen als auch organisatorische Veränderungen, um die Vorteile vollständig nutzen zu können. Technisch gesehen müssen Unternehmen in neue Software und Hardware investieren, um BIM-fähig zu werden. Dies umfasst leistungsfähige Computer, spezialisierte BIM-Software und entsprechende IT-Infrastruktur (Gu & London, 2010). Organisatorisch müssen neue Prozesse und Arbeitsabläufe entwickelt werden, um die Integration von BIM in bestehende Geschäftsmodelle zu gewährleisten (Gu & London, 2010). Darüber hinaus erfordert die Implementierung von BIM eine Kultur des Wandels und der Akzeptanz neuer Technologien und Methoden, was insbesondere in traditionellen Bauunternehmen eine Herausforderung darstellen kann (Volk et al., 2014).

Schulungs- und Kompetenzanforderungen

Um BIM effektiv nutzen zu können, müssen alle Beteiligten entsprechend geschult und weitergebildet werden. Dies umfasst nicht nur das technische Wissen zur Bedienung der BIM-Software, sondern auch ein Verständnis für die neuen Prozesse und Arbeitsabläufe, die mit der BIM-Implementierung einhergehen (Sampaio et al., 2023). Die Schulung muss kontinuierlich erfolgen, um mit den sich ständig weiterentwickelnden Technologien und Standards Schritt zu halten (Eadie et al., 2013). Darüber hinaus müssen Führungskräfte und Projektmanager in der Lage sein, die organisatorischen Veränderungen zu leiten und die Akzeptanz von BIM innerhalb des Unternehmens zu fördern (Gu & London, 2010).

Schlussfolgerungen

Building Information Modeling (BIM) ist auf dem Weg sich als zentrale Methode im Bauwesen zu etablieren und bietet durch die Integration digitaler Modelle zahlreiche Vorteile in Planung, Bau und Betrieb. Die Entwicklung von CAD zu BIM ermöglicht eine verbesserte Visualisierung und Koordination, während die verschiedenen Dimensionen von BIM (3D bis 7D) spezifische Aspekte wie Kostenmanagement und Nachhaltigkeit abdecken.

Die zentralen Prinzipien von BIM – Kollaboration, Interoperabilität und Informationsmanagement – sind entscheidend für den Erfolg. Open BIM verstärkt diese Prinzipien durch softwareunabhängige Standards.

Trotz technischer und organisatorischer Herausforderungen bieten die Einhaltung von Standards und kontinuierliche Schulung der Beteiligten eine solide Grundlage, um die Vorteile von BIM vollständig auszuschöpfen und die Effizienz und Qualität im Bauwesen zu steigern.

2.1.2 Grundlagen Brandschutz

Dieses Kapitel gibt einen Überblick über die Anwendung und Umsetzung von Brandschutzvorschriften und die Organisationen die dahinter stehen.

VKG – Vereinigung Kantonalen Gebäudeversicherungen

Der VKG fungiert als Dachverband der kantonalen Gebäudeversicherungen und wird durch vier weitere Gemeinschaftsorganisationen unterstützt. Gemeinsam mit der Feuerwehr Koordination Schweiz

(FKS) arbeiten diese fünf Organisationen eng zusammen (Vereinigung Kantonalen Gebäudeversicherungen, 2024a).

«Die Vereinigung Kantonalen Gebäudeversicherungen (VKG) bezweckt die strategische Koordination und die Interessenvertretung der Gemeinschaftsorganisationen der Gebäudeversicherungen sowie von deren Mitgliedern. Die Zusammenarbeit erfolgt strukturiert nach den drei Kernaufgaben «Prävention», «Intervention» und «Versicherung». Die Aufgabenbereiche wirken positiv aufeinander. Sie führen sowohl kantonal als auch national zu gegenseitigen Synergien» (Vereinigung Kantonalen Gebäudeversicherungen, 2024a).

KGV – Kantonale Gebäudeversicherungen

«Die Kantonalen Gebäudeversicherungen (KGV) schützen Mensch, Tier und Gebäude vor Schäden. Sie sichern im Schadenfall die Existenzgrundlage der Hauseigentümer» (Vereinigung Kantonalen Gebäudeversicherungen, 2023).

Die KGV sind in ihren Kantonen integrale Dienstleister und bieten einen dreifachen Schutz:



Abbildung 1, Dreifacher Schutz (Vereinigung Kantonalen Gebäudeversicherungen, 2023)

Mit der **Prävention** gegen Feuer- und Elementarschäden werden Schäden verhütet.

Mit der **Intervention** der Feuerwehren werden auftretende Schäden vermindert.

Mit dem umfassenden **Versicherungsschutz** werden Feuer- und Elementarschäden gedeckt.

«Der dreifache Schutz garantiert einen optimierten Personen- und Sachwertschutz sowie günstige Prämien» (Vereinigung Kantonalen Gebäudeversicherungen, 2023).

Umfassende Versicherungsdeckung für Gebäude

Die Kantonalen Gebäudeversicherungen (KGV) sind öffentlich-rechtliche Versicherungsträger. Sie sind mit Service Public-Aufgaben betraut und richten sich nach gesetzlichen Vorgaben, die demokratisch entstehen (Vereinigung Kantonaler Gebäudeversicherungen, 2024b).

«Die KGV lösen das Problem der Negativauslese in Versicherungsbeständen. Jeder Gebäudeeigentümer wird automatisch versichert und genießt einen umfassenden Versicherungsschutz. Unabhängig der Risikogefährdung seines Gebäudes bleibt die Prämienhöhe im jeweiligen Kanton gleich tief. Der Deckungsbereich der versicherten Schäden ist praktisch unbegrenzt» (Vereinigung Kantonaler Gebäudeversicherungen, 2024b).

VKF – Vereinigung Kantonaler Feuerversicherungen

«Die Vereinigung Kantonaler Feuerversicherungen (VKF) unterstützt ihre Mitglieder im Bereich Prävention. Das Angebot umfasst sowohl den Brandschutz als auch die Naturgefahrenprävention. In beiden Bereichen bildet die VKF Fachpersonen aus. Sie ist insbesondere Trägerin der Prüfungen Brandschutzfachmann/-frau mit eidgenössischem Fachausweis sowie Brandschutzexpertin/Brandschutzexperte mit eidgenössischem Diplom» (Vereinigung Kantonaler Gebäudeversicherungen, 2024b). Hier ist besonders hervorzuheben, dass im Gegensatz zu vielen anderen Ländern, in der Schweiz Brandschutz keine Ingenieursdisziplin ist (National Fire Protection Association, 2024; Zhang et al., 2022). Die Qualifikation für die Weiterbildung wird durch Berufserfahrung in einem qualifizierten Betrieb und Fachspezifischen Ausbildungen erreicht (Vereinigung Kantonaler Gebäudeversicherungen, 2024c).

Generell richtet die VKF ihren Fokus auf die Verminderung von Personen- und Gebäudeschäden. Demzufolge entwickelt die VKF im Auftrag der Kantonalen Gebäudeversicherungen Instrumente zur Minimierung derartiger Schäden. Beim Brandschutz sind dies die schweizweit verbindlichen Brandschutzvorschriften sowie das Brandschutzregister (Vereinigung Kantonaler Gebäudeversicherungen, 2024a).

Die Prävention beruht auf 3 Pfeilern:

- **Baulicher Brandschutz** (Bauteile die im Schadensfall funktionieren müssen)
- **Technischer Brandschutz** (Bauteile die ausserhalb des Schadenfalls keine Funktion bieten)
- **Organisatorischer Brandschutz** (Verhütung, Organisation und Instandhaltung)

Baulicher Brandschutz

Baustoffe werden in vier Brandverhaltensgruppen eingeteilt.

Zuordnungen zu den Brandverhaltensgruppen sind in den Richtlinien [13-15 Baustoffe und Bauteile](#) und [14-15 Verwendung von Baustoffen](#) aufgeführt.

RF1	kein Brandbeitrag
RF2	geringer Brandbeitrag
RF3	zulässiger Brandbeitrag
RF4	unzulässiger Brandbeitrag

Tabelle 2, Brennbarkeiten von Baustoffen nach VKF

Die Anforderungen an Bauteile werden über den Feuerwiderstand definiert. Welcher Feuerwiderstand für Tragwerke, Wände, Decken und andere Bauteile vorgeschrieben ist, hängt von der Gebäudegrösse und der Nutzung ab. Die Anforderungen werden in der Brandschutzlinie [13-15 Baustoffe und Bauteile](#) und [15-15 Brandschutzabstände Tragwerke Brandabschnitte](#) geregelt

Bauteile in der Europäischen Norm (EN 13501-2:2016-12)

Massgebende Kriterien bei der Beurteilung eines Bauteils sind:

R	Tragfähigkeit
E	Raumabschluss
I	Wärmedämmung
t	Feuerwiderstandsdauer, entspricht der Mindestzeit in Minuten, während der ein Bauteil die an ihn gestellten Anforderungen erfüllen muss.

Tabelle 3, Anforderungen an Bauteile nach EN 13501-2:2016-12

Zum Beispiel: REI 30 ist ein Wand, die

- im Brandfall 30 Minuten lang tragfähig bleibt (R)
- 30 Minuten das Feuer daran hindert auf anliegende Räume überzugreifen. (E)
- die Hitze 30 Minuten lang von anliegenden Bereichen isoliert. (I)

Bauteile im VKF-Standard

Nach dem VKF-Standard gibt es folgende Klassifikationen:

F	Tragende Bauteile; tragende raumabschliessende Bauteile; nichttragende raumabschliessende Bauteile
R	Rauch- und flammendichte Abschlüsse
K	Brandschutzklappen
S	Abschottungen
t	Feuerwiderstandsdauer, entspricht der Mindestzeit in Minuten, während der ein Bauteil die an ihn gestellten Anforderungen erfüllen muss.

Tabelle 4, Anforderungen an Bauteile nach VKF-Standard

Brandschutzabstände, Tragwerke und Brandabschnitte

Die vorgeschriebenen Brandschutzabstände liegen zwischen 4 m und 10 m. Brandabschnitte sind in grösseren Gebäuden und bei erhöhter Brandgefahr gefordert. Tragwerke müssen grundsätzlich 30 Minuten lang dem Feuer standhalten. Die Anforderungen sind in der Brandschutzrichtlinie [15-15 Brandschutzabstände Tragwerke Brandabschnitte](#) geregelt.

Flucht- und Rettungswege

Bei Flucht- und Rettungswegen gilt grundsätzlich eine minimale Breite von 1.20m und eine maximale Länge von 35m. Notausgänge müssen mindestens 90 cm breit sein. Ab einer Belegung von 200 Per-

sonen steigen die Anforderungen. Fluchtwege und Notausgänge müssen klar und deutlich markiert sein. Die Anforderungen sind in den Brandschutzrichtlinien [16-15 Flucht- und Rettungswege](#) geregelt.

Technischer Brandschutz

Bei erhöhtem Gefahrenpotential sind auch Einrichtungen des Technischen Brandschutzes gefordert. Diese existieren für den Zweck das Ausmass im Schadensfall zu reduzieren und bilden so die Brücke zwischen Brandschutz und Intervention.

Brandmeldeanlagen (BMA)

Brandmeldeanlagen haben den Zweck Gebäude und Anlagen autonom zu überwachen. Welche Bereiche in einem Gebäude überwacht werden müssen, ist in der Brandschutzrichtlinie [20-15 Brandmeldeanlagen](#) geregelt. Dort sind auch die verschiedenen Arten der Melder beschrieben. Die Anlagen sind in der Lage nach innen (Personen im Gefahrenbereich) und nach aussen (Rettungskräfte) zu alarmieren.

Rauch- und Wärmeabzugsanlagen (RWA)

Rauch- und Wärmeabzugsanlagen sind im Gebäude festinstallierte Lüftungsanlagen. Die Faktoren, die entscheiden wo und in welchem Ausmass eine RWA benötigt wird sind vielfältig. Dies ist in der Brandschutzrichtlinie [21-15 Rauch- und Wärmeabzugsanlagen](#) detailliert beschrieben. Sie erhöhen die Sicherheit für Flüchtende und Rettungskräfte zugleich in dem sie Schadstoffe in der Luft reduzieren und die Sicht im Falle einer Rauchbildung verbessern.

Löscheinrichtungen

Löschgeräte und Löschleitungen müssen gut erkennbar und leicht zugänglich installiert sein. Wo nötig ist ihr Standort durch Markierungen oder Hinweistafeln zu kennzeichnen. In der Brandschutzrichtlinie [18-15 Löscheinrichtungen](#) sind die Anforderungen geregelt. Feuerlöscher sind innerhalb von Brandabschnitten in unmittelbarer Nähe von Raumausgängen, die als Fluchtweg dienen, oder in Fluchtwegen (z. B. Korridoren und Vorplätzen) bereitzustellen.

Weitere Bestandteile des Technischen Brandschutzes sind:

Sicherheitsbeleuchtung: [17-15 Kennzeichnung von Fluchtwegen Sicherheitsbeleuchtung](#)

Sprinkleranlagen: [19-15 Sprinkleranlagen](#)

Blitzschutzsysteme: [22-15 Blitzschutzsysteme](#)

Organisatorischer Brandschutz

Eigentümer und Nutzer grössere oder besonders gefährdeter Gebäude und Anlagen müssen die Personensicherheit gewährleisten können. Sie sind für die Umsetzung der baulichen, technischen und organisatorischen Brandschutzmassnahmen verantwortlich. Geregelt werden diese Massnahmen in der Brandschutzrichtlinie [12-15 Brandverhütung und organisatorischer Brandschutz](#).

Ein Auszug der wichtigsten Punkte:

- Sicherheitsorganisation Brandschutz (Konzepte für Alarmierung und Einsätze)
- Planung für den Brandfall (Planung, Dokumentation und Übung)
- Planung einer Evakuierung (Planung, Dokumentation und Übung)

- Brandbekämpfungskonzepte (Feuerwehrpläne)
- Instandhaltungs- und Kontrollpflicht (Fortlaufende Kontrolle, Anpassen der Konzepte)

Dieses Kapitel zeigt wie vielschichtig und komplex der Brandschutz in der Schweiz ist. Gibt aber auch einen Aufschluss über das Digitalisierungspotential, da viele Werte tabellarisch sind und dadurch ein grosses Potential zur Teil- oder auch Vollautomatisierung bieten.

2.1.3 BIM und Brandschutz in der Schweiz

Ein wegweisendes Werk in diesem Bereich ist die Diplomarbeit von Urs Käser (Käser, 2018), die als Grundstein für die BIM&BS Bewegung in der Schweiz gilt. Diese Arbeit analysiert die Potenziale und Herausforderungen der BIM-Implementierung im Brandschutz und bietet konkrete Handlungsempfehlungen für die Praxis.

Die Diplomarbeit von Urs Käser, eingereicht im Jahr 2018, stellt einen wichtigen Meilenstein für die Anwendung von BIM im Brandschutz dar. Käser untersucht die Auswirkungen von BIM auf Fachplaner im Brandschutz und formuliert praxisnahe Empfehlungen für die Implementierung dieser Technologie.

Käser setzt sich das Ziel, die Konsequenzen der BIM-Implementierung für das Projektmanagement, die Projektprozesse und die Qualitätssicherung im Brandschutz zu analysieren. Seine Methodik umfasst eine umfassende Literaturrecherche sowie empirische Untersuchungen durch Umfragen und Interviews mit Stakeholdern aus der Brandschutzbranche.

Wesentliche Erkenntnisse:

- Technologische Integration und Standardisierung: BIM ermöglicht eine durchgängige Nutzung digitaler Gebäudemodelle über den gesamten Lebenszyklus. Für eine erfolgreiche Implementierung sind Investitionen in IT-Infrastruktur, Standardisierung und Ausbildung notwendig.
- Projekt- und Prozessmanagement: BIM verändert die Projektabläufe und die Art der Zusammenarbeit erheblich. Klare Definitionen von Aufgaben und Verantwortlichkeiten sind erforderlich, um die Effizienz zu steigern.
- Qualitätssicherung: BIM verbessert die Datenkonsistenz und die Nachvollziehbarkeit von Planungsprozessen, was die Qualitätssicherung im Brandschutz unterstützt.

Handlungsempfehlungen:

Käser empfiehlt eine umfassende Strategie zur Einführung von BIM, einschliesslich der Personalentwicklung und der Anpassung bestehender Prozesse und Organisationsstrukturen. Diese Empfehlungen bieten eine wertvolle Orientierung für Unternehmen und Institutionen, die BIM in ihre Prozesse integrieren möchten.

Bedeutung für die BIM&BS Bewegung

Die Arbeit von Urs Käser trägt massgeblich zur Förderung und Standardisierung der Nutzung von BIM im Brandschutz in der Schweiz bei. Sie zeigt nicht nur die technischen und organisatorischen Voraussetzungen für die Implementierung von BIM, sondern betont auch die strategische Bedeutung dieser Technologie für die zukünftige Entwicklung der Branche. Die detaillierten Handlungsempfehlungen unterstützen Unternehmen dabei, BIM erfolgreich zu implementieren und die Effizienz und Qualität in der Brandschutzplanung zu verbessern.

IG BIM&BS

Auf Grundlage der Diplomarbeit von Urs Käser wird die Interessengemeinschaft BIM & Brandschutz (IG BIM&BS) gegründet, bei der Käser als Gründungsmitglied fungiert. Das erste Arbeitspapier dieser Interessengemeinschaft, "Modellbasierte Brandschutzplanung – Planer | Spezialisten | Behörde", stellt die praktischen Anwendungen und die standardisierte Vorgehensweise bei der Nutzung von BIM im Brandschutz dar.

Das Arbeitspapier der IG BIM&BS zielt darauf ab, ein gemeinsames Verständnis zwischen Planern, Spezialisten und Behörden zu vertiefen und die Leistungsfähigkeit digitaler Bauwerksmodelle für die Anforderungen der Brandschutzplanung aufzuzeigen. Es bietet eine detaillierte Beschreibung der Methoden, Prozesse und Definitionen für eine modellbasierte Brandschutzplanung und schafft Möglichkeiten zur digitalen Prüfung von Brandschutzkonzepten.

Wesentliche Inhalte

- Rahmenbedingungen Informationsmanagement: Das Papier beschreibt die Normen und Standards, insbesondere das IDM framework (ISO 29481-1:2016), welche die Grundlage für die modellbasierte Zusammenarbeit bilden.
- Prozessdefinition und Informationsanforderung: Es definiert den Gesamtprozess von Entwurf bis Realisierung in sinnvolle Teilprozesse und beschreibt den Informationsfluss zwischen den beteiligten Stakeholdern.
- Spezifische Anforderungen: Die besonderen Anforderungen an Brandschutzplanung, wie die Dokumentation der Anforderungen und Planungsinformationen an Bauteilen, werden detailliert erläutert.
- Qualitätssicherung: Das Papier legt Wert auf die Qualitätssicherung im Brandschutz durch definierte Informationslieferungen und maschinenlesbare Formate für den Datenaustausch.

Bedeutung für die Praxis

Das Arbeitspapier der IG BIM&BS bietet eine wertvolle Grundlage für die praktische Anwendung von BIM im Brandschutz. Es fördert die Nutzung integraler Prozesse und offener Standards und liefert konkrete Anleitungen für die Zusammenarbeit zwischen Planern, Spezialisten und Behörden. Die detaillierten Prozessbeschreibungen und Informationsanforderungen tragen zur Effizienzsteigerung und Qualitätsverbesserung in der Brandschutzplanung bei.

Die Erkenntnisse und Empfehlungen aus der Arbeit von Urs Käser und dem Arbeitspapier der IG BIM&BS legen den Grundstein für die weitere Forschung im Bereich BIM und Brandschutz. Sie zeigen jedoch auch auf, dass es noch ungelöste Herausforderungen und Forschungslücken gibt, die in zukünftigen Studien adressiert werden müssen. Diese umfassen die Weiterentwicklung von Standards, die Integration neuer Technologien und die Anpassung an spezifische Bedürfnisse der Praxis. Diese Aspekte werden im Kapitel 2.3.2 "Forschungslücken" ausführlich behandelt.

2.2 Stand der Praxis

Die Anwendung von Building Information Modeling (BIM) im Brandschutz befindet sich in einem Entwicklungsstadium, das durch zahlreiche vielversprechende Ansätze und Innovationen gekennzeichnet ist. Trotz der erheblichen Vorteile, die BIM bieten kann, bestehen noch Herausforderungen, die eine flächendeckende Implementierung verzögern. Dieses Kapitel beleuchtet die aktuellen Anwendungsszenarien, Herausforderungen und Lösungsansätze im Bereich des Brandschutzes unter Verwendung von BIM.

2.2.1 Aktuelle Anwendung

In informellen Gesprächen an der Swissbau und während Anlässen der IG BIM&BS hat sich ergeben, dass die Anwendung von BIM in der Brandschutzplanung nahezu nicht vorhanden ist. Die einzigen Brandschutzplanenden die bereits Erfahrungen mit Projekten haben, sind diejenigen die eine Abteilung einer grösseren Planungsfirma sind. Dort geben die betriebsinternen Standards vor, dass sie auch mit BIM arbeiten müssen. Die Planung geschieht herkömmlich in 2D und erst nach dem diese abgeschlossen ist wird mit dem Informieren des Modells begonnen. Die Daten wurden primär als Baudokumentation abgelegt und nicht während des Planungsprozesses genutzt.

Auf der ausführenden Seite sind die Firmen AGI und Siemens, diejenigen die an der Swissbau hervorgestochen sind. AGI kann Brandschutzabschottungen mit BIM Modellen generieren und auf Basis dessen Offerten und die Grundlage für Ausführungsplanungen erzeugen (AGI AG, 2024).

Siemens hat als Weiterentwicklung Ihrer Überwachungssoftware sämtliche Elemente des technischen Brandschutzes aus Ihrem Sortiment eingebunden. Sie erzeugen aus dem nachgeführten BIM-Modell einen «Building Twin» (Siemens, 2024).

2.2.2 Herausforderungen und Lösungsansätze

Bestrebungen im Baubewilligungsverfahren

Eine der Hauptbestrebungen der IG BIM&BS ist es, das Baubewilligungsverfahren sowohl für die Planenden als auch für die prüfende Behörde zu vereinfachen und zu beschleunigen (*BIM & Brandschutz im Pilotprojekt*, 2024). Dies könnte durch die Nutzung von BIM als Prüfungsgrundlage erreicht werden. Die IG BIM&BS behauptet, dass die Einführung von BIM-gestützten Verfahren die Transparenz und Effizienz des Prüfprozesses verbessern würde. Durch die Standardisierung und Digitalisierung der Planunterlagen könnten Doppelarbeiten vermieden und der gesamte Prozess von der Planung bis zur Bewilligung optimiert werden (*BIM & Brandschutz im Pilotprojekt*, 2024).

Rechtliche Situation im Kanton Basellandschaft

Im Kanton Basellandschaft übernimmt das Brandschutz-Inspektorat, eine Abteilung der Basellandschaftlichen Gebäudeversicherung (BGV), die Prüfung und Abnahme von Bau-, Einrichtungs- und Mutationsgesuchen. Diese Aufgabe wurde vom Bauinspektorat (BIT) an das Brandschutz-Inspektorat übertragen, welches somit als zentrale Brandschutzfachstelle des Kantons fungiert (Basellandschaftliche Gebäudeversicherung BGV, 2024).

Eine bedeutende Herausforderung in Bezug auf die Digitalisierung und den Einsatz von Building Information Modeling (BIM) im Brandschutz liegt in der aktuellen Praxis und den rechtlichen Vorgaben des Kantons. Obwohl BIM erhebliche Vorteile für die Planung und Ausführung im Brandschutz bietet, wie verbesserte Datenkonsistenz und Qualitätssicherung, gibt es rechtliche Hürden, die die vollständige Implementierung behindern.

Aktuelle rechtliche Rahmenbedingungen

Laut den gesetzlichen Vorgaben im [Raumplanungs- und Baugesetz \(RBG\) vom 08.01.1998](#) des Kantons Basellandschaft, insbesondere § 118, sind die Zuständigkeiten im Baupolizei- und Baubewilligungswesen klar geregelt:

Aus dem Wortlaut von § 118 Abs. 1-3 RBG ergibt sich, dass das Baupolizei- und Baubewilligungswesen grundsätzlich Sache des Kantons ist, wobei der Regierungsrat die spezifischen Zuständigkeiten und Verfahren festlegt. Gemeinden können diese Aufgaben übernehmen, sofern sie über eine geeignete Organisation verfügen und ein entsprechendes Ersuchen stellen.

Aus dem Wortlaut von § 119 Abs. 1-3 RBG ergibt sich, dass für Bauvorhaben, die mehrere Bewilligungen erfordern, das Baubewilligungsverfahren als Leitverfahren zu koordinieren ist. Die Baubewilligungsbehörde ist hierbei für die Koordination zuständig. Bei koordinierten Verfahren sind Verfügungen mehrerer Behörden bei einer einheitlichen Rechtsmittelinstanz anfechtbar.

Spezifische Bestimmungen zur Einreichung von Baugesuchen

Gemäss der Verordnung zum [Raumplanungs- und Baugesetz \(RBV\) vom 27.10.1998](#) sind detaillierte Anforderungen an die Unterlagen für Baugesuche festgelegt:

§ 87 Abs. 2 RBV, sagt aus dass dem Baugesuch müssen unter anderem ein aktueller Situationsplan, ein Grundbuchauszug, eine Nutzungsberechnung und detaillierte Projektpläne beigelegt werden.

§ 87 Abs. 3 RBV, sagt aus, dass zusätzlich sind spezialisierte Nachweise, wie energietechnische Nachweise und Nachweise über bauliche Zivilschutzmassnahmen, einzureichen.

Obwohl diese Anforderungen vielfältig sind, gibt es keine ausdrückliche Erwähnung von BIM-Standards wie dem IFC-Modell in der aktuellen Verordnung. Dies führt zu der Situation, dass das Brandschutz-Inspektorat keine BIM-basierte Prüfung von Baugesuchen durchführen kann, solange das BIT selbst keine IFC-Modelle akzeptiert.

Bewertung der rechtlichen Grundlage

Die Analyse der rechtlichen Grundlage, insbesondere der Paragraphen im Raumplanungs- und Baugesetz (RBG) und in der Verordnung zum Raumplanungs- und Baugesetz (RBV), zeigt, dass die Definition der einzureichenden Unterlagen im Baugesuchsverfahren zwar detailliert, aber nicht abschliessend ist.

§ 87 Abs. 4 RBV: «Die Baubewilligungsbehörde kann: a. weitere Unterlagen verlangen oder auf die Einreichung bestimmter Unterlagen verzichten.»

Diese Regelung bietet theoretisch Spielraum für die Akzeptanz von digitalen BIM-IFC-Modellen als Teil der Baugesuchsdokumentation.

Dieser Punkt deutet darauf hin, dass die rechtlichen Hürden für die BIM-Implementierung weniger in den Gesetzen selbst als vielmehr in der Auslegung und praktischen Handhabung durch die zuständigen Behörden liegen. Eine gezielte Anpassung der Verfahrensvorgaben durch das Bauinspektorat könnte die Akzeptanz und Nutzung von BIM-Modellen erheblich erleichtern und somit eine effizientere und modernere Prüfung und Genehmigung von Baugesuchen ermöglichen.

Zusammenfassend zeigt sich, dass die rechtlichen Rahmenbedingungen im Kanton Basellandschaft zwar Herausforderungen darstellen, aber auch Potenziale bieten, durch gezielte Anpassungen und die Förderung der BIM-Implementierung erhebliche Verbesserungen im Bau- und Bewilligungsverfahren zu erreichen.

Neben dieser Herausforderung ist zu Erwähnen, dass die grösste Herausforderung, die nicht vorhandene Bestellung dieser Informationen ist. Die Auftraggebenden nehmen es hin, dass die Brandschutzplanenden in 2D arbeiten und so sehen sich viele Brandschutzplanende auch nicht gezwungen zu handeln. Dieser Schritt wird sich noch hinziehen, da die einheitlichen Informationsanforderungen durch die IG BIM&BS noch nicht publiziert sind.

2.3 Stand der Forschung

Seit der Veröffentlichung des Arbeitspapiers der IG BIM&BS ist einiges passiert. Die IG hat mit ihren stetig steigenden Mitgliederzahlen und ihrem Auftreten im öffentlichen Raum an Relevanz gewonnen. Bis ende des Jahres 2024 sollen nun auch die Ergebnisse des internen Projektes "Standards für Informationen in Modellen" bis und mit zum Schritt der Baubewilligung veröffentlicht werden (Interessengemeinschaft BIM & Brandschutz, 2024a). Ziel des Projektes ist ein sogenanntes Information Delivery Manual (IDM) für modellbasierte Brandschutzprozesse zwischen Planer, Spezialisten und Behörden zu erstellen. In Kapitel 0 wurde mit einer Vorabversion dieser IDM gearbeitet.

2.3.1 Jüngste Entwicklungen

Das Forschungsprojekt "eGovernment im Brandschutz" der Fachhochschule Nordwestschweiz erforscht innovative Ansätze zur Nutzung digitaler Bauwerksmodelle in der Brandschutzprüfung, speziell im Rahmen des Baubewilligungsverfahrens (FHNW, 2023). Dieses Vorhaben, unterstützt durch die Gebäudeversicherung Bern, zielt darauf ab, die Brandschutzprüfung durchgängig auf Basis digitaler Modelle zu realisieren. Das Projekt demonstriert am Beispiel des "Waldeggstrasse Liebefeld" Projekts, wie formale und fachliche Prüfkriterien effizient in digitalen Umgebungen umgesetzt werden können. Der Einsatz von Building Information Modeling verspricht, Präzision und Effizienz der Brandschutzprüfungen signifikant zu erhöhen, unterstützt durch die sorgfältige Evaluierung geeigneter Softwarelösungen und die Entwicklung von praxisrelevanten Prüfregele.

Im Zuge der Präsentation der Forschungsergebnisse an der Swissbau 2024, wurde das Potenzial von BIM zur Verbesserung der Qualitätssicherung in der Planungsphase und bei digitalen Baueingaben hervorgehoben (*BIM & Brandschutz im Pilotprojekt*, 2024). Die Integration von Brandschutzmassnahmen in BIM-Modelle bietet innovative Lösungsansätze, um Herausforderungen in der Koordination und Kommunikation zwischen den beteiligten Akteuren zu begegnen. Besonders hervorzuheben ist dabei der Ansatz des Planers Losinger Marazzi, der einen datenbankbasierten Weg mittels DRofus verfolgte, während die Gebäudeversicherung Bern einen regelbasierten Ansatz mit BIMPermit erprobte, der auch visuelle Prüfungen umfasst.

Die Entwicklung von Standards für den Datenaustausch und eine systematische Vorgehensweise bei der Datenerfassung und -prüfung verbessern die Zusammenarbeit aller Stakeholder erheblich. Die positive Resonanz auf das Projekt unterstreicht die Notwendigkeit weiterer Forschung und Entwicklung in diesem Bereich, um die Sicherheit und Effizienz in Bauprojekten durch den gezielten Einsatz von BIM-Technologien weiter voranzutreiben.

Weitere noch laufende Projekte sind:

Innosuisse eBrandschutz

Das Projekt eBrandschutz zielt darauf ab, maschinenlesbare Datengrundlagen für den Brandschutz zu entwickeln. Dies soll den Workflow und die Qualitätssicherung über die Phasen Entwurf, Planung (Bewilligungen) und Ausführung (Abnahmen) hinweg digitalisieren und in die BIM-Methode integrieren.

ren. Eine wesentliche Innovation ist die Schaffung einer Applikation auf Basis der „einheitlichen Informationsanforderungen“ der IG BIM & Brandschutz. Dieses Tool prüft und validiert erstmals direkt die VKF Brandschutzvorschriften sowie die entsprechenden Informationsanforderungen am BIM-Modell (Interessengemeinschaft BIM & Brandschutz, 2024b; Schweizerische Eidgenossenschaft, 2022).

Pilotprojekts Schulhaus

Im Zuge der Planung eines Schulhausprojekts einer renommierten Bauherrschaft werden die von der Interessengemeinschaft BIM & Brandschutz erstellten Informationsanforderungen praktisch angewendet und auf ihre Umsetzbarkeit untersucht. Das zentrale Ziel besteht darin, den Mehrwert digitaler Bauwerksmodelle für den Brandschutz aufzuzeigen, ihre praktische Anwendbarkeit zu testen und die Informationsanforderungen der IG BIM&BS zu validieren.

Weiterhin werden zusätzliche Anwendungsfälle bis hin zum Betrieb und zum organisatorischen Brandschutz geprüft (Interessengemeinschaft BIM & Brandschutz, 2024b).

2.3.2 Forschungslücken

Trotz der Fortschritte und jüngsten Entwicklungen im Bereich BIM und Brandschutz gibt es weiterhin bedeutende Forschungslücken, die adressiert werden müssen, um die volle Integration und Nutzung dieser Technologien zu ermöglichen. Die folgenden Punkte fassen die wichtigsten Forschungslücken zusammen:

1. Standardisierung und Normierung:

Eine der grössten Herausforderungen bleibt die Standardisierung von Datenstrukturen und Prozessen zur Sicherstellung der Interoperabilität zwischen verschiedenen Softwarelösungen und Stakeholdern. Zwar wurden erste Schritte mit der Entwicklung eines Information Delivery Manuals (IDM) und verschiedenen Pilotprojekten unternommen, diese Decken aber nur den Prozess bis zur Baueingabe ab. Sämtliche weitere Prozesse im Gebäudezyklus sind noch unerforscht.

2. Praktische Anwendung und Skalierbarkeit:

Während Pilotprojekte wie das "Waldeggstrasse Liebefeld" Projekt und das Schulhausprojekt bereits jetzt schon vielversprechende Ergebnisse liefern, ist die praktische Anwendung von BIM im Brandschutz auf breiterer Basis noch nicht umfassend untersucht. Es fehlt an umfangreichen Fallstudien, die die Skalierbarkeit und den langfristigen Nutzen der Technologie in unterschiedlichen Bauprojekten und -phasen beleuchten.

3. Qualitätssicherung und Validierung:

Die Qualitätssicherung im Brandschutz ist ein zentrales Thema. Es bedarf weiterer Forschung, um BIM gestützte oder automatisierte Prüfverfahren zu entwickeln und zu validieren, die eine effiziente und zuverlässige Überprüfung der Planungs- und Leistungsinformationen ermöglichen. Diese Verfahren sollten nicht nur technische Aspekte berücksichtigen, sondern auch regulatorische Anforderungen und praxisbezogene Anwendungsfälle.

4. Integration neuer Technologien:

Die Integration von aufkommenden Technologien wie IoT, AR/VR und künstlicher Intelligenz in BIM-gestützte Brandschutzlösungen ist ein vielversprechender Forschungsbereich. Bisherige Studien, wie

die von (Chen et al., 2021), zeigen das Potenzial dieser Technologien, aber umfassende Untersuchungen und praktische Anwendungen fehlen noch. Die Weiterentwicklung und Integration dieser Technologien könnten den Zugzwang auf die Brandschutzplanenden weiter erhöhen.

5. Menschliche und organisatorische Faktoren:

Die erfolgreiche Implementierung von BIM im Brandschutz hängt nicht nur von technischen Lösungen ab, sondern auch von der Akzeptanz und dem Engagement der beteiligten Akteure. Es ist notwendig, die menschlichen und organisatorischen Faktoren zu erforschen, die den Einsatz von BIM beeinflussen. Dazu gehören Schulungs- und Weiterbildungsprogramme, Change-Management-Strategien sowie die Förderung einer kooperativen und integrativen Arbeitskultur.

6. Anpassung an spezifische Bedürfnisse der Stakeholder:

Obwohl erste Ansätze zur Anpassung von BIM-Prozessen an spezifische Brandschutzanforderungen existieren, gibt es noch Lücken in der Anpassung dieser Prozesse an unterschiedliche Gebäudetypen und Nutzungsphasen. Insbesondere der organisatorische Brandschutz und der Betrieb von Gebäuden bieten Bereiche, die einer vertieften Forschung bedürfen, um die spezifischen Anforderungen und Herausforderungen zu adressieren.

Schlussfolgerung

Die Identifizierung und Bearbeitung dieser Forschungslücken ist entscheidend für die Weiterentwicklung und Etablierung von BIM im Brandschutz. Durch gezielte Forschung und die Zusammenarbeit zwischen Wissenschaft, Industrie und Behörden können die bestehenden Herausforderungen bewältigt und neue Lösungsansätze entwickelt werden. Dies wird nicht nur zur Effizienzsteigerung und Qualitätsverbesserung in der Brandschutzplanung beitragen, sondern auch die Sicherheit von Bauprojekten insgesamt erhöhen.

3 Forschungsfragen und Methodik

3.1 Hauptforschungsfrage und Unterfragen

Die Hauptforschungsfrage dieser Arbeit lautet:

Wie können Brandschutzinformationen in einem BIM-Modell so integriert werden, dass sie sowohl im Planungsprozess von Fachplanern als auch in der Nutzungsphase von Feuerwehren effektiv genutzt werden können?

Diese Frage stellt den Mittelpunkt der Untersuchung dar und zielt darauf ab, ein tieferes Verständnis für die Möglichkeiten der Integration und Nutzung von Brandschutzinformationen in BIM-Modellen zu entwickeln. Die Beantwortung dieser Frage ist entscheidend, um die Lücke zwischen der theoretischen Kapazität von BIM und der praktischen Anwendung im Bereich des Brandschutzes zu schließen.

Um diese Hauptforschungsfrage umfassend zu beantworten, werden folgende Unterfragen herangezogen, die unterschiedliche Facetten des Problems beleuchten und zusammen ein ganzheitliches Bild der Thematik zeichnen:

Welche Ansprüche haben die verschiedenen Stakeholder, insbesondere Brandschutzplanende, Fachplanende, Feuerwehren und Gebäudeversicherungen?

Diese Unterfrage zielt darauf ab, die spezifischen Bedürfnisse und Erwartungen der involvierten Gruppen zu identifizieren. Durch ein tiefgreifendes Verständnis dieser Anforderungen kann sichergestellt werden, dass die Integration von Brandschutzinformationen in BIM-Modelle den verschiedenen Anwendern den grösstmöglichen Nutzen bietet.

Welchen Mehrwert bietet BIM für diese Stakeholder?

Hier wird untersucht, inwiefern BIM die Arbeit der verschiedenen Stakeholder verbessern kann. Es wird erwartet, dass BIM nicht nur die Effizienz und Präzision in der Planungsphase erhöht, sondern auch in der Nutzungsphase signifikante Vorteile, wie beispielsweise eine verbesserte Informationsverfügbarkeit und Entscheidungsunterstützung für die Feuerwehr, bietet.

Wie kann ein Prozess zur Integration von Brandschutzanforderungen und zur Überprüfung von Brandschutzinformationen in BIM-Modelle gestaltet werden?

Die dritte Unterfrage fokussiert auf die Entwicklung eines praktikablen und effektiven Prozesses zur Einbindung von Brandschutzinformationen in BIM-Modelle. Dies beinhaltet die Klärung, wie solche Informationen erfasst, strukturiert und in den Planungs- und Nutzungsphasen zugänglich gemacht werden können.

Diese Unterfragen dienen als Leitfaden für die Untersuchung und tragen dazu bei, ein umfassendes Verständnis für die Integration von Brandschutzinformationen in BIM-Modelle zu entwickeln. Durch die Beantwortung dieser Fragen soll nicht nur der aktuelle Stand der Technik erfasst, sondern auch konkrete Lösungsansätze und Handlungsempfehlungen für die Praxis abgeleitet werden. Die Antworten auf diese Fragen bilden die Grundlage für die Entwicklung eines integrativen Modells, das die Anforderungen aller Stakeholder berücksichtigt und somit die Sicherheit und Effizienz im Brandschutz nachhaltig verbessert.

3.2 Forschungsdesign und Methodologie

Beschreibt den methodischen Ansatz und das Forschungsdesign.

3.2.1 Forschungsansatz

Die Entscheidung für einen praxisorientierten Forschungsansatz in dieser Arbeit spiegelt das Bestreben wider, Forschung zu betreiben, die direkte Anwendung in der Praxis findet. Ziel ist es, Unternehmen, die den Übergang von 2D-CAD zu BIM-Modellierung vollziehen möchten, nicht nur theoretische Grundlagen, sondern auch praktisch anwendbare Lösungen an die Hand zu geben. Dieser Ansatz ist besonders relevant für die Integration von Brandschutzinformationen in BIM-Modelle, wo praxisnahe Erkenntnisse essentiell für die Entwicklung effektiver und effizienter Prozesse sind.

Um tiefgreifende Einblicke in die Anforderungen, Herausforderungen und Perspektiven der Stakeholder zu gewinnen, wurde eine qualitative Forschungsmethode in Form von Expertengesprächen gewählt. Diese Methode ermöglicht es, komplexe Themen detailliert zu erkunden und kritische, vielleicht auch unerwartete Informationen direkt von den Beteiligten zu erhalten. Die Interaktion mit Menschen, insbesondere mit denen, die eine positive Haltung gegenüber BIM aufweisen, bietet die Gelegenheit, ein umfassendes Verständnis für die bestehenden Praktiken und die damit verbundenen Herausforderungen zu entwickeln.

Eine potenzielle Schwierigkeit dieses Forschungsansatzes könnte jedoch in der Auswahl der Interviewteilnehmenden liegen. Die bewusste Entscheidung, Gespräche vorwiegend mit BIM-befürwortenden Personen zu führen, birgt das Risiko, dass die gewonnenen Erkenntnisse eine zu optimistische Sicht auf die Anwendung von BIM im Brandschutz wiedergeben und möglicherweise nicht die vollständige Realität abbilden. Diese Einschränkung der Perspektivenvielfalt könnte dazu führen, dass Herausforderungen und Bedenken, die von skeptischeren oder weniger erfahrenen Nutzern geäußert werden könnten, unterrepräsentiert bleiben.

Um dieser Limitation zu begegnen und ein ausgewogenes Bild der Anwendbarkeit von BIM im Brandschutz zu zeichnen, wird die Bedeutung einer sorgfältigen Analyse und Reflexion der gesammelten Daten hervorgehoben. Dies beinhaltet die kritische Bewertung der Informationen im Kontext der bestehenden Literatur und der Erfahrungen anderer Stakeholder im Bereich des Brandschutzes. Durch diese umfassende Betrachtung wird angestrebt, ein realistisches und praktikables Modell für die Integration von Brandschutzinformationen in BIM-Modelle zu entwickeln, das die Anforderungen und Herausforderungen aller Beteiligten berücksichtigt.

3.2.2 Methoden der Datenerhebung

Für ein umfassendes Verständnis der Integration von Brandschutzinformationen in BIM-Modelle wendet diese Studie verschiedene Datenerhebungsmethoden an. Diese Methoden umfassen qualitative Expertengespräche, die Analyse wissenschaftlicher Literatur sowie die Auswertung von Arbeitsunterlagen der Interessengemeinschaft BIM & Brandschutz (IG BIM&BS).

Qualitative Expertengespräche

Statt formeller Interviews führt diese Arbeit gezielte Expertengespräche durch, um tiefe Einblicke in die Praxis und Perspektiven der direkt beteiligten Akteure zu gewinnen. Die Auswahl der Experten basiert auf deren Bereitschaft zur Teilnahme sowie auf ihrer Expertise und ihrer Rolle im Prozess der BIM-Implementierung. Die Expertengespräche ermöglichen es, wertvolle Informationen zu Herausfor-

derungen, Erfolgsfaktoren und den spezifischen Anforderungen an die Integration von Brandschutzinformationen in BIM-Modelle zu sammeln.

Literaturanalyse

Die wissenschaftliche Literatur stellt eine solide Grundlage für das Verständnis des aktuellen Forschungsstands und der theoretischen Konzepte hinter BIM und Brandschutz dar. Eine sorgfältige Analyse relevanter Papers und Veröffentlichungen erlaubt es, bestehende Ansätze und Methoden zur Integration von Brandschutzinformationen in BIM-Modelle zu identifizieren. Diese Literaturanalyse hilft, die Erkenntnisse aus den Expertengesprächen in einen breiteren wissenschaftlichen und praktischen Kontext zu setzen.

Auswertung von Arbeitsunterlagen der IG BIM&BS

Die Arbeitsunterlagen der Interessengemeinschaft BIM & Brandschutz (IG BIM&BS) dienen als weitere wichtige Informationsquelle. Durch die Analyse dieser Unterlagen erlangt die Studie ein tieferes Verständnis der praktischen Umsetzung und der spezifischen Herausforderungen bei der Anwendung von BIM im Brandschutz. Besonders wertvoll sind Dokumente, die Einblicke in bestehende Arbeitsabläufe, Standards und Richtlinien bieten, welche die Integration von Brandschutzinformationen in BIM-Modelle betreffen.

Zusammenfassung

Die Kombination dieser drei Datenerhebungsmethoden ermöglicht eine umfassende und mehrdimensionale Untersuchung der Forschungsfrage. Während die Expertengespräche direkte, praxisnahe Einblicke und individuelle Erfahrungen bereitstellen, bietet die Literaturanalyse eine fundierte theoretische Basis, und die Arbeitsunterlagen der IG BIM&BS ergänzen die Erkenntnisse um praxisorientierte Anwendungsfälle und Richtlinien. Diese methodische Vielfalt stärkt die Glaubwürdigkeit der Forschungsergebnisse und bildet eine solide Grundlage für die Entwicklung praxisrelevanter Empfehlungen zur Integration von Brandschutzinformationen in BIM-Modelle.

3.2.3 Analyseverfahren

In dieser Studie wird ein adaptiver Ansatz für die Datenerhebung und -analyse gewählt, der sich insbesondere auf Expertengespräche, die Sichtung relevanter Literatur und die Auswertung spezifischer Arbeitsunterlagen der IG BIM&BS stützt.

Analyse der Expertengespräche

Eine inhaltliche Analyse ermöglicht eine effiziente Auswertung der überschaubaren Datenmenge aus den Gesprächen. Besonderes Augenmerk wird auf die Identifizierung der von verschiedenen Stakeholdern als wichtig erachteten Aspekte gelegt. Die Informationen aus den Gesprächen werden systematisch aufbereitet, um ein klares Verständnis der Anforderungen und Perspektiven der unterschiedlichen Beteiligten zu erlangen.

Literaturanalyse

Die Analyse der Fachliteratur erfolgt durch ein selektives Durchsehen von Papern und das Markieren von relevanten Inhalten. Dieser Ansatz ermöglicht es, ein grundlegendes Verständnis für die beste-

henden Konzepte und Herausforderungen im Kontext von BIM und Brandschutz zu entwickeln. Die ausgewählten Veröffentlichungen dienen dazu, die Erkenntnisse aus den Expertengesprächen in einen breiteren wissenschaftlichen und praktischen Rahmen einzuordnen.

Analyse der Arbeitsunterlagen der IG BIM&BS

Ein zentrales Arbeitspapier der IG BIM&BS, welches den Gesamtprozess der Datenintegration und die erforderlichen IFC-Mappings beschreibt, dient als wichtige Informationsquelle. Die Auswertung dieser Unterlagen erlaubt ein detailliertes Verständnis der technischen und prozessualen Anforderungen an die Integration von Brandschutzinformationen in BIM-Modelle. Die darin enthaltenen Tabellen und Richtlinien unterstützen die praktische Umsetzung der Forschungsergebnisse.

Integration der Daten

Die Zusammenführung der Ergebnisse aus den verschiedenen Datenquellen erfolgt durch einen iterativen Abgleichprozess, um ein kohärentes Bild der Thematik zu erstellen. Die Triangulation der Datenquellen trägt dazu bei, die Glaubwürdigkeit und Zuverlässigkeit der Forschungsergebnisse zu erhöhen. Diese Methode validiert die Erkenntnisse durch verschiedene unabhängige Informationsströme und unterstreicht die Bedeutung der gewonnenen Einsichten.

Zukünftige methodische Überlegungen

Die angewandten Analyseverfahren reflektieren den Bedarf an einer flexiblen und praxisorientierten Herangehensweise zur Erforschung der Integration von Brandschutzinformationen in BIM-Modelle. Die Kombination aus direkten Experteneinblicken, Literaturgrundlagen und spezifischen Arbeitsanleitungen ermöglicht eine fundierte Auseinandersetzung mit der Thematik. Für zukünftige Forschungsarbeiten könnte die Anwendung weiterführender analytischer Techniken von Nutzen sein, um die Tiefe und Breite der Erkenntnisse weiter zu vergrößern.

4 Entwicklung des Handlungsleitfadens

4.1 Anforderungen und Bedürfnisse der Brandschutzplanenden

Die Integration von BIM in den Brandschutzprozess kennzeichnet einen tiefgreifenden Wandel, der weit über die traditionellen Grenzen der Brandschutzplanung hinausgeht. Dieser Wandel beeinflusst nicht nur die Planenden, sondern auch die Ausführenden, die Überwachenden und die Nutzenden von Gebäuden. Die Berücksichtigung der Anforderungen und Bedürfnisse aller am Brandschutzprozess Beteiligten ist daher essentiell für den Erfolg der BIM-Implementierung im Brandschutz.

Definition der Anforderungen und Bedürfnisse

Die Anforderungen und Bedürfnisse der am Brandschutzprozess Beteiligten umfassen eine breite Palette von Voraussetzungen, die für eine wirksame Brandschutzplanung, -umsetzung und -überwachung innerhalb des BIM-Prozesses erforderlich sind. Dazu gehören technische Spezifikationen, Informationsaustausch, interdisziplinäre Kommunikation sowie Modelle der Zusammenarbeit.

Bedeutung der Anforderungen und Bedürfnisse

Das tiefe Verständnis für die Anforderungen und Bedürfnisse aller am Brandschutzprozess Beteiligten ist aus mehreren Gründen zentral:

- Qualitätssicherung: Sicherstellung, dass alle Brandschutzmassnahmen den gesetzlichen Bestimmungen und Standards entsprechen.
- Effizienz: Verbesserung der Effizienz in allen Phasen des Lebenszyklus eines Gebäudes – von der Planung über die Ausführung bis hin zum Betrieb.
- Kollaboration: Förderung einer effektiven Zusammenarbeit zwischen allen Disziplinen, die am Brandschutz beteiligt sind.
- Innovation: Ermöglichung der Entwicklung und Implementierung innovativer Lösungsansätze für den Brandschutz durch den Einsatz von BIM.

Inklusion aller Beteiligten

Um die Anforderungen und Bedürfnisse umfassend zu erfassen, wurden Gespräche mit einem breiten Spektrum von Fachleuten geführt, die direkt oder indirekt am Brandschutzprozess beteiligt sind – von Brandschutzplanenden über Gebäudeversicherungen und Feuerwehren bis hin zu Baumanagern. Diese diversifizierte Expertise ermöglicht es, ein ganzheitliches Bild der notwendigen Anpassungen und Verbesserungen zu zeichnen, die durch die Integration von BIM in den Brandschutz realisiert werden können.

Zielsetzung des Kapitels

Dieses Kapitel zielt darauf ab, ein umfassendes Verständnis für die vielfältigen Anforderungen und Bedürfnisse zu entwickeln, die mit der Implementierung von BIM im Brandschutzprozess einhergehen. Es beleuchtet die Perspektiven und Herausforderungen aller am Prozess Beteiligten, um einen Weg für eine optimierte und inklusive Anwendung von BIM im Bereich des Brandschutzes zu ebnet.

4.1.1 Anforderungserhebung

Die Implementierung von BIM im Brandschutzprozess eröffnet neue Möglichkeiten für die Planung, Erstellung und den Betrieb von Gebäuden in Bezug auf die Sicherheit. Um diese Potenziale vollstän-

dig zu erschliessen, ist es essenziell, die spezifischen Anforderungen und Bedürfnisse der Beteiligten genau zu verstehen und sie innerhalb des BIM-Prozesses zu adressieren. Dieses Kapitel beleuchtet die diversen Anforderungen, die von den verschiedenen Stakeholdern während der Expertengespräche identifiziert werden.

Identifikation der Anforderungen

Die im Rahmen von BIM für den Brandschutz formulierten Anforderungen teilen sich in verschiedene Kategorien:

- Technische Spezifikationen: Diese umfassen die Notwendigkeit genauer, detaillierter Modelle von Brandschutzanlagen und die Integration von Sicherheitszonen sowie die Darstellung spezifischer Brandschutzelemente.
- Informationsaustausch und Datenmanagement: Hier wird die Wichtigkeit eines standardisierten, effizienten Austauschs von Brandschutzinformationen zwischen allen Beteiligten und über alle Phasen der Planung, Erstellung und des Betriebs von Gebäuden hervorgehoben.
- Interoperabilität: Diese bezieht sich auf die Notwendigkeit, unterschiedliche BIM-Tools und -Softwarelösungen nahtlos miteinander zu verbinden, um den Informationsfluss und die Zusammenarbeit zu verbessern.
- Schulung und Bildung: Die Bedeutung von Fortbildungen und Schulungen für alle am Brandenschutzprozess Beteiligten wird unterstrichen, um ihre Fähigkeiten im Umgang mit BIM-spezifischen Werkzeugen und Methodiken zu stärken.

Herausforderungen und Potenziale

Die Auseinandersetzung mit den Anforderungen führt unweigerlich auch zur Diskussion der damit verbundenen Herausforderungen, wie etwa der Komplexität der Datenintegration und dem Bedarf an spezifischen BIM-Kenntnissen. Gleichzeitig werden die Potenziale deutlich, die sich durch das Überwinden dieser Herausforderungen ergeben, einschliesslich einer verbesserten Planungsgenauigkeit, erhöhter Gebäudesicherheit und effizienteren Betriebsprozessen.

Praxisbeispiele und Lösungsansätze

Anhand konkreter Praxisbeispiele aus den Expertengesprächen lassen sich erfolgreiche Ansätze zur Integration der identifizierten Anforderungen in den BIM-Prozess aufzeigen. Diese Beispiele demonstrieren, wie durch angepasste Workflows, die Entwicklung von Plugins oder die Anwendung spezifischer BIM-Standards die Anforderungen und Bedürfnisse der Beteiligten effektiv adressiert werden können.

Zur systematischen Erfassung der spezifischen Anforderungen und Bedürfnisse der am Brandenschutzprozess beteiligten Akteure wurde ein detaillierter Gesprächsleitfaden entwickelt. Dieser Leitfaden diente als fundamentales Instrument, um die Gespräche strukturiert und zielgerichtet zu führen, und gewährleistete, dass alle relevanten Themenbereiche abgedeckt wurden.

Entwicklung des Gesprächsleitfadens

Der Gesprächsleitfaden wird mit dem Ziel konzipiert, eine offene und erzählgenerierende Kommunikation zu fördern, die es den Teilnehmenden ermöglicht, ihre Erfahrungen, Einsichten und Erwartungen bezüglich der Digitalisierung im Allgemeinen und BIM im Besonderen ausführlich zu teilen. Die Entwicklung des Leitfadens basiert auf einer Kombination aus selbst erdachten Fragen und solchen, die durch vorherige Gespräche und Literaturrecherchen inspiriert sind. Hierbei liegt ein besonderer Fokus darauf, sowohl die technischen als auch die sozialen Aspekte der BIM-Implementierung im Brandschutz zu erfassen.

Einstieg und Themensetzung

Der Leitfaden beginnt mit einer kurzen Vorstellung des Forschungsziels und klärt die Teilnehmenden über die Nutzung der erhobenen Daten auf. Zudem wird die Zustimmung zur Aufzeichnung der Gespräche eingeholt, um die Genauigkeit der Datenerfassung zu gewährleisten.

Hauptthemen

Die Hauptthemen des Leitfadens umfassen:

- Persönliche Vorstellung und Bezug zum Thema: Warm-up-Fragen zielen darauf ab, ein Verständnis für die berufliche Rolle und den Erfahrungshintergrund der Teilnehmenden zu entwickeln.
- Erfahrungen mit Digitalisierung und BIM: Fragen sind darauf ausgerichtet, den bisherigen Wissensstand und die Erfahrungen mit BIM zu erfassen.
- Erwartungen an BIM: Erkundung der potenziellen Vorteile und Herausforderungen, die die Teilnehmenden mit der Integration von BIM im Brandschutz verbinden.
- Zusammenarbeit und Kommunikation: Fragen zur aktuellen Zusammenarbeit zwischen den Stakeholdern und den Möglichkeiten zur Verbesserung durch BIM.
- Zukunftsperspektiven: Diskussion über die langfristigen Erwartungen an die Rolle von BIM im Brandschutz.

Anwendung in der Praxis

In der Praxis erweisen sich die Gespräche als dynamisch und weichen teilweise vom ursprünglichen Leitfaden ab. Diese Flexibilität ermöglicht es, tiefergehende Einblicke in individuelle Erfahrungen und Sichtweisen zu erhalten, die über die ursprünglich antizipierten Antworten hinausgehen. Trotz dieser Abweichungen bildet der Leitfaden eine solide Basis, die es erlaubt, die Gespräche bei Bedarf wieder auf die Kernthemen zurückzuführen und sicherzustellen, dass alle relevanten Aspekte erfasst werden.

Reflexion und Herausforderungen bei der Erstellung des Gesprächsleitfadens

Ein besonderer Aspekt, der während der Erstellung des Gesprächsleitfadens besondere Aufmerksamkeit erfordert, ist die Herausforderung, einen Leitfaden zu entwickeln, der flexibel genug ist, um den unterschiedlichen Hintergründen und Perspektiven der am Brandschutzprozess beteiligten Akteure gerecht zu werden. Die Diversität der Teilnehmenden – von Brandschutzplanenden über Vertreter der Gebäudeversicherungen bis hin zu Fachkräften der Feuerwehr und Baumanagern mit spezialisiertem Wissen in BIM und Digitalisierung – stellt eine besondere Herausforderung dar.

Anpassung des Leitfadens an unterschiedliche Akteure

Die Schwierigkeit liegt darin, einen identischen Leitfaden zu erstellen, der sowohl allgemein genug ist, um für eine breite Palette von Teilnehmenden anwendbar zu sein, als auch spezifisch genug, um tiefgreifende, relevante Informationen zu jedem speziellen Themenbereich zu sammeln. Dies erfordert eine sorgfältige Abwägung bei der Formulierung der Fragen – sie müssen offen genug sein, um erzählgenerierende Antworten über verschiedene Disziplinen hinweg zu fördern, gleichzeitig aber auch gezielt genug, um spezifische Erkenntnisse zu ermöglichen.

Flexibilität und Struktur

Um dieser Herausforderung zu begegnen, wird besonderer Wert auf die Flexibilität des Leitfadens gelegt. Während die Kernthemen und -fragen als strukturierte Basis dienen, ermöglichen ergänzende Fragen und offene Diskussionsthemen eine Anpassung an den spezifischen Kontext jedes Gesprächspartners. Diese Flexibilität ist entscheidend, um den Gesprächsfluss natürlich zu halten und gleichzeitig sicherzustellen, dass alle relevanten Aspekte abgedeckt werden.

Fazit

Die Entwicklung eines einheitlichen, aber flexiblen Gesprächsleitfadens erweist sich als komplexes Unterfangen, das eine tiefgehende Kenntnis der Thematik und eine vorausschauende Planung erfordert. Die Erfahrung zeigt, dass trotz der Schwierigkeiten, einen Leitfaden für eine so heterogene Gruppe von Akteuren zu erstellen, der methodische Ansatz und die Anpassungsfähigkeit während der Gespräche zu wertvollen und umfassenden Einblicken in die Anforderungen und Bedürfnisse aller Beteiligten führen.

Auswahl der Experten

Für die umfassende Erfassung der Anforderungen und Bedürfnisse, die mit der Implementierung von BIM im Brandschutz verbunden sind, wurde besonderer Wert auf die sorgfältige Auswahl der Experten gelegt. Die Expertenauswahl erfolgte mit dem Ziel, ein breites Spektrum an Perspektiven und Fachkenntnissen abzudecken, die für den Brandschutzprozess in Verbindung mit BIM relevant sind. Dieser Abschnitt stellt die Kriterien für die Auswahl der Experten vor und gibt einen Überblick über die Bandbreite der einbezogenen Fachkenntnisse.

Kriterien für die Expertenauswahl

Die Auswahl der Experten basierte auf folgenden Kriterien:

- Berufliche Rolle und Erfahrung: Berücksichtigung wurde sowohl Experten aus der Praxis als auch Akademikern zuteil, die direkt an der Planung, Erstellung und dem Betrieb von Gebäuden unter Einbeziehung von Brandschutzmassnahmen beteiligt sind.
- Erfahrung mit BIM: Ein besonderes Augenmerk lag auf der Erfahrung der Experten mit BIM, einschliesslich ihrer Teilnahme an Projekten, die BIM für den Brandschutz nutzen.
- Diversität der Perspektiven: Um ein umfassendes Verständnis der Thematik zu gewährleisten, wurden Experten mit unterschiedlichen Hintergründen und aus verschiedenen Bereichen einbezogen, darunter Brandschutzplanung, Gebäudeversicherungen, Feuerwehrdienste und Baumanagement.

Überblick über die Expertise der Gesprächspartner

Die Experten bringen ein vielfältiges Spektrum an Wissen und Erfahrungen in den Forschungsprozess ein, das von technischen Aspekten der BIM-Implementierung bis hin zu organisatorischen und kommunikativen Herausforderungen reicht. Unter den Gesprächspartnern befinden sich:

- Brandschutzplanende: Diese Gruppe umfasst sowohl Planer, die bereits umfassende Erfahrungen mit BIM im Brandschutz gesammelt haben, als auch jene, die sich in der Übergangsphase befinden und die Möglichkeiten von BIM evaluieren.
- Baumanager mit Spezialisierung auf BIM: Diese Experten tragen zum Verständnis bei, wie BIM-Technologien die Koordination und Kommunikation im Bauprozess, insbesondere im Hinblick auf den Brandschutz, verbessern können.
- Mitarbeitende von Gebäudeversicherungen: Vertreter dieser Gruppe bieten Einblicke in die Risikobewertung und die Anforderungen aus Sicht der Gebäudeversicherungen, insbesondere im Hinblick auf die Dokumentation und Verwaltung von Brandschutzmassnahmen.
- Fachkräfte aus dem Feuerwehrdienst: Ihre Erfahrungen und Bedürfnisse bezüglich der Zugänglichkeit und Nutzung von Gebäudeinformationen im Einsatzfall bieten wichtige Perspektiven für die Optimierung des Brandschutzes durch BIM.

Begründung für die Auswahl

Die bewusste Entscheidung für ein breit gefächertes Panel von Experten reflektiert das Bestreben, ein ganzheitliches Bild der mit der BIM-Implementierung im Brandschutz verbundenen Anforderungen und Bedürfnisse zu erfassen. Durch die Einbeziehung verschiedener Perspektiven und Fachkenntnisse wird sichergestellt, dass die Forschungsergebnisse die Realitäten und Herausforderungen des Feldes umfassend widerspiegeln.

Durchführung der Gespräche

Die Expertengespräche sind so gestaltet, dass sie ein tiefgehendes Verständnis der Anforderungen und Bedürfnisse im Zusammenhang mit der Implementierung von BIM im Brandschutz ermöglichen. Anfänglich führt ein vorbereiteter Leitfaden die Teilnehmenden durch die Kernthemen, bevor sie die Gelegenheit erhalten, ihre Erfahrungen und Einsichten weitgehend frei zu erzählen. Durch gezieltes Nachfragen und das Erfragen von Potentialen auf einer Skala von 1 bis 5 werden tiefere Informationen und Präzisierungen eingeholt.

Die Gespräche finden zu gleichen Teilen persönlich und per Videotelefonie statt, was eine effektive Sammlung von Perspektiven unabhängig von geografischen Beschränkungen erlaubt.

Auswertungsmethodik

Die Auswertung der Gespräche erfolgt durch eine systematische qualitative Inhaltsanalyse der transkribierten Dialoge. Dieser Ansatz ermöglicht es, aus dem umfangreichen Datenmaterial wiederkehrende Themen, Muster und Kategorien zu identifizieren und zu analysieren.

- Kodierung: Die Transkripte werden sorgfältig durchgesehen und relevante Aussagen werden kodiert, das heisst, bestimmten vordefinierten oder sich im Analyseprozess herausbildenden Kategorien zugeordnet.

- Themenclusterung: Anschliessend werden die kodierten Daten in Themencluster überführt, welche die verschiedenen Aspekte der Anforderungen und Bedürfnisse der am Brandschutzprozess beteiligten Akteure reflektieren.
- Bewertung und Interpretation: Die Ergebnisse der Clusterung werden im Kontext bestehender Forschung und Literatur bewertet und interpretiert, um fundierte Erkenntnisse über die zentralen Anforderungen an BIM im Brandschutz und mögliche Implementierungsstrategien zu gewinnen.

Dieser methodische Ansatz hat es ermöglicht, die in den Gesprächen gesammelten umfangreichen Informationen strukturiert auszuwerten und fundierte Schlussfolgerungen für die weitere Forschung und Praxis zu ziehen. Die qualitative Inhaltsanalyse offenbart die Komplexität der Anforderungen und das breite Spektrum an Bedürfnissen, die von den verschiedenen am Brandschutzprozess beteiligten Akteuren geäussert werden, und leistet einen wesentlichen Beitrag zum Verständnis, wie BIM effektiv in den Brandschutz integriert werden kann.

4.1.2 Bedürfnisse der Akteure

Zusammenfassung der Ergebnisse: Akteursgruppe Brandschutzplanende

Digitalisierungsstand

Die Expertengespräche verdeutlichen, dass die Brandschutzplanenden derzeit in einem frühen Stadium der Digitalisierung stehen. Der Übergang von traditionellen Methoden, wie der Nutzung von Papierplänen, hin zu digitalen Lösungen erfolgt schrittweise. BIM wird als eine potenziell transformative Technologie wahrgenommen, die jedoch noch nicht flächendeckend implementiert ist.

Erfahrung mit und Wahrnehmung von BIM

Während einige Brandschutzplanende bereits über grundlegende Kenntnisse in BIM verfügen, fehlt es oft an tiefergehender praktischer Erfahrung. Das Potenzial von BIM zur Verbesserung der Planungsprozesse und der interdisziplinären Zusammenarbeit wird erkannt, jedoch bestehen noch erhebliche Implementierungshürden.

Interdisziplinäre Kommunikation

Eine verbesserte Kommunikation und Koordination zwischen den am Brandschutz beteiligten Akteuren, wie Architekten, Ingenieuren und Feuerwehrdiensten, wird als kritisch angesehen. Insbesondere die frühzeitige Einbindung der Brandschutzplanenden in den Planungsprozess wird als notwendig erachtet, um Missverständnisse und ineffiziente Planungsänderungen zu vermeiden.

"Die Zusammenarbeit mit anderen Fachdisziplinen ist nicht immer reibungslos. Oft werden wir spät im Prozess einbezogen, was zu Verzögerungen und Nacharbeiten führt." (Experte 1, sinngemäss)

Potenzial von BIM und digitale Transformation

Die Einführung von BIM und anderen digitalen Tools bietet erhebliches Potenzial für die Brandschutzplanung. Durch den Einsatz von 3D-Modellen könnten detaillierte Informationen zu Gebäudestrukturen und Brandschutzanforderungen besser visualisiert und genutzt werden. Dies könnte insbesondere die Planung und Durchführung von Brandschutzmassnahmen optimieren.

Herausforderungen

Die Umsetzung digitaler Technologien in die Praxis der Brandschutzplanung wird durch mehrere Faktoren erschwert. Dazu zählen die Notwendigkeit spezifischer Schulungen, der hohe Investitionsbedarf für Software und Hardware sowie die Anpassung bestehender Arbeitsprozesse.

"Der Übergang zu digitalen Methoden erfordert nicht nur neue Werkzeuge, sondern auch ein Umdenken in unseren Arbeitsprozessen. Es ist ein umfassender Wandel, der Zeit und Ressourcen erfordert." (Experte 3, sinngemäss)

Fazit

Die Gespräche mit den Vertretern der Brandschutzplanung zeigen das erkannte Potenzial digitaler Lösungen und speziell von BIM für den Brandschutz. Gleichzeitig werden die Herausforderungen und der Bedarf an spezifischen Anpassungen und Weiterbildungen hervorgehoben, um diese Technologien effektiv in die Praxis integrieren zu können. Der Weg zur vollständigen Digitalisierung ist noch lang, aber die initialen Schritte sind vielversprechend.

Zusammenfassung der Ergebnisse: Akteursgruppe Baumanager mit Spezialisierung auf BIM

Digitalisierungsstand

Beide Interviews verdeutlichen, dass Baumanager mit BIM-Spezialisierung eine zentrale Rolle in der digitalen Transformation der Bauindustrie spielen. Die Anwendung von BIM ist in den befragten Organisationen bereits weit fortgeschritten, wobei digitale Prozesse und Werkzeuge die traditionellen Methoden zunehmend ersetzen.

"Wir nutzen BIM in nahezu allen Phasen unserer Projekte, von der Planung über die Ausführung bis hin zur Wartung. Die digitale Transformation ist bei uns kein Zukunftsprojekt mehr, sondern gelebte Praxis." (Experte 2, sinngemäss)

Erfahrung mit und Wahrnehmung von BIM

Die Baumanager haben gemischte Erfahrungen mit den BIM-Fähigkeiten von Brandschutzplanern. Während einige Brandschutzplaner bereits erste Schritte in Richtung BIM gemacht haben, bleibt der Grossteil der Branche hinter den Erwartungen zurück. Dies führt zu ineffizienten Arbeitsabläufen und Kommunikationsproblemen.

Interdisziplinäre Kommunikation

Die Zusammenarbeit mit anderen BIM-fähigen Fachplanern funktioniert in der Regel reibungslos, da alle Beteiligten dieselbe Plattform und dieselben Standards verwenden. Brandschutzplaner, die noch nicht auf BIM umgestellt haben, werden oft zu spät in den Prozess eingebunden, was zu Verzögerungen und Missverständnissen führen kann.

"Brandschutzplaner, die nicht in BIM arbeiten, verpassen wichtige Koordinationsmeetings und ihre Pläne müssen oft manuell integriert werden, was zeitaufwendig und fehleranfällig ist." (Experte 2, sinngemäss)

Potenzial von Brandschutz in BIM und digitale Transformation

Die Einbindung von Brandschutzplanern in den BIM-Prozess könnte erhebliche Verbesserungen bringen. Eine nahtlose Integration von Brandschutzinformationen in das BIM-Modell würde die Planungs- und Bauprozesse erheblich verbessern und die Sicherheit der Gebäude erhöhen.

Herausforderungen

Die Umstellung aller Brandschutzplaner auf BIM bringt mehrere Herausforderungen mit sich. Dazu gehören hohe Schulungskosten, Widerstände gegen Veränderungen und die Notwendigkeit, bestehende Arbeitsprozesse grundlegend zu überarbeiten. Zudem muss die Interoperabilität zwischen verschiedenen Softwarelösungen sichergestellt werden.

Fazit

Die Interviews mit den Baumanagern zeigen, dass BIM bereits einen festen Platz in der Bauindustrie hat und als Schlüsseltechnologie für die digitale Transformation angesehen wird. Die Einbindung von Brandschutzplanern in den BIM-Prozess ist essenziell, um die vollständigen Vorteile dieser Technologie auszuschöpfen, erfordert jedoch gezielte Anstrengungen zur Überwindung der bestehenden Hürden.

Zusammenfassung der Ergebnisse: Akteursgruppe Mitarbeitende von Gebäudeversicherungen

Digitalisierungsstand

Beide Gespräche verdeutlichen, dass die Gebäudeversicherungen die Digitalisierung aktiv vorantreiben, jedoch in verschiedenen Phasen der Umsetzung sind. Der Einsatz von digitalen Tools zur Erfassung und Verwaltung von Versicherungsdaten wird zunehmend normalisiert, wobei die Einführung von BIM als fortgeschrittener Schritt wahrgenommen wird.

"Eine digitale Ablage der Einsatzpläne. Nicht mehr in Papierform in Ordner abgelegt, sondern alles digital verfügbar. Zuhause auf dem Bett, draussen auf dem Feld." (Experte 8, sinngemäss)

Erfahrung mit und Wahrnehmung von BIM

Die Bekanntschaft mit BIM ist bei den Mitarbeitenden der Gebäudeversicherungen vorhanden, jedoch variiert die praktische Anwendung. Während einige Mitarbeiter bereits Erfahrungen mit BIM gesammelt haben, befinden sich andere noch nirgends. Das Potenzial von BIM wird erkannt und geschätzt.

Interdisziplinäre Kommunikation

Die Bedeutung der jetzt schon guten Kommunikation und Zusammenarbeit zwischen den verschiedenen Akteuren im Brandschutz, wird hervorgehoben. Positiv wird betont, dass Automatische Vorprüfungen eine Erleichterung darstellen könnte.

"Viele Probleme, die wir haben, sind Bauherren und Architekten, die wenig Ahnung von Brandschutz haben. (...) Wenn es (die Planeingabe) über BIM gelöst würde, hätten wir die Problematik nicht, weil er da schon vorher gebremst wird." (Experte 7, sinngemäss)

Potenzial von BIM und digitale Transformation

BIM wird als Technologie die zukünftige Entwicklung im Bereich der Gebäudeversicherungen angesehen. Die Möglichkeit, detaillierte 3D-Modelle zur Analyse und Bewertung von Gebäuden zu nutzen, könnte die Effizienz in der Planfreigabe verbessern.

Herausforderungen

Die Implementierung von BIM in die bestehenden Prozesse der Gebäudeversicherungen stellt eine überschaubare Herausforderung dar. Dazu gehören die Notwendigkeit von Schulungen für Mitarbeitende, die Integration in bestehende Systeme und die anfänglichen Kosten für die Einführung der neuen Technologien.

Fazit

Die Gespräche mit den Vertretern der Gebäudeversicherungen zeigen das grosse Potenzial, das in der Nutzung von BIM und digitalen Technologien steckt. Gleichzeitig werden die Herausforderungen und der Bedarf an spezifischen Schulungen und Systemanpassungen hervorgehoben. Eine starke interdisziplinäre Zusammenarbeit wird als wesentlich für den erfolgreichen Einsatz von BIM im Brandschutz betrachtet.

Zusammenfassung der Ergebnisse: Akteursgruppe Feuerwehrdienste

Digitalisierungsstand

Beide Gespräche verdeutlichen, dass die Feuerwehrdienste sich in einem Übergang befinden, von traditionellen Methoden hin zu digitalen Lösungen. Die Einführung von Tablets für den Einsatz von Feuerwehrplänen ist ein Schritt in diese Richtung, doch eine umfassende Digitalisierung, einschliesslich der Nutzung von BIM, steht noch ganz am Anfang.

"Wir sind gerade dabei, von der Papierform zu digitalen Mitteln wie Tablets überzugehen. Es ist ein Prozess, der in unserer Organisation noch sehr neu ist." (Experte 5, sinngemäss)

Erfahrung mit und Wahrnehmung von BIM

BIM ist in den Feuerwehrdiensten bisher nicht bis kaum etabliert. Die Bekanntschaft mit BIM beschränkt sich auf vorbereitende Recherchen ohne direkte Erfahrung. Nichtsdestotrotz wird das Potenzial von BIM für die Optimierung des Brandschutzes erkannt und positiv bewertet.

Interdisziplinäre Kommunikation

Eine verbesserte Kommunikation und Koordination zwischen den am Brandschutz beteiligten Akteuren, einschliesslich Brandschutzplanern, Gebäudeversicherungen und Feuerwehrdiensten, wird als essenziell angesehen. Insbesondere wird der Wert von Vor-Ort-Begehungen neuer oder umgebauter Gebäude hervorgehoben, um ein direktes Verständnis der räumlichen Gegebenheiten und Brandchutzanforderungen zu entwickeln.

Potenzial von BIM und digitale Transformation

Die Nutzung von BIM und weiteren digitalen Tools könnte signifikante Vorteile für die Feuerwehrdienste bringen, insbesondere im Hinblick auf die Planung und Ausführung von Einsatzmassnahmen. 3D-Modelle bieten die Chance, ein besseres Verständnis für Gebäudestrukturen und -volumen zu entwickeln, was insbesondere für das Lüftungskonzept und die Einsatzplanung nützlich sein kann.

«Ich kann mir vorstellen, dass für einen ersten Überblick, vor Ort, noch hier, eine 3D Visualisierung eine Chance bieten könnte." (Experte 6, sinngemäss)

Herausforderungen

Die Implementierung digitaler Technologien in die Praxis der Feuerwehrdienste wird durch mehrere Faktoren erschwert. Dazu zählen die Kapazitätsgrenzen des Milizsystems und die Notwendigkeit für spezifische Schulungen.

Fazit

Die Gespräche mit den Vertretern der Feuerwehrdienste zeigen deutlich das erkannte Potenzial digitaler Lösungen und speziell von BIM für den Brandschutz. Gleichzeitig werden die Herausforderungen und der Bedarf an spezifischen Anpassungen und Weiterbildungen hervorgehoben, um diese Technologien effektiv in die Praxis integrieren zu können.

Akteursgruppen übergreifende Themenclusterung

Das Themencluster umfasst fünf Hauptkategorien: Digitalisierungsstand, Erfahrung mit BIM, Interdisziplinäre Kommunikation, Potenzial von BIM und Herausforderungen. Diese Kategorien bieten einen umfassenden Überblick über die Schlüsselaspekte und Herausforderungen bei der Implementierung von Building Information Modeling (BIM) im Bauwesen und speziell im Brandschutz. Nachfolgend ist eine detaillierte Analyse der einzelnen Kategorien.

Themencluster	Stichworte
Digitalisierungsstand	Anfangsstadium der BIM-Nutzung (x2), digitale Prozesse ersetzen traditionelle Methoden (x2), Weit fortgeschritten (x2), schrittweise Einführung, papierlos, IT-Strategie, Aktive Digitalisierung, verschiedene Phasen der Umsetzung, Einführung digitale Tools, Einführung von BIM als fortgeschrittener Schritt, Einführung von Tablets
Erfahrung mit BIM	Grundkenntnisse, fehlende tiefere praktische Erfahrung, Schulungsbedarf, Gemischte Erfahrungen mit Brandschutzplanern, ineffiziente Arbeitsabläufe, Kommunikationsprobleme, Variierende praktische Anwendung, Potenzial für Optimierung der Schadensbewertung und Prävention, Kaum etabliert, Bekanntheit vorhanden, Potenzial für Einsatzplanung
Interdisziplinäre Kommunikation	frühzeitige Einbindung aller relevanten Parteien (x3), Bedeutung der Zusammenarbeit (x3), verbesserte Koordination, Reibungslose Zusammenarbeit mit BIM-fähigen Fachplanern, Verzögerungen durch nicht BIM-fähige Brandschutzplaner, Steigerung durch BIM, Vor-Ort-Begehungen
Potenzial von BIM	Detaillierte 3D-Modelle (x3), Verbesserte Einsatzplanung (x2), Effizienzsteigerung (x2), präzisere Konzepte, Verbesserte Planung und Koordination, erhöhte Sicherheit, umfassendere Modelle, verbesserte Analyse und Bewertung, höhere Effizienz und Genauigkeit
Herausforderungen	Schulungsbedarf (x3), Anpassung der Arbeitsprozesse (x3), hohe Kosten (x2), Anpassung der IT-Infrastruktur (x2), Hohe Schulungskosten, Widerstände gegen Veränderungen, In-teroperabilität, Kapazitätsgrenzen, technische Zuverlässigkeit

Tabelle 5, Themencluster Expertengespräche

Analyse Digitalisierungsstand

Der Digitalisierungsstand variiert stark innerhalb der Branche. Einige Unternehmen befinden sich noch im Anfangsstadium der BIM-Nutzung und ersetzen traditionelle Methoden schrittweise durch digitale Prozesse. Andere sind bereits weit fortgeschritten und haben eine papierlose Arbeitsumgebung etab-

liert. Die Einführung digitaler Tools und Tablets sowie die Entwicklung einer umfassenden IT-Strategie sind zentrale Elemente für die aktive Digitalisierung. Verschiedene Phasen der Umsetzung spiegeln die unterschiedlichen Geschwindigkeiten und Strategien wider, die Unternehmen verfolgen, um BIM zu implementieren.

Analyse Erfahrung mit BIM

Die Erfahrung mit BIM ist häufig begrenzt auf Grundkenntnisse, während tiefere praktische Erfahrungen oft fehlen. Dies führt zu einem erheblichen Schulungsbedarf. Es gibt gemischte Erfahrungen, insbesondere mit Brandschutzplanern, und ineffiziente Arbeitsabläufe sowie Kommunikationsprobleme sind weit verbreitet. Die praktische Anwendung variiert stark, was auf ein Potenzial für die Optimierung der Schadensbewertung und -prävention hinweist. Insgesamt ist BIM in vielen Bereichen noch kaum etabliert, obwohl eine gewisse Bekanntheit und das Potenzial für die Einsatzplanung vorhanden sind.

Analyse Interdisziplinäre Kommunikation

Interdisziplinäre Kommunikation ist entscheidend für den Erfolg von BIM-Projekten. Eine frühzeitige Einbindung aller relevanten Parteien und die Bedeutung der Zusammenarbeit werden mehrfach betont. BIM kann die Koordination erheblich verbessern und eine reibungslose Zusammenarbeit mit BIM-fähigen Fachplanern ermöglichen. Allerdings führen Verzögerungen durch nicht BIM-fähige Brandschutzplaner zu Herausforderungen. Vor-Ort-Begehungen sind weiterhin notwendig, um die Kommunikation und Zusammenarbeit zu stärken.

Analyse Potenzial von BIM

BIM bietet erhebliches Potenzial durch die Erstellung detaillierter 3D-Modelle, die eine verbesserte Einsatzplanung und Effizienzsteigerung ermöglichen. Präzisere Konzepte und eine verbesserte Planung und Koordination tragen zur erhöhten Sicherheit und umfassenderen Modellen bei. Darüber hinaus ermöglicht BIM eine verbesserte Analyse und Bewertung, was zu einer höheren Effizienz und Genauigkeit führt.

Analyse Herausforderungen

Die Implementierung von BIM steht vor zahlreichen Herausforderungen. Ein signifikanter Schulungsbedarf und die Anpassung der Arbeitsprozesse sind wesentliche Hindernisse. Die hohen Kosten, sowohl für Schulungen als auch für die Anpassung der IT-Infrastruktur, sind weitere Barrieren. Widerstände gegen Veränderungen und Probleme mit der Interoperabilität erschweren die Einführung zusätzlich. Kapazitätsgrenzen und technische Zuverlässigkeit sind ebenfalls kritische Faktoren, die berücksichtigt werden müssen.

Fazit

Die Analyse der Themencluster verdeutlicht, dass trotz unterschiedlicher Tätigkeitsfelder der Beteiligten viele gemeinsame Herausforderungen und Potenziale existieren. Besonders der Schulungsbedarf und die Anpassung der Arbeitsprozesse sind zentrale Themen, die von fast allen Anspruchsgruppen als kritisch betrachtet werden. Die erfolgreiche Implementierung von BIM im Bauwesen, insbesondere im Brandschutz, erfordert daher einen fokussierten Ansatz auf diese gemeinsamen Themen, um die vorhandenen Potenziale voll auszuschöpfen und die bestehenden Herausforderungen zu überwinden.

4.2 Integration von externen Anforderungen in BIM-Modelle

Grundsätzlich hat IFC für viele Entitäten im Pset_Common einen Eintrag zum Feuerwiderstand:

“FireRating: Fire rating given according to the national fire safety classification.”

In der Schweiz wird im Brandschutz immer von mehreren Werten für diesen einen Wert ausgegangen. Dies hat folgenden Grund: Der Brandschutzplaner legt in der Projektierungsphase den erforderlichen Wert fest, der Fachplaner legt den geplanten Wert fest, und der Ausführende legt durch die Ausführung den effektiven Wert fest. Warum dieser ganze Aufwand?

Beispiel: Wand

Eine Wand ist für die meisten auf dem Bau wirkenden Fachleute ein Bauteil, das vom Boden bis zur Decke und von Punkt A nach Punkt B verläuft. Für den Brandschutzplaner hingegen ist die Wand ein Raumabschluss. Sobald eine Wand mehr als zwei Räume berührt, kann diese Wand auch aufgeteilt werden. Denn die Aufgabe des Brandschutzplaners ist es, immer die Mindestanforderung an ein Bauteil zu geben.

Für den Brandschutzplaner bedeutet dies, dass eine Wand nicht nur als ein einziges Bauteil betrachtet wird, sondern je nach Funktion und Lage in verschiedene Abschnitte unterteilt werden kann. Beispielsweise kann eine Wand, die als brandschutzabschnittsbildend gilt, unterschiedliche Anforderungen an den Feuerwiderstand aufweisen, je nachdem, welche Räume sie trennt und welche Brandschutzanforderungen diese Räume haben.

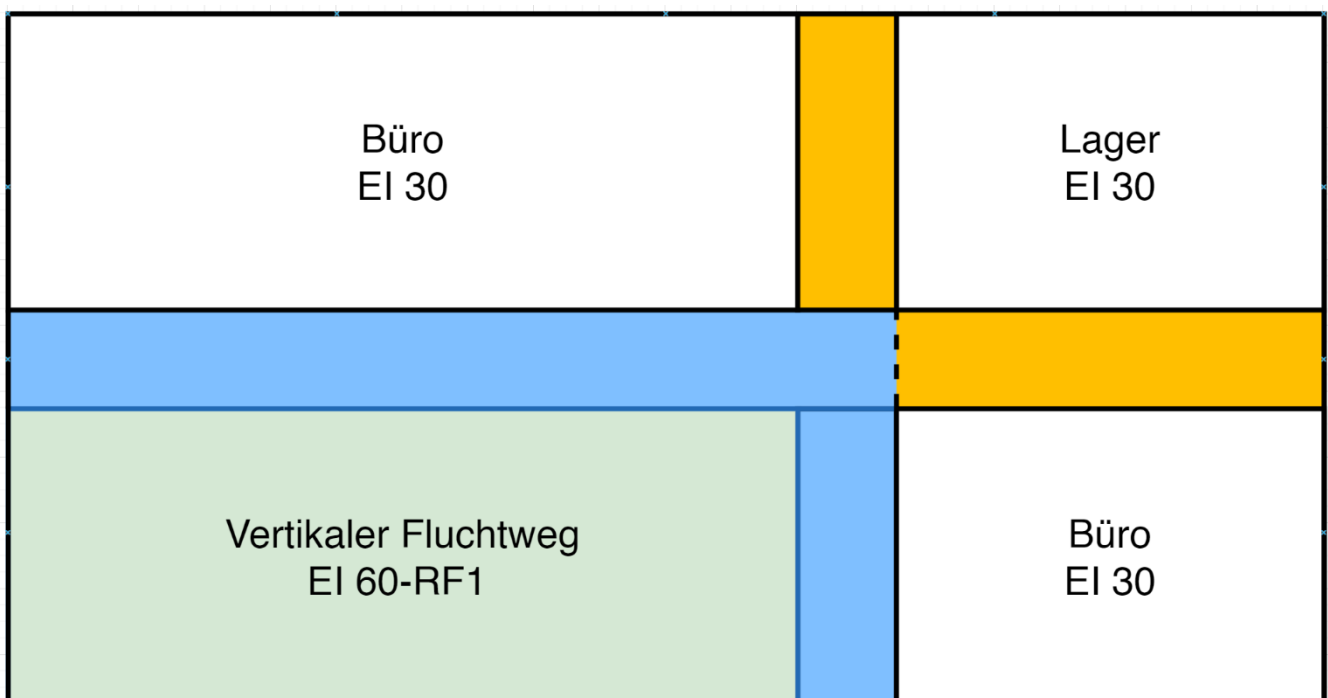


Abbildung 2, vereinfachte Darstellung Grundriss, eigene Abbildung

In diesem Beispiel ist die horizontale Wand durchlaufend geplant, aber aufgrund der angrenzenden Räume, in diesem Fall massgebend der Fluchtweg, anforderungstechnisch geschnitten.

Planung und Ausführung

In der Fachplanung und Ausführung wird dann entschieden, was die sinnvollste Variante zur Ausführung ist, meist aus wirtschaftlicher Motivation. Dies bedeutet, dass der Fachplaner anhand der Vorgaben des Brandschutzplaners die geplanten Werte für die Wand festlegt. Diese geplanten Werte müssen die erforderlichen Werte erfüllen oder übertreffen, um die Sicherheitsanforderungen zu gewährleisten.

Während der Ausführungsphase wird schliesslich der tatsächliche (effektive) Wert der Wand durch die Ausführung bestimmt. Der Ausführende berücksichtigt hierbei sowohl die geplanten Werte als auch die praktischen Aspekte der Bauausführung, um sicherzustellen, dass die Wand den festgelegten Brandschutzanforderungen entspricht.

Wichtigkeit der verschiedenen Werte

Warum es nun wichtig ist, alle diese Werte zu erhalten, liegt an der Prüfbarkeit:

Erforderlicher Wert < Geplanter Wert < Ausführungswert

Diese Hierarchie der Werte stellt sicher, dass die Brandschutzanforderungen in jeder Phase des Bauprozesses berücksichtigt und überprüft werden können. Der erforderliche Wert gibt den Mindeststandard vor, der geplant und ausgeführt werden muss. Der geplante Wert stellt sicher, dass die Planung diesen Mindeststandard erfüllt oder übertrifft. Der effektive Wert dokumentiert schliesslich, dass die ausgeführte Arbeit den geplanten und erforderlichen Standards entspricht.

Bedeutung der Datenkonsistenz bei Umnutzung und Umbau

Alle diese Werte sind auch in einem anderen wichtigen Punkt im Gebäudezyklus entscheidend: der Umnutzung bzw. dem Umbau.

Mit der Datenkonsistenz können Umnutzungs- und Umbauvorhaben deutlich einfacher gehandhabt werden, weil Brandschutzmassnahmen nicht immer am Bauteil direkt ersichtlich sind. Dies bedeutet, dass genaue und konsistente Dokumentationen der Brandschutzanforderungen und -werte entscheidend sind, um zukünftige Bau- und Umbauarbeiten effizient und sicher zu gestalten.

Bei einer Umnutzung oder einem Umbau können die vorhandenen Brandschutzmassnahmen mithilfe der dokumentierten Werte schnell und zuverlässig überprüft werden. Dies ermöglicht es, den aktuellen Zustand der Brandschutzmassnahmen zu bewerten und notwendige Anpassungen oder Erweiterungen der Brandschutzmassnahmen zu planen und umzusetzen. Dadurch können der Aufwand, die Kosten und die Termine sicherer gemacht werden.

Die Dokumentation der Brandschutzanforderungen und -werte trägt somit nicht nur zur Sicherheit und Effizienz während der Bauphase bei, sondern stellt auch sicher, dass das Gebäude über seinen gesamten Lebenszyklus hinweg den geltenden Brandschutzvorschriften entspricht und bei Änderungen oder Erweiterungen schnell angepasst werden kann.

4.2.1 Technische Aspekte

Die Integration von externen Anforderungen in BIM-Modelle ist ein entscheidender Schritt, um sicherzustellen, dass alle relevanten Brandschutzanforderungen während der gesamten Lebenszyklusphasen eines Gebäudes berücksichtigt werden. Die IG BIM&BS hat spezifische Informationsanforderungen für vier identifizierte Use-Cases definiert, die jeweils in unterschiedlichen Gebäudephasen relevant sind. Diese Use-Cases sind entscheidend für die Planung, Ausführung, Qualitätssicherung und Nutzung von Brandschutzmassnahmen in Bauprojekten.

Übersicht der Use-Cases und deren Relevanz in den Gebäudephasen:

Use-Case 1: BS-Planung für Baubewilligung (Konzeption und Beginn der Planung)

Use-Case 2: Ausführungsdokumentation (Planung)

Use-Case 3: Qualitätssicherung Brandschutz (Ausführung)

Use-Case 4: Revisionsplanung & Nutzung (Bewirtschaftung)

Diese Use-Cases bilden die Grundlage für die Integration spezifischer Brandschutzanforderungen in BIM-Modelle und gewährleisten, dass die Modelle alle relevanten Informationen für die verschiedenen Phasen des Bauprojekts enthalten.

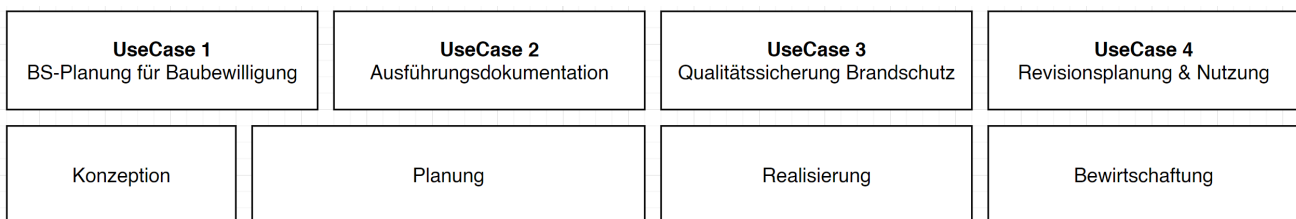


Abbildung 3, Übersicht Use Cases

Use-Case 1: BS-Planung für Baubewilligung

Die Brandschutzplanung für die Baubewilligung stellt einen der kritischsten Use-Cases dar, da in dieser Phase die grundlegenden Brandschutzanforderungen definiert und genehmigt werden. Diese Phase umfasst die räumlichen Brandschutzanforderungen, die abgeleiteten Brandschutzanforderungen und die abschliessende Baubewilligung.

Räumliche Brandschutzanforderungen

In dieser Kategorie werden spezifische Anforderungen an die räumliche Gestaltung und Ausstattung des Gebäudes gestellt. Dazu gehören Fluchtwege, die klar definiert und geplant werden müssen, um eine sichere Evakuierung im Brandfall zu gewährleisten. Brandabschnitte sind ebenfalls entscheidend, da sie dazu beitragen, die Ausbreitung von Bränden zu kontrollieren und zu minimieren. Diese Abschnitte müssen strategisch geplant und in die BIM-Modelle integriert werden.

Abgeleitete Brandschutzanforderungen

Diese Anforderungen beziehen sich auf die Planung und Spezifikation von Bauteilen und Komponenten, die spezifischen Brandschutzanforderungen genügen müssen. Hierzu zählen beispielsweise die Feuerwiderstandsfähigkeit von Wänden, Decken und Böden sowie die Verwendung von feuerbestän-

digen Materialien. Diese Anforderungen müssen präzise in den BIM-Modellen dokumentiert und regelmässig überprüft werden, um sicherzustellen, dass sie den aktuellen Vorschriften entsprechen.

Baubewilligung

In der Phase der Baubewilligung wird das erarbeitete Brandschutzkonzept überprüft und mit den tatsächlichen Planungsunterlagen abgeglichen. Hierbei wird sichergestellt, dass alle Brandschutzmassnahmen korrekt umgesetzt und in den Bauplänen berücksichtigt sind. Dies umfasst die Prüfung der Übereinstimmung von Konzept und Planung sowie die Genehmigung der Brandschutzmassnahmen durch die zuständigen Behörden.

Use-Case 2: Ausführungsdokumentation

Der Use-Case der Ausführungsdokumentation ist während der Planungsphase von grosser Bedeutung. In dieser Phase werden alle relevanten Brandschutzmassnahmen detailliert dokumentiert und für die ausführenden Unternehmen bereitgestellt. Dies umfasst die Erstellung umfassender Dokumentationsunterlagen, die alle Brandschutzanforderungen und -spezifikationen enthalten. Diese Unterlagen sind entscheidend für die korrekte Umsetzung der Brandschutzmassnahmen auf der Baustelle und dienen als Referenz für die Bauüberwachung und Qualitätssicherung.

Detaillierte Dokumentation

Die detaillierte Dokumentation umfasst alle notwendigen Informationen zur Umsetzung der Brandschutzmassnahmen, einschliesslich der Spezifikationen für Materialien, Bauweisen und Installationen. Diese Dokumente müssen klar und verständlich sein, um sicherzustellen, dass alle Beteiligten die Anforderungen korrekt interpretieren und umsetzen können.

Bereitstellung für die Ausführung

Die bereitgestellten Dokumentationen müssen leicht zugänglich und verständlich sein, um die reibungslose Umsetzung der Brandschutzmassnahmen zu gewährleisten. Dies umfasst die Bereitstellung digitaler Modelle und Pläne, die die relevanten Brandschutzinformationen enthalten und regelmässig aktualisiert werden, um den aktuellen Planungsstand widerzuspiegeln.

Use-Case 3: Qualitätssicherung Brandschutz

Die Qualitätssicherung des Brandschutzes ist während der Ausführungsphase entscheidend. In dieser Phase werden alle umgesetzten Brandschutzmassnahmen regelmässig überprüft und dokumentiert, um sicherzustellen, dass sie den geplanten Spezifikationen und gesetzlichen Anforderungen entsprechen.

Regelmässige Überprüfung

Es werden regelmässige Überprüfungen der umgesetzten Brandschutzmassnahmen durchgeführt, um sicherzustellen, dass sie korrekt installiert und funktionsfähig sind. Diese Überprüfungen umfassen sowohl visuelle Inspektionen als auch technische Prüfungen der installierten Systeme und Materialien.

Dokumentation der Qualitätssicherung

Alle Ergebnisse der Qualitätssicherungsmassnahmen müssen detailliert dokumentiert werden. Diese Dokumentationen dienen als Nachweis für die korrekte Umsetzung der Brandschutzmassnahmen und sind entscheidend für die abschliessende Abnahme durch die zuständigen Behörden.

Use-Case 4: Revisionsplanung & Nutzung

Der Use-Case der Revisionsplanung und Nutzung ist während der Bewirtschaftungsphase des Gebäudes relevant. In dieser Phase wird sichergestellt, dass die Brandschutzmassnahmen während der gesamten Nutzungsdauer des Gebäudes auf dem aktuellen Stand gehalten und regelmässig überprüft werden. Ein wichtiger Aspekt hierbei ist die Nutzung der Brandschutzinformationen durch die Feuerwehr.

Regelmässige Wartung und Überprüfung

Die regelmässige Wartung und Überprüfung der Brandschutzsysteme und -einrichtungen ist entscheidend, um die Funktionstüchtigkeit und Wirksamkeit der Massnahmen zu gewährleisten. Dies umfasst die regelmässige Inspektion und Wartung von Sprinkleranlagen, Feuerlöschern, Rauchabzugsanlagen und anderen Brandschutzeinrichtungen.

Nutzung durch die Feuerwehr

Die Feuerwehr ist ein Nutzer der Brandschutzinformationen, insbesondere im Einsatzfall. Durch die Integration der Brandschutzanforderungen in die BIM-Modelle wird sichergestellt, dass die Feuerwehr im Ernstfall schnellen und umfassenden Zugang zu allen relevanten Informationen hat. Dies umfasst detaillierte Pläne der Fluchtwege, Positionen von Brandschutzeinrichtungen und spezifische Informationen zu Brandabschnitten. Diese Informationen sind essenziell, um effiziente Rettungs- und Löscharbeiten durchführen zu können.

Dokumentation und Aktualisierung

Alle Wartungs- und Überprüfungsmassnahmen müssen detailliert dokumentiert und die BIM-Modelle entsprechend aktualisiert werden. Diese Dokumentationen sind entscheidend, um den aktuellen Zustand der Brandschutzmassnahmen zu überwachen und bei Bedarf Anpassungen vorzunehmen. Durch regelmässige Updates wird sichergestellt, dass die Informationen stets aktuell und für die Feuerwehr nutzbar sind.

Technische Integration der Anforderungen

Die technische Integration der Brandschutzanforderungen in BIM-Modelle erfolgt durch die detaillierte Umsetzung der spezifischen Informationsanforderungen, die von der IG BIM&BS für den Use-Case 1 definiert wurden. Diese Anforderungen befinden sich derzeit in der Testphase und sind intern veröffentlicht. Hierbei handelt es sich um Anforderungen, die sowohl Fluchtwege und Brandabschnitte, Brandschutzausstattungen sowie die Brandschutzplanung an Bauteilen und Komponenten betreffen. Im Folgenden werden diese Anforderungen detailliert beschrieben und in Bezug auf die relevanten IFC-Entitäten aufgelistet.

1. Fluchtwege & Brandabschnitte

Die Planung von Fluchtwegen und Brandabschnitten ist essenziell für die Sicherheit in Gebäuden. Diese Anforderungen müssen klar und detailliert in den BIM-Modellen erfasst werden. Die relevanten IFC-Entitäten hierfür sind:

IfcBuilding	IfcSpace
IfcZone	IfcSpatialZone

2. Anforderungen an Brandschutzausstattung

Die Ausstattung eines Gebäudes mit geeigneten Brandschutzeinrichtungen ist ebenfalls von grosser Bedeutung. Diese Anforderungen umfassen Feuerlöscheinrichtungen, Rauchabzugsanlagen und anderen sicherheitsrelevanten Geräten. Die relevanten IFC-Entitäten sind:

IfcBuilding	IfcBuildingStorey	IfcSpace
IfcSpatialZone	IfcZone	

3. Brandschutzplanung an Bauteilen & Komponenten

Die spezifischen Anforderungen an Bauteile und Komponenten umfassen die Verwendung feuerbeständiger Materialien und die Einhaltung bestimmter baulicher Spezifikationen. Die relevanten IFC-Entitäten sind:

IfcBuilding	IfcBuildingStorey	IfcZone
IfcSpatialZone	IfcSpace	IfcWall
IfcColumn	IfcSlab	IfcBeam
IfcStair	IfcStairFligh	tIfcDoor
IfcWindow	IfcOpeningElement	IfcCovering
IfcTransportElement	IfcFurniture	IfcChimney
IfcBurner	IfcFan	IfcAirTerminal
IfcFireSuppressionTerminal	IfcLightFixture	IfcSign
IfcSensor	IfcRailing	IfcPlant

Zusammenfassung der Anforderungen

Die Integration dieser Anforderungen in BIM-Modelle stellt sicher, dass alle sicherheitsrelevanten Aspekte frühzeitig in der Planungsphase berücksichtigt werden und während der gesamten Lebenszyklusphasen eines Gebäudes erhalten werden können. Die korrekte Implementierung dieser Anforderungen in die jeweiligen IFC-Entitäten ist entscheidend für die Erstellung umfassender und zuverlässiger Brandschutzpläne.

Gegenüberstellung der Anforderungen der IG BIM&BS und der Feuerwehr

Um eine vollständige und effektive Brandschutzplanung zu gewährleisten, ist es notwendig, die Anforderungen der IG BIM&BS mit den spezifischen Bedürfnissen der Feuerwehr zu vergleichen. Während die IG BIM&BS detaillierte technische Spezifikationen und Planungswerte vorgibt, benötigt die Feuerwehr schnelle und klare Zugänge zu den Brandschutzinformationen für den Einsatzfall. Diese Gegenüberstellung zeigt mögliche Lücken auf und bietet die Grundlage für die Optimierung der Brandschutzplanung.

Die Analyse zeigt auf das die Anforderungen der IG BIM&BS für Gebäude ausreichend detailliert sind. Lediglich Informationen über die Umgebung wie benachbarte Gebäude oder das Grundwasserkataster wären noch zu Ergänzen. Diese Daten in die BIM Modelle einfliessen zu lassen macht aber wenig sinn. Sinnvoller wäre es eine präzise Georeferenzierung hinzuzufügen, mit deren Hilfe dann diese Daten beim Entsprechenden Dienstleister im Einsatzfall ad hoc beziehen kann.

4.2.2 Harmonisierung von Anforderungen mit Prozessen

Die Harmonisierung von Anforderungen mit bestehenden Prozessen ist ein wesentlicher Schritt zur Sicherstellung der Effizienz und Konsistenz in Bauprojekten. Dabei geht es darum, die Anforderungen aus verschiedenen Disziplinen und von verschiedenen Stakeholdern zu integrieren und in den Arbeitsablauf zu implementieren. Im Kontext des Brandschutzes bedeutet dies, dass die Anforderungen nicht nur erkannt und festgelegt, sondern auch effektiv in den Planungs- und Ausführungsprozessen verankert werden müssen.

Ist-Prozess

Im gegenwärtigen Prozess des Brandschutzes erhält der Brandschutzplaner in der Regel vom Architekten die Entwurfsgrundrisspläne, meist in Form von DXF- oder PDF-Dateien. Diese Pläne werden analysiert und in einer ersten Phase werden die grundlegendsten Anforderungen an den Brandschutz geprüft. Dazu gehört beispielsweise die Überprüfung, ob genügend vertikale Fluchtwege vorhanden sind und in welcher Qualitätssicherungsstufe (QSS) das Gebäude geplant werden muss. Nach dieser ersten Prüfung werden verschiedene Brandschutzkonzeptvarianten erarbeitet und dem Architekten zur Bewertung vorgelegt.

Die Variantenbildung dient dazu, die Nutzerbedürfnisse und die Anforderungen der Vereinigung Kantonalen Feuerversicherungen (VKF) so zu kombinieren, dass eine möglichst zufriedenstellende und kostengünstige Variante entsteht. Beispiele hierfür sind die Überlegungen, ob eine Einstellhalle wirklich so gross sein muss wie angedacht. Es gibt gewisse Grenzwerte, die wenn sie überschritten werden grosse folgen haben. Beispielsweise muss die Tiefgarage ab 600m² eine Sprinkleranlage besitzen oder sie wird in zwei separate Brandabschnitte unterteilt, die dann wiederum separate Fluchtwege besitzen müssen.

Nachdem eine Variante festgelegt wurde, beginnt die detaillierte Ausarbeitung des Brandschutzkonzeptes. Die Grundrisspläne werden in eine CAD-Anwendung geladen, wo die Brandschutzanforderungen in Form von vollflächigen farblichen Markierungen für brandschutzabschnittbildende Bauteile und Fluchtwege dargestellt werden. Schraffierungen und Umrandungen kennzeichnen den Schutzbereich von Brandmeldeanlagen und Sprinkleranlagen, während Symbole ergänzende Informationen wie Löscheinrichtungen oder Zugänge darstellen. Die Farb- und Symbolvorgaben richten sich nach den Vorschriften der Vereinigung Kantonalen Feuerversicherungen (VKF).

Das finale Brandschutzkonzept wird mit der Unterlagen zur Baubewilligung der Behörde eingereicht. So bald dieses bewilligt ist, sind die entsprechenden Brandschutzmassnahmen verbindlich umzusetzen.

Das bewilligte Brandschutzkonzept wird den Fachplanern zur Verfügung stellt, damit diese ihre Bauteile entsprechend ausstatten können. In einer weiteren Phase überprüft der Brandschutzplaner die Ausschreibungs- und Ausführungspläne der Fachplaner, um prüfen, dass sie die Brandschutzanforderungen in Ihrem Gewerk korrekt eingeplant haben (Bsp. Positionierung von Brandschutzklappen).

Während der Ausführungsphase wird periodisch und systematisch geprüft, ob die Bauteile wie geplant umgesetzt wurden. Dieser Prüfprozess umfasst sowohl die Kontrolle vor Ort als auch die Dokumentation und den Abgleich mit den Planungsunterlagen.

Die folgende Abbildung zeigt die zu erbringenden Dienstleistungen mit den dazugehörigen Tätigkeiten im Laufe des Lebenszyklus des Bauwerks.

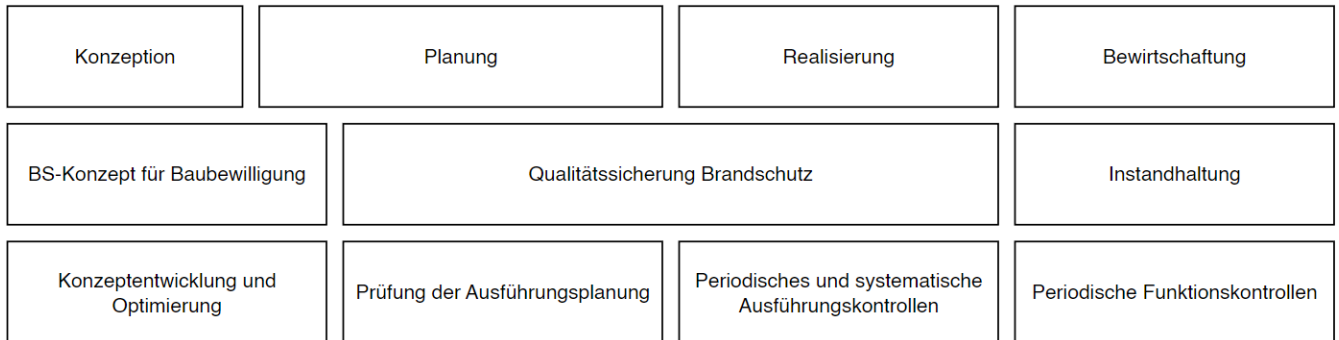


Abbildung 4, Übersicht der Brandschutzplaner Aktivitäten, eigene Darstellung

Problemanalyse

Als eines der grössten Probleme in den Fachgesprächen hat sich die Planänderung herausgestellt. Wenn die Grundrisspläne geändert werden, muss der gesamte Plansatz überarbeitet werden. Dies kommt daher, dass die Pläne der Brandschutzplanenden nicht zurück in das Modell fließen, sondern lediglich abgelegt werden. Diese Änderungen verursachen viel Doppelarbeit und sind ineffizient.

Das zweite grosse Problem ist, dass viele Fachplaner bereits in 3D planen, während die Brandschutzpläne nur in 2D zur Verfügung stehen. Dadurch werden diese Pläne nicht mehr intensiv in den eigenen Planungsprozess integriert, was zu Koordinationsfehlern führt. Diese Planungsfehler müssen dann im Nachhinein durch Korrekturen angepasst werden.

Zusätzlich werden die Pläne der Fachplaner den Brandschutzplanenden oft nur in 2D zur Verfügung gestellt. Dies liegt zum einen daran, dass Genehmigungspläne noch immer in 2D abgebildet werden, und zum anderen daran, dass viele Brandschutzplanende gar nicht in der Lage sind, 3D-Modelle in ihrem Betrieb zu verarbeiten. Diese Diskrepanz zwischen 2D- und 3D-Planung führt zu Missverständnissen und erhöhtem Koordinationsaufwand. Die Planungsfehler der Fachplaner werden durch die Brandschutzplanenden in 2D kommuniziert, diese dann im 3D-Modell angepasst, um daraus wieder einen 2D-Plan zu generieren, der dem Brandschutzplanenden erneut zur Prüfung zugestellt wird. Dieser iterative Prozess ist zeitaufwändig und fehleranfällig.

4.3 Methoden und Betriebsinterne Prozessgestaltung

Methoden der Brandschutzinformationseingabe in BIM-Modelle

Die Interessengemeinschaft BIM und Brandschutz (IG BIM&BS) hat im Rahmen der Präsentation eines Pilotprojekts auf der Swissbau eine Übersicht über die verschiedenen Methoden zur Integration von Brandschutzinformationen in BIM-Modelle erstellt. Diese Methoden lassen sich in vier Kategorien einteilen: Low Tech, Mid Tech, Higher Tech und High Tech. Jede dieser Methoden repräsentiert einen unterschiedlichen Grad an technischer Integration und Automatisierung.

Low Tech

In der Low Tech-Methode senden die Brandschutzplaner die Pläne wie bisher an den Architekten. Der Architekt pflegt die Brandschutzinformationen manuell in das Fachmodell Architektur ein. Von dort aus werden die Informationen in das Koordinationsmodell übertragen. Diese Methode ist einfach umzusetzen, jedoch zeitaufwendig und fehleranfällig, da die manuelle Eingabe von Daten immer eine potenzielle Fehlerquelle darstellt.

Mid Tech

Die Mid Tech-Methode sieht vor, dass der Architekt aus seinem Fachmodell ein ausfüllbares Excel-Dokument generiert. Dieses Dokument wird vom Brandschutzplaner ausgefüllt, wodurch die Informationen ins Architekturmodell gelangen. Diese Methode reduziert den manuellen Aufwand und die Fehlerquote, da die Informationen strukturiert und digital weitergegeben werden. Sie stellt jedoch immer noch einen zusätzlichen Arbeitsschritt für den Brandschutzplaner dar.

Higher Tech

Der Higher Tech-Ansatz hat zwei Ausprägungen. Der erste Zweig ist datenbankbasiert, bei dem der Brandschutzplaner direkt das Koordinationsmodell mit Informationen versorgt. Dieser Ansatz ermöglicht eine direkte und effizientere Datenübertragung. Der zweite Zweig sieht die Erstellung eines eigenen Fachmodells für den Brandschutz vor, das die relevanten Bauteile des Architekturmodells enthält. Dieser Ansatz ist flexibler und erlaubt eine detailliertere und spezifischere Modellierung der Brandchutzanforderungen.

High Tech

Der High Tech-Ansatz nutzt Automatisierungsprozesse, um die in die Datenbank eingepflegten Informationen automatisch auf alle angrenzenden Bauteile, wie Wände, Türen und Fenster, zu übertragen. Diese Methode maximiert die Effizienz und Genauigkeit, indem sie den manuellen Eingabeaufwand minimiert und sicherstellt, dass alle relevanten Bauteile konsistent mit den notwendigen Brandschutzinformationen versehen sind.

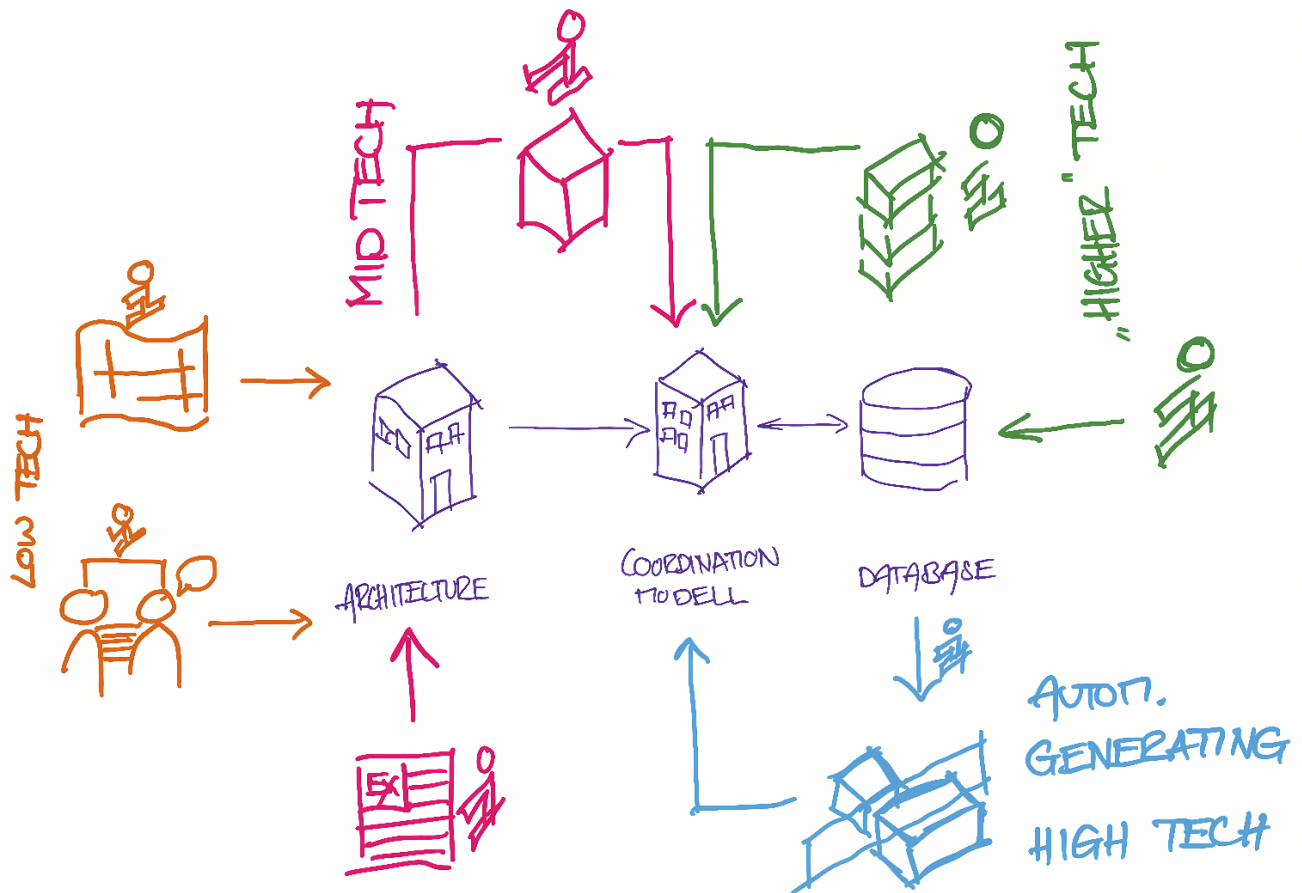


Abbildung 5, Übersicht Methoden, (IG BIM&BS, 2024)

Im Rahmen der Forschungsarbeit wurde ein Higher Tech-Ansatz gewählt, der auch die Grundlage für die High Tech-Methode erfüllen kann. Der Grund für die Wahl dieser Variante liegt in der Natur der Forschungsarbeit, die darauf abzielt, zukunftsorientierte Methoden und Technologien zu erforschen und zu testen. Durch die Implementierung eines Higher Tech-Ansatzes können bereits heute wichtige Grundlagen für eine zukünftige High Tech-Integration geschaffen werden. Dies ermöglicht nicht nur eine effiziente und genaue Erfassung und Verteilung von Brandschutzinformationen, sondern bietet auch die Flexibilität, zukünftige Automatisierungsmöglichkeiten zu nutzen und weiterzuentwickeln.

Anwendung des Golden Circle von Simon Sinek

Um die strategische Ausrichtung und die Ziele der BIM-Implementierung in der Brandschutzplanung klar zu definieren, kann das Modell des Golden Circle von Simon Sinek angewendet werden. Dieses Modell hilft, den Kern der Initiative zu verstehen und zu kommunizieren, indem es sich auf drei grundlegende Fragen konzentriert: Warum, Wie und Was.

Warum (Why)

Das "Warum" beschreibt den Zweck oder die Motivation hinter der Implementierung von BIM in der Brandschutzplanung. Der Hauptgrund für diese Initiative ist die Verbesserung der Effizienz und Qualität der Brandschutzplanung durch die Integration digitaler Technologien. Ziel ist es, die Zusammenarbeit mit anderen Fachplanern zu optimieren und die Vorteile von BIM, wie erhöhte Transparenz und Nachverfolgbarkeit, auch im Bereich Brandschutz zu nutzen. Durch diese Integration soll sichergestellt

werden, dass Brandschutzinformationen nahtlos in die Gesamtplanung einfließen und so die Sicherheit und Qualität von Bauprojekten verbessert wird.

Wie (How)

Das "Wie" beschreibt die Methoden und Prozesse, die zur Erreichung des Ziels eingesetzt werden. In diesem Kontext wird die Implementierung von verschiedener BIM-Autorensoftware geprüft. Diese Tools bieten die notwendigen Funktionalitäten zur Informationsmodellierung und -validierung, die für die Brandschutzplanung erforderlich sind. Zudem werden Change-Management-Methoden angewendet, um den Übergang zu BIM reibungslos zu gestalten. Schulungen und Weiterbildungen werden durchgeführt, um sicherzustellen, dass alle Beteiligten ein tiefes Verständnis für die neuen Prozesse und Werkzeuge entwickeln. Bei der Entwicklung des Leitfadens wurde von einem Mikrounternehmen oder kleinen Unternehmen ausgegangen, da dies, wie sich in Expertengesprächen herausgestellt hat, die häufigsten Formen von Brandschutzplanungsunternehmen sind.

Was (What)

Das "Was" beschreibt die konkreten Ergebnisse der Implementierung. Dies umfasst die Erstellung von detaillierten BIM-Modellen, die alle relevanten Brandschutzinformationen enthalten, sowie die Sicherstellung der Konsistenz und Qualität dieser Modelle durch Prüfsoftware und spezifische Workflows. Ziel ist es, vollständige und präzise Brandschutzplanungen zu liefern, die in die Gesamtplanung integriert werden können. Dies trägt zur Effizienzsteigerung und zur Erhöhung der Projektsicherheit bei.

Die Anwendung des Golden Circle von Simon Sinek bietet somit eine klare Struktur zur Definition und Kommunikation der strategischen Ausrichtung der BIM-Implementierung in der Brandschutzplanung.

4.3.1 Strategieentwicklung

Ziele und Visionen

Das Hauptziel der Implementierung von BIM in der Brandschutzplanung ist es, die Planung und Zusammenarbeit in diesem Bereich zu optimieren. Durch die Integration von BIM-Technologien sollen Brandschutzplaner in die Lage versetzt werden, nahtlos mit anderen Fachdisziplinen zu kooperieren und die Vorteile von Building Information Modeling auch in der Brandschutzplanung anzuwenden. Dies schließt die verbesserte Integration von Brandschutzinformationen in die Gesamtplanung von Bauprojekten ein, um die Sicherheit und Qualität der Bauprojekte zu erhöhen.

Ist-Analyse

Der aktuelle Stand der BIM-Implementierung in der Brandschutzplanung zeigt, dass viele Unternehmen sich noch in der Software-Evaluierungsphase befinden. Es wurden noch keine kommerziellen BIM-Projekte vollständig umgesetzt, jedoch gibt es erste Pilotprojekte, die zu Forschungszwecken durchgeführt wurden. Dabei wurden verschiedene Herausforderungen und Probleme identifiziert, insbesondere in Bezug auf die Konsistenz der gelieferten Modelle. Häufig treten Probleme durch falsche Modellierungen, fehlerhafte IFC-Entitäten und inkonsistente Psets auf. Zudem fehlen in vielen Fällen wichtige Räume, die zentral für die Brandschutzplanung sind.

Change Management

Für die Umstellung auf BIM wird das Change-Management-Modell von Lewin angewendet, das aus den Phasen Unfreezing, Changing und Refreezing besteht. Dieses Modell bietet eine klare Struktur für die Einführung von Veränderungen:

Unfreezing: In dieser Phase wird der Bedarf an Veränderung kommuniziert und das bestehende System aufgelockert. Dies kann durch Informationsveranstaltungen und Workshops geschehen, die das Bewusstsein für die Vorteile von BIM schärfen.

Changing: Die eigentliche Implementierung und Anpassung neuer Prozesse und Technologien findet in dieser Phase statt. Hier werden Schulungen durchgeführt, um das notwendige Wissen und die Fähigkeiten zu vermitteln.

Refreezing: Diese Phase zielt darauf ab, die neuen Prozesse und Technologien zu stabilisieren und in den Arbeitsalltag zu integrieren. Regelmässige Feedbackrunden und Anpassungen sorgen dafür, dass die Veränderungen nachhaltig verankert werden.

Durch gezielte Schulungen und Workshops wird das Verständnis für BIM und die spezifischen Anforderungen im Brandschutz gefördert. Die Kommunikation und Einbindung aller Beteiligten in den Veränderungsprozess ist dabei ein zentraler Erfolgsfaktor.

Ressourcen und Kompetenzen

Für die erfolgreiche Implementierung von BIM in der Brandschutzplanung sind verschiedene Ressourcen erforderlich:

- Personal: Es wird empfohlen, zuerst bestehendes Personal weiterzubilden, indem beispielsweise Zeichner zu Modellierern umgeschult werden.
- Hardware: Die vorhandenen Computer, die bereits CAAD-Anwendungen unterstützen, sind in der Regel ausreichend.
- Software: Neben der Hauptsoftware für die Modellierung könnte es sinnvoll sein, eine Prüfsoftware zu beschaffen, um die Arbeit der Modellierer zu überprüfen und das Vier-Augen-Prinzip der Brandschutzplanung im BIM-Prozess aufrechtzuerhalten.

Die geplanten Schulungen und Weiterbildungen für das Team umfassen unter anderem:

- Allgemeines Verständnis von BIM mit IFC
- Kollaboration in Grossprojekten mit IFC
- BIM und Brandschutz
- Umgang mit Prüfsoftware

Diese Schulungen sollten idealerweise als interne Workshops von einem Experten durchgeführt werden.

Stakeholder-Analyse

Die wichtigsten Stakeholder im Prozess der BIM-Implementierung in der Brandschutzplanung sind:

- Interne Mitarbeiter: Modellierer, Zeichner, Projektleiter
- Geschäftsführung: Entscheider, die das Projekt unterstützen und finanzieren
- Kunden: Bauherren und Auftraggeber, die von der verbesserten Dienstleistung profitieren
- Softwareanbieter: Anbieter der BIM-Software und Tools
- Externe Fachplaner: Fachplaner, die in den BIM-Prozess integriert werden

Um die Bedürfnisse und Erwartungen dieser Stakeholder zu berücksichtigen, werden regelmässige Informationsveranstaltungen und Workshops durchgeführt. Dabei sollen die Vorteile und der Fortschritt des Projekts transparent kommuniziert werden. Feedbackrunden und individuelle Gespräche sollen sicherstellen, dass spezifische Anforderungen und Bedenken der Stakeholder berücksichtigt und in den Projektplan integriert werden.

Durch diese umfassende Strategieentwicklung wird die erfolgreiche Implementierung von BIM in der Brandschutzplanung unterstützt und der Übergang zu BIM-fähigen Prozessen gefördert.

4.3.2 Methodenauswahl

Highertech Varianten

Wie in Kapitel 4.3 beschrieben, wird ein Hightech fähiger Highertech-Ansatz verfolgt. Der Highertech-Ansatz bietet gemäss der IG BIM&BS zwei Varianten zur Einpflege der Brandschutzinformationen:

- Einpflege der Daten mittels einer Datenbank im Koordinationsmodell
- Erzeugen eines eigenen Fachmodells

Der datenbankbasierte Ansatz sieht vor direkt Informationen im Koordinationsmodell einzupflegen, dies hat den Vorteil, dass sich der Brandschutzplaner nicht mit BIM Autorensoftware beschäftigen muss um einen Zugang zu IFC Modellen zu erhalten. Der Vorteil ist ein Nachteil zu gleich, ohne Visu-

elle Informationen ist dieser Prozess fehleranfällig. Eine Möglichkeit dies zu verhindern wäre es die Planung wie anhin in 2D zu erbringen und danach die Informationen einzupflegen, so ist Brandschutzplaner aber wieder in der Situation, dass er die Arbeit doppelt erbringen muss und der erhoffte Vorteil von BIM ist wieder nichtig.

Ein weiterer kritischer Punkt ist, dass die erbrachte Arbeit nicht ohne Aufwand ersichtlich ist. Natürlich können Änderungsprotokolle von einem bestimmten Nutzer oder einem Bauteil ausgegeben werden, aber dies ist alles andere schnell und einfach. Bei kleineren Modellen kann dies noch genutzt werden, aber bei Grossprojekten mit mehreren zehntausend Objekten kann es schnell zu einer Suche der Nadel im Heuhaufen werden, falls zu einem späteren Zeitpunkt ein Fehler in der Planung oder Ausführung auftaucht.

Es können auch Fehler entstehen wenn Objekte verändert werden und der Brandschutzplaner es nicht merkt oder die Anpassungen erst zu einem späteren Zeitpunkt ausführt. In dieser Zeitspanne enthalten die Objekte im Koordinationsmodell möglicherweise falsche Informationen und es gibt keine Möglichkeit für den Brandschutzplaner dies zu verhindern.

Anders ist dies bei der Erzeugung eines eigenen Fachmodells, hier ist zwar der Aufwand höher, aber der Aufwand ist durch die Vorteile durchaus gerechtfertigt. Wenn ein eigenes Modell abgegeben wird, ist für jede am Projekt beteiligte Person klar ersichtlich, welche Informationen zu welchem Zeitpunkt aktuell und vor allem verbindlich sind. Es wird sofort ersichtlich wann die Brandschutzinformationen veraltet sind z.B. durch den Abgleich einer projektweiten Revisionsnummer. Dies vereinfacht das Planen und selbstständige Prüfen durch die Fachplaner und das anschliessende kontrollieren durch den Brandschutzplaner.

Daher lautet die Empfehlung ein eigenes Fachmodell zu erzeugen und zu pflegen.

Werkzeugvergleich

BlenderBIM und ifcopenshell sind als primäre Werkzeuge ausgewählt, weil sie spezifische Anforderungen in der Brandschutzplanung optimal erfüllen. BlenderBIM bietet eine hohe Funktionalität bei der Informationsmodellierung, die für Brandschutzplaner entscheidend ist. Aufgrund der Tatsache, dass die Modellierungsarbeit hauptsächlich aus der Informationsmodellierung besteht, können einige Schritte auch ausserhalb der Autorensoftware erfolgen. Zum Beispiel können Python-Skripte verwendet werden, um die Vollständigkeit der Modelle zu überprüfen und erforderliche Eigenschaften anzuhängen.

Zusätzlich ermöglicht ifcopenshell die Validierung von Modellen direkt in BlenderBIM. Diese Software bietet vielfältige Möglichkeiten, wie die Kollisionsprüfung und das Gegenprüfen von Information Delivery Specifications (IDS).

Die Auswahlkriterien für die Werkzeuge umfassen Funktionalität, Preis und Lernbarkeit und Natives Dateiformat. BlenderBIM und ifcopenshell bieten eine native IFC-Unterstützung, was zu kürzeren Ladezeiten führt und den Workflow optimiert. Viele herkömmliche Programme, wie Revit, benötigen lange Ladezeiten, da die IFC-Datei intern umgewandelt wird, was Fehler verursachen kann und den Workflow stört. Ein weiterer wesentlicher Vorteil von BlenderBIM ist die Open-Source-Natur der Software, wodurch das Budget des Unternehmens nicht weiter belastet wird. Dies ist besonders wichtig, da in einer Übergangsphase sowohl BIM- als auch herkömmliche Projekte parallel existieren werden. Die schnelle Entwicklung und der umfangreiche Support aus der Community, beispielsweise von osarch.org, stellen zusätzliche Vorteile dar.

Alternativen

Neben BlenderBIM und ifcopenshell wurden auch simpleBIM und Revit in Betracht gezogen:

SimpleBIM bietet eine hohe Funktionalität und eine benutzerfreundliche Oberfläche. Es ist besonders gut für das einfache Einfügen von Informationen geeignet und verwendet eine Tabellenkalkulationsoptik, die auch für BIM-Unerfahrene vertraut ist. Der grösste Nachteil von SimpleBIM ist die fehlende Möglichkeit, Pläne zu exportieren.

Revit bietet eine umfassende Funktionalität zur Erstellung von Brandschutzplänen und kann 2D-Pläne relativ einfach in 3D umwandeln. Die Hauptprobleme bei Revit sind der hohe Preis und die mangelnde native IFC-Unterstützung, die zu langen Ladezeiten und potenziellen Fehlern führt. Zudem ist die Datenmodellierung ohne API-Schnittstelle mühsam und anfällig für Fehler.

BlenderBIM wurde aufgrund seiner hohen Funktionalität und Open-Source-Natur bevorzugt, während simpleBIM eine benutzerfreundlichere, aber funktionell eingeschränkte Alternative darstellt. Revit wurde aufgrund der hohen Kosten und der mangelnden nativen IFC-Unterstützung ausgeschlossen.

Integration und Kompatibilität

BlenderBIM und PyCharm lassen sich problemlos in die bestehende IT-Infrastruktur integrieren. Die einzigen bestehenden Programme sind AutoCAD und ein PDF-Editor, was keine Kompatibilitätsprobleme verursacht. Es wurde zunächst überlegt, ob BlenderBIM DXF-Dateien lesen sollte, um alle Aufgaben in einem Programm zu erledigen. Allerdings sind die Aufgaben (informieren und visuell kennzeichnen von Informationen) unterschiedlich, sodass dies möglicherweise nicht sinnvoll ist.

Zukünftig können einige Abläufe mit IDS (Information Delivery Specification) automatisiert werden, das mittlerweile in der Version 1.0 verfügbar ist. Die Arbeitsabläufe ändern sich dahingehend, dass Informationen effizienter eingepflegt und die Planerstellung durch eigenschaftsbasierte Einfärbung optimiert wird. Nur noch Symbole und wenige Beschriftungen müssen händisch erfolgen.

Pilotprojekte und Testphasen

Es wurden Pilotprojekte durchgeführt, um die Effektivität der neuen Methoden zu überprüfen. Der Erfolg der Projekte wird daran gemessen, ob ein BIM-Modell so informiert werden kann, dass alle erforderlichen Informationen vorhanden sind und es anderen Fachplanern zur Verfügung gestellt werden kann. Zudem wird überprüft, ob das Modell zur Prüfung der Planung anderer Gewerke genutzt werden kann, um sicherzustellen, dass ihre Planung den Anforderungen entspricht. Einwände werden via BCF (BIM Collaboration Format) dokumentiert.

Risikomanagement

Die Implementierung von BlenderBIM birgt das Risiko, dass die Einarbeitung aufgrund der komplexen Bedienung hoch ist und spontane Anpassungen schwierig sind. Daher könnte simpleBIM als eine kurzfristige Lösung betrachtet werden, während BlenderBIM langfristig die umfassenderen Anforderungen erfüllt. Es besteht auch die Möglichkeit, dass neue Softwarelösungen auf den Markt kommen, die die Bedürfnisse der Brandschutzplaner noch besser abdecken.

Die Akzeptanz der neuen Methode ist generell hoch, da die Mitarbeitenden motiviert sind, technologisch auf dem neuesten Stand zu bleiben und BIM erfolgreich zu implementieren.

Bewertung Autorensoftware			
	BlenderBIM	Simplebim	Revit
Funktionalität	A	B	A
Einarbeitung	C	A	B
Natives IFC	A	A	C
Preis	A	B	C

Tabelle 6, Bewertung Autorensoftware, eigene Abbildung

Wie oben beschrieben, wird zuerst eine Bewertung nach festgelegten Kriterien durchgeführt. Mit den gewählten Kriterien schneidet BlenderBIM am besten ab, gefolgt von Simplebim. Revit erzielt das schlechteste Resultat in dieser Auswahl.

Eignung Autorensoftware			
	BlenderBIM	Simplebim	Revit
Low Tech	X	X	✓
Mid Tech	X	(✓)	X
Higher Tech	✓	✓	✓
High Tech	✓	X	✓

Tabelle 7, Eignung Autorensoftware, eigene Abbildung

Als zweiter Schritt wird beurteilt, ob die Autorensoftware auch für die gewählte Methode passend ist. Hier zeigt sich, dass Revit als BIM-fähige herkömmliche Architektur das breiteste Funktionsspektrum abdeckt. Das für die Arbeit aber nur die unteren beiden Methoden relevant sind, ist es ein Unentschieden zwischen BlenderBIM und Revit.

In diesen Bewertungen sind alle Kriterien gleich gewichtet. Für eine Evaluation in einem echten Umfeld muss der Kriterienkatalog auf jeden Fall überarbeitet werden.

5 Der Handlungsleitfaden

Die Anforderungen an den Handlungsleitfaden und dessen Limitierungen sind in Kapitel 4 beschrieben. Das Ziel dieses Leitfadens ist es ein Fachmodell Brandschutz zu erstellen, siehe Kapitel 4.3.2. Zusammengefasst lässt sich sagen, dass sich dieser Leitfaden an Brandschutzplanungsbüros mit einer Grösse von bis zu 50 Mitarbeitern richtet, die noch keine Erfahrung mit BIM gemacht haben. Der Leitfaden ist grundsätzlich nicht softwareabhängig, für die konkrete Durchführung einzelner Arbeitsschritte werden allerdings softwarespezifische Anpassungen von Nöten sein. Für die enthaltenen Abbildungen wurde BlenderBIM verwendet, eine Open Source Software, die es jedem ermöglicht die beschriebenen Schritte mit einer eigenen IFC Datei mitzumachen.

5.1 Vorbereitende Massnahmen

Um sich einen Überblick über das Thema BIM zu machen, ist es empfohlen das Kapitel 2.1.1, Grundlagen BIM als erstes zu lesen. Empfehlenswert ist es auch tiefergehende Fachliteratur zu studieren und mit Erfahrenen in der BIM Thematik zu reden, diese müssen auch nicht Brandschutzplaner sein.

Die Strategieentwicklung, Kapitel 4.3.1 und die Methodenauswahl, Kapitel 4.3.2 sind die aufwendigsten Vorbereitungen dies es zu machen gibt. Es sind zwei sehr wertvolle Werkzeuge, die nicht nur den Kurs der Implementierung im Betrieb formen, sondern auch eine stabile Basis für das kommende Change Management im Betrieb bilden.

5.2 Variantenbildung

Die Variantenbildung, siehe Kapitel 4.2.2, in BIM durchzuführen, macht wenig Sinn. Wenn das SSOT (Single Source of Truth) Prinzip aufrechterhalten werden soll, ist es zudem noch kompliziert die Daten zu verwalten, da pro Modell nur ein Wert gespeichert werden kann. Da die Variantenbildung hauptsächlich aus einem Abstimmen der VKF-Richtlinien mit den Projektzielen und den damit verbundenen Kundenzielen ist, ist es meist sinnvoller die Absprache auf der Basis von 2D-Plänen zu erarbeiten.

5.3 Erhalt und Erstprüfung

Als erster Schritt vor der effektiven Bearbeitung erfolgt eine formelle Prüfung des Modells. Diese ist wichtig, da die meisten Fachplaner mit proprietärer Software arbeiten, die unvollständige oder falsche IFC Dateien generieren kann, wenn sie nicht richtig konfiguriert ist. Bevorzugter Weise geschieht dieser Prozess mit dem Fachmodell Architektur. Da dies in der Regel das Modell ist, das die Räume wie auch die meisten anderen relevanten Bauteile enthält.

Um solche Probleme im Vorhinein zu umgehen ist es auch wichtig, dass sich die Brandschutzplanenden bei der Erstellung des BAP (BIM Abwicklungsplan) einbringen. Dieser regelt unter anderem die Anforderungen an die Qualität der ausgetauschten Daten durch eine Festlegung von Modellvorgaben.

Wenn der Brandschutzplaner allerdings nach der Erstellung des BAP ins Projekt kommt, ist es meistens nicht mehr möglich diesen zu verändern, da dieser ein fester Teil des Vertrages der anderen Fachplaner ist. Darum ist es in diesem Fall wichtig, dass die Anforderungen an das Modell in den Vertrag zwischen Auftraggeber und Brandschutzplaner eingebunden werden.

Die formelle Prüfung des Modells besteht aus einem Sichten des Modells, dies kann auf mehrere Arten gemacht werden. Wichtig hierbei ist es, dass in einem ersten Schritt nur das reine Vorhandensein

der benötigten Objekte geprüft wird. Für die Einpflege der räumlichen Brandschutzanforderungen werden lediglich folgende zwei Entitäten benötigt: IfcBuilding und IfcSpace. Die Entitäten IfcZone und IfcSpatialZone können vorhanden sein, müssen aber nicht, da sie lediglich Gruppierungen von Räumen darstellen.

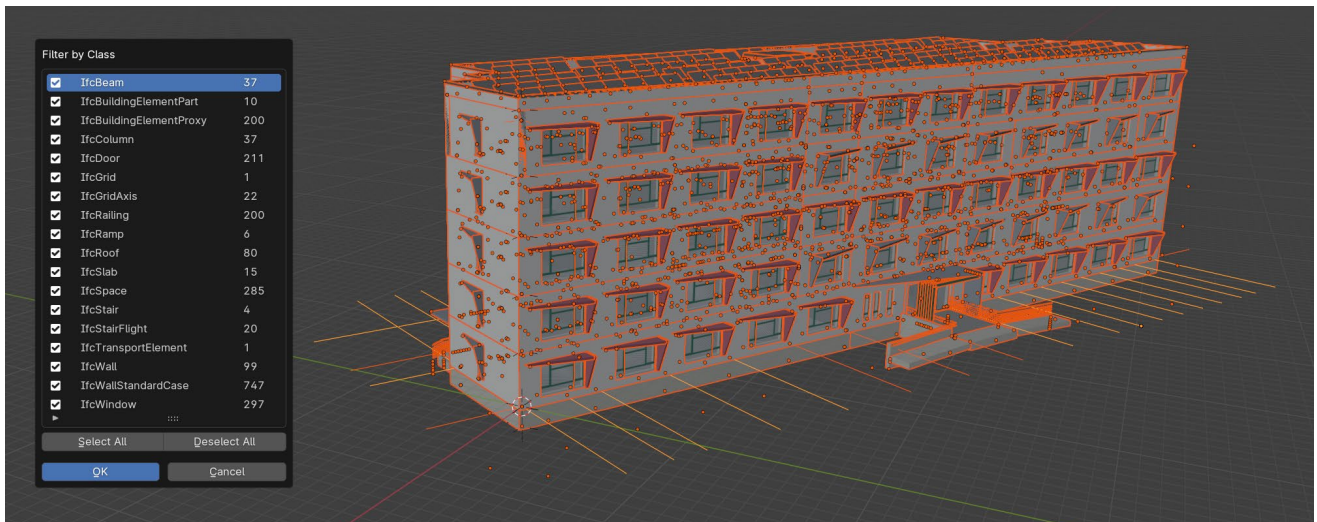


Abbildung 6, die Bestandsaufnahme vom Modell, eigene Abbildung

Die Filter by Class Funktion listet alle ausgewählten Objekte auf, die eine geometrische Darstellung besitzen.

Die Praxis, ein Modell zuerst formell zu prüfen und erst dann zu bearbeiten, empfiehlt sich bei jeder neu heruntergeladenen IFC-Datei, da Fachmodelle häufig nicht in IFC bearbeitet sondern in der proprietären Software erzeugt werden und das alte Modell ersetzen.

Dieser Schritt kann auch in einer Prüfsoftware oder mit einem Python Skript erfolgen.

5.4 Räumliche Anforderungen

Mit der vereinbarten Variante kann nun begonnen werden, die räumlichen Brandschutzanforderung in das Modell einzupflegen. Um diesen Prozess so einfach wie möglich zu gestalten, werden die erforderlichen PSets maschinell den Räumen angehängt und danach von Hand ausgefüllt. In diesem Fall erfolgt das Anhängen mit einem Python Skript. Dieses befindet sich im Anhang.

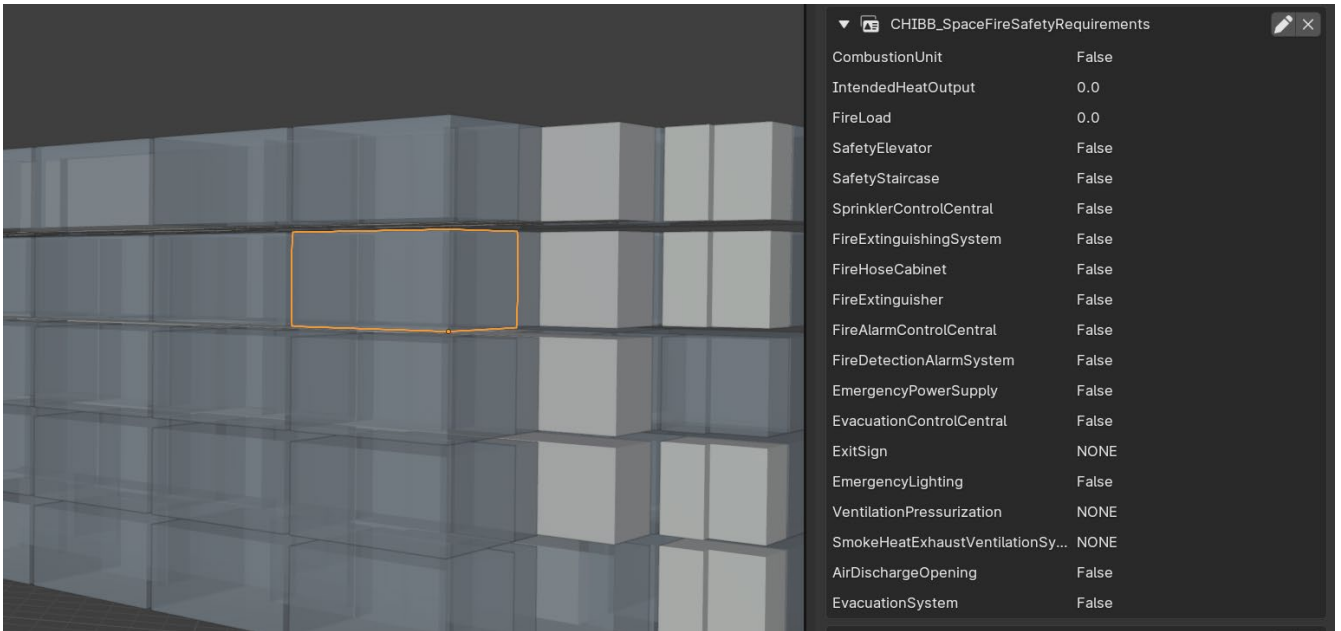


Abbildung 7, Raum mit neuem PSet, eigene Abbildung

Auszug der hinzugefügten PSets am Beispiel des IG BIM&BS PSets

Mit den nun angehängten PSets können entweder einzeln oder mit der Funktion «Bulk Add / Edit Custom Properties» Informationen wie Fluchtwege oder Brandschutzabschnitte den Räumen zugeordnet werden.

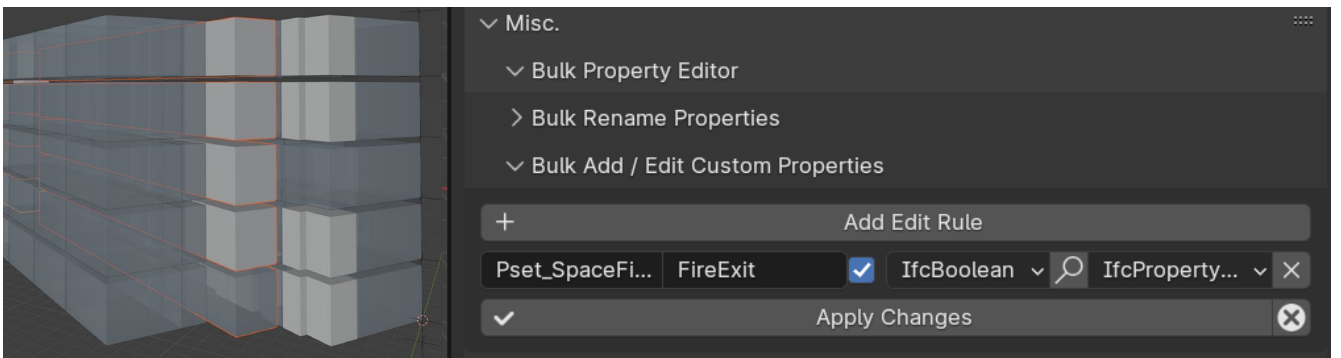


Abbildung 8, Ausgewählte Räume und Bulk Edit Tool, eigene Abbildung

Alle gewünschten Gänge werden ausgewählt und mit dem Property FireExit auf «True» informiert.

Zur eindeutigen Zuordnung als horizontaler Fluchtweg muss noch der Wert 9.2 im Property OccupancyType eingetragen werden.

Für eine Überprüfung lassen sich mit der Funktion «Colour by Property» Properties visuell darstellen.

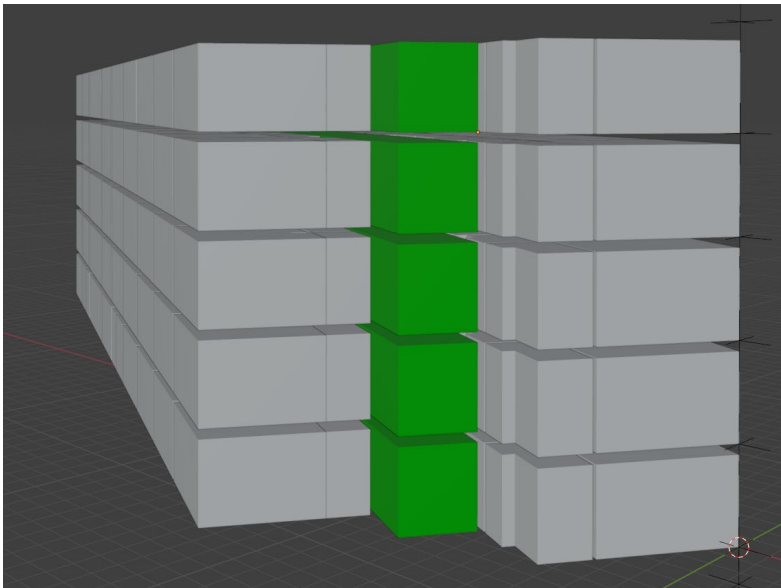


Abbildung 9, Fluchtwege coloured by Property, eigene Abbildung

Hier wurden alle Räume mit dem Property FireExit «True» grün markiert

Für die Brand-, Lüftungs- und Sprinklerabschnitte verhält sich das anders, diese werden als IfcSpatialZone abgebildet, eine Gruppe von Räumen, die eine geometrische Repräsentation enthält.

Um eine Zone in BlenderBIM zu erzeugen, muss die Zone erstellt werden und die Räume die hinzugefügt werden markiert sein. Durch die Funktion «Assign System» werden die ausgewählten Räume der Zone hinzugefügt.

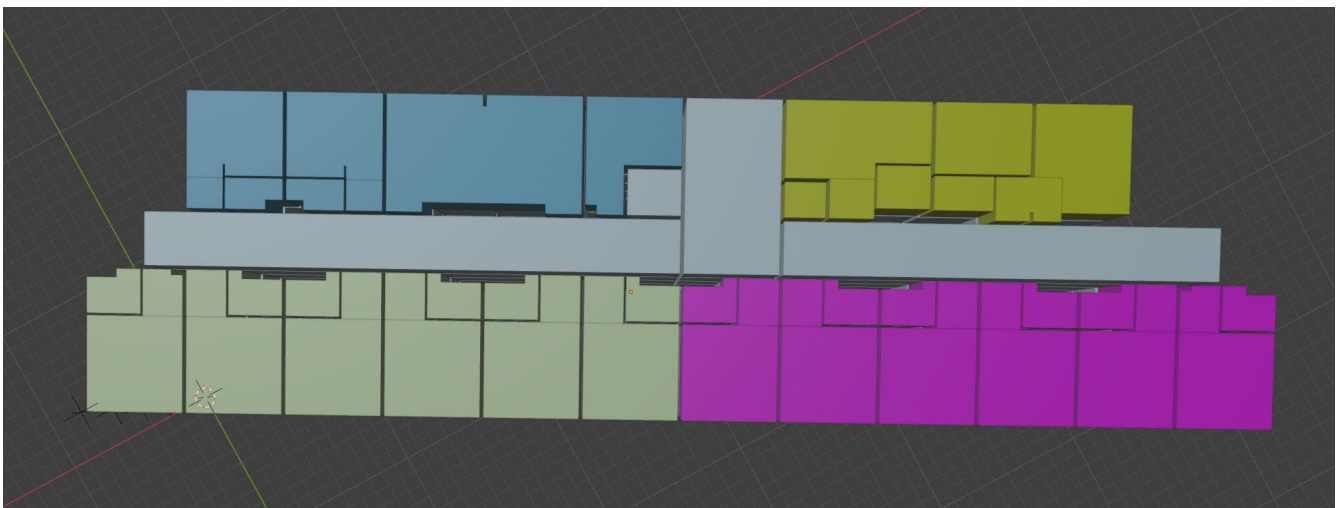


Abbildung 10, mit Color by Property eingefärbert Grundriss, eigene Abbildung

Hier werden die Zonen eingefärbt, zu erkennen ist, dass beim blauen Brandabschnitt das kleine Zimmer vergessen worden ist.

Das PSet für die Zonen wird wiederum mit einem Python Skript angehängt und die entsprechenden Properties werden ausgefüllt. Somit besitzen nun alle räumlichen Elemente die Anforderungswerte und der Schritt ist abgeschlossen.

5.5 Abgeleitete Anforderungen

Die fertig geplanten restlichen Bauteile können im nächsten Schritt analog zu den Räumen informiert werden. Die Liste der zu informierenden Bauteile ist nun deutlich länger geworden: 28 Entitäten.

Diese Informationsfülle hat auch ihren Grund. Mit diesem Modell könnte unter anderem die Prüfung durch die Kantonale Gebäudeversicherung erfolgen und sämtliche Fachplaner prüfen ihre eigenen Modelle mit diesem Fachmodell gegen.

Da in diesem Schritt der Aufwand der händischen Arbeit drastisch steigt, ist im Kapitel 5.8.3 eine mögliche Automatisierung beschrieben.

5.6 Kontrolle der Fachplaner

In einer weiteren Phase werden die Fachmodelle der Fachplaner überprüft, um sicherzustellen, dass sie die Brandschutzanforderungen in ihrem Gewerk korrekt eingeplant haben. Dazu gehören beispielsweise die Positionierung von Brandschutzklappen.

Kollisionsprüfung

Mittels der Kollisionsprüfungen kann schnell festgestellt werden, welche Bauteile der Fachplanenden sich in den brandschutzrelevanten Zonen befinden und die dazugehörigen Anforderungen erfüllen müssen. Eine Kollisionsprüfung kann aufzeigen, ob Leitungen oder andere Installationen durch Brandschutzwände verlaufen und damit die Brandschutzanforderungen des jeweiligen Raums gefährden.

Die Kollisionsprüfung erfolgt in der Regel mithilfe spezialisierter Software, die automatisch Kollisionen zwischen Bauteilen identifiziert und klassifiziert. Beispiele dafür wären BIMcollab Zoom oder Solibri.

Issuemanagement mit BCF

Neben der Kollisionsprüfung ist das Issuemanagement ein weiterer wichtiger Aspekt der Kontrolle. Dabei werden identifizierte Probleme und Kollisionen dokumentiert und zur Bearbeitung an die zuständigen Fachplaner weitergeleitet. Dies geschieht häufig über das BIM Collaboration Format (BCF), ein offenes Dateiformat, das speziell für die Kommunikation von Problemen und Änderungsanforderungen in BIM-Projekten entwickelt wurde.

BCF ermöglicht es, Kommentare und Änderungswünsche direkt im Kontext des 3D-Modells zu verorten und mit relevanten Informationen wie Screenshots, Positionen im Modell und Verantwortlichkeiten zu versehen. Dies erleichtert die Nachverfolgung und Bearbeitung von Issues erheblich und stellt sicher, dass alle Beteiligten stets über den aktuellen Stand der Bearbeitung informiert sind.

5.7 Kontrolle der Ausführenden

Während der Ausführungsphase wird periodisch und systematisch geprüft, ob die Bauteile wie geplant umgesetzt wurden. Dieser Prüfprozess umfasst sowohl die Kontrolle vor Ort als auch die Dokumentation und den Abgleich mit den Planungsunterlagen. Dieser Schritt ist der einzige der nicht in der Fallstudie geprüft werden konnte, die Möglichkeiten wurden in Fachgesprächen so bestätigt.

Die Überprüfung der korrekten Umsetzung von Bauteilen kann durch den Einsatz von BIM unterstützt und effizienter gestaltet werden. Hierbei spielen verschiedene Funktionen und Möglichkeiten eine Rolle:

Digitale Checklisten

Mit Hilfe von BIM können digitale Checklisten erstellt werden, die alle relevanten Bauteile und deren spezifische Anforderungen enthalten. Diese Checklisten können auf mobilen Geräten verwendet werden, sodass Prüfer vor Ort schnell und einfach überprüfen können, ob die Bauteile den Planungsanforderungen entsprechen. Dies ermöglicht eine systematische und lückenlose Dokumentation des Prüfprozesses.

Modellbasierte Abgleiche

Ein weiterer Vorteil von BIM ist die Möglichkeit des modellbasierten Abgleichs. Hierbei wird das reale Bauwerk kontinuierlich mit dem digitalen Modell verglichen. Diese Methode erleichtert es, Abweichungen zwischen dem geplanten und dem tatsächlich ausgeführten Zustand schnell zu identifizieren. Moderne BIM-Softwarelösungen bieten Funktionen zur visuellen Gegenüberstellung von 3D-Modellen und realen Bauwerksdaten, die mithilfe von Terrestrischem Laserscanning oder Drohnenaufnahmen erfasst wurden.

5.8 Weiterentwicklungen

Um die Relevanz und Anwendbarkeit dieses Handlungsleitfadens hoch zu halten, werden kontinuierliche Aktualisierungen und Verbesserungen durchgeführt.

5.8.1 Feuerwehrmodell

Um das für Einsätze der Feuerwehr optimierte Modell zu erstellen werden die gleichen Informationen wie bei den aktuellen Feuerwehrplänen benötigt. In den Fachgesprächen hat sich herausgestellt dass tendenziell eher zu viele Informationen auf den aktuellen Feuerwehrplänen abgebildet ist. Dies erschwert nicht nur die Befehlsgebung sondern verzögert die gesamte Schadensbekämpfung, was wiederum in einem höheren Gefahrenpotential von Mensch und Material resultiert.

Das Konzept für ein BIM Modell im Feuerwehreinsatz ist stufenbasiert aufgebaut, immer den Bedürfnissen des Einsatzleiters angepasst. Dies Reflektiert auch das Prinzip von LOIN (Level of Information Need).

In einem folge Gespräch mit einem Experten sind die essentialsten Bedürfnisse an Informationen für die ersten Minuten im Einsatzfall entstanden:

Wie komme ich hinein? (Schlüsseldepot, Ein-/Ausgänge, Standort BMA)

Wie komme ich hinauf/hinunter? (Treppenhäuser, Aussentreppen, Feuerwehrlifte, etc.)

Wie komme ich heran? (Zufahrt, Umgebung, Engnisse, Tragfähigkeit, Platzverhältnisse, etc.)

Die restlichen Stufen wurden auf Grund der Anforderungen des Brandschutzmerkblattes der Feuerwehrpläne der VKF konzeptioniert und im erneuten Austausch validiert.

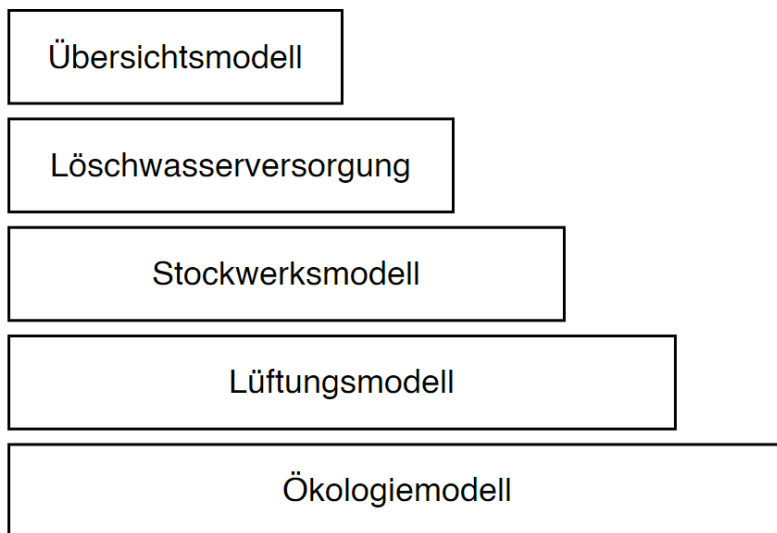


Abbildung 11, Übersicht Konzept Einsatzmodelle, eigene Abbildung

5.8.2 IDS Implementierung

Eine Information Delivery Specification (IDS) ist ein maschinenlesbares Dokument, das die Austauschforderungen des modellbasierten Datenaustauschs definiert. Es legt fest, wie Objekte, Klassifikationen, Eigenschaften sowie Werte und Einheiten geliefert und ausgetauscht werden müssen. IDS kombiniert Industry Foundation Classes (IFC), Domänenenerweiterungen sowie zusätzliche Klassifikationen und Eigenschaften, die entweder in nationalen Vereinbarungen oder unternehmensspezifisch (z.B. im buildingSMART Data Dictionary, bSDD) gespeichert sind. IDS ist der Standard zur Definition des erforderlichen Informationsniveaus und ermöglicht die Validierung von IFC-Modellen für Auftraggeber, Modellierer und Software-Tools, die automatisierte Analysen durchführen.

Integration in den Leitfaden

Mit der Veröffentlichung von IDS (Information Delivery Specification) 1.0 bietet sich in Zukunft an, die Python-Skripts zum Anhängen der PSets zu ersetzen. Diese IDS-Dateien sollten direkt durch die IG BIM&BS publiziert werden. Da die Technologie noch recht neu ist, lässt die Integration in Auto-rensoftwares noch auf sich warten. In IfcOpenShell gibt es bereits die grundlegende Möglichkeit, Modelle mit IDS zu prüfen, diese wurden allerdings im Rahmen dieser Arbeit nicht geprüft.

5.8.3 Automatisches Informieren von angrenzenden Bauteilen

In diesem Kapitel wird das Konzept eines Prototypen vorgestellt, der es ermöglicht, angrenzende Bauteile, insbesondere Wände, basierend auf den im Raum hinterlegten Informationen zu aktualisieren. Der Fokus liegt hierbei auf dem Feuerwiderstand.

Das Hauptziel dieses Prototyps ist es, sicherzustellen, dass alle angrenzenden Wände eines Raumes mit dem höchsten erforderlichen Feuerwiderstandswert ausgestattet sind. Um dies zu erreichen, muss der Prozess für jede Stufe des Feuerwiderstandes (z.B. EI30, EI60) einzeln durchlaufen werden.

Vorgehensweise

Die Umsetzung erfolgt mithilfe von IfcOpenShell und anderen in Python verfügbaren Plugins. Die Schritte des Prozesses sind wie folgt:

Auslesen der Rauminformationen:

- Laden der IFC-Datei und Identifizieren der Räume (IfcSpace).
- Extrahieren der relevanten Informationen, insbesondere der Feuerwiderstandswerte.

Ermitteln angrenzender Bauteile:

- Anstatt direkt auf das nicht immer vorhandene RelatedBuildingElement zuzugreifen, werden die räumlichen Beziehungen analysiert, um die angrenzenden Bauteile zu identifizieren. Dies kann durch die Untersuchung der geometrischen Informationen der Räume und ihrer Begrenzungen erfolgen.

Bewertung und Aktualisierung der Feuerwiderstandswerte:

- Der höchste Feuerwiderstandswert wird ermittelt.
- Jede Wand wird überprüft und, falls erforderlich, mit dem höchsten Feuerwiderstandswert aktualisiert.

Durchlaufen des Prozesses für jede Feuerwiderstandsstufe:

- Der Prozess wird für jede definierte Stufe (z.B. EI30, EI60) einzeln durchgeführt, um sicherzustellen, dass alle Anforderungen erfüllt sind.

Implementierung

Die Implementierung des Prototyps erfolgt in Python unter Verwendung von IfcOpenShell. Nachfolgend ist ein exemplarischer Codeausschnitt dargestellt, der die oben beschriebenen Schritte abbildet:

```
import ifcopenshell
import ifcopenshell.util.element

# Laden der IFC-Datei
ifc_file = ifcopenshell.open("mth_bim-bs.ifc")

# Funktion zum Extrahieren der Feuerwiderstandswerte eines Raumes
def get_fire_resistance_of_space(space):
    fire_resistance = None
    for property_set in ifcopenshell.util.element.get_psets(space):
        if "FireResistance" in property_set:
            fire_resistance = property_set["FireResistance"]
    return fire_resistance

# Funktion zum Identifizieren angrenzender Wände basierend auf Raumgeometrie
def get_adjacent_walls(space):
    adjacent_walls = []
    for rel in space.BoundedBy:
        if rel.is_a("IfcRelSpaceBoundary"):
            element = rel.RelatedBuildingElement
            if element and element.is_a("IfcWall"):
                adjacent_walls.append(element)
    return adjacent_walls

# Funktion zum Aktualisieren der Feuerwiderstandswerte einer Wand
def update_wall_fire_resistance(wall, fire_resistance):
    for property_set in ifcopenshell.util.element.get_psets(wall):
        if "FireResistance" in property_set:
            property_set["FireResistance"] = fire_resistance
    else:
        # Erstellen des FireResistance-Attributes, falls nicht vorhanden
```

```
        property_set["FireResistance"] = fire_resistance

# Ermitteln der Räume und angrenzenden Wände
spaces = ifc_file.by_type("IfcSpace")
for space in spaces:
    fire_resistance = get_fire_resistance_of_space(space)
    if fire_resistance:
        # Finden der angrenzenden Wände
        adjacent_walls = get_adjacent_walls(space)
        for wall in adjacent_walls:
            update_wall_fire_resistance(wall, fire_resistance)

# Speichern der aktualisierten IFC-Datei
ifc_file.write("mth_bim-bs_updated.ifc")
```

Ergebnis und Diskussion

Der Prototyp zeigt, dass es möglich ist, mithilfe von IfcOpenShell und Python angrenzende Bauteile automatisch zu aktualisieren, basierend auf den im Raum hinterlegten Feuerwiderstandswerten. Der iterative Prozess für jede Stufe des Feuerwiderstandes gewährleistet, dass immer der höchste Wert berücksichtigt wird. Diese Methode kann weiter verfeinert und in bestehende BIM-Workflows integriert werden, um die Effizienz und Genauigkeit der Datenverwaltung zu verbessern.

Ausblick

Zukünftige Arbeiten könnten sich auf die Integration dieses Prototyps in eine benutzerfreundliche Anwendung konzentrieren, die es Nutzern ermöglicht, diese Funktionalität ohne tiefgehende Programmierkenntnisse zu nutzen. Darüber hinaus sollte der Prototyp auf die Verschiedenen Entitäten ausgeweitet werden, wie diese sich im Detail verhalten wurde nicht betrachtet.

6 Praktische Anwendung des Leitfadens

6.1 Fallstudie zur Anwendung des Leitfadens

Für die praktische Anwendung des entwickelten Leitfadens konnte die Protexon AG in Muttenz, ein Mikrounternehmen im Bereich Brandschutzplanung, als Praxispartner gewonnen werden. Trotz bisher fehlender substantieller Erfahrungen mit Building Information Modeling (BIM) zeigte die Geschäftsleitung ein starkes Interesse an der Weiterentwicklung in diese Richtung, um technologisch und fachlich auf dem neuesten Stand zu bleiben und somit die Qualität der erbrachten Leistungen zu steigern. Aufgrund von Vorgaben der Geschäftsleitung muss das Projekt, das zur Fallstudie verwendet wurde, anonym bleiben.

6.1.1 Auswahl der Fallstudie

Die Auswahl der Fallstudie erfolgte anhand spezifischer Kriterien. Das Projekt, welches für die Fallstudie herangezogen wurde, ist relativ aktuell und wurde von den anderen Fachplanern bereits in BIM koordiniert. Alle relevanten Pläne wurden auf einer Kollaborationsplattform abgelegt, was die Integration und Zusammenarbeit erleichterte.

Das ausgewählte Projekt ist ein öffentliches Gebäude mit unterschiedlichen Grundrissen, das sich über mehrere Stockwerke erstreckt, sowohl oberirdisch als auch unterirdisch. Diese Merkmale machten das Projekt besonders geeignet für die Fallstudie, da es eine Vielzahl an Brandschutzanforderungen und eine komplexe Struktur aufwies.

Vor Beginn der Fallstudie waren bereits einige Daten und Informationen verfügbar. Das Brandschutzkonzept wurde durch die Kantonale Gebäudeversicherung bewilligt, allerdings wurden in den Fachmodellen keine spezifischen Brandschutzanforderungen abgelegt. Die vorhandenen Informationen lagen in Form von Grundrissplänen der einzelnen Stockwerke vor, die mit Brandschutzinformationen versehen waren.

6.1.2 Durchführung und Ergebnisse

Die Durchführung der Fallstudie erfolgte in mehreren systematischen Schritten, um den Leitfaden in der Praxis anzuwenden und die Ergebnisse zu analysieren. Es wurde davon ausgegangen, dass die Protexon AG als Brandschutzplaner neben der Erstellung der 2D-Pläne auch mit der Erstellung eines Fachmodells für den Brandschutz beauftragt wurde. Vorhanden waren nur das Fachmodell Architektur und grundlegende Informationen zur Erstellung des Brandschutzkonzeptes.

Schritte zur Anwendung des Leitfadens in der Praxis

Zu Beginn der Fallstudie wurden die in Kapitel 4.3.1 beschriebenen Schulungen auf organisatorischer Ebene durchgeführt. Ein Zeichner der Protexon AG wurde zum Modellierer umgeschult, um die notwendigen Fähigkeiten zur Erstellung des Brandschutzmodells zu erlangen. Diese Schulung war essenziell, um sicherzustellen, dass das Team in der Lage ist, die Anforderungen des BIM-gestützten Brandschutzes zu erfüllen.

Der nächste Schritt bestand darin, die Korrektheit der anderen Fachmodelle zu überprüfen und die entstandenen Issues zu dokumentieren. Die Prüfung ergab zahlreiche Probleme im Fachmodell Architektur, die behoben werden mussten, bevor das Brandschutzmodell erstellt werden konnte. Diese Korrekturen wurden vom Zeichner in enger Zusammenarbeit mit mir vorgenommen.

Die praktische Umsetzung der Brandschutzmassnahmen konnte jedoch nur theoretisch besprochen werden, da es aufgrund der Datenlage und der verwendeten Software zu erheblichen Herausforderungen kam.

Beteiligte Personen an der Fallstudie

Die Geschäftsleitung der Protexon AG betreute die Fallstudie und kontrollierte die Ergebnisse mittels regelmässiger Reportings. Als externe Ausbildungsfirma war ich eng in die Durchführung eingebunden, während der umgeschulte Zeichner als Modellierer fungierte und die operativen Aufgaben übernahm.

Herausforderungen bei der Durchführung

Bei der Durchführung der Fallstudie traten verschiedene technische und organisatorische Schwierigkeiten auf. Die Daten im Fachmodell Architektur waren in einem desolaten Zustand. Das Raummodell war getrennt vom Fachmodell abgelegt, und die Räume stimmten oft nicht mit den Wänden überein. Bauteile hatten falsche Entitäten zugeordnet, und die Property Sets (PSets) waren willkürlich oder gar nicht ausgefüllt. Zudem wurden eigene PSets für Eigenschaften erstellt, die bereits im IFC-Schema enthalten sind.

Der Einstieg in die vorgeschlagene Software BlenderBIM stellte ebenfalls eine erhebliche Herausforderung dar, da der Zeichner bisher mit CAAD-Anwendungen gearbeitet hatte und ihm viele Funktionen fehlten. Besonders problematisch war die Erstellung der 2D-Pläne aus BlenderBIM, da diese Funktion sehr umständlich war und ich selbst bisher keine Erfahrungen damit hatte.

Um diese Herausforderungen zu überwinden, musste das Architekturmodell zunächst auf einen weiter bearbeitbaren Stand gebracht werden. Dies erfolgte durch die Zusammenarbeit des Zeichners und mir. Es wurde deutlich, dass ohne einen BIM-Manager auf Projektseite die Arbeitsweise nach dem Handlungsleitfaden nahezu unmöglich ist, da ein Brandschutzplaner ohne eigene Bauteile stark von der Qualität der Datengrundlage abhängig ist.

Viele der als fehlend empfundenen Funktionen erwiesen sich als unnötig, da sich das reine Informationsmodellieren stark vom aktuellen Arbeitsalltag unterscheidet. Die mangelhafte Plangenerierungsfunktion konnte durch den Einsatz von InkScape verbessert werden, jedoch entsprach diese Lösung nicht vollständig den Anforderungen.

Ergebnisse der Fallstudie

Die Fallstudie führt zu gemischten Ergebnissen. Die Software BlenderBIM wurde erneut kritisch betrachtet, da sie trotz einiger Vorteile auch erhebliche Nachteile aufwies. Es wurde jedoch festgestellt, dass für die Anwendung eines höher technologischen Ansatzes Simplebim ausreichen könnte.

Die ursprünglichen Ziele der Fallstudie wurden nicht vollständig erreicht. Die Brandschutzpläne konnten zwar erstellt werden, jedoch ohne Schraffuren und Symbole, was bedeutete, dass die Ziele nicht vollständig erfüllt wurden. Um die Ziele vollständig zu erreichen, müssen noch weitere Mechanismen entwickelt und implementiert werden.

Fazit

Die Fallstudie zeigte, dass die Anwendung des Leitfadens in der Praxis erhebliche Herausforderungen mit sich bringt, insbesondere in Bezug auf die Datenqualität und die technische Umsetzung. Trotz dieser Schwierigkeiten konnten wertvolle Erkenntnisse gewonnen und Verbesserungspotenziale identifiziert werden, die in zukünftige Projekte einfließen können.

6.2 Bewertung und Validierung der Ergebnisse

Bewertung der Praxistauglichkeit und Validierung.

6.2.1 Kriterien für die Bewertung

Die Bewertung der Fallstudie erfolgte anhand verschiedener Kriterien, um die Effektivität und Praxistauglichkeit des Leitfadens zu messen. Die wesentlichen Bewertungskriterien umfassten:

- Genauigkeit und Vollständigkeit der integrierten Brandschutzinformationen: Es wurde geprüft, ob alle relevanten Brandschutzanforderungen korrekt und vollständig in das BIM-Modell integriert wurden.
- Benutzerfreundlichkeit des BIM-Modells: Die Handhabung des Modells durch die Fachplaner wurde hinsichtlich ihrer Benutzerfreundlichkeit und Effizienz bewertet.
- Effizienz und Qualität der durchgeführten Massnahmen: Die Qualität der umgesetzten Brandschutzmassnahmen und die Effizienz der Arbeitsprozesse wurden untersucht.

Diese Kriterien ermöglichten eine umfassende Beurteilung der Praxistauglichkeit des entwickelten Leitfadens und der angewendeten Methoden.

6.2.2 Validierungsprozess

Um die Ergebnisse der Fallstudie zu validieren, wurde eine zusätzliche Austauschrunde mit einem weiteren erfahrenen Brandschutzplaner durchgeführt. Dieser externe Experte bewertete die durchgeführte Arbeit und gab wertvolles Feedback. Die Rückmeldungen des zweiten Brandschutzplaners waren sehr positiv. Er hob hervor, dass die Anwendung des Leitfadens zu einer signifikanten Verbesserung der Qualität und Effizienz in der Brandschutzplanung führte.

Feedback des zweiten Brandschutzplaners

Positive Aspekte:

- Verbesserte Datenqualität: Die Integration der Brandschutzanforderungen in das BIM-Modell führte zu einer deutlich verbesserten Datenqualität und Nachvollziehbarkeit.
- Effiziente Arbeitsprozesse: Die Anwendung des Leitfadens trug zur Optimierung der Arbeitsprozesse bei und erleichterte die Zusammenarbeit zwischen den verschiedenen Fachplanern.
- Nachvollziehbare Dokumentation: Die strukturierte Vorgehensweise ermöglichte eine transparente und nachvollziehbare Dokumentation der Brandschutzmassnahmen.

Verbesserungsvorschläge:

- **Erweiterte Schulungsmassnahmen:** Um die Akzeptanz und Effizienz der BIM-Integration weiter zu steigern, sollten zusätzliche Schulungsmassnahmen für alle Beteiligten durchgeführt werden.
- **Optimierung der Softwaretools:** Die eingesetzten Softwaretools sollten weiter optimiert und gegebenenfalls durch benutzerfreundlichere Alternativen ergänzt werden, um die Effizienz der Planerstellung zu erhöhen.

Diese Rückmeldungen bestätigten die Praxistauglichkeit des Leitfadens und lieferten wertvolle Anregungen für zukünftige Verbesserungen. Die positive Bewertung durch den externen Experten unterstrich die Relevanz und den Mehrwert der entwickelten Methoden und Ansätze.

6.3 Empfehlungen für die Praxis

Formulierung von praktischen Empfehlungen.

6.3.1 Umsetzungsempfehlungen

Basierend auf den Erkenntnissen der Fallstudie und dem Feedback der Experten lassen sich folgende Empfehlungen für die Praxis ableiten:

- **Frühzeitige Integration von Brandschutzinformationen:** Es wird empfohlen, alle relevanten Brandschutzinformationen bereits in der frühen Planungsphase in das BIM-Modell zu integrieren. Dies erleichtert die Koordination und Abstimmung zwischen den verschiedenen Fachplanern.
- **Regelmässige Überprüfung und Anpassung:** Um die Qualität und Aktualität der Brandschutzinformationen zu gewährleisten, sollten regelmässige Überprüfungen und Anpassungen des BIM-Modells durchgeführt werden.
- **Förderung der Zusammenarbeit:** Die Nutzung von Kollaborationsplattformen und die enge Zusammenarbeit zwischen den Fachplanern sind entscheidend für die erfolgreiche Umsetzung der Brandschutzmassnahmen.

6.3.2 Potenzielle Hindernisse und Lösungen

Bei der Umsetzung des Leitfadens können verschiedene Hindernisse auftreten, die technischer oder organisatorischer Natur sein können:

- **Technische Herausforderungen:** Die Qualität der Datengrundlage und die technischen Voraussetzungen können eine Herausforderung darstellen. Schulungen und der Einsatz geeigneter Softwarelösungen können hierbei Abhilfe schaffen.
- **Organisatorische Hindernisse:** Eine klare Kommunikation und definierte Prozesse sind notwendig, um organisatorische Hürden zu überwinden. Die Rolle eines BIM-Managers kann hierbei unterstützend wirken.

Durch die Berücksichtigung dieser Empfehlungen und die proaktive Bewältigung potenzieller Hindernisse kann die Qualität und Effizienz in der Brandschutzplanung weiter gesteigert werden.

7 Diskussion und Schlussfolgerungen

7.1 Zusammenfassung der Haupterkenntnisse

Die vorliegende Arbeit hat die Potenziale und Herausforderungen der Implementierung von Building Information Modeling (BIM) im Brandschutz untersucht. Die Erkenntnisse aus den durchgeführten Studien und Expertengesprächen lassen sich wie folgt zusammenfassen:

Digitalisierung und BIM im Brandschutz

Die Digitalisierung hat das Bauwesen signifikant verändert, wobei BIM eine Schlüsseltechnologie darstellt, die sowohl Effizienz als auch Qualitätssicherung in Planungs- und Bauprozessen verbessert. Im Bereich des Brandschutzes bietet BIM besonders wertvolle Vorteile, da es die Durchgängigkeit und Aktualität der Daten sicherstellt, was im Ernstfall lebensrettend sein kann.

Herausforderungen und Implementierungshürden

Trotz der potenziellen Vorteile wird BIM im Brandschutz bisher nur begrenzt eingesetzt. Die Integration von Brandschutzinformationen in BIM-Modelle ist technisch anspruchsvoll und erfordert eine Anpassung bestehender Prozesse. Hauptsächlich organisatorische und technische Herausforderungen sowie die Notwendigkeit spezifischer Schulungen und Änderungen der Arbeitsabläufe stellen wesentliche Hindernisse dar .

Verbesserung der Effizienz und Qualität

Die Anwendung von BIM führt zu einer verbesserten Effizienz in Bauprozessen und einer präziseren Kostenkontrolle. Durch die frühzeitige Erkennung von Fehlern und Konflikten können teure Nachbesserungen und Bauverzögerungen vermieden werden. Die detaillierten Informationen im BIM-Modell unterstützen zudem die effiziente Bewirtschaftung des Bauwerks während seiner gesamten Lebensdauer.

Interdisziplinäre Kommunikation und Zusammenarbeit

Ein weiterer wesentlicher Vorteil von BIM liegt in der verbesserten Kommunikation und Zusammenarbeit zwischen den verschiedenen Fachplanern und Stakeholdern. Dies fördert eine koordinierte und effiziente Planung, die insbesondere im Brandschutz von entscheidender Bedeutung ist.

Empfehlungen und Weiterentwicklungen

Auf Basis der gewonnenen Erkenntnisse wurden Empfehlungen für die Praxis formuliert. Diese umfassen die frühzeitige Integration von Brandschutzinformationen, regelmässige Überprüfungen und Anpassungen des BIM-Modells sowie die Förderung der Zusammenarbeit zwischen den Fachplanern. Zudem wird die Notwendigkeit spezifischer Schulungen und die Entwicklung benutzerfreundlicherer Softwaretools betont .

Fazit

Die Untersuchung zeigt, dass die Implementierung von BIM im Brandschutz erhebliche Vorteile bietet, jedoch auch mit verschiedenen Herausforderungen verbunden ist. Durch gezielte Massnahmen und Anpassungen können diese Herausforderungen überwunden und die Potenziale von BIM im Brandschutz voll ausgeschöpft werden. Die Arbeit liefert wertvolle Grundlagen und Handlungsempfehlungen für die Integration von BIM im Brandschutz, die sowohl für die Planung als auch für die Praxisanwendung relevant sind .

Diese Erkenntnisse legen den Grundstein für zukünftige Forschungsarbeiten und praktische Anwendungen, die darauf abzielen, die Digitalisierung im Brandschutz weiter voranzutreiben und die Sicherheit von Gebäuden durch innovative Technologien zu erhöhen.

7.2 Beantwortung der Forschungsfragen

Teilfrage 1

Welche Ansprüche haben die verschiedenen Stakeholder, insbesondere Brandschutzplanende, Fachplanende, Feuerwehren und Gebäudeversicherungen?

Die Ansprüche der verschiedenen Stakeholder wurden im Rahmen der Expertengespräche so präzise wie möglich ermittelt und in den entsprechenden Zusammenfassungen dargestellt. Eine zentrale Herausforderung bestand darin, Anforderungen zu identifizieren, die den Stakeholdern teilweise noch nicht bewusst waren. Hierfür wurden verschiedene Strategien angewendet, die in einigen Fällen zu vorsuggerierten Antworten durch die Interviewenden führten. Solche falsch-positiven Ergebnisse wurden aus der Analyse ausgeschlossen, um die Integrität der Ergebnisse zu gewährleisten.

Teilfrage 2

Welchen Mehrwert bietet BIM für diese Stakeholder?

Die Beantwortung dieser Frage erfolgte ebenfalls durch die Expertengespräche. Die Resultate sind in den Zusammenfassungen der Akteursgruppen dokumentiert. Die Einschätzung des Mehrwerts durch BIM hing stark von der Einstellung der Befragten zur Digitalisierung ab. Während positiv eingestellte Akteure viele Ideen und Visionen teilten, waren andere zurückhaltend oder lehnten konkrete Aussagen ab. Ergänzend wurden Literaturquellen herangezogen, um ein umfassendes Bild zu erhalten.

Teilfrage 3

Wie kann ein Prozess zur Integration von Brandschutzanforderungen und zur Überprüfung von Brandschutzinformationen in BIM-Modelle gestaltet werden?

Diese Frage wird durch die Entwicklung und Anwendung des Handlungsleitfadens beantwortet. Der Handlungsleitfaden basiert auf fundierten Erkenntnissen und hat sich in der Praxis als effektiv erwiesen. Die praktische Anwendbarkeit wurde durch positive Rückmeldungen aus der Praxis bestätigt.

Hauptfrage

Wie können Brandschutzinformationen in einem BIM-Modell so integriert werden, dass sie so-wohl im Planungsprozess von Fachplanern als auch in der Nutzungsphase von Feuerwehren effektiv genutzt werden können?

Die Hauptfrage wird direkt durch den Handlungsleitfaden adressiert. Dieser wurde bewusst kurz und prägnant gehalten, enthält jedoch ausreichende Verweise auf weiterführende Informationen, was in der Praxis positiv aufgenommen wurde. Die Bewertung des Nutzens in der Nutzungsphase der Feuerwehren ist derzeit schwierig, da praktisches Feedback noch aussteht. Dennoch wird das Ergebnis als zufriedenstellend betrachtet, da dies nicht das primäre Ziel der Untersuchung war.

7.3 Limitationen und Ausblick auf zukünftige Forschung

Limitationen

Eine wesentliche Herausforderung bestand darin, geeignete Experten für die Gespräche zu finden, da es nur wenige Fachpersonen in der Brandschutzbranche gibt, die auch in BIM qualifiziert sind. Um die Auswahl an potenziellen Experten weiter einzugrenzen, wurden vorzugsweise Personen ausgewählt, die nicht in Arbeitsgruppen der Interessengemeinschaft BIM&BS tätig sind. Diese Selektion war dennoch wertvoll, da sich gezeigt hat, dass Personen unter dem Einfluss der IG häufig übereinstimmende Meinungen zu bestimmten Themen haben, was die Signifikanz dieser Antworten verringert.

Ausblick auf zukünftige Forschung

Im Kapitel 5.8 wurden erste Ansätze zu Weiterentwicklungen aufgezeigt, die einen Grundstein für zukünftige Arbeiten legen. Diese Themen sind vielversprechend und könnten in naher Zukunft praktisch nutzbar sein.

Ein bedeutender Ausblick betrifft den Einsatz von maschinellem Lernen zur Erhöhung des Automatisierungsgrades. Hierbei könnte Software, basierend auf dem Nutzungstyp eines Gebäudes, das Gefahrenpotenzial erkennen und auf Grundlage bestehender Konzepte neue Brandschutzabschnitte erstellen.

Ein weiterer spannender Forschungsbereich ist der Einsatz von BIM-Modellen als digitale Zwillinge zur Verbesserung der Einsätze der Feuerwehr. Dies könnte durch die Integration von Infrarotkameras zur Lokalisierung von Verletzten im Rauch und Helmen mit Hologramm-Displays, die den schnellsten Weg anzeigen, realisiert werden.

Die genannten zukünftigen Forschungsbereiche bieten eine Vielzahl an Möglichkeiten, die sowohl die Effizienz als auch Qualität langfristig verbessern könnten.

8 Quellenverzeichnis

- AGI AG, 2024. bim-firestop.ch - Workflow [WWW Document]. URL <https://www.bim-firestop.ch/workflow/index.php> (accessed 8.2.24).
- Ashworth, S., Druhmman, C., Streeter, T., 2019. *The benefits of building information modelling (BIM) to facility management (FM) over built assets whole lifecycle*.
- Azhar, S., 2011. *Building Information Modeling (BIM): Trends, Benefits, Risks, and Challenges for the AEC Industry*, American Society of Civil Engineers. Leadership and Management in Engineering 11, 241–252. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)LM.1943-5630.0000127](https://doi.org/10.1061/(ASCE)LM.1943-5630.0000127)
- Basellandschaftliche Gebäudeversicherung BGV, 2024. bgv.ch - Prävention [WWW Document]. BGV - Basellandschaftliche Gebäudeversicherung. URL <https://bgv.ch/praevention/brandschutz> (accessed 8.2.24).
- BIM & Brandschutz im Pilotprojekt*, 2024.
- Bryde, D., Broquetas, M., Volm, J.M., 2013. *The project benefits of Building Information Modelling (BIM)*. International Journal of Project Management 31, 971–980. <https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2012.12.001>
- Cha, H.S., Jiang, S. (Eds.), 2021. *BIM in the Construction Industry*. MDPI - Multidisciplinary Digital Publishing Institute. <https://doi.org/10.3390/books978-3-03936-574-6>
- Charef, R., Alaka, H., Emmitt, S., 2018. *Beyond the third dimension of BIM: A systematic review of literature and assessment of professional views*. Journal of Building Engineering 19, 242–257. <https://doi.org/10.1016/j.jobbe.2018.04.028>
- Chen, H., Hou, L., Zhang, G. (Kevin), Moon, S., 2021. *Development of BIM, IoT and AR/VR technologies for fire safety and upskilling*. Automation in Construction 125, 103631. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2021.103631>
- Del Savio, A.A., Vidal Quincot, J.F., Bazán Montalto, A.D., Rischmoller Delgado, L.A., Fischer, M., 2022. *Virtual Design and Construction (VDC) Framework: A Current Review, Update and Discussion*, Multidisciplinary Digital Publishing Institute. Applied Sciences 12, 12178. <https://doi.org/10.3390/app122312178>
- Eadie, R., Browne, M., Odeyinka, H., McKeown, C., McNiff, S., 2013. *BIM implementation throughout the UK construction project lifecycle: An analysis*. Automation in Construction 36, 145–151. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2013.09.001>
- Ernst Basler + Partner (Ed.), 2015. *Building Information Modeling*. Ernst Basler + Partner.
- FHNW, 2023. Prototyp «eGovernment» im Brandschutz [WWW Document]. FHNW. URL <https://www.fhnw.ch/de/die-fhnw/hochschulen/architektur-bau-geomatik/institute/institut-digitales-bauen/forschung/forschungsprojekte-des-instituts-digitales-bauen/prototyp-egovernment-im-brandschutz> (accessed 8.1.24).
- Fischer, M., Kunz, J., 2004. *THE SCOPE AND ROLE OF INFORMATION TECHNOLOGY IN CONSTRUCTION*. Doboku Gakkai Ronbunshu 2004, 1–31. https://doi.org/10.2208/jscej.2004.763_1
- Gu, N., London, K., 2010. *Understanding and facilitating BIM adoption in the AEC industry*. Automation in Construction, The role of VR and BIM to manage the construction and design processes 19, 988–999. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2010.09.002>
- Interessengemeinschaft BIM & Brandschutz, 2024a. *Protokoll der Mitgliederversammlung 2024*.
- Interessengemeinschaft BIM & Brandschutz, 2024b. bim-bs.ch - Projekte [WWW Document]. URL <https://www.bim-bs.ch/projekte> (accessed 8.1.24).
- Käser, U., 2018. BIM (Building Information Modeling). HSO Wirtschaftsschule Schweiz.
- Kaushal, D., Veselka, J., Habert, G., Hollberg, A., Lasvaux, S., Favre, D., Lenel, S., 2022. *e BIM-LCA-Final Report*. <https://doi.org/10.3929/ethz-b-000584886>
- Khan, A.A., Khan, M.A., Leung, K., Huang, X., Luo, M., Usmani, A., 2022. *A review of critical fire event library for buildings and safety framework for smart firefighting*. International Journal of Disaster Risk Reduction 83, 103412. <https://doi.org/10.1016/j.ijdr.2022.103412>

- Khanzode, A., Fischer, D.M., Reed, D., 2008. *Benefits and lessons learned of implementing building virtual design and construction (VDC) technologies for coordination of mechanical, electrical, and plumbing (MEP) systems on a large healthcare project*. *Journal of Information Technology in Construction (ITcon)* 13, 324–342.
- Kincelova, K., Boton, C., Blanchet, P., Dagenais, C., 2020. *Fire Safety in Tall Timber Building: A BIM-Based Automated Code-Checking Approach*. *Buildings* 10, 121. <https://doi.org/10.3390/buildings10070121>
- Li, F., Li, H., 2021. *Fire Protection Engineering Applications for Large Transportation Systems in China*. Springer International Publishing, Cham. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-58369-9>
- Lovreglio, R., Thompson, P., 2022. *BIM maturity for Fire Engineering: Quo vadimus?*
- Lovreglio, R., Thompson, P., Feng, Z., 2021. *Letter to the Editor: Automation in Fire Safety Engineering using BIM and Generative Design*. *Fire Technology* 58. <https://doi.org/10.1007/s10694-021-01153-7>
- Mikalsen, R.F., Fjærestad, J.S., Vold, M., Fjellanger, I., 2023. *Communication of fire safety*. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.25123.02083>
- National Fire Protection Association, 2024. Certified Fire Protection Specialist (CFPS) [WWW Document]. Certified Fire Protection Specialist (CFPS). URL <https://www.nfpa.org/professionals/certification/cfps> (accessed 8.1.24).
- Özkan, S., Seyis, S., 2021. *Identification of Common Data Environment Functions During Construction Phase of BIM-based Projects*.
- Sacks, R., Eastman, C., Lee, G., Teicholz, P., 2018. *BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Designers, Engineers, Contractors, and Facility Managers*. <https://doi.org/10.1002/9781119287568>
- Sampaio, A.Z., Fernandes, V., Gomes, A., 2023. *The use of BIM-based tools to improve collaborative building projects*. *Procedia Computer Science, CENTERIS – International Conference on ENTERprise Information Systems / ProjMAN – International Conference on Project MANAgement / HCist – International Conference on Health and Social Care Information Systems and Technologies 2022* 219, 2027–2034. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2023.01.504>
- Schweizerische Eidgenossenschaft, 2022. aramis.ch - eBrandschutz [WWW Document]. URL <https://www.aramis.admin.ch/Grunddaten/?ProjectID=50129&Sprache=de-CH> (accessed 8.1.24).
- Siddiqui, A.A., Ewer, J.A., Lawrence, P.J., Galea, E.R., Frost, I.R., 2021. *Building Information Modeling for performance-based Fire Safety Engineering analysis – A strategy for data sharing*. *Journal of Building Engineering* 42, 102794. <https://doi.org/10.1016/j.jobe.2021.102794>
- Siemens, 2024. siemens.com - Building Twin [WWW Document]. siemens.com Global Website. URL <https://www.siemens.com/global/en/products/buildings/digital-building-lifecycle/building-twin.html> (accessed 8.2.24).
- Vereinigung Kantonaler Gebäudeversicherungen, 2024a. vkg.ch - Über uns [WWW Document]. Über uns - Organisation. URL <https://www.vkg.ch/de/ueber-uns/organisationen> (accessed 8.1.24).
- Vereinigung Kantonaler Gebäudeversicherungen, 2024b. vkg.ch - Über uns [WWW Document]. Über uns - Kantonale Ge-bäu-de-ver-si-che-run-gen. URL <https://www.vkg.ch/de/ueber-uns/kantonale-gebaeudeversicherungen> (accessed 8.1.24).
- Vereinigung Kantonaler Gebäudeversicherungen, 2024c. Ausbildungsportal VKF [WWW Document]. URL <https://www.vkfausbildung.ch/> (accessed 8.1.24).
- Vereinigung Kantonaler Gebäudeversicherungen, 2023. *Solidarität schafft Sicherheit* 8.
- Volk, R., Stengel, J., Schultmann, F., 2014. *Building Information Modeling (BIM) for existing buildings — Literature review and future needs*. *Automation in Construction* 38, 109–127. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2013.10.023>
- Wang, J., Wei, G., Dong, X., 2021. *A dynamic fire escape path planning method with BIM*. *Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing* 12, 1–13. <https://doi.org/10.1007/s12652-020-02794-2>

- Xu, J., 2017. *Research on Application of BIM 5D Technology in Central Grand Project*. Procedia Engineering, 13th Global Congress on Manufacturing and Management Zhengzhou, China 28-30 November, 2016 174, 600–610. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2017.01.194>
- Zahid, S., Mazhar, M.S., Abbas, S.G., Hanif, Z., Hina, S., Shah, G.A., 2023. *Threat modeling in smart firefighting systems: Aligning MITRE ATT&CK matrix and NIST security controls*. Internet of Things 22, 100766. <https://doi.org/10.1016/j.iot.2023.100766>
- Zhang, N., Liang, Y., Zhou, C., Niu, M., Wan, F., 2022. *Study on Fire Smoke Distribution and Safety Evacuation of Subway Station Based on BIM*, Multidisciplinary Digital Publishing Institute. Applied Sciences 12, 12808. <https://doi.org/10.3390/app122412808>

9 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1, Dreifacher Schutz (Vereinigung Kantonaler Gebäudeversicherungen, 2023)	10
Abbildung 2, vereinfachte Darstellung Grundriss, eigene Abbildung	37
Abbildung 3, Übersicht Use Cases	39
Abbildung 4, Übersicht der Brandschutzplaner Aktivitäten, eigene Darstellung	44
Abbildung 5, Übersicht Methoden, (IG BIM&BS, 2024)	46
Abbildung 6, die Bestandesaufnahme vom Modell, eigene Abbildung	54
Abbildung 7, Raum mit neuem PSet, eigene Abbildung	55
Mit den nun angehängten PSets können entweder einzeln oder mit der Funktion «Bulk Add / Edit Custom Properties» Informationen wie Fluchtwege oder Brandschutzabschnitte den Räumen zugeordnet werden. Abbildung 8, Ausgewählte Räume und Bulk Edit Tool, eigene Abbildung	55
Abbildung 9, Fluchtwege coloured by Property, eigene Abbildung	56
Abbildung 10, mit Color by Property eingefärbert Grundriss, eigene Abbildung	56
Abbildung 11, Übersicht Konzept Einsatzmodelle, eigene Abbildung	59

10 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1, Übersicht der Dimensionen in BIM	6
Tabelle 2, Brennbarkeiten von Baustoffen nach VKF	11
Tabelle 3, Anforderungen an Bauteile nach EN 13501-2:2016-12	12
Tabelle 4, Anforderungen an Bauteile nach VKF-Standard	12
Tabelle 5, Themencluster Expertengespräche	35
Tabelle 6, Bewertung Autorensoftware, eigene Abbildung	52
Tabelle 7, Eignung Autorensoftware, eigene Abbildung	52

11 Hilfsmittelverzeichnis

Microsoft Word Editor	Lektorat (Rechtschreibung, Grammatik, Ausdrucksweise)
ChatGPT	Lektorat (Rechtschreibung, Grammatik, Ausdrucksweise)
Draw.io	Erstellung Grafiken
Turboscribe.ai	Transkribieren der Gespräche

12 Anhänge

Anhang 1	Abstract EN
Anhang 2	Skript aus Leitfaden
Anhänge 3-10	Interviews 1-8

Anhang 1

Abstract

Initial situation and problem definition

Digitalisation has significantly changed the construction industry. Building Information Modelling (BIM) promises to increase the efficiency and quality of planning and construction processes. In the field of fire safety engineering, however, the use of BIM remains limited, with many information exchange processes still taking place via 2D CAD or in paper form.

Aims of the thesis

This master's thesis investigates the integration of fire safety information into BIM models in order to improve their use both in the planning process and in the utilisation phase by fire services. The central research questions address the requirements of the various stakeholders and the added value that BIM offers them.

Methods

The methodology includes a systematic literature review, expert interviews with various stakeholders and the development and validation of a practice-oriented solution approach through a case study. The results of the case study are validated through further expert interviews.

Main results, discussion and recommendations

The results show that the integration of fire safety requirements into BIM models significantly improves data consistency and quality assurance. In addition, the solutions developed enable more efficient communication between the parties involved. A practice-orientated guideline provides detailed steps for implementing and checking fire protection information in BIM models.

The discussion emphasised that the acceptance and success of BIM in fire protection depends to a large extent on the willingness of stakeholders to rethink existing processes and integrate new technologies. Training and continuous professional development are essential for this.

It is recommended to continuously promote the use of BIM in fire protection, to adapt existing processes and to further improve interoperability between different software applications in order to sustainably advance digitalisation in this area.

Keywords

Building Information Modelling (BIM), fire safety engineering, digitalisation, data consistency, quality assurance, planning processes, fire brigade

Anhang 2

Skript aus Leitfaden

```

import os
import ifcopenshell
from ifcopenshell import file

# Assuming the IFC file is in the same directory as this script, get the current working directory
current_directory = os.getcwd()
original_ifc_filename = '../1807_EP_AR_v18.ifc' # Replace with your original IFC filename
original_ifc_path = os.path.join(current_directory, original_ifc_filename)

# Load your IFC file
ifc = ifcopenshell.open(original_ifc_path)
owner_history = ifc.by_type("IfcOwnerHistory")[0] # Assuming the file has an owner history set

# Define the template for the property set and properties
pset_name = "CHIBB_SpaceFireSafetyRequirements"
properties = [
    ("CombustionUnit", "boolean"),
    ("IntendedHeatOutput", "Watt"),
    ("FireLoad", "[MJ/m2]"),
    ("SafetyElevator", "boolean"),
    ("SafetyStaircase", "boolean"),
    ("SprinklerControlCentral", "boolean"),
    ("FireExtinguishingSystem", "boolean"),
    ("FireHoseCabinet", "boolean"),
    ("FireExtinguisher", "boolean"),
    ("FireAlarmControlCentral", "boolean"),
    ("FireDetectionAlarmSystem", "boolean"),
    ("EmergencyPowerSupply", "boolean"),
    ("EvacuationControlCentral", "boolean"),
    ("ExitSign", "NONE; ILLUMINATED; PHOTOLUMINESCENT"), # Choose the appropriate string literal here
    ("EmergencyLighting", "boolean"),
    ("VentilationPressurization", "NONE; SPS; FVS"), # Choose the appropriate string literal here
    ("SmokeHeatExhaustVentilationSystem", "NONE; N-SHEVS; M-SHEVS; FB-SHEVS"), # Choose the appropriate string literal here
    ("AirDischargeOpening", "boolean"),
    ("FireCompartment", "integer"),
    ("VentilationCompartment", "integer"),
    ("SurfaceSpreadOfFlameRating", "NONE; RF1; RF2; RF2_cr; RF3; RF3_cr; RF4; RF4_cr")
]

# Function to create a property instance based on the type
def create_property(ifc_file, name, ptype):
    # Create IfcBoolean type property
    if ptype == "boolean":
        return ifc_file.create_entity("IfcPropertySingleValue", Name=name,
                                      NominalValue=ifc_file.create_entity("IfcBoolean",
                                                                              wrappedValue=False))

    # Create IfcPowerMeasure type property (for Watt)
    elif ptype == "Watt":
        # Assuming default value 0.0 for demonstration purposes
        return ifc_file.create_entity("IfcPropertySingleValue", Name=name,
                                      NominalValue=ifc_file.create_entity("IfcPowerMeasure",
                                                                              wrappedValue=0.0))

    # Create IfcThermalTransmittanceMeasure type property (for [MJ/m2])
    elif ptype == "[MJ/m2]":
        # Assuming default value 0.0 for demonstration purposes
        return ifc_file.create_entity("IfcPropertySingleValue", Name=name,

```

```

                                Nomi-
nalValue=ifc_file.create_entity("IfcThermalTransmittanceMeasure",
                                wrappedValue=0.0))

# Create IfcLabel type property (for enumerations and strings)
elif ptype in ["NONE; ILLUMINATED; PHOTOLUMINESCENT", "NONE; SPS; FVS", "NONE; N-SHEVS; M-SHEVS;
FB-SHEVS", "NONE; RF1; RF2; RF2_cr; RF3; RF3_cr; RF4; RF4_cr"]:
    # Assuming default value 'NONE' for demonstration purposes
    return ifc_file.create_entity("IfcPropertySingleValue", Name=name,
                                NominalValue=ifc_file.create_entity("IfcLabel",
wrappedValue='NONE'))

# Create IfcInteger property type (for FireCompartment and VentilationCompartment)
elif ptype == "integer":
    return ifc_file.create_entity("IfcPropertySingleValue", Name=name,
                                NominalValue=ifc_file.create_entity("IfcInteger",
wrappedValue=0))

else:
    raise ValueError(f"Data type '{ptype}' is not supported by this function.")

# Iterate over all IfcSpace elements and add the property set
for space in ifc.by_type("IfcSpace"):
    # Create a new property set with the specified properties
    property_values = [create_property(ifc, name, ptype) for name, ptype in properties]

# Create a property set only if all properties were created successfully
if all(property_values):
    pset = ifc.create_entity("IfcPropertySet",
                            GlobalId=ifcopenshell.guid.new(),
                            OwnerHistory=owner_history,
                            Name=pset_name,
                            HasProperties=property_values)

# Create a relation between the property set and the space
ifc.create_entity("IfcRelDefinesByProperties",
                  GlobalId=ifcopenshell.guid.new(),
                  OwnerHistory=owner_history,
                  RelatedObjects=[space],
                  RelatingPropertyDefinition=pset)

# Determine the new filename
file_base, file_extension = os.path.splitext(original_ifc_filename)
new_ifc_filename = f"{file_base}_preinformed{file_extension}"
new_ifc_path = os.path.join(current_directory, new_ifc_filename)

# Write the changes back to the new IFC file
ifc.write(new_ifc_path)

print(f"New IFC file saved as: {new_ifc_path}")
```