



Fachhochschule Nordwestschweiz FHNW
Hochschule für Architektur, Bau und Geomatik
Institut Digitales Bauen
Hofackerstrasse 30
CH 4132 Muttenz

Master - Thesis

zur Erlangung des Titels

Master of Science FHNW in Virtual Design and Construction (VDC)

mit dem Thema

Baubewilligung mit digitalen Bauwerksmodellen: ein neuer Verfahrensprozess

eingereicht von

Thierry-Benoît Wälchli
von Obersteckholz, Kanton Bern

Thesis Begleiter
Prof. Manfred Huber, Leiter Institut Digitales Bauen

Thesis Expertin
Nicole Inauen, Raumgleiter AG

Praxispartner*innen
Design Build Switzerland
Stadt Thun

im Mai 2024

Sperrfrist: keine



Baubewilligung mit digitalen Bauwerksmodellen: ein neuer Verfahrensprozess

© 2024 by Thierry-Benoît Wälchli is licensed under [CC BY-NC-ND 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)



Namensnennung - Nicht-kommerziell - Keine Bearbeitung 4.0 International Public License

Alle Rechte, insbesondere das Recht der Vervielfältigung, Verbreitung und Übersetzung werden vorbehalten. Kein Teil des Werkes darf in irgendeiner Form ohne schriftliche Genehmigung des Verfassers kommerziell reproduziert oder über elektronische Systeme für kommerzielle Zwecke verbreitet werden. Die Genehmigung ist beim Verfasser einzuholen.

Eigenständigkeitserklärung

Ich erkläre hiermit,

dass ich die vorliegende Master-Thesis mit dem Titel **«Baubewilligung mit digitalen Bauwerksmodellen: ein neuer Verfahrensprozess»** 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. Chat-GPT], 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:

Thierry-Benoît Wälchli

Ort, Datum:

Grosshöchstetten, den 23. Mai 2024

Unterschrift:

.....

Kurzfassung

Die Abwicklung von **Baubewilligungsverfahren** ist ein Prozess mit einer Vielzahl von Akteuren, Interessen und Anforderungen. Durch die zunehmende regulatorische Komplexität, steigende Einsprachen und andere Faktoren verlängert sich die Verfahrensdauer, was sich direkt auf die Investitionsbereitschaft und die Bautätigkeit auswirkt. Die Einführung von digitalen Baueingaben mit standardisierten Bauwerksmodellen im **IFC**-Datenschema könnte den Genehmigungsprozess vereinfachen, wie Beispiele aus anderen Ländern zeigen.

In dieser Masterarbeit wird ein neuer **Bewilligungsprozess** entwickelt, der auf der Verwendung von **digitalen Bauwerksmodellen** basiert. Die Studie umfasst theoretische und praktische Datenerhebungen zur Entwicklung des Prozesses. Mit Hilfe von Fokusgruppen und unstrukturierten Experteninterviews werden Mehrwertpotentiale, Herausforderungen und Chancen bei der Nutzung von digitalen Bauwerksmodellen sowie Herausforderungen für den Rechtsschutz betroffener Dritter identifiziert.

Als Ergebnis wurde ein neuer zweistufiger **Verfahrensprozess** mit einer zusätzlichen freiwilligen Vorstufe entwickelt. In der Vorstufe erfolgt eine **automatisierte, formale Prüfung** aller objektiv bewertbaren Merkmale. Fehlerfreie und vollständige Bauwerksmodelle können der ersten Stufe - 'Baubewilligung' und der zweiten Stufe - 'Baufreigabe' zur Detailprüfung vorgelegt werden. Wobei in der ersten Stufe das Bauvorhaben aus formalrechtlicher Sicht im grösseren Kontext und in der zweiten Stufe die detaillierte, materielle Prüfung des Bauwerks selbst im Vordergrund steht. Das Vorgehen bei der praktischen Umsetzung mittels **Modularisierung von Prüfregelein** wurde anhand eines Anwendungsfalles in der Stadt Thun detailliert beschrieben.

Die Evaluation in Fokusgruppen zeigte Mehrwerte in den Bereichen: regelbasierte Prüfung, transparente Kommunikation, Abstimmung mit Planungsprozessen und frühere Rechtssicherheit. Von der Baueingabe bis zum Baubeginn dauert es länger als heute, aber durch die frühere Erteilung der Baubewilligung reduziert sich der Gesamtaufwand bis zum Baubeginn.

Baubewilligungsverfahren, IFC, Bewilligungsprozess, digitales Bauwerksmodell, Verfahrensprozess, automatisierte Prüfung, Modularisierung von Prüfregelein

Danksagung

An dieser Stelle danke ich der Firma Raumgleiter AG aus Schlieren, namentlich der CEO und zeitgleichen Thesis Expertin Frau Nicole Inauen für die fachliche Unterstützung bei meiner Erarbeitung. Dem Do Tank «Design Build Switzerland» aus Zürich, namentlich Sandra Romagnolo für ihre organisatorische Unterstützung und Beratung. Sowie und Dr. iur. Wolf S. Seidel für die Expertise bei rechtlichen Fragen.

Meiner Partnerstadt Thun, namentlich Reto Pfister für seine Zeit, sachkundige Unterstützung und offenen Diskussionen. Dem Amtsvorsteher Abteilung Bauen des Kantons Bern, Bruno Mohr; Eva Hess und Joël Wälchli für ihre angeregte Diskussion anlässlich der Fokusgruppe.

Und allen Teilnehmenden der Fokusgruppe «Einreichende» bedanke ich mich für ihre Unterstützung bei der Validierung meines neuen Prozesses.

Ein besonderer Dank geht an meinen Thesis Begleiter Prof. Manfred Huber, den Institutsleiter vom Institut Digitales Bauen der Fachhochschule Nordwestschweiz, welcher mir die Möglichkeit zur Erarbeitung von einem zukunftsweisenden Thema gab. Mir weiter in technischen Fragen unterstützend bei Seite stand und auch zwischenmenschlich eine Bereicherung und Stütze war.

Mein Dank gilt im Weiteren den Personen*, die mich durch ihre Unterstützung auf dem Weg begleitet haben. Den Kommilitonen Thomas Beiner, Fabian Wälchli, Samuel Ackermann und Tufan Öztürk für unsere gelegentlichen Erfahrungsaustausche. Maria Hischier für ihre fachliche und inhaltliche Vorprüfung. DeepL Write hat den englisch verfassten Abstract und MS-Editor die gesamte Thesis vorlektoriert - danke *KI-Mensch. Und der Endlektoriierenden Eileen Frölicher-Ho.

Meiner Partnerin Leah Laura Lüscher verdanke ich sehr viel Kraft, Unterstützung, Verständnis und Auflockerung. Unsere Gespräche über fachliche, technische, methodische und private Aspekte bereichern mich immer wieder aufs Neue! ... Ich hoffe, dass sich die Ergebnisse und Früchte dieser Thesis auch zukünftig für unser «Würmli» auszahlen werden ;-).

Inhalt

1	Einleitung	1
1.1	Ausgangslage und Motivation	1
1.2	Problemstellung	2
1.3	Ziel der Arbeit und erwartete Resultate	2
1.4	Abgrenzung	2
1.5	Aufbau und Struktur dieser Arbeit	3
2	Stand der Praxis, Technik und der Forschung	4
2.1	Akteursgruppen	4
2.1.1	Einreichende	5
2.1.2	Prüfende	5
2.1.3	Einsprechende	6
2.2	Disziplinübergreifende Theorien und Grundlagen	6
2.3	Digitale Baueingabeproofung	7
2.3.1	Regelprüfung versus Konformitätsprüfung	7
2.3.2	BIM-based Model Checking (BMC)	8
2.3.3	Automated Code Compliance Checking (ACCC)	9
2.3.4	Objektivität und Subjektivität	9
2.3.5	Informationsbedarfstiefe (LOIN)	12
2.3.6	Strukturelle Datenaufbereitung	15
2.3.7	Projektmanagement und Prozessmanagement	15
2.4	Baubewilligungsverfahren in der Schweiz	16
2.4.1	Harmonisierungs- und Standardisierungsbestrebungen	17
2.4.2	Interkantonale Entwicklungsgemeinschaft für elektronische Bewilligungsprozesse	19
2.4.3	Verfahrensarten	20
2.4.4	Einsprache vs. Rekurs	20
2.4.5	Reifegrad vom digitalen Bewilligungsverfahren in der Schweiz	21
2.4.6	Herausforderungen aus der Sicht der unterschiedlichen Akteuren	22
2.4.7	Baugenehmigungsrelevante Prozesse in Relation zur SIA 112	24
2.4.8	Status quo Baubewilligungsverfahrensprozess der Stadt Thun	26
2.5	Baubewilligungsprüfverfahren mit DBM in anderen Ländern	27
2.5.1	Australien	27
2.5.2	Neuseeland	28
2.5.3	Singapur	28
2.5.4	Vereinigte Staaten von Amerika	28
2.5.5	Estland	29
2.5.6	Finnland	30
2.5.7	Italien	30

2.5.8	Norwegen	32
2.5.9	Österreich	32
2.5.10	Schweden	34
2.6	Konklusion vom Stand der Praxis, Technik und der Forschung	35
3	Beschreibung des Forschungsbedarfs	37
4	Methodik	38
4.1	Forschungsdesign	39
4.2	Analyse	40
4.3	Synthese	40
4.4	Evaluation	41
5	Ergebnisse	43
5.1	Verfahrensprozess für Baubewilligungen mit digitalen Bauwerksmodellen	43
5.1.1	Vorstufe (Vorabgabe / Vorprüfung)	44
5.1.2	Erste Stufe - Baubewilligung	45
5.1.3	Einsprache-Verfahren	45
5.1.4	Zweite Stufe - Baufreigabe	46
5.2	Ansätze zur automatisierten Regelprüfung von baurechtlichen Aspekten	46
5.2.1	Modularisierung von Prüfregeln	46
5.2.2	Erforderlicher Detaillierungsgrad der digitalen Bauwerksmodelle	47
5.2.3	Struktureller Aufbau Prototyp	48
5.3	Vorgehen zur Implementierung von einem exemplarischen Anwendungsfall in der Stadt Thun	49
5.3.1	Exemplarische Modularisierung von Prüfregeln	49
5.4	Mehrwertpotentiale durch die Nutzung von digitalen Bauwerksmodellen	53
5.4.1	Kommunikation zwischen den Ämtern und den Einreichenden	53
5.4.2	Prüfstatus abgeglichen zum eCH-0129 - Datenstandard Objektwesen	55
5.5	Chancen und Herausforderungen bei der Nutzung von digitalen Bauwerksmodellen	55
5.5.1	Bei der öffentlichen Auflage	55
5.5.2	Bei der Kommissionsarbeit	57
5.6	Herausforderungen für den Rechtsschutz von betroffenen Dritten (Einsprechende)	58
5.7	Diskussionsergebnisse in Bezug auf den neuen Verfahrensprozess	59
5.7.1	Diskussionsergebnisse der Fokusgruppe Prüfende	59
5.7.2	Diskussionsergebnisse der Fokusgruppe Einreichende	62
6	Diskussion	66
6.1	Unterschied neuer Verfahrensprozess im Vergleich zum bestehenden Prozess	66
6.1.1	Unterschiede im Bezug auf den Prozessablauf	67
6.1.2	Einfluss auf die Verfahrensdauer	69
6.1.3	Einfluss auf die Informationstiefe	71
6.2	Grenzen und Herausforderungen bei der automatisierten Regelprüfung	72

6.3	Prototypische Umsetzung von einem exemplarischen Anwendungsfall in der Stadt Thun	74
6.4	Wahrung vom Rechtsschutz betroffener Dritter (Einsprechende)	75
7	Fazit	76
7.1	Schlussfolgerung	77
7.2	Ausblick	77
8	Quellenverzeichnis	78
9	Abbildungs- und Tabellenverzeichnis	87
9.1	Abbildungen	87
9.2	Tabellen	89
10	Anhang	90
	Anhang B Verzeichnis verwendete Hilfsmittel	I
	Anhang C Erweiterte Kurzfassung (d)	III
	Anhang D Extended Abstract (e)	IV
	Anhang E Ausführliche Diskussionsergebnisse der Fokusgruppe Einreichende	V
	Anhang F Ausführliche Diskussionsergebnisse der Fokusgruppe Prüfende	XII
	Anhang G Test Zusammenfassen der «Diskussionsergebnisse der Fokusgruppe Einreichende» mittels KI	XIX
	Anhang H Überprüfung auf KI	XXIII

Abkürzungsverzeichnis

A
AR *Augmented Reality*

B
BCF *BIM Collaboration Format*
BIM *Building Information Modelling*
BNO *Bau- und Nutzungsordnung*
BPMN *Business Process Model and Notation zu Deutsch Geschäftsprozessmodellnotation*
bspw *beispielsweise*
bzw *beziehungsweise*

D
DBM *digitales Bauwerksmodell*
DVS *Digitale Verwaltung Schweiz*

E
eCH *Verein E-Government Schweiz*
EN *Europäische Norm*
ETH *Eidgenössische Technische Hochschule*

G
GeoIG *Geoinformationsgesetz*
GeoIV *Geoinformationsverordnung*
GIS *Geoinformationssystem*
GWR *Eidgenössische Gebäude- und Wohnungsregister*

I
IDEF *Integration Definition for Function Modeling zu Deutsch Integrationsdefinition für die Funktionsmodellierung*
IDS *Information Delivery Specification zu Deutsch Spezifikation der Informationslieferung*
IFC *Industry Foundation Classes*
inkl. *inklusive*
inosca *interkantonale Entwicklungsgemeinschaft für elektronische Bewilligungsprozesse*

ISO *International Organization for Standardization - Internationale Norm*

K
KI *Künstliche Intelligenz*

L
LOG *Level of Geometry zu Deutsch geometrischer Detaillierungsgrad*
LOI *Level of Information zu Deutsch Informationsgehalt*
LOIN *Level of Information Need*
LRML *Legal Rule Machine Learning*

M
Mio *Million*

N
NGDI *Nationalen Geodaten-Infrastruktur*

O
o. dgl. *oder dergleichen*

S
SN *Schweizer Norm*

U
UI *User Interface zu Deutsch Benutzerschnittstelle*
UX *User Experience zu Deutsch Nutzererfahrung*

V
vgl *vergleichlich*

Z
z.B. *zum Beispiel*

1 Einleitung

1.1 Ausgangslage und Motivation

Das Sicherheitsbedürfnis nach einem Rückzugsort, spezifischer einem Dach über dem Kopf ist nach (Maslow, 1943, pp. 370, 376–380) ganz unten bei den Defizitbedürfnissen einzuordnen. So ermöglicht das Baugewerbe, Massnahmen zur Erhaltung und Erweiterung dieser menschlichen Bedürfnisse (Menz & ETH Zürich, 2018). Bezogen auf die Schweiz zeigt sich seit 1900 bis 2022 ein nahezu linearer Anstieg der Bevölkerungszahl auf knapp 8,8 Mio. Personen (Bundesamt für Statistik BFS, 2023a, p. 2). Parallel dazu steigt die Zahl der Wohnungen bis 2021 auf 4,7 Mio. (Bundesamt für Statistik BFS, 2023b, p. 224). Gemäss (Hotz, 2024) gelten Wohnungsmangel und steigende Mieten als drängende politische Themen, wobei die lange Verfahrensdauer viele Investoren vom Wohnungsbau abhält. Insbesondere in den Schweizer Agglomerationen wie bspw. der Region Zürich ist ein Mangel an Wohnraum zu beobachten, was vermehrt zum Abriss von Häusern mit wenig Wohnraum zu Gunsten von Mehrfamilienhäusern führt (Jankovsky, 2024). Das Bundesamt für Statistik (2023b, p. 230) verzeichnet einen Höhepunkt in der Wohnungsproduktion zwischen 2013 und 2018, seither ist die Bautätigkeit rückläufig. Ähnliches beschreibt (Wyss, 2024) indem eine rückläufige Tendenz bei den Baubewilligungen im Wohnungsbau automatisch zu einer Abnahme der Bautätigkeit führt.

Seit 2018 ist ein signifikanter Anstieg der neu eingereichten Baurekurse zu verzeichnen, was zu längeren Bewilligungsfristen und einem Rückgang im Wohnungsbau führt (Baurekursgericht des Kantons Zürich, 2023; Zulliger, 2023). Die steigende Zahl der Einsprachen führt in allen Kantonen zu längeren Bewilligungsfristen, was einen Rückgang des Wohnungsbaus, sinkende Leerstände und steigende Mieten zur Folge hat (Inauen & Altermatt, 2023; Maniera & Schweizerischer Baumeisterverband SBV, 2023; Tschirren et al., 2023, sc. 29:32). Gleichzeitig hat die Zahl der Einsprachen von Nachbarn gegen geplante Bauvorhaben fast schon den Status eines alltäglichen Phänomens erreicht (Baumberger, 2007; Inauen & Altermatt, 2023; Müller et al., 2023). Andere Stimmen beschreiben, wie sich die Dauer der Verfahrensbearbeitung aufgrund der wachsenden Komplexität und anderen Faktoren stetig ausdehnt (Aargauer Zeitung, 2015; Bühler, 2023; Rühli et al., 2019). Oder sie beschreiben, dass die Einhaltung der reglementarischen Fristen zunehmend zu einer Herausforderung werden (Fokusgruppe Einreichende, 2024; Meier & ARCHITEKTURBASEL, 2023; Pfister, 2023). Selbst mit einer Baubewilligung ist noch nicht garantiert, dass die geplanten Immobilien physisch umgesetzt werden. (Zürcher Kantonalbank, 2023, p. 14) schreibt, dass zirka 10 % der Bauprojekte nicht umgesetzt werden, was zu einem jährlichen Verlust von mind. 4'000 Neuwohnungen führt. Auch die Zeitspanne in der ein Baugesuch durch alle Stellen durchlaufen ist, dauert bspw. in der Stadt Zürich mind. ein Jahr (Aeberli, 2023).

Weiter wird schweizweit bei der Baueingabe eine hohe Planungstiefe verlangt, ohne dass die Beteiligten über ausreichende Rechtssicherheit verfügen (Bühler, 2023; Metzler, 2023). Das führt dazu, dass die angefallenen Planungskosten im Falle einer Projekt-Ablehnung oft nicht auf das Bauprojekt und die später Nutzenden abgewälzt werden können (Müller et al., 2023). Die kantonale Umsetzung erfolgt dabei mit konventionellen, ausgedruckten Plänen in Papierform (BewD Art. 10 Ziff. 6., 2023). In anderen Ländern werden bereits seit einigen Jahren digitale Baugenehmigungsverfahren, z.B. mit Hilfe von digitalen Bauwerksmodellen (DBM), eingesetzt (Noardo et al., 2022).

Ein Baubewilligungsprozess involviert viele, unterschiedliche Akteure, so verfolgen bspw.: Bestellende / Investierende (Bühler, 2023; Dragila Salis, 2024), Planende (Inauen & Altermatt, 2023; Müller et al., 2023), Prüfende (Bauinspektorat Thun, 2022; Meier & ARCHITEKTURBASEL, 2023; Noardo & Malacarne, 2021, p. 30) und Einsprechende (Baumberger, 2007; Strub, 2018) ihre individuellen Ziele, Interessen und Ansprüche. So wandelt sich die Thematik der Baubewilligungsverfahren und der damit verbundenen Kostenfolgen immer mehr zu einem Politikum (Gmür-Schönenberger, 2023).

Die Vorteile durch den Einsatz von digitale Bauwerksmodellen im Baubewilligungsverfahren sind weitestgehend ungenutzt (Schranz et al., 2021, p. 50). Vor diesem Hintergrund stellt sich die Frage: Wie der Prozess eines Baubewilligungsverfahrens ressourcenschonender gestaltet werden kann, bei dem digitale Bauwerksmodelle ganzheitlicher zum Einsatz kommen? (Klaus, 2023; Krischmann et al., 2020, pp. 335, 343; Ullah et al., 2022, pp. 1-2)

Mit dem Einsatz von DBM im Baubewilligungsverfahren könnte trotz des Föderalismus eine Vereinfachung erreicht werden, wie in anderen Ländern wie z.B. Finnland, Norwegen oder Singapur. Mit Hilfe von offen dokumentierten Datenschemata wie dem Industry Foundation Classes (IFC) könnte der Zeitaufwand für die Prüfung reduziert werden. (buildingSMART Deutschland e. V., 2023a; Muto, 2020, pp. 10, 15, 17; SN EN ISO 16739, 2016). So konnte bspw. in der finnischen Stadt Järvenpää durch den Einsatz von openBIM im Baugenehmigungsverfahren eine bemerkenswerte Zeitersparnis von 20 % bei den Prüfungen erzielt werden (Mittelstand-Digital Zentrum Bau, 2022). Weiter ermöglicht die Anwendung dieses automatisierbaren Ansatzes eine einfache und effiziente Berichterstattung an die Antragstellenden, was den Verwaltungsaufwand der Behörden wiederum reduzieren könnte (IDC AG, 2022). Und sie unterstützt eine faktenbasierte Wahrnehmung von den Bauprojekten bei den Einsprechenden in der öffentlichen Konsultationsphase (IDC AG, 2023; Stadt Wien, 2020). Später könnte dieser Verfahrensprozess automatisiert und auf die breite Masse der Kantone und Gemeinden skaliert werden.

1.2 Problemstellung

Aufgrund des **Föderalismus** (Schweizerische Eidgenossenschaft, 2023) sind die Baubewilligungsprozesse in den Kantonen **nicht harmonisiert**, vgl. (Bauinspektorat Thun, 2022; BR. Bauinspektorat Thun, 2022; Kanton Aargau, 2022; Kanton Luzern, 2020; Menz & ETH Zürich, 2020; Stadt Bern Direktion für Sicherheit, Umwelt & Energie, 2013). Bei der stichprobenartigen Sichtung von Baubewilligungsverfahren ist ersichtlich, dass die meisten Behörden bei einer Baueingabe bereits eine Vielzahl an Nachweisen einfordern, welche **eine umfangreiche Planungstiefe voraussetzen**. Weiter ist festzustellen, dass diese **Nachweise inhaltlich sehr ähnlich bzw. identisch sind**, einzig die lokalen Modalitäten unterscheiden sich aufgrund der unterschiedlichen Bau- und Nutzungsordnungen marginal. In den meisten Kantonen ist analog (BewD Art. 10 Ziff. 6., 2023), die Einreichung von **Formularen und 2D-Plänen** in gedruckter oder digitaler Form Usus. Die **Zeitspanne** vom Einreichen bis zur rechtsverbindlichen Baugenehmigung dehnt sich aufgrund der zunehmenden Komplexität und der stetigen Zunahme von Einsprachen und Rekursen immer weiter aus (Aeberli, 2023; Baurekursgericht des Kantons Zürich, 2023; Schneider & Gilgen, 2021, pp. 545-608; Zulliger, 2023).

1.3 Ziel der Arbeit und erwartete Resultate

In der Vergangenheit wurde dem Baubewilligungsverfahrenprozess relativ wenig interdisziplinäre Aufmerksamkeit geschenkt. (Niederberger, 2024) beschreibt jedoch, «dass das System heute aufgrund der technischen, rechtlichen und politischen Komplexität an seine Grenzen stösst.» Dass die Bauverfahren effizienter gestaltet werden müssten, über eine Reduktion der Einsprachen nachgedacht werden sollte und die rechtskräftige Baubewilligung früher im Verfahren vorliegen sollte. Dabei befasst sich die vorliegende Thesis mit der Einsatz von DBM, den Möglichkeiten der Automatisierung und Transparenz, aber auch mit der Verbesserung des gesamten Verfahrensprozesses.

Ziel dieser Master-Thesis ist primär die Entwicklung eines **Baubewilligungsverfahrensprozesses** mit DBM als Basistechnologie. Dieser neu konzipierte Prozess wird anschliessend an der Stadt Thun im Kanton Bern einem Praxistest mit exemplarischen automatischen Prüfungen unterzogen. Das sekundäre Ziel besteht darin, den Mehrwert eines solchen digitalen Ansatzes zur Optimierung von Baubewilligungsverfahren in der Schweiz sowohl theoretisch zu untersuchen als auch praktisch zu bestätigen.

1.4 Abgrenzung

Der aufzubauende Prozess soll auf eine möglichst grosse Menge der Baueingaben angewandt werden können. Folglich konzentriert sich diese Master-Thesis auf den Neubau von Mehrfamilienhäusern um auch volkswirtschaftlich eine Hauptwirkung zu erzielen. Spezifischer entspricht dieser berücksichtigte Anteil ca. 1/3 aller Bauwerksarten im Hochbau (Bundesamt für Statistik BFS, 2021). Die Bereiche der Renovationen und Umbau werden nicht betrachtet, da bei solchen Projekten in den wenigsten Fällen mittels digitalen Bauwerksmodellen gearbeitet wird bzw. solche vorhanden sind und in den meisten Fällen zu viele individuelle Aspekte verfügen ([P3], Fokusgruppe Prüfende, 2024; Pfister, 2023).

Spezialbauten wie bspw. ein Atom- bzw. Energiekraftwerk, ein Flughafen oder Infrastrukturbauten werden dabei nicht berücksichtigt. Weiter liegt der Hauptfokus von den Mehrwertpotentialen bei den

Akteursgruppen: Bestellende, Planende und Prüfende. Anlässlich der Ist-Aufnahme von bestehenden Baubewilligungsverfahrenprozessen werden einzelne, exemplarische Kantone und Gemeinden (keine gewichtete Auswahl) aufgenommen. Diese dienen als teilrepräsentative Basis für die Neuentwicklung. In der exemplarischen, technischen Umsetzung wird keine allgemein gültige Umsetzung durchgeführt. Der Verfasser hält sich dabei ausschliesslich an das regional relevante Baureglement der Thesen-Partnerstadt Thun (BR, 2022).

Bei der Entwicklung des Bewilligungsverfahrensprozesses liegt der Schwerpunkt auf den Einreichenden und den Prüfenden. Für potentielle Einsprechende wird nicht zusätzlich ein abgestimmter, optimierter Einspruchsprozess entwickelt, vielmehr wird der neue Verfahrensprozess so abgestimmt, dass deren Rechte gewahrt werden können.

Bei der praktischen Umsetzung des Prototyps besteht kein Anspruch auf Datendurchgängigkeit, dieser kann auch mit einzelnen Komponenten und Medienbrüchen umgesetzt werden, solange der neue Prozessablauf simuliert werden kann.

1.5 Aufbau und Struktur dieser Arbeit

Die Abbildung 1 zeigt den schematischen Aufbau und die Struktur dieser Arbeit.

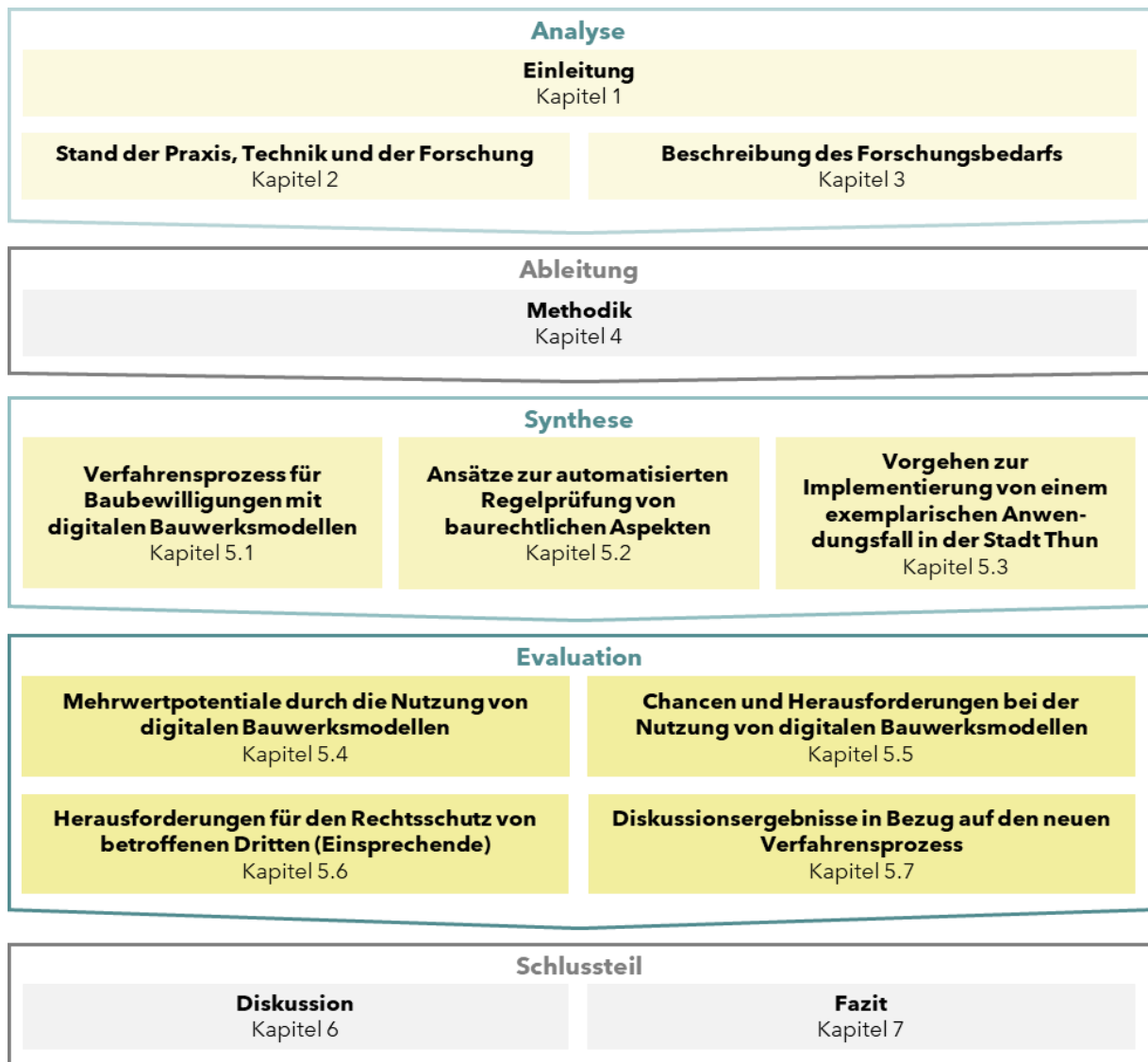


Abbildung 1, schematische Struktur der Master-Thesis (eigene Abbildung)

2 Stand der Praxis, Technik und der Forschung

Im Folgenden werden die relevanten Forschungsergebnisse und praktischen Anwendungen im Zusammenhang mit dem digitalen Baubewilligungsverfahren beschrieben. Es untersucht die Rollen der verschiedenen Akteure sowie die verfahrensbezogenen Prozessaspekte unter Einhaltung der rechtlichen Rahmenbedingungen. Weiter werden Baubewilligungsverfahren in verschiedenen Städten und Ländern verglichen, um Best Practices und Unterschiede aufzuzeigen. Ergänzt wird dies durch interdisziplinäre Theorien und Grundlagen zur Beurteilung von Objektivität und Subjektivität in diesem komplexen Prozess.

2.1 Akteursgruppen

Bei der Ausführung von Bauprojekten existieren unterschiedliche Akteure¹. Diese verfügen im Kontext zum Baueingabeprozess über unterschiedliche **Sichtweisen, Interessen, Kompetenzen** und Funktionen². Wie in der Abbildung 2 ersichtlich ist, werden entsprechend ihrer Sphäre unterschiedliche Ziele und Motive verfolgt.

Die Schweizer Norm (SIA 112, 2014) definiert dabei eine Vielzahl von Begriffen. In den meisten Fällen sind diese nicht in einer inklusiven Sprache verfasst oder sind für diese Studie zu diversifiziert. Der Verfasser umschreibt und definiert folglich in den nachfolgenden Unterkapiteln die drei Akteure in einem Baubewilligungsverfahren: Einreichende, Prüfende und Einsprechende.

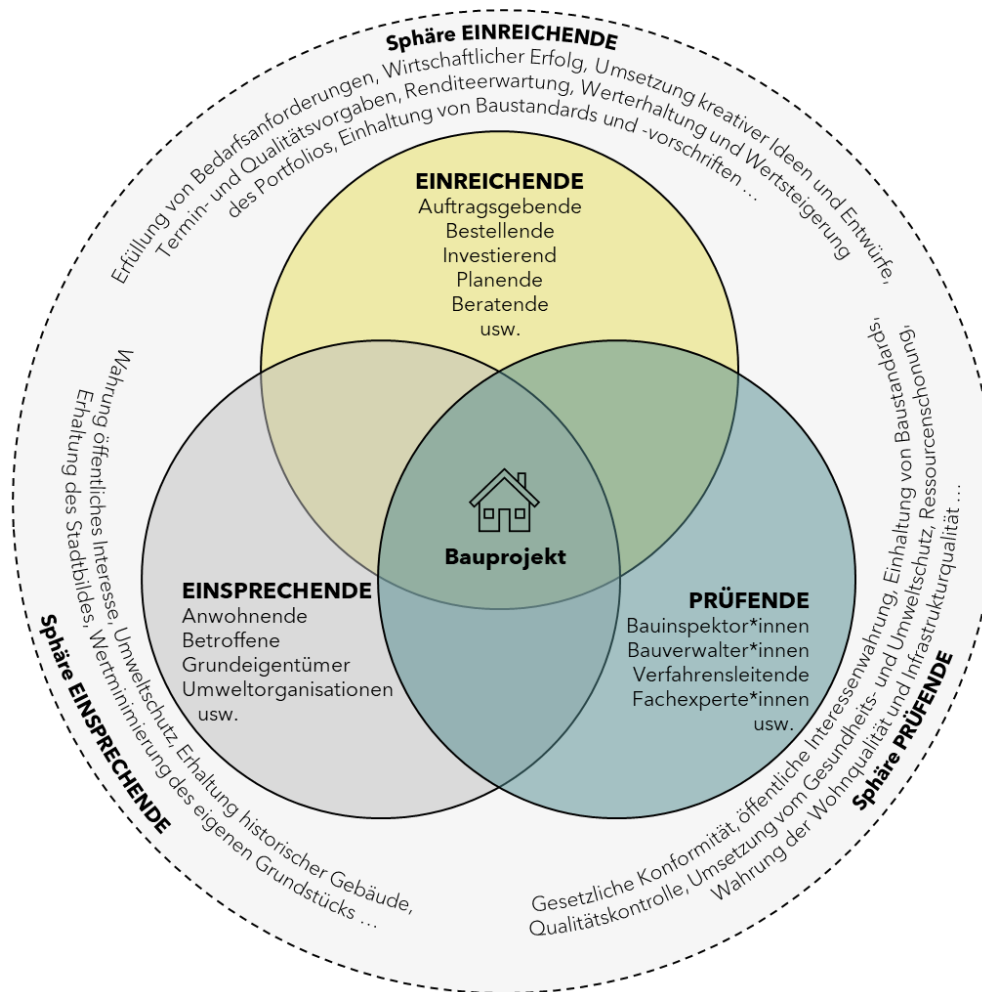


Abbildung 2, Akteure in einem Baubewilligungsverfahren (eigene Abbildung)

¹ «Person, Organisation ... die in einen Bauprozess eingebunden ist» (EN ISO 29481-1, 2017, p. 7)

² «Bezeichnet einen abgegrenzten Aufgabenbereich, der einer Person oder Organisationseinheit zugeordnet ist.» (SIA 2051, 2017, p. 7)

2.1.1 Einreichende

Zu Beginn eines Bauvorhabens definieren die **Bestellenden** bzw. **Investierenden** die grundlegenden Anforderungen an das Bauprojekt. Die Gruppe, zu der Bauherren oder Investoren gehören, hat eine wichtige Aufgabe bei der Festlegung der Ziele und Anforderungen für das Projekt. Es ist wichtig, dass diese Interessensgruppen ihre Ziele und Motivationen klar kommunizieren, um sicherzustellen, dass das Projekt die benötigten Funktionen und Zwecke erfüllt, um den Bedarf zu decken (Bührer, 2023). Im selben Zuge verfolgen sie das Ziel des wirtschaftlichen Erfolgs durch die Realisierung des Bauvorhabens unter Einhaltung von Kostenkontrolle, Budgetvorgaben, Terminen und Qualitätsstandards. Um das Umsetzen zu können sind sie «auf verlässliche Zeitangaben bei Baubewilligungsverfahren angewiesen» (Dragila Salis, 2024). Zusätzlich haben sie Renditeerwartungen und streben die Werterhaltung und Wertsteigerung ihres Portfolios durch erfolgreiche Bauprojekte an. oder andere Gründe für Verzögerungen im Baubewilligungsprozess können die Planungs- und Bauphase beeinträchtigen und letztendlich zu höheren Mietkosten führen (Bührer & Verband Entwicklung Schweiz, 2023).

Die Norm SIA 112 definiert den **Auftraggeber** im Zusammenhang mit den Projektbeteiligten in Bezug auf die rechtlichen Beziehungen. «Der Auftraggeber ist der Vertragspartner der Planer. Er ist in der Regel der Bauherr.» (SIA 112, 2014, p. 7) In derselben Norm wird festgehalten, dass der **Bauherr** als der höchste Entscheidungsträger eines Bauvorhabens fungiert. Dabei kann es sich um den **Eigentümer** des Grundstücks und/oder den **Investor** des Projekts handeln.

Verfügt der Bauherr nicht über ausreichende Kenntnisse für die Umsetzung von einem Bauprojekt, kann er Bauherrenberater, - oder -vertreter hinzuziehen. Diese stellen ihr Fachwissen und ihre Erfahrung zur Verfügung, um dem Bauherrn zu helfen, fundierte Entscheidungen zu treffen und einen reibungslosen Ablauf des Bauvorhabens zu gewährleisten. Dazu gehören auch Planenden wie: **Einzelplaner, Generalplaner, Planergemeinschaft, Subplaner, Planerteam, Fachplaner** (SIA 112, 2014, pp. 6-7). Diese überarbeiten die Rahmenbedingungen mittels kreativer Ideen und Entwürfe so lange, bis die Anforderungen erfüllt sind. Dabei müssen optische, technische, finanzielle und rechtliche Faktoren des finalen Bauprojekts berücksichtigt werden.

Basierend auf dem vorherigen Beschreibung definiert der Verfasser in dieser Arbeit die Akteursgruppe.

Begriffsdefinition Einreichende: Bei den Einreichenden handelt es sich um eine Akteursgruppe im Baubewilligungsverfahrenprozess. Die Einreichenden verwenden optische, technische, finanzielle und rechtliche Anforderungen, formulieren daraus ein adäquates Bauprojekt, welches sie bei den kommunalen Behörden in Form eines Baugesuch einreichen.

2.1.2 Prüfende

Nach dem Einreichen des Baugesuchs kommt die Akteursgruppe der Prüfenden zum Einsatz. Diese Gruppe ist für die Einhaltung und den Vollzug der geltenden Gesetze im Zusammenhang mit dem Baubewilligungsverfahren zuständig. (OrG Art. 1, 2021)

Einleitend wird eine **formelle Prüfung** durchgeführt, die sicherstellt, dass das Bauprojekt alle geltenden Rechtsaspekte und öffentlichen Interessen berücksichtigt. Unterschiedliche Interessen von involvierten Akteuren wie Einreichenden, Nachbarn oder Betroffenen koordinieren sie mit einem adäquaten Einspracheverfahren. Diese Prüfung wird von **Bauinspektoren, -verwaltern** und behördlichen **Verfahrensleitern** durchgeführt. (BauG Art. 38, 2016; Pfister, 2023)

Das Gegenstück bildet die **materielle Prüfung**, welche von Fachspezialisten durchgeführt wird. Darunter fallen Stadtarchitekt*innen, Gremien zur Beurteilung des Ortsbildes, Gewässer- oder Umweltschutzspezialist*innen sowie Brandschutzexpert*innen. Konkreter tragen diese die Verantwortung zur Prüfung und Einhaltung von Baustandards, die Kontrolle der Bauqualität, die Umsetzung von Gesundheits- und Umweltschutzmassnahmen sowie die Ressourcenschonung. (Amt für Gemeinden und Raumordnung & Kanton Bern, 2015; Pfister, 2023)

Diese Akteursgruppe ist für die Wahrung der Wohnqualität und Infrastrukturqualität sowie die Erfüllung der gesetzlichen Konformität verantwortlich. Basierend auf dieser Beschreibung definiert der Verfasser in dieser Arbeit die Akteursgruppe.

Begriffsdefinition Prüfende: Die Akteursgruppe der Prüfenden untersucht eingereichte Baugesuche auf die Einhaltung der geltenden Gesetze und Baustandards um die öffentlichen Interessen zu wahren. Je nach Sachlage wird eine Baubewilligung, eine Baubewilligung mit Auflagen oder ein Bauabschlag erteilt. Letzten Endes ist sie für die Einhaltung und den Vollzug der geltenden zuständig.

2.1.3 Einsprechende

Viele Bauvorhaben stoßen oft auf Widerstand und Kritik von einer vielfältigen Akteursgruppe. Diese kann sich dabei aus unterschiedlichen Personen und/oder Organisationen zusammensetzen, welche ein breites Spektrum an Zielen und Motiven verfolgen.

So können sich Umweltschutzorganisationen, Naturschutzvereine, Interessenverbände o. dgl. aber auch Gemeinden für die Wahrung des Umwelt- und Naturschutzes bis hin zur Sicherstellung von Gesundheit und Wohnqualität einsetzen. Dieser Gruppe ist es wichtig, dass Bauprojekte ökologisch nachhaltig sind und keine langfristigen Schäden für die Umwelt verursachen (PRO NATURA, 2017). Oder sie setzen sich für den Erhalt der biologischen Vielfalt ein und können gegen Baumassnahmen vorgehen, die Lebensräume bedrohter Arten zerstören könnten. Aber auch die Erhaltung des Stadtbildes und die Vermeidung von Verkehrsunfällen stehen auf ihrer Agenda (BauG Art. 35 & Art. 35b & Art. 35c, 2016).

Anwohnende, Mietende, Grundeigentümer o. dgl. können persönliche Interessen verfolgen, wie die Vermeidung von Lärm, die Erhaltung historischer Gebäude oder die Wertminimierung ihres eigenen Grundstücks. Sie können und dürfen sie sich gegen Bauprojekte aussprechen, die ihre eigenen Interessen gefährden. (BauG Art. 35 & Art. 35b, 2016; von Ledebur, 2024)

Diese Akteursgruppe ist eine «wichtige Stimme in der Ortsentwicklung» und im Bauprozess. Sie tragen dazu bei, dass Bauvorhaben sorgfältig geprüft und gegebenenfalls angepasst werden, um die «Bedürfnisse und Anliegen der Gemeinschaft zu berücksichtigen» und eine ausgewogene Entwicklung zu fördern (Pfister, 2023). Basierend darauf definiert der Verfasser in dieser Arbeit die Akteursgruppe.

Begriffsdefinition Einsprechende: Die Akteursgruppe der Einsprechenden sind Personen oder Organisationen, die vielfältige Interessen und Motive verfolgen und sich aktiv gegen Bauprojekte aussprechen, die ihren persönlichen Zielen entgegenstehen. Sie spielen eine wichtige Rolle bei der Ortsentwicklung und im Bauprozess, indem sie dazu beitragen, dass Bauvorhaben sorgfältig geprüft und gegebenenfalls angepasst werden, um die Bedürfnisse und Anliegen der Gemeinschaft zu berücksichtigen und eine ausgewogene Entwicklung zu fördern.

2.2 Disziplinübergreifende Theorien und Grundlagen

Die Building Information Modelling (BIM)-Methodik stellt eine kollaborative Arbeitsmethodik dar, die eine kollaborative Zusammenarbeit verschiedener Akteure im Bauprozess ermöglicht (Schulze et al., 2023). Dabei kommen digitale Bauwerksmodelle (DBM) zum Einsatz, um komplexe architektonische Strukturen und technische Planungen virtuell zu erfassen, zu visualisieren und gemeinsam zu bearbeiten. Diese DBM integrieren eine Vielzahl von Informationen wie bspw.: Geometrien, Materialien, technische Details, bauphysikalische Eigenschaften, Abläufe oder Termine (Borrmann et al., 2021, pp. 314–315).

Für die Modellierung und Kommunikation mit digitalen Bauwerksmodellen gibt es die unterschiedlichen Ansätze openBIM und closeBIM. **OpenBIM** ermöglicht durch die Verwendung offener, standardisierter Datenformate wie dem IFC-Schema eine transparente und interoperable Kommunikation zwischen den beteiligten Gewerken. Der Ansatz von **closeBIM** greift dagegen auf geschlossene bzw. herstellerspezifische Datenformate zurück. Man spricht in diesem Fall auch von einem nativen Datenformat, da alle Projektbeteiligten über eine spezifische Software verfügen müssen, die dieses Format interpretieren bzw. verarbeiten kann (Borrmann et al., 2021, pp. 12–14).

Um Informationen bedarfsgerecht nutzen zu können, bietet das Konzept des **Level of Information Need (LOIN)** eine Orientierung für den spezifischen Informationsbedarf innerhalb eines BIM-Projektes unter Berücksichtigung des Detaillierungsgrades und der individuellen Bedürfnisse der Stakeholder (SN EN ISO 19650-1, 2018, p. 13). Es dient als Leitfaden für die effiziente Bereitstellung und Verwaltung von Daten über den gesamten Lebenszyklus eines Bauwerks. Der geforderte Informationsbedarf kann dabei in zwei Anforderungen unterteilt werden: Geometrie = **Level of Geometry (LOG)** und Information = **Level of Information (LOI)** (Bauen digital Schweiz & buildingSMART Switzerland, 2024a, pp. 9-18). Diese Informationen können mit dem Konzept der **Information Delivery Specification (IDS)** computerinterpretierbar beschrieben werden. Der Standard ermöglicht die korrekte und zeitgerechte Lieferung und Validierung von Austauschforderungen wie z.B: Objekte, Klassifikationen, Eigenschaften und sogar Werte und Einheiten für den modellbasierten Austausch (buildingSMART International, 2022a). Mit Hilfe vom **BIM Collaboration Format (BCF)** wird die Kommunikation und Zusammenarbeit innerhalb eines BIM-Projektes durch ein standardisiertes Dateiformat erleichtert. Dies ermöglicht den Austausch von Kommentaren, Anmerkungen und Änderungsvorschlägen innerhalb des Modells, was zu einer Verbesserung der Effizienz und Transparenz in der Kommunikation führt (buildingSMART International, 2019). Weiter ermöglicht buildingSMART International mit einer **Model View Definition (MVD)** die Definition spezifischer Sichten und Darstellungen eines BIM-Modells entsprechend den Bedürfnissen und Interessen der beteiligten Parteien. Diese Definition legt fest, welche Informationen aus dem Modell extrahiert und in welcher Form sie dargestellt werden, um den unterschiedlichen Anforderungen und Kontexten gerecht zu werden. Das kann auch Systemübergreifend erfolgen (buildingSMART International, 2024).

2.3 Digitale Baueingabeprüfung

In diesem Kapitel werden die verschiedenen Aspekte erörtert, welche die Baueingabeprüfung mithilfe von digitalen Bauwerksmodelle beeinflussen können.

2.3.1 Regelprüfung versus Konformitätsprüfung

Einleitend muss immer unterschieden werden, ob es sich um eine Regelprüfung oder eine Konformitätsprüfung handelt (Klooster et al., 2019a, pp. 20-29). Zu diesem Zweck haben (Eastman et al., 2009, pp. 1016-1017) vgl. der Abbildung 3 vier Klassen von Funktionen identifiziert, die ein Regelkontrollsystem unterstützen sollte.

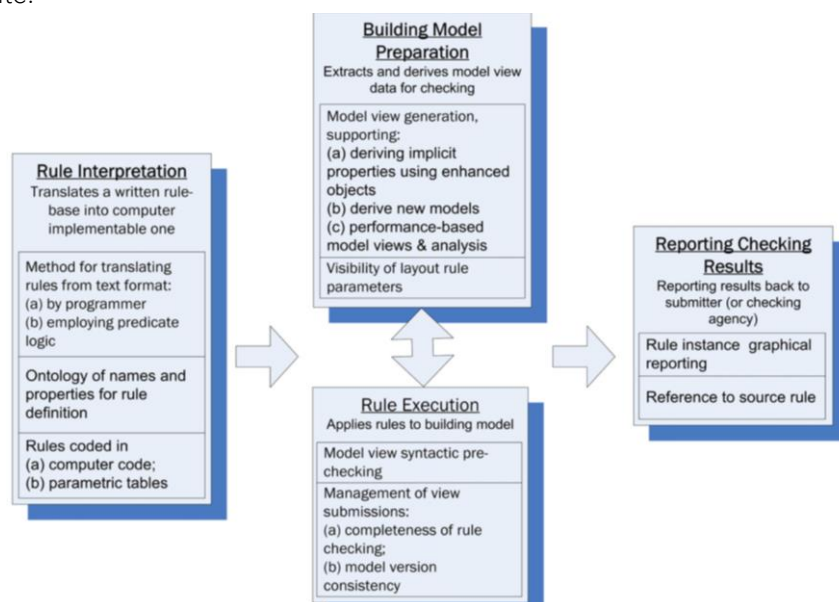


Abbildung 3, minimale Funktionen von einem Regelprüfungssystem für die Konformitätsprüfung (Eastman et al., 2009, p. 1016)

Die ersten drei Schritte: Übersetzung der Regeln in eine maschinenlesbare Sprache, Aufbereitung der Gebäudemolldaten und Durchführung des Prüfprozesses dienen dem Aufbau und der Durchführung

einer Regelprüfung. Diese Ergebnisse können in einem weiteren Schritt aufbereitet und die Prüfergebnisse als Konformitätsprüfung dargestellt werden.

2.3.2 BIM-based Model Checking (BMC)

Mit fortschreitender technischer Entwicklung existieren seit einigen Jahren Möglichkeiten der modellbasierten Überprüfung bzw. Validierung von digitalen Bauwerksmodellen. Dabei wird eine Validierungsprüfung durchgeführt, um festzustellen, ob der Modellinhalt den relevanten Normen/Regeln entspricht. Diese Prüfung erfolgt anhand vordefinierter Kriterien und führt zu einer binären Ja/Nein-Antwort. Ziel ist es, den fachlichen Inhalt eines BIM-Modells für eine bestimmte Anwendung zu prüfen. Es werden keine Programmierregeln benötigt, sondern lediglich Filter für die Abfrage relevanter Informationen. Diese können dann in nachgelagerter Software wie Tabellenkalkulation, Textverarbeitung oder Datenbanken weiter ausgewertet werden. (Hjelseth & Nisbet, 2010; Moyses, 2022)

Die **technischen Möglichkeiten** sind vielfältig, aber dies erfordert immer ein hohes Mass an Input durch DBM-Dateien und fortschrittliche, präzise Regeln für die Verarbeitung. Der Reifegrad des Austauschs von DBM-Dateien mit einem sehr spezifischen Informationsgehalt ist derzeit gering (Hjelseth, 2015a). (Hjelseth & Nisbet, 2010) definieren vier eindeutige **Konzepte für die Modellprüfung**: 1. Validieren = bestanden/nicht bestanden entsprechend der Einhaltung der Vorschriften, 2. Leiten = Präsentation kontextbezogener Optionen, 3. Adaptiv = selbstanpassende (intelligente) Objekte und 4. Inhaltsbasierte Modellprüfung (Inhalt der Informationen in einem BIM-Projekt, z. B. IFC-Format). Diese Konzepte erfüllen unterschiedliche Zwecke, wobei Validierungssysteme aus Sicht der Baubehörden die grösste Relevanz darstellen.

Konkreter auf **Softwareanwendungen und deren technischen Möglichkeiten** bezogen bietet bspw. der Ruleset Manager in 'Solibri' über 50 spezifische Regelvorlagen. «Um die definierten Prüfprozesse auszutauschen und gemeinsam zu nutzen, kann der Regelsatz lokal gespeichert werden. ... Die Komposition der Standard-Regeln im Ruleset Manager ermöglicht dem Nutzer einen gewissen Grad an Transparenz für den Prüfprozess und dessen Ablauf.» Zusätzlich werden bestimmte Regelsätze, wie die Überprüfung der Barrierefreiheit nach ADA/ABA14 oder ISO DIS 21542, als Erweiterungen im 'Solibri Solution Center' zur Verfügung gestellt (Borrmann et al., 2021, pp. 452-454). Andere umschreiben 'UpCodes Web' als eine digitale Plattform, die umfangreiche Bauvorschriften der Vereinigten Staaten sowie diverse Modellvorschriften des International Code Council online bereitstellt (Preidel et al. in, Borrmann et al., 2021, p. 454). Es gibt aber auch **herstellerneutrale Darstellungen** von Regelsätzen, wie sie bspw. im australischen Forschungsprojekt 'DesignCheck' realisiert wurden. Dabei wurde der australische Code 'Design for access and mobility' mit Hilfe des kommerziellen Systems 'EDModelChecker' umgesetzt. (Borrmann et al., 2021, pp. 455-459) Die beschriebenen Verfahren ermöglichen bereits heute grundlegende automatisierte Prüfungen in den meisten Fällen sind diese jedoch geometrischer Art, wie z.B. Barrierefreiheit, Kubaturen, Fensterflächen, Höhen oder Fluchtweganalysen. Eine umfassende Anwendung zur automatisierten Konformitätsprüfung von Baugenehmigungen existiert noch nicht.

Für die Unterscheidung einer **Leistungs- bzw. präskriptionsbasierte Modellprüfung** ist es wichtig anzumerken, dass BIM-basierte Modellprüfsoftware diskrete Werte verwendet, während präskriptive Vorschriften qualitativ strukturiert sind und quantitative Metriken erfordern, um in der Software als Regeln verarbeitet zu werden. Die Implementierung solcher Vorschriften in die Software gestaltet sich aufgrund dieser Unterschiede als herausfordernd, jedoch sind präskriptive Vorschriften bereits prinzipiell für die Umsetzung in die Software vorbereitet, was die Konvertierung in Regeln erleichtert (Hjelseth, 2012, pp. 466-469).

Entsprechende Validierungen können mit einer Modellprüfsoftware durchgeführt werden und für den Anwender transparent oder intransparent sein. (Preidel et al. in, Borrmann et al., 2021, pp. 447-450) unterscheiden in zwischen **Black-Box- und White-Box-Methoden**. Die Black-Box-Methode verbirgt den internen Verarbeitungsprozess und liefert nur Input- und Outputwerte, während die White-Box-Methode diesen Prozess offen legt. Die Autoren beschreiben auf der Basis von mehreren Forschungsergebnissen, dass die Black-Box-Methode zu Vertrauensproblemen führen und die Automatisierung von Prozessen erschweren kann. Das sei auch darauf zurückzuführen, dass die Planenden die Ergebnisse manuell überprüfen müssen, um ihrer rechtlichen Verantwortung gerecht zu werden (Preidel et al. in, Borrmann et al., 2021, p. 448).

2.3.3 Automated Code Compliance Checking (ACCC)

(Fauth, 2021, pp. 69-70) beschreibt in ihrer Dissertation, dass in den letzten Jahren mehrere Möglichkeiten zur automatisierten Prüfung der Einhaltung von Bauvorschriften (ACCC) entwickelt wurden (Ding et al., 2006; Eastman et al., 2009; Ponnewitz & Bargstaedt, 2019, p. 1562; Zou et al., 2022). Gestützt auf den Forschungsergebnissen von (Nawari & Alsaffar, 2015, p. 166 ff.) erörtert sie, dass nicht alle Bauverordnungen in maschinell verarbeitbare Codes übersetzten lassen und manuell durch den Menschen aufbereitet werden müssen.

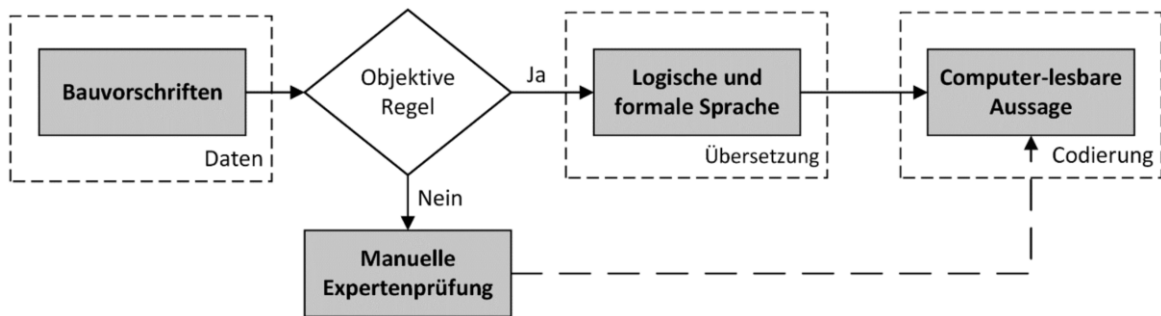


Abbildung 4, schematischer Ablauf von ACCC, dargestellt von (Fauth, 2021, p. 69) in Anlehnung an (Nawari & Alsaffar, 2015, p. 166)

Zudem wird erörtert, dass die Qualität vom Input-DBM einen wesentlichen Einfluss auf die Umsetzung bei der Programmierung von Regeln hat (Ding et al., 2006, p. 11; Fauth, 2021, p. 69).

2.3.4 Objektivität und Subjektivität

Bei der reinen Betrachtung von Bauvorschriften lässt sich feststellen, dass deren Inhalt entweder klar und spezifisch oder offen bzw. interpretierbar formuliert ist (BR, 2022). Aus juristischer Sicht wird dabei von **präskriptiven (quantitativen)** oder **leistungsbezogenen (qualitativen)** Bauvorschriften gesprochen (Meacham, 2010, pp. 26-27). Daraus abgeleitet kann eine entsprechende Vorschrift entweder **objektiv** oder **subjektiv** beurteilt werden. In Abhängigkeit der gewählten Modellierungsart besteht die Möglichkeit, den Inhalt durch objektive und logische Schlussfolgerungen auf seine Quantität bzw. Regelungseinschränkungen zu überprüfen. Zu den Quantitätszielen zählt bspw. die Vorgabe, dass «der Vertikalanteil der Schlitzwand weniger als 1/300 (oder 1/150) betragen sollte»³ (Zhong et al., 2012, pp. 60-61).

Andere, leistungsbezogene Bauvorschriften wie das Ortsbild oder die Grundrissqualität bedürfen immer einer Interpretation durch die Prüfenden. (Fauth, 2021, pp. 74-75) beschreibt in ihrer Dissertation, dass es «gegenwärtig technisch und angesichts der heute geltenden Gesetze nicht möglich ist eine Bauantragsprüfung komplett automatisiert abzuwickeln». Daraus abgeleitet zeigt sie grafisch die Ansätze und Grenzen der automatisierten Regelprüfung vgl. der Abbildung 5.

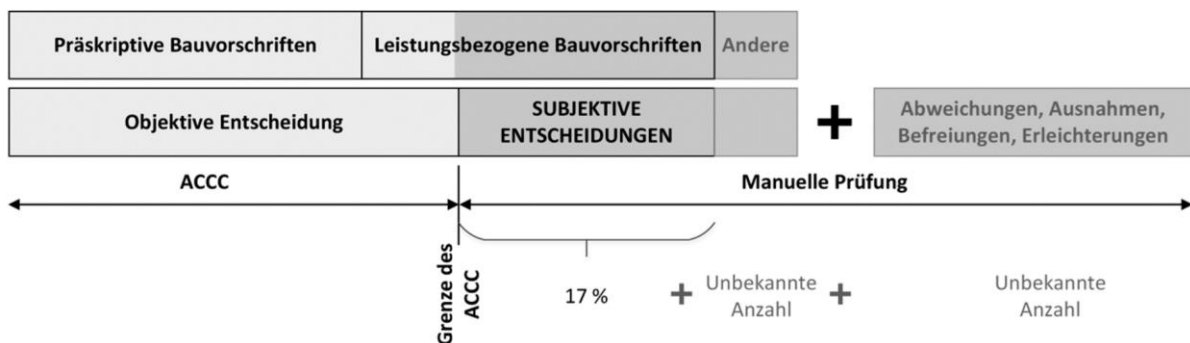


Abbildung 5, Ansätze und Grenzen der automatisierten Regelprüfung (Fauth, 2021, p. 75)

³ übersetzt aus dem englischen Originaldokument (Zhong et al., 2012, pp. 60-61)

Bauen digital Schweiz präsentierte anlässlich der Swissbau 2024 einen Leitfaden für digitale Studienaufträge und Wettbewerbe. Es wurde erörtert, dass eine präzise Fokussierung auf relevante Aspekte den Prozess gesamtheitlich vereinfachen und die Zeitspanne bis zum Baubeginn reduzieren kann. Vor dem Erlangen einer Baubewilligung sollten rein architektonische oder technische Aspekte ausgespart und stattdessen die Weichen für relevante architektonische Belange richtig gestellt werden (Glättli & Inauen in, buildingSMART Switzerland et al., 2024).

Eine qualitative Analyse durch Fachexperten sowie eine quantitative Herangehensweise mittels Simulationen und Benchmark-Berechnungen wurden als unerlässlich erachtet (Dilhas in, buildingSMART Switzerland et al., 2024). Ihrer Auffassung nach sollten interdisziplinäre Teams während der Erarbeitungsphase eigenständige Überprüfungen vornehmen, um die Projektqualität zu erhöhen (Ryser in, buildingSMART Switzerland et al., 2024).

Ausgehend von dieser Grundlage wurden phasengerechte Anforderungen abgeleitet und präsentiert, welche den städtebaulichen Entwicklungsprozess strukturiert begleiten, siehe Abbildung 6. In der ersten Stufe liegt der Fokus auf den städtebaulichen Aspekten, wobei die abzugebenden 3D-Modelle das **Volumenmodell** sowie das **Freiraummodell** umfassen. In der darauffolgenden Stufe 2 wird die korrekte Ausrichtung der architektonischen Aspekte fokussiert. Neben dem Volumen- und Freiraummodell sind zudem das **Bauelementmodell** sowie das **Nutzungsmodell** zu präsentieren (Inauen in, buildingSMART Switzerland et al., 2024).

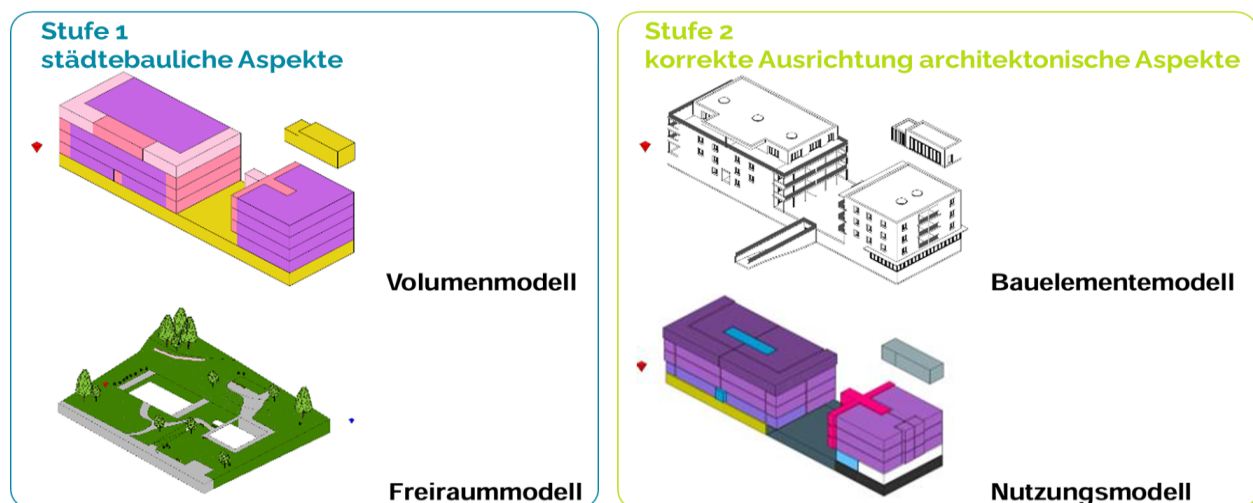


Abbildung 6, Phasengerechte Eingabe von 3D-Modellen in digitalen Studienaufträgen und Wettbewerben adaptiert von (adaptiert von, buildingSMART Switzerland et al., 2024, p. 15)

Konkret heisst das, dass qualitative Aspekte wie der Städtebau, die Nutzungsanordnung, die Aussenarchitektur (Fassade), der Freiraum oder die Grundrissqualität durch Personen mit Fachexpertise beurteilt werden. Bei Dichte bzw. Grenzabständen, Schatten, Quartierklima, Lärmemissionen, Verkehr sowie in einer späteren Phase bei Lärmschutz, Ertragsflächen (HNF), Kosten und CO₂ handelt es sich um quantitative Aspekte, welche mittels Simulationen und Benchmark-Berechnungen beurteilt werden können. Im Falle von Aspekten der SIA 500, Statik, Haustechnik, Brandschutz oder der Innenarchitektur ist eine Interessensabwägung zwischen sämtlichen Aspekten erforderlich (Inauen, 2024, time 12:12).

Die Einwohnergemeinde Hergiswil NW stellt ihren Bürgern auf der Online-Plattform 'app.luucy.ch' den Entwurf der Gesamtrevision der örtlichen Nutzungsplanung als **Referenzmodell** zur Verfügung (Gemeinde Hergiswil, 2023). Vgl. der Abbildung 7 ist ersichtlich «in welcher Grössenordnung sich die Gebäudevolumen» bspw. durch eine Verdichtung mittels Aufzoning «entwickeln können und wo Einschränkungen der Bebaubarkeit» vorhanden sind (LUUCY AG, 2021).



Abbildung 7, Gesamtrevision Nutzungsplanung der Gemeinde Hergiswil NW (LUUCY AG, 2021)

Ähnlich dem vorangehenden Beispiel stellt der Kanton Basel-Landschaft eine Online-Plattform '3d.geo.bl.ch' der breiten Öffentlichkeit zur Verfügung. Diese beinhaltet eine breite Palette an Werkzeugen, wie z.B. die Schattenwurfanalyse von geplanten Bauvorhaben, siehe *Abbildung 8* (Kanton Basel-Landschaft, 2024). Oder die Stadt Basel regelt in ihrer Arbeitshilfe zum Bau- und Planungsgesetz (BPG) ein standortabhängiges und einzuhaltendes Zonenprofil vgl. der

Abbildung 9 (Bau- und Verkehrsdepartement des Kantons Basel-Stadt, 2021; BPG, Art. 29, 2022).



Abbildung 8, Ausschnitt aus 3DView, mit Schattenwurfanalyse (Kanton Basel-Landschaft, 2024)

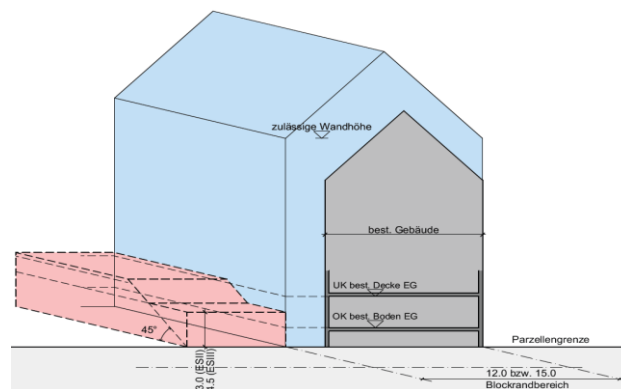


Abbildung 9, standortabhängiges Zonenprofil in der Stadt Basel (Bau- und Verkehrsdepartement des Kantons Basel-Stadt, 2021, p. 36)

Die genannten Beispiele verfolgen analog zu den Ergebnissen von (Krischmann et al., 2020, p. 343) das Ziel, den Baugenehmigungsprozess für alle Beteiligten einheitlicher, transparenter und nachvollziehbarer zu gestalten. Sei es durch objektiv beurteilbare Kriterien, die in einem 3D-Modell visualisiert werden, oder durch einen Vergleich des geplanten Modells mit dem Referenzmodell.

2.3.5 Informationsbedarfstiefe (LOIN)

Bauen digital Schweiz versucht mit seiner Verständigungsdokumentation unterschiedliche Levels für die Umsetzung zu harmonisieren. In Bezug auf die Baueingabe haben die Levels 100-300 eine Relevanz, die sich in verschiedenen Informationsgraden widerspiegeln (Canton de Genève & Vincendon, 2023). Level 100 stellt konzeptionelle Darstellungen und Studien dar, während Level 200 Dimensionen und Grössen wichtiger Bauelemente sowie ihre Beziehungen zueinander angibt. Auf Level 300 liegen ausschreibungsfertige Angaben mit Spezifikationen vor, die als Grundlage für die Realisierung dienen (Bauen digital Schweiz & buildingSMART Switzerland, 2024a, pp. 22–28).

Für die **Beurteilung optischer Aspekte** kann das Konzept des Level of Geometry (LOG), wie in der Abbildung 10 dargestellt, als Basis oder Leitlinie verwendet werden.



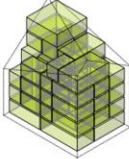
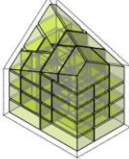
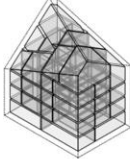


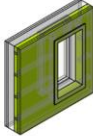


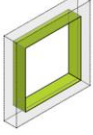
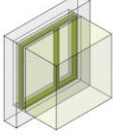
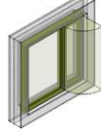


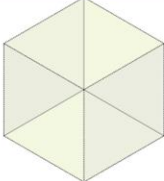
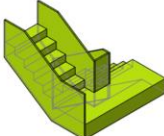
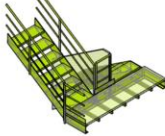
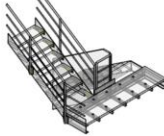

	100	200	300	400	500
Raum					
LOG					
LOI	Gebäudevolumen	Teilvolumen, Gebäudeteile	Einzelräume schematisch	Einzelräume	
Fassadenaufbau E02 Äussere Wandbekleidung über Terrain E02.03 Fassadenbekleidung					
LOG					
LOI	Gesamtfläche	Grundaufbau Öffnungen schematisch	Aufbau nach Schichten Öffnungen exakt	Anschlüsse Abdeckungen	Unterkonstruktion Bekleidung exakt
Fenster E03 Element in Aussenwand E03.01 Fenster					
LOG					
LOI	Gesamtfläche	Grundform Gliederung	Systemaufbau	Anschlüsse Detailaufbau	Befestigungen
Treppe – Stahl C04 Deckenkonstruktion, Dachkonstruktion C04.02 Innenliegende Treppe, Rampe					
LOG					
LOI	Grundvolumen	Grunddimensionierung	Dimensionierung im Detail	Einbauten, Auflager, Abschlüsse	

Abbildung 10, LOG-Definitionen nach 'Level of Information Need Hochbau: Anwendung' (Bauen digital Schweiz & buildingSMART Switzerland, 2024b, pp. 11, 30, 32, 19)

Die gleiche Grundlage kann für die **Beurteilung technischer Aspekte** genutzt werden. Dazu wird der Level of Information (LOI) mit seinen hinterlegten Attributen gemäss der Tabelle 1 herangezogen.

Tabelle 1, beurteilungsrelevante, technische Aspekte nach 'Level of Information Need Hochbau: Anwendung' (Bauen digital Schweiz & buildingSMART Switzerland, 2024b, pp. 11, 30, 32, 19)

LOI	100	200	300
Raum	<p>Gebäudevolumen <i>Spezifikationsdaten</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Objektart (SIA 112) • GGF (SIA 416) • Vorgaben für die Aufteilung in Gebäudeteile <p><i>Kostendaten</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Objektkosten <p><i>Energiedaten</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Objektbedarf, -gewinn 	<p>Teilvolumen, Gebäudeteile <i>Spezifikationsdaten</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Nutzung Gebäudeteil • Nutzungsart (SIA 2024) • GF/AGF (SIA 416) • Hinweise zur Raumhöhe • Informationen über die Belegung • Vorgaben HLKK • Vorgaben Akustik • Vorgaben Beleuchtung • Vorgaben Elektro/EDV • Raumspezifische Anforderungen <p><i>Kostendaten</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Gebäudeteilkosten <p><i>Energiedaten</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Gebäudeteilbedarf, -gewinn 	<p>Einzelräume schematisch <i>Spezifikationsdaten</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Funktion /Typ • HNF/NNF/VF (SIA 416) • Raumhöhe • Anzahl Personen • Heizbedarf • Luftwechselrate • Schallschutzmassnahmen • Beleuchtungsart und -stärke • Anzahl Anschlüsse <p><i>Kostendaten</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Raum- und Elementkosten, nicht im Modell abbildbare Kosten <p><i>Energiedaten</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Raumbedarf, -gewinn
Äussere Wandbekleidung (Fassadenaufbau)	<p>Gesamtfläche <i>Spezifikationsdaten</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Nutzungsanforderung • Gestaltungsvorgabe • geforderte Energiewerte • Anforderungen durch Umwelteinflüsse • Sicherheitsanforderungen <p><i>Kostendaten</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Flächenkosten <p><i>Energiedaten</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • geforderte Energiewerte 	<p>Grundaufbau Öffnungen schematisch <i>Spezifikationsdaten</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • System • Vorgaben Öffnungen • Vorgaben Befestigung • Brandschutzanforderung • Brandlast • Eigengewicht • Vorgaben Akustik • geforderte Dichtheit <p><i>Kostendaten</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Flächenkosten Bauteil <p><i>Energiedaten</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Anforderungen an die Bauteile • Speicherkapazität • Wärmeleitfähigkeit (soll) 	<p>Aufbau nach Schichten Öffnungen exakt <i>Spezifikationsdaten</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Material • Oberflächen • Vorgaben Befestigung • Vorgaben Unterkonstruktion • Brandkennziffer • Einlagen (Annahme) • Einbauten (Annahme) • akustische Impedanz • Dampfsperwert (ist) <p><i>Kostendaten</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Kosten Einzelelemente <p><i>Energiedaten</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Graue Energie • Wärmeleitfähigkeit (ist)

LOI	100	200	300
Einbauten in der Aussenwand - Fenster	<p>Gesamtfläche <i>Spezifikationsdaten</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Nutzungsanforderung • geforderte Energiewerte • Schallschutzanforderungen • Sicherheitsanforderungen <p><i>Kostendaten</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Flächenkosten <p><i>Energiedaten</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • geforderte Energiewerte 	<p>Grundform Gliederung <i>Spezifikationsdaten</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Ausrichtung • Material • Gestaltung (Typ) • Öffnungsart • Öffnungsrichtung • Vorgaben Verglasung • Wärmeleitfähigkeit (soll) • geforderte Dichtheit • Vorgaben Belichtungsintensität • Schallschutz • Brandschutzanforderung <p><i>Kostendaten</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Flächenkosten Bauteil <p><i>Energiedaten</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Anforderungen an die Bauteile • Speicherkapazität • Wärmeleitfähigkeit (soll) 	<p>Systemaufbau <i>Spezifikationsdaten</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • lichte Abmessungen • Einbauabmessungen • Brüstungshöhe • Sturzhöhe • Profilmasse • Material, Farbe • Verglasung • Beschläge • Anschlüsse • Steuerung • Sensoren • technische Spezifikationen • Schallschutzklasse • Widerstandsklasse • Luftdurchlässigkeit • Entrauchung • Öffnungsbegrenzer Brandschutzanforderung Bauteile • Eigengewicht • Brandschutzklasse (soll) <p><i>Kostendaten</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Kosten Einzelemente <p><i>Energiedaten</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Graue Energie • Wärmeleitfähigkeit (ist)
Treppe - Stahl	<p>Grundvolumen <i>Spezifikationsdaten</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Nutzungsanforderung • Konstruktionsprinzip • Lauflänge • Steigungsverhältnis • Sicherheitsanforderungen <p><i>Kostendaten</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Flächenkosten <p><i>Energiedaten</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • geforderte Energiewerte 	<p>Grunddimensionierung <i>Spezifikationsdaten</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Konstruktionsprinzip • Lastanforderungen • Profil/Querschnitt/Werte • Stahltyp (Annahme) • tragend/nicht tragend • Erdbebensicherheitsklasse • Brandschutzanforderung • Vorgaben Akustik • Vorgaben Absturzsicherung • Vorgaben Beleuchtung • geforderte Rutschhemmungsklasse • Eigengewicht <p><i>Kostendaten</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Flächenkosten Bauteil <p><i>Energiedaten</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Anforderungen an die Bauteile • Speicherkapazität • Wärmeleitfähigkeit (soll) 	<p>Dimensionierung im Detail <i>Spezifikationsdaten</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Material/Qualität • Zusatzstoffe • Dimensionierung Knoten • Profil/Stahltyp (ist) • Brandkennziffer • Brandschutzverkleidung • Hauptleitungsführung • Dimensionierung Durchbrüche • Stahleinlagen (Annahme) • Auflistung Hauptelemente • Auflistung Sekundärelemente • akustische Impedanz • Oberflächenbehandlung • Brandkennziffer • Anschluss Schalldämmung • Anschluss Absturzsicherung • Rutschfestigkeitsklasse <p><i>Kostendaten</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Kosten Einzelemente <p><i>Energiedaten</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Graue Energie • Wärmeleitfähigkeit (ist)

2.3.6 Strukturelle Datenaufbereitung

Die unstrukturierten Informationen aus den Bauordnungen müssen für eine maschinelle Verarbeitung aufbereitet werden. Dazu stehen verschiedene Konzepte aus dem Daten- und Informationsmanagement zur Verfügung.

So kann bspw. Architecture of Integrated Information Systems (ARIS) eingesetzt werden. Damit können Geschäftsprozesse systematisch analysiert, optimiert und dokumentiert werden. Daraus können fachliche, datenverarbeitungstechnische und implementierungstechnische Strukturen für die maschinelle Aufarbeitung von Bauordnungen abgeleitet werden (Leimeister, 2021, pp. 209-211; Wälchli, 2023a, pp. 8-10).

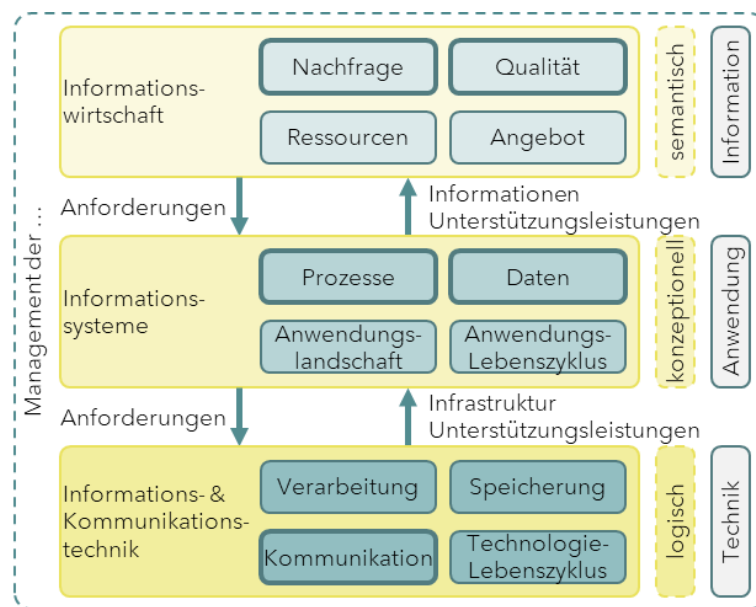


Abbildung 11, Ebenen des Informationsmanagements adaptiert von (Wälchli, 2023a, p. 9) in Anlehnung an (Schildknecht, 2022, p. 17) und (Krcmar, 2015, p. 107)

Krcmar (2015, pp. 107-109) beschreibt in seinem Ordnungsrahmen für Informationsmanagement (ORIM) ein Modell zur strukturierten und systematischen Erfassung komplexer Informationssysteme und -komponenten. Dabei können Informationen wie in der Abbildung 11 ersichtlich in drei Ebenen aufgearbeitet werden. So können einleitend die semantisch beschriebenen Aspekte der Bauvorschriften klassifiziert werden. Darauf aufbauend können sie in eine konzeptionelle Sprache übersetzt werden, bis sie schließlich in logische und maschinell verarbeitbare Regeln übersetzt werden können (Schildknecht, 2022, pp. 15-24; Wälchli, 2023a, pp. 8-10).

2.3.7 Projektmanagement und Prozessmanagement

Für die Prozessmodellierung beschreibt (König in Borrmann et al., 2021, pp. 77-83) den Einsatz der Modellierungssprachen Integration Definition for Function Modeling (IDEF) und Business Process Model and Notation (BPMN), die derzeit im Bereich der BIM-Prozessmodellierung am häufigsten verwendet werden. Spezifischer empfiehlt die (EN ISO 29481-1, 2017, p. 17) BPMN für die Darstellung von Prozess-Diagrammen bei der BIM-Methode zu verwenden.

Bei BPMN handelt es sich um eine standardisierte Spezifikation, die eine grafische Notation zur Darstellung von Geschäftsprozessen in Diagrammen und ein Metamodell als Grundlage für maschinenlesbare Dateien definiert (ISO/IEC 19510, 2013, p. 1). Die grafischen Diagramme unterstützen die interdisziplinäre Kommunikation, während die maschinenlesbaren Modelle primär der Prozessautomatisierung dienen. BPMN 2.0 standardisiert ein XML-basiertes Format für den Austausch von BPMN-Diagrammen zwischen verschiedenen Werkzeugen wie Modellierung, Simulation oder Ausführung von Prozessmodellen (ISO/IEC 19510, 2013, pp. 2, 39, 138).

Für die Darstellung werden Elemente vgl. der Abbildung 12 wie Ereignisse, Aktivitäten, Gateways und

Verbindungsobjekte verwendet. Ereignisse werden durch Kreise dargestellt und markieren den Beginn, das Ende oder den Verlauf eines Prozesses.

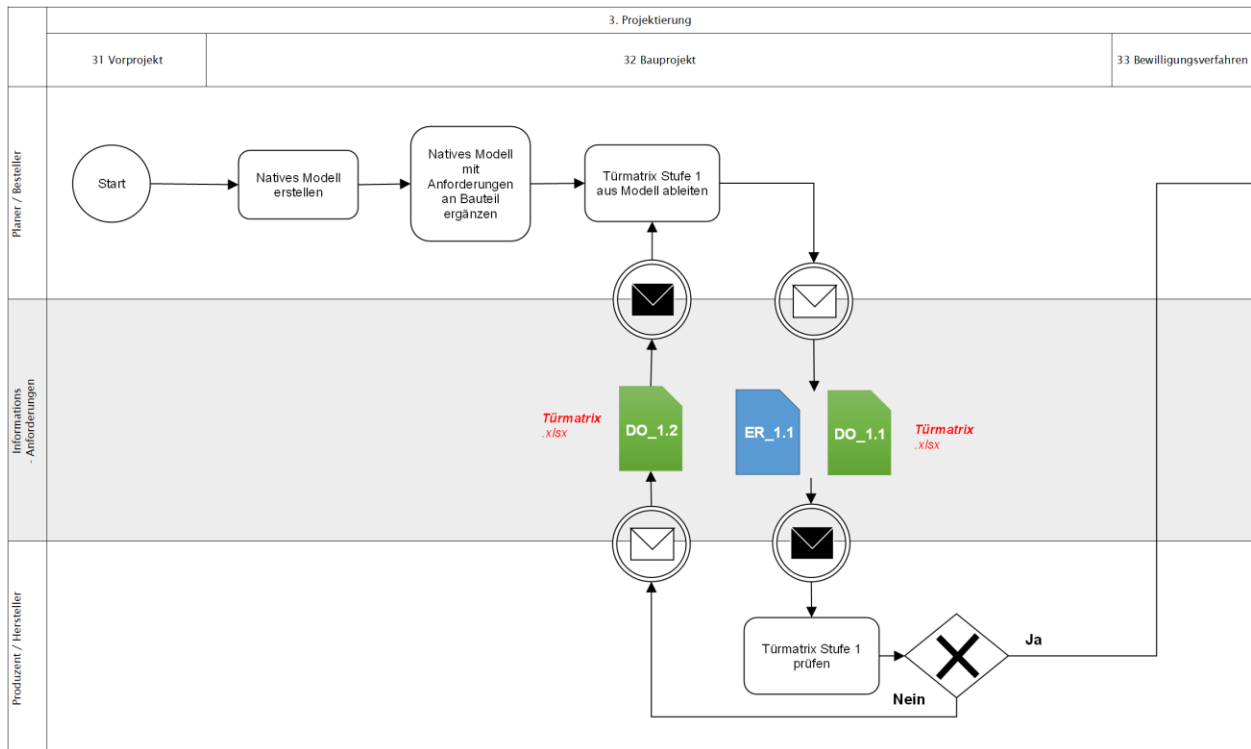


Abbildung 12, Beispielprozess 'Soll-Prozessdiagramm mit Ausschreibung' nach BPMN 2.0 (Wälchli et al., 2021, app. 6.1)

Aktivitäten werden durch Rechtecke dargestellt und zeigen die im Prozess durchzuführenden Aufgaben an. Gateways, dargestellt durch Diamanten, stellen Entscheidungspunkte oder Verzweigungen im Prozessfluss dar. Verbindungsobjekte, wie Sequenzflüsse oder Nachrichtenflüsse, zeigen die Abfolge oder den Informationsaustausch zwischen Elementen. Schwimmbahnen symbolisieren die Verantwortlichkeiten für Aktivitäten innerhalb eines Prozesses (Richerzhagen & Fuchs, 2024).

2.4 Baubewilligungsverfahren in der Schweiz

In den Schweizer Gemeinden existieren aufgrund des föderalen Systems mit Subsidiaritätsprinzip unterschiedliche Gesetze, Verordnungen oder Dekrete bei den Baubewilligungsverfahren (BV Art. 27, 2016; Schweizerische Eidgenossenschaft, 2023).

Die baubewilligungsrechtlichen Aspekte richten sich, wie in Abbildung 13 schematisch dargestellt, nach der Normenhierarchie im Schweizer Rechtssystem. Auf Bundesebene sind das Eidgenössische Raumplanungsgesetz (RPG Art. 1 ff., 2019) und die Eidgenössische Raumplanungsverordnung (RPV Art. 1 ff., 2022) massgeblich. Das RPG legt Ziele wie die haushälterische Nutzung des Bodens und die Trennung von Baugebiet und Nichtbaugebiet fest. Die RPV konkretisiert diese Ziele und definiert raumwirksame Tätigkeiten.

Auf kantonaler Ebene regeln das kantonale Baugesetz (vgl. BauG Art. 1 ff., 2016) und die kantonale Bauverordnung (vgl. BauV Art. 1 ff., 2024) die Ausführung. Das BauG legt den Geltungsbereich und die Grundsätze fest, während die BauV die Ausführungsbestimmungen enthält. Im Kanton Bern wird das Baubewilligungsverfahren bspw. durch das kantonale Baubewilligungsdekret (BewD Art. 1 ff., 2023) gesteuert, das den Rahmen und die Verfahrensabläufe für Bauprojekte definiert.

Bund	Verfassung	Bundesverfassung (BV)
	Gesetz	Raumplanungsgesetz (RPG) ...
	Verordnung	Raumplanungsverordnung (RPV) ...
Kanton	Verfassung	Kantonsverfassung (KV)
	Gesetz	Baugesetz (BauG) ...
	Verordnung	Bauverordnung (BauV) ...
	Dekret	Dekret über das Baubewilligungsverfahren (BewD)
Gemeinde	Verfassung	Gemeindeverfassung (GV)
	Verordnung	Bau- und Nutzungsordnung (BNO) ...
	Reglement	Baureglement (BR) ...

Abbildung 13, schematische Übersicht der gesetzlichen Rahmenbedingungen in Bezug auf das Baubewilligungsverfahren in der Schweiz (eigene Abbildung)

Auf Gemeindeebene konkretisieren Bau- und Nutzungsordnungen (BNO) sowie Baureglemente (vgl. BR Art. 1-2, 2022) die rechtlichen Rahmenbedingungen für das Bauen innerhalb des Gemeindegebiets. So wird bspw. in der Stadt Bern die Bauordnung, in Verbindung mit dem Nutzungszonenplan, dem Bauklassenplan, dem Lärmempfindlichkeitsstufenplan und dem Naturgefahrenplan, zur Grundlage für die Verfolgung des Ziels einer nachhaltigen Bodennutzung gemäss den Vorschriften des Bundes- und Kantonsrechts genutzt. Oder es regelt die Planung und Errichtung von preisgünstigen und hochwertigen Wohnungen in allen Stadtteilen, um den Bedarf der Bevölkerung zu decken. Ähnliches ist im (BR) der Stadt Thun zu entnehmen, dort gilt das Baureglement flächendeckend und bildet gemeinsam mit dem Zonenplan die grundlegende baurechtliche Ordnung. Möchte die Gemeinde spezifische baurechtliche Regelungen einführen, ergänzen diese das Baureglement und dürfen dabei den Grundsätzen der baurechtlichen Grundordnung sowie der kommunalen Richtplänen nicht widersprechen. (BO. Stadt Bern, 2023, p. 1; BR. Bauinspektorat Thun, 2022, p. 8).

Je nach **Kanton und Gemeinde** variieren die Prozesse und Regulatorien stark um die Gemeindeautonomie nicht zu beeinträchtigen. Dies führt zu einer **komplexen und uneinheitlichen Abwicklung** von Baubewilligungen und Bauverfahren (Pfister, 2023).

Bächler beschreibt Anhand von zwei Beobachtungen, durch Prof. Giovanni Biaggini von der Universität Zürich zwei Tendenzen im Föderalismus. Auf der einen Seite sei «eine zunehmende Institutionalisierung des Föderalismus in hybriden Organisationen festzustellen und zum anderen wird ein «zunehmender Druck auf die Subsidiarität ... durch die wachsende Ökonomisierung ... noch weiter steigen.» Zusammengefasst umschreibt sie die Notwendigkeit von «kleinen, punktuellen Anpassungen» jedoch keine «Gesamtreform des Systems» (Bächler & Spiess, 2016, pp. 4–6). Daraus lässt sich herleiten, dass aktuell keine offiziellen Bestrebungen einer schweizweiten Harmonisierung der Behörden vorhanden sind und mit dem föderalen System weitergeplant werden muss.

2.4.1 Harmonisierungs- und Standardisierungsbestrebungen

Nachfolgend werden die für den Baubewilligungsprozess relevanten Harmonisierungs- und Standardisierungsbestrebungen abschnittsweise erörtert.

Bund und Kantone erkannten, dass die Digitalisierung der Verwaltung eine entscheidende Rolle für die Effizienz und Modernisierung des öffentlichen Sektors spielt. Um diesen Prozess zu beschleunigen und eine koordinierte Vorgehensweise sicherzustellen, wurde per 1. Januar 2022 die Zusammenarbeitsorganisation **Digitale Verwaltung Schweiz (DVS)** ins Leben gerufen. Die Organisation hat den Auftrag, die Digitalisierungsaktivitäten von Bund, Kantonen und Gemeinden strategisch zu steuern sowie

koordinieren und beinhaltet auch einen Harmonisierungsauftrag (Eidgenössisches Finanzdepartement EFD, 2021).

Seitens Verein E-Government Schweiz (eCH) existieren Bestrebungen, Standards für eine effiziente elektronische Zusammenarbeit zwischen Behörden, Unternehmen und Privaten zu fördern, zu entwickeln und zu verabschieden. Mitglieder des Vereins sind der Bund, alle Kantone, verschiedene Gemeinden, rund 120 Unternehmen sowie verschiedene Hochschulen, Verbände und Privatpersonen. Die Ergebnisse ihrer Arbeit sind öffentlich zugänglich (Verein eCH, 2018). Die Standards des eCH decken verschiedene Themenbereiche ab, die auch für die digitale Baueingabe relevant sind.

Der **Glossar Objektwesen eCH-0127** hat zum Ziel, den Austausch von Meldungen im Objektbereich zu standardisieren. Dies umfasst Ereignisse und zugehörige Meldungen in den Bereichen Grundstücke, Eigentümer, Rechte und Pflichten sowie Bauwesen und den Lebenszyklus von Wohnbauten (Verein eCH, 2011). Konkreter erleichtert diese Standardisierung den elektronischen «Datenaustausch ... und die Meldungsübermittlung von Objektinformationen» über den «Lebenszyklus von Gebäuden» oder die «Lage und Geometrie von Objekten» bei der amtlichen Vermessung (eCH-0127 et al., 2017, p. 3).

Ein weiterer wichtiger Standard ist **eCH-0031, INTERLIS 2 - Referenzhandbuch**. INTERLIS ist eine konzeptionelle Beschreibungssprache für **Geodaten**, die gemäss Geoinformationsverordnung (GeoIV) für die Modellierung aller Geobasisdaten des Bundesrechts verbindlich vorgegeben ist (eCH-0031 INTERLIS 2, 2024, pp. 11-12). Die Anwendung dieses Standards ermöglicht eine aktuelle, schnelle und einfache Bereitstellung und Nutzung von Geodaten in erforderlicher Qualität für eine breite Nutzerschaft gemäss dem Geoinformationsgesetz (GeoIG) (eCH-0031 INTERLIS 2, 2024, p. 13).

Der Standard **eCH-0056** definiert ausserdem Richtlinien und Empfehlungen für die **Implementierung von Geobasisdiensten** als Anwendungsprofil für Geodienste. Diese sind entscheidend für den Aufbau und Betrieb der Nationalen Geodaten-Infrastruktur (NGDI), die eine zentrale Bedeutung für die Bereitstellung und Nutzung räumlich verteilter Daten über das Internet hat (eCH-0056 et al., 2016, p. 2). Diese Richtlinien verbessern die Praxisanwendung von Geobasisdiensten und werden aufgrund der Referenzierung des Standards gemäss (GeoIV Art. 7, 2024) zu einer verbindlichen Rechtsnorm für die entsprechenden Geodienste (eCH-0056 et al., 2016, pp. 8-10).

Die Anwendung der eCH-Schnittstellenstandards im Kontext behördlicher Baubewilligungsverfahren ist entscheidend für fehlerfreie Datenübertragung und Effizienz dieser Abläufe. Die Abbildung 14 zeigt die relevanten eCH-Schnittstellenstandards bzw. Austauschdatenmodelle: eCH-0216, eCH-0206, eCH-0211 und eCH-0129 in Bezug auf den Baubewilligungsprozess.

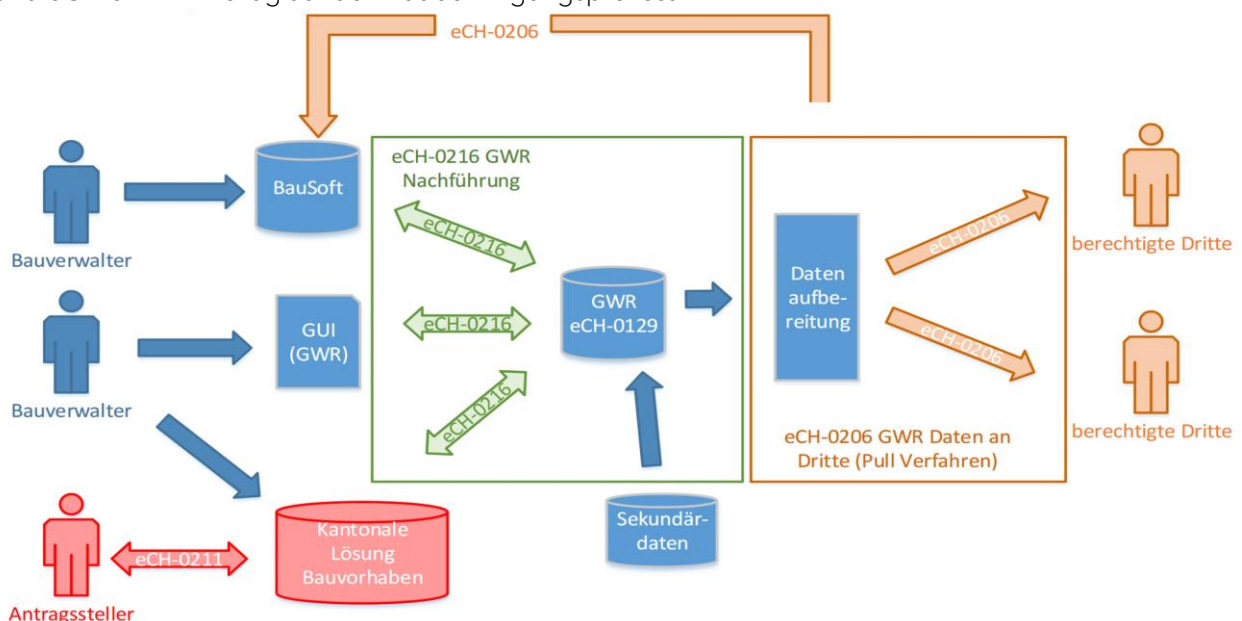


Abbildung 14, Anwendungsgebiet eCH-Schnittstellenstandards im Kontext behördlichen Baubewilligungsverfahrensprozessen (eCH-0216 et al., 2019, p. 14)

So wird für die harmonisierte Nachführung des Eidgenössische Gebäude- und Wohnungsregister (GWR) der **eCH-0216** Schnittstellenstandard angewendet (eCH-0216 et al., 2019, pp. 14-15).

Mithilfe vom **eCH-0206** Schnittstellenstandard «... werden **Daten** aus dem GWR zum Zweck der Planung, der Forschung, der Statistik oder der Erfüllung gesetzlicher Aufgaben **Dritten** zugänglich gemacht.» (eCH-0206 et al., 2022, p. 6). Der Zugriff für dritte ist dabei ausschliesslich als Read-Only ausgebildet.

Basis für das **Objektwesen** bildet **eCH-0129**. Dieser Standard legt die Grundlage für die Standards bezüglich des Objektwesens in der Schweiz fest. Innerhalb des Standards sind die Entitäten des übergreifenden Austauschdatenmodells sowie ein generischer Meldungsprozess definiert (eCH-0129 et al., 2022, pp. 1, 12-14).

Ein Beispiel hierfür ist der Bauort 'constructionLocalisation' welcher die Postleitzahl der politischen Gemeinde, in der das Bauvorhaben lokalisiert ist, den Kanton oder das Land umfasst (eCH-0129 et al., 2022, p. 24). Ebenso wird der Projektstatus 'status' beschrieben. Dieser gibt den Stand der Realisierung des Bauprojekts an und wird in acht verschiedenen Stadien differenziert, darunter bspw.: 6701 Baugesuch eingereicht, 6702 Baubewilligung erteilt (rechtswirksam), 6703 baubegonnen oder 6704 abgeschlossen (eCH-0129 et al., 2022, p. 27).

Des Weiteren werden die Bauwerke nach ihrem Typ 'typeOfConstruction' in 11 Gruppen mit insgesamt 48 Bauwerkstypen klassifiziert, wie zum Beispiel: freistehende Einfamilienhäuser, angebaute Einfamilienhäuser oder Mehrfamilienhäuser (reine Wohngebäude) (eCH-0129 et al., 2022, pp. 29-30). Ausserdem werden weitere Aspekte wie die Art der Arbeiten 'kindOfWork' definiert, die zwischen: Neubau, Umbau und Abbruch unterscheiden (eCH-0129 et al., 2022, p. 32). Auch weitere relevante Bereiche wie: Zivilschutzräume, Energiebezugsflächen, Gebäudevolumen, Heizungsanlagen, Energieträger und Warmwasser-Aufbereitung sind Bestandteil des dokumentierten Standards (eCH-0129 et al., 2022, pp. 41-47).

Konkret auf das **Baugesuch** bezogen steht **eCH-0211** mit seinem Datenmodell 'planningPermissionApplication' zur Verfügung. Der Standard definiert die Daten und Meldungen, die im Rahmen elektronischer Baugesuchsverfahren zwischen den Baugesuchsplattformen vgl. 'be.ch/ebau' und den zuständigen Entscheidungsbehörden sowie Fachstellen ausgetauscht werden (eCH-0211 et al., 2024).

Es werden verschiedene Arten von Gesuchen unterschieden, wie: Bauanfragen, Bauanzeigen, Baugesuche im vereinfachten Verfahren (ohne Ausschreibung), Baugesuche im ordentlichen Verfahren (mit öffentlicher Ausschreibung) und Bauermittlungen (eCH-0211 et al., 2024, pp. 10-14). Weiter wird der Umgang mit Personal- und Kontaktinformationen der beteiligten Akteure beschrieben (eCH-0211 et al., 2024, pp. 46-49). Aber auch Aspekte zur Datenübertragung zwischen verschiedenen Ämtern sind dokumentiert (eCH-0211 et al., 2024, pp. 51-52).

2.4.2 Interkantonale Entwicklungsgemeinschaft für elektronische Bewilligungsprozesse

Konkreter und spezifischer geht die **interkantonale Entwicklungsgemeinschaft für elektronische Bewilligungsprozesse** (inosca) der Kantone Uri, Schwyz, Solothurn, Bern und Graubünden vor. Ihr Ziel ist es den Einsatzes technischer Innovationen zur Vereinheitlichung elektronischer Baubewilligungsprozesse auf interkantonaler Ebene voranzutreiben. Dabei soll die Effizienz und Effektivität der Baugesuchsverfahren durch die Nutzung von Open-Source-Technologien⁴ gesteigert werden. Insbesondere wird hierbei auf die Entwicklungsplattform 'github.com' zurückgegriffen, wo der Quellcode öffentlich dokumentiert und einsehbar ist aber auch gemeinsam weiterentwickelt wird.

Das daraus resultierende kantonale Eingabeportal vgl. 'be.ch/ebau' ermöglicht es Bauherrschaften und Planern den Zugang zu einer Vielzahl von Formularen für verschiedene Verfahrensprozessen, die sie direkt bei den entsprechenden Gemeinden einreichen können. Die nahtlose Integration in die kantonale Infrastruktur ermöglicht es den Nutzern, sich lediglich einmal anzumelden, was eine effiziente Nutzung gewährleistet. Die Portalplattform ist als Single-Page-Applikation konzipiert und erfüllt höchste Ansprüche an die Benutzerfreundlichkeit (UI/UX) (Inosca, 2022).

Den Behörden stehen umfassende Funktionen zur Verfügung, um die Dossiers zu verwalten. Dazu gehören das Dokumentenmanagement, die Verwendung von Vorlagen, die Koordination von Zirkulationen, die Publikation von Informationen, die Abwicklung von Gebühren, die Bearbeitung von Einsprüchen

⁴ Open-Source-Technologien = frei zugängliche und verfügbare Technologien

sowie die Möglichkeit zur Nachforderung von Unterlagen. Weiter bietet 'inosca' wichtige Schnittstellen zu verschiedenen externen Systemen. Beispiele hierfür sind das GWR mittels eCH-0216 Standard, die Gemeindesoftware über den eCH-0211 und der kantonalen Geoinformationssysteme (GIS) über WMS und WFS⁵ (Inosca, 2022).

2.4.3 Verfahrensarten

In seiner Gegenüberstellung von mehreren Schweizer Kantonen beschreibt (Wälchli, 2023b, pp. 9-13) die unterschiedlichen Verfahrensarten. Nach seiner Interpretation in Anlehnung an die geltenden Gesetze im Kanton Bern wird ein **vereinfachtes Verfahren** für kleinere und weniger komplexe Bauvorhaben wie An- und Umbauten an Wohnhäusern oder geringfügige Nutzungsänderungen angewandt. Für grössere und komplexere Bauvorhaben wie Neubauten, grössere Umbauten oder gewerbliche Bauvorhaben kommt im Regelfall das **ordentliche Verfahren** zur Anwendung (BauG Art. 32 ff., 2016; Kanton Bern, 2012).

Erfüllt ein eingereichtes Baugesuch sämtliche bau- und planungsrechtlichen Vorschriften sowie die im Baubewilligungsverfahren bindenden Gesetze, kann im Sinne des Bauentscheides, eine **Baubewilligung** erteilt werden (BewD Art. 35 Abs. 1, 2012).

Die Einreichenden können unter Berücksichtigung sämtlicher koordinierungsbedürftiger Gegenstände eine **Teilbaubewilligung** einholen. Diese erlaubt den Beginn des Baus der bereits genehmigten Elemente (BauG Art. 32 lit. c, 2016).

Im Normalfall wird nach der Prüfung eine **generelle Baubewilligung** erteilt. Die generelle Baubewilligung kann Aspekte wie die beabsichtigte Nutzung, die Erschliessung des Baugrundstücks, die Lage und das äussere Erscheinungsbild des Bauwerks, dessen Integration in die Umgebung sowie ähnliche Einzelheiten umfassen (BauG Art. 32 lit. d, 2016).

Entspricht ein eingereichtes Gesuch nicht den geforderten Gesetzen und Vorschriften ist dieses gemäss (BewD Art. 35 Abs. 1, 2012) abzuweisen. In diesem Falle wird juristisch von einem **Bauabschlag** gesprochen.

2.4.4 Einsprache vs. Rekurs

Einsprechenden stehen im Rahmen des Verwaltungsverfahrenrechts unterschiedliche Rechtsmittel wie: die Einsprache, ein Rekurs bzw. eine Beschwerde oder eine Rechtsverwahrung zur Verfügung (BewD Art. 31-34, 2012).

Kley beschreibt in seinem Lehrbuch-Glossar (Kley, 2013a, chap. 8), dass es sich bei der **Einsprache** um ein Rechtsmittel ohne devolutive⁶ Wirkung handelt. Also bspw. um eine Bauverfügung auf kommunaler Ebene. Im Falle einer Einsprache ist diese an dieselbe Behörde zu richten, welche diese verfügt hat.

Wenn das Ergebnis einer Einsprache den Anforderungen des Einsprechenden immer noch nicht entspricht, kann eine **Beschwerde** an die nächsthöhere Instanz eingereicht werden. Die ursprüngliche Behörde verliert ihre Zuständigkeit, sobald die Beschwerde eingereicht wurde. Beschwerden dienen dem Zweck nachträglich für Rechtsschutz zu sorgen. Dabei gibt es Beschwerden, welche an Regierungsstellen gerichtet sind und wiederum solche, welche an Gerichte gerichtet sind (Kley, 2013c, chap. 5.4).

Ein **Rekurs** ist nach (Kley, 2013c, chap. 8) einer Beschwerde gleichzusetzen, da beide dasselbe Rechtsmittel bezeichnen.

⁵ Bei einem WMS stellt der Server für den geforderten Kartenausschnitt und die geforderten Layer ein Rasterbild bereit, bei einem WFS ist dies ein Vektor-Datensatz (Kanton Graubünden, 2016).

⁶ «Nicht devolutive Rechtsmittel haben stets reformatorische Wirkung.» ... «Bei reformatorischen Entscheiden hat die überprüfende Instanz die Kompetenz, in der Sache einen neuen Entscheid zu fällen, den alten also zu reformieren.» (Kley, 2013b, chap. 5.1.4).

«Die Rechtsverwahrung bezweckt die Orientierung der Gesuchstellenden und der Behörden über Privatrechte, welche durch das Bauvorhaben berührt werden, und über Entschädigungsansprüche, die daraus abgeleitet werden könnten.» (BewD Art. 32 Abs. 1, 2012).

2.4.5 Reifegrad vom digitalen Bewilligungsverfahren in der Schweiz

Schranz et al. beschreiben in ihrem Bericht über die Digitale Transformation der Baubehörde ein Reifegradmodell für digitale Bewilligungsverfahren. Dabei lehnen sie sich ans 'BIM-Working Party Strategy Paper' von (Matthews et al., 2011, pp. 16-17). Wie in der Abbildung 15 ersichtlich, sind vier unterschiedliche Levels enthalten. Level 0 beinhaltet eine analoge 2D-Einreichung. Im Level 1 wird ein Zustand der digitalen Baueinreichung beschrieben, wobei eine Webplattform vorhanden ist bei der die Unterlagen eingereicht werden und auch die Kommunikation darüber erfolgt. Im Level 2 kommen erstmals DBM nach dem openBIM Ansatz zum tragen. Heisst, dass die Einreichung, Kommunikation, teilautomatische Prüfung, Kontrolle und Einsichtnahme übers Modell erfolgt. Im abschliessenden Level 3 wird ein openBIM-Behördenverfahren beschrieben, bei dem auch die behördeninternen Abläufe wie der Bebauungsplan übers DBM erfolgt. (Schranz et al., 2021, pp. 51-52; Shahi et al., 2019)

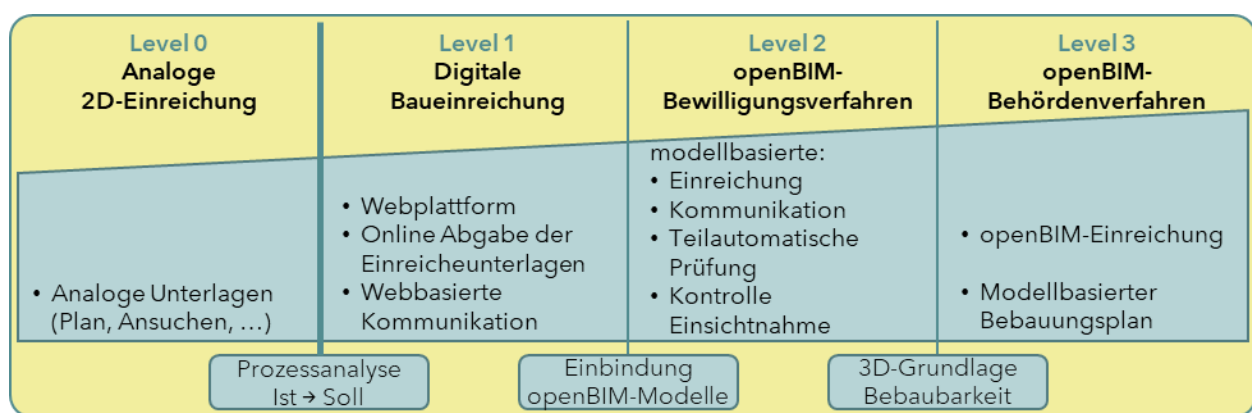


Abbildung 15, BIM-Reifegradmodell über die digitale Transformation in der Baubehörde, adaptiert von (Fauth, 2021, p. 61; Matthews et al., 2011, pp. 16-17; Schranz et al., 2021, p. 52).

Bei der Untersuchung zum Status quo zum Reifegrad vom digitalen Bewilligungsverfahren in den Schweizer Kantonen zeigt sich eine heterogene Landschaft, siehe Anhang 'A1 - Kap.2.4.5_BIM-Reifegrad_Kantone-CH.xlsx'. Wie in der Abbildung 16 ersichtlich ist, befinden sich auf dem 'Level 0' acht Kantone, die noch kein digitales Bewilligungsverfahren umgesetzt haben. (Cantone Ticino, 2024; Kanton Appenzell Ausserrhoden, 2022; Kanton Appenzell Innerrhoden, 2022; Kanton Glarus, 2024; Kanton Nidwalden, 2024; Kanton Obwalden, 2016; Kanton Schaffhausen, 2023; Kanton St.Gallen, 2023)

Auf 'Level 1' andererseits befinden sich bereits 17 Kantone, welche erste Schritte in Richtung Digitalisierung unternommen haben. (Canton de Neuchâtel, 2016; Canton du Jura, 2024; État de Fribourg, 2023; État de Vaud, 2022; Kanton Aargau, 2023; Kanton Basel-Landschaft, 2023; Kanton Basel-Stadt, 2023; Kanton Bern, 2022; Kanton Graubünden, 2024; Kanton Luzern, 2023; Kanton Schwyz, 2021; Kanton Solothurn, 2024; Kanton Thurgau, 2024; Kanton Uri, 2024; Kanton Wallis, 2024; Kanton Zug, 2024; Kanton Zürich, 2024)

Im 'Level 2' sticht der Kanton Genf hervor, der in der Schweiz als Vorreiter im Bereich der Baubewilligung mittels digitalen Bauwerksmodellen gilt. (Canton de Genève, 2024)

Bei genauerer Betrachtung von 'Level 1' zeigen sich jedoch Unterschiede in Bezug auf die Einreichung von Baugesuchen. Während einige Kantone sowohl die papierbasierte als auch die elektronische Einreichung ermöglichen, ist dies in der Regel gemeindespezifisch geregelt. Andere Kantone akzeptieren hingegen ausschliesslich elektronische Einreichungen, wobei immer noch eine unterschriebene Papierkopie der Plan-/ Gesuchsunterlagen beizufügen ist. Der gängigste Ansatz besteht darin, Baugesuche elektronisch einzureichen bzw. zu übermitteln und mit einer manuellen Unterschrift zu bestätigen. Weiter existiert die Option der elektronischen Einreichung bei der die digitale Unterschrift akzeptiert wird und so einen vollständig digitalen Prozess zulässt.

Bereits etwas fortschrittlicher ist der Kanton Genf auf 'Level 2', der die Möglichkeit bietet, die Baugesuche

mithilfe digitaler Bauwerksmodelle einzureichen. Dabei stellt der Kanton Genf umfassende Modellierungsanforderungen zur Verfügung. Obwohl ein openBIM-Ansatz verfolgt wird, werden spezifische Property-Sets gefordert, die nicht auf bereits vorhandenen Sets basieren (Canton de Genève & Vincendon, 2023).

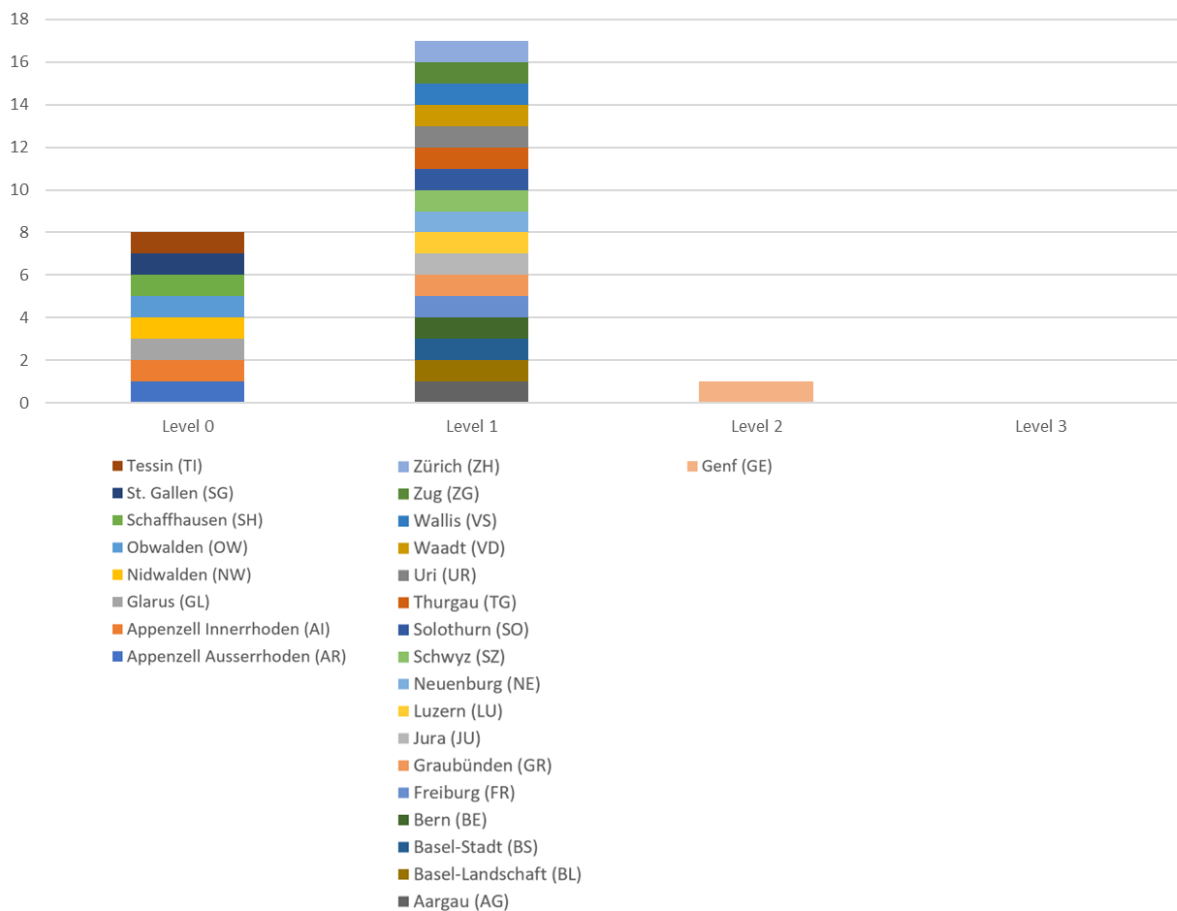


Abbildung 16, Reifegrad digitales Bewilligungsverfahren in der Schweiz (eigene Abbildung)

Die Analyse zeigt, dass die Digitalisierung der Baubewilligungsverfahren in der Schweiz noch in einem frühen Stadium steht. Es muss weiterhin an gesetzlichen Grundlagen gearbeitet werden, um eine umfassende Digitalisierung erreichen zu können. Ein exemplarisches Beispiel hierfür ist der Beschrieb auf der Webplattform vom Kanton Graubünden. «Im Sinne einer möglichst einfachen Erfassung und Bearbeitung wäre es wünschenswert, dass die Baugesuche nicht mehr von Hand unterzeichnet werden müssen. So wäre eine volldigitale Abwicklung möglich. Hierfür müssen aber erst auf kantonaler Ebene entsprechende gesetzliche Grundlagen geschaffen werden. Das heutige Gesetz erlaubt noch keine digitale Unterschrift. Ein Projekt zur Gesetzesanpassung, um im Kanton Graubünden digitale Unterschriften zu ermöglichen, ist im Gange. Bis das so weit ist, müssen die Gesuchstellenden eine Eingabequittung unterschreiben und per Post einsenden.» (Kanton Graubünden, 2024) Wie auch in anderen Kantonen üblich, ist die Einreichung von Baugesuchen in Papierform noch weit verbreitet. Zum Beispiel verlangt der Kanton Neuenburg, bei dem die Einreichung über eine Webplattform erfolgen muss und eine rein analoge Einreichung nicht möglich ist, mindestens drei Papierexemplaren vor dem ersten Tag der öffentlichen Untersuchung. (République et canton de Neuchâtel, 2016)

2.4.6 Herausforderungen aus der Sicht der unterschiedlichen Akteuren

Sichtweise Einreichende

Aus der Sicht der Einreichenden stellen sich zahlreiche Herausforderungen im Zusammenhang mit der Baubewilligung in der Schweiz dar. (Inauen & Altermatt, 2023) betonen einen «regelrechten Unterschriftenmarathon», den steigenden Aufwand für die Vollständigkeitsprüfung und die steigenden Anforderungen an Nachweise. Weiter betonen die, dass diese Prozesse oft von Intransparenz geprägt sind, was

zu Verzögerungen durch die lange Bearbeitungsdauer führt. Zudem führt die wachsende Nimby⁷-Kultur zu mehr Einsprachen, die den Fortschritt zusätzlich verzögern. Die Auflagenerledigung mit den draus, teils unbegründeten Einsprachen für die Baufreigabe stellt ebenfalls eine grosse Herausforderung im Bewilligungsprozess dar.

Für die Investierenden sind diese steigende Anzahl an Herausforderungen signifikant, so betont Dragila Salis anlässlich der Swissbau 2024 die Bedeutung des Investitionsfreudigkeitsindex und die Notwendigkeit zur Aufrechterhaltung der Investitionsquote bei Immobilien. Weiter ist ihrer Meinung nach die Einhaltung des Zeitrahmens entscheidend für das Vertrauen der Investierenden, wobei Rekurse und steigende Rechtsmittelzahlen die Investitionsprozesse weiter verkomplizieren. Die fortschreitende Digitalisierung sieht sie als Mittel, um das Vertrauen in den Baubewilligungsprozess zu stärken. Und das obwohl sie weiss, dass kleine Gemeinden häufig nicht über die Ressourcen und das Wissen verfügen, um diese adäquat umzusetzen (Dragila Salis, 2024).

Um diese Herausforderungen anzugehen, schlägt sie konkrete Verbesserungsschritte vor. Dazu gehören die Stabilisierung der Behördenressourcen und die Gewährleistung von Transparenz in den Entscheidungsprozessen. Klare Zeitvorgaben sollen den Druck auf die Planenden erhöhen, während die Anwesenheit kompetenter Fachpersonen in den Prüfungsinstanzen sichergestellt werden soll. Weiter müssten Massnahmen zur Begrenzung unberechtigter Einsprachen ergriffen werden um die Zeitspanne eines Bewilligungsprozesses zu reduzieren. Es wird betont, dass das Baubewilligungsverfahren lediglich dazu dient, baurechtliche Aspekte zu prüfen, während andere Aspekte aus ihrer Sicht nicht berücksichtigt werden müssten. Zukünftig also nur noch «muss»-Faktoren geprüft werden, um den Prozess zu rationalisieren (Dragila Salis, 2024).

Sichtweise prüfende Behörden

Auf der anderen Seite haben die prüfenden Behörden mit einer zunehmenden Komplexität der Aufgaben zu kämpfen, die durch eine Vielzahl von Herausforderungen gekennzeichnet ist. Gemäss (Inauen & Altermatt, 2023) sind dies unter anderem der Fachkräftemangel, der Druck, Kosten zu senken, sowie die steigenden Erwartungen an die Qualität der Dienstleistungen. In ähnlicher Weise betont (Pfister, 2023) von der Stadt Thun, dass der Umfang der zu prüfenden Aspekte stetig zunimmt, insbesondere durch die wandelnden Bau- und Nutzungsordnungen, die sich Zunehmens zu einer offeneren Formulierung wandeln. Die Zunahme von Einsprachen sowie die Komplexität der zu berücksichtigenden Aspekte erfordern zunehmend tieferes Fachwissen von den verfahrensleitenden Personen. Dabei stellt die rechtssichere Beurteilung von Baubewilligungen, insbesondere bei subjektiv zu beurteilenden Aspekten, eine weitere Herausforderung dar.

Die Bewilligungsbehörde Basel Stadt arbeitet daran, ihre Herausforderungen anzugehen. Gemäss (Knecht, 2024) implementieren sie aktuell einen Erfassungsassistenten, um konsistente Daten zu erhalten und damit die Vollständigkeit der eingereichten Dossiers sicherzustellen. Zusätzlich wird die Zusammenarbeit zwischen den Einreichenden und Planenden intensiviert, um anfallende Prozess- und Informationsunterbrüche zu verhindern. Knecht betont auch die Bedeutung von Transparenz gegenüber den Einreichenden und fordert eine klare Definition der Messkriterien, um Missverständnisse zu vermeiden. Für seine Behörde sei es wichtig, keine einseitige Aufwandsverlagerung von den Planenden hin zu den Behörden zuzulassen. Eine grosse Notwendigkeit sieht er bei der Versionsüberprüfung, um unabsichtliche bzw. absichtliche Fehler zwischen den verschiedenen Versionen zu identifizieren. Seiner Meinung nach verdeutlicht dieses Beispiel die aktuelle Komplexität und die Notwendigkeit einer verbesserten Koordination zwischen den Akteuren im Baubewilligungsprozess.

⁷ **Nimby** = stammt aus dem engl. **not in my backyard**. Der Ausdruck wird verwendet, um Situationen zu beschreiben, in denen Teile der Bevölkerung überregionale Infrastruktur grundsätzlich unterstützen/befürworten. Aber deren Bau in ihrer Nähe ablehnen um die daraus potenziell anfallenden, persönlichen Nachteile zu vermeiden. (Steel, 2000)

2.4.7 Baugenehmigungsrelevante Prozesse in Relation zur SIA 112

Aus der Norm SIA 112 lassen sich vgl. der Abbildung 17 die aktuellen baugenehmigungsrelevanten Prozesse ableiten. So beinhalten die SIA-Phasen 1-22 Aspekte der **Raumplanung**, welche auch einen wesentlichen Einfluss auf den Städtebau haben. In Bezug auf die Baugenehmigung werden hier bereits erste Vorabsprachen mit den Ämtern getätigt, welche teilweise rechtsbindend sind und vgl. einem Gestaltungsplan oder einer Sonderzonenplanung niedergeschrieben werden (SIA 112, 2014, pp. 11-13). (Eisinger et al., 2017, p. 81) beschreibt in seinem Schlusswort zur Diskussion neuer Ansätze in der Planungspraxis ein eklatantes Defizit in der Architektur, im Städtebau und in der Planung. Es besteht darin, dass die Zusammenhänge zwischen den einzelnen Elementen und dem Gesamtergebnis nicht ausreichend verstanden werden. Das fehlende Verständnis für Ursache-Wirkungs-Prozesse ist seiner Meinung nach problematisch, da sich dieses Defizit mit der Innenentwicklung noch weiter verstärkt.

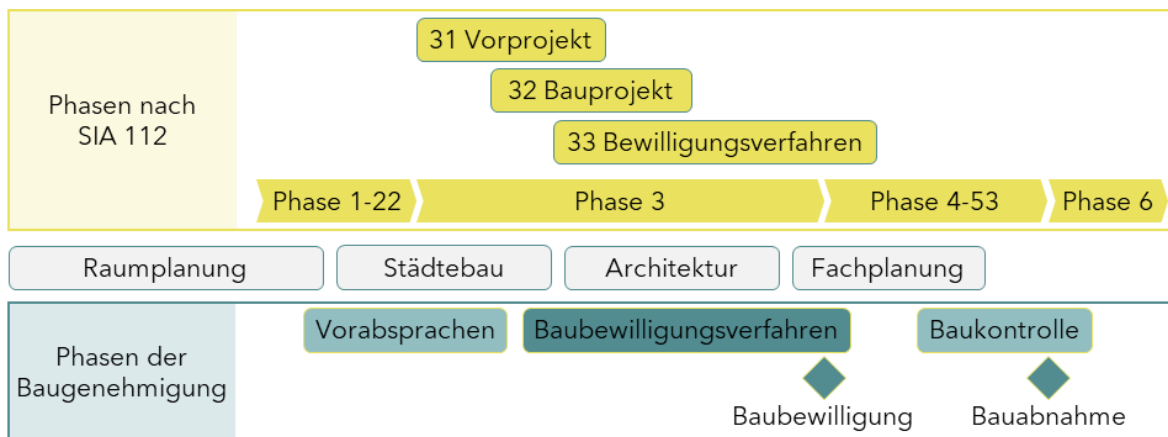


Abbildung 17, schematische Darstellung der baugenehmigungsrelevanten Prozesse in Relation zur SIA 112 (eigene Abbildung)

Auch die SIA-Phasen 31 und 32 beinhalten Aspekte, welche den **Städtebau** markant bzw. noch konkreter beeinflussen (SIA 112, 2014, pp. 14-15). In Bezug auf die Baubewilligung wird es ab der SIA-Phase 32 erforderlich, die minimal erforderlichen Detailpläne auszuarbeiten, die für das Bauprojekt notwendig sind. Der Hauptfokus liegt hier in der **Architektur** und ihrer Wirkung im Kontext mit dem Ortsbild. Heute bedarf es jedoch immer eine grössere Planungstiefe um eine Baubewilligung zu erreichen. **Fachplanende** werden dazu frühzeitig beigezogen, um die geforderten Einreichungsunterlagen inkl. Auflageprojekt in ihrer Detaillierung, vgl. der SIA-Phase 33 aufzuarbeiten (SIA 112, 2014, pp. 14-17). Dazu fordert das (BewD Art. 28, 2012), dass «das Gesuch, die zugehörigen Pläne und die weiteren Unterlagen ... in physischer und in elektronischer Form zur Einsichtnahme aufzulegen» sind. Wobei die physischen Unterlagen massgebend sind.

Gemäss der Norm SIA 112 werden Ausschreibungs- und Detailpläne sowie entsprechende Beschriebe und Leistungsverzeichnisse in der SIA-Phase 41 ausgearbeitet. «Werk-, Ausführungs- und Detailpläne, Verzeichnis der Projektänderungen, Modelle, Muster» folgen nochmals später in der SIA-Phase 52 (SIA 112, 2014, pp. 18-20). Somit beginnt nach der SIA 112 die eigentliche Fachplanung zur Umsetzung des architektonischen Konzepts nach der Baubewilligung durch die Behörden.

Während ihres Referats über den 'Leitfaden für digitale Studienaufträge und Wettbewerbe' im Rahmen der Swissbau 2024 beschreibt Inauen aktuelle Herausforderungen. Ein exemplarisches Beispiel beschreibt die frühzeitige Einbeziehung von Spezialisten bei Sondernutzungsplanungen und die zeitliche Vorverlegung von Fachplanungen im Prozess. Ausserdem werden vollständige Grundrisse bereits in einem frühen Stadium geplant, um überhaupt die Möglichkeit einer Bewilligung der Sondernutzungsplanung zu erlangen. Ihrer Meinung nach sollt der Hauptfokus in dieser Phase jedoch auf dem Städtebau und nicht der Fachplanung liegen (Inauen, 2024, time 10:26). Als mögliche Verbesserung im Prozess ist ihr Vorschlag, dass bei Sondernutzungsplanungen ausschliesslich Städtebauliche Aspekte geplant und beurteilt werden. Die Architektur und Fachplanungen folgen frühestens im Vorprojekt, jedoch immer noch mit einem reduzierten Informationsgehalt bzw. Detaillierungsgrad (Inauen, 2024, time 14:11).

Aus dem Dekret über das Baubewilligungsverfahren (BewD, 2023), dem Datenstandard Objektwesen (eCH-0129 et al., 2022, p. 27) sowie der Literatur lassen sich wie in der Abbildung 18 ersichtlich, baugenehmigungsrelevante Prozesse ableiten. Beginnend mit dem Übermitteln vom Baugesuch [1] und der Profilierung [2] wird der Baubewilligungsverfahrensprozess eingeleitet. Es erfolgt die Empfangsbestätigung [3] und eine Vollständigkeitsprüfung [4] der Unterlagen durch die prüfende Behörde, siehe Anhang 'A2 - Kap.2.4.7_Einzureichende Unterlagen.xlsx'. Fehlende Dokumente werden nachgefordert [5]. Anschliessend erfolgt eine vorläufige Prüfung [6] durch die Gemeindeverwaltung und dann durch die Baubewilligungsbehörde. Nach dieser Phase folgt die materielle Prüfung [7], es wird der Entscheid vorbereitet, inklusive Anhörung der Gemeinde und Konsultation weiterer Behörden. Bedenken oder Einwände besonderer Art werden berücksichtigt und die Kommission zur Pflege der Orts- und Landschaftsbilder wird einbezogen.

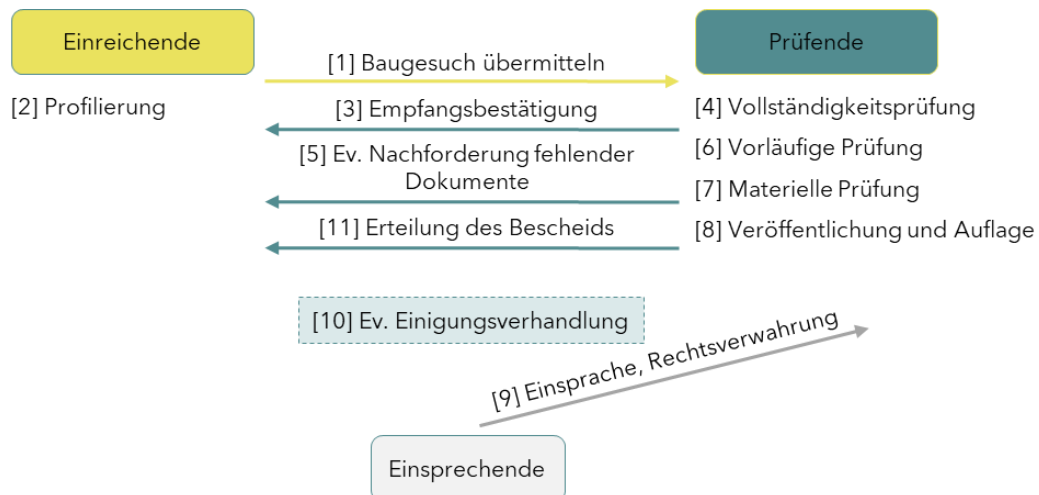


Abbildung 18, vereinfachte Darstellung der baugenehmigungsrelevanten Tätigkeiten in Relation der Akteure (eigene Abbildung)

Nach Veröffentlichung und Auflage [8] des Entscheids können Einsprachen bzw. Rechtsverwahrungen [9] erhoben werden. Gegebenenfalls folgen Einigungsverhandlungen [10]. Am Ende vom Baubewilligungsprozess wird der Bescheid erteilt [11], entweder mit der Erteilung der Baubewilligung oder der Ablehnung des Baugesuchs. Bei einem positiven Entscheid kann danach mit dem Bau begonnen werden.

2.4.8 Status quo Baubewilligungsverfahrensprozess der Stadt Thun

Bestehender Baubewilligungsverfahrensprozess

Im Kanton Bern bildet das Dekret über das Baubewilligungsverfahren (BewD, 2023) die rechtliche Grundlage für die Umsetzung aller Bauvorhaben. Die Eingabe eines neuen Baugesuchs erfolgt online über das kantonale Eingabeportal 'be.ch/ebau'. Aus dem (BewD, 2023) lassen sich die relevanten Handlungen, Abhängigkeiten und Fristen ableiten, wie in Abbildung 19 dargestellt.

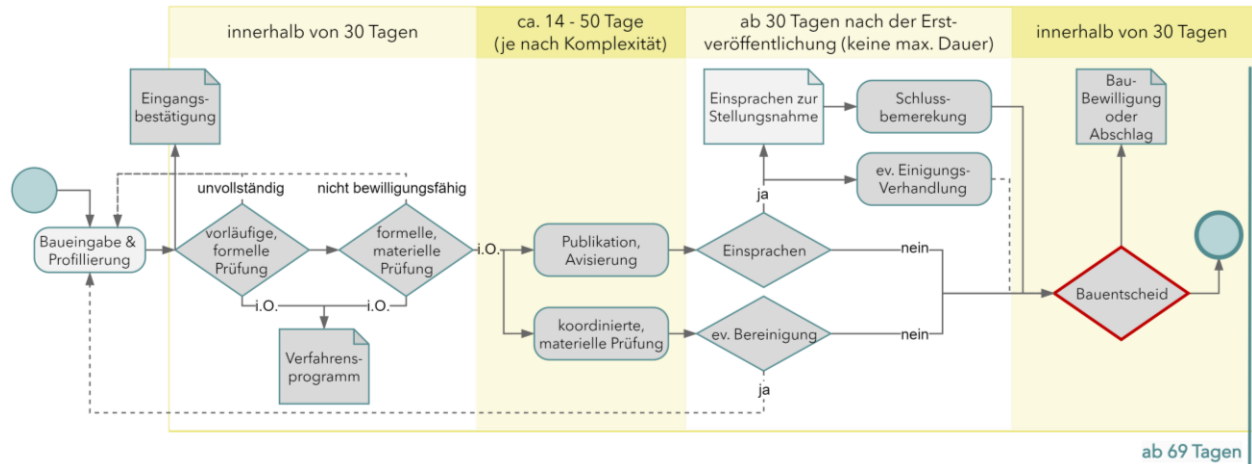


Abbildung 19, Status quo vom Baubewilligungsverfahrensprozess im Kanton Bern adaptiert von (adaptiert von (Stadt Bern Direktion für Sicherheit, Umwelt & Energie, 2013))

Beurteilung optischer Aspekte

Im Rahmen der Bekanntmachung bzw. der öffentlichen Auflage sind heute unterschiedliche Dokumente einsehbar. Dazu zählen auch Fassadenschnitte mit Hauptdimensionen, das massgebende Terrain und der Umgebungsgestaltung, wie sie bspw. in der Abbildung 20 dargestellt oder von der (SIA 400, 2000, pp. 48-58) empfohlen sind. Der darauf abgebildete Detaillierungsgrad ist eher rudimentär gehalten und lässt den Prüfenden bzw. Einsprechenden Raum zur Interpretation. Die Beurteilung umfasst das optische Bild, die Gesamtwirkung sowie das Fassadenbild (Auskragungen, Balkone, Fensterdimensionen und -anordnungen usw.). Die visuelle Wahrnehmung von Farben und detaillierter Fassadentektonik ist in den seltensten Fällen gegeben. Zudem wird die Erschliessung für den Verkehr, die Energieversorgung (Strom, Wärme) und die Wasserversorgung (Frisch- und Mischwasser) abgebildet. Beim Abwasser wird in vielen Gemeinden noch zwischen Schmutzwasser und Regenwasser (Trennsystem) unterschieden, welche auch auf den Baueingabe-Plänen ersichtlich sind. (BewD Art. 10-15, 2023)



Abbildung 20, Fassade Schnitt aus Beispiel Baugesuch der Gemeinde Lengnau BE (Heiri Architektur + Immobilien AG, 2024, no. '2021-9054')

Weiter regelt im Kanton Bern das Dekret über das Baubewilligungsverfahren (BewD Art. 10-16, 2023), dass Projektpläne im Massstab 1:100, 1:50 oder je nach Projektgrösse auch in 1:200 einzureichen sind. Darin müssen vgl. der Abbildung 21 die Grundrisse aller Geschosse, die Geschoss- und Kniestockhöhen sowie die Nutzungsarten ersichtlich sein.

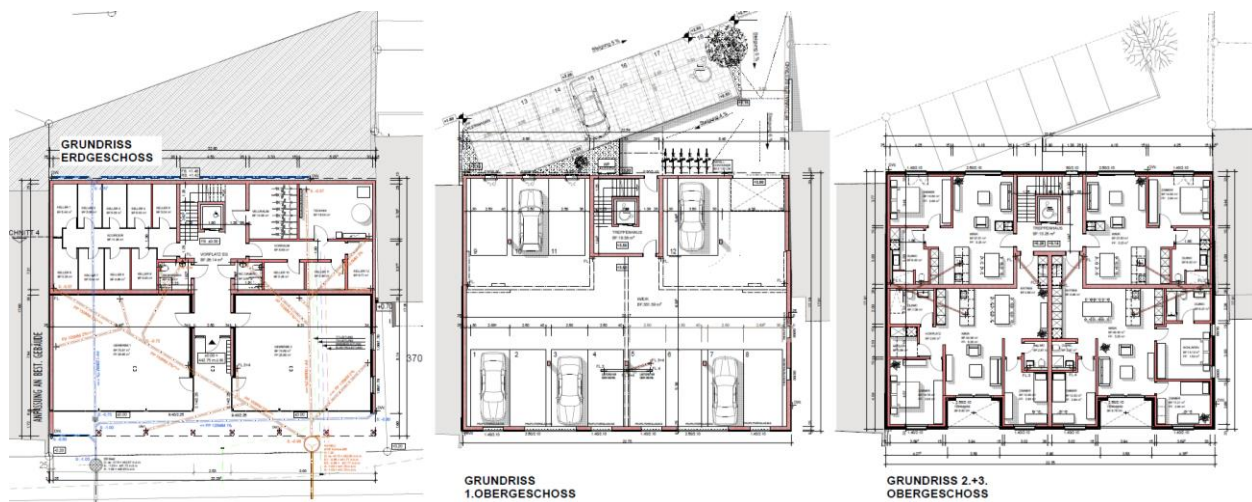


Abbildung 21, Grundrisse aus Beispiel Baugesuch der Gemeinde Lengnau BE (Heiri Architektur + Immobilien AG, 2024, no. '2021-9054')

Beurteilung technischer Aspekte

In der materiellen Prüfung werden anhand der Projektpläne die baupolizeilichen Prüfungen durch die Prüfenden (Gemeindeverwaltung und Baubewilligungsbehörde) durchgeführt. Sie umfasst Aspekte zu: Nutzungsvorschriften, Bauabstände, Schutzinventare, Ausnahmen, weitere Vorschriften, Erschliessung, Gesundheit, Sicherheit, Umweltschutz und weitere Themen. Aber auch der Ortsbild- und Landschaftschutz ist Teil der materiellen Prüfung. (Kanton Bern, 2015, Form 1.0.3)

2.5 Baubewilligungsprüfverfahren mit DBM in anderen Ländern

Im Folgenden werden Gesichtspunkte von unterschiedlichen Baubewilligungsprüfungen erörtert. Die dargestellten Aspekte aus anderen Ländern dienen als Grundlage für mögliche Prozessadaptionen. So existiert in Europa ein Netzwerk für digitale Baugenehmigungen (EUNet4DBP). Damit werden die drei Hauptziele: (1) Unterstützung bei der Verbesserung der Effizienz und Automatisierung, (2) Unterstützung der Regelauslegung und der Informationsanforderungen zur einfachen und maschinenlesbaren Verarbeitung und (3) Unterstützung der breiten Einführung interoperabler Technologien auf der Grundlage offener Standards verfolgt (EUNet4DBP, 2024). Daraus lassen sich die drei Säulen drei Säulen: Prozess, Regeln und Anforderungen sowie Technologie ableiten (Noardo et al., 2020).

2.5.1 Australien

Bereits (Ding et al., 2006) befassten sich mit der Automatisierung der Codeprüfung für Gebäudeentwürfe. In der Studie wurden sowohl der Solibri Model Checker als auch der Express Data Manager (EDM) als mögliche Plattformen für die automatische Code-Prüfung in Australien untersucht, insbesondere im Hinblick auf die Vorschriften für barrierefreie Designentwürfe. Darauf aufbauend entwickelten (Eastman et al., 2009, pp. 1023-1024) das automatische Code-Prüfsystem - DesignCheck. DesignCheck verwendet objektbasierte Regeln, die in EDM kodiert sind. Von der Vorgehensweise her werden die DBM in die EDM-Datenbank importiert und dann in das interne Modell von DesignCheck konvertiert. Ein in EXPRESS geschriebenes Mapping-Schema übersetzt dabei das Gebäudedatenmodell vom IFC-Format in das DesignCheck-Schema. Das DesignCheck-Modell enthält bauordnungsspezifische Informationen für Australien, die von unterschiedlichen BIM-Anbietern implementiert werden können.

2.5.2 Neuseeland

In Neuseeland untersuchten (Zou et al., 2022) die Bereitschaft der neuseeländischen Off-Site-Fertigungsindustrie für eine automatisierte Bauvorschriften-Prüfung (ACC = automated compliance checking, stammt aus dem englischen). Die Studie identifiziert potenzielle Vorteile wie die Risikominderung und die Produktivitätssteigerung, stellt jedoch fest, dass die Grundlagen für die Einführung von ACC zu dieser Zeit noch nicht geschaffen wurden. Als Ergebnis wird ein Roadmap skizziert in welcher Massnahmen in den Bereichen: Technologie, Organisation und Umwelt zu entnehmen sind.

Aufgrund des praktischen Ansatzes und der Unterstützung offener Standards hat die neuseeländische Regierung die Übersetzung eines Kernsatzes des neuseeländischen Baugesetzbuchs in berechenbare Regeln (LegalRuleML) in Auftrag gegeben. (Fuchs et al., 2023) entwickelten einen neuartigen LRML-Editor, der eine effiziente Übersetzung von Bauvorschriften und Normen in eine semantische Repräsentation zulässt. Das Editormodell bietet sowohl vollständige Übersetzungen als auch kontextabhängige Autovervollständigungsoptionen, was den manuellen Arbeitsaufwand reduziert und es Datenwissenschaftlern ermöglicht, effizientere Trainingsdaten zu erstellen, was zu einer qualitativ hochwertigeren vollautomatischen Übersetzung führt.

2.5.3 Singapur

In Singapur wird die Prüfung von 2D-Plänen bereits seit 1995 mit dem Building Permit (BP) Expert System durchgeführt. Daraus entstand 'CORENET', eine der ersten Initiativen auf dem Gebiet der automatisierten Code-Prüfung, die vom singapurischen Ministerium für nationale Entwicklung finanziert und vom Construction and Real Estate NETwork durchgeführt wurde. Seit 1998 kann CORENET auch mit dem IFC-Standard arbeiten und wurde um eine 3D-Konformitätsprüfung erweitert (Kog & Swaddiwudhipong, 2000; Noardo et al., 2020, p. 104). CORENET gibt 2008 an, dass mit der automatisierten Regelprüfung 92% von Bauplänen und 77% der Haustechnikvorschriften auf ihre Einhaltung geprüft werden können (Eastman et al., 2009, p. 1017).

Die aktuelle Version des Tools wurde Ende 2023 unter dem Namen 'CORENET X' veröffentlicht und beinhaltet eine Funktion zur automatisierten Konformitätsüberprüfung eines digitalen Gebäudemodells. Darin ist ein Grossteil der singapurischen Vorschriften enthalten, dazu gehören bspw. die Barrierefreiheit, der Brandschutz, der Umweltschutz, die Bauaufsicht, der Gesundheitsschutz oder die Bauaufsicht. Die Informationsbedarfstiefe wird für die optischen Aspekte auf einem 'LOG 200' und für die technischen auf einem 'LOI 300' eingefordert. Die Prüfprozesse innerhalb von 'e-Submission' basieren auf fest codierten Routinen, so dass die Algorithmen, Prozessschritte und Methoden für den Anwender nicht transparent sind. Seit 2015 ist für Neubauten mit einer Gesamtfläche von mehr als 5.000 m² die Einreichung eines BIM-Modells bei der Baugenehmigung vorgeschrieben bzw. obligatorisch (Government of Singapore, 2023).

Zudem ist es auf freiwilliger Basis möglich, Architektur- und Ingenieurpläne in einem nativen BIM-Format bei der Building & Construction Authority (BCA) einzureichen. Diese Einreichungen müssen gemäss den zur Verfügung gestellten 'Archicad' oder 'Revit' Vorlagen erstellt werden (Government of Singapore, 2017).

2.5.4 Vereinigte Staaten von Amerika

Der Bundesstaat Florida reformiert sein Baueingabeverfahren, um seine Effizienz in Bezug auf Zeit-, Energie- und Ressourceneinsparungen zu optimieren. Im traditionellen Planprüfungsverfahren basierte die Genehmigung auf gedruckten Zeichnungen, was Monate dauern kann, um Fehler zu korrigieren und die Zeichnungen erneut einzureichen. (Messhoudi, 2020, pp. 20-21, 154-155, 165-168) schreibt in seiner Dissertation, dass durch den Einsatz von BIM-Standards, die Rationalisierung und den Einsatz von Algorithmen im Planprüfungsverfahren die Bearbeitungszeit um 40 bis 80 % reduziert werden konnte. Weiter beschreibt er, wie unklare Bauvorschriften sowie unterqualifizierte Prüfende der Behörden zu Verzögerungen bei der Baugenehmigung und zusätzlichen Kosten führen können.

2.5.5 Estland

Das estnische Ministerium für Wirtschaft und Kommunikation begann 2019 mit der Möglichkeiten Prüfung für die Automatisierung des Baugenehmigungsprozesses. Ziel war es die die technischen Anforderungen für die Implementierung eines BIM-basierten Prozesses zu ermitteln, überprüfbare Antragsarten zu spezifizieren und eine Baueingabepattform zu erstellen (Saar & Republic of Estonia, 2019).

Weiter wurde ein Konzeptnachweis mit den nachfolgenden Modellprüfungen umgesetzt und analysiert (Raitviir & Saar, 2021):

- Höhe des Gebäudes
- Länge der Evakuierungswege
- Material der Fassadenverkleidung
- Maximale Grundfläche des Gebäudes
- Erlaubter Standort
- Vorhandensein von Sicherheitsvorkehrungen während dem Bau/Umbau wie bspw. Absturzsicherung
- Mindestbreite der Türen
- Anzahl der Stockwerke über dem Boden
- Unterschiede zwischen den Versionen der eingereichten Modelle

Vom Vorgehensprozess her durchläuft ein Bauantrag den Prozessablauf wie in der Abbildung 22 ersichtlich ist. Ein Antragsteller lädt seinen Antrag mithilfe eines openBIM-Bauwerksmodells auf das estnische Gebäuderegister bzw. die integrierte Bauplattform. Das automatisierte Prüfsystem extrahiert die Daten aus dem IFC-Modell und überträgt diese in die bestehenden Antragsformulare. Des Weiteren werden regel- und Algorithmus basierte Prüfungen vgl. der Abbildung 23 durchgeführt, welche als BCF-Prüfberichte ausgegeben und exportiert werden können. (Klooster et al., 2019b, pp. 12-15; Raitviir & Republic of Estonia, 2021, p. 12)

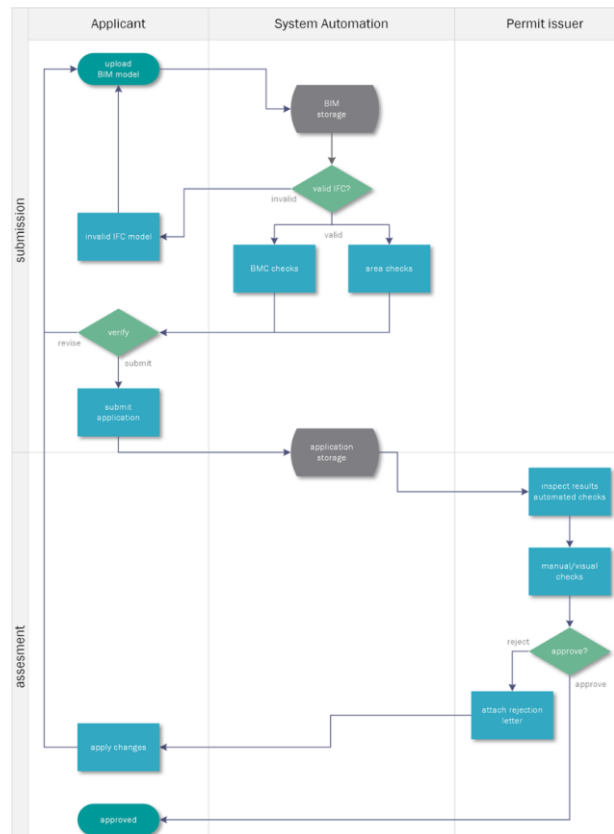


Abbildung 22, Prozessablauf im BIM unterstützten, Estnischen Gebäuderegister (Raitviir & Republic of Estonia, 2021, p. 5)

In ihrem Forschungsbericht präsentieren (Klooster et al., 2019b, p. 16) potenzielle Einsparungen bei der durchschnittlichen Einreichungszeit für Baugenehmigungen. Die Durchschnittswerte, von der Stadt Tallinn bereitgestellt und landesweit hochgerechnet, zeigen eine mögliche Zeitersparnis von 55% für Bau- und Nutzungsgenehmigungen. In Abhängigkeit von der Komplexität des Gebäudes wurden unterschiedliche Prozentsätze (25% für einfache und 80% für komplexe Gebäude) für die Anwendung automatischer Kontrollen herangezogen. Weiter konnte dabei festgestellt werden, dass grosse und komplexe Gebäude in höherem Masse von diesen profitieren.

(Ullah et al., 2022, pp. 11, 13-14) beschreiben, dass eine BIM-gestütztes Baugenehmigungsverfahren potenziell verschiedene Vorteile, wie hohe Effizienz, Kosteneinsparungen, Zeitersparnis, hohe Genauigkeit und ein transparentes Verfahren bietet.

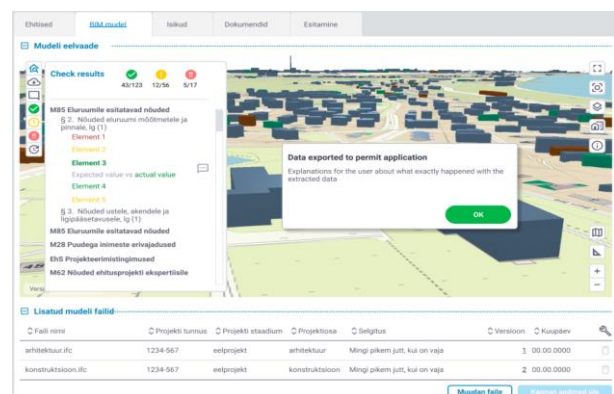


Abbildung 23, BMC-Prüfungen und Auswertungen bei der automatisierten Baugenehmigung (Raitviir & Republic of Estonia, 2021, p. 12)

2.5.6 Finnland

Das finnische Unternehmen Kunta3D entwickelte das kollaborative, webbasierte 'City-Publishing-Tool', was aktuell in den Städten: Hyvinkää, Jyväskylä, Kuopio, Lohja, Porvoo, Turku, Vantaa und Järvenpää im Einsatz ist. Die Plattform ermöglicht es allen städtischen Akteuren, ihre eigenen Ideen in 3D zu testen, zu veröffentlichen und zu kommentieren. Alle Vorschläge und Projekte sind dabei für alle Bürger einsehbar (Sova3D Oy, 2023). Darauf basierend hat die Stadt Järvenpää in Zusammenarbeit mit dem Unternehmen einen Dienst entwickelt, der die Bearbeitung von Baugenehmigungsverfahren unterstützt und den bürokratischen Aufwand für Baugenehmigungen für kleine Häuser verringern soll. Darin ist wie in der Abbildung 24: der Standort, Katasternummer, Genehmigungsdatum, aktueller Status (Bereit für Baueingabe, in Prüfung, Entscheid gefällt, Bau begonnen, Bau abgeschlossen, in Nutzung) sowie die dazugehörigen DBM ersichtlich (City of Järvenpää, 2023).

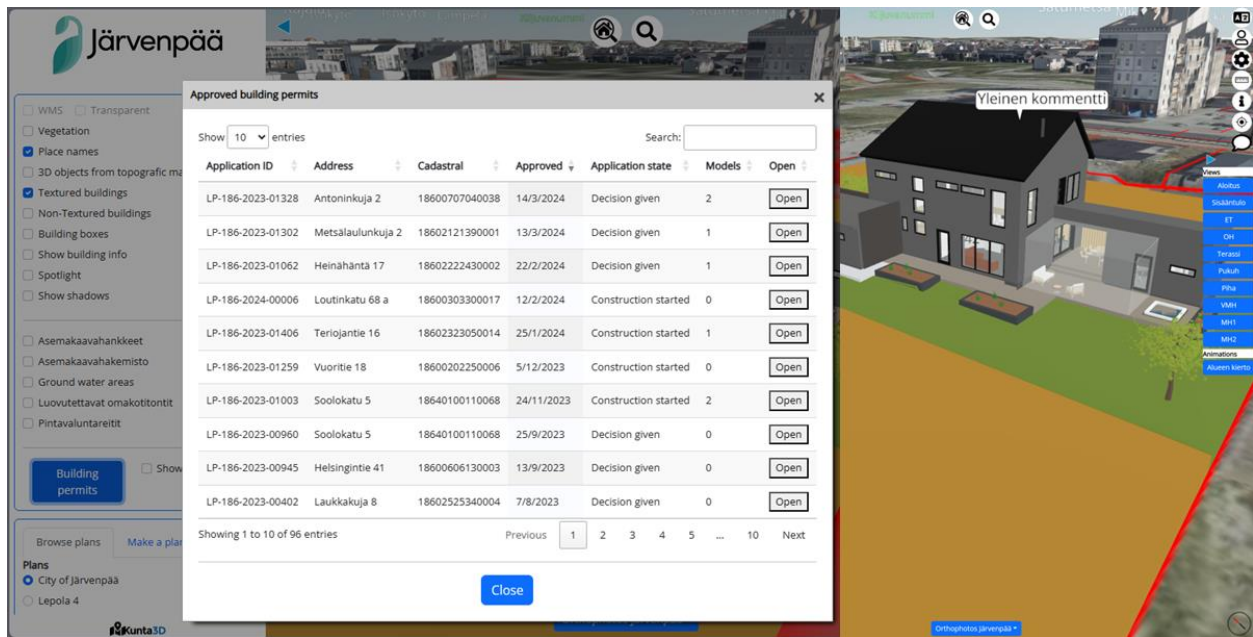


Abbildung 24, Online Plattform mit der Möglichkeit zum aktuellen Projektstatus für laufende und vergangene Projekte, Auszug aus (Järvenpään kaupunki & Sova3D Oy, 2024)

Konkreter kann ein Bauherr eine Baugenehmigung mithilfe einer IFC-Datei unter Einhaltung vom 'LOIN 300' beantragen. Das DBM muss Angaben zu Bauarten, Materialien, Räumen, Gesamtflächen und -volumina enthalten. Die Konformitätsprüfung erfolgt mithilfe des Solibri Modell-Checkers. (Järvenpään Rakentaminen, 2021)

2.5.7 Italien

(Ciotta et al., 2021) untersuchten den IFC-basierten Ansatz zur Beschleunigung der seismischen Baugenehmigung in Italien. Im Rahmen des Projekts wurden die notwendigen Praktiken und Ergebnisse für seismische Genehmigungsanträge in Italien untersucht. Darauf aufbauend wurden die notwendigen bautechnischen Informationen für den Informationsaustausch mit Fokus auf die automatisierte Codeprüfung entwickelt bzw. definiert. Daraus wurde ein spezieller MVD entwickelt, der die automatische Extraktion von integrierten IFC-Modellen ermöglicht. Dies wurde mit einem vorläufigen Proof-of-Concept für die Verwendung eines integrierten IFC-Modells zur Sicherstellung der Einhaltung der seismischen Anforderungen bestätigt.

In einem anderen Forschungsprojekt untersuchten (Andrich et al., 2022) die Überprüfung und Validierung von BIM in der Detailplanungsphase untersucht. Spezifischer den Prüfablauf bei BIM-basierten Renovierungs- und Bauprozessen unter Berücksichtigung der Einhaltung verschiedener sektoraler Vorschriften wie Städtebau, Sicherheit und Energieeffizienz. Sie stellten fest, dass der grösste Zeitaufwand für die modellbasierte Prüfung in der Startphase anfällt. Sobald das Projekt in seinen Grundzügen definiert ist und das Designkonzept feststeht, reduziert sich dieser Aufwand drastisch. Für die Vorbereitung

des Baugesuches bzw. der Baubewilligung mittels DBM fallen jedoch nochmals ca. 25% des Aufwandes an, bis ein definitives Bauprojekt vorliegt (Andrich et al., 2022, pp. 22-24).

Für die Gemeinde Lomazzo wurden im Rahmen einer Studie Vorarbeiten zur Strukturierung der örtlichen Vorschriften in maschinenlesbare Regeln durchgeführt. Diese Vorschriften wurden dann manuell mit dem 'Solibri Model Checker' übersetzt, um sie maschinenlesbar und für die Baugenehmigung auswertbar zu machen. Das resultierende Regelset ermöglicht nun die Validierung von Gebäudeinformationsmodellen anhand der aktuellen italienischen Vorschriften und der lokalen Bauordnung (Costa et al., 2021).

In einer anderen Studie wird eine prototypische Webanwendung für eine Beispielgemeinde im Südtiroler Kontext implementiert und evaluiert. Dabei werden einleitend drei beispielhafte Vorschriften aus der Bauordnung der Referenzgemeinde in ein DBM integriert. In einem weiteren Schritt wurde eine empirische Studie mittels qualitativer Experteninterviews zur Digitalisierung der Baugenehmigungsbehörden durchgeführt, um Einblicke in den aktuellen Prozess der Baugenehmigungsprüfung durch Baubeamte zu erhalten. Darauf aufbauend wurde ein Prozess für das Baugenehmigungsverfahren dokumentiert, siehe Abbildung 25. Dieser beinhaltet auch die notwendigen Schnittstellen für die Informationsübermittlung der vier genutzten digitalen Werkzeuge bzw. Softwares (Fauth et al., 2023).

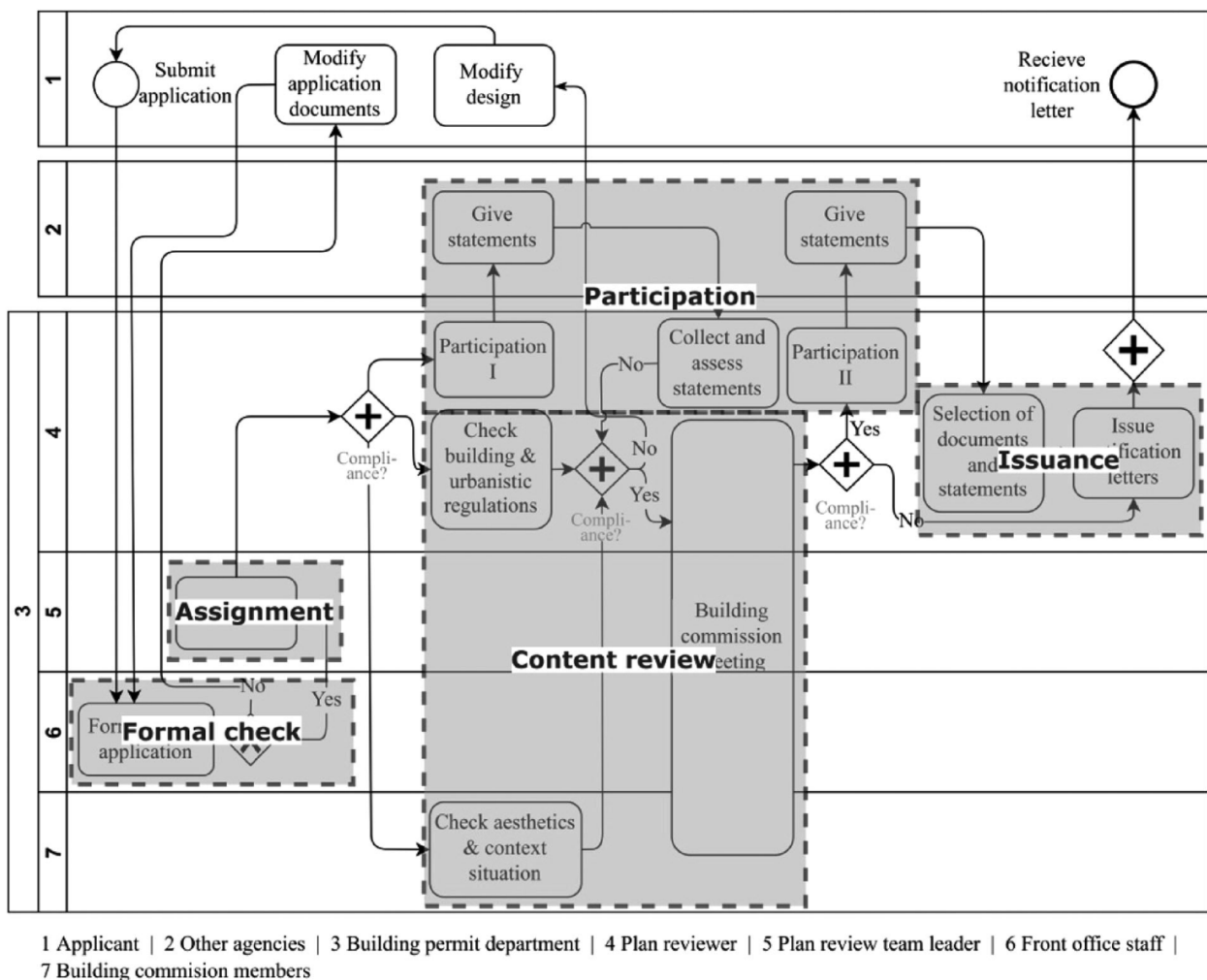


Abbildung 25, Baugenehmigungsverfahren in der Fallstudiengemeinde in Südtirol (Fauth et al., 2023, p. 525)

Die Ergebnisse dieser Studie zeigen, dass das DBM einen grossen Mehrwert für die gebäudebezogenen Projektinformationen, die städtebauliche und ingenieurtechnische Prüfung sowie die inhaltliche und ästhetische Prüfung bietet. In Baukommissionssitzungen ersetzt oder unterstützt es Planungsunterlagen, Fotodokumentationen oder physische Gebäudemodelle. Die Befragten erwarten durch den Einsatz von DBM keine Zeitersparnis bei der inhaltlichen Prüfung, sondern heben die Genauigkeit und

Fehlerreduktion als Vorteile hervor. Zeiteinsparungen werden jedoch bei formalen und administrativen Aufgaben, wie dem Kopieren und Einfügen von Informationen von einem Softwaretool in ein anderes, gesehen (Fauth et al., 2023).

2.5.8 Norwegen

In Norwegen tritt Statsbygg als Bauherr des Bundesstaates auf, dabei sind über 2300 Regierungsgebäude im in und Ausland in seinem Portfolio (Statsbygg Norway, 2024). Für die Digitalisierung von Gebäudeinformationen ist der Einsatz von BIM bei Statsbygg seit 2011 essentiell. Dazu haben sie einen Anforderungskatalog für BIM-Lieferungen entwickelt und fordern die Einhaltung bzw. Umsetzung bei allen staatlichen Projekten (buildingSMART International, 2022b; Statsbygg Norway, 2013).

Weiter steht seit 2020 ein Werkzeug zur automatischen Validierung von IFC-Dateien und Immobilienanforderungen zur Verfügung, was auf dem 'LOIN 300' basiert. Im Jahr 2021 wurde dieses an die Version 'IFC4' angepasst und um die Disziplin Landschaft sowie die Objektthemen Brandschutz und Akustik erweitert. Bereits ein Jahr später, 2022, folgte in 'SIMBA 2.1' die Erweiterung um die Aspekte: der Innenarchitektur, zu Wasser und Abwasser, zu Räumen sowie zu Umwelt und Sicherheit. Für bestehende Gebäude ist derzeit 'SIMBA X', ein standardisierter Anforderungskatalog für die Modellierung in der Anwendung, in der Entwicklung (Statsbygg Norway, 2022).

(Hjelseth, 2015b) untersuchte in seiner Studie DBM basierte Modellprüfungslösungen für Baugenehmigungen in Norwegen und Singapur. Beide Länder nutzen seit über einem Jahrzehnt modellbasierte Lösungen, die regelmässig angepasst wurden. Des Weiteren wurde eruiert, dass weder Norwegen noch Singapur Lösungen des jeweils anderen Landes kopiert, sondern voneinander gelernt und sie an die nationalen Gegebenheiten angepasst haben.

Eine andere Studie identifizierte, dass der Erfolg dieser Systeme auf einem ausgewogenen Zusammenspiel von integrierten Prozessen, Zusammenarbeit und interoperabler Technologie beruht (li & Hjelseth, 2021).

2.5.9 Österreich

Mit dem Forschungsprojekt Building Regulations Information for Submission Involvement (BRISE) untersuchte die Stadt Wien die Einsatzmöglichkeiten von unterschiedlichen digitalen Technologien wie: BIM, Künstliche Intelligenz (KI) und Augmented Reality (AR) bei Baubewilligungsverfahren (Stadt Wien, 2020).

(Urban et al., 2021) beschreiben, dass bei dem auf openBIM-basierten Bewilligungsverfahren spezifische Detaillierungsgrade für den LOG und LOI für Bauantragsmodelle festgelegt wurden, wobei in der Regel 'LOG/LOI 300' verwendet wird. Vgl. der Abbildung 26 wird im Projekt sowohl das Bauantragsmodell (BAM) als auch das Referenzmodell (REM = Gegenprüfmodell der Stadt Wien) in verschiedenen Detaillierungsgraden ausgearbeitet und den Einreichenden zur Verfügung gestellt (Krischmann et al., 2020, p. 340).

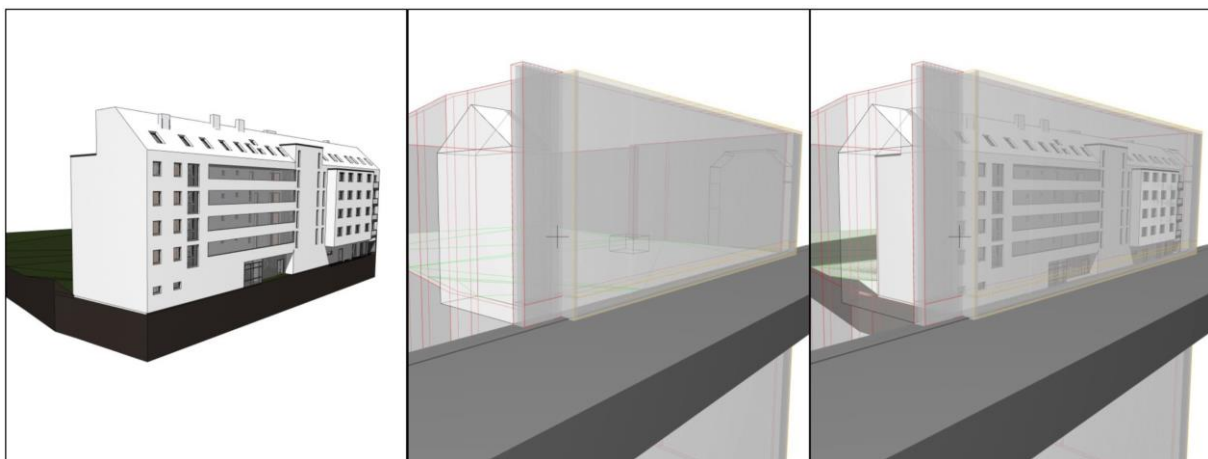


Abbildung 26, «Bauantragsmodell (links), Referenzmodell (Mitte) und Überlagerung beider Modelle (rechts)» (Krischmann, 2021)

Von Behördenseite stellt der Vermessungsplan die Grundlage für das von der Stadt Wien generierte REM dar, welches die baurechtliche Hülle für den Bereich des Bauantragsmodells darstellt. Der Vermessungsplan entspricht in seiner Grundstruktur einem traditionellen GIS-Plan, wird jedoch um spezifische, abgestimmte Informationen ergänzt, die für die automatisierte Erzeugung eines openBIM-REM erforderlich sind (Urban et al., 2021, pp. 3-5). Für die Umsetzung von automatisierten, Baurechtsprüfungen werden die BMC-Prüfroutinen mit der 'PrüfCloud' von Solibri umgesetzt (IDC AG, 2023, 2022).

Weiter beschreiben (Krischmann et al., 2020, pp. 342-343), dass die Prüfroutinen im Forschungsprojekt BRISE-Vienna durch einen iterativen Entwicklungsprozess erstellt werden, der in zwei Bereiche unterteilt ist: einen allgemein gültigen Bereich und einen speziell auf Bauanträge bezogenen Bereich. Dabei wird darauf Wert gelegt, dass die Entwicklungsprozesse nahtlos in den Realbetrieb übergehen können. Der allgemein gültige Bereich wird nach Projektende lediglich bei gesetzlichen Änderungen angepasst, während der bauantragsbezogene Bereich als Testumgebung dient.

In einem anderen Schwerpunkt beschreiben (Urban et al., 2022) die Entwicklung eines AR-Abnahmetools für die Kontrolle der technischen Gebäudeausrüstung durch die örtliche Bauaufsicht. Die Nutzung dieser neuen Software- und Hardwareanwendung ermöglicht eine signifikante Beschleunigung der Mängelaufzeichnung, einschliesslich der Nachbearbeitung und Eintragung in das 3D-BIM-Modell, im Vergleich mit der konventionellen Abnahme (Urban et al., 2022, p. 359).

Spezifischer auf die Baugenehmigung bezogen beschreiben (Gerger et al., 2023, pp. 11-12) wie AR die Digitalisierung der Planprüfung und öffentlichen Auflage revolutioniert. AR ermöglicht es Stadtbildkommissionen und Bürgern, Baupläne vor Ort zu prüfen und die Auswirkungen neuer Bauvorhaben auf das bestehende Stadtbild zu simulieren. Mit diesen neuen Mitteln kann eine intuitive, sachliche und umfassende Bewertung der Projektauswirkungen ermöglicht werden.

In Bezug auf den Einsatz von KI-Anwendungen beschreiben (Urban et al., 2021, pp. 6-8) einen dreistufigen Prozess. In der ersten Stufe wird eine Textanalyse mit Natural Language Processing (NLP) durchgeführt und verarbeitet. Es wird darauf hingewiesen, dass «solche Rechtstexte ... im Nominalstil verfasst» sind und bei solchen Textstilen noch sehr wenige Praxiserfahrungen gibt, weshalb die Resultate mit einer gewissen Vorsicht betrachtet werden sollten.

Im Folgeschritt werden aus der Analyse der Plandokumente zusätzliche Prüfregele abgeleitet. Dazu werden die aktuell gültigen, spezifischen textuellen Bestimmungen, die sich auf den jeweiligen Bauplatz beziehen, von den öffentlichen Servern der Stadt Wien geladen und verarbeitet.

In der dritten Stufe erfolgt die Synthese der vorherigen Prozesse. Die von der KI vorbereiteten und an die Prüfsoftware übergebenen Daten-Sammlungen aktivieren spezifische Prüfroutinen, welche eine umfassende und auf den Einzelfall abgestimmte Überprüfung des Bauantragsmodells einschliesslich aller relevanten städtischen Bauordnungen und speziellen Vorschriften ermöglichen.

Abgeleitet aus diesen vielen Studien wurde durch (Urban et al., 2024) ein fünfphasiger OpenBIM-Baugenehmigungsprozess entwickelt. In **'Phase 0'** beauftragt der Bauherr einen Planer mit der **Beurteilung der Bebaubarkeit** des Grundstücks auf der Grundlage von Flächennutzungsplänen, Bebauungsplänen und Bauvorschriften, bevor der Vermessungsplan in Auftrag gegeben wird. **'Phase 1'** umfasst die **Erstellung und Prüfung eines Vermessungsplans**, der als Grundlage für das BAM dient.

Die Vorprüfung der DBM erfolgt in **'Phase 2'** durch eine **halbautomatische Prüfung**, ohne dass die DBM bei der Baubehörde eingereicht werden müssen. Diese Phase basiert auf der Einreichung des DBM über openBIM spezifischer IFC und bietet einen automatisch erstellten Prüfbericht zur Fehlerkorrektur durch den Modellautor.

Dazu wird das eingereichte BAM mit einem REM verglichen und ausgewertet. Beim REM handelt es sich um ein dreidimensionales Modell im IFC-Format, das technische und geometrische Grundstücksinformationen wie z.B. die maximale Bebaubarkeit oder mögliche Gebäudeabstände enthält. Das REM ist ein geometrisches Gebilde inklusive grundstücksbezogene, alphanumerische Informationen im IFC-Format, das die äussere Bebaubarkeit (z. B. mögliche Bauhöhe, Gebäudeabstände, Auskragungen) auf dem Grundstück dreidimensional abbildet. Zusätzlich zum REM wird durch die Behörde aus den alphanumerischen Anforderungen für die jeweilige Baustelle (z.B. Parkordnung) das sogenannte Serviceinformationsmodell (SIM) mit Eigenschaftssätzen generiert.

Darauf aufbauend wird in 'Phase 3' die **digitale Einreichung und Prüfung** von openBIM eingeführt, welche dieselben Prüfungen beinhaltet wie bei der Vorprüfung, siehe Abbildung 27.

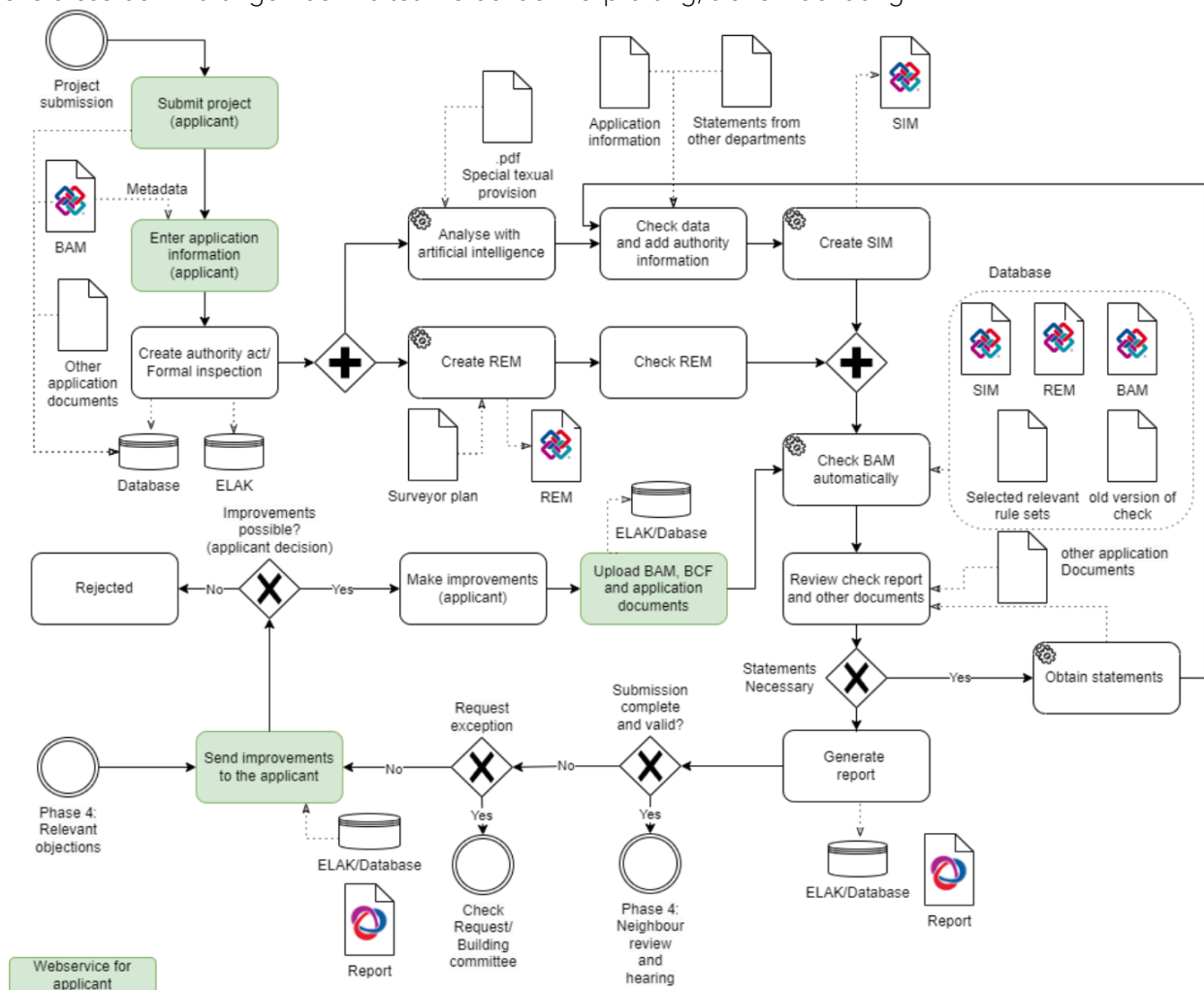


Abbildung 27, Prozess der openBIM-Einreichung und Prüfung in der 3. Phase (Urban et al., 2024, p. 11)

Zur Wahrung der Interessen Dritter wird in 'Phase 4' eine **Nachbarschaftsprüfung und Anhörung** durchgeführt, bei dem die geplanten Bauvorhaben mittels DBM den Nachbarn verständlich präsentiert werden. Die Baubehörde filtert dabei die relevanten Informationen heraus, bereitet diese als AR-Anwendung über Tablets vor und ermöglicht so die Einsichtnahme. Abschliessend wird in der 'Phase 5' die **Baugenehmigung halbautomatisch** erstellt und die Gebühren im Rahmen des openBIM-Genehmigungsprozesses umfangsabhängig berechnet. (Urban et al., 2024)

2.5.10 Schweden

In Schweden existieren bereits etliche Studien zum Austausch digitaler Informationen im Baugenehmigungsverfahren. So beschrieben (Harrie & Olsson, 2021, pp. 41-44) Baugenehmigungsprozesse und Datenlieferung in einem vereinfachten Verfahren, siehe Abbildung 28 [1] die Lieferung von Geodaten im IFC-Format an Planende; [2] einen detaillierten Projektentwicklungsplan; [3] die Einreichung der Baugenehmigung mittels IFC; [4] sowie der [5] automatischen Regelprüfung bis hin zur Geodatenübertragung für die Kartierung, den Kataster und das Grundbuchwesen (Harrie & Olsson, 2021).

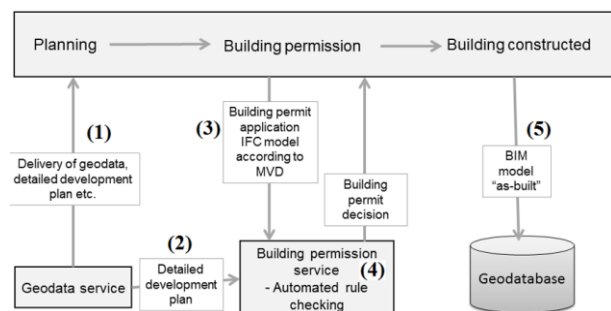


Abbildung 28, Baugenehmigungsprozesse und Datenlieferung in einem vereinfachten Verfahren (Harrie & Olsson, 2021, pp. 41)

2.6 Konklusion vom Stand der Praxis, Technik und der Forschung

Aufgrund vom vorangehenden Stand der Praxis, Technik und der Forschung lassen sich diverse Vor-, Nachteile und spannende Ansätze ableiten.

In einigen Gemeinden und Kantonen werden bereits heute **Referenzmodelle** für die mögliche Bebauungskubatur oder die Weiterentwicklung von lokale Nutzungsplanungen verwendet (Bau- und Verkehrsdepartement des Kantons Basel-Stadt, 2021; Gemeinde Hergiswil, 2023; Kanton Basel-Landschaft, 2024). Ähnliches Vorgehen wird im Forschungsprojekt BRISE-Vienna durch den technischen Vergleich vom geplanten Bauprojekt als Bauantragsmodell mit dem durch die Stadt zur Verfügung gestellten Referenzmodell angewandt (Krischmann et al., 2020).

Die Wandlung hin zu offen formulierten Bau- und Nutzungsordnungen führt zwangsmässig zu einer Zunahme der zu prüfenden Aspekte durch die Behörden (Pfister, 2023). Auf der anderen Seite stellen dieser steigende Aufwand für die Vollständigkeitsprüfung, die steigenden Anforderungen an die Nachweise sowie ein regelrechter Unterschriftenmarathon erhebliche Herausforderungen für die Planenden bzw. Einreichenden dar (Inauen & Altermatt, 2023).

Im **Baubewilligungsverfahrenprozess** hat sich der Einsatz von openBIM in mehreren Untersuchungen als vielversprechender Ansatz herauskristallisiert (Andrich et al., 2022; Ciotta et al., 2021; Raitviir & Republic of Estonia, 2021, p. 5; Urban et al., 2024). Estland hat in seinem Prüfprozess eine Vorstufe für die individuelle Vorprüfung der DBM vor der eigentlichen Einreichung (Raitviir & Republic of Estonia, 2021). (Ullah et al., 2022) zeigen die potenziellen Vorteile der Einführung von BIM im Baugenehmigungsprozess in Estland. (Urban et al., 2024) beschreiben einen fünfphasigen openBIM-Baugenehmigungsprozess, bei dem die Einreichenden in 'Phase 2' eine Vorprüfung der DBM durchführen und diese in 'Phase 3' digital einreichen können, wo auch automatisierte und regelbasierte Prüfungen seitens der Behörde angewendet werden. Eine norwegische Studie zeigt, dass der Erfolg dieser digitalen Baugenehmigungssysteme auf einem ausgewogenen Zusammenspiel von integrierten Prozessen, Zusammenarbeit und interoperablen Technologien basieren muss (Hjelseth, 2015b). In Schweden stellen die nationalen Vermessungsämter und die Gemeinden Geodaten für die Entwurfs- und Planungsphase zur Verfügung, und in einigen Fällen werden BIM bei der Baugenehmigung verwendet, wobei der Automatisierungsgrad bei der Prüfung von Baugenehmigungsanträgen sehr gering ist (Harrie & Olsson, 2021). In der Schweiz ist aufgrund vom Föderalismus eine Vielzahl an unterschiedlichen Baubewilligungsverfahren vorhanden (BV Art. 27, 2016; Schweizerische Eidgenossenschaft, 2023). Diese sind in der praktischen Umsetzung sehr komplex und es ist eine uneinheitliche und grosse Varianz in der Abwicklung festzustellen (Pfister, 2023).

Bei der Betrachtung des erforderlichen **Detailierungsgrades** ist interessanter Ansatz zu erkennen, bei dem nur ein notwendiges Mindestmass an Informationen gefordert und geprüft werden soll (Dragila Salis, 2024). Spezifischer sollen so phasengerechte Anforderungen im: Volumenmodell, Freiraummodell, Bauteilmodell oder Nutzungsmodell eingebettet bzw. gefordert werden (Inauen in, buildingSMART Switzerland et al., 2024). Wo möglich sollen quantitative Auswertungen mittels Simulationen, Benchmark-Berechnungen oder automatischen Regelprüfungen erfolgen (Dilhas in, buildingSMART Switzerland et al., 2024; Fauth, 2021; Meacham, 2010; Zhong et al., 2012).

Das Konzept der **Informationsbedarfstiefe** (LOIN) kann für die Beurteilung optischer Aspekte (LOG) und Beurteilung technischer Aspekte (LOI) für viele Bauteile direkt für den Baubewilligungsprozess übernommen werden (Bauen digital Schweiz & buildingSMART Switzerland, 2024b). In verschiedenen Quellen wird darauf hingewiesen, dass für die Bauantragsvorlagen spezifische Detaillierungsgrade für LOG und LOI festgelegt wurden, in der Regel wurde jedoch auf 'LOG/LOI 300' zurückgegriffen (Canton de Genève & Vincendon, 2023; Government of Singapore, 2023; Järvenpää Rakentaminen, 2021; Krischmann et al., 2020; Statsbygg Norway, 2022).

Aus der Sicht der Prüfenden ist es essenziell **konsistente Daten** zu erhalten und damit die Vollständigkeit der eingereichten Dossiers sicherzustellen, was heute z.B. mit Erfassungsassistenten erfolgt (Knecht, 2024). Eine weitere Entwicklung zur konsistenten Datenübermittlung sind interkantonal harmonisierte Baueingabeportale (Inosca, 2022). Der Verein E-Government Schweiz fördert die Transparenz im Prozess und die einheitliche Mehrfachnutzung von Informationen (Verein eCH, 2018). So können

Geoinformationen 'eCH-0056', Objektinfos 'eCH-0129', Gebäude- und Wohnungsinfos 'eCH-0216' oder zum Baugesuch 'eCH-0211' mit entsprechender Datenaufbereitung behördenübergreifend genutzt werden. Daten und Meldungen die im Rahmen elektronischer Baugesuchsverfahren zwischen den Einreichenden und Prüfenden mittels 'eCH-0211' übermittelt werden, können die Transparenz vom Baugenehmigungsprozess aktiv fördern. (eCH-0056 et al., 2016; eCH-0127 et al., 2017; eCH-0129 et al., 2022; eCH-0211 et al., 2024; eCH-0216 et al., 2019)

Bei der Beurteilung von Bauvorschriften liegen grösste Herausforderung in der Einteilung von **objektiven und subjektiven** Aspekten (Fauth, 2021). Selbes wird bei der Unterscheidung von leistungs- bzw. präskriptionsbasierten Modellprüfung festgestellt (Hjelseth, 2012; Meacham, 2010; Zhong et al., 2012) Vier eindeutig definierte Konzepte für die Modellprüfung können die Basis für die Modularisierung von behördlichen Validierungssystemen bilden (Hjelseth & Nisbet, 2010). (Raitviir & Saar, 2021) erörtern dass: transparente und nachvollziehbare Regelauslegungen; evidenzbasierte semantische Anreicherung; modifizierbare, wartbare Regelkodierung; überprüfbare, anfechtbare Regelausführung sowie iterative Prozesse die Entscheidungsunterstützung massgebend beeinflussen. Für eine automatisches Regelprüfungssystem muss eine minimale Anzahl an Funktionen zur Konformitätsprüfung vorhanden sein um einen entsprechende Zeitersparnis zu erlangen (Eastman et al., 2009). Mehrere Quellen beschreiben die erfolgreiche, technische Entwicklung von automatisierten Prüfung der Einhaltung von Bauvorschriften (Ding et al., 2006; Eastman et al., 2009; Ponnwitz & Bargstaedt, 2019, p. 1562; Zou et al., 2022). Generell ist ersichtlich, dass die technischen Möglichkeiten gross sind. In jedem Fall wird aber ein qualitativ hochstehender Input und präzise formulierte Regeln für die Verarbeitung vorausgesetzt (Hjelseth, 2015a). Die automatisierten Konformitätsprüfungen sind vorwiegend im geometrisch-topologischen Bereich möglich, bislang gibt es noch keine umfassende Anwendungen auf DBM (Preidel et al. in, Borrmann et al., 2021; Kog & Swaddiwudhipong, 2000; Noardo et al., 2020). Wenn einem automatischen System und seinen Ergebnissen vertraut wird, haben Black-Box- und White-Box-Methoden zukünftig einen vernachlässigbaren Einfluss (Preidel et al. in, Borrmann et al., 2021).

Im Rahmen einer studienbegleitenden **Praxisumsetzung** wurden lokale Vorschriften in maschinenlesbare Regeln überführt, um sie für die Baugenehmigung maschinenlesbar und auswertbar zu machen (Costa et al., 2021). (Andrich et al., 2022) beschreiben die Bewertung städtebaulicher Aspekte mit Hilfe von openBIM DBM. In Finnland existiert bereits ein kollaboratives, webbasiertes 'City-Publishing-Tool' zur Wahrung der Interessen Dritter mittels DBM und aktuellem Prüfstatus wie (in Prüfung, genehmigt, in Überarbeitung usw. (City of Järvenpää, 2023; Sova3D Oy, 2023). Ähnlich wird im Südtiroler Kontext eine prototypische Webanwendung mit drei beispielhaften Bauvorschriften der Referenzgemeinde in ein openBIM-DBM integriert (Fauth et al., 2023). Mithilfe von AR wird es Stadtbildkommissionen und Bürgern ermöglicht, Baupläne vor Ort zu begutachten, die Auswirkungen neuer Bauvorhaben auf das bestehende Stadtbild zu simulieren und die öffentliche Auflage vereinfacht zugänglich gemacht (Gerger et al., 2023, pp. 11-12).

In Bezug auf das **Einsparpotenzial durch den Einsatz von DBM** im Baubewilligungsprozess wird beschrieben, dass eine Zeitersparnis von 20% im Vergleich zur konventionellen Abwicklung erreicht werden kann (buildingSMART Deutschland e. V., 2023; Mittelstand-Digital Zentrum Bau, 2022). Auch (Ciotta et al., 2021) beschreiben mit ihrem IFC-basierten Ansatz eine Beschleunigung im Kontext der seismischen Baugenehmigung. Mit dem Einsatz von Algorithmen im Planprüfungsverfahren konnte die Bearbeitungszeit sogar um 40-80% reduziert werden (Messaoudi, 2020). (Klooster et al., 2019b) umschreiben weitere mögliche Zeiteinsparungen von 55 % für Bau- und Nutzungsgenehmigungen und je nach Komplexität zwischen 25 % für einfache und 80 % für komplexe Gebäude. Bereits 2009 konnten 92% der Baupläne und 77% der Haustechnikvorschriften mit der automatisierten Regelkontrolle auf Einhaltung geprüft werden (Eastman et al., 2009, p. 1017). Der Erfolg der digitalen Baugenehmigung mittels DBM basiert auf einem ausgewogenen Zusammenspiel von integrierten Prozessen, Kooperation und interoperablen Technologien (Li & Hjelseth, 2021).

3 Beschreibung des Forschungsbedarfs

Die bisherige Forschung zum Baubewilligungsverfahrenprozess reicht nicht aus. Vergangene Forschungen betrachten Digitalisierungen bzw. Automatisierungen von Einzelschritten ohne die bestehenden Gesetze und die daraus resultierenden Prozesse kritisch zu hinterfragen (Fauth et al., 2023). Das Zusammenspiel von integrierten Prozessen und interdisziplinärer Zusammenarbeit und interoperablen Technologien hat einen markanten Einfluss auf den Erfolg eines solchen Gesamtsystems, wird aber nur in fortschrittlichen Behörden umgesetzt (Hjelseth, 2015b).

Die wissenschaftliche Relevanz liegt daher in der Erforschung einer ganzheitlichen Integration von DBM in den Baubewilligungsprozess, um Zeit- und Prüfaufwände zu reduzieren sowie die Verfahrenstransparenz zu erhöhen. Dazu wird einleitend der aktuelle Stand der Praxis, Technik und Forschung untersucht, um alle Einflüsse identifizieren und abgrenzen zu können. Die Betrachtung von rechtlichen, organisatorischen und technischen Möglichkeiten im Zusammenhang mit Herausforderungen, Chancen und Mehrwertpotenzialen stellt eine grosse Aufgabe dar. Ihre Adaption auf einen neuen Verfahrensprozess ergibt den Kern dieser Master-Thesis.

Um die Ziele auf wissenschaftlicher Ebene zu erreichen, soll folgende **Hauptfragestellung** beantwortet werden:

- Wie sieht der Prozess eines digitalen Baubewilligungsverfahrens aus, bei dem digitale Bauwerksmodelle genutzt werden?

und folgende **Teilfragen** beantwortet werden:

für die **theoretische Variantenbildung**:

- Welche Mehrwertpotentiale können digitale Bauwerksmodelle beim Baubewilligungsverfahren erzeugen?
- Worin liegen die grössten Herausforderungen und Chancen bei der Nutzung von digitalen Bauwerksmodellen im Baubewilligungsverfahrenprozess?
- Wie unterscheidet sich dieser neue Prozess mit einem digitalen Baubewilligungsverfahren vom aktuellen Prozess?
- Welche baurechtlichen Aspekte sollen in Zukunft mittels digitalen Bauwerksmodellen geprüft werden (und in welchem Detailierungsgrad) und welche weiterhin auf der Basis von Dokumenten?
- Welche Herausforderungen ergeben sich für den Rechtsschutz von betroffenen Dritten (Einsprechende) und wie werden diese gelöst?

für eine **regelbasierte Umsetzung**:

- In welchen Schritten kann ein exemplarischer Anwendungsfall im Baubewilligungsverfahren implementiert werden, bei dem digitale Bauwerksmodelle genutzt werden?
- Wie wirkt sich die Durchführung eines exemplarischen Anwendungsfalles auf seine Verfahrensdauer aus?

4 Methodik

Die Grundlage dieser Studie bildet eine umfassende Recherche, welche die grundlegenden Konzepte, Theorien und aktuellen Entwicklungen im Bereich der digitalen Baubewilligungsverfahren erfasst. Einleitend wird eine Literaturanalyse zu den Akteursgruppen, zur BIM-Methodik, zu digitalen Baueingabeprüfungen, zu Baubewilligungsverfahren in der Schweiz insbesondere bei der Stadt Thun und zu Baubewilligungsverfahren in anderen Ländern durchgeführt. Das zusammengefasste Literaturrecherche Protokoll ist im Diagramm 1 und das ausführliche Rechercheprotokoll im Anhang 'A0 - Rechercheprotokoll_MTH_tbw.xlsx' dargestellt. Ergänzend werden gezielte und spezifische Internetrecherchen bei nationalen und internationalen Behörden sowie Dokumentenstudien durchgeführt. Unstrukturierte Befragungen, Gespräche und Beobachtungen mit verschiedenen Akteuren des Baubewilligungsverfahrensprozesses und Personen mit Expertise runden diese Basis ab.

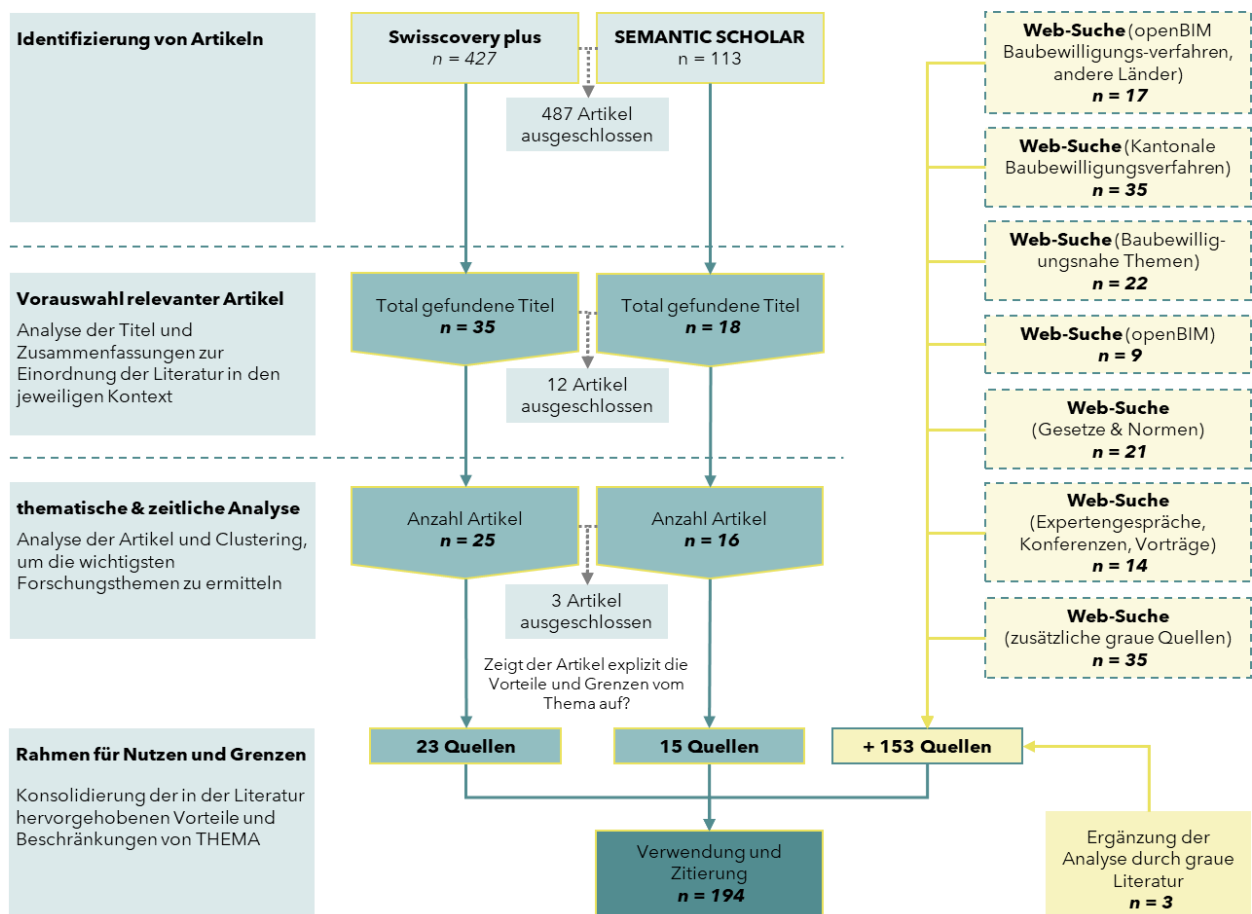


Diagramm 1, Literaturrecherche Protokoll nach Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA) (eigene Abbildung)

Aus den Schlussfolgerungen zum Stand der Praxis, Technik und Forschung wird das endgültige Forschungsdesign abgeleitet. Dazu wird der geplante Ablaufplan für das Vorgehen in den Phasen drei und fünf angepasst, siehe Abbildung 29. Dies ist dem Umstand geschuldet, dass keine Studien zu: Mehrwertpotentialen, Chancen und Herausforderungen bei Baubewilligungsverfahren mit digitalen Bauwerksmodellen existieren. Daher konnten keine Messgrößen definiert werden und diese Aspekte müssen im Rahmen dieser Studie erarbeitet werden. Dazu wird Phase fünf zusätzlich von Experteninterviews auf Fokusgruppen umgestellt.

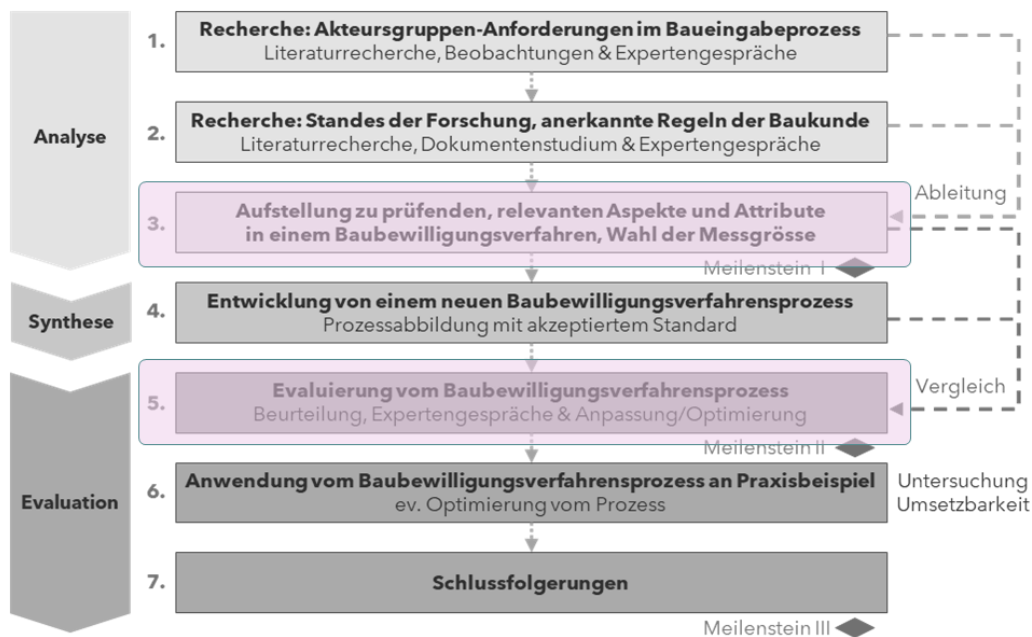


Abbildung 29, geplanter Ablaufplan zur Vorgehensweise (eigene Abbildung)

4.1 Forschungsdesign

Die Master-These erfolgt nach dem in der Abbildung 30 dargestellten **Forschungsdesign** und den nachfolgenden Schritt- und Methodenerörterungen. Die Schritte '0, 8, 9' werden nicht weiter erörtert. Drei geplante Meilensteine dienen als Transparenz- und Steuerungshilfe bei der Projektumsetzung.



Abbildung 30, Forschungsdesign der Master-These (eigene Abbildung)

4.2 Analyse

1.& 2. Phase, theoretische und praktische Datenerhebung

Einleitend wird eine theoretische und praktische Datenerhebung durchgeführt. Hauptziel ist es, die Anforderungen der verschiedenen Akteursgruppen zu klären: Bestellende, Planende, Prüfende und Einsprechende, zu klären und sicherzustellen, dass deren Interessen und Ansprüche als Grundlage verwendet werden können. Dabei werden sowohl die baurechtlichen Aspekte als auch die Mindestanforderungen für die Erteilung einer Baugenehmigung unter Berücksichtigung des Zeitpunktes der Rechtssicherheit sorgfältig recherchiert.

Weiter werden der aktuelle Stand der Forschung, die anerkannten Regeln der Baukunst, die geltenden Normen und technischen Richtlinien mittels Literaturrecherche, Dokumentenstudium und Expertengesprächen ermittelt. Dazu gehört auch die Datenerhebung von Bauantragsverfahren in anderen internationalen Städten wie Wien, Järvenpää etc. Dabei stehen sowohl prozessuale als auch technische Umsetzungen im Mittelpunkt der Betrachtung.

Der Verfasser liess sich dabei von den Dissertationen der Autor*innen (Fauth, 2021; Lindner, 2023; Olen-der, 2018; Rosen, 2020; Schlabach, 2013) inspirieren.

3. Phase, Analyse - Auswertung Datenerhebung, Definition Forschungsdesign und Organisation Fokusgruppen

In dieser Phase wird die Datenerhebung ausgewertet. Dazu wird eine Aufstellung bzw. Auflistung der zu prüfenden Aspekte erstellt, die durch das Studium von Gesetzen, Verordnungen, Reglementen und Dokumenten sowie durch Expertengespräche ermittelt werden. Dabei werden Kriterien wie Ortsbild, Baustandards, Energieausweis und Grenzabstände berücksichtigt. Weiters werden die einzureichenden Unterlagen auf ihre sachlichen Inhalte geprüft, um diese später mittels Mapping in die IFC-Struktur zu überführen.

Aus den gewonnenen Erkenntnissen der Analysephase wird das endgültige Forschungsdesign abgeleitet. Eine Essenz ist die Anpassung von der 'Wahl von Messgrössen und Definition von Evaluationskriterien' hin zur Resultate Validierung mittels Fokusgruppen. Dazu werden zeitnah Termine festgelegt, Teilnehmende gesucht, die Diskussionsthemen und der Ablauf der Fokusgruppen definiert sowie eine 'Einwilligung in die Teilnahme an einer Fokusgruppe' erstellt, diese dem Anhang 'A9.2 - Kap.5.7_Einwilligung in die Teilnahme an einer Fokusgruppe.pdf' zu entnehmen.

Meilenstein 1, Besprechung Erkenntnisse Datenerhebung und Validierungsvorgehen: Besprechung mit Thesis Expertin & Stadt Thun

4.3 Synthese

4. Phase, Synthese - Entwicklung neuer Baubewilligungsverfahrensprozess

Auf der erarbeiteten Grundlage wird ein neuer **Baubewilligungsverfahrensprozess** entwickelt, der auf digitalen Bauwerksmodellen basiert und eine Prozessabbildung in einem akzeptierten Standard vorsieht. Die Dokumentation aller eigens erstellten Prozessdiagramme erfolgte dabei mit der Software 'Draw.io'. In einem ergänzenden Dokument wird in Anlehnung an (Bauen digital Schweiz & buildingSMART Switzerland, 2024b) definiert, welche Informationen in welcher Qualität von wem zu welchem Zeitpunkt benötigt werden, siehe Anhang 'A3 - Kap.5.2.2_1.0.3_Materielle Prüfung_Kt.Bern_2015.xlsx'.

Zusätzlich wird eine Methodik zur Datenaufbereitung und Modularisierung von Prüfreden sowie ein Vorgehen zur Umsetzung eines exemplarischen Anwendungsfalles in der Stadt Thun entwickelt. Die **Methodik zur Datenaufbereitung** erfolgt in Anlehnung an (Nawari & Alsaffar, 2015) und die **Modularisierung von Prüfreden** erfolgt durch eine Adaption vom Ordnungsrahmen des Informationsmanagements nach (Krcmar, 2015, p. 107). Für die **Umsetzung und Implementierung vom exemplarischen Anwendungsfall** wird mittels Autorensoftware 'Archicad 26' das Bauwerksmodell und das Referenzmodell erstellt, siehe Anhang 'A6.1 - Kap.5.3.1_Bauwerksmodell.ifc' und 'A6.2 - Kap.5.3.1_Referenzmodell.ifc'. Diesen beiden DBM werden anschliessend mit Hilfe des selbst erstellten Regelset und der BMC-Software 'Solibri Office,

Version 9.13.8' auf deren Gesetzeskonformität gegengeprüft, siehe Anhang 'A6.3 - Kap.5.3.1_Formelle Prüfung.cset'.

Der strukturelle Aufbau des **Prototyps** erfolgt auf Basis der prozessualen Anforderungen des neuen Verfahrensablaufs. Daraus wird ein Ablaufschema für die automatisierte Umsetzung der Vorstufe abgeleitet, welches in einem weiteren Bearbeitungsschritt mit der Programmiersprache Python kodiert und in 'Visual Studio Code' umgesetzt wird.

Um die praktischen **Mehrwertpotentiale** durch den Einsatz von digitalen Bauwerksmodellen zu ermitteln, werden Prozesstätigkeiten wie die Kommunikation zwischen Einreichenden und Prüfenden mit der BMC-Software 'Solibri Office, Version 9.13.8' praktisch simuliert. Dazu werden spezifische Artikel aus dem Baureglement der Stadt Thun maschinenlesbar übersetzt, Prüfungen durchgeführt und mit den technischen Möglichkeiten dokumentiert. Und es werden bestehende Status aus dem 'eCH-0129 - Datenstandard Objektwesen' mit dem neuen Verfahrensprozess verglichen und allfällige Status reduziert oder hinzugefügt.

Zur Erarbeitung der **Chancen und Herausforderungen** bei der Nutzung von digitalen Bauwerksmodellen werden die Rechercheergebnisse und technischen Möglichkeiten aus der Recherche sowie aus ergänzenden Expertengesprächen und den daraus gewonnenen Informationen und Bildmaterialien zusammengeführt. Daraus abgeleitet werden spezifische Aspekte für die Öffentlichkeitsarbeit und die Kommissionsarbeit aufgezeigt.

Die Mehrwertpotentiale sowie Chancen und Herausforderungen werden zusätzlich durch die Aussagen und Diskussionsergebnisse der beiden Fokusgruppen ergänzt.

4.4 Evaluation

5. Phase, Evaluierung neuer Baubewilligungsverfahrensprozess

Die Evaluierung erfolgt in Form einer Diskussion in mehreren Fokusgruppen sowohl mit Baubehördenmitarbeitenden (Prüfende) als auch mit den Planenden (Einreichende), die in den meisten Fällen die Investierenden vertreten. Mit den unstrukturierten und offenen Diskussionen sollen erste Experten*innen-Meinungen zu den nachfolgenden Aspekten eingeholt werden:

- **Chancen und Herausforderungen** bei der Nutzung von digitalen Bauwerksmodellen (bei der Baueingabe)
- Einfluss auf die **Transparenz über den Verlauf** des Baubewilligungsverfahrens
- Einfluss auf die **Transparenz beim Prüffortschritt**
- **Mehrwertpotentiale** durch die Nutzung von digitalen Bauwerksmodellen bei der Baueingabe (Bspw. Vorstufe/Vorprüfung ob alle Parameter den gesetzlichen Vorschriften entsprechen)

Hierzu erhalten die Teilnehmenden vorab eine telefonische Vorbesprechung und eine E-Mail mit Hinweisen zur Diskussionsvorbereitung, siehe Anlage 'A9.1 - Kap.5.7_Diskussionsthemen und der Ablauf-Fokusgruppe.pdf'. Die Durchführung erfolgt online durch 'MS-Teams', wird in Schweizerdeutsch durchgeführt und per Video aufgezeichnet. Als Leitfaden dient der provisorische Ablauf der Fokusgruppen gemäss den Beilagen 'A7 - Kap.5.7.1_Ablauf Fokusgruppe «Prüfende».pdf' und 'A8 - Kap.5.7.2_Ablauf Fokusgruppe «Einreichende».pdf'. Die Aussagen wurden nicht transkribiert, sondern vom Verfasser auf der Basis des Stichwortprotokolls und der Videoaufzeichnung in Schweizerdeutsch, nüchtern und neutral in Schriftsprache formuliert. Die Aussagen der Teilnehmenden sind in anonymisierter Form dokumentiert. Abschliessend werden die Kernaussagen thematisch gruppiert als Diskussionsergebnisse dokumentiert.

Meilenstein 2, Ergebnisse nach der Evaluierung: Diskussion der einzelnen Aussagen und Meinungen sowie der daraus abgeleiteten Ergebnisse für die Überarbeitung meinerseits mit der Thesis Expertin, der Stadt Thun und Wolf Sebastian Seidel aus rechtlicher Sicht.

6. & 7. Phase, Evaluierung - Anwendung vom neuen Prozess an Praxisbeispiel und Schlussfolgerung

Vor dem Abschluss werden die Entwurfsarbeiten und die technische Umsetzung durchgeführt. Dabei erfolgt eine Anwendung des neu entwickelten Baubewilligungsprozesses für die exemplarische Erprobung bei der Partnerstadt Thun. Grundlage bildet der strukturelle Aufbau des Prototyps in Kapitel 5.2.3. Das Vorgehen zur Umsetzung des exemplarischen Anwendungsfalles der Stadt Thun wird in Kapitel 5.3 ausführlich dokumentiert.

Meilenstein 3, Schlussfolgerungen: Besprechung der Schlussfolgerung mit Thesis Expertin

5 Ergebnisse

Abgeleitet aus der Literaturrecherche, Dokumentenstudium und Expertengesprächen wurde primär ein neuer Verfahrensprozess für die Baubewilligung mit digitalen Bauwerksmodellen entwickelt. In diesem Kapitel werden die Forschungsergebnisse präsentiert, die sich auf verschiedene Entwicklungsaspekte konzentrieren.

Einleitend wird der Verfahrensprozess für Baubewilligungen mit digitalen Bauwerksmodellen erörtert. Gefolgt von den Ansätzen und Grenzen der automatisierten Regelprüfung im Hinblick auf baurechtliche Aspekte untersucht. Das Vorgehen zur Implementierung wird an einem exemplarischen Anwendungsfall bei der Stadt Thun aufgezeigt. Erkenntnisse aus Fokusgruppen bilden die Basis für den Vergleich der Verfahrensdauer zwischen konventionellen Methoden und der Verwendung von DBM. Weiter werden Mehrwertpotenziale, die Chancen und Herausforderungen aber auch die Herausforderungen für den Rechtsschutz von betroffenen Dritten, insbesondere Einsprechenden, erörtert.

5.1 Verfahrensprozess für Baubewilligungen mit digitalen Bauwerksmodellen

Der neu entwickelte Prozess für Baubewilligungen vgl. der Abbildung 31 basiert auf digitalen Bauwerksmodellen, spezifischer auf dem standardisierten und offen dokumentierten Datenmodell von IFC. Der Prozess bildet in horizontaler Richtung bzw. von links nach rechts den Verlauf der Stufen ab. Mithilfe der Unterteilung in vertikaler Richtung sind Schwimmbahnen für die Akteure: Einreichende, Prüfende, Einsprechende und das automatisierte Prüfsystem ersichtlich. Dadurch lassen sich die Tätigkeiten über den Prozessverlauf Akteurs bezogen zuordnen und die daraus resultierenden Abhängigkeiten werden übersichtlich dargestellt.

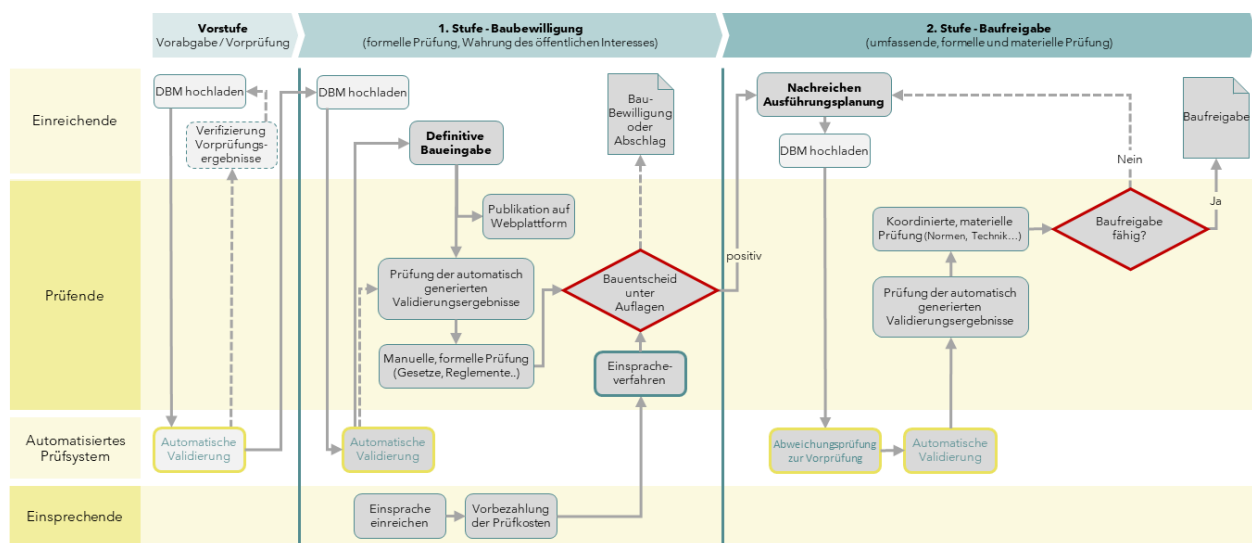


Abbildung 31, vereinfachter Verfahrensprozess für Baubewilligungen mit DBM (eigene Abbildung)

In der **Vorstufe** wird eine formelle Prüfung aller objektiv beurteilbaren bzw. maschinell auswertbaren Aspekte ermöglicht, wobei stets die geltenden Artikel im Baureglement der Gemeinde massgebend sind. Diese Prüfungen können in beliebiger Anzahl durchgeführt werden, und die Einreichenden erhalten direkt eine Rückmeldung darüber, ob ihr eingereichtes digitales Bauwerksmodell den Anforderungen entspricht. Fehlerhafte Bauwerksmodelle und unvollständige Unterlagen werden von vornherein aussortiert und können gar nicht als Baueingabe eingereicht werden.

Die eigentliche Bearbeitung vom Baugesuch gliedert sich in die zwei aufbauende Stufen der 'Baubewilligung' in der ersten Stufe gefolgt von der 'Baufreigabe' in der zweiten Stufe. In der **ersten Stufe** wird das Gebäudes in seiner Wirkung gegen Aussen und den daraus resultierenden Immissionen betrachtet. Folglich erfolgt in dieser Phase die Beurteilung des Bauvorhabens aus formeller/rechtlicher Sicht in einem grösseren Kontext. Konkreter werden dabei Prüfaspkte wie in der Tabelle 2 aufgelistet berücksichtigt. Die **zweite Stufe**, fokussiert sich auf die detaillierte, materielle Prüfung des Gebäudes selbst. Darin erfolgt die Betrachtung eines Gebäudes nach innen und als einzelnes, individuelles Objekt. Erst in dieser

Phase werden die Aspekte der rechten Seite derselben Tabelle geprüft. Die aufgelisteten Aspekte beider Stufen sind nicht abschliessend.

Tabelle 2, Stufenabhängige Prüfaspunkte im Baubewilligungsverfahren mit DBM

Erste Stufe - Baubewilligung (alle geltenden Artikel im Baureglement der Gemeinde)	Zweite Stufe - Baufreigabe
Dichte/Grenzabstände	Behindertengerechtes Bauen (SIA 500)
Freiraum	Brandschutz
Gewässerschutz	CO ₂ -Belastung / Energienachweise
Lärmemissionen	Ertragsflächen
Nutzungsanordnung	Grundrissqualität
Ortsbild (Fassade)	Haustechnik
Quartierklima	Innenarchitektur
Quartierklima	Kosten
Schattenwurf	Lärmschutz
Städtebau	Statik
Verkehr	

5.1.1 Vorstufe (Vorabgabe / Vorprüfung)

Nachfolgend die Beschreibung der Tätigkeiten entsprechend dem Prozessschema in der Abbildung 32.

Der Prozessschritt 'Vorstufe' beginnt damit, dass die Einreichenden das DBM über die Online-Plattform hochladen [01]. Dieses DBM wird dann einem automatisierten Prüfsystem unterzogen, das verschiedene Schritte durchläuft.

Zunächst erfolgt eine **automatische Validierung** des DBM, um festzustellen ob es sich um ein gültiges IFC-Modell handelt [02]. Diese Validierung wird mittels Python-Skript durchgeführt, welches in Kapitel 5.2.3 ausführlich beschrieben wird. Wenn das DBM nicht gültig ist, wird den Einreichenden zusammen mit einem detaillierten Bericht über die festgestellten Mängel, direkt ein Rückmeldung gegeben.

Die Einreichenden werden daraufhin aufgefordert, das DBM zu überarbeiten oder Fehler zu korrigieren [09].

Wenn das DBM als gültig erkannt wird, erfolgt die Speicherung des Modells auf dem Server der Behörde [03].

Anschliessend wird eine automatische BIM-basierte Modellprüfung (BMC-Prüfung) der ortsrelevanten und maschinell auswertbaren Aspekte durchgeführt [04], siehe Anhang 'A6.3 - Kap.5.3.1_Formelle Prüfung.cset'. Nach der Modellprüfung wird das Datenmodell validiert [05], und es wird ein Vorbericht erstellt [06].

Dieser Vorbericht wird dann an die Einreichenden versandt [07]. Schliesslich ist es Aufgabe der Einreichenden, die Ergebnisse der Vorprüfung zu verifizieren [08] und gegebenenfalls weitere Schritte wie eine Überarbeitung [09] oder die definitive Baueingabe einzuleiten.

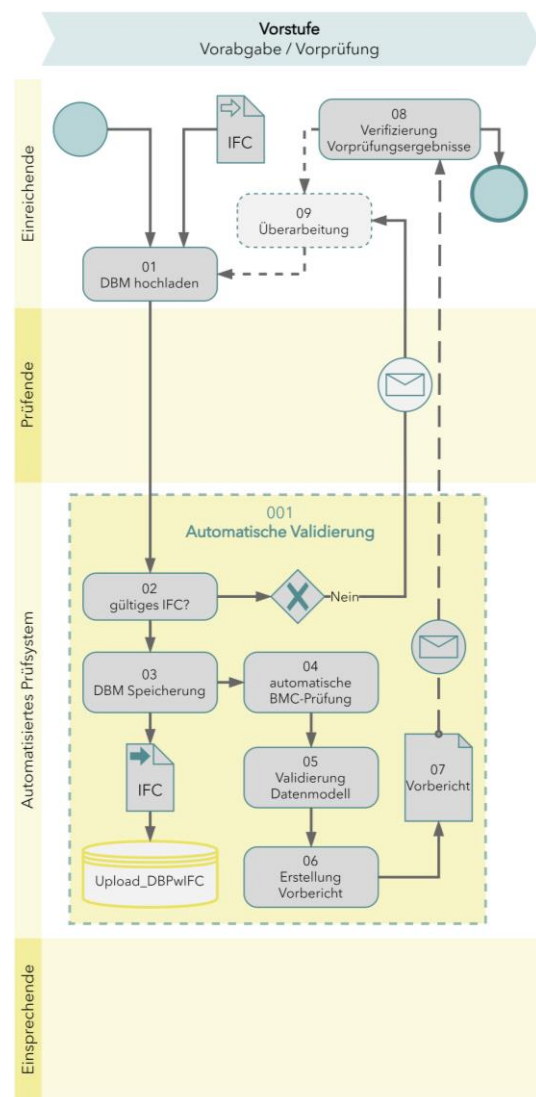


Abbildung 32, Prozessschritt 'Vorstufe', Vorabgabe und Vorprüfung (eigene Abbildung)

5.1.2 Erste Stufe - Baubewilligung

Im Folgenden die Beschreibung der Aktivitäten gemäss dem Prozessschema in Abbildung 34.

Der Prozessschritt '1. Stufe - Baubewilligung' beginnt wie in der 'Vorstufe' damit, dass die Einreichenden das DBM über die Online-Plattform hochladen [01]. Während dem automatischen Validierungsvorgang entscheiden die Einreichenden, dass es sich um eine definitive Baueingabe handelt [100]. Parallel dazu sind die äusseren Umrisse des Bauvorhabens im Gelände abstecken und durch Profile kenntlich machen [101], die u.a. die Fassadenhöhen, die Dachneigung und weitere relevante Angaben nach (BewD, 2023) enthalten.

Das automatisierte Prüfsystem führt eine automatische Validierung durch und kopiert die eingereichte Datei auf den Baubewilligungsserver 'Permit_Server' [001]. Mit dem Einreichen der definitiven Baueingabe sendet das automatisierte Prüfsystem selbständig eine Eingangsbestätigung an die Einreichenden [002].

Die Prüfenden avisieren und veröffentlichen die Baupublikationsauflage, um das Gesuch gesetzeskonform bekannt zu machen [110]. Dies erfolgt durch Publikation an zwei aufeinander folgenden Ausgabebtagen im amtlichen Publikationsorgan der Gemeinde. Zusätzlich wird das DBM auf einer Webplattform zur öffentlichen Einsichtnahme publiziert [111]. Die automatisch generierten Validierungsergebnisse werden von den Prüfenden eingesehen und plausibilisiert [112]. Festgestellte Mängel und Abweichungen werden zusammen mit den subjektiv beurteilbaren Aspekten einer formalen Prüfung unterzogen [113]. Dabei erfolgt die Beurteilung der Immissionen in einem grösseren Kontext gemäss geltender Gesetze und Reglemente. Je nach Ergebnis wird entschieden, ob eine Bereinigung/Nachbesserung durch die Einreichenden erforderlich ist [114]. Bei negativem Ergebnis fliesst dies als Fachbericht in den Bauentscheid unter Auflagen ein. Bei einer Bereinigung müssen die Einreichenden das DBM überarbeiten und der Prozess beginnt erneut mit dem Hochladen aus dem DBM. In diesem Fall kann im automatischen Validierungsvorgang entschieden werden, dass es sich um eine überarbeitete Baueingabe handelt [102].

Nach der Publikation haben Einsprechende die Möglichkeit, eine Einsprache einzureichen [120]. Die Einsprechenden reichen dazu eine begründete Einsprache ein und müssen den Prüfenden einen Vorschuss auf die Prüfkosten leisten [121].

Die Prüfenden prüfen, ob sie die Einsprache und die Vorauszahlung erhalten haben [115]. Bei Unvollständigkeit wird dies als Einsprache-Abschlagbericht in den Bauentscheid unter Auflagen aufgenommen. Derselbe Einsprache-Abschlagbericht wird an die Einsprechenden versandt [129].

Sind sowohl die Einsprache als auch die Vorauszahlung fristgerecht bei den Prüfenden eingegangen, wird ein Einsprache-Verfahren eröffnet [116], dessen Ergebnis ebenfalls in den in den Bauentscheid unter Auflagen einfliesst.

Am Ende dieser ersten Phase treffen die Prüfenden (prüfende Behörde) eine Entscheidung über die 'Baubewilligung' oder den 'Bau-Abschlag' [109]. Der Bericht bzw. die notwendigen Korrekturen werden mittels einer (BCF-Datei) an die Einreichenden zurückgesandt. Letztendlich führt dies zu einem 'Bauentscheid unter Auflagen' [119].

5.1.3 Einsprache-Verfahren

Der Teilprozess 'Einsprache-Verfahren' wie in Abbildung 33 ersichtlich, beginnt mit der Zustellung der Einsprachen und Rechtsverwahrung an die Einreichenden [1160], was durch einen Versand erfolgt. Die Einreichenden müssen danach, Stellungnahmen zu den Einsprachen abgeben [1161]. Es kann eine Einigungsverhandlung stattfinden falls die Beteiligten nicht darauf verzichten [1162]. Während dieser Verhandlung wird ein Protokoll geführt, welches die Ergebnisse enthält und von allen Beteiligten unterzeichnet werden muss [1163]. Anschliessend erfolgen die Schlussbemerkungen durch die Prüfenden [1168]. Der Teilprozess endet mit dem Einsprache-Bericht [1169].

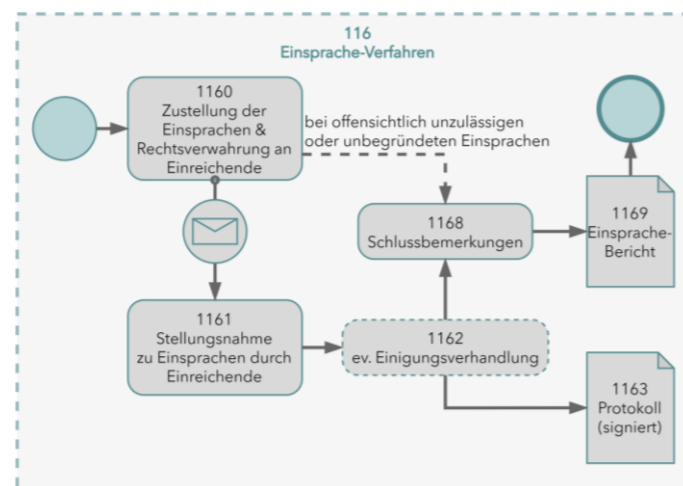


Abbildung 33, Teilprozess zum 'Einsprache-Verfahren' (eigene Abbildung)

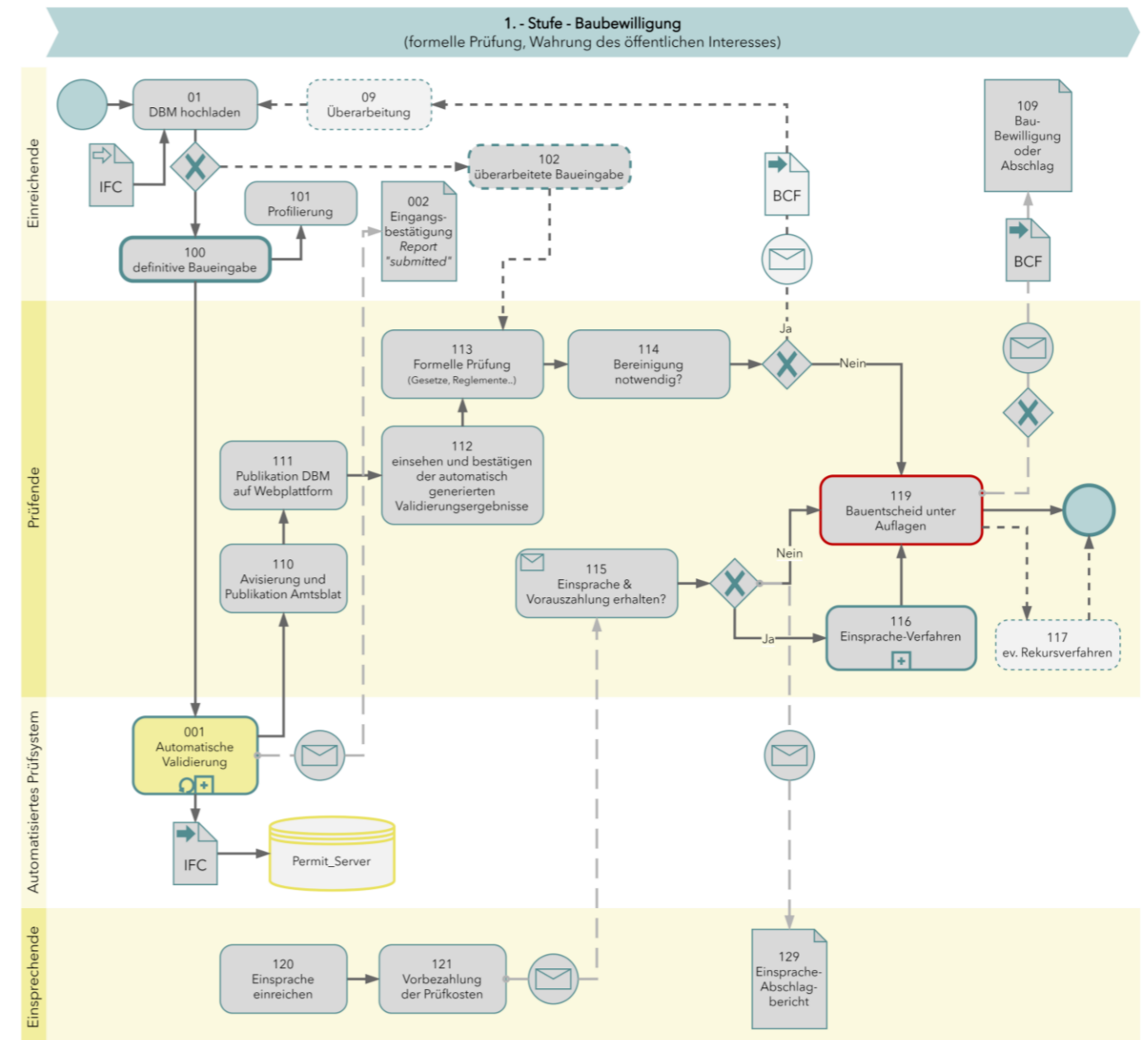


Abbildung 34, Prozessschritt 'Erste Stufe - Baubewilligung' formelle Prüfung, Wahrung des öffentlichen Interesses (eigene Abbildung)

5.1.4 Zweite Stufe - Baufreigabe

Nachfolgend werden die Aktivitäten im Prozessschritt '2. Stufe - Baufreigabe (formelle und materielle Prüfung)' gemäss dem in Abbildung 36 dargestellten Prozessschema erläutert.

Der Prozessschritt beginnt mit der Einreichung der vollständigen Ausführungsplanung durch die Einreichenden [200], was durch das Hochladen eines DBM in die Webapplikation [01] erfolgt.

Ab diesem Zeitpunkt erfolgt die Bearbeitung in den zwei parallel ablaufenden Teilprozessen 'Abweichungsprüfung zur Vorprüfung' und 'automatische Validierung'.

In der **Abweichungsprüfung zur Vorprüfung** wird geprüft, ob entsprechende Abweichungen zum genehmigten DBM aus dem ersten Prozessschritt [003] vorliegen. Die Prüfenden (Behörde) führen im Teilprozess Abweichungsprüfung zur Vorprüfung folgende Aktivitäten durch: Sie prüfen die automatisch generierte Abweichungsprüfung und plausibilisieren diese [210]. Anschliessend treffen sie die Entscheidung, ob unzulässige Abweichungen vorliegen [211]. Wenn ja, wird ein Bericht mit der Aufforderung zur Korrektur per BCF-Datei an die Einreichenden zurückgesandt, welche die Korrekturen vornehmen müssen, und der Prozess beginnt erneut bei [01]. Wenn nein, geht das Verfahren zur koordinierten materiellen Prüfung über.

Im automatisierten Prüfsystem wird die **automatische Validierung** entsprechend dem Prozessschritt der Vorstufe [001] durchgeführt, wobei wiederum eine Eingangsbestätigung an die Einreichenden versandt wird [002]. Die automatisch generierten Validierungsergebnisse werden von den Prüfenden eingesehen und plausibilisiert [112].

Zusammen mit dem Ergebnis aus [211] ist dies Teil der koordinierten materiellen Prüfung (Umlauf durch die Fachabteilungen) [212], die z.B. Aspekte des Brandschutzes wie Materialien, Widerstandsklassen und die Vorlage relevanter Zertifikate oder ähnlicher Fachthemen umfasst.

Es folgt die Entscheidung, ob eine Bereinigung erforderlich ist [213]. Wenn ja, wird ein Bericht mit der Aufforderung zu notwendigen Korrekturen mittels BCF-Datei an die Einreichenden zurückgesandt, die dann die Anpassungen vornehmen müssen, und der Prozess beginnt erneut bei [01]. Bei Nein führt dies zur rechtsverbindlichen 'Baufreigabe' [219] und der Bericht 'Baufreigabe' wird mittels einer BCF-Datei [209] an die Einreichenden zurückgesandt. Ab diesem Zeitpunkt können die Einreichenden mit dem Bau beginnen.

5.2 Ansätze zur automatisierten Regelprüfung von baurechtlichen Aspekten

In diesem Kapitel werden die Ansätze und Grenzen der automatisierten Regelkontrolle im Kontext baurechtlicher Aspekte aufgezeigt.

5.2.1 Modularisierung von Prüfregelein

Für die Modularisierung der Prüfregelein wird ein systematischer Prozess angewendet, um die Datenaufbereitung für die maschinelle Prüfung objektiv bewertbarer Kriterien zu gewährleisten. Der Prozess für die maschinelle Konformitätsprüfung ist dabei eine Adaption und Erweiterung bekannter Verfahren wie bspw. bei ACCC. Der in Abbildung 35 dargestellte Prozess umfasst dabei drei Hauptschritte.

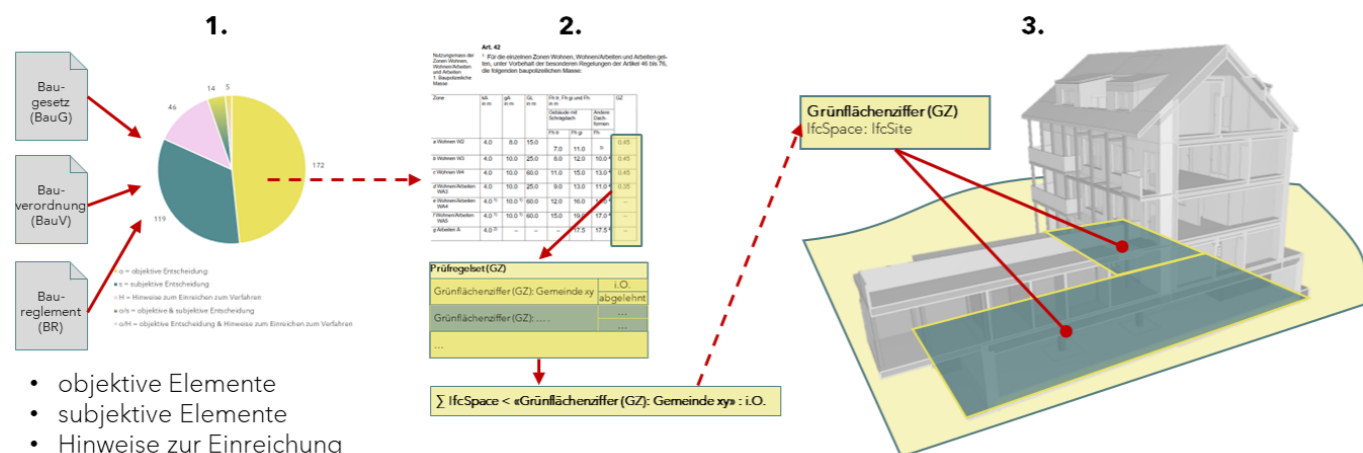


Abbildung 35, Datenaufbereitungsprozess zur Modularisierung von Prüfregelein (eigene Abbildung)

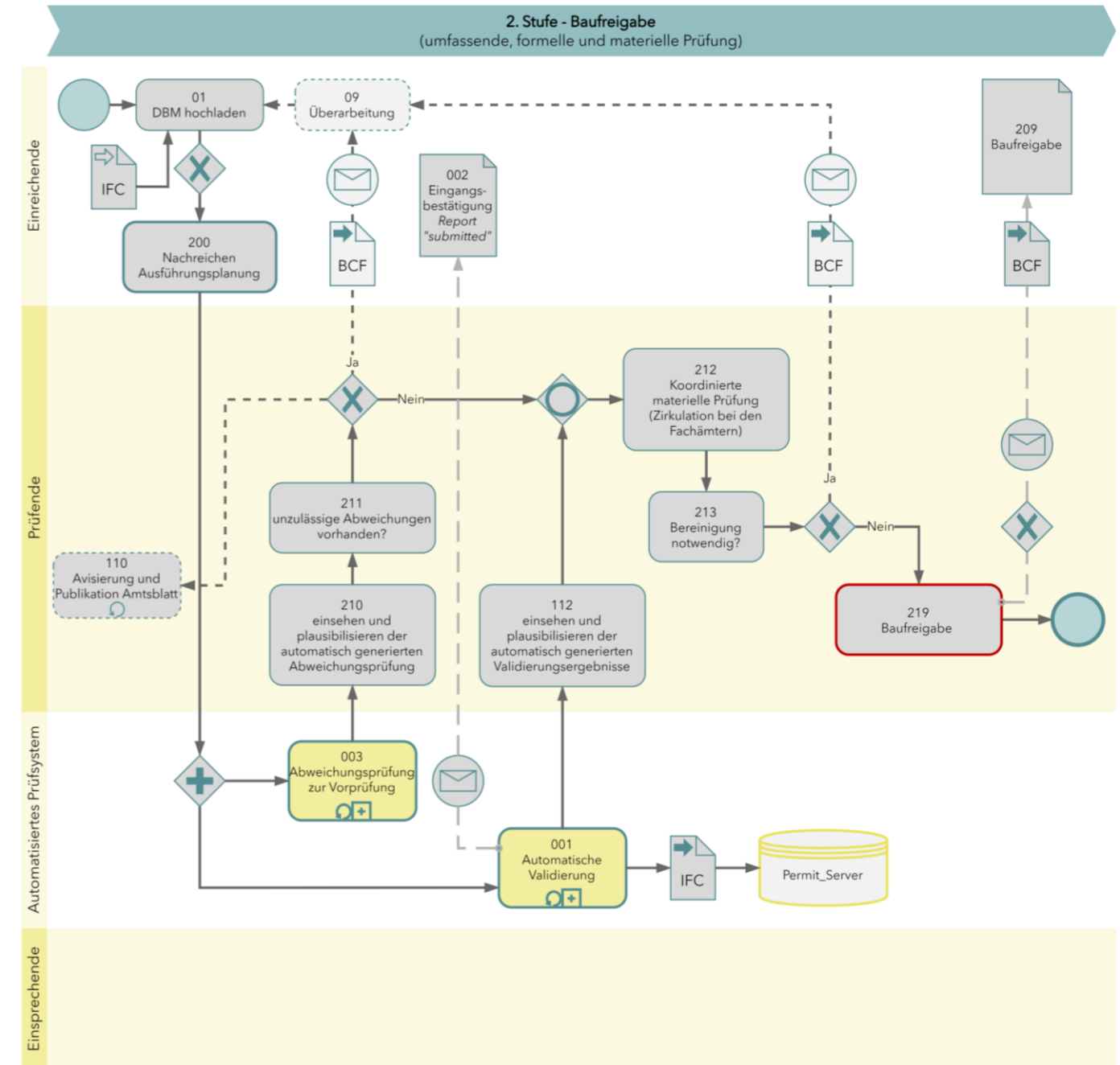


Abbildung 36, Prozessschritt '2. Stufe - Baufreigabe' umfassende, formelle und materielle Prüfung (eigene Abbildung)

1. Mit Hilfe eines Bewertungsrasters, siehe Abbildung 37, wird zunächst eine subjektive, semantische Dokumentenanalyse durchgeführt. Die Inhalte der Artikel der Baureglemente werden in objektive und subjektive Elemente sowie Hinweise zur Einreichung unterschieden. Bei der Einteilung sind auch Zwischenstufen möglich, sofern in einem Artikel mehrere Elemente enthalten sind. Die objektiven Kriterien werden nach einem vorgegebenen Schema in ein Regelset überführt, während die subjektiven Aspekte entweder durch ein Entscheidungsgremium wie z.B. eine Baukommission oder durch Fachpersonal manuell geprüft werden.

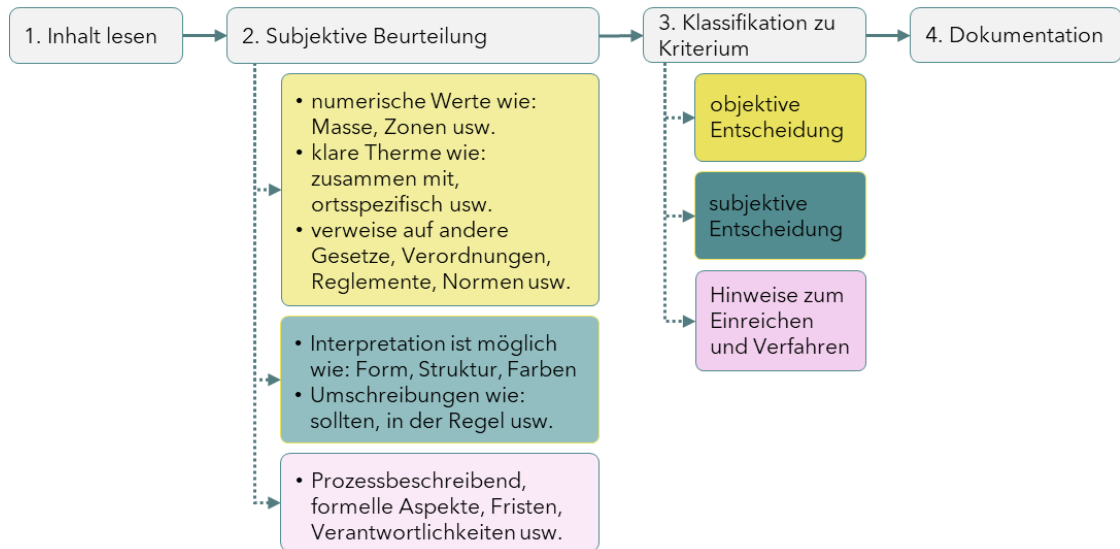


Abbildung 37, Vorgehensweise bei der Dokumentenanalyse zur semantischen Bewertung von Artikeln im Baureglement (eigene Abbildung)

2. Anschliessend werden die objektiv auswertbaren Artikel mittels semantischer Übersetzung in maschinell verarbeitbare Regelsätze überführt. Dieser Ansatz ermöglicht die Abstraktion von Inhalten aus 26 kantonalen und ca. 1'900 kommunalen Gesetzen und Reglementen. In diesen Regelwerken finden sich oft ähnliche Beschreibungen von Sachinhalten, die jedoch in unterschiedlichen Formulierungen vorliegen. Dieser Prozess erfolgt in folgenden Schritten:
 - a. Übersetzung der Baurechtsaspekte in eine logische und formale Sprache
 - b. Zuordnung der Baurechtsaspekte zu bestehenden IFC-Klassen mittels Mapping
 - c. Codierung zu maschinenlesbaren Aussagen
3. Abschliessend erfolgt die maschinelle Auswertung im DBM mittels einer automatisierten Konformitätsprüfung. Zusätzlich besteht die Möglichkeit der visuellen Prüfung, bspw. mittels BIM-basierter Modellprüfung (BMC).

5.2.2 Erforderlicher Detailierungsgrad der digitalen Bauwerksmodelle

Für die zukünftige Prüfung baurechtlicher Aspekte mittels DBM stellt sich die Frage, in welchem Detailierungsgrad dies erfolgen soll und welche Aspekte weiterhin anhand von Dokumenten geprüft werden sollen. Dazu wurde eine detaillierte Einstufung der Prüfmethode für die materielle bzw. baupolizeiliche Prüfung auf der Basis des bestehenden Formulars '1.0.3' (Kanton Bern, 2015) durchgeführt. Die Einstufung unterteilt sich in die drei Kategorien gemäss Tabelle 3 und ist im Anhang 'A3 - Kap.5.2.2_1.0.3_Materielle Prüfung_Kt.Bern_2015.xlsx' ausführlich aufgeführt.

Tabelle 3, Legende zur Einstufung der Prüfmethode für die zukünftige, materielle Prüfung (Baupolizeiliche Prüfung)

Prüfmethode neu	Bezeichnung
automatisch mittels DBM	a
manuell, händisch jedoch auf der Basis von DBM	(m)
manuell, händisch über Formulare	m

Zusammengefasst kann beschrieben werden, dass die Themen **Nutzungsvorschriften** und **Gesundheit** grösstenteils automatisch mittels DBM geprüft werden. Auch die Prüfung der **Bauabstände** erfolgt automatisiert, wobei die Einhaltung dieser Abstände eine korrekte Georeferenz voraussetzt.

Die Beurteilung von **Auskragungen** erweist sich aufgrund ihrer Vielfalt oft als komplex und erfordert daher eine **manuelle Bewertung**.

Schutzinventare sowie Massnahmen zum **Ortsbild- und Landschaftsschutz** werden zwar **manuell** durchgeführt, jedoch **auf der Grundlage von DBM**, wobei die korrekte Georeferenz von entscheidender Bedeutung ist. Die finale Entscheidung über Schutzmassnahmen erfolgt durch die Fachabteilungen auf manueller und subjektiver Basis.

Die Beurteilung der Themenbereiche **Ausnahmen**, **Sicherheit** sowie **weitere Gegenstände** erfolgt zukünftig weiterhin **manuell** und **händisch** über **Formulare**, da die Beurteilung dieser Aspekte bei jedem Objekt variieren kann.

Für die Beurteilung **optischer Aspekte** ist in beiden Stufen gemäss den Definitionen aus Kapitel 2.3.5, sowohl bei der 'Baubewilligung' als auch bei der 'Baufreigabe', ein Level '**LOG 300**' ausreichend.

Die Informationsdichte ermöglicht in der ersten Stufe der '**Baubewilligung**' eine Beurteilung auf Level '**LOI 100**'. Für eine detaillierte Bewertung technischer Aspekte in der zweiten Stufe, der '**Baufreigabe**', ist ein Level '**LOI 300**' erforderlich.

5.2.3 Struktureller Aufbau Prototyp

Für die praktische Umsetzung wurde eine modellhafte Testumgebung im Sinne einer möglichen Behördenumgebung analog der Abbildung 38 erstellt. Dazu wurden vier unterschiedliche File-Ordner mit den Inhalten: **Hochladen** 'Upload_DBPwIFC', **Berichte** 'Report_DBPwIFC', **Baubewilligungsserver** 'Permit_Server', und **Ergebnis-Berichte** 'Result-Report_DBPwIFC' erstellt.

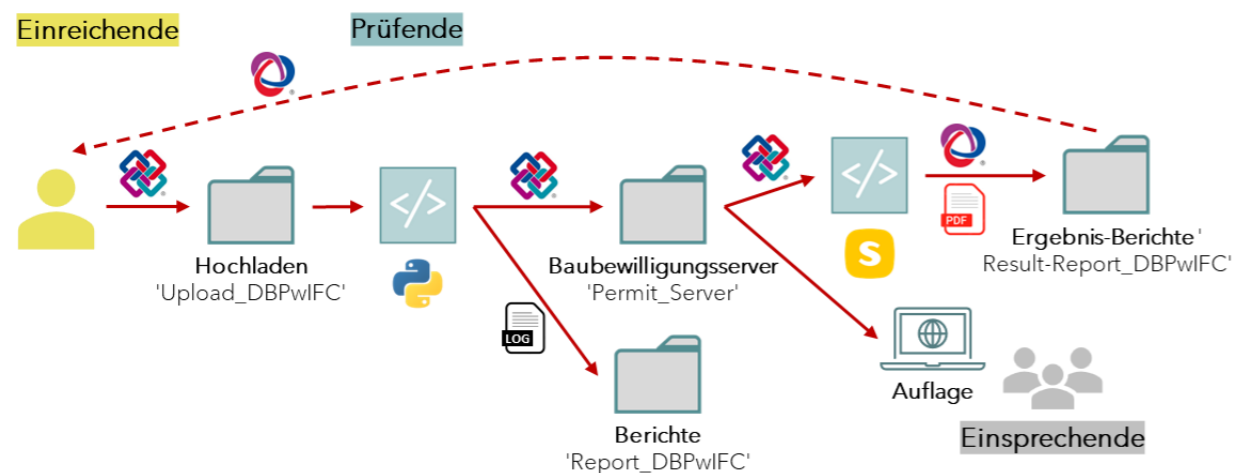


Abbildung 38, struktureller Aufbau Prototyp (eigene Abbildung)

Dazu können die Einreichenden im Ordner 'Upload_DBPwIFC' ihre openBIM-Datei vom DBM hochladen bzw. einreichen. Sobald das Python-Skript gestartet wird, durchläuft es die Prozessschritte, wie sie in Abbildung 39 als Flussdiagramm dargestellt sind. Das Python-Skript zur Validierung vom DBM ist dem Anhang 'A4 - Kap.5.2.3_ValidDatfile_tbw_v0.4.py' zu entnehmen.

- [1] Start vom Prüfprozess: Starten der Funktion 'check_data_format' mit einer Datei als Eingabe.
- [2] Lesen der Datei: Öffnen und Lesen der durch 'path_readin_IFC' angegebenen IFC-Datei.
- [3] Prüfen des Dateiformats: Feststellung, ob das Dateiformat innerhalb der zulässigen Formate 'IFC2x3, IFC4, IFC4_3' liegt und Prüfung auf das Vorhandensein von 'IFCspace'.

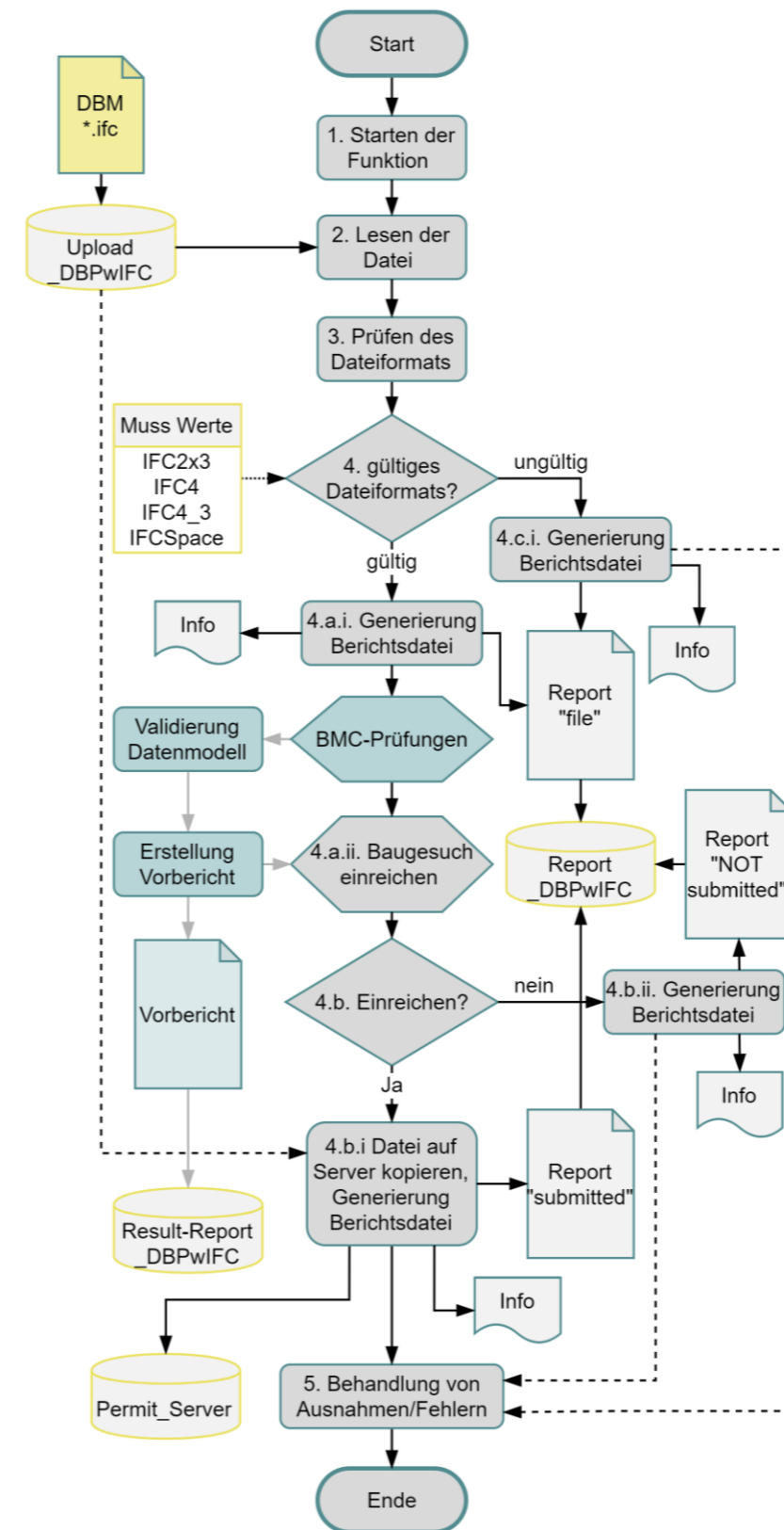


Abbildung 39, Schematischer Ablauf vom Python-Skript zur automatischen Validierung (eigene Abbildung)

[4] Entscheidungspunkt: Basierend auf der Gültigkeit des Dateiformats teilt sich der Prozess in zwei Wege: gültiges oder ungültiges Format.

a. Pfad für gültiges Format:

a.i. Generierung einer Berichtsdatei, die anzeigt, dass das Dateiformat gültig ist.

[BMC-Prüfungen] Der Sub-Prozess wird auf der nachfolgenden Seite erörtert.

a.ii. Aufrufen der Funktion 'submit_decision_gui', um die Benutzer zu fragen, ob er das Baugesuch einreichen möchte.

b. Benutzerentscheidung zur Einreichung:

b.i. Wenn ja, wird die Datei auf den Baubewilligungsserver 'Permit_Server' kopiert, ein Einreichungsbericht erstellt und eine GUI zur Bestätigung der Einreichung angezeigt.

b.ii. Wenn nein, wird ein Bericht über die Nicht-Übermittlung erstellt und eine grafische Benutzeroberfläche angezeigt, die angibt, dass die Genehmigung nicht übermittelt wurde.

c. Ungültiger Datenformat:

c.i. Erstellung einer Berichtsdatei mit dem Hinweis, dass das Dateiformat ungültig ist, und Anzeige einer GUI-Warnung über das ungültige Format.

[5] Behandlung von Ausnahmen/Fehlern: Abfangen und Drucken von Ausnahmen, die während der Dateiverarbeitung auftreten.

[BMC-Prüfungen] Wenn das Modell die Schemavalidierung bestanden hat, wird der Sub-Prozess mittels BIM-basierten Modellprüfungen durchgeführt. Dazu werden vorangehend die Prüfregelein analog dem Kapitel 5.3.1 aufbereitet und modularisiert.

5.3 Vorgehen zur Implementierung von einem exemplarischen Anwendungsfall in der Stadt Thun

Im nachfolgenden Kapitel erfolgt eine Erörterung der Schritte, die bei der Implementierung eines exemplarischen Anwendungsfalls im Baubewilligungsverfahren der Stadt Thun notwendig sind.

5.3.1 Exemplarische Modularisierung von Prüfregelein

Schritt 1 - Beurteilungsraster der Prüffart am Beispiel der Stadt Thun

Die Dokumentenanalyse ergab, dass im Baureglement der (Stadt Thun 2022) analog dem Diagramm 2 rund die Hälfte der Entscheide auf objektiven Kriterien und rund ein Drittel auf subjektiven Beurteilungen beruhen. Weitere knapp 15 % der analysierten Dokumente sind Eingabe- und Verfahrenshinweise.

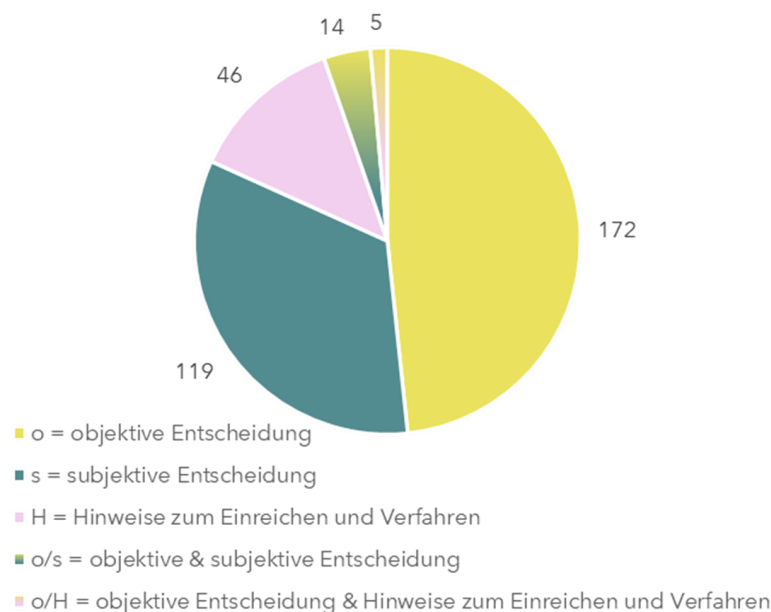


Diagramm 2, Beurteilungsraster der Prüffart im Baureglement (BR) der Stadt Thun [72.01:2022]

Die subjektive Inhaltseinteilung der Artikel vom Baureglement ist dem Anhang 'A5.1 - Kap.5.3.1_Baureglement-Thun-2022_Komentar-tbw.pdf' und die ausführliche Dokumentation dem Anhang 'A5.2 - Kap.5.3.1_Beurteilungsraster_BR-Thun72.01.xlsx' zu entnehmen.

Schritt 2 - Semantische Übersetzung in maschinell verarbeitbare Regelsätze

[a] Übersetzung der Baurechtsaspekte in eine logische und formale Sprache

Als exemplarisches Beispiel der Stadt Thun dienen die 'baupolizeilichen Masse' (BR Art. 42 lit. c, 2022) sowie die 'Grünflächenziffer (GZ)' (BR Art. 45, 2022). Für die GZ beschreibt der Artikel:

«Art. 45

¹ Die Grünflächenziffer (GZ) ist je Parzelle einzuhalten, eine Nutzungsübertragung ist ausgeschlossen.

² Teile der Parzelle, die einer Zone ohne Grünflächenziffer angehören, sind nicht anzurechnen.

³ Bei bestehenden Gebäuden mit gemeinsamer Grünfläche kann von der Grünflächenziffer abgewichen werden, sofern der gemeinsame Grünraum im Wesentlichen ungeschmälert erhalten bleibt und qualitativ aufgewertet wird.»

In diesem Zusammenhang kommt auch die geltenden Nutzungsmasse, analog (BR Art. 42, 2022), wie in der Abbildung 40 ersichtlich zum tragen. Dieser Artikel wiederum beschreibt:

«GZ: Grünflächenziffer, vergleiche Artikel 45 und Anhang 1 Ziffer 1.2 sowie Artikel 31 Verordnung über die Begriffe und Messweisen im Bauwesen vom 25. Mai 2011 (BMBV)»

Zone	kA in m	gA in m	GL in m	Fh tr, Fh gi und Fh in m			GZ
				Gebäude mit Schrägdach		Andere Dachformen	
				Fh tr	Fh gi		
a Wohnen W2	4.0	8.0	15.0	7.0	11.0	³⁾	0.45
b Wohnen W3	4.0	10.0	25.0	8.0	12.0	10.0 ⁴⁾	0.45

Abbildung 40, Auszug der 'Grünflächenziffer (GZ)' aus dem (BR Art. 45, 2022b)

Die (BMBV Art. 31, 2024) spezifiziert die Werte weiter mit:

«Art. 31 Grünflächenziffer

¹ Die Grünflächenziffer (GZ) ist das Verhältnis der anrechenbaren Grünfläche (aGrF) zur anrechenbaren Grundstücksfläche (aGSF).

² Als anrechenbare Grünfläche gelten natürliche und/oder bepflanzte Bodenflächen eines Grundstücks, die nicht versiegelt sind und die nicht als Abstellflächen dienen.»

Daraus in eine logische und formale Sprache abgeleitet ergibt sich für die Zone 'Wohnen W2' die mathematische Formel:

$$GZ = \frac{\sum \text{anrechenbaren Grünfläche (aGrF)}}{\sum \text{anrechenbaren Grundstücksfläche (aGSF)}} \leq 0.45$$

[b] Zuordnung der Baurechtsaspekte zu bestehenden IFC-Klassen mittels Mapping

In der aktuell gültigen IFC 4.3 Dokumentation von (buildingSMART International, 2023) kann die Entität (aGSF) = 'IfcSite' gemappt werden. Bei der Entität 'IfcSite' kann das Property set 'Qto_BodyGeometryValidation', spezifischer sein Propertie 'GrossSurfaceArea' zur Anwendung kommen.

Für die Berechnung der anrechenbaren Grünfläche (aGrF) wird die anrechenbare Gebäudefläche, vgl. der Abbildung 41, von der anrechenbaren Grundstücksfläche (aGSF) subtrahiert.

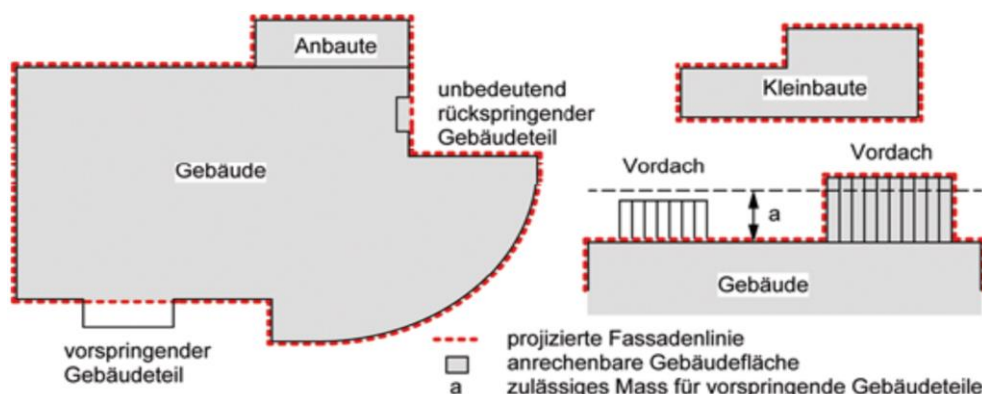


Abbildung 41, anrechenbare Gebäudefläche adaptiert von (BMBV, Figur 7.4, 2024b)

Ein Gebäude oder eine anrechenbare Gebäudefläche besteht in der Praxis nicht aus einer einzelnen Entität sondern aus eine Kombination mehrerer Entitäten. Diese variieren je nach Bauteil und Autorensoftware stark voneinander.

Für dieses exemplarische Beispiel erstellt der Verfasser eine Grundrissprojektion, in der die 'FootPrint GeomSet Geometry' als Standarddarstellung gewählt wurde. Basierend ist diese auf einem Leerraum der Entität 'IfcProduct'. Abgeleitet auf die IFC 4.3 Dokumentation ergibt sich daraus die nachfolgende Berechnungsformel:

$$GZ \text{ (nach IFC 4.3) } = \frac{(\sum \text{IfcSite : Qto_BodyGeometryValidation : GrossSurfaceArea}) - (\text{IfcProduct : IfcShapeRepresentation. RepresentationIdentifier: 'FootPrint'})}{\sum \text{IfcSite : Qto_BodyGeometryValidation : GrossSurfaceArea}} \leq 0.45$$

[c] Codierung zu maschinenlesbaren Aussagen

Im Rahmen dieses exemplarischen Anwendungsfalls erfolgt eine Codierung der folgenden Aspekte: kleiner und grosser Grenzabstand, maximal zulässige Gebäude- und Fassadenhöhe sowie Grünflächenziffer. Die Codierung zu maschinenlesbaren Aussagen erfolgt dabei in der BMC-Software 'Solibri Office, Version 9.13.8'. Dazu wird im Regelset-Manager entsprechend den Parametern eine neue Regelvorlage aufgebaut.

Die Codierung der '**baupolizeilichen Masse**' erfolgt von der Systematik her in einer Gegenprüfung [4] des eingereichten DBM [3] mit dem örtlichen Referenzmodell [2], wie in Abbildung 42 dargestellt. Dazu wurde das REM vorgängig den geltenden baupolizeilichen Gebäudedimensionen gemäss Art. 42 lit. c (kA, gA, Fh tr, Fh gi) erstellt [2]. In der Praxis würde dieses durch die Prüfenden erstellt bzw. den Einreichenden zur Verfügung gestellt werden.

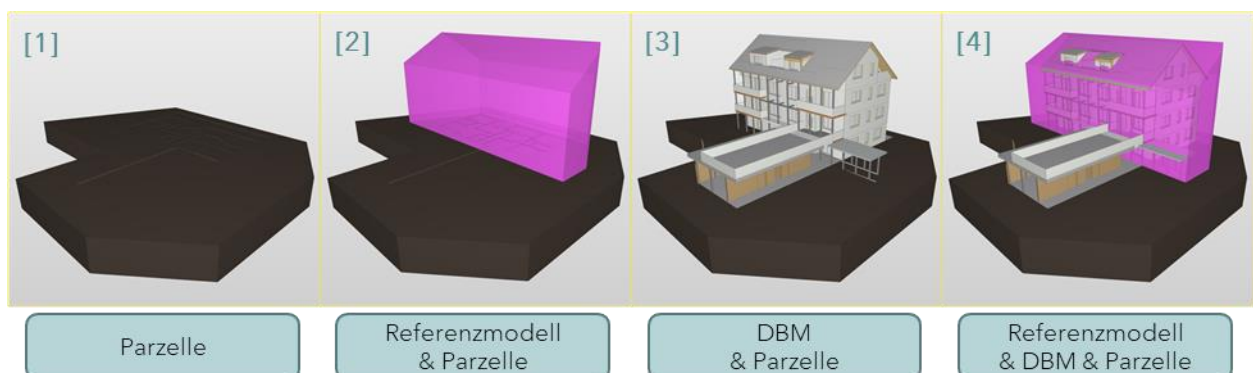


Abbildung 42, BMC-Auswertung vom Art. 42 lit. c (kA, gA, Fh tr, Fh gi) mithilfe der BMC-Software Solibri Office (eigene Abbildung)

Analog der Abbildung 43 ist im Regelsatz zur Prüfung der 'baupolizeilichen Masse' das eingereichte DBM in den 'Zu überprüfende Komponenten' unter den Parametern 'Aussenkomponenten' verknüpft. Das Referenzmodell als Gegenprüfmodell ist unter 'Innenkomponente' assoziiert. Des Weiteren ist festgelegt, dass alle überstehenden Gebäudekomponenten vom DBM blau markiert werden und bei der Auswertung in einer Gruppe zusammengefasst werden.

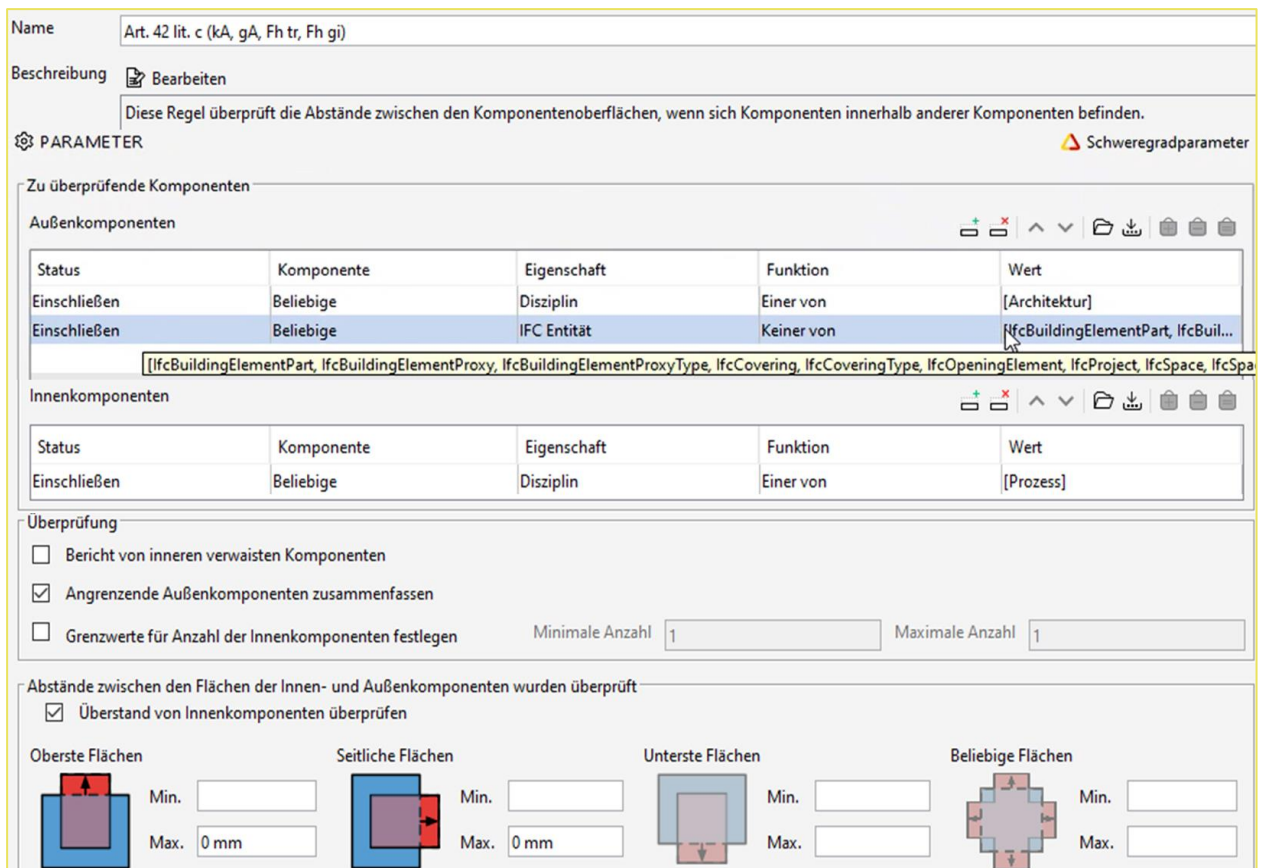


Abbildung 43, Aufbau vom Solibri Regelsatz vom Art. 42 lit. c (kA, gA, Fh tr, Fh gi) (eigene Abbildung)

Im Rahmen der Codierung 'Grünflächenziffer (GZ)' ist die Erstellung eines Regelsatzes analog der zuvor beschriebenen Schritte [a-b] erforderlich. Dabei zeigt sich, dass die Umsetzung mit der genutzten BMC-Software 'Solibri Office' nicht wie gewünscht möglich ist. Es kann lediglich ein Teil der Auswertung, die 'anrechenbaren Grünfläche (aGrF)' als alleinstehende Flächendimension ausgewertet werden. Der Verfasser identifiziert die 'fehlende Funktion der Kalkulation' in der genutzten Software sowie das Fehlen einer 'projizierten Fassadenlinie' als die beiden Hauptprobleme.

Schritt 3 - maschinelle Auswertung im DBM mittels BMC

Die maschinelle Auswertung im DBM erfolgt mittels einer automatisierten Konformitätsprüfung. Das Aufwertungsergebnis für den 'Art. 42 lit. c (kA, gA, Fh tr, Fh gi)' ist in der Abbildung 44 dargestellt. Auf der linken Seite ist die technische Auswertung ersichtlich, während auf der rechten Seite in blau mit seinen Prüfabweichungen das optische Ergebnis dargestellt ist.

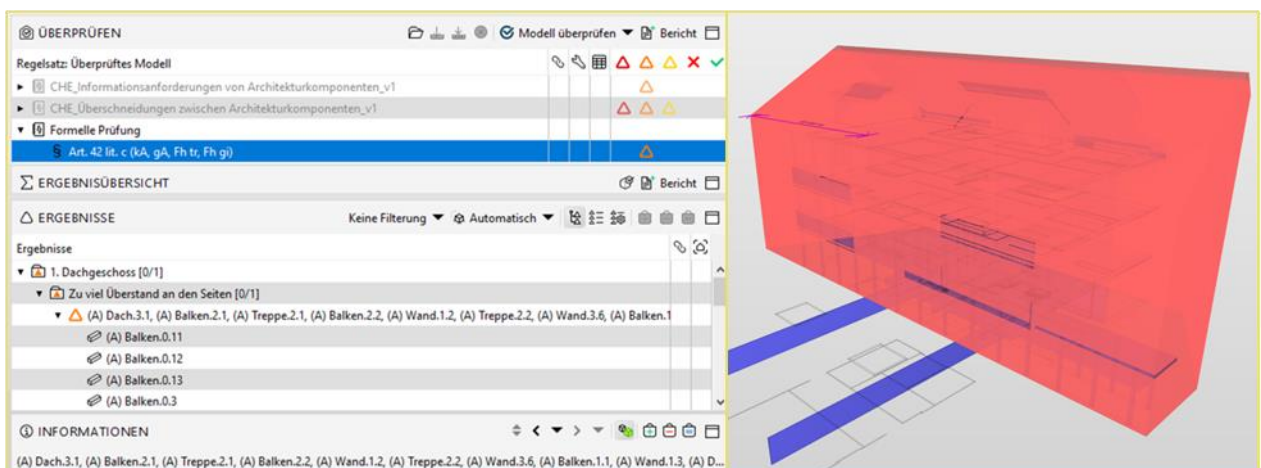


Abbildung 44, Ergebnis der maschinellen Auswertung vom 'Art. 42 lit. C mittels BMC-Software (eigene Abbildung)

Identisches Vorgehen kann so zur Überprüfung der 'Grünflächenziffer (GZ)' angewandt werden. Das Ergebnis ist optisch in der Abbildung 45 ersichtlich.

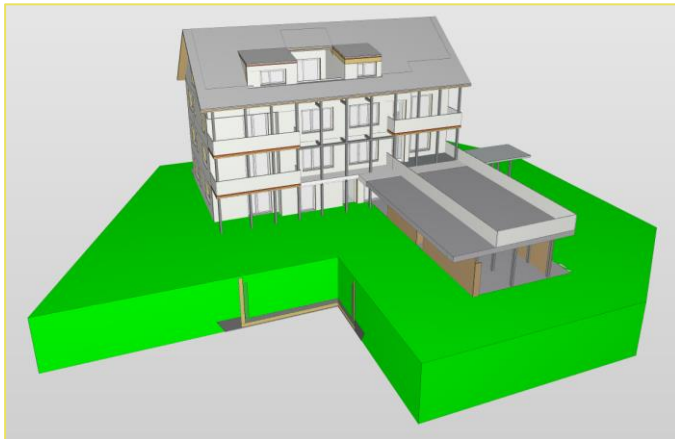


Abbildung 45, BMC-Auswertung der Grünflächenziffer (GZ) mithilfe von Software 'Solibri' (eigene Abbildung)

Nach Abschluss der BMC-Prüfung wird ein Prüfbericht im BCF-Format und als PDF-Datei erstellt, siehe der Abbildung 46. In diesem exemplarischen Anwendungsfall der Stadt Thun erfolgt der Versand an die Einreichenden so-wie die korrekte Sicherung bzw. Archivierung der DBM und Berichte manuell durch die Prüfenden.

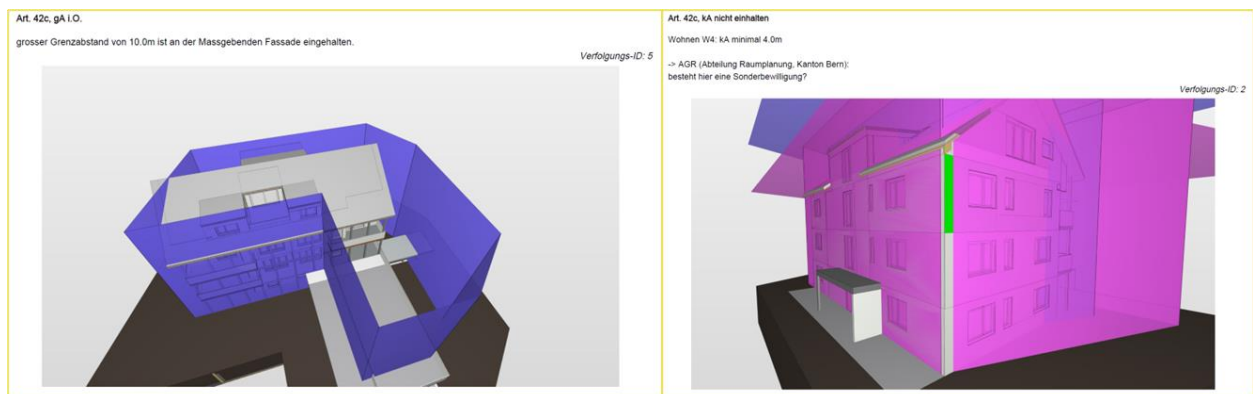


Abbildung 46, PDF-Bericht nach der BMC-Auswertung, links grosser Grenzabstand (gA) und rechts kleiner Grenzabstand (kA) (eigene Abbildung)

Das erstellte Regelset, die Prüfberichte in BCF und PDF sowie die beiden DBM (Bauwerksmodell & Referenzmodell) sind den Anhängen 'A6.4 - Kap.5.3.1_Formelle-Prüfung_tbw_V1_24.03.2024.bcf' und 'A6.5 - Kap.5.3.1_Formelle-Prüfung_tbw_V1_24.03.2024.pdf' zu entnehmen.

5.4 Mehrwertpotentiale durch die Nutzung von digitalen Bauwerksmodellen

Die Nutzung digitaler Bauwerksmodelle im Rahmen des Baubewilligungsverfahrens ermöglicht eine erhöhte Transparenz hinsichtlich der Prüfergebnisse sowie des Prüffortschritts. So kann bspw. die Kommunikation über den offen dokumentierten BCF-Standard erfolgen oder der Prüfstatus kann an den eCH-0129 - Datenstandard Objektwesen angelehnt werden.

5.4.1 Kommunikation zwischen den Ämtern und den Einreichenden

Mithilfe vom BCF-Standard kann eine standardisierte Kommunikation zwischen den Ämtern und Einreichenden gewährleistet werden. Dies umfasst die Übermittlung von rechtsverbindlichen Entscheidungen, die Mitteilung von Prüfergebnissen sowie von Bereinigungsaufforderungen. Die transparente Kommunikation wird verortet, Rückmeldungen werden klar formuliert und Missverständnisse reduziert.

Die Nachvollziehbarkeit wird verbessert, da Ereignisse zeitlich markiert werden und eine einheitliche Historie vorhanden ist. Die Einreichenden können die Ereignisberichte verschiedener Behörden, wie z.B. der Brandschutzbehörde, einsehen. Auch Stadtplanungsausschüsse und Fachgremien können ihre Anliegen, Bedenken und Entscheidungen eindeutig zuordnen.

Die direkte Einbindung in den bestehenden Planungsprozess ermöglicht den Planenden eine nahtlose Integration. Zudem besteht die Möglichkeit, einen PDF-Bericht aller Entscheidungen und Bereinigungsaufforderungen zu exportieren, um auch Personen ohne Zugang zur entsprechenden BMC-Software den Zugriff zu ermöglichen, siehe Abbildung 46.

Diese Technologie kann auch für die Kommunikation zwischen verschiedenen Ämtern und Fachstellen genutzt werden. Alle Akteure der Behörde haben die gleichen Möglichkeiten wie die Einreichenden, so dass eine einheitliche Historie der fachlichen Entscheidungen entsteht, die später von den Einreichenden eingesehen werden kann. Problemfälle und spezifische Fachprüfungen können direkt einer Person oder einer Fachabteilung vgl. dem rechten Bereich der Abbildung 48 zugeordnet werden. Dies ohne ausführlich verfasste Berichte, da diese durch Geometrie und Bildmaterial unterstützt werden.

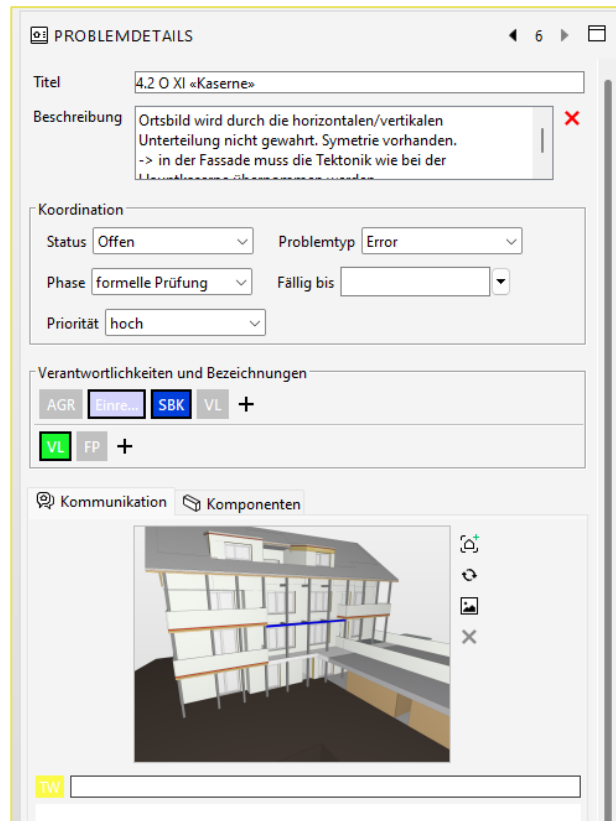


Abbildung 47, nachvollziehbare Ereignisberichte durch die Prüfenden mit einer nahtlosen Einbindung in den Planungsprozess (eigene Abbildung)

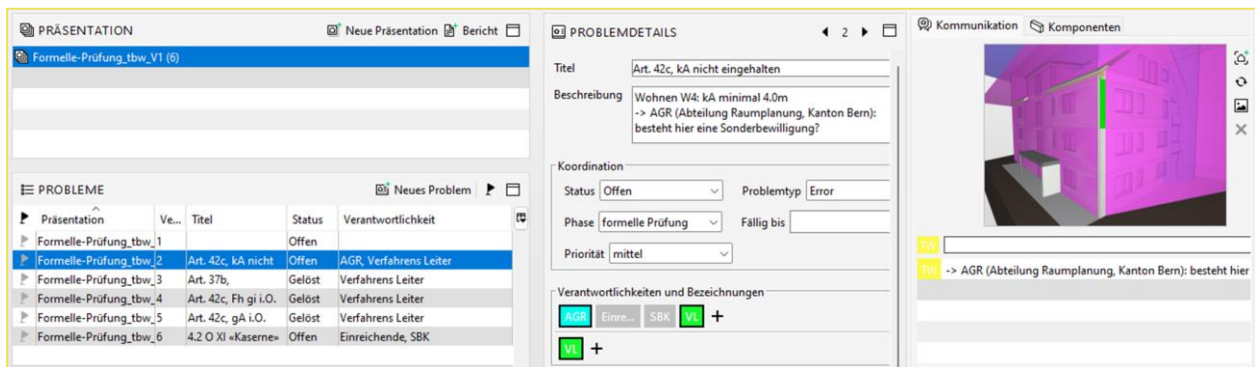


Abbildung 48, fachspezifische Zuordnung ohne ausführlich verfasste Berichte (eigene Abbildung)

5.4.2 Prüfstatus abgeglichen zum eCH-0129 - Datenstandard Objektwesen

Für die Transparenz zum Stand der Realisierung des Bauprojektes kann auf den bestehenden Projektstatus 'status' eCH-0129 - Datenstandard Objektwesen (2022, p. 27) zurückgegriffen werden. In Bezug auf den Prüfstatus wird dabei unterschieden in:



- 6701: Baugesuch eingereicht
- 6702: Baubewilligung erteilt (rechtswirksam)
- 6706: Projekt sistiert
- 6707: Baugesuch abgelehnt (rechtswirksam)
- 6709: zurückgezogen

Aufgrund vom neuen Baubewilligungsverfahrenprozess sind nachfolgende, zusätzliche Status erforderlich:



- 6710: in Überarbeitung (bei den Einreichenden)
- 6711: Ausführungsplanung eingereicht
- 6712: Baufreigabe erteilt (rechtswirksam)

Adaptiert auf den neuen Baubewilligungsverfahrenprozess kommen die Status prozessual wie in der Abbildung 49 ersichtlich zur Anwendung.

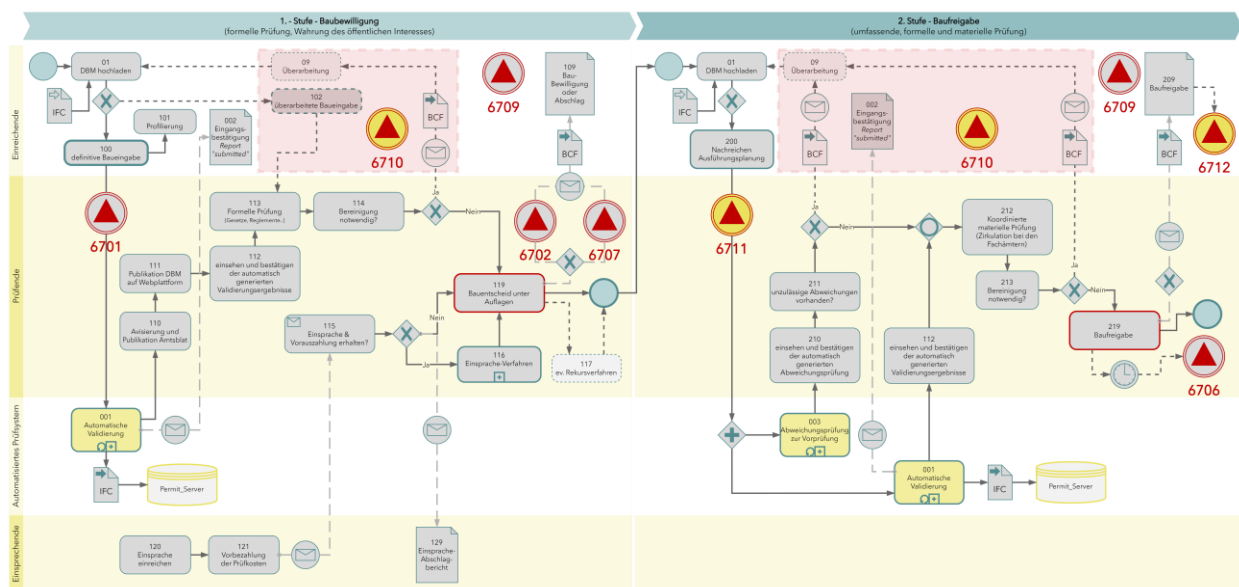


Abbildung 49, Prüfstatus abgeglichen zum eCH-0129 - Datenstandard Objektwesen (eigene Abbildung)

5.5 Chancen und Herausforderungen bei der Nutzung von digitalen Bauwerksmodellen

Das nachfolgende Kapitel zeigt mögliche Chancen und Herausforderungen auf. Dabei wird auf bereits bekannte Technologien und Methoden zurückgegriffen, die themenspezifisch beleuchtet werden.

5.5.1 Bei der öffentlichen Auflage

Chancen durch die Nutzung von digitalen Bauwerksmodellen

Für die öffentlichen Auflage entstehen neue Chancen in der verständlichen Darstellung der geplanten Bauprojekte. Eine Möglichkeit ist die Einrichtung einer **Online-Plattform** vgl. '[Estonia Biolding Registry Prototype](#)' oder '[jarvenpaa.kunta3d.fi](#)' ähnlich der Stadt Järvenpää, wo ein reduziertes digitales Abbild auf der Basis von einem openBIM DBM zugänglich ist. Auf dieser spezifischen Plattform kann jeder weltweit Einblick in neue, laufende und bereits abgeschlossene Bauprojekte nehmen. Die Einsprechenden haben dabei Zugang zum Bauprojekt in seiner virtuell, natürlichen Umgebung, siehe Abbildung 50.



Abbildung 50, Online Plattform für die öffentliche Auflage der Stadt Järvenpää, Auszug aus (Järvenpään kaupunki & Sova3D Oy, 2024)

Eine weitere Chance bzw. Möglichkeit zeigt die Gemeinde Hergiswil NW mit ihrer Online-Plattform 'app.luucy.ch' auf. Dort kann ein geplantes Bauvorhaben mit etwas Mehraufwand mit der örtlichen **Nutzungsplanung** in Relation gesetzt werden. Damit wird Einsprechenden ein einfacher Zugang zur Einsichtnahme und Überprüfung ermöglicht. In Wien existiert eine Anwendung, in der geplante Bauvorhaben als DBM direkt vor Ort visualisiert werden können. Dazu wird mittels **AR-Technologie** eine virtuelle Überlagerung des DBM in Echtzeit auf einem Smartphone oder Tablet angezeigt (Urban et al., 2024, p. 20). Laien, Interessierte oder potentielle Einsprechende erhalten so die Möglichkeit, sich ein realistisches Bild von den Auswirkungen und Veränderungen auf ihre Umgebung zu machen, siehe Abbildung 51 links.

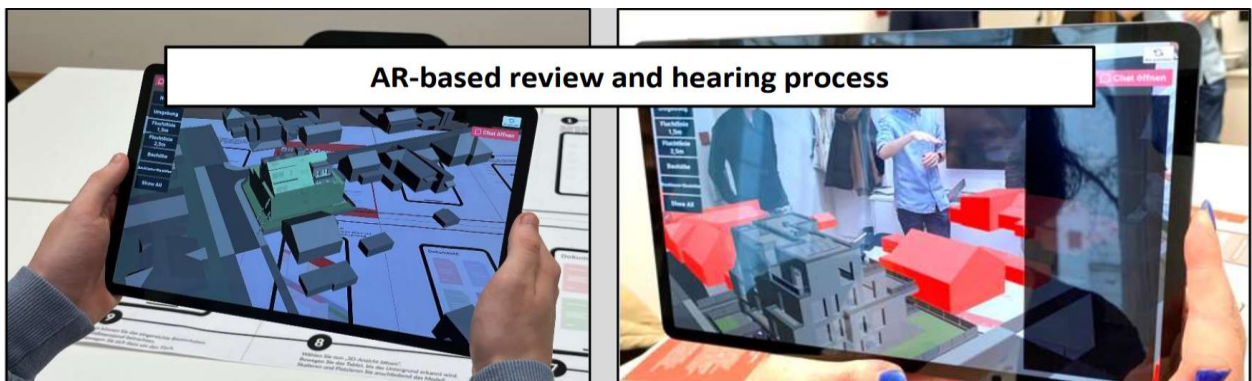


Abbildung 51, Einsatz von AR bei der Nachbarschaftsprüfung (links) und Anhörungsverfahren (rechts) (Urban et al., 2024, p. 20)

Herausforderungen durch die Nutzung von digitalen Bauwerksmodellen

Der Einsatz von digitalen Bauwerksmodellen in der öffentlichen Auflage bringt jedoch auch Herausforderungen mit sich. Eine dieser Herausforderungen könnte darin bestehen, dass die **Komplexität** und der **Detaillierungsgrad** für Laien zu hoch ist und daher schwer zu verstehen sein könnte (P1 & P2, Fokusgruppe Prüfende, 2024). Die **Aufbereitung** solcher Online-Plattformen kann viel Zeit in Anspruch nehmen, diese muss im Verhältnis zum Gesamtprojekt stehen. Gleichzeitig ist unklar, wer diese Datenaufbereitung durchführen soll, wird dies von den Einreichenden übernommen oder sind dies zusätzliche Arbeiten, die von den Prüfenden durchgeführt werden müssen (P2, P3, P4, Fokusgruppe Prüfende, 2024).

5.5.2 Bei der Kommissionsarbeit

Chancen durch die Nutzung von digitalen Bauwerksmodellen

Mit der Nutzung von DBM können durch die beurteilenden Menschen der Städtebaukommission realistische Perspektiven eingenommen werden, Abbildung 52 (P1, Fokusgruppe Prüfende, 2024). Oder es kann das Verständnis im Sinne von 'verstehen des Projektes' verbessern (E7, Fokusgruppe Einreichende, 2024). Weiter können die teils sehr komplexen Bauvorhaben aus verschiedenen Blickwinkeln betrachtet werden oder spezifische Schnittebenen oder Ansichten fürs bessere Verständnis generiert werden. Damit kann bspw. das subjektiv zu beurteilende Kriterium 'Ortsbild' aus einer objektiven Perspektive beurteilt werden (E1 & E4, Fokusgruppe Einreichende, 2024; P2 & P3, Fokusgruppe Prüfende, 2024). Diese Vorgehensweise kann auch auf andere qualitative Aspekte wie den Städtebau, Aussenarchitektur, Grundrissqualität usw. ausgeweitet werden.



Abbildung 52, realistische Perspektiven bei der Beurteilung in Städtebaukommissionen (Raumgleiter AG, 2023, sc. 00:31, Teaserfilm)

Mit Hilfe von Simulationen und Auswertungen vom DBM können quantitative Aspekte wie bspw. Ertragsflächen, Schattenwurf, Quartierklima, Dichte, Grenzabstände usw. beurteilt und faktenbasiert entschieden werden, siehe Abbildung 53 (buildingSMART Switzerland et al., 2024; P1, E5, E7, Fokusgruppe Einreichende, 2024).

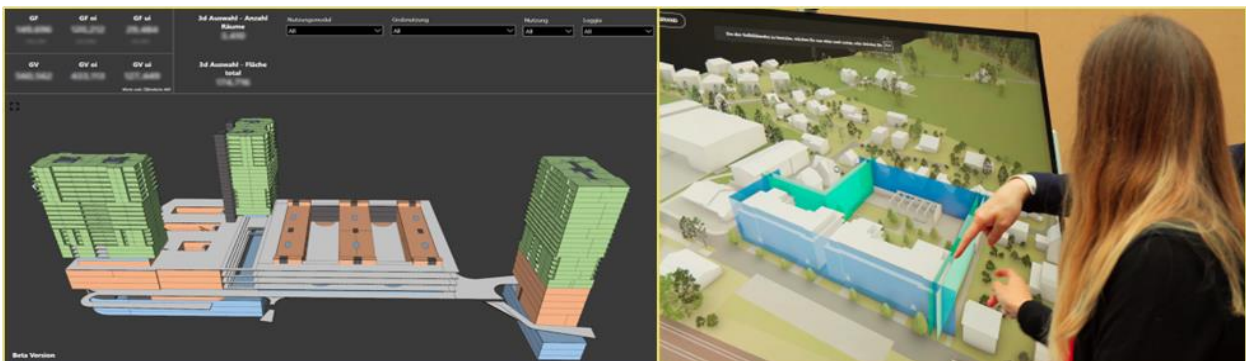


Abbildung 53, Beurteilung quantitativer und qualitativer Aspekte in Städtebaukommissionen, links Ertragsflächen, rechts Grenzabstände und maximale Bebaubarkeit (Raumgleiter AG, 2023)

Herausforderungen durch die Nutzung von digitalen Bauwerksmodellen

Die Herausforderung besteht darin, sowohl objektive als auch subjektive Faktoren im Zusammenhang mit dem Bauvorhaben zu berücksichtigen. Häufig werden subjektive Entscheidungen, wie z.B. die Meinung, dass etwas nicht ins Gesamtbild passt, über objektive Faktoren gestellt. Die Anwendung des DBM hat in diesem Zusammenhang nur einen geringen Einfluss auf die Entscheidungsfindung (E2, Fokusgruppe Einreichende, 2024).

Weiter stellt sich die Frage, was bei Abweichungen von subjektiven Entscheiden geschieht? Um eine objektive Bewertung von Abweichungen subjektiver Parameter zu ermöglichen, müssen diese in den Bauordnungen eindeutig definiert werden. Dies kann zu einer Erweiterung des Regelungsumfangs führen und eine umfangreichere Prüfung erforderlich machen. Diese Entwicklung ist jedoch klar zu verhindern (E7, Fokusgruppe Einreichende, 2024).

Mit der Einführung von einem 2-stufigen Prozess ist es wichtig, klar zu definieren, welche Aspekte in jeder Stufe durch die Städtebau- bzw. Ortsbildkommission bewertet werden sollen. Es sollte vermieden werden, dass in der ersten Stufe Detailspekte der zweiten Stufe bewertet werden, bevor diese vollständig ausgearbeitet sind (E2 & E4, Fokusgruppe Einreichende, 2024). Die Einteilung und Abgrenzung dieser Stufen ist komplex und aufgrund vieler Ausnahmen wird es nie eine klare Abgrenzung geben (P3, Fokusgruppe Prüfende, 2024).

5.6 Herausforderungen für den Rechtsschutz von betroffenen Dritten (Einsprechende)

Die Herausforderungen für den Rechtsschutz von betroffenen Dritten im Kontext der öffentlichen Auflage umfasst die Suche nach geeigneten technischen Lösungen, die es den potenziellen Einsprechenden ermöglichen, ihr Recht auf Einsprache uneingeschränkt auszuüben. Die Einrichtung einer Online-Plattform vgl. der Abbildung 50 oder der Einsatz von AR-Anwendungen bei der Nachbarschaftsprüfung vgl. der Abbildung 51 wären mögliche Lösungsansätze (Järvenpään kaupunki & Sova3D Oy, 2024; Urban et al., 2024, p. 20).

Weitere Herausforderungen bestehen auch im Hinblick auf den barrierefreien Zugang zu den Unterlagen während der Auflagefrist. Es muss sichergestellt werden, dass potenziell Einsprechende die Unterlagen entweder online von zu Hause aus oder auf Wunsch persönlich vor Ort bei der zuständigen Behörde einsehen können. Vordefinierte Ansichten und Perspektiven, ähnlich den heutigen Planansichten, könnten dabei unterstützend wirken. Besonderes Augenmerk sollte auch auf die Bedürfnisse von Menschen mit besonderen Bedürfnissen, eingeschränkter Mobilität oder eingeschränkter technischer Ausstattung gelegt werden. Entsprechende Lösungen sollten angeboten werden wie z.B. die Bereitstellung von Computerarbeitsplätzen mit Bildschirmen oder Tablets vor Ort, vgl. Abbildung 54. Auch die Möglichkeit, betroffenen Personen mit eingeschränkter Mobilität Tablets oder Papierausdrucke der relevanten Unterlagen zuzusenden, sollte in Betracht gezogen werden, um das Recht auf Einsprache zu gewährleisten. Für Menschen mit besonderen Bedürfnissen sollen auch in Zukunft Unterstützungsmöglichkeiten wie Beratungen vor Ort durch die Baubehörden angeboten werden.



Abbildung 54, mögliches Stationär-Setup zur öffentlichen Auflage (Raumgleiter AG, 2023)

5.7 Diskussionsergebnisse in Bezug auf den neuen Verfahrensprozess

Der neue Verfahrensprozess für Baubewilligungen bei dem DBM genutzt werden, wurde einer ersten Evaluierung unterzogen. Für die Diskussion wurden zwei Fokusgruppen mit den Einreichenden und den Prüfenden gebildet. In den beiden folgenden Kapiteln werden zunächst die Teilnehmenden in anonymisierter Form aufgelistet, gefolgt von einer Zusammenfassung der Kernaussagen der Teilnehmenden.

Die ausführlich formulierten Aussagen sind den Anhängen 'Anhang E' und 'Anhang F' zu entnehmen. Es ist zu erwähnen, dass die Aussagen nicht transkribiert sind, sondern vom Verfasser auf der Basis des Stichwortprotokolls und einer Videoaufnahme in Schweizerdeutsch, nüchtern und neutral in Schriftsprache ausformuliert wurden. Zur Identifikation der Teilnehmenden steht nach jeder Aussage eine ID in eckigen Klammern, der vorangehende Text stammt solange von den gleichen Teilnehmenden, bis eine neue ID sichtbar ist.

5.7.1 Diskussionsergebnisse der Fokusgruppe Prüfende

An der Diskussion der Fokusgruppe nahmen vier verschiedene Prüfende vgl. der Tabelle 4 teil.

Tabelle 4, Teilnehmende der Fokusgruppe Prüfende

ID	Funktion	Standort	Anzahl Einwohnende
P1	Bauinspektor	Stadt Thun	Ca. 44'000
P2	Leiter Hochbau	Gemeinde Oberdiessbach	Ca. 3'570
P3	Vorsteher Abteilung Bauen	Kanton Bern	
P4	Bauinspektorin	Stadt Langenthal	Ca. 15'800

Chancen bei der Nutzung von digitalen Bauwerksmodellen für der Baueingabe

Allgemein bietet das Bsp. der Firma Raumgleiter und der Stadt Järvenpää zeigt interessante Möglichkeiten, wie die Beurteilung von Ortsbildern in Städtebau- und ästhetischen Kommissionen durch die Reduktion der Vogelperspektive vereinfacht werden könnte, da diese die Wahrnehmung beeinflusst [P1]. Die digitale Abbildung der Stadt kann als Kontextualisierungsinstrument dienen, das die geplanten Projekte direkt mit Aspekten wie Naturgefahren oder Denkmalschutz verglichen werden können [P3].

Im Kanton Bern werden jährlich etwa 20.000 Baugesuche beurteilt, wobei bei etwa 10 % der Gesuche ein DBM eingesetzt wird. Bei Neubauten und Mehrfamilienhäusern lassen sich besonders grosse Vorteile in der Nutzung von DBM beobachten. Für den Einbau eines neuen Dachfensters reicht auch zukünftig ein einfaches Formular aus [P3].

Diese Datenintegration könnte schliesslich zur Harmonisierung auf kantonaler Ebene führen. In der Stadt Thun wird eine BIM-Abteilung etabliert, die sich mit Bestellungen, Planungen und vereinfachtem Unterhalt beschäftigt. Die Vorteile könnten auch in die Baugesuchsprüfung übertragen werden [P1].

Die Prüfenden erkennen in der Politik die grösste Chance für weniger regulierende Prüfungen in der Zukunft [P2, P3, P4]. Es wird hervorgehoben, dass nicht nur Techniken wie KI, sondern auch die Nutzung und Prüfung von DBM einer genauen Betrachtung unterzogen werden müssen [P3].

Die neue **Vorstufe** ermöglicht eine unbegrenzte Anzahl von Vorprüfungen, welche von den Einreichenden zur Selbstprüfung genutzt werden können. Dadurch werden die Behörden entlastet [P1, P3].

Die gestalterischen Aspekte der **ersten Stufe und zweiten Stufe** bleiben offen für Interpretationen. In diesem Zusammenhang könnte ähnlich der vorgeschlagenen Onlineplattform von Järvenpää, als eine mögliche Lösung betrachtet werden [P3]. Zudem wird betont, dass objektiv beurteilbare Aspekte maschinell ausgewertet werden sollten, was die Prüfzeit deutlich verkürzen könnte [P1-P4]. Ein DBM kann Prüfende bei der Beurteilung von subjektiven Aspekten wie dem Ortsbild von Nutzen sein, da es weniger Interpretationsspielraum zulässt als ein 2D-Plan [P4].

Herausforderungen bei der Nutzung von digitalen Bauwerksmodellen für der Baueingabe

Der phasengerechte **Informations- und Geometriegehalt** der DBM stellt die Behörden vor grosse Herausforderungen. So sollte die Bewertung von Bauprojekten stets auf Basis festgelegter Parameter erfolgen, ohne dass Menschen oder KI neue Kriterien erfinden/hinzufügen darf (ist die aktuelle Gesetzeslage) [P3]. In der Praxis gibt es trotz Standards, wie den harmonisierten Messmethoden (BMBV), weiterhin Diskussionen über die Interpretation und Umsetzung [P4].

Da die meisten Flächen bereits bebaut sind, erweisen sich Neubauten oft als unmöglich, weshalb Umbauten die vorrangige Alternative darstellen, diese könnten zukünftig auch mittels DBM untersucht werden. Im Hinblick auf kleine Baubewilligungen, wie den Austausch von Dachfenstern, steht der Aufwand zum Erstellen von einem DBM oft nicht in Relation mit dem eigentlichen Bauvorhaben bzw. dem heutigen Bewilligungsaufwand [P2]. Es wird erwartet, dass durch die Anforderungen des DBM bei Baueingaben der Aufwand für die Einreichenden deutlich zunehmen könnte. Behörden sollten solche technischen Anforderungen nicht aufzwingen, sondern Innovationen fördern, die das Leben der Einreichenden erleichtern. Hierbei sollte stets das Wohl der Einreichenden im Vordergrund stehen [P1].

Der Blick auf scheinbar **objektive Kriterien** offenbart oft verborgene Nuancen und unerwartete Schwierigkeiten. So wirft bspw. die Bewertung von Grünflächen und die Verlegung von Gartenplatten DBM komplexe Fragen auf, da die Detailgenauigkeit der Daten entscheidend für die Beurteilung ist. Trotz scheinbarer Durchlässigkeit für Wasser bleibt die Fläche im DBM versiegelt, was das Bewertungsergebnis beeinflusst und durch die Prüfenden **subjektiv** beurteilt werden muss [P1].

Die Komplexität des Baubewilligungsmanagements stellt ebenfalls eine Herausforderung dar, die die Frage aufwirft, ob in Zukunft Spezialisten wie Architekten benötigt werden um diese DBM technisch zu verarbeiten/beurteilen. Zudem dürfen die Kosten für Baubewilligungen nicht die des eigentlichen Projekts überschreiten [P2] [P3]. Weiterhin wird diskutiert, ob Algorithmen bestimmen können, ob ein eingereichtes Projekt als solches gilt.

Der neu aufgebaute Prozess entspricht von seinen Abläufen her gar nicht mehr den heute geltenden **Gesetzen** im Kanton Bern. Darum stellen sich die Prüfenden Fragen wie: Wie müssten die Gesetze aufbereitet werden, damit diese danach maschinell verarbeitet werden können? Was für ein Aufwand würde das generieren, sprich liegt das im Verhältnis mit den potenziellen Einsparungen? [P1] [P3]

Vor der Einführung neuer Prozesse ist eine umfassende Gesetzesrevision erforderlich, die Bundes-, kantonale und kommunale Gesetze umfasst. Die Erfahrung zeigt, dass die Abbildung solcher Gesetze in digitaler Form bis zu deren Funktionsfähigkeit in der Praxis mit enormen Herausforderungen verbunden ist [P1].

Die Politik bestimmt die Gesetzgebung, welche oft nicht mit den Bedürfnissen der ausführenden Behörden übereinstimmt [P3]. Dies wird ersichtlich am Beispiel des neuen Baureglements in Thun, welches im Vergleich zum vorherigen 80 Artikel umfasst, anstatt der vorherigen 40. Dies hat längere Bewilligungsverfahren zur Folge [P1]. Obgleich die Entwicklung neuer Prozesse einen Beitrag zur Innovation leistet, ist die klare und unterstützende Vorgabe auf Bundesebene von entscheidender Bedeutung für die erfolgreiche Umsetzung [P3].

Im Kanton Bern existieren etwa 335 verschiedene Baureglements, deren Harmonisierung als äusserst schwierig erachtet wird und bereits heute eine **generelle Herausforderung** darstellt. Eine Vielzahl von Bauanträgen wird nach wie vor mit manuellen 2D-Plänen eingereicht, was darauf hindeutet, dass die Antragstellenden nicht genügend für eine digitale Einreichung vorbereitet sind [P1].

Es bestehen Bedenken hinsichtlich der zukünftigen Speicherung, Zugänglichkeit der zusätzlich anfallenden Datenmengen aufgrund der DBM. [P4].

Die durchschnittliche Gesamtdauer für die Prüfung eines Antrags beträgt sieben Monate, wobei die Behörden zwei bis drei Monate für ihre Bearbeitung benötigen. Der Rest der Zeit wird durch Überarbeitungen der Antragsteller verursacht. Trotz der Pflichtdokumente im System 'eBau' gelingt es einigen, diese Vorgaben zu umgehen, was die Effektivität dieses Mechanismus mindert [P4]. Der aktuelle Ansatz sieht eine zweistufige Prüfung vor, bei der Einsprachen bereits in der ersten Stufe berücksichtigt werden sollen. Allerdings werden auch Aspekte wie bspw. der Lärmschutz erst in der zweiten Stufe behandelt, welche den Einsprechenden nicht vorenthalten werden dürfen [P3]. Die Einführung der zweistufigen Prüfung könnte den Aufwand für die Behörden erhöhen, da Behörden Baugesuche bevorzugt in einem

Durchgang bearbeiten möchten, um sich nicht wiederholt in ein Projekt vertiefen zu müssen [P4]. Es wird erkannt, dass die Verantwortung für lange Verfahrensdauern nicht ausschliesslich bei den Behörden liegt, da Überarbeitungen durch die Einreichenden mehrere Monate in Anspruch nehmen können. Die technische Prüfung wird aufgrund der involvierten Behörden und der zunehmenden Komplexität aller Voraussicht nach ähnlich lange dauern wie bisher [P1] [P3].

Einfluss auf die Transparenz über den Verlauf des Baubewilligungsverfahrens

Der neue zweistufige **Prozess** wird kritisch gesehen, da die bisherigen Verfahren parallel ablaufen und eine Vereinfachung nicht zwangsläufig zu einer Beschleunigung der Bewilligungen führt. Einreichende bevorzugen Klarheit über die erforderlichen Schritte zur Erzielung einer Bewilligung im ersten Versuch, wodurch Transparenz und Effizienz gefördert würden [P3]. Behörden streben generell nach einer Minimierung der Verfahrensdauer, wobei die durchschnittliche Bearbeitungszeit für Baugenehmigungen aktuell bei etwa vier bis viereinhalb Monaten liegt. Trotz der Bemühungen, die Antragstellung zu vereinfachen, bleibt das Hauptproblem der Mangel an Ressourcen, besonders im Bereich des Gewässerschutzes, was durch neue Prozesse allein nicht gelöst werden kann [P1].

Des Weiteren wird hervorgehoben, dass Modifikationen im Prozess keine nachteiligen Konsequenzen für die Transparenz haben und die Einhaltung von Fristen weiterhin von essenzieller Bedeutung ist. Die Verantwortung liegt jedoch letztendlich bei den jeweiligen Ämtern [P2].

Die **Nutzung von DBM** und den darin möglichen Kommunikationsmöglichkeiten wie das BCF könnte das aufwendige Nachtragen von Mängeln reduzieren und die Effizienz der Kommunikation verbessern [P2]. Es stellt sich die Frage, ob eine visuelle Beurteilung eines DBM in einer Bauverwaltung tatsächlich schneller ist als das Lesen eines 2D-Plans. Es wäre möglicherweise effizienter, wenn ein Vermessungsingenieur einen Nachweis über die Einhaltung des Grenzabstandes erstellt. In diesem Fall könnte sich die Behörde auf einen externen Nachweis (bspw. einen Ortsgeometer) verlassen, ohne selbst viel Aufwand betreiben zu müssen [P1] [P3].

Des Weiteren wird die Möglichkeit erörtert, Prüfende in den BIM-Planungsprozess zu integrieren. Aus Sicht der Behörde würde dies jedoch einen erhöhten Aufwand bedeuten und als nicht zielführend erachtet werden [P1].

Bei der derzeitigen Praxis ist es schwierig festzustellen, ob die Einreichenden die angeforderten Unterlagen eingereicht haben oder ob sie noch im Rückstand sind. Das BCF könnte hier Abhilfe schaffen [P2].

Einfluss auf die Transparenz beim Prüffortschritt

Der zweistufige Prozess könnte dazu beitragen, den Prüfungsfortschritt transparenter zu gestalten und Einsparungen zu reduzieren. Anpassungen in der zweiten Stufe könnten die erste Stufe beeinflussen, wobei wichtige Aspekte wie der Brandschutz grossen Einfluss auf die Ästhetik und die Einhaltung von Grenzabständen haben. Diese könnten mit dem BCF dokumentiert werden, was die Transparenz über das gesamte Genehmigungsverfahren erhöht [P4]. Die Frage, ob ein Liveticker für die Beteiligten erforderlich ist, steht im Raum. Das Ziel sollte eine fristgerechte Durchführung der Prüfungen sein. Bestehende Verfahrensprogramme regeln bereits, wer was prüft [P1]. Eine zusätzliche Transparenz könnte für Behördenmitarbeitende mit einem erhöhten Arbeitsaufwand verbunden sein und somit kontraproduktiv sein. Das System 'eBau' deckt eine Vielzahl von Bereichen ab. Eine direkte Kontaktaufnahme der Einreichenden mit Fachstellen könnte den Erklärungsaufwand unnötig erhöhen [P1] [P4].

Mehrwertpotentiale durch die Nutzung von digitalen Bauwerksmodellen für der Baueingabe

Generell kann der Einsatz von DBM in der Baubewilligung durch die implizierenden Automatisierungsmöglichkeiten erhebliche Vorteile bringen und Routinearbeiten vereinfachen. Es wird weiter vorgeschlagen, zu prüfen, ob KI auch für die Bewertung von Strukturgebieten oder Ortsbildern nützlich sein könnte, da dort bisher keine festen Parameter existieren, die aktuell von Menschen interpretiert werden müssen [P1]. DBM könnte speziell bei Mehrfamilienhaus-Bauanträgen von Nutzen sein, da je nach Antragsart unterschiedliche Eingaben erforderlich sind. Bspw. könnte ein Antrag für ein zusätzliches Dachfenster vollständig digital ohne PDF und mit minimalen Informationen bearbeitet werden [P1].

Es wird empfohlen, DBM nicht nur in einer Behörde zu nutzen, sondern auch die inter-behördliche Arbeit

stärker zu koordinieren, um Insellösungen zu vermeiden und einen ganzheitlichen Mehrwert zu schaffen [P3].

Die Bauvorschriften für Baugesuche unterscheiden sich in allen Gemeinden der **Prozess** ist jedoch überall fast identisch. Durch eine neue Vorstufe und die algorithmische Inhaltsprüfung kann eine schnellere Rückmeldung gegeben werden. Dieses Vorgehen ist ähnlich wie eine heutige Bauvoranfrage, durch die Automatisierung kann der Aufwand der Einreichenden und Prüfenden jedoch reduziert werden [P1]. Diese Vorstufe könnte besonders in kleinen Gemeinden eine Entlastung für die wenigen zuständigen Bearbeiter bedeuten und unvollständige Baugesuche verhindern [P2]. Weiter sehen die Prüfenden ein grosses Potenzial bei der Politik, indem diese eine Reduzierung der Vorschriften fördern, um die Komplexität in den kommunalen Baureglementen zu verringern [P2, P3, P4].

Mit einer standardisierten Kommunikationssprache wie IFC oder BCF könnte eine **Harmonisierung und Transparenz bei der Kommunikation** erreicht werden [P3].

5.7.2 Diskussionsergebnisse der Fokusgruppe Einreichende

An der Diskussion der Fokusgruppe nahmen sieben verschiedene Einreichende vgl. der Tabelle 5 teil. Räumlich, örtlich und mit Städten und Gemeinden wurde eine teilrepräsentative, stichprobenartige Verteilung der Schweiz abgebildet, das Tessin und die Westschweiz sind nicht enthalten. Die Betriebsgrößen reichen von sehr klein bis gross. In ihren Haupttätigkeitsfeldern planen und bearbeiten sie unterschiedliche Objekttypen.

Tabelle 5, Teilnehmende der Fokusgruppe Einreichende

ID	Funktion	Büro	Anzahl Mitarbeitende	Hauptgeschäftsfelder
E1 10	Architekt	Architekturbüro Grossraum Bern	14	MFH, EFH, Villen
E2 9	Architektin	Architekturbüro Grossraum Basel	28	Grossüberbauungen, MFH, EFH, Umbauten
E3 8	Architekt	Architekturbüro Grossraum Solothurn	5	MFH, EFH
E4 6	Architekt	Architekturbüro Grossraum St. Gallen	2	MFH, EFH
E5 5	Architektin	Architekturbüro Grossraum Luzern	47	Grossüberbauungen, MFH, EFH, Umbauten
E6 3	Architektin	Architekturbüro Grossraum Mittelland	11	MFH, EFH, Umbauten
E7 15	Raumplanerin	Raumentwicklungsbüro Grossraum Zürich	6	Digitale Wettbewerbe, Dialogverfahren

Chancen bei der Nutzung von digitalen Bauwerksmodellen für der Baueingabe

Allgemein denkt die Einreichende [E7], dass das neue 2-stufigen Baubewilligungsverfahren wesentliche Vereinfachung ermöglicht. In der ersten Stufe kann ein stark vereinfachtes Modell eingereicht werden, was den Aufwand für die Einreichenden im Vergleich zu den heutigen Anforderungen erheblich reduziert. Dies bietet den Planenden die Möglichkeit, das Risiko zu minimieren, insbesondere wenn noch keine Baubewilligung vorliegt und Einsprachen möglich sind, was das Risiko des Scheiterns des Projekts erhöht [E7].

Im DBM können verschiedene Aspekte wie z.B. Brandschutzanforderungen für Wände einfach hinterlegt werden. Diese Daten können dann durch die Behörden maschinell weiterverarbeitet werden [E1]. Wenn ein Referenzmodell von den Behörden zur Verfügung gestellt wird und die Einreichenden ihr Projekt gegen dieses Modell prüfen kann, spart er viel Zeit bei der Überprüfung der Richtigkeit. Auch bei Planungen, die verschiedene Gemeinden betreffen und in denen nicht immer die gleichen Regeln gelten,

kann schnell ein Feedback zum Entwurf eingeholt werden [E4].

Das Verständnis für das Projekt kann durch den Einsatz des DBM bei der Bevölkerung erhöht werden. So kann z.B. ein Schattenwurf in einem 3D-Modell sichtbar gemacht werden, wodurch mögliche rechtliche oder subjektive Einwände leicht entkräftet werden können [E7]. Durch den schrittweisen Einsatz des DBM, z.B. bei der Prüfung von Grenzabständen oder der Grundflächenzahl, können die vorhandenen Vorteile optimal genutzt werden [E3].

Die Zahl der Vorschriften, Gesetze und Normen nimmt ständig zu [E3]. Eine Sammlung von Regeln für die verschiedenen Gemeinden kann die Arbeit der ArchitektInnen stark vereinfachen, vergleichbar mit der Vorstufe im neuen Prozess [E5].

In der **Vorstufe** haben die Einreichenden die Möglichkeit, Projekte frühzeitig ohne direkten Kontakt mit der Behörde einzureichen. Dadurch erhalten sie eine schnelle Rückmeldung über die Einhaltung der kommunalen Bauvorschriften [E4].

In der **ersten Stufe** werden nur harte architektonische Fakten bewertet, andere Fachaspekte werden später berücksichtigt. Gebäudehöhen, Grenzabstände, Grundflächenzahl, Geschossflächenzahl können einfach und gut über ein DBM geprüft werden oder andere Aspekte und Informationen können auch wie bisher über Formulare gelöst werden und müssen nicht unnötig in ein DBM ausgefüllt werden. [E7].

Die **zweite Stufe** ermöglicht es den Einreichenden, ihre Projekte wiederholt mit den geltenden Anforderungen und Gesetzen zu vergleichen, was ein schnelles Feedback ermöglicht [E2]. Eine grobe Struktur der für die zweiten Stufe relevanten Aspekte sollte bereits in der ersten Stufe enthalten sein [E3].

Herausforderungen bei der Nutzung von digitalen Bauwerksmodellen für der Baueingabe

Der **Detaillierungsgrad (LOI & LOD)** ist entscheidend für die Qualität der automatischen Prüfung. Bei Umbauprojekten, die noch in 2D vorliegen, sollte es weiterhin konventionell eingereicht werden sollen bzw. können [E1]. Die Einreichung von BIM-Modellen ohne Prozessanpassung kann den Aufwand stark erhöhen, da es sich plötzlich um digitale Zwillinge handelt und der Planungsaufwand noch weiter vorgezogen wird, ohne Rechtssicherheit zu haben [E7]. Dieser Aufwand variiert je nach Projektgrösse und Auftragsvolumen und ist bei grossen Projekten sinnvoll, bei kleinen Projekten jedoch unverhältnismässig [E7].

Es sollten Detailspekte der zweiten Stufe in die ersten Stufe vorgezogen werden, wie z.B. CO₂-Belastung, Brandschutz nach SIA 500 und Schallschutz, da diese den Entwurf stark beeinflussen können [E2]. Es ist zu beachten, dass nicht alle Projekte den gleichen Brandschutzanforderungen unterliegen, daher sollten diese erst in der zweiten Stufe detailliert geprüft werden. Andere Aspekte wie die Feuerwehrezufahrt sind andererseits frühzeitig zu klären, da sie die gesamte Erschliessung des Gebietes beeinflussen [E4].

Es besteht die Gefahr, sich in Details zu verlieren, was zu einer Überlastung mit Prüfungen in frühen Entwicklungsphasen führen kann [E4]. In der Vergangenheit konnte die Planung der Gebäudetechnik effizient mit einem einzigen Formular durchgeführt werden, das maschinenlesbar war und somit den Datenfluss vereinfachte. Mit der Anwendung von einem DBM bedarf es dazu eine entsprechende Information Delivery Specification (IDS) oder ein umfangreiches Dokument mit Attributdefinitionen für die Umsetzung [E4].

Die Herausforderung besteht darin, **objektive und subjektive Faktoren** in Einklang mit dem Bauprojekt zu bringen. Oft wird die subjektive Einschätzung, dass etwas nicht zum Gesamtbild passt, über die objektiven Faktoren gestellt [E2]. Um Abweichungen von subjektiven Parametern objektiv beurteilen zu können, müssen diese in den Bauordnungen klar definiert werden. Dies könnte den Umfang der Regelsätze erhöhen und eine umfangreichere Prüfung erforderlich machen. Eine Vereinfachung der baurechtlichen Anforderungen wird daher gewünscht [E7]. So wird z.B. die Frage gestellt, ob der hohe Detaillierungsgrad beim Nachweis einer allgemeinen Geschossfläche in einem Modell mit zahlreichen Ausnahmen nicht bereits zu hoch ist. Die Einbeziehung von Räumen wie Abstellräumen oder Putzkammern in die allgemeine Geschossfläche wirft Fragen auf, da solche Ausnahmen die Objektivität der Prüfung beeinträchtigen und die Regelkonformität gefährden können [E7].

Generelle Herausforderungen könnten entstehen indem bspw. ältere Bürger Schwierigkeiten haben könnten, solche DBM zu lesen und zu verstehen [E1]. Die Nutzung des DBM setzt voraus, dass es durch die Rechtsprechung zugelassen wird. Es sind jedoch weitere Aspekte zu berücksichtigen. So müssen

bspw. Gerichtsurteile für neue Überbauungsordnungen abgewartet werden. Erst dann kann das DBM eingesetzt und geprüft werden. Möglicherweise müssen neue Regelwerke entwickelt werden, was den Aufwand erhöhen könnte, ohne den gewünschten Mehrwert zu bringen [E6]. Es wird empfohlen, bei der Baugenehmigung den Ansatz «weniger ist mehr» zu verfolgen [E4].

Einfluss auf die Transparenz über den Verlauf des Baubewilligungsverfahrens

Der **neue 2.5-stufige Prozess** hat zwar geringen Einfluss auf die Nutzung des DBM bei der Baueingabe, jedoch betonen Experten, dass bei der Digitalisierung stets auch der Prozess selbst überdacht werden muss [E7]. Durch die Aufteilung in Stufen gewinnen Einreichende früher Rechtssicherheit, was potenzielle Verluste durch Fehlplanungen minimieren könnte [E5]. Entsprechend der Stufe werden nur fertige geplante Dinge geprüft, z.B. in der zweiten Stufe Brandschutzanforderungen für Türen und Wände [E1]. Heutzutage basieren subjektive Entscheidungen, wie das Ortsbild oft auf persönlichen Beziehungen oder gar Willkürsystemen [E7]. Es wird diskutiert, wie das System selbstständig architektonische Anpassungen bewerten könnte, um den Einreichenden eine valide Rückmeldung zu geben. Diese automatische Prüfung würde zu einer erhöhten Transparenz führen und Diskussionen mit den Behörden vereinfachen, da subjektive Aspekte plötzlich teilobjektiv beurteilt werden könnten [E2]. Es gibt bereits Fälle, in denen Einreichende gegen geltendes Recht verstossen, indem sie Änderungen nach der Genehmigung vornehmen, ohne diese öffentlich zu machen das wäre Zukünftig nicht mehr möglich [E7]. In Zukunft könnten messbare Werte für Abweichungen geschaffen werden, um subjektive Einschätzungen regelbasiert zu bewerten [E2].

Dennoch könnte es sinnvoll sein, die Kommunikation über BCF statt regelbasierter Beurteilung durchzuführen, um Transparenz zu gewährleisten und die Rechte der Einsprechenden zu wahren.

Die **Nutzung von DBM** für die Steigerung der Transparenz wird kritisch betrachtet. Ein Einreichender warnt davor, dass Zugang zu 3D-Modellen die Zeitplanung und Umsetzbarkeit von Bauprojekten beeinträchtigen könnte. Er befürchtet, dass dies frustrierten Nachbarn mehr Raum für Einsprüche geben würde, da noch mehr Details sichtbar wären, was zu Verzögerungen und Komplikationen führen könnte [E1].

Die Durchführung von Vereinbarungen muss durch den gesamten Prozess hinweg einheitlich sein. **Dokumentationen im BCF** gewährleisten ihre Nachvollziehbarkeit. Entscheidungen müssen stringent sein, auch wenn sie von anderen getroffen werden als von denen, die die Diskussion geführt haben. Klare Definitionen und Protokollierungen sind entscheidend und das BCF bietet eine wirksame Lösung dafür, sowohl für Behörden als auch Planer [E3].

Einfluss auf die Transparenz beim Prüffortschritt

Mit der Nutzung vom **BCF** wird eine Transparenz erreicht, die eine klare Verortung und Nachvollziehbarkeit von Mängeln ermöglicht und verhindert, dass im Projektverlauf neue Mängel hinzukommen. Es gäbe auch eine **nachvollziehbare Historie** der Mängelfälle. D.h. die Einreichenden könnten auch einsehen, welche Punkte von den Behörden und Kommissionen diskutiert wurden [E6].

Einreichende bemängeln jedoch die Intransparenz des derzeitigen Verfahrens, da Aspekte wie CO₂-Belastung und Brandschutz, die durch die Bauordnung abgedeckt sind, oft unnötigerweise bestritten werden, obwohl sie erst in späteren Prüfphasen relevant werden [E7]. Die **Festlegung der Rahmenbedingungen** zu Beginn eines Projektes ist für die Gesamtbetrachtung und Planung zukünftiger Bauvorhaben unerlässlich, wobei trotz der Fokussierung auf die unmittelbaren Schritte eine ganzheitliche Betrachtung notwendig ist. Diese Aspekte könnten zukünftig bspw. übers BCF o. dgl. festgehalten werden [E3].

Das Ortsbild lässt sich nur schwer aus einem Blickwinkel beurteilen, in einem DBM können **verschiedene, realistische Perspektiven** eingenommen und der Gesamteindruck und die Gesamtwirkung objektiver beurteilt werden. In der Phase 2 können unterstützende Werkzeuge die Modellprüfung transparenter gestalten, da eine hohe Anzahl objektiv beurteilbare Fakten vorhanden sind [E4]. Zukünftige Änderungen in späteren Projektphasen werden wie bisher gehandhabt, mit dem BCF kann aber eine **verbesserte Transparenz und Kommunikation** ermöglicht werden [E2][E7].

Mehrwertpotentiale durch die Nutzung von digitalen Bauwerksmodellen für der Baueingabe

Generell bietet der **Einsatz von DBM** bietet klare Mehrwerte, da Einreichunterlagen nicht mehr in x-facher Papierform benötigt werden [E1]. Der Verzicht auf 2D-Pläne, vor allem bei Mehrfamilienhäusern, kann vieles vereinfachen, da die Planer heute bereits in 3D planen und 2D-Pläne nur Blaupausen sind und nicht den aktuellen Planungsstand darstellen [E4]. Die rasche Rückmeldung bei Vorprüfungen gibt Sicherheit und die Mehrstufigkeit erleichtert den gesamten Planungsprozess, der auch auf andere Bereiche wie Brandschutz übertragbar wäre [E4].

Durch den **neuen Prozess** reduziert sich der initiale Planungsaufwand für die Einreichenden, bis die Rechtssicherheit durch eine Baubewilligung erreicht ist. Die Detaillierung erfolgt erst zu einem späteren Projektzeitpunkt, wodurch eine erneute Überarbeitung der Planungen nicht erforderlich ist. In der zweiten Stufe wird lediglich die Ausführungsplanung erstellt [E5] [E6]. Die Dauer solcher Verfahren kann aktuell mehrere Jahre betragen, was zu einem regen Personalwechsel in den Behörden führt. In Zukunft würde sich die Dauer der fachlichen Prüfungen erheblich verkürzen. Die beurteilenden Personen in den Fachstellen würden nicht mehr mehrfach wechseln und die Beurteilung würde von einer Person durchgeführt, die dann auch den Entscheid fällt [E5].

Die Neueinführung, dass Einsprechende die Prüfkosten vorbezahlen müssen, wird von dem Einreichenden begrüsst, da sie die Anzahl unbegründeter **Einsprachen verringern** und die Verfahrensdauer verkürzen könnte [E1] [E7]. Es ist jedoch zu berücksichtigen, dass dies reiche Senioren wahrscheinlich nicht vor Einsprachen abschrecken würde [E7]. Das Verfahren beschränkt Einsprachen auf äussere Immissionen, was emotionale Beweggründe wie Neid ausschliesst, da Einsicht in Innenräume zu diesem Zeitpunkt noch nicht möglich ist [E7].

6 Diskussion

Um Erkenntnisse über Gemeinsamkeiten und Unterschiede von Baugenehmigungsverfahren zu gewinnen, wird der neu entwickelte 2.5-Stufige Baubewilligungsprozess mit DBM mit anderen bestehenden, wissenschaftlich dokumentierten Baugenehmigungsverfahren, dem Stand der Technik und Praxis sowie den Validierungsergebnissen aus den beiden Fokusgruppen verglichen.

6.1 Unterschied neuer Verfahrensprozess im Vergleich zum bestehenden Prozess

Heute werden Baugesuche mit Formularen und 2D-Plänen in analoger oder digitalisierter Form als PDF eingereicht, wobei das optische Erscheinungsbild stark variieren kann. Je nach Bauvorhaben stehen den Prüfenden zusätzlich skalierte, physische Modelle in einem tiefen Detaillierungsgrad für die Beurteilung zur Verfügung. Die Kommunikation zwischen den Prüfenden und den Einreichenden erfolgt über verschiedene Kanäle wie traditionelle Briefe, E-Mails oder die Online-Plattform 'eBau'. Eventuelle Mängel, erforderliche Anpassungen oder Mitteilungen der Prüfenden werden in schriftlichen Berichten in Prosa festgehalten und den Einreichenden übermittelt. Diese Berichte müssen umfassend, beschreibend und klar verständlich sein. Die Erstellung solcher Berichte kann für die Prüfenden mit einem erheblichen Zeit- und Arbeitsaufwand verbunden sein (Pfister, 2023).

Die Einreichenden ihrerseits müssen den Inhalt dieser Berichte genau verstehen, um die erforderlichen Anpassungen an ihren Bauprojekten vornehmen zu können ([E6], Fokusgruppe Einreichende, 2024). Generell gilt, dass getroffene Vereinbarungen während des gesamten Prozesses transparent und nachvollziehbar sind ([E7], Fokusgruppe Einreichende, 2024). Entscheidungen müssen immer stringent sein, auch wenn diese von einer anderen Person getroffen werden als derjenigen, die die fachliche Diskussion oder Vorabklärung durchgeführt hat. Das könnte z.B. durch die Dokumentation im BCF-Format gewährleistet werden. Auf diese Weise könnten auch subjektive Entscheidungen nachvollziehbar gemacht werden und einmal getroffene Vereinbarungen bleiben über den gesamten verbindlich ([E3], Fokusgruppe Einreichende, 2024).

Die Verwendung offener Datenstandards wie IFC oder BCF stellt sicher, dass Planende bei der Wahl ihrer Planungssoftware auch zukünftig nicht eingeschränkt sind (Urban et al., 2024, p. 4). Zudem garantieren offene Datenstandards die langfristige und unabhängige Nutzung der Daten innerhalb der Baubehörde (Borrmann et al., 2021, p. 144). Unabhängig von der gewählten Modellierungssoftware müssen die gelieferten Daten bestimmte Anforderungen erfüllen, um die Kompatibilität der DBM im Validierungssystem zu gewährleisten (Canton de Genève & Vincendon, 2023; [P3], Fokusgruppe Prüfende, 2024).

Im exemplarischen Anwendungsfall der Stadt Thun werden offene Datenstandards wie IFC oder BCF verwendet. Die Prüfung des eingereichten DBM auf ein zulässiges Datenformat erfolgt mittels Python-Skript. Dieses beinhaltet die Formate 'IFC2x3, IFC4, IFC4_3' sowie die Entität 'IFCspace'. Zusätzlich erfolgt in diesem Skript die Berichterstattung mittels einfacher Textdateien sowie der Zuordnung, Übertragung und Kopie der DBM in die entsprechenden Ordner zur Weiterverarbeitung. Nach der Beurteilung, ob ein Aspekt oder Artikel des (BR 2022) der Stadt Thun objektiv oder subjektiv beurteilt werden kann, wurde exemplarisch geprüft, inwieweit eine automatische Prüfung durchgeführt werden kann. Darauf folgend wurden der LOI und der LOG für die potenzielle Modellprüfung festgelegt. Auf Basis dieser Definitionen wurde mit der Entwicklung spezifischer Prüfregeln in der BMC-Software 'Solibri Office' begonnen. Unter Berücksichtigung der definierten LOI und LOG wurden Test-DBM sowie Regelsets erstellt und die entsprechenden Prüfmechanismen getestet. Die generierten Validierungsergebnisse wurden als Testbericht im BCF-Format und als PDF-Datei ausgegeben. Mit diesem Prozessablauf wurde der open-BIM-Ansatz konsequent umgesetzt, wodurch die Daten nachhaltig und transparent weiterverarbeitet werden können. Eine vollautomatische Durchgängigkeit ist im aktuell aufgebauten Prototypen nicht möglich. Dieser basiert derzeit ausschliesslich auf Einzelkomponenten, die manuell miteinander verbunden werden müssen. Trotz dieser Unvollständigkeit in der Automatisierung konnte der neu entwickelte Bauantragsprozess mit DBM modellhaft simuliert und umgesetzt werden.

6.1.1 Unterschiede im Bezug auf den Prozessablauf

Grundsätzlich ist festzustellen, dass im **bestehenden Baubewilligungsverfahren** die vorläufige, formelle und technische Prüfung parallel stattfinden bzw. erfolgen können. Danach erfolgt die Publikation und die koordinierte materielle Prüfung bei den verschiedenen Fachstellen. Innerhalb von 30 Tagen nach der Erstveröffentlichung können Einsprechende von ihrem Recht Gebrauch machen. Wird gegen das geplante Bauvorhaben Einsprache erhoben, folgt ein Einspracheverfahren, welches einen markanten Einfluss auf die Gesamtdauer des Baubewilligungsverfahrens hat (Aargauer Zeitung, 2015; Bühler, 2023; Rühli et al., 2019). Basierend auf den formellen, materiellen und Einsprache bedingten Ergebnissen wird schliesslich der Bauentscheid gefällt.

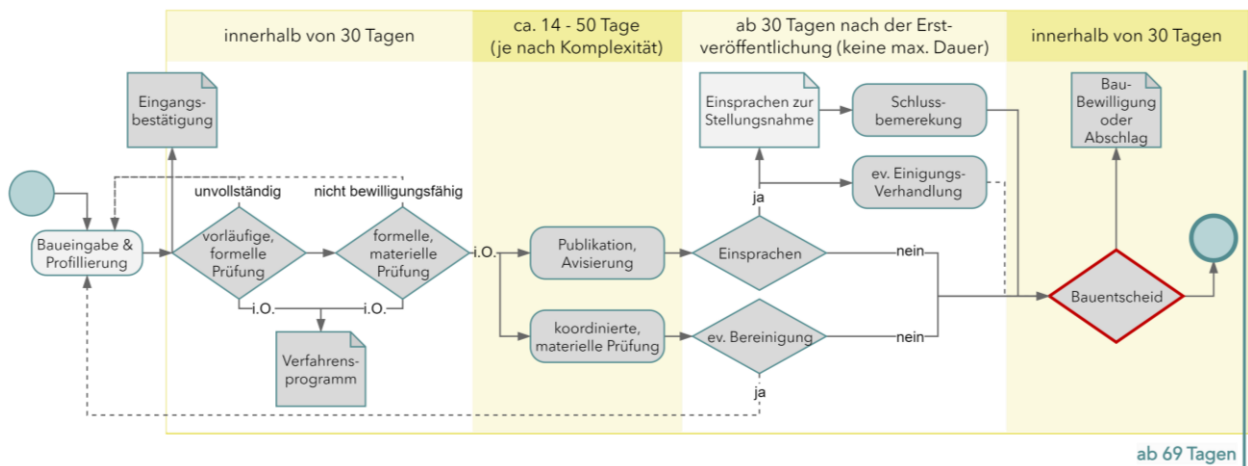


Abbildung 55, bestehender Baubewilligungsverfahrenprozess von Thun (adaptiert von (Stadt Bern Direktion für Sicherheit, Umwelt & Energie, 2013))

Der bestehende Baubewilligungsverfahrenprozess ist einstufig und prüft die Baubewilligungsfähigkeit eines Bauvorhabens anhand von Bauplänen, die eine sehr hohe Planungstiefe voraussetzen (BewD Art. 10 ff., 2023; Bühler, 2023; Metzler, 2023). Vergleicht man diesen bestehenden Prozess mit der SIA 112, so zeigt sich, dass der Baubewilligungsprozess nur bedingt mit den Anforderungen der SIA-Phasen harmonisiert. Die genannte Norm beschreibt, dass die Fachplanung zur Umsetzung des architektonischen Konzeptes erst nach der behördlichen Baubewilligung beginnt. Somit werden die für die Bewilligung notwendigen Ausführungspläne erst in der SIA-Phase 41 erarbeitet (SIA 112, 2014, p. 19). Durch die stetige Zunahme der inhaltlichen und quantitativen Normen ist zudem eine Zunahme der Anforderungen an die Nachweise wie bspw. Erdbebensicherheit oder Schallschutz festzustellen (Inauen & Altermatt, 2023). Im Umkehrschluss bedeutet dies, dass Fachplaner trotz fehlender Rechtssicherheit frühzeitig in die Planung einbezogen werden müssen ([E5], [E6], Fokusgruppe Einreichende, 2024). Eine weitere Problematik wird in der Phase der Einsprachen und Beschwerden gesehen. Denn für Investoren ist die Einhaltung des Zeitplans entscheidend für das Vertrauen in ein Projekt (Dragila Salis, 2024). Diese Prozessphase ist oft von Intransparenz geprägt, was zu unvorhersehbaren Verzögerungen führt (Inauen & Altermatt, 2023).

Dem gegenüber steht der **neue zweistufige Baubewilligungsverfahrenprozess**. In diesem Verfahren erfolgt die endgültige Baueingabe mittels DBM. Objektiv beurteilbare Aspekte werden mittels automatischer Validierung durchgeführt. Subjektiv beurteilbare Aspekte werden weiterhin manuell durchgeführt. Die Prüfenden sichten die automatisch generierten Validierungsergebnisse und plausibilisieren diese. Zusätzlich führen sie die formale Prüfung durch und veranlassen die Veröffentlichung in einem amtlichen Publikationsorgan.

In der **ersten Stufe** wird das Gebäude in seiner Wirkung und den daraus resultierenden Immissionen nach aussen beurteilt. Dabei werden weitgehend nur städtebauliche und architektonische Aspekte berücksichtigt. Durch die reduzierten geometrischen und inhaltlichen Anforderungen reduziert sich der zu bearbeitende Umfang für die Einsprechenden in dieser Phase erheblich (Bühler, 2023; [E1], [E7], Fokusgruppe Einreichende, 2024; Metzler, 2023). Die Einsprechenden können von ihrem Recht Gebrauch

machen, müssen aber gleichzeitig einen Kostenvorschuss für die Prüfung leisten. Damit wird dem Postulat '23.3640' von Gmür betreffend 'Massvolle Kostenaufgabe bei Einsprachen im Baubewilligungs- und Nutzungsplanverfahren' bereits Rechnung getragen (Gmür-Schönenberger, 2023). Einreichende und Prüfende gehen davon aus, dass durch diese Anpassung die Zahl der Einsprachen in Zukunft abnehmen wird. Dies wird vor allem auf den Wegfall unbegründeter Einsprachen zurückgeführt ([E1], [E7], Fokusgruppe Einreichende, 2024; [P1], [P3], [P4], Fokusgruppe Prüfende, 2024).

Die **zweite Stufe** fokussiert sich auf die detaillierte materielle Untersuchung des Gebäudes selbst. Dabei wird das Innere des Gebäudes mit seinen technischen, materiellen und innenarchitektonischen Aspekten untersucht. Nach dem Hochladen vom DBM kann eine Auswahl bezüglich der Art der durchzuführenden Prüfung getroffen werden.

Entweder können in der zweiten Phase die gleichen **automatischen Prüfungen** wie in der ersten Phase erneut durchgeführt werden. Dies ermöglicht den Einreichenden, ihre Projekte immer wieder gegen die geltenden Anforderungen und Gesetze zu prüfen ([E2], [E4], Fokusgruppe Einreichende, 2024). Somit würden auch in der zweiten Phase nur bewilligungsfähige DBM zur Prüfung an die Prüfenden weitergeleitet bzw. übermittelt werden.

Oder das DBM kann als **Ausführungsplanung nachgereicht** werden. Dazu wird zunächst eine Abweichungsprüfung zur Vorprüfung durchgeführt. Unmittelbar danach wird wieder eine automatische Prüfung durchgeführt und ein entsprechender Bericht für die Prüfenden erstellt. In der Regel werden in der zweiten Stufe nur noch die Elemente der Ausführungsplanung geprüft, bei denen die Planung bereits abgeschlossen ist, z.B. werden die Brandschutzanforderungen für Türen und Wände so definiert/geprüft, wie sie später umgesetzt werden ([E1], [E5], Fokusgruppe Einreichende, 2024). Dies könnte die Anzahl der Iterationen zwischen Einreichenden und Prüfenden reduzieren, eine effizientere Durchführung der Prüfung ermöglichen und letztlich zu einer schnelleren Baufreigabe führen.

Im Falle von **Abweichungen** werden diese den Prüfenden mitgeteilt, die dann entscheiden müssen, ob diese im normalen Verfahren weiter bearbeitet werden können oder ob das Projekt bzw. die Änderungen erneut öffentlich ausgeschrieben werden müssen, um die Rechte Dritter zu wahren.

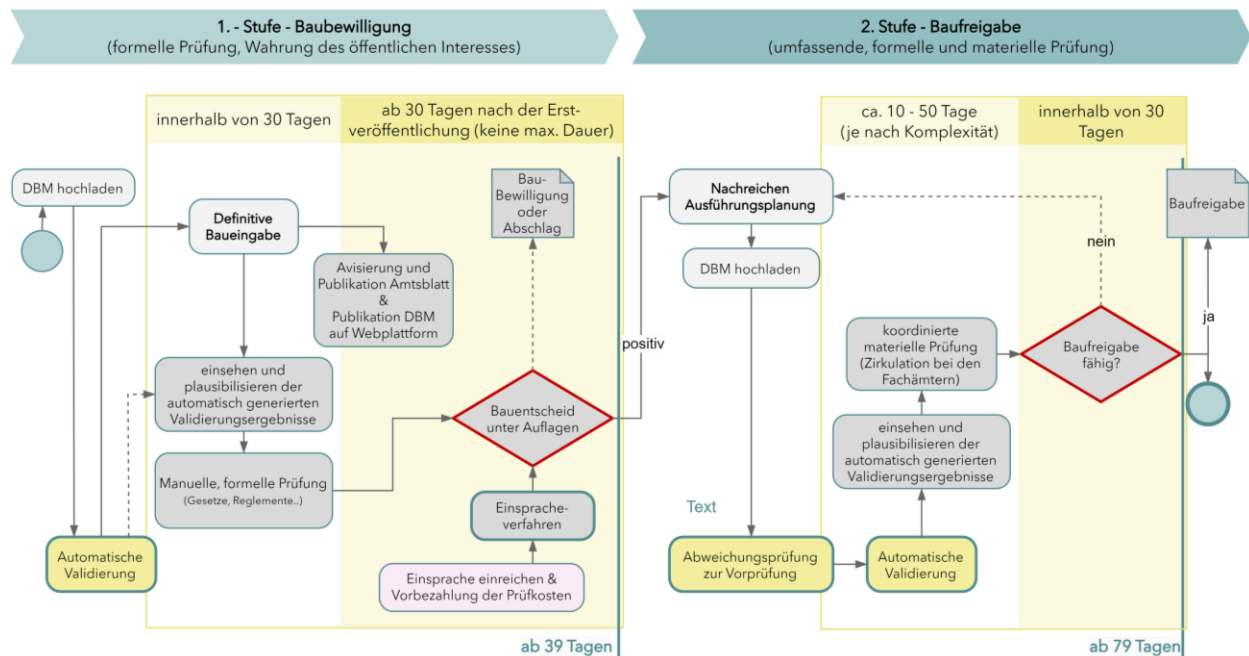


Abbildung 56, neuer Baubewilligungsverfahrensprozess von Thun (eigene Abbildung)

Mit dieser Zweistufigkeit und den damit verbundenen Informationsanforderungen wird der Genehmigungsprozess stärker an die Phasen nach SIA 112 angeglichen (SIA 112, 2014, pp. 14-15). Für die Planenden würde dies bedeuten, dass die Planungstiefe in der ersten Stufe reduziert wird und die Fachplanung erst nach Erlangung der Rechtssicherheit beigezogen werden müsste (Bührer, 2023; [E1], [E7], Fokusgruppe Einreichende, 2024; Metzler, 2023). Des Weiteren wird durch die Prüfenden beschrieben, dass die Detaillierung der Planungen erst zu einem späteren Zeitpunkt im Projekt erfolgt. Durch diese

Staffelung würden sich viele Überarbeitungen bei der heutigen Baueingabe erübrigen, da in dieser zweiten Phase umsetzbare Ausführungspläne vorliegen ([E5], [E6], Fokusgruppe Einreichende, 2024).

Zusätzlich zu dieser zweistufigen Beurteilung wird eine **Vorstufe** eingeführt, in der alle objektiv beurteilbaren Aspekte geprüft werden. Durch diese Vorprüfungen erhalten die Einreichenden ein rasches Feedback, was zu mehr Planungssicherheit führen könnte ([E4], Fokusgruppe Einreichende, 2024). Auch die Prüfenden sehen in der neuen Möglichkeit der unbegrenzten Anzahl Vorprüfungen eine grosse Chance. Die Einreichenden könnten diese Vorprüfung sehr gut als Selbstprüfung nutzen und würden die Behörden in dieser Zeit weniger beschäftigen ([P1], [P3], Fokusgruppe Prüfende, 2024).

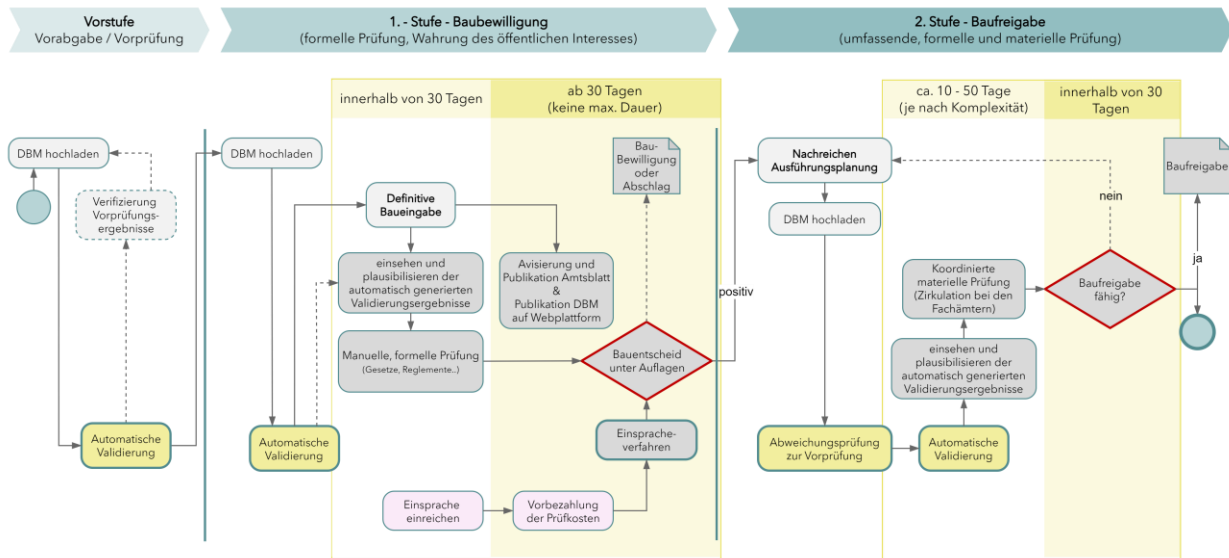


Abbildung 57, neuer zweistufiger Baubewilligungsverfahrenprozess mit Vorstufe von Thun (eigene Abbildung)

Ein weiterer Vergleich mit anderen Ländern zeigt, dass z.B. auch Estland und Österreich über solche Vorstufen der automatischen Vorprüfung verfügen. In Estland ist wie im neuen Verfahrenprozess eine unbegrenzte Anzahl von Prüfungen möglich, da der Prozess als sich wiederholende Schleife aufgebaut ist (Raitviir & Republic of Estonia, 2021). Im österreichischen Prozess zum openBIM-Genehmigungsverfahren ist ein linearer Ablauf mit fünf in sich geschlossenen Schritten erkennbar. Aus der Quelle geht nicht hervor, ob die Einreichenden in weiteren Schritten auf die halbautomatische Prüfung in 'Phase 2' zurückgreifen können (Urban et al., 2024). Das von (Fauth et al., 2023) untersuchte Baubewilligungsverfahren in einer Fallstudiengemeinde in Südtirol spiegelt einen sehr traditionellen Ablauf ohne Vorstufe wider. Konkret spielt der Prozess nur eine untergeordnete Rolle, vielmehr werden die Schnittstellen und Datenübergaben zwischen den verschiedenen Fachämtern mit Hilfe des DBM untersucht, so dass in diesem Zusammenhang kein direkter Vergleich gezogen werden kann.

6.1.2 Einfluss auf die Verfahrensdauer

Bei der Beurteilung der Verfahrensdauer des **bestehenden Baubewilligungsverfahrenprozess** sind mehrere Faktoren zu beachten. So muss die formelle Vorprüfung innerhalb von sieben Arbeitstagen nach Eingang des Baugesuches und der Profilierung erfolgen (BewD Art. 17, 2012). Ist alles in Ordnung, erfolgt die Veröffentlichung an zwei aufeinander folgenden Erscheinungsterminen im amtlichen Publikationsorgan. Gleichzeitig mit der ersten Publikation beginnt die Einsprachefrist von 30 Tagen zu laufen (BewD Art. 31, 2012). Zudem ist das Gesuch bei offensichtlichen materiellen Mängeln innert 30 Tagen abzuweisen (BewD Art. 18, 2012).

Abgeleitet ergibt sich aus diesen Fristen mit: 9 Tage (vorläufige, formelle Prüfung und Publikation), 30 Tage (Einsprachefrist) und 30 Tage (Bauentscheid) eine minimale Gesamtdauer von **69 Tagen** bis eine **Baubewilligung** erteilt werden kann, wobei danach direkt mit dem Bau begonnen werden kann.

Die genannten Verfahrensschritte setzen voraus, dass die Einreichenden ein einwandfreies Gesuch eingereicht haben. Andernfalls können sich die Zeitfenster beliebig verlängern.

Mit dem neuen **zweistufigen Baubewilligungsverfahrenprozess** verändert sich auch die Verfahrensdauer. In der **ersten Stufe** könnte das Einsehen und Plausibilisieren der automatisch generierten Validierungsergebnisse vom DBM und die formelle Prüfung sowie Publikation wiederum innerhalb von sieben Arbeitstagen, nach Eingang der Baueingabe und erfolgter Profilierung erfolgen. Mit dieser Anpassung werden die bestehenden Fristen gem. (BewD Art. 17, 2012) übernommen, lediglich die Beschreibung müsste in der Gesetzesgrundlage an die neuen Gegebenheiten angepasst werden.

Wenn alles in Ordnung ist, erfolgt die Veröffentlichung an zwei aufeinanderfolgenden Erscheinungsterminen im amtlichen Publikationsorgan. Zeitgleich mit der Erstveröffentlichung beginnt auch die Einsprachefrist von 30 Tagen (BewD Art. 31, 2012). Daraus ergibt sich, dass dieser Artikel keiner Anpassung bedarf und für das neue Baubewilligungsverfahrenprozess übernommen werden kann.

Aus diesen Fristen abgeleitet resultieren 9 Tage (Einsehen und Plausibilisieren, formelle Prüfung und Publikation) und 30 Tage (Einsprachefrist) wodurch eine minimale Dauer von **39 Tagen** bis zum **Bauentscheid unter Auflagen** erreicht werden könnte.

Nun folgt die **zweite Stufe**, dazu wird einleitend die Ausführungsplanung als DBM nachgereicht und mit maschinellen Prüfungen automatisch validiert bzw. geprüft. Die Prüfung und Plausibilisierung der maschinell erzeugten Validierungsergebnisse könnte innerhalb von ca. 10 Tagen erfolgen. Parallel dazu erfolgt die umfassende koordinierte materielle Prüfung durch die Fachstellen. Entsprechen auch diese Prüfergebnisse den baurechtlichen Anforderungen, kann analog (BewD Art. 18, 2012) innerhalb von 30 Tagen die Baufreigabe erteilt oder verweigert werden.

Abgeleitet ergibt sich beim aus diesen Fristen mit: 39 Tagen (Bauentscheid unter Auflagen), ca. 10 Tagen (Einsehen und Plausibilisieren, koordinierte materielle Prüfung) und 30 Tagen (Baufreigabe) ergibt sich eine minimale Gesamtdauer von **79 Tagen** bis eine **Baufreigabe** erteilt werden könnte und mit dem Bau begonnen werden könnte.

Im neuen Baubewilligungsverfahrenprozess entsteht für die Prüfenden kein Mehraufwand durch unvollständige Baueingaben. Dies ist darauf zurückzuführen, dass die DBM in der Vorstufe durch die gleichen Regelkontrollen validiert werden wie bei der eigentlichen Baueingabe und somit nur «valide» DBM an die Prüfenden weitergeleitet werden können. Um die oben beschriebenen Fristen gewährleisten zu können, wird wiederum eine einwandfreie Baueingabe vorausgesetzt, ansonsten können sich die Zeitfenster beliebig verlängern.

Faktisch dauert es mit dem neuen Verfahrensablauf länger, bis mit dem Bau begonnen werden kann. Diese Zeitspanne ist jedoch mit einer gewissen Vorsicht zu betrachten. So weist ein Prüfender darauf hin, dass nicht immer nur die Behörden für die langen Verfahrensdauern verantwortlich sind. Es kann vorkommen, dass eine Überarbeitung erforderlich ist und die Einreichenden mehrere Monate benötigen. Inwieweit diese Faktoren zur Verzögerung beitragen, ist jedoch unklar, da sie oft nicht transparent erfasst werden ([P3], Fokusgruppe Prüfende, 2024).

Im Zusammenhang mit der Verfahrensdauer sind beim Einsatz von DBM **weitere Aspekte** zu berücksichtigen. Um ein DBM wie im Beispiel regelbasiert validieren zu können, muss zunächst ein **Referenzmodell** erstellt werden (Bau- und Verkehrsdepartement des Kantons Basel-Stadt, 2021; Gemeinde Hergiswil, 2023; Kanton Basel-Landschaft, 2024; Kruschmann et al., 2020). Die Erstellung kann je nach Geometrie und Informationsgehalt sehr zeitaufwändig sein, dieser Aspekt wurde jedoch in der genannten Vergleichsrechnung nicht berücksichtigt. Gleiches gilt für die Erstellung der ortsbezogenen Regelsets. Die eigentliche automatische Prüfung und Auswertung ist sehr zeiteffizient und dauert nur wenige Sekunden. Im Vergleich zu einer manuellen Prüfung, bei der die Werte in einigen Minuten manuell aus einem Plan extrahiert werden müssten.

Das Einsparpotenzial durch den **Einsatz regelbasierter DBM-Validierungen** wurde im Rahmen dieser Studie nicht empirisch untersucht. Die Reduktion von ein paar Minuten hin zu wenigen Sekunden pro Artikelprüfung sowie der Opportunität zur Mehrfachverwendung vom Regelset ist durchaus möglich. Zusammen mit der nachträglichen Sichtung und Plausibilisierung der Ergebnisse ist der Zeitaufwand immer noch geringer als bei einer konventionellen, manuellen Prüfung. Aus früheren Untersuchungen liegen ähnliche Datensätze aus Italien, Estland, den USA und Norwegen vor, die zum Vergleich herangezogen werden. In allen verglichenen Ländern werden regelbasierte DBM-Validierungen eingesetzt. Die Unterschiede liegen in den verschiedenen Anwendungsbereichen und der Komplexität der Gebäude. Dabei werden Einsparungen zwischen 20 - 80 % beschreiben (Ciotta et al., 2021; Klooster et al., 2019b;

Messaoudi, 2020; Mittelstand-Digital Zentrum Bau, 2022).

Alternativ besteht die Möglichkeit, dass die Prüfung auf **Basis von rechtsgültigen Nachweisen**, wie z.B. einem Bericht einer Vermessungsingenieur*in, durchgeführt wird. In einem solchen Szenario würden Prüfung und Nachweis ebenfalls nur wenige Sekunden in Anspruch nehmen ([P1], [P3], Fokusgruppe Prüfende, 2024). Damit bliebe der Gesamtaufwand für die Prüfung im Vergleich zum herkömmlichen Prüfverfahren unverändert hoch, der Aufwand würde sich lediglich von den Prüfenden auf die Einreichenden bzw. die Erstellenden der Nachweise verlagern. Durch den Einsatz regelbasierter Prüfungen im DBM kann jedoch der Gesamtaufwand sowohl für die Einreichenden als auch für die Prüfenden reduziert werden.

Der Zeitaufwand für die Erstellung des **BCF-Berichts** entspricht in etwa dem des konventionellen Verfahrens. Er könnte sich nach Einschätzung des Verfassers in Zukunft etwas verringern, da die Formulierungen nicht mehr alle geometrischen und standortbezogenen Informationen enthalten müssen, da diese bereits im BCF enthalten sind.

Aus Sicht der Einreichenden kann der Genehmigungsprozess durch die Verwendung des BCF transparenter und nachvollziehbarer gestaltet werden. Zukünftig müssten nicht mehr Symptome und kleine Anpassungen behoben werden, sondern nur noch klar definierte Mängel. Durch diese Reduktion intransparenter Mängelbeseitigungen könnte eine Zeitreduktion im Begutachtungsprozess erreicht werden ([E5], Fokusgruppe Einreichende, 2024).

Generell könnte sich der neue zweistufige Verfahrensprozess positiv auf die Einhaltung der gesetzlichen **Fristen** auswirken, da die Prüfenden weniger Aufwand für Anpassungen betreiben müssten (Fokusgruppe Einreichende, 2024; Meier & ARCHITEKTURBASEL, 2023; Pfister, 2023).

6.1.3 Einfluss auf die Informationstiefe

Beim digitalen Bauen hat die Informationstiefe einen enormen Einfluss auf die Art und Weise, wie die Daten aufbereitet bzw. überarbeitet werden. Die Einreichenden sind sich dieser Herausforderung bewusst und äussern in den aktuellen Diskussionen verschiedene Bedenken und Anliegen. So stellen sie sich z.B. die Frage, wie genau die Informationen zu LOD/LOI in das Modell eingegeben werden müssen, damit sie überhaupt überprüft werden können. Oder was wird von den Behörden und Stadtentwicklungsausschüssen benötigt, um die subjektiven Faktoren zu bewerten? Wie wäre das Vorgehen bei einem kleinen Umbau, ist auch hier eine umfassende Planung mittels DBM notwendig, um überhaupt einen Antrag stellen zu können? ([E1], [E7], Fokusgruppe Einreichende, 2024)

Um diesen Fragen und Herausforderungen begegnen zu können, sind genaue Definitionen vom LOIN notwendig, unabhängig davon ob es sich um eine Baueingabe oder eine Projektbearbeitung mittels DBM handelt. Diese Thematik des Detaillierungsgrades und der Berücksichtigung der individuellen Bedürfnisse aller Stakeholder wird bereits in der Norm beschrieben (SN EN ISO 19650-1, 2018). In der praktischen Umsetzung beschreibt die Stadt Genf die genauen Informationsinhalte in ihrer Dokumentation 'Anforderungen an die BIM-Modellierung für Baubewilligungsgesuche'. Darin werden Details für IFC-Klassen, Attribute bis hin zu Datentypen definiert, die von den Einreichenden zwingend eingehalten werden müssen (Canton de Genève & Vincendon, 2023). (Urban et al., 2024, pp. 14-15) beschreiben im Forschungsprojekt 'BRISE' ein ähnliches Vorgehen zur Definition von Informationsanforderungen. Beide Beispiele müssen von den Einreichenden verstanden, verinnerlicht und umgesetzt werden. Der damit verbundene praktische Aufwand ist enorm und könnte tendenziell noch zunehmen ([E1], Fokusgruppe Einreichende, 2024). Weiter besteht die Gefahr dass ohne Prozessanpassung immer mehr Informationen verlangt würden bis zukünftig gar ein vollständiges digitales Abbild eingereicht werden müsste ([E7], Fokusgruppe Einreichende, 2024). Um den entsprechenden Ressourcenaufwand für die Informationsübermittlung zu reduzieren, könnte das Konzept von IDS genutzt werden. Damit könnten diese Informationsanforderungen, Klassifizierungen usw. computerinterpretierbar beschrieben werden und für alle Einreichenden skaliert werden (buildingSMART International, 2022a).

Das Konzept der Informationsbedarfstiefe (LOIN) könnte für die Bewertung visueller und technischer Aspekte herangezogen werden (Bauen digital Schweiz & buildingSMART Switzerland, 2024b). Die darin enthaltenen Informationen und Beschreibungen sind jedoch rein deskriptiv und nicht direkt in Attribute oder Datentypen umwandelbar. In der Literatur wird die erforderliche Informationstiefe überwiegend mit

einem 'LOG/LOI 300' beschrieben (Canton de Genève & Vincendon, 2023; Government of Singapore, 2023; Järvenpää Rakentaminen, 2021; Kruschmann et al., 2020; Statsbygg Norway, 2022). Folglich ist das in dieser Studie angewandte Level zwischen '200-300' plausibel und mit anderen Ländern vergleichbar.

6.2 Grenzen und Herausforderungen bei der automatisierten Regelprüfung

Präskriptive Bauvorschriften können **objektiv** beurteilt werden, jedoch gibt es trotz ihrer präzisen Beschreibung verschiedene Interpretationen und infolgedessen Herausforderungen bei ihrer Umsetzung. Eine solche Herausforderung liegt bspw. in der Bestimmung der anrechenbaren Grünfläche (aGrF). Die Intention dieser Kennzahl besteht in der Minimierung der Versiegelung des Bodens durch befestigte Flächen wie Asphalt, Beton, künstlich angelegte Kies- oder Steinflächen.

Ein exemplarisches Bsp. hierfür bietet die Stadt Thun, wie aus der linken Seite von Abbildung 58 hervorgeht. Dort sind verschiedene versiegelte Flächen in Rot dargestellt. Bei einem neuen Baugesuch in Thun wird die Sitzplatzfläche von der 'aGrF' abgezogen, während ein Zugangsweg auf der anderen Seite nicht abgezogen wird. Es sei an dieser Stelle darauf verwiesen, dass die gleiche Sitzplatzfläche, sofern sie separat beantragt wird, nicht von der 'aGrF' abgezogen wird.

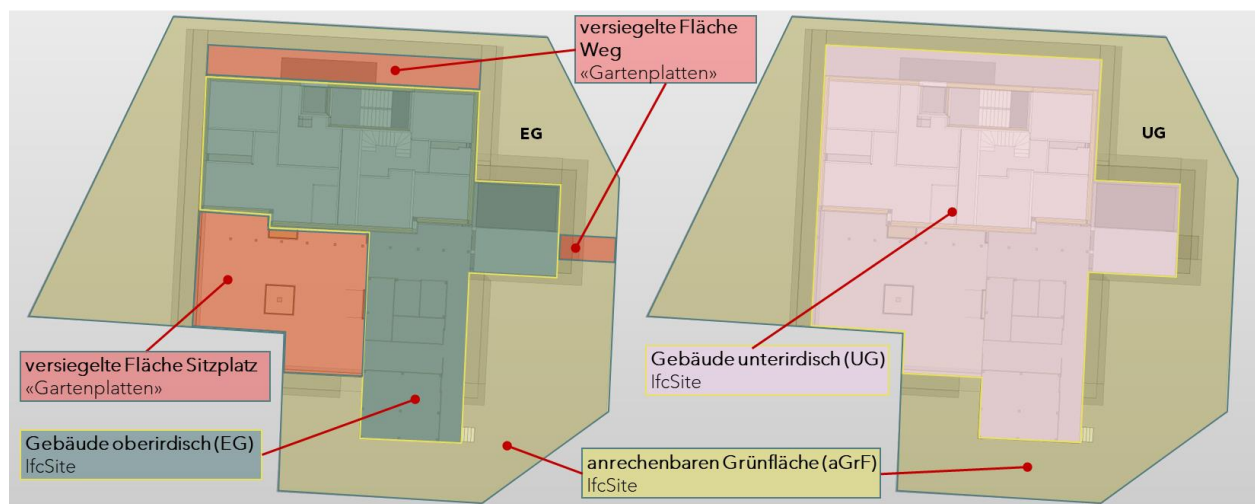


Abbildung 58, Herausforderungen bei der anrechenbaren Grünfläche (aGrF) (eigene Abbildung)

Es lässt sich feststellen, dass trotz harmonisierter Messregeln für Gebäudedimensionen unterschiedliche Auslegungen existieren.

Um eine objektive Praxis zu gewährleisten, könnten Bedingungen für derartige Entscheidungen festgelegt werden. Dies könnte bspw. dadurch erfolgen, dass nur Flächen berücksichtigt werden, die eine Mindestbreite von 0,6 m überschreiten.

Des Weiteren ist zu eruieren, wie mit unterschiedlichen Materialien, wie bspw. offenporigen oder sickerfähigen Bodenplatten, zu verfahren ist. Diesbezüglich sind noch zahlreiche Fragen offen, wie die Regulierung solcher Werte, was jedoch zu einem Anstieg der zu prüfenden Aspekte führen könnte. Die Einreichenden müssten diese Werte korrekt erfassen und modellieren, wobei der daraus resultierende Planungs- und Prüfaufwand möglicherweise nicht im Verhältnis steht.

Eine ähnliche Problematik ergibt sich bei der Beurteilung von unter- und oberirdischen Gebäudeflächen hinsichtlich ihrer Anrechenbarkeit der 'aGrF'. Gemäss (BMBV, 2024) werden unterirdische Bauten, Unterniveaubauten nicht zur anrechenbaren Gebäudefläche 'aGrF' gezählt, da diese über keine projizierte Fassadenlinie verfügen. Vereinfacht gesagt bestehen diese nur aus der Summe der oberirdischen Gebäudeflächen, welche auf dem Grund eine versiegelte Fläche darstellen.

Die Abbildung 58 veranschaulicht ein Bsp. dieser Art. Auf der linken Seite ist das Erdgeschoss (EG) dargestellt, in dem neben der 'aGrF' auch versiegelte Flächen als Zugangsweg und Gartensitzplatz zu sehen sind, die gemäss der Verordnung nicht von der 'aGrF' abgezogen werden. Würde bei der Bewertung

des Untergeschosses (UG) mit seinen unterirdischen Bauten berücksichtigt, würde die entsprechende 'aGrF' deutlich reduziert werden.

Es gibt eine Vielzahl ähnlicher Herausforderungen, die eine individuelle Bewertung jedes einzelnen Kriteriums der materiellen Prüfung erfordern. Ein Beispiel hierfür ist der Detaillierungsgrad der Analyse einer allgemeinen Geschossfläche in einem DBM. Eine Frage ist, ob der Detaillierungsgrad der Analyse einer allgemeinen Geschossfläche in einem DBM, die alle 50.000 Ausnahmen und Bedingungen erfüllt, bereits als zu hoch angesehen werden kann? Die Einbeziehung von Räumen wie z.B. einem Reduit oder einer Putzkammer in die Definition einer allgemeinen Geschossfläche wirft weitere Fragen auf, da solche Ausnahmen die Objektivität der Prüfung beeinträchtigen und die Regelkonformität gefährden können ([E7], Fokusgruppe Einreichende, 2024). Formulierungen ohne quantitative Kriterien sind immer interpretationsbedürftig und müssen daher vorab definiert werden (Eastman et al., 2009). Dies gilt auch für das vorliegende Beispiel, das nach dieser klaren Definition noch für die BMC-Modellprüfung aufbereitet werden muss (Hjelseth & Nisbet, 2010).

Auswertung mittels BMC-Software

Die praktische Auswertung zeigt, dass Herausforderungen mit dem Detaillierungsgrad gibt. So ist bei der Auswertung der Grünflächenziffer (GZ) festzustellen, dass unbedeutende vor- oder rückspringende Gebäudeteile nicht berücksichtigt werden, siehe Abbildung 59.

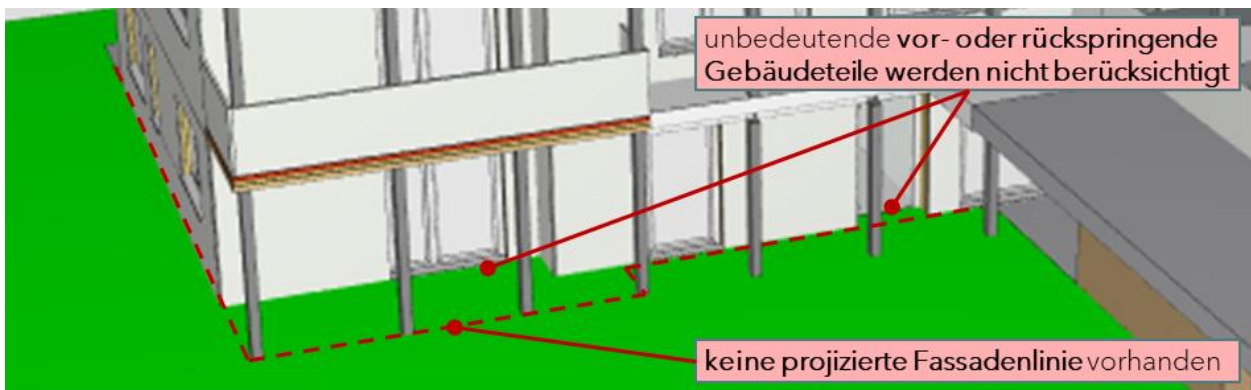


Abbildung 59, Probleme mit dem Detaillierungsgrad bei der Auswertung der Grünflächenziffer (GZ) (eigene Abbildung)

Bei einer zukünftigen Implementierung könnten die DBM, die Berichte und die Datensicherung automatisiert werden. Alternativ könnten die Berichte automatisiert über die Einreichungsplattform bereitgestellt werden, so dass sie als BCF oder PDF heruntergeladen werden können. Dies wäre sowohl bei der Vorprüfung in der 'Vorstufe' als auch bei der 'definitiven Baueingabe' möglich.

Es gibt aber auch Bauvorschriften, die **subjektiv** beurteilt werden. Dazu gehört bspw. das Orts- und Landschaftsbild. Wird in einem konkreten Fall ein Entscheid durch eine entsprechende Kommission oder eine Person mit Expertise gefällt, wird dieser zu einer messbaren Tatsache. Es stellt sich daher die Frage: «Was passiert, wenn von subjektiven Entscheidungen abgewichen wird?» ([E7], Fokusgruppe Einreichende, 2024) Wird beispielsweise bei einer Fassadengestaltung bemängelt, dass der Fensterflächenanteil zu hoch ist, muss dies klar quantifizierbar sein. Handelt es sich um eine Überschreitung von 2% oder eher von 15%? Um eine einheitliche Handhabung in der Bevölkerung umsetzen zu können, sollten solche Aspekte definiert werden bzw. den Einreichenden eine grösstmögliche Freiheit in der Gestaltung gelassen werden ([E7], Fokusgruppe Einreichende, 2024). Konkret müssen solche Abweichungen in den Bauordnungen klar definiert werden, um eine objektive Beurteilung zu ermöglichen. Eine solche Regelanpassung könnte zu einer Ausweitung des Regelungsumfangs und zu einem noch höheren Prüfaufwand führen. Solche Tendenzen zu einer weiteren Überregulierung sind in diesem Fall jedoch absolut kontraproduktiv und sollten vermieden werden ([E7], Fokusgruppe Einreichende, 2024; [P1], [P2], [P3], Fokusgruppe Prüfende, 2024).

6.3 Prototypische Umsetzung von einem exemplarischen Anwendungsfall in der Stadt Thun

Die praktische Umsetzung eines exemplarischen Anwendungsfalls basiert auf dem neuen zweistufigen Verfahrensprozess. Der daraus abgeleitete strukturelle Aufbau des Prototypen zeigt die Handlungsrichtlinie für die technische Umsetzung. Der Prozess umfasst mehrere Komponenten und Tätigkeiten, welche als Einzelschritte umgesetzt und geprüft wurden.

Einleitend wird dazu gemäss der beschriebenen Vorgehenseise zur 'Modularisierung von PrüfregeIn' ein Regelset zur technischen Umsetzung von objektiv beurteilbaren Aspekten umgesetzt. Der Praxistest zeigt, dass die das methodische Vorgehen grundsätzlich umsetzbar ist. Allerdings sind die technischen Möglichkeiten solcher BMC-Softwares nicht immer ausreichend und der Aufbau von Regelsets nimmt viel Zeit in Anspruch. Des Weiteren wird ersichtlich, dass eine Vielzahl an Aspekten, die auf den ersten Blick objektiv beurteilbar scheinen, plötzlich einer subjektiven Einschätzung bedürfen. Zudem müssten die aufzubauenden Regelsets mit einer Vielzahl an «was, wäre, wenn»-Bedingungen ausgestattet werden, was deren Umsetzung zu einer äusserst komplexen Angelegenheit gestalten würde. Diese potenziellen Mehraufwände werden von den Prüfenden mit Skepsis betrachtet (Fokusgruppe Prüfende, 2024).

Derzeit existiert kein durchgängiger Prototyp, sondern lediglich eine Zusammenstellung einzelner Komponenten. Zu diesen gehören eine abstrakte Serverumgebung mit einem Eingabeordner sowie Mechanismen zur Weiterverarbeitung der eingehenden Daten. Die Weiterverarbeitung mittels Python-Code beinhaltet unter anderem die Beurteilung, ob es sich bei den eingehenden Daten um valide DBM handelt. Weiter ist eine Berichterstattung mittels einfacher Log-Files implementiert. Letzten Endes werden die validen DBM in entsprechende Ordner, analog unterschiedlichen Behördenabteilungen zur weiteren Verarbeitung kopiert oder übermittelt.

Der aktuelle Python-Code enthält nicht alle erforderlichen Funktionen, da keine Möglichkeit zur Auswahl der Art der Einreichung gegeben ist. Künftig müsste den Einreichenden die Möglichkeit gegeben werden, die Art der Einreichung selbst zu bestimmen, bspw. 'definitive Baueingabe', 'Baufreigabe' oder 'Nachreichen von Ausführungsplanung' usw. Auf diese Weise kann das DBM entsprechend der Phase eingereicht werden.

Ein weiteres Modul beinhaltet die Durchführung regelbasierter BMC-Prüfungen mittels BMC-Software 'Solibri Office' zur Überprüfung von quantitativ beurteilbaren Informationen im DBM. Die automatisch generierten Validierungsergebnisse dieser Prüfungen werden anschliessend manuell durch die Prüfenden plausibilisiert. Die entsprechenden Validierungsberichte werden im BCF-Format sowie als PDF-Format abgeleitet und manuell an die Fachstellen und Einreichenden übermittelt.

Vergleichbare Prototypen in Estland (Ullah et al., 2022) oder Österreich (Urban et al., 2024) sind technisch auf einen viel höheren Niveau und bilden bereits umfassende regelbasierte Prüfungen beim DBM ab. (Urban et al., 2024) beschreiben in ihrem Anwendungsfall auch die Vorgehensweise mit einem 'Bauantragsmodell', welches mit einem 'Referenzmodell' gegengeprüft wird. Folglich kann diese Vorgehensweise als umsetzbare Möglichkeit eingestuft werden. In Estland werden hauptsächlich BMC-Prüfungen von technischen Komponenten wie bspw. Fluchtwege im Innenbereich oder Fensterflächenanteile beschrieben. Dazu muss das eingereichte IFC einer einheitlichen Informationsstruktur entsprechen. Diese Vorgehen einer Umfassenden Dokumentation der Informationsanforderungen ist auch in anderen Quellen ersichtlich (Canton de Genève & Vincendon, 2023; Statsbygg Norway, 2022). Solche regelbasierten Prüfungen wären in der Schweiz bzw. Thun durchaus denkbar, müssten jedoch auf die nationalen und regionalen Gesetze und Weisungen angepasst werden.

Grundsätzlich besteht die Möglichkeit, ein DBM im Sinne einer Baueingabe einzureichen, regelbasierte Prüfungen vorzunehmen und entsprechende Mängel oder Bemerkungen mittels BCF an die Akteure zu kommunizieren. All diese Tätigkeiten sind mit den einzelnen Prozessschritten des neuen zweistufigen Verfahrensprozesses vereinbar und die technische Umsetzung konnte exemplarisch bestätigt werden.

6.4 Wahrung vom Rechtsschutz betroffener Dritter (Einsprechende)

In dieser Thesis ist keine rechtliche Abhandlung der Thematik durchgeführt worden. Vielmehr wurde der Prozess und die technischen Möglichkeiten so erarbeitet, dass potenzielle Einsprechende auch zukünftig die Möglichkeit zur Einsprache haben. Dazu wurden technische Möglichkeiten von Online-Plattformen wie '[Estonia Biolding Registry Prototype](#)', '[jarvenpaa.kunta3d.fi](#)', '[app.luucy.ch](#)' sowie die Anwendung der AR-Technologie aufgezeigt (Urban et al., 2024, p. 20).

Mit der prozessualen Anpassung, dass die Einsprechenden zeitgleich mit der begründeten Einsprache einen Vorschuss der Prüfkosten leisten müssen, führt zu einer signifikanten Einschränkung der Wahrung des Rechtsschutzes betroffener Dritter. In der Diskussion mit einem Juristen wurde erörtert, dass Einspracheverfahren im Grundsatz kostenlos sind. Dies ist darauf zurückzuführen, dass die Behörde im Rahmen der Officialmaxime alle Sachverhaltselemente und Drittrechte abklären muss. Mit dem Einspracheverfahren wird bei einem Bauvorhaben also vom Grundsatz her der Sachverhalt rechtlich komplettiert (Seidel, 2024).

Weiter wird erörtert, dass eine gesetzliche Regelung erforderlich ist, «damit im Einspracheverfahren generell Kosten auferlegt werden können». Seiner Einschätzung nach ist eine solche Regelung in den meisten Kantonen nicht vorhanden, möglicherweise sogar in keinem komplettiert (Seidel, 2024).

Es ist denkbar, dass das Postulat '23.3640' von Gmür betreffend 'Massvolle Kostenaufgabe bei Einsprachen im Baubewilligungs- und Nutzungsplanverfahren' zukünftig eine entsprechende gesetzliche Grundlage bietet (Gmür-Schönenberger, 2023).

Eine weitere Thematik aus rechtlicher Sicht betrifft indirekt die Wahrung vom Rechtsschutz betroffener Dritter. So fordert das (BewD Art. 28, 2012) bei der aktuellen Baueingabe im Kanton Bern, dass «das Gesuch, die zugehörigen Pläne und die weiteren Unterlagen ... bei der Gemeindeverwaltung in physischer und in elektronischer Form zur Einsichtnahme aufzulegen» sind. Und «Die Gemeinde gewährleistet die Einsichtnahme auf elektronischem Weg.» Mit diesem geltenden Artikel im 'Dekret über das Baubewilligungsverfahren (BewD)' ist die rechtliche Basis für eine Publikation mittels DBM bereits gegeben und bedarf keiner Anpassung. Bei näherer Betrachtung zeigt sich jedoch, dass dies nicht möglich ist, da die Artikel (BewD Art. 10-15, 2012) sämtliche Erörterungen ausschliesslich auf 2D-Pläne beziehen.

Weiter könnten Datenschutzbedenken aufkommen, da die Verwendung von DBM persönliche Informationen oder sensible Daten über die Umgebung der Anwohner offenlegen könnten. Auch hier regelt das (BewD Art. 28 Ziff. 2, 2012), dass die Gemeinde «Massnahmen zur Wahrung der Informationssicherheit und des Datenschutzes» treffen muss.

7 Fazit

Die Baubewilligungsprozesse laufen in allen Kantonen unterschiedlich ab und sind nicht harmonisiert. Entsprechende Abläufe in den Baubewilligungsverfahren sind nicht kongruent mit den bekannten Projektentwicklungsmodellen, was zu vorgezogenen Planungsleistungen führt. Zur Erlangung einer Baugenehmigung wird bereits heute eine hohe Planungstiefe mit umfassenden Nachweisen gefordert. Die Informationsübermittlung basiert dabei auf Formularen und 2D-Plänen in gedruckter oder digitaler Form. Und der Zeitraum von der Einreichung bis zur rechtsverbindlichen Baugenehmigung hat sich in der Vergangenheit immer weiter ausgedehnt.

In dieser Masterthesis wird ein neuer Verfahrensprozess für die Baubewilligung mit digitalen Bauwerksmodellen theoretisch hergeleitet, entwickelt und an einem exemplarischen Praxisbeispiel umgesetzt. Dieser ermöglicht in einer optionalen Vorstufe eine automatisierte formale Prüfung aller objektiv beurteilbaren Aspekte durch die Einreichenden. Dadurch können nur fehlerfreie und vollständige DBM an die Prüfenden weitergeleitet werden, was zu einer teilweisen Entlastung der Prüfenden führen kann.

Mit der neuen Zweistufigkeit sind die baugenehmigungsrelevanten Prozesse besser mit Projektentwicklungsmodellen wie die der SIA 112 oder integrierten Abwicklungsmodellen kompatibel. Der stufengerechte Informationsbedarf ermöglicht eine abgestimmte Zusammenarbeit aller Akteure und führt weg von vorgezogenen Planungsleistungen vor dem Erreichen der Rechtssicherheit. In der ersten Stufe der 'Baubewilligung' wird das Bauvorhaben aus formalrechtlicher Sicht im grösseren Kontext betrachtet und beurteilt. Ab diesem Zeitpunkt sind keine Einsprachen Dritter mehr möglich, was zu einer erhöhten Prozesssicherheit für Planer und Investoren führt. Die zweite Stufe der 'Baufreigabe' ermöglicht die detaillierte, materielle Prüfung und Beurteilung der Ausführungsplanung.

Durch einen neu entwickelten Datenaufbereitungsprozess zur Modularisierung von Prüfregeln können gesetzliche Anforderungen in objektive und subjektive Elemente sowie Hinweise zur Einreichung eingeteilt werden. Die Inhalte der Artikel des Baureglements der Stadt Thun (BR, 2022) wurden entsprechend ausgewertet. Rund die Hälfte der Entscheide basiert auf objektiven Kriterien und rund ein Drittel auf subjektiven Beurteilungen. Die objektiven Kriterien werden nach einem vorgegebenen Schema in ein Regelset für die maschinelle Validierung überführt, während die subjektiven Aspekte entweder durch ein Entscheidungsgremium oder durch Fachpersonal manuell, händisch geprüft werden.

Für die materielle Prüfung gibt es eine Einteilung der Prüffart in 'automatisch' und 'manuell, händisch' vorhanden. Der optische und technische Informationsbedarf ist stufengerecht definiert und mit dem entsprechenden Detaillierungsgrad ergänzt.

Dieser neu konzipierte Prozess wurde in einem Praxistest mit exemplarischen automatisierten Prüfungen an der Stadt Thun getestet. Dabei diente das 'Referenzmodell' als Gegenprüfmodell zum eingereichten 'Bauwerksmodell'.

Einzel betrachtet verlängert sich die Zeitspanne von der Baueingabe bis zum tatsächlichen Baubeginn im Vergleich zum bisherigen Verfahren um ca. zehn Tage, da auf die parallele Bearbeitung von Verfahrensschritten innerhalb der Behörde verzichtet wird. Dieser Zeitverlust wird jedoch durch die frühere Erteilung der Baubewilligung kompensiert, was letztlich zu einer Reduktion des Gesamtaufwandes der Einreichenden führt. Der behördliche Aufwand bleibt durch den Prozess gleich, könnte sich aber in Zukunft durch die automatische Prüfung durch das DBM reduzieren.

Trotz neuem Verfahrensprozess wird die Prüfung der Baurechtlichen Vorschriften auch in Zukunft ein Prozess sein, der aus einer Kombination von menschlicher und maschineller Prüfung besteht.

7.1 Schlussfolgerung

Mit dieser Master-Thesis konnte ein neuer Verfahrensprozess für die Baubewilligung mit digitalen Bauwerksmodellen theoretisch hergeleitet, entwickelt und an einem exemplarischen Praxisbeispiel umgesetzt werden. Damit konnte die zentrale Forschungsfrage der Arbeit:

Wie sieht der Prozess eines digitalen Baubewilligungsverfahrens aus, bei dem digitale Bauwerksmodelle genutzt werden?

aus verschiedenen Blickwinkeln betrachtet und auf wissenschaftlicher Ebene beantwortet werden.

Weiter konnten mit der Abhandlung Antworten auf die Teilfragen der theoretischen Variantenbildung sowie der regelbasierten Umsetzung gegeben werden. Dazu wurden Mehrwertpotentiale im Baubewilligungsverfahren, Chancen und Herausforderungen beim Einsatz von digitalen Bauwerksmodellen aufgezeigt. Es wurde eine Klassifizierung erstellt, welche baurechtlichen Aspekte in welchem Detaillierungsgrad zukünftig mit digitalen Bauwerksmodellen geprüft werden können. Anhand eines exemplarischen Anwendungsfalles wurde der neue Verfahrensablauf praktisch umgesetzt und mit dem aktuellen verglichen. Es konnte abgeschätzt werden, wie sich dies auf die Verfahrensdauer auswirkt und welche Herausforderungen sich für den Rechtsschutz betroffener Dritter ergeben können.

7.2 Ausblick

Der in dieser Master-Thesis neu entwickelte Baubewilligungsverfahrensprozess konzentrierte sich ausschliesslich auf den Neubau von Mehrfamilienhäusern in der Stadt Thun und wurde nur modellhaft getestet. Für eine praktische Umsetzung müsste in einem weiteren Schritt ein entsprechendes **Pilotprojekt** mit allen Akteuren realitätsnah umgesetzt und entsprechend analysiert werden. Die daraus gewonnenen Erkenntnisse können für eine kontinuierliche Weiterentwicklung des Prozesses genutzt werden, so dass dieser **auf alle Gebäudearten skaliert** werden kann. Dabei ist zu berücksichtigen, dass keine Insellösungen erarbeitet werden, sondern Fachstellen, Ortsbildkommissionen, aber auch Stadt- und Kantonsverwaltungen einbezogen werden. Für die technische Umsetzung müssten die **Regelwerke** in der Modellprüfsoftware **umfassender aufgebaut** und eine **Eingabemaske auf** der bestehenden **Webplattform 'eBau'** implementiert werden.

Während der Untersuchung wurde festgestellt, dass es umfangreiche Forschungsarbeiten und Anwendungen zur maschinellen Verarbeitung von digitalen Bauwerksmodellen gibt. Diese sind auf objektiv beurteilbare Rechtsaspekte anwendbar.

Für die **maschinelle Prüfung subjektiver Aspekte** besteht noch Forschungsbedarf. Ansätze mittels künstlicher Intelligenz könnten vielversprechende Möglichkeiten zur zukünftigen Bewertung solcher subjektiver Faktoren bieten. Dazu könnten die in den letzten Dekaden getroffenen Bauentscheide als Trainingsgrundlage genutzt werden.

Aus der Sicht des Verfassers sind mit der digitalen Transformation des **Baubewilligungsverfahrens viele rechtliche Aspekte ungelöst** oder stellen klare Hürden für die praktische Umsetzung dar. Beispielsweise können Bauanträge digital mittels PDF und Webplattform eingereicht werden, müssen aber für eine rechtsverbindliche Baueingabe in physischer Form mit Unterschrift bei der Gemeinde eingereicht werden. Im Zusammenhang mit dem neuen Verfahren sind noch weitere Fragen offen, die sich der Verfasser gestellt hat, siehe Anhang 'A10 - Kap.7.2_MTH-Fragen aus rechtlicher Sicht ans Institut für Föderalismus.pdf'.

... Schritt für Schritt mit kleinen aber umsetzbaren Anpassungen nach vorne, die baldige Nutzung von digitalen Bauwerksmodellen im Baubewilligungsverfahren ist einer davon.

8 Quellenverzeichnis

- Aargauer Zeitung, 2015. Bauprojekt - Basler Behörden überlastet wegen geplanten Handyantennen [WWW Document]. Aargauer Ztg. URL <https://www.aargauerzeitung.ch/verschiedenes/basler-behoerden-uberlastet-wegen-geplanten-handyantennen-ld.1668507> (accessed 9.14.23).
- Aeberli, M., 2023. *Neuer Immo-Bericht: Ein Jahr für Bau-bewilligung in Zürich - das verzögert neue günstige Wohnungen*. Tages-Anz.
- Amt für Gemeinden und Raumordnung, Kanton Bern, 2015. Formulare für Gemeinden [WWW Document]. Kanton Bern Bau. URL <https://www.bauen.dij.be.ch/de/start/baubewilligungsverfahren/eBau/formulare-fuer-gemeinden.html> (accessed 2.2.24).
- Andrich, W., Daniotti, B., Pavan, A., Mirarchi, C., 2022. *Check and Validation of Building Information Models in Detailed Design Phase: A Check Flow to Pave the Way for BIM Based Renovation and Construction Processes*. Buildings 12, 154. <https://doi.org/10.3390/buildings12020154>
- Bächler, T., Spiess, A., 2016. *Föderalismus: Auslauf- oder Zukunftsmodell?* Newsletter, Institut für Föderalismus.
- Bau- und Verkehrsdepartement des Kantons Basel-Stadt, 2021. *Das Bau- und Planungsgesetz (BPG) Basel-Stadt und seine Anwendung: Arbeitshilfe*.
- Bauen digital Schweiz, 2018. Swiss BIM LOIN-Definition (LOD) Verständigung. Bauen digital Schweiz, Zürich.
- Bauen digital Schweiz, buildingSMART Switzerland, 2024a. Level of Information Need: Grundlagen. Zürich.
- Bauen digital Schweiz, buildingSMART Switzerland, 2024b. Level of Information Need Hochbau: Anwendung. Zürich.
- BauG. Staatskanzlei des Kantons Bern, 2016. *Baugesetz (BauG)*, 721.0.
- Bauinspektorat Thun, 2022. *Bauvorhaben richtig vorbereiten - Ein Leitfaden für Gesuchstellende*, Stadt Thun.
- Baumberger, X., 2007. *Wenn der Nachbar (nur) verzögern will*. Neue Zür. Ztg.
- Baurekursgericht des Kantons Zürich, 2023. Rechenschaftsbericht des Baurekursgerichts für das Jahr 2022 [WWW Document]. Mitteilung. URL <https://www.baurekursgericht-zh.ch/mitteilungen/mitteilung/rechenschaftsbericht-des-baurekursgerichts-fuer-das-jahr-2022/> (accessed 5.8.24).
- BauV. Staatskanzlei des Kantons Bern, 2024. *Bauverordnung (BauV)*, 721.1.
- BewD. Staatskanzlei des Kantons Bern, 2023. *Dekret über das Baubewilligungsverfahren (BewD)*, 725.1.
- BMBV. Staatskanzlei des Kantons Bern, 2024. *Verordnung über die Begriffe und Messweisen im Bauwesen (BMBV)*, 721.3.
- BO. Stadt Bern, 2023. *Bauordnung der Stadt Bern (BO)*, 721.1.
- Borrmann, A., König, M., Koch, C., Beetz, J. (Eds.), 2021. *Building Information Modeling: Technologische Grundlagen und industrielle Praxis*, VDI-Buch. Springer Fachmedien Wiesbaden, Wiesbaden. <https://doi.org/10.1007/978-3-658-33361-4>
- BR. Bauinspektorat Thun, 2022. *Baureglement (BR) der Stadt Thun- Genehmigungsdokument 2022*, 72.01.
- Bührer, K., 2023. *Aktuelle Einschätzungen im Luzernen Immobilienmarkt*.
- Bührer, K., Verband Entwicklung Schweiz, 2023. *Aktuelle Einschätzungen im Luzernen Immobilienmarkt*.
- buildingSMART Deutschland e. V., 2023. Ein- und Rückblicke zum buildingSMART International Standards Summit in Rom [WWW Document]. Build. Dtschl. URL <https://www.buildingsmart.de/buildingsmart/aktuelles/ein-und-rueckblicke-zum-buildingsmart-international-standards-summit-rom#> (accessed 9.13.23).
- buildingSMART International, 2024. Model View Definitions (MVD) [WWW Document]. Build. Tech. URL <https://technical.buildingsmart.org/standards/ifc/mvd/> (accessed 4.10.24).
- buildingSMART International, 2023. Annex B (informative) Alphabetical listings - Entities [WWW Document]. IFC4320 Doc. URL https://standards.buildingsmart.org/IFC/RELEASE/IFC4_3/HTML/annex-b1.html (accessed 4.24.24).

- buildingSMART International, 2022a. Information Delivery Specification IDS [WWW Document]. Build. Tech. URL <https://technical.buildingsmart.org/projects/information-delivery-specification-ids/> (accessed 5.17.24).
- buildingSMART International, 2022b. Use Case: SIMBA - Statsbygg, BIM requirements [WWW Document]. Use Case Manag. URL <https://ucm.buildingsmart.org/use-case-details/2553/en> (accessed 5.7.24).
- buildingSMART International, 2019. BIM Collaboration Format (BCF) [WWW Document]. BSI Stand. URL <https://www.buildingsmart.org/standards/bsi-standards/bim-collaboration-format-bcf/> (accessed 4.10.24).
- buildingSMART Switzerland, Glättli, T., Inauen, N., Dilhas, S., Ryser, J., 2024. *Leitfaden für digitale Studienaufträge und Wettbewerbe*, in: Swissbau Content Hub. Presented at the Swissbau Focus 2024, Basel.
- Bundesamt für Statistik BFS, 2023a. Die Bevölkerung der Schweiz im Jahr 2022, Die Schweiz in Zahlen – Statistisches Jahrbuch 2022/2023. Bundesamt für Statistik, Sektion Konjunkturerhebungen, Neuchâtel.
- Bundesamt für Statistik BFS, 2023b. Statistikbereich 9: Bau- und Wohnungswesen, Die Schweiz in Zahlen – Statistisches Jahrbuch 2022/2023. Bundesamt für Statistik, Sektion Konjunkturerhebungen, Neuchâtel.
- Bundesamt für Statistik BFS, 2021. Gewichtungen der Bauwerksarten 2020-2024 (Schweiz) - Diagramm [WWW Document]. Bundesamt Für Stat. URL <https://www.bfs.admin.ch/asset/de/17684477> (accessed 10.4.23).
- BV. Schweizerische Eidgenossenschaft, 2016. *Bundesverfassung der Schweizerischen Eidgenossenschaft (BV)*, 101.
- Canton de Genève, 2024. Demander une autorisation de construire [WWW Document]. ge.ch. URL <https://www.ge.ch/node/2231> (accessed 2.16.24).
- Canton de Genève, Vincendon, O., 2023. *Norme IFC de dépôt d'une autorisation de construire sous forme BIM_V1.0.pdf*.
- Canton de Neuchâtel, 2016. Système automatisé de traitement des autorisations de construire [WWW Document]. DDTE Serv. Aménage. Territ. URL <https://www.ne.ch:443/autorites/DDTE/SCAT/Pages/SATAC2.aspx> (accessed 2.16.24).
- Canton du Jura, 2024. JURAC - Requérants/auteurs du projet [WWW Document]. RequérantsAuteurs Proj. URL <https://www.jura.ch/fr/Autorites/JURAC/Requerants-Auteurs-du-projet/JURAC-Requerants-auteurs-du-projet.html> (accessed 3.22.24).
- Cantone Ticino, 2024. Domande di costruzione [WWW Document]. Uff. Delle Domande Costr. URL <https://www4.ti.ch/dt/sg/udc/temi/domande-di-costruzione/sportello/formulari-e-tabelle/domande-di-costruzione> (accessed 2.16.24).
- Ciotta, V., Ciccone, A., Asprone, D., Manfredi, G., Cosenza, E., 2021. *Structural e-permits: an openbim, model-based procedure for permit applications pertaining to structural engineering*. J. Civ. Eng. Manag. 27, 651–670. <https://doi.org/10.3846/jcem.2021.15784>
- City of Järvenpää, 2023. Järvenpää 3D-Map [WWW Document]. JarvenpääKunta3d - Build. Permits. URL <https://jarvenpaa.kunta3d.fi/Map.html?p=6703894.600&i=395351.428&h=48.848&camE=395333.3&camH=62.8&camN=6703873.9&camRotX=-0.477&camRotY=-0.822&project=24&locale=en> (accessed 10.8.23).
- Costa, S., Comai, S., Mastrolembro, S.V., Ciribini, A.L.C., 2021. *Digital Building Permit and Small Sized Local Authorities in Italy*. Presented at the I EUnet4DBP International workshop on Digital Building Permit, Online Conference, pp. 54–56.
- Ding, L., Drogemuller, R., Rosenman, M., Marchant, D., Gero, J., 2006. *Automating code checking for building designs-DesignCheck*. Clients Driv. Innov.
- Dragila Salis, D., 2024. *Digitales Baubewilligungsverfahren*, in: Swissbau Content Hub. Presented at the Swissbau Focus 2024, Basel.
- Eastman, C., Lee, Jae-min, Jeong, Y., Lee, Jin-kook, 2009. *Automatic rule-based checking of building designs*. Autom. Constr. 18, 1011–1033. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2009.07.002>

- eCH-0031 INTERLIS 2, 2024. eCH-0031 INTERLIS 2 - Referenzhandbuch [WWW Document]. E-Gov. Stand. URL <https://www.ech.ch/de/ech/ech-0031/2.0> (accessed 2.14.24).
- eCH-0056, Verein eCH, Di Donato, P., Hollenstein, D., Gerzner, T., Stark, H.-J., Schneider, A., Tschanz, B., 2016. *eCH-0056 – Anwendungsprofil Geodienste*, Verein eCH.
- eCH-0127, Verein eCH, Dettwiler, C., Stingelin, M., 2017. *eCH-0127 – Glossar Objektwesen*, Verein eCH.
- eCH-0129, Verein eCH, Fachgruppe Objektwesen, Oggier, R., Stingelin, M., 2022. *eCH-0129 – Datenstandard Objektwesen*, Verein eCH.
- eCH-0206, Verein eCH, Fachgruppe Objektwesen, D.B., Kummer, P., Fischer, T., Michel, G., Stingelin, M., 2022. *eCH-0206 – GWR-Daten an Dritte*, Verein eCH.
- eCH-0211, Verein eCH, Fachgruppe Objektwesen, Oggier, R., Stingelin, M., 2024. *eCH-0211 – Schnittstellenstandard Baugesuch*, Verein eCH.
- eCH-0216, Verein eCH, Fachgruppe Objektwesen, D.B., Rotzetter, M., Reinhard, F.-L., 2019. *eCH-0216 – Schnittstellenstandard GWR Nachführung*, Verein eCH.
- Eidgenössisches Finanzdepartement EFD, 2021. Digitale Verwaltung [WWW Document]. Schweiz. Eidgenoss. URL <https://www.efd.admin.ch/efd/de/home/digitalisierung/e-government-schweiz.html> (accessed 2.14.24).
- Eisinger, A., Scholl, B., Sieverts, T., Natrup, W., 2017. *Neue Ansätze in der Planungspraxis schaffen*. DisP - Plan. Rev. 53, 75-81. <https://doi.org/10.1080/02513625.2017.1316562>
- EN ISO 29481-1, 2017. *Bauwerks-Informations-Modelle - InformationsLieferungs-Handbuch - Teil 1: Methodik und Format (ISO 29481-1:2016) SIA 440.001*.
- État de Fribourg, 2023. FRIAC [WWW Document]. Bau- Raumplanungsamt Baubewilligung Bewill. URL <https://www.fr.ch/de/raum-planung-und-bau/baubewilligung-und-bewilligungen/friac> (accessed 2.16.24).
- État de Vaud, 2022. Réaliser son dossier en vue d'une demande de permis de construire [WWW Document]. URL <https://www.vd.ch/themes/territoire-et-construction/permis-de-construire/realiser-son-dossier-en-vue-dune-demande-de-permis-de-construire> (accessed 2.16.24).
- EUnet4DBP, 2024. EUnet4DBP, Goals [WWW Document]. Eur. Netw. Digit. Build. Permits. URL <https://eu4dbp.net/> (accessed 3.28.24).
- Fauth, J., 2021. Ein handlungsorientiertes Entscheidungsmodell zur Feststellung der Genehmigungsfähigkeit von Bauvorhaben (Dissertation). BAUHAUS-UNIVERSITÄT WEIMAR, Weimar.
- Fauth, J., Pasetti Monizza, G., Malacarne, G., 2023. *Understanding processes on digital building permits - a case study in South Tyrol*. Build. Res. Inf. 51, 518-532. <https://doi.org/10.1080/09613218.2023.2178372>
- Fokusgruppe Einreichende, 2024. *Fokusgruppe zur Diskussion vom neuen Verfahrensprozess mit digitalen Bauwerksmodellen*.
- Fokusgruppe Prüfende, 2024. *Fokusgruppe zur Diskussion vom neuen Verfahrensprozess mit digitalen Bauwerksmodellen*.
- Fuchs, S., Dimyadi, J., Ronee, A.S., Gupta, R., Witbrock, M., Amor, R., 2023. *A LegalRuleML editor with transformer-based autocompletion*. Presented at the 2023 European Conference on Computing in Construction and the 40th International CIB W78 Conference. <https://doi.org/10.35490/EC3.2023.233>
- Gemeinde Hergiswil, 2023. Gesamtrevision Nutzungsplanung [WWW Document]. Gem. Hergiswil. URL <https://www.hergiswil.ch/news/1210256> (accessed 5.12.24).
- GeoIV. Schweizerische Eidgenossenschaft, 2024. *Verordnung über Geoinformation (GeoIV)*, 510.620.
- Gerger, A., Urban, H., Schranz, C., 2023. *Augmented Reality for Building Authorities: A Use Case Study in Austria*. Buildings 13, 1462. <https://doi.org/10.3390/buildings13061462>
- Gmür-Schönenberger, A., 2023. Massvolle Kostenaufgabe bei Einsprachen in Baubewilligungs- und Nutzungsplanverfahren [WWW Document]. Bundesversamml. - Schweiz. Parlam. URL <https://www.parlament.ch/de/ratsbetrieb/suche-curia-vista/geschaeft?AffairId=20233640> (accessed 9.14.23).
- Government of Singapore, 2023. CORENET e-Submission System [WWW Document]. CORENET. URL <https://www.corenet.gov.sg/general/corenet-e-submission-system.aspx> (accessed 5.3.24).

- Government of Singapore, 2017. Building Information Modeling (BIM) e-Submission [WWW Document]. CORENET. URL [https://www.corenet.gov.sg/general/building-information-modeling-\(bim\)-e-submission.aspx](https://www.corenet.gov.sg/general/building-information-modeling-(bim)-e-submission.aspx) (accessed 5.3.24).
- Grosse Rat des Kantons Basel-Stadt, 2022. *Bau- und Planungsgesetz (BPG)*.
- Harrie, L., Olsson, P.-O., 2021. *Exchange of digital information in the building permission process in Sweden - some previous and possible future studies*. Presented at the I EUnet4DBP International workshop on Digital Building Permit, Online Conference, pp. 41-46.
- Heiri Architektur + Immobilien AG, 2024. Bekanntmachung / Auflage, EBAU-NR. 2021-9054 [WWW Document]. EBau-Portal Kantons Bern. URL <https://www.portal.ebau.apps.be.ch/public-instances/193232/documents> (accessed 4.27.24).
- Hjelseth, E., 2015a. *Building Information Modeling: Applications and Practices*. American Society of Civil Engineers, Reston, VA. <https://doi.org/10.1061/9780784413982>
- Hjelseth, E., 2015b. *Public BIM-based model checking solutions: lessons learned from Singapore and Norway*. Presented at the BIM 2015, Bristol, UK, pp. 421-436. <https://doi.org/10.2495/BIM150351>
- Hjelseth, E., 2012. *eWork and eBusiness in Architecture, Engineering and Construction 2022: Proceedings of the 14th European Conference on Product and Process Modelling (ECPPM 2022), September 14-16, 2022, Trondheim, Norway.*, 1st ed. CRC Press, London. <https://doi.org/10.1201/9781003354222>
- Hjelseth, E., Nisbet, N., 2010. *Overview of concepts for model checking*, in: CIB W78 2010. Presented at the 27th International Conference, Cairo.
- Hotz, S., 2024. *Gegen den Wohnungsmangel in der Schweiz gibt es kein Patentrezept*. Neue Zür. Ztg.
- IDC AG, 2023. Automatische Anforderungsprüfung [WWW Document]. IDC - Autom. Qual. Von Anforderungen Mit PrüfCloud Powered Solibri. URL <https://www.idc.ch/solibri/ueber-solibri/automatische-anforderungspruefung/> (accessed 8.4.23).
- IDC AG, 2022. Digitale Baueingabeprüfung: IDC [WWW Document]. IDC - Vorteile Digit. Baueingabeprüfung. URL <https://www.idc.ch/solibri/ueber-solibri/digitale-baueingabepruefung/> (accessed 8.4.23).
- Inauen, N., 2024. *Leitfaden für digitale Studienaufträge und Wettbewerbe*, in: Swissbau Content Hub. Presented at the Swissbau Focus 2024, Basel.
- Inauen, N., Altermatt, C., 2023. *Hochschulvorlesung - Integrationsprojekt 1, Digitale Baubewilligung*, Fachhochschule Nordwestschweiz FHNW, in: Raumgleiter AG (Ed.), Fachinput. Presented at the MSc VDC, IP1-23H, Fachhochschule Nordwestschweiz FHNW, Zürich.
- Inosca, 2022. Was ist inosca? [WWW Document]. Inosca - Inosca Interkantonale Entwicklungsgemeinschaft Für Elektron. Bewill. URL <https://inosca.ch/> (accessed 5.13.24).
- ISO/IEC 19510, 2013. *Information technology -- Object Management Group Business Process Model and Notation*.
- Jankovsky, P., 2024. *Verdichtetes Bauen und Heimatschutz führen zu Konflikt in Chur*. Neue Zür. Ztg.
- Järvenpään kaupunki, Sova3D Oy, 2024. Building permits [WWW Document]. Järvenpää Kunta3D. URL <https://jarvenpaa.kunta3d.fi/Map.html?p=6703894.600&i=395351.428&h=48.848&camE=395333.3&camH=62.8&camN=6703873.9&camRotX=-0.477&camRotY=-0.822&project=24&locale=en> (accessed 4.26.24).
- Järvenpään Rakentaminen, 2021. Maaillman ensimmäinen 3D-mallilla hyväksytty rakennuslupa Järvenpäässä [WWW Document]. Järvenpää Raken. URL <https://www.jarvenpaa.fi/a/maailman-ensimmainen-3d-mallilla-hyvaksytty-rakennuslupa-jarvenpaassa> (accessed 10.8.23).
- Kanton Aargau, 2023. Baugesuch online einreichen [WWW Document]. Kanton Aargau Abt. Für Baubewilligungen. URL http://www.ag.ch/de/smartserviceportal/dienstleistungen?dl=baugesuch-online-einreichen-8bdaa7e2-cc06-4dd6-8147-de5e8d6be91d_de (accessed 2.16.24).
- Kanton Aargau, 2022. Baubewilligungsverfahrenübersicht, Kanton Aargau [WWW Document]. Verfahrensübersicht Ordentliches Verfahr. URL <https://www.ag.ch/de/verwaltung/bvu/bauen/baubewilligungen/bewilligungsablauf/informationen-rund-ums-bauen/verfahrensuebersicht> (accessed 5.15.23).

- Kanton Appenzell Ausserrhoden, 2022. Baugesuchsformulare [WWW Document]. Kanton Appenz. Ausserrhoden Baukoordinationsdienst. URL <https://ar.ch/verwaltung/departement-bau-und-volkswirtschaft/departementssekretariat/baukoordinationsdienst/baugesuchsformulare/> (accessed 2.16.24).
- Kanton Appenzell Innerrhoden, 2022. Baugesuch [WWW Document]. Kanton Appenz. Inn. Bauverwalt. Inn. Land AI. URL <https://ar.ch/verwaltung/departement-bau-und-volkswirtschaft/departementssekretariat/baukoordinationsdienst/baugesuchsformulare/> (accessed 2.16.24).
- Kanton Basel-Landschaft, 2024. 3DView BL: Geoinformationssystem wächst aus dem Boden [WWW Document]. baselland.ch. URL <https://www.baselland.ch/politik-und-behorden/direktionen/volkswirtschafts-und-gesundheitsdirektion/medienmitteilungen/3dview-bl-geoinformationssystem-waechst-aus-dem-boden> (accessed 5.12.24).
- Kanton Basel-Landschaft, 2023. E-Baugesuch [WWW Document]. Bau- Umweltschutzdirektion Bauinspektorat E-Baugesuch. URL <https://forms.bl.ch/form/FMS-BL-BIT/Baugesuch/de> (accessed 2.16.24).
- Kanton Basel-Stadt, 2023. Online-Baubegehren (OBG) [WWW Document]. Bau- Verkehrsdepartement Bau- Gastgewerbeinspektorat. URL <https://jaxforms.cloud.bs.ch/formservice/services/rest/template/public/KTBS/de/index.html> (accessed 2.16.24).
- Kanton Bern, 2022. eBau - elektronisches Baubewilligungsverfahren im Kanton Bern [WWW Document]. Kanton Bern Bau. URL <https://www.bauen.dij.be.ch/de/start/baubewilligungsverfahren/e-Bau.html> (accessed 2.16.24).
- Kanton Bern, 2015. *Materielle Prüfung (Form 1.0.3)*.
- Kanton Bern, 2012. *Dekret über das Baubewilligungsverfahren, Kanton Bern*.
- Kanton Glarus, 2024. Baugesuchskoordination [WWW Document]. Raumentwickl. Geoinformation. URL <https://www.gl.ch/verwaltung/bau-und-umwelt/hochbau/raumentwicklung-und-geoinformation/raumentwicklung/baugesuchskoordination.html/5050> (accessed 3.22.24).
- Kanton Graubünden, 2024. Elektronisches Baubewilligungsverfahren (eBBV) [WWW Document]. Amt Für Raumentwickl. URL [https://www.gr.ch/DE/institutionen/verwaltung/dvs/are/projekte/Seiten/Elektronisches-Baubewilligungsverfahren-\(eBBV\).aspx](https://www.gr.ch/DE/institutionen/verwaltung/dvs/are/projekte/Seiten/Elektronisches-Baubewilligungsverfahren-(eBBV).aspx) (accessed 3.22.24).
- Kanton Graubünden, 2016. WFS Nutzung – Web Feature Service [WWW Document]. Geoportal Kanton. Verwalt. URL <https://geo.gr.ch/geodienste/wfs-nutzung> (accessed 2.14.24).
- Kanton Luzern, 2023. Bauen / Bewilligungen [WWW Document]. Raum Wirtsch. Rawi. URL https://rawi.lu.ch/themen/bauen_bewilligungen (accessed 2.16.24).
- Kanton Luzern, 2020. Bauen / Bewilligungen - Abläufe und Fristen, Kanton Luzern [WWW Document]. URL https://rawi.lu.ch/themen/bauen_bewilligungen/ablaeufe_und_fristen (accessed 5.15.23).
- Kanton Nidwalden, 2024. Baukoordination [WWW Document]. Amt Für Raumentwickl. URL <https://www.nw.ch/baukoord/1131> (accessed 2.16.24).
- Kanton Obwalden, 2016. Baubewilligungsverfahren [WWW Document]. Staatskanzlei Bau- Raumentwicklungsdepartement. URL <https://www.ow.ch/publikationen/8753> (accessed 2.16.24).
- Kanton Schaffhausen, 2023. Eine Baubewilligung beantragen [WWW Document]. Bauinspektorat Kanton Schaffhausen. URL <https://sh.ch/CMS/Webseite/Kanton-Schaffhausen/Beh-rde/Verwaltung/Bau-departement/Planungs--und-Naturschutzamt/Bauinspektorat-1688917-DE.html> (accessed 2.16.24).
- Kanton Schwyz, 2021. Baubewilligung [WWW Document]. Amt Für Raumentwickl. URL <https://www.sz.ch/behoerden/verwaltung/volkswirtschaftsdepartement/amt-fuer-raumentwicklung/ebau.html/8756-8758-8802-10373-11039-11056> (accessed 2.16.24).
- Kanton Solothurn, 2024. Baugesuche [WWW Document]. Amt Für Raumplan. URL <https://so.ch/verwaltung/bau-und-justizdepartement/amt-fuer-raumplanung/baugesuche/> (accessed 2.16.24).
- Kanton St.Gallen, 2023. Baugesuch und Baubewilligung [WWW Document]. Raumentwickl. Geoinformation. URL <https://www.sg.ch/bauen/baugesuch-baubewilligung.html> (accessed 2.16.24).
- Kanton Thurgau, 2024. Baubewilligungsverfahren [WWW Document]. Departement Für Bau Umw. URL <https://dbu.tg.ch/baugesuchszentrale/baubewilligungsverfahren.html/1435> (accessed 2.16.24).
- Kanton Uri, 2024. Baugesuche einreichen [WWW Document]. Kanton. Verwalt. Uri. URL <https://www.ur.ch/online-schalter/2519/detail> (accessed 2.16.24).

- Kanton Wallis, 2024. Bauen im Wallis - VRDMRU [WWW Document]. VschVRDMRU Bauwes. URL <https://www.vs.ch/de/web/sajmte/bauen-im-wallis> (accessed 2.16.24).
- Kanton Zug, 2024. Übermittlung Baugesuche [WWW Document]. Amt Für Raum Verk. Plan. Bau. Baubewilligung. URL <https://zg.ch/de/planen-bauen/baubewilligung/uebermittlung-baugesuche> (accessed 2.16.24).
- Kanton Zürich, 2024. Baubewilligung [WWW Document]. Kanton Zür. Plan. Bau. Baubewilligung. URL <https://www.zh.ch/de/planen-bauen/baubewilligung.html> (accessed 2.16.24).
- Klaus, S., 2023. *Aktuelle Erfahrungen aus der Praxis - am Beispiel vom Bauinspektorat & Amt für Stadtliegenschaften der Stadt Thun (BE)*, BIM@SBB. Presented at the BIM Industry Day 8, BIM@SBB, Online Conference.
- Kley, A., 2013a. *Verfassungsgeschichte der Neuzeit: Grossbritannien, die USA, Frankreich, Deutschland und die Schweiz*, 3. Auflage. ed, Verfassungsgeschichte der Neuzeit Grossbritannien, die USA, Frankreich, Deutschland und die Schweiz, Stämpflis juristische Lehrbücher. Stämpfli, Bern.
- Kley, A., 2013b. 5.1.4 Wirkungen von Rechtsmitteln [WWW Document]. Verwaltungsverfahrenrecht. URL https://www.rwi.uzh.ch/elt-1st-kley/vwvr/rechtsschutz/de/html/chapter_1_14.html (accessed 3.14.24).
- Kley, A., 2013c. 8. Glossar [WWW Document]. Verwaltungsverfahrenrecht. URL <https://www.rwi.uzh.ch/elt-1st-kley/vwvr/glossar/de/html/index.html> (accessed 3.14.24).
- Klooster, R., van Deth, J., van Berlo, L., Meijer, S., 2019a. Introducing a Building Information Model (BIM)-based process for building permits in Estonia: Technical report - Be boldest. Tallinn.
- Klooster, R., van Deth, J., van Berlo, L., Meijer, S., 2019b. Introducing a Building Information Model (BIM)-based process for building permits in Estonia (No. Final report-Be boldest). Tallinn.
- Knecht, P., 2024. *Digitales Baubewilligungsverfahren*, in: Swissbau Content Hub. Presented at the Swissbau Focus 2024, Basel.
- Kog, Y.C., Swaddiwudhipong, S., 2000. *IT Strategy of the Singapore Construction Sector*, ASCE, in: Computing in Civil and Building Engineering. Presented at the Eighth International Conference on Computing in Civil and Building Engineering (ICCCBE-VIII), ASCE, Stanford, pp. 635-642. [https://doi.org/10.1061/40513\(279\)83](https://doi.org/10.1061/40513(279)83)
- Krcmar, H., 2015. *Informationsmanagement*. Springer Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg. <https://doi.org/10.1007/978-3-662-45863-1>
- Krischmann, T., Urban, H.U., Schranz, C., 2020. *Entwicklung eines openBIM-Bewilligungsverfahrens*. BAUINGENIEUR 95, 335-344.
- Leimeister, J.M., 2021. *Einführung in die Wirtschaftsinformatik*. Springer Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg. <https://doi.org/10.1007/978-3-662-63560-5>
- li, B., Hjelseth, E., 2021. *The need for an integrating approach for developing digital building permit solutions*. Presented at the I EUnet4DBP International workshop on Digital Building Permit, Online Conference, pp. 26-28.
- Lindner, S., 2023. *Cradle to Cradle im Holzfertigbau* (Dissertation). Fraunhofer IRB, Stuttgart.
- LUUCY AG, 2021. *Gesamtrevision Nutzungsplanung Hergiswil NW* [WWW Document]. LUUCY. URL <https://www.luucy.ch/gesamtrevision-nutzungsplanung-hergiswil-nw/> (accessed 5.12.24).
- Maniera, L.M., Schweizerischer Baumeisterverband SBV, 2023. *Mehr Einsprachen erhöhen Mietpreise* [WWW Document]. Schweiz. Baumeisterverband. URL <https://baumeister.swiss/mehr-einsprachen-erhoehen-mietpreise/> (accessed 5.8.24).
- Maslow, A., 1943. *A theory of human motivation*, American Psychological Association. Psychol. Rev. 50, 370-396.
- Matthews, A., Blackwell, B., Keller, M., Fraser, N., Jackson, P., Thomas, A., Shah, S., Rawlinson, S., Boniface, T., 2011. *A report for the Government Construction Client Group: Building Information Modelling (BIM) Working Party Strategy Paper* (No. URN 11/948). London.
- Meacham, B.J., 2010. *Performance-Based Building Regulatory Systems: Principles and Experiences*. InterJurisd. Regul. Collab. Comm. IRCC. <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:106863826>
- Meier, R., ARCHITEKTURBASEL, 2023. *Nur noch eine Woche: Revolutionäre BIM-Baueingabe sorgt für minimale Bewilligungsfrist - ArchitekturBasel*. URL <https://architekturbasel.ch/nur-noch-eine->

- woche-revolutionaere-bim-baueingabe-sorgt-fuer-minimale-frist-in-basel-stadt/ (accessed 9.14.23).
- Menz, S., ETH Zürich, 2020. Bewilligungsverfahren Kanton Zürich [WWW Document]. ETH Zür. Archit. Build. Process. URL <https://ethz.ch/content/dam/ethz/special-interest/arch/technology-in-architecture/arch-building-process-dam/documents/Bewilligungsverfahren%20Kanton%20Z%C3%BCrich.pdf> (accessed 5.29.23).
- Menz, S., ETH Zürich, 2018. Planungs- und Bauprozess: Strategie [WWW Document]. Map ETH Zür. Professur Für Archit. Bauprozess. URL <https://map.arch.ethz.ch/artikel/1/strategie> (accessed 5.9.24).
- Messaoudi, M., 2020. *BIM-Based Virtual Permitting Review Process for Residential Building in the State of Florida*, ProQuest Dissertations Publishing.
- Metzler, B., 2023. *Baurekurse in Zürich: Alles lief perfekt beim Hausbau, bis der Rekurs eines Nachbarn eintraf*. Tages-Anz.
- Mittelstand-Digital Zentrum Bau, 2022. Finnland automatisiert mit IFC das Baugenehmigungsverfahren [WWW Document]. Mittelstand-Digit. Zent. Bau. URL <https://www.digitalzentrum-bau.de/kos/WNetz?art=News.show&id=1308> (accessed 9.14.23).
- Moyses, M., 2022. *Hochschulvorlesung - Digitale Bauwerksmodelle: Grundlagen*, Fachhochschule Nordwestschweiz FHNW. Presented at the MSc VDC, IM-DBMG-22H, Fachhochschule Nordwestschweiz FHNW, Muttenz.
- Müller, P., IG Baubewilligung Kanton Luzern, KMU- und Gewerbeverband Kanton Luzern, 2023. IG kämpft für zeitlich verbindliche und kosteneffiziente Bewilligungsverfahren [WWW Document]. KMU-Gewerbeverband Kanton Luzern. URL <https://www.kgl.ch/gut-zu-wissen/ig-kaempft-fuer-zeitlich-verbindliche-und-kosteneffiziente-bewilligungsverfahren/> (accessed 9.14.23).
- Muto, M., 2020. *Co-chair of buildingSMART International Regulatory Room*. Tech. Rep. No RR-2020-1015-TR.
- Nawari, Nawari.O., Alsaffar, A., 2015. *Methods for Computable Building Codes*. Civ. Eng. Archit. 3, 163-171. <https://doi.org/10.13189/cea.2015.030601>
- Niederberger, C., 2024. *Fehlender Wohnraum – nicht nur in Städten*. Volkswirtschaft. Plattf. Für Wirtschaft. URL <https://dievolkswirtschaft.ch/de/2024/05/fehlender-wohnraum-nicht-nur-in-staedten/> (accessed 5.8.24).
- Noardo, F., Guler, D., Fauth, J., Malacarne, G., Mastrolembo Ventura, S., Azenha, M., Olsson, P.-O., Senger, L., 2022. *Unveiling the actual progress of Digital Building Permit: Getting awareness through a critical state of the art review*. Build. Environ. 213, 108854. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2022.108854>
- Noardo, F., Malacarne, G., 2021. *DIGITAL BUILDING PERMIT: A STATE OF PLAY*. Presented at the I EUnet4DBP International workshop on Digital Building Permit, Online Conference.
- Noardo, F., Malacarne, G., Mastrolembo Ventura, S., Tagliabue, L.C., Ciribini, A.L.C., Ellul, C., Guler, D., Harrie, L., Senger, L., Waha, A., Stoter, J., 2020. *Integrating expertises and ambitions for data-driven digital building permits – the EUNET4DBP*, in: The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences. Presented at the 3rd BIM/GIS Integration Workshop and 15th 3D GeoInfo Conference, London, pp. 103-110. <https://doi.org/10.5194/isprs-archives-XLIV-4-W1-2020-103-2020>
- Olender, M.D., 2018. *Kontrollierte Planungsprozesse* (Dissertation). Kassel.
- Pfister, R., 2023. *Aktuelles Vorgehen im Baubewilligungsverfahren der Stadt Thun*.
- Ponnewitz, J., Bargstaedt, H.-J., 2019. *The building permit – how to standardize traditionally established processes*. Presented at the IABSE Congress, New York, New York 2019: The Evolving Metropolis, New York, New York, USA, pp. 1560-1564. <https://doi.org/10.2749/newyork.2019.1560>
- PRO NATURA, 2017. *Verbandsbeschwerderecht zum Schutz von Natur und Umwelt* [WWW Document]. Nat. URL <https://www.pronatura.ch/de/verbandsbeschwerderecht> (accessed 2.2.24).
- Raitviir, C., Republic of Estonia, 2021. *BIM based building permit*. Presented at the EUnet4DBP International workshop on Digital Building Permit, Online Conference.
- Raitviir, C.-R., Saar, J., 2021. *BIM-based building permit developments in Estonia*. Presented at the I EUnet4DBP International workshop on Digital Building Permit, Online Conference, pp. 35-37.
- Raumgleiter AG, 2023. *Wettbewerbs- und Verfahrensbegleitung*.

- Republic of Estonia, 2019. *A prototype of the BIM-based building permit procedure*. E-Ehit. URL <https://eehitus.ee/timeline-post/bim-based-building-permit-procedure/> (accessed 1.11.24).
- République et canton de Neuchâtel, 2016. SATAC 2 [WWW Document]. *Système Autom. Trait. Aut. Constr.* URL <https://www.ne.ch:443/autorites/DDTE/SCAT/Pages/SATAC2.aspx> (accessed 3.22.24).
- Richerzhagen, B., Fuchs, S., 2024. BPMN 2.0 – Business Process Model and Notation [WWW Document]. *Bus. Process Model Not.* URL <https://www.bpmn.de/> (accessed 4.11.24).
- Rosen, A., 2020. *Entwicklung einer Systematik zur quantitativen Bewertung der Kreislaufkonsistenz von Baukonstruktionen in der Neubauplanung* (Dissertation). Bergische Universität Wuppertal, Wuppertal.
- RPG. Schweizerische Eidgenossenschaft, 2019. *Bundesgesetz über die Raumplanung (RPG)*, 700.
- RPV. Schweizerische Eidgenossenschaft, 2022. *Raumplanungsverordnung (RPV)*, 700.1.
- Rühli, L., Müller-Jentsch, D., Schnell, F., 2019. *Baubewilligungen dauern immer länger*. Avenir Suisse. URL <https://www.avenir-suisse.ch/baubewilligungen-dauern-immer-laenger/> (accessed 9.14.23).
- Saar, J., Republic of Estonia, 2019. *A prototype of the BIM-based building permit procedure*. E-Ehit. URL <https://eehitus.ee/timeline-post/bim-based-building-permit-procedure/> (accessed 5.3.24).
- Schildknecht, L., 2022. *Informationsmanagement Reader v1.10*, MSc VDC, HS2022, IM-ISE.
- Schlabach, C., 2013. *Untersuchungen zum Transfer der australischen Projektabwicklungsform Project Alliancing auf den deutschen Hochbaumarkt* (Dissertation). Institut für Bauwirtschaft der Universität Kassel, Kassel.
- Schneider, A., Gilgen, K., 2021. *6 Umsetzung der Planung*, Zürich: vdf Hochschulverlag AG an der ETH Zürich, in: *Kommunale Raumplanung in Der Schweiz*. Zürich: vdf Hochschulverlag AG an der ETH Zürich, Zürich, pp. 543-608.
- Schranz, C., Gerger, A., Urban, H., 2021. *Digitalisierung und Standardisierung der Immobilienwirtschaft unter Anwendung von BIM am Beispiel eines Neubaus: Bio-Instut der HBLFA Raumberg-Gumpenstein*. Endbericht.
- Schulze, H., Mateescu, M., Urech, A., Huber, M., 2023. *Modi der Zusammenarbeit im Bauwesen – ein theoriebasiertes Integrationsmodell für Planungs- und Bauprojekte*. Phase0 - J. Für Integr. Plan. Bau. Betreiben. <https://doi.org/10.21428/71cd88bc.45296bd0>
- Schweizerische Eidgenossenschaft, 2023. *Föderalismus* [WWW Document]. *Schweiz Entdeck.* URL <https://www.eda.admin.ch/aboutswitzerland/de/home/politik-geschichte/politisches-system/foederalismus.html> (accessed 5.31.23).
- Seidel, W.S., 2024. *Expertengespräch: Fragen aus rechtlicher Sicht zum «Baubewilligungsverfahren mit digitalen Bauwerksmodellen»*.
- Shahi, K., McCabe, B.Y., Shahi, A., 2019. *Framework for Automated Model-Based e-Permitting System for Municipal Jurisdictions*. *J. Manag. Eng.* 35, 04019025. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)ME.1943-5479.0000712](https://doi.org/10.1061/(ASCE)ME.1943-5479.0000712)
- SIA 112, 2014. *Modell Bauplanung - Verständigungsnorm*.
- SIA 400, 2000. *Planbearbeitung im Hochbau*.
- SIA 2051, 2017. *Building Information Modelling (BIM) Grundlagen zur Anwendung der BIM-Methode*.
- SN EN ISO 16739, 2016. *Industry Foundation Classes (IFC) für den Datenaustausch in der Bauindustrie und im Anlagenmanagement (ISO 16739:2013)*.
- SN EN ISO 19650-1, 2018. *Organisation von Daten zu Bauwerken Informationsmanagement mit BIM - Teil 1: Konzepte und Grundsätze*.
- Sova3D Oy, 2023. *Kunta3D*. Collab. City Publ. Tool. URL <https://www.sova3d.fi/i/s3d-collabcity/> (accessed 5.5.24).
- Staatskanzlei des Kantons Bern, 2021. *Organisationsgesetz (OrG)*, 152.01.
- Stadt Bern Direktion für Sicherheit, Umwelt & Energie, 2013. *Ablauf Baubewilligungsverfahren*, Stadt Bern [WWW Document]. *Stadt Bern Ablauf Baubewilligungsverfahren*. URL <https://www.bern.ch/themen/planen-und-bauen/baubewilligung/ablauf-baubewilligungsverfahren> (accessed 5.15.23).
- Stadt Wien, 2020. *BRISE Vienna Building Regulations Information for Submission Involvement - Management Summary*.

- Statsbygg Norway, 2024. Om oss - Statsbygg [WWW Document]. Regierungsgebäude Über Uns. URL <https://www.statsbygg.no/om-oss> (accessed 5.7.24).
- Statsbygg Norway, 2022. BIM - Statsbygg [WWW Document]. BIM-Anforderungen Von Statsbygg. URL <https://www.statsbygg.no/bim> (accessed 5.7.24).
- Statsbygg Norway, 2013. *Statsbygg Building Information Modelling Manual - Version 1.2.1*.
- Steel, B.S., 2000. *Controlling Technocracy: Citizen Rationality and the NIMBY Syndrome*. By Gregory E. McAvoy. Washington, DC: Georgetown University Press, 1999. 184p. Am. Polit. Sci. Rev. 94, 952. <https://doi.org/10.2307/2586248>
- Strub, P., 2018. Hilfe, mein Nachbar baut! [WWW Document]. Beobachter. URL <https://www.beobachter.ch/wohnen/bauen-renovieren/hilfe-mein-nachbar-baut-13601> (accessed 9.14.23).
- Tschirren, M., Kull, R., Imperiali, D., Lipp, R., 2023. *Mietwohnungsmarkt Schweiz – Warum die Wohnungssuche vielerorts schmerzhaft wird*. (Eco Talk). <https://www.srf.ch/play/tv/eco-talk/video/mietwohnungsmarkt-schweiz--warum-die-wohnungssuche-vielerorts-schmerzhaft-wird?urn=urn:srf:video:22a7d5b0-0196-47c3-8d35-84275afa3cea>.
- Ullah, K., Witt, E., Lill, I., 2022. *The BIM-Based Building Permit Process: Factors Affecting Adoption*. Buildings 12, 45. <https://doi.org/10.3390/buildings12010045>
- Urban, H., Breitschopf, N., Schranz, Christian, 2022. *Entwicklung und Validierung eines AR-Abnahmetools für die örtliche Bauaufsicht am Beispiel der Technischen Gebäudeausrüstung*. BAUINGENIEUR 97, 353-361.
- Urban, H., Fischer, S., Schranz, C., 2024. *Adapting to an OpenBIM Building Permit Process: A Case Study Using the Example of the City of Vienna*. Buildings 14, 1135. <https://doi.org/10.3390/buildings14041135>
- Urban, H., Schranz, C., Krischmann, T., Asmera, H., Pinter, B., 2021. *Einsatz von openBIM und KI im Bewilligungsverfahren der Stadt Wien*. OIAZ 166.
- Verein eCH, 2018. Der Verein | eCH E-Government Standards [WWW Document]. E-Gov. Stand. URL <https://www.ech.ch/de/der-verein> (accessed 2.14.24).
- Verein eCH, 2011. Objektwesen | eCH E-Government Standards [WWW Document]. E-Gov. Stand. URL <https://www.ech.ch/de/der-verein/fachgruppen/objektwesen> (accessed 2.14.24).
- von Ledebur, M., 2024. *Stadt Zürich: Schon wieder verhindern Nachbarn eine Grosssiedlung*. Neue Zür. Ztg.
- Wälchli, T.-B., 2023a. *Konzeptionelle Aufarbeitung der Anforderungen an einen Digitalen Zwilling in Bezug auf das Raumklima und die Behaglichkeit (Integrationsprojekt)*. Fachhochschule Nordwestschweiz, Muttenz.
- Wälchli, T.-B., 2023b. *Behördlicher Bauprozess als mögliche Basis für Urban Mining - Teil I (Integrationsprojekt)*. Fachhochschule Nordwestschweiz, Muttenz.
- Wälchli, T.-B., Nater, S., Holenweg, D., Schmid, C., Lay, C., 2021. *BIM-Planungsworkflow für parametrisierte Produkte: am spezifischen Produkt Türen (CAS - Zertifikatsarbeit)*. Berner Fachhochschule, Biel.
- Wyss, A., 2024. *Beim verdichteten Bauen bestehen Fehlanreize*. Volkswirtschaft. Plattf. Für Wirtsch. URL <https://dievolkswirtschaft.ch/de/2024/05/beim-verdichteten-bauen-bestehen-fehlanreize/> (accessed 5.8.24).
- Zhong, B.T., Ding, L.Y., Luo, H.B., Zhou, Y., Hu, Y.Z., Hu, H.M., 2012. *Ontology-based semantic modeling of regulation constraint for automated construction quality compliance checking*. Autom. Constr. 28, 58-70. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2012.06.006>
- Zou, Y., Wu, Y., Guo, B.H.W., Papadonikolaki, E., Dimyadi, J., Hung, S.N., 2022. *Investigating the New Zealand Off-Site Manufacturing Industry's Readiness for Automated Compliance Checking*. J. Constr. Eng. Manag. 148. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)CO.1943-7862.0002384](https://doi.org/10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0002384)
- Zulliger, J., 2023. *Keine Gratis-Rekurse, kürzere Fristen: Wie die Baumeister das Bauen beschleunigen wollen*. Neue Zür. Ztg. Am Sonntag.
- Zürcher Kantonalbank, 2023. *Drohende Wohnungsnot*. Immob. Aktuell.

9 Abbildungs- und Tabellenverzeichnis

9.1 Abbildungen

Abbildung 1, schematische Struktur der Master-Thesis (eigene Abbildung).....	3
Abbildung 2, Akteure in einem Baubewilligungsverfahren (eigene Abbildung)	4
Abbildung 3, minimale Funktionen von einem Regelprüfungssystem für die Konformitätsprüfung (Eastman et al., 2009, p. 1016)	7
Abbildung 4, schematischer Ablauf von ACCC, dargestellt von (Fauth, 2021, p. 69) in Anlehnung an (Nawari & Alsaffar, 2015, p. 166).....	9
Abbildung 5, Ansätze und Grenzen der automatisierten Regelprüfung (Fauth, 2021, p. 75).....	9
Abbildung 6, Phasengerechte Eingabe von 3D-Modellen in digitalen Studienaufträgen und Wettbewerben adaptiert von (adaptiert von, buildingSMART Switzerland et al., 2024, p. 15).....	10
Abbildung 7, Gesamtrevision Nutzungsplanung der Gemeinde Hergiswil NW (LUUCY AG, 2021)	11
Abbildung 8, Ausschnitt aus 3DView, mit Schattenwurfanalyse (Kanton Basel-Landschaft, 2024).....	11
Abbildung 9, standortabhängiges Zonenprofil in der Stadt Basel (Bau- und Verkehrsdepartement des Kantons Basel-Stadt, 2021, p. 36)	11
Abbildung 10, LOG-Definitionen nach 'Level of Information Need Hochbau: Anwendung' (Bauen digital Schweiz & buildingSMART Switzerland, 2024b, pp. 11, 30, 32, 19)	12
Abbildung 11, Ebenen des Informationsmanagements adaptiert von (Wälchli, 2023a, p. 9) in Anlehnung an (Schildknecht, 2022, p. 17) und (Krcmar, 2015, p. 107).....	15
Abbildung 12, Beispielprozess 'Soll-Prozessdiagramm mit Ausschreibung' nach BPMN 2.0 (Wälchli et al., 2021, app. 6.1)	16
Abbildung 13, schematische Übersicht der gesetzlichen Rahmenbedingungen in Bezug auf das Baubewilligungsverfahren in der Schweiz (eigene Abbildung).....	17
Abbildung 14, Anwendungsgebiet eCH-Schnittstellenstandards im Kontext behördlichen Baubewilligungsverfahrensprozessen (eCH-0216 et al., 2019, p. 14).....	18
Abbildung 15, BIM-Reifegradmodell über die digitale Transformation in der Baubehörde, adaptiert von (Fauth, 2021, p. 61; Matthews et al., 2011, pp. 16-17; Schranz et al., 2021, p. 52).....	21
Abbildung 16, Reifegrad digitales Bewilligungsverfahren in der Schweiz (eigene Abbildung)	22
Abbildung 17, schematische Darstellung der baugenehmigungsrelevanten Prozesse in Relation zur SIA 112 (eigene Abbildung)	24
Abbildung 18, vereinfachte Darstellung der baugenehmigungsrelevanten Tätigkeiten in Relation der Akteure (eigene Abbildung).....	25
Abbildung 19, Status quo vom Baubewilligungsverfahrensprozess im Kanton Bern adaptiert von (adaptiert von (Stadt Bern Direktion für Sicherheit, Umwelt & Energie, 2013))	26
Abbildung 20, Fassade Schnitt aus Beispiel Baugesuch der Gemeinde Lengnau BE (Heiri Architektur + Immobilien AG, 2024, no. '2021-9054').....	26
Abbildung 21, Grundrisse aus Beispiel Baugesuch der Gemeinde Lengnau BE (Heiri Architektur + Immobilien AG, 2024, no. '2021-9054').....	27
Abbildung 22, Prozessablauf im BIM unterstützten, Estnischen Gebäuderegister (Raitviir & Republic of Estonia, 2021, p. 5).....	29
Abbildung 23, BMC-Prüfungen und Auswertungen bei der automatisierten Baugenehmigung (Raitviir & Republic of Estonia, 2021, p. 12).....	29
Abbildung 24, Online Plattform mit der Möglichkeit zum aktuellen Projektstatus für laufende und vergangene Projekte, Auszug aus (Järvenpään kaupunki & Sova3D Oy, 2024).....	30
Abbildung 25, Baugenehmigungsverfahren in der Fallstudiengemeinde in Südtirol (Fauth et al., 2023, p. 525)	31
Abbildung 26, «Bauantragsmodell (links), Referenzmodell (Mitte) und Überlagerung beider Modelle (rechts)» (Krischmann, 2021).....	32
Abbildung 27, Prozess der openBIM-Einreichung und Prüfung in der 3. Phase (Urban et al., 2024, p. 11)	34

Abbildung 28, Baugenehmigungsprozesse und Datenlieferung in einem vereinfachten Verfahren (Harrie & Olsson, 2021, pp. 41)	34
Abbildung 29, geplanter Ablaufplan zur Vorgehensweise (eigene Abbildung)	39
Abbildung 30, Forschungsdesign der Master-Thesis (eigene Abbildung)	39
Abbildung 31, vereinfachter Verfahrensprozess für Baubewilligungen mit DBM (eigene Abbildung)...	43
Abbildung 32, Prozessschritt 'Vorstufe', Vorabgabe und Vorprüfung (eigene Abbildung)	44
Abbildung 33, Teilprozess zum 'Einsprache-Verfahren' (eigene Abbildung)	45
Abbildung 34, Prozessschritt 'Erste Stufe - Baubewilligung' formelle Prüfung, Wahrung des öffentlichen Interesses (eigene Abbildung)	45
Abbildung 35, Datenaufbereitungsprozess zur Modularisierung von Prüffregeln (eigene Abbildung) ..	46
Abbildung 36, Prozessschritt '2. Stufe - Baufreigabe' umfassende, formelle und materielle Prüfung (eigene Abbildung)	46
Abbildung 37, Vorgehensweise bei der Dokumentenanalyse zur semantischen Bewertung von Artikeln im Baureglement (eigene Abbildung)	47
Abbildung 38, struktureller Aufbau Prototyp (eigene Abbildung).....	48
Abbildung 39, Schematischer Ablauf vom Python-Skript zur automatischen Validierung (eigene Abbildung).....	48
Abbildung 40, Auszug der 'Grünflächenziffer (GZ)' aus dem (BR Art. 45, 2022b)	50
Abbildung 41, anrechenbare Gebäudefläche adaptiert von (BMBV, Figur 7.4, 2024b).....	50
Abbildung 42, BMC-Auswertung vom Art. 42 lit. c (kA, gA, Fh tr, Fh gi) mithilfe der BMC-Software Solibri Office (eigene Abbildung)	51
Abbildung 43, Aufbau vom Solibri Regelsatz vom Art. 42 lit. c (kA, gA, Fh tr, Fh gi) (eigene Abbildung)	52
Abbildung 44, Ergebnis der maschinellen Auswertung vom 'Art. 42 lit. C mittels BMC-Software (eigene Abbildung).....	52
Abbildung 45, BMC-Auswertung der Grünflächenziffer (GZ) mithilfe von Software 'Solibri' (eigene Abbildung).....	53
Abbildung 46, PDF-Bericht nach der BMC-Auswertung, links grosser Grenzabstand (gA) und rechts kleiner Grenzabstand (kA) (eigene Abbildung).....	53
Abbildung 47, nachvollziehbare Ereignisberichte durch die Prüfenden mit einer nahtlosen Einbindung in den Planungsprozess (eigene Abbildung).....	54
Abbildung 48, fachspezifische Zuordnung ohne ausführlich verfasste Berichte (eigene Abbildung).....	54
Abbildung 49, Prüfstatus abgeglichen zum eCH-0129 - Datenstandard Objektwesen (eigene Abbildung)	55
Abbildung 50, Online Plattform für die öffentliche Auflage der Stadt Järvenpää, Auszug aus (Järvenpään kaupunki & Sova3D Oy, 2024).....	56
Abbildung 51, Einsatz von AR bei der Nachbarschaftsprüfung (links) und Anhörungsverfahren (rechts) (Urban et al., 2024, p. 20)	56
Abbildung 52, realistische Perspektiven bei der Beurteilung in Städtebaukommissionen (Raumgleiter AG, 2023, sc. 00:31, Teaserfilm).....	57
Abbildung 53, Beurteilung quantitativer und qualitativer Aspekte in Städtebaukommissionen, links Ertragsflächen, rechts Grenzabstände und maximale Bebaubarkeit (Raumgleiter AG, 2023).....	57
Abbildung 54, mögliches Stationär-Setup zur öffentlichen Auflage (Raumgleiter AG, 2023)	58
Abbildung 55, bestehender Baubewilligungsverfahrensprozess von Thun (adaptiert von (Stadt Bern Direktion für Sicherheit, Umwelt & Energie, 2013))	67
Abbildung 56, neuer Baubewilligungsverfahrensprozess von Thun (eigene Abbildung)	68
Abbildung 57, neuer zweistufiger Baubewilligungsverfahrensprozess mit Vorstufe von Thun (eigene Abbildung).....	69
Abbildung 58, Herausforderungen bei der anrechenbaren Grünfläche (aGrF) (eigene Abbildung).....	72
Abbildung 59, Probleme mit dem Detaillierungsgrad bei der Auswertung der Grünflächenziffer (GZ) (eigene Abbildung)	73

9.2 Tabellen

Tabelle 1, beurteilungsrelevante, technische Aspekte nach 'Level of Information Need Hochbau: Anwendung' (Bauen digital Schweiz & buildingSMART Switzerland, 2024b, pp. 11, 30, 32, 19)	13
Tabelle 2, Stufenabhängige Prüfaspekte im Baubewilligungsverfahren mit DBM	44
Tabelle 3, Legende zur Einstufung der Prüffart für die zukünftige, materielle Prüfung (Baupolizeiliche Prüfung).....	47
Tabelle 4, Teilnehmende der Fokusgruppe Prüfende	59
Tabelle 5, Teilnehmende der Fokusgruppe Einreichende.....	62
Tabelle 6, Verzeichnis verwendete Hilfsmittel	I

10Anhang

- Anhang A:** (in separatem zip-Dateiordner)
- A0 - Rechercheprotokoll_MTH_tbw.xlsx
 - A1 - Kap.2.4.5_BIM-Reifegrad_Kantone-CH.xlsx
 - A2 - Kap.2.4.8_Einzureichende Unterlagen.xlsx
 - A3 - Kap.5.2.2_1.0.3_Materielle Prüfung_Kt.Bern_2015.xlsx
 - A4 - Kap.5.2.3_ValidDatafile_tbw_v0.4.py
 - A5.1 - Kap.5.3.1_Baureglement-Thun-2022_Komentar-tbw.pdf
 - A5.2 - Kap.5.3.1_Beurteilungsraster_BR-Thun72.01.xlsx
 - A6.1 - Kap.5.3.1_Bauwerksmodell.ifc
 - A6.2 - Kap.5.3.1_Referenzmodell.ifc
 - A6.3 - Kap.5.3.1_Formelle Prüfung.cset
 - A6.4 - Kap.5.3.1_Formelle-Prüfung_tbw_V1_24.03.2024.bcf
 - A6.5 - Kap.5.3.1_Formelle-Prüfung_tbw_V1_24.03.2024.pdf
 - A7 - Kap.5.7.1_Ablauf Fokusgruppe «Prüfende».pdf
 - A8 - Kap.5.7.2_Ablauf Fokusgruppe «Einreichende».pdf
 - A9.1 - Kap.5.7_Diskussionsthemen und der Ablauf-Fokusgruppe.pdf
 - A9.2 - Kap.5.7_Einwilligung in die Teilnahme an einer Fokusgruppe.pdf
 - A10 - Kap.7.2_MTH-Fragen aus rechtlicher Sicht ans Institut für Föderalismus.pdf
- Anhang B:** Verzeichnis verwendete Hilfsmittel
- Anhang C:** Erweiterte Kurzfassung (d)
- Anhang D:** Extended Abstract (e)
- Anhang E:** Ausführliche Diskussionsergebnisse der Fokusgruppe Einreichende
- Anhang F:** Ausführliche Diskussionsergebnisse der Fokusgruppe Prüfende
- Anhang G:** Test Zusammenfassen der «Diskussionsergebnisse der Fokusgruppe Einreichende» mittels KI
- Anhang H:** Überprüfung auf KI

Anhang B Verzeichnis verwendete Hilfsmittel

Vom Verfasser genutzte Anwendungen, Softwares und Hilfsmittel zur Erstellung der Master-Thesis.

Table 6, Verzeichnis verwendete Hilfsmittel

Assistenzsystem	Teile / Stelle (n) in der Arbeit	Art des Einsatzes
Swisscovery plus FHNW	Recherche gemäss Rechercheprotokoll	Suchmaschine für akademische Quellen: (umfassendes Rechercheprotokoll ist dem Anhang zu entnehmen, siehe 'A0 - Rechercheprotokoll_MTH_tbw.xlsx')
Semantic Scholar	Recherche gemäss Rechercheprotokoll	Suchmaschine für akademische Quellen: (umfassendes Rechercheprotokoll ist dem Anhang zu entnehmen, siehe 'A0 - Rechercheprotokoll_MTH_tbw.xlsx')
ResearchGate	Recherche gemäss Rechercheprotokoll	Suchmaschine für akademische Quellen: (umfassendes Rechercheprotokoll ist dem Anhang zu entnehmen, siehe 'A0 - Rechercheprotokoll_MTH_tbw.xlsx')
jcr.clarivate.com	Alle Quellen	Beurteilung & Einschätzung der Quellen, Überprüfung auf peer reviewed papers
SNV-Connect	Alle aktuellen Normen	Zugriff und Download aller verwendeten Normen
Google- Suchmaschine	Recherche gemäss Rechercheprotokoll	Recherche von national bis lokalen Gesetzes- grundlagen, graue Literatur (weitere Ausführungen sind dem Anhang zu entnehmen, siehe 'A0 - Rechercheprotokoll_MTH_tbw.xlsx')
DeepL Translate	Kapitel 3.5.5	Übersetzung der Internetseiten von Estnisch auf Deutsch bei der Recherche: (Republic of Estonia, 2019)
DeepL Translate	Kapitel 3.5.6	Übersetzung der Internetseiten von Finnisch auf Deutsch bei der Recherche: (Järvenpään Rakentaminen, 2021; Sova3D Oy, 2023)
DeepL Translate	Kapitel 3.5.8	Übersetzung der Internetseiten von Norwe- gisch auf Deutsch bei der Recherche: (Statsbygg Norway, 2024, 2022)
DeepL Translate	Quellen, Papers in Englischer Sprache	Sporadische Übersetzung von ganzen In- haltsteilen (es wurde kein detailliertes Proto- koll geführt), wenn der Verfasser die Fach- sprache nicht verstanden hatte
DeepL Write	Abstract	Anwendung vom Schreibstil «Academic» auf dem englisch verfassten Text

Assistenzsystem	Teile / Stelle (n) in der Arbeit	Art des Einsatzes
Microsoft (MS)-Word	Gesamte Arbeit	Dokumentation der Thesis
MS-Editor, Inside Word (Professionelle Ausdrucksweise)	Gesamte Arbeit	Ergebnis vor der Prüfung: 62% Ergebnis nach der Prüfung: 97% Dabei wurden folgende Korrekturen über- /vorgenommen: Rechtschreibung: 274 Stk. Grammatik: 68 Stk. Formelle Sprache: 13 Stk. Interpunktion, 46 Stk. Prägnanz: 11 Stk. Wortwahl: 26 Stk.
MS-Excel	1.0.3_Materielle Prüfung_Kt. Bern_20215.xlsx Beurteilungsraster_BR-Thun 72.01.xlsx 01.1_Einzureichende Unter- lagen.xlsx 2.2_BIM-Reifegrad_Kantone- CH.xlsx	Erstellen von Auswertungen & Beurteilungsraster
MS-Powerpoint	Alle Grafiken	Design & Entwurf aller eigens erstellten Grafiken, inkl. der darin frei enthaltenen Piktogramme
MS-Speech Services	Gesamte Arbeit	Erstinput vom Text mittels Diktierfunktion der eigenen Sprache
Zotero 6.0.36	Gesamte Arbeit	Literaturverwaltungsprogramm zum Sammeln, Verwalten und Zitieren aller Quellen
MS-Teams	Meetings, Fokusgruppen	Durchführung von online Besprechungen, Diskussionen & Ideenaustausch
Draw.io (lokale Installation)	Alle Prozessdiagramme	Design & Entwurf aller eigens erstellten Prozessdiagramme
IFC-Beispielmodell	Kapitel 6.3	Das DBM aus den MSc Vorlesungen «BSc_Architekturmodell.ifc» (Moyses, 2022), wurde als Basis für die Implementierung von einem exemplarischen Anwendungsfall in der Stadt Thun verwendet
Visual Studio Code	Kapitel 6.3 ValidDatafile_tbw_v0.4.py	Umsetzung Code zur Umsetzung vom Prototyp
Archicad 26	Kapitel 6.3 Bauwerksmodell.ifc Referenzmodell.ifc	Modellierung vom Grundmodell, mit anschliessendem Export der notwendigen Dateien für die Weiterverarbeitung im Prototyp
Solibri Office 9.13.8	Kapitel 6.3.2 Formelle Prüfung.cset Formelle-Prüfung_tbw_V1 _24.03.2024.bcf Formelle-Prüfung_tbw_V1 _24.03.2024.pdf	Erstellen Auswertung, Regelsets, BCF-Bericht im Prototyp
ChatGPT	Gem. Bericht im Anhang	Zur Testzwecken und Inspiration, Anfragen gemäss 'Anhang G'
ZeroGPT	Gem. Bericht im Anhang	Zur Testzwecken, Anfragen gemäss Anhang, genaue Berichte siehe 'Anhang H'

Anhang C Erweiterte Kurzfassung (d)

Die Abwicklung von **Baubewilligungsverfahren** ist ein komplexer Prozess mit einer Vielzahl unterschiedlicher Akteure und Interessen. Jeder dieser Akteure hat unterschiedliche Anforderungen und Bedürfnisse an das Verfahren. Die Verfahrensdauer verlängert sich aufgrund der zunehmenden Komplexität und anderer Faktoren kontinuierlich, während die Einhaltung der gesetzlichen Fristen zu einer immer grösseren Herausforderung wird. Einsprachen von Nachbarn gegen Bauvorhaben sind beinahe an der Tagesordnung, was zu Verzögerungen führt und sich direkt auf die Investitionsfreudigkeit auswirkt. Weiter wird in der Schweiz bereits bei der Baueingabe eine hohe Planungstiefe ohne ausreichende Rechtssicherheit verlangt, was im Falle einer Ablehnung zu Planungskosten führt, die nicht auf das Bauvorhaben abgewälzt werden können.

Die Einführung von standardisierten, **openBIM** Bauwerksmodellen, wie z.B. dem IFC-Datenschema, könnte zu einer Vereinfachung vom **Bewilligungsprozess** in der Schweiz, ähnlich wie in Finnland oder Estland, ermöglichen. In dieser Masterarbeit wird ein neuer Verfahrensprozess für die Baubewilligung entwickelt, der auf der Verwendung von **digitalen Bauwerksmodellen** basiert. Die Untersuchung umfasst theoretische und praktische Datenerhebungen zur Entwicklung vom Verfahrensprozess. Mithilfe von Fokusgruppen und unstrukturierten Expertengesprächen werden Mehrwertpotenziale, Herausforderungen und Chancen bei der Nutzung digitaler Bauwerksmodelle sowie Herausforderungen für den Rechtsschutz betroffener Dritter identifiziert.

Im Rahmen der Forschungsarbeit wurde ein neuer zweistufiger **Verfahrensprozess** mit einer Vorstufe entwickelt. In der Vorstufe erfolgt eine **automatisierte**, formale **Prüfung** aller objektiv beurteilbaren Merkmale. Fehlerhafte Bauwerksmodelle und unvollständige Unterlagen werden aussortiert, bevor sie als Bauantrag eingereicht werden können.

Die eigentliche Bearbeitung gliedert sich in die ersten Stufe - 'Baubewilligung' und zweiten Stufe - 'Baufreigabe', wobei in der ersten Stufe das Bauvorhaben aus formal-rechtlicher Sicht im grösseren Kontext betrachtet wird, während in der zweiten Stufe die detaillierte, materielle Prüfung des Bauwerks selbst im Vordergrund steht.

Weiter wurden verschiedene Aspekte sowie Ansätze und Grenzen im Zusammenhang mit der automatisierten Regelprüfung von baurechtlichen Aspekten vertieft untersucht und exemplarisch dargestellt. Die Vorgehensweise bei der Umsetzung mittels **Modularisierung von Prüfregeln** wurde anhand eines Anwendungsfalles in der Stadt Thun detailliert beschrieben. In zwei Fokusgruppen mit Einreichenden und Prüfenden wurde der neue Verfahrensprozess diskutiert und evaluiert. Dabei wurden potenzielle Mehrwerte identifiziert, die sich aus einer vereinfachten und transparenten Kommunikation zwischen den Ämtern und den Einreichenden sowie aus zusätzlichen Projektstatus seitens der Behörden ergeben. Zudem wurden die Möglichkeiten einer Online-Plattform und technischer Applikationen für die öffentliche Auflage aufgezeigt, um den Rechtsschutz betroffener Dritter zu gewährleisten.

Im Ergebnis konnte mit dieser Masterarbeit ein neuer Verfahrensprozess für Baubewilligungen unter Verwendung von digitalen Bauwerksmodellen entwickelt werden. Einzeln betrachtet mag dieser Prozess im Vergleich zu den bisherigen Methoden etwas zeitaufwändiger sein, da auf die parallele Bearbeitung von Schritten verzichtet wird. Dieser Zeitverlust wird jedoch durch die zeitlich frühere Erteilung der Baugenehmigung kompensiert, was letztlich zu einer Reduzierung des Gesamtaufwandes für die Einreichenden führt. Für die praktische Umsetzung ist jedoch eine Anpassung der bestehenden Gesetze an die technischen und prozessualen Anforderungen erforderlich, die jedoch nicht Gegenstand dieser Arbeit ist.

Baubewilligungsverfahren, openBIM, Bewilligungsprozess, digitale Bauwerksmodelle, Verfahrensprozess, automatisierte Prüfung, Modularisierung von Prüfregeln

Anhang D Extended Abstract (e)

Building permit with digital building models: A new procedural process

The handling of **digital building permit procedures** is a complex process involving numerous stakeholders with diverse interests. Each stakeholder has distinct requirements and needs pertaining to the procedure. Due to the increasing complexity and other factors, the duration of the procedure is continuously increasing, while compliance with legal deadlines is becoming increasingly challenging. Objections from neighbors against construction projects are becoming increasingly common, leading to delays and negatively impacting the willingness to invest. Furthermore, in Switzerland, a high level of planning depth is required at the planning application stage without sufficient legal certainty, which leads to planning costs that cannot be passed on to the construction project in the event of rejection.

The introduction of standardized, **openBIM** building models, such as the IFC data schema, could simplify the **permit process** in Switzerland, similar to Finland or Estonia. This Master's thesis, a new procedural process for building permits is developed based on the use of **digital building models**. The research includes theoretical and practical data collection to develop the process. Focus groups and unstructured expert interviews are used to identify potential added value, challenges and opportunities in the use of digital building models as well as challenges for the legal protection of affected third parties.

As part of the research work, a new two-stage **procedural process** with a preliminary stage was developed. In the preliminary stage, **automated**, formal **checks** of all objectively assessable features is carried out. Prior to submission as a building application, faulty building models and incomplete documents are sorted out.

The actual processing is divided into two stages: the 1st stage which is concerned with the 'building permit' and the 2nd stage which is concerned with the 'building approval'. In the 1st stage, the project is examined from a formal-legal perspective in a wider context. In the 2nd stage, the detailed, material examination of the building itself takes place. Furthermore, various aspects, approaches, and limitations associated with the automated, standardized inspection of building law aspects were examined in depth and presented as examples.

The procedure for implementing **modularization of inspection rules** was described in detail based on a use case in the city of Thun, canton of Bern. The new process was discussed and evaluated in two focus groups with submitters and reviewers. The potential added value of simplified and transparent communication between authorities and submitters, as well as additional project status on the part of the authorities, was identified. Furthermore, the possibilities of an online platform and technical applications for public submissions were identified in order to guarantee the legal protection of affected third parties.

The result of this master's thesis was the development of a new procedural process for building permits using digital building models. When viewed individually, this process may be somewhat more time-consuming than previous methods, as the parallel processing of steps is dispensed with. However, this loss of time is compensated for by the earlier issue of the building permit, which ultimately leads to a reduction in the overall workload for the submitter. For practical implementation, however, the existing laws must be adapted to the technical and procedural requirements, but this is not the subject of this Master's thesis.

digital building permit procedure, openBIM, permit process, digital building models, procedural process, automated check, modularization of inspection rules

Anhang E Ausführliche Diskussionsergebnisse der Fokusgruppe Einreichende

An der Diskussion der Fokusgruppe nahmen sieben verschiedene Einreichende vgl. der Tabelle 5 teil. Räumlich, örtlich und mit Städten und Gemeinden wurde eine teilrepräsentative, stichprobenartige Verteilung der Schweiz abgebildet, das Tessin und die Westschweiz sind nicht enthalten. Die Betriebsgrößen reichen von sehr klein bis gross. In ihren Haupttätigkeitsfeldern planen und bearbeiten sie unterschiedliche Objekttypen.

Tabelle 5, Teilnehmende der Fokusgruppe Einreichende

ID	Funktion	Büro	Anzahl Mitarbeitende	Hauptgeschäftsfelder
E1 10	Architekt	Architekturbüro Grossraum Bern	14	MFH, EFH, Villen
E2 9	Architektin	Architekturbüro Grossraum Basel	28	Grossüberbauungen, MFH, EFH, Umbauten
E3 8	Architekt	Architekturbüro Grossraum Solothurn	5	MFH, EFH
E4 6	Architekt	Architekturbüro Grossraum St. Gallen	2	MFH, EFH
E5 5	Architektin	Architekturbüro Grossraum Luzern	47	Grossüberbauungen, MFH, EFH, Umbauten
E6 3	Architektin	Architekturbüro Grossraum Mittelland	11	MFH, EFH, Umbauten
E7 15	Raumplanerin	Raumentwicklungsbüro Grossraum Zürich	6	Digitale Wettbewerb, Workshop- & Dialogverfahren

Chancen bei der Nutzung von digitalen Bauwerksmodellen für der Baueingabe

Allgemein:

[E7] Mit dem neuen 2.5-stufigen Verfahren wird eine wesentliche Vereinfachung eingeführt, indem in der 1. Stufe ein stark vereinfachtes Modell eingereicht werden kann. Dies reduziert den Aufwand für die Einreichenden im Vergleich zu den derzeitigen Anforderungen erheblich. Es bietet die Möglichkeit, das Risiko für die Planenden zu minimieren, insbesondere solange noch keine Baubewilligung vorliegt und Einsprachen möglich sind, was das Risiko eines allfälligen Scheiterns des Projektes erhöht. Durch diese Vorgehensweise kann das Risiko minimiert werden. Zudem kann diese Vorgehensweise zu einem insgesamt geringeren Arbeitsaufwand führen. Der Aufwand in der ersten Phase ist minimal, da nur wenige Parameter eingereicht werden müssen, was zu einer erheblichen Zeitersparnis führt und Verzögerungen stark reduziert. Es ist jedoch wichtig, die Vorteile des 2.5-stufigen Prozesses in der Baugenehmigung zu nutzen und den Prozess entsprechend anzupassen, um sicherzustellen, dass er effektiv und effizient genutzt wird.

[E1] Im DBM können verschiedene Aspekte wie z.B. Brandschutzanforderungen für Wände einfach hinterlegt werden. Diese Daten können dann maschinell weiterverarbeitet werden. Es stellt sich daher die Frage, warum diese Informationen nicht auch für die Baueingabe genutzt werden sollten. Schliesslich fließen diese Details bereits während der Planung in die Modelle ein. [E4] Wenn ein Referenzmodell von den Behörden zur Verfügung gestellt wird und der Einreichende sein Projekt gegen dieses Modell prüfen kann, spart er viel Zeit bei der Überprüfung der Richtigkeit. Auch wenn die Planung verschiedene Gemeinden betrifft, in denen nicht immer die gleichen Regeln gelten, kann ich schnell ein Feedback zu meinem Entwurf erhalten.

[E7] Wenn ein 3D-Modell verfügbar ist, kann das Verständnis im Sinne von 'verstehen des Projektes' verbessert werden. Z. B. kann die Tatsache, dass Menschen Pläne nicht lesen können, durch ein 3D-Modell ausgeglichen werden. Z.B. kann ein Schattenwurf in einem 3D-Modell sichtbar gemacht werden, wodurch bestimmte Einwände, seien sie rechtlich oder subjektiv, leicht entkräftet werden können. [E3]

Durch den schrittweisen Einsatz des DBM, z.B. bei der Prüfung von Grenzabständen oder der Grundflächenzahl, können die vorhandenen Vorteile optimal genutzt werden. Alles andere kann in Zukunft schrittweise erweitert werden. Es ist besser, einmal mit der Nutzung anzufangen, als ein schwerfälliges und undynamisches Konstrukt aufzubauen.

[E3] In der Vergangenheit hat die Zahl der Regeln, Gesetze und Normen ständig zugenommen, und in Zukunft wird sich dies wahrscheinlich fortsetzen. Er sieht eine gute Chance darin, dieses Wachstum als Werkzeug zu nutzen: um einen schnellen und klaren Überblick zu geben, ob etwas funktioniert und erlaubt ist, aber auch um aufzuzeigen, wo noch Nachbesserungsbedarf besteht. [E5] Eine Sammlung von Regeln für die verschiedenen Gemeinden kann die Arbeit der ArchitektInnen stark vereinfachen, vergleichbar mit der Vorstufe im neuen Prozess.

Vorstufe:

[E4] In der Vorstufe besteht die Möglichkeit, ein Projekt frühzeitig ohne direkten Kontakt mit der Behörde einzureichen. So erhalten die Einreichenden schnell eine Rückmeldung, ob sie auf dem richtigen Weg befinden. Denn oft haben Planende nicht alle Bauvorschriften der Gemeinden im Kopf und kennen die genauen Werte nicht. Einreichende können die Vorprüfung beliebig oft durchführen, ohne die Behörden unnötig zu belasten.

1. Stufe:

[E1] In der 1. Stufe sollen nur die harten architektonischen Fakten bewertet werden. Das heisst, man reduziert sich in der Planung und bei der Bewilligung ausschliesslich darauf, alles andere kommt später. Daher macht diese Abstufung in der 2. Stufe durchaus Sinn. Gebäudehöhen, Grenzabstände, Grundflächenzahl, Geschossflächenzahl können einfach und gut über eine DBM geprüft werden oder Andere Aspekte und Informationen können auch wie bisher über Formulare gelöst werden und müssen nicht unnötig in ein DBM abgefüllt werden. [E7] Sieht klare Vorteile in der Anwendung des DBM im Baubewilligungsverfahren. Es braucht aber eine klare Vereinfachung der Baureglemente und gesetzlichen Vorgaben, die auch vereinfachte Modelle zulassen.

2. Stufe:

[E2] Die Einreichenden können ihre Projekte auch in der 2. Stufe immer wieder gegen die geltenden Anforderungen und Gesetze prüfen. So erhalten die Planenden immer wieder ein schnelles Feedback, ob sie mit ihrer Detailplanung noch im Rahmen des Machbaren liegen. [E3] Bereits in der 1. Stufe sollte ein Grobkonstrukt der relevanten Aspekte aus der 2. Stufe enthalten sein. Es ist wichtig zu beachten, dass dies zunächst nicht unmittelbar relevant erscheint und erst später geprüft wird. Dennoch ist es wichtig, denn solange die Mindestanforderungen erfüllt sind, kann weiter in die Tiefe gegangen werden. Der erste Schritt konzentriert sich auf das Wesentliche und kann relativ einfach in einem DBM abgebildet werden.

Herausforderungen bei der Nutzung von digitalen Bauwerksmodellen für der Baueingabe

Herausforderungen in Bezug auf den Informations- und Geometriegehalt:

[E1] Der Einreichende stellt sich die Frage, wie genau die Informationen bezüglich des Levels of Detail (LOD) abgefüllt werden müssen, damit sie überhaupt geprüft werden können? Die Informationstiefe spielt dabei eine wesentliche Rolle, jedoch bleibt sie heute oft unklar, selbst ohne die Nutzung von DBM. Besonders interessant ist, was mit Umbauprojekten geschieht, die noch in 2D vorhanden sind. Es wird notwendig sein, diese auch zukünftig konventionell einreichen zu können, um den Aufwand nicht unnötig zu erhöhen.

[E7] Durch ausschliesslich das Einreichen von DBM ohne Prozessanpassung könnte der Aufwand fürs Einreichen sehr viel mehr werden. Da es sich plötzlich um einen digitalen Zwilling handelt und das in einer sehr frühen Phase. Somit würde der Planungsaufwand im Prozess noch weiter nach vorne verlagern, ohne Rechtsicherheit zu haben.

[E3] Ob der Einsatz eines Digitalen Bauwerksmodells (DBM) sinnvoll ist, hängt von der Grösse des Projektes ab. Bei kleineren Projekten, wie z.B. einem Einfamilienhaus, sind nur wenige Untersuchungen, z.B. zur Heizung, erforderlich. Erst bei grösseren Projekten werden solche Faktoren später in der Ausführungsplanung festgelegt. Ebenso hängt es vom Auftragsvolumen ab, ob und in welchem Umfang ein

Fachplaner digital plant. Bei Grossprojekten ist dies sinnvoll, bei einem Einfamilienhaus wäre der Aufwand unverhältnismässig. Bei kleinen Projekten wäre zu prüfen, ob die Nachweisformulare in der zweiten Stufe weiterhin eingereicht werden können. Der geforderte Level of Development (LOD) hat einen erheblichen Einfluss auf den Planungs- und Vorbereitungsaufwand eines Projektes. Der Aufwand für die Erstellung qualitativ hochwertiger BIM-Modelle kann sich insbesondere bei kleineren Projekten schnell verdoppeln und muss sich am Ende auch finanziell rechnen.

[E2] Die Einreichende fragt sich, in welchem Modell welche Informationen abgelegt werden müssen? Und muss in einem Architekturmodell zukünftig auch der Heizungstyp ersichtlich sein? Was genau ist wo gefordert?

[E7] Auch die Einreichende hat offene Fragen. Wie würden Fachplaner auf diesen neuen Prozess reagieren? Macht der Fachplaner heute bereits eine Planung im BIM-Modell oder reicht auch zukünftig ein Nachweis auf einem Formular? Nicht dass der Aufwand noch exorbitant steigen würde im Vergleich zu den heutigen 3-4 Angaben in einem einzelnen Formular.

[E2] Die Einreichende würde Faktoren aus der 2. Stufe wiederum in die 1. Stufe vorziehen, z.B. die CO₂-Belastung, da dies ein sehr wichtiges Thema sei. Auch der Brandschutz nach SIA 500 und der Lärmschutz sollen in der 1. Stufe geprüft werden, um sicherzustellen, dass alle architektonischen Aspekte, die vom Architekten kommen, berücksichtigt werden. Die entsprechende Detaillierung kann ihrer Meinung nach aber erst in der 2. Stufe erfolgen. Diese Einflussparameter wie Brandschutz, die SIA 500 und Lärmschutz können den Entwurf komplett verändern, so dass bei Nichtgenehmigung von vorne begonnen werden müsste.

[E1] Ein anderer Einreichender weist darauf hin, dass nicht alle Projekte den gleichen Brandschutzanforderungen unterliegen. Er plädiert daher dafür, diese Anforderungen erst in der 2. Stufe der Prüfung zu berücksichtigen. Es sei sinnvoller, das Formblatt wie bisher auszufüllen, da der Aufwand wesentlich geringer sei. Sollten jedoch nach der Prüfung zusätzliche Materialisierungsdetails oder Pläne erforderlich sein, könnten diese in einem 2. Schritt nachgereicht werden.

[E4] Noch ein weiterer Einreichender erörtert, dass die Planung der Feuerwehrezufahrt sehr früh erfolgen muss. Ohne eine klare Definition und frühzeitige Klärung dieses Aspekts kann die gesamte Erschliessung des Gebiets nicht funktionieren.

[E4] Generell birgt die BIM-Methode die Tendenz, sich allzu schnell in Details zu verlieren, was potenziell zu einer Überlastung mit Prüfungen in frühen Entwicklungsphasen führen kann. Ein herausforderndes Bsp. hierfür ist das behindertengerechte Bauen. Schon in der ersten Phase der Überprüfung müssten sämtliche Gefälle und Rahmendurchgänge im Modell vollständig ausgearbeitet sein, was zweifellos einen erheblichen Aufwand bedeutet.

Ähnliches gilt für den Brandschutz, der eine detaillierte Betrachtung der verwendeten Materialien erfordert. Es ist wichtig zu erkennen, dass nicht alles, was technisch machbar ist, auch sinnvoll ist.

[E5] Früher konnte die Planung der Haustechnik mit einem einzigen Eintrag in ein Formular erledigt werden. Diese Methode war nicht nur effizient, sondern auch maschinenlesbar, was den Datenfluss vereinfachte. Die Frage ist, wie die Behörden sicherstellen können, dass die Modelle den geltenden Anforderungen entsprechen. Möglicherweise müsste eine spezielle Information Delivery Specification (IDS) oder ein umfangreiches Dokument mit Attributen wie der Nomenklatur des Datenmodells definiert werden.

[E3] Ein weiterer Aspekt, der berücksichtigt werden muss, ist die Überprüfung von Parkplätzen oder anderen Regelungen mit BIM durch den Schweizerischen Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute (VSS). Derzeit wird dies in den meisten Fällen nicht so detailliert durchgeführt. In solchen Situationen kann die Überprüfung mit einem 2D-Plan schneller und einfacher sein als mit einem vollständigen 3D-Modell.

Herausforderungen in Bezug auf die Objektivität und Subjektivität:

[E2] Die Einreichende erachtet es als eine Herausforderung, objektive und subjektive Faktoren in Einklang zu bringen, insbesondere wenn es um das Ortsbild geht. Die subjektive Beurteilung, dass etwas nicht zur Gesamterscheinung passt, wird oft über alle objektiven Faktoren gestellt, obwohl diese Priorisierung nicht immer nachvollziehbar ist.

[E7] Damit Abweichungen von subjektiven Parametern objektiv beurteilen zu können, ist es notwendig, diese Parameter in den Bauordnungen der Gemeinden klar zu definieren. Dies würde den Umfang der Regelwerke weiter erhöhen und eine noch umfangreichere Prüfung erforderlich machen. Diese Entwicklung scheint jedoch in die entgegengesetzte Wunschrichtung zu gehen, da eine Vereinfachung statt zunehmender Komplexität wünschenswert wäre.

Ein Wunsch ist, dass durch solche Massnahmen die baurechtlichen Anforderungen wieder vereinfacht werden. Bspw. wird die Frage aufgeworfen, ob der Detaillierungsgrad bei der Prüfung einer allgemeinen Geschossfläche in einem Modell, das alle 50'000 Ausnahmen und Bedingungen erfüllt, nicht bereits zu hoch ist? Die Einbeziehung von Räumen wie z.B. Reduit oder Putzkammer in die allgemeine Geschossfläche wirft Fragen auf, da solche Ausnahmen die Objektivität der Prüfung beeinträchtigen und die Regelkonformität gefährden können.

Generelle Herausforderungen bei der Nutzung von DBM:

[E1] Können alle Bürgen ein solches DBM lesen und interpretieren? Er glaubt, dass gerade ältere Menschen mit der Anwendung und Interpretationen grosse Schwierigkeiten haben werden.

[E6] Um ein DBM in Zukunft nutzen zu können, müsste zunächst die Zulassung durch die Rechtsprechung erfolgen. Dies ist die Grundvoraussetzung für eine spätere Nutzung dieses Systems. Neben dem DBM gibt es jedoch noch weitere entscheidende Faktoren, die berücksichtigt werden müssen. So müssen z.B. Gerichtsurteile für neue Überbauungsordnungen abgewartet werden, bevor das DBM eingesetzt und regelbasiert geprüft werden könnte. Es stellt sich auch die Frage, wie solche Parameter in Zukunft mit dem DBM überprüft werden können? Möglicherweise müssen neue, individuelle Regelsets entwickelt werden, um diesen Prozess effizient zu gestalten und sicherzustellen, dass das DBM die notwendigen rechtlichen Anforderungen erfüllen kann. Seiner Meinung nach würde der Aufwand dadurch aber nur unnötig erhöht werden und bieten nicht den gewünschten Mehrwert.

[E4] Um in Zukunft ein DBM für eine Baueingabe anwenden zu können, sollte die Rechtsprechung sicherstellen, dass die Anwendung mit einem verhältnismässigen Aufwand bei der Baugenehmigung einhergeht. Dabei sollte der Ansatz - Weniger ist mehr - verfolgt werden, anstatt die Anzahl und Komplexität der gesetzlichen Vorgaben ständig zu erhöhen.

Einfluss auf die Transparenz über den Verlauf des Baubewilligungsverfahrens

Transparenz durch den neuen Prozess:

[E7] Der neue 2.5-stufige Prozess hat primär wenig Einfluss auf die Nutzung des DBM bei der Baueingabe. Aus ihrer Sicht muss bei der Digitalisierung immer auch der Prozess überdacht werden. Die Aufteilung in Stufen macht hier durchaus Sinn. In der 1. Stufe geht es hauptsächlich um architektonische Faktoren und noch nicht um Haustechnik, Leitungsführung etc. [E5] Die Einreichenden erlangen durch diese Zweistufigkeit viel früher Rechtssicherheit. Dadurch könnten auch Verluste durch Fehlplanungen minimiert werden. Die Detailplanung könnte auf dem genehmigten Konzept weitergeführt werden und Detailabklärungen würden erst später erfolgen. Das Projekt kann viel transparenter geplant werden und es werden keine Symptome und kleine Anpassungen vorgenommen. Durch die Versionierung der Modelle und die Nachvollziehbarkeit der BCFs während des gesamten Genehmigungsprozesses sind Mängel und Anpassungen nachvollziehbar.

[E1] Es werden jeweils nur die Dinge geprüft, die bereits fertig/fertig sind, wie z.B. in der 2. Stufe alle Brandschutzanforderungen für Türen und Wände.

[E7] Subjektive Entscheidungen, wie z.B. das Ortsbild, basieren heute meist auf Willkürsystemen. Politiker sind demokratisch legitimiert, Kommissionen sind das auf der Anderen Seite in den meisten Fällen nicht.

[E2] Wie könnte das System selbstständig feststellen, ob Anpassungen (auch in der 2. Stufe) noch innerhalb der möglichen Toleranz liegen? Was wäre notwendig, um auch in einem vollautomatischen Prozess eine valide Rückmeldung zu architektonischen Anpassungen geben zu können? Wird z.B. eine Wand um 10 cm verschoben, ist dies noch zulässig, bei mehr als 11 cm wäre eine Neueingabe erforderlich. Heutzutage wollen viele nach der Genehmigung noch Änderungen vornehmen. Diese Änderungen möchte man aber nicht öffentlich bekannt machen, um keine neuen Einsprüche zu bekommen. Wenn man die Möglichkeit hätte, z.B. ein Fenster in der Fassade zu verschieben und das automatische

Validierungssystem würde direkt eine Antwort geben ob das überhaupt zulässig ist, wäre das eine Erleichterung für die Einreichenden. Dass es für solche Fälle: wenn, dann, sonst -Regelungen gäbe, könnte die Transparenz noch weiter erhöhen bzw. nachvollziehbarer machen. Weiter könnte man solche Anpassungen zukünftig ohne erneute Veröffentlichungen durchführen, indem Diskussionen mit der Städtebaukommission und dem Bauinspektorat bereits im Voraus geführt werden.

[E7] Mit ihrer Vorgehensweise handeln die Einreichenden aber bereits heute gegen das Gesetz, sprich sie geben den Einsprechenden keine Möglichkeit auf ihr Recht. Ihrer Meinung nach ist das ein Fall von Behördenwillkür und würde auch zukünftig nicht zulässig sein. Zusammengefasst, dass es zukünftig messbare Werte/Faktoren geben würde für Abweichungen. Dass subjektive Beurteilungen zukünftig regelbasiert beurteilt würden bzw. werden könnten.

[E2] Zusammenfassend bedeutet dies, dass es zukünftig messbare Werte/Faktoren für Abweichungen von den genehmigten Aspekten geben würde. Dass subjektive Einschätzungen zukünftig regelbasiert bewertet werden könnten. Bei Subjektivität wird es aber auch in Zukunft schwierig sein, eine rein objektive Entscheidung zu treffen.

[E5] In diesem Fall könnte es sinnvoll sein, gar keine regelbasierte Beurteilung zu machen, sondern die Kommunikation über BCF durchzuführen. Dadurch wäre die Transparenz im Prozess voll gewährleistet, und die Einreichenden könnten sich nicht hinter einem Algorithmus verstecken. Auch die Rechte der Einsprechenden würden somit gewahrt.

Transparenz durch die Nutzung von DBM:

[E1] Seiner Meinung nach ist es nicht förderlich, wenn ein potenziell Einsprechende, Zugang zu einem 3D-Modell erhalten. Er denkt, dass das nicht förderlich für die Zeitplanung und die Umsetzbarkeit vom Bauprojekt ist. Somit würde frustrierten Nachbarn noch mehr Boden für Einsprachen gegeben werden. Es würden teilweise noch viel mehr Details einsehbar als heute. Der Einreichende sieht darin eine potenzielle Verkomplizierung des Prozesses und befürchtet, dass dies zu weiteren Verzögerungen und Komplikationen führen könnte.

Transparenz im Prozess durch die Anwendung von BCF:

[E3] Generell gilt, dass Vereinbarungen über den gesamten Prozess hinweg gelten müssen. Ihre Nachvollziehbarkeit steht ausser Frage, wenn sie bspw. im BCF dokumentiert sind. Es ist wichtig, dass die getroffenen Entscheidungen immer stringent sind, auch wenn diese von einer anderen Person getroffen werden als derjenigen, die die fachliche Diskussion oder Vorabklärung durchgeführt hat. Auf diese Weise können auch subjektive Entscheidungen nachvollziehbar gemacht werden und einmal Besprochenes bleibt es trotzdem verbindlich.

Vereinbarungen sollten/müssen immer klar definiert und protokolliert werden. Das BCF bietet hier eine effektive Möglichkeit, eine übergreifende Dokumentation sicherzustellen, die sowohl für die prüfenden Behörden als auch für die einreichenden Planer verbindlich ist.

Einfluss auf die Transparenz beim Prüffortschritt

[E6] Mit der Nutzung vom BCF kann durch die Verortung von Mängeln/Anpassungen usw. direkt Modell zu einer Transparenz führen. Es werden nur noch die Aspekte diskutiert und gelöst, die auch eine entsprechende Aufgabe waren. Es würden keine neuen Mängel im Laufe der Zeit hinzukommen, d.h. sie könnten nicht aus dem Nichts auftauchen. Es gäbe auch eine nachvollziehbare Historie der Mängelfälle. D.h. die Einreichenden könnten auch einsehen, welche Punkte von den Behörden und Kommissionen diskutiert wurden.

[E7] Aus der Sicht der Einreichenden haben Aspekte wie CO₂-Belastung und Brandschutz in der 1. Stufe keine Relevanz. Es existieren Gesetze und Mindeststandards, die eingehalten werden müssen, und dies kann auch erst in einem späteren Prüfstadium erfolgen. Heutzutage enthalten Baugesuche eine Fülle von Informationen. Die Einsprechenden wählen willkürlich etwas aus, von dem sie glauben, dass es ihnen erlaubt, gegen das geplante Bauvorhaben vorzugehen, selbst wenn es sie gar nicht betrifft. Da ist heutzutage aber absolut keine Transparenz vorhanden.

Daher bedauert die Einreichende es, wenn solche Aspekte während des Prozesses erneut zur Sprache gebracht werden. CO₂-Belastungen oder Lärmschutz hängen letztendlich stark von den verwendeten Materialien ab, weshalb sich diese bis zum Abschluss ständig ändern können.

Im Bereich Lärmschutz könnte bspw. die Berechnung der Fensterpunkte vorgezogen werden, aber selbst diese Berechnung betrifft die Einsprechenden nicht. Die Einreichenden auf der anderen Seite wären darauf angewiesen, dass ihre eingereichte Planung wie vorgesehen akzeptiert bzw. bewilligt wird. Auch hier könnte die Fachplanung gleichzeitig durchgeführt werden, ohne dass sie vor den Einreichenden verteidigt werden müsste.

[E3] In der ersten Stufe eines Projekts ist es unerlässlich, die Rahmenbedingungen für die darauf folgende Phase festzulegen. Trotz der Fokussierung auf diese unmittelbaren Schritte ist eine umfassende Betrachtung des Gesamtprojektes erforderlich. Trotz der Fokussierung auf diese unmittelbaren Schritte erfordert es dennoch eine umfassende Betrachtung des gesamten Projekts. Diese Aspekte müssen zukünftig bspw. übers BCF o. dgl. festgehalten werden. Zum Bsp. sind Fragen zu berücksichtigen wie die Anzahl der Treppenhäuser oder die Nutzungszwecke der Räumlichkeiten im Gebäude sowie mögliche Raumaufteilungen. Andernfalls gestaltet sich die Planung einer angemessenen Fassade als äusserst herausfordernd.

[E4] Das Ortsbild lässt sich in einem DBM nur schwer an einem einzigen Punkt verorten. Vielmehr geht es um den Gesamteindruck und die Gesamtwirkung. In der Phase 2 des barrierefreien Bauens hingegen ist dies deutlich sinnvoller, da hier eine Vielzahl von Fakten vorliegt und auch mehr objektiv beurteilbare Fakten vorhanden sind. In solchen Situationen können unterstützende Werkzeuge über die Modellprüfung hilfreich sein.

[E2] Was würde zukünftig geschehen, wenn nach der 2. Stufe noch Änderungen erfolgen würden? [E7] Da würde ihrer Meinung nach dasselbe geschehen wie heute mit dem bestehenden Baubewilligungsprozess. Jegliche signifikante Änderung müsste mit einer offiziellen Abänderungseingabe eingereicht werden oder möglicherweise sogar ein komplett neues Baugesuch gestellt werden. Dies würde denjenigen, die Einspruch erheben möchten, die Möglichkeit zur Einsprache einräumen. Auch hier könnte die Kommunikation über das BCF Abhilfe bei der Transparenz solcher Anpassungen/Entscheidungen bieten.

Mehrwertpotentiale durch die Nutzung von digitalen Bauwerksmodellen für der Baueingabe

Generell durch die Verwendung von DBM:

[E1] Die Verwendung von digitalen Plänen und Modellen bietet einen klaren Mehrwert, da die Einreichunterlagen nicht mehr in Papierform eingereicht werden müssen. Trotz digitaler Plattformen wie bspw. dem 'eBau' wird dies von fast allen Gemeinden immer noch gefordert, obwohl es längst nicht mehr zeitgemäss ist. [E4] Wenn generell auf 2D-Pläne verzichtet werden könnte, wäre dies ein enormer Mehrwert. Vor allem bei Mehrfamilienhäusern arbeiten die Planenden immer mit 3D-Modellen, da die 2D-Pläne nur Blaupausen sind und nicht den aktuellen Planungsstand darstellen.

[E4] Die schnellen Rückmeldungen bei ausgewählten Vorprüfungen anhand vom DBM gibt den Einreichenden Sicherheit. Diese Mehrstufigkeit vereinfacht somit vieles für die Planenden. Das gleiche Vorgehen könnte auch für andere Prozesse wie z.B. Brandschutz adaptiert werden. Oder es sollte zumindest einmal geprüft werden, ob dies auch dort übernommen werden könnte.

Einfluss durch den Prozess:

[E5] Der initiale Aufwand reduziert sich für die Einreichenden, bis die Rechtssicherheit durch eine Baubewilligung erreicht wurde. Somit könnte viel Verschwendung bei Planungen verhindert werden. Die Detaillierung erfolgt erst zu einem späteren Zeitpunkt, wodurch diese Planungen nicht mehrmals überarbeitet werden müssten. Konkreter würde in der 2. Stufe nur noch direkt die Ausführungsplanung erstellt werden. Heute dauern solche Verfahren teilweise mehrere Jahre, d.h. es kann zu einem regen Personalwechsel in den Behörden kommen. In Zukunft würde sich die Dauer der fachlichen Prüfungen enorm verkürzen. Die beurteilenden Personen in den Fachstellen würden nicht mehr mehrmals wechseln und die Beurteilung würde von einer Person durchgeführt, die dann auch die Entscheidung fällt. [E6] In der 1. Stufe kann das Projekt mit reduzierten Informationen eingereicht und genehmigt werden. Erst wenn Rechtssicherheit besteht, können und sollen die Details ausgearbeitet werden.

Einfluss auf die Transparenz in der Kommunikation:

[E3] In einem fortlaufenden Baubewilligungsverfahren behalten die getroffenen Vereinbarungen immer

ihre Gültigkeit. Ihre Einhaltung ist klar nachvollziehbar, insbesondere wenn sie z.B. in einem BCF-Dokument festgehalten wurden. Eine stringente Umsetzung ist auch dann von entscheidender Bedeutung, wenn die Entscheidungen von einer anderen Person getroffen werden als derjenigen, die die technischen Voruntersuchungen durchgeführt hat. Die Transparenz der Ergebnisse für alle Beteiligten schafft einen erheblichen Mehrwert.

Einfluss auf mögliche Einsprachen:

[E1] Heute erfolgen leider sehr viele, unbegründete Einsprachen, welche nach einer kleinen Prüfung durch die Baubehörde zurückgewiesen werden können. Die neue Einführung, dass die Einsprechenden die Prüfkosten vorbezahlen müssten, sieht der Einreichende als Mehrwert um die Anzahl an unbegründeten Einsprachen zu reduzieren. Weiter könnte sich dadurch die Verfahrensdauer wesentlich verkürzen, da die Anzahl der Einsprachen zurückgehen würde. Er denkt aber auch, dass das bei reichen Senioren keinen Einfluss haben wird, ob sie eine Einsprache einreichen oder nicht.

[E5] Die Einsprechenden können mit diesem Verfahren nur noch auf äussere Immissionen Einfluss nehmen. Sprich Neid oder ähnliche Emotionen haben keinen Einfluss mehr, da der Planungsstand bei der Auflage noch nicht so weit ist und die Einsprechenden die Innenräume nicht einsehen können.

[E7] Die Einreichende findet, dass die Vorbezahlung der Prüfkosten durch die Einsprechenden zwingend sein müsste. Sie denkt, dass somit der Einsprache-Flut gut entgegengewirkt werden könnte.

Anhang F Ausführliche Diskussionsergebnisse der Fokusgruppe Prüfende

An der Diskussion der Fokusgruppe nahmen vier verschiedene Prüfende vgl. der Tabelle 4 teil.

Tabelle 4, Teilnehmende der Fokusgruppe Prüfende

ID	Funktion	Standort	Anzahl Einwohnende
P1	Bauinspektor (Reto)	Stadt Thun	Ca. 44'000
P2	Leiter Hochbau (Joël)	Gemeinde Oberdiessbach	Ca. 3'570
P3	Vorsteher Abteilung Bauen (Bruno)	Kanton Bern	
P4	Bauinspektorin (Eva)	Stadt Langenthal	Ca. 15'800

Chancen bei der Nutzung von digitalen Bauwerksmodellen für der Baueingabe

Allgemein:

[P1] Das einleitend gezeigte Bsp. von der Firma Raumgleiter fand er als sehr spannende Möglichkeit für die Beurteilung vom Ortsbild. Dieses könnte die Arbeiten und Diskussionen in Städtebaukommissionen oder ästhetischen Kommissionen sehr vereinfachen. Bereits heute werden physische Modelle eingefordert, bei denen die Leute bspw. auf die Knie gehen müssen, um eine mögliche Perspektive einnehmen zu können. Das würde zukünftig vieles vereinfachen, vor allem würde die Beurteilung aus der Vogelperspektive reduziert werden, da diese nachweislich die Wahrnehmung und Beurteilung beeinflusst.

[P3] Der Vorsteher erörtert, dass in Kanton Bern jährlich etwa 20.000 Baugesuche beurteilt werden. Dabei schätzt er, dass das DBM bei ungefähr 10% dieser Gesuche Anwendung finden. Für einfache Vorhaben wie den Einbau eines neuen Dachfensters reicht seiner Meinung nach ein einfaches Formular für das Baugesuch aus. Sollte jedoch zukünftig auch dieses Verfahren über ein DBM abgewickelt werden, bedarf es klarer Definitionen darüber, welche Informationen in das System eingepflegt werden müssen.

[P3] Weiter sieht der Vorsteher die Chance, die digitale Abbildung der Stadt als ein Instrument zur Kontextualisierung der geplanten Projekte zu nutzen. Allerdings erkennt er auch, dass dies lediglich einen geringen Prozentsatz betrifft. Zusammen mit dem GIS kann das eine enorme Chance für die Einreichenden sein. Ein verortetes Objekt kann direkt in den Kontext mit bspw. Naturgefahren oder der Denkmalpflege gebracht werden. Das kann eine gute Hilfestellung geben. Er wünscht sich thematisch daran zu bleiben, schritt für Schritt nach vorne ist immer noch besser als stehen bleiben.

[P1] Der Einsatz von DBM in der Prüfung sollte eine breite Anwendbarkeit sowohl für komplexe Mehrfamilienhäuser als auch für einfache Einfamilienhäuser aufweisen. Ein möglicher Referenzpunkt könnte z.B. das System 'TaxMe-online' sein. Mit diesem System können sowohl hochkomplexe Steuerprozesse als auch einfachste Steuererklärungen bearbeitet werden. [P4] Die Prüfende sieht die Anwendung mit DBM aber grösstenteils bei Neubauten und Mehrfamilienhäusern.

[P3] Der Vorsteher schätzt es so ein, dass diese standardisierten Datenformate wie IFC eine Basis für eine kantonale Harmonisierung sein könnten.

[P1] Mit dem Nutzen von offenen DBM könnte das kommunal, kantonale oder gar schweizweit zu einer Vereinheitlichung führen.

[P1] In der Stadt Thun, beim Amt für Stadtliegenschaften, wird eine BIM-Abteilung aufgebaut, da dort der Einfluss von DBM und BIM einen enormen Mehrwert bildet. Dabei geht es um Bestellungen, Planungen und vor allem den vereinfachten Unterhalt. Er denkt das diese Mehrwerte auch in die Baugesuchsprüfung transferiert werden könnten.

[P2, P3, P4] Die Prüfenden sehen die grössten Chancen bei der Politik. Konkreter, dass diese zukünftig weniger Prüfungen fordern oder reglementieren.

[E3] Der Vorsteher erörtert, dass der Kanton Bern einen politischen Vorstoss im Haus hat, bei dem untersucht werden soll, wie KI im bestehenden System-'eBau' eingesetzt werden kann. Für ihn bedeutet dies, dass nicht nur KI, sondern auch andere regelbasierte Techniken untersucht werden müssen. Seiner Meinung nach müssen auch solche Aspekte wie die Nutzung/Prüfung von DBM genau geprüft werden.

Vorstufe:

[P1, P3] Der Vorsteher und der Prüfende sehen eine grosse Chance in der neuen Möglichkeit der unbegrenzten Anzahl Vorprüfungen. Die Einreichenden können diese Vorstufe hervorragend als Selbstprüfung nutzen und beschäftigen in dieser Zeit die Behörden weniger.

1. Stufe und 2. Stufe:

[P3] Die gestalterischen Aspekte, wie in der Publikation erwähnt, sind stets offen für Interpretation. In diesem Zusammenhang könnte eine Onlineplattform, ähnlich der von Järvenpää vorgeschlagenen, als eine mögliche Lösung betrachtet werden.

[P4] Die Prüfende ist der Meinung, dass objektiv beurteilbare Aspekte gut maschinell ausgewertet werden können/sollten. Ihrer Auffassung nach könnte dies zu einer signifikanten Zeitersparnis beim Prüfen führen.

[P4] Weiter erwähnt die Prüfende, dass ein DBM, ein gestalterischer Laye, bei subjektiven Aspekten wie dem Ortsbild enorm unterstützen kann. Sie ist keine gelernte Hochbauzeichnerin oder Architektin und hat teilweise Schwierigkeiten bei der Interpretation des zukünftigen Aussehens. Wenn es heute ein solches Vorhaben gibt, verlangt sie bereits heute solche 3D-Modelle für die Beurteilung von den Einreichenden. Die rechtliche Relevanz liegt jedoch weiterhin bei den 2D-Plänen oder den Fassadenplänen.

Herausforderungen bei der Nutzung von digitalen Bauwerksmodellen für der Baueingabe

Herausforderungen in Bezug auf den Informations- und Geometriegehalt:

[P3] Der Vorsteher äussert, dass die Beurteilung stets parametrisch erfolgen muss und nicht auf KI basieren darf, was bedeutet, dass die KI gemäss heutigem Gesetz keine neuen Beurteilungsparameter erfinden soll/darf.

[P4] In der Praxis wird seit kurzem mit den neuen harmonisierten Messmethoden (BMBV) gearbeitet/geprüft. Das Ziel dieses Systems war eine Vereinfachung und Harmonisierung, aber es gibt immer noch Diskussionen über die Auslegung, die Betrachtungsweise usw. Dies führt zu einem Mehraufwand im Vergleich zum vorherigen Status. Sie ist der Meinung, dass die Umsetzung eines solchen Systems nicht ganz ohne sein wird.

[P2] In der Schweiz sind die meisten Flächen bereits überbaut. Ohne Abbrüche sind Neubauten oft nicht möglich und Umbauten oft die einzige Option. Es stellt sich die Fragen: ob es sinnvoll wäre, solche Umbauten in Zukunft auch als Modell zu prüfen? Was wäre, wenn jemand nur ein Dachfenster austauschen möchte? Müsste er dann ein umfangreiches Bauprojekt bei einem Planer einreichen, nur um eine Genehmigung zu erhalten?

Und was ist, wenn ein Teil einer Gemeinde im Inventar der schützenswerten Ortsbilder der Schweiz (ISO S) aufgeführt ist? Wie können solche Aspekte in ein Bauprojektmodell integriert werden? Müssen dann alle Profildetails im Modell minutiös ausgearbeitet werden?

Der Aufwand für die Einreichenden steht oft in keinem Verhältnis zum Nutzen. Hinzu kommt, dass viele Ausnahmen, die auch ohne Implementierung in einen Algorithmus existieren, bereits zu einem erheblichen Mehraufwand führen. Die Abgrenzung kann in solchen Fällen sehr schwierig werden.

[P1] Der Vorsteher schätzt die Situation so ein, dass durch die Forderung des DBM bei der Baueingabe der Aufwand für die Einreichenden enorm steigen könnte. Die wenigsten Architektinnen planen heute mit BIM, so dass diese einen Mehraufwand betreiben müssten, um überhaupt einen Antrag stellen zu können. Solche Ist-Zustände sollten aber nicht als Hindernis gesehen werden, die technischen Entwicklungen dürfen und sollen auch ein wenig visionär sein.

Die Behörden sollten den Einreichenden solche technischen Anforderungen nicht aufzwingen, vielmehr sollten Innovationen das Leben der Einreichenden erleichtern. Bei allen Entwicklungen müssen immer die Einreichenden im Vordergrund stehen. Wenn die Behörden gemeinsam einen Handstand machen müssen und die Einreichenden es einfacher haben, dann haben die Behörden ihr Ziel erreicht. Die Behörden sind Dienstleister und keine Verzögerer oder Verhinderer. Wenn die Einreichenden mit der Nachvollziehbarkeit und der Dauer zufrieden sind, werden sie sich auch nicht beschweren.

Herausforderungen in Bezug auf die Objektivität und Subjektivität:

[P1] Der Blick auf scheinbar objektive Kriterien offenbart oft verborgene Nuancen und unerwartete

Komplexitäten. Ein solches Bsp. findet sich in der Beurteilung von Grünflächen, wie es die Praxis der Stadt Thun verdeutlicht. Hier entscheidet die Art der Verlegung von Gartenplatten über die Ziffer der Grünflächen. Eine scheinbar einfache Massnahme wie das Legen von Gartenplatten kann je nach Kontext und Nutzung unterschiedlich bewertet werden.

Die Frage: ob ein derartiges Szenario in einem DBM angemessen abgebildet und geprüft werden kann, stellt den Prüfenden vor eine Herausforderung. Denn was geschieht, wenn jemand Rasengittersteine verlegt, die an vielen Orten für Parkplätze verwendet werden? Trotz ihrer offensichtlichen Durchlässigkeit für Wasser bleibt die Fläche versiegelt, und der Raum zwischen den Steinen kann nicht als Grünfläche betrachtet werden.

Was zunächst als objektiv erscheint, wird plötzlich von Details und Kontexten beeinflusst. Diese Erkenntnis zeigt, dass der Grad der Detailgenauigkeit einen entscheidenden Einfluss auf die Bewertung hat. In der Praxis werden also scheinbar eindeutige Kriterien durch die Feinheiten der Umsetzung relativiert und verlangen eine differenziertere Betrachtung.

[P4] Die Prüfende fragt sich, wie bei subjektiven Aspekten, wie z.B. dem Ortsbild, die Interpretation, die Prüfung ausfallen würde?

[P2] Der Prüfende sieht grosse Herausforderungen bei der Komplexität eines Baubewilligungsmanagements. Kann das in Zukunft noch von jedermann gemacht werden oder braucht es Spezialisten wie Architekten? In anderen Kantonen werden solche Verfahren bereits praktiziert. Eine Baubewilligung kostet plötzlich mehr als das eigentliche Projekt. Das dürfe nicht sein.

[P3] Es besteht die Gefahr, dass Baugesuche in Zukunft nur noch von einem eingeschränkten Nutzerkreis eingereicht werden können. Es darf nicht sein, dass eine Genehmigung in Zukunft mehr kostet als das Bauvorhaben. Bei einfachen Vorhaben muss es einfach bleiben, auch hier gilt weniger ist mehr.

[P3] Der Vorsteher fragt sich: kann ein Algorithmus herausfinden, ob das eingereichte Projekt überhaupt ein Projekt sein kann?

Es könnte ja auch einfach eine Hundehütte hochgeladen werden und nicht das eigentliche Projekt. Alles nur, um möglichst schnell durch den Prozess zu kommen. Er glaubt, dass solche Szenarien in der Praxis nie zu 100% verhindert werden können.

Gesetzliche Herausforderungen bei der Nutzung von DBM:

[P1] Der Prüfende fragt sich vieles: Wie müssten die Gesetze aufbereitet werden, damit diese danach maschinell verarbeitet werden können? Was für ein Aufwand würde das generieren, sprich liegt das im Verhältnis mit den Einsparungen?

Der neu aufgebaute Prozess entspricht von seinen Abläufen her gar nicht mehr den heute geltenden Gesetzen im Kanton Bern. Seiner Meinung nach müsste noch vor dem Prozess eine Revision bei den Gesetzen stattfinden. Das beinhaltet Bundes-, Kantonale, aber auch kommunale Gesetze. Er erachtet es jedoch als sehr schwierig, solche Dinge digital abzubilden. Und seine Erfahrung zeigt, dass es grosse Herausforderungen birgt, bis diese in der Praxis funktionsfähig sind.

[P3] Die Gesetzgebung wird durch die Politik gemacht und ist nicht immer kongruent mit den Bedürfnissen der ausführenden Behörden.

[P1] Ein deutliches Bsp. dafür bietet das neue Baureglement in Thun, das neu stolze 80 Artikel umfasst, im Gegensatz zu den bescheideneren 40 des alten Reglements. Diese Zunahme an Artikeln bedeutet eine erhebliche Ausweitung der zu prüfenden Aspekte, was zwangsläufig zu längeren Bewilligungsverfahren führt. Ironischerweise sind es oft dieselben Politikerinnen, die solche umfangreichen Reglemente einführen, die auf der anderen Seite eine pragmatische Umsetzung in der Praxis fordern.

[P1] Generell kann festgehalten werden, dass die Entwicklung von Instrumenten und neuen Prozessen zweifellos einen wichtigen Beitrag zu Innovation und Effizienz leisten kann. Aber auch bei der Einführung vieler Neuerungen bleibt die massgebliche Vorgabe von höchster Stelle, insbesondere auf Bundesebene, von entscheidender Bedeutung. Ohne klare und unterstützende Vorgaben von oben wird die Umsetzung solcher Innovationen nahezu unmöglich.

Generelle Herausforderungen bei der Nutzung von DBM:

[P3] Generell sieht der Vorsteher im Handling und bei der Anwendung in der Praxis sehr viel

Fragezeichen und Herausforderungen. Aber man muss/soll daran bleiben, sonst wird sich nie etwas ändern.

[P1] In der Praxis werden heute aber immer noch viele händische 2D-Pläne eingereicht, sprich jeweils ein Scan davon. Für den Prüfenden ist das ein Indiz, dass auch die Einreichenden in den wenigsten Fällen fit für eine Einreichung mittels DBM wären.

[P1] Im Kanton Bern existieren ca. 335 unterschiedliche Baureglemente, der Prüfende erachtet es als sehr schwierig, diese zu harmonisieren bzw. auf einen Nenner zu bringen. Die Vorstellung, diese Reglemente auf einen gemeinsamen Nenner zu bringen, wirkt beinahe utopisch angesichts der Herausforderungen, die mit der Erhaltung ihrer Aktualität einhergehen.

[P4] Die Prüfende fragt sich: Was passiert mit den zusätzlich anfallenden Datenmengen? Wie werden sie gespeichert? Können sie in 50 Jahren noch geöffnet werden?

Das neue System sollte unbedingt mit dem bestehenden System-'eBau' verknüpft werden. Es soll nicht wieder ein zusätzliches Tool aufgebaut werden. Es soll im Prozess zu einer Verbesserung der Arbeitsabläufe führen. Nicht nur bei den Einreichenden, sondern auch bei den Behörden führen.

[P3] Der Ansatz der 2-stufigkeit geht davon aus, dass in der 1. Stufe alles geprüft würde, wo auch eine Einsprache durch Dritte erhoben werden kann. Er denkt, dass es nicht eine messer-scharfe Abgrenzung gibt. Da gibt es Aspekte wie bspw. der Lärmschutz (innen und aussen) aus der 2. Stufe, welche auch aufgezeigt werden müssen. Diese dürfen den Einsprechenden nicht vorenthalten werden.

[P3] Der Vorsteher schätzt den Einfluss des 2-stufigen Verfahrens auf die Verfahrensdauer als wahrscheinlich marginal ein. Die technische Prüfung wird aufgrund der beteiligten Behörden und der zunehmenden Komplexität in etwa die gleiche Zeit in Anspruch nehmen. Er ist der Ansicht, dass die technische Prüfung weiterhin parallel zu den Einsprachen durchgeführt werden kann. Er betont auch, dass die Verantwortung für lange Verfahrensdauern nicht ausschliesslich bei den Behörden liegt. Es könne vorkommen, dass Überarbeitungen erforderlich seien, die mehrere Monate in Anspruch nähmen. Dies werde jedoch nicht diskutiert und sei heute auch nicht eindeutig feststellbar. Seiner Meinung nach hat die Vorphase den grössten Einfluss auf die tatsächliche Gesamtverfahrensdauer.

[P4] Die Prüfende bevorzugt es heute, ihre Baugesuche auf einmal zu prüfen, um sich nicht zu oft in ein Projekt vertiefen zu müssen. Sie denkt, dass die Einführung einer 2-stufigen Prüfung den Aufwand erhöhen könnte. Möglicherweise könnten die Antragsteller versuchen, dies auszunutzen, indem sie in der zweiten Phase Anpassungen vorweisen, die eigentlich nicht genehmigt wurden.

[P1] In Bezug auf die Dauer der Prüfung von Baugesuchen lastet ein gewisser Vorwurf auf den Baubehörden. Ein konkretes Bsp. soll dies verdeutlichen: Die Gesamtdauer der Prüfung eines Antrags betrug sieben Monate. Interessanterweise erhielten die Antragsteller (Einreichenden) bereits drei Werkzeuge nach Einreichung den ersten Mängelbescheid von der verfahrensleitenden Person. Danach verstrichen jedoch eineinhalb Monate ohne jegliche Rückmeldung seitens der Einreichenden. In dieser Zeit tickte die Uhr weiter, obwohl die Gründe für die Verzögerung möglicherweise nicht auf Seiten der Behörden lagen. Eine mögliche Dynamik zeigt sich darin, dass etwa zwei bis drei Monate für die Bearbeitung durch die Behörden veranschlagt wurden, während der Rest für Überarbeitungen durch die Antragsteller verwendet wurde.

Die Antragsteller versuchen, das Verfahren zu beschleunigen, indem sie bestimmte Unterlagen nicht einreichen. Dieses Vorgehen führt jedoch häufig dazu, dass während der formalen Prüfung festgestellt wird, dass z.B. der Gewässerschutz nicht ausreichend berücksichtigt wurde. In der Folge wird der Antrag innerhalb kürzester Zeit zur Überarbeitung zurückgewiesen. Es ist davon auszugehen, dass auch bei einer automatisierten Vorstufe derartige Probleme nicht vollständig vermieden werden können.

[P4] Im aktuellen System 'eBau' sind Pflichtdokumente für die Einreichung unerlässlich. Eigentlich sollte eine Hürde verhindern, dass Gesuche ohne diese Dokumente eingereicht werden können. Doch leider finden einige findige Köpfe einen Weg, indem sie leere PDFs anhängen, um diesen Prozess zu umgehen. Doch spätestens bei der formellen Prüfung wird festgestellt, dass das Dokument fehlt, und die Einreichenden werden aufgefordert, die Mängel nachzureichen. Dieser Schutzmechanismus erweist sich in der Praxis als wenig wirksam und letztendlich nicht dienlich für die Behörden.

Einfluss auf die Transparenz über den Verlauf des Baubewilligungsverfahrens

Transparenz durch den neuen Prozess:

[P2] Der Prüfende sieht durch den neuen Prozess und die Verwendung keine Einflüsse bei der behördlichen Arbeitsweise. Termine und Fristen sind unumgänglich und müssen eingehalten werden. Die Durchführung der Arbeiten obliegt letztendlich den entsprechenden Ämtern selbst.

[P1] Der Prüfende erklärt, dass es das Ziel aller Behörden sei, die Verfahrensdauer so kurz wie möglich zu halten. Die Ergebnisse eigener Erhebungen zeigen, dass die durchschnittliche Bearbeitungsdauer von Baugenehmigungen bei ca. 4 bis 4,5 Monaten liegt. Daher sollte die Antragstellung vereinfacht und der Prüfaufwand reduziert werden. Er betont, dass das Hauptproblem nicht im bestehenden Verfahren liege, sondern in den fehlenden Ressourcen, insbesondere im Bereich des Gewässerschutzes. Derartige Abhängigkeiten können nicht durch einen neuen Prozess bewältigt werden, sondern erfordern zusätzliche personelle Ressourcen.

[P3] Der Vorsteher empfindet die neuen 2 Stufen etwas künstlich, denn diese Prozesse laufen heute parallel. Die fachliche Prüfung kann zeitgleich wie die Einsprache oder das Einspracheverfahren erfolgen. Für die Vereinfachung eines Prozesses will ein Einreichender wissen, was er machen bzw. einreichen muss. Alles mit dem Ziel im 1. Durchgang die Bewilligung zu erhalten. Das Befähigen der Einreichenden würde seiner Meinung nach den grössten Effekt und Goodwill bringen. Wenn sie wissen, was sie machen müssen, ist ihnen der Prozess dahinter relativ egal.

Transparenz durch die Nutzung von DBM

[P2] Zukünftig könnten 3D-Pläne in Verbindung mit verschiedenen Kommunikationsformaten die Effizienz der Kommunikation deutlich steigern. Durch die direkte Integration ins DBM könnte das aufwändige Nachtragen von Mängeln erheblich reduziert werden.

[P1] Der Prüfende fragt sich: ob eine visuelle Beurteilung in einer digitalen Bauverwaltung wirklich schneller ist als das Lesen eines 2D-Plans? Oder wäre es nicht effizienter, wenn ihm ein Vermessungsingenieur einen Nachweis über die Einhaltung des Grenzabstandes erstellt? In diesem Fall könnte sich die Behörde auf einen externen Nachweis (bspw. Ortsgeometer) verlassen, ohne selbst viel Aufwand betreiben zu müssen.

Könnte es aber auch sein, dass die Prüfenden Teil des BIM-Planungsprozesses werden, sozusagen als Fachmodell? Das würde den Aufwand für die Behörde aus seiner Sicht deutlich erhöhen und ist nicht zielführend.

Transparenz im Prozess durch die Anwendung von BCF:

[P2] Bei der derzeitigen Praxis ist es schwierig festzustellen, ob die Einreichenden die angeforderten Unterlagen eingereicht haben oder ob sie noch im Rückstand sind. Das BCF könnte hier Abhilfe schaffen.

Einfluss auf die Transparenz beim Prüffortschritt

[P4] Die Einführung eines zweistufigen Verfahrens kann einen erheblichen Einfluss auf die Transparenz des Prüfungsfortschritts haben. Möglicherweise kann dadurch sogar die Anzahl der Einsprachen reduziert werden. Allerdings besteht auch die Möglichkeit, dass in der zweiten Stufe Anpassungen vorgenommen werden, die Auswirkungen auf die erste Stufe haben. Daher ist es wichtig sicherzustellen, dass das öffentliche Interesse gewahrt bleibt. Bspw. können Aspekte wie Brandschutz oder Barrierefreiheit erheblichen Einfluss auf die Ästhetik oder die Einhaltung von Grenzabständen haben.

[P1] Der Prüfende fragt sich: Ob ein Liveticker für Bauherren, Projektverfasser und Beteiligte wirklich notwendig ist? Was ist der Nutzen eines solchen Tools? Braucht man für jedes Projekt einen Liveticker? Seiner Meinung nach ist es nicht wichtig, von wem und wann etwas bearbeitet wird. Das Ziel müsse vielmehr sein, dass die Prüfungen fristgerecht durchgeführt werden.

Es gehe nicht darum, dass die Behörden etwas verbergen wollen. Durch das bestehende Verfahrensprogramm gebe es bereits Vorgaben, wer was bis wann zu prüfen habe. Dies erscheint ihm ausreichend. Je mehr Informationen zur Verfügung stehen, desto mehr wird jemand auf Seiten der Baubehörde mit Fragen von Einreichenden konfrontiert. Er selbst würde in dieser Zeit lieber produktiv sein und etwas tun, als über behördeninterne Vorgänge zu diskutieren, auf die die Einreichenden keinen Einfluss haben.

Es gehe nicht um Geheimhaltung, sondern darum, die Mitarbeitenden der Behörde vor zusätzlicher Arbeit zu schützen. Letztlich wird die Fachstelle ohnehin einen Bericht erstellen, unabhängig davon, ob die Einreichenden dies wünschen oder nicht.

Die Idee einer behördeninternen Transparenz könne eher kontraproduktiv für den Mehraufwand und die Dauer sein.

[P4] Das derzeitige System von 'eBau' deckt bereits viele Bereiche ab und die Transparenz zwischen den Behörden ist gut. Für die Einreichenden ist nicht immer transparent, in welchem Amt ihre Anträge gerade bearbeitet werden. Aus ihrer Sicht müssen sie auch nicht immer wissen, wo ihre Anträge gerade bearbeitet werden oder bei welcher Fachabteilung sie «herumliegen». Zu viel Transparenz kann auch negativ besetzt sein. Die Einreichenden könnten in Zukunft direkt bei den Fachstellen anrufen und diese von ihrer eigentlichen Arbeit abhalten. Der Erklärungsaufwand gegenüber den Einreichenden könnte sich dadurch noch weiter erhöhen.

Mehrwertpotentiale durch die Nutzung von digitalen Bauwerksmodellen für der Baueingabe

Generell durch die Verwendung von DBM:

[P1] Durch den Einsatz des DBM bei der Baubewilligung können durch die Automatisierungsmöglichkeiten grosse Mehrwerte generiert und Routinearbeiten vereinfacht werden. In Zukunft sollte geprüft werden, ob KI auch für Strukturgebiete oder Ortsbilder eingesetzt werden kann. Denn dort gibt es keine festen Parameter, die heute von einem Menschen interpretiert werden. Warum sollte dies in Zukunft nicht durch eine KI interpretiert werden können? Die KI erzeugt ein Ergebnis: z.B. dieses Gebäude passt an diesen Standort, weil (Begründung erfolgt durch die KI).

[P3] Die DBM können viele Mehrwerte bieten und sollten in Zukunft auch genutzt werden. Dazu müssen die Behörden auch untereinander wieder vermehrt zusammenarbeiten. Es bringt nichts, wenn die GVB, die AGR oder das Amt für Naturgefahren eigene Anwendungen (Insellösungen) entwickeln. Diese müssten auch harmonisiert werden, damit ein echter, ganzheitlicher Mehrwert entsteht.

[P1] Der Einsatz von DBM bei der Baueingabe könnte aus seiner Sicht bei Mehrfamilienhäusern sinnvoll sein. Er ist aber der Meinung, dass es je nach Art des Bauantrags unterschiedliche Eingaben geben muss. Für ein zusätzliches Dachflächenfenster könnte z.B. ein rein digitaler Online-Prozess ohne PDF mit nur wenigen Informationen beurteilt und entschieden werden. Das bedeutet, dass der bestehende Prozess auch stark vereinfacht werden könnte/müsste. PDFs sind eher hinderlich als förderlich, daher wäre ein datenbankgestütztes Tool die optimalere Lösung für durchgängige Prozesse.

Einfluss durch den Prozess:

[P1] Die Einreichenden reichen ihre Baugesuche in verschiedenen Gemeinden ein. Dort gelten unterschiedliche Vorschriften und Werte. In der Vorstufe kann er das Eingeben/Vorprüfen und hat eine schnelle Rückmeldung, dass er auf dem richtigen Weg ist. Also ähnlich wie heute bei einer Bauvoranfrage. Das könnte also tatsächlich zu einer Zeitersparnis für die Einreichenden und die Prüfenden führen.

[P2] Die neue Vorstufe, die durch eine algorithmische Inhaltsprüfung ermöglicht wird, könnte eine wirksame Lösung zur Vermeidung unvollständiger Baugesuche sein. Insbesondere in kleinen Gemeinden, in denen nur wenige Personen für die Bearbeitung von Bauanträgen zuständig sind, würde dies zu einer erheblichen Entlastung der Behörden führen. Statt wie bisher sieben- bis achtmal müsste ein Baugesuch in Zukunft vielleicht nur noch dreimal geprüft werden.

[P2, P3, P4] Die Prüfenden sehen das grösste Potenzial, wenn durch die Politik zukünftig weniger gefordert würde. Heisst also die Anzahl der Artikel in den kommunalen Baureglementen und allen anderen Reglementen reduzieren. Alles etwas herunterfahren und nicht beginnen wie in anderen Ländern alles zu reglementieren.

Einfluss auf die Transparenz in der Kommunikation:

[P3] Mit einer standardisierten Kommunikationssprache wie IFC oder BCF könnte eine Harmonisierung erreicht werden. Dies wurde in der Vergangenheit bereits mit der Verordnung über Begriffe und Messweisen im Bauwesen (BMBV) versucht. Es hat sich jedoch gezeigt, dass viele Kommunen nun versuchen, die BMBV in ihre bestehenden Regelwerke zu integrieren, um ihre Regelwerke nicht anpassen zu müssen.

Auch hier ist es aus seiner Sicht besser, schrittweise etwas auszuprobieren und zu verbessern. Und allfällige Mängel iterativ zu beheben, als gar nichts zu unternehmen.

Anhang G Test Zusammenfassen der «Diskussionsergebnisse der Fokusgruppe Einreichende» mittels KI

Nachdem ich die Aussagen der beiden Fokusgruppen in vielen Stunden von Hand aus dem Schweizerdeutschen in die Schriftsprache transkribiert hatte, suchte ich nach einer Unterstützung für meine Arbeit.

Es interessierte mich, ob ChatGPT die Ergebnisse zusammenfassen kann und ob ich diesen Text als Grundlage weiterverwenden kann, um mir die Arbeit eventuell etwas zu erleichtern. Dazu habe ich nachfolgende, chronologische Rahmenbedingungen eingehalten:

Plattform: www.chatgpt.com

Anfragezeitpunkt: 29.03.2024, 10:38

Gesendete Nachricht an ChatGPT-4:

Ich habe mit Einreichenden eine Fokusgruppe zur Diskussion meines neu entwickelten «Baubewilligungsverfahrensprozesses mit digitalen Bauwerksmodellen» gebildet. Mach mir eine Zusammenfassung der nachfolgenden Ergebnisse. Hebe dabei Vor und Nachteile hervor. Wenn etwas zitiert wird muss das am Ende vom Zitat auch mit [] deklariert sein.

ERGEBNISSE:

[E7] Wenn ein 3D-Modell verfügbar ist, kann das Verständnis im Sinne von 'verstehen des Projektes' verbessert werden. Z. B. kann die Tatsache, dass Menschen Pläne nicht lesen können, durch ein 3D-Modell ausgeglichen werden. Zum Beispiel kann ein Schattenwurf in einem 3D-Modell sichtbar gemacht werden, wodurch bestimmte Einwände, seien sie rechtlich oder subjektiv, leicht entkräftet werden können. [E3] Durch den schrittweisen Einsatz des DBM, z.B. bei der Prüfung von Grenzabständen oder der Grundflächenzahl, können die vorhandenen Vorteile optimal genutzt werden. Alles andere kann in Zukunft schrittweise erweitert werden. Es ist besser, einmal mit der Nutzung anzufangen, als ein schwerfälliges und undynamisches Konstrukt aufzubauen.

[E7] Aus der Sicht der Einreichenden haben Aspekte wie CO₂-Belastung und Brandschutz in der 1. Stufe keine Relevanz. Es existieren Gesetze und Mindeststandards, die eingehalten werden müssen, und dies kann auch erst in einem späteren Prüfstadium erfolgen. Heutzutage enthalten Baugesuche eine Fülle von Informationen. Die Einsprechenden wählen willkürlich etwas aus, von dem sie glauben, dass es ihnen erlaubt, gegen das geplante Bauvorhaben vorzugehen, selbst wenn es sie gar nicht betrifft. Da ist heutzutage aber absolut keine Transparenz vorhanden.

Daher bedauert die Einreichende es, wenn solche Aspekte während des Prozesses erneut zur Sprache gebracht werden. CO₂-Belastungen oder Lärmschutz hängen letztendlich stark von den verwendeten Materialien ab, weshalb sich diese bis zum Abschluss ständig ändern können.

Im Bereich Lärmschutz könnte beispielsweise die Berechnung der Fensterpunkte vorgezogen werden, aber selbst diese Berechnung betrifft die Einsprechenden nicht. Die Einreichenden auf der anderen Seite wären darauf angewiesen, dass ihre eingereichte Planung wie vorgesehen akzeptiert bzw. bewilligt wird. Auch hier könnte die Fachplanung gleichzeitig durchgeführt werden, ohne dass sie vor den Einreichenden verteidigt werden müsste.

[E3] In der ersten Stufe eines Projekts ist es unerlässlich, die Rahmenbedingungen für die darauf folgende Phase festzulegen. Trotz der Fokussierung auf diese unmittelbaren Schritte ist eine umfassende Betrachtung des Gesamtprojektes erforderlich. Trotz der Fokussierung auf diese unmittelbaren Schritte erfordert es dennoch eine umfassende Betrachtung des gesamten Projekts. Diese Aspekte müssen zukünftig bspw. übers BCF o. dgl. festgehalten werden. Zum Beispiel sind Fragen zu berücksichtigen wie die Anzahl der Treppenhäuser oder die Nutzungszwecke der Räumlichkeiten im Gebäude sowie mögliche Raumaufteilungen. Andernfalls gestaltet sich die Planung einer angemessenen Fassade als äusserst herausfordernd.

[E4] Das Ortsbild lässt sich in einem DBM nur schwer an einem einzigen Punkt verorten. Vielmehr geht es um den Gesamteindruck und die Gesamtwirkung. In der Phase 2 des barrierefreien Bauens hingegen ist dies deutlich sinnvoller, da hier eine Vielzahl von Fakten vorliegt und auch mehr objektiv beurteilbare Fakten vorhanden sind. In solchen Situationen können unterstützende Werkzeuge über die Modellprüfung hilfreich sein.

[E2] Was würde zukünftig geschehen, wenn nach der 2. Stufe noch Änderungen erfolgen würden? [E7] Da würde ihrer Meinung nach dasselbe geschehen wie heute mit dem bestehenden Baubewilligungsprozess. Jegliche signifikante Änderung müsste mit einer offiziellen Abänderungseingabe eingereicht werden oder möglicherweise sogar ein komplett neues Baugesuch gestellt werden. Dies würde denjenigen, die Einspruch erheben möchten, die Möglichkeit zur Einsprache einräumen. Auch hier könnte die Kommunikation über das BCF Abhilfe bei der Transparenz solcher Anpassungen/Entscheidungen bieten.

[E1] Die Verwendung von digitalen Plänen und Modellen bietet einen klaren Mehrwert, da die Einreichunterlagen nicht mehr in Papierform eingereicht werden müssen. Trotz digitaler Plattformen wie bspw. dem E-Bau wird dies von fast allen Gemeinden immer noch gefordert, obwohl es längst nicht mehr zeitgemäß ist. [E4] Wenn generell auf 2D-Pläne verzichtet werden könnte, wäre dies ein enormer Mehrwert. Vor allem bei Mehrfamilienhäusern arbeiten die Planenden immer mit 3D-Modellen, da die 2D-Pläne nur Blaupausen sind und nicht den aktuellen Planungsstand darstellen.

[E4] Die schnellen Rückmeldungen bei ausgewählten Vorprüfungen anhand vom DBM gibt den Einreichenden Sicherheit. Diese Mehrstufigkeit vereinfacht somit vieles für die Planenden. Das gleiche Vorgehen könnte auch für andere Prozesse wie z.B. Brandschutz adaptiert werden. Oder es sollte zumindest einmal geprüft werden, ob dies auch dort übernommen werden könnte.

[E3] In der Vergangenheit hat die Zahl der Regeln, Gesetze und Normen ständig zugenommen, und in Zukunft wird sich dies wahrscheinlich fortsetzen. Er sieht eine gute Chance darin, dieses Wachstum als Werkzeug zu nutzen: um einen schnellen und klaren Überblick zu geben, ob etwas funktioniert und erlaubt ist, aber auch um aufzuzeigen, wo noch Nachbesserungsbedarf besteht. [E5] Eine Sammlung von Regeln für die verschiedenen Gemeinden kann die Arbeit der ArchitektInnen stark vereinfachen, vergleichbar mit der Vorstufe im neuen Prozess.

[E4] In der Vorstufe besteht die Möglichkeit, ein Projekt frühzeitig ohne direkten Kontakt mit der Behörde einzureichen. So erhalten die Einreichenden schnell eine Rückmeldung, ob sie auf dem richtigen Weg befinden. Denn oft haben Planende nicht alle Bauvorschriften der Gemeinden im Kopf und kennen die genauen Werte nicht. Einreichende können die Vorprüfung beliebig oft durchführen, ohne die Behörden unnötig zu belasten.

In der 1. Stufe sollen nur die harten architektonischen Fakten bewertet werden. Das heisst, man reduziert sich in der Planung und bei der Bewilligung ausschliesslich darauf, alles andere kommt später. Daher macht diese Abstufung in der 2. Stufe durchaus Sinn. Gebäudehöhen, Grenzabstände, Grundflächenzahl, Geschossflächenzahl können einfach und gut über eine DBM geprüft werden oder Andere Aspekte und Informationen können auch wie bisher über Formulare gelöst werden und müssen nicht unnötig in ein DBM abgefüllt werden. [E7] Sieht klare Vorteile in der Anwendung des DBM im Baubewilligungsverfahren. Es braucht aber eine klare Vereinfachung der Baureglements und gesetzlichen Vorgaben, die auch vereinfachte Modelle zulassen.

[E7] Mit dem neuen 2.5-stufigen Verfahren wird eine wesentliche Vereinfachung eingeführt, indem in der 1. Stufe ein stark vereinfachtes Modell eingereicht werden kann. Dies reduziert den Aufwand für die Einreichenden im Vergleich zu den derzeitigen Anforderungen erheblich. Es bietet die Möglichkeit, das Risiko für die Planenden zu minimieren, insbesondere solange noch keine Baubewilligung vorliegt und Einsprachen möglich sind, was das Risiko eines allfälligen Scheiterns des Projektes erhöht. Durch diese Vorgehensweise kann das Risiko minimiert werden. Darüber hinaus kann diese Vorgehensweise zu einem insgesamt geringeren Arbeitsaufwand führen. Der

Aufwand in der ersten Phase ist minimal, da nur wenige Parameter eingereicht werden müssen, was zu einer erheblichen Zeitersparnis führt und Verzögerungen stark reduziert. Es ist jedoch wichtig, die Vorteile des 2.5-stufigen Prozesses in der Baugenehmigung zu nutzen und den Prozess entsprechend anzupassen, um sicherzustellen, dass er effektiv und effizient genutzt wird.

[E1] Im DBM können verschiedene Aspekte wie z.B. Brandschutzanforderungen für Wände einfach hinterlegt werden. Diese Daten können dann maschinell weiterverarbeitet werden. Es stellt sich daher die Frage, warum diese Informationen nicht auch für die Baueingabe genutzt werden sollten. Schliesslich fliessen diese Details bereits während der Planung in die Modelle ein. [E4] Wenn ein Referenzmodell von den Behörden zur Verfügung gestellt wird und der Einreichenden sein Projekt gegen dieses Modell prüfen kann, spart er viel Zeit bei der Überprüfung der Richtigkeit. Auch wenn die Planung verschiedene Gemeinden betrifft, in denen nicht immer die gleichen Regeln gelten, kann ich schnell ein Feedback zu meinem Entwurf erhalten.

[E2] Die Einreichenden können ihre Projekte auch in der 2. Stufe immer wieder gegen die geltenden Werte und Gesetze prüfen. So erhalten die Planenden immer wieder ein schnelles Feedback, ob sie mit ihrer Detailplanung noch im Rahmen des Machbaren liegen. [E3] Bereits in der 1. Stufe sollte ein Grobkonstrukt der relevanten Aspekte aus der 2. Stufe enthalten sein. Es ist wichtig zu beachten, dass dies zunächst nicht unmittelbar relevant erscheint und erst später geprüft wird. Dennoch ist es wichtig, denn solange die Mindestanforderungen erfüllt sind, kann weiter in die Tiefe gegangen werden. Der erste Schritt konzentriert sich auf das Wesentliche und kann relativ einfach in einem DBM abgebildet werden.

[E1] Level of Detail, wie genau müssen die Informationen danach abgefüllt werden, damit das überhaupt geprüft wird? -> Informationstiefe hat einen wesentlichen Einfluss und ist heute unklar.

- [E2] Das in Einklang bringen von objektiven und subjektiven Faktoren (bspw. Ortsbild) erachtet sie als schwierig.

o Passt nicht in der Gesamterscheinung subjektive Beurteilung

- [E7] Ortsbild subjektiven Faktoren ist für sie sehr Rechtswidrig

- [E1] Level of Detail, wie genau müssen die Informationen danach abgefüllt werden, damit das überhaupt geprüft wird? -> Informationstiefe hat einen wesentlichen Einfluss und ist heute unklar.

o Was passiert mit Umbauprojekten, welche noch in 2D vorhanden sind?

o Diese muss man zukünftig auch konventionell einreichen können um dem Aufwand nicht unnötig zu erhöhen

- [E2] Ich würde von der 2. Stufe Faktoren nach vorne in die 1. Stufe nehmen bspw. CO₂-Belastung, da es ein so wichtiges Thema ist. Auch Brandschutz SIA 500 und Lärmschutz, somit soll in der 1. Stufe alles architektonische geprüft werden, was vom Architekten kommt.

o Und erst in der 2. Stufe eine Detaillierung gemacht wird.

o Diese Einflussparameter: Brandschutz SIA 500 und Lärmschutz können deinen Entwurf wieder komplett verändern, d.h. man würde wieder von vorne beginnen, wenn das nicht bewilligt würde.

o [E1] Es gelten nicht für alle Projekte dieselben Brandschutzanforderungen, darum würde es sinn machen, diese erst in der 2. Stufe zu Prüfen. Aus seiner Sicht würde es viel mehr Sinn machen wie bisher das Formular auszufüllen, der Aufwand ist dabei viel geringen.

§ Wenn nach der Prüfung mehr Materialisierungsdetails oder Pläne gefordert sind müssten diese in einer 2. Stufe nachgereicht werden.

- [4] generell verliert man sich bei der BIM-Methode viel zu schnell in Details, also sehe ich auch die Gefahr von zu vielen Prüfungen in einer frühen Phase.

o Behindertengerechtes Bauen müsste als Bsp., wenn es in der 1. Stufe geprüft würde, müsste ich also bereits alle Gefälle und Rahmendurchgänge fertig modelliert haben. Das wäre ein enormer Aufwand.

o Identisches gilt für den Brandschutz mit allen Materialien.

o Nur weil man es technisch kann ist es nicht immer sinnvoll.

o Haustechnikanlage konnte bisher in einem Formular mit einem einzigen Eintrag erledigt werden. Dieses Formular wäre auch maschinenlesbar und müsste somit auch nicht in ein DBM übertragen werden. Das macht nicht so Sinn.

o Wie würden die Behörden sicherstellen, dass die Modelle danach ihren Anforderungen entsprechen?

§ Gäbe es dazu bspw. ein IDS oder ein 300-seitiges Dokument mit Attributen, wie die Nomenklatur vom DBM sein muss.

o Würden Parkplätze oder VSS zukünftig auch darüber geprüft? Heute geschieht das in den meisten Fällen nicht so im Detail.

§ Hier wäre ich mit dem 2D-Plan bspw. schneller als mit einem Modell.

- [E7] Um Abweichungen von subjektiven Parametern objektiv zu beurteilen, müssten in den Baureglements diese entsprechend niedergeschrieben werden. Somit würden die Baureglements noch weiter anwachsen, und es müssten zukünftig noch mehr Aspekte geprüft werden. Diese Tendenz geht aber komplett in die falsche Richtung, es sollte vielmehr einfacher als komplexer werden.

o Ich wünsche mir, dass mit solchen DBM die Baugesetzlichen Anforderungen auch wieder vereinfacht werden.

o Bsp. Prüfen von einer AGF in einem Modell, wobei alle 50'000 Ausnahmen und Bedingungen erfüllt sind. Ist da der Detaillierungsgrad nicht wieder viel zu hoch?

o Gehört Bspw. das Reduit oder die Putzkammer zur AGF, oder was haben solche Ausnahmen für einen Einfluss ob eigentlich objektiv beurteilbare Aspekte mit ihren vielen Ausnahmen plötzlich nicht mehr regelbasiert geprüft werden können.

- [E1] Können alle Leute solche DBM lesen und interpretieren? Er denkt, dass ältere Leute eine grosse Mühe damit haben werden.

- [E6] Die Rechtsprechung müsste die DBM zuerst zulassen, damit diese später genutzt werden können.

o Es hat neben den DBM auch immer noch andere Faktoren welche berücksichtigt werden müssen. Bspw. Gerichtsentscheide für neue Überbauungsordnungen, welche zuerst abgewartet werden müssen.

o Oder wie würden denn solche Parameter zukünftig übers DBM geprüft werden? Müssten dazu extra neue Regelsätze erstellt werden?

- [E4] Die Nutzung von DBM bei der Baubewilligung muss mit einem verhältnismässig normalen Aufwand erfolgen.

o Hier besser den Ansatz «weniger ist mehr» anwenden als wie bei den gesetzlichen vorgaben stetig die Anzahl und die Komplexität erhöhen.

- [4] Die Feuerwehruzufahrt bspw. muss bereits in einer sehr frühen Phase abgeklärt/definiert werden, ansonsten funktioniert die gesamte Erschliessung nicht.

[E7], subjektiven Entscheide wie Ortsbild basieren auf Willkürsystemen. Politiker sind demokratisch legitimiert, Kommissionen sind in den meisten Fällen nicht legitimiert.

- [E7] der neue 2.5-Stufige Prozess hat primär wenig auf die Nutzung von DBM bei der Baueingabe zu tun, denn bei der Digitalisierung muss auch immer der Prozess überdacht werden. Trennung in Stufen macht Sinn, da

- o 1. Stufe hauptsächlich architektonische Faktoren und noch nicht um Haustechnik, Leitungsführungen usw.
- [E1] Es werden jeweils nur Dinge überprüft, welche bereits fertig/final sind wie bspw. sämtliche Brandschutz-Anforderungen bei den Türen und Wänden.
- [E2] Wie könnte das System selbständig herausfinden, ob sich Anpassungen (auch in der 2. Stufe) noch in der möglichen Toleranz befinden.
 - o Was bedürfte das um auch in einem vollautomatischen Prozess ein Feedback auf architektonische Anpassungen eine valide Aussage geben zu können?
 - o Wird Bspw. eine Wand um 10cm verschoben ist es noch zulässig, >11 cm bedürfte eine Neueingabe.
 - o Heute will man in vielen Fällen nach der Bewilligung noch Dinge anpassen. Diese möchte man aber nicht öffentlich publizieren um keine neuen Einsprachen mehr zu erhalten.
 - § [E2] Wenn man die Möglichkeit hätte bspw. eine Fensterverschiebung in der Fassade vorzunehmen. Und das automatische Validierungssystem eine direkte Antwort geben würde.
 - § [E7] Dass es für solche Fälle Regeln geben würde. -> Wenn, dann, sonst regeln.
 - § [E2] Damit zukünftig solche Anpassungen gemacht werden ohne nochmals zu Publizieren, Diskussionen mit der SBK und dem Bau-Inspektorat durchführen, denn der Bauherr will in einem konkreten Fall vom Unternehmen möglichst schnell bauen.
 - § [E7] Mit ihrer Vorgehensweise handeln sie aber bereits heute gegen das Gesetz, sprich sie geben den Einsprechenden keine Möglichkeit auf ihr Recht. Ihrer Meinung nach ist das ein Fall von Behördenwillkür und würde auch zukünftig nicht zulässig sein.
 - § [E2] Zusammengefasst, dass es zukünftig messbare Werte/Faktoren geben würde für Abweichungen. Dass subjektive Beurteilungen zukünftig regelbasiert beurteilt würden bzw. werden könnten.
 - § [E7] bei Subjektivität wird es auch zukünftig schlecht Möglich sein einen rein objektiven Entscheid zu fällen.
 - § [E5] In diesem Fall würde es sinn machen garnicht eine Regelbasierte Beurteilung zu machen, vielmehr die Kommunikation übers BCF durchzuführen. Somit wäre die Transparenz im Prozess voll gewährleistet und die Einreichenden können sich nicht hinter einem Algorithmus verstecken. Auch die Rechte der Einsprechenden würden somit gewahrt.
- [E1] Seiner Meinung nach ist es nicht förderlich, wenn ein potenzieller Einsprecher Zugang zu einem 3D-Modell erhält. Er denkt, dass das nicht förderlich für die Zeitplanung und die Umsetzbarkeit ist.
 - o Somit würde frustrierten Nachbarn noch mehr Boden für Einsprachen gegeben werden. Es würden teilweise noch viel mehr Details einsehbar als heute.
- [E5] Die Planenden haben viel früher Rechtssicherheit durch diese 2-stufigkeit. Dadurch könnte auch die Verschwendung minimiert werden.
 - o Die Detailplanung könnte auf dem bewilligten Konzept weitergeführt werden und Detailklärungen werden erst später durchgeführt.
 - o Das Projekt kann viel transparenter geplant werden und es werden keine Symptome und kleine Anpassungen vorgenommen. Mängel und Anpassungen sind durch Versionierungen der Modelle und nachvollgbare BCF über den ganzen Bewilligungsprozess nachvollziehbar.
- [E3] Abgemachte Dinge gelten über den ganzen Prozess. Und diese sind immer nachvollziehbar sofern das bspw. mit einem BCF dokumentiert wurde. Wichtig ist, dass die Entscheide immer stringent sind, auch wenn das durch eine andere Person entschieden wird, als bspw. die fachliche Besprechung/Vorabklärung gemacht wurde. Somit könnten subjektive Entscheide auch dingfest gemacht werden und es gilt was einmal gesprochen wurde.
 - o Abmachungen müssen immer klar definiert und protokolliert werden. Das BCF bietet da eine Möglichkeit, auch Behörden und Planer übergreifend.
- [E6] Mit der Nutzung vom BCF kann durch die Verortung von Mängeln/Anpassungen usw. direkt Modell zu einer Transparenz führen. Es werden nur noch die Aspekte diskutiert und gelöst, die auch eine entsprechende Aufgabe waren. Es würden keine neuen Mängel im Laufe der Zeit hinzukommen, d.h. sie könnten nicht aus dem Nichts auftauchen. Es gäbe auch eine nachvollziehbare Historie der Mängelfälle. D.h. die Einreichenden könnten auch einsehen, welche Punkte von den Behörden und Kommissionen diskutiert wurden.
- [E5] Der initiale Aufwand reduziert sich für die Einreichenden, bis die Rechtssicherheit durch eine Baubewilligung erreicht wurde. Somit könnte viel Verschwendung bei Planungen verhindert werden. Die Detaillierung erfolgt erst zu einem späteren Zeitpunkt, wodurch diese Planungen nicht mehrmals überarbeitet werden müssten. Der initiale Aufwand reduziert sich für die Einreichenden, bis die Rechtssicherheit durch eine Baubewilligung erreicht wurde. Dadurch könnte viel Verschwendung bei den Planungen vermieden werden. Die Detaillierung erfolgt erst zu einem späteren Zeitpunkt, wodurch diese Planungen nicht mehrfach überarbeitet werden müssten. Konkreter würde in der 2. Stufe nur noch direkt die Ausführungsplanung erstellt werden. Heute dauern solche Verfahren teilweise mehrere Jahre, d.h. es kann zu einem regen Personalwechsel in den Behörden kommen. In Zukunft würde sich die Dauer der fachlichen Prüfungen enorm verkürzen. Die beurteilenden Personen in den Fachstellen würden nicht mehr mehrmals wechseln und die Beurteilung würde von einer Person durchgeführt, die dann auch den Entscheid fällt. [E6] In der 1. Stufe kann das Projekt mit reduzierten Informationen eingereicht und genehmigt werden. Erst wenn Rechtssicherheit besteht, können und sollen die Details ausgearbeitet werden.
- [E7] Durch ausschliesslich das Einreichen von DBM ohne Prozessanpassung könnte der Aufwand fürs Einreichen sehr viel mehr werden. Da es sich plötzlich um einen digitalen Zwilling handelt und das in einer sehr frühen Phase.
 - o Somit würde der Planungsaufwand im Prozess noch weiter nach vorne verlagern, ohne Rechtsicherheit zu haben.
- [E2] In welchem Modell werden welche Informationen abgelegt? Muss in einem Architekturmodell zukünftig auch eine Heizungstyp ersichtlich sein? Was ist wo gefordert?
- [E3] Es kommt auf die Projektgrösse an, ob es Sinn macht ob ein DBM genutzt wird.
 - o Bei einem kleinen Projekt wie einem EFH werden gar nicht viele Abklärungen bspw. bei der Heizung benötigt.
 - o Und bei einem grösseren Projekt, werden solche Faktoren erst viel später in der Ausführungsplanung definiert.
- [E7] Wie würden Fachplaner auf diesen neuen Prozess reagieren? Macht der Fachplaner heute bereits eine Planung im BIM-Modell oder reicht auch zukünftig ein Nachweis auf einem Formular?
 - o Nicht dass der Aufwand noch exorbitant steigen würde im Vergleich zu 3-4 Angaben in einem einzelnen Formular.
- [E3] Es kommt auf die Auftragsummengrösse an, ob und wie viel ein Fachplaner digital planen wird. Bei grossen Projekten macht es Sinn bei einem Einfamilienhaus würde der Aufwand nicht im Verhältnis stehen.
 - o Bei kleinen Projekten müsste geprüft werden, dass die Nachweisformulare auch zukünftig in der 2. Stufe eingereicht werden dürften.
 - o Der geforderte LOD hat einen wesentlichen Einfluss auf den Planungs- bzw. Vorbereitungsaufwand in einem Projekt.
 - o Der Arbeitsaufwand fürs aufbauen von guten BIM-Modellen kann sich schnell einmal verdoppeln (bei einem kleinen Projekt) und das muss sich am Ende finanziell auch noch lohnen.
- [E3] In einem fortlaufenden Baubewilligungsverfahren behalten die getroffenen Vereinbarungen immer ihre Gültigkeit. Ihre Einhaltung ist klar nachvollziehbar, insbesondere wenn sie z.B. in einem BCF-Dokument festgehalten wurden. Eine stringente Umsetzung ist auch dann von entscheidender Bedeutung, wenn die Entscheidungen

von einer anderen Person getroffen werden als derjenigen, die die technischen Voruntersuchungen durchgeführt hat. Die Transparenz der Ergebnisse für alle Beteiligten schafft einen erheblichen Mehrwert.

[E1] Heute erfolgen leider sehr viele, unbegründete Einsprachen, welche nach einer kleinen Prüfung durch die Baubehörde zurückgewiesen werden können. Die neue Einführung, dass die Einsprechenden die Prüfkosten vorbezahlen müssten, sieht der Einreichende als Mehrwert um die Anzahl an unbegründeten Einsprachen zu reduzieren. Weiter könnte sich dadurch die Verfahrensdauer wesentlich verkürzen, da die Anzahl der Einsprachen zurückgehen würde. Er denkt aber auch, dass das bei reichen Senioren keinen Einfluss haben wird, ob sie eine Einsprache einreichen oder nicht.

[E5] Die Einsprechenden können mit diesem Verfahren nur noch auf äussere Immissionen Einfluss nehmen. Sprich Neid oder ähnliche Emotionen haben keinen Einfluss mehr, da der Planungsstand bei der Auflage noch nicht so weit ist und die Einsprechenden die Innenräume nicht einsehen können.

[E7] Die Einreichende findet, dass die Vorbezahlung der Prüfkosten durch die Einsprechenden zwingend sein müsste. Sie denkt, dass somit der Einsprache-Flut gut entgegengewirkt werden könnte.

Erhaltene Antwort von ChatGPT-4:

Die Diskussion und Bewertung des neuen "Baubewilligungsverfahrensprozesses mit digitalen Bauwerksmodellen" (DBM) hat eine Reihe von interessanten Einsichten und Rückmeldungen von den Einreichenden hervorgebracht. Hier ist eine Zusammenfassung der Ergebnisse mit einer Hervorhebung der Vor- und Nachteile:

Vorteile
Verbessertes Verständnis von Bauprojekten: Das Verwenden von 3D-Modellen kann das Verständnis für Bauprojekte verbessern, da sie visuell leichter erfassbar sind als traditionelle 2D-Pläne. So werden etwa der Schattenwurf und Raumgestaltungen direkt visualisierbar, was Einwände entkräften kann [E7].

Optimierte Nutzung vorhandener Vorteile: Der schrittweise Einsatz von DBM ermöglicht eine effiziente Prüfung architektonischer Faktoren wie Grenzabstände und Grundflächenzahl, was den Prozess strafft [E3].

Reduzierter Anfangsaufwand und schnellere Rückmeldung: Die Möglichkeit, frühzeitig eine einfache Version des Modells einzureichen und schnell Feedback zu erhalten, reduziert den Anfangsaufwand und beschleunigt den Genehmigungsprozess [E7].

Transparenz und Nachvollziehbarkeit: Durch das Modell und Begleitdokumente wie das BCF (Building Collaboration Format) werden Änderungen und Entscheidungen dokumentiert, was zu mehr Transparenz und Verlässlichkeit führt [E3, E6].

Minimierung von Verschwendung: Da die Detaillierung erst in einer späteren Phase erfolgt, kann das Wiederaufnehmen von Planungen aufgrund von Änderungen minimiert werden [E5].

Nachteile

Eingeschränkte Relevanz in frühen Phasen: Kritische Aspekte wie CO₂-Belastung und Brandschutz werden in frühen Stufen oft nicht berücksichtigt, obwohl sie wesentliche Projektbestandteile darstellen [E7].

Komplexität und Aufwand in der Detailplanung: Das umfassende Einreichen von Informationen über das DBM kann zu einem erhöhten Aufwand in der Detailplanung führen, insbesondere wenn viele Aspekte berücksichtigt werden müssen [E1, E4].

Subjektivität bei der Beurteilung: Die Beurteilung von subjektiven Faktoren wie dem Ortsbild bleibt problematisch, da diese schwer in einem digitalen Modell festzuhalten sind und oft zu Diskrepanzen führen [E2, E7].

Technische Hürden und Akzeptanz: Nicht alle Beteiligten sind möglicherweise in der Lage, mit digitalen Modellen umzugehen, was besonders ältere Menschen betreffen könnte. Zudem bedarf es einer gesetzlichen Grundlage, damit DBM offiziell genutzt werden können [E1, E6].

Kosten der Einsprachen: Die Vorbezahlung der Prüfkosten durch Einsprechende könnte zwar die Anzahl unbegründeter Einsprachen reduzieren, aber gleichzeitig den Zugang zum Rechtssystem für weniger wohlhabende Personen erschweren [E1, E7].

Schlussfolgerung

Der neue Baubewilligungsprozess mit DBM bietet erhebliche Vorteile in Bezug auf Effizienz und Verständlichkeit, erfordert jedoch eine sorgfältige Abwägung und Anpassung der Detailtiefe sowie eine Überarbeitung gesetzlicher Rahmenbedingungen, um seine volle Wirksamkeit zu entfalten. Die Berücksichtigung aller relevanten Aspekte bereits in frühen Projektphasen und eine adäquate Schulung der Beteiligten sind entscheidend für den Erfolg dieses Prozesses.

Beurteilung der erhaltenen Antwort von ChatGPT-4 durch den Verfasser:

- Gegenlesen und herausfinden, ob der vorhandene Text überhaupt vorhanden ist?
- Ist der Inhalt korrekt oder wurde interpretiert?
- Macht die Zusammenfassung Sinn?

➔ Fazit vom Test zur «einfachen» Zusammenfassung:

- o Das durch die KI generierte «Resultat» ist absolut Nonsense und nichts aussagend.
- o Die Interpretationen sind nicht korrekt und der Umfang ist zu wenig gross.
- o Es wurde auch keine ähnlichen Textinhalte erkannt oder Muster erkannt.
- o Mehrfacherwähnungen wurden nicht zusammengefasst.
- o Aus dem Schreibstil ist nicht ersichtlich ob es sich um eine Paraphrasierung oder jeweils um direkt Zitate handelt.
- o Diesen Aufwand von ca. 1.5 Stunde hätte ich anders besser einsetzen können – aber das ist auch eine Erkenntnis! -> «Methodik» wird nicht weiterverwendet.

Anhang H Überprüfung auf KI

Überprüfung auf die Verwendung von KI beim nachfolgenden Testabschnitt (Kapitel 2.2, 2.3.1, 2.3.2 und 2.3.3)

Plattform: www.zerogpt.com

Anfragezeitpunkt: 13.05.2024, 18:54

Testabschnitt:

«Die Building Information Modelling (BIM)-Methodik stellt eine kreative Arbeitsmethodik dar, die eine kreative Zusammenarbeit verschiedener Akteure im Bauprozess ermöglicht (Schulze et al., 2023). Dabei kommen digitale Bauwerksmodelle (DBM) zum Einsatz, um komplexe architektonische Strukturen und technische Planungen virtuell zu erfassen, zu visualisieren und gemeinsam zu bearbeiten. Diese DBM integrieren eine Vielzahl von Informationen wie bspw.: Geometrien, Materialien, technische Details, bau-physikalische Eigenschaften, Abläufe oder Termine (Borrmann et al., 2021, pp. 314-315).

Für die Modellierung und Kommunikation mit digitalen Bauwerksmodellen gibt es die unterschiedlichen Ansätze openBIM und closeBIM. OpenBIM ermöglicht durch die Verwendung offener, standardisierter Datenformate wie dem IFC-Schema eine transparente und interoperable Kommunikation zwischen den beteiligten Gewerken. Der Ansatz von closeBIM greift dagegen auf geschlossene bzw. herstellerspezifische Datenformate zurück. Man spricht in diesem Fall auch von einem nativen Datenformat, da alle Projektbeteiligten über eine Software verfügen müssen, die dieses Format interpretieren bzw. verarbeiten kann (Borrmann et al., 2021, pp. 12-14).

Um Informationen bedarfsgerecht nutzen zu können, bietet das Konzept des Level of Information Need (LOIN) eine Orientierung für den spezifischen Informationsbedarf innerhalb eines BIM-Projektes unter Berücksichtigung des Detaillierungsgrades und der individuellen Bedürfnisse der Stakeholder (SN EN ISO 19650-1, 2018, p. 13). Es dient als Leitfaden für die effiziente Bereitstellung und Verwaltung von Daten über den gesamten Lebenszyklus eines Bauwerks. Der geforderte Informationsbedarf kann dabei in zwei Anforderungen unterteilt werden: Geometrie = Level of Geometry (LOG) und Information = Level of Information (LOI) (Bauen digital Schweiz, 2018, p. 7 ff.).

Mit Hilfe vom BIM Collaboration Format (BCF) wird die Kommunikation und Zusammenarbeit innerhalb eines BIM-Projektes durch ein standardisiertes Dateiformat erleichtert. Dies ermöglicht den Austausch von Kommentaren, Anmerkungen und Änderungsvorschlägen innerhalb des Modells, was zu einer Verbesserung der Effizienz und Transparenz in der Kommunikation führt (buildingSMART International, 2019). Weiter ermöglicht buildingSMART International mit einer Model View Definition (MVD) die Definition spezifischer Sichten und Darstellungen eines BIM-Modells entsprechend den Bedürfnissen und Interessen der beteiligten Parteien. Diese Definition legt fest, welche Informationen aus dem Modell extrahiert und in welcher Form sie dargestellt werden, um den unterschiedlichen Anforderungen und Kontexten gerecht zu werden. Das kann auch Systemübergreifend erfolgen (buildingSMART International, 2024).

In diesem Kapitel werden die verschiedenen Aspekte erörtert, welche die Baueingabeproofung mithilfe von digitalen Bauwerksmodelle beeinflussen können.

Einleitend muss immer unterschieden werden, ob es sich um eine Regelprüfung oder eine Konformitätsprüfung handelt. (Klooster et al., 2019a, pp. 20-29)

Zu diesem Zweck haben (Eastman et al., 2009, pp. 1016-1017) vgl. der Abbildung 2 vier Klassen von Funktionen identifiziert, die ein Regelkontrollsystem unterstützen sollte. Die ersten drei Schritte: Übersetzung der Regeln in eine maschinenlesbare Sprache, Aufbereitung der Gebäudemodelldaten und Durchführung des Prüfprozesses dienen dem Aufbau und der Durchführung einer Regelprüfung. Diese Ergebnisse können in einem weiteren Schritt aufbereitet und die Prüfergebnisse als Konformitätsprüfung dargestellt werden.

Mit fortschreitender technischer Entwicklung existieren seit einigen Jahren Möglichkeiten der modellbasierten Überprüfung bzw. Validierung von digitalen Bauwerksmodellen. Dabei wird eine Validierungsprüfung durchgeführt, um festzustellen, ob der Modellinhalt den relevanten Normen/Regeln entspricht. Diese Prüfung erfolgt anhand vordefinierter Kriterien und führt zu einer binären Ja/Nein-Antwort. Ziel ist es, den fachlichen Inhalt eines BIM-Modells für eine bestimmte Anwendung zu prüfen. Es werden keine Programmierregeln benötigt, sondern lediglich Filter für die Abfrage relevanter Informationen. Diese können dann in nachgelagerter Software wie Tabellenkalkulation, Textverarbeitung oder Datenbanken weiter ausgewertet werden. (Hjelseth & Nisbet, 2010; Moyses, 2022)

Die technischen Möglichkeiten sind gross, aber dies erfordert ein hohes Mass an Input durch BIM-Dateien und fortschrittliche, präzise Regeln für die Verarbeitung. Der Reifegrad des Austauschs von BIM-Dateien mit einem sehr spezifischen Informationsgehalt ist derzeit gering (Hjelseth, 2015a).

(Hjelseth & Nisbet, 2010) definieren vier eindeutige Konzepte für die Modellprüfung: 1. Validieren = bestanden/nicht bestanden entsprechend der Einhaltung der Vorschriften, 2. Leiten = Präsentation kontextbezogener Optionen, 3. Adaptiv = selbstanpassende (intelligente) Objekte und 4. Inhaltsbasierte Modellprüfung (Inhalt der Informationen in einem BIM-Projekt, z. B. IFC-Format). Diese Konzepte erfüllen unterschiedliche Zwecke, wobei Validierungssysteme aus Sicht der Baubehörden die grösste Relevanz darstellen.

Konkreter auf Softwareanwendungen und deren technischen Möglichkeiten bezogen bietet bspw. der Ruleset Manager in 'Solibri' über 50 spezifische Regelvorlagen. «Um die definierten Prüfprozesse auszutauschen und gemeinsam zu nutzen, kann der Rulesatz lokal gespeichert werden. ... Die Komposition der Standard-Regeln im Ruleset Manager ermöglicht dem Nutzer einen gewissen Grad an Transparenz für den Prüfprozess und dessen Ablauf.» Zusätzlich werden bestimmte Regelsätze, wie die Überprüfung der Barrierefreiheit nach ADA/ABA14 oder ISO DIS 21542, als Erweiterungen im 'Solibri Solution Center' zur Verfügung gestellt (Borrmann et al., 2021, pp. 452-454). Andere umschreiben 'UpCodes Web' als eine digitale Plattform, die umfangreiche Bauvorschriften der Vereinigten Staaten sowie diverse Modellvorschriften des International Code Council online bereitstellt (Preidel et al. in, Borrmann et al., 2021, p. 454). Es gibt aber auch herstellerneutrale Darstellungen von Regelwerken, wie sie bspw. im australischen Forschungsprojekt 'DesignCheck' realisiert wurden. Dabei wurde der australische Code 'Design for access and mobility' mit Hilfe des kommerziellen Systems 'EDModelChecker' umgesetzt. (Borrmann et al., 2021, pp. 455-459) Die beschriebenen Verfahren ermöglichen bereits heute grundlegende automatisierte Prüfungen in den meisten Fällen sind diese jedoch geometrischer Art, wie z.B. Barrierefreiheit, Kubaturen, Fensterflächen, Höhen oder Fluchtweganalysen. Eine umfassende Anwendung zur automatisierten Konformitätsprüfung von Baugenehmigungen existiert noch nicht.

Für die Unterscheidung einer Leistungs- bzw. präskriptionsbasierte Modellprüfung ist es wichtig anzumerken, dass BIM-basierte Modellprüfsoftware diskrete Werte verwendet, während präskriptive Vorschriften qualitativ strukturiert sind und quantitative Metriken erfordern, um in der Software als Regeln verarbeitet zu werden. Die Implementierung solcher Vorschriften in die Software gestaltet sich aufgrund dieser Unterschiede als herausfordernd, jedoch sind präskriptive Vorschriften bereits prinzipiell für die Umsetzung in die Software vorbereitet, was die Konvertierung in Regeln erleichtert (Hjelseth, 2012, pp. 466-469).

Entsprechende Validierungen können mit einer Modellprüfsoftware durchgeführt werden und für den Anwender transparent oder intransparent sein. (Preidel et al. in, Borrmann et al., 2021, pp. 447-450) unterscheiden in zwischen Black-Box- und White-Box-Methoden. Die Black-Box-Methode verbirgt den internen Bearbeitungsprozess und liefert nur Input- und Outputwerte, während die White-Box-Methode diesen Prozess offen legt. Die Autoren beschreiben auf der Basis von mehreren Forschungsergebnissen, dass die Black-Box-Methode zu Vertrauensproblemen führen und die Automatisierung von Prozessen erschweren kann. Das sei auch darauf zurückzuführen, dass die Planenden die Ergebnisse manuell überprüfen müssen, um ihrer rechtlichen Verantwortung gerecht zu werden (Preidel et al. in, Borrmann et al., 2021, p. 448).

(Fauth, 2021, pp. 69-70) beschreibt in ihrer Dissertation, dass in den letzten Jahren mehrere Möglichkeiten zur automatisierten Prüfung der Einhaltung von Bauvorschriften (ACCC) entwickelt wurden (Ding et al., 2006; Eastman et al., 2009; Ponowitz & Bargstaedt, 2019, p. 1562; Zou et al., 2022). Gestützt auf den Forschungsergebnissen von (Nawari & Alsaffar, 2015, p. 166 ff.) erörtert sie, dass nicht alle Bauverordnungen in maschinell verarbeitbare Codes übersetzen lassen und manuell durch den Menschen aufbereitet werden müssen.

Zudem wird erörtert, dass die Qualität vom Input-DBM einen wesentlichen Einfluss auf die Umsetzung bei der Programmierung von Regeln hat (Ding et al., 2006, p. 11; Fauth, 2021, p. 69)»

Ergebnis:

Your Text is Most Likely Human written, may include parts generated by AI/GPT



Die Building Information Modeling (BIM)-Methodik stellt eine kollaborative Arbeitsmethodik dar, die eine konstruktive Zusammenarbeit verschiedener Akteure im Bauprozess ermöglicht (Schulze et al., 2023). Dabei kommen digitale Bauwerksmodelle (DBM) zum Einsatz, um komplexe architektonische Strukturen und technische Planungen virtuell zu erfassen, zu visualisieren und gemeinsam zu bearbeiten. Diese DBM integrieren eine Vielzahl von Informationen wie bspw. Geometrien, Materialien, technische Details, bauliche physikalische Eigenschaften, Abläufe oder Termine (Bormann et al., 2021, pp. 314–315).

Für die Modellierung und Kommunikation mit digitalen Bauwerksmodellen gibt es unterschiedliche Ansätze openBIM und closeBIM. OpenBIM ermöglicht durch die Verwendung offener, standardisierter Datenformate wie dem IFC-Schema eine transparente und interoperable Kommunikation zwischen den beteiligten Gewerken. Der Ansatz von closeBIM greift dagegen auf geschlossene bzw. herstellerspezifische Datenformate zurück. Man spricht in diesem Fall auch von einem nativen Datenformat, da alle Projektbeteiligten über eine Software verfügen müssen, die dieses Format interpretieren bzw. verarbeiten kann (Bormann et al., 2021, pp. 12–14).

Um Informationen bedarfsgerecht nutzen zu können, bietet das Konzept des Level of Information Need (LOIN) eine Orientierung für den spezifischen Informationsbedarf innerhalb eines BIM-Projektes unter Berücksichtigung des Detaillierungsgrades und der individuellen Bedürfnisse der Stakeholder (SN EN ISO 19650-1, 2018, p. 1). Es dient als Leitfaden für die effiziente Bereitstellung und Verwaltung von Daten über den gesamten Lebenszyklus eines Bauwerks. Der geforderte Informationsbedarf kann dabei in zwei Anforderungen unterteilt werden: Geometrie = Level of Geometry (LOG) und Information = Level of Information (LOI) (Bawin digital Schweiz, 2018, p. 7 ff.).

Mit Hilfe vom BIM Collaboration Format (BCF) wird die Kommunikation und Zusammenarbeit innerhalb eines BIM-Projektes durch ein standardisiertes Dateiformat erleichtert. Dies ermöglicht den Austausch von Kommentaren, Anmerkungen und Änderungsvorschlägen innerhalb des Modells, was zu einer Verbesserung der Effizienz und Transparenz in der Kommunikation führt (buildingSMART International, 2019). Weiter ermöglicht buildingSMART International mit einer Model View Definition (MVD) die Definition spezifischer Sichten und Darstellungen eines BIM-Modells entsprechend den Bedürfnissen und Interessen der beteiligten Parteien. Diese Definition legt fest, welche Informationen aus dem Modell extrahiert und in welcher Form sie dargestellt werden, um den unterschiedlichen Anforderungen und Kontexten gerecht zu werden. Das kann auch Systemübergreifend erfolgen (buildingSMART International, 2024).

In diesem Kapitel werden die verschiedenen Aspekte erörtert, welche die Baueingabeprüfung mithilfe von digitalen Bauwerksmodellen beeinflussen können.

Einleitend muss immer unterschieden werden, ob es sich um eine Regelprüfung oder eine Konformitätsprüfung handelt. (Klooster et al., 2019a, pp. 20–29)

Zu diesem Zweck haben (Eastman et al., 2009, pp. 1016–1017) vgl. der Abbildung 2 vier Klassen von Funktionen identifiziert, die ein Regelkontrollsystem unterstützen sollte. Die ersten drei Schritte: Übersetzung der Regeln in eine maschinenlesbare Sprache, Aufbereitung der Gebäudemodelldaten und Durchführung des Prüfprozesses dienen dem Aufbau und der Durchführung einer Regelprüfung. Diese Ergebnisse können in einem weiteren Schritt aufbereitet und die Prüfergebnisse als Konformitätsprüfung dargestellt werden.

Mit fortschreitender technischer Entwicklung existieren seit einigen Jahren Möglichkeiten der modellbasierten Überprüfung bzw. Validierung von digitalen Bauwerksmodellen. Dabei wird eine Validierungsprüfung durchgeführt, um festzustellen, ob der Modellinhalt den relevanten Normen/Regeln entspricht. Diese Prüfung erfolgt anhand vordefinierter Kriterien und führt zu einer binären Ja/Nein-Antwort. Ziel ist es, den fachlichen Inhalt eines BIM-Modells für eine bestimmte Anwendung zu prüfen. Es werden keine Programmierregeln benötigt, sondern lediglich Filter für die Abfrage relevanter Informationen. Diese können dann in nachgelagerter Software wie Tabellenkalkulation, Textverarbeitung oder Datenbanken weiter ausgewertet werden. (Hjelseth & Nisbet, 2010; Mojias, 2022)

Die technischen Möglichkeiten sind gross, aber dies erfordert ein hohes Mass an Input durch BIM-Daten und fortschrittliche, präzise Regeln für die Verarbeitung. Der Reifegrad des Austauschs von BIM-Daten mit einem sehr spezifischen Informationsgehalt ist derzeit gering (Hjelseth, 2015a).

(Hjelseth & Nisbet, 2010) definieren vier eindeutige Konzepte für die Modellprüfung: 1. Validieren = bestanden/nicht bestanden entsprechend der Einhaltung der Vorschriften, 2. Leiten = Präsentation kontextbezogener Optionen, 3. Adaptiv = selbstanpassende (intelligente) Objekte und 4. Inhaltsbasierte Modellprüfung (Inhalt der Informationen in einem BIM-Projekt, z. B. IFC-Format). Diese Konzepte erfüllen unterschiedliche Zwecke, wobei Validierungssysteme aus Sicht der Baubehörden die grösste Relevanz darstellen.

Konkreter auf Softwareanwendungen und deren technischen Möglichkeiten bezogen bietet bspw. der Ruleset Manager in 'Solibri' über 50 spezifische Regelvorlagen. «Um die definierten Prüfprozesse auszutauschen und gemeinsam zu nutzen, kann der Ruleset lokal gespeichert werden ... Die Komposition der Standard-Regeln im Ruleset Manager ermöglicht dem Nutzer einen gewissen Grad an Transparenz für den Prüfprozess und dessen Ablauf.» Zusätzlich werden bestimmte Regelsätze, wie die Überprüfung der Barrierefreiheit nach ADA/ABA14 oder ISO DIS 21542, als Erweiterungen im 'Solibri Solution Center' zur Verfügung gestellt (Bormann et al., 2021, pp. 452–454). Andere umschreiben 'UpCodes Web' als eine digitale Plattform, die umfangreiche Bauvorschriften der Vereinigten Staaten sowie diverse Modellvorschriften des International Code Council online bereitstellt (Preidel et al. in, Bormann et al., 2021, p. 454). Es gibt aber auch herstellerneutrale Darstellungen von Regelwerken, wie sie bspw. im australischen Forschungsprojekt 'Design-Check' realisiert wurden. Dabei wurde der australische Code 'Design for access and mobility' mit Hilfe des kommerziellen Systems 'EDModelChecker' umgesetzt (Bormann et al., 2021, pp. 455–459). Die beschriebenen Verfahren ermöglichen bereits heute grundlegende automatisierte Prüfungen in den meisten Fällen sind diese jedoch geometrischer Art, wie z.B. Barrierefreiheit, Kubaturen, Fensterflächen, Höhen oder Fluchtweganalysen. Eine umfassende Anwendung zur automatisierten Konformitätsprüfung von Baugenehmigungen existiert noch nicht. Für die Unterscheidung einer Leistungs- bzw. präskriptionsbasierte Modellprüfung ist es wichtig anzumerken, dass BIM-basierte Modellprüfsoftware diskrete Werte verwendet, während präskriptive Vorschriften qualitativ strukturiert sind und quantitative Metriken erfordern, um in der Software als Regeln verarbeitet zu werden. Die Implementierung solcher Vorschriften in die Software gestaltet sich aufgrund dieser Unterschiede als herausfordernd, jedoch sind präskriptive Vorschriften bereits prinzipiell für die Umsetzung in die Software vorbereitet, was die Konvertierung in Regeln erleichtert (Hjelseth, 2012, pp. 466–469).

Entsprechende Validierungen können mit einer Modellprüfsoftware durchgeführt werden und für den Anwender transparent oder intransparent sein. (Preidel et al. in, Bormann et al., 2021, pp. 447–450) unterscheiden zwischen Black-Box- und White-Box-Methoden. Die Black-Box-Methode verbirgt den internen Bearbeitungsprozess und liefert nur Input- und Outputwerte, während die White-Box-Methode diesen Prozess offen legt. Die Autoren beschreiben auf der Basis von mehreren Forschungsergebnissen, dass die Black-Box-Methode zu Vertrauensproblemen führen und die Automatisierung von Prozessen erschweren kann. Das sei auch darauf zurückzuführen, dass die Planenden die Ergebnisse manuell überprüfen müssen, um ihrer rechtlichen Verantwortung gerecht zu werden (Preidel et al. in, Bormann et al., 2021, p. 448).

(Fauth, 2021, pp. 69–70) beschreibt in ihrer Dissertation, dass in den letzten Jahren mehrere Möglichkeiten zur automatisierten Prüfung der Einhaltung von Bauvorschriften (ACCC) entwickelt wurden (Ding et al., 2006; Eastman et al., 2009; Ponnewitz & Bargstaedt, 2019, p. 1562; Zou et al., 2022). Gestützt auf den Forschungsergebnissen von (Nawari & Alsaifar, 2015, p. 166 ff.) erörtert sie, dass nicht alle Bauverordnungen in maschinell verarbeitbare Codes übersetzt lassen und manuell durch den Menschen aufbereitet werden müssen.

Zudem wird erörtert, dass die Qualität vom Input-DBM einen wesentlichen Einfluss auf die Umsetzung bei der Programmierung von Regeln hat. (Ding et al., 2006, p. 11; Fauth, 2021, p. 69)

Highlighted text is suspected to be most likely generated by AI*

8940 Characters
1108 Words

Export to PDF

Plattform: www.zerogpt.com

Anfragezeitpunkt: 13.05.2024, 19:08

Testabschnitt:

«Nachfolgend die Beschreibung der Tätigkeiten entsprechend dem Prozessschema in der Abbildung 26.

Der Prozessschritt 'Vorstufe' beginnt damit, dass die Einreichenden das DBM über die Web-Applikation hochladen [01]. Dieses DBM wird dann einem automatisierten Prüfsystem unterzogen, das verschiedene Schritte durchläuft.

Zunächst erfolgt eine automatische Validierung des DBM, um festzustellen ob es sich um ein gültiges IFC-Modell handelt [02]. Diese Validierung wird mittels Python-Skript durchgeführt, welches auf der Seite 53 ausführlich beschrieben wird. Wenn das DBM nicht gültig ist, wird den Einreichenden zusammen mit einem detaillierten Bericht über die festgestellten Mängel, direkt ein Rückmeldung gegeben.

Die Einreichenden werden daraufhin aufgefordert, das DBM zu überarbeiten oder Fehler zu korrigieren [09].

Wenn das DBM als gültig erkannt wird, erfolgt die Speicherung des Modells auf dem Server der Behörde [03].»

Ergebnis:

Your Text is Human written



«Nachfolgend die Beschreibung der Tätigkeiten entsprechend dem Prozessschema in der Abbildung 26. Der Prozessschritt 'Vorstufe' beginnt damit, dass die Einreichenden das DBM über die Web-Applikation hochladen [01]. Dieses DBM wird dann einem automatisierten Prüfsystem unterzogen, das verschiedene Schritte durchläuft.

Zunächst erfolgt eine automatische Validierung des DBM, um festzustellen ob es sich um ein gültiges IFC-Modell handelt [02]. Diese Validierung wird mittels Python-Skript durchgeführt, welches auf der Seite 53 ausführlich beschrieben wird. Wenn das DBM nicht gültig ist, wird den Einreichenden zusammen mit einem detaillierten Bericht über die festgestellten Mängel, direkt ein Rückmeldung gegeben.

Die Einreichenden werden daraufhin aufgefordert, das DBM zu überarbeiten oder Fehler zu korrigieren [09].

Wenn das DBM als gültig erkannt wird, erfolgt die Speicherung des Modells auf dem Server der Behörde [03].»

■ Highlighted text is suspected to be most likely generated by AI*

932 Characters

125 Words

 [Export to PDF](#)

Überprüfung auf die Verwendung von KI beim nachfolgenden Testabschnitt (Kapitel 5.4.1)

Plattform: www.zerogpt.com

Anfragezeitpunkt: 13.05.2024, 19:17

Testabschnitt:

«Mithilfe vom BCF-Standard kann eine standardisierte Kommunikation zwischen den Ämtern und Einreichenden gewährleistet werden. Dies umfasst die Übermittlung von rechtsverbindlichen Entscheidungen, die Mitteilung von Prüfergebnissen sowie von Bereinigungsaufforderungen. Die transparente Kommunikation wird verortet, Rückmeldungen werden klar formuliert und Missverständnisse reduziert.

Die Nachvollziehbarkeit wird verbessert, da Ereignisse zeitlich markiert werden und eine einheitliche Historie vorhanden ist. Die Einreichenden können die Ereignisberichte verschiedener Behörden, wie z.B. der Brandschutzbehörde, einsehen. Auch Stadtplanungsausschüsse und Fachgremien können ihre Anliegen, Bedenken und Entscheidungen eindeutig zuordnen.

Die direkte Einbindung in den bestehenden Planungsprozess ermöglicht den Planenden eine nahtlose Integration. Darüber hinaus besteht die Möglichkeit, einen PDF-Bericht aller Entscheidungen und Bereinigungsaufforderungen zu exportieren, um auch Personen ohne Zugang zur entsprechenden BMC-Software den Zugriff zu ermöglichen.

Diese Technologie kann auch für die Kommunikation zwischen verschiedenen Ämtern und Fachstellen genutzt werden. Alle Akteure der Behörde haben die gleichen Möglichkeiten wie die Einreichenden, so dass eine einheitliche Historie der fachlichen Entscheidungen entsteht, die später von den Einreichenden eingesehen werden kann. Problemfälle und spezifische Fachprüfungen können direkt einer Person oder einer Fachabteilung vgl. dem rechten Bereich der Abbildung 40 zugeordnet werden. Dies ohne ausführlich verfasste Berichte, da diese durch Geometrie und Bildmaterial unterstützt werden.»

Ergebnis:

Your Text is Human written



«Mithilfe vom BCF-Standard kann eine standardisierte Kommunikation zwischen den Ämtern und Einreichenden gewährleistet werden. Dies umfasst die Übermittlung von rechtsverbindlichen Entscheidungen, die Mitteilung von Prüfergebnissen sowie von Bereinigungsaufforderungen. Die transparente Kommunikation wird verortet, Rückmeldungen werden klar formuliert und Missverständnisse reduziert.

Die Nachvollziehbarkeit wird verbessert, da Ereignisse zeitlich markiert werden und eine einheitliche Historie vorhanden ist. Die Einreichenden können die Ereignisberichte verschiedener Behörden, wie z.B. der Brandschutzbehörde, einsehen. Auch Stadtplanungsausschüsse und Fachgremien können ihre Anliegen, Bedenken und Entscheidungen eindeutig zuordnen.

Die direkte Einbindung in den bestehenden Planungsprozess ermöglicht den Planenden eine nahtlose Integration. Darüber hinaus besteht die Möglichkeit, einen PDF-Bericht aller Entscheidungen und Bereinigungsaufforderungen zu exportieren, um auch Personen ohne Zugang zur entsprechenden BMC-Software den Zugriff zu ermöglichen.

Diese Technologie kann auch für die Kommunikation zwischen verschiedenen Ämtern und Fachstellen genutzt werden. Alle Akteure der Behörde haben die gleichen Möglichkeiten wie die Einreichenden, so dass eine einheitliche Historie der fachlichen Entscheidungen entsteht, die später von den Einreichenden eingesehen werden kann. Problemfälle und spezifische Fachprüfungen können direkt einer Person oder einer Fachabteilung vgl. dem rechten Bereich der Abbildung 40 zugeordnet werden. Dies ohne ausführlich verfasste Berichte, da diese durch Geometrie und Bildmaterial unterstützt werden.»

■ Highlighted text is suspected to be most likely generated by AI*

1'657 Characters

192 Words

 **Export to PDF**

Folgetest aufgrund von nicht nachvollziehbarem Ergebnis beim Testabschnitt (Kapitel 2.2), Reihenfolge ist wie dokumentiert.

Plattform: www.deepl.com/write

Anfragezeitpunkt: 13.05.2024, 19:28

Testabschnitt: (stile = academic)

German ▾ ↻ Show changes Style ▾

Die Building Information Modelling (BIM)-Methodik stellt eine **kokreative** Arbeitsmethodik dar, die eine **konstruktive** Zusammenarbeit verschiedener Akteure im Bauprozess ermöglicht (Schulze et al., 2023). Dabei kommen digitale Bauwerksmodelle (DBM) zum Einsatz, um komplexe architektonische Strukturen und technische Planungen virtuell zu erfassen, zu visualisieren und gemeinsam zu bearbeiten. Diese DBM integrieren eine Vielzahl von Informationen wie bspw.: Geometrien, Materialien, technische Details, bau-physikalische Eigenschaften, Abläufe oder Termine (Borrmann et al., 2021, pp. 314–315). Für die Modellierung und Kommunikation mit digitalen Bauwerksmodellen gibt es die unterschiedlichen Ansätze openBIM und closeBIM. OpenBIM ermöglicht durch die Verwendung offener, standardisierter Datenformate wie dem IFC-Schema eine transparente und interoperable Kommunikation zwischen den beteiligten Gewerken. Der Ansatz von closeBIM greift dagegen auf geschlossene bzw. herstellereigenspezifische Datenformate zurück. Man spricht in diesem Fall auch von einem nativen Datenformat, da alle Projektbeteiligten über eine Software verfügen müssen, die dieses Format interpretieren bzw. verarbeiten kann (Borrmann et al., 2021, pp. 12–14). Um Informationen bedarfsgerecht nutzen zu können, bietet das Konzept des Level of Information Need (LOIN) eine Orientierung für den spezifischen Informationsbedarf innerhalb eines BIM-Projektes unter Berücksichtigung des Detaillierungsgrades und der individuellen Bedürfnisse der Stakeholder (SN EN ISO 19650-1, 2018, p. 13). Es dient als Leitfaden für die effiziente Bereitstellung und Verwaltung von Daten über den gesamten Lebenszyklus eines Bauwerks. Der geforderte Informationsbedarf kann dabei in zwei Anforderungen unterteilt werden: Geometrie = Level of Geometry (LOG) und Information = Level of Information (LOI) (Bauen digital Schweiz, 2018, p. 7 ff.).

Die Building Information Modelling (BIM)-Methodik stellt eine **kooperative** Arbeitsmethodik dar, die eine **kollaborative** Zusammenarbeit verschiedener Akteure im Bauprozess ermöglicht (Schulze et al., 2023). Dabei kommen digitale Bauwerksmodelle (DBM) zum Einsatz, um komplexe architektonische Strukturen und technische Planungen virtuell zu erfassen, zu visualisieren und gemeinsam zu bearbeiten. Diese DBM integrieren eine Vielzahl von Informationen wie **beispielsweise: Zu den integrierten Informationen zählen** Geometrien, Materialien, technische Details, **bauphysikalische** Eigenschaften, Abläufe oder Termine (vgl. Borrmann et al., 2021, S. 314–315). Für die Modellierung und Kommunikation mit digitalen Bauwerksmodellen **existieren** zwei unterschiedliche Ansätze, nämlich openBIM und closeBIM. Der Ansatz von OpenBIM **basiert auf der** Verwendung offener, standardisierter Datenformate wie dem IFC-Schema, **wodurch** eine transparente und interoperable Kommunikation zwischen den beteiligten Gewerken **ermöglicht wird**. Der Ansatz von CloseBIM **hingegen greift auf** geschlossene bzw. **herstellereigenspezifische** Datenformate zurück. **In diesem Kontext wird auch von einem nativen Datenformat gesprochen, da alle Projektbeteiligten über eine Software verfügen müssen, die dieses Format interpretieren bzw. verarbeiten kann** (vgl. Borrmann et al., 2021, S. 12–14). Um Informationen bedarfsgerecht nutzen zu können, bietet das Konzept des Level of Information Need (LOIN) eine Orientierung für den spezifischen Informationsbedarf innerhalb eines BIM-Projektes unter Berücksichtigung des Detaillierungsgrades und der individuellen Bedürfnisse der Stakeholder (SN EN ISO 19650-1, 2018, S. 13). Es **fungiert** als Leitfaden für die effiziente Bereitstellung und Verwaltung von Daten über den gesamten Lebenszyklus eines Bauwerks. Der geforderte Informationsbedarf kann dabei in zwei Anforderungen unterteilt werden: Geometrie = Level of Geometry (LOG) und Information = Level of Information (LOI) (Bauen digital Schweiz, 2018, S. 7 ff.).

1896

Plattform: www.zerogpt.com

Anfragezeitpunkt: 13.05.2024, 19:37

Testabschnitt:

«Die Building Information Modelling (BIM)-Methodik stellt eine **kooperative** Arbeitsmethodik dar, die eine **kollaborative** Zusammenarbeit verschiedener Akteure im Bauprozess ermöglicht (Schulze et al., 2023). Dabei kommen digitale Bauwerksmodelle (DBM) zum Einsatz, um komplexe architektonische Strukturen und technische Planungen virtuell zu erfassen, zu visualisieren und gemeinsam zu bearbeiten. Diese DBM integrieren eine Vielzahl von Informationen wie beispielsweise: Zu den integrierten Informationen zählen Geometrien, Materialien, technische Details, bauphysikalische Eigenschaften, Abläufe oder Termine (vgl. Borrmann et al., 2021, S. 314–315).

Für die Modellierung und Kommunikation mit digitalen Bauwerksmodellen existieren zwei unterschiedliche Ansätze, nämlich openBIM und closeBIM. Der Ansatz von OpenBIM basiert auf der Verwendung offener, standardisierter Datenformate wie dem IFC-Schema, wodurch eine transparente und interoperable Kommunikation zwischen den beteiligten Gewerken ermöglicht wird. Der Ansatz von CloseBIM hingegen greift auf geschlossene bzw. herstellereigenspezifische Datenformate zurück. In diesem Kontext wird auch von einem nativen Datenformat gesprochen, da alle Projektbeteiligten über eine Software verfügen müssen, die dieses Format interpretieren bzw. verarbeiten kann (vgl. Borrmann et al., 2021, S. 12–14).

Um Informationen bedarfsgerecht nutzen zu können, bietet das Konzept des Level of Information Need (LOIN) eine Orientierung für den spezifischen Informationsbedarf innerhalb eines BIM-Projektes unter Berücksichtigung des Detaillierungsgrades und der individuellen Bedürfnisse der Stakeholder (SN EN ISO 19650-1, 2018, S. 13). Es fungiert als Leitfaden für die effiziente Bereitstellung und Verwaltung von Daten über den gesamten Lebenszyklus eines Bauwerks. Der geforderte Informationsbedarf kann dabei in zwei Anforderungen unterteilt werden: Geometrie = Level of Geometry (LOG) und Information = Level of Information (LOI) (Bauen digital Schweiz, 2018, S. 7 ff.)»

Ergebnis:

Most of Your Text is AI/GPT Generated

72.79% AI GPT*

Die Building Information Modelling (BIM)-Methodik stellt eine **kooperative** Arbeitsmethodik dar, die eine **kollaborative** Zusammenarbeit verschiedener Akteure im Bauprozess ermöglicht (Schulze et al., 2023). **Dabei kommen digitale Bauwerksmodelle (DBM) zum Einsatz, um komplexe architektonische Strukturen und technische Planungen virtuell zu erfassen, zu visualisieren und gemeinsam zu bearbeiten. Diese DBM integrieren eine Vielzahl von Informationen wie beispielsweise: Zu den integrierten Informationen zählen Geometrien, Materialien, technische Details, bauphysikalische Eigenschaften, Abläufe oder Termine (vgl. Borrmann et al., 2021, S. 314–315).**

Für die Modellierung und Kommunikation mit digitalen Bauwerksmodellen existieren zwei unterschiedliche Ansätze, nämlich openBIM und closeBIM. Der Ansatz von OpenBIM basiert auf der Verwendung offener, standardisierter Datenformate wie dem IFC-Schema, wodurch eine transparente und interoperable Kommunikation zwischen den beteiligten Gewerken ermöglicht wird. Der Ansatz von CloseBIM hingegen greift auf geschlossene bzw. herstellereigenspezifische Datenformate zurück. In diesem Kontext wird auch von einem nativen Datenformat gesprochen, da alle Projektbeteiligten über eine Software verfügen müssen, die dieses Format interpretieren bzw. verarbeiten kann (vgl. Borrmann et al., 2021, S. 12–14).

Um Informationen bedarfsgerecht nutzen zu können, bietet das Konzept des Level of Information Need (LOIN) eine Orientierung für den spezifischen Informationsbedarf innerhalb eines BIM-Projektes unter Berücksichtigung des Detaillierungsgrades und der individuellen Bedürfnisse der Stakeholder (SN EN ISO 19650-1, 2018, S. 13). Es fungiert als Leitfaden für die effiziente Bereitstellung und Verwaltung von Daten über den gesamten Lebenszyklus eines Bauwerks. Der geforderte Informationsbedarf kann dabei in zwei Anforderungen unterteilt werden: Geometrie = Level of Geometry (LOG) und Information = Level of Information (LOI) (Bauen digital Schweiz, 2018, S. 7 ff.).

Highlighted text is suspected to be most likely generated by AI*

2'008 Characters
251 Words

Export to PDF

Plattform: www.zerogpt.com

Anfragezeitpunkt: 13.05.2024, 19:43

Testabschnitt: (identisch wie 19:37)!


«Die Building Information Modelling (BIM)-Methodik stellt eine kooperative Arbeitsmethodik dar, die eine kollaborative Zusammenarbeit verschiedener Akteure im Bauprozess ermöglicht (Schulze et al., 2023). Dabei kommen digitale Bauwerksmodelle (DBM) zum Einsatz, um komplexe architektonische Strukturen und technische Planungen virtuell zu erfassen, zu visualisieren und gemeinsam zu bearbeiten. Diese DBM integrieren eine Vielzahl von Informationen wie beispielsweise: Zu den integrierten Informationen zählen Geometrien, Materialien, technische Details, bauphysikalische Eigenschaften, Abläufe oder Termine (vgl. Borrmann et al., 2021, S. 314–315).

Für die Modellierung und Kommunikation mit digitalen Bauwerksmodellen existieren zwei unterschiedliche Ansätze, nämlich openBIM und closeBIM. Der Ansatz von OpenBIM basiert auf der Verwendung offener, standardisierter Datenformate wie dem IFC-Schema, wodurch eine transparente und interoperable Kommunikation zwischen den beteiligten Gewerken ermöglicht wird. Der Ansatz von CloseBIM hingegen greift auf geschlossene bzw. herstellerspezifische Datenformate zurück. In diesem Kontext wird auch von einem nativen Datenformat gesprochen, da alle Projektbeteiligten über eine Software verfügen müssen, die dieses Format interpretieren bzw. verarbeiten kann (vgl. Borrmann et al., 2021, S. 12–14).

Um Informationen bedarfsgerecht nutzen zu können, bietet das Konzept des Level of Information Need (LOIN) eine Orientierung für den spezifischen Informationsbedarf innerhalb eines BIM-Projektes unter Berücksichtigung des Detaillierungsgrades und der individuellen Bedürfnisse der Stakeholder (SN EN ISO 19650-1, 2018, S. 13). Es fungiert als Leitfaden für die effiziente Bereitstellung und Verwaltung von Daten über den gesamten Lebenszyklus eines Bauwerks. Der geforderte Informationsbedarf kann dabei in zwei Anforderungen unterteilt werden: Geometrie = Level of Geometry (LOG) und Information = Level of Information (LOI) (Bauen digital Schweiz, 2018, S. 7 ff.)»

Ergebnis:

Most of Your Text is AI/GPT Generated



67.44% AI GPT*

«Die Building Information Modelling (BIM)-Methodik stellt eine kooperative Arbeitsmethodik dar, die eine kollaborative Zusammenarbeit verschiedener Akteure im Bauprozess ermöglicht (Schulze et al., 2023). Dabei kommen digitale Bauwerksmodelle (DBM) zum Einsatz, um komplexe architektonische Strukturen und technische Planungen virtuell zu erfassen, zu visualisieren und gemeinsam zu bearbeiten. Diese DBM integrieren eine Vielzahl von Informationen wie beispielsweise: Zu den integrierten Informationen zählen Geometrien, Materialien, technische Details, bauphysikalische Eigenschaften, Abläufe oder Termine (vgl. Borrmann et al., 2021, S. 314–315).

Für die Modellierung und Kommunikation mit digitalen Bauwerksmodellen existieren zwei unterschiedliche Ansätze, nämlich openBIM und closeBIM. Der Ansatz von OpenBIM basiert auf der Verwendung offener, standardisierter Datenformate wie dem IFC-Schema, wodurch eine transparente und interoperable Kommunikation zwischen den beteiligten Gewerken ermöglicht wird. Der Ansatz von CloseBIM hingegen greift auf geschlossene bzw. herstellerspezifische Datenformate zurück. In diesem Kontext wird auch von einem nativen Datenformat gesprochen, da alle Projektbeteiligten über eine Software verfügen müssen, die dieses Format interpretieren bzw. verarbeiten kann (vgl. Borrmann et al., 2021, S. 12–14).

Um Informationen bedarfsgerecht nutzen zu können, bietet das Konzept des Level of Information Need (LOIN) eine Orientierung für den spezifischen Informationsbedarf innerhalb eines BIM-Projektes unter Berücksichtigung des Detaillierungsgrades und der individuellen Bedürfnisse der Stakeholder (SN EN ISO 19650-1, 2018, S. 13). Es fungiert als Leitfaden für die effiziente Bereitstellung und Verwaltung von Daten über den gesamten Lebenszyklus eines Bauwerks. Der geforderte Informationsbedarf kann dabei in zwei Anforderungen unterteilt werden: Geometrie = Level of Geometry (LOG) und Information = Level of Information (LOI) (Bauen digital Schweiz, 2018, S. 7 ff.)»

Highlighted text is suspected to be most likely generated by AI*

2'012 Characters
251 Words

Export to PDF

