

BIM im digitalen Baubewilligungsprozess

Prozessentwicklung und Validierung mittels Lean Management Methoden

Jonas WITTMANN, B.Eng.

Innsbruck, Juni 2022

M A S T E R A R B E I T

eingereicht an der Leopold-Franzens-Universität Innsbruck, Fakultät für Technische
Wissenschaften zur Erlangung des akademischen Grades

Diplomingenieur

Diese Masterarbeit ist der Vertiefungsrichtung „Baustoffe, Baubetrieb und
Projektmanagement“ des Masterstudiums Bauingenieurwissenschaften zugeordnet.

Beurteiler:

Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. Matthias FLORA

Institut für Konstruktion und Materialwissenschaften

Arbeitsbereich Baumanagement, Baubetrieb und Tunnelbau

Betreuer: Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. Matthias FLORA
Universität Innsbruck
Institut für Konstruktion und Materialwissenschaften
Arbeitsbereich Baumanagement, Baubetrieb und Tunnelbau

Mitbetreuer: Univ. Ass. DI Werner GÄCHTER
Universität Innsbruck
Institut für Konstruktion und Materialwissenschaften
Arbeitsbereich Baumanagement, Baubetrieb und Tunnelbau

Danksagung

Hiermit möchte ich mich herzlichst bei all jenen bedanken, die mich bei der Ausarbeitung dieser Masterarbeit unterstützt haben.

Allen voran gilt mein Dank meinem Betreuer DI Werner GÄCHTER, welcher mir im Rahmen zahlloser Besprechungen stets mit konstruktiven Ideen und inhaltlichen Rückmeldungen zur Seite stand.

Ebenfalls bedanken möchte ich mich bei Univ.-Prof. DI Dr. Matthias FLORA der diese Arbeit erst ermöglicht hat.

DI Dr. Georg FRÖCH und Maria GRUBER danke ich für ihr stets konstruktives Feedback, welches die inhaltliche Qualität dieser Arbeit ganz wesentlich beeinflusst hat.

Darüber hinaus möchte ich mich bei Herrn Ing. Mag. Peter DRAXL bedanken, welcher als Leiter des Bauamts der Gemeinde Inzing wertvolle Anregungen und Rückmeldungen hinsichtlich der praktischen Umsetzbarkeit der erarbeiteten Prozesse bereitstellen konnte und damit eine praxisnahe Ausarbeitung der gegenständlichen Arbeit ermöglicht hat. Gleiches gilt für Herrn Andreas SAUSGRUBER, MSc, der mir einen detaillierten Einblick in die themenbezogenen Softwareanwendungen der Kufgem GmbH geben konnte.

Ohne euch wäre diese Arbeit nicht möglich gewesen – *Danke!*

Kurzfassung

Zielsetzung dieser Arbeit ist die wissenschaftliche Ausarbeitung möglicher Anwendungsstrategien der Building Information Modeling (BIM) Methodik innerhalb eines in digitaler Form ablaufenden Baubewilligungsprozesses. Die Miteinbeziehung von Methoden aus dem Bereich des Lean Managements soll zu einer Optimierung behördlicher Prozessstrukturen sowie einer effizienteren Gestaltung des gesamten Baubewilligungsverfahrens beitragen und so einen Mehrwert, sowohl für Behörden als auch Antragsteller, erwirken.

In den einführenden Grundlagenkapiteln werden zunächst relevante Inhalte aus den Bereichen BIM und Lean in allgemeiner Form erläutert sowie konzeptionell auf die gegenständliche Thematik übertragen. Darüber hinaus erfolgt ein Einblick in die, für das Tiroler Baubewilligungsverfahren relevanten Rechtsgrundlagen sowie eine ausführliche Bestandsaufnahme des aktuell angewandten Baubewilligungsprozesses. Grundlage für die Prozessanalyse bildet dabei die aus dem Lean Management stammende Makigami Methode, welche eine übersichtliche Visualisierung der zugrundeliegenden Prozesse erlaubt – diese werden in Form einer Prozesslandkarte mittels der grafischen Spezifikationsprache Business Process Modeling Notation (BPMN) abgebildet.

Ausgehend davon, erfolgt im Weiteren eine Ausarbeitung möglicher Optimierungspotentiale des aktuellen Status Quo. Diese bilden die Grundlage für die Entwicklung eines Systemkonzepts sowie eines konkreten Soll-Prozesses für eine digitale Baueinreichung in Tirol. Dabei wird aufgezeigt, dass neben der Einführung eines digitalen Bauportals zum Upload der Einreichunterlagen, auch eine Novellierung der gültigen Rechtsgrundlagen sowie eine Anpassung der gängigen Rollenverteilung während der Baueinreichung für eine effiziente Umsetzung des digitalen Einreichprozesses von Relevanz sind. Um eine behördliche Anwendbarkeit sowie technische Umsetzbarkeit zu gewährleisten, erfolgt die Prozessentwicklung in Abstimmung mit dem Bauamt der Tiroler Gemeinde Inzing sowie dem Softwareunternehmen Kufgem GmbH.

Der eigentliche Schwerpunkt dieser Arbeit liegt jedoch auf BIM Baueinreichung. Im Zuge deren Ausarbeitung erfolgt – analog zur digitalen Einreichung – zunächst eine detaillierte Prozessentwicklung und -visualisierung, wobei auf eine möglichst umfassende Kompatibilität zur vorab entwickelten digitalen Baueinreichung geachtet wird. Dies soll künftig eine möglichst unkomplizierte Umstellung auf die BIM Baueinreichung gewährleisten.

Abschließend wird ein Referenzmodell (REM) zur BIM-basierten Abbildung des Tiroler Bebauungsplans in Autodesk Revit entwickelt – dieses ist bereits in den vorab entwickelten Prozessen von zentraler Bedeutung. Das REM wird anschließend mit einem exemplarisch geplanten Bauantragsmodell (BAM) in der Softwareanwendung Solibri überlagert. Das BAM kann so weitgehend teilautomatisiert auf die Einhaltung der Anforderungen des Bebauungsplans geprüft sowie der vorab entwickelte Prozess diesbezüglich validiert werden.

Abstract

This thesis presents the scientific analysis of possible application strategies of Building Information Modeling (BIM) within a building permit process that operates digitally. The inclusion of lean management methods is intended to contribute to the optimization of official process structures as well as a more efficient design of the entire building permit process resulting in added value for both authorities and applicants.

In the introductory chapters, relevant content from the fields of BIM and Lean is explained in general and conceptually transferred to the subject matter. In addition, there is an insight into the legal bases relevant for the Tyrolean building permit process as well as a detailed presentation of the currently used building permit process. The basis for the process analysis is the Lean Management Makigami method, which allows a clear visualization of the underlying processes – these are mapped in the form of an MS Visio diagram using the graphic specification language Business Process Modeling Notation (BPMN).

Based on this, possible optimization potentials of the current status quo are worked out. These are used as a basis for the development of a system concept and a target process for a digital building plan submission in Tyrol. It shows that, in addition to the introduction of a digital construction portal for uploading the submission documents, an amendment to the applicable legal bases and an adjustment of the current distribution of roles during the submission are of relevance for an efficient implementation of the digital submission process. In order to ensure official applicability and technical feasibility, the process development is carried out in coordination with the building authority of the Tyrolean municipality of Inzing and the software company Kufgem GmbH.

The real focus of this work, however, is on BIM building plan submission. Therefore – analogous to the digital submission – a detailed process development and visualization is carried out first, whereby attention is paid to the greatest possible compatibility with the previously developed digital building plan submission. In the future, this should ensure that the transition to BIM building plan submission is as uncomplicated as possible.

Finally, a reference model (REM) for the BIM-based mapping of the Tyrolean development plan is developed in Autodesk Revit – this is already of central importance in the previously developed process. The REM is then overlaid with a separately planned building application model (BAM) in the software application Solibri. The BAM can thus be checked semi-automatically for compliance with the requirements of the development plan which also allows the previously developed process to be validated in this regard.

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	ix
Tabellenverzeichnis	xii
Abkürzungsverzeichnis	xiv
1 Einführung	1
1.1 Hintergrund und Motivation.....	1
1.2 Zielsetzung.....	2
1.3 Methodik und Aufbau der Arbeit.....	3
2 Building Information Modeling	5
2.1 Definition.....	5
2.2 Normen – Regelwerke – gesetzliche Grundlagen.....	6
2.3 Modellstruktur und Teilmodelle.....	8
2.4 Dimensionen.....	9
2.5 Detaillierungsgrade.....	12
2.6 Anwendungsmethodik.....	16
2.7 Datenformate und Datenaustausch.....	19
2.8 Automatisierte Konformitätsprüfung.....	23
3 Lean Management	30
3.1 Hintergrund und Entstehung.....	30
3.2 Lean Production – Toyota Produktionssystem.....	31
3.3 Lean Management – Definition & Anwendungsformen.....	36
3.3.1 Lean Construction.....	37
3.3.2 Lean Administration.....	38
3.4 Zusammenfassung und Fazit.....	42
4 Rechtliche Grundlagen	44
4.1 Arten von Bauvorhaben.....	44
4.2 Baurechtliche und bautechnische Anforderungen.....	45
4.3 Allgemeine Darstellungsformen der Anforderungen.....	49
5 Traditionelle Baueinreichung	52
5.1 Stand der Technik.....	52
5.2 Grundlagen und Systemkonzept.....	53

5.2.1	Organisation und Rollenverteilung	54
5.2.2	Digitale Infrastruktur.....	56
5.2.3	Planungsgrundlagen und Basisdaten.....	57
5.3	Ist-Prozess.....	57
5.4	Prozessoptimierung – Optimierungspotentiale	63
6	Digitale Baueinreichung	67
6.1	Stand der Technik – Best Practice.....	67
6.2	Grundlagen und Systemkonzept.....	70
6.2.1	Organisation und Rollenverteilung	71
6.2.2	Digitale Infrastruktur.....	73
6.2.3	Planungsgrundlagen und Basisdaten.....	74
6.2.4	Novellierung rechtlicher Grundlagen.....	75
6.3	Soll-Prozess.....	76
7	BIM Baueinreichung	83
7.1	Stand der Technik – Best Practice.....	83
7.2	Grundlagen und Systemkonzept.....	86
7.2.1	Organisation und Rollenverteilung	87
7.2.2	Digitale Infrastruktur.....	88
7.2.3	Planungsgrundlagen und Basisdaten.....	89
7.2.4	Novellierung rechtlicher Grundlagen.....	89
7.3	Soll-Prozess.....	90
7.4	Entwicklung eines Bebauungsplan-Referenzmodells	95
7.4.1	Bebauungsplaninhalte gemäß TROG.....	95
7.4.2	Modellierung eines BBP-REMs in Autodesk Revit.....	99
7.4.3	Modellierung eines BAMs in Autodesk Revit.....	111
7.4.4	Prüfung BAM vs. REM in Solibri.....	114
8	Zusammenfassung und Ausblick	126
	Literaturverzeichnis	130

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 2.1: a: Schemaskizze LOG - hohes LOG durch detaillierten Wandaufbau. b: Steigendes LOG durch Zuwachs an geometrischen Details. [18]	13
Abbildung 2.2: Schemaskizze LOI – hohes LOI durch alphanumerische Informationen. [18]	14
Abbildung 2.3: Schemaskizze LOC – LOC „falsch“ aufgrund von Bauteilkollisionen. [18]	14
Abbildung 2.4: Schemaskizze – LOD als Summe aus LOG, LOI und LOC. [18]	15
Abbildung 2.5: Gegenüberstellung von closed und open BIM.	17
Abbildung 2.6: Matrixdarstellung BIM-Anwendung. (In Anlehnung an [2])	17
Abbildung 2.7: Entwicklung des IFC-Formats. (In Anlehnung an [2, 22])	19
Abbildung 2.8: Entity Definition von IfcDoor mittels EXPRESS. (In Anlehnung an [2])	20
Abbildung 2.9: Verknüpfung von Semantik und Geometrie. (In Anlehnung an [2])	21
Abbildung 2.10: HEADER- und DATA-Auszug einer IFC-Datei aus Autodesk Revit.	23
Abbildung 2.11: Prozessphasen automatisierte Konformitätsprüfung. (In Anlehnung an [31])	24
Abbildung 2.12: Black-Box und White-Box. [2]	25
Abbildung 2.13: Entwicklung und Stand der Technik des ACCC. [32]	26
Abbildung 2.14: Workflow im Solibri Model Checker. (In Anlehnung an [33])	27
Abbildung 2.15: SMC als Mischform aus Black- und White-Box-Methode. (In Anlehnung an [2])	27
Abbildung 3.1: Grundprinzipien des Toyota-Produktionssystems.	34
Abbildung 3.2: Ausgewählte Schnittstellen zwischen BIM und Lean Construction. [40]	38
Abbildung 3.3: Matrixdarstellung staatlicher Kooperationsformen. [41]	39
Abbildung 5.1: Statistik der in den Jahren 2011-2020 bewilligten Gebäude in Österreich. [56]	52
Abbildung 5.2: Systemkonzept und Organigramm zur traditionellen Baueinreichung.	53

Abbildung 5.3: Funktionsübersicht k5-Verfahren. [60].....	57
Abbildung 5.4: Planungsprozess bei der traditionellen Baueinreichung.	59
Abbildung 5.5: Einreichprozess bei der traditionellen Baueinreichung.....	60
Abbildung 5.6: Bewilligungsprozess bei der traditionellen Baueinreichung.	62
Abbildung 6.1: Systemkonzept und Organigramm zur digitalen Baueinreichung.....	70
Abbildung 6.2: Planungsprozess bei der digitalen Baueinreichung.....	77
Abbildung 6.3: Einreichprozess bei der digitalen Baueinreichung.....	79
Abbildung 6.4: Bewilligungsprozess bei der digitalen Baueinreichung.....	81
Abbildung 7.1: Ablaufschema im openBIM-Einreichprozess BRISE Wien. [21]	85
Abbildung 7.2: ergänzendes Systemkonzept zur BIM Baueinreichung	87
Abbildung 7.3: Rollenverteilung im BIM-Bewilligungsprozess. (In Anlehnung an [74])	88
Abbildung 7.4: Planungsprozess bei der BIM Baueinreichung.	91
Abbildung 7.5: Einreichprozess bei der BIM Baueinreichung.....	92
Abbildung 7.6: Bewilligungsprozess bei der BIM Baueinreichung.	94
Abbildung 7.7: Parametrisierung des BBP Planungsbereichs.....	99
Abbildung 7.8: Parametrisierung der BBP Fluchtlinien.	100
Abbildung 7.9: Parametrisierung der Bauweisen und TBO-Mindestabstände.	100
Abbildung 7.10: Parametrisierung von Nutzflächen und Baudichten.....	101
Abbildung 7.11: Parametrisierung der höchstzulässigen Bauplatzgröße.....	101
Abbildung 7.12 : Parametrisierung der Bauhöhen und Höhenlage.	102
Abbildung 7.13: Parametrisierung der Dachneigung und Firstrichtung.	102
Abbildung 7.14: Parametrisierung der Geländeänderungen.	103
Abbildung 7.15: Parametrisierung ergänzender textlicher Festlegungen.	103
Abbildung 7.16: 2D-Geländemodell.....	105
Abbildung 7.17: Parametrisierung des bebaubaren Raums über Referenzebenen.....	106
Abbildung 7.18: Baugrenzlinie als adaptives Familienmodell.....	106
Abbildung 7.19: REM-Familienmodell inkl. integrierter Fluchtlinien.....	107
Abbildung 7.20: REM inkl. integrierter Dachflächenfamilie.	107
Abbildung 7.21: REM-Familienmodell und REM-Familienmodell in 3D- Schnittdarstellung mit freigelegtem, bebaubarem Raum.	108
Abbildung 7.22: Auszug der eingegliederten BBP Parameter.....	109
Abbildung 7.23: REM-Projektdatei in Autodesk Revit.....	109

Abbildung 7.24: Export der Parameter als über eine PropertySet Definition File.....	110
Abbildung 7.25: Auszug der als Psets exportierten Revit Parameter.....	110
Abbildung 7.26: Exemplarisches Bauantragsmodell in Autodesk Revit.....	111
Abbildung 7.27: TROG-Baumasse des BAMs als Revit-Projektkörper.....	112
Abbildung 7.28: Auswertung der BAM-Baumasse über eine Bauteilliste.....	112
Abbildung 7.29: Auswertung der BAM-Nutzflächen über eine Bauteilliste.....	112
Abbildung 7.30: Überlagerung von REM und BAM in Revit.....	113
Abbildung 7.31: Überlagerung von REM und BAM - bebaubarer Raum.....	113
Abbildung 7.32: Klassifikation von Fluchtlinien, Bauweisen und TBO- Mindestabständen in Solibri.....	115
Abbildung 7.33: Allgemeine Überschneidungsregel Fluchtlinien, Bauweisen und Mindestabstände.....	116
Abbildung 7.34: Prüfung von Fluchtlinien, Bauweisen und Mindestabständen mit SOL/1.....	117
Abbildung 7.35: Klassifikation bezüglich Nutzflächen und Baudichten in Solibri.....	118
Abbildung 7.36: Regelkonfiguration von SOL/231 zur Prüfung der BMD.....	118
Abbildung 7.37: Kontrollprüfung der BMD mittels SOL/231.....	119
Abbildung 7.38: Regelkonfiguration von SOL/231 zur Prüfung der Dachneigung.....	121
Abbildung 7.39: Prüfung der Dachneigung mittels SOL/231.....	122
Abbildung 7.40: Prüfung von Geländeänderungen mittels SOL/1.....	123
Abbildung 7.41: Als Psets integrierte, ergänzende textliche Festlegungen.....	124
Abbildung 8.1: Status Quo aktuell angewandter Baubewilligungsverfahren. (In Anlehnung an [75]).....	126
Abbildung 8.2: Schematische Funktionsweise des Blockchain-Algorithmus. [79].....	127

Tabellenverzeichnis

Tabelle 2.1: BIM-Dimensionen. (In Anlehnung an [11])	11
Tabelle 2.2: BIM-Reifegradmodell in Tabellenform. (In Anlehnung an [2])	18
Tabelle 4.1: baurechtliche und bautechnische Anforderungen. (nach [54, 21])	49
Tabelle 7.1: Abbildbarkeit der BBP Mindestinhalte	96
Tabelle 7.2: Abbildbarkeit der optionalen BBP Inhalte.....	98
Tabelle 7.3: Prüfung von Fluchtlinien, Bauweisen, TBO-Mindestabständen in Solibri. .	114
Tabelle 7.4: Prüfung von Nutzflächen und Baudichten in Solibri.....	117
Tabelle 7.5: Prüfung von Bauhöhen und Höhenlagen in Solibri.....	120
Tabelle 7.6: Prüfung von Dachneigung und Firstrichtung in Solibri.....	121
Tabelle 7.7: Prüfung von Geländeänderungen.....	122
Tabelle 7.8: Prüfung von ergänzenden textlichen Festlegungen.	123

Abkürzungsverzeichnis

ACCC	<i>Automated Code Compliance Checking</i>	EN	<i>Europäische Norm</i>
AG	<i>Auftraggeber</i>	FM	<i>Facility Management</i>
AIA	<i>Auftraggeberinformationsanforderungen</i>	FWP	<i>Flächenwidmungsplan</i>
AIM	<i>Antragsinformationsmodell</i>	GUID	<i>Globally Unique Identifier</i>
AN	<i>Auftragnehmer</i>	IAI	<i>Internationale Allianz für Interoperabilität</i>
API	<i>Application Programming Interface</i>	IFC	<i>Industry Foundation Classes</i>
ASI	<i>Austrian Standards Institute</i>	JIT	<i>Just-in-Time</i>
BAM	<i>Bauantragsmodell</i>	LOC	<i>Level of Coordination</i>
BAP	<i>BIM Abwicklungsplan</i>	LoD	<i>Level of Development (veraltet)</i>
BBD	<i>Bebauungsdichte</i>	LOD	<i>Level of Detail (veraltet), Level of Development (aktuell)</i>
BBP	<i>Bebauungsplan</i>	LOG	<i>Level of Geometry</i>
BCF	<i>BIM Collaboration Format</i>	LOI	<i>Level of Information</i>
BIM	<i>Building Information Modeling</i>	LOIN	<i>Level of Information Need</i>
BMD	<i>Baummassendichte</i>	LPS	<i>Last Planner System</i>
BMVI	<i>Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur</i>	MVD	<i>Model View Definition</i>
BPMN	<i>Business Process Modeling Notation</i>	OIB	<i>Österreichisches Institut für Bautechnik</i>
bSAT	<i>buildingSMART Austria</i>	Pset	<i>Property Set</i>
bSDD	<i>buildingSMART Data Dictionary</i>	REM	<i>Referenzmodell</i>
bSI	<i>buildingSMART international</i>	SMC	<i>Solibri Model Checker</i>
CAD	<i>computer-aided design</i>	TBO	<i>Tiroler Bauordnung</i>
CDE	<i>Common Data Environment</i>	TBV	<i>Technische Bauvorschriften</i>
COBie	<i>Construction Operations Building Information Exchange</i>	TIRIS	<i>Tiroler Rauminformationssystem</i>
DACH	<i>Deutschland [D] - Österreich [A] - Schweiz [CH]</i>	TPS	<i>Toyota Produktionssystem</i>
		TROG	<i>Tiroler Raumordnungsgesetz</i>
		VMP	<i>Vermessungsplan</i>

Gendererklärung

Aus Gründen der besseren Lesbarkeit wird in dieser Masterarbeit die Sprachform des generischen Maskulinums verwendet, welche grundsätzlich als geschlechtsunabhängig zu verstehen ist.

Weitere geschlechtsbezogene Aussagen sind auf Grund der Gleichstellung für beiderlei Geschlechter aufzufassen bzw. auszulegen.

1 Einführung

Das erste Kapitel der gegenständlichen Arbeit umfasst eine kurze inhaltliche Einführung. Dabei wird zunächst die Sinnhaftigkeit eines digitalen Baubewilligungsprozesses im Kontext aktueller Entwicklungen motiviert, sowie anschließend die Zielsetzung und methodische Strukturierung der weiteren Kapitel erläutert.

1.1 Hintergrund und Motivation

*„Zusammenkunft ist ein Anfang. Zusammenbleiben ist ein Fortschritt. **Zusammenarbeit** ist ein Erfolg.“* – HENRY FORD ¹

Als Gründer eines der größten Automobilhersteller der Welt – der Ford Motor Company – war es HENRY FORD bereits Anfang des 20. Jahrhunderts bewusst, dass der Schlüssel zum Erfolg eines Projekts eine erfolgreiche Zusammenarbeit aller Beteiligten darstellt. Auf diesem Grundsatz aufbauend gelang es FORD die Fließbandproduktion zu revolutionieren und durch eine effiziente Zusammenarbeit seiner Mitarbeiter unter Einsatz moderner Technologien ein leistbares Produkt mit konstant hoher Qualität herzustellen und gleichzeitig Produktionszeit einzusparen. Die von HENRY FORD entwickelten Kollaborationsmethoden wurden von zahlreichen Herstellern übernommen und prägen die Automobilindustrie bis heute ganz wesentlich. [1]

Im Gegensatz zur stationären Industrie zeichnet sich die Baubranche noch immer durch einen vergleichsweise geringen Kollaborationsgrad aus. Als grundlegende Ursachen hierfür sind die meist nur kurzfristige Zusammenarbeit einer Vielzahl unterschiedlicher Unternehmen verschiedener Fachbereiche (z.B. Architektur, Tragwerksplanung, TGA, Bauphysik, etc.), sowie die nichtstationären Produktionsbedingungen anzusehen. Seit einigen Jahren bieten sich im Zuge der stetig fortschreitenden Digitalisierung jedoch weitreichende Möglichkeiten, auf Grundlage neuer informationstechnologischer Werkzeuge die Kollaboration der Projektbeteiligten erheblich zu verbessern. Ein zentrales Element stellt dabei die Methodik des Building Information Modelings (BIM) (s. *Kapitel 2*) dar. [2]

Bereits 2014 wurde eine Empfehlung der EU-Kommission veröffentlicht, welche einen verpflichtenden Einsatz von BIM im Rahmen öffentlicher Ausschreibungen und Vergaben ab 2020 vorsieht [3] – mittelfristig scheint eine durchgängige BIM-Anwendung daher unausweichlich. Aktuell wird BIM bereits in zahlreichen Bereichen der Baubranche,

¹ HENRY FORD (1863 – 1947) leistete wesentliche Beiträge zur Fließbandfertigung

vorwiegend der Hochbausparte, erfolgreich angewandt und auf immer mehr Teilgebiete, etwa wie den Infrastrukturbau, übertragen.

Um die Vorteile von BIM nun vollumfänglich nutzbar zu machen, ist neben einer Anwendung seitens planender und bauausführender Unternehmen der Baubranche selbst, auch eine Implementierung in behördliche Strukturen von großer Relevanz. Hierzu zählt entscheidend das zur Realisierung der meisten Bauprojekte unumgängliche Baubewilligungsverfahren, welches als Schnittstellen zwischen Planenden und behördlichen Entscheidungsträgern anzusehen ist. Traditionell in Papierform eingereichte Baubewilligungen haben sich jedoch als zeitaufwändig, fehleranfällig und wenig effizient erwiesen und stehen zudem im Widerspruch gegenüber den neuen, digitalen Methoden der Baubranche sowie den Digitalisierungsoffensiven der öffentlichen Verwaltung. Eine erfolgreiche *Zusammenarbeit* – und damit der Schlüssel zum Erfolg eines Bauvorhabens – endet nicht bei den beteiligten Unternehmen, sondern schließt in ganzheitlicher Betrachtung auch die zuständigen Behörden mit ein. Um dies zu ermöglichen, besteht daher die Notwendigkeit behördliche Baubewilligungsprozesse weitreichend zu digitalisieren und BIM-kompatibel zu gestalten, um somit eine effiziente Zusammenarbeit zwischen Antragstellern und Behörden zu erreichen, sowie das Potenzial von BIM vollumfänglich nutzbar zu machen.

In unmittelbarer Folge wird durch die Möglichkeit einer BIM-basierte Baubewilligung auch für Unternehmen, welche aktuell noch von einer BIM-Nutzung absehen, ein starker Anreiz geschaffen, von einer Umstellung weitreichend zu profitieren. Baupraktisch betrifft dies v.a. die Auftraggeberseite (z.B. Bauträger und Immobilienentwickler ohne interne Planungsabteilung), welche ein nur geringes Eigeninteresse an den planerischen Vorteilen von BIM hat, jedoch stark an einer schnellen und unkomplizierten Genehmigung ihrer Bauvorhaben interessiert ist. Die so entstehende Dynamik stellt den entscheidenden Schritt hin zu einer durchgängigen BIM-Nutzung dar und besitzt daher das Potenzial, die *Zusammenarbeit* – und damit den Erfolg – der Baubranche langfristig entscheidend zu verbessern.

1.2 Zielsetzung

Zielsetzung dieser Arbeit ist die wissenschaftliche Ausarbeitung möglicher Anwendungsstrategien von BIM innerhalb eines in digitaler Form ablaufenden Baubewilligungsprozesses. Die Miteinbeziehung von Methoden aus dem Bereich des Lean Managements soll zu einer Optimierung behördlicher Prozessstrukturen sowie einer effizienteren Gestaltung des gesamten Baubewilligungsverfahrens beitragen und so einen Mehrwert, sowohl für Behörden als auch Antragsteller, erwirken.

Ausgehend davon lassen konkret die folgenden Zielsetzungen definieren:

- *Recherche und Erläuterung relevanter Grundlagenthemen*
- *Analyse aktuell angewandter Baubewilligungsprozesse (Ist-Prozesse) sowie digitaler behördlicher Infrastrukturen*
- *Evaluierung und Optimierung bestehender Prozessabläufe mittels Lean Methoden unter Einbeziehung digitaler Technologien*
- *Ausarbeitung eines Prozessablaufs für die digitale Einreichung*
- *Ausarbeitung eines Prozessablaufs für die BIM-Einreichung*
- *Weitgehende Abbildung des Tiroler Bebauungsplans in Form eines Referenzmodells*

- *Teilautomatisiert Prüfung ausgewählter Bebauungsplaninhalte*
- *Zusammenfassung und Evaluierung der gewonnenen Erkenntnisse*

Um eine praxisnahe Ausarbeitung zu gewährleisten, wird neben der theoretischen Konzeptionierung eine Zusammenarbeit mit der zuständigen Baubehörde der Tiroler Gemeinde Inzing anberaumt. Die erarbeiteten Prozessabläufe können so unmittelbar auf deren behördliche Anwendbarkeit validiert werden.

Im Nachfolgenden *Abschnitt 1.3* wird die Vorgehensweise zur Umsetzung der genannten Ziele mittels Darlegung der methodischen Strukturierung dieser Arbeit kurz erläutert.

1.3 Methodik und Aufbau der Arbeit

Ausgangspunkt und Grundlage bilden die im Rahmen von *Kapitel 2* und *3* behandelten wissenschaftlichen Grundlagenthemen bezüglich BIM und Lean, welche ein thematisches und terminologisches Fundament für die nachfolgenden Kapitel schaffen.

Kapitel 4 umfasst eine Einführung in die, für das Baubewilligungsverfahren relevanten rechtlichen Grundlagen sowie deren Zusammenhänge untereinander. Davon ausgehend wird im Rahmen von *Kapitel 5* die traditionelle Baueinreichung behandelt. Dabei wird zunächst explizit auf die Struktur und den Workflow des traditionell angewandten Baubewilligungsprozesses eingegangen, was einer Lean Administration konformen Erhebung des Ist-Zustandes entspricht. Ausgehend davon, erfolgt im Weiteren eine Ausarbeitung möglicher Optimierungspotentiale des aktuellen Status Quo. Diese bilden die Grundlage für die Entwicklung eines Systemkonzepts sowie eines konkreten Soll-Prozesses sowohl für die digitale also auch die BIM Baueinreichung in Tirol.

Kapitel 6 und *7* bilden den konzeptionellen Kern dieser Arbeit. Ausgehend von den im Rahmen der vorherigen Kapitel gewonnenen Erkenntnissen, werden sowohl für die digitale (*Kapitel 6*) als auch für die BIM-Einreichung (*Kapitel 7*) entsprechende Prozessabläufe entwickelt. Dabei wird versucht, die Abläufe möglichst analog zueinander zu gestalten, um bei einer späteren praktischen Anwendung einen unkomplizierten Umstieg von der digitalen zur BIM Baueinreichung zu ermöglichen. Abschließend wird ein Referenzmodell (REM) zur BIM-basierten Abbildung des Tiroler Bebauungsplans in Autodesk Revit entwickelt – dieses ist bereits in den vorab entwickelten Prozessen von zentraler Bedeutung. Das REM wird anschließend mit einem separat geplanten, exemplarischen Bauantragsmodell (BAM) in der Softwareanwendung Solibri überlagert. Das BAM kann so weitgehend teilautomatisiert auf die Einhaltung der Anforderungen des Bebauungsplans geprüft sowie der vorab entwickelte Prozess diesbezüglich validiert werden.

Kapitel 8 resümiert die behandelte Thematik und beschließt die Arbeit in Form einer kurzen Zusammenfassung mit abschließendem Ausblick.

2 Building Information Modeling

Kapitel 2 umfasst ausgewählte, theoretische Grundlagen aus dem Bereich des Building Information Modelings. Dabei werden vor allem jene Teilgebiete behandelt, welche im Rahmen eines digitalen Baubewilligungsprozesses von Relevanz sind.

2.1 Definition

Obwohl es sich beim Building Information Modeling (BIM) um eine vergleichsweise neue Arbeitsmethodik handelt, existieren aktuell bereits zahlreiche Definitionen. Grund hierfür ist die nach wie vor nicht vollständig abgeschlossene Entwicklungsphase von BIM, welches im Verlauf der vergangenen Jahre fortwährend erweitert und auf neue Anwendungsbereiche übertragen wurde.

Das deutsche Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI) definiert Building Information Modelling im Rahmen seines Stufenplans für digitales Planen und Bauen wie folgt:

„Building Information Modeling bezeichnet eine kooperative Arbeitsmethodik, mit der auf der Grundlage digitaler Modelle eines Bauwerks die für seinen Lebenszyklus relevanten Informationen und Daten konsistent erfasst, verwaltet und in einer transparenten Kommunikation zwischen den Beteiligten ausgetauscht oder für die weitere Bearbeitung übergeben werden.“ [4]

Bei BIM handelt es sich gemäß obstehender Definition um einen Kooperationsprozess mit mehreren Dimensionen. Kern dieses Prozesses ist die Informationsmodellierung (engl.: „*information modeling*“) des entsprechenden Bauwerks (engl.: „*building*“). Building Information Modeling kann daher wörtlich als *Bauwerksinformationsmodellierung* ins Deutsche übersetzt werden – die zugehörigen Modelle als *Bauwerksinformationsmodelle*. [2]

Die zuständigen Baubehörden können als „*Beteiligte*“ in den BIM-Prozess integriert werden. Folglich wird eine Anwendung von BIM im Rahmen behördlicher Bewilligungsprozesse bereits per Definition legitimiert.

Dabei entspricht das grundlegende, digitale 3D-Gebäudemodell einer Modellierung der *geometrischen Informationen* des Bauwerks, welche gemäß o.g. Definition durch alle übrigen für den Lebenszyklus des Bauwerks relevanten Informationen ergänzt werden. Diese Zusatzinformationen werden auch als *semantische* bzw. *alphanumerische Informationen* bezeichnet. Sie ermöglichen eine Beschreibung relevanter Eigenschaften (z.B. Material, Kosten, Umweltwirkungen, etc.) eines Bauelements auf dessen Lebensweg, sowie eine objektorientierte Definition einzelner Elementbeziehungen untereinander. Dies ermöglicht zudem eine

klare Abgrenzung gegenüber dem klassischen computer-aided design (CAD), was i.d.R. auf eine geometrische Modellierung beschränkt ist. [2]

Da Baubewilligungsverfahren grundsätzlich auf einem Abgleich bauwerkspezifischer Informationen (z.B. Gebäudehöhen, Grundflächen, Fluchtweglängen, etc.) mit öffentlich-rechtlichen Vorschriften basieren, lässt sich bereits an dieser Stelle ein möglicher Ansatz für eine funktionierende Anwendung von BIM innerhalb eines solchen Prozesses ausmachen:

Bei Kenntnis der für den Baubewilligungsprozess relevanten Informationen können diese im Gebäudemodell entsprechend hinterlegt und für einen späteren behördlichen Abgleich bereitgestellt werden. Dabei können ohnehin vorhandene Informationen gewinnbringend genutzt, fehlende Informationen erweiternd ergänzt werden. Im Rahmen des einführenden Grundlagenkapitels dieser Arbeit wird daher vertieft auf die Struktur der Informationsmodellierung sowie die in Tirol geltenden baurechtlichen sowie bautechnischen Anforderungen eingegangen. Dadurch soll ein Verständnis für die im Rahmen der Prozessentwicklung erläuterte Ablaufstruktur geschaffen werden.

2.2 Normen – Regelwerke – gesetzliche Grundlagen

Die gegenständliche Arbeit berücksichtigt vorrangig BIM-bezogene Normen und Regelwerke sowie gesetzliche Grundlagen der Republik Österreich und der Europäischen Union. Da es sich bei BIM um eine kooperative Arbeitsmethodik handelt, welche aufgrund der fortschreitenden Globalisierung auf einer reibungslosen Zusammenarbeit und Abstimmung über Landesgrenzen hinweg aufbaut, werden zudem erfolgversprechende Ansätze anderer Staaten – speziell Deutschland und der Schweiz – betrachtet.

An dieser Stelle sei erneut angemerkt, dass sich die aktuellen BIM-Methoden – und somit auch diesbezügliche Regelwerke – noch immer in der Entwicklungsphase befinden. Nachfolgend genannte Normen und Regelwerke stellen daher eine Momentaufnahme dar und sind bei späterer Anwendung vorab auf deren Gültigkeit zu prüfen.

Nationale Normen (ÖNORM):

- ÖNORM A 6241-1:2015 07 01
Digitale Bauwerksdokumentation
Teil 1: CAD-Datenstruktur und Building Information Modeling (BIM) – Level 2
- ÖNORM A 6241-2:2015 07 01
Digitale Bauwerksdokumentation
Teil 2: Building Information Modeling (BIM) – Level 3-iBIM

Die beiden o.g. Normen wurden bereits 2015 herausgegeben und stellen somit das erste gültige BIM-Normenwerk im DACH-Raum (Deutschland [D] – Österreich [A] – Schweiz [CH]) dar. Sie regeln im Wesentlichen die Datenstruktur sowie den Datenaustausch und die Datenerhaltung digitaler Gebäudemodelle. Dabei wird die IFC-konforme Datenstruktur (s. *Abschnitt 2.7*) einzelner Bauelemente nicht unmittelbar in der Norm, sondern im Austrian Standards Institute (ASI) Merkmalsserver definiert, welcher frei und kostenlos zugänglich ist und im selben Zuge erstellt wurde. Der Merkmalsserver entspricht einer Datenbank, die festlegt, wie und mit welcher Informationsdichte Bauelemente und deren Eigenschaften in Abhängigkeit der jeweiligen Projektphase beschrieben werden. Um diese

Merkmale in einer International eindeutigen Sprache zu definieren, wird für die Codierung als weltweit eindeutiger Code ein sog. Globally Unique Identifier (GUID) durch das building Smart Data Dictionary (bSDD) vorgegeben. Beim bSDD handelt es sich um ein offenes, internationales Klassifizierungssystem, welches in ISO 12006-3 definiert ist und speziell im Bauwesen Anwendung findet – dies ermöglicht eine international einheitliche Datengrundlage für BIM und verhindert Redundanzen. [5]

Nationale Regelwerke - buildingSMART Austria (bSAT):

Als Ergänzung der oben genannten Normen, stellt der österreichische Verband der international agierenden Non-Profit-Plattform buildingSMART die folgenden, unverbindlichen Regelwerke zur Verfügung, welche als standardisierte Vorlagen für die Projektabwicklung verwendet werden können:

- *BIM Leistungsbilder für Hoch- und Tiefbau* [6]
BIM-Leistungsbilder beinhalten speziell für BIM-Projekte relevante Leistungen und Organisationseinheiten, welche als Ergänzung der traditionellen Leistungsbilder im Rahmen der Honorarordnungen zu betrachten sind. Sie bilden die Grundlage der Projektorganisation und erleichtern zudem eine Abrechnung BIM-spezifischer Leistungen.
- *Auftraggeberinformationsanforderungen (AIA)* [7]
Die AIA beschreiben die vom Auftraggeber (AG) gewünschte Informationsstruktur und Informationstiefe (s. Abschnitt 2.5 *Detaillierungsgrade*), sowie die Organisation des BIM-Projekts mittels o.g. Leistungsbilder. Sie bilden in Form eines BIM-Lastenhefts die Anforderungen des AG an den Auftragnehmer (AN) ab und sind daher Bestandteil der Ausschreibung sowie Grundlagen des nachfolgenden BIM-Abwicklungsplans.
- *BIM-Abwicklungsplan (BAP)* [7, 8]
Der BAP entspricht als Antwort des AN auf die AIA des AG einem BIM-Pflichtenheft und beinhaltet somit einen konkreten Umsetzungsvorschlag der im Rahmen der AIA vorgegebenen Anforderungen. Er wird von der Projektsteuerung nach Vertragsabschluss fixiert sowie im weiteren Verlauf, falls vereinbart, fortlaufend weiterentwickelt und bildet daher die Grundlage für die Projektdurchführung.

Dabei ist zu beachten, dass der im Rahmen der AIA angeforderte Informationsstand zum Zeitpunkt der Projektphase Einreichplanung innerhalb eines BIM-basierten Baubewilligungsprozesses entsprechend angepasst werden muss, um ausreichend Informationen für eine automatisierte bzw. teilautomatisierte Überprüfung bereitzustellen. Die zusätzlich erforderlichen Informationen werden dann analog zum aktuellen Workflow im Zuge der AIA vom AG angefordert und abschließend im BAP fixiert.

Hinsichtlich möglicher Vertragskonstellationen zwischen AIA und BAP im Vergabeprozess wurden u.a. von der Kanzlei Kapellmann Rechtsanwälte vier mögliche Varianten erarbeitet – diesbezügliche Erläuterungen finden sich beispielweise in Teil 1 der BIM4INFRA2020 Handreichungen und Leitfäden des deutschen BMVI, auf welche an dieser Stelle für weiterführende Informationen verwiesen wird [9].

Europäische Normen (EN):

- *ÖNORM EN 17412-1:2020 09 01*
Building Information Modelling – BIM-Definitionsgrade
Teil 1: Konzepte und Definitionen
- *ÖNORM EN ISO 19650-1:2019 04 15*
Organisation von Daten zu Bauwerken – Informationsmanagement mit BIM
Teil 1: Konzepte und Grundsätze
- *ÖNORM EN ISO 19650-2:2019 04 15*
Organisation und Digitalisierung von Information zu Bauwerken und Ingenieurleistungen, einschließlich Bauwerksinformationsmodellierung (BIM) Informationsmanagement mit BIM
Teil 2: Planungs-, Bau- und Inbetriebnahmephase
- *ÖNORM EN ISO 19650-5:2021 01 15*
Organisation von Daten zu Bauwerken – Informationsmanagement mit BIM
Teil 5: Spezifikation für Sicherheitsbelange von BIM, der digitalisierten Bauwerke und des smarten Assetmanagements
- *ÖNORM EN ISO 16739-1:2020 11 01*
Industry Foundation Classes (IFC) für den Datenaustausch in der Bauwirtschaft und im Anlagenmanagement
Teil 1: Datenschema

Gesetzliche Vorgaben

Aktuell existieren weder auf nationaler noch auf europäischer Ebene verbindliche gesetzliche Vorgaben bezüglich einer Anwendung von BIM [Stand: 06.05.2021]. Allerdings wurde, wie eingangs bereits erwähnt, im Jahr 2014 eine Empfehlung der EU-Kommission veröffentlicht, welche einen verpflichtenden Einsatz von BIM im Rahmen öffentlicher Ausschreibungen und Vergaben bereits ab 2020 vorsieht. Zudem wurde in anderen europäischen Staaten wie Dänemark, Schweden und Norwegen BIM bereits für verpflichtend erklärt. [3, 10]

Mittelfristig scheinen gesetzliche Regelungen – welche v.a. im Hinblick auf eine reibungslose internationale Zusammenarbeit auf möglichst einheitlichen Definitionen basieren sollten – daher unausweichlich.

Die nachfolgenden Abschnitte orientieren sich speziell an, für eine Anwendung im digitalen Baubewilligungsprozess, relevanten Inhalten und Anforderungen von *ÖNORM A 6241-2*. Um den aktuellen Stand der Wissenschaft zu berücksichtigen, werden die dort definierten, normativen Grundlagen jedoch durch Konzepte wissenschaftlicher Literatur sowie aktueller Richtlinien und Regelwerke ergänzt.

2.3 Modellstruktur und Teilmodelle

Das vollständige Gesamtmodell – in *ÖNORM A 6241-2* auch als *Projektmodell* bezeichnet – setzt sich aus den nachfolgenden Teilmodellen zusammen. [5]

- *Teilmodell Umgebung und Bestand*

- *Teilmodell Architektur*
- *Teilmodell Tragwerksplanung*
- *Teilmodell Technische Gebäudeausrüstung*
- *Teilmodell Bauphysik*
- *Teilmodell Ausführende*

Dabei wird die Bauwerksgeometrie sowie relevante Eigenschaften einzelner Bauelemente über das Teilmodell Architektur definiert – dieses bildet somit die Basis für die übrigen Teilmodelle. Die Bauwerksinformationen der weiteren Fachplaner werden anschließend entweder unmittelbar in einem gemeinsamen Datenmodell hinzugefügt oder alternativ über eine IFC-Schnittstelle (s. *Abschnitt 2.7*) referenziert. Die Merkmale der im Projektmodell verwendeten Bauelemente sind dem ASI-Merkmalserver zu entnehmen und in ihrer Informationsdichte somit abhängig von der aktuellen Projektphase. [5]

Um eine reibungslose Koordination und Konsistenz der Fachmodelle untereinander zu gewährleisten, gilt es vorab verbindliche Modellierungsregeln zu vereinbaren. Diese werden i.d.R. ausgehend von der AIA im BAP definiert und betreffen u.a. Festlegungen hinsichtlich gemeinsamer normativer Grundlagen, Schnittstellen, sowie einer einheitlichen Datenstruktur – z.B. eine einheitliche Definition von Maßstäben, Maßeinheiten oder Referenzpunkten als Bezug der einzelnen Teilmodelle. Bezüglich weiterführender Informationen sei an dieser Stelle auf entsprechenden buildingSMART Regelwerke verwiesen. [7]

Im Rahmen der gegenständlichen Arbeit liegt der Fokus auf jenen Teilmodellinhalten, welche für eine Prüfung im Zuge eines Baubewilligungsverfahrens von Relevanz sind. Diesbezüglich besteht die Möglichkeit, die hierfür relevanten Informationen gefiltert in einer eigens für die Baueinreichung erzeugten Modellansicht zusammenzuführen. Durch den Wegfall nicht relevanter Daten ließe sich so die Informationsdichte stark reduzieren und notwendige Prüfroutinen möglicherweise vereinfachen.

2.4 Dimensionen

Gemäß *ÖNORM A 6241-2* erfolgt die Eingliederung und Auswertung weiterer Informationen im Rahmen der Informationsmodellierung in Form zusätzlicher Dimensionen. Diese müssen als grundlegende Bedingung „*jedenfalls voneinander unabhängig [sein]*“. BIM-Dimensionen ermöglichen folglich eine inhaltliche Gliederung und Auswertung der im Gebäudemodell enthaltenen Sachdaten und entsprechen somit im Wesentlichen einer Sammlung von kohärenten Informationen. [5]

Dimension 3D – geometrische Darstellung

Als Bezugsbasis dient die Dimension 3D, welche v.a. geometrische Informationen, sowie für die geometrische Darstellung relevante semantische Informationen in Form physikalischer und funktionaler Attribute enthält. [11]

Dabei werden alle Elemente des Gebäudemodells über ein dreidimensionales Koordinaten System referenziert, wodurch jeder Punkt über einen Vektor eindeutig in Koordinatenform definiert ist. Dies ermöglicht eine widerspruchsfreie Integration der einzelnen Teilmodelle, da mittels *Kollisionsanalysen* (engl.: *Clash Detection*) nicht zulässige geometrische Überschneidungen mathematisch ermittelt werden können. [12, 13]

Abweichungen gegenüber gesetzlichen, sowie technischen oder projektspezifischen Anforderungen werden im Rahmen des sog. *Code Compliance Checkings* (auch: *Model Checking*) ermittelt, welches i.d.R. auf einen Abgleich im Gebäudemodell hinterlegter, geometrischer und semantischer Informationen mit den gegebenen baurechtlichen und bautechnischen Anforderungen beruht (z.B. dem Abgleich bestimmter Höhen oder Grundflächen mit Vorgaben des Bebauungsplans). Das Code-Compliance-Checking-Verfahren stellt daher ein zentrales Element bei digitalen Baubewilligungsprozessen dar und wird im Rahmen von *Abschnitt 2.8* noch ausführlich behandelt. [13, 14, 2]

Ausgehend von der Bauwerksgeometrie ermöglichen zusätzlich hinterlegte physikalische Eigenschaften (z.B. Festigkeitswerte, Wärmedurchgangskoeffizienten, etc.) in Kombination mit funktionalen Attributen (z.B. tragend / nicht tragend, beheizt / unbeheizt, etc.) das *Ableiten von physikalischen und mechanischen Modellen*, welche in der Bauphysik und Tragwerksplanung Anwendung finden. *Automatisierte Mengenermittlungen* ergeben sich unmittelbar aus der Geometrie der einzelnen Bauelemente – diese ermöglicht ebenfalls eine *BIM-gestützte Bauteilfertigung*. *Visualisierungen* und *Renderings* auf Grundlage des Modells vereinfachen die Kommunikation mit dem Bauherrn wesentlich. Weiters wird das unmittelbare *Ableiten konsistenter Planunterlagen* ermöglicht, was in einigen Quellen auch als **Dimension 2D=3D-1** bezeichnet wird, da es sich um zweidimensionale Pläne handelt. Ergänzende semantische Informationen – wie etwa Materialbezeichnungen – zur Erzeugung normgerechter Pläne lassen sich ebenfalls unmittelbar mit ausgeben. [2]

Dimension 4D – Zeit

Dimension 4D betrifft die Zeit, welche auf Grundlage einer zeitlichen Leistungsgliederung baupraktisch vor allem für *Bauzeit- und Ablaufplanungen*, die *Simulation einzelner Projektphasen*, sowie eine *Visualisierung des Baufortschritts* im Hinblick auf Abrechnung und Rechnungsprüfung von Relevanz ist. Zudem besteht die Möglichkeit der Integration von Methoden aus dem Bereich des *Lean Managements*, um so Prozessabläufe zu optimieren und effizienter zu gestalten. [5, 11]

Dimension 5D – Kosten

Die fünfte Dimension beinhalten die Kosten, welche gemäß *ÖNORM A 6241-2* ausgehend von der Kostenschätzung zu den tatsächlich abgerechneten Kosten zu entwickeln sind. Aufbauend auf der aus Dimension 3D abgeleiteten Massenermittlung ermöglicht dies fortlaufende *Soll-Ist-Vergleiche*, sowie eine *Kostensimulation in Echtzeit*. [5]

Dimension 6D – Nachhaltigkeit

Durch die Miteinbeziehung der Nachhaltigkeit mittels einer integrierten *Ökobilanzierung* (engl.: *life cycle assessment, LCA*) gelingt - abhängig von deren Systemgrenzen und Untersuchungsrahmen - schlussendlich eine vollständige Betrachtung des gesamten Lebenszyklus des Bauwerks. Darauf aufbauend können relevante Nachweisführungen (z.B. nach LEED, ÖGNB, DGNB, etc.) zur *Gebäudezertifizierung* unmittelbar aus dem Gebäudemodell abgeleitet werden – dieses Verfahren befindet sich zum aktuellen Stand jedoch noch in der Entwicklung und ist Thema zahlreicher aktueller Forschungsarbeiten. Im Übrigen legt Dimension 6D die Grundlage für *konzeptionelle Energieanalysen* des Bauwerks sowie eine *Rückverfolgbarkeit der verwendeten Baustoffe* inklusive diesbezüglicher *Recyclingvorgaben*. [11, 15]

Analog zur Begriffsdefinition existieren auch bei der Definition der BIM-Dimensionen mehrere geringfügig unterschiedliche Ansätze. So wird BIM in aktuelleren Quellen meist um eine siebte Dimension (7D) erweiterte, wobei die Dimension 3D-6D gemäß *ÖNORM A 6241-2* beibehalten werden.







Dimension 7D – Facilitymanagement

Dimension 7D betrifft das Facilitymanagement (FM), welches sich im Anschluss an den Bauprozess mittels BIM effektiv steuern und vereinfachen lässt, indem modellbasierte *Bedienungs- und Wartungsanleitungen*, sowie *Garantie- und Kontaktdaten* bereitgestellt werden. Grundlage hierfür bildet das sog. *As-built Modell* (deutsch: wie gebaut), welches die tatsächlich gebaute Realität abbildet. Durch die fortwährende Dokumentation und Analyse von realen Betriebsdaten besteht zudem die Möglichkeit einer effizienten *Lebenszyklusoptimierung*. [11]

BIM dient somit auch als Bindeglied zwischen den Erstellern und Nutzern eines Bauwerks.

Die erläuterten BIM-Dimensionen sind zusammenfassend in *Tabelle 2.1*: dargestellt.

Tabelle 2.1: BIM-Dimensionen. (In Anlehnung an [11])

 3D GEOMETRIE	 4D ZEIT	 5D KOSTEN	 6D NACHHALTIGKEIT	 7D FM
<ul style="list-style-type: none"> • Gebäudemodell • Kollisionschecks • Code Compliance Checking • Ableitung mech. u. physikalischer Modelle • Mengenermittlungen • BIM-unterstützte Bauteilfertigung • Animationen, Renderings, virtuelle Rundgänge • Planableitungen 	<ul style="list-style-type: none"> • Bauzeit- und Ablaufplanung • Simulation Projektphasen • Visualisierung Baufortschritt • Lean Methoden 	<ul style="list-style-type: none"> • Echtzeit Kostensimulation • Soll-Ist-Vergleiche • Qualitätssteuerung 	<ul style="list-style-type: none"> • Ökobilanz (LCA) • Nachweisführung Gebäudezertifizierung (LEED, BREAM, ÖGNB) • Konzeptionelle Energieanalysen • Baustoff Rückverfolgung • Recyclingvorgaben 	<ul style="list-style-type: none"> • As-built Modell • Betriebsanleitungen • Wartungstermine • Instandhaltungsmaßnahmen • Garantiedaten • Kontaktdaten • Lebenszyklusoptimierung
 BIM-Dimensionen nach <i>ONORM A 6241-2</i>				

In einigen Quellen wird BIM abweichend von obigen Ausführungen auch als zehndimensionaler Prozess beschrieben – die Inhalte der zusätzlichen Dimensionen werden im Rahmen der gewählten Definition jedoch bereits integral mitberücksichtigt und sind nachfolgend nur der Vollständigkeit halber nochmals separat gelistet. [16]

- 1D: *Rechtliche Rahmenbedingungen*
- 2D: *Planunterlagen (abgeleitet)*
- 8D: *Reale Bauelemente – As-built Modell*

- 9D: *Lean Construction*
- 10D: *Industrialisierte Bauteilvorfertigung*

Der nachfolgende Abschnitt behandelt die Detaillierungsgrade und damit die Tiefe der, innerhalb der BIM-Dimensionen eingegliederten, Informationen.

2.5 Detaillierungsgrade

Um eine Unterscheidung zwischen rein *geometrischen*, *alphanumerischen* sowie *koordinativen* Informationen zu ermöglichen sind aktuell mehrere Detaillierungsgrade definiert. Diese unterscheiden sich in Ihrer Definition in einigen Quellen mitunter erheblich. So kommt es auch zwischen der 2015 veröffentlichten *ÖNORM A 6241-2* und den aktuelleren Regelwerken von bSAT aus dem Jahr 2019 zu einigen Abweichungen. Um Unklarheiten auszuschließen, werden im Folgenden daher alle gängigen Definitionen kurz erläutert, jedoch im weiteren Verlauf der Arbeit auf die aktuell gebräuchlichen Begriffsbestimmungen zurückgegriffen.

Geometrischer Detaillierungsgrad (Strukturdarstellung)

Im Rahmen von *ÖNORM A 6241-2* wird die Detailtiefe der modellierten geometrischen Informationen als Level of Detail (LOD) bezeichnet. Im Deutschen gleichbedeutend mit Strukturdarstellung, entspricht das LOD dem Detaillierungsgrad der grafischen Modellierung eines Objekts in Abhängigkeit von der Projektphase und somit dessen geometrischer Informationstiefe, unabhängig von den hinterlegten semantischen Informationen. [5]

In den buildingSMART Regelwerken sowie zahlreichen aktuelleren Literaturquellen wird die Detailtiefe der geometrischen Informationen auch unter dem Begriff Level of Geometry (LOG) zusammengefasst [17]. Beide Begriffe sind im Rahmen ihrer Definition inhaltlich gleichwertig. Da eine Doppelbezeichnung desselben Inhalts jedoch zu Unschärfe und einer gewissen Redundanz führt, wird der Detaillierungsgrad der geometrischen Modellierung im Folgenden gemäß der aktuelleren Definition als **Level of Geometry (LOG)** bezeichnet [6].

Abbildung 2.1 veranschaulicht den LOG-Anstieg durch eine detailliertere, geometrische Modellierung. Der Anstieg resultiert dabei lediglich aus einer Verfeinerung der grafischen Ausarbeitung und somit einer Zunahme der geometrischen Informationen des Objekts. Ausgehend von einer ersten konzeptionellen Darstellung (LOG 100) folgt eine fünfstufige Einteilung bis mit LOG-Klasse 500 die erforderliche geometrische Detaillierungstiefe der Werk- bzw. Montageplanung erreicht wird. Die Definition der einzelnen Klassen erfolgt für jedes Fachmodell (Architektur, Tragwerksplanung, TGA) separat.

Eine detaillierte Erläuterung der einzelnen Klassen im Hinblick auf deren fachmodell-spezifische Anforderungen findet sich im Anhang der AIA von bSAT [7].

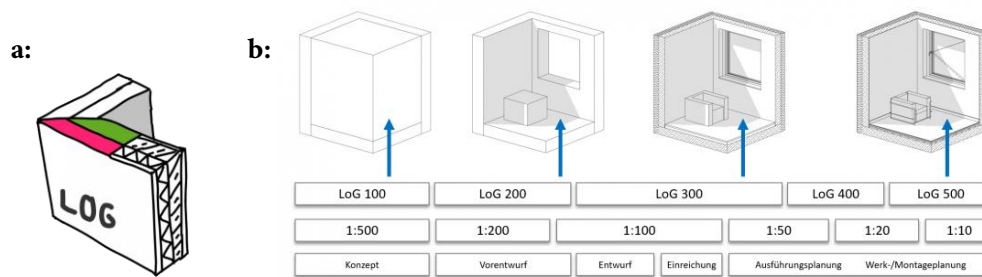


Abbildung 2.1: **a:** Schemaskizze LOG - hohes LOG durch detaillierten Wandaufbau. **b:** Steigendes LOG durch Zuwachs an geometrischen Details. [18]

Andere im Rahmen von BIM relevante, semantische Informationen (z.B. bzgl. Zeit, Kosten, Nachhaltigkeit, etc.) korrelieren i.A. nicht mit dem LOG und sind unabhängig von diesen im Rahmen des nachfolgend beschriebenen Detaillierungsgrades der alphanumerischen Informationen zu betrachten.

Alphanumerischer Detaillierungsgrad (Informationsgehalt)

Gemäß ÖNORM A 6241-2 wird die Detailtiefe der modellierten alphanumerischen (semantischen) Informationen als Level of Development (LoD) bezeichnet. Dabei beschreibt das LoD die sog. phasenabhängigen, alphanumerischen Objektinformationen und ist somit anders als das LOG ein Maß für die im Gebäudemodell hinterlegten Zusatzinformationen und deren Ausarbeitungsstand [5]. In ÖNORM A 6241-2 findet sich jedoch auch der unmittelbare Hinweis, dass das LoD in der Literatur – so auch in den Regelwerken von bSAT – vermehrt als Level of Information (LOI) bezeichnet wird [6]. Dies verdeutlicht den Bezug zu den hinterlegten alphanumerischen Informationen führt jedoch aufgrund der erneuten Doppelbezeichnung zu weiterer Unschärfe.

Daher wird im weiteren Verlauf dieser Arbeit der Detaillierungsgrad der alphanumerischen Modellierung gemäß der aktuelleren Definition als **Level of Information (LOI)** bezeichnet

Beachtenswert ist, dass ein grafisch sehr detailreich modelliertes Objekt mit hohem LOG aufgrund fehlender Zusatzinformationen grundsätzlich ein niedriges LOI aufweisen kann. Im Umkehrschluss besteht daher auch die Möglichkeit, dass ein wie in *Abbildung 2.2* dargestelltes, sehr einfach modelliertes Bauteil mit niedrigem LOG aufgrund vieler alphanumerischer Zusatzinformationen ein hohes LOI aufweist.

Die Einteilung in Klassen erfolgt analog zum LOG fünfstufig von LOI 100 bis LOI 500. Die Definition der einzelnen Klassen erfolgt jedoch für jedes Fachmodell (Architektur, Tragwerksplanung, TGA) sowie spezielle Elementklassen (Dach, Decke, Fenster, etc.) separat und ist daher wesentlich umfangreicher als beim LOG. [7]

Eine detaillierte Erläuterung der einzelnen Klassen im Hinblick auf deren elementspezifische Anforderungen findet sich im Anhang der AIA von bSAT [7].

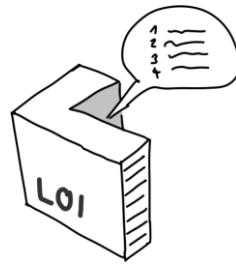


Abbildung 2.2: Schemaskizze LOI – hohes LOI durch alphanumerische Informationen. [18]

Koordinativer Detaillierungsgrad (Abstimmungsgrad)

Um eine Abstimmung bzw. Koordination einzelner Bauelemente untereinander zu ermöglichen, wurde im Rahmen der buildingSMART-Regelwerke abweichend von ÖNORM A 6241-2 ein zusätzliches Level of Coordination (LOC) eingeführt. Dieses ist als Ergänzung der beiden vorab erläuterten Detaillierungsgrade zu verstehen und erlaubt eine Aussage darüber, ob ein Objekt kollisions- und barrierefrei sowie montage- und wartungsfähig ist. [18]

Dabei wird das LOC sowohl für das jeweilige Teilmodell als auch das Gesamtmodell separat festgelegt. Es bildet somit auch ein Bindeglied zwischen den einzelnen Fachmodellen, indem es deren Abstimmung zueinander abbildet. Die Konsistenz der Fachmodelle wird i.d.R. mittels Kollisionsprüfungen ermittelt und bildet die Grundlage zur Festlegung des LOC. Grundsätzlich existieren nur zwei Varianten des LOC – „wahr“ oder „falsch“. Sobald alle Elemente als kollisionsfrei und daher unkritisch eingestuft werden ist der LOC der jeweiligen Projektphase als „wahr“ erreicht. [7]



Abbildung 2.3: Schemaskizze LOC – LOC „falsch“ aufgrund von Bauteilkollisionen. [18]

Gesamtdetaillierungsgrad (Ausarbeitung-/Reifegrad)

Obige Ausführungen lassen erahnen, dass es zwischen den erläuterten Begrifflichkeiten nicht selten zu Verwechslungen und einer unscharfen Abgrenzung kommt. Liebich & Hausknecht (2016) sehen daher in „Level of Disaster“ eine weitere treffende Ausformulierung des Akronyms LoD [17].

Um Unstimmigkeiten zu vermeiden und ein einheitliches Verständnis der Detaillierungsgrade zu schaffen, wird im Rahmen der 2019 veröffentlichten bSAT Regelwerke daher das **Level of Development (LOD)** abweichend von ÖNORM A 6241-2 als Gesamtdetaillierungsgrad definiert. Dieser setzt sich aus den vorab erläuterten LOG, LOI und LOC zusammen und ist daher ein Maß für den vollständigen Ausarbeitungs- bzw. Reifegrad des digitalen Modells. [7]

Dies lässt sich vereinfachend über folgenden formelmäßigen Zusammenhang ausdrücken:

$$LOD = LOG + LOI + LOC \quad (2.1)$$

Darin ist:

- LOD* . . . Level of Development (Ausarbeitungsgrad)
- LOG* . . . Level of Geometry (Strukturdarstellung)
- LOI* . . . Level of Information (Informationsgehalt)
- LOC* . . . Level of Coordination (Abstimmungsgrad)

Abbildung 2.4 veranschaulicht abschließend die Definition des LOD im Kontext der übrigen Detaillierungsgrade.

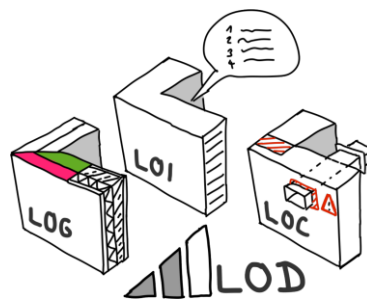


Abbildung 2.4: Schemaskizze – LOD als Summe aus LOG, LOI und LOC. [18]

In deutschen Regelwerken, wie etwa den Handreichungen der BIM4INFRA2020, erfolgt die Definition von LOG, LOI sowie LOD analog, wobei jedoch auf das LOC verzichtet wird. [19]

Innerhalb der AIA und BAP Regelwerke von buildingSMART Switzerland, werden LOG, LOI und LOC ebenfalls gemäß der hier verwendeten Definition aufgefasst. Das LOD wird jedoch durch das **Level of Information Need (LOIN)** ersetzt. Dieses findet sich ebenfalls in ÖNORM EN ISO 19650-1 sowie ÖNORM EN 17412-1, in welchen es als „Informationsbedarfstiefe“ definiert wird und daher eine Vorgabe für die insgesamt zu bereitstellende Informationen sowie deren Ausarbeitungstiefe liefert. [8, 20]

Die Ausführlichkeit obiger Erläuterungen ist der Vielzahl an nach wie vor gültigen und gebräuchlichen Definitionen der Detaillierungsgrade geschuldet. Zukünftig ist eine möglichst international einheitliche Festlegung und Terminologie aus Sicht des Autors daher unbedingt zu empfehlen.

Bezüglich eines digitalen Baubewilligungsprozesses spielen v.a. das LOG wie auch das LOI zum Zeitpunkt der Projektphase Einreichplanung (Genehmigungsplanung) eine entscheidende Rolle, da im Bewilligungsverfahren sowohl eine entsprechende grafische Ausarbeitung als auch ein bestimmtes Maß an hinterlegten Informationen (z.B. die Definition von Fluchtwegen, Wärmedurchgangswerten, etc.) von Relevanz sind. Der Detaillierungsgrad dieser Informationen wird wie vorab erläutert über die entsprechenden Klassen (100-500) definiert und im Rahmen der unter *Abschnitt 2.2* beschriebenen AIA seitens des Auftraggebers angefordert. Dabei betrifft die Projektphase der Einreichplanung Klasse 300

(bzw. 350). Grundlage für den Informationsbedarf der prüfenden Behörden bilden die Anforderungen aus den zu überprüfenden Gesetzen, Verordnungen und Regelwerken, welche somit im Rahmen der definierten Klasse 300 (350) vollständig befriedigt werden müssen.

2.6 Anwendungsmethodik

Seit Beginn der Digitalisierung der Baubranche wurde über die Jahre hinweg ein komplexes, an vielen Stellen unzusammenhängendes Konstrukt aus hochspezialisierten Softwarelösungen entwickelt, welche im jeweiligen Fachplanungsbereich zwar gut funktionieren, im Hinblick auf die Zusammenarbeit und den Datenaustausch mit den übrigen Projektbeteiligten jedoch erhebliche Schwachstellen aufweisen. Dies führt häufig zu einer arbeitsintensiven und fehleranfälligen Neuerfassung von Informationen und damit nicht selten zu einer Inkonsistenz der Planung. Als kooperative, modellbasierte Arbeitsmethodik stellt BIM einen Lösungsansatz für dieses Problem dar. Um jedoch auch während der Umstellungsphase weiterhin eine unternehmensübergreifende Kooperation aller Projektbeteiligten zu gewährleisten, erfordert die Implementierung von BIM in bestehende Prozessabläufe ein stufenweises Vorgehen. [2]

Dies lässt sich am anschaulichsten anhand der grundsätzlich möglichen Anwendungsmethodik von BIM im Kontext verschiedener Fachdisziplinen und Softwareanwendungen erklären.

Little vs. big BIM – closed vs. open BIM

Die Begriffe *little BIM* und *big BIM* ermöglichen eine Beurteilung hinsichtlich einer fachbereichs- bzw. unternehmensübergreifenden Anwendung von BIM. Während *big BIM* eine durchgängige, fachbereichsübergreifende Nutzung digitaler Gebäudemodelle, sowie eine modellbasierte Kommunikation über alle Lebenszyklusphasen des Bauwerks hinweg vorsieht, steht *little BIM* für die Anwendung einer fachspezifischen BIM-Software durch einen einzelnen Fachplaner im Rahmen dessen Aufgabenbereichs [2]. In der Baupraxis ist eine derartige Differenzierung von Relevanz, da in der aktuellen Übergangsphase häufig noch nicht alle projektbeteiligten Unternehmen mit BIM arbeiten, was eine durchgängige Nutzung per se ausschließt. Jedoch besteht so für jene Beteiligte, welche BIM bereits erfolgreich in ihre internen Prozesse implementiert haben, die Möglichkeit, dessen Vorteile im Zuge ihrer fachspezifischen Planungsaufgaben gewinnbringend zu nutzen. Zudem wird die Möglichkeit der Zusammenarbeit zwischen BIM-Planern und traditionellen Planern weiterhin gewährleistet.

Die zweite Unterscheidung betrifft die Diversität der verwendeten Softwareprodukte sowie Datenaustauschformate und damit die Interoperabilität der verwendeten Systeme – diesbezüglich werden die Begrifflichkeiten *closed BIM* (auch: *native BIM* [21]) und *open BIM* eingeführt. *Closed BIM* beschränkt sich auf die Anwendung der Produkte eines einzelnen Softwareherstellers sowie der zugehörigen, proprietären Datenaustauschformate, während im Rahmen von *open BIM* der Einsatz von BIM-Softwareprodukten verschiedener Hersteller und offener, herstellernerutraler Datenformate vorausgesetzt wird. Da im Rahmen eines Bauvorhabens eine Vielzahl unterschiedlicher Fachdisziplinen kooperativ zusammenarbeitet, ist die Beschränkung auf die Softwareprodukte eines Herstellers nicht realistisch – die gegebene Anforderungsvielfalt der meisten Projekte kann schlichtweg von keinem

Hersteller vollständig befriedigt werden. Die daraus resultierende Problematik des Datenaustauschs zwischen Softwareprodukten verschiedener Hersteller führte 1994 zur Gründung der internationalen Non-Profit-Organisation Internationale Allianz für Interoperabilität (IAI), welche 2003 schließlich in buildingSMART umbenannt wurde. Als Lösung genannter Problematik gelang die Entwicklung eines herstellerunabhängigen Datenformats – den sog. Industrie Foundation Classes (IFC) (s. *Abschnitt 2.7*) – welche seitdem eine grundlegende Voraussetzung für eine erfolgreiche open BIM Anwendung darstellen. [2]

Nachfolgende Abbildung zeigt eine Gegenüberstellung der closed und open BIM Methodik unter Bezugnahme auf eine proprietäre Softwarereferenzierung (closed BIM) sowie IFC-Referenzierung im Zuge von open BIM.

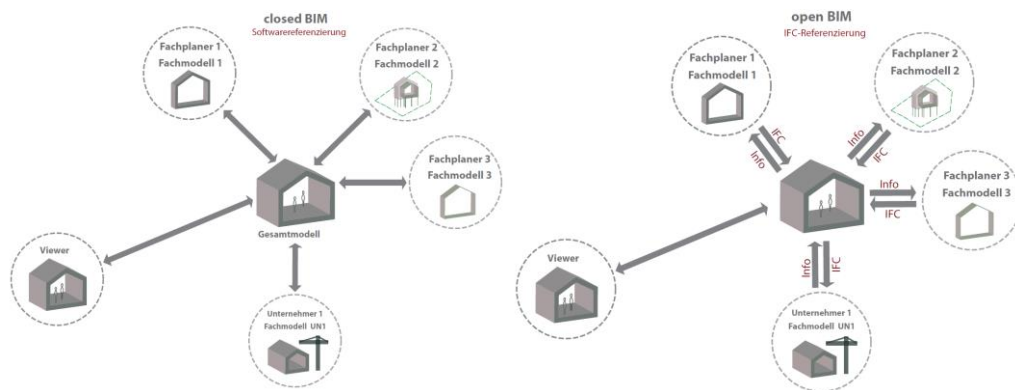


Abbildung 2.5: Gegenüberstellung von closed und open BIM.

Die vollständige Anwendungsmethodik von BIM ist weiters in *Abbildung 2.6* zusammenfassend dargestellt.

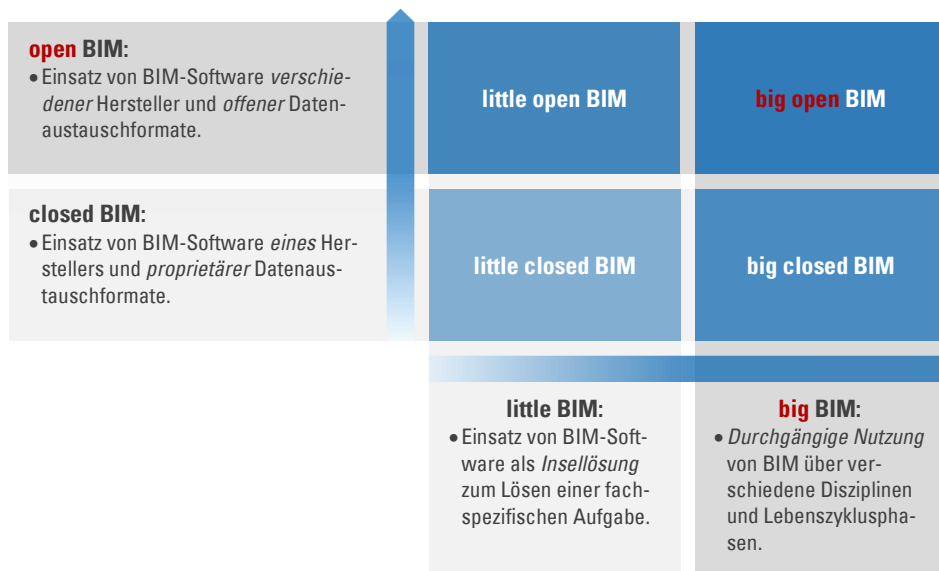


Abbildung 2.6: Matrixdarstellung BIM-Anwendung. (In Anlehnung an [2])

Die Überlagerung der open und big BIM Methodik ergibt das sog. *big open BIM*. Dieses zeichnet sich durch den Einsatz von Softwareprodukten unterschiedlicher Hersteller unter

Verwendung offener Datenaustauschformate, sowie eine durchgängige BIM-Nutzung aller Fachdisziplinen über den gesamten Lebenszyklus des Bauwerks aus. Die übrigen Felder ergeben sich in analoger Weise.

Hinsichtlich eines BIM-Baubewilligungsverfahrens ist zumindest die Anwendung von open BIM unumgänglich, da die Beschränkung auf einen Softwarehersteller und proprietäre Formate im Rahmen von closed BIM eine Benachteiligung anderer Softwarehersteller sowie deren Anwender bedeuten würde [21]. Zudem ist auch eine weitreichende Umsetzung von big BIM – zumindest bis zur Projektphase Einreichplanung – absolut notwendig. Dies bedeutet eine durchgängige BIM-Nutzung aller am Bewilligungsprozess beteiligten Stellen, was neben den Fachplanungsdisziplinen auch die zuständigen Behörden miteinschließt. Langfristig ist aus Sicht des Autors eine ausschließliche Anwendung des big-open-BIM-Ansatzes als Königsweg anzustreben, da dies für alle Beteiligten den größtmöglichen Mehrwert generiert und eine maximale Ausnutzung der Vorzüge der Bauwerksinformationsmodellierung erlaubt.

Reifegradstufen

Um eine etappenweise Gliederung der angestrebten Entwicklung hin zu einer Anwendung von big open BIM zu ermöglichen, wurde von der BIM Task Group (Großbritannien) ein BIM-Reifegradmodell (engl.: *BIM Maturity Model*) entwickelt [2]. Dieses unterteilt die Umstellung auf BIM in die in Tabelle 2.2 dargestellten Entwicklungslevel – die Tabellenform wurde aufgrund der besseren Übersicht und Vergleichbarkeit gewählt.

Tabelle 2.2: BIM-Reifegradmodell in Tabellenform. (In Anlehnung an [2])

	Level 0	Level 1	Level 2	Level 3
Methodik	2D-CAD	2D & 3D CAD	BIMs	iBIM
Datenformate	Proprietäre Formate	Proprietäre Formate	Proprietäre Formate COBie	ISO-Standards (IFC, bSDD, IDM)
Datenqualität	2D Pläne	2D Pläne & geometrische Modelle	Unabhängige, fachspezifische BIMs	Integrierte, interoperable Bauwerksmodelle für gesamten Lebenszyklus
Datenaustausch	Papier	Versenden einzelner Dateien	Zentrale Dateiverwaltung Gemeinsame Objektbibliotheken	Cloudbasierte Modellverwaltung

Ausgehend von Level 0, welches eine Erstellung von zweidimensionalen Papierplänen mittels CAD-Software umfasst, erfolgt im Rahmen von Level 1 – meist zu Visualisierungszwecken – bereits eine teilweise dreidimensionale Modellierung als Ergänzung zweidimensionaler Pläne. Im Rahmen von Level 2 werden bereits fachspezifische Gebäudemodelle von den einzelnen Planungsdisziplinen erstellt und in proprietären Formaten über eine zentrale Dateiverwaltung regelmäßig abgeglichen. Mittels des sog. Construction Operations Building Information Exchange (COBie) Formats erfolgt der Austausch ergänzender

alphanumerischer Informationen. Level 3 umfasst schlussendlich die bereits beschriebene Umsetzung von big open BIM und bildet daher die konzeptionelle Grundlage für ÖNORM A 6241-2, welche explizit auf Level 3-iBIM Bezug nimmt. [2]

Level 3-iBIM bildet daher auch die Grundlage für eine erfolgreiche Umsetzung eines BIM-basierten Baubewilligungsprozesses. Die diesbezüglich erforderlichen, offenen Datenformate werden im nachfolgenden Abschnitt beschrieben.

2.7 Datenformate und Datenaustausch

Ein zentrales Element der Arbeitsmethodik BIM stellen die von buildingSMART international (bSI) entwickelten Industry Foundation Classes (IFC) dar, welche die Erstellung und den softwareherstellerunabhängigen Austausch von Bauwerksinformationsmodellen in Form eines offenen Standards ermöglichen. Die erste Version IFC 1.0 wurde bereits 1997 von bSI veröffentlicht und seitdem fortlaufend weiterentwickelt und in nahezu alle gängigen, fachspezifischen Softwarelösungen implementiert sowie 2013 offiziell als *ISO Standard 16739* normiert. [2]

Die geschichtliche Entwicklung der IFC ist in *Abbildung 2.7* in Form einer Zeitleiste unter Nennung der wichtigsten Versionen veranschaulicht dargestellt.

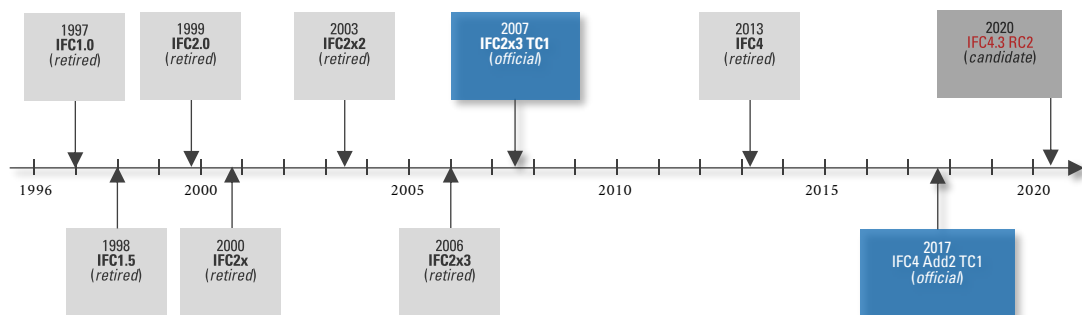


Abbildung 2.7: Entwicklung des IFC-Formats. (In Anlehnung an [2, 22])

Aktuell sind die beiden IFC-Versionen *IFC 2x3 TC1* (*Technical Corrigendum 1*) und *IFC4 Add2 TC1* (*Addendum 2 Technical Corrigendum 1*) unter „Official-Status“ veröffentlicht – sämtliche IFC-Versionen sowie deren aktueller Status sind bei bSI online einsehbar [22]. Bei *IFC4.3 RC2* handelt es sich um die aktuelle Version des IFC-Formats, welche jedoch noch unter Kandidaten-Status geführt wird. Die Vorgängerversionen *IFC4.1* und *IFC4.2* wurden zurückgezogen (Status: Withdrawn), die Version *IFC4.3 RC1* ist als archiviert gelistet (Status: Archived). Diese sind daher im obigen Zeitstrahl nicht explizit aufgeführt. [22], [Stand: 27.02.2021]

Die derzeit in Entwicklung befindliche Neuauflage *IFC5* betrifft Erweiterungen bezüglich des Infrastrukturbaus, da bis dato v.a. die Hochbausparte berücksichtigt wurde – eine diesbezügliche Entwicklungsskizze findet beispielsweise in (Exenberger, 2020, [23]).

Da aktuell zwei offizielle Versionen angeboten und verwendet werden – *IFC 2x3 TC1* ist nach wie vor weit verbreitet – sollte grundsätzlich vor Beginn eines jeden BIM-Projekts eine gemeinsame IFC-Version vereinbart werden, da die verschiedenen Versionen

untereinander aufgrund der stetigen Erweiterung des Datenformats mitunter nicht vollständig kompatibel sind. [24]

Um ein Verständnis für die im Rahmen einer automatisierten Prüfroutine erforderliche Informationsstruktur zu schaffen, werden im nachfolgenden einige wesentliche Inhalte der IFC exemplarisch vorgestellt. Es sei angemerkt, dass eine vollständige Einführung in die zugrundeliegende Datenmodellierungssprache im Rahmen dieser Arbeit aufgrund des erheblichen Umfangs leider nicht möglich ist. Für weiterführende Informationen sei an dieser Stelle auf beispielsweise (Borrmann et al., 2015, [2]) verwiesen.

EXPRESS Datenmodellierung - Exemplarische Einführung

Zur objektorientierten Datenmodellierung der IFC wird die im STEP-Standard Teil 11 (ISO 2004b) definierte deklarative Datenmodellierungssprache EXPRESS verwendet. Dabei werden gleichartige Objekte (z.B. Türen, Fenster, etc.) in Form von Klassen bzw. Entitäten (engl.: *entity*; z.B. *ifcDoor*, *ifcWindow*, etc.) abgebildet. [2]

Nachfolgende Abbildung zeigt exemplarisch die Definition der Entity *IfcDoor* in EXPRESS. Im Rahmen des Baubewilligungsprozess spielen die Eigenschaften von Türbauteilen (z.B. deren Öffnungsmaße oder Feuerwiderstandsklasse) beispielsweise bei einer brand-schutztechnischen Beurteilung eine wesentliche Rolle.

Entity Name:	ENTITY IfcDoor
Subklasse:	SUPERTYPE OF (IfcDoorStandardCase)
Superklasse:	SUBTYPE OF (IfcBuildingElement);
Attribute:	OverallHeight : OPTIONAL IfcPositiveLengthMeasure; OverallWidth : OPTIONAL IfcPositiveLengthMeasure; PredefinedType : OPTIONAL IfcDoorTypeEnum; OperationType : OPTIONAL IfcDoorTypeOperationEnum; UserDefinedOperationType : OPTIONAL IfcLabel;
Regeln:	WHERE CorrectStyleAssigned : (SIZEOF(IsTypedBy) = 0) OR ('IFCESHAREDBLDGELEMENTS.IfDoorType' IN TYPEOF(SELF\IfcObject.IsTypedBy[1].RelatingType)); END ENTITY;

Abbildung 2.8: Entity Definition von *IfcDoor* mittels EXPRESS. (In Anlehnung an [2])

Eine Entität (auch: Klasse) wird in ihren unveränderlichen Eigenschaften (z.B. Türhöhe, -breite, etc.) über ihre *Attribute* beschrieben. Sie steht in Beziehung mit über- bzw. untergeordneten Klassen, welche als *Super-* bzw. *Subklassen* bezeichnet werden. Durch Festlegung konkreter Attributwerte lassen sich *Instanzen* einer Klasse erzeugen – dies ist jedoch nicht unmittelbar mit EXPRESS möglich, sondern erfordert die Verwendung einer STEP Physical File, XML-Datei oder Datenbank, in welcher die Instanz-Daten gespeichert werden können. Eine Instanz entspricht somit einem bestimmten Exemplar (z.B. einer bestimmten Tür mit konkreten Abmessungen) der instanziierten Klasse, deren Gültigkeit mittels algorithmischer *Regeln* innerhalb eines optionalen WHERE-Blocks geprüft werden können. [2, 25]

Erweiterte Eigenschaften – Property Sets (Psets)

Die grundlegenden, international einheitlich parametrischen Eigenschaften eines Objekts (z.B. die Höhe und Breite einer Tür) sind über die Attribute der jeweiligen Klasse bereits fest in das IFC-Datenschema integriert. Erweiterte Eigenschaften (z.B. Feuerwiderstandsklasse, U-Wert, etc.), welche sich international häufig unterscheiden, werden hingegen mittels sog. *Properties* (dt.: Merkmale) als Subklassen von *IfcProperty* frei als Instanzen erzeugt. Eine Sammlung mehrerer *Properties* kann auch als sog. *Property Set* (Pset; dt. Merkmalliste) unmittelbar einem Objekt zugewiesen werden. [2]

Für den Baubewilligungsprozess relevante Objektinformationen können also teils über deren Attribute unmittelbar im Datenschema definiert, sowie ergänzend über verknüpfte Psets hinzugefügt werden. Um eine automatisierte Prüfroutine zu ermöglichen, ist die Verwendung standardisierter Psets mit einheitlich definierter Informationsstruktur notwendig. Diese sog. *PropertySet Definitionen* können in Form einer XML-Datei gespeichert und vorab von behördlicher Seite bereitgestellt werden.

IFC Vererbungshierarchie

Das Prinzip der Vererbung gliedert die definierten Klassen des IFC-Schemas in eine hierarchische Struktur aus Super- und Subklassen (über- bzw. untergeordnete Klassen) und gibt dadurch vor, in welcher Reihenfolge Attribute und Beziehungen zwischen einzelnen Klassen weitergeben („vererbt“) werden. Aufgrund der großen Anzahl von Klassen (IFC4 ADD2 TC1 umfasst 776 Klassen) ergibt sich eine entsprechend umfangreiche Vererbungshierarchie, deren vollständige Darstellung im Rahmen dieser Arbeit nicht zweckmäßig erscheint, jedoch – von BSI bereitgestellt – online eingesehen werden kann. [2, 26]

Geometrische und alphanumerische Informationen

Die IFC ermöglichen sowohl einen Austausch geometrischer als auch alphanumerischer (semantischer) Informationen, welche innerhalb des Datenmodells jedoch strikt getrennt werden. Dabei ist grundsätzlich vorab die semantische Identität eines Objekts zu definieren, welche sich anschließend mit einer oder mehreren geometrischen Repräsentationen verknüpfen lässt. Nachfolgende Abbildung zeigt diesbezüglichen einen exemplarischen Auszug aus dem IFC-Datenmodell. [2]

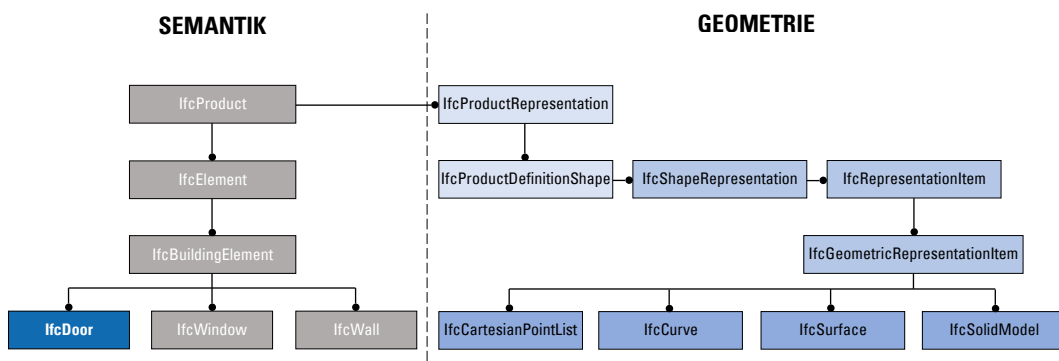


Abbildung 2.9: Verknüpfung von Semantik und Geometrie. (In Anlehnung an [2])

Die Verknüpfung erfolgt über die Entity *IfcProduct* und wird durch das Konzept der Vererbung an deren Subklassen weitergegeben – dadurch wird auch der eingangs exemplarisch definierten Klasse *IfcDoor* die Möglichkeit einer geometrischen Repräsentation vererbt. Die geometrische Abbildung wird dabei mittels gängiger mathematischer Konzepte zur Beschreibung von Punkten (*IfcCartesianPointList*), Kurven (*IfcCurve*), Flächen (*IfcSurface*) und Volumina (*IfcSolidModel*) realisiert – weiterführende Erläuterung finden sich beispielsweise in (Borrmann et al., 2015, [2]).

Partialmodellinhalte – Model View Definition (MVD)

Eine Model View Definition (MVD; dt.: Modellansichtsdefinition bzw. Modellsicht) bildet eine fest definierte *Teilmenge* des IFC-Datenmodells ab und ermöglicht dadurch eine Eingrenzung der übertragenen Daten auf Instanzen, welche den Vorgaben der MVD entsprechen. Die Vorgaben der MVD beziehen sich dabei zumeist auf Attributwerte, Psets oder geforderte geometrische Darstellungsformen und „filtern“ die entsprechenden Entities als Partialmodell aus dem Gesamtmodell heraus. Neben den Eigenschaften einzelner Objekte sind häufig auch implizite Mengenangaben und Rechenergebnissen (z.B. Grundflächen Verhältnisse, Bauwerkshöhen, etc.) im Rahmen des Baubewilligungsverfahrens von Relevanz. Diese können mittels *Quantity Take-Off Add-ons* erfasst und explizit in *Quantity Sets* (dt. Mengenlisten) ausgegeben und gespeichert werden. [2, 5, 27]

Nachfolgend findet sich eine kurze Zusammenstellung der gebräuchlichsten, von bSI innerhalb der IFC vordefinierten MVDs: [2, 28, 29]

- *IFC2x3 TC1 Coordination View*
Umfasst die Teilmenge von IFC2x3 TC1, welche zur *Koordination* und zum Datenaustausch zwischen Architektur-, Tragwerksplanungs- und Gebäudetechnikmodellen von Relevanz ist und ermöglicht somit die Erstellung eines gemeinsamen Koordinationsmodells.
- *IFC2x3 TC1 Structural Analysis View*
Umfasst eine für die Tragwerksplanung relevante Teilmenge von IFC2x3 TC1 (z.B. Tragstrukturen, Lasten, etc.).
- *IFC2x3 TC1 Basic FM Handover View*
Umfasst eine Teilmenge von IFC2x3 TC1, welche im Rahmen des Facility Managements (FM) zum Betrieb des Gebäudes benötigt wird.
- *IFC4 ADD2 TC1 Reference View*
Bietet die Möglichkeit zur Erstellung und Weitergabe eines vereinfachten, nichtänderbaren Referenzmodells, welches jedoch für weiterführenden Arbeiten und Analysen (z.B. Mengenableitungen, Koordination, Kollisionsanalysen, etc.) verwendet werden kann. Zudem wird eine modellbasierte Kommunikation ermöglicht im Zuge derer Anmerkungen im Referenzmodell hinterlassen werden können (s. nachfolgender Abschnitt).
- *IFC4 ADD2 TC1 Design Transfer View*
Erlaubt gegenüber dem IFC4 ADD2 TC1 Reference View eine detailliertere Weitergabe von Modellausinformationen – wobei dennoch mit Datenverlusten zu rechnen ist – sowie eine Bearbeitung des weitergegebenen IFC-Modells.

Hinsichtlich einer möglichen Anwendung zur Einreichung eines digitalen Gebäudemodells im Zuge des Baubewilligungsverfahrens bietet sich gemäß obigen Ausführungen die Verwendung des *IFC4 Reference Views* an, wobei eine weitere Teilmengeneingrenzung des IFC-Schemas auf ausschließlich prüfungsrelevante Informationen denkbar ist. [30]

IFC-zertifizierte BIM-Anwendungen, die mehrere MVDs unterstützen, erlauben im Zuge des IFC-Exports eine Auswahl der zu verwendenden MVD. Nachfolgende Abbildung zeigt einen exemplarischen Auszug einer im *IFC4 Reference View* aus *Autodesk Revit* exportierte IFC-Datei als *STEP Physical File* – die IFC-Datei kann nach dem Export über einen beliebigen Texteditor geöffnet und eingesehen werden.

```
ISO-10303-21;
HEADER;
/*****
*****
* STEP Physical File produced by: The EXPRESS Data Manager Version
5.02.0100.07 : 28 Aug 2013
[. . .]
FILE_DESCRIPTION(('ViewDefinition [ReferenceView_V1.0]'),'2;1');
FILE_NAME('2018_01','2021-08-02T12:54:09',(''),(''),'The EXPRESS Data Mana-
ger Version 5.02.0100.07 : 28 Aug 2013','20180328_1600(x64) - Exporter
19.0.1.1 - Alternativ-UI 19.0.1.1','');
FILE_SCHEMA(('IFC4'));
ENDSEC;

DATA;
#1= IFCORGANIZATION('$','Autodesk Revit 2022 (DEU)',$,,$,$);
#5= IFCAPPLICATION(#1,'2019','Autodesk Revit 2022 (DEU)','Revit');
[. . .]
```

Abbildung 2.10: HEADER- und DATA-Auszug einer IFC-Datei aus Autodesk Revit.

Modellbasierte Kommunikation – BIM Collaboration Format (BCF)

Das BIM Collaboration Format (BCF) bietet die Möglichkeit, modellbezogene Anmerkungen in Form einer einfachen ZIP-Datei auszutauschen. Beschreibung und Visualisierung des betroffenen Bauteils werden dabei im XML-Format weitergegeben. Mängel, Sonderlösungen und Abweichungen gegenüber den gegebenen Anforderungen können so modellbezogen abgebildet und mit anderen beteiligten Stellen (z.B. zwischen Genehmigungsbehörde und Antragsteller) kommuniziert werden. Im Rahmen der Visualisierung lassen sich explizite Blickwinkel definieren sowie Objekte farblich kennzeichnen, was eine unmissverständliche Kommunikation bestmöglich unterstützt. [2]

2.8 Automatisierte Konformitätsprüfung

Der gegenständliche Unterabschnitt bildet den Abschluss der BIM-bezogenen Grundlagen und ist im Kontext des digitalen Baubewilligungsprozesses von zentraler Bedeutung. Ziel einer automatisierten bzw. teilautomatisierten Konformitätsprüfung (engl.: *Automated Code Compliance Checking, ACCC*) ist es, die geltenden baurechtlichen und bautechnischen Anforderungen im Rahmen weitestgehend automatisierter Prüfroutinen auf deren

ordnungsgemäße Umsetzung zu überprüfen. Nach Eastman et al. lässt sich der daraus ergebende Gesamtprozess in die in *Abbildung 2.11* dargestellten Prozessphasen untergliedern. [2, 31]

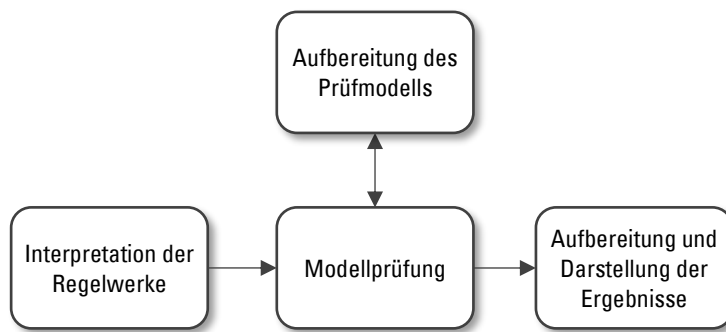


Abbildung 2.11: Prozessphasen automatisierte Konformitätsprüfung. (In Anlehnung an [31])

Die *Interpretation der Regelwerke* umfasst die Übersetzung der gegebenen Anforderungen in eine maschinenlesbare Form – dies kann, in Abhängigkeit der Darstellungsform der Anforderungen (s. *Abschnitt 4.3*) automatisiert durch logische Algorithmen, oder manuell erfolgen. Die Anforderungen können anschließend in Form eines Programmcodes oder mittels parametrischer Tabellen bzw. Regelsätze abgebildet werden. [31]

Im Zuge der *Aufbereitung des Prüfmodells* werden die für die Prüfung relevanten Informationen aus dem Gebäudemodell gefiltert. Dabei besteht zudem die Möglichkeit, neben explizit angeführten Eigenschaften auch implizit vorhandene Objektinformationen abzuleiten und in einem speziell auf die jeweilige Prüfung abgestimmten Partialmodell zusammenzuführen. Aus Sicht des Autors sollte die Aufbereitung der Prüfmodells so weit als möglich bereits während dessen Erstellung durch die verantwortlichen Fachplaner, bzw. vorab der Einreichung durch den BIM-Gesamt-Koordinator, erfolgen. Es bietet sich an, die diesbezüglichen Anforderungen an die Modellierung in Form einer Modellrichtlinie sowie vordefinierte MVDs und Psets von behördlicher Seite vorzugeben, um so eine prüfbare Modellstruktur zu gewährleisten. Sollten im Zuge der Prüfung weitere Aufbereitungs- bzw. Selektierungsmaßnahmen erforderlich sein, können diese grundsätzlich auch durch die Prüfenden erfolgen – dabei darf das Modell aufgrund des Urheberrechts sowie der planungsrechtlichen Verantwortung der Ersteller jedoch nicht verändert, sondern lediglich für die erforderlichen Prüfprozesse aufbereitet werden. Eine Aufbereitung durch den zuständigen Prüfsachverständigen kann insbesondere bei hinterlegten Quantities erforderlich sein, da deren korrekte Angabe durch die Einreichenden nicht grundsätzlich vorausgesetzt werden kann. Werden etwa Nutzflächen fälschlicherweise nicht als solche ausgewiesen entspricht die Gesamtsumme dieser nicht der Realität und würde ein falsches Prüfergebnis verursachen. [2, 31]

Die eigentliche *Modellprüfung* umfasst die Anwendung der aus den Regelwerken gewonnenen Anforderungen auf das zugehörigen Prüfmodell in Form eines teilautomatisierten Prozesses. Dabei wird zunächst in einer formalen Vorprüfung untersucht, ob alle erforderlichen Informationen in einer prüfkonformen Struktur vorliegen. Anschließend folgt die, nach Anforderungsbereichen (z.B. Brandschutz, Barrierefreiheit, etc.) untergliederte, Prüfung der einzelnen MVDs. Um zu gewährleisten, dass diese ein konsistentes Gebäudemodell bilden, wird zudem eine Kollisionsprüfung des Gesamtmodells als Überlagerung aller MVDs

durchgeführt. Die Organisation und Verwaltung der einzelnen Prüfschritte erfolgt innerhalb eines Management- bzw. Steuerungsmenüs der zugehörigen Prüfsoftware.

Die abschließende *Aufbereitung und Darstellung der Ergebnisse* erfolgen in Form eines strukturierten Prüfberichts. Dieser umfasst modellbezogene Visualisierungen und Anmerkungen bezüglich der identifizierten Probleme in Form einer BCF Datei. Dabei kann das fehlerbehaftete Objekt perspektivisch abgebildet, sowie die verletzte Anforderung als Erläuterung hinzugefügt werden. [31]

Black-Box- und White-Box-Methode

Zur grundlegenden Kategorisierung einer Prüfroutine bietet es sich an, die Transparenz der ablaufenden Prüfprozesse zu betrachten. Die allgemeine Systemtheorie unterscheidet diesbezüglich zwischen der in *Abbildung 2.12* dargestellten Black-Box und White-Box-Methode. Letztere erlaubt einen nachvollziehbaren Einblick in die ablaufenden Zwischenschritte des Gesamtprozesses, während die Erstgenannte in Form eines festimplementierten Programmablaufs nach erfolgter Eingabe lediglich das abschließende Ergebnis mit dem Anwender kommuniziert. Dabei setzt die Transparenz der White-Box-Methode, im Vergleich zur Black-Box, die Verwendung einer sowohl für Maschinen als auch für Menschen lesbaren Sprache voraus, erlaubt jedoch häufig notwendige Plausibilitätsprüfungen von Zwischenschritten und -ergebnissen durch den rechtlich verantwortlichen Prüfer. [2]

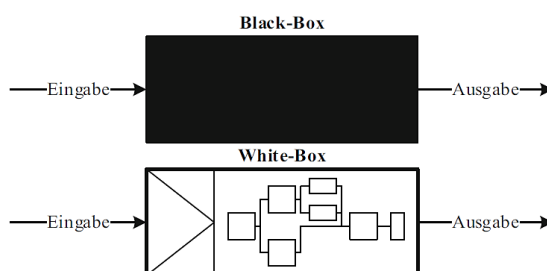


Abbildung 2.12: Black-Box und White-Box. [2]

Da das Verständnis der zugrundeliegenden Programmiersprache einen hohen Grad an Fachwissen voraussetzt, welches von den verantwortlichen Prüfsachverständigen nicht grundsätzlich verlangt werden kann, präsentiert sich die White-Box-, im Hinblick auf ihre Anwenderfreundlichkeit, jedoch als nachteilig gegenüber der Black-Box-Methode.

Stand der Technik

Im Verlauf der vergangenen Jahre wurde auf dem Gebiet des ACCC eine Vielzahl an neuen Prüfmöglichkeiten, sowohl in Form von Black-Box als auch White-Box-Methoden erarbeitet und bestehende Verfahren kontinuierlich weiterentwickelt. Im Nachfolgenden kann daher lediglich ein einführender Überblick über den aktuellen Stand der Technik gegeben werden, um anschließend vertiefend auf eine konkrete Anwendung des ACCC im Rahmen des digitalen Baubewilligungsprozesses zu fokussieren. Eine weitaus umfassendere Ausführung des Themas findet sich beispielsweise in (Preidel, 2020, [32]), worauf an dieser Stelle verwiesen wird.

Nachfolgenden Abbildung gibt einen Überblick über den aktuellen Stand der Technik auf dem Gebiet des ACCC.

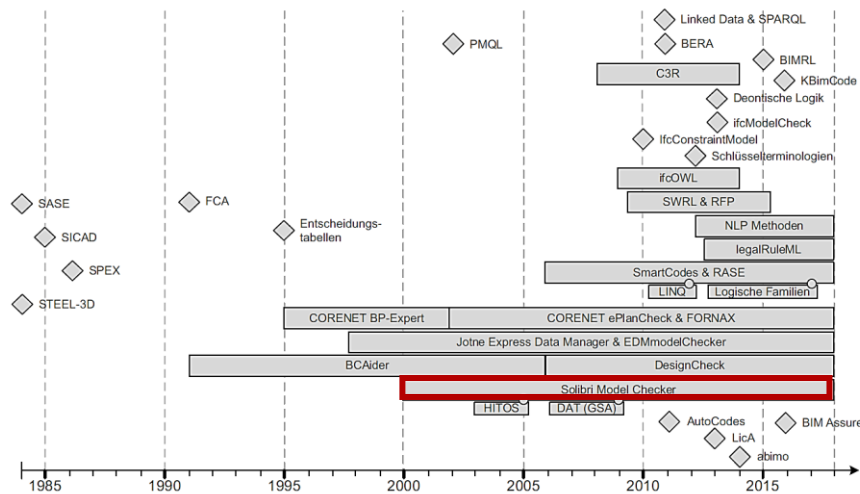


Abbildung 2.13: Entwicklung und Stand der Technik des ACCC. [32]

Diese Arbeit fokussiert auf eine möglichst anwenderfreundliche, praktische Umsetzung des ACCC im Rahmen des Baubewilligungsverfahrens. Diesbezüglich bietet sich die Verwendung sogenannter regelbasierter Prüfroutinen an, auf welche im nachfolgenden exemplarisch am Beispiel des Solibri Model Checkers eingegangen wird.

Solibri Model Checker

Der von der finnischen Softwarefirma Solibri inc. im Jahr 2000 veröffentlichte Solibri Model Checker (SMC) ist eine Softwareanwendung zur regelbasierten Konformitätsprüfung von IFC-Gebäudemodellen auf deren Integrität, Qualität und physische Sicherheit. Als Java-basierte Plattform entwickelt, bildet der SMC das IFC-Datenmodell über fest implementierte Routinen auf das proprietäre Datenformat ab und erweist sich daher als kaum fehleranfällig für Inkonsistenzen innerhalb des Datenmodells. [2, 33]

Um eine Koordination und Filterung der verschiedenen Teilmodelle sowie deren Gebäudeelemente zu ermöglichen, werden diesen im SMC entsprechende Rollen (z.B. Architekturprüfung, BIM-Koordination, etc.) und Klassifikationen (z.B. Außenwand, Lüftungsleitung, etc.) zugewiesen. Dabei besteht die Möglichkeit, neben den vorinstallierten Standards eigene Rollen und Klassifikationen festzulegen und damit eine projektspezifische Prüfstruktur zu definieren. Das so aufbereitete IFC-Modell kann anschließend gefiltert mittels spezifischer Regeln auf deren Anforderungen (z.B. Überschneidungen, Eigenschaftswerte, etc.) hin überprüft werden. Dabei entspricht eine Regel jeweils einem parametrisch vorprogrammierten Prüfablauf, welcher die ausgewählten Gebäudeelemente mit den parametrisch definierten Vorgaben abgleicht. Die Parameterwerte können vom Anwender frei gewählt und angepasst werden. Einzelne Regeln lassen sich zudem in Regelsätze (engl.: Rulesets) und Unterregelsätzen zusammenfassen und somit individuell im Hinblick auf die Prüfanforderungen der jeweiligen Rollen kombinieren. Erstellt und verwaltet werden die Regeln und Regelsätze im Ruleset Manager (RSM) des SMC. Nach Durchlauf der regelbasierten Prüfung wird das Ergebnis dem Anwender in Form einer kategorisierten Liste der

identifizierten Probleme (engl.: Issues) zur weiteren Bearbeitung ausgegeben. Die festgestellten Probleme lassen sich anschließend durch Auswahl der entsprechenden Gebäudeelemente visuell vom übrigen Modell abgrenzen und in Form eines Koordinationsberichtes im BCF-Format zur Überarbeitung an den Ersteller des Modells übergeben. [33]

Nachfolgende Abbildung zeigt die wesentlichen Funktionen des Solibri Model Checkers in Form des grundsätzlichen Workflows während Modellprüfung. Eine Einbindung in die Behördenprüfung im Zuge eine BIM-basierten Baubewilligungsprozesses erscheint als praktikable Lösung zur bautechnischen und baurechtlichen Prüfung des eingereichten Bauansuchens.

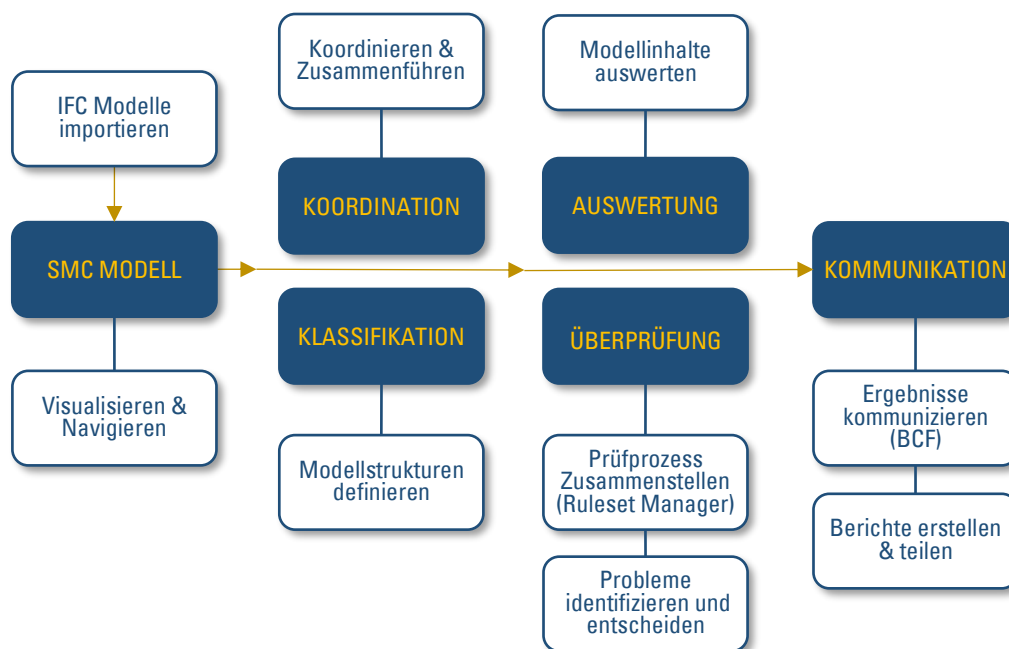


Abbildung 2.14: Workflow im Solibri Model Checker. (In Anlehnung an [33])

Obwohl die zugrundeliegenden Programmalgorithmen der in Solibri verfügbaren Prüfregele nicht ohne weiteres einsehbar und modifizierbar sind, bietet die Möglichkeit zur parametrischen Anpassung der Regeln sowie deren anschließende Zusammenstellung zu individuellen Regelsätzen dennoch eine gewisse Transparenz des Prüfprozesses. Aus Sicht der allgemeinen Systemtheorie handelt es sich beim SMC daher um eine Mischform aus Black- und White-Box-Methode – dies ist in *Abbildung 2.15* durch die geschwärzten Boxen symbolisch dargestellt.

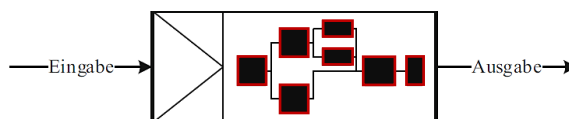


Abbildung 2.15: SMC als Mischform aus Black- und White-Box-Methode. (In Anlehnung an [2])

Ein wesentlicher Vorteil dieses Konzepts zeigt sich in der anwenderfreundlichen, visuellen Benutzeroberfläche, welche auch ohne Programmiersprachenkenntnisse bedient werden

kann – ein durchgängiger White-Box-Ansatz würde hingegen die Kenntnis der zugrundeliegenden Programmiersprache seitens des Anwenders voraussetzen um die Prüfroutinen nachvollziehen und gegebenenfalls modifizieren zu können. Im Baubewilligungsprozess kann ein derart spezifisches Fachwissen jedoch weder von den verantwortlichen Prüfstellen gefordert noch im Rahmen von Schulungen vollumfänglich vermittelt werden. Daher stellt der SMC als anwenderfreundliche Alternative ein praxistaugliches Werkzeug für das Baubewilligungsverfahren dar.

Die bautechnischen und baurechtlichen Anforderungen an das Bauvorhaben (s. *Abschnitt 4.2*) können innerhalb des SMC über die Komposition von Regeln zu passenden Regelsätzen abgebildet werden. Sofern die standardmäßig zur Verfügung stehenden Regelvorlagen die Prüfanforderungen nur unzureichend abbilden, besteht zudem die Möglichkeit über eine Programmierschnittstelle (engl.: Application Programming Interface; API) eigene Regeln zu definieren, was die Anpassungsmöglichkeiten an die gültigen Bauvorschriften wesentlich erhöht. [34]

Zum aktuellen Zeitpunkt [Stand: 24.04.2021] werden bereits von weiteren Softwareunternehmen auf Basis der API des SMC vordefinierte Regelsets zur teilautomatisierten Überprüfung von Bauvorschriften angeboten. Ein Beispiel hierfür sind die OIB-Regelsets der Firma A-NULL Bausoftware, welche die Anforderungen der OIB Richtlinien 2, 3 und 4 (s. *Abschnitt 4.2*) in Teilen abbilden und fortlaufend weiterentwickelt werden. [35]

Eine behördliche Nutzung dieser Regelregelsets bilden den Kern der teilautomatisierten Prüfung des Gebäudemodells im Rahmen des digitalen Baubewilligungsverfahrens. Dabei bietet es sich an, die offiziellen Regelsets der Behörde auch den Einreichenden zur Verfügung zu stellen, um diesen eine eigenen Vorprüfung zu ermöglichen. Dies erlaubt eine frühzeitige Erkennung von Fehlern und Problemen noch vor der eigentlichen Einreichung und unterstützt einen reibungslosen Ablauf des Genehmigungsprozesses.

3 Lean Management

Im Kontext der gegenständlichen Masterarbeit dienen die Methoden des Lean Managements als Richtlinie und Orientierung für eine – im Hinblick auf den Prozessablauf – effiziente Implementierung von BIM in den digitalen Baubewilligungsprozess. Dabei wird, ausgehend von der Entstehung des Lean Gedankens in der Produktion, auf die zugrundeliegenden Prinzipien, sowie vertieft auf mögliche Anwendungsfälle im Rahmen behördlicher und – sofern für das Bewilligungsverfahren relevant – planerischer Prozessabläufe fokussiert.

3.1 Hintergrund und Entstehung

Der Begriff „*Lean*“ (dt.: ***schlank***, *mager*) wurde im Zusammenhang mit Management- und Prozessstrategien erstmals im Jahr 1990 von amerikanischen Forschern des Massachusetts Institute of Technology (MIT) im Rahmen einer Studie über das Produktionssystem des japanischen Automobilherstellers Toyota aufgegriffen. Einige Jahre zuvor war es Toyota – im Anschluss an die Ölkrise 1973 – wesentlich schneller als den übrigen Autobauern gelungen sich wirtschaftlich zu erholen. Dies führte zu weltweitem Lob und Interesse und 1984 schließlich zu einem Joint Venture mit dem amerikanischen Automobilhersteller General Motors (GM), welches das möglichst verschwendungsfrei konzipierte Just-in-Time (JIT) Prinzip des Toyota-Produktionssystems (TPS) erstmals in Nordamerika in die Produktion qualitativ hochwertiger Kleinwagen implementierte. Die außergewöhnlich erfolgreiche Umsetzung des neuen Produktionssystems – die Fabrik wurde als beste Fabrik der USA bezeichnet – gab schlussendlich den Anstoß für die eingangs erwähnte Studie des MIT, welche schließlich als Buch unter dem Titel

„*The Machine That Changed The World: The Story of **Lean Production** – Toyota’s Secret Weapon in the Global Car Wars That is Revolutionizing World Industry*“ (WOMACK et al. 1990)

veröffentlicht wurde. Der Ursprung des Begriffes „*Lean*“ findet sich mit der Bezeichnung „*Lean Production*“ (dt.: *schlanke Produktion*) also im TPS. Ins Deutsche übersetzt wurde das Buch unter dem Titel „*Die zweite Revolution in der Automobilindustrie*“ auch in der DACH-Region zu einem Bestseller. Als erste Revolution der Automobilindustrie wird die Entwicklung der Fließbandproduktion durch HENRY FORD zu Beginn des 20. Jahrhunderts verstanden, welche im Rahmen von *Abschnitt 1.1* dieser Arbeit als thematische Einführung bezüglich einer erfolgreichen Zusammenarbeit bereits genannt wurde. Somit wird auch klar, dass einige wesentliche Ansätze des Lean Gedankens in der Produktion bereits zu Zeiten der Industrialisierung erfolgreich umgesetzt wurden – hierzu ist insbesondere das von FORD im

Rahmen der Fließbandfertigung angewandte Fluss-Prinzip zu zählen, welches dem Grundsatz „Halte alles in Bewegung. Bringe die Arbeit zum Mitarbeiter, nicht den Mitarbeiter zur Arbeit“ (HENRY FORD) folgt. [36]

Um ein Verständnis für die zugrundeliegenden Denkweisen zu schaffen, soll im nachfolgenden daher zunächst das grundsätzliche Konzept von Lean im Rahmen seines ursprünglichen Kontexts – der industriellen Produktion von Automobilen – definiert und anschließend auf die gegenständliche Thematik des Lean Managements sowie speziell dessen Anwendung im Bauwesen (Lean Construction) sowie der öffentlichen Verwaltung (Lean Administration) übertragen werden.

3.2 Lean Production – Toyota Produktionssystem

Ein Kernelement von Lean Production – und damit des TPS – stellt die angestrebte *Verschwendungsfreiheit* der zugrundeliegenden Prozesse dar. Die Produktionsabläufe folgen dabei im Wesentlichen den **Lean Prinzipien** von

- *Stabilität,*
- *Fluss,*
- *Takt,*
- *Pull,*
- *Wertstrom,*
- *Perfektion,*
- *Standardisierung,*
- *kontinuierliche Verbesserung und Mitarbeiterentwicklung.*

Als Ziele werden *geringe Kosten, kurze Lieferzeiten* sowie eine *bestmögliche Qualität* angestrebt, wobei stets der Kunde im Fokus steht. [36]

Dabei sei angemerkt, dass die Rolle des Kunden grundsätzlich auch anderweitig interpretierbar ist und so beispielsweise auf die Rolle eines Antragstellers im Rahmen eines Genehmigungsverfahrens übertragen werden kann. Verallgemeinert formuliert geht es letztendlich um die Erbringung einer angeforderten Leistung bzw. Dienstleistung, welche unter Anwendung bestimmter Prinzipien möglichst effizient erbracht werden soll.

Verschwendung

Ursprünglich vom japanischen Begriff „*Muda*“ (deutsch: sinnloser Aufwand) abgeleitet, untergliedert sich die Verschwendung im Rahmen der Produktion in die nachfolgenden acht Arten: [36]

- **Überproduktion**
- *Überflüssige Bewegung*
- *Wartezeit*
- *Transport*
- *Prozessübererfüllung*
- *Bestände*
- *Fehler, Ausschuss und Nacharbeit*

- *Nichtgenutztes Mitarbeiterwissen*

Dabei stellt die Überproduktion zumeist die Ursache der nachfolgenden sechs Verschwendungsarten dar. Die achte Verschwendungsart ist separat zu betrachten, da durch nichtgenutztes Mitarbeiterwissen die Produktion zwar nicht unmittelbar beeinträchtigt wird, mögliche Optimierungspotentiale jedoch ungenutzt bleiben und dies für das Unternehmen langfristig einen erheblichen Verlust bedeuten kann. [36]

Stabilität

Die Stabilität der Prozesse wird im Wesentlichen durch die Vermeidung von *Verschwendung*, *Inflexibilität* und *Variabilität* erreicht – diese drei Faktoren werden auch als Verlustfaktoren bezeichnet. Unter Inflexibilität wird eine unzulängliche Anpassungsfähigkeit an geänderte Randbedingungen (z.B. neue Technologien, Sonderwünsche, etc.) verstanden, während mit Variabilität eine Abweichung der Prozesse vom eigentlichen Standard gemeint ist, was wiederum zu mitunter starken Qualitätsschwankungen führen kann. [36]

Fluss

Das Prinzip des Flusses wird mittels des unter *Abschnitt 3.1* angeführten Zitats von Henry Ford bereits weitestgehend erläutert. Im Wesentlichen geht es darum das produzierte Produkt über ein geeignetes Prozesskettenlayout möglichst kontinuierlich durch die Fertigung „fließen“ zu lassen und an verschiedenen Stationen nach und nach zu vervollständigen – das Fluss-Prinzip steht dabei in unmittelbarer Wechselwirkung mit dem nachfolgend beschriebenen Takt der Prozesskette. [36]

Takt

Der Takt einer Prozesskette sollte grundsätzlich durch den Kunden vorgegeben werden. Der *Kudentakt* entspricht dabei der für die Fertigung eines Produktes notwendigen Zeiteinheit und ermittelt sich gemäß nachstehender Formel aus dem Quotienten der Produktionszeit (Nettoarbeitszeit) durch die gesamte Auftragsmenge. [36]

$$\text{Kudentakt} = \frac{\text{Produktionszeit}}{\text{Auftragsmenge}} \quad (3.1)$$

Wird der Kudentakt überschritten liegt ein *Engpass* vor – dieser wird i.d.R. durch den langsamsten Teilprozess der Prozesskette verursacht. Bei Überschreitung des Kudentakts kommt es zu einer *Wartezeit*, welche bei Weiterproduktion zu einer Überproduktion und damit Verschwendung führt. [36]

Über eine geeignete *Austaktung* wird gewährleistet, dass alle Teilprozesse der Prozesskette möglichst taktgleich (synchron) ablaufen und zeitlich so weit als möglich dem Kudentakt entsprechen. Die Anzahl der hierfür notwendigen Prozessstationen ergibt sich durch ganzzahliges Aufrunden aus dem Quotienten der Gesamtprozesszeit durch den Kudentakt gemäß nachfolgender Formel. [36]

$$\text{Prozessstationen} = \left\lceil \frac{\text{Gesamtprozesszeit}}{\text{Kudentakt}} \right\rceil \quad (3.2)$$

Pull (JIT)

Das *Pull-Prinzip* (pull, dt.: ziehen) bildet die Grundlage der *Just-in-Time-Produktion*. Es zielt darauf ab, dass eine Leistung erst dann erbracht wird, wenn die nachfolgende Stelle der Wertschöpfungskette (z.B. die nächste Prozessstation der Taktung oder abschließend der Kunde) die Leistung anfordert und unmittelbar abnehmen kann. Ein angefordertes Produkt „zieht“ daher alle vorherigen Arbeitsschritte durch die Produktion. Materialstaus sowie notwendige Zwischenlagerungen können so effizient vermieden, Fluss und Takt stets aufrechterhalten werden. Zudem wird die Produktion vollständig an der eigentlichen Nachfrage des Marktes ausgerichtet und dadurch eine Überproduktion per se ausgeschlossen. Ganz wesentlich ist dabei die Miteinbeziehung der beteiligten *Zulieferer*. Um einen Reibungslosen Ablauf zu gewährleisten, müssen diese als fester Bestandteil der Prozesskette aufgefasst werden. Das Pendant zum Pull-Prinzip bildet das *Push-Prinzip*. Dieses orientiert sich am verfügbaren Material und setzt daher am Anfang der Produktion an, was eine wesentlich unflexiblere Wertschöpfungskette zur Folge hat. [36, 37]

Wertstrom

Unter einem Wertstrom verstehen sich alle Aktionen, welche auf dem Herstellungsweg eines Produktes durchgeführt werden – dies betrifft sowohl wertschöpfende als auch nicht wertschöpfende Tätigkeiten. Der Wertstrom bildet daher im Wesentlichen die vollständige Produktion, unabhängig vorhandener Schnittstellen und Abteilungsgrenzen, als ganzheitlichen Gesamtprozess ab. [36]

Als zentrales Optimierungswerkzeug wurde in diesem Zusammenhang die *Wertstromanalyse* (WSA) eingeführt, welche, mittels symbolischer *Prozessvisualisierung*, ausgehend von einer Bestandaufnahme des Ist-Zustandes, die Entwicklung eines optimierten Soll-Zustandes erlaubt. Dies wird im Zuge des sogenannten *Wertstromdesigns* vor allem durch Identifikation und Austausch nicht wertschöpfender Tätigkeiten umgesetzt. [36]

Perfektion

Das Streben nach Perfektion setzt in der Produktion vor allem eine entsprechend hohe *Produktqualität* sowie eine effiziente *Fehlervermeidung* voraus. Im Kontext von Lean Production stellt dabei das sogenannte *Jidōka-Prinzip* das zentrale Element der Fehlervermeidung dar, welches zumeist mit dem Kunstwort „*Autonomation*“ ins Deutsche übersetzt wird. Gemeint ist eine intelligente Automatisierung von Prozessabläufen, mittels welcher Fehler unmittelbar erkannt und durch einen rechtzeitigen Anlagenstopp sowie geeignete Maßnahmen (z.B. eine entsprechende Meldung) behoben oder zumindest nicht weitergegeben werden. Da Anlagen und Maschinen, welche gemäß dem Jidōka-Prinzip arbeiten nicht ständig überwacht werden müssen, wird eine Trennung von Mensch und Maschine und damit eine Steigerung der Arbeitsproduktivität ermöglicht. Taiichi Ōno – der Erfinder des TPS – spricht in diesem Kontext auch von „[...] *automation with a human touch*.“ [38]

Standardisierung

Die Standardisierung von Prozessabläufen setzt eine vorhergehende Optimierung dieser gemäß den vorab erläuterten Lean-Prinzipien voraus. Sobald ein optimaler Prozessablauf definiert wurde, wird dieser über eine entsprechende Strukturierung in sich wiederholende Arbeitsabläufe praktisch umgesetzt und bildet von da an das Fundament einer stabilen Produktion, sowie den Ansatzpunkt weiterer Optimierungsmaßnahmen. Dabei werden die festgelegten Standards idealerweise mittels einer geeigneten *Visualisierung* und Anleitung der Mitarbeiter mit diesen kommuniziert und somit deren Umsetzung gewährleistet. [36]

Kontinuierliche Verbesserung und Mitarbeiterentwicklung

Selbst die besten standardisierten Prozesse bedürfen aufgrund sich dynamisch verändernder Randbedingungen (z.B. bedingt durch technologische Neuerungen) einer kontinuierlichen Verbesserung. Ein allzu statisches Denken und Verharren in Altbewährtem führt langfristig unausweichlich zum Verlust der Konkurrenzfähigkeit und Problemen bei der Zusammenarbeit mit anderen.

Im Rahmen von Lean Production wird in diesem Zusammenhang häufig der Begriff „Kaizen“ verwendet, welcher sich aus den japanischen Wörtern „Kai“ (dt.: Veränderung) und „Zen“ (dt.: zum Guten bzw. zum Besseren) zusammensetzt. Im Zentrum dieses *kontinuierlichen Verbesserungsprozesses* (KVP) stehen neben den eigentlichen Prozessabläufen traditionell die Mitarbeiter, welche durch Miteinbeziehung, an einer Weiterentwicklung des Gesamtprozesses, sowie ihrer eigenen Rollen darin beteiligt werden. [36]

Die nachfolgende Darstellung zeigt die oben erläuterten Grundprinzipien von Lean Production zusammenfassend in Form eines Hauses. Dabei steht der Mensch im Zentrum des Systems was durch die zentrale Säule der Mitarbeiterentwicklung verdeutlicht wird.

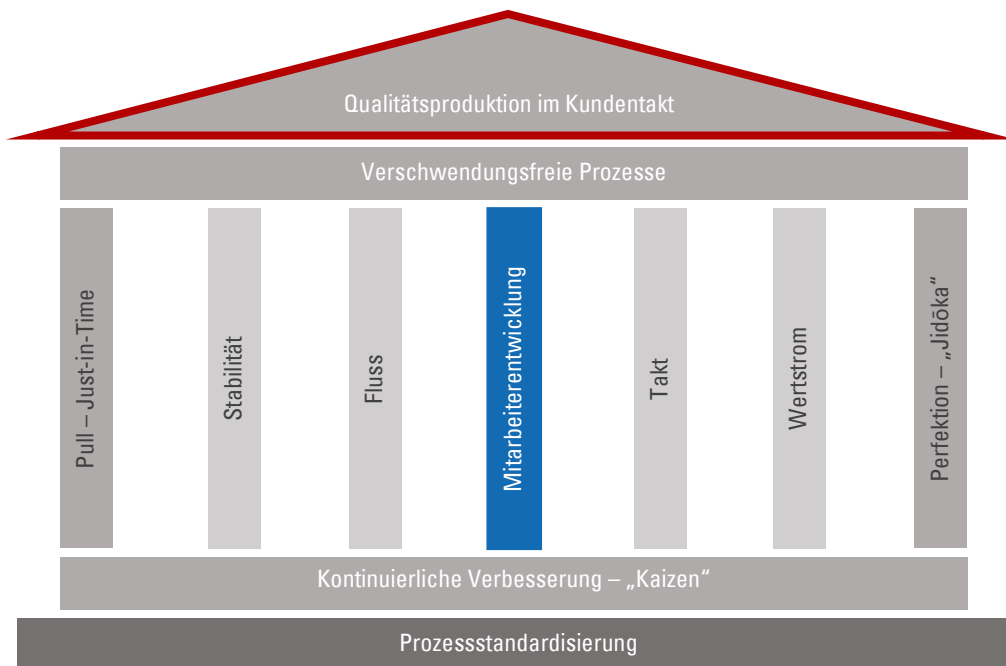


Abbildung 3.1: Grundprinzipien des Toyota-Produktionssystems.

Interessanterweise ergibt sich bei näherer Betrachtung des japanischen Megakonzerne auch ein unmittelbarer Bezug zum Bauwesen, da Toyota nicht nur Automobile, sondern unter dem Markennamen *TOYOTA HOUSING* auch erfolgreich Fertighäuser – vorwiegend für den asiatischen Markt – herstellt. Dies verdeutlicht, dass der Erfolg von Toyota nicht grundsätzlich auf ein einzelnes Produkt zurückzuführen ist, sondern dessen Ursprung vielmehr in den angewandten Prozessen liegt, welche sich folglich verallgemeinern und auf andere Anwendungsbereiche übertragen lassen. [36, 39]

Lean allgemein

Eine Verallgemeinerung der ursprünglichen nur im Rahmen der Produktion angewandten Lean-Philosophie führt schließlich zur Definition des eigentlichen Lean Begriffs welcher weiterführend universell eingesetzt werden kann.

„Lean vereint Methoden, um Prozesse zu optimieren bzw. zu verbessern. Lean-Prinzipien fassen passende Methoden dafür zusammen. Lean ist aber mehr als nur eine Ansammlung von Methoden und Prinzipien. Lean hat hauptsächlich mit der Strategie und Kultur eines Unternehmens [bzw. einer Behörde] zu tun.“ [36]

„Strategie und Kultur“ spielen vor allem bei langfristiger, dynamischer Betrachtung der Prozessoptimierung eine wesentliche Rolle. Ohne den Willen und eine tiefe Bereitschaft sich kontinuierlich zum Besseren weiterentwickeln zu wollen („Kaizen“), droht ein allzu statisches Verhalten weiteres Optimierungspotential nach erstmaliger Verbesserung ungenutzt zu lassen. Ist ein Unternehmen hingegen stets dazu bereit, neue, innovative Technologien und erfolgversprechende Ansätze strategisch sinnvoll zu nutzen und in die eigenen Prozesse einfließen zu lassen, ist auch langfristig eine nachhaltige Implementierung der Lean-Prinzipien möglich.

Dabei ist Lean nicht ausschließlich auf Unternehmen im Sinne privatwirtschaftlicher Einheiten beschränkt, sondern lässt sich gleichfalls auf die Strategie und Kultur etwa einer Behörde übertragen – in obigem Zitat wird dies durch die eckige Klammer ergänzend angemerkt. Der Baubewilligungsprozess stellt diesbezüglich ein sehr treffendes Beispiel dar, da er die unmittelbare Schnittstelle zwischen – meist privatwirtschaftlichen – Planungsunternehmen und behördlichen Entscheidungsträgern darstellt. Dabei sind beide Seiten aufeinander angewiesen, wobei starke strategische Abweichungen im Hinblick auf die Bereitschaft zur Prozessoptimierung auch die jeweils andere Seite unmittelbar behindern können. So ist etwa eine durchgängige Nutzung von BIM zum Zeitpunkt der Projektphase Einreichplanung nur dann möglich, wenn dieses sowohl von den Einreichenden als auch der genehmigenden Behörde entsprechend verwendet wird.

Lean stellt daher ein strategisches Bindeglied beider Seiten dar, welches eine kontinuierliche Weiterentwicklung und Optimierung der eigenen Prozesse, ausgehend von ein und derselben Philosophie, gewinnbringend fördert und so die Grundlage für eine effiziente Zusammenarbeit auf Augenhöhe schafft. Die explizite Anwendungsform von Lean seitens der Bauindustrie wird im nachfolgenden unter *Abschnitt 3.3.1* behandelt, während *Abschnitt 3.3.2* auf eine behördliche Anwendung eingeht. Vorab soll jedoch über die Definition des Lean Managements ein ganzheitlicher Überblick geschaffen werden, um so eine Einordnung der anschließend erläuterten, spezifischen Anwendungsformen zu ermöglichen.

3.3 Lean Management – Definition & Anwendungsformen

Obwohl der Begriff „Lean“ mit der Studie des MIT bezüglich des TPS also einen klar definierten Ursprung besitzt, sind die grundlegenden Denkweisen weitaus tiefer verwurzelt und mittlerweile zudem in sehr vielen Bereichen etabliert. Eine präzise Definition von *Lean Management* erweist sich daher als schwierig, da sie v.a. aufgrund dessen branchenübergreifender Anwendungen entsprechend weit gefasst sein sollte. Nachfolgende Definition löst dieses Problem, indem sie die „Denkweisen“ als zentrales Element präsentiert und auf keinen expliziten Anwendungsbereich fokussiert:

„Lean Management umfasst alle Themenstellungen von Lean in einem ganzheitlichen Ansatz in verschiedenen Anwendungsbereichen. Dabei werden zusätzlich der Mensch, der Führungsaspekt sowie das Denken und Handeln einbezogen. Statt Methoden stehen Denkweisen im Vordergrund (Lean Thinking).“ [36]

Ausgehend vom TPS als Ideal einer effizienten Prozessgestaltung in der Produktion, wurde der Lean-Gedanke in den darauffolgenden Jahren also auf immer mehr Anwendungsbereiche übertragen. Lean Management bildet dabei gemäß obenstehender Definition einen „ganzheitlichen Ansatz“ bzw. Sammelbegriff, da Management an sich eine branchenunabhängige, universelle Organisationswissenschaft darstellt.

Die Grundprinzipien des Lean Managements orientieren sich dabei entscheidend an jenen der zugrundeliegenden Lean Production und werden je nach Anwendungsform nur geringfügig abweichend definiert. Als Kerngrundsatz gilt jedoch allgemein das Streben nach verschwendungsfreien Prozessen, was meist über eine Reduktion der Komplexität (z.B. bürokratische Entscheidungshierarchien) umgesetzt wird, sowie einer kontinuierlichen Verbesserung. Im Nachfolgenden findet sich kontextgeben eine Auflistung der aktuell gängigsten Anwendungsformen und -bereiche des Lean Managements: [36, 37]

- *Lean Production*
- *Lean Development*
- *Lean Innovation*
- *Lean Procurement*
- *Lean Sales*
- *Lean Enterprise*
- *Lean Project Management*
- ***Lean Construction***
- ***Lean Administration***

Für die gegenständliche Arbeit sind lediglich die beiden letztgenannten Anwendungsformen von Relevanz. Mit Lean Construction wird nachfolgend unter *Abschnitt 3.3.1* die verbreitetste Lean Methode der Baubranche beschrieben, sowie darauffolgend unter *Abschnitt 3.3.2* mittels Lean Administration eine Brücke zur öffentlichen Verwaltung und damit schlussendlich zum Baubewilligungsprozess geschlagen.

Es sei angemerkt, dass im Rahmen dieser Arbeit lediglich ein themenbezogener Einblick in das mittlerweile recht umfangreiche Gebiet des Lean Managements gegeben werden kann. Aus Sicht des Autors ist dies jedoch vollkommen ausreichend, da ein Großteil der

Lean-bezogenen Veröffentlichungen der letzten Jahre keine substanziell neuen Erkenntnisse hervorbringt, sondern lediglich die bekannten Grundprinzipien von Lean Production in einem anderen Kontext präsentiert. Für Interessierte wird bezüglich vertiefender Informationen dennoch auf die im Rahmen dieses Abschnitts verwendete, einschlägige Literatur verwiesen.

3.3.1 Lean Construction

Wie bereits eingangs erwähnt, stellt der Baubewilligungsprozess die Schnittstelle zwischen dem einreichenden Bauwerber und der prüfenden Bewilligungsbehörde dar. Infolgedessen dessen bildet eine anforderungskonforme Entwicklung der Einreichplanung bereits die Grundlage für eine erfolgreiche Baubewilligung und hat daher einen entscheidenden Einfluss auf den zugrundeliegenden Prüfprozess. Eine vollständige Entkopplung der behördlichen Prozesse (Lean Administration) von den vorab durchlaufenen Planungsprozessen (Lean Construction) ist aufgrund deren unmittelbaren Abhängigkeit voneinander somit nicht per se möglich, geschweige denn sinnvoll. So können beispielsweise durch eine frühzeitige Miteinbeziehung der Behörde während der Planungsphase mögliche Probleme schon vor der eigentlichen Einreichung erkannt und behoben werden. Eine Optimierung des Planungsprozesses mittels Lean Construction Methoden hat daher mitunter bereits einen erheblichen Einfluss auf den Ablauf des Baubewilligungsverfahrens und wird daher, neben den rein behördlichen Abläufen, im Rahmen dieser Arbeit – wenn auch in stark reduzierte Form – ebenfalls berücksichtigt.

Last Planner System

Das Last Planner System (LPS) beruht auf einer Miteinbeziehung der sogenannten „letzten Planer“ (z.B. Bauleiter, Polier, Vorarbeiter, etc.) in die Planung und Steuerung des Gesamtprozesses und kann sowohl in der Bauausführung als auch in der Planungsphase eingesetzt werden. [36]

Diese Art der offenen Kommunikation zwischen den Beteiligten ermöglicht, neben einer entsprechenden Wertschätzung, eine Nutzung des Mitarbeiterwissen und verhindert dadurch die achte Verschwendungsart (s. *Abschnitt 3.2*).

Im gegenständlichen Kontext besteht zudem die Möglichkeit, die Genehmigungsbehörde des Bauvorhabens in das Last Planner System zu integrieren. Diese kann folglich während der Projektphase der Genehmigungsplanung als „letzter Planer“ aufgefasst werden. Durch einen frühzeitigen Informationsaustausch können spätere Probleme während des Bewilligungsprozesses effizienter vermieden werden. Im Zuge der BIM Baueinreichung kann dies durch eine behördliche Bereitstellung standardisierter Prüfregeln, welche eine vorab Prüfung durch den Bauwerber erlauben, realisiert werden.

Lean Construction und BIM

Neben dem o.g. Last Planner System finden im Rahmen von Lean Construction auch weitere der unter *Abschnitt 3.2* beschriebenen Lean Prinzipien und Ziele Anwendung. Diese weisen mitunter erhebliche Gemeinsamkeiten mit den, sich auch den BIM-Dimensionen (s. *Abschnitt 2.4*) ergebenden BIM-Anwendungen auf. Die sich ergebenden Schnittstellen (s.

Abbildung 3.2) erlauben eine kombinierte Anwendung von BIM und Lean Construction im Sinne eines ganzheitlichen Baumanagements. [40]

Lean Construction		BIM								
		BIM-Anwendungen								
		Visualisierung	Kollisions- und Modellprüfung	Mengenermittlung	Baukostenermittlung	Detailplanung mit BIM	Simulation des Bauablaufs	spezifische Simulationen (z.B. bauphysikalisch)	Datenauswertung	
Ziele	Vermeidung von Verschwendung	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	Bestmögliche Erfüllung der Kundenwünsche	x			x	x		x		
Werkzeuge und Methoden	Kontinuierlicher Verbesserungsprozess	x	x			x	x	x	x	
	Null-Fehler-Qualität		x			x	x	x		
	Wertstromanalyse			x						
	PDCA-Zyklus	x	x				x	x		
Prinzipien	Wert aus Kundensicht definieren	x						x	x	
	Fluss-Prinzip	x	x	x		x				

Abbildung 3.2: Ausgewählte Schnittstellen zwischen BIM und Lean Construction. [40]

Bezüglich eines digitalen Baubewilligungsprozesses sind dabei v.a. die hervorgehobenen BIM-Anwendungen der *Visualisierung* sowie der *Kollisions- und Modellprüfung* von Relevanz. Diese lassen sich gemäß *Abbildung 3.2* in die nebenstehenden Lean Ziele, Methoden und Prinzipien integrieren und somit im Rahmen eines ganzheitlichen Prozesses umsetzen.

3.3.2 Lean Administration

Der gegenständliche Abschnitt behandelt mit der Übertragung der Lean-Prinzipien auf die öffentliche Verwaltung den wichtigsten Teil der Lean-bezogenen Grundlagen dieser Arbeit.

Der Begriff „*Lean Administration*“ (auch: „*Lean Office*“) wird dabei universell für abseits der Produktion (*direkter Bereich*) ablaufende, administrative Geschäftsprozesse verstanden, welche im Allgemeinen die **Verwaltung**, *Entwicklung*, *Planung* sowie die *Auftragsabwicklung* betreffen – diese werden auch als *indirekte Bereiche* bezeichnet. Im Rahmen dieser Arbeit bezieht sich Lean Administration jedoch stets auf die Verantwortungshoheit des Baubewilligungsverfahrens und damit die zuständigen Baubehörden der *öffentlichen Verwaltung*, wobei als wesentliche Zielsetzungen stets eine Steigerung der Effizienz und Dienstleistungsqualität, sowie eine Reduzierung der Komplexität verfolgt werden. [36]

Ausgehend vom Status quo bereits erfolgreich umgesetzter Lean Prinzipien, sollen im Nachfolgenden weitere Maßnahmen erörtert werden, welche unter Berücksichtigung digitaler Technologien eine Effizienzsteigerung der öffentlichen Verwaltung, speziell in Bezug auf Baubewilligungsverfahren, ermöglichen können.

Status quo bereits implementierter Lean Prinzipien

Im deutschsprachigen Raum auch als „*schlanke Verwaltung*“ bezeichnet, reicht das Konzept der Lean Administration auch in der öffentlichen Verwaltung bereits einige Jahre zurück. So fokussieren Picot & Wolf [41], im Rahmen des bereits 1994 veröffentlichten Sammelbandes „*Produktivität öffentlicher Dienstleistungen*“, auf die beiden nachfolgenden Grundsätze der Effizienzsteigerung, welche unmittelbar aus den Lean-Prinzipien hervorgehen. [41]

- *Sinnvolle Make-or-Buy-Entscheidung (Eigenerstellung vs. Fremdbezug vs. Kooperation)*
- *Aufteilen der Gesamtorganisation in wirtschaftlich handlungsfähige Organisationseinheiten*

Die grundlegende Entscheidung, ob eine Leistung in Eigenerstellung, Fremdbezug oder Kooperation erbracht werden soll, ist dabei unmittelbar aus dem unter *Abschnitt 3.2* beschriebenen Pull-Prinzip der JIT-Produktion abgeleitet. So kann es sich für den Fluss sowie die Stabilität des Gesamtprozesses als förderlich erweisen, wenn bestimmte Teilleistungen extern erbracht werden.

Die diesbezüglich grundsätzlich möglichen Kooperationsformen staatlicher Institutionen sind in *Abbildung 3.3* zusammenfassend dargestellt.

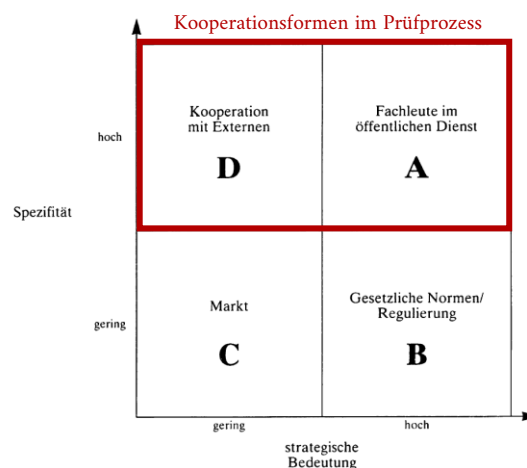


Abbildung 3.3: Matrixdarstellung staatlicher Kooperationsformen. [41]

Dabei gilt eine Leistung als *spezifisch*, wenn ihre Erstellung Ressourcen erfordert, die nicht, oder nur unter erheblichen Verlusten in anderen internen Bereichen, selbst aufgebracht werden können. Die *strategische* Bedeutung einer Leistung betrifft hingegen deren unmittelbaren Einfluss auf die Umsetzung politischer Ziele und damit auf die langfristige Position sowie das Bestehen eines Staates. Durch Überlagerung der Spezifität sowie strategischen Bedeutung einer Leistung ergeben sich die nachfolgenden Felder. [41]

- **Feld C** – unspezifische und strategisch weniger wichtige Leistungen (z.B. Druckaufträge für Broschüren, Gebäudereinigungsverträge, etc.) erlauben eine Kooperation mit externen *Marktteilnehmern*.
- **Feld B** – unspezifische und strategisch wichtige Leistungen (z.B. Regelungen bzgl. sozialer Absicherung, Schulpflicht, etc.) werden von *gesetzgebenden Staatsorganen* mittels Gesetzesvorgaben und Regulierungsmaßnahmen umgesetzt.

- **Feld D** – hochspezifische und strategisch weniger wichtige Leistungen (z.B. Digitalisierungsstrategien, Raumentwicklung, etc.) erfordern zumeist eine Zusammenarbeit mit *externen Experten*.
- **Feld A** – hochspezifische und strategisch wichtige Leistungen (z.B. Justiz, innere und äußere Sicherheit, etc.) werden i.d.R. von *internen Experten* des öffentlichen Dienstes verantwortet.

Make-or-Buy-Entscheidungen sind auch im Rahmen eines Baubewilligungsprozesses von Relevanz. Konkret betrifft dies v.a. die notwendigen baurechtlichen und bautechnischen Prüfungen des Bauvorhabens, welche für die Ausstellung einer Baubewilligung benötigt werden – als mögliche Kooperationsformen bieten sich dabei die in obenstehender Abbildung rot umrandeten Bereiche (Feld D und Feld A) an. Dies geht unmittelbar aus § 52 Abs. 1 und Abs. 2 des Allgemeinen Verwaltungsverfahrensgesetzes (AVG), sowie § 32 der Tiroler Bauordnung (TBO) hervor, welche die Zuziehung von Amtssachverständigen (interne Experten – **Feld A**) bzw. „wenn Amtssachverständige nicht zur Verfügung stehen oder es mit Rücksicht auf die Besonderheit des Falles geboten ist, [...] ausnahmsweise [...]“ nicht amtlichen Sachverständigen (externe Experten – **Feld D**) im Verfahrensverlauf vorsehen. Die sich daraus ergebende Flexibilität der Prüfverantwortung beugt eine Verzögerung im Genehmigungsverfahren, durch mögliche Wartezeiten auf Gutachten und Stellungnahmen von überlasteten internen Fachbehörden, effektiv vor. [41]

Sinnvolle Make-or-Buy-Entscheidungen im Sinne von Lean Administration bezüglich der Prüfung eines Bauvorhabens werden durch die aktuelle Gesetzeslage also bereits legitimiert und sind daher Teil des Status quo.

Als zweiter Grundsatz der Effizienzsteigerung wird die Aufteilung der Gesamtorganisation in wirtschaftlich handlungsfähige Organisationseinheiten und damit eine Auflösung strenger Hierarchieebenen und bürokratischer Vorgangsstrukturen angeführt. Auch dies wird auf Grundlage föderaler Strukturen bereits erfolgreich praktiziert, da zum einen das öffentliche Baurecht der Landesgesetzgebung unterliegt, sowie – als weitere Stufe der „Aufteilung“ – Baubewilligungsverfahren grundsätzlich auf Gemeindeebene stattfinden und entschieden werden. Die zuständigen Gemeinden sind daher als handlungsfähige Organisationseinheiten im Sinne von Lean Administration zu betrachten – der genannte Grundsatz somit bereits Status quo der aktuellen Praxis.

Weitere Lean Potentiale

Die beiden erläuterten Grundsätze finden sich in ähnlicher Form in zahlreichen anderen Literaturquellen wieder. Dabei werden Make-or-Buy-Entscheidungen häufig unter dem Begriff der (teilweisen) Privatisierung bzw. des ausschreibungsbasierten Outsourcings in Form eines Zulieferersystems diskutiert, während die Aufteilung der Gesamtorganisation in Organisationseinheiten zumeist mit dem Begriff der Dezentralisierung sowie der Gruppenarbeit einher geht. [42]

Stöbe-Blossey [42] führt als weitere Ergänzung die bereits bekannten Lean-Production-Grundsätze der

- *Kundenorientierung*, sowie des
- *kontinuierlichen Verbesserungsprozesses* (KVP, „Kaizen“)

an. Im Unterschied zur Produktion sind im Rahmen eines Bewilligungsverfahrens jedoch anstelle von Kunden der Bauwerber, sowie ggf. weitere Beteiligte mit möglicherweise unterschiedlichen, mitunter sogar gegensätzlichen, Interessen zu berücksichtigen. So kann eine beantragte Genehmigung etwa bei den Nachbarn oder einer Umweltschutzorganisation auf Ablehnung stoßen – dies steht jedoch nicht im Widerspruch zu einer effizienten, kundenorientierten Verfahrensabwicklung. [42]

Grundlage für eine effiziente Bearbeitung des Bauansuchens bildet zunächst dessen vollständige und korrekte Einreichung, welche wiederum entscheidend von den behördlich bereitgestellten Informationen und Unterlagen abhängt. Eine selbst für Laien leicht verständliche Anleitung und Einreichmethodik ist, neben einem kompetenten Beratungsservice der Behörde, daher essenzieller Bestandteil von *kundenorientierten Prozessen* im Baubewilligungsverfahren.

Nach erfolgter Einreichung bietet es sich an, über eine möglichst unkomplizierte Art der Kommunikation den Kontakt zu den Beteiligten aufrecht zu erhalten. Dies ermöglicht ein einfaches Nachfordern von Informationen und Unterlagen und erlaubt eine Abbildung des aktuellen Bewilligungsstandes in Form entsprechender Statusmitteilungen.

Abschließend gilt es – im eigenen Interesse der Behörde –, ein Feedback bezüglich möglicher Kritikpunkte und Verbesserungsvorschläge von den Beteiligten einzuholen, um so im Sinne von Lean Production Verbesserungspotentiale nicht ungenutzt zu lassen. Dieses Vorgehen ist unmittelbarer Bestandteil des KVP („Kaizen“) und beinhaltet neben einem Feedback der Bauwerber auch eine Befragung der behördlichen Mitarbeiter. Grundsätzlich bietet es sich an die zuständige Baubehörde, trotz rigider rechtlicher Verfahrensregeln und Organisationsstrukturen, als „*Lernende Organisation*“ aufzufassen, da auch die geltenden gesetzlichen Rahmenbedingungen zum Wohle der Allgemeinheit gegebenenfalls novelliert werden können. [42]

Administrative Werkzeuge zur Prozessoptimierung

Einen grundlegenden Unterschied zur Produktion stellen die in der Administration verwendeten Werkzeuge dar. Bei diesen handelt es sich vorwiegend um spezielle Softwareapplikationen, welche sich v.a. in der öffentlichen Verwaltung von Behörde zu Behörde unterscheiden können und mehr oder weniger durchgängig genutzt werden. Anstatt dabei wie in der Produktion mit Hilfe von Maschinen Material zu verarbeiten, werden in der Verwaltung unter Softwareeinsatz *Informationen* verarbeitet. Ausgehend von dieser Analogie, lässt sich aus der unter *Abschnitt 3.2* beschriebene Wertstromanalyse, als Werkzeug der Prozessvisualisierung in der Produktion, unmittelbar ein geeignetes Werkzeug zu Prozessanalyse und -visualisierung von Informationsflüssen administrativer Prozesse ableiten. Diese Analysemethode wird im Folgenden mit dem japanischen Ausdruck „*Makigami*“ bezeichnet, was in deutsche übersetzt „*lange Papierbahn*“ bedeutet. Diese Papierbahn wird traditionell horizontal in parallele Bahnen (*Schwimmbahnen*; engl: Swim Lanes) unterteilt, welchen jeweils eine bestimmte Funktion bzw. ein Prozessbeteiligter (z.B. Bauwerber, Baubehörde, etc.) zugeordnet wird. Im Weiteren werden die notwendigen Prozessschritte durch bahnenweise Eingliederung den zuständigen Prozessbeteiligten zugeordnet und über eine zeitliche Ablaufbeziehung untereinander verbunden. Das fertige Resultat repräsentiert den Ist-Prozess, welcher durch entsprechende Optimierungsmaßnahmen zum Soll-Prozess entwickelt werden kann. [36]

Zusammenfassend lässt sich die Prozessoptimierung mittels Lean Administration in Form der nachfolgenden vier Punkte beschreiben, welche im Sinne des KVP nicht als einmalige Maßnahme, sondern vielmehr als geschlossene Schleife betrachtet werden müssen. [43]

- *Ist-Zustand erfassen*
- *Komplexität reduzieren*
- *Soll-Zustand definieren*
- *Prozesse optimieren*

In Allgemeiner Betrachtung ist die Makigami-Methodik der sog. *Prozessmodellierung* zuzuordnen, welche sich der formalen bzw. symbolischen Erfassung und Beschreibung aller Elemente einer zusammenhängenden Prozesskette widmet. Um eine normierte Kommunikation in Form grafischer Symbole und Notationen zu etablieren, wurden im Laufe der Jahre verschiedene Diagrammsprachen entwickelt, wobei im Bauwesen bevorzugt das *Integration Definition for Function Modeling* (IDEF) sowie die *Business Process Modeling Notation* (BPMN) Anwendung finden. Die im Rahmen dieser Arbeit modellierten Prozesse werden dabei stets auf Basis der BPMN erstellt. Auf eine allgemeine Erläuterung der symbolischen Notation wird an dieser Stelle verzichtet, da sämtliche Prozessdiagramme mit selbsterklärenden Legenden versehen sind.

3.4 Zusammenfassung und Fazit

Im Rahmen der vorhergehenden Abschnitte wurde festgestellt, dass die im Rahmen des Baubewilligungsverfahrens relevanten behördlichen Strukturen den Lean Prinzipien bereits weitestgehend genügen. So wird die Aufteilung in *handlungsfähige Organisationseinheiten* durch die Entscheidungshoheit auf Gemeindeebene erfolgreich umgesetzt, während eine Effizienz und Flexibilität der Prüfprozesse durch die Einbeziehung von Amtssachverständigen wie auch nicht amtlichen Sachverständigen erreicht wird (*Make-or-Buy-Entscheidung*).

Als weiteres Lean Potential wurde, neben einer verbesserten *Kundenorientierung*, die Motivation zur *kontinuierlichen Verbesserung* in Form einer Identifikation als „lernende Organisation“ herausgearbeitet.

An dieser Stelle bietet ein sinnvoller Einsatz digitaler Werkzeuge sowie der BIM-Methodik (s. *Kapitel 2*) die Möglichkeit, beide Potentiale weitreichend auszunutzen. Zum einen wirkt sich die hierfür notwendige Digitalisierung des Verfahrens durch die Einrichtung eines übersichtlichen Bauportals positiv auf die Kundenorientierung aus, da die Verfahrensschritte und Unterlagen über eine anwenderfreundliche Anleitung erklärt sowie ein Echtzeitfeedback und aktuelle Statusmeldungen angezeigt werden können. Zudem stellt BIM aufgrund der aktuellen Entwicklungen seitens der Baubranche einen unausweichlichen Baustein der kontinuierlichen Verbesserung dar und kann von einer lernbereiten Organisation – auch im eigenen Interesse – zum aktuellen Zeitpunkt nicht mehr ignoriert werden. BIM und Lean Management sind im gegenständlichen Kontext daher als integrale Einheit zu betrachten.

In den nachfolgenden Kapiteln werden nun weiterführend die rechtlichen Grundlagen sowie derzeit angewandte Baubewilligungsverfahren im Kontext von BIM und Lean Management betrachtet.

4 Rechtliche Grundlagen

Kapitel 4 umfasst die im Zuge des Baubewilligungsverfahrens relevanten rechtlichen Grundlagen. Diese werden zunächst einführend vorgestellt sowie deren grundlegende Zusammenhänge untereinander erläutert. Anschließend erfolgt eine verallgemeinernde Analyse der inhaltlichen Darstellungsformen sowie eine Diskussion verschiedener Möglichkeiten zur Parametrisierung der rechtlichen Inhalte in eine maschinenlesbare Form.

Im Allgemeinen stellt das Baubewilligungsverfahren ein Kontrollinstrument des Staates dar, um zu gewährleisten, dass Baumaßnahmen bestimmten Anforderungen gerecht werden. Ziel ist es, durch Einschränkung der Freiheit des Grundeigentümers auf seinem Grund nach eigenem Ermessen zu bauen, öffentliche Interessen wie etwa Nachbar- und Umweltschutz sowie die öffentliche Sicherheit zu gewährleisten und zu schützen. Baubewilligungsverfahren dienen daher grundsätzlich dem Allgemeinwohl einer Gesellschaft. [44]

4.1 Arten von Bauvorhaben

Um eine Kategorisierung des sehr vielfältigen Spektrums möglicher Neu-, Zu- und Umbaumaßnahmen – von einfachen Umzäunungen bis hin zu hochkomplexen Industrieanlagen – zu ermöglichen, richten sich Bauverfahren grundsätzlich nach der Art des geplanten Bauvorhabens. Wesentliche Einflussfaktor auf die Beurteilung sind dabei der Umfang der baulichen Tätigkeit sowie der Einfluss des Erscheinungsbildes – bzw. veränderten Erscheinungsbildes – auf die Umgebung. In Österreich wird daher gemäß nachfolgender Auflistung zwischen drei Arten von Bauvorhaben unterschieden: [45]

- *Geringfügige bzw. anzeige- und bewilligungsfreie Bauvorhaben*
- *Anzeigepflichtige Bauvorhaben*
- ***Bewilligungspflichtige Bauvorhaben***

Zu beachten ist, dass die explizite Zuordnung der Bauvorhaben zu o.g. Kategorien der Landesgesetzgebung obliegt und daher in allen neun österreichischen Bundesländern unterschiedlich gehandhabt wird. [46]

Da die gegenständliche Arbeit an der UIBK angefertigt wird, sowie eine Zusammenarbeit mit der Gemeinde Inzing in Tirol erfolgt, wird im weiteren Verlauf primär auf die Tiroler Landesgesetzgebung fokussiert. Die entsprechenden Grundlagen werden im nachfolgenden Abschnitt behandelt.

4.2 Baurechtliche und bautechnische Anforderungen

Die rechtliche Grundlage für das Baubewilligungsverfahren bildet das öffentliche Baurecht, welches die grundsätzlichen Beziehungen zwischen Bürgern und Behörden regelt. Es fällt in die Kompetenz der Bundesländer und ist somit österreichweit unterschiedlich. In Tirol umfasst das öffentliche Baurecht die nachfolgenden Gesetze, Verordnungen und Richtlinien: [44, 47]

- *Tiroler Bauordnung (TBO) 2018*
- *Technischen Bauvorschriften (TBV) 2016*
- *Richtlinien 1 – 6 des Österreichischen Instituts für Bautechnik (OIB)*
- *Tiroler Raumordnungsgesetz (TROG) 2016*

Da diese als rechtliche Grundlage für den Baubewilligungsprozess eine zentrale Bedeutung zukommt, wird im nachfolgenden ein kurzer Überblick über einige Wesentliche Inhalte und Zusammenhänge untereinander vermittelt.

Verfahrensbestimmungen (Abschnitt 5 TBO)

Die Kategorisierung eines Bauvorhabens gemäß der in *Abschnitt 4.1* genannten Arten von Bauvorhaben erfolgt im Rahmen der TBO im 5. Abschnitt (Verfahrensbestimmungen) unter § 28 (Bewilligungspflichtige und anzeigepflichtige Bauvorhaben, Ausnahmen). Bei bewilligungspflichtigen Bauvorhaben ist zum Erwirken der Baubewilligung bei der zuständigen Behörde vorab ein Bauansuchen einzureichen - der Umfang des Bauansuchens wird in § 29 geregelt. Im Detail unterscheiden sich die einzureichenden Unterlagen jedoch mitunter von Gemeinde zu Gemeinde. Um einen Überblick zu geben, sind im nachfolgenden die von der Gemeinde Inzing geforderten Unterlagen zusammenfassend angeführt:

- *Bauansuchen*
- *Baubeschreibung (dreifach)*
- *Bau- bzw. Einreichpläne (dreifach)*
- *Lageplan (dreifach)*
- *Energieausweis (dreifach)*
- *aktueller Grundbuchsatz inkl. A2- u. C-Blatt (Nachweis des Eigentums)*
- *Baumassenermittlung gemäß TVAG*
- *Massenermittlung nach TROG 2016 (oberirdische Baumasse)*
- *Nutzflächenermittlung aller Nutzungseinheiten*

Die Stadt Innsbruck fordert darüber hinaus zudem die folgenden Unterlagen: [48]

- *Verzeichnis der EigentümerInnen der Nachbargrundstücke*
- *Berechnungen, technische Beschreibungen*
- *Wasserver- und Abwasserentsorgung sowie Niederschlagswasserbeseitigung*

Abhängig vom Bauvorhaben sowie er zuständigen Gemeinde können zudem weitere Unterlagen eingefordert werden.

§ 31 betrifft die im Rahmen des Bauansuchens einzureichenden, oben genannten, Planunterlagen des geplanten Bauvorhabens, welche sowohl vom Planverfasser als auch dem Bauwerber selbst zu unterfertigen sind. § 32 regelt den Ablauf des Bauverfahrens sowie die, im Zuge des Verfahrens beizuziehenden Sachverständigen – diese sind nachfolgenden zusammenfassend gelistet.

- *Hochbautechnischer Sachverständiger (immer)*
- *Brandschutztechnischer Sachverständiger (falls nach § 32 Abs. 4 erforderlich)*
- *Sachverständiger zur Gefährdungsbeurteilung (falls Grundstück Gefährdung nach § 3 Abs. 2 ausgesetzt)*

Dabei können gemäß der unter *Abschnitt 3.3.2* erläuterten Kooperationsformen sowohl Amtssachverständige als auch entsprechend qualifizierte nicht amtliche Sachverständige hinzugezogen werden.

Die Stadt Innsbruck fordert darüber hinaus die folgenden Gutachten durch Amtssachverständige: [48]

- *Stadtplanerisches Gutachten (Sachverständigenbeirat bzw. Gestaltungsbeirat)*
- *Verkehrstechnische Stellungnahme (Verkehrsplanung)*
- *Stellungnahme der Straßenverwaltung (Straßenverwaltung Tiefbau)*
- *Kulturbautechnisches Gutachten (Wasser- und Anlagenrecht)*

Auf die übrigen beteiligten Parteien (Bauwerber, Nachbarn und Straßenverwalter) wird im Rahmen von § 33 eingegangen. Rechtliche Grundsätze bezüglich der eigentlichen Baubewilligung sind schließlich in § 34 niedergeschrieben.

Bautechnische Anforderungen – Bauvorschriften

Im Rahmen der TBO werden die technischen Anforderungen an ein Bauvorhaben Form von Bauvorschriften unter *Abschnitt 4* behandelt. Dabei wird in § 18 (Allgemeine bautechnische Erfordernisse) konkret festgelegt, dass bauliche Anlagen neben deren Wirtschaftlichkeit und Gebrauchstauglichkeit die folgenden bautechnischen Erfordernisse erfüllen müssen. [49]

- *Mechanische Festigkeit und Standsicherheit*
- *Brandschutz*
- *Hygiene, Gesundheit und Umweltschutz*
- *Nutzungssicherheit und Barrierefreiheit*
- *Schallschutz*
- *Gesamtenergieeffizienz, Energieeinsparung und Wärmeschutz*

Wie o.g. Anforderungen konkret zu erfüllen sind wird in der TBO nicht explizit ausgeführt, sondern im Rahmen der TBV sowie der OIB-Richtlinien geregelt. Grund hierfür ist die Novellierung der Bauvorschriften im Jahr 2008 mit dem Hintergrund einer bundesweiten Harmonisierung technischer Vorschriften. Seitdem bilden die Richtlinien 1 bis 6 des Österreichischen Instituts für Bautechnik die bundesweite Grundlage der technischen Vorschriften – diese wurden in den Bauordnungen der Bundesländer für verbindlich erklärt. [46]

In § 20 (Technische Bauvorschriften) Abs. 1 der TBO steht diesbezüglich geschrieben:

„Die Landesregierung hat durch **Verordnung** nähere Bestimmung darüber zu erlassen, welchen bautechnischen Erfordernissen [...] bauliche Anlagen und Bauteile allgemein oder im Hinblick auf ihre Art jedenfalls entsprechen müssen.“ [49]

„Verordnung“ meint die **TBV 2016**, welche, wie die TBO, Teil der Tiroler Landesgesetzebene sind. Im nachfolgenden Abs. 2 werden diese unter Bezugnahme auf Abs. 1 wie folgt weiter inhaltlich konkretisiert:

„In Verordnungen nach Abs. 1 können **technische Regelwerke**, die aus den Erkenntnissen der Wissenschaft und der Erfahrung der Praxis abgeleitet und von einer fachlich hierzu berufenen Stelle herausgegeben werden, ganz oder teilweise für verbindlich erklärt werden.“ [49]

Die genannten „technischen Regelwerke“ betreffen konkret die **OIB-Richtlinien** – diese werden im Rahmen der TBV als verbindlich vereinbart [47]. Eine Überprüfung technischer Anforderungen im Rahmen des Baubewilligungsverfahrens erfolgt daher rechtskräftig auf Grundlage der TBV sowie der OIB-Richtlinien, welche nachfolgend zusammenfassend gelistet sind. [50]

- OIB-Richtlinie 1 – Mechanische Festigkeit und Standsicherheit
- OIB-Richtlinie 2 – Brandschutz
- OIB-Richtlinie 3 – Hygiene, Gesundheit und Umweltschutz
- OIB-Richtlinie 4 – Nutzungssicherheit und Barrierefreiheit
- OIB-Richtlinie 5 – Schallschutz
- OIB-Richtlinie 6 – Energieeinsparung und Wärmeschutz

Dadurch werden die vorab gelisteten, bautechnischen Erfordernisse der TBO vollständig abgedeckt. Als Ergänzung und Erläuterung werden die einzelnen Richtlinien durch Leitfäden und weitere Dokumente erweitert. In Tirol sind die aktuellen Ausgaben der OIB-Richtlinien aus dem Jahr 2019 seit Juni 2020 verbindlich. [Stand: Februar 2021]

Trotz dieser verbindlichen Vereinbarung besteht dennoch die Möglichkeit einer Abweichung von den Richtlinien, um so einen Weg für technische Sonderlösungen und außergewöhnliche Architektur zu ebnet. Gesetzlich geregelt wird dies ebenfalls in § 20 Technische Bauvorschriften der TBO unter Abs. 3, wo geschrieben steht:

„Die Behörde kann von der Einhaltung einzelnen Bestimmungen von Verordnungen nach Abs. 1 absehen, wenn der Bauwerber durch ein Gutachten [...] nachweist, dass durch andere geeignete Vorkehrungen den Erfordernissen [...] entsprochen wird.“ [49]

Eine Einschränkung und Blockade möglicherweise sinnvoller Baumaßnahmen kann durch diese Ausnahmeregelung zwar effektiv verhindert werden, jedoch ist eine automatisierte Überprüfung solcher Sonderlösungen im Rahmen eines digitalen Baubewilligungsprozesses aufgrund der Notwendigkeit einer gutachterlichen Beurteilung von vornherein ausgeschlossen.

An dieser Stelle sei auf die Masterarbeit von DI Larissa Schneiderbauer „Building Information Modeling im Brandschutz“ verwiesen, welche sich in einem Teilbereich mit der automatisierten Modellprüfung von OIB-Richtlinie 4 (Brandschutz) beschäftigt. Als Ergebnis wurde dort festgehalten, dass selbst die gegebenen Standardvorgaben aufgrund teils

unpräziser Formulierungen nur zu etwa 60% maschinenlesbar interpretiert werden können. [51]

Eine zentrale Herausforderung bei der Umsetzung eines digitalen Baubewilligungsprozesses stellt daher die exakte Interpretation der meist juristischen Texte und Darstellungen aus Gesetzen, Normen und Richtlinien in eine eindeutige, maschinenlesbare Sprache dar.

Baurechtliche Anforderungen

Baurechtliche Anforderungen betreffen vor allem die Bebaubarkeit auf dem eigenen Grundstück unter Einhaltung der Nachbarschaftsrechte. [21]

Im Rahmen der TBO finden sich diesbezügliche Regelungen vorwiegend in Abschnitt 2 (Bebauungsbestimmungen), wobei neben einigen grundsätzlichen Anforderungen und gültigen Ausnahmeregelungen zumeist auf die Vorgaben der entsprechenden *Bebauungspläne* verwiesen wird. So werden beispielsweise in § 5 Abstände baulicher Anlagen von den Verkehrsflächen geregelt. Dabei verweist Abs. 1 auf die im Bebauungsplan festgelegten Baufluchtlinien, während Abs. 2 und Abs. 3 diesbezügliche Ausnahmen definieren. Eine teilautomatisierte Prüfroutine muss somit sowohl die entsprechenden Bebauungspläne als auch relevante Inhalte der TBO abbilden. [49]

Innerhalb des TROGs spielen vor allem Abschnitt 3 (Flächenwidmungsplan) sowie Abschnitt 4 (Bebauungspläne), welche der örtlichen Raumordnung (II. Teil) untergeordnet sind, für diese Arbeit eine Rolle. Während der Flächenwidmungsplan (FWP) den *Verwendungszweck* aller Grundflächen eines Gemeindegebietes regelt, werden im Bebauungsplan (BBP) die *Erschließung und Art der Bebauung* baurechtlich zulässiger Flächen definiert. Diesbezüglich erfolgen im TROG – analog zur TBO – jedoch lediglich grundsätzliche Erläuterungen sowie eine Vielzahl an Begriffsdefinitionen [52]. Die eigentlichen Flächenwidmungs- und Bebauungspläne können bei den zuständigen Behörden (Gemeinden) eingesehen werden. In Tirol besteht darüber hinaus die Möglichkeit Flächenwidmungen online über das Tiroler Rauminformationssystem (TIRIS; keine Rechtsverbindlichkeit) bzw. den elektronischen Flächenwidmungsplan (eFWP) einzusehen. [53]

Bebauungspläne bilden somit baurechtliche Regeln und Vorgaben (z.B. Bauweisen (§ 60), Baudichten (§ 61), Bauhöhen (§ 62), etc.) in Form grafischer Darstellungen und textueller Bestimmungen ab, welche später im Rahmen eines Bewilligungsverfahrens neben den vorab erläuterten technischen Bauvorschriften gemäß TBV und OIB-Richtlinien zu überprüfen sind. Die Anforderungen des Bebauungsplans spielen daher auch im Rahmen eines digitalen Baubewilligungsprozesses eine zentrale Rolle. Für eine automatisierte Prüfroutine problematisch ist v.a. der grundstückbezogene – und damit örtlich stark eingeschränkte – Gültigkeitsbereich von Bebauungsplänen. Eine Implementierung der jeweiligen Anforderungen in die Prüfroutine ist daher individuell für jeden Bebauungsplan separat erforderlich. Die vorab erläuterten bautechnischen Anforderungen der OIB-Richtlinien sind dagegen österreichweit gültig und daher in bundesweit anwendbare Prüfroutinen integrierbar.

TBO, TROG, TBV und OIB-Richtlinien offenbaren die Komplexität der bautechnischen und baurechtlichen Zusammenhänge und zeigen die enormen Anforderungen an automatisierte Prüfroutinen im Zuge eines digitalen Baubewilligungsprozesses auf. Darüber hinaus besteht die Möglichkeit, dass weitere Anforderungen betrachtet werden müssen. Hierzu zählen

u.a. Gesetze, Verordnungen und Richtlinien auf Bundes- sowie Gemeindeebene, welche grundsätzlich vereinbart werden können und infolgedessen einer Prüfung bedürfen. Hierfür bieten sich separate, regelbasierte Prüfroutinen an, welche bei Bedarf in den Prozessablauf integriert werden können. Nachfolgende Tabelle gibt einen zusammenfassenden Überblick über die relevante Rechtsmaterie und untergliedert diese in baurechtliche sowie bautechnische Anforderungen sowie deren digitale Verfügbarkeit.

Tabelle 4.1: baurechtliche und bautechnische Anforderungen. (nach [54, 21])

Anforderungen Bundesebene	baurechtlich	bautechnisch	digital
ÖNORMEN		x	x
OIB-Richtlinien 1-6		x	x
Technische Richtlinien vorbeugender Brandschutz (TRVB)		x	x
ArbeitnehmerInnenschutzgesetz (ASchG) 2021		x	x
Arbeitsstättenverordnung (AStV) 2021		x	x
Energieausweis-Vorlage-Gesetz (EAVG) 2012		x	x
Anforderungen Landesebene			
Tiroler Bauordnung (TBO) 2018	x	x	x
Technische Bauvorschriften (TBV) 2016		x	x
Tiroler Raumordnungsgesetz (TROG) 2016	x		x
Tiroler Gas-, Heizungs- und Klimaanlageverordnung (TGHKV) 2014		x	x
Tiroler Stadt- und Ortsbildschutzgesetz (SOG) 2021	x		x
Planunterlagenverordnung 1998		x	x
Anforderungen Gemeindeebene			
Flächenwidmungsplan (FWP)	x		x
Bebauungsplan (BBP)	x		
Örtliches Raumordnungskonzept (ÖRK)	x		x
PKW-Stellplatzrichtlinie	x		x
Fahrradstellplatzverordnung	x		x

Um die relevanten Inhalte obiger Gesetze, Verordnungen und Richtlinien im Rahmen einer teilautomatisierten Prüfroutine in eine maschinenlesbare Form zu übersetzen, gilt es zunächst die grundsätzlichen Darstellungsformen dieser zu analysieren.

4.3 Allgemeine Darstellungsformen der Anforderungen

Eine teilautomatisierte Prüfroutine im Rahmen eines digitalen Baubewilligungsprozesses setzt eine Maschinenlesbarkeit der für eine Bewilligung erforderlichen, rechtlichen Anforderungen voraus. Im vorhergehenden Abschnitt wurden die wichtigsten hierfür relevanten Regelwerke und deren Zusammenhänge untereinander erläutert. Nachfolgend wird nun auf

die Informationsstrukturen und Darstellungsformen der enthaltenen Anforderungen eingegangen.

Präskriptive vs. funktionale Anforderungsdefinition

Im Rahmen der Definition einer bestimmten Anforderung ist grundsätzlich zwischen den beiden nachfolgenden Beschreibungsansätzen zu differenzieren. [32]

- *Präskriptive (auch: vorschriftsmäßige) Beschreibung*
- *Funktionale (auch: leistungsbasierte) Beschreibung*

Zum einen besteht die Möglichkeit, die Anforderung durch Vorgabe einer konkreten Lösung vorschriftsmäßig auf eindeutige Art und Weise festzulegen. In diesem Fall spricht man von einer *präskriptiven Beschreibung* der Anforderung. Dies betrifft beispielsweise die Vorgabe einer explizit definierten Brandwiderstandsklasse, Fluchtweglänge oder auch eines konkreten Wärmedurchgangskoeffizienten. Bei Vorliegen einer präskriptiven Beschreibung der Anforderung ist eine mathematische, maschinenlesbare Erfassung und damit eine Überprüfung im Rahmen einer automatisierten Prüfroutine i.d.R. problemlos möglich. Eine *funktionale Beschreibung* hingegen verzichtet auf die Vorgabe einer konkreten Lösung und setzt lediglich eine zu erbringende Leistung voraus. Dabei besteht grundsätzlich die Möglichkeit die zu erbringende Leistung entweder eindeutig oder alternativ allgemein bzw. abstrakt zu beschreiben, wobei im Falle einer allgemeinen Beschreibung meist mehrere Lösungen zulässig sind. Konkret kann dies beispielsweise die Vorgabe einer Mindestwiderstandsdauer gegen Brandeinwirkung betreffen, welche grundsätzlich durch verschiedene Brandwiderstandsklassen erreicht werden kann. Rein formal betrachtet, lassen sich die rechtlichen Anforderungen in die nachfolgenden Darstellungsformen untergliedern. [32]

- *Fließtexte*
- *Tabellen*
- *Graphische Darstellungen (Skizze, Pläne, etc.)*
- *Gleichungen*

Eine Überführung der gegebenen rechtlichen Anforderung in eine maschinenlesbare Sprache erfolgt gemäß der ersten Prozessphase (Interpretation der Regelwerke) der automatisierten Konformitätsprüfung, welche unter *Abschnitt 2.8* bereits erläutert wurde.

Anforderungen, welche aufgrund unpräziser Formulierungen nicht maschinenlesbar erfasst werden können, erfordern dabei mitunter eine Novellierung der zugrundeliegenden Rechtsvorschrift bzw. eine vollständig manuelle Prüfung analog zum aktuell angewandten, traditionellen Baubewilligungsverfahren. Die diesbezüglichen Verfahrensabläufe der traditionellen Baueinreichung werden im nachfolgenden Kapitel behandelt.

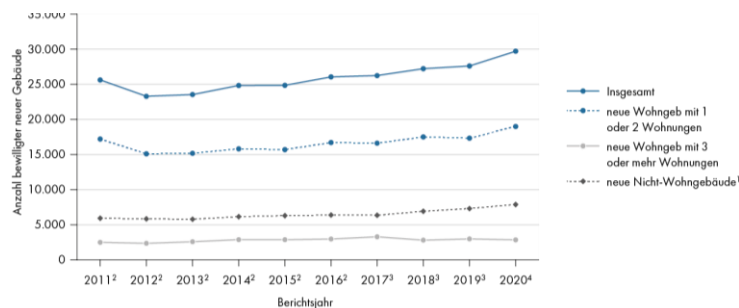
5 Traditionelle Baueinreichung

Im Rahmen von *Kapitel 5* wird die traditionelle Form der Baueinreichung behandelt sowie mittels einer Lean Administration konformen Definition des Ist-Zustandes (s. *Abschnitt 3.3.2*) auf Grundlage der Makigami-Methode als Prozesslandkarte visualisiert. Die traditionelle Baueinreichung basiert im Wesentlichen auf der schriftlichen Einreichung der geforderten Einreichunterlagen (s. *Abschnitt 4.2*) in Papierform sowie einer manuellen Prüfung dieser – eine effiziente Nutzung digitaler Werkzeuge im Zuge des Verfahrens ist daher nur stark begrenzt möglich.

Ausgehend vom aktuellen Stand der Technik wird nachfolgend zunächst auf die Grundlagen der traditionellen Baueinreichung eingegangen. Nach anschließender Definition des Ist-Prozesses erfolgt – unter Einbeziehung digitaler Technologien – eine Ausarbeitung möglicher Optimierungspotentiale unter Berücksichtigung der unter *Kapitel 3* erläuterten Lean Methoden. Die gewonnenen Erkenntnisse bilden in den darauffolgenden Kapiteln die Grundlage sowohl für die digitale- als auch die BIM-Baueinreichung

5.1 Stand der Technik

Die traditionelle Baueinreichung stellt österreichweit, sowie im gesamten DACH-Raum nach wie vor das vorherrschende Verfahren zum Erwirken einer Baubewilligung dar. *Abbildung 5.1* zeigt eine Auswertung von Statistik Austria bezüglich der in den Jahren 2011 bis 2020 bewilligten neuen Gebäude in Österreich. Dabei beläuft sich im Jahr 2020 die Gesamtsumme auf insgesamt **29.713** Baubewilligungen neuer Gebäude, welche, – abzüglich der bereits im Rahmen der digitalen Baueinreichung der Stadt Wien (s. *Abschnitt 6.1*) abgewickelten Verfahren – nahezu vollständig auf die traditionelle Baueinreichung entfallen. Allein in Tirol wurden 2020 **2.065** neue Gebäude bewilligt. [55]



Q: STATISTIK AUSTRIA, Baumaßnahmenstatistik. Erstellt am 21.04.2021. – 1) Inklusive Gebäude für Gemeinschaften, ohne sonstige bzw. Pseudobauwerke. – 2) Datenabzug vom 15.03.2020. – 3) Ergebnisse, die in Bezug auf die bis zum Datenabzug vom 15.03.2020 registrierten Nachmeldungen aufgeschätzt sind. – 4) Ergebnisse, die für das 1. Quartal in Bezug auf die bis zum Datenabzug vom 15.06., für das 2. Quartal in Bezug auf die bis zum Datenabzug vom 15.09., für das 3. Quartal in Bezug auf die bis zum Datenabzug vom 15.12.2020 und für das 4. Quartal in Bezug auf die bis zum Datenabzug vom 15.03.2021 registrierten Nachmeldungen aufgeschätzt sind.

Abbildung 5.1: Statistik der in den Jahren 2011-2020 bewilligten Gebäude in Österreich. [56]

Hinzu kommen Zu- und Umbaumaßnahmen an Bestandsgebäuden, welche, obwohl nicht in der oben genannten Statistik bewilligter neuer Gebäude geführt, dennoch einer Baubewilligung bedürfen. [49]

Auf die Tiroler Gemeinde Inzing mit rund 3900 Einwohnern entfallen nach eigener Aussage jährlich etwa 70 Baubewilligungsverfahren, welche vom zuständigen Bauamtsmitarbeiter Peter Draxl in Zusammenarbeit mit den jeweils einzubeziehenden Prüfsachverständigen bearbeitet werden. (P. Draxl, persönliche Kommunikation, 10.10.2021)

Die große Zahl der eingereichten Bauansuchen sowie deren mitunter sehr zeitintensive Prüfung stellen die öffentliche Verwaltung vor eine enorme Herausforderung, nicht zuletzt, da eine Entscheidung gemäß § 37 Abs. 1 TBO – bei Entfall einer Bauverhandlung – spätestens drei Monate nach Einlangen des Bauansuchens zu erfolgen hat. Eine effiziente Verfahrensabwicklung ist folglich nicht allein im Sinne des Bauwerbers, sondern gleichermaßen ein Anliegen der zuständigen Behörde.

5.2 Grundlagen und Systemkonzept

Abbildung 5.2 zeigt das grundsätzliche Systemkonzept der traditionellen Baueinreichung unter Berücksichtigung der beteiligten Parteien sowie deren Vertragsstrukturen und Informationsflüsse untereinander.

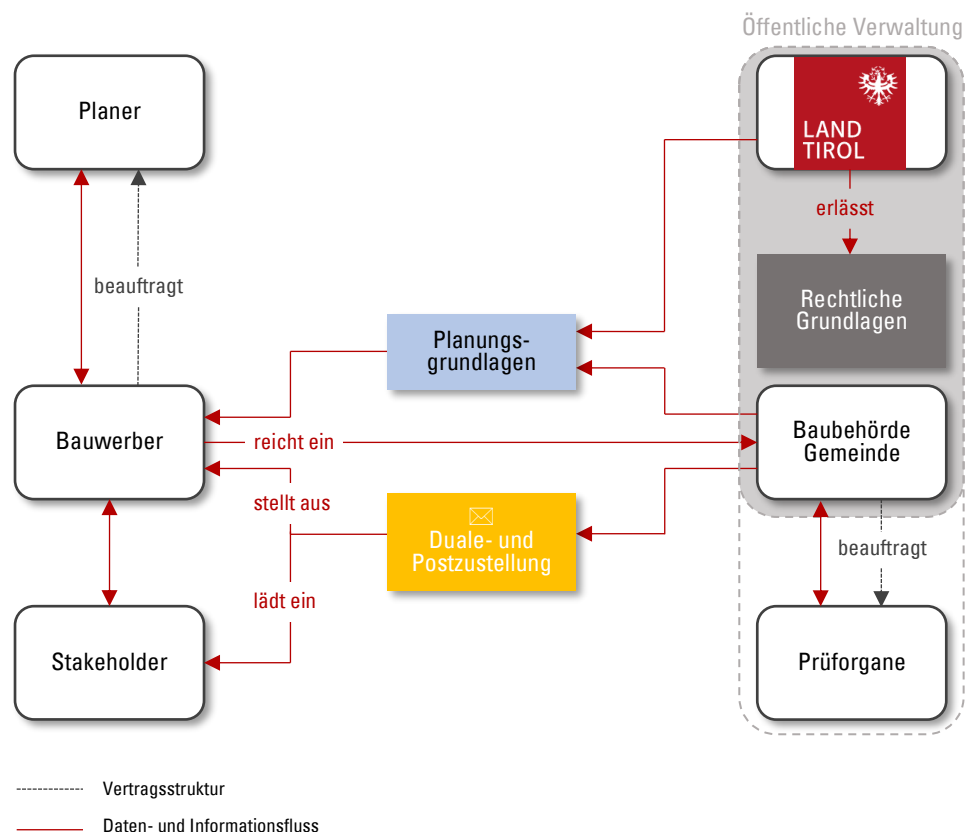


Abbildung 5.2: Systemkonzept und Organigramm zur traditionellen Baueinreichung

Weiterführende Erläuterungen hinsichtlich der expliziten Prozessabläufe sowie der Aufgaben- und Rollenverteilung finden sich in den nachfolgenden Abschnitten.

5.2.1 Organisation und Rollenverteilung

Die Beteiligten im Rahmen der traditionellen Baueinreichung können gemäß oben dargestelltem Organigramm in die nachfolgenden Personengruppen untergliedert werden:

- *Bauwerber*
- *Planer*
- *Baubehörde Gemeinde*
- *Prüforgane – amtliche und nicht amtliche Sachverständige*
- *Landesregierung Tirol – Abteilung Bau- und Raumordnungsrecht*
- *Stakeholder – Parteien und Beteiligte*

Als weitere, optionale Beteiligte sind beispielsweise eine externe Projektsteuerung bzw. Projektleitung auf Bauherrenseite sowie beratende Institutionen und Consultingdienstleister seitens der Behörden denkbar.

Die genannten Beteiligten sowie deren Verantwortungsbereiche werden im Nachfolgenden zusammenfassend erläutert.

Bauwerber

Beim *Bauwerber* handelt es sich um eine natürliche oder juristische Person, welche durch Einreichen eines Bauansuchens eine Baubewilligung erwirken möchte. Im Zuge der traditionellen Baueinreichung erfolgt die Einreichung der erforderlichen Antragsunterlagen durch den Bauwerber selbst. Dabei werden die behördlichen Antragsformulare bezüglich des Bauansuchens zusammen mit den geforderten Beilagen (s. *Abschnitt 4.2*) seitens des Bauwerbers unterfertigt und gesammelt in Papierform bei der zuständigen Gemeinde eingereicht. Die beiliegenden Planunterlagen sind gemäß §31 Abs. 5 TBO vorab ebenfalls durch die Planverfasser zu unterfertigen.

Während des Verfahrens übernimmt der Bauwerber zudem die Rolle des Ansprechpartners für die Behörde. Möglicherweise fehlerhafte bzw. nachzureichende Angaben und Unterlagen werden daher in Form eines Verbesserungsauftrages zunächst mit dem Bauwerber kommuniziert, welcher die Informationen i.d.R. an die verantwortlichen Planer zu Bearbeitung weitergibt. Der Bauwerber stellt im Verfahrensablauf der traditionellen Einreichung daher – abgesehen von einigen wenigen persönlichen Informationsangaben – häufig lediglich eine Schnittstelle zwischen den Planverfassern sowie der prüfenden Behörde dar.

Planer

Seitens der *Planer* wird im Allgemeinen zwischen dem Objektplaner (Architektur) sowie den Fachplanern (Tragwerksplanung, TGA, Bauphysik, etc.) unterschieden. Ihnen obliegt die Erstellung der geforderten Planunterlagen, Berechnungen und Nachweise (s. *Abschnitt 4.2*), welche als Beilagen des Bauansuchens zur behördlichen Einreichung in Papierform unterfertigt an den Bauwerber übergeben werden.

Da die eigentliche Einreichplanung den Kern des Bauansuchens darstellt übernimmt der Objektplaner die Rolle der Systemführerschaft und damit eine wesentlich koordinative Funktion. Der Planungsprozess erfolgt in der aktuellen Baupraxis bereits nahezu ausschließlich digital mittels CAD- bzw. BIM-basierter Softwareanwendungen. Die Planunterlagen liegen somit während des Planungsprozesses bereits in digitaler Form vor und werden

abschließend lediglich für die Einreichung in dreifacher Ausführung in Papierform ausgedruckt.

Baubehörde Gemeinde

Baubehörde meint die für die Bearbeitung des Verfahrens zuständige Behörde auf Gemeindeebene, welche häufig auch als Bauamt bezeichnet wird. Die vom Bauwerber in Papierform bei der zuständigen Gemeinde eingereichten Antragsunterlagen werden intern an die Baubehörde weitergereicht – dieser obliegt die anschließende Durchführung des Baubewilligungsverfahrens.

Im Gespräch mit einem Vertreter der Tiroler Gemeinde Inzing wurde festgestellt, dass bereits zahlreiche Tiroler Gemeinden auf die Verwendung eines digitalen Bauakts innerhalb einer entsprechenden Verwaltungssoftware (z.B. k5-Verfahren der Kufgem GmbH) zur Verfahrensabwicklung zurückgreifen. Da die Antragsinformationen in Papierform vorliegen, werden diese jedoch manuell vom zuständigen Sachbearbeiter in die Verwaltungssoftware übertragen. Die Verteilung der Planunterlagen an die Prüforgane erfolgt aufgrund deren Papierform, ebenso wie die sowie die finale Ausstellung des Bescheides postalisch. Zudem übernimmt die Baubehörde die Kommunikation mit dem Bauwerber – hierfür wird in Inzing bereits die duale Zustellung angeboten. (P. Draxl, persönliche Kommunikation, 10.10.2021)

Prüforgane – amtliche und nicht amtliche Sachverständige

Für die Baubehörde ergeben sich die unter *Abschnitt 3.3.2* beschriebenen Kooperationsformen mit amtlichen und nicht amtlichen Sachverständigen, welche als *Prüforgane* der Behörde die baurechtliche und bautechnische Prüfung des Bauvorhabens verantworten. Die im Zuge des Verfahrens beizuziehenden Sachverständigen sind unter *Abschnitt 4.2* (Verfahrensbestimmungen) gelistet.

Der Ausgang der Prüfungen entscheidet über die finale Bewilligung bzw. Abweisung des Bauansuchens, welche abschließend durch die Baubehörde ausgestellt sowie durch den Bürgermeister unterfertigt wird.

Landesregierung Tirol – Abteilung Bau- und Raumordnungsrecht

Da das öffentliche Baurecht in die Kompetenz der Bundesländer fällt (s. *Abschnitt 4.2*), erfolgt die Definition der rechtlichen Rahmenbedingungen sowie deren Anwendung auf die traditionelle Baueinreichung auf Landesebene. Die Schaffung sowie die fortlaufende Novellierung und öffentliche Kommunikation der notwendigen rechtlichen Grundlagen wird dabei von der Abteilung für Bau- und Raumordnungsrecht der *Landesregierung Tirol* verantwortet. Die zentralen Gesetzestexte, wie etwa TBO und TROG, sind bereits zum aktuellen Zeitpunkt vollständig online einsehbar. [57]

Stakeholder – Parteien und Beteiligte

Die Bezeichnung *Stakeholder* umfasst i.A. eine oder mehrere Personen mit einem begründeten Interesse an einem bestimmten Projektverlauf bzw. -ergebnis. Sinngemäß kann Stakeholder daher als Interessens- bzw. Anspruchsberechtigter – bei Personengruppen als Interessens- bzw. Anspruchsgruppe – ins Deutsche übersetzt werden. [37, 58]

Die Anspruchsgruppe am Verlauf bzw. Ergebnis eines Baubewilligungsverfahrens wird innerhalb der TBO definiert und in **Parteien** und **Beteiligte** differenziert. Als **Parteien** im Bauverfahren gelten gemäß §33 Abs. 1 TBO neben dem Bauwerber selbst die *Grundstück-nachbarn* sowie der *Straßenverwalter*. Darüber hinaus sind gemäß §32 Abs. 2 TBO im Falle des Denkmalschutzes das *Bundesdenkmalamt*, sowie gemäß §32 Abs. 3 TBO die *Anlagenbetreiber* von, im Bereich des Bauvorhabens befindlicher, Eisenbahn- und Leitungsanlagen (z.B. Stromleitung, Ver- und Entsorgungsleitungen, etc.) als **Beteiligte** in das Bauverfahren einzubeziehen. [49]

Die Stakeholder werden von der zuständigen Baubehörde postalisch zur Bauversammlung geladen, in deren Rahmen ihnen die Gelegenheit zur Stellungnahme und Äußerung eventueller Bedenken gegeben wird. Zudem besteht vorab ein Anspruch auf Einsichtnahme der Einreichplanung, welche im Bauamt der Gemeinde wahrgenommen werden kann.

5.2.2 Digitale Infrastruktur

Da das Bauansuchen im Rahmen der traditionellen Baueinreichung zwar in Papierform eingereicht wird, die anschließende behördliche Kommunikation (z.B. Verbesserungsaufträge, Ladung zur Bauverhandlung, etc.) jedoch bereits unter Einbindung der dualen Zustellung erfolgt, besteht zwischen den Beteiligten bei Verwendung der *elektronischen Zustellung* in Teilbereichen des Verfahrens bereits eine digitale, behördliche Kommunikationsinfrastruktur.

Nach Einlangen des Bauansuchens bei der Behörde wird dieses in zahlreichen Tiroler Gemeinden innerhalb einer entsprechenden *Verwaltungssoftware* als digitaler Bauakt angelegt. Im Zuge eines persönlichen Vorort-Termins sowohl bei der Tiroler Gemeinde Inzing als auch dem IT-Unternehmen Kufgem GmbH wurde, die in Inzing verwendete, digitale Verwaltungsinfrastruktur exemplarisch untersucht.

Als zentraler Dreh- und Angelpunkt zur Abwicklung des Baubewilligungsverfahrens kommt in der Gemeinde Inzing die Softwareanwendung *k5-Verfahren* des IT-Unternehmens Kufgem GmbH zum Einsatz. Mittels Importschnittstellen zum Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen (BEV) sowie dem Adress-, Gebäude- und Wohnungsregister (AGWR II) bietet das Programm umfangreiche Funktionen für Import und Verwaltung relevanter Basisdaten (z.B. Liegenschafts-, Gebäude- und Adressdaten) und ermöglicht zudem einen Personenabgleich über das Zentrale Melderegister (ZMR). Die GIS-Integration erlaubt eine unkomplizierte Ermittlung und Visualisierung grundstückbezogener Informationen (z.B. Anrainergrundstücke, Gefahrenzonen, etc.) auf Grundlage einer integrierten GeoOffice Anwendung. Das k5 Dokumentenmanagementsystem (k5 DMS) fungiert sowohl als zentrale Dokumentenablage als auch als Schnittstelle zu Fachanwendungen weiterer Amtsstellen wie etwa k5 Finanz bezüglich der Übergabe von Vorschriften. Über ein integriertes Textwerkzeug lassen sich zudem Vorlagedokumente erstellen, welche für die Verfahrenskommunikation mit Bauwerber und Stakeholdern herangezogen werden können. [59, 60]

Die erläuterten Funktionen von k5-Verfahren sind zusammenfassend in nachfolgender Abbildung dargestellt.

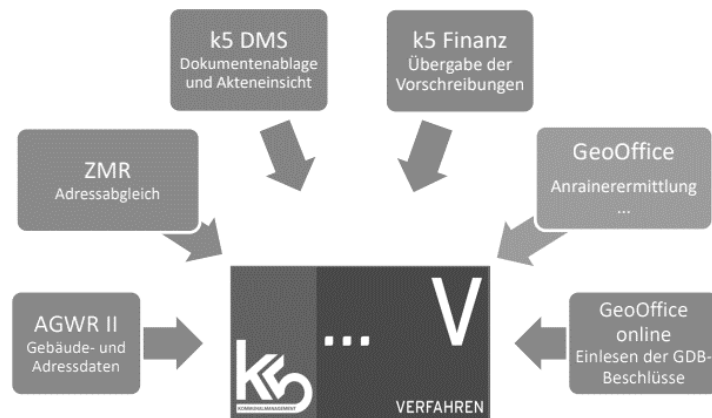


Abbildung 5.3: Funktionsübersicht k5-Verfahren. [60]

5.2.3 Planungsgrundlagen und Basisdaten

Die Planungsgrundlagen und Basisdaten entsprechen bei der traditionellen Baueinreichung den anzuwendenden baurechtlichen und bautechnischen Anforderungen (s. **Tabelle 4.1**). Diese können sowohl auf Gemeinde-, Landes- oder Bundesebene definiert sein und fallen daher in den Zuständigkeitsbereich unterschiedlicher Behörden und Institutionen. Eine zentrale Zusammenstellung mit Zugriffsoption auf die entsprechenden Planungsgrundlagen wird Tirol weit (mit Ausnahme der Stadt Innsbruck; s. [54]) nicht einheitlich angeboten, weswegen die Kenntnis bzw. selbstständige Recherche der Anforderungen seitens der Planer notwendig ist.

Mit Ausnahme des Bebauungsplanes sind alle Planungsgrundlagen in digitaler Form online verfügbar – für den elektronischen Flächenwidmungsplan besteht jedoch noch keine vollständige Rechtsverbindlichkeit. [61], [Stand: 06.07.2021]

5.3 Ist-Prozess

Der aktuelle Ist-Prozess der traditionellen Baueinreichung basiert im Wesentlichen auf der schriftlichen Einreichung der erforderlichen Antragsunterlagen in Papierform sowie deren anschließender Überprüfung durch die zuständige Behörde. Der grundlegende Ablauf kann dabei von Gemeinde zu Gemeinde mitunter geringfügig variierten, gliedert sich jedoch stets in die nachfolgenden Schritte. [49, 62]

- *Bauansuchen gemäß § 29 TBO inkl. aller geforderten Beilagen einreichen*
- *Behördliche Vorprüfung auf Vollständig- und Richtigkeit der Unterlagen*
- *Prüfung des Bauvorhabens durch qualifizierte Prüforgane*
- *Bauverhandlung unter Einbeziehung der Stakeholder (optional nach Erfordernis)*
- *Ausstellung des schriftlichen Bescheids (Bewilligung oder Abweisung)*

Obwohl sich die Erteilung einer Baubewilligung grundsätzlich durch Einhaltung der vorgegebenen rechtlichen und technischen Anforderungen (s. **Abschnitt 4.2**) begründet, ist die Überprüfung dieser jedoch auf vielfältige Art und Weise möglich. So stützt sich die

Vorgehensweise der prüfenden Behörden zwar stets auf dieselben Grundlagen, unterscheidet sich im Detail jedoch mitunter in einigen Punkten. Dies betrifft sowohl die allgemeine Struktur des Vorgehens als auch die im Rahmen des Prozesses verwendeten Werkzeuge, sowie miteingebundene Prüforgane. Da eine tirolweite Auswertung aufgrund des erheblichen Umfangs – und zu erwartenden Abweichungen der Prozessmodalitäten – für die Definition eines konkreten Ist-Prozesses nicht zielführend ist, wurde eine Zusammenarbeit mit der Tiroler Gemeinde Inzing anberaunt. Die behördlichen Strukturen und Abläufe in Inzing bilden eine exemplarische Grundlage für die Lean Administration konforme Definition des Ist-Prozesses sowie die darauffolgende Prozessoptimierung, welche sich an den unter *Abschnitt 3* erläuterten Lean-Methoden orientiert. Darauf aufbauend erfolgt die Definition und Erläuterung möglicher Soll-Prozessmodelle im Rahmen einer digitalen- sowie BIM-basierten-Baueinreichungen, welche in den Folgekapiteln behandelt werden.

Aus Gründen der Übersichtlichkeit wird der Ist-Prozess der traditionellen Baueinreichung im nachfolgenden in die Teilprozesse

- *Planungsprozess (Projektinitiative – Genehmigungsplanung)*,
- *Einreichprozess*
- und *Bewilligungsprozess*

untergliedert. **Der vollständige Gesamtprozess findet sich im Anhang dieser Arbeit.** Die Miteinbeziehung des vorhergehenden Planungsprozesses ermöglicht eine ganzheitliche Betrachtung, welche im Hinblick auf eine Bewertung der Effizienz der Zusammenarbeit zwischen Planenden und Baubehörde sowie möglicher Schnittstellenprobleme und Verbesserungspotentiale von großer Relevanz ist.

Planungsprozess (Projektinitiative – Genehmigungsplanung)

Nach initialer Vergabe der Planungsleistung durch den Bauwerber beginnt der Planungsprozess zunächst mit der Beschaffung der relevanten Planungsgrundlagen – in Form der baurechtlichen und bautechnischen Anforderungen an das Bauvorhaben (s. **Tabelle 4.1**) – durch die beauftragten Planer oder den Bauwerber selbst. Die entsprechenden Gesetzestexte, Normen und Richtlinien sind in Tirol – mit Ausnahme des Bebauungsplanes – bereits vollständig über verschiedene Onlineplattformen abrufbar – für den elektronischen Flächenwidmungsplan besteht jedoch teilweise noch keine Rechtsverbindlichkeit. Die Stadt Innsbruck bietet darüber hinaus eine verlinkte Zusammenstellung aller in Innsbruck relevanten Planungsgrundlagen auf einer zentralen Website [54] an. Dies ermöglicht einen vereinfachten Zugriff und beugt einer möglichen Nichtbeachtung bestimmter Vorschriften (z.B. PKW-Stellplatzrichtlinie, Fahrradstellplatzverordnung, etc.) vor. Die aktuell noch nicht digital abrufbaren Bebauungspläne müssen im Rahmen einer entsprechenden Terminvereinbarung im zuständigen Bauamt der jeweiligen Gemeinde eingesehen werden.

Sobald alle relevanten Planungsgrundlagen vorliegen, beginnt die eigentliche Planung. Diese wird im Rahmen des gegenständlichen Prozesses als Sammelprozess – ausgehend von der Grundlagenermittlung bis zur Genehmigungsplanung – zusammengefasst, da eine explizite, phasengerechte Aufschlüsselung nicht zweckmäßig erscheint. Objekt- und Fachplanung erfolgen in gegenseitiger Abstimmung sowie optionaler Vorabstimmung mit der zuständigen Baubehörde sowie deren Prüforgane. Nach erfolgreicher Prüfung durch die

Projektleitung sowie abschließender Freigabe der finalen Genehmigungsplanung durch den Bauwerber beginnt der Einreichprozess.

Der Ablauf während des Planungsprozesses ist in nachfolgendem Prozessdiagramm veranschaulicht dargestellt.

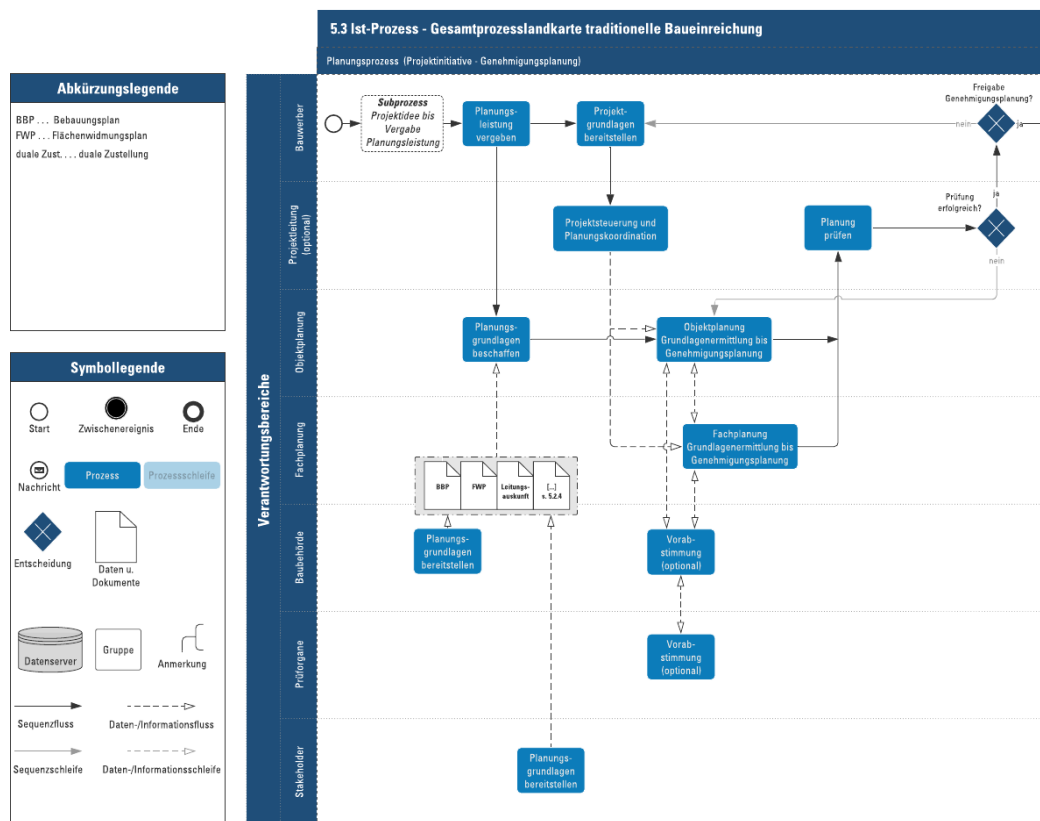


Abbildung 5.4: Planungsprozess bei der traditionellen Baueinreichung.

Einreichprozess

Im Rahmen der traditionellen Baueinreichung übernimmt der Bauwerber selbst den wesentlichen Teil des Einreichprozesses. Grundlage und Ausgangspunkt bildet das Baueingabeformular, welches als XLS-Datei auf der Gemeindeforum website abgerufen werden kann und das Bauansuchen inklusive Baubeschreibung umfasst. Nach Eingabe der geforderten Antragsdaten wird das Baueingabeformular vom Bauwerber ausgedruckt und unterfertigt sowie die dort gelisteten Gesuchsbeilagen (s. Abschnitt 4.2) von den Planern angefordert, welche diese ihrerseits ausgedruckt und unterfertigt an den Bauwerber übermitteln. Nachdem die Beilagen final vom Bauwerber unterfertigt wurden, reicht dieser das vollständige Bauansuchen – persönlich oder postalisch – bei der Baubehörde ein.

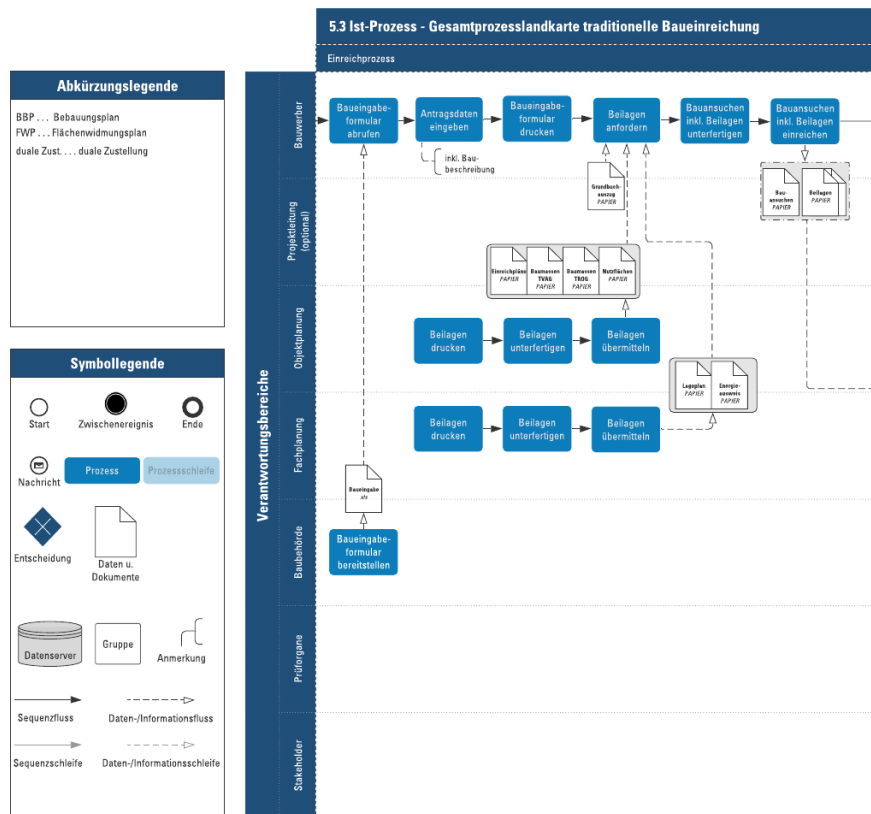


Abbildung 5.5: Einreichprozess bei der traditionellen Baueinreichung.

Bewilligungsprozess

Der Bewilligungsprozess beginnt nach Eingang des Bauansuchens bei der zuständigen Behörde mit Übermittlung einer offiziellen Eingangsbestätigung an den einreichenden Bauwerber. In Inzing wird im Zuge dessen bereits die duale Zustellung angeboten.

Im nächsten Schritt wird das Ansuchen vom verantwortlichen Sachbearbeiter als Verfahren angelegt, wobei in Inzing die Softwareanwendung k5-Verfahren des IT-Unternehmens Kufgem GmbH Anwendung findet (s. *Abschnitt 5.2.2*). Da das Bauansuchen sowie sämtliche Beilagen in Papierform vorliegen, müssen die enthaltenen Informationen vom Sachbearbeiter manuell in die Verfahrenssoftware übertragen bzw. unter Verwendung der integrierten Softwareapplikationen neu ermittelt werden (z.B. Anrainerermittlung via GIS-Integration).

Im Zuge dessen erfolgt zudem eine manuelle Vorprüfung der Unterlagen auf Vollständig- und Richtigkeit. Bei Unvollständigkeit des Bauansuchens wird vom Sachbearbeiter ein Verbesserungsauftrag zur Nachreichung der fehlenden Unterlagen bzw. Informationen erstellt, sowie über die duale Zustellung an den Bauwerber versandt.

Diesem obliegt nach Erhalt des Verbesserungsauftrags das Anfordern der fehlenden Unterlagen von den verantwortlichen Planern sowie das Nachreichen dieser an die Baubehörde, welche die in Papierform vorliegenden Unterlagen anschließend erneut auf deren Vollständigkeit überprüft.

Sofern alle Informationen und Unterlagen vollständig vorliegen, werden die am Verfahren beteiligten Stakeholder (s. *Abschnitt 5.2.1*) über die duale Zustellung vom

Sachbearbeiter zur Bauverhandlung geladen. Dabei steht es den Stakeholdern offen, die Einreichplanung im Bauamt der Gemeinde bereits vor der eigentlichen Bauverhandlung einzusehen.

Weiters werden vom Sachbearbeiter die zur Prüfung des Bauvorhabens einzubeziehenden Prüforgane (s. *Abschnitt 5.2.1*) ausgewählt, sowie diesen die zu prüfenden Dokumente in Papierform postalisch übermittelt. Den Prüforganen obliegt die eigentliche bautechnische und baurechtliche Prüfung des Bauvorhabens. Bei vorliegenden Mängeln (Prüfung nicht positiv) werden diese mit den Baubehörde kommuniziert, welche anschließend mittels dualer Zustellung einen Verbesserungsauftrag an den Bauwerber übermittelt. Der Bauwerber fordert die notwendigen Korrekturen von den verantwortlichen Planern an und reicht diese in Papierform bei der Baubehörde ein, welche die Korrekturen wiederum postalisch an die Prüforgane übermittelt.

Bei positiver Prüfung des Bauvorhabens folgt im nächsten Schritt die Bauverhandlung, sofern diese nach § 32 Abs. 1 TBO

„[...] insbesondere im Hinblick auf die Art oder Größe des betreffenden Bauvorhabens, die Anzahl der im Verfahren beizuziehenden Sachverständigen oder die Anzahl der Parteien und Beteiligten im Interesse einer möglichst raschen und zweckmäßigen Verfahrensabwicklung gelegen ist.“ [49]

Die Bauverhandlung erfolgt unter Miteinbeziehung aller geladenen Stakeholder und wird i.d.R. am Baugrundstück abgehalten sowie in einer abschließenden Verhandlungsschrift rechtskräftig protokolliert. Im Zuge der Bauverhandlung können letzte Einwendungen bezüglich des Bauvorhabens vorgebracht werden. Sofern nicht spätestens während der Verhandlung Einwendungen erhoben werden verlieren die neben dem Bauwerber beteiligten Parteien (Nachbarn und Straßenverwalter) gemäß § 42 Abs. 1 AVG mit Abschluss der Bauverhandlung ihre Parteistellung im Verfahren – man spricht in diesem Zusammenhang auch von *Präklusion*. [63]

Werden keine Einwendungen erhoben erlässt die Behörde den Baubewilligungsbescheid, welcher dem Bauwerber postalisch inklusiver zweifacher Ausfertigung der eingereichten Planunterlagen mit aufgebrauchten Genehmigungsvermerk zugestellt wird und damit das Bewilligungsverfahren beschließt. Bei vorgebrachten Einwendungen werden diese im Anschluss an die Bauverhandlung von der Behörde auf deren Rechtsgrundlage geprüft. Bei berechtigten privatrechtlichen Einwendungen ohne öffentlich-rechtliche Anwendbarkeit werden diese gemäß § 33 Abs. 8 TBO zunächst in der Verhandlungsschrift beurkundet sowie anschließend in der Baubewilligung explizit angeführt – die Einwendungen vorbringende Partei wird auf den ordentlichen Zivilrechtsweg verwiesen, der Baubewilligungsbescheid dennoch ausgestellt. Sofern die Einwendungen öffentlich-rechtlich berechtigt sind, wird das Bauansuchen gemäß §34 Abs. 2 TBO zurück- bzw. gemäß § 34 Abs. 3-4 abgewiesen. [49, 64]

Der Ablauf während des Bewilligungsprozesses ist in nachfolgendem Prozessdiagramm veranschaulichend dargestellt.

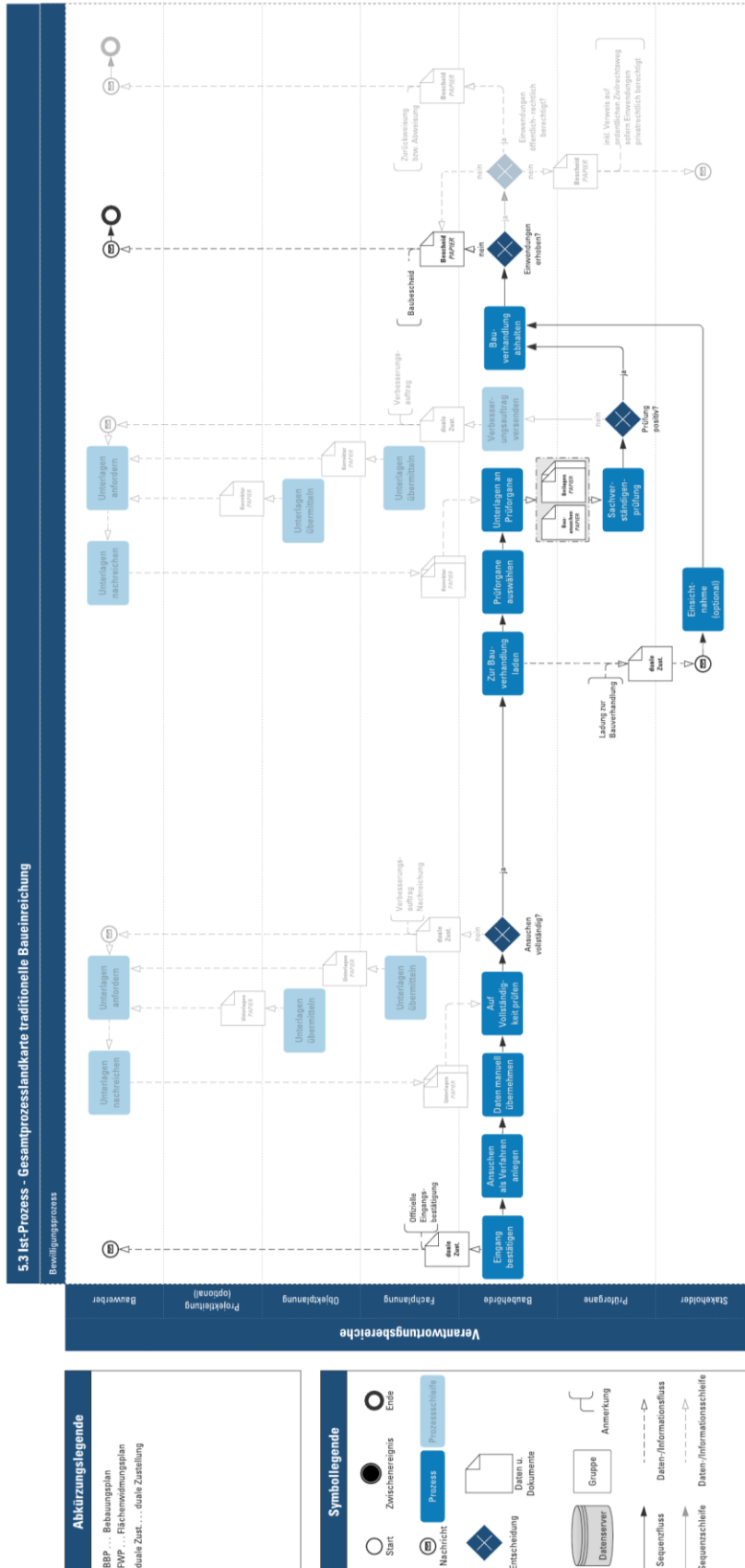


Abbildung 5.6: Bewilligungsprozess bei der traditionellen Baueinreichung.

5.4 Prozessoptimierung – Optimierungspotentiale

Nachfolgender Abschnitt umfasst die Prozessoptimierung des vorhergehend definierten Ist-Prozesses der traditionellen Baueinreichung unter Berücksichtigung der in *Abschnitt 3.3.2* behandelten Lean Methoden.

Demzufolge gilt es zunächst die *Komplexität* des Ist-Prozesses zu *reduzieren*. Dies erfolgt vor dem Hintergrund eines kontinuierlichen Verbesserungsprozesses (KVP), weswegen neben bereits aktuell praxistauglichen, digitalen Werkzeugen auch neue, wissenschaftliche Ansätze – insbesondere im Hinblick auf BIM – berücksichtigt werden. Die so erarbeiteten Optimierungspotentiale des Ist-Prozesses bilden die Grundlage der, in den nachfolgenden Kapiteln definierten Soll-Prozesse bezüglich der digitalen- und BIM-Baueinreichung.

Aus Gründen der Übersichtlichkeit erfolgt die Erarbeitung der Optimierungspotentiale ebenfalls gemäß der bereits im vorhergehenden Abschnitt definierten Untergliederung des Gesamtprozesses in

- *Planungsprozess (Projektinitiative – Genehmigungsplanung)*,
- *Einreichprozess*
- und *Bewilligungsprozess*.

Das nachfolgend verwendete Farbschema differenziert eine mögliche Realisierung der genannten Optimierungspotentiale im Zuge der *digitalen Baueinreichung* (schwarze Schrift) bzw. darauf aufbauend durch Einbindung der *BIM-Baueinreichung* (*violette Schrift*).

Planungsprozess

Innerhalb des Planungsprozesses wurden folgende Optimierungspotentiale identifiziert:

- *Elektronischer Bebauungsplan – rechtsverbindlicher elektronischer Flächenwidmungsplan*
Bebauungspläne (BBP) liegen nach wie vor nicht in digitaler Form vor, sondern müssen bei der zuständigen Gemeinde eingesehen werden – für die elektronischen Flächenwidmungspläne (eFWP) gilt teils noch keine Rechtsverbindlichkeit. Eine vollständige, rechtverbindliche Digitalisierung birgt ein hohes Optimierungspotential, da die Planunterlagen so behördenunabhängig jederzeit online eingesehen und heruntergeladen werden können.

- *Zentrale Bereitstellung digitaler Planungsgrundlagen und Basisdaten*

Aus Gründen der Kundenorientierung und Transparenz bietet es sich an, die für die Planung relevanten Planungsgrundlagen (s. *Abschnitt 5.2.3*) gesammelt über eine zentrale Plattform vollständig digital bereitzustellen. Dies erspart sowohl den Planern ein mitunter recht zeitaufwändiges „Zusammentragen“ der entsprechenden Informationen von verschiedenen Stellen als auch den zuständigen Behörden hierfür notwendige Terminvereinbarungen und Beratungsgespräche.

Beim Übergang zur BIM-Baueinreichung bietet sich eine zusätzliche Bereitstellung BIM-basierter Planungsgrundlagen und Basisdaten an. Konkret betrifft dies v.a. eine modellbasierte Abbildung des Baubauungs- und Flächenwidmungsplanes in Form eines *Referenzmodells* (REM). Dieses dient sowohl als Planungsgrundlage wie auch als Referenz bei der Überprüfung des Genehmigungsmodells im Bewilligungsverfahren.

Zentral bereitgestellte *Prüfregeln* ermöglichen zudem bereits während der Planungsphase eine Überprüfung des Gebäudemodells bezüglich gesetzlicher Anforderungen. Eventuell vorhandene Planungsfehler können so bereits vor der eigentlichen Behördenprüfung effizient identifiziert und behoben werden. Für die anschließend durchgeführte behördliche Prüfung werden dieselben Prüfregeln verwendet – der Prüfprozess dadurch wesentlich vereinfacht.

- *Big open BIM Genehmigungsplanung*
Eine möglichst durchgängig im Sinne des big-open-BIM-Ansatzes (s. Abschnitt 2.6) durchgeführte Genehmigungsplanung auf Grundlage der zentral bereitgestellten BIM-basierten Planungsgrundlagen birgt als Potential die anschließende Anwendung standardisierter Prüfregeln zur teilautomatisierten Prüfung des Gebäudemodells. Zudem wird eine durchgängige Verwendbarkeit des Gebäudemodells gewährleistet. Grundlage der Einreichung bildet die Abbildung der Genehmigungsplanung als Bauantragsmodell (BAM).

Einreichprozess

Innerhalb des Einreichprozesses wurden folgende Optimierungspotentiale identifiziert:

- *Optionale Einreichbevollmächtigung der Planer*
Auf Grundlage einer optionalen Einreichbevollmächtigung der Planer durch den Bauwerber lässt sich der Einreichprozess im Wesentlichen auf die Planer übertragen. Der Bauwerber als Übergabeschnittstelle der Genehmigungsplanung an die Behörde entfällt – die Einreichunterlagen können direkt von den Planern ein-, fehlende Unterlagen auf direktem Weg nachgereicht werden.
- *Digitales Format der Einreichunterlagen – digitale Signatur*
Die Verwendung eines digitalen Formats anstelle der Papierform erübrigt unnötige Ausdrucke und vereinfacht die Einreichung und Verteilung der Antragsunterlagen sowie die anschließende Verwendung digitaler Werkzeuge. Die Unterzeichnung der Unterlagen erfolgt mittels digitaler Signatur.
Als mögliche Weiterentwicklung bietet sich ein vollständig modellbasiertes Einreichformat auf Grundlage der IFC an. Dies erlaubt im Weiteren die Verwendung BIM-spezifischer Werkzeuge zur Modellprüfung und Datenübernahmen. Grundlage der Einreichung bildet die Abbildung der Genehmigungsplanung als Bauantragsmodell (BAM).
- *Webbasierte Einreichung*
Ein digitales Format der Einreichunterlagen erlaubt eine webbasierte Einreichung dieser. Der übliche, zeitaufwändige Postversand bzw. die persönliche Einreichung des Bauansuchens entfällt.
Weiters kann durch Vorgabe entsprechender Pflichtfelder und Pflichtunterlagen die Vollständigkeit des Bauansuchens gewährleistet werden.

Bewilligungsprozess

Innerhalb des Bewilligungsprozesses wurden folgende Optimierungspotentiale identifiziert:

- *Selbstständiges nachreichen von Unterlagen durch Planer*
Durch eine Bevollmächtigung der Planer zum selbstständigen Nachreichen fehlender bzw. fehlerhafter Unterlagen wird der Bauwerber als Schnittstelle eliminiert und die Komplexität des Prozesses somit reduziert.
- *Option zur digitalen Verfahrenseinsicht*
Die Einbindung einer Option zur digitalen Verfahrenseinsicht erhöht die Transparenz und Kundenorientierung bezüglich des Bauwerbers. Zudem können Rückfragen effizient vermieden und die Behörde dadurch entlastet werden.
- *Freigabe der Einreichunterlagen*
Durch die Freigabe der digital vorliegenden Einreichunterlagen seitens der Behörde über einen entsprechenden SharePoint Server entfällt deren Versand. Die Unterlagen können so zentral bereitgestellt und über Vergabe von Zugriffsrechten von Berechtigten (z.B. Prüfsachverständigen oder Stakeholdern) abgerufen werden.
- *Teilautomatisierte Modellprüfung durch Prüforgane*
Die Verwendung modellbasierter Einreichunterlagen birgt das Potential einer Teilautomatisierten Modellprüfung dieser durch die behördlichen Prüforgane. Ursprünglich manuell – auf Grundlage von 2D-Planunterlagen – durchgeführte Arbeitsschritte können so auf ein digitales Gebäudemodell übertragen und durch Einbindung digitaler Werkzeuge teilweise automatisiert werden.

Die erarbeiteten Optimierungspotentiale bilden die Grundlage, für die in den nachfolgenden Kapiteln behandelte, digitale- sowie BIM-Baueinreichung.

6 Digitale Baueinreichung

Kapitel 6 behandelt die digitale Baueinreichung und damit die Umstellung der, im Zuge der traditionellen Einreichung in Papierform vorliegenden Dokumente, auf ein digitales Einreichformat. Dies ermöglicht in weiterer Folge den Einsatz digitaler Werkzeuge innerhalb des Verfahrens und damit eine effizientere und anwenderfreundlichere Abwicklung. Als Entwicklungsgrundlage wurden die unter *Abschnitt 5.4* identifizierten Optimierungspotentiale der traditionellen Baueinreichung, sowie im Zuge einer Evaluierung europäischer Best Practice Beispiele gewonnene Anforderungen verwendet.

Im Sinne einer stufenweisen Umstellung, wurde ein Konzept erarbeitet, welches während der Übergangsphase sowohl die traditionelle als auch die digitale Baueinreichung als funktionierende Hybridlösung ermöglicht.

Die zur traditionellen- und BIM-Baueinreichung analoge Kapitelstruktur erlaubt eine vereinfachte Gegenüberstellung und Evaluation der Einreichverfahren.

6.1 Stand der Technik – Best Practice

Da die digitale Einreichung bereits in einzelnen Ländern und Gemeinden gängige Praxis ist, wird der aktuelle Stand der Technik nachfolgend anhand dreier europäischer Best-Practice-Beispiele exemplarisch dargestellt.

Italien – Einheitsschalter für Bauwesen

Mit Einführung des Einheitsschalters für gewerbliche Tätigkeiten (SUAP; ital.: Sportello Unico delle Attività Produttive) nimmt Italien, im Hinblick auf eine durchgängig E-Government-Schnittstelle zwischen öffentlicher Verwaltung und Privatwirtschaft, eine Vorreiterrolle innerhalb der europäischen Union ein. Der SUAP-Dienst erlaubt es Gewerbetreibenden, die für öffentliche Verwaltungsangelegenheiten notwendigen Antragsunterlagen online auszufüllen und einzureichen. Dies schließt auch das Einreichen von Anträgen um Baugenehmigung mit ein, was im Tätigkeitsbereich Bauwesen über den *Einheitsschalter für Bauwesen* (ESB; ital.: SUE – Sportello Unico per l'edilizia) erfolgt. Über ein Online-Portal füllt der Antragsteller die erforderlichen Antragsformulare schrittweise mittels entsprechender Eingabefelder aus. Die Vollständigkeit der relevanten Informationen wird dabei durch Pflichtfelder gewährleistet, ohne deren Bearbeitung nicht fortgefahren werden kann. Sobald alle notwendigen Informationen eingegeben wurden, werden diese in Form eines elektronischen PDF-Dokuments zusammengestellt und vom Antragsteller digital unterschrieben. Das Dokument kann anschließend zusammen mit den hochgeladenen Anlagedokumenten (PDF-Abzüge von Planunterlagen, Berechnungen, etc.) unmittelbar an den Einheitsschalter der zuständigen Gemeinde übermittelt werden. Der Antragsteller erhält von dieser nach

Eingang der Dokumente eine Empfangsbestätigung an seine, in den Antragsformularen hinterlegte, zertifizierte E-Mail-Adresse (PEC; ital.: Posta Elettronica). Die Authentifizierung und rechtliche Gültigkeit des Antrags wird somit zum einen durch die Verwendung der digitalen Unterschrift sowie der PEC begründet. In Südtirol ist die Verwendung des ESB für die Einreichung von Anträgen um Baugenehmigung seit dem 1. Juli 2020 verbindlich. [65, 66]

Zudem erwähnenswert ist, dass mittels einer vom Bauherrn schriftlich ausgestellten Vollmachtserklärung – welche dem Antrag als PDF-Anlage beigelegt wird – die Planer zur Einreichung der Unterlagen ermächtigt werden können. Die Baueinreichung muss somit nicht unbedingt durch den Bauherrn selbst, sondern kann auch in dessen Namen durch die bevollmächtigten Planer erfolgen.

Deutschland (Bayern) – digitale Baugenehmigung

Die digitale Baueinreichung wird auch in Bayern bereits in einigen Gemeinden als Alternative zur traditionellen Einreichung erfolgreich angeboten. Im Rahmen der Digitalisierungsinitiative „Digitale Baugenehmigung“ des Bayerischen Staatsministeriums für Wohnen, Bau und Verkehr wurde am 1. März 2021 die Möglichkeit zur digitalen Einreichung nach vorhergehendem Testbetrieb an vorerst fünf bayerischen Landratsämtern in den regulären Betrieb überführt – ab dem Jahr 2023 müssen in Bayern zudem sämtliche Verwaltungsleistungen digital angeboten werden. Im Rahmen der Antragstellung wird der Antragsteller – analog zum italienischen ESB – auf einem Online-Portal schrittweise durch die elektronischen Antragsformulare geführt. Unvollständig ausgefüllte Anträge lassen sich dabei als HTML-Datei downloaden und durch erneuten Upload bequem zu einem späteren Zeitpunkt vervollständigen. Notwendige Planunterlagen und weitere Anlagen können als PDFs beigelegt werden – die Vollständigkeit wird mittels Pflichtangaben gewährleistet. Die Antragsunterlagen werden nach deren versenden automatisch an die zuständige Bauaufsichtsbehörde weitergeleitet. Die Authentifizierung im Zuge des Verfahrens erfolgt über eine sog. Bayern ID, welche auf Basis der Online-Ausweisfunktion des Personalausweises eine digitale Unterschrift ermöglicht. Diese kann durch den Bauvorlageberechtigten – und vom Bauherrn bevollmächtigten – Entwurfsverfasser (Objektplaner) anstelle des Bauherrn selbst geleistet werden. Die rechtlichen Grundlagen der digitalen Baugenehmigung wurden durch eine Novellierung der Bayerischen Bauordnung (BayBO) zum 1. Februar 2021 sowie der Einführung der darauf basierenden Digitalen Bauantragsverordnung (DBauV) vom 2. Februar 2021 geschaffen. Neben dem Bauantrag können über weitere Online-Assistenten alle gängigen bauaufsichtlichen und abgrabungsaufsichtlichen Anträge digital eingereicht werden. [67–69]

Österreich (Wien) – digitale Baueinreichung

In der Stadt Wien existiert die Option einer digitalen Einreichung bereits seit dem 18. Juni 2019 und soll im Rahmen eines Stufenplans zu der unter *Kapitel 7* beschriebenen BIM-Einreichung weiterentwickelt werden. Die Einreichung erfolgt über das Online-Portal mein.wien.at, welches neben der Baueinreichung die digitale Abwicklung eine Reihe weiterer behördlicher Vorgänge erlaubt. Der Antragsteller wird im Zuge der Antragstellung auch hier schrittweise durch die elektronischen Formulare geführt. Notwendige Planunterlagen und weitere Anlagen können im PDF-, JPG- oder PNG-Format beigelegt werden – die

Vollständigkeit der Informationen wird mittels Pflichtangaben gewährleistet. Nach bestätigter Vollständigkeit lassen sich die Antragsunterlagen automatisch an die zuständige Baubehörde weiterleiten. Die Eingangsbestätigung sowie der anschließende Nachrichtenverkehr mit der Behörde inklusive Ausstellung des Bescheids erfolgt über die elektronische Zustellung der Stadt Wien. Hierfür ist eine vorab Anmeldung mittels Handy-Signatur bzw. ID Austria notwendig. Die Authentifizierung während der Baueinreichung wird über ein sog. Stadt Wien Konto umgesetzt, welches ebenfalls mittels Handy-Signatur – künftig auch mittels ID Austria – erstellt werden kann. Die Einreichung kann, wie in Bayern und Italien, entweder durch den Bauwerber selbst oder alternativ einen bevollmächtigten Vertreter (z.B. den Objektplaner) erfolgen. Zudem besteht die Möglichkeit, eine Gruppe weiterer Beteiligter (z.B. Fachplaner, Baubeteiligte, etc.) anzulegen, welche mittels administrativer Rechte Dokumente über mein.wien.at nachreichen und über den aktuellen Verfahrensstand informiert werden können. [70, 71]

Vergleich und Evaluation

Obwohl die erörterten Einreichverfahren in drei unterschiedlichen Ländern Anwendung finden, gibt es dennoch wesentliche Überschneidungen und Gemeinsamkeiten. Diese werden nachfolgend zusammenfassend dargestellt und bezüglich einer möglichen Anwendung in Tirol evaluiert

Als grundsätzliche funktionale Gemeinsamkeiten der oben beschriebenen digitalen Baueinreichverfahren können die nachfolgenden Punkte identifiziert werden:

- *Rechtliche Grundlage zur digitalen Baueinreichung und Bevollmächtigung der Planer*
- *Möglichkeit zur Online-Authentifizierung und digitalen Unterschrift*
- *Einreichung der Antragsunterlagen über ein Online-Einreichportal*
- *Elektronische Antragsformulare mit Pflichtangaben*
- *Upload-Funktion für Anlagen mit Vorgabe von Pflichtdokumenten*
- *Datenübertragungsschnittstelle zur Verwaltungssoftware der zuständigen Baubehörde*
- *Authentifizierter Kanal für behördlichen Nachrichtenverkehr und Bescheid*

Die genannten Punkte sind dabei als allgemeingültige funktionale Anforderungen zu verstehen und daher auch in Tirol für eine funktionierenden digitale Baueinreichung von Relevanz. Bei erfolgreicher Umsetzung ergeben sich weitreichende Vorteile sowohl für den Bauherrn, die Planenden als auch die zuständige Baubehörde. Die möglichen Vorteile sind nachfolgend zusammenfassend gelistet:

- *Bessere Kundenorientierung durch erhöhte Transparenz und mögliche Statusmeldungen*
- *Entlastung des Bauherrn durch Bevollmächtigung der Planer*
- *Verbesserte Zusammenarbeit der Planenden durch Gruppen und administrative Rechte*
- *Vorprüfung auf Vollständigkeit durch Pflichtfelder und -anlagen*
- *Wegfall von Druck- und Portokosten*
- *Einreichung rund um die Uhr*
- *Vereinfachte, automatisierte Anlage im digitalen Bauakt der Gemeinde*
- *Vereinfachte Verteilung der digitalen Dokumente an Sachverständige und behördenintern*
- *Wegfall unnötiger Termine zur Dokumentenübergabe*
- *Zeitersparnis und verkürztes Bauverfahren*

Im folgenden Abschnitt werden die Grundlagen für eine digitale Baueinreichung in Tirol geschaffen. Dabei werden die bereits identifizierten Anforderungen integral miteinbezogen, in einigen Teilbereichen konkretisiert und erweitert sowie davon ausgehend ein konkreter Prozessablauf entwickelt.

6.2 Grundlagen und Systemkonzept

Nachfolgende Abbildung zeigt das grundlegende Systemkonzept der digitalen Einreichungen inklusive aller Beteiligten sowie der zugehörigen Informationsflüsse und Vertragsstrukturen. Dabei ist die Bevollmächtigung der Planer zur Einreichung grundsätzlich als optional zu betrachten – die Einreichung kann daher auch wie bisher durch den Bauwerber selbst erfolgen.

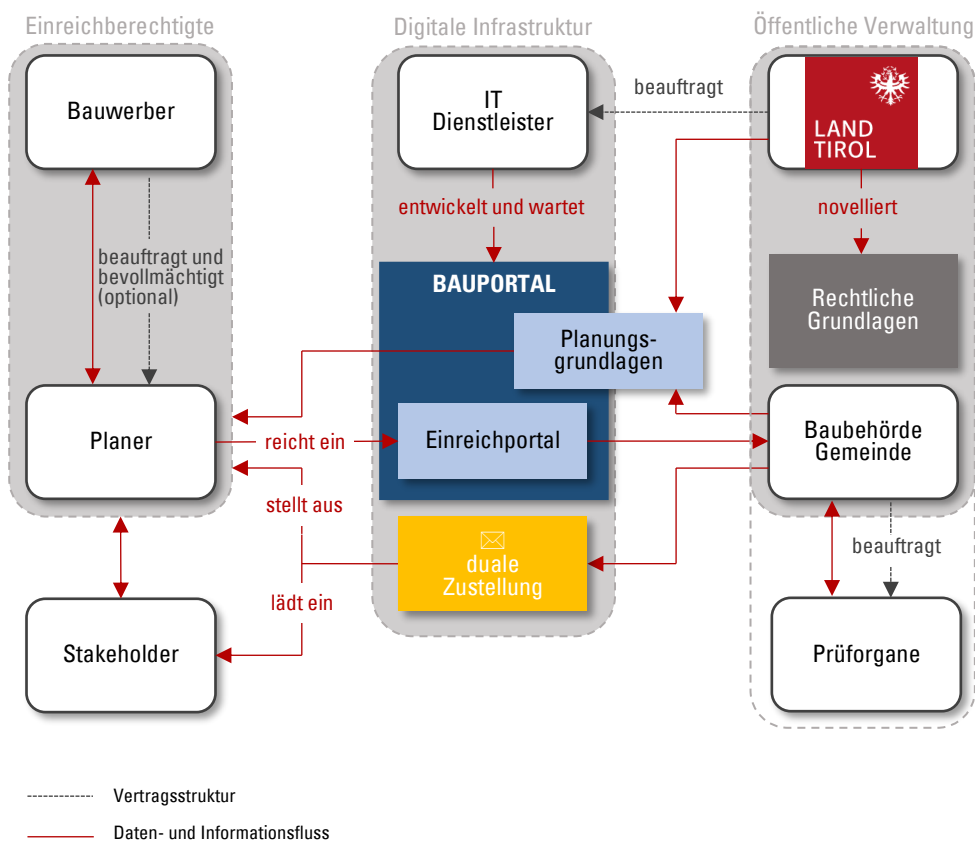


Abbildung 6.1: Systemkonzept und Organigramm zur digitalen Baueinreichung

Weiterführende Erläuterungen hinsichtlich der expliziten Prozessabläufe und Aufgabenverteilung finden sich in den nachfolgenden Abschnitten.

6.2.1 Organisation und Rollenverteilung

Die Beteiligten im Rahmen der digitalen Baueinreichung können grundlegend in die nachfolgenden Personengruppen untergliedert werden:

- *Bauwerber*
- *Planer*
- *Baubehörde Gemeinde*
- *Prüforgane*
- *Landesregierung Tirol – Abteilung Bau- und Raumordnungsrecht*
- *IT-Dienstleister (neue Rolle)*
- *Stakeholder*

Die Einteilung entspricht dabei im Wesentlichen der traditionellen Einreichung. Hinzu kommt ein IT-Dienstleister für Entwicklung und Wartung des Bauportals, dessen Rolle vor allem während der Entwicklungsphase von zentraler Bedeutung ist. Die Rollenverteilung und Aufgabenbereiche der übrigen Beteiligten ändern sich nur geringfügig und werden im Nachfolgenden erläutert.

Als weitere Beteiligungsoption ist eine Vergabe der digitalen Baueinreichung als separates Leistungsbild an einen spezialisierten Dienstleister denkbar, in dessen Verantwortungsbereich ausschließlich die Verfahrensabwicklung auf Seite der Einreichenden fällt. Konkret betrifft dies v.a. die Beschaffung aller notwendigen Informationen und Einreichdokumente von Planern und Bauwerber sowie deren gesammelte Einreichung über das Einreichportal und die anschließende Kommunikation mit der Baubehörde. Bei einer entsprechenden Umsetzung übernimmt der beauftragte Dienstleister in *Abbildung 6.1* die Rolle der Planer bei der Einreichung wobei die übrige Struktur beibehalten werden kann.

Bauwerber

Die traditionellen Baueinreichung sieht eine Einreichung der erforderlichen Antragsunterlagen durch den Bauwerber selbst vor. Dieses Vorgehen lässt sich grundsätzlich auch bei der digitalen Baueinreichung umsetzen, stellt jedoch einen unnötigen Zwischenschritt dar, da Planunterlagen und Informationen auch unmittelbar von den Planern bereitgestellt werden können. Dies erfordert lediglich eine Vollmachtserklärung seitens des Bauwerbers sowie eine Zugriffs- und Upload-Berechtigung für das Einreichportal. Ein großer Vorteil dieses Vorgehens liegt in der fachlichen Expertise der Planer, welche mit den, im Zuge der Einreichung erforderlichen Informationen und Unterlagen, i.d.R. besser vertraut sind als der häufig fachfremde Bauwerber selbst. Die Möglichkeit zur Einreichbevollmächtigung verbessert sowohl die Kundenorientierung gegenüber dem Bauwerber als auch die Qualität der Einreichung da diese von Experten durchgeführt werden kann. Sinngemäß kann die Abwicklung der Einreichung anstelle der Planer auch, entsprechend obigen Ausführungen, durch einen spezialisierten Einreichdienstleister erfolgen.

Planer

Analog zur traditionellen Baueinreichung wird seitens der Planer i.d.R. zwischen dem Objektplaner (Architektur) sowie den Fachplanern (Tragwerksplanung, TGA, Bauphysik, etc.) unterschieden. Da im Zuge der Baueinreichung Planunterlagen, Berechnungen und

Nachweise sowohl des Objektplaners (z.B. Einreichpläne, Baumassenermittlung, etc.) als auch der Fachplaner (z.B. Tragsicherheits- und Schallschutznachweise, Energieausweis, etc.) erforderlich sind, bietet es sich an, alle beteiligten Planer zur Einreichung – und ggf. Nachreichung – ihrer fachspezifischen Unterlagen über das Einreichportal zu ermächtigen. Dabei übernimmt der Objektplaner in der Rolle der Systemführerschaft des Planungsprozesses die initiale Einreichung des eigentlichen Bauansuchens, während die übrigen Planer lediglich die von Ihrem Fachbereich geforderten Dokumente bereitstellen. Die Organisation erfolgt über die Vergabe verschiedener Zugriffsrechte und Gruppeneinstellungen auf der Einreichplattform.

Baubehörde Gemeinde

Die Rolle der Baubehörde entspricht im Wesentlichen der traditionellen Baueinreichung, wobei das digitale Einreichformat die interne Organisation jedoch deutlich vereinfacht. Nach Eingang der digitalen Antragsunterlagen werden diese im Zuge der digitalen Einreichung in der Verwaltungssoftware der Behörde teilautomatisiert innerhalb eines elektronischen Bauakts erfasst. Weiters wird die anschließende Verteilung der zu prüfenden Unterlagen an die Prüforgane durch die Möglichkeit der Freigabe über einen SharePoint-Server erheblich vereinfacht, die Baubehörde somit entlastet. Dies betrifft gleichermaßen die Kommunikation mit den Einreichenden – Stellungnahmen, Korrekturen und ergänzende Unterlagen können unkompliziert über die elektronische Zustellung angefordert und effizient weitergereicht werden.

Prüforgane – amtliche und nicht amtliche Sachverständige

Die Rolle der Prüforgane bleibt gegenüber der traditionellen Baueinreichung unverändert. Kommunikation und Datenaustausch mit der Baubehörde erfolgen jedoch in digitaler Form.

Landesregierung Tirol – Abteilung Bau- und Raumordnungsrecht

Das öffentliche Baurecht fällt auch im Rahmen der digitalen Baueinreichung weiterhin in die Kompetenz der Bundesländer (s. *Abschnitt 4.2*), daher erfolgt auch die Umsetzung der digitalen Baueinreichung auf Landesebene.

Dabei kommt der Abteilung für Bau- und Raumordnungsrecht der Landesregierung Tirol eine zentrale Rolle zu, da diese sowohl die Schaffung notwendiger rechtlicher Grundlagen als auch deren Novellierung (s. *Abschnitt 6.2.4*) zur letztendlichen Umsetzung und Weiterentwicklung der digitalen Baueinreichung verantwortet. [57]

IT-Dienstleister

Die Entwicklung sowie der Support der, für die digitale Baueinreichung notwendigen digitalen Infrastruktur (z.B. Bauportal, Datentransferschnittstellen, etc.), erfolgt durch einen qualifizierten, externen Dienstleister, welcher vom Land Tirol – alternativ von den jeweiligen Gemeinden – zu beauftragen ist. Die Entwicklung ist auch über die Pilotphase hinaus als kontinuierlicher Verbesserungsprozess zu verstehen. Daher ist die digitale Infrastruktur durch den IT-Dienstleister für eine möglichst unkompliziert, spätere Umstellung auf die BIM-Einreichung (s. *Kapitel 7*) auszulegen.

Stakeholder – Bauverhandlung

Die Stakeholder im Rahmen der digitalen Baueinreichung entsprechen jenen der traditionellen Baueinreichung (s. *Abschnitt 5.2.1*).

Die Stakeholder können über die elektronische Zustellung zur Bauverhandlung geladen werden. Die Kommunikation und Diskussion des Bauvorhabens wird, durch die in digitaler Form vorliegende Einreichplanung, wesentlich vereinfacht. Um eine einheitliche Diskussionsbasis zu schaffen, besteht zudem die Möglichkeit, die Planunterlagen in digitaler Form bereits vor der eigentlichen Verhandlung zur Durchsicht freizugeben. Terminvereinbarungen zur persönlichen Einsicht der in der Gemeinde ausliegenden Planungsunterlagen des Bauvorhabens werden weiterhin ermöglicht.

6.2.2 Digitale Infrastruktur

Dreh- und Angelpunkt der digitalen Einreichung bildet ein vom IT-Dienstleister bereitgestelltes Online-Portal – dieses wird im Folgenden als *Bauportal* bezeichnet. Eine Umsetzung ist sowohl auf Landesebene, alternativ dezentralisiert auf Gemeindeebene möglich.

Das Bauportal bietet neben den notwendigen Funktionalitäten zur digitalen Einreichung eine Zusammenstellung aller relevanten Basisdaten und -dokumente (s. *Abschnitt 6.2.3*), welche als Planungsgrundlage herangezogen werden. Dies führt zu einer erheblichen Verbesserung der Kundenorientierung, da Bauherr und Planende alle für die Einreichplanung notwendigen Informationen von einer zentralen Anlaufstelle aus erreichen können. Da sich die Planungsgrundlagen teilweise unterscheiden können, ist bei einer Umsetzung auf Landesebene vorab die entsprechende Gemeinde auszuwählen. Die relevanten Basisdaten werden anschließend über entsprechende Schnittstellen zu den verantwortlichen Stellen bereitgestellt.

Das Einreichportal bildet, als zweite Funktionalität des Bauportals, das Kernstück der digitalen Baueinreichung. Die Authentifizierung erfolgt mittels Handy-Signatur oder ID Austria. Durch Gruppeneinstellungen können weitere Beteiligte (z.B. Planer) administrativ einbezogen und zur Einreichung bzw. Nachreichung von Unterlagen berechtigt werden – Voraussetzung ist, dass auch diese über einen authentifizierten Zugang verfügen. Das Einreichportal bildet das traditionelle Bauansuchen in Form elektronischer Formulare digital ab. Diese werden schrittweise vom Antragsteller ausgefüllt und abschließend durch Upload der geforderten Planunterlagen, Berechnungen und Nachweise vervollständigt. Bei Einreichung durch die Planenden oder Externe ist zudem eine Vollmachtserklärung beizulegen. Durch Auswahl von „*Bauansuchen einreichen*“ werden die Antragsinformationen inkl. Anlagen über eine Schnittstelle an die Verwaltungssoftware der zuständigen Baubehörde übermittelt. An dieser Stelle bietet sich eine Zusammenarbeit qualifizierten Softwareentwicklern wie etwa der Kufgem GmbH an, deren Softwareanwendung k5-Verfahren in zahlreichen Tiroler Gemeinden Anwendung findet (s. *Abschnitt 5.2.2*). Die Schnittstelle ermöglicht – basierend auf den elektronischen Formularaten des Bauansuchens – eine teilautomatisierte Anlage eines elektronischen Bauakts innerhalb der Verwaltungssoftware mit allen eingegebenen Antragsinformationen. Die zugehörigen Anlagen werden dem Bauakt datenbankbasiert zugeordnet und automatisiert auf dem Gemeindeserver abgelegt. Im Einreichportal werden die übermittelten Antragsdaten, unter Angabe von Datum und Uhrzeit der Einreichung, als versendet gekennzeichnet und in Form einer Sendebestätigung abgebildet. Ein

erneuter Zugriff auf die Dokumente gestaltet sich aus Sicherheits- und Datenschutzgründen als schwierig, da die Dateien auf dem Gemeindeserver gespeichert werden. Die Antragsinformationen aus den elektronischen Formularen werden dem Einreichenden als DGEF- sowie PDF-Datei bereitgestellt. Die DGEF-Datei ermöglicht das Wiedereinlesen der Formulardaten in das elektronische Online-Formular.

Die Kommunikation der Beteiligten erfolgt über die Einbindung der dualen Zustellung, während der Datenaustausch über einen SharePoint-Server unter Vergabe entsprechender Zugriffsrechte ermöglicht wird.

6.2.3 Planungsgrundlagen und Basisdaten

Die Basisdaten und Planungsgrundlagen werden nicht direkt im Bauportal hinterlegt, sondern über entsprechende Schnittstellen zu den verantwortlichen Stellen bereitgestellt. Dies ermöglicht trotz dezentraler Verwaltung der Informationen eine zentrale Zugriffsoption über das Bauportal. Das häufig sehr zeitintensive „Zusammentragen“ der Informationen entfällt – dies entlastet sowohl Ansuchende als auch bereitstellende Behörden, da Rückfragen und Terminvereinbarungen zur Einsicht der Planungsgrundlagen entfallen. Die nachfolgende Auflistung relevanter Planungsgrundlagen orientiert sich an der Aufstellung der Stadt Innsbruck und kann von Gemeinde zu Gemeinde geringfügig variieren. [54]

Schnittstelle zur jeweiligen Gemeinde

- *Elektronischer Flächenwidmungsplan (eFWP)*
- *Elektronischer Bebauungsplan (eBBP)*
- *Örtliches Raumordnungskonzept*
- *PKW-Stellplatzrichtlinie*
- *Fahrradstellplatzverordnung*

Schnittstelle zum BEV (digitale Katastralmappe)

- *Elektronischer Vermessungsplan (eVMP)*

Schnittstelle zum Rechtsinformationssystem des Bundes (RIS) Landesrecht

- *Tiroler Bauordnung (TBO) 2018*
- *Technische Bauvorschriften (TBV) 2016*
- *Tiroler Raumordnungsgesetz (TROG) 2016*
- *Tiroler Gas-, Heizungs- und Klimaanlagengesetz (TGHKV) 2014*
- *Tiroler Stadt- und Ortsbildschutzgesetz (SOG) 2021*
- *Planunterlagenverordnung 1998*

Schnittstelle zum Rechtsinformationssystem des Bundes (RIS) Bundesrecht

- *ArbeitnehmerInnenschutzgesetz (ASchG) 2021*
- *Arbeitsstättenverordnung (AStV) 2021*
- *Energieausweis-Vorlage-Gesetz (EAVG) 2012*

Schnittstelle zum Bundesfeuerwehrverband

- *Technische Richtlinien Vorbeugender Brandschutz (TRVB)*

Schnittstelle zum Österreichischen Institut für Bautechnik (OIB)

- *OIB-Richtlinien 1 - 6*

Schnittstelle zum Austrian Standards Institute (ASI)

- *Ö-Normen (kostenpflichtig)*

Je nach Gemeinde können zusätzliche Planungsgrundlagen anfallen. Durch Vorauswahl der zuständigen Gemeinde auf dem Bauportal erfolgt eine Filterung und lediglich die zutreffenden Stellen und Dokumente werden angezeigt. Zudem wird auf die zuständigen Leitungsbetreiber (z.B. TIWAG, TINETZ, etc.) im Hinblick auf eine Leitungsauskunft verwiesen.

Durch die entsprechende Architektur des Bauportals können die bereitgestellten Basisdaten im Sinne eines kontinuierlichen Verbesserungsprozesses zudem beliebig erweitert werden. Dies betrifft beispielsweise die Bereitstellung weiterer notwendiger Informationen im Zuge der BIM-Baueinreichung (s. Kapitel 7). Bei Weiterentwicklung des Einreichverfahrens ist daher keine vollständige Neukonzeption des Bauportals notwendig.

6.2.4 Novellierung rechtlicher Grundlagen

Zur Schaffung einer rechtlichen Grundlage, erfordert die Einführung der digitalen Baueinreichung eine teilweise Novellierung der Tiroler Bauordnung in ihrer aktuellen Fassung. Dabei bietet es sich an, die konkrete Umsetzung der digitalen Einreichung – analog zu Bayern – im Rahmen einer auf der TBO basierenden, separaten Rechtsverordnung zu regeln, welche im Folgenden vom Autor als „*digitale Baueinreichverordnung*“ (DBeV) bezeichnet wird.

Durch einfachen Verweis auf die DBeV innerhalb der TBO bleiben neben den neuen Bestimmungen bezüglich der digitalen Baueinreichung auch die ursprünglichen Bestimmungen zur Regelung der traditionellen Einreichung rechtskräftig – dies ermöglicht eine rechtlich gestützte Hybridlösung aus beiden Einreichverfahren. Der Verweis innerhalb der TBO kann dabei – analog zu § 20 Abs.1 TBO (Technische Bauvorschriften) – wie folgt formuliert werden:

„Die Landesregierung hat durch Verordnung nähere Bestimmungen darüber zu erlassen, welche Vorgaben nach den bau- oder raumordnungsrechtlichen Vorschriften der Tiroler Bauordnung im Rahmen der digitalen Baueinreichung abweichend umzusetzen sind.“

Innerhalb der damit gemeinten DBeV sind notwendige Inhalte zu ergänzen, sowie u.a. folgende Absätze der TBO abweichend zu formulieren:

§29 Abs.2 TBO:

„dem Bauansuchen sind Planunterlagen (§31) ~~in dreifacher Ausfertigung~~ sowie die sonstigen zur Beurteilung der Zulässigkeit des Bauvorhabens nach den bau- und raumordnungsrechtlichen Vorschriften erforderlichen Unterlagen anzuschließen.“

§ 31 Abs.5 TBO:

„Die Planunterlagen sind vom Bauwerber und von ihrem Verfasser [**digital**] zu unterfertigen. Die Planunterlagen müssen von einer dazu befugten Person oder Stelle verfasst sein.“

Obige Ausführungen stellen lediglich einen grundlegenden Vorschlag hinsichtlich einer möglichen, systematischen Vorgehensweise im Zuge der Novellierung dar. Eine vollständige rechtswissenschaftliche Analyse der zugrundeliegenden Gesetzestexte ist nicht Bestandteil dieser Arbeit und obliegt dem zuständigen Gesetzgeber.

6.3 Soll-Prozess

Nachfolgend wird ein möglicher Soll-Prozess der digitalen Baueinreichung vorgestellt. Aus Gründen der Übersichtlichkeit erfolgt eine Untergliederung in Planungs-, Einreich- und Bewilligungsprozess – **ein vollständig zusammenhängendes Prozessdiagramm des Gesamtprozesses findet sich im Anhang dieser Arbeit.**

Der Soll-Prozess umfasst die, im Zuge der digitalen Baueinreichung relevanten Prozessschritte. Auf eine explizite Nennung nicht wesentlicher Subprozesse wird ebenfalls aus Gründen der Übersichtlichkeit verzichtet, bzw. diese in einen einzelnen Sammelprozess integriert.

Planungsprozess bis Einreichplanung

Um eine gesamtheitliche Betrachtung der digitalen Baueinreichung zu ermöglichen, wird zunächst der vorhergehende Planungsprozess bis zur Projektphase der Genehmigungsplanung betrachtet. Der grundsätzliche Ablauf ähnelt dabei sehr stark der traditionellen Einreichung, bietet jedoch einige Vorteile sowohl für die Planer als auch die Baubehörde. Da eine phasengerechte Aufschlüsselung des Planungsprozesses im Rahmen dieser Arbeit nicht von Relevanz ist, werden die Leistungsphasen Grundlagenermittlung, Vorplanung, Entwurfsplanung und Genehmigungsplanung zusammengefasst betrachtet.

In einem ersten Schritt gilt es für die Planer, die erforderlichen Basisdaten und Planungsgrundlagen (s. *Abschnitt 6.2.3*) zu beschaffen, um darauf aufbauend einen bautechnischen und baurechtlichen Rahmen für das Bauvorhaben abzustecken. Dabei erweist sich die zentrale Bereitstellung der relevanten Informationen über das Bauportal als effektives Mittel zur Steigerung der Kundenorientierung (bezogen auf die Planer) sowie der Effizienz auf beiden Seiten. Bebauungs- und Flächenwidmungsplan sowie weitere Antragsunterlagen und Dokumente müssen nicht mehr persönlich von der Gemeinde abgeholt, sondern können Online eingesehen bzw. heruntergeladen werden. Dies erspart den Planern (bzw. Bauwerber) den Weg zur Gemeinde sowie den zuständigen Sachbearbeiter einen unnötigen Termin. Durch das elektronische Format der Dokumente entfallen Papier- und Druckkosten. Zudem wird der Einsatz digitaler Werkzeuge im weiteren Planungsprozess ermöglicht.

Sofern eine Neuvermessung des Grundstücks erforderlich ist, erfolgt diese durch einen amtlich bestellten Vermesser (Geometer). Der neue Vermessungsplan fließt unmittelbar in den Planungsprozess ein und wird im selben Zuge an das BEV übermittelt, welches diesen wiederum über das Bauportal zur Verfügung stellt. Eine Änderung der übrigen Basisdaten

(z.B. Bebauungs- oder Flächenwidmungsplan) erfolgt unter Einbeziehung der zuständigen Stelle auf analoge Weise.

Die Erstellung der Einreichplanung erfolgt im Weiteren basierend auf den bereitgestellten Planungsgrundlagen unter optionaler Vorabstimmung mit den zuständigen Behörden. Dabei kann deren digitales Format gewinnbringend von Objekt- und Fachplanern genutzt werden.

Nach Freigabe der Einreichplanung durch den Bauwerber stellt dieser optional sowohl dem Objekt- als auch den Fachplanern eine Einreichvollmacht aus, welche die Planer im Weiteren zur behördlichen Einreichung der geforderten Unterlagen über das Einreichportal ermächtigt. Alternativ übernimmt der Bauwerber die Einreichung in eigener Regie.

Der Prozessablauf während der Planungsphase Genehmigungsplanung ist in nachfolgenden Prozessdiagramm veranschaulichend dargestellt.

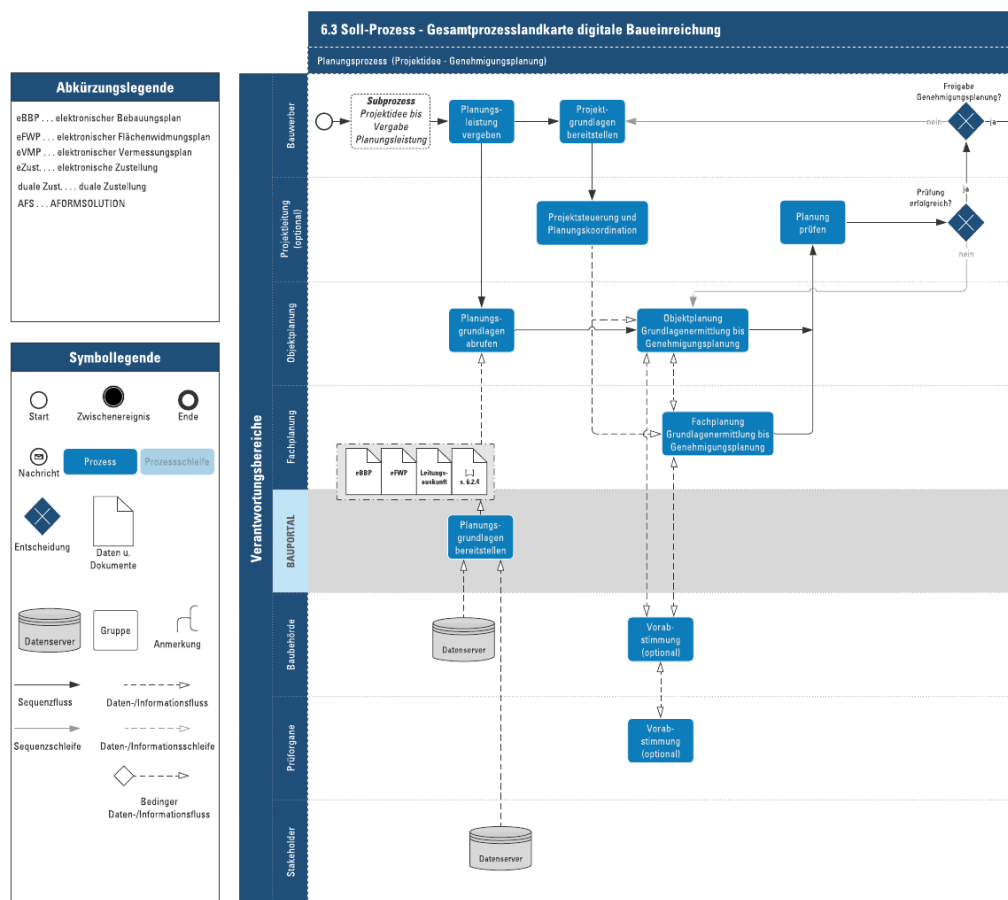


Abbildung 6.2: Planungsprozess bei der digitalen Baueinreichung.

Einreichprozess

Nach Fertigstellung der im Rahmen des Baubewilligungsverfahrens geforderten Planunterlagen, Berechnungen und Nachweise sowie der Freigabe der Genehmigungsplanung durch den Bauwerber folgt der eigentliche Einreichprozess. Dieser orientiert sich an den bereits erprobten Konzepten aus Italien, Bayern und Wien, welche weitestgehend auch in Tirol

angewandt werden können. Der entwickelte Prozess wurde zudem mit dem Softwareunternehmen Kufgem GmbH abgestimmt, welches derzeit im Zuge einer Initiative der Landesinnung Bau ein digitales Einreichformular entwickelt, welches über die jeweilige Gemeindegewebsite zur Verfügung gestellt werden kann. Das Einreichformular entspricht bezüglich dessen Funktionalität dem beschriebenen Einreichportal – der entsprechende Teil der Gemeindegewebsite dem Bauportal, über welches ebenfalls die genannten Planungsgrundlagen bereitgestellt werden können.

Gegenüber der traditionellen Einreichung ergeben sich drei Wesentliche Unterschiede:

- *Format der Unterlagen:*
Im Zuge der digitalen Einreichung liegen die Einreichpläne und -unterlagen nicht in Papier- sondern in digitaler Form vor. Dies erfordert eine Novellierung der rechtlichen Grundlagen nach der TBO (s. *Abschnitt 6.2.4*).
- *Art der Einreichung:*
Die Einreichung wird vollständig über das Einreichportal des Bauportals abgewickelt – die persönliche Einreichung der Unterlagen bei der Gemeinde entfällt.
- *Einreichende Person(en):*
Die digitale Einreichung sieht eine optionale Bevollmächtigung der Planer (Objektplaner und Fachplaner) zur Einreichung des Bauansuchens und notwendiger Beilagen vor. Die Einreichung kann daher sowohl durch den Bauwerber selbst als auch die bevollmächtigten Planer erfolgen.

Die Einreichung beginnt mit dem Öffnen des Einreichformulars durch den zur Einreichung bevollmächtigten Planer (z.B. Objektplaner) oder den Bauwerber selbst. Dies kann über das beschriebene Bauportal Tirol – alternativ die Gemeindegewebsite erfolgen.

Nach anfänglicher Datenschutz- und Gebühreneinwilligung werden die Antragsdaten in ein AFORMSOLUTION (AFS) Online-Formular eingeben. Die Informationen entsprechen dem aktuell gültigen Baueingabeformular (Bauansuchen inkl. Baubeschreibung), welches derzeit vom Land Tirol sowie den einzelnen Gemeinden in Form einer XLS-Datei zur Verfügung gestellt wird. Die Eingabe erfolgt in mehreren Schritten unter Vorgabe verschiedener Pflichtangaben, welche die Vollständigkeit der Informationen gewährleisten.

Anschließend können die geforderten Beilagen als PDF-Dokumente angehängt werden, wobei deren Vollständigkeit ebenfalls über Pflichtangaben sichergestellt wird. Sofern die Vollständigkeitsprüfung der Beilagen negativ ausfällt, besteht die Möglichkeit diese durch entsprechende Auswahl nachzureichen – die Einreichung kann so trotz fehlender Beilagen abgeschlossen werden.

Im nächsten Schritt erfolgt die Eingabe der Personendaten in Form von Gruppeneinstellungen. Dies betrifft den Bauwerber sowie die beteiligten Planer. Die hinterlegten Personen können über die duale Zustellung in den Verfahrensverlauf eingebunden sowie durch Vergabe entsprechender Rechte zum eigenständigen Nachreichen von Unterlagen ermächtigt werden.

Nach Abschlusserklärung und Kontrolle des Bauansuchens wird dieses durch Auswahl von Senden an die zuständige Baubehörde übermittelt. Die hinterlegten Personen erhalten im selben Zuge über die elektronische Zustellung eine automatisch generierte Sendebestätigung mit hinterlegter Vorgangsnummer sowie einer Zusammenfassung des eingereichten Ansuchens in Form eines PDF-Dokuments.

Nach Eingang des Ansuchens bei der zuständigen Baubehörde wird dem Antragssteller sowie den, im Rahmen der Personendaten vermerkten Beteiligten, via dualer Zustellung eine offizielle Eingangsbestätigung übermittelt. Sofern das Ansuchen außerhalb der offiziellen Amtsstunden eingereicht wird, erfolgt die offizielle Eingangsbestätigung mit Wiederbeginn der Amtsstunden – das Ansuchen gilt erst dann als offiziell eingereicht.

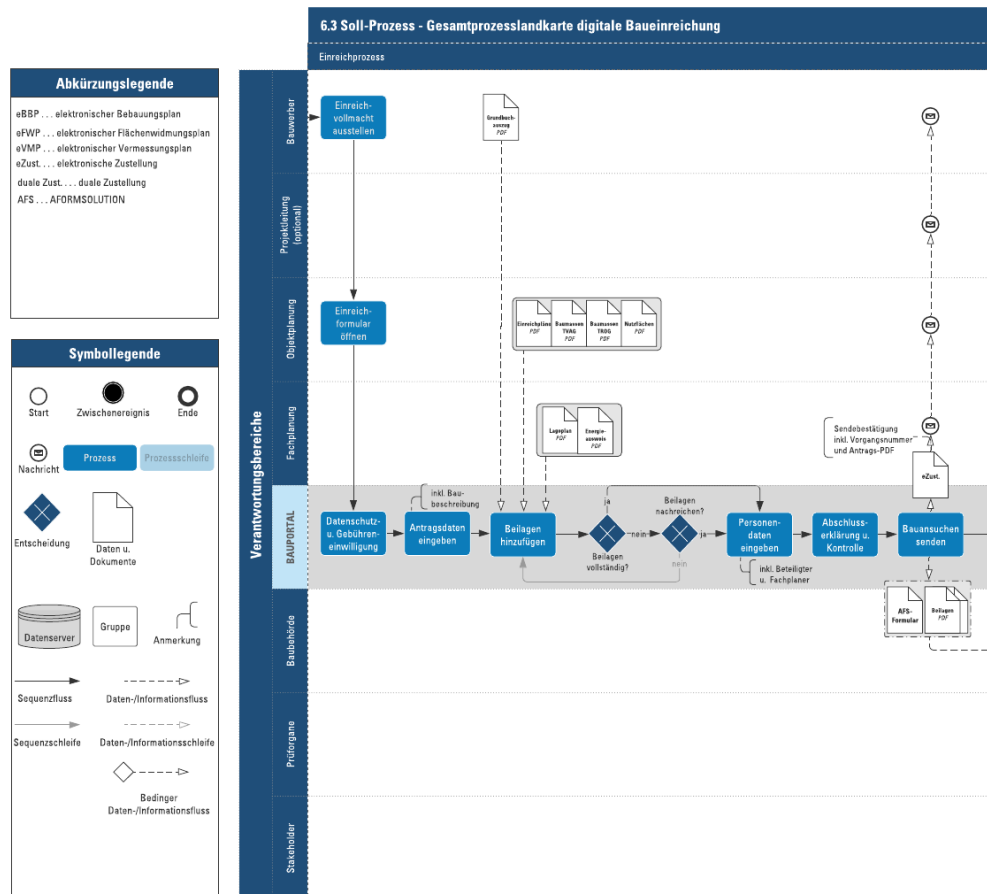


Abbildung 6.3: Einreichprozess bei der digitalen Baueinreichung.

Bewilligungsprozess

Der Bewilligungsprozess entspricht in Bezug auf dessen grundsätzlichen Ablauf weitgehend der traditionellen Baueinreichung, wobei das digitale Format der Einreichunterlagen sowie die unter *Abschnitt 6.2.2* beschriebene, digitale Infrastruktur gewinnbringend in den Prozess integriert werden können.

Der Prozess beginnt nach Eingang des Bauansuchens bei der zuständigen Behörde mit Übermittlung einer offiziellen Eingangsbestätigung an den einreichenden Bauwerber mittels dualer Zustellung.

Im nächsten Schritt wird das Ansuchen vom verantwortlichen Sachbearbeiter als Verfahren angelegt. Durch die vorliegenden elektronischen Formulare Daten des Bauansuchens kann die Datenübernahme weitestgehend automatisiert erfolgen. Dabei werden die Formulare Daten über eine entsprechende Schnittstelle in die Verwaltungssoftware (z.B. k5-

Verfahren) der Gemeinde übertragen und teilautomatisiert auf Vollständig- und Richtigkeit hin überprüft. Bei Unvollständigkeit des Bauansuchens wird vom Sachbearbeiter ein Verbesserungsauftrag zur Nachreichung der fehlenden Unterlagen bzw. Informationen erstellt, sowie über die duale Zustellung an den Bauwerber sowie alle hinterlegten Beteiligten versandt.

Bei Vorlage einer Einreichbevollmächtigung können die verantwortlichen Planer die fehlenden Unterlagen anschließend direkt – unter Angabe der Vorgangsnummer – an die Baubehörde nachreichen, welche die Unterlagen erneut auf deren Vollständigkeit überprüft.

Sobald alle Informationen und Unterlagen vollständig vorliegen, kann der aktuelle Verfahrensstand mittels Freigabe einer Statusmeldung über einen SharePoint-Server geteilt werden. Der Bauwerber – falls gewünscht auch die übrigen Beteiligten – erhalten einen entsprechenden Zugriffslink, welcher eine digitale Verfahrenseinsicht ermöglicht.

Ein analoger SharePoint erlaubt es der Baubehörde zudem die Einreichunterlagen zu online zur Verfügung zu stellen und im weiteren Verfahrensverlauf mit zugriffsberechtigten zu teilen.

Im nächsten Schritt werden die am Verfahren beteiligten Stakeholder (s. *Abschnitt 6.2.1*) über die duale Zustellung vom Sachbearbeiter zur Bauverhandlung geladen. Im Zuge dessen wird den Stakeholdern zudem über einen SharePoint-link der Zugriff auf die online gestellten Einreichunterlagen gewährt, wodurch die Einsichtnahme auch online durchgeführt werden kann. Den Stakeholdern steht es dennoch offen, die Einreichplanung im Bauamt der Gemeinde vorab der Bauverhandlung einzusehen.

Weiters werden vom Sachbearbeiter die zur Prüfung des Bauvorhabens relevanten Prüforgane (s. *Abschnitt 6.2.1*) ausgewählt, sowie diesen ein weiterer Zugriffslink auf die zu prüfenden Dokumente auf dem SharePoint übermittelt. Den Prüforganen obliegt weiterhin die bautechnische und baurechtliche Prüfung des Bauvorhabens, welche nach wie vor weitestgehend händisch durchgeführt werden muss. Bei vorliegenden Mängeln (Prüfung nicht positiv) werden diese mit den Baubehörde kommuniziert, welche anschließend mittels dualer Zustellung einen Verbesserungsauftrag an den Bauwerber sowie die übrigen hinterlegten Beteiligten übermittelt. Die zuständigen Planer können ihre entsprechenden Korrekturen anschließend auf direktem Weg an die Baubehörde übermitteln, welche diese – über einen erneuten Zugriffslink – den Prüforganen zur Prüfung freigibt.

Bei positiver Prüfung des Bauvorhabens folgt im nächsten Schritt die Bauverhandlung sowie die Bewilligung- bzw. Abweisung des Bauansuchens – der Ablauf entspricht dabei der traditionellen Einreichung wobei lediglich die duale Zustellung den traditionellen Postweg ersetzt.

Der Ablauf während des Bewilligungsprozesses ist in nachfolgendem Prozessdiagramm veranschaulichend dargestellt.

7 BIM Baueinreichung

In *Kapitel 7* wird die digitale Einreichung im Sinne eines kontinuierlichen Verbesserungsprozesses zur modellbasierten BIM Baueinreichung weiterentwickelt. Dabei wird versucht, bestehende Prozessstrukturen weitestgehend beizubehalten, um so in der späteren Praxis eine möglichst unkomplizierte Umstellung zu ermöglichen. Dies äußert sich in der zur traditionellen- und digitalen Baueinreichung analogen Kapitelstruktur, was eine vereinfachte Gegenüberstellung und Evaluation der Einreichverfahren erlaubt.

7.1 Stand der Technik – Best Practice

Weltweit existieren zum aktuellen Zeitpunkt bereits mehrere Verfahren zur modellbasierten Einreichung und Überprüfung von Bauvorhaben. Nachfolgend werden exemplarisch drei Verfahren einführend vorgestellt.

Singapur – CORENET

Eine Vorreiterrolle nimmt das bereits 1995 in Singapur ins Leben gerufene CORENET (**CO**nstruction and **RE**al Estate **NET**work) ein, welches als zentrale Speicherplattform zur Verwaltung und Verarbeitung aller Informationen eines Bauprojektes entwickelt wurde. CORENET verfügt über verschiedene Funktionalitäten zur digitalen Optimierung von Bauprozessen. Über die Plattform *e-Info* werden den Planenden die in Singapur geltenden gesetzlichen Regelungen digital zur Verfügung gestellt. Unter *BIM-Guides* finden sich BIM-spezifische Informationen bezüglich der Projektabwicklung sowie konkrete Vorgaben hinsichtlich der Modellierung. Eine BIM-basierte Baueinreichung wird schließlich über die Plattform *BIM e-Submissions* geregelt sowie entsprechende Templates für Graphisoft ArchiCAD sowie Autodesk REVIT zur Verfügung gestellt. Die Überprüfung des eingereichten Modells erfolgt über *e-Plan Check*, welches einen Großteil der in Singapur geltenden Regelwerke – vorwiegend bzgl. Brandschutz, Barrierefreiheit und Gebäudesteuerung – abdeckt. Grundlage der Überprüfung bilden festimplementierte Prüfroutinen und Algorithmen, welche vom Anwender nur schwer angepasst werden können und somit zu einer entsprechenden Intransparenz im Prüfprozess führen. Zudem ist nach wie vor keine vollständig automatisierte Prüfung der geltenden Regelwerke möglich. [2, 72]

Deutschland – BIM basierter Bauantrag

Im Rahmen der Initiative Zukunft Bau des Bundesinstituts für Bau-, Stadt- und Raumforschung wurde in Deutschland im Zeitraum von 2017-2020 das Forschungsprojekt BIM-basierter Bauantrag durchgeführt. Wesentliche Zielsetzungen des Projekts sind, neben der

Ausarbeitung eines Workflows, die teilautomatisierte Datenübernahme aus digitalen Gebäudemodellen in den Bauantrag sowie die ebenfalls teilautomatisierte Prüfung dieser BIM-basierten Bauanträge und der zugehörigen Gebäudemodelle durch die zuständige Behörde. Ausgangspunkt und Grundlage bildet eine behördliche Schnittstelle in Form eines Web-Portals, über welche den Planenden relevante Planungsgrundlagen zur Verfügung werden. Konkret betrifft dies die gesammelte Bereitstellung von digitalen Bebauungsplänen, Liegenschaftskarten sowie 3D-Stadtmodellen, welche als Planungsgrundlage herangezogen werden können. Erweiternd werden behördliche Property Set Definition Templates sowie eine explizite Modellierrichtlinie bezüglich der Erstellung des Antragsmodells angeboten. Die Anwendung dieser gewährleistet eine prüfbare Form des eingereichten Modells sowie eine konsistente Datenübernahme in den Bauantrag. Hierfür wurde eigens eine prototypische Client-Software entwickelt, welche die Funktionalitäten einer regelbasierten Modellprüfung mit der Bauantragerstellung vereint und sowohl von Antragstellern wie auch Behörden genutzt werden kann. Die Vorprüfung durch den Antragsteller entspricht bei korrekter Umsetzung folglich der eigentlichen Behördenprüfung, wodurch eine hohe Qualität des Antragsmodells gewährleistet werden kann. Die Einreichung des vorab geprüften Bauantrags sowie Antragsmodells erfolgt unter entsprechender Authentifizierung über ein Webportal, welches im weiteren Verfahrensverlauf ebenfalls als Kommunikationsschnittstelle zwischen Antragstellern und Behörden fungiert. [30]

Österreich (Wien) – BRISE Wien

In Europa nimmt derzeit das EU geförderte Digitalisierungs-Projekt **BRISE** (**B**uilding **R**egulations **I**nformation for **S**ubmission **E**ngagement) eine Vorreiterrolle im Bereich digitaler Baubewilligungsverfahren ein. Die in diesem Zuge bereits erfolgreich umgesetzte digitale Baueinreichung der Stadt Wien wurde unter *Abschnitt 6.1* beschrieben. An einer Weiterentwicklung in Form eines openBIM-basierten Baubewilligungsverfahrens wird derzeit geforscht. Dabei bilden verschiedene BIM-basierte IFC-Modelle die Grundlage, sowohl für die Baueinreichung als auch die anschließende Behördenprüfung des Bauvorhabens. Auf Seite der Einreichenden ersetzt das Bauantragsmodell (BAM) die ursprüngliche Einreichplanung und bildet diese mittels BIM modellbasiert ab. Das BAM wird auf Grundlage der gültigen Rechtsmaterie sowie eines vorab erstellen Vermessungsplanes (VMP) modelliert. Die behördliche Referenz zur teilautomatisierten Überprüfung des BAMs wird in Form eines Referenzmodells (REM) sowie Antragsinformationsmodells (AIM) realisiert. Das REM – welches wie das BAM auf dem VMP basiert – bildet die maximale Bebaubarkeit des Grundstücks basierend auf FWP und BBP ab, während das AIM weitere behördliche Vorgaben (z.B. Rampenneigung, Stellplatzverordnung, etc.) erfasst. Bei der Erstellung des REMs und AIMs wird an einem Einsatz von künstlicher Intelligenz (KI) geforscht. Grundlage der Prüfung bildet die Überlagerung der Modelle in einer buildingSMART zertifizierten Prüfsoftware – im Rahmen von BRISE wird diesbezüglich die unter *Abschnitt 2.8* beschriebene Softwareanwendung Solibri herangezogen. Die Prüfung erfolgt somit regelbasiert, wobei bautechnische Inhalte alleinig im BAM, baurechtliche Aspekte durch Abgleich zwischen BAM und REM bzw. BAM und AIM überprüft werden. Nicht numerisch erfassbare Vorgaben, welche sich einer automatisierten Prüfung entziehen, bedürfen auch im Forschungsprojekt BRISE weiterhin einer manuellen Überprüfung durch die zuständige Behörde, wobei jedoch BIM-basierte Visualisierungs- sowie Filterfunktionen gewinnen innerhalb

des Prüfungsvorgangs eingesetzt werden können. Derzeit wird eine behördliche Umsetzung eines openBIM-basierten Baubewilligungsverfahrens bis März 2023 angestrebt. [21, 73]

Nachfolgende Abbildung zeigt das grundsätzliche Ablaufschema im openBIM-Einreichprozess von BRISE Wien untergliedert in allgemeine sowie bauantragsbezogene Grundlagen.

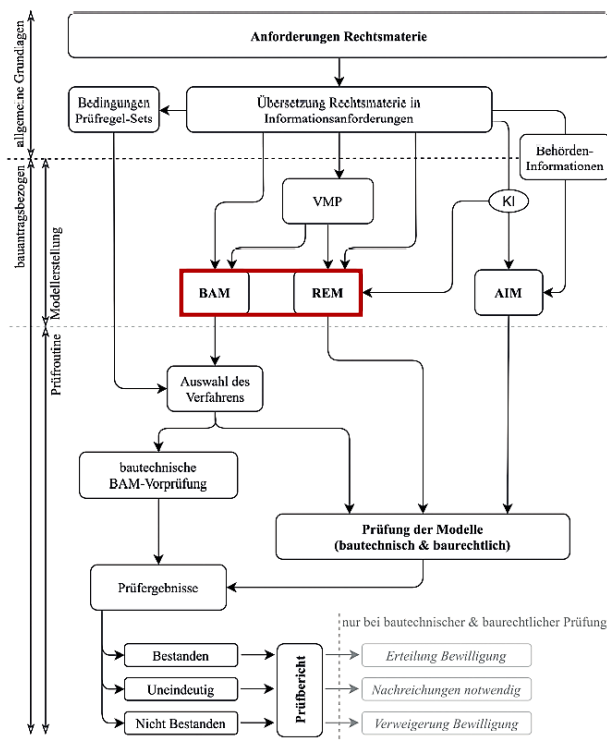


Abbildung 7.1: Ablaufschema im openBIM-Einreichprozess BRISE Wien. [21]

Aus Sicht des Autors handelt es sich beim Projekt BRISE Wien um das aktuell fortschrittlichste und innovativste Konzept hinsichtlich eines BIM-basierten Einreichverfahrens – es dient daher als primärer Leitfaden für die Ausführungen innerhalb des gegenständlichen Kapitels. Um das Aufkommen von Doppelbezeichnungen und Redundanzen – wie etwa bei den BIM-Detaillierungsgraden – zu vermeiden, orientieren sich die nachfolgenden Abschnitte inhaltlich sowie terminologisch am Forschungsprojekt BRISE Wien. Der im Zuge dieser Arbeit entwickelte Prozess ist als Spezifizierung der bereits vorhandenen Ansätze zu verstehen. Dabei wird speziell auf die Erstellung eines REMs zur Abbildung der Anforderungen des Tiroler BBPs sowie deren teilautomatisierte Prüfbarkeit an einem exemplarischen BAM fokussiert.

Vergleich und Evaluation

Die nachfolgende Evaluation oben genannter Einreichverfahren baut auf den bereits ermittelten funktionalen Anforderungen der digitalen Einreichung (s. Abschnitt 6.1) auf und erweitert diese um BIM-bezogene Aspekte. Dabei wird auf die – aus Sicht des Autors – zielführendsten Ansätze fokussiert, welche auch in Tirol als Basis für eine BIM-basierte Baueinreichung angewandt werden können.

Diesbezüglich wurden die folgenden Anforderungen identifiziert:

- *Bereitstellung einer BAM-Modellierrichtlinie*
- *Bereitstellung behördlicher Property Set Definition Templates*
- *Bereitstellung eines behördlichen IFC-Modells (REM) zur baurechtlichen Prüfung*
- *Bereitstellung behördlicher Prüfregeln zur baurechtlichen und bautechnischen Prüfung*
- *Regelbasierte Vorprüfung vor Einreichung mittels zertifizierter Prüfsoftware*
- *Teilautomatisierte Datenübernahme in das Bauansuchen*
- *Teilautomatisierte Behördenprüfung*
- *Modellbasierte Kommunikation von Prüfanmerkungen mittels BCF*

Bei erfolgreicher Umsetzung ergeben sich weitreichende Vorteile sowohl für den Bauherrn, die Planenden als auch die zuständige Baubehörde. Diese sind nachfolgend zusammenfassend gelistet und ebenfalls als Ergänzung der bereits durch die digitale Einreichung geschaffenen Vorteile zu verstehen:

- *Erhöhte Modellqualität durch behördliche Modellierrichtlinie, Psets und Vorprüfung*
- *Vereinfachte Erstellung des Bauansuchens durch teilautomatisierte Datenübernahme*
- *Zeitersparnis und Qualitätssteigerung durch teilautomatisierte Behördenprüfung*
- *Vereinfachte Kommunikation durch modellbasierte Prüfanmerkungen*
- *Erhöhte Transparenz durch analoge Vor- und Behördenprüfung*

Im folgenden Abschnitt werden die Grundlagen für eine BIM Baueinreichung in Tirol geschaffen. Dabei werden die bereits identifizierten Anforderungen integral miteinbezogen, in einigen Teilbereichen konkretisiert und erweitert sowie davon ausgehend ein konkreter Prozessablauf entwickelt.

7.2 Grundlagen und Systemkonzept

Das Systemkonzept der BIM Baueinreichung entspricht im Wesentlichen der digitalen Baueinreichung (s. *Abbildung 6.1*) – die grundlegenden Vertragsstrukturen und Abläufe können somit beibehalten werden.

Als wesentliche Erweiterung wird das Konzept des Forschungsprojektes BRISE Wien zur BIM-basierter Abbildung der baurechtlichen Anforderungen in Form eines IFC-Referenzmodells implementiert. Im Zuge der weiteren Abschnitte wird dabei speziell auf eine Abbildung der Inhalte des Tiroler BBPs fokussiert – grundsätzlich ist eine Erweiterung des REMs um Inhalte des FWP, Leitungstrassen, Gefahrenzonen, etc. denkbar.

Die BBP-Inhalte sowie ergänzende Anforderungen aus TROG und TBO werden mittels BIM in ein digitales BBP-REM übertragen. Dieses dient sowohl als Planungsgrundlage wie auch als Referenz für den behördlichen Abgleich mit dem eingereichten Bauantragsmodell (BAM), welches die ursprüngliche Einreichplanung ersetzt. Die Transparenz der Bewilligungsprüfung kann so entscheidend verbessert werden, da dem Bauwerber neben dem REM behördliche Prüfregeln zur Verfügung gestellt werden, welche durch Überlagerung zwischen BAM und REM eine baurechtliche Vorprüfung der BBP-Inhalte erlauben. Die Prüfung der bautechnischen Anforderungen erfolgt ebenfalls basierend auf behördlichen

Prüfregeln jedoch alleinig innerhalb des BAMs, da das REM lediglich baurechtliche Aspekte – im gegenständlichen Fall den Tiroler-BBP – abbildet. [21]

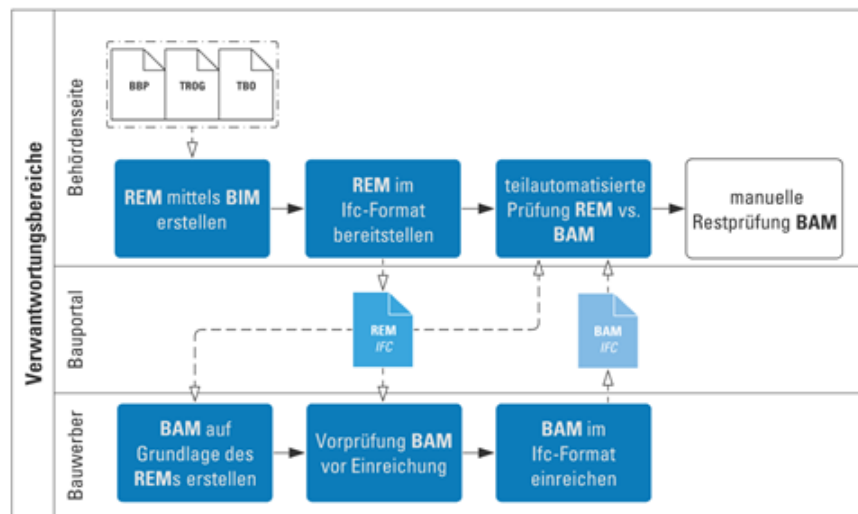


Abbildung 7.2: ergänzendes Systemkonzept zur BIM Baueinreichung.

Das obenstehende Diagramm zeigt eine stark reduzierte Zusammenfassung der entwickelten Prozessabläufe (s. Abschnitt 7.3), wobei v.a. auf Erstellung und Funktion des REMs sowie dessen Zusammenspiel mit dem BAM fokussiert wird. Die Bereitstellung des REMs erfolgt, neben weiteren Planungsgrundlagen, über das Bauportal.

7.2.1 Organisation und Rollenverteilung

Der gegenständliche Abschnitt erweitert die im Rahmen der digitalen Baueinreichung definierte Rollenverteilung um BIM-spezifische Rollenbilder. Diese werden in die ursprünglich definierten Rollen integriert und somit deren Verantwortungsbereich im Baubewilligungsverfahren zugewiesen. Eine Einführung neuer Vertrags- und Koordinationsstrukturen ist daher nicht notwendig, da diese im BIM-Prozess im Wesentlichen der klassischen Planung entsprechen. Als neue Rolle übernimmt dabei der *BIM-Manager* auf Auftraggeberseite die Steuerung des BIM-Prozesses sowie die Überprüfung der erstellten Modelle. Der *BIM-Gesamtkoordinator* wird i.d.R. vom Objektplaner gestellt, da diesem auch im BIM-Prozess die Systemführerschaft der Planung obliegt. Die Fachplaner stellen jeweils einen *BIM-Koordinator*. Dieser übernimmt sowohl die Rolle des direkten Ansprechpartners für die anderen Beteiligten sowie die BIM-Verantwortung und Koordination der *BIM-Modellierer* im eigenen Fachplanungsbereich. [9, 74]

Die Rollenverteilung im BIM-Prozess ist in nachfolgender Abbildung zusammenfassend dargestellt.

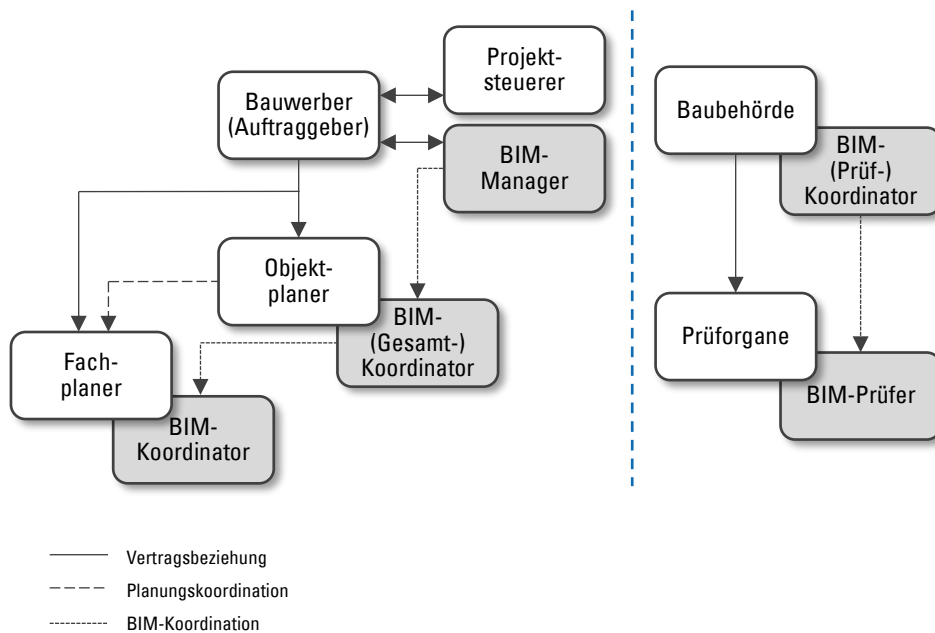


Abbildung 7.3: Rollenverteilung im BIM-Bewilligungsprozess. (In Anlehnung an [74])

Seitens der Baubehörde obliegt die eigentliche Prüfung weiterhin zertifizierten Prüfsachverständigen (Prüforgane) – hierbei kann es sich gemäß der unter *Abschnitt 3.3.2* erörterten staatlichen Kooperationsformen um Amtssachverständige oder nicht amtliche Sachverständige handeln. Im BIM-Prozess übernimmt zudem ein *BIM-(Prüf-)Kordinator* als Vertreter der Baubehörde die Koordination der Gesamtprüfung des BAMs, während die eigentliche, baurechtliche und bautechnische Prüfung des Modells durch *BIM-Prüfer* seitens der Prüforgane erfolgt.

7.2.2 Digitale Infrastruktur

Die digitale Infrastruktur kann ebenfalls weitestgehend aus der digitalen Baueinreichung übernommen werden. Es bedarf jedoch einer Anpassung und Erweiterung, um diese BIM-kompatibel zu gestalten und die identifizierten Anforderungen zu erfüllen.

Konkret betrifft dies das Bauportal, welches, um einen IFC-Viewer zu erweitern ist, um so eine webbasierte Darstellung des bereitgestellten REMs zu ermöglichen. Der IFC-Viewer ist weiters in das Einreichportal zu integrieren. Dies ermöglicht eine Verarbeitung des eingereichten BAMs sowie eine teilautomatisierte Datenübernahme semantischer Informationen in das Bauansuchen. Langfristig ist die Implementierung eines regelbasierten Prüfungssystems – mit analoger Funktionalität wie etwa Solibri – im Hinblick auf eine vollständig webbasierte Modellprüfung denkbar, welches, um eine BCF-Schnittstelle erweitert, zudem eine modellbasierte Kommunikation erlaubt. Eine ähnliche Umsetzung in Form einer

Client-Software wurde im Rahmen des Forschungsprojekts BIM basierter Bauantrag (s. *Abschnitt 7.1*) bereits erfolgreich realisiert. [30]

Auf behördlicher Seite bietet sich ebenfalls die Verknüpfung eines IFC-Viewers mit den verwendeten SharePoint-Server an. Dies ermöglicht eine Visualisierung des BAMs durch die zugriffsberechtigten Stakeholder. Diesen wird dadurch eine dreidimensionale Einsichtnahme in das Bauvorhaben unmittelbar von zu Hause aus ermöglicht.

Seitens der Planer bietet sich die Verwendung einer gemeinsamen Datenumgebung (engl.: Common Data Environment; CDE) an, welche Cloud-basiert die kooperative Erstellung des BAMs ermöglicht. Dies ist in aktuellen BIM-Planungsprozessen bereits gängige Praxis und wurde in den nachfolgend entwickelten Prozess daher mitberücksichtigt.

7.2.3 Planungsgrundlagen und Basisdaten

Die im Bauportal bereitgestellten Planungsgrundlagen und Basisdaten entsprechen der digitalen Einreichung und werden lediglich BIM-bezogene Daten ergänzt. Konkret betrifft die Erweiterung die folgenden Dokumente und Dateien:

- *BAM-Modellrichtlinie*
- *Behördliche Property Set Definition Templates*
- *Behördliches BBP-Referenzmodell (REM)*
- *Behördlicher baurechtliche und bautechnische Prüfregeln*

Die BAM-Modellrichtlinie beinhaltet behördliche Vorgaben bezüglich Informationsumfang, -struktur und -tiefe, welche mittels LOIN definiert werden können und eine prüfkonforme Modellstruktur gewährleisten. Sie stellt somit eine behördliche Erweiterung des BAPs dar.

Spezielle Property Set Definition Templates erlauben einen einheitlichen Export semantischer Informationen in Form vordefinierter Psets – im Rahmen dieser Arbeit wurde der Export der BBP-Inhalte des REMs über eine in Autodesk Revit erstellte PropertySet Definition File erfolgreich umgesetzt (s. *Abschnitt 7.4.2*).

Das behördliche REM bildet die Inhalte des Bebauungsplans in Form eines IFC-Modells BIM-basiert ab. Informationen bezüglich Modellierung und Export eines exemplarischen REMs finden sich in *Abschnitt 7.4.2* dieser Arbeit.

Die Bereitstellung baurechtlicher und bautechnischer Prüfregeln erlaubt eine behördenkonforme Vorprüfung des BAMs mittels einer zertifizierten Prüfsoftware (z.B. Solibri). Eine Validierung ausgewählter Inhalte findet sich in *Abschnitt Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.*

Im Sinne einer kontinuierlichen Verbesserungsprozesses können die bereitgestellten Planungsgrundlagen beliebig erweitert und an sich verändernde Randbedingungen angepasst werden, ohne die Grundstruktur des Bauportals verändern zu müssen.

7.2.4 Novellierung rechtlicher Grundlagen

Die Novellierung rechtlicher Grundlagen kann entsprechend der digitalen Baueinreichung über die Einführung einer separaten Rechtsverordnung erfolgen. Diese wird im Folgenden vom Autor als „*BIM Baueinreichverordnung*“ (BBEV) bezeichnet.

Durch einfachen Verweis auf die BBeV innerhalb der TBO bleiben neben den neuen Bestimmungen bezüglich der BIM Baueinreichung auch die ursprünglichen Bestimmungen zur Regelung der traditionellen sowie digitalen Einreichung rechtskräftig – dies ermöglicht eine rechtlich gestützte Hybridlösung aus mehreren Einreichverfahren. Der Verweis innerhalb der TBO kann dabei sinngemäß wie folgt formuliert werden:

„Die Landesregierung hat durch Verordnung nähere Bestimmungen darüber zu erlassen, welche Vorgaben nach den bau- oder raumordnungsrechtlichen Vorschriften der Tiroler Bauordnung im Rahmen der BIM Baueinreichung abweichend umzusetzen sind.“

Die abweichende Umsetzung der bau- oder raumordnungsrechtlichen Vorschriften, welche sich aus den Anforderungen der BIM Baueinreichung ergeben, kann schließlich im Rahmen der BBeV explizit definiert wird.

7.3 Soll-Prozess

Der nachfolgende Soll-Prozess entspricht in seiner grundlegenden Struktur der digitalen Baueinreichung (s. Kapitel 6), wurde jedoch in einigen Punkten an die BIM Methodik angepasst – dies wurde über lilafarbene BIM-Prozesselemente kenntlich gemacht. Als neuer Verantwortungsbereich wird nun das BIM-Management mitberücksichtigt, sowie eine gemeinsame Datenumgebung der Planenden eingeführt.

Planungsprozess

Analog zur digitalen Baueinreichung gilt es für die Planer zunächst die erforderlichen Planungsgrundlagen zu beschaffen. Diese werden weiterhin über das Bauportal zur Verfügung gestellt jedoch um BIM-spezifische Planungsgrundlagen (s. Abschnitt 7.2.3) ergänzt.

Die Erstellung der Einreichplanung erfolgt im Weiteren BIM-basiert auf Grundlage der bereitgestellten Planungsgrundlagen unter optionaler Vorabstimmung mit den zuständigen Behörden. Dabei werden die einzelnen Teilmodelle von den Planern im CDE zum BAM zusammengeführt.

Die BIM-Koordination und Aktualisierung des BAPs obliegt dem BIM-Manager, welcher mittels der über das Bauportal bereitgestellten Prüfregeln zudem die Vorprüfung des Modells durchführt. Bei erfolgreicher Prüfung erfolgt die Ablage des BAMs (DataDrop), welches dem – in BAP und MRL – definierten LOIN genügt. Mögliche Abweichungen in Form von Sonderlösungen werden vorab des DataDrops im BAM mittels BCF kenntlich gemacht, der Prüfbericht der Vorprüfung wird beigelegt.

Nach obligatorischer Freigabe durch die Projektleitung sowie den Bauwerber kann die Einreichung erfolgen.

Der Prozessablauf während der Planungsphase Genehmigungsplanung ist in nachfolgenden Prozessdiagramm veranschaulichend dargestellt.

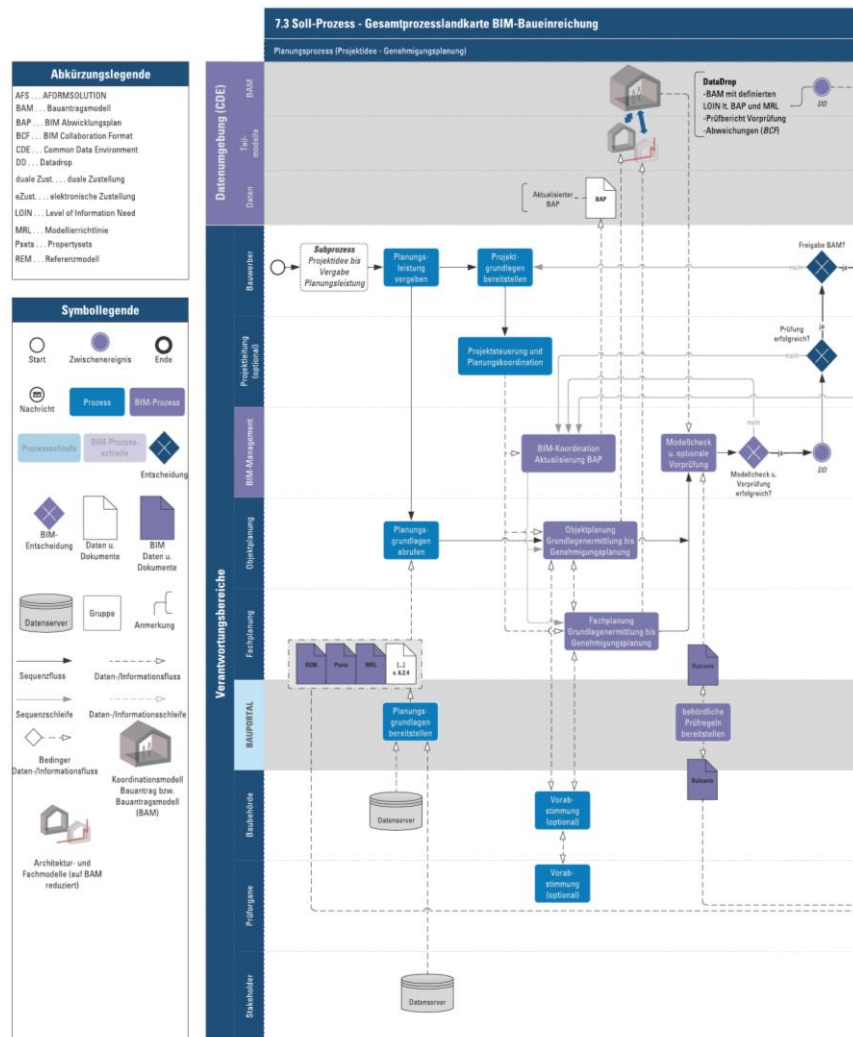


Abbildung 7.4: Planungsprozess bei der BIM Baueinreichung.

Einreichprozess

Die Einreichung erfolgt – analog zur digitalen Baueinreichung – über das Einreichportal. Durch Ausstellung einer Einreichvollmacht durch den Bauwerber können die Planer auch im gegenständlichen Fall zur selbstständigen Einreichung ermächtigt werden.

Als Wesentlicher Unterschied gegenüber der digitalen Einreichung ergibt sich lediglich das Format der eingereichten Unterlagen. Diese liegen fortan nicht länger in Form von Plänen, sondern größtenteils modellbasiert vor. Durch Upload des BAMs können im Modell hinterlegte Informationen unmittelbar in das AFS-Formular des Bauansuchens übernommen werden – fehlende Pflichtinformationen werden anschließend manuell ergänzt. Sonstige Beilagen, welche nicht im BAM enthalten sind (z.B. Grundbuchauszug, Energieausweis, etc.) werden durch einen separaten Upload beigelegt, sowie deren Vollständigkeit über Pflichtangaben sichergestellt. Sofern die Vollständigkeitsprüfung der Beilagen negativ ausfällt, besteht weiterhin die Möglichkeit diese durch entsprechende Auswahl nachzureichen – die Einreichung kann so trotz fehlender Beilagen abgeschlossen werden.

Die Eingabe der Personendaten in Form von Gruppeneinstellungen entspricht der digitalen Einreichung und erlaubt eine Einbindung der Planer in das Verfahren sowie das eigenständige Nachreichen von Unterlagen.

Bei erfolgreicher Einbindung einer Prüfkomponeute in das Einreichportal ist zudem eine weitere regelbasierte Prüfung denkbar, welche webbasiert durchgeführt wird – alternativ wird der Prüfbericht der vorab lokal durchgeführten Vorprüfung zusammen mit dem BAM inkl. eventuellen Modellanmerkungen im BCF hochgeladen.

Nach Abschlusserklärung und Kontrolle des Bauansuchens wird dieses durch Auswahl von Senden an die zuständige Baubehörde übermittelt. Die hinterlegten Personen erhalten im selben Zuge über die elektronische Zustellung eine automatisch generierte Sendebestätigung mit hinterlegter Vorgangsnummer sowie einer Zusammenfassung des eingereichten Ansuchens in Form eines PDF-Dokuments.

Nach Eingang des Ansuchens bei der zuständigen Baubehörde wird dem Antragssteller sowie den, im Rahmen der Personendaten vermerkten Beteiligten, via dualer Zustellung eine offizielle Eingangsbestätigung übermittelt. Sofern das Ansuchen außerhalb der offiziellen Amtsstunden eingereicht wird, erfolgt die offizielle Eingangsbestätigung mit Wiederbeginn der Amtsstunden – das Ansuchen gilt erst dann als offiziell eingereicht.

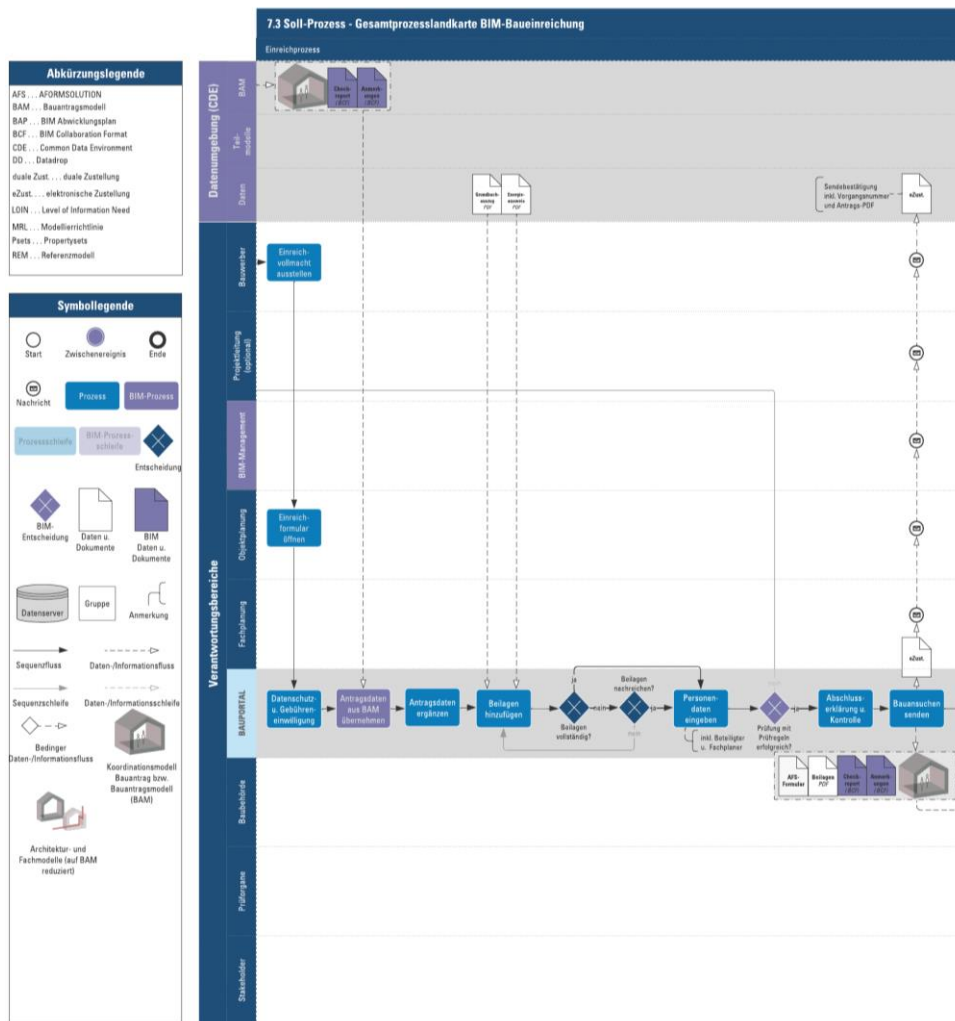


Abbildung 7.5: Einreichprozess bei der BIM Baueinreichung.

Bewilligungsprozess

Der Bewilligungsprozess entspricht in Bezug auf dessen grundsätzlichen Ablauf ebenfalls weitgehend der digitalen Baueinreichung weshalb auf eine erneute, vollständige Erläuterung verzichtet wird. Die entscheidenden Vorzüge des modellbasierten Formats bezüglich Visualisierung sowie Prüfung des Bauvorhabens werden nachfolgenden dennoch darstellt.

Durch die Verknüpfung eines IFC-Viewers mit dem behördlichen SharePoint kann die Einsichtnahme durch die zugriffsberechtigten Stakeholder weiterhin online durchgeführt werden. Dabei gewährt die dreidimensionale Modellierung v.a. Laien einen aussagekräftigeren Einblick in das Bauvorhaben als zweidimensionale Planzeichnungen.

Der eigentliche Prüfprozess durch die Prüforgane läuft fortan weitestgehend teilautomatisiert ab und unterscheidet sich daher im Detail grundlegend von der digitalen Baueinreichung. Dabei werden im Zuge der baurechtlichen sowie bautechnischen Prüfung die identischen Prüfgrundlagen verwendet wie bereits bei der Vorprüfung durch die Planer. Konkret betrifft dies das REM sowie die behördlichen Regelsätze, welche den Planern bereits anfangs im Planungsprozess zur Verfügung gestellt wurden. Durch einen Abgleich von BAM und REM in einer zertifizierten Prüfsoftware unter Anwendung der entsprechenden Prüfregeln, kann die Einhaltung der baurechtlichen Vorgaben – im gegenständlichen Fall des BBPs – regelbasiert untersucht werden. Die bautechnischen Vorgaben werden anschließend – ebenfalls regelbasiert – alleinig am BAM überprüft. Da derzeit keine vollständige regelbasierte Abbildung aller gesetzlicher Vorgaben möglich ist, folgt abschließend eine manuelle Restprüfung durch den zuständigen Prüfsachverständigen. Ein Großteil der gängigen Prüfroutinen kann dennoch bereits vorab durchgeführt werden.

Sofern Verbesserungen notwendig sind, können diese vom Prüfsachverständigen über das BCF unmittelbar im Modell kenntlich gemacht werden. Die BCF-Anmerkungen werden im Zuge der BIM-Baueinreichung somit Bestandteil der behördlichen Verbesserungsauftrages. Durch die vereinfachte Visualisierung der Mängel wird den Planern im Folgenden die Korrektur erheblich erleichtert. Das überarbeitete BAM wird anschließend erneut inklusive aktualisierten BAP sowie Korrekturanmerkungen als DataDrop im CDE abgelegt und anschließend behördlich eingereicht.

Der vollständige Ablauf während des Bewilligungsprozesses ist in nachfolgendem Prozessdiagramm veranschaulichend dargestellt

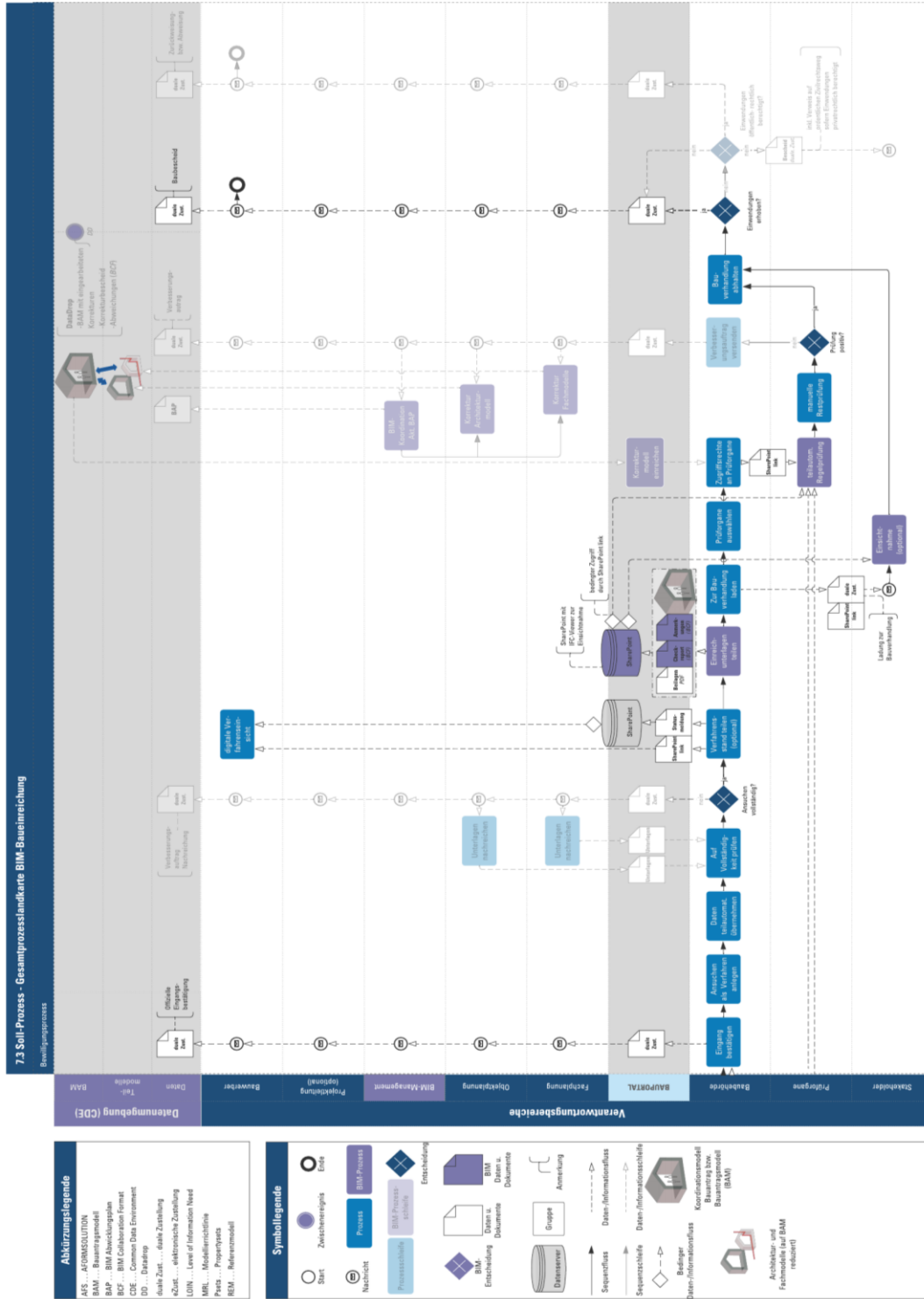


Abbildung 7.6: Bewilligungsprozess bei der BIM Baueinreichung.

7.4 Entwicklung eines Bebauungsplan-Referenzmodells

Nachfolgender Abschnitt umfasst die Entwicklung eines Referenzmodells (REMs) zur BIM-basierten Abbildung der innerhalb des TROGs sowie der TBO definierten Inhalte des Tiroler Bebauungsplans (Grundlagen s. *Abschnitt 4.2*).

7.4.1 Bebauungsplaninhalte gemäß TROG

Mindestinhalte des Bebauungsplans gemäß § 56 Abs. 1 TROG

Die Mindestinhalte des BBPs werden in § 56 Abs. 1 TROG definiert und umfassen konkret die folgenden Punkte: [52]

- *Straßenfluchtlinien* (§ 58 TROG)
Dienen der Abgrenzung dem Verkehr dienender Straßenflächen von den übrigen Grundflächen.
- *Baufluchtlinien* (§ 59 Abs. 1 und 2 TROG)
Definieren den straßenseitigen Mindestabstand einer baulichen Anlage von einer angrenzenden Straße. Bei *zwingenden Baufluchtlinien* ist zudem unmittelbar an diese heranzubauen. Sonderregelungen und abweichende Abstände baulicher Anlagen von Verkehrsflächen werden in § 5 Abs. 2 und 3 der TBO definiert.
- *Bauweisen* (§ 60 TROG)
Schreiben die Art der Anordnung der baulichen Anlagen vor – meist werden ergänzend Mindestabstände gemäß § 56 Abs. 3 TROG und § 6 Abs. 1 TBO definiert. Dabei wird grundsätzlich zwischen drei Bauweisen zu unterscheiden:
 - Abs. 2: Im Rahmen einer *geschlossenen Bauweise* werden die Gebäude an der, die Grundstücksgrenze schneidenden Baufluchtlinie zusammengebaut.
 - Abs. 3: Eine *offene Bauweise* sieht eine allseits freistehende Anordnung der Gebäude auf dem Grundstück vor. Abweichend davon ist das Zusammenbauen an einer Grundstücksgrenze – als sog. *gekuppelte Bauweise* – zulässig, sofern dies im Bebauungsplan erklärt wird.
 - Abs. 4: Eine spezielle Vorgabe der Baukörpergeometrie sowie deren Anordnung auf dem Grundstück kann im Zuge einer *besonderen Bauweise* mittels zwingender Festlegungen bzw. Mindest- oder Höchstausmaße realisiert werden.
- *Baudichten* (§ 61 TROG)
Beziehen sich grundsätzlich auf die Bauplatzfläche (Fläche des Baugrundstücks) und erlauben daher Vorgaben darüber, wie „*dicht*“ das Grundstück zu bebauen ist. Eine Festlegung der Baudichte kann gemäß nachfolgender drei Kenngrößen – i.d.R. als Mindest- oder Höchstfestlegung – erfolgen:
 - Abs. 2: Unter *Baumassendichte* (BMD) wird das Verhältnis aus der Baumasse (oberirdisch umbauter Raum bzw. Gebäudevolumen ohne untergeordnete Bauteile) und der Fläche des Bauplatzes (ausgenommen vorhandener Verkehrsflächen gemäß § 2 Abs. 21 TBO) verstanden. Sie ergibt sich gemäß folgendem formelmäßigem Zusammenhang:

$$\text{BMD} = \frac{\text{Baumasse (BM)} [\text{m}^3]}{\text{Bauplatzfläche (A}_{\text{BP}}) [\text{m}^2]} \quad (7.1)$$

Abs. 4: Die *Bebauungsdichte* (BBD) beschreibt das Verhältnis aus der bebauten Bauplatzfläche (ausgenommen baulicher Anlagen zur Gartengestaltung) und der Fläche des Bauplatzes (ausgenommen Verkehrsflächen gemäß § 2 abs. 21 TBO) und stellt folglich ein Maß für die Bodenversiegelung dar. Formelmäßig kann sie wie folgt ausgedrückt werden:

$$\text{BBD} = \frac{\text{bebaute Bauplatzfläche (A}_{\text{BBP}}) [\text{m}^2]}{\text{Bauplatzfläche (A}_{\text{BP}}) [\text{m}^2]} \quad (7.2)$$

Abs. 5: Das Verhältnis aus der Nutzfläche des Gebäudes zur Bauplatzfläche wird als *Nutzflächendichte* bezeichnet. Sie gilt als Richtwert der gewünschten Einwohnerdichte und ergibt sich gemäß folgendem Zusammenhang:

$$\text{NFD} = \frac{\text{Nutzfläche Gebäude (A}_{\text{NF}}) [\text{m}^2]}{\text{Bauplatzfläche (A}_{\text{BP}}) [\text{m}^2]} \quad (7.3)$$

- *Bauhöhe von Gebäuden* (§62 Abs. 1 TROG)

Wird durch die Höhenlage des obersten Punktes in Bezug auf einen bestimmten Fixpunkt bzw. die absolute Höhe definiert. Im Falle einer detaillierteren Festlegung können darüber hinaus zusätzlich Vorgaben bezüglich der folgenden Kriterien definiert werden:

- a) Anzahl der oberirdischen Geschoße
- b) Außenwandhöhen
- c) Höhe oberer Wandabschlüsse
- d) Rohdeckenoberkante des obersten unterirdischen Geschoßes

BIM erlaubt über die IFC eine Informationsabbildung in Form geometrischer und semantischer Informationen, wobei stets von der semantischen Identität eines Objekts ausgegangen wird (s. *Abschnitt 2.7*). In einem ersten Schritt werden die oben genannten Mindestinhalte des BBPs daher gemäß ihrer geometrischen Abbildbarkeit tabellarisch klassifiziert.

Tabelle 7.1: Abbildbarkeit der BBP Mindestinhalte.

BBP Mindestinhalte	geometrisch abbildbar	semantisch abbildbar
Straßenfluchtlinien	x	
Baufluchtlinien	x	
Bauweisen	x	
Baudichten		x
Bauhöhe von Gebäuden	x	

Sämtliche geometrisch abbildbare Inhalte können in Form von Referenz-Geometrien modelliert und anschließend mit dem Bauantragsmodell überlagert sowie auf mögliche

Überschneidungen und Kollisionen mit diesen hin untersucht werden – hierzu zählen Straßen- und Baufluchtlinien, Bauweisen, sowie Bauhöhen.

Baudichten zeichnen sich durch ihren formelmäßigen Zusammenhang zweier geometrischer Repräsentationen aus. Sie stellen daher Rechenergebnisse dar, welche bei einem geometrisch eindeutig definierten Gebäudemodell in Form von *Quantity Sets* (s. Abschnitt 2.7) in tabellarischer Form ausgegeben werden können. Alternativ besteht die Möglichkeit zulässige Baudichten innerhalb eines *Property Sets* als erweiterte Grundstückseigenschaft in Form eines Zahlenwerts vorzugeben und so zum Abgleich bereitzustellen.

Optionale Inhalte des Bebauungsplans gemäß § 56 Abs. 3 TROG

Über die Mindestinhalte hinausgehende, optionale Inhalte des BBPs werden in § 56 Abs. 2 TROG definiert und umfassen konkret die folgenden Punkte: [52]

- *Höchstgröße der Bauplätze* (§ 56 Abs. 2)
Definiert die maximale Größe des Grundstücks, auf dem ein Bauwerk errichtet wird (Bauplatz) und ermöglicht folglich die Sicherstellung ähnlicher Grundstückgrößen innerhalb eines Planungsbereichs.
- *Mindest- und Höchstnutzfläche* (§ 61 Abs. 5 zweiter und dritter Satz)
Neben einer Dichtefestlegung über die Angabe der Nutzflächendichte besteht die Möglichkeit, die zulässige Nutzfläche des Gebäudes über deren Mindest- bzw. Höchstwert zu definieren, ohne diese auf die Bauplatzgröße zu beziehen.
- *Firstrichtung* (§ 56 Abs. 3)
Gibt die Orientierung bzw. Ausrichtung des Dachfirstes vor und ist daher i.A. auf Gebäude mit Satteldachkonstruktion beschränkt. Sinnvollerweise findet diese Vorgabe vor allem im unmittelbaren Umfeld historischer bzw. denkmalgeschützter Bestandsbauten Anwendung, um so den Erhalt des ortstypischen Erscheinungsbildes zu gewährleisten.
- *Dachneigung* (§ 56 Abs. 3)
Wird i.d.R. mit der vorab genannten Firstrichtung kombiniert und ist daher zumeist auf eine Satteldachkonstruktion bezogen. Neben einer zwingenden Festlegung besteht zudem die Möglichkeit der Vorgabe einer mindest- bzw. höchstzulässigen Dachneigung.
- *Baugrenzlinien* (§ 59 Abs. 3)
Definieren den nicht straßenseitigen Mindestabstand baulicher Anlagen in Bezug auf angrenzende Nachbargrundstücke, wobei bei bebaubaren Grundstücken die Mindestabstände gemäß § 6 Abs. 1 TBO einzuhalten sind. Nicht bebaubare Nachbargrundstücke erlauben eine Festlegung größeren bzw. kleiner Abstände.
- *Ergänzende Festlegungen über Baudichten* (§ 61)
Betrifft speziell eine Berücksichtigung unterirdischer Gebäude oder Gebäudeteile bei der Ermittlung der Bebauungsdichte. Diese sind infolgedessen in die bebaute Fläche einzurechnen.

- *Ergänzende Festlegungen über Bauhöhen* (§ 62 Abs. 1 bis 5 – Wand- und Traufhöhen)
Im Falle einer detaillierteren Festlegung der Bauhöhen können neben einer Angabe des obersten Punktes gemäß der Mindestinhalte des BBPs zusätzlich Vorgaben bezüglich der folgenden Kriterien definiert werden:
 - a) Anzahl der oberirdischen Geschoße
 - b) Außenwandhöhen
 - c) Höhe oberer Wandabschlüsse
 - d) Rohdeckenoberkante des obersten unterirdischen Geschoßes

- *Zulässige Veränderung des Geländeniveaus* (§ 56 Abs. 3)
Erlaubt die Vorgabe zulässiger Veränderungen des Urgeländes in Bezug auf dessen Höhenniveau abweichend der Regularien gemäß § 58 TBO

- *Verkürzte Mindestabstände* (§ 6 Abs. 1 lit. a TBO)
Ermöglichen eine Festlegung der Mindestabstände gemäß § 6 Abs. 1 lit. a TBO (0,4-facher lotrechter Abstand zwischen betreffendem Punkt und darunterliegendem Geländeniveau) anstelle der Mindestabstände nach § 6 Abs. 1 lit. b TBO (0,6-facher Abstand).

- *Textliche Festlegungen* (§ 56 Abs. 3)
Betreffen i.d.R. Vorgaben bezüglich der Gestaltung von Fassaden und Dachlandschaften sowie textliche Ergänzungen hinsichtlich zulässiger Geländeänderungen.

Tabelle 7.2: Abbildbarkeit der optionalen BBP Inhalte.

Optionale BBP Inhalte	geometrisch abbildbar	semantisch abbildbar
Höchstgröße der Bauplätze	x	
Mindest- und Höchstnutzfläche		x
Firstrichtung	x	
Dachneigung	x	
Baugrenzlinien	x	
Ergänzende Festlegungen über Baudichten		x
Ergänzende Festlegungen über Bauhöhen	x	
Zulässige Veränderungen des Geländeniveaus	x	
Verkürzte Mindestabstände	x	
Textliche Festlegungen		x

Die geometrische bzw. semantische Modellierung der optionalen Inhalte des BBPs erfolgt entsprechend der vorab erläuterten Mindestinhalte.

Im Hinblick auf eine praxisnahe Modellierung werden die aktuell gültigen Planzeichen, Farbschemata sowie semantischen Inhalte des BBPs gemäß *Anlage 3 zur Plangrundlagen- und Planzeichenverordnung 2019* in der nachfolgenden Entwicklung eines exemplarischen REMs integral mitberücksichtigt.

7.4.2 Modellierung eines BBP-REMs in Autodesk Revit

Der gegenständliche Abschnitt umfasst die exemplarische Modellierung eines REMs auf Grundlage der unter *Abschnitt 7.4.1* erläuterten Inhalte des Tiroler BBPs. Das REM bildet im BIM-basierten Baubewilligungsverfahren die behördliche Referenz bei der Prüfung des eingereichten Bauantragsmodells bezüglich der Vorgaben des BBPs.

In der Baupraxis bietet es sich an, den Vermessungsplan des Grundstücks als Grundlage für die Erstellung des REMs zu verwenden sowie die relevanten Informationen des BBPs anschließend zu integrieren – dieses Vorgehen wird auch im Forschungsprojekt BRISE-Wien empfohlen [21]. Da zum Zeitpunkt der Anfertigung dieser Arbeit jedoch kein passendes Beispielprojekt vorliegt, wird ein fiktives Grundstück als Planungsgrundlage verwendet.

Parametrisierung über gemeinsam genutzte Parameter

Grundlage der semantischen Modellierung bilden vorab definierte, sog. gemeinsam genutzte Parameter (*Verwalten – gemeinsam genutzte Parameter*), welche innerhalb eines spezifisch strukturierten Textdokuments gespeichert werden und so in beliebige Revit-Projekte integriert werden können.

Im gegenständlichen Fall werden über die genannten Parameter die Inhalte des BBPs erfasst und anschließend in das REM integriert. Dabei dient – neben TBO und TROG – v.a. Anlage 3 zur Plangrundlagen- und Planzeichen Verordnung 2019 als Leitfaden zur Parametrisierung, da dort alle zulässigen Inhalte und Planzeichen des BBPs in strukturierter Form zusammenfasst vorliegen – das entsprechende Dokument findet sich im Anhang dieser Arbeit.

Gemäß Anlage 3 wird zunächst der, im zweidimensionalen BBP über Linien eingegrenzte, *Planungsbereich* parametrisiert. Da das REM den BBP dreidimensional abbildet, werden Linien grundsätzlich als Ebenen dargestellt. Die in nachfolgender Abbildung enthaltenen Parameter werden daher über den Datentyp Länge (engl.: LENGTH) beschrieben, welcher den Abstand der Ebenen in Bezug auf vorgegebene Vermessungspunkte definiert.

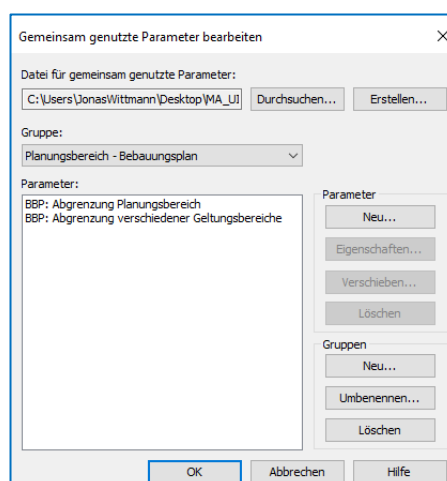


Abbildung 7.7: Parametrisierung des BBP Planungsbereichs.

Die Parametrisierung der *Fluchtlinien* erfolgt auf analoge Weise ebenfalls über den Datentyp Länge, da auch diese im REM durch, auf die Grundstücksgrenze bezogene, Ebenen repräsentiert werden. Die entsprechenden Fluchtlinien sind in nachfolgender Abbildung als gemeinsam genutzte Parameter dargestellt.

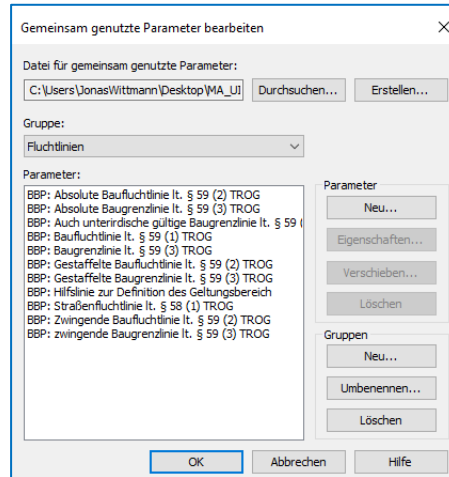


Abbildung 7.8: Parametrisierung der BBP Fluchtlinien.

Im nächsten Schritt werden die *Bauweisen und TBO-Mindestabstände* als Parameter eingegeben. Dabei werden die Bauweisen ergänzend als Boolescher Datentyp ja/nein (engl.: YES/NO) und damit über einen Wahrheitswert definiert. Wird im Folgenden etwa eine offene Bauweise gewünscht, kann der entsprechende Parameter mit YES belegt, und dadurch als wahr bewertet werden. Darüber hinaus ergibt sich die gewünschte Bauweise geometrisch aus der Fluchtlinienanordnung. So wird etwa bei einer offenen Bauweise ein Heranbauen an die Grundstücksgrenze durch die – in Form von Ebenen – modellierten Fluchtlinien untersagt.

Die TBO-Mindestabstände werden als Zahl (engl.: NUMBER) definiert, wodurch sowohl eine Eingabe von 0,4 (gemäß § 6 Abs. 1 lit. a TBO) als auch 0,6 (gemäß § 6 Abs. 1 lit. b TBO) ermöglicht wird. Weiteres erfolgt eine geometrische Modellierung in Form einer schrägen Ebene, deren Neigung sich aus dem gewünschten Mindestabstand ergibt.

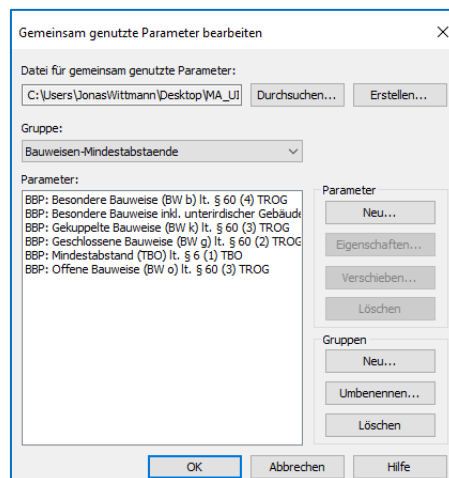


Abbildung 7.9: Parametrisierung der Bauweisen und TBO-Mindestabstände.

Gemäß Anlage 3 werden im Weiteren die *Nutzfläche und Baudichten* in einer Gruppe zusammengefasst. Während die Nutzfläche über den Datentyp Fläche (engl.: AREA) erfasst wird, werden Nutzflächen- und Bebauungsdichte, als Verhältnis zweier einheitengleicher Basiswerte, als Zahl (engl.: NUMBER) parametrisiert. Die Baumassendichte muss zur Einhaltung der Einheitenkonsistenz als Länge erfasst werden, da sie ein Verhältnis aus einer Volumen- und Flächeneinheit darstellt.

Die auf die Nutzfläche bzw. Baudichten zu beziehenden Mindest- oder Höchstfestlegungen dieser werden durch Aufschlüsselung der jeweiligen Parameter berücksichtigt. So existiert beispielsweise für die Baumassendichte sowohl ein Parameter für eine Mindest- als auch eine Höchstfestlegung dieser.

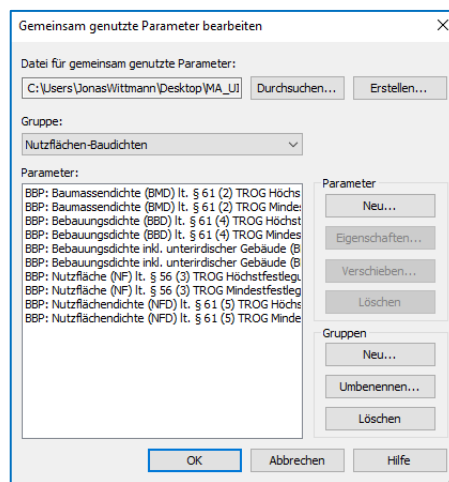


Abbildung 7.10: Parametrisierung von Nutzflächen und Baudichten.

Die höchstzulässige Bauplatzgröße wird über den Datentyp Fläche (engl.: AREA) als einzelner Parameter beschrieben.

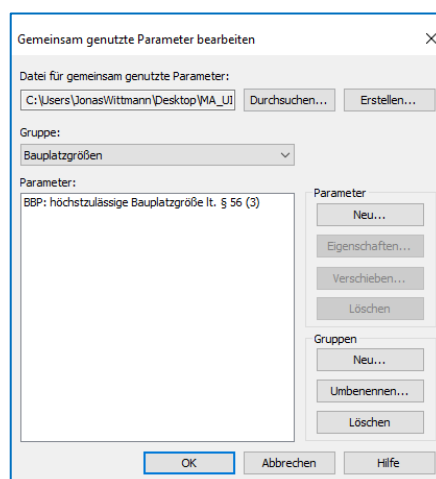


Abbildung 7.11: Parametrisierung der höchstzulässigen Bauplatzgröße.

Hinsichtlich der *Bauhöhen und Höhenlage* ist grundsätzlich zwischen einer relativen und absoluten Maßangabe zu unterscheiden. Relative Maßangaben, wie etwa die Wandhöhe, repräsentieren die Höhe in Metern bezogen auf einen Bezugspunkt bzw. eine Bezugsebene, wohingegen sich absolute Maßangaben auf die Höhenlage über Adria (ü.A.) beziehen. Beide Varianten werden über den Datentyp Länge (engl.: LENGTH) in der Maßeinheit Meter eingeben. Dies Vorgehen erlaubt ein anschließendes Umrechnen und Addieren relativer und absoluter Maßangaben – bei Verwendung unterschiedlicher Datentypen ist dies nicht ohne weiteres möglich.

Da für die Bauhöhen und Höhenlagen eine Vorgabe in Form einer Mindest-, Höchst- höchst sowie zwingenden Festlegung möglich ist, werden die Parameter entsprechend aufgeschlüsselt, um alle kombinatorischen Möglichkeiten abzudecken.

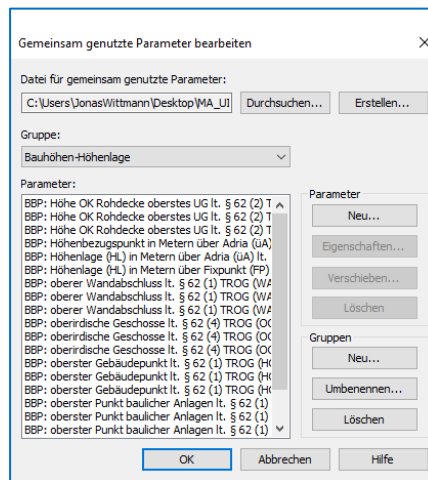


Abbildung 7.12 : Parametrisierung der Bauhöhen und Höhenlage.

Auch die Dachneigung wird über eine Aufteilung in Mindest-, Höchst und zwingende Festlegung parametrisiert. Dabei wird – ebenso wie für die Angabe der Firstrichtung – der Datentyp Winkel (engl.: ANGLE) verwendet.

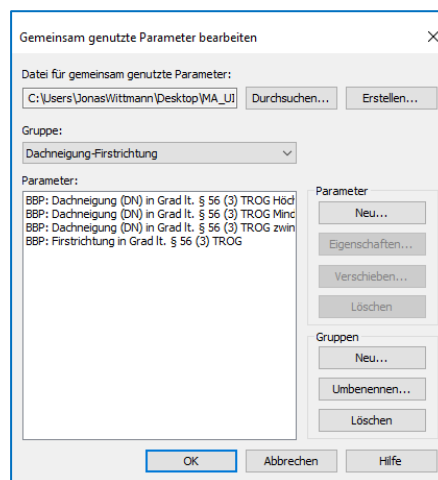


Abbildung 7.13: Parametrisierung der Dachneigung und Firstrichtung.

Keine zulässigen *Geländeänderungen* werden über den Booleschen Datentyp ja/nein (engl.: YES/NO) abgebildet – wird der Parameter mit ja belegt sind folglich keine Geländeänderungen erlaubt. Bei zulässigen Geländeänderungen erfolgt die geometrische Definition dieser über eine entsprechende Höhenvorgabe über den Datentyp Länge (engl.: LENGTH).

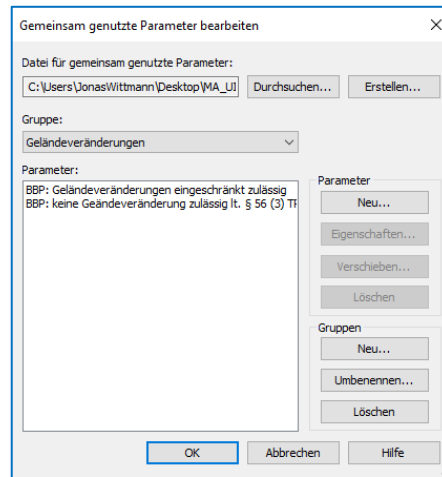


Abbildung 7.14: Parametrisierung der Geländeänderungen.

Durch Definition eines finalen Parameters wird abschließend die Eingabe eventueller textlicher Festlegungen ermöglicht. Hierfür wird der Datentyp Text (engl.: TEXT) verwendet. Ergänzende Erläuterungen bezüglich Dachlandschaften, Fassadenstrukturen, etc. können somit in Textform innerhalb des REMs festgehalten werden.

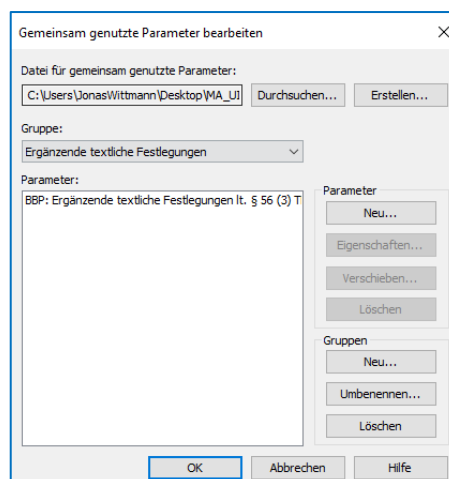


Abbildung 7.15: Parametrisierung ergänzender textlicher Festlegungen.

Wie eingangs bereits erwähnt, speichert Revit die eingegebenen Parameter in einer speziell strukturierten Textdatei ab. Die erstellte Datei ist Bestandteil dieser Arbeit und findet sich in den Beilagen (s. Datei: [GemeinsamGenutzteParameter_BBP.txt](#)).

Sie stellte einen erheblichen Mehrwert für die Erstellung weiterer BBP-REMs dar, da BBP Inhalte nicht erneut eingegeben werden müssen, sondern über die Datei als gemeinsam nutzbare Parameter in beliebige Projekte integrierbar sind.

Über einen simplen Texteditor ist die Datei grundsätzlich auch manuell veränderbar – v.a. von einer Abwandlung der hinterlegten Datentypen ist jedoch abzuraten, da dies in einigen Fällen zu Inkonsistenzen mit den, über den entsprechenden GUID referenzierten, in Revit hinterlegten Parameterdaten führt und somit zu Fehlermeldungen zur Folge haben kann.

Grundstücksdaten

Im Nachfolgenden wird versucht, eine möglichst große Zahl sich unterscheidender BBP-Inhalte in Form der vorab definierten Parameter innerhalb eines REMs abzubilden, um so deren Anwendbar- sowie Prüfbarkeit entsprechend zu validieren. Dies widerspricht der behördlichen Praxis, in welcher stets versucht wird, nur gezielte Inhalte zu verwenden, die einer nachhaltigen Raumentwicklung förderlich sind. *Es sei daher angemerkt, dass im Rahmen dieser Arbeit auf eine Abbildung möglichst vieler BBP-Inhalte fokussiert wird, nicht jedoch auf die Entwicklung eines praxisnahen Bebauungsplans.*

Um eine eindeutige geometrische wie auch semantische Definition des REMs zu ermöglichen, werden für ein fiktives, gemäß § 38 Abs. 1 TROG als Wohngebiet gewidmetes, 812,89m² großes Grundstück die folgenden Daten vorgeben:

- *Bauweisen, TBO-Mindestabstände*

BW	o		§ 60 (3)	offene Bauweise
TBO	0,6		§ 60 (1)	Mindestabstand lt. TBO 2018 § 6 (1) b

- *Nutzflächen/Baudichten*

NF	M	150m ²	§ 56 (3)	Nutzfläche Mindestfestlegung
NF	H	450m ²	§ 56 (3)	Nutzfläche Höchstfestlegung
NFD	M	0,18	§ 61 (5)	Nutzflächendichte Mindestfestlegung
NFD	H	0,49	§ 61 (5)	Nutzflächendichte Höchstfestlegung
BMD	M	1,85	§ 61 (2)	Baumassendichte Mindestfestlegung
BMD	H	2,69	§ 61 (2)	Baumassendichte Höchstfestlegung

- *Bauhöhen/Höhenlage*

HG	H	8,71m	§ 62 (1)	oberster Gebäudepunkt Höchstfestlegung
WHos	H	5m	§ 62 (2)	Wandhöhe ostseitig Höchstfestlegung
OG	H	2	§ 62 (4)	Oberirdische Geschosse Höchstfestlegung

- *Dachneigung/Firstrichtung*

DN	Z	35°	§ 56 (3)	Dachneigung zwingende Festlegung
First A		Nord/Süd (0°)	§ 56 (3)	Firstrichtung in Nord/Süd Ausrichtung
First B		Ost/West (90°)	§ 56 (3)	Firstrichtung in Ost/West Ausrichtung

- *Geländeveränderungen*

Gel		+/-0,2m	§ 56 (3)	Geländeveränderungen eingeschränkt zulässig
-----	--	---------	----------	---

Die mögliche Anordnung der Baukörper auf dem Grundstück wird mittels mehrerer *Baugrenzlinien*, einer *Baufluchtlinie* sowie eines *obersten Gebäudepunktes* definiert. Weiters wird das Grundstück über entsprechende *Straßenfluchtlinien* von einer angrenzenden Straße separiert.

Vorgehensweise bei der Modellierung

Hinsichtlich der grundsätzlichen Vorgehensweise werden in einem ersten Schritt innerhalb einer Revit-Projektdatei (*Datei – Neu – Projekt*) das Baugrundstück, ein Nachbargrundstück sowie eine angrenzende Straße als 2D-Geländemodell erstellt sowie geografisch verortet (*Verwalten – Projektposition – Standort*) – dies kann in der Praxis auf Grundlage des vorliegenden Vermessungsplans erfolgen. Die exakte Verortung des Grundstücks ermöglicht eine problemlose Überlagerung zwischen REM und BAM und erfolgt innerhalb von Revit über einen Projektbasispunkt (Ursprung des Projektkoordinatensystems) sowie einen Vermessungspunkt.

Nachfolgende Abbildung zeigt das erstellte 2D-Geländemodell.

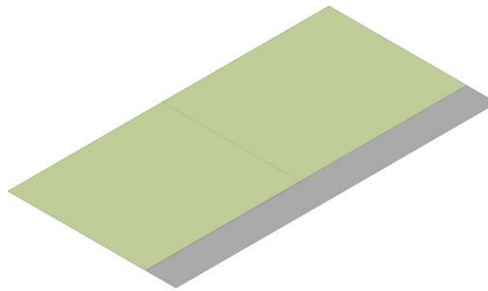


Abbildung 7.16: 2D-Geländemodell.

Anschließend wird das Baugrundstück als REM entsprechend dessen Grenzen als Raumobjekt modelliert. Als Revit-Kategorie wird hierfür ein Körpermodell in Form einer separat erstellten Familie (*Datei – Neu – Familie – Entwurfskörper*) verwendet und anschließend in den Ifc-Einstellungen der REM Projektdatei (*Datei – Exportieren – Optionen – IFC-Optionen*) der Ifc-Klasse *IfcSpace* zugewiesen – dies erweist sich beim Prüfvorgang (s. Abschnitt 7.4.4) als vorteilhaft. Dabei ist die Höhe bzw. Tiefe des Raumobjekts ab der Gelände OK ausreichend zu bemessen, um mögliche Grenzüberschneidungen mit unter- und oberirdischen Gebäudeelementen vollständig erfassen zu können – im gegenständlichen Fall werden -5m bis +10m ausgehend von der Gelände OK als ausreichende Dimensionen festgesetzt.

Um die Bebaubarkeit innerhalb des Grundstücks adäquat abzubilden, wird der ober- sowie unterirdisch bebaubare Raum über die Modellierung eines *Abzugskörpers* freigelegt. Die Modellierung erfolgt innerhalb der Familie des REMs – die Geometrie des Abzugskörpers ergibt sich über entsprechend definierte *Baufucht-* und *Baugrenzlinien*, die zulässige *Dachneigung* und *Firstrichtung*, die *Gebäudehöhen* sowie die *TBO Mindestabstände*. Diese werden über parametrisierte Referenzebenen vorgeben. Dabei besteht die Möglichkeit, die vorab definiert, gemeinsam genutzten Parameter zu verwenden. Da diese je Projekt bzw. Familie jedoch nur einmal verwendet werden können – das geometrische Modell des Abzugskörpers jedoch durch bspw. mehrere Baugrenzlinien beschrieben wird – werden die zusätzlichen Baugrenzlinien als neue Familienparameter definiert, um die Geometrie vollständig zu erfassen. Raumordnungsrechtlich zulässige Geländeänderungen werden ebenfalls über einen Abzugskörper freigelegt.

Das gewählte Farbschema entspricht dabei den aktuell gültigen Farben der Planzeichnungsverordnung.

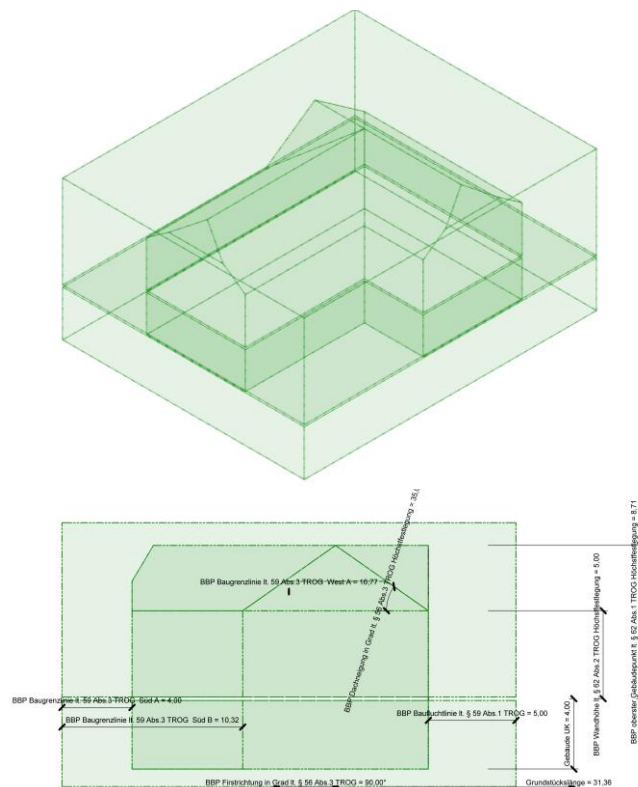


Abbildung 7.17: Parametrisierung des bebaubaren Raums über Referenzebenen.

Um eine Unterscheidung zwischen Baufucht- und Baugrenzlinien sowie deren Untertypen zu ermöglichen, müssen die Seitenflächen der, durch den Abzugskörper definierten, zulässigen Bauwerksgeometrie entsprechend gekennzeichnet werden. Dies erfolgt über die Modellierung adaptiver Familien (*Datei – Neu – Familie – allgemeines Modell adaptiv*), welche die Fluchtlinien in Form eines minimal schlanken Extrusionskörpers näherungsweise als Fläche abbilden – eine Definition geeigneter Flächenelemente ist in Revit nicht möglich.

Die erstellten Fluchtlinienfamilien werden im Weiteren in die Familie des REMs geladen (*Erstellen – Bezug – In Projekt laden*) und über vorab als adaptiv definierte Einfügekpunkte an der entsprechenden Seitenfläche platziert. Nachfolgende Abbildung zeigt das adaptive Modell einer Baugrenzlinie – die Modellierung von Baufuchtlinien erfolgt auf analoge Weise.

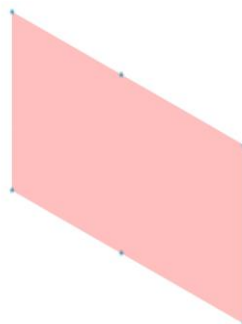


Abbildung 7.18: Baugrenzlinie als adaptives Familienmodell.

Nach erfolgreichem Einfügen der Fluchtlinienfamilien in das Grundstücksmodell sind die vertikalen Seitenflächen der zulässigen Bauwerksgeometrie vollständig klassifiziert und können durch Auswahl dieser als Baugrenz- bzw. Baufluchtlinie identifiziert und somit differenziert werden (s. *Abbildung 7.19*). Eine visuelle Differenzierung über die Eingabe eines entsprechenden Flächenfüllmusters gemäß der BBP-Planzeichen ist innerhalb von Revit zwar grundsätzlich möglich, wird jedoch im Ifc-Export nicht vollständig unterstützt – eine semantische Definition erscheint daher als konsistentere Lösung.

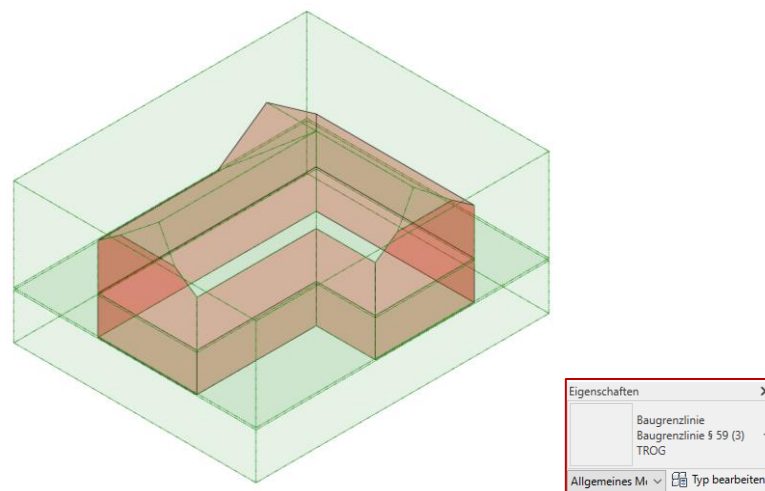


Abbildung 7.19: REM-Familienmodell inkl. integrierter Fluchtlinien.

Die zulässigen Bauhöhen sowie Dachneigungen werden – analog zu den Fluchtlinien – über eine adaptive Dachflächenfamilie im REM kenntlich gemacht. Nachfolgende Abbildung zeigt die, in das REM integrierten, Dachflächenfamilie.

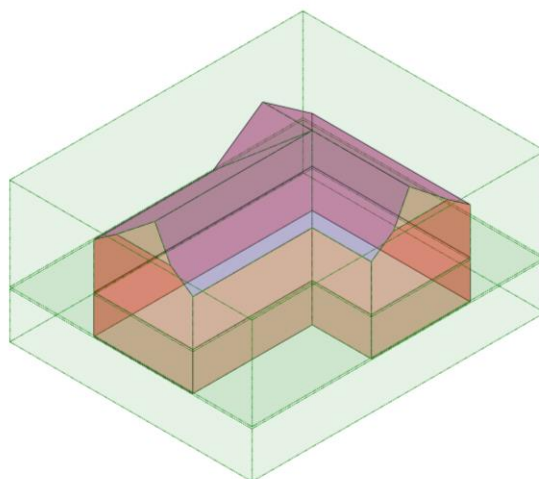


Abbildung 7.20: REM inkl. integrierter Dachflächenfamilie.

Durch die Vorgabe einer Dachneigung von 35° sowie eines oberen Wandabschlusses von 5m werden die Mindestabstände gemäß § 6 Abs. 1 lit. b TBO traufseitig bereits eingehalten.

An den giebelseitigen Nachbargrundstücken ist aufgrund der geforderten TBO-Mindestabstände eine weitere Einschränkung in Form einer Abschrägung erforderlich. Um auch diese im Modell eindeutig kenntlich zu machen, wird eine weitere adaptive Familie eingefügt – das hinsichtlich dessen Bebaubarkeit geometrisch vollständig begrenzte Grundstücksmodell ist in nachfolgender Abbildung dargestellt.

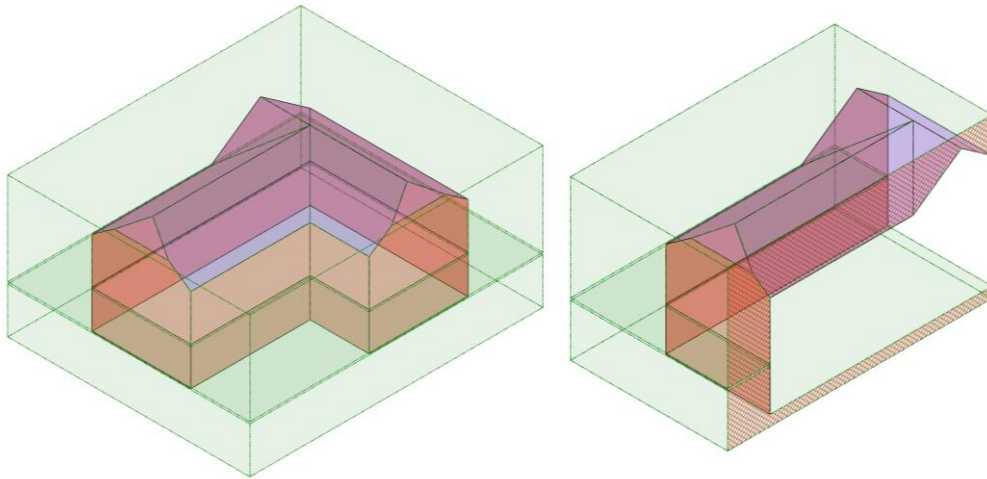


Abbildung 7.21: REM-Familienmodell und REM-Familienmodell in 3D-Schnittdarstellung mit freigelegtem, bebaubarem Raum.

Das exemplarische REM-Familienmodell ist somit vollständig geometrisch beschrieben. Um eine Abbildung aller BBP Inhalte zu erreichen, werden im Folgenden die übrigen, vorab definierten, gemeinsam genutzten Parameter ebenfalls als *Exemplarparameter* in die Familie geladen (*Erstellen – Eigenschaften – Familientypen – neuer Parameter – gemeinsam genutzte Parameter*). Diese ermöglichen eine Beschreibung der semantischen Inhalte (z.B. Baudichten, Bauweisen, etc.) sowie eine Ableitung weiterer geometrischer Informationen.

Um eine vollständige Validierung zu ermöglichen, werden alle Parameter in die Familie geladen. Sofern in der Praxis nur bestimmte Parameter integriert werden sollen, können die übrigen unberücksichtigt bleiben.

Sobald alle Parameter hinterlegt wurden, können diese über die Definition entsprechender Formeln untereinander verknüpft werden. Dies vereinfacht und verkürzt die Wertebelegung da sich die Werte einiger Parameter aus dem formelmäßigen Zusammenhang anderer ergeben – so ergibt sich etwa die Nutzflächendichte gemäß *Formel 7.3* aus dem Verhältnis der Nutzfläche und der Bauplatzgröße. Bei formelmäßigen Zusammenhängen ist sowohl auf die Konsistenz der hinterlegten Einheiten als auch auf eine klammerfreie Definition der Parameter zu achten, da diese in Revit nicht beachtet werden.

Ein struktureller Nachteil in Revit ist das Fehlen einer möglichen Gruppierung der Parameter, sobald diese in die die Familie geladen werden. So können die Parameter bei deren Anlage als gemeinsam genutzte Parameter zwar – gemäß Anlage 3 – entsprechenden Parametergruppen (z.B. Bauweisen-Mindestabstände, Bauhöhe-Höhenlage, etc.) zugeordnet werden, bei Integration in die Familie stehen jedoch noch vordefinierte Gruppen zur Verfügung. Die für die geometrische Modellierung verwendeten Parameter werden daher unter die Gruppe *Bemaßung*, die übrigen Parameter unter die Gruppe *Ifc-Parameter*

gegliedert. Die ursprüngliche Gliederung kann jedoch durch Export über eine PropertySet Definition File in der Ifc-Exportdatei wieder hergestellt werden.

Nachfolgende Abbildung zeigt einen Auszug aus den, in die REM-Familie als Exemplarparameter eingegliederten, gemeinsam genutzten Parameter.

Parameter	Wert	Formel	Sperren
BBP Baumassee lt. § 61 Abs.3 TROG Höchstfestlegung	2185,334	=	
BBP Baumassee lt. § 61 Abs.3 TROG Mindestfestlegung	1500,000	=	
BBP Baumassendichte lt. § 61 Abs.2 TROG Höchstfestl.	2,6683	= BBP Baumassee lt. § 61 Abs.3 TROG Höchstfestlegung	<input checked="" type="checkbox"/>
BBP Baumassendichte lt. § 61 Abs.2 TROG Mindestfestl.	1,8453	= BBP Baumassee lt. § 61 Abs.3 TROG Mindestfestlegung	<input checked="" type="checkbox"/>
BBP Bebauungsdichte inkl. unterirdischer Gebäude lt.	0,387333	= BBP bebaute Fläche lt. § 61 Abs.4 TROG Höchstfestl.	<input checked="" type="checkbox"/>
BBP Bebauungsdichte inkl. unterirdischer Gebäude lt.	0,246035	= BBP bebaute Fläche lt. § 61 Abs.4 TROG Mindestfestl.	<input checked="" type="checkbox"/>
BBP Bebauungsdichte lt. § 61 Abs.4 TROG Höchstfestl.	0,387333	= BBP bebaute Fläche lt. § 61 Abs.4 TROG Höchstfestl.	<input checked="" type="checkbox"/>
BBP Bebauungsdichte lt. § 61 Abs.4 TROG Mindestfestl.	0,246035	= BBP bebaute Fläche lt. § 61 Abs.4 TROG Mindestfestl.	<input checked="" type="checkbox"/>
BBP Besondere Bauweise inkl. unterirdischer Gebäud.	<input type="checkbox"/>	=	
BBP Besondere Bauweise lt. § 60 Abs.4 TROG (Vorgab.)	<input type="checkbox"/>	=	
BBP Dachneigung in Grad lt. § 56 Abs.3 TROG Minde.	35,00°	= BBP Dachneigung in Grad lt. § 56 Abs.3 TROG Höchs	<input checked="" type="checkbox"/>
BBP Dachneigung in Grad lt. § 56 Abs.3 TROG zwing	35,00°	= BBP Dachneigung in Grad lt. § 56 Abs.3 TROG Höchs	<input checked="" type="checkbox"/>
BBP Gekuppelte Bauweise lt. § 60 Abs.3 TROG (Verga	<input type="checkbox"/>	=	
BBP Geländeveränderungen eingeschränkt zulässig (0,2000	=	<input type="checkbox"/>
BBP Geschlossene Bauweise lt. § 60 Abs.2 TROG (Vor	<input type="checkbox"/>	=	
BBP Höhe OK Rohdecke oberstes UG lt. § 62 Abs.2 TR	518,8000	=	<input type="checkbox"/>
BBP Höhe OK Rohdecke oberstes UG lt. § 62 Abs.2 TR	518,8000	=	<input type="checkbox"/>
BBP Höhe OK Rohdecke oberstes UG lt. § 62 Abs.2 TR	518,8000	=	<input type="checkbox"/>
BBP Höhenbezugspunkt in Metern über Adria lt. § 62	519,0000	=	<input checked="" type="checkbox"/>
BBP Höhenlage in Metern über Adria lt. § 62 Abs.7 TR	527,7100	= BBP Höhenbezugspunkt in Metern über Adria lt. § 62	<input checked="" type="checkbox"/>
BBP Höhenlage in Metern über Fixpunkt lt. § 62 Abs.7	527,7100	= BBP Höhenbezugspunkt in Metern über Adria lt. § 62	<input checked="" type="checkbox"/>
BBP Nutzfläche lt. § 56 Abs.3 TROG Höchstfestlegung	400,000 m²	=	
BBP Nutzfläche lt. § 56 Abs.3 TROG Mindestfestlegung	150,000 m²	=	
BBP Nutzflächendichte lt. § 61 Abs.5 TROG Höchstfestl.	0,492070	= BBP Nutzfläche lt. § 56 Abs.3 TROG Höchstfestlegung	<input checked="" type="checkbox"/>
BBP Nutzflächendichte lt. § 61 Abs.5 TROG Mindestfestl.	0,184535	= BBP Nutzfläche lt. § 56 Abs.3 TROG Mindestfestlegung	<input checked="" type="checkbox"/>

Abbildung 7.22: Auszug der eingegliederten BBP Parameter.

Nachdem alle relevanten Parameter definiert wurden, kann das REM-Familienmodell in die Projektdatei des Grundstücks geladen werden (*Erstellen – Bezug – In Projekt laden*). Um den unterirdisch bebaubaren Raum freizulegen und Überschneidung mit dem 2D-Geländemodell zu umgehen, wird dieser über eine dem Abzugskörper entsprechende Sohle (*Körpermodell & Grundstück – Gebäudesohle*) freigelegt

Zur Abbildung des Straßenraums sowie der benachbarten Bebauung werden zwei weitere Familien erstellt und ebenfalls in das Projekt geladen.

Nachfolgende Abbildung zeigt die vollständige REM-Projektdatei.

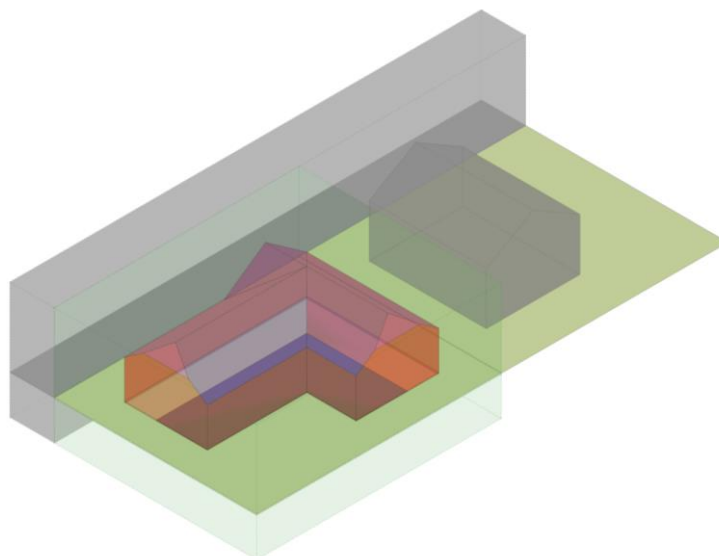


Abbildung 7.23: REM-Projektdatei in Autodesk Revit.

Über die Ifc-Export Einstellung von Revit (*Datei – Exportieren – IFC – Einrichtung ändern*) können die hinterlegten Parameter über eine PropertySet Definition File als benutzerdefinierte Eigenschaftssätze exportiert werden. Die entsprechende Datei wurde eigens erstellt und finden sich in den Beilagen dieser Arbeit (s. Datei: *PsetDefinitionFile_BBP.txt*).

Das REM-Familienmodell wird dabei – wie eingangs erwähnt – der Ifc-Klasse *IfcSpace* zugewiesen – diese wurde auch in der PropertySet Definition File berücksichtigt was eine entsprechende Zuordnung der Psets beim Export ermöglicht. Die Topografie wird als *IfcSite*, die übrigen Elemente als *IfcBuildingElementProxy* exportiert.

Nachfolgende Abbildung zeigt einen Auszug aus den Exporteinstellung mit der entsprechend ausgewählten Datei.

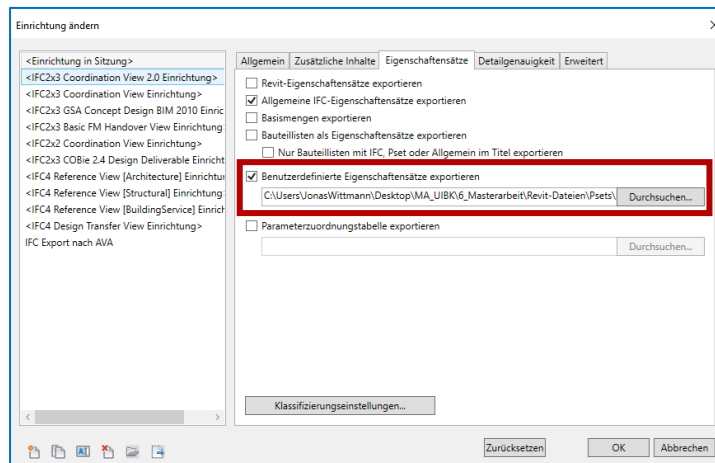


Abbildung 7.24: Export der Parameter als über eine PropertySet Definition File.

Nach anschließendem Öffnen der exportierten Ifc-Datei in einem Ifc-Viewer (Open IFC Viewer 22.9.0) scheinen die als Psets exportierten Parameter entsprechend der, innerhalb der *PsetDefinitionFile_BBP.txt* Datei, definierten Struktur als erweiterte Modelleigenschaften der REM-Familie auf.

- Pset_BBP_Bauhoehen-Hoehenlage		
BBP Höhenlage in Metern über Adria lt. § 62 Abs.7 TROG		527,71
BBP Höhe OK Rohdecke oberstes UG lt. § 62 Abs.2 TROG zwingende Festlegung		518,8
BBP oberer Wandabschluss lt. § 62 Abs.1 TROG Mindestfestlegung		524
BBP Wandhöhe lt. § 62 Abs.2 TROG zwingende Festlegung		5
BBP oberirdische Geschosse lt. § 62 Abs.4 TROG Höchstfestlegung		2
BBP oberer Wandabschluss lt. § 62 Abs.1 TROG zwingende Festlegung		524
BBP oberer Wandabschluss lt. § 62 Abs.1 TROG Höchstfestlegung		524
BBP oberster Gebäudepunkt lt. § 62 Abs.1 TROG Mindestfestlegung		8,71
BBP oberster Gebäudepunkt lt. § 62 Abs.1 TROG Höchstfestlegung		8,71
BBP Wandhöhe lt. § 62 Abs.2 TROG Höchstfestlegung		5
BBP oberster Punkt baulicher Anlagen lt. § 62 Abs.1 TROG zwingende Festlegung		8,71
BBP oberster Gebäudepunkt lt. § 62 Abs.1 TROG zwingende Festlegung		8,71
BBP oberirdische Geschosse lt. § 62 Abs.4 TROG Mindestfestlegung		2
BBP oberster Punkt baulicher Anlagen lt. § 62 Abs.1 TROG Mindestfestlegung		8,71
BBP oberster Punkt baulicher Anlagen lt. § 62 Abs.1 TROG Höchstfestlegung		8,71
BBP Wandhöhe lt. § 62 Abs.2 TROG Mindestfestlegung		5
BBP Höhe OK Rohdecke oberstes UG lt. § 62 Abs.2 TROG Mindestfestlegung		518,8
BBP Höhe OK Rohdecke oberstes UG lt. § 62 Abs.2 TROG Höchstfestlegung		518,8
BBP oberirdische Geschosse lt. § 62 Abs.4 TROG zwingende Festlegung		2
BBP Höhenlage in Metern über Fixpunkt lt. § 62 Abs.7 TROG		527,71
BBP Höhenbezugspunkt in Metern über Adria lt. § 62 Abs.1 TROG		519
- Pset_BBP_Bauplatzgroßen		
BBP höchstzulässige Bauplatzgröße lt. § 56 Abs. 3 TROG		812,892
- Pset_BBP_Bauweisen-Mindestabstände		
BBP Offene Bauweise lt. § 60 Abs.3 TROG		T
BBP Gekuppelte Bauweise lt. § 60 Abs.3 TROG		F
BBP Besondere Bauweise inkl. unterirdischer Gebäude lt. § 60 Abs.4 TROG		F
BBP Geschlossene Bauweise lt. § 60 Abs.2 TROG		F
BBP Besondere Bauweise lt. § 60 Abs.4 TROG		F
- Pset_BBP_Dachneigung-Firstrichtung		

Abbildung 7.25: Auszug der als Psets exportierten Revit Parameter.

Die BBP-Inhalte gemäß TBO können auf diese Weise vollständig in Form eines REMs abgebildet werden, welches die Referenz für die behördliche Prüfung des vom Bauwerber einzureichenden Bauantragsmodells bildet.

7.4.3 Modellierung eines BAMs in Autodesk Revit

Um den unter *Abschnitt 7.3* erarbeiteten Soll-Prozess der BIM Baueinreichung weiter auf dessen praktische Umsetzbarkeit zu validieren, wurde neben einem exemplarischen REM ein passendes BAM in Form eines großzügig gestalteten Einfamilienhauses modelliert. Als Planungsgrundlage dient u.a. das REM, welches das Grundstück und dessen Bebaubarkeit abbildet. Das BAM entspricht in dessen Informationsgehalt den Anforderungen an die Genehmigungsplanung und damit einem LOIN von 300 (s. *Abschnitt 2.5*).

Nachfolgende Abbildung zeigt das Bauantragsmodell auf dem bereits für das REM verwendeten Grundstück.



Abbildung 7.26: Exemplarisches Bauantragsmodell in Autodesk Revit.

Die benachbarten Grundflächen sind bereits im REM enthalten und werden – sofern diese im Zuge der Baumaßnahme unverändert bleiben – im BAM nicht erneut abgebildet. Das Gelände kann aus dem REM übernommen und bei eventuellen Veränderungen entsprechend angepasst werden. Im gegenständlichen Fall wurde das Gelände in einem Teilbereich leicht erhöht, um eine spätere Überschneidung mit dem REM zu provozieren.

Da mittels Revit keine automatisierte Baumassenermittlung gemäß TROG möglich ist, wird die Baumasse des BAMs in Form eines *Projektkörpers (Körpermodell & Grundstück – Projektkörper)* den gesetzlichen Vorgaben entsprechend nachmodelliert (s. *Abbildung 7.27*). Der Projektkörper wird zudem mit einem Geschoss auf Höhe der Gelände OK versehen, um – neben dessen Volumen – ebenfalls eine Auswertung der bebauten Bauplatzfläche zu erreichen (*Eigenschaften – Typ bearbeiten – Körpergeschosse – bearbeiten*).

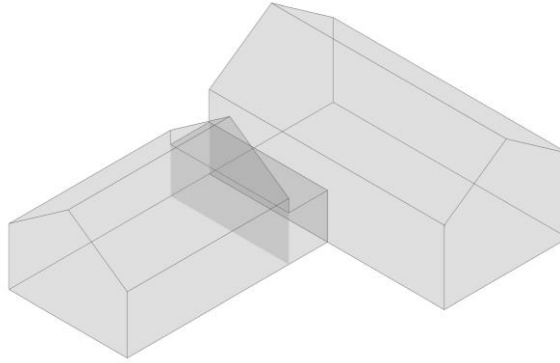


Abbildung 7.27: TROG-Baumasse des BAMs als Revit-Projektkörper.

Dies ermöglicht eine listenbasierte Auswertung der Baudichten sowie einen IFC-Export in Form eines entsprechenden Psets (*Datei – Exportieren – IFC – Einrichtung ändern – Eigenschaftssätze – Bauteillisten als Eigenschaftssätze exportieren*) zur späteren Überprüfung der innerhalb des REMs definierten Vorgaben. Die Ermittlung der BMD und BBD erfolgt als *berechneter Parameter (Eigenschaften Bauteilliste – Sonstige – Felder – Bearbeiten – Berechneten Parameter hinzufügen)* gemäß (7.1) bzw. (7.2) mittels Division der Baumasse (Bruttovolumen) bzw. bebauten Bauplatzfläche (Bruttobodenfläche) durch die Bauplatzfläche. Nachfolgende Abbildung zeigt die diesbezüglich in Revit erstellte Bauteilliste.

<Pset_BAM_Baudichten>					
A	B	C	D	E	F
Anzahl	Typ	bebaute Bauplatzfläche	Baumasse	BAM Baumassendichte lt. § 61 Abs.2 TROG	BAM Bebauungsdichte lt. § 61 Abs.4 TROG
1	Baumasse_Projektkörper	221,42 m ²	1209,84 m ³	1,49 m	0,27
1		221,42 m ²	1209,84 m ³	1,49 m	0,27

Abbildung 7.28: Auswertung der BAM-Baumasse über eine Bauteilliste.

Um darüber hinaus eine Beurteilung der Nutzflächen zu ermöglichen, werden diese als Räume (*Architektur – Raum & Fläche – Raum*) erfasst und ebenfalls über eine Bauteilliste ausgewertet. Die Nutzflächendichte ergibt sich ebenfalls als berechneter Parameter gemäß (7.3) mittels Division der Nutzfläche durch die Grundstücksfläche. Der Export erfolgt analog zur vorab beschriebenen Baumasse – die Bauteilliste der Nutzflächen ist in nachfolgender Abbildung dargestellt.

<Pset_BAM_Nutzflaechendichte>					
A	B	C	D	E	
Nummer	Ebene	Name	Nutzfläche	BAM Nutzflächendichte lt. § 61 Abs.5 TROG	
1	EG- OK FFB	Diele	21,60 m ²		0,03
2	EG- OK FFB	Wohnen/Essen/Kochen	79,36 m ²		0,10
3	EG- OK FFB	Vorratsraum	3,47 m ²		0,00
4	EG- OK FFB	Technikraum	15,65 m ²		0,02
5	EG- OK FFB	Gastezimmer	21,36 m ²		0,03
6	EG- OK FFB	Bad EG	15,69 m ²		0,02
7	OG 1- OK FFB	Treppenhaus	6,38 m ²		0,01
8	OG 1- OK FFB	Kind 1	15,76 m ²		0,02
9	OG 1- OK FFB	Kind 2	15,76 m ²		0,02
10	OG 1- OK FFB	Schlafzimmer	14,70 m ²		0,02
11	OG 1- OK FFB	Ankleide	4,22 m ²		0,01
12	OG 1- OK FFB	Bad 1.OG	12,13 m ²		0,01
13	OG 1- OK FFB	Galerie	20,32 m ²		0,02
Gesamt: 13			246,39 m ²		0,30

Abbildung 7.29: Auswertung der BAM-Nutzflächen über eine Bauteilliste.

Es sei angemerkt, dass ein direkter Export der berechneten Parameter als Pset in Revit leider nicht möglich ist – die berechneten Werte können jedoch in einen gemeinsam genutzten Parameter übertragen sowie anschließend über diesen exportiert werden.

Eine erste visuelle Kontrolle des BAMs gegenüber dem REM kann bereits in Revit erfolgen. Die beiden Modelle werden hierfür mittels einer Verknüpfung (*Verwalten – Projekt verwalten – Verknüpfungen verwalten – Hinzufügen*) überlagert. Dies ist in *Abbildung 7.30* veranschaulichend dargestellt. Die exakte Überlagerung basiert auf einer georeferenzierten Verortung nach gemeinsamen Koordinaten. An den Giebelseiten sind Überschneidungen erkennbar, da die durch das REM vorgegebene Bebaubarkeit bewusst nicht vollständig eingehalten wurde.

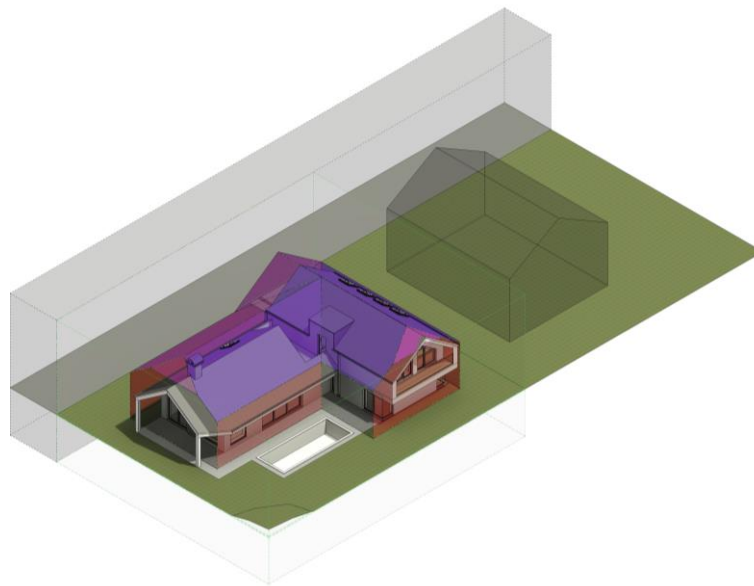


Abbildung 7.30: Überlagerung von REM und BAM in Revit.

Nachfolgende Abbildung illustriert mittels 3D-Schnittdarstellung erneut das Konzept des bebaubaren Raums. Dieser wird im Zuge der Bebauung nicht vollständig durch das BAM ausgenutzt.

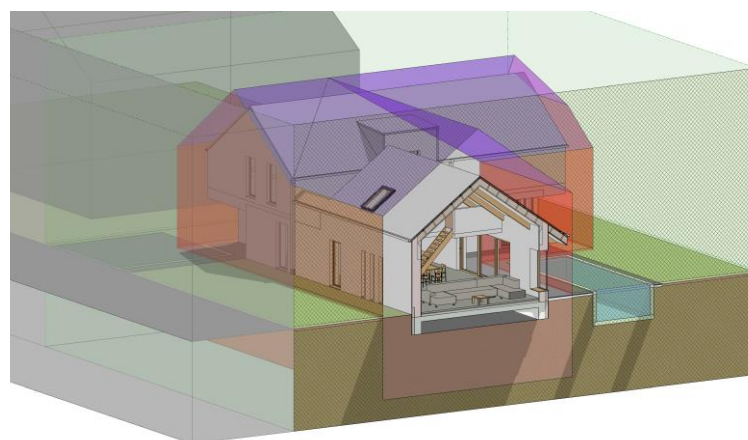


Abbildung 7.31: Überlagerung von REM und BAM - bebaubarer Raum.

7.4.4 Prüfung BAM vs. REM in Solibri

Nachfolgende Tabellen umfassen alle Inhalte des Tiroler BBPs gemäß Anlage 3 zur Plangrundlagen- und Planzeichen Verordnung 2019 sowie deren mögliche Überprüfung im Rahmen eines BIM-basierten Baubewilligungsverfahrens. Dabei wird zwischen einer geometrischen (geom.), semantischen (sem.) sowie manuellen (man.) Prüfung unterschieden. Eine geometrische Prüfung betrifft im weitesten Sinne eine Kollisionsanalyse – diese wird in Solibri mittels der *allgemeinen Überschneidungsregel* (SOL/1) umgesetzt. Unter einer semantischen Prüfung (sem.) wird im gegenständlichen Kontext die Auswertung hinterlegter Eigenschaftssätze (Psets) verstanden, während eine manuelle Prüfung (man.) die händische Kontrolle relevanter Inhalte durch den zuständigen Prüfsachverständigen betrifft. Die nachstehende Prüfregel bezeichnet die in der Softwareanwendung Solibri jeweils verwendete Regel zur Überprüfung der entsprechenden Inhalte.

Ausgegraute Zeilen stellen Inhalte dar, welche zwar für die Definition des BBPs von Relevanz sind, für die eigentliche Prüfung des eingereichten Bauvorhabens jedoch keine weitere Rolle spielen. Die genannten Paragraphen beziehen sich – sofern nicht anderweitig gekennzeichnet – auf das TROG 2016.

Fluchtlinien, Bauweisen und TBO-Mindestabstände

Tabelle 7.3: Prüfung von Fluchtlinien, Bauweisen, TBO-Mindestabständen in Solibri.

BBP Inhalte	Prüfung			Prüfregeln
	geom.	sem.	man.	
FLUCHTLINIEN				
§ 58 (1) Straßenfluchtlinie	x			SOL/1
§ 59 (1) Baufluchtlinie	x			SOL/1
§ 59 (2) Zwingende Baufluchtlinie	x			SOL/1
§ 59 (2) Gestaffelte Baufluchtlinie	x			SOL/1
§ 59 (2) Absolute Baufluchtlinie	x			SOL/1
§ 59 (3) Baugrenzlinie	x			SOL/1
§ 59 (3) Baugrenzlinie zusätzlich unterirdisch	x			SOL/1
§ 59 (3) Baugrenzlinie ausschließlich unterirdisch	x			SOL/1
§ 59 (3) Gestaffelte Baugrenzlinie	x			SOL/1
§ 59 (3) Zwingende Baugrenzlinie	x			SOL/1
§ 59 (3) Absolute Baugrenzlinie	x			SOL/1
Hilfslinie Bauflucht- oder Baugrenzlinie				
BAUWEISEN, TBO-MINDESTABSTÄNDE				
§ 60 (3) Offene Bauweise	x			SOL/1
§ 60 (3) Gekuppelte Bauweise	x			SOL/1
§ 60 (2) Geschlossene Bauweise	x			SOL/1
§ 60 (4) Besondere Bauweise	x			SOL/1
§ 60 (4) Besondere Bauweise auch unterirdisch	x			SOL/1
§ 60 (1) Mindestabstand lt. TBO 2018 § 6 (1)	x			SOL/1
§ 56 (3) Mindestabstand lt. TBO 2018 § 6 (1) a	x			SOL/1

Eine Überprüfung der Fluchtlinien kann in Solibri anhand der allgemeinen Überschneidungsregel (SOL/1) erfolgen, da Fluchtlinien innerhalb des REMs über separat definierte Volumenkörperfamilien abgebildet werden. Die Überschneidung einer Fluchtlinie entspricht daher einer Kollision des BAMs mit der entsprechenden Fluchtlinienfamilie. Zwingende Bauflucht- bzw. Baugrenznlinien stellen einen Sonderfall dar, da an diese heranzubauen ist – dies entspricht einer Berührung von REM und BAM.

Die Bauweisen sowie TBO-Mindestabständen werden ebenfalls geometrisch mittels SOL/1 geprüft. So sind bei einer offenen Bauweise zumindest die TBO-Mindestabstände einzuhalten, welche – analog zu den Fluchtlinien – über entsprechende Volumenkörperfamilien innerhalb des REMs abgebildet werden. Eine Nichteinhaltung äußert sich folglich in einer Überschneidung des BAMs mit dem entsprechenden Volumenkörper. Eine gekuppelte sowie geschlossene Bauweise erfordert den Zusammenbau an einer oder mehreren Grundstücksgrenzen und damit eine entsprechende Berührung des BAMs mit diesen. Die im Zuge einer besonderen Bauweise explizit vorgegebenen Situierung des Bauwerks auf dem Grundstück wird ebenfalls über, durch Volumenkörper repräsentierte Fluchtlinien definiert, was bei Abweichungen wiederum zu Überschneidungen führt.

Die eigentliche Modellprüfung orientiert sich an *Abbildung 2.14*. Nach öffnen der Softwareanwendung Solibri werden REM und BAM als neue Modelle hinzugefügt (*Datei – Modelle hinzufügen*). Um einen systematischen Prüfablauf zu gewährleisten, werden die relevanten REM-Inhalte bezüglich Fluchtlinien, Bauweisen und TBO-Mindestabständen zunächst im Zuge einer *Klassifikation (Ansichten – Klassifikation – Neue Klassifikation)* zusammengefasst.

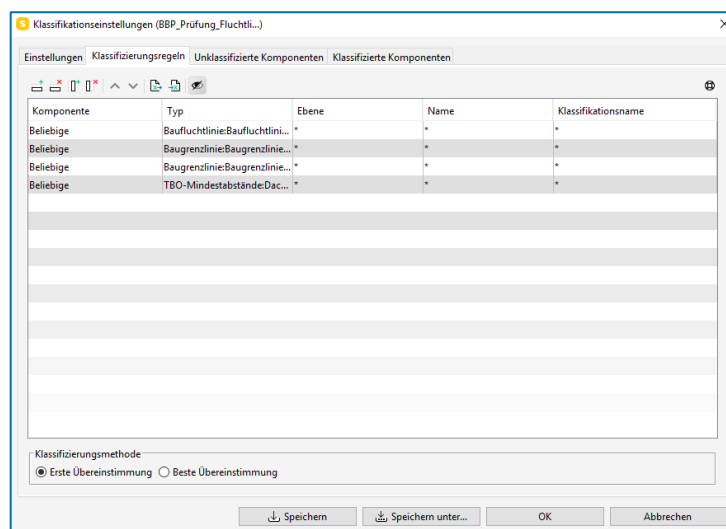


Abbildung 7.32: Klassifikation von Fluchtlinien, Bauweisen und TBO-Mindestabständen in Solibri.

Anschließend wird innerhalb des *Ruleset Managers* ein neuer Regelsatz erstellt sowie die allgemeine Überschneidungsregel aus der Solibri Common Rules Bibliothek per Drag and Drop hinzugefügt (*Datei – Ruleset Manager – Neuer Regelsatz – Allgemeine Überschneidungsregel*).

Komponente 1 der zu überprüfenden Komponenten betrifft das REM und umfasst die vorab klassifizierte Inhalte – die entsprechende Klassifikation kann über die Spalte *Eigenschaft* ausgewählt werden. In der Spalte *Wert* werden die klassifizierte Typen angeführt.

Die zweite Komponente betrifft das BAM – durch Einbeziehung aller Modellinhalte kann das gesamte BAM gegen – im Zuge der Klassifikation – ausgewählte REM-Inhalte geprüft werden. Nachfolgende Abbildung zeigt die diesbezügliche Regelkonfiguration.

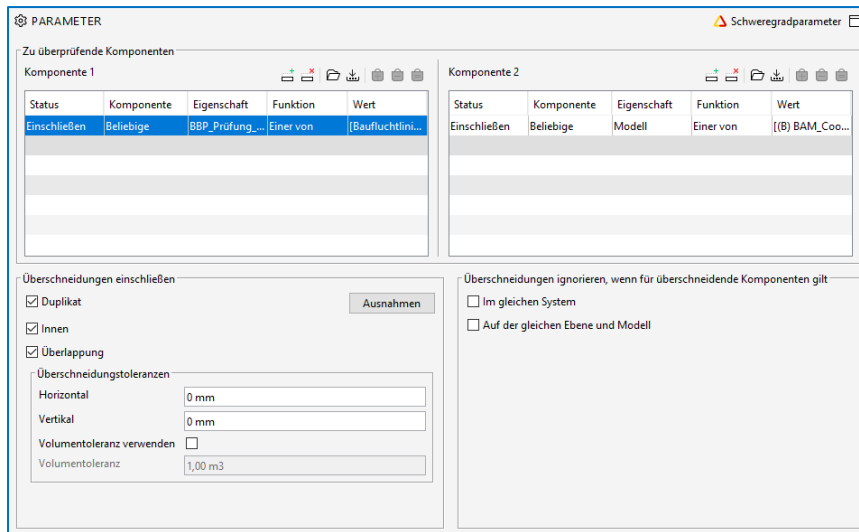


Abbildung 7.33: Allgemeine Überschneidungsregel Fluchtlinien, Bauweisen und Mindestabstände.

REM und BAM können so gezielt gegeneinander abgeglichen werden – Kollisionen innerhalb der einzelnen Modelle bleiben außer Betracht. Dies reduziert die Anzahl der detektierten Probleme auf die, für die Prüfung des BBPs, relevanten Inhalte. Mögliche Überschneidungen innerhalb des BAMs – bspw. zwischen Lüftungskanälen und Unterzügen etc. – spielen für die BBP-Prüfung keine Rolle und werden aus Effizienzgründen nicht weiter betrachtet. SOL/1 erlaubt zudem eine benutzerdefinierte Einstellung der Überschneidungstolerenzen.

Um beide Modelle entsprechend der definierten Prüfregel gegeneinander abzugleichen, wird der erstellte Regelsatz innerhalb des Reiters *Überprüfen* hinzugefügt und anschließend mittels Auswahl von *Modell überprüfen* ausgeführt.

Abbildung 7.34 zeigt exemplarisch die Überschneidung zweier Baugrenzlinien sowie der, als schräge Ebene definierten TBO-Mindestabstände, mit den giebelseitigen Dachflächen des BAMs. Mehrere der übrigen identifizierten Überschneidungen sind als redundant zu betrachten, da es sich um Bauteile (z.B. Balken) innerhalb der Dachflächen handelt. Darüber hinaus werden Überschneidungen mit untergeordneten Bauteilen ebenfalls einbezogen, obwohl diese i.d.R. nicht berücksichtigt werden müssen.

Für eine praktische Umsetzung bietet es sich daher an, das BAM auf die wesentlichen, für eine Prüfung des BBPs relevanten, Inhalte zu reduzieren. Dies kann etwa über die Definition innerhalb einer entsprechenden Modellierrichtlinie sowie zugehörigen MVD – bspw. in einer weiterführenden wissenschaftlichen Arbeit – erreicht werden.

Die identifizierten Kollisionen können anschließend im BCF markiert, beschrieben und auf diesem Wege mit dem Antragsteller kommuniziert werden.

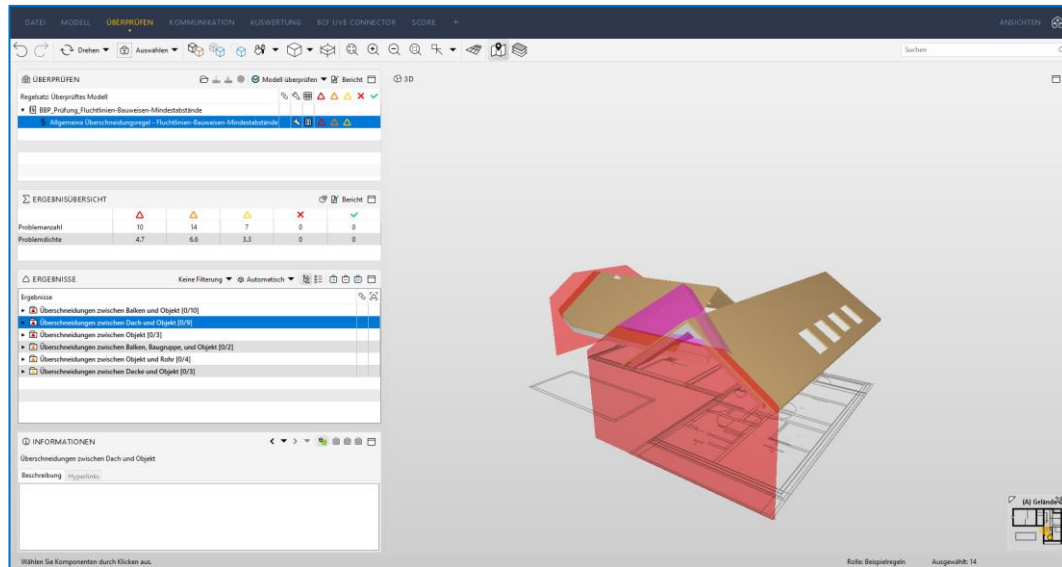


Abbildung 7.34: Prüfung von Fluchtlinien, Bauweisen und Mindestabständen mit SOL/1.

Nutzflächen und Baudichten

Die Auswertung der Nutzflächen und Baudichten wird im Zuge einer semantischen Prüfung realisiert. Die entsprechenden BBP Inhalte sind in nachfolgender Tabelle dargestellt – die genannte Prüfregele wird im weiteren Verlauf erläutert.

Tabelle 7.4: Prüfung von Nutzflächen und Baudichten in Solibri.

BBP Inhalte	Prüfung			Prüfregele
	geom.	sem.	man.	
NUTZFLÄCHEN/BAUDICHTEN				
§ 56 (3) Nutzfläche		x	x	SOL/231
§ 61 (5) Nutzflächendichte		x	x	SOL/231
§ 61 (2) Baumassendichte		x	x	SOL/231
§ 61 (4) Bebauungsdichte		x	x	SOL/231
§ 61 (4) Bebauungsdichte (auch unterirdisch)		x	x	SOL/231
BAUPLATZGRÖßEN				
§ 56 (3) höchstzulässige Bauplatzgröße				

Die Vorgehensweise bleibt dabei weitestgehend unverändert. In einem ersten Schritt werden daher zunächst die relevanten Inhalte aus REM und BAM entsprechend klassifiziert. Konkret betrifft dies das REM-Familienmodell (enthält Psets bzgl. BBP-Anforderungen), das Projektkörper-Modell der BAM-Baumasse (enthält Pset bzgl. Baudichten) sowie die innerhalb des BAMs definierten Räume (enthalten Psets bzgl. Nutzflächen und Nutzflächendichte).

Dieses Vorgehen setzt eine ordnungsgemäße Modellierung und Bezeichnung der Inhalte innerhalb des BAMs voraus. Werden etwa einzelne Nutzflächen nicht als Räume erfasst, so bleiben diese bei der Prüfung möglicherweise unberücksichtigt.

Nachfolgende Abbildung zeigt die nach Typen klassifizierten REM und BAM Inhalte bezüglich der Prüfung der erforderlichen Nutzflächen und Baudichten.

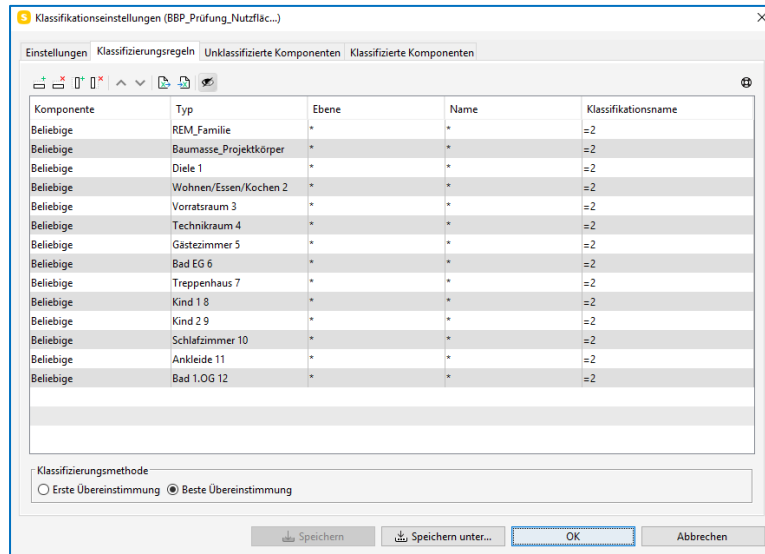


Abbildung 7.35: Klassifikation bezüglich Nutzflächen und Baudichten in Solibri.

Im Folgenden wird exemplarisch die regelbasierte Prüfung der BMD beschrieben – die übrigen semantischen Inhalten können auf analoge Weise überprüft werden. Innerhalb des Ruleset Managers wird hierfür ein weiterer Regelsatz erstellt sowie die Regel SOL/231 (Vergleich zwischen Eigenschaftswerten) hinzugefügt. Als *zu überprüfende Komponente* wird das vorab klassifizierte REM-Familienmodell gewählt, als Zielwert die innerhalb des entsprechenden Psets definierte Höchstfestlegung der Baumassendichte. Da das REM-Familienmodell als IfcSpace exportiert wurde, kann die Verknüpfung mit der *zu vergleichenden Komponente* über die Auswahl „Gleicher Raum“ erfolgen. Die verglichene Komponente entspricht dem ebenfalls klassifizierten Baumasse-Projektkörper, die verglichene Komponenteneigenschaft der BAM-Baumassendichte.

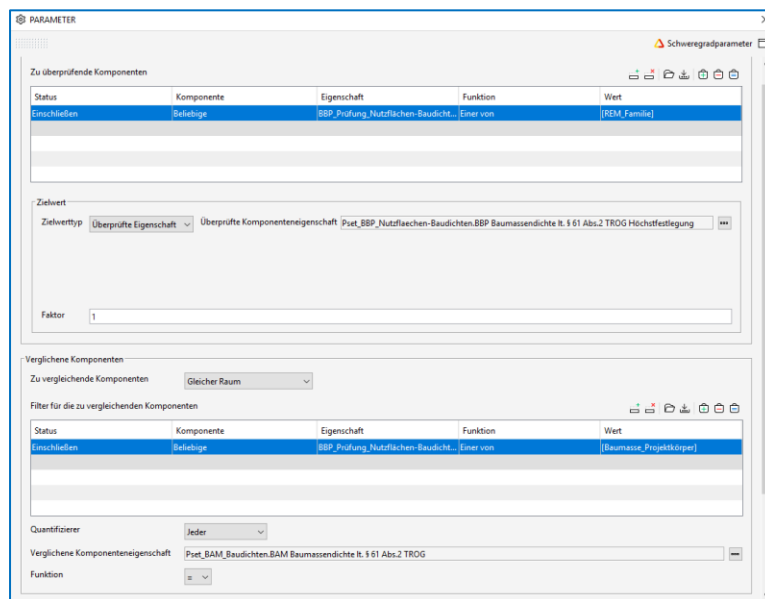


Abbildung 7.36: Regelkonfiguration von SOL/231 zur Prüfung der BMD.

Die Höchsthfestlegung der BMD liegt bei 2,69 – jene des BAMs bei 1,49. Die Vorgabe des BBPs wird somit erfüllt – bei ordnungsgemäßer Ausführung der Regel mit der Funktion (\geq) erscheint folglich keine Problemmeldung. Um die erstellte Regel vollständig auf deren Funktion zu überprüfen, wird daher als Kontroll-Funktion ($=$) gewählt. Bei erneuter Ausführung der Regel wird die nicht idente BMD erkannt und entsprechend nachfolgender Abbildung als Problem ausgegeben.

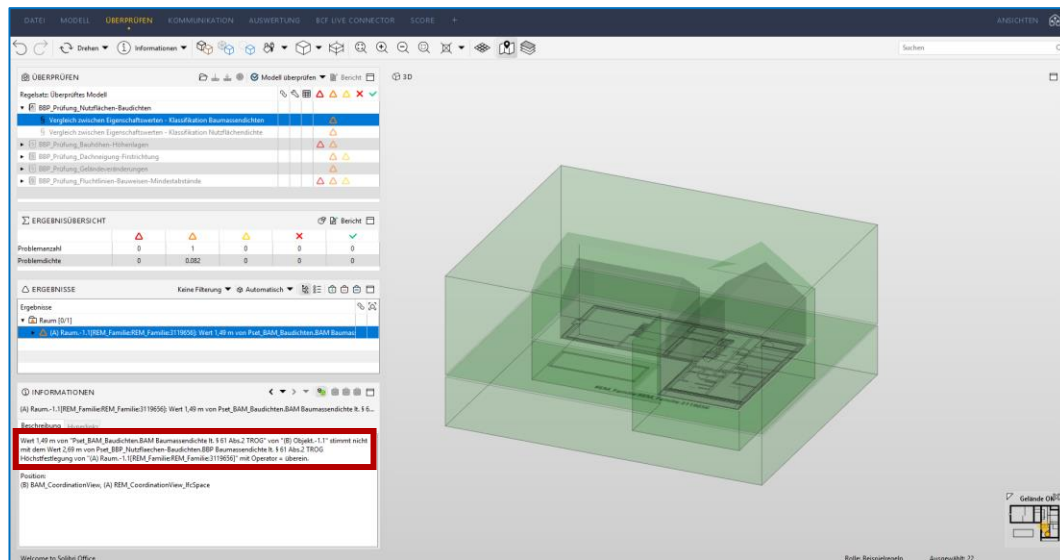


Abbildung 7.37: Kontrollprüfung der BMD mittels SOL/231.

Dieses Vorgehen setzt – wie bereits erwähnt – eine vollständige und fehlerfreie Bezeichnung sowie Wertebelegung der Psets im BAM voraus. Wird ein Pset falsch benannt, kann dieses von SOL/231 nicht identifiziert und folglich nicht geprüft werden, während bei einer fehlerhaften Wertebelegung eine Abweichung von einzuhaltenden BBP-Vorgaben übersehen wird. Werden beispielsweise von den Einreichenden – unbewusst oder bewusst – nicht alle relevanten Räume in die Nutzflächenberechnung einbezogen, stimmt die hinterlegte Nutzfläche nicht mit der Realität überein. Da die Verantwortlichkeit einer BBP-konformen Prüfung beim zuständigen Sachverständigen liegt, ist dieser somit zumindest auf eine manuelle Plausibilitätsprüfung der hinterlegten Werte angewiesen.

Ein diesbezüglicher Vorteil in Solibri ist die Möglichkeit zur Visualisierung der entsprechenden Elemente. Räume und Baumassen können gefiltert angezeigt, deren hinterlegte Flächen und Volumina ggf. mit den in Solibri integrierten Messwerkzeugen auf Plausibilität kontrolliert werden.

Bauhöhen und Höhenlage

Die Überprüfung der Bauhöhen und Höhenlage des BAMs erfolgt – analog zu den Fluchtlinien, Bauweisen und TBO-Mindestabständen – in Form einer geometrischen Prüfung anhand der Prüfregel SOL/1. Die geforderten Höhen werden innerhalb des REMs über entsprechende Volumenkörper definiert.

Im Fall einer *Mindestfestlegung* ist eine Berührung oder Überschneidung des Volumenkörpers durch das BAM erforderlich, da dieses zumindest die, durch den Volumenkörper definierte Höhe aufweisen muss. Eine Einhaltung der Mindestfestlegung äußert sich daher

in einem positiven Ergebnis der allgemeinen Überschneidungsregel und damit einer festgestellten Kollision des BAMs mit dem, die Mindesthöhe vorgebenden, Volumenkörper.

Eine *Höchstfestlegung* hingegen stellt eine obere Begrenzung dar, welche durch das BAM höchstens berührt, nicht jedoch überschritten werden darf. Unter Anwendung von SOL/1 ist daher lediglich eine Berührung des begrenzenden Volumenkörpers durch das BAM zulässig.

Sofern eine *zwingende Festlegung* vorliegt, muss das BAM eine konkret definierte Höhenlage aufweisen – eine Unter- bzw. Überschreitung ist nicht zulässig. Dies entspricht unter erneuter Anwendung von SOL/1 wiederum einer Berührung. Die Tiefe einer möglichen Überschneidung kann im Ergebnis ausgelesen werden.

Tabelle 7.5: Prüfung von Bauhöhen und Höhenlagen in Solibri.

BBP Inhalte	Prüfung			Prüfregel
	geom.	sem.	man.	
BAUHÖHEN/HÖHENLAGE				
§ 62 (1) oberster Gebäudepunkt Mindestfestlegung	x			SOL/1
§ 62 (1) oberster Gebäudepunkt Höchstfestlegung	x			SOL/1
§ 62 (1) oberster Gebäudepunkt zwingende Festlegung	x			SOL/1
§ 62 (1) oberster Punkt sonstiger baulicher Anlagen Mindestfestlegung	x			SOL/1
§ 62 (1) oberster Punkt sonstiger baulicher Anlagen Höchstfestlegung	x			SOL/1
§ 62 (1) oberster Punkt sonstiger baulicher Anlagen zwingende Festlegung	x			SOL/1
§ 62 (2) Wandhöhe Mindestfestlegung	x			SOL/1
§ 62 (2) Wandhöhe Höchstfestlegung	x			SOL/1
§ 62 (2) Wandhöhe zwingende Festlegung	x			SOL/1
§ 62 (1) oberer Wandabschluss Mindestfestlegung	x			SOL/1
§ 62 (1) oberer Wandabschluss Höchstfestlegung	x			SOL/1
§ 62 (1) oberer Wandabschluss zwingende Festlegung	x			SOL/1
§ 62 (2) Höhe OK Rohdecke oberstes unterirdisches Geschoß Mindestfestlegung	x			SOL/1
§ 62 (2) Höhe OK Rohdecke oberstes unterirdisches Geschoß Höchstfestlegung	x			SOL/1
§ 62 (2) Höhe OK Rohdecke oberstes unterirdisches Geschoß zwingende Festlegung	x			SOL/1
§ 62 (4) Oberirdische Geschoße Mindestfestlegung	x			SOL/1
§ 62 (4) Oberirdische Geschoße Höchstfestlegung	x			SOL/1
§ 62 (4) Oberirdische Geschoße zwingende Festlegung	x			SOL/1
§ 62 (1) Höhenbezugspunkt				

Eine vorab durchgeführte Klassifikation der entsprechenden Bauteile erlaubt zudem eine gezielte Prüfung der relevanten Inhalte. So kann beispielsweise die Rohdecke des obersten, unterirdischen Geschoßes – entsprechend klassifiziert – gezielt auf Überschneidungen mit der entsprechenden Höhenlage des REMs abgeglichen werden.

Im Zuge der gegenständlichen Arbeit wurde lediglich die Höhe des obersten Gebäudepunktes überprüft – die Prüfung der übrigen Höhenlagen gestaltet sich jedoch analog dazu.

Dachneigung und Firstrichtung

Tabelle 7.6: Prüfung von Dachneigung und Firstrichtung in Solibri.

BBP Inhalte	Prüfung			Prüfregel
	geom.	sem.	man.	
DACHNEIGUNG/FIRSTRICHTUNG				
§ 56 (3) Dachneigung in Grad Mindestfestlegung		x		SOL/231
§ 56 (3) Dachneigung in Grad Höchstfestlegung		x		SOL/231
§ 56 (3) Dachneigung in Grad zwingende Festlegung		x		SOL/231
§ 56 (3) Firstrichtung			x	
§ 56 (3) kombinierte Festlegung: Firstrichtung und Dachneigung		x	x	SOL/231

Die Überprüfung der Dachneigung kann mittels einer semantischen Prüfung realisiert werden, da die Neigung der Dachflächen des BAMs bereits innerhalb der Bauteilattribute (*Be-maßungen – Neigung*) hinterlegt ist. Die Vorgabe des BBPs wurde mittels eines Psets in das REM-Familienmodell integriert. Als Prüfregel dient – analog zur Prüfung der Nutzflächen und Baudichten – SOL/231. Auch die Vorgehensweise bleibt unverändert. So werden zunächst die Dachflächen des BAMs sowie das REM-Familienmodell entsprechend klassifiziert und anschließend innerhalb von SOL/231 gegeneinander abgeglichen.

Nachfolgende Abbildung zeigt die entsprechende Regelkonfiguration von SOL/231.

Abbildung 7.38: Regelkonfiguration von SOL/231 zur Prüfung der Dachneigung.

Da es sich um eine zwingende Festlegung einer Dachneigung von 35° handelt, wird als Funktion (=) gewählt. Bei anschließender Ausführung der Regel liefert Solibri jedoch eine unerwartete Problemmeldung, da die Dachneigung des BAMs aus nicht nachvollziehbaren Gründen inkorrekt (2005° anstelle von 35°; s. *Abbildung 7.39*) ausgelesen wird.

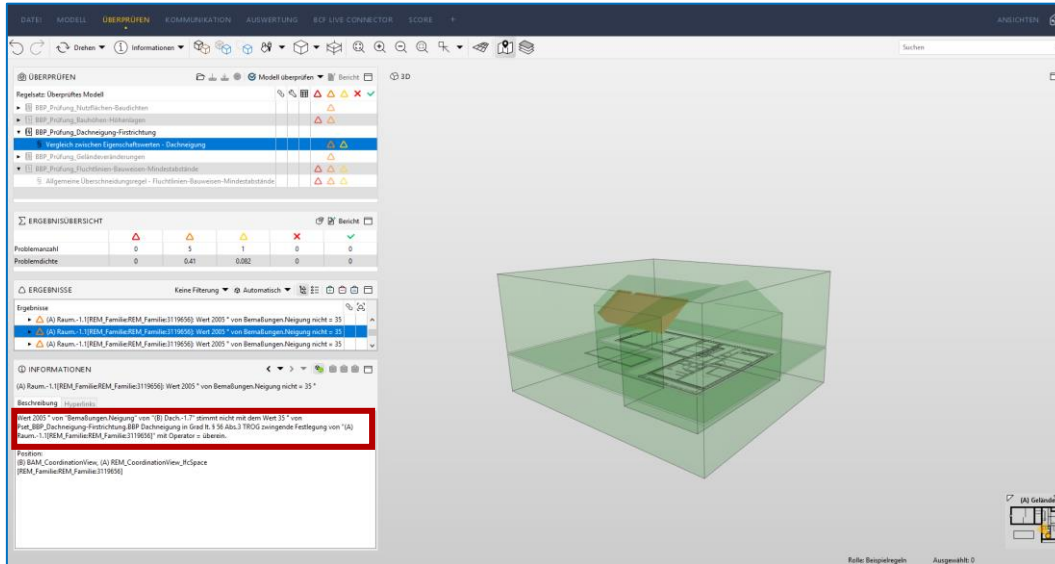


Abbildung 7.39: Prüfung der Dachneigung mittels SOL/231.

Da die Hintergrundprozesse der Regelprüfung aufgrund der Mischform aus Black- und White-Box-Methode (s. *Abbildung 2.15*) vom Anwender nicht eingesehen werden können, ist eine weiterführende Fehleranalyse an dieser Stelle nicht möglich. Die Verwendung von SOL/231 zur Prüfung der Dachneigung ist bei Behebung des Fehlers dennoch möglich.

Die Überprüfung der Firstrichtung gestaltet sich in manueller Ausführung am einfachsten. Solibri erlaubt diesbezüglich die Darstellung beider Modelle in einer orthogonalen Ansicht von oben, in welcher die Richtung der Dachfirste von REM und BAM visuell – ggf. unter Einsatz der vorhandenen Messwerkzeuge – gegeneinander abgeglichen werden kann.

Geländeänderungen

Da innerhalb des REMs mittels eines Abzugskörpers ein Spielraum für zulässige Geländeänderungen eingeräumt wurde, kann die Überprüfung dieser geometrisch auf Basis von SOL/1 erfolgen.

Tabelle 7.7: Prüfung von Geländeänderungen.

BBP Inhalte	Prüfung			Prüfregel
	geom.	sem.	man.	
GELÄNDEVERÄNDERUNGEN				
§ 56 (3) keine Geländeänderungen zulässig	x			SOL/1
§ 56 (3) Geländeänderungen eingeschränkt zulässig	x			SOL/1

Die Vorgehensweise im Hinblick auf Klassifikation und Regelkonfiguration gestaltet sich analog zur Prüfung der Fluchtlinien, Bauweisen und TBO-Mindestabstände. Nach Ausführung der Regel wird die bewusst Modellierete Überschneidung von Solibri erkannt und dem Anwender als Problem angezeigt (s. *Abbildung 7.40*).

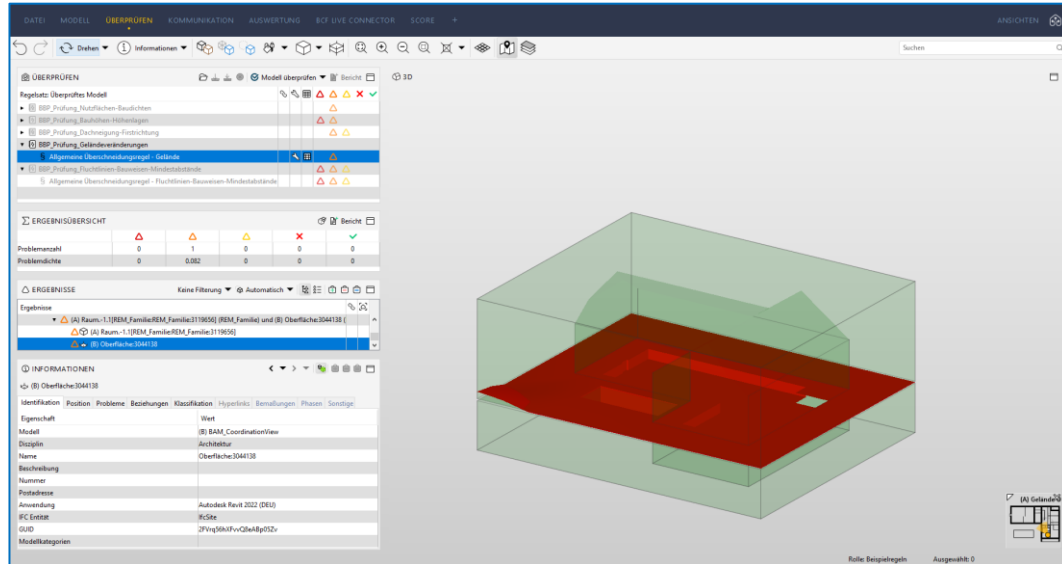


Abbildung 7.40: Prüfung von Geländeänderungen mittels SOL/1.

Ergänzende textliche Festlegungen

Tabelle 7.8: Prüfung von ergänzenden textlichen Festlegungen.

BBP Inhalte	Prüfung			Prüfregel
	geom.	sem.	man.	
ERGÄNZENDE TEXTLICHE FESTLEGUNGEN				
§ 56 (3) Bereich mit textlichen Festlegungen betreffend Fassadengestaltung, Dachlandschaften und dgl.			x	

Ergänzende textliche Festlegungen wurden innerhalb des REMs als textliche Anmerkung erfasst – diese kann innerhalb des entsprechenden Psets eingesehen werden. Da die Festlegungen häufig nicht mathematisch abbildbare, gestalterische Aspekte hinsichtlich Fassaden und Dachlandschaften betreffen, erscheint eine manuelle Prüfung mittels entsprechender Visualisierung am geeignetsten.

Nachfolgende Abbildung zeigt das innerhalb der REM-Familie integrierte Pset bezüglich ergänzender textlicher Festlegungen. Das zusätzlich in die Visualisierung einbezogene BAM erlaubt eine visuelle Überprüfung der gemachten Vorgaben – dies obliegt dem zuständigen Prüfsachverständigen.

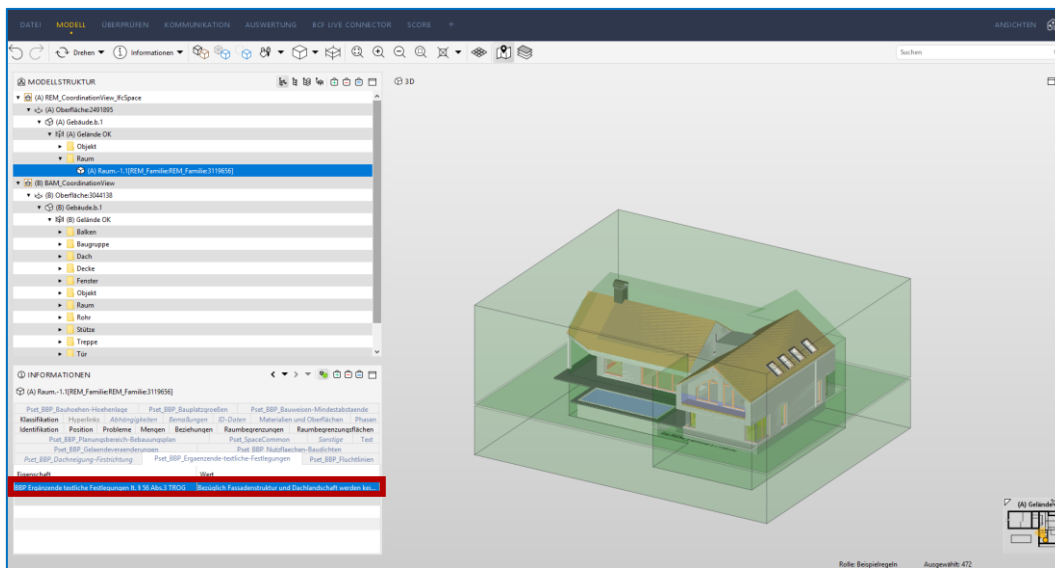


Abbildung 7.41: Als Psets integrierte, ergänzende textliche Festlegungen.

8 Zusammenfassung und Ausblick

Im Rahmen der vorhergehenden Kapitel wurden aktuell angewandte Baubewilligungsverfahren beschrieben, sowie deren momentaner und zukünftiger Stellenwert diskutiert. Es wurde festgestellt, dass trotz einiger Initiativen im Bereich der digitalen Einreichung, traditionell in Papierform eingereichte Bauansuchen im DACH-Raum nach wie vor den höchsten Stellenwert genießen. Die BIM-Einreichung befindet sich noch in der Entwicklungsphase, wird jedoch in anderen Staaten (z.B. Singapur) bereits seit einigen Jahren erfolgreich angeboten.

Abbildung 8.1 stellt den diesbezüglichen Status Quo im DACH-Raum veranschaulichend dar. Der Farbverlauf repräsentiert dabei den Stellenwert des Bewilligungsverfahrens zum jeweiligen Zeitpunkt. Daraus lässt sich erkennen, dass die digitale Einreichung lediglich als Brückentechnologie anzusehen ist und die Übergangsphasen von der traditionellen bis zu einer funktionierenden BIM-Einreichung abdeckt.

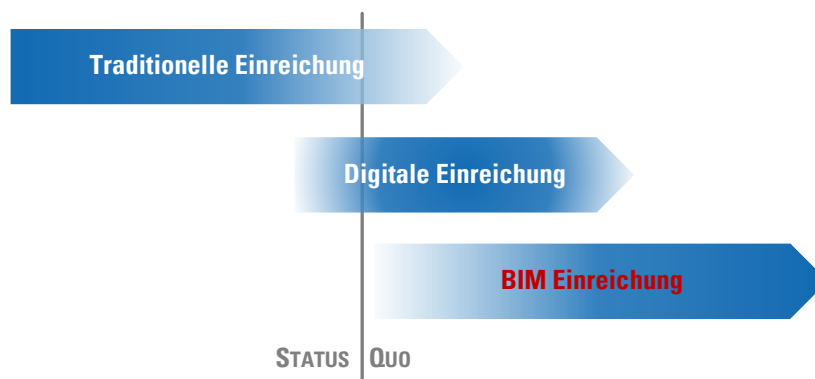


Abbildung 8.1: Status Quo aktuell angewandter Baubewilligungsverfahren. (In Anlehnung an [75])

Im Verlauf der kommenden Jahre ist daher zunächst mit einem stetigen Rückgang von traditionell in Papierform eingereichten Bauansuchen auszugehen, welcher aus einem zu erwartenden Zuwachs an digitalen Einreichinitiativen resultiert. Parallel dazu wird die BIM-Einreichung vorerst in Form einiger Pilotprojekte ihre praktische Umsetzbarkeit und Beweis stellen müssen. Dabei ist von einem iterativen Prozess auszugehen, welcher unter Umständen mit einer teilweisen Novellierung baurechtlicher Anforderungen einhergehen wird, was wiederum Auswirkungen auf bestehende Prozessabläufe der BIM-Einreichung hat. Sobald die erforderlichen Grundlagen geschaffen wurden, wird die BIM-Einreichung jedoch die digitale Einreichung ablösen und – bis auf wenige zu erwartende Ausnahmefälle – das alleinig vorherrschende Verfahren zur Bewilligung eines Bauvorhabens darstellen.

Im Zuge der Weiterentwicklung gibt es bereits zum jetzigen Zeitpunkt mehrere Initiativen zur Einbeziehung einer zukünftigen Schlüsseltechnologie – der sogenannten *Blockchain* (dt.: Blockkette) –, welche sich wie folgt definieren lässt:

„Die **Blockchain** ist ein rein verteiltes Peer-to-Peer-System von Hauptbüchern, das eine Softwarekomponente verwendet, die aus einem Algorithmus besteht, der den Informationsgehalt geordneter und verbundener Datenblöcke gemeinsam mit kryptographischen und Sicherheitstechnologien aushandelt, um dessen Integrität zu erreichen und zu erhalten.“ [76]

Bei der Blockchain handelt es sich also im Kern um die informationstechnologische Umsetzung eines dezentral geführten Hauptbuchs (engl.: *Distributed-Ledger-Technologie*; *DLT*) in Form eines Peer-to-Peer-Netzwerks. Ihr Ursprung findet sich im Bestreben nach einer dezentralisierten, digitalen Währung, welche ohne Finanzinstitution als Mittelsmann zur Validierung von Transaktionen auskommt. Das erste vollständig funktionsfähige Blockchain-System wurde erstmals 2008 in Form des Programmcodes der Kryptowährung Bitcoin veröffentlicht, welche über das Konsensverfahren *Proof of Work* (dt.: Arbeitsnachweis) die Integrität einer jeden Transaktion garantiert. Dabei wird jede Transaktion in Form eines sog. Blocks innerhalb des P2P-Netzwerks von dessen Nutzern bzw. Knoten (engl.: *Nodes*) durch das Lösen einer kryptographischen Rechenaufgabe validiert. Derjenige Nutzer, welcher die Aufgabe zuerst löst, erhält seine Entlohnung in Form neuer Bitcoins, wodurch die Währung einen fortlaufenden, jedoch endlichen Zuwachs erfährt – der diesbezügliche Prozess wird auch als *Mining* (dt.: Abbau bzw. Förderung) bezeichnet. Die validierte Transaktion wird zur Vermeidung von Mehrfachtransaktionen mit einem eindeutigen Zeitstempel versehen sowie abschließend als neuer Block an die Blockchain aller Nutzer angehängt. Das „Hauptbuch“ wird dadurch auf Basis eines Algorithmus integer fortgeführt, wobei eine vollständige Transparenz und Zurückverfolgbarkeit einer jeden Transaktion durch deren digitale Signatur mittels eines privaten Schlüssels (engl.: *private key*) durch den jeweiligen Nutzer stets gewährleistet ist. [77, 78]

Nachfolgende Abbildung veranschaulicht die wesentlichen Abläufe des Blockchain-Algorithmus, ausgehend von der Transaktionsanfrage bis zur abgeschlossenen Transaktion.

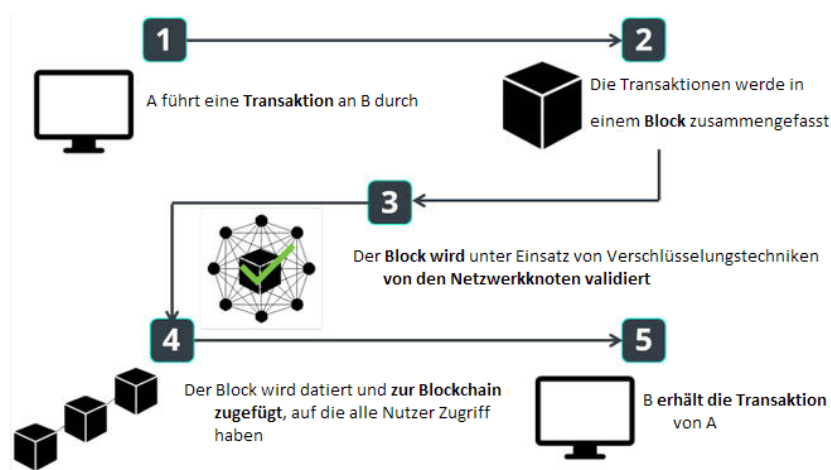


Abbildung 8.2: Schematische Funktionsweise des Blockchain-Algorithmus. [79]

Dabei ist das grundlegende Funktionsprinzip der Blockchain nicht auf die Ausführung von Finanztransaktionen beschränkt, sondern kann im Allgemeinen als *dezentrales Datenbankmanagementsystem* verstanden werden. Folglich ergibt sich eine Vielzahl möglicher Anwendungsfälle, welche jedoch stets die nachfolgend gelisteten Anforderungen erfüllen sollten, um die Verwendung einer Blockchain zu rechtfertigen. [80]

- *Mehrere beteiligte Parteien*
- *Datenaustausch zwischen den Parteien*
- *Vertrauensproblem und Interessenskonflikte der Parteien*
- *Gewünschter Ausschluss einer Drittpartei*
- *Verschiedene Berechtigungen der Parteien*
- *Weitgehend standardisierter Ablauf des Anwendungsfalls*
- *Wunsch nach nachvollziehbarer und unveränderlicher Datenspeicherung*

Dies legt eine Anwendung innerhalb des Baubewilligungsverfahrens nahe, welches sich durch einen parteiübergreifenden Austausch verschiedener Datensätze (z.B. Bauansuchen, Baubescheid, Fertigstellungsanzeige, etc.), häufig vorherrschenden Interessenskonflikte sowie einen weitgehend standardisierten Verfahrensablauf auszeichnet. Die Beteiligten (z.B. Bauwerber, Baubehörde, Stakeholder, etc.) verfügen im Verfahren über unterschiedliche Berechtigungen, profitieren jedoch einheitlich von einer unveränderlichen Datenspeicherung sowie dem Ausschluss einer Drittpartei. Eine Implementierung der Blockchain-Technologie als zentrales Element zur Verfahrensabwicklung bietet folglich ein erhebliches Potential, die Komplexität des Baubewilligungsverfahrens zu reduzieren sowie die Transparenz für alle Beteiligten nachhaltig zu steigern.

Auf eine konkrete Umsetzung dieses Ansatzes wird im Zuge dieser Arbeit jedoch nicht weiter eingegangen. Die obigen Ausführungen verfolgen lediglich den Zweck einer thematischen Einführung und bilden zudem den Ausgangspunkt für weiterführende Forschungsarbeiten auf dem Gebiet digitaler Baubewilligungsverfahren. Nachfolgend werden diesbezüglich seitens des Autors einige Vorschläge genannt, welche als inhaltlicher Anreiz für zukünftige Bachelor- und Masterarbeiten sowie mögliche Dissertationen herangezogen werden können:

- *Einsatz der Blockchain-Technologie im Baubewilligungsprozess*
- *Implementierung einer IFC-basierten Prüfsoftware in ein Baueinreichportal*
- *Teilautomatisierte Abbildung der Raumordnung mittels BIM*
- *Entwicklung einer behördlichen Modellerrichtlinie für das Bauantragsmodell*
- *Entwicklung einer BIM-basierten Katastralmappe*
- *Integration von BIM in Geoinformationssysteme*
- *Entwicklung eines BIM-basierten Stadtmodells*

„Wissenschaftliche Forschung läuft immer darauf hinaus, dass es plötzlich mehrere Probleme gibt, wo es früher ein einziges gegeben hat.“ – NORMAN MAILER

Literaturverzeichnis

- [1] *Wedenig, J.*: BIM: Miteinander zum Erfolg, 2017, <https://www.bausoft.at/blog/bim-miteinander-zum-erfolg> [Zugriff am: 10.02.2021].
- [2] *Borrmann, A.; König, M.; Koch, C. et al.*: Building Information Modeling. Springer Fachmedien Wiesbaden, Wiesbaden, 2015.
- [3] *Austrian Standards Institute*: Building Information Modeling (BIM). Austrian Standards, 2021, <https://www.austrian-standards.at/de/themengebiete/bau-immobilien/building-information-modeling> [Zugriff am: 21.01.2021].
- [4] *Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur*: Stufenplan digitales Planen und Bauen – Einführung moderner, IT-gestützter Prozesse und Technologien bei Planung, Bau und Betrieb von Bauwerken, Berlin Ausgabe Dezember 2015.
- [5] ÖNORM A 6241-2:2015-07-01.
- [6] *Eichler, C.C.*: BIM Leistungsbilder für Hoch- und Tiefbau. buildingSMART Austria Ausgabe September 2019.
- [7] *Eichler, C.C.*: Auftraggeberinformationsanforderung AIA. buildingSMART Austria Ausgabe September 2019.
- [8] *Curschellas; Eichler*: BIM Regelwerk – AIA Auftraggeberinformationsanforderung BAP BIM-Projektentwicklungsplan. buildingSMART Austria, Building SMART Switzerland.
- [9] *Borrmann, A.; Elixmann, R.; Eschenbruch, K. et al.*: BIM4INFRA2020 – Teil 1 - Grundlagen und BIM-Gesamtprozess Ausgabe 2019.
- [10] *Redshift by Autodesk*: Der BIM-Stufenplan – wie Deutschland sich vernetzt, 2019, <https://redshift.autodesk.de/bim-stufenplan/> [Zugriff am: 09.03.2021].
- [11] *HENGESBERGER, A.*: Was ist Building Information Modeling (BIM) und welche Veränderungen bringt es mit sich?, 2021, <https://www.lead-innovation.com/blog/building-information-modeling> [Zugriff am: 04.02.2021].
- [12] *BauNetz*: Welche Dimensionen hat ein BIM-Modell? BauNetz, 2021, <https://www.baunetzwissen.de/bim/fachwissen/modelle/welche-dimensionen-hat-ein-bim-modell-5269413> [Zugriff am: 11.02.2021].
- [13] *Daniotti, B.; Gianinetta, M.; Della Torre, S.*: Digital Transformation of the Design, Construction and Management Processes of the Built Environment. Springer International Publishing, Cham, 2020.
- [14] *BibLus*: Die Dimensionen des BIM: 3D, 4D, 5D, 6D, 7D - BibLus, 2018, <https://bib-lus.accasoftware.com/de/die-dimensionen-des-bim-3d-4d-5d-6d-7d/> [Zugriff am: 04.02.2021].
- [15] *Forth, K.*: BIM-integrierte Ökobilanzierung. München, TUM, Masterarbeit, 2017.
- [16] *CentreLine Studio LLP*: BIM Standards, 2019, <https://centrelinestudio.com/bim-standards/> [Zugriff am: 15.01.2021].
- [17] *Hausknecht, K.; Liebich, T.*: BIM-Kompodium – Building Information Modeling als neue Planungsmethode. Fraunhofer IRB Verlag, Stuttgart, 2016.

- [18] *BIMpedia*: LOD – Level Of Development, 2021, https://www.bimpedia.eu/-/1005-lod-___-level-of-development [Zugriff am: 22.01.2021].
- [19] *Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur*: Handreichungen BIM-Fachmodelle und Ausarbeitungsgrad. Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur Ausgabe 2019.
- [20] ÖNORM EN ISO 19650-1:2019-04-15.
- [21] *Krischmann, T.; Urban, H.; Schranz, C.*: Entwicklung eines openBIM-Bewilligungsverfahrens. In: *Bauingenieur* 2020 (2020), Heft 95, S. 335-344.
- [22] *buildingSMART Technical*: IFC Schema Specifications - buildingSMART Technical, 2021, <https://technical.buildingsmart.org/standards/ifc/ifc-schema-specifications/> [Zugriff am: 27.02.2021].
- [23] *Exenberger, H.*: Entwicklung eines digitalen parametergestützten Baugrundmodells – Konzeptentwicklung und Anwendungsbeispiel. Innsbruck, Universität Innsbruck, Masterarbeit, 2020.
- [24] *BauNetz_Wissen*: IFC der offene Standard für BIM-Modelle, 2021, <https://www.bau-netzwissen.de/bim/fachwissen/standardisierung/ifc-der-offene-standard-fuer-bim-modelle-5288161> [Zugriff am: 18.01.2021].
- [25] *buildingSMART international*: IFC4 Documentation – IfcDoor. buildingSMART international, 2021, https://standards.buildingsmart.org/IFC/RELEASE/IFC4/ADD2_TC1/HTML/ [Zugriff am: 13.05.2021].
- [26] *buildingSMART international*: IFC4 ADD2 TC1 - 4.0.2.1 – Entities (776). buildingSMART international, 2021, https://standards.buildingsmart.org/IFC/RELEASE/IFC4/ADD2_TC1/HTML/link/alphabeticalorder-entities.htm [Zugriff am: 01.08.2021].
- [27] *buildingSMART international*: Model View Definitions (MVD) - An Introduction, 2021, <https://technical.buildingsmart.org/standards/ifc/mvd/> [Zugriff am: 14.05.2021].
- [28] *BauNetz*: Beschreibung von Modellansichtsdefinitionen mit MVD. BauNetz, 2021 [Zugriff am: 01.08.2021].
- [29] *buildingSMART Technical*: MVD Database, 2021, <https://technical.buildingsmart.org/standards/ifc/mvd/mvd-database/> [Zugriff am: 01.08.2021].
- [30] *Planen Bauen 4.0*: BIM-basierter Bauantrag – Abschlussbericht. Planen Bauen 4.0 Ausgabe 2020.
- [31] *Eastman, C.; Lee, J.; Jeong, Y. et al.*: Automatic rule-based checking of building designs. In: *Automation in Construction* 18 (2009), Heft 8, S. 1011-1033. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2009.07.002>.
- [32] *Preidel, C.F.D.*: Automatisierte Konformitätsprüfung digitaler Bauwerksmodelle hinsichtlich geltender Normen und Richtlinien mit Hilfe einer visuellen Programmiersprache. München, Technische Universität München, Dissertation, 2020.
- [33] *Solibri Inc.*: Solibri Model Checker – so geht's. Solibri Inc. Ausgabe 2018.
- [34] *Solibri Inc.*: Solibri API (BETA). Solibri Inc., 2021, <https://solibri.github.io/Developer-Platform/> [Zugriff am: 24.04.2021].
- [35] *A-NULL Bausoftware*: Solibri – A-NULL Regelsets. A-NULL Bausoftware, 2021, <https://www.a-null.com/solibri> [Zugriff am: 24.04.2021].
- [36] *Bertagnolli, F.*: Lean Management – Einführung und Vertiefung in die japanische Management-Philosophie. Springer Fachmedien Wiesbaden, Wiesbaden, 2018.

- [37] *Erne, R.*: Lean Project Management – Wie man den Lean-Gedanken im Projektmanagement einsetzen kann. Springer Fachmedien Wiesbaden, Wiesbaden, 2019.
- [38] *Ohno, T.*: Toyota Production System – Beyond Large-Scale Production. Taylor & Francis, 1988.
- [39] *Toyota Housing*: Home Page - Toyota Housing, 2020, <https://toyotahousing-id.com/en/> [Zugriff am: 03.03.2021].
- [40] *Spieth, D.; Hermes, M.; Berner, F.*: Wechselwirkungen zwischen Lean Construction und der Arbeitsmethode BIM am Beispiel der BIM-Anwendungsfälle Visualisierung und Bauablaufmodellierung. In: *Bauingenieur* 91 (2016), Heft 11, S. 466-472. <https://doi.org/10.37544/0005-6650-2016-11-64>.
- [41] *Picot, A.; Wolff, B.*: Zur ökonomischen Organisation öffentlicher Leistungen – Lean Management im öffentlichen Sektor? In: *Naschold, F.; Pröhl, m.* (Hrsg.): Produktivität öffentlicher Dienstleistungen, Bd. 1. Dokumentation eines wissenschaftlichen Diskurses zum Produktivitätsbegriff. Bertelsmann Stiftung, Gütersloh, 1994, S. 51-120.
- [42] *Stöbe-Blossey, S.*: Schlanke Verwaltung (Lean Administration). In: *Blanke, B.; Bandemer, S.* von; *Nullmeier, F. et al.* (Hrsg.): Handbuch zur Verwaltungsreform. Leske + Budrich, Opladen, S. 262-279.
- [43] *Laqua, I.* Mit Lean Administration Prozesse verschlanken [online] – Lean Administration reduziert die Komplexität von Verwaltungsprozessen und macht Prozesse effizienter. In: *b-wise*, 2018 [Zugriff am: 18.03.2021], <https://www.business-wissen.de/artikel/verwaltung-mit-lean-administration-prozesse-verschlanken/>.
- [44] *Lampert, S.*: Baubewilligung in Österreich – Vom Bauantrag bis zur Fertigstellung, + Bau, Austrian Standards plus GmbH, Wien, 2019.
- [45] *oesterreich.gv.at - Österreichs digitales Amt*: Bauverfahren – Baubewilligung – Allgemeine Informationen, 2021, https://www.oesterreich.gv.at/themen/bauen_wohnen_und_umwelt/bauen/Seite.2260300.html [Zugriff am: 13.02.2021].
- [46] *oesterreich.gv.at - Österreichs digitales Amt*: Baurecht und Bauordnungen, 2021, https://www.oesterreich.gv.at/themen/bauen_wohnen_und_umwelt/bauen/Seite.2260200.html [Zugriff am: 13.02.2021].
- [47] *Rechtsinformationssystem des Bundes*: Technische Bauvorschriften 2016. Rechtsinformationssystem des Bundes, 2021.
- [48] *Stadtmagistrat Innsbruck*: Bauverfahren – Ein Informationsfolder der Abteilung Planung, Baurecht und technische Infrastrukturverwaltung Ausgabe 2021.
- [49] *Rechtsinformationssystem des Bundes*: Tiroler Bauordnung 2018 – TBO. Rechtsinformationssystem des Bundes, 2021.
- [50] *OIB*: OIB-Richtlinien 2019. Österreichisches Institut für Bautechnik, 2021, <https://www.oib.or.at/oib-richtlinien/richtlinien/2019> [Zugriff am: 17.02.2021].
- [51] *Schneiderbauer, L.*: Building Information Modeling im Brandschutz – Anwendungsmöglichkeiten digitaler Gebäudemodelle für den integralen Brandschutz in der Genehmigungsphase. Innsbruck, Universität Innsbruck, Masterarbeit, 2020.
- [52] *Rechtsinformationssystem des Bundes*: Tiroler Raumordnungsgesetz 2016 – TROG. Rechtsinformationssystem des Bundes, 2021.
- [53] *Riedl, M.*: *tiris* - Tiroler Rauminformationssystem. Land tirol, 2021, <https://www.tirol.gv.at/statistik-budget/tiris/> [Zugriff am: 25.02.2021].
- [54] *agindo interaktives marketing*: Planungsgrundlagen - Stadt Innsbruck – Gesetze, Verordnungen, Richtlinien und Leitfäden. Stadt Innsbruck, 2021,

- <https://www.innsbruck.gv.at/page.cfm?vpath=wohnen/planen--einreichen/planungsgrundlagen> [Zugriff am: 01.05.2021].
- [55] *Statistik Austria*: Tirol: Bewilligte neue Gebäude nach Quartalen von 2010 bis 2021. Statistik Austria Ausgabe 2021.
- [56] *Statistik Austria*: Baubewilligungen – Baubewilligte Wohnungen, 2021, https://www.statistik.at/web_de/statistiken/menschen_und_gesellschaft/wohnen/wohnungs_und_gebaeudeerrichtung/baubewilligungen/index.html [Zugriff am: 27.06.2021].
- [57] *Landesregierung Tirol*: Abteilung Bau- und Raumordnungsrecht – Wir stehen Ihnen in folgenden weiteren Angelegenheiten zur Verfügung, 2021, <https://www.tirol.gv.at/bauen-wohnen/bauordnung/> [Zugriff am: 07.10.2021].
- [58] *Wikipedia*: Stakeholder, 2021, <https://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Stakeholder&oldid=213823816> [Zugriff am: 14.07.2021].
- [59] *kufgem*: k5 Verfahren – Verfahren schnell und einfach abwickeln. kufgem, 2021, <https://www.kufgem.at/loesungen/kommunal/k5/k5-verfahren/> [Zugriff am: 29.04.2021].
- [60] *Bauamt Schulungsteam*: k5 Verfahren – Teil 1 - Grundstücksverwaltung. Kufgem GmbH Ausgabe 2020.
- [61] *Land Tirol - Abteilung Raumordnung und Statistik*: Flächenwidmungsplan, 2021, <https://www.tirol.gv.at/landesentwicklung/raumordnung/oertliche-raumordnung/flaewi/> [Zugriff am: 28.09.2021].
- [62] *Niederösterreich GESTALTE*: FAQ's - Niederösterreich GESTALTE(N) – Wie läuft das Verfahren der Baubewilligung ab?, 2021, <https://www.noe-gestalten.at/faqs/#1449774373937-308aaf24-26d2> [Zugriff am: 16.03.2021].
- [63] *Rechtsinformationssystem des Bundes*: Allgemeines Verwaltungsverfahrensgesetz 1991 – AVG. Rechtsinformationssystem des Bundes, 2021.
- [64] *Pallitsch, W.*: Die Rechtsstellung des Nachbarn in Bauverfahren – Kernfragen des Nachbarrechts im Licht der akuten Rechtsprechung. In: Schriftenreihe Recht & Finanzen für Gemeinden (2017).
- [65] *Südtiroler Informatik AG*: SUAP - Einheitsschalter für wirtschaftliche Aktivitäten – Bozen - Südtirol, 2021, https://www.provinz.bz.it/de/dienstleistungen-a-z.asp?bnsv_action=4&bnsv_psv_id=1028144&bnsv_svid=1028717#accept-cookies [Zugriff am: 10.06.2021].
- [66] *Südtiroler Gemeindenverband*: SUE - ESB Einheitsschalter für das Bauwesen, 2020, https://www.gvcc.net/de/SUE_-_ESB_Einheitsschalter_fuer_das_Bauwesen [Zugriff am: 10.06.2021].
- [67] *Bayerisches Staatsministerium für Wohnen, Bau und Verkehr*: Bauanträge zukünftig auch digital, 2021, <https://www.stmb.bayern.de/med/aktuell/archiv/2021/210207bauantragdigital/> [Zugriff am: 11.06.2021].
- [68] *Landratsamt Neustadt a.d. Waldnaab*: Bauantrag – Hinweise zum Assistenten, 2021, <https://formularserver->

bp.bayern.de/intelliform/forms/bayernportal/bayernportal/Ministerien/stmb/bauantrag_hauptassistent/index?caller=bpmzrgkobvgvt-din3bgqztszjvgi423hgvwphzqv6a7wec5c7mvyzqh xv4zb7uhjatdqss-vbg5anxyo67fcxsm3mgk7iiqwh42cb7vds lq5dgk5egu4ddm dmhiaejqhr t jplck-llukm55pvayhtassb6ukovbnp25yt6zlylvduedgptmdo-ryn5jund42pq6igaata6dd5zxvubnuymq5rfasw2aa5wpothwonoq8 [Zugriff am: 11.06.2021].

- [69] *Bayerische Staatskanzlei*: Verordnung über die digitale Einreichung bauaufsichtlicher Anträge und Anzeigen (Digitale Bauantragsverordnung – DBauV) Bauantragsverordnung – DBauV), 2021, <https://www.gesetze-bayern.de/Content/Document/BayD-BauV>true> [Zugriff am: 11.06.2021].
- [70] *Stadt Wien*: Bauverfahren digital einreichen, 2021, <https://www.wien.gv.at/wohnen/baupolizei/planen/digitale-baueinreichung.html> [Zugriff am: 11.06.2021].
- [71] *Mein Wien*: Baueinreichung - Mein Wien, 2021, <https://mein.wien.gv.at/Meine-Amtswege/Baueinreichung/> [Zugriff am: 11.06.2021].
- [72] *Singapore Government*: CORENET e-Information System. Singapore Government, 2021, <https://www.corenet.gov.sg/general/e-info.aspx> [Zugriff am: 06.01.2022].
- [73] *Digitales Wien*: BRISE-VIENNA – Gemeinsam planen und leben. Digitales Wien, 2021, <https://digitales.wien.gv.at/projekt/brisevienna/> [Zugriff am: 06.01.2022].
- [74] *Bodden, J.; Elixmann, R.; Eschenbruch, K.*: BIM-Leistungsbilder, 2. Auflage Ausgabe 2017.
- [75] *Theiler, M.*: BIM-basierter Bauantrag – Projektvorstellung. Universität Bochum, 2020, https://bim-bauantrag.blogs.ruhr-uni-bochum.de/wp-content/uploads/2020/04/001_Projektvorstellung.pdf [Zugriff am: 25.02.2021].
- [76] *Drescher, D.*: Blockchain Grundlagen – Eine Einführung in die elementaren Konzepte in 25 Schritten. MITP Verlags-GmbH & Co. KG, mitp Business, mitp, Frechen, 2017.
- [77] *Wikipedia*: Blockchain, 2022, <https://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Blockchain&oldid=221075839> [Zugriff am: 15.03.2022].
- [78] *Piska, C.; Neulinger, A.*: BIM in der Praxis – Digitalisierung & Recht. In: Plattform 4.0 (2018), Schrift 13, S. 71-77.
- [79] *CentralCharts*: Blockchain: Funktionsweise und Nutzung – Was ist eine Blockchain, 2018, <https://www.centralcharts.com/de/gm/1-lernen/1-kryptowahrung/42-trading/699-blockchain-funktionsweise-und-nutzung> [Zugriff am: 15.03.2022].
- [80] *Zavolokina, L.; Spychiger, F.; Schwabe, G.*: Leitfaden Blockchain in der kantonalen Verwaltung Zürich. Kanton Zürich Staatskanzlei, Zürich Ausgabe 2021.

Anhang A

- Gesamtprozess traditionelle Baueinreichung
- Gesamtprozess digitale Baueinreichung
- Gesamtprozess BIM Baueinreichung

6.3 Soll-Prozess - Gesamtprozesslandkarte digitale Baueinreichung

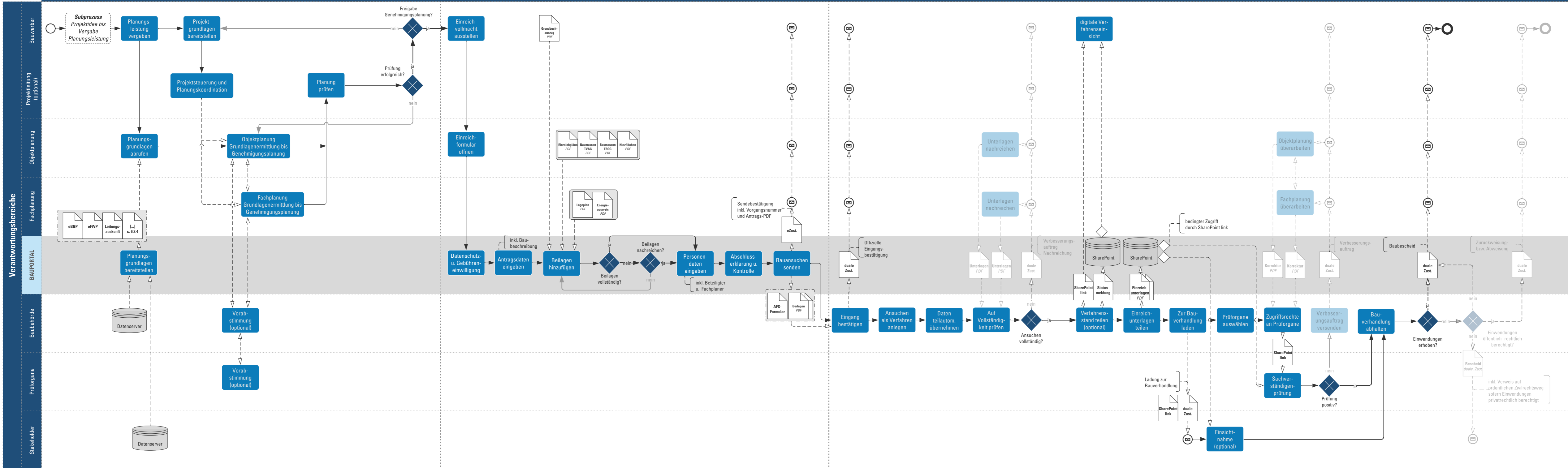
Planungsprozess (Projektidee - Genehmigungsplanung)

Einreichprozess

Bewilligungsprozess

Abkürzungslegende	
eBBP ...	elektronischer Bebauungsplan
eFWP ...	elektronischer Flächenwidmungsplan
eVMP ...	elektronischer Vermessungsplan
eZust ...	elektronische Zustellung
duale Zust ...	duale Zustellung
AFS ...	AFORMSOLUTION

Symbollegende	
○	Start
●	Zwischenereignis
⊙	Ende
Ⓜ	Nachricht
▭	Prozess
▭	Prozessschleife
◇	Entscheidung
📄	Daten u. Dokumente
🗄️	Datenserver
👥	Gruppe
📌	Anmerkung
→	Sequenzfluss
→	Daten-/Informationsfluss
→	Sequenzschleife
→	Daten-/Informationsschleife
◇	Bedinger Daten-/Informationsfluss

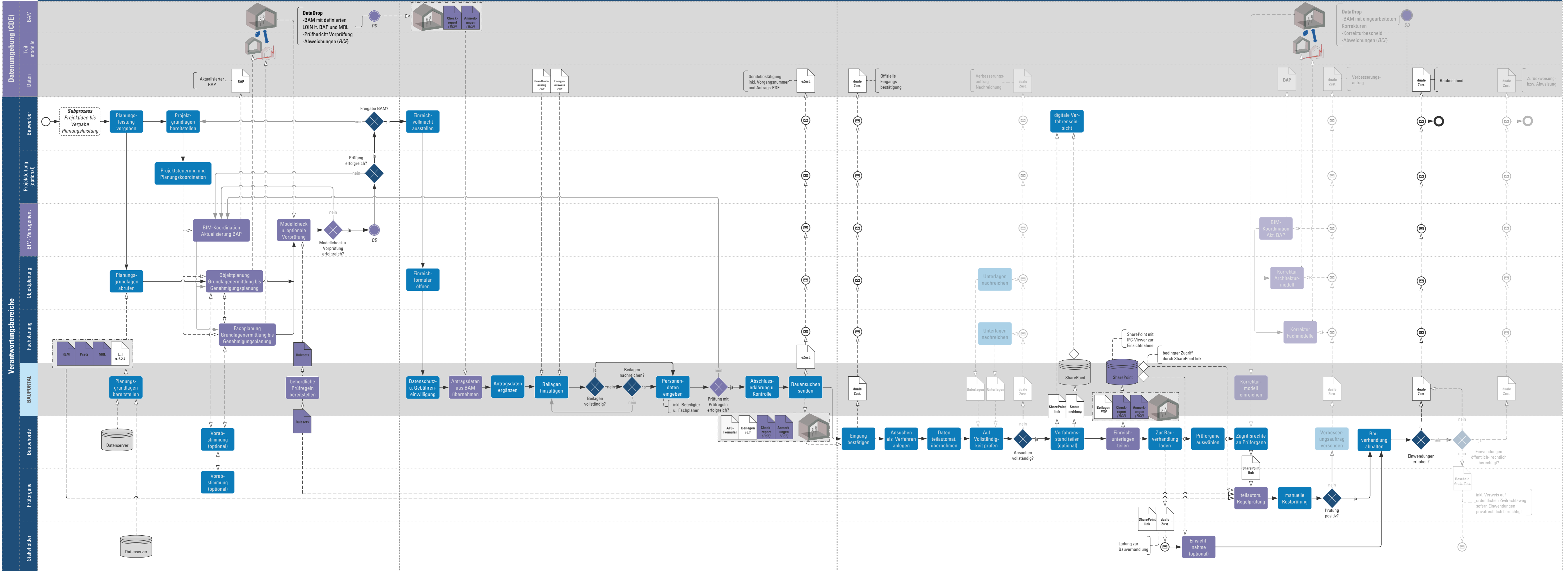


7.3 Soll-Prozess - Gesamtprozesslandkarte BIM-Baueinreichung

Planungsprozess (Projektidee - Genehmigungsplanung) | Einreichprozess | Bewilligungsprozess

Abkürzungslegende	
AFS ... AFORMSOLUTION	
BAM ... Bauantragsmodell	
BAP ... BIM Abwicklungsplan	
BCF ... BIM Collaboration Format	
CDE ... Common Data Environment	
DD ... Datadrop	
duale Zust. ... duale Zustellung	
eZust. ... elektronische Zustellung	
LOIN ... Level of Information Need	
MRL ... Modellierrichtlinie	
Pssets ... Propertysets	
REM ... Referenzmodell	

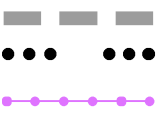



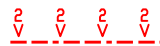







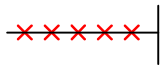
Symbollegende		
Start	Zwischenereignis	Ende
Nachricht	Prozess	BIM-Prozess
Prozessschleife	BIM-Prozessschleife	Entscheidung
BIM-Entscheidung	Daten u. Dokumente	BIM Daten u. Dokumente
Datenserver	Gruppe	Anmerkung
Sequenzfluss	Daten-/Informationsfluss	
Sequenzschleife	Daten-/Informationsschleife	
Bedinger Daten-/Informationsfluss		
Architektur- und Fachmodelle (auf BAM reduziert)		





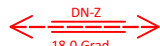



Anhang B

- Anlage 3 zur Plangrundlagen- und Planzeichenverordnung - Bebauungsplanung

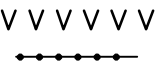
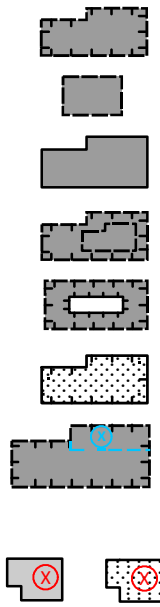
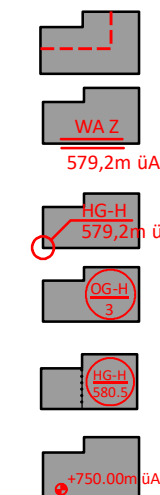

BEBAUUNGSPLANUNG

PLANZEICHEN	ERLÄUTERUNG
	<p>PLANUNGSBEREICH - BEBAUUNGSPLAN</p> <p>Abgrenzung Planungsbereich</p> <p>Abgrenzung verschiedener Geltungsbereiche für Bauvorschriften innerhalb des Planungsbereiches</p>
	<p>FLUCHTLINIEN</p> <p>§ 58 (1) Straßenfluchtlinie</p>
	<p>§ 59 (1) Baufluchtlinie <i>(gilt nur oberirdisch)</i></p>
	<p>§ 59 (2) Zwingende Baufluchtlinie <i>(gilt nur oberirdisch)</i></p>
	<p>§ 59 (2) Gestaffelte Baufluchtlinie für einen bestimmten Höhenabschnitt Zähler zur Definition des Höhenabschnitts <i>(Bsp.: ... gültig für Höhenabschnitt 2: 748 m ü.A. - 751 m ü.A)</i></p>
	<p>§ 59 (2) Absolute Baufluchtlinie <i>(gilt nur oberirdisch)</i> Baufluchtlinie zur Vermeidung einer Gefährdung durch Naturgefahren oder zur Gewährleistung eines Retentionsraums</p>
	<p>§ 59 (3) Baugrenzlinie</p>
	<p>§ 59 (3) zusätzlich auch unterirdisch gültige Baugrenzlinie</p>
	<p>ausschließlich unterirdisch gültige Baugrenzlinie</p>
	<p>§ 59 (3) Gestaffelte Baugrenzlinie <i>(Zähler zum Verweis auf den Höhenabschnitt, für den die Linie gilt)</i></p>
	<p>§ 59 (3) Zwingende Baugrenzlinie <i>(gilt nur oberirdisch)</i></p>
	<p>§ 59 (3) Absolute Baugrenzlinie <i>(gilt nur oberirdisch)</i> Baugrenzlinie zur Vermeidung einer Gefährdung durch Naturgefahren zur Gewährleistung eines Retentionsraums oder zur Erhaltung ökologisch besonders wertvoller Flächen</p> <p><i>die verschiedenen Sonderformen von Bauflucht- und Baugrenzlinien können miteinander kombiniert werden, sofern dem keine raumordnungsfachlichen Gründe entgegenstehen</i></p>
	<p>Hilfslinie zur Definition des Geltungsbereichs einer Bauflucht- oder Baugrenzlinie</p>
<p>BEBAUUNGSREGELN</p> <p>BAUWEISEN, TBO-MINDESTABSTÄNDE</p> <p>BW o</p> <p>BW k</p>  <p>BW g</p> <p>BW b</p> <p>BW b(+u)</p> <p>TBO 0,4</p>	<p>§ 60 (3) Offene Bauweise</p> <p>§ 60 (3) Gekuppelte Bauweise</p> <p>Festlegung der Grundstücksgrenze, an der das Zusammenbauen von Gebäuden zu erfolgen hat <i>(optional)</i></p> <p>§ 60 (2) Geschlossene Bauweise</p> <p>§ 60 (4) Besondere Bauweise</p> <p>§ 60 (4) Besondere Bauweise, Gebäudesituierungsfestlegungen gelten auch für unterirdische Gebäude</p> <p>§ 60 (1) Mindestabstand lt. TBO 2018 § 6 (1)</p> <p>§ 56 (3) Mindestabstand lt. TBO 2018 § 6 (1) a</p>

BEBAUUNGSPLANUNG

PLANZEICHEN	ERLÄUTERUNG	
NUTZFLÄCHE/BAUDICHTEN		
NF	§ 56 (3)	Nutzfläche
NFD	§ 61 (5)	Nutzflächendichte
BMD	§ 61 (2)	Baumassendichte
BBD	§ 61 (4)	Bebauungsdichte
BBD (+u)	§ 61 (4)	Bebauungsdichte, zusätzlich auch gültig für unterirdische Gebäude und Gebäudeteile <i>im Fall einer solchen Festlegung sind auch unterirdische Gebäude und Gebäudeteile in die Berechnung der bebauten Fläche miteinzubeziehen</i>
M		Mindestfestlegung
H		Höchstfestlegung
BAUPLATZGRÖßEN		
BP H nnn m ²	§ 56 (3)	höchstzulässige Bauplatzgröße
BAUHÖHEN/HÖHENLAGE		
HG	§ 62 (1)	oberster Gebäudepunkt
HB		oberster Punkt sonstiger baulicher Anlagen
WH xx	§ 62 (2)	Wandhöhe (<i>Angabe in relativem Maß in Metern, z.B. WH H 7 m</i>) xx ... Art Wandhöhe (<i>optional, z. B. tr ... traufseitig, st ... straßenseitig</i>)
WA xx	§ 62 (1)	oberer Wandabschluss (<i>Angabe in absolutem Höhenmaß, z.B. WA H 510 m ü.A.</i>) xx ... Angabe der besonderen Art von oberen Wandabschlüssen (<i>optional, z. B. gb ... giebelseitig, we ... westseitig</i>)
OKRD	§ 62 (2)	Höhe der Oberkante des Rohdecke des obersten unterirdischen Geschoßes oder der Bodenplatte (bei Gebäuden ohne unterirdische Geschoße)
OG	§ 62 (4)	Oberirdische Geschoße
M		Mindestzulässige Bauhöhe
H		Höchstzulässige Bauhöhe
Z		Zwingende Bauhöhe
HL nnn m üA	§ 62 (7)	Höhenlage in Metern über Adria <i>Weglassung des Zusatzes "m üA" in der Plandarstellung möglich, wenn in der Planzeichenerläuterung darauf verwiesen wird, dass der angegebene Zahlenwert so zu interpretieren ist</i>
HL nnn m üFP	§ 62 (7)	Höhenlage in Metern über Fixpunkt
+575.00 m üA	§ 62 (1)	Höhenbezugspunkt (Fixpunkt, Höhenangabe in Metern über Adria)
		Abgrenzung unterschiedlicher nur teilräumlich gültiger Bauhöhenfestlegungen
WH H 7.50 m		<i>Beispiele für Bauhöhenfestlegungen, die nur für bestimmte Teile des Planungsgebiets gelten</i>
HG H 580.00 m üA		
HL 580.00 m üA		
DACHNEIGUNG/FIRSTRICHTUNG		
DN nn °	§ 56 (3)	Dachneigung in Grad mindestzulässige Dachneigung höchstzulässige Dachneigung zwingende Dachneigung
M		
H		
Z		
	§ 56 (3)	Firstrichtung
	§ 56 (3)	kombinierte Festlegung: Firstrichtung und Dachneigung
GELÄNDEVERÄNDERUNGEN		
	§ 56 (3)	keine Geländeänderungen zulässig
	§ 56 (3)	Geländeänderungen eingeschränkt zulässig n ... Zähler zur Definition der zulässigen Geländeänderungen
ERGÄNZENDE TEXTLICHE FESTLEGUNGEN		
	§ 56 (3)	Bereich mit textlichen Festlegungen betreffend Fassadengestaltung, Dachlandschaften und dgl. n ... Zähler zur Definition der textlichen Festlegungen

BEBAUUNGSPLANUNG

PLANZEICHEN	ERLÄUTERUNG
	<p>PLANUNGSBEREICH - ERGÄNZENDER BEBAUUNGSPLAN</p> <p>Abgrenzung Planungsbereich</p> <p>Abgrenzung verschiedener Geltungsbereiche innerhalb des Planungsbereichs</p>
	<p>§ 60 (4) SITUIERUNG DER GEBÄUDE <i>(nur möglich in der Besonderen Bauweise)</i></p> <p>Gebäudesituierung - Höchstausmaß Hauptgebäude <i>Gebäudesituierungsfestlegungen gelten grundsätzlich ausschließlich oberirdisch; unterirdisch sind sie nur dann auch einzuhalten, wenn dies bei der Festlegung der Besonderen Bauweise explizit zum Ausdruck kommt: Festlegung BW b(+u)</i></p> <p>Gebäudesituierung - Mindestausmaß Hauptgebäude</p> <p>Gebäudesituierung - Hauptgebäude zwingend</p> <p>Gebäudesituierung - Hauptgebäude Mindestausmaß und Höchstausmaß</p> <p>Gebäudesituierung - Hauptgebäude Höchstausmaß mit innenliegender jedenfalls freizuhalten Fläche</p> <p>Gebäudesituierung unterirdisch - Höchstausmaß Hauptgebäude <i>nur möglich bei BW b(+u)</i></p> <p>Gebäudesituierung - Teilbereich, in dem ausschließlich bestimmte Gebäudebestandteile zulässig sind X ... Kürzel f. zulässiges Bauteil <i>(Erläuterung in Planlegende)</i> anzuwenden, wenn z.B. für einen bestimmten Bereich ausschließlich die Errichtung von offenen Balkonen ermöglicht werden soll, wenn diese nicht als untergeordnete Bauteile zu klassifizieren sind</p> <p>Situierung Nebengebäude <i>(ebenfalls Festlegung von Höchst- und Mindestausmaßen sowie zwingender Situierung möglich)</i></p> <p>X ... Kürzel Verwendungszweck <i>(Erläuterung in Planlegende)</i></p>
	<p>KOMBINIERTE FESTLEGUNGEN <i>(Beispiele)</i></p> <p>§ 60 (4) zwingende Firstrichtung für Gebäude oder Gebäudeteil</p> <p>§ 62 (2) zwingende Höhe für den oberen Wandabschluss einer bestimmten Wand</p> <p>§ 62 (2) höchstzulässige Höhe für einen bestimmten Gebäudepunkt</p> <p>§ 62 (2) höchstzulässige Anzahl oberirdischer Geschoße für ein bestimmtes Gebäude</p> <p>§ 62 (2) höchstzulässige Bauhöhe für einen bestimmten Gebäudeteil <i>Weglassung des Zusatzes "m. üA" in der Plandarstellung möglich, wenn in der Planzeichenerläuterung darauf verwiesen wird, dass der angegebene Zahlenwert so zu interpretieren ist</i></p> <p>§ 62 (1) Höhenbezugspunkt (Fixpunkt) für ein bestimmtes Gebäude</p>
	<p>ERGÄNZENDE INFORMATIONEN IN BEBAUUNGSPLÄNEN</p> <p>Vorschlag Gebäudesituierung</p> <p>Vorschlag Bauplatz-Parzellierung</p> <p>Straßenraum</p> <p>Höheninformationspunkt</p> <p>Hinweis auf Planungsbereich eines bereits in Rechtskraft stehenden Bebauungsplans <i>Angabe der Planbezeichnung des betreffenden Bebauungsplans in der Plandarstellung oder in der Planlegende</i></p>

Anhang C

- Gemeinsam genutzte Parameter zur REM-Parametrisierung in Autodesk Revit
- PsetDefinitionFile für REM-Export als IfcSpace aus Autodesk Revit

GemeinsamGenutzteParameter_BBP

```

# This is a Revit shared parameter file.
# Do not edit manually.
*META   VERSION MINVERSION
META    2        1
*GROUP  ID        NAME
GROUP   1        Bauweisen-Mindestabstaende
GROUP   2        Nutzflächen-Baudichten
GROUP   3        Bauplatzgrößen
GROUP   4        Bauhöhen-Höhenlage
GROUP   5        Dachneigung-Firstrichtung
GROUP   6        Planungsbereich-Bebauungsplan
GROUP   7        Fluchtlinien
GROUP   8        Geländeänderungen
GROUP   9        Ergänzende textliche Festlegungen
*PARAM  GUID      NAME      DATATYPE      DATACATEGORY      GROUP      VISIBLE
DESCRIPTION  USERMODIFIABLE  HIDEWHENNOVALUE
PARAM  591b1605-522a-4f5f-9ace-09a127ff7bf3  BBP Bebauungsdichte lt. § 61
Abs.4 TROG Mindestfestlegung  NUMBER      2      1      1
0
PARAM  b4882307-f7e0-404f-bac1-ac2c1e100a1b  BBP oberirdische Geschosse lt. §
62 Abs.4 TROG Mindestfestlegung  INTEGER     4      1      1
0
PARAM  23c43818-c7b9-4c79-8e1f-10f1df9d3b5a  BBP Dachneigung in Grad lt. § 56
Abs.3 TROG zwingende Festlegung  ANGLE      5      1      1
0
PARAM  6383cf1d-b84c-45b1-bd62-2f16d11941ea  BBP Abgrenzung Planungsbereich
LENGTH      6      1      1      0
PARAM  0e003925-130c-4158-b804-f7e55bcfc3bf  BBP oberster Gebäudepunkt lt. §
62 Abs.1 TROG Höchstfestlegung  LENGTH     4      1      1
0
PARAM  98c17c2a-b2cc-49bc-8828-0ad6d068b3ae  BBP oberster Gebäudepunkt lt. §
62 Abs.1 TROG zwingende Festlegung  LENGTH     4      1
1      0
PARAM  3d97d62e-39d3-4770-b608-83d9850586e7  BBP Abgrenzung verschiedener
Geltungsbereiche  LENGTH     6      1      1      0
PARAM  bda7632f-837c-4731-9938-65665daf63ea  BBP Besondere Bauweise inkl.
unterirdischer Gebäude lt. § 60 Abs.4 TROG  YESNO      1      1
1      0
PARAM  b98f873c-538a-48d1-b0b2-dd103bbd29ef  BBP Nutzflächendichte lt. § 61
Abs.5 TROG Mindestfestlegung  NUMBER     2      1      1
0
PARAM  5898953e-336e-42bb-b36d-3bf32dd48321  BBP Höhe OK Rohdecke oberstes UG
lt. § 62 Abs.2 TROG Mindestfestlegung  LENGTH     4      1
1      0
PARAM  fdce6a41-b416-47ff-b4ac-efc967eb68af  BBP Bebauungsdichte inkl.
unterirdischer Gebäude lt. § 61 Abs.4 TROG Höchstfestlegung  NUMBER     2      1      1      0
PARAM  a7c9f749-c5cc-4b13-8986-bea5905113c6  BBP Gestaffelte Baugrenzlinie
lt. § 59 Abs.3 TROG  LENGTH     7      1      1      0
PARAM  aefc744a-aa60-4664-970b-1704e4ab0553  BBP Nutzfläche lt. § 56 Abs.3
TROG Mindestfestlegung  AREA      2      1      1      0
PARAM  fa281853-289f-4003-8313-fe8b954ab964  BBP Wandhöhe lt. § 62 Abs.2 TROG

```

GemeinsamGenutzteParameter_BB

Höchstfestlegung	LENGTH	4	1	1	0
PARAM d4681a54-68a1-4af2-8b84-4d91572ac34b					
62 Abs.1 TROG Mindestfestlegung	LENGTH		4	1	1
0					
PARAM 27344d54-7fd1-42a9-9378-1f661ada4e55					
Abs.3 TROG Mindestfestlegung	ANGLE		5	1	1
0					
PARAM da2ac756-159a-42db-9815-68909d66f40f					
Anlagen lt. § 62 Abs.1 TROG Höchstfestlegung	LENGTH			4	1
1 0					
PARAM d5e5ad57-c1e7-48b2-9d2f-fbf731231070					
62 Abs.1 TROG zwingende Festlegung	LENGTH			4	1
1 0					
PARAM e022e45c-ab81-4ee5-9331-0ee8f9409739					
62 Abs.1 TROG Mindestfestlegung	LENGTH		4	1	1
0					
PARAM fddf365f-77d0-4d50-ad42-ffe110a83e11					
Anlagen lt. § 62 Abs.1 TROG zwingende Festlegung	LENGTH				4
1 1 0					
PARAM f7c07860-976e-472b-91b7-fdf239e79a04					
Höchstfestlegung	VOLUME	2	1	1	0
PARAM 3ac02361-18ae-49dd-a7c7-c73d594d9fe4					
Fixpunkt lt. § 62 Abs.7 TROG	LENGTH		4	1	1
0					
PARAM ff815662-f1d9-4b48-b553-5f3c438196ea					
zwingende Festlegung	LENGTH	4	1	1	0
PARAM 56dcbd62-6bd5-4ea6-ab36-81598bb2c1cd					
4 TROG Höchstfestlegung	AREA	2	1	1	0
PARAM 83a2de64-f414-4d37-82e3-e0aa2b24b129					
Abs.4 TROG Höchstfestlegung	NUMBER		2	1	1
0					
PARAM d8ba856d-28bd-4125-b2b1-ac1657f36c03					
Baugrenzlinie lt. § 59 Abs.3 TROG	LENGTH			7	1
1 0					
PARAM 815f0d79-1fe3-4987-b639-e1410b2ce593					
Abs.1 TROG	LENGTH	7	1	1	0
PARAM da731679-3157-4cdd-b2a2-85239a1c6292					
eingeschränkt zulässig	LENGTH	8	1	1	0
PARAM e563957b-24b5-4cca-a302-02f98bd4879a					
Abs.4 TROG	YESNO	1	1	1	0
PARAM f49cac7c-89d9-4416-a926-ebec7fad739					
Abs.3 TROG	YESNO	1	1	1	0
PARAM 43177a7f-cf67-4a8d-a959-6c5875393201					
Abs.3 TROG	YESNO	1	1	1	0
PARAM 4e0b8084-5611-4261-bf82-20de49e70729					
Abs.5 TROG Höchstfestlegung	NUMBER		2	1	1
0					
PARAM 9903d485-41be-4827-87ab-1f62574733d3					
Festlegungen lt. § 56 Abs.3 TROG	TEXT			9	1
1 0					
PARAM f844d18a-daf3-4339-ac54-ff604d044e68					
des Geltungsbereich	LENGTH	7	1	1	0

GemeinsamGenutzteParameter_BBP

PARAM 0cfdfe8c-2297-42a1-bae1-88f5e1ac7d6b	BBP Firstrichtung in Grad lt. § 56 Abs.3 TROG ANGLE	5	1	1	0
PARAM d0a3149d-361c-4f88-8a1c-3be552b6aea7	BBP Höhe OK Rohdecke oberstes UG lt. § 62 Abs.2 TROG zwingende Festlegung			LENGTH	4 1
PARAM ce209d9f-3025-4155-aeec-ad8c349c16cf	BBP Bebauungsdichte inkl. unterirdischer Gebäude lt. § 61 Abs.4 TROG Mindestfestlegung			NUMBER	
PARAM 2b1cbea3-f4c1-4c1f-8a12-e5bf4d46a6fc	BBP Baufluchtlinie lt. § 59 Abs.1 TROG LENGTH	7	1	1	0
PARAM f42e1fa6-9f30-417f-b6b5-4deabd2390f9	BBP Absolute Baufluchtlinie lt. § 59 Abs.2 TROG LENGTH	7	1	1	0
PARAM 82f3dea8-9a0b-4215-87d7-2d332937d70e	BBP oberer Wandabschluss lt. § 62 Abs.1 TROG Höchstfestlegung	LENGTH		4	1 1
PARAM d47349ae-ba81-49fa-a695-e1861d676a21	BBP Baugrenzlinie lt. § 59 Abs.3 TROG LENGTH	7	1	1	0
PARAM ab3e4bb4-dbbb-48a0-a6ba-1feb0e3b8e2	BBP bebaute Fläche lt. § 61 Abs 4 TROG Mindestfestlegung	AREA		2	1 1
PARAM 77c523b5-268f-4b3b-b3fc-a42ce914ffba	BBP Zwingende Baufluchtlinie lt. § 59 Abs.2 TROG LENGTH	7	1	1	0
PARAM e5f453c5-f877-4b1f-8db7-388eaf816961	BBP Absolute Baugrenzlinie lt. § 59 Abs.3 TROG LENGTH	7	1	1	0
PARAM 232f55c9-06d3-4c29-b903-44f9f40f1650	BBP oberirdische Geschosse lt. § 62 Abs.4 TROG Höchstfestlegung	INTEGER		4	1 1
PARAM a9317dca-9888-4f3b-8f0f-7b7d1a17941a	BBP Mindestabstand lt. § 6 Abs.1 TBO NUMBER	1	1	1	0
PARAM 2f4c95d5-5349-4665-9b9e-285828bff392	BBP keine Geländeänderung zulässig lt. § 56 Abs. 3 TROG YESNO			8	1 1
PARAM 009331d9-397e-4be9-b07a-d585c9e97b7c	BBP oberster Punkt baulicher Anlagen lt. § 62 Abs.1 TROG Mindestfestlegung			LENGTH	4 1
PARAM 1d26fed9-bfa3-4983-8185-080bedbb463a	BBP Dachneigung in Grad lt. § 56 Abs.3 TROG Höchstfestlegung	ANGLE		5	1 1
PARAM 3e2f23db-422f-47ec-bbe0-a02c73abb7ec	BBP Baumasse lt. § 61 Abs 3 TROG Mindestfestlegung	VOLUME	2	1	1 0
PARAM 902819e2-9977-42e0-aaa9-e945fe6f4a1c	BBP Wandhöhe lt. § 62 Abs.2 TROG Mindestfestlegung	LENGTH	4	1	1 0
PARAM bb4236e3-16f5-48de-bddd-eab37f5ad5fa	BBP oberirdische Geschosse lt. § 62 Abs.4 TROG zwingende Festlegung	INTEGER		4	1
PARAM 42a18de6-b0f3-4df4-acc4-5da894069d29	BBP Höhenbezugspunkt in Metern über Adria lt. § 62 Abs.1 TROG LENGTH			4	1 1
PARAM 584402e9-7f2d-4022-a58d-7765e2d4a3af	BBP Zwingende Baugrenzlinie lt. § 59 Abs.3 TROG LENGTH	7	1	1	0
PARAM 09f893e9-40ba-442f-9f8e-8a3fb6c4a105	BBP Nutzfläche lt. § 56 Abs.3 TROG Höchstfestlegung	AREA	2	1	1 0

GemeinsamGenutzteParameter_BBP

PARAM	e6e2bbea-000e-4ff2-87b7-1dabd9b35954	BBP Gestaffelte Baufluchtlinie			
lt. § 59 Abs.2 TROG	LENGTH	7	1	1	0
PARAM	315e2bee-c23f-4f61-afa4-205afef70f57	BBP Baumassendichte lt. § 61			
Abs.2 TROG Mindestfestlegung	LENGTH		2	1	1
0					
PARAM	fb722f0-e0f4-4794-8eb1-f0ca4cb3d06f	BBP Geschlossene Bauweise lt. §			
60 Abs.2 TROG YESNO		1	1	0	
PARAM	0e32adf0-43cb-49d8-87ac-0c10dc940c25	BBP Baumassendichte lt. § 61			
Abs.2 TROG Höchstfestlegung	LENGTH		2	1	1
0					
PARAM	f5ac70f1-dec5-453c-9cfb-5167e2a8af9c	BBP Höhe OK Rohdecke oberstes UG			
lt. § 62 Abs.2 TROG Höchstfestlegung	LENGTH		4	1	
1	0				
PARAM	135374f3-9a9f-4ac5-b73e-98a26c1004ee	BBP Höhenlage in Metern über			
Adria lt. § 62 Abs.7 TROG	LENGTH		4	1	1
0					
PARAM	08e503fc-3ce7-47b5-ab34-2865815a84d5	BBP höchstzulässige			
Bauplatzgröße lt. § 56 Abs. 3 TROG	AREA		3	1	
1	0				

PsetDefinitionFile_BBP_REM_IfcSpace

```

#
# User Defined PropertySet Definition File
#
# Format:
#   PropertySet:      <Pset Name>      I[nstance]/T[ype]      <element list
separated by ', '>
#       <Property Name 1>      <Data type>      <[opt] Revit parameter name, if
different from IFC>
#       <Property Name 2>      <Data type>      <[opt] Revit parameter name, if
different from IFC>
#       ...
#
# Data types supported: Area, Boolean, ClassificationReference,
ColorTemperature, Count, Currency,
#   ElectricalCurrent, ElectricalEfficacy, ElectricalVoltage, Force,
Frequency, Identifier,
#   Illuminance, Integer, Label, Length, Logical, LuminousFlux,
LuminousIntensity,
#   NormalisedRatio, PlaneAngle, PositiveLength, PositivePlaneAngle,
PositiveRatio, Power,
#   Pressure, Ratio, Real, Text, ThermalTransmittance,
ThermodynamicTemperature, Volume,
#   VolumetricFlowRate
#
# Example property set definition for COBie:
#
#PropertySet:  COBie_Specification      T      IfcElementType
#   NominalLength      Real      COBie.Type.NominalLength
#   NominalWidth      Real      COBie.Type.NominalWidth
#   NominalHeight      Real      COBie.Type.NominalHeight
#   Shape      Text      COBie.Type.Shape
#   Size      Text      COBie.Type.Size
#   Color      Text      COBie.Type.Color
#   Finish      Text      COBie.Type.Finish
#   Grade      Text      COBie.Type.Grade
#   Material      Text      COBie.Type.Material
#   Constituents      Text      COBie.Type.Constituents
#   Features      Text      Cobie.Type.Features
#   AccessibilityPerformance      Text
COBie.Type.AccessibilityPerformance
#   CodePerformance      Text      COBie.Type.CodePerformance
#   SustainabilityPerformance      Text
COBie.Type.SustainabilityPerformance
#

PropertySet:  Pset_BBP_Planungsbereich-Bebauungsplan      I      IfcSpace
              BBP Abgrenzung Planungsbereich      Length
              BBP Abgrenzung verschiedener Geltungsbereiche      Length

PropertySet:  Pset_BBP_Fluchtlinien      I      IfcSpace
              BBP Straßenfluchtlinie lt. § 58 Abs.1 TROG      Length
              BBP Baufluchtlinie lt. § 59 Abs.1 TROG      Length

```

PsetDefinitionFile_BBP_REM_IfcSpace

BBP Zwingende Baufluchtlinie lt. § 59 Abs.2 TROG Length
BBP Gestaffelte Baufluchtlinie lt. § 59 Abs.2 TROG Length
BBP Absolute Baufluchtlinie lt. § 59 Abs.2 TROG Length
BBP Baugrenzlinie lt. § 59 Abs.3 TROG Length
BBP Auch unterirdische gültige Baugrenzlinie lt. § 59 Abs.3 TROG
Length
BBP Gestaffelte Baugrenzlinie lt. § 59 Abs.3 TROG Length
BBP Zwingende Baugrenzlinie lt. § 59 Abs.3 TROG Length
BBP Absolute Baugrenzlinie lt. § 59 Abs.3 TROG Length
BBP Hilfslinie zur Definition des Geltungsbereich Length

PropertySet: Pset_BBP_Bauweisen-Mindestabstaende I IfcSpace
BBP Offene Bauweise lt. § 60 Abs.3 TROG Boolean
BBP Gekuppelte Bauweise lt. § 60 Abs.3 TROG Boolean
BBP Geschlossene Bauweise lt. § 60 Abs.2 TROG Boolean
BBP Besondere Bauweise lt. § 60 Abs.4 TROG Boolean
BBP Besondere Bauweise inkl. unterirdischer Gebäude lt. § 60 Abs.4 TROG
Boolean
BBP Mindestabstand lt. § 6 Abs.1 TBO Real

PropertySet: Pset_BBP_Nutzflaechen-Baudichten I IfcSpace
BBP Nutzfläche lt. § 56 Abs.3 TROG Mindestfestlegung Area
BBP Nutzfläche lt. § 56 Abs.3 TROG Höchstfestlegung Area
BBP Nutzflächendichte lt. § 61 Abs.5 TROG Mindestfestlegung Real
BBP Nutzflächendichte lt. § 61 Abs.5 TROG Höchstfestlegung Real
BBP Baumassendichte lt. § 61 Abs.2 TROG Mindestfestlegung Length
BBP Baumassendichte lt. § 61 Abs.2 TROG Höchstfestlegung Length
BBP Bebauungsdichte lt. § 61 Abs.4 TROG Mindestfestlegung Real
BBP Bebauungsdichte lt. § 61 Abs.4 TROG Höchstfestlegung Real
BBP Bebauungsdichte inkl. unterirdischer Gebäude lt. § 61 Abs.4 TROG
Mindestfestlegung Real
BBP Bebauungsdichte inkl. unterirdischer Gebäude lt. § 61 Abs.4 TROG
Höchstfestlegung Real

PropertySet: Pset_BBP_Bauplatzgroßen I IfcSpace
BBP höchstzulässige Bauplatzgröße lt. § 56 Abs. 3 TROG Area

PropertySet: Pset_BBP_Bauhoehen-Hoehenlage I IfcSpace
BBP oberster Gebäudepunkt lt. § 62 Abs.1 TROG Mindestfestlegung Length
BBP oberster Gebäudepunkt lt. § 62 Abs.1 TROG Höchstfestlegung Length
BBP oberster Gebäudepunkt lt. § 62 Abs.1 TROG zwingende Festlegung
Length
BBP oberster Punkt baulicher Anlagen lt. § 62 Abs.1 TROG
Mindestfestlegung Length
BBP oberster Punkt baulicher Anlagen lt. § 62 Abs.1 TROG
Höchstfestlegung Length
BBP oberster Punkt baulicher Anlagen lt. § 62 Abs.1 TROG zwingende
Festlegung Length
BBP Wandhöhe lt. § 62 Abs.2 TROG Mindestfestlegung Length
BBP Wandhöhe lt. § 62 Abs.2 TROG Höchstfestlegung Length
BBP Wandhöhe lt. § 62 Abs.2 TROG zwingende Festlegung Length
BBP oberer Wandabschluss lt. § 62 Abs.1 TROG Mindestfestlegung Length

PsetDefinitionFile_BBP_REM_IfcSpace

BBP oberer Wandabschluss lt. § 62 Abs.1 TROG Höchstfestlegung Length
 BBP oberer Wandabschluss lt. § 62 Abs.1 TROG zwingende Festlegung
 Length
 BBP Höhe OK Rohdecke oberstes UG lt. § 62 Abs.2 TROG Mindestfestlegung
 Length
 BBP Höhe OK Rohdecke oberstes UG lt. § 62 Abs.2 TROG Höchstfestlegung
 Length
 BBP Höhe OK Rohdecke oberstes UG lt. § 62 Abs.2 TROG zwingende
 Festlegung Length
 BBP oberirdische Geschosse lt. § 62 Abs.4 TROG Mindestfestlegung
 Integer
 BBP oberirdische Geschosse lt. § 62 Abs.4 TROG Höchstfestlegung Integer
 BBP oberirdische Geschosse lt. § 62 Abs.4 TROG zwingende Festlegung
 Integer
 BBP Höhenlage in Metern über Adria lt. § 62 Abs.7 TROG Length
 BBP Höhenlage in Metern über Fixpunkt lt. § 62 Abs.7 TROG Length
 BBP Höhenbezugspunkt in Metern über Adria lt. § 62 Abs.1 TROG Length

PropertySet: Pset_BBP_Dachneigung-Firstrichtung I IfcSpace
 BBP Dachneigung in Grad lt. § 56 Abs.3 TROG Mindestfestlegung
 PlaneAngle
 BBP Dachneigung in Grad lt. § 56 Abs.3 TROG Höchstfestlegung
 PlaneAngle
 BBP Dachneigung in Grad lt. § 56 Abs.3 TROG zwingende Festlegung
 PlaneAngle
 BBP Firstrichtung in Grad lt. § 56 Abs.3 TROG PlaneAngle

PropertySet: Pset_BBP_Gelaendeveraenderungen I IfcSpace
 BBP keine Geländeänderung zulässig lt. § 56 Abs. 3 TROG Boolean
 BBP Geländeänderungen eingeschränkt zulässig Length

PropertySet: Pset_BBP_Ergaenzende-textliche-Festlegungen I IfcSpace
 BBP Ergänzende textliche Festlegungen lt. § 56 Abs.3 TROG Text

Verpflichtungs- und Einverständniserklärung

Ich erkläre, dass ich meine Masterarbeit selbständig verfasst und alle in ihr verwendeten Unterlagen, Hilfsmittel und die zugrunde gelegte Literatur genannt habe.

Ich nehme zur Kenntnis, dass auch bei auszugsweiser Veröffentlichung meiner Masterarbeit die Universität, das/die Institut/e und der/die Arbeitsbereich/e, an dem/denen die Masterarbeit ausgearbeitet wurde, und die Betreuerin/nen bzw. der/die Betreuer zu nennen sind.

Ich nehme zur Kenntnis, dass meine Masterarbeit zur internen Dokumentation und Archivierung sowie zur Abgleichung mit der Plagiatssoftware elektronisch im Dateiformat pdf ohne Kennwortschutz bei der/dem Betreuer/in einzureichen ist, wobei auf die elektronisch archivierte Masterarbeit nur die/der Betreuerin/Betreuer der Masterarbeit und das studienrechtliche Organ Zugriff haben.

Innsbruck am

.....

Jonas Wittmann, B.Eng.