

Jan Tulke, Michael Theiler, Markus König,
Andre Vonthron

Konzept für die nahtlose Integration von Building Information Modeling (BIM) in das behördliche Bauantragsverfahren



Bundesinstitut
für Bau-, Stadt- und
Raumforschung

im Bundesamt für Bauwesen
und Raumordnung



Jan Tulke, Michael Theiler, Markus König,
Andre Vonthron

Konzept für die nahtlose Integration von Building Information Modeling (BIM) in das behördliche Bauantragsverfahren

F 3225

Bei dieser Veröffentlichung handelt es sich um die Kopie des Abschlussberichtes einer vom Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) im Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (BBR) im Rahmen der Forschungsinitiative »Zukunft Bau« geförderten Forschungsarbeit. Die in dieser Forschungsarbeit enthaltenen Darstellungen und Empfehlungen geben die fachlichen Auffassungen der Verfasser wieder. Diese werden hier unverändert wiedergegeben, sie geben nicht unbedingt die Meinung des Zuwendungsgebers oder des Herausgebers wieder.

Dieser Forschungsbericht wurde mit modernsten Hochleistungskopierern auf Einzelanfrage hergestellt.

Die Originalmanuskripte wurden reprotechnisch, jedoch nicht inhaltlich überarbeitet. Die Druckqualität hängt von der reprotechnischen Eignung des Originalmanuskriptes ab, das uns vom Autor bzw. von der Forschungsstelle zur Verfügung gestellt wurde.

© by Fraunhofer IRB Verlag

2021

ISBN 978-3-7388-0629-8

Vervielfältigung, auch auszugsweise,
nur mit ausdrücklicher Zustimmung des Verlages.

Fraunhofer IRB Verlag

Fraunhofer-Informationszentrum Raum und Bau

Postfach 80 04 69

70504 Stuttgart

Nobelstraße 12

70569 Stuttgart

Telefon 07 11 9 70 - 25 00

Telefax 07 11 9 70 - 25 08

E-Mail irb@irb.fraunhofer.de

www.baufachinformation.de

www.irb.fraunhofer.de/bauforschung



Bundesinstitut
für Bau-, Stadt- und
Raumforschung
im Bundesamt für Bauwesen
und Raumordnung



ZUKUNFT BAU
FÖRDERN FORSCHEN ENTWICKELN

Abschlussbericht

Projekt: Konzept für die nahtlose Integration von Building Information Modeling (BIM) in das behördliche Bauantragsverfahren
Kurtztitel: BIM-basierter Bauantrag
Auftrag: SWD-10.08.18.7-17.67
Beginn: 18.12.2017
Ende: 18.08.2020
Stand: 14.09.2020

Der Forschungsbericht wurde mit Mitteln der Forschungsinitiative Zukunft Bau des Bundesinstitutes für Bau-, Stadt- und Raumforschung gefördert (Aktenzeichen: SWD-10.08.18.7-17.67). Die Verantwortung für den Inhalt des Berichts liegt beim Autor.



RUHR
UNIVERSITÄT
BOCHUM

RUB



Behörde für
Stadtentwicklung
und Wohnen



BIngK
BUNDES
INGENIEURKAMMER



VBI VERBAND BERATENDER
INGENIEURE

BAU\INDUSTRIE

Projektpartner

planen-bauen 4.0 GmbH

Ruhr-Universität Bochum

Stadt Hamburg / Landesbetrieb Geoinformation und Vermessung

Stadt Hamburg / Behörde für Stadtentwicklung und Wohnen

Stadt Dortmund / Land Nordrhein-Westfalen

CORE Digital Engineering GmbH

Bundesarchitektenkammer

Bundesingenieurkammer

Bund der öffentlich bestellten Vermessungsingenieure

Bundesvereinigung der Prüfeningenieure

Verband Beratender Ingenieure

Hauptverband der Deutschen Bauindustrie

Im Rahmen der Erstellung dieses Berichts bedanken wir uns bei den folgenden Partnern:

Bei DRAHTLER ARCHITEKTEN (Planungsgruppe Drahtler GmbH) für die Beratung zu den Modellierungsanforderungen sowie die Bereitstellung dazugehöriger Beispiele zur grafischen Illustration.

|DA| DRAHTLER ARCHITEKTEN

Inhaltsverzeichnis

1 Ausgangslage und Gegenstand des Forschungsprojekts	4
2 Anforderungsanalyse	7
2.1 Analyse der Musterbauordnung und der Landesbauordnungen	7
2.2 Analyse des Bebauungsplans im Zusammenspiel mit Gebäudemodellen	9
2.3 Analyse des digitalen Bauantrags zur Datenübernahme	11
2.4 Auswahl von zu unterstützenden Verwaltungsprozessen	15
3 Definition des Gesamtprozesses und der Modellinhalte	19
3.1 Beschreibung des Gesamtprozesses	19
3.2 Konzept zur Verwendung offener Datenstandards	23
3.3 Modellanforderungen an Gebäudemodelle	24
3.4 Modell-basierte Kommunikation	25
3.5 Container-basierter Datenaustausch	26
4 Datenzusammenstellung und formale Prüfung	28
4.1 Datenübernahme in den digitalen Bauantrag	28
4.2 Regelbasierte Prüfung von Gebäudemodellen	29
5 Prototypische Implementierung	32
5.1 Client-Software	32
5.2 Web-Portal	36
6 Evaluierung	42
6.1 Beispielprojekte	42
6.2 Analyse des Modellierungsaufwands	51
6.3 Mehrwertanalyse	51
6.4 Rechtliche Anforderungen	55
6.5 Bedarfsanforderungen für die Datenformate XPlanung und XBau	56
7 Zusammenfassung und Ausblick	59
7.1 Zusammenfassung und Fazit	59
7.2 Ausblick	60
7.3 Webseite zur Dokumentation der Ergebnisse	60
Referenzen	61
Anhang 1: Unterlagen für den Bauantrag	62
Anhang 2: Inhalte des Lageplans	71
Anhang 3: Modellierungsrichtlinie	73

1 Ausgangslage und Gegenstand des Forschungsprojekts

Durch die Nachfrage öffentlicher und privater Bauherren erfolgt derzeit in Deutschland die Einführung digitaler Planungsmethoden, das sog. Building Information Modeling (BIM). Im Forschungsprojekt wurde die Nutzung von BIM-Modellen im Rahmen von bauordnungsrechtlichen Verwaltungsverfahren, insbesondere dem Bauantragsverfahren, analysiert. Dazu wurde der ISO Standard 16739 (Industry Foundation Classes, IFC) [1] in Verknüpfung mit anderen Standards (z.B. GML, BCF, mvdXML [2-4]) bzgl. der Anwendbarkeit hinsichtlich Vollständigkeit des erforderlichen Informationstransports untersucht. Zudem wurde untersucht, welche Mehrwerte und Effizienzgewinne sich auf behördlicher Seite aus der Nutzung von BIM-Modellen ergeben können bzw. welche Hindernisse und zusätzlichen Anforderungen dem entgegenstehen. In Zusammenarbeit mit den relevanten Berufsverbänden der Bauantragsteller wurden Vorgaben zur zweckmäßigen Informationstiefe (3D Geometrie, alphanumerischer Daten, etc.) aufgestellt und bzgl. des Erstellungsaufwands bewertet. Die betrachteten Austauschszenarien wurden beschrieben und die zugehörigen Daten auf Basis einer Model View Definition (MVD) [5] formal und prüfbar spezifiziert. Anhand von verschiedenen Beispielen wurden ausgewählte Anwendungsfälle validiert. Hierzu wurde eine prototypische Umsetzung implementiert.

Im Rahmen des seit Oktober 2014 laufenden Standardisierungsprojekts „Austauschstandards im Bau- und Planungsbereich“ des IT-Planungsrats [6] werden bundeseinheitliche Standards zum Austausch und der Verarbeitung von Informationen bei bauordnungsrechtlichen Verwaltungsverfahren geschaffen. Der Austausch soll in Zukunft digital zwischen den beteiligten Akteuren (planende Stelle, Genehmigungsstelle, Antragsteller, Träger öffentlicher Belange, Baunebenrechtsdienststelle, usw.) erfolgen. Gleichzeitig erfolgt derzeit verstärkt die Digitalisierung der Bauplanung unter Einführung von BIM. Eine Einbindung von semantischen BIM-Modellen anstatt bzw. ergänzend zu bisher üblichen Formulardaten und Plänen wird im oben genannten Standardisierungsprojekt bereits angedacht, jedoch nicht detailliert betrachtet. Die durchgängige Nutzung von BIM-Modellen auf Antragstellerseite und behördlicher Seite versprechen jedoch Effizienzgewinne durch Teilautomatisierung bauordnungsrechtlicher und bauplanungsrechtlicher Prüfungen sowie eine verbesserte Kommunikation und Nachvollziehbarkeit. Dies trägt zur effizienteren Bearbeitung einer steigenden Anzahl von Bauantragsverfahren vor dem Hintergrund der von der Bundesregierung beschlossenen Wohnungsbauoffensive bei [7]. Ziel ist es, die Nutzung von BIM bei der Schaffung bundeseinheitlicher Vorgaben von vornherein zu berücksichtigen, um das Etablieren unterschiedlicher Vorgehensweisen in den Bundesländern zu vermeiden.

Das oben genannte Standardisierungsprojekt erläutert im Wesentlichen die Anforderungen an die auszutauschenden Informationen und den Nachrichten-basierten Austausch. Konkrete Vorgaben zur Nutzung des Building Information Modeling werden aber nicht aufgeführt. Jedoch sind viele Informationen in BIM-Modellen vorhanden, die wiederverwendet werden können. Die wesentliche Forschungsfrage war daher, inwiefern BIM-Modelle zur Umsetzung von bundeseinheitlichen Standards zum Austausch und der Verarbeitung von Informationen bei bauordnungsrechtlichen Verwaltungsverfahren effizient genutzt werden können. Im Forschungsprojekt wurden hierzu folgende Probleme erörtert:

- Welche Prüfprozesse können im Rahmen von Bauantragsverfahren durch BIM-Modelle unterstützt werden?

- Welche Anforderungen und Vorgaben an die BIM-Modelle und verknüpften Daten sind zu erfüllen?
- Wie kann die Datenqualität bei der Einreichung eines Antrags geprüft werden?
- Wie könnte ein Werkzeug zur Prüfung aussehen?
- Kann die Antragsprüfung und Antragsbearbeitung durch eine geeignete Visualisierung der BIM-Modelle unterstützt werden?
- Erfordert die Erstellung von BIM-Modellen für Bauantragsverfahren einen größeren Aufwand beim Entwurfsverfasser?
- Kann ein Mehraufwand durch die Vereinfachung der Abgabe und Prüfung kompensiert werden?

Erforderliche Bauantragsunterlagen werden von den Bauordnungen der Länder bzw. von Bauvorlageverordnungen geregelt. Sie umfassen in der Regel den (amtlichen) Lageplan, Bauzeichnungen (Ansichten, Grundriss, Schnitte) im Maßstab 1:100, sowie Formulardaten und Unterschriften. Die Bedarfsbeschreibung des Standardisierungsprojektes des IT-Planungsrats beschreibt Anwendungsfälle (u.a. Baugenehmigungsverfahren, Beteiligungsverfahren, Bautechnische Nachweise und Genehmigungsfreistellungsverfahren) für die Datenstandards XPlanung [8] und XBau [9], sowie konkrete Vorgaben zu den abzubildenden Informationen. Die Integration von BIM-Modellen in Form eines Containers ist bereits vorgesehen. Eine entsprechende umfassende Anforderungsbeschreibung für Bauantragsmodelle existiert bisher allerdings nicht und ist explizit nicht Gegenstand des Standardisierungsprojektes des IT-Planungsrats.

Die IFC stellen ein geeignetes, herstellernerutrales Datenformat für den Austausch von BIM-Modellen dar. Es ist insbesondere im Hochbau bereits ausgereift, durch viele Softwareprodukte implementiert und in internationalen Projekten erprobt. Abgebildet werden können u.a. Bauteile, Räume, deren Topologie, Masse, Menge, Materialien sowie Klassifizierungen, z.B. nach DIN 276/277 [10, 11]. Etablierte offene Standards und Konzepte ermöglichen die Definition erforderlicher Teilinformationen (MVD, Model View Definition), die Kommunikation von Prüfanmerkungen am Modell (BCF, BIM Collaboration Format) sowie die Nutzung untereinander verknüpfter, unterschiedlicher Datenformate.

Im Forschungsprojekt wurden die Anforderungen an BIM-Modelle bzgl. Informationsinhalt formuliert, um den Informationsstand heutiger Bauantragsunterlagen zu entsprechen und die Extraktion von Informationen im Rahmen der definierten Anwendungsfälle zu ermöglichen. Dabei wurde zweckmäßig entschieden, welche Informationen im Modell auf Bauteil-/Raumebene bzw. konsolidiert auf Projektebene integriert sein soll. Die Art der Modellierung wird im Rahmen einer im Verlaufe des Projektes entwickelten Modellierungsrichtlinie (Anhang 3) vorgegeben. Bei der Definition wird im Sinne eines neutralen und offenen Datenaustauschs auf vorhandene Open-BIM-Standards (IFC, MVD, BCF) aufgebaut. Die Integration und Nutzung der Datenformate XPlanung und XBau wurde mit dem Standardisierungsprojekt des IT-Planungsrats abgestimmt. Es wurde untersucht, welche Informationen aus digitalen Bebauungsplänen als Basis für die Erstellung von BIM-Modellen für den Bauantrag genutzt und welche Daten aus dem BIM-Modell in den Bebauungsplan übernommen werden können. Auswirkungen auf die bestehenden Prozesse wurden untersucht und mit den beteiligten Partnern diskutiert. Es erfolgte eine prototypische Software-technische Realisierung, die als Projektergebnis zur Verfügung gestellt wird (siehe Kapitel 7.3).

Dieser Bericht ist wie folgt gegliedert. Nach einer Anforderungsanalyse (Kapitel 2) folgt die Definition des Gesamtprozesses und der Modellinhalte (Kapitel 3). Anschließend wird erläutert, wie eine BIM-basierte Datenzusammenstellung und regelbasierte Prüfung vorgenommen wird (Kapitel 4). Dann wird die entwickelte prototypische Implementierung vorgestellt (Kapitel 5) und Ergebnisse bzgl. der Evaluierung der Projektergebnisse präsentiert (Kapitel 6). Mit Informationen bzgl. der Bereitstellung der Ergebnisse sowie einer Zusammenfassung der Projektergebnisse (Kapitel 7) schließt der Bericht.

2 Anforderungsanalyse

Im Rahmen einer Anforderungsanalyse wurden die Musterbauordnung sowie die Landesbauordnungen (am Beispiel der Hamburger Landesbauordnung) auf Informationen untersucht, die für den Bauantrag relevant sind (Kapitel 2.1). Weiterhin wurde das Zusammenspiel zwischen Bebauungsplänen und Gebäudemodellen analysiert (Kapitel 2.2), der digitale Bauantrag hinsichtlich einer Datenübernahme aus BIM-Modellen untersucht (Kapitel 2.3) und eine Auswahl zu unterstützender Verwaltungsprozesse getroffen (Kapitel 2.4).

2.1 Analyse der Musterbauordnung und der Landesbauordnungen

Im Rahmen einer ausführlichen Analyse wurde zusammengestellt, welche Inhalte mit den Bauantragsunterlagen einzureichen sind. Hierzu wurde die Musterbauordnung (MBO) sowie exemplarisch die Bauvorlagenverordnung (BauVorlVO) der Stadt Hamburg untersucht [14, 15]. Eine vollständige Übersicht über die identifizierten Inhalte ist in Anhang 1 aufgelistet. Die Übersicht enthält Vorgaben bzgl.:

- Einzureichender Bauantragsunterlagen
- Elektronischer Dokumente
- Bauzustandsanzeigen
- Baubeschreibungen
- Baulicher Nutzung
- Bauzeichnungen
- Technischer Nachweise (Standicherheit, Brandschutz, Wärmeschutz, Energieeinsparung, Schallschutz und Erschütterungsschutz)
- Erschließung von Wasser, Energie und Abwasser
- Abwasserrechtliche Belange (Entwässerungslageplan, Entwässerungsnachweis, ...)
- Wegerechtliche Belange (Verkehrsflächen, Überfahrten, ...)
- Naturschutzrechtliche Belange (Holzbestand, Naturdenkmale, ...)
- Wasserrechtliche Belange (Oberflächengewässer, Grundwasser, ...)
- Immissionsschutzrechtliche Belange (Schallquellen, Außenbeleuchtung, Luftemissionen, ...)
- Löschwasserrückhaltung
- Abfallrechtliche Belange
- Betriebsbeschreibung

Eine Vielzahl von Informationen und Inhalten werden im Rahmen des Bauantragsverfahrens in Lageplänen dokumentiert. Im Rahmen einer weiteren Analyse der Musterbauordnung und der Bauvorlagenverordnung der Stadt Hamburg wurde zusammengestellt, welche Inhalte auf dem Lageplan vorgeschrieben sind. Eine Übersicht über die Vorgaben bzgl. der Inhalte des Lageplans (z.B. bauliche Anlagen, Versorgungsleitungen, Verkehrsflächen und brandschutztechnische Einrichtungen) ist in Anhang 2 aufgelistet.

Im Projekt wurde untersucht, ob für den Lageplan das Objektmodell XPlanung [8] genutzt werden kann. Das Objektmodell XPlanung ist allerdings von seiner Zielsetzung nicht geeignet, den Inhalt von Lageplänen abzubilden. Mit dem Objektmodell XPlanung werden die Inhalte von räumlichen Planwerken der

geplanten Bodennutzung (Landesplanung, Regionalplanung, Bauleitplanung), die von zuständigen politisch autorisierten Entscheidungsgremien in Gebietskörperschaften (Gemeinden, ggf. auf Kreisebene oder von den Landesparlamenten der Länder) bzw. von legitimierten Planungsgemeinschaften (Regionalplanung) beschlossen wurden, abgebildet. Ein Lageplan wird jedoch in der Regel von Privatpersonen (Bauherren oder Entwurfsverfasser), die einen Bauantrag stellen möchten, bzw. von dem von einem Bauherren beauftragten ÖbVI (in Zusammenarbeit mit einem Bauvorlageberechtigten) erstellt. Daher lassen sich viele Attribute auf Ebene eines (öffentlich-rechtlichen verbindlichen) Planwerkes nicht auf ein privatrechtliches Dokument (das durchaus Inhalte von öffentlich-rechtlich verbindlichen Planwerken enthält) übertragen. Gleichwohl können für die Dokumentation der planungsrechtlichen Zulässigkeit eines Bauvorhabens notwendige Festsetzungen geometrisch aus einem XPlanung-konformen Planwerk entnommen und in die Geometrie des Lageplans übernommen werden. Dazu gehören z.B. Festsetzungen zu Baugrenzen, Baulinien, Straßenbegrenzungslinien, überbaubar Grundstücksflächen, Festsetzungen zu Nebenanlagen und Gemeinschaftsanlagen und Zufahrten. Dabei gilt es jedoch zu beachten, dass ggf. solche bereits geometrisch digital erfassten Festsetzungen durch einen ÖbVI noch in eine aktualisierte räumliche Lage (fortlaufende Homogenisierung von Geobasisdaten) transformiert werden müssen. Letztlich wurde im Projekt festgelegt, dass alle für den Lageplan relevanten Informationen im einzureichenden BIM-Modell entsprechend (gemäß der Modellierungsrichtlinie) hinterlegt werden müssen.

Zur Analyse der durchzuführenden Prüfschritte wurde das Prüfprogramm für den Bauantrag für ein konkretes Beispielprojekt zusammengestellt. Das Prüfprogramm beinhaltet Parameter und Regelungen, die zu prüfen sind, zum Beispiel:

- Planungsrechtliche Parameter, z.B. „Liegen die Baukörper in den Baufeldern?“
- Bauordnungsrechtliche Parameter gemäß Hamburgischer Bauordnung (HBauO), z.B. „Nutzfläche der Tiefgarage > 1000m² ?“
- Bauordnungsrechtliche Regelungen bzgl.:
 - Wänden, Decken und Dächern
 - Rettungswegen, Öffnungen und Umwehrungen
 - Technischer Gebäudeausrüstung
 - Nutzungsbedingten Anforderungen

Aus dem gesamten Prüfprogramm wurde eine Auswahl an Parametern und Prüfregelein ausgewählt, die die Arbeit beim Prüfen eines Bauantrags maßgeblich erleichtern und beschleunigen, wenn sie automatisiert oder teilautomatisiert erfolgen. Basierend auf einer Priorisierung der Prüfregelein erfolgte im Laufe des Projekts die kontinuierliche prototypische Implementierung von Prüfregelein mit Hilfe von geeigneter BIM-fähiger Prüfsoftware. Aus dem Planungsrecht wurden exemplarisch die Prüfung der Baugrenzen, der Grundflächenzahl, der Geschossigkeit und der Stellplatzordnung untersucht und prototypisch implementiert. Die Prüfung bauordnungsrechtlicher Parameter umfasste die Gebäudeklassifizierung und Abstandsflächen. Rettungswege und notwendige Flure wurden thematisch betrachtet, aber im weiteren Verlauf des Projektes nicht prototypisch implementiert.

2.2 Analyse des Bebauungsplans im Zusammenspiel mit Gebäudemodellen

Ein Bebauungsplan im klassischen 2D-Planformat bildet planungsrechtliche Vorschriften zur Bebauung von Grundstücken nach Vorgaben der jeweiligen Kommune ab. Zum einen werden dort planungsrechtliche Vorschriften in geometrischer bzw. zeichnerischer Ausprägung festgesetzt; dazu gehören beispielsweise die grundlegende Einzeichnung der Grundstücke und Infrastruktur, sowie die Kennzeichnung von Baugrenzen und Baulinien und weiteren relevante Flächen. Zum anderen werden bauliche Nutzungsmaße, wie beispielsweise Grundflächenzahl (GRZ) oder die maximale Gebäudehöhe, als alphanumerische Information den Flächen zugeordnet, welche insbesondere auch maximale Einschränkungen bezüglich der dreidimensionalen Ausprägung eines Bauvorhabens beinhalten. Des Weiteren können auch individuelle textuelle Festsetzung annotiert werden, um Spezialanforderungen zu kommunizieren.

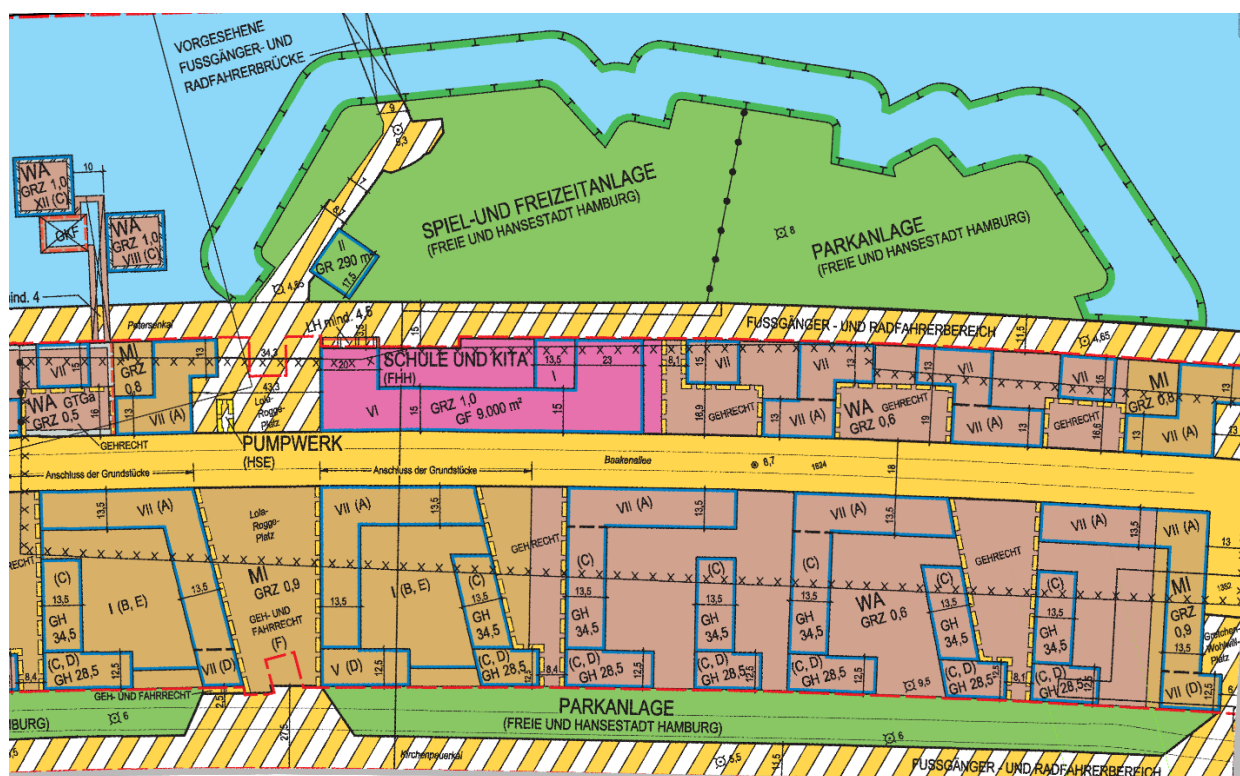


Abbildung 1: Ausschnitt des zweidimensionalen Bebauungsplans aus dem Beispielprojekt Hafen City Baufeld 99 (Kapitel 6.1)

Mit dem Format XPlanung wird ein Datenstandard zur einheitlichen Kommunikation von planungsrechtlichen Informationen, z.B. für Bebauungspläne, definiert. Der Standard ermöglicht die geometrische und alphanumerische Festsetzung von planungsrechtlichen Vorschriften. Im Gegensatz zum klassischen 2D-Plan bietet diese Abbildung eine deutliche höhere semantische Informationstiefe. Jedes sich im Plan befindliche Objekt ist eindeutig klassifiziert (z.B. die überbaubare Grundstücksfläche). Ebenfalls gibt es eine hierarchische Abbildung, in welcher z.B. der Bebauungsplan eine Anzahl an Grundstücken enthält, diese wiederum Grundstückflächen enthalten usw. Neben einer geometrischen Komponente erhalten diese auch alphanumerische Festsetzungen, die direkt als Eigenschaften verknüpft sind. Im Gegensatz zu der sonst grafisch überlagerten Festsetzung im klassischen Bebauungsplan kann die zugehörige Information direkt und eindeutig maschinell ausgelesen werden.

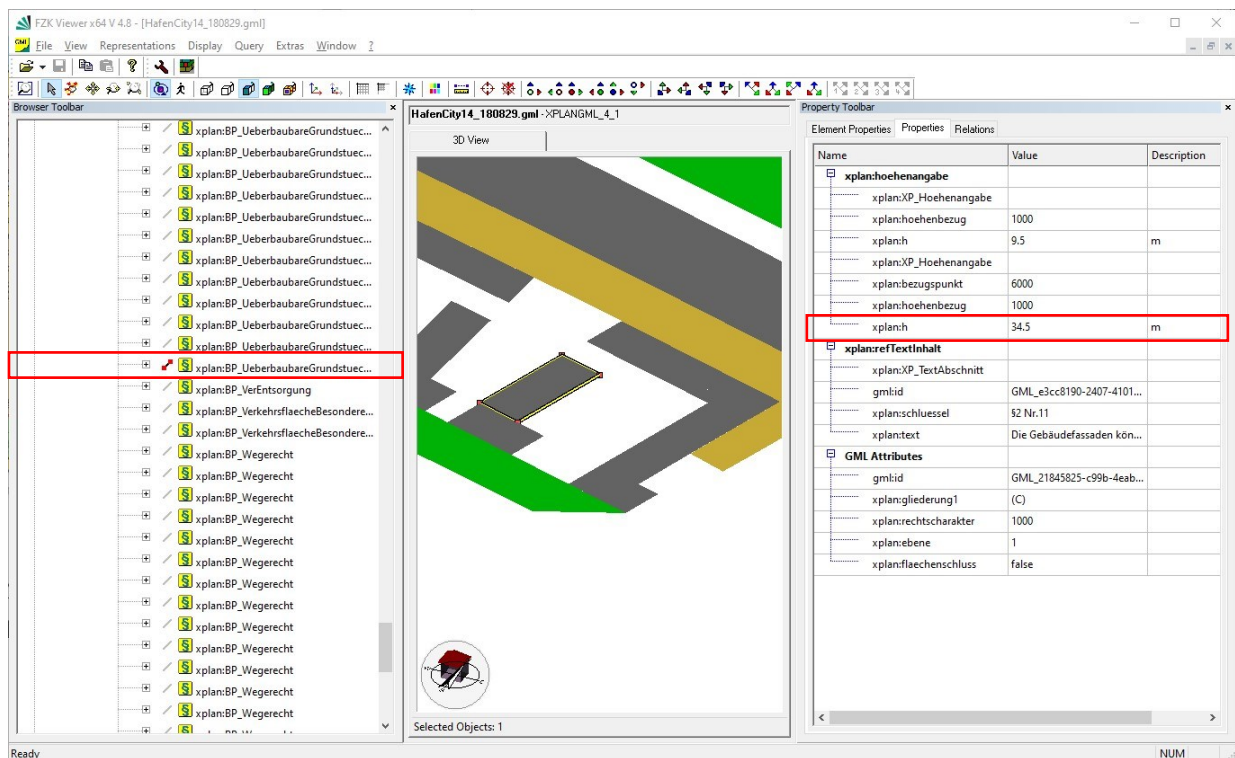


Abbildung 2: Abbildung des Bebauungsplans des Beispielprojekts HafenCity Baufeld 99 im Standard XPlanung mit Auswahl einer Überbaubaren Grundstücksfläche und der verknüpften Festlegung der maximalen Gebäudehöhe h von 34,5 m.

Die digital auswertbare Abbildung des Bebauungsplans im Format XPlanung stellt ein großes Potential für die Interaktion mit einem BIM-Modell und einer teilautomatisierten Auswertung für planungsrechtliche Parameter im Bauantragsprozess dar. Zum einen kann eine Georeferenzierung von Bebauungsplan und Modell vorgenommen werden, sodass beispielsweise eine direkte Überprüfung zur Einhaltung der Grundstücksgrenzen erfolgen kann. Zum anderen bietet der Abruf von maximalen Festsetzungen, wie z.B. für die Grundstückflächenzahl, Geschossfläche oder Geschoszahl, auslesbare Randbedingungen zur Prüfung dreidimensionaler Parameter eines BIM-Modells. Dies verspricht nicht nur eine Steigerung des Automatisierungsgrades in der Modellprüfung auf Seiten der Behörde, sondern kann insbesondere auf Seiten des Entwurfsverfassers schon in den Prozessen der Modellerstellung und -validierung einbezogen und somit unnötige Iterationsschleifen im Antragsverfahren vermindert werden.

2.3 Analyse des digitalen Bauantrags zur Datenübernahme

Die Repräsentation des digitalen Bauantragsdokumentes erfolgt über den Datenstandard XBau [9]. Der Standard bildet Kommunikationsprozesse, u.a. für den Datenaustausch, zwischen Antragsteller und Behörde ab. Die Strukturierung erfolgt nachrichtenbasiert (siehe Kapitel 2.4). Der initiale Bauantrag wird durch die Nachrichtenart *baugenehmigung.antrag.200* abgebildet (Abbildung 3). Hier werden Informationen zum Antragsteller und zum eigentlichen Bauvorhaben abgefragt. Zusätzlich können Abweichungsanträge, Erleichterungen und Baulasten eingetragen sowie sonstige relevante Anlagen verknüpft werden.

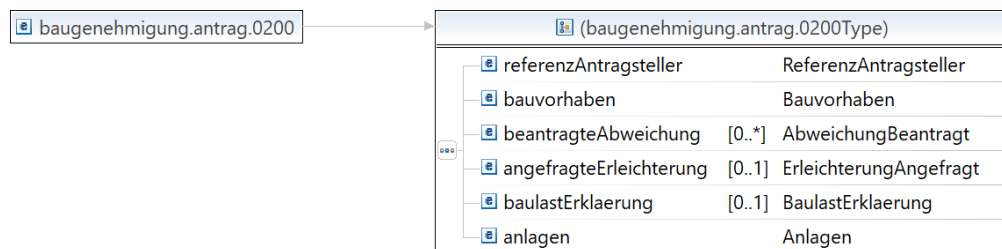


Abbildung 3: UML zum Nachrichtentyp Antrag

Die Entität Bauvorhaben enthält die relevanten Bauwerksinformationen (Abbildung 4). Neben einer Bezeichnung setzen sich diese aus Pflichtangaben für die Beteiligten, dem Gegenstand selbst sowie einer Verortung zusammen. Unter Beteiligte werden die Bauherren, die antragsbevollmächtigte Person, ein/e Grundstückseigentümer/in sowie ein/e Entwurfsverfasser/in aufgeführt. Der Gegenstand selbst enthält Informationen zur Art der Maßnahme und der baulichen Anlage, sowie ein Datenblatt zur Zusammenstellung baurelevanter Maße und Kennzahlen. Die Verortung enthält alphanumerische Informationen zum Baugrundstück (Anschrift und Flurstückkennzeichnung) sowie Information zur Lage des Bauvorhabens in Form einer georeferenzierten und geometrischen Flächenbeschreibung.

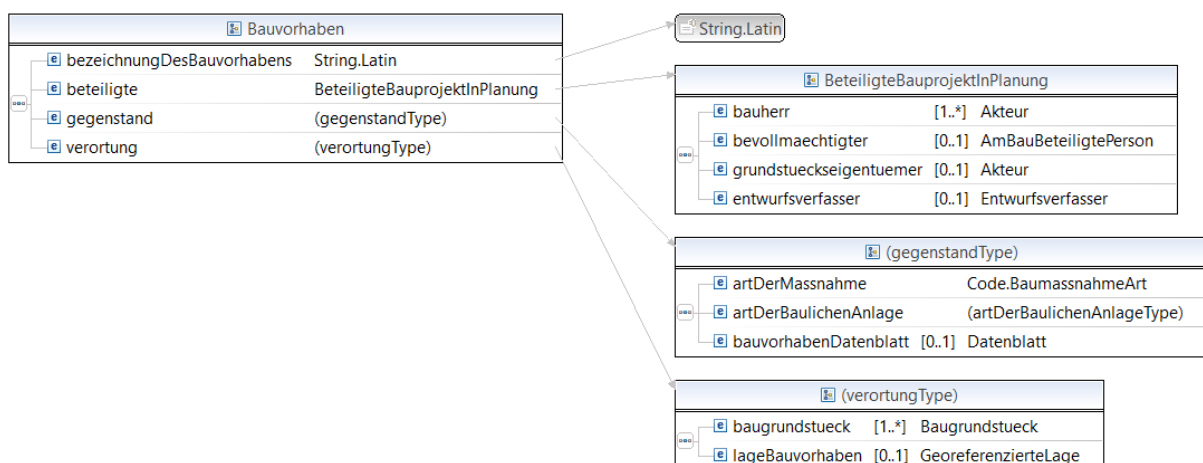


Abbildung 4: UML Bauvorhaben

Die Zusammenstellung des Datenblatts (Abbildung 5) unterteilt sich in die bauordnungsrechtliche Klassifikation, die Angabe der baulichen Nutzungsmaße sowie die Angabe zur Bauweise. Zur bauordnungs-

rechtlichen Klassifikation gehören die Angabe der Gebäudeklasse sowie eventuelle Angaben bzgl. Sonderbauten oder Garagenbauten. Die baulichen Nutzungsmaße enthalten Angaben zu den typischen, durch einen Bebauungsplan festgesetzten Parametern:

- Höhe der Baulichen Anlage
- Anzahl der Vollgeschosse
- Grundfläche der baulichen Anlage
- Geschossfläche
- Baumasse
- Städtebauliche Kennzahlen (GRZ, GFZ und BMZ)

Des Weiteren erfolgen Angaben zu weiteren Grundstücksflächen (bebaut, nicht bebaut, versiegelt, Spiel- und Freizeitflächen, Nebenanlagen, Gemeinschaftsanlagen, Stellplätze mit Zufahrten), Stellplätzen (Anzahl erforderlich und geplant), Nutzungseinheiten und Verkaufsfläche.

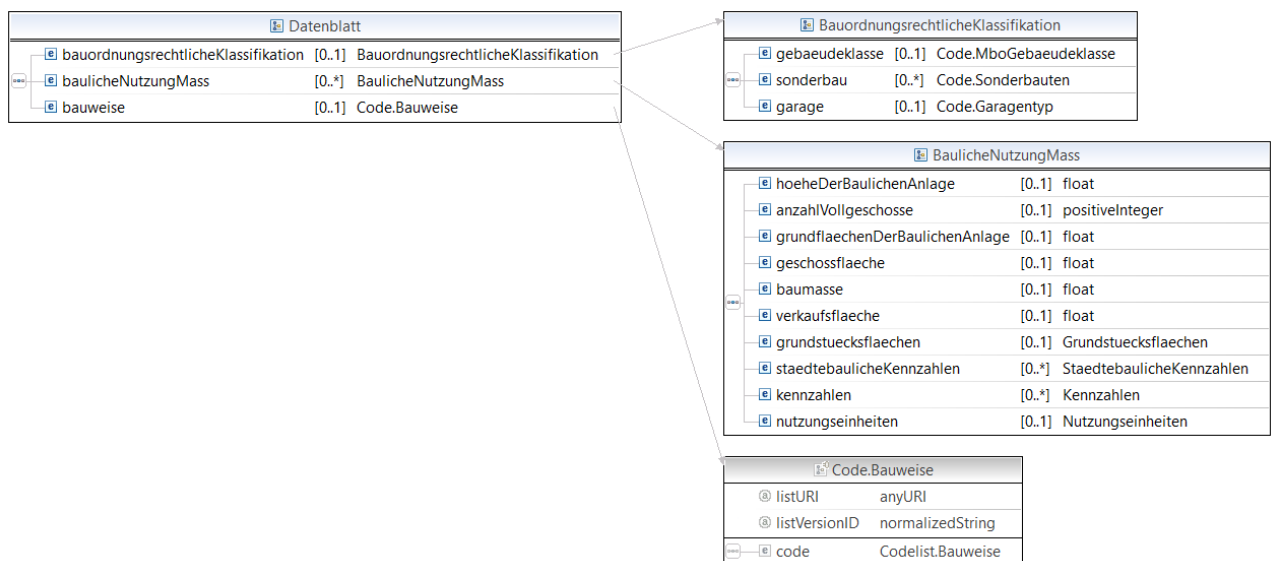


Abbildung 5: UML Datenblatt

Im Folgenden werden die im XBau-Standard abgebildeten erforderlichen Informationen zur Erstellung eines Antrags auf Baugenehmigung den Antragsformularen der am Projekt beteiligten Bundesländer Hamburg (Formular 6200-1) und Nordrhein-Westfalen (Anlage I/1 zur VV BauPrüfVO und Anlage I/2 zur VV BauPrüfVO) gegenübergestellt (siehe Tabelle 1). Während insgesamt eine konsistente Abbildung der erforderlichen Daten möglich ist, gibt es doch zumindest einige verfahrenstechnische und länderspezifische Unterschiede. Die konventionellen Antragsformulare beinhalten die Möglichkeit einer bestimmten Verfahrensauswahl, wie beispielsweise einen Vorbescheid oder ein vereinfachtes Antragsverfahren. In XBau wird dies durch separate Nachrichten abgebildet. In diesem Kontext steht somit das spezifische Verfahren bereits fest. Ebenfalls findet keine Angabe der zuständigen Aufsichtsbehörde im Datenstandard XBau statt. Dies wird erst in direkter digitaler Kommunikation mit der Behörde festgelegt und ersetzt somit den Adressaten auf dem klassischen Formular.

Unterschiede gibt es in der Angabe der durchzuführenden Art der Maßnahme, d.h. ob eine Errichtung, Änderung, Nutzungsänderung oder Beseitigung einer baulichen Anlage vorgenommen wird. Beispielsweise führt Nordrhein-Westfalen keine Beseitigung auf, sondern sieht dafür ein separates Formular vor. In XBau wird zusätzlich bei einer Nutzungsänderung unterschieden, ob eine bauliche Änderung notwendig ist. Außerdem ist zu bemerken, dass in den klassischen Formularen die Art der Maßnahme in der Bezeichnung des Bauvorhabens untergebracht werden muss, während in XBau eine strikte Trennung zwischen der Bezeichnung und Art der Maßnahme vorgenommen wird.

Bzgl. der am Antragsverfahren beteiligten Personen werden die Bauherrenschaft und der/die Entwurfsverfasser/in konsistent übernommen. Zusätzlich dazu bietet XBau an, eine/einen Bevollmächtigte/en anzugeben sowie einen/eine Eigentümer/in des Grundstücks anzugeben. Ebenfalls wird die Bauvorlagenberechtigung des Entwurfsverfassers/der Entwurfsverfasserin konsistent über eine Berufsbezeichnung und ggf. Mitgliedsnummer der Architekten bzw. Ingenieurskammer angegeben. Die klassischen Formulare erlauben dabei durchaus mehr Berufsbezeichnungen, jedoch ist die Auswahl letztendlich abhängig von der ausgewählten Verfahrensart und wird verfahrensgerecht abgebildet.

Zur Identifizierung des Baugrundstücks werden Adresse und Geokodierung durchgängig angegeben. XBau bietet zusätzlich die Möglichkeit eine geometrische Ausprägung in Form einer Fläche und georeferenzierte Koordinaten anzugeben. Bzgl. der Geokodierung wird im Bundesland Hamburg auf eine Unterteilung in Baublöcke anstatt Flure gesetzt. Im Antragsformular von Nordrhein-Westfalen und in XBau finden hingegen die Angaben von Gemarkungen, Fluren und Flurstücken statt.

Eine Angabe zum Vorhandensein von Abweichungen wird ebenfalls in allen Formularen vorgenommen. Nordrhein-Westfalen und XBau unterscheiden zusätzlich zwischen Abweichung, Ausnahme und Befreiung. Weitere regionale Unterschiede finden sich noch beispielsweise in der Angabe von Gebühren im Land Hamburg, sowie der Angabe der Gebäudeklasse in Nordrhein-Westfalen und XBau. Diese Eigenschaften finden sich jedoch auch in separaten Anlagen oder späteren Verfahrensverlauf des jeweiligen Landes wieder.

Tabelle 1: Gegenüberstellung der Inhalte der Antragsformulare Hamburg, Nordrhein-Westfalen und der XBau Antragsnachricht 200

Parameter bzw. Parametergruppe	Hamburg	Nordrhein-Westfalen	XBau Antragsnachricht 200
Antragsart/Verfahren	• Vereinfacht • mit Konzentrationswirkung • Vorbescheid • Nach §162 BauGB	• Antrag • Vorbescheid • Referenzgebäude	Nur Antrag
Aufsichtsbehörde	ja	ja	nein
Bezeichnung des Bauvorhabens	ja	ja	ja

Art der Maßnahme	Ja (Bez. Vorhaben) • Errichtung, • Änderung, • Nutzungsänderung, • Beseitigung	Ja (In Bezeichnung) • Errichtung, • Änderung, • Nutzungsänderung	Ja • Errichtung, • Änderung, • Nutzungsänd. ohne bauliche Änd., • Nutzungsänderung mit baulicher Änderung, • Beseitigung
Bauherrenschaft	ja	ja	ja
Entwurfsverfasser*in	ja	ja	ja
Bauvorlagenberechtigung	ja	ja	ja
Adressierung	Ja	Ja	ja
Geokodierung	Ja Flurstücke, Baublock, Gemarkung	Ja Gemarkung, Flure, Flurstücke	Ja Gemarkung, Flure, Flurstücke
Abweichungen	Ja	Ja + Ausnahme und Befreiung	Ja + Ausnahme und Befreiung
Gebühren (BauGebO)	ja	Nein	Nein
Gebäudeklasse	Nein	ja	ja

Die Notwendigkeit der bereitzustellenden Anlagen wird in jedem Bundesland durch die jeweilige Bauvorlagenverordnung (BauVorlVO) umfassend geregelt. Während in Hamburg und in XBau die Anlagen unabhängig gelistet werden müssen, stellt das Formular für Nordrhein-Westfalen eine Checkliste bereit, in welcher die verknüpften Anlagen angekreuzt werden. Die Checkliste beinhaltet:

- Lageplan/Amtlicher Lageplan
- Berechnung des Maßes der baulichen Nutzung
- Beglaubigter Auszug aus der Flurkarte (falls Lageplan nicht amtlich)
- Bauzeichnungen
- Baubeschreibung auf amtlichen Vordruck
- Brandschutzkonzept
- Betriebsbeschreibung
- Berechnung des umbauten Raumes nach DIN 277
- Berechnung der Rohbaukosten

Dem hinzuzufügen sind zu Baubeginn erforderliche Nachweise (werden oft schon bei Antrag mit eingereicht), wie Schallschutznachweis, Wärmeschutznachweis und Standsicherheitsnachweis und weitere Bauvorlagen, wie z.B. der Erhebungsbogen Baustatistik. Diese Auflistung ist insofern wichtig, als dass bestimmte Anlagen die Parameter enthalten, welche in XBau über das Datenblatt (vgl. Abbildung 5) schon mitgeliefert werden. Eine Anlage zur Berechnung des Maßes der baulichen Nutzung erfordert in den landesspezifischen BauVorIVO insbesondere die Feststellung der Grundfläche, der Geschossfläche und der Baumasse der baulichen Anlagen, sowie die damit verbundenen städtebauliche Kennzahlen Grundflächenzahl (GRZ), Geschossflächenzahl (GFZ) und der Baumassenzahl (BMZ). Eine Anlage zur Baubeschreibung enthält mit Hinblick zur Übernahme nach XBau insbesondere Angaben zur Nutzungsart, Stellplätzen für PKW und Fahrrad sowie Angaben zu Spiel- und Freizeitflächen. Eine Anlage zur Baustatistik erfordert die Angabe der Vollgeschosse, welche sich ebenfalls im Datenblatt des Datenstandards XBau wiederfindet.

Im Allgemeinen bieten die dargestellten Informationen ein hohes Potential zur automatischen Übernahme aus BIM-Modellen. Während personenbezogene Daten, wie die beteiligten Personen, in der Regel nicht in einem BIM-Modell abgebildet sind und aufgrund der verfahrenstechnischen Vorgaben dort auch nicht einzutragen sind, stehen insbesondere die intrinsischen Eigenschaften des Bauwerks sowie geometrische Kennziffern im Fokus einer Datenübernahme. Intrinsische Eigenschaften sind z.B. die Gebäudeklasse oder Nutzungsart, welche nicht nur Kennziffern im Rahmen eines Bauantrags darstellen, sondern auch im weiteren Lebenszyklus des Gebäudes von Bedeutung sein können. Geometrische Kennziffern, wie z.B. die Ermittlung aller im Antragsverfahren relevanten Flächen, können aus einem BIM-Modell extrahiert und über eine automatische Mengenermittlung konsolidiert werden.

2.4 Auswahl von zu unterstützenden Verwaltungsprozessen

Im Rahmen der Kommunikation zwischen den beteiligten Akteuren im gesamten Bauprozess findet eine Vielzahl an Kommunikation statt. Der Standard XBau definiert hierzu den Interoperabilitätsstandard für die Datenaustauschprozesse mit Bauaufsichtsbehörden. Grundsätzlich werden die folgenden Anwendungsfälle in XBau betrachtet:

- Baugenehmigungsverfahren
- Vorbescheidverfahren
- Abweichungsverfahren
- Beteiligungsverfahren
- Benachrichtigung von Informationsempfängern
- Prüfung bautechnischer Nachweise
- Genehmigungsfreistellung
- Baulasten-Verfahren
- Überwachungspflichtige Anlagen
- Anzeigen
- Anzeige des Bauzustands

In den Anwendungsfällen ist eine Vielzahl von Akteuren beteiligt (Abbildung 6). Während die Bauaufsichtsbehörde die Einhaltung öffentlich-rechtlicher Vorschriften prüft, werden im Rahmen des Beteiligungsverfahrens zuständige Behörden, Fachbehörden, Gemeinden und Nachbarn des betroffenen Grundstücks beteiligt. Im Auftrag von Bauherren oder Bauaufsichten werden der Entwurfsverfasser, Prüfsachverständige, Prüfsachverständige, Prüfingenieure und Fachplaner in den bauaufsichtlichen Anwendungsfällen berücksichtigt.

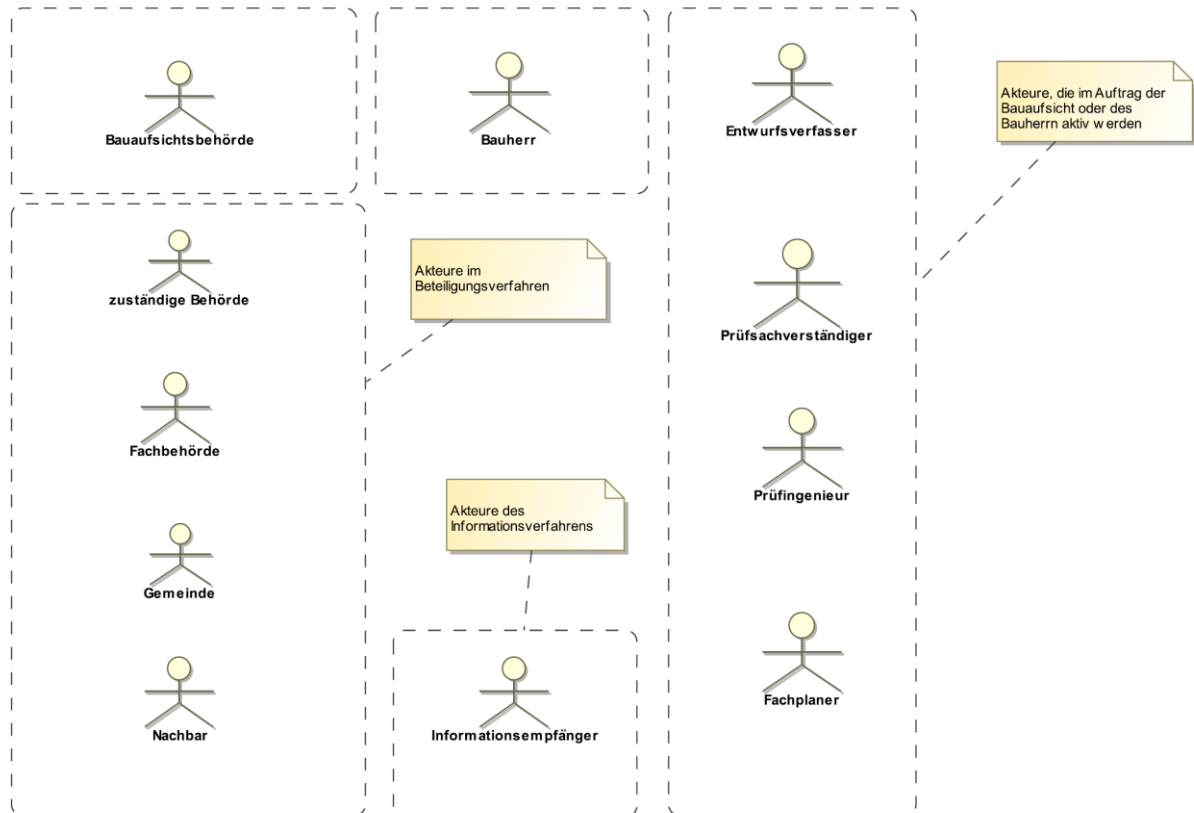


Abbildung 6: Akteure der Verfahren im Bauwesen (Bildquelle: XBau-Spezifikation [9], Abbildung II.2.1)

Im Projekt wurde untersucht, wie die BIM-Methodik in den Prozess des Baugenehmigungsverfahrens eingebracht werden kann. Ziel des Baugenehmigungsverfahrens ist es, Bauvorhaben hinsichtlich öffentlich-rechtlicher Vorschriften zu überprüfen, die Teil des bauaufsichtlichen Genehmigungsverfahrens sind. Nachdem die Bauvorlagen und der Bauantrag durch den Bauherrn bzw. den Entwurfsverfasser erstellt werden, wird der Antrag mit den Unterlagen (Nachricht 0200) an die Bauaufsichtsbehörde übermittelt (Abbildung 7). Nach der formellen Prüfung werden ggf. weitere Unterlagen nachgefordert (Nachricht 0201), die Unterlagen durch den Entwurfsverfasser ergänzt und zurück an die Bauaufsichtsbehörde gesendet (Nachricht 0202). Nach der materiellen Prüfung wird dem Entwurfsverfasser bzw. dem Bauherrn bei negativem Ergebnis die Möglichkeit gegeben, den Antrag nachzubessern und eine Stellungnahme zu formulieren (Nachrichten 0203 und 0204). Abschließend erfolgt der Versand des Bescheids mit dem Ergebnis der materiellen Prüfung (Nachricht 0205), sowie des Gebührenbescheids (Nachricht 0206).

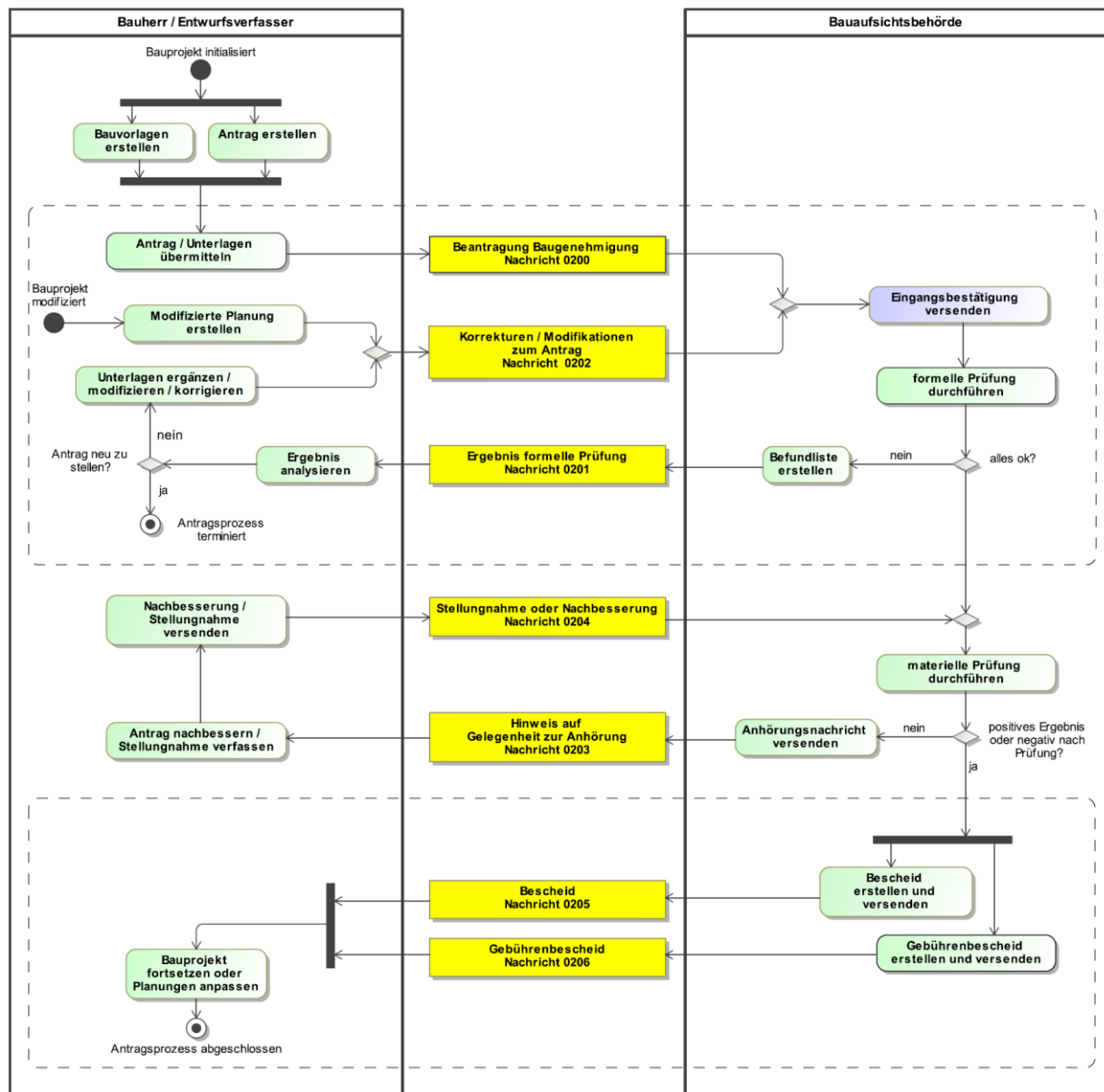


Abbildung 7: Prozess der Baugenehmigung mit XBau-Nachrichten (Bildquelle: XBau-Spezifikation [9], Abbildung III.1.3)

Für die Untersuchung der Einbringung von BIM in den Baugenehmigungsprozess wurden im Projekt hauptsächlich die Schritte zur Zusammenstellung des Bauantrags, die Übermittlung des Bauantrags an die Bauaufsichtsbehörde (Nachricht 0200), sowie die formelle und materielle Prüfung berücksichtigt. Ziel war die Untersuchung, wie BIM-Modelle bei der Antragserstellung sowie bei der formellen und materiellen Prüfung unterstützend genutzt werden können. Weiterhin wurde untersucht, wie Modell-basierte Kommunikation bei diesen Prozessen unterstützend eingesetzt werden kann.

Grundsätzlich lässt sich die Vorgehensweise bei der Erstellung des Bauantrags (Nachricht 0200) auch auf die Schritte zur Korrektur/Modifikation zum Antrag (Nachricht 0202) bzw. Stellungnahme/Nachbesserung (Nachricht 0204) übertragen, da auch bei diesen Prozessschritten BIM-Modelle analog verwendet werden können. In den Nachrichten zur Übermittlung des Ergebnisses der formellen oder materiellen Prüfung (Nachrichten 0201 und 0203) kann eine Modell-basierte Kommunikation eine förderliche Rolle

spielen, in dem Bauteil-bezogene Kommentare direkt mit Bezug auf das BIM-Modell kommuniziert werden können. Die Nachrichten 0201 bis 0204 wurden aber nicht im Detail im Projekt untersucht. Die Nachrichten bzgl. des Bescheids und des Gebührenbescheids (Nachrichten 0205 und 0206) wurden im Projekt nicht näher betrachtet, da keine Vorteile bzgl. einer BIM-orientierten Arbeitsweise möglich sind.

3 Definition des Gesamtprozesses und der Modellinhalte

In diesem Kapitel wird der Gesamtprozess des BIM-basierten Bauantrags beschrieben (Kapitel 3.1). Weiterhin wird erläutert, wie offene Datenstandards konzeptionell berücksichtigt werden (Kapitel 3.2), welche Modellanforderungen sich an BIM-Modelle ergeben (Kapitel 3.3), wie eine Modell-basierte Kommunikation das BIM-basierte Bauantragsverfahren unterstützt (Kapitel 3.4) und wie der Datenaustausch Container-basiert umgesetzt wird (Kapitel 3.5).

3.1 Beschreibung des Gesamtprozesses

Für den Gesamtprozess des BIM-basierten Bauantrags wurde ein Systemkonzept entwickelt. Dreh- und Angelpunkt des Konzepts ist eine digitale Schnittstelle auf Behördenseite, die bestimmte Services bereitstellt (Abbildung 8). In einem ersten Schritt stellt die Schnittstelle digitale Bebauungspläne (XPlanung) bereit, welche ggf. noch durch Vermesser ergänzt oder korrigiert werden müssen. Der Architekt importiert anschließend die Ausgangsdaten in seine Fachapplikation und erstellt darauf aufbauend das BIM-Modell. Anschließend werden im Rahmen der Genehmigungsplanung die erforderlichen Modelle (und ggf. Pläne) erstellt und das digitale Formular für den Bauantrag ausgefüllt. Hierbei können bestimmte Informationen bereits aus dem BIM-Modell in den Bauantrag übernommen werden. Weiterhin hat der Architekt die Möglichkeit das BIM-Modell vorprüfen zu lassen, indem er mit geeigneter Prüfsoftware sein Modell regelbasiert prüft. Dadurch können unnötige Iterationsschleifen wegen Fehlern im Modell hinsichtlich des Genehmigungsverfahrens bereits vor der Abgabe erkannt und vermieden werden. Nach erfolgter Prüfung wird der digitale Bauantrag (XBau) zusammen mit dem BIM-Modell (IFC) und weiteren benötigten Plänen (PDF) an die Behörden-Schnittstelle gesendet. Nach erfolgter Einreichung werden behördenintern fachbezogene Prüfungen durchgeführt. Auf Behördenseite kann ebenfalls das übertragene Modell zur Prüfung herangezogen werden oder, wenn die Behörde noch nicht auf BIM-Methoden umgestellt hat, die bisherige Variante mit Plänen (digital) verwendet werden. Alle weiteren Schritte verlaufen digital bis hin zur Genehmigung. Zur modellbasierten Kommunikation (d.h. Anmerkungen/Kommentare direkt am Modell) ist der Einsatz von kollaborativen BIM-fähigen Formaten vorgesehen, z.B. BCF.

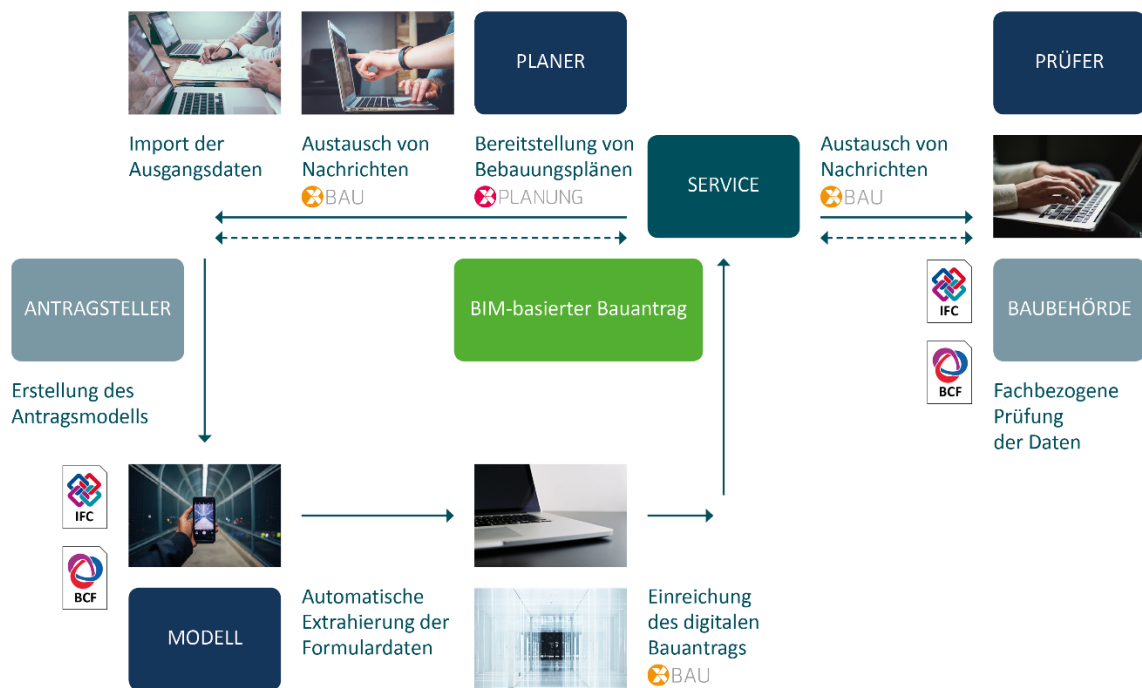


Abbildung 8: Allgemeines Systemkonzept für den BIM-basierten Bauantrag

Im Rahmen der Bearbeitung des Projekts wurde das Systemkonzept präzisiert und in eine ausführlichere Prozessbeschreibung überführt. Wie in Abbildung 9 dargestellt, werden durch die Katasterämter bzw. Landesvermessungsämter über ein Bauportal Bebauungspläne, Liegenschaftskarten und 3D-Stadtmodelle in digitaler Form bereitgestellt, die als Ausgangsbasis für die Planung von neuen Bauvorhaben durch Antragsteller genutzt werden können. Ergänzend werden BIM-Objektvorlagen in Form von Property Set Definition (PSD) Templates von den zuständigen Bauaufsichtsbehörden über das Bauportal zum Download bereitgestellt. Für den Fall, dass ein amtlicher Lageplan erstellt werden muss, z.B. wenn das zu errichtende Gebäude an einer Grundstücksgrenze liegt, wird ein öffentlich-bestellter Vermessungsingenieur (ÖbVI) beauftragt. Die Daten aus der Vermessung werden digital verarbeitet und in ein Bestandsmodell überführt. In Koordination mit den Fachplanern entsteht anschließend ein Planungsmodell des zu errichtenden Bauwerks. Mit Hilfe von BCF-Kommentaren können am Modell Abweichungen von Bauvorschriften und angefragte Erleichterungen gekennzeichnet werden, welche später automatisiert in den digitalen Bauantrag übernommen werden.

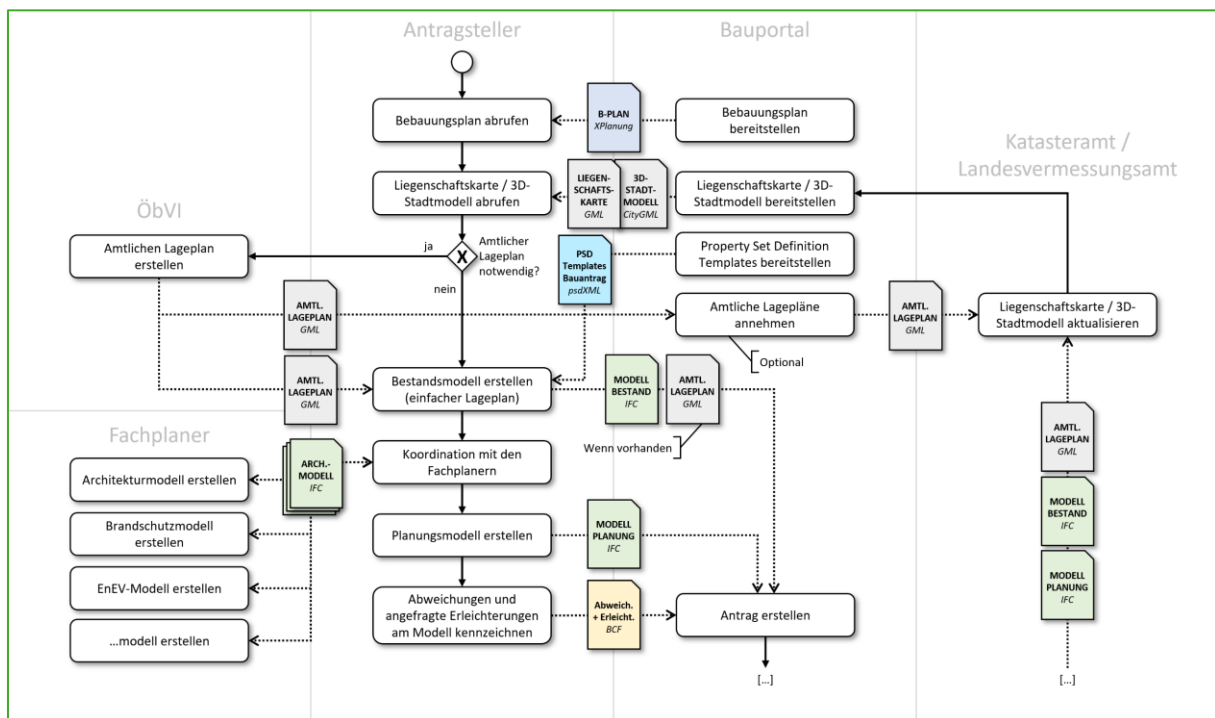


Abbildung 9: Prozessdiagramm: Erstellen eines BIM-basierten Bauantrags

Die Antragstellung erfolgt über ein Web-basiertes Portal, welches Bestandsmodelle, Planungsmodelle, Abweichungen/Erleichterungen und amtliche Lagepläne entgegennimmt, daraus Informationen automatisiert in den digitalen Bauantrag übernimmt, und automatisiert formell als auch z.T. materiell prüft (Abbildung 10). Der dabei entstehende Check-Report kann für die Fehleranalyse durch den Antragsteller genutzt werden.

Nach Abgabe des Bauantrags wird der Antrag durch den Bauprüfer in einen Vorgang übernommen. Nach manuellen formellen und materiellen Prüfungen erfolgt schließlich die Erstellung des Bescheids. Wenn Unterlagen fehlen oder Mängel in der materiellen Prüfung festgestellt werden, erfolgt die Kommunikation über entsprechende XBau-Nachrichten (Nachrichten 201-204, siehe Abbildung 11). Hierbei kann die Nutzung von BCF ebenfalls hilfreich sein, wenn bspw. bestimmte Themen direkt am BIM-Modell erörtert werden. Abschließend erfolgt der Bescheid und Gebührenbescheid an den Antragsteller (Nachrichten 205-206).

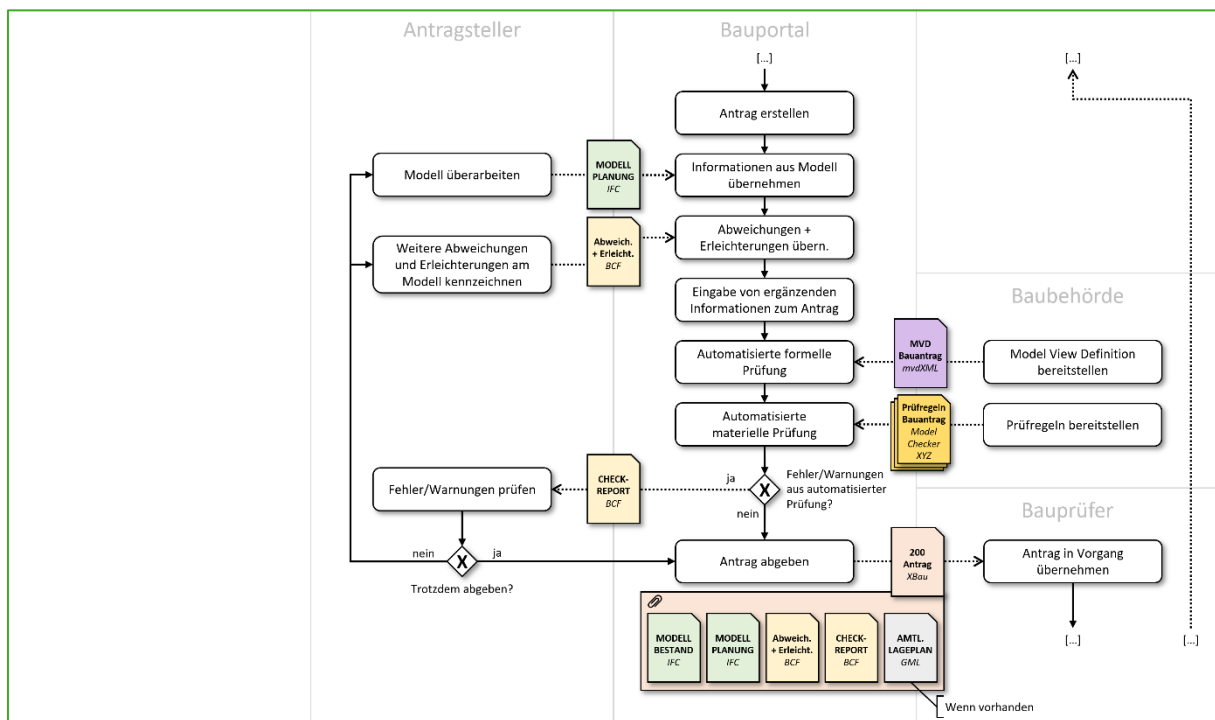


Abbildung 10: Prozessdiagramm: Prüfen eines BIM-basierten Bauantrags

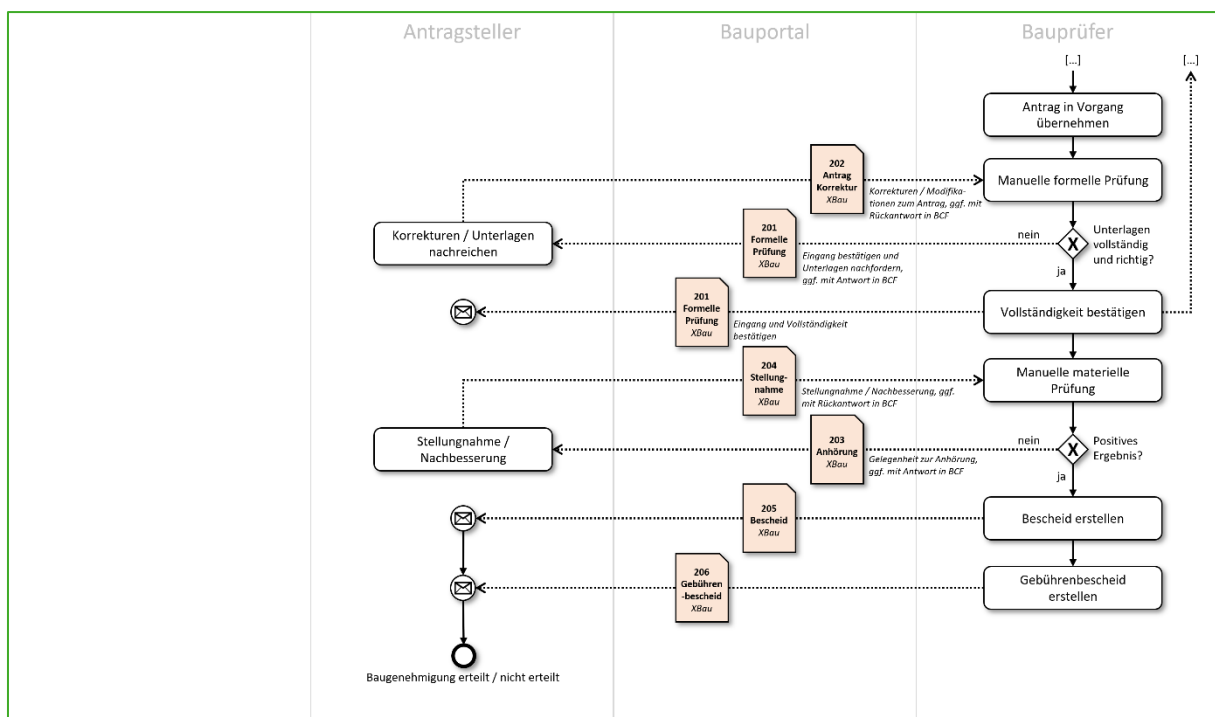


Abbildung 11: Prozessdiagramm: Kommunikation zwischen Antragsteller und Bauprüfer

3.2 Konzept zur Verwendung offener Datenstandards

Im Rahmen des Gesamtprozesses (Kapitel 3.1) sind diverse Austauschszenarien definiert worden, deren Transport der zugehörigen Daten durch geeignete Datenstandards realisiert werden müssen. Dabei werden ausschließlich offene Datenstandards in die Konzeption einbezogen, um einen herstellerübergreifenden und nachhaltigen Datenaustausch zu gewährleisten.

Zu Beginn des Gesamtprozesses werden Planungsvorschriften und Bestandsdaten von der Behörde abgerufen. Die Abfrage des Bebauungsplans erfolgt im Datenstandard XPlanung [8]. XPlanung stellt einen durch die XLeitstelle verbindlichen anzuwendenden Standard zur Abbildung von Planwerken der Raumordnung, Landes- und Regionalplanung, Bauleitplanung sowie Landschaftsplanung dar. Der Standard basiert auf der Geography Markup Language (GML), einem durch das Open Geospatial Consortium (OGC) entwickelten offenen Standards zum Austausch raumbezogener Objekte, und erweitert diesen um Klassifizierungen und Attribuierungen für die genannte Planwerke. Insbesondere werden mit XPlanung planungsrechtliche Festsetzungen, wie Baugrenzen und Obergrenzen für das Maß der baulichen Nutzung festgelegt. Weitere raumbezogene Bestandsdaten zur Unterstützung des Planungsprozesses werden über GML oder GML-adaptierte Formate, wie die Integration von Liegenschaftskarten, die Integration von 3D-Stadtmodell über CityGML oder den Austausch im Rahmen der Erstellung eines amtlichen Lageplans bereitgestellt.

Der prozessübergreifende Austausch von Gebäudemodellen zwischen Fachplaner, Antragsteller und Behörde erfolgt durch die Industry Foundation Classes (IFC) [1], einem von buildingSMART International (bSI) entwickelten offenen Standard zum Austausch von Gebäudemodellen. Im Kontext der IFC wurden weitere assoziierte Datenstandards von bSI definiert und im Rahmen der BIM-basierten Antragsstellung angewandt. Zur Kommunikation von Modell-basierten Annotationen und den darauf basierenden Antworten der Behörde wird das BIM Collaboration Format (BFC) verwendet [3]. Hierdurch ist es möglich, nicht nur eine bildliche und textuelle Kommunikation zu ermöglichen, sondern auch eine direkte Assoziation zu den betroffenen IFC-Objekten und der dazu notwendigen Ansicht bzw. Kameraeinstellung abzubilden. Die Abbildung der in der Modellierungsrichtlinie vorgeschriebenen Property Set Definitions (PSD) und Quantity Take-Offs (QTO) erfolgt in den durch bSI bereitgestellten Schemata PSDxml und QTOxml [1]. Hiermit wird eine maschinenlesbare Abbildung von Modellanforderung gewährleistet. Alternativ kann die Abbildung seit IFC Version 4 auch als sogenannte „Property Set Templates“ in IFC erfolgen und bereitgestellt werden. Im Rahmen der IFC-basierten Modellierung wird auch von Model View Definitions (MVD) Gebrauch gemacht. MVDs dienen zur Filterung des Modells sowie zur Überprüfung von bestimmten Strukturen und Wertebelegungen. Beispielsweise wird für IFC 4 mit einer MVD „IFC Reference View“ unter anderem vorgeschrieben, dass nur explizite Geometrien verwendet werden dürfen, so dass eine einfache Kompatibilität zu nachfolgenden Programmen gewährleistet werden kann. Insbesondere auf diesen Standard aufbauend werden die in PSD und QTO definierten Anforderung in eine prüfbare MVD integriert, um eine automatisierte und konsistente formelle Prüfung auf Behördenseite bzw. Vorprüfung auf Antragstellerseite umzusetzen.

Zur Einreichung eines Bauantrags sowie der anschließenden Kommunikation zwischen Antragsteller und Behörde wird der Datenstandard XBau verwendet. XBau ist ein durch die XLeitstelle vorgeschriebener Standard zur Abwicklung der Kommunikation zwischen den Beteiligten im bauaufsichtlichen Verfahren.

Hier werden insbesondere die initiale Antragserstellung (Nachricht 200) sowie die Kommunikation bzgl. der manuellen formellen Prüfung (Nachrichten 201 und 203), der manuellen materiellen Prüfung (Nachrichten 203 und 204) und den darauffolgenden Bescheiden (Nachrichten 205 und 206) umgesetzt.

3.3 Modellanforderungen an Gebäudemodelle

Um eine konsistente und vollständige Datenübernahme aus einem BIM-Modell in das digitale Bauantragsformular sowie als Eingangsdaten für eine Modellprüfung zu gewährleisten, wurden eindeutige Anforderungen an das zu erstellende BIM-Modell formuliert und in einer Modellierungsrichtlinie (Anhang 1, Abbildung 12) zusammengefasst. Die im Projekt erstellte Modellierungsrichtlinie erweitert als Anwendungsfall-spezifische Modellierungsrichtlinie für den Anwendungsfall "Bauantrag" allgemein gültige Anforderungen an BIM-Modelle. Allgemein gültige Anforderungen an BIM-Modelle werden bspw. in der Modellierungsrichtlinie der Bergischen Universität Wuppertal aufgeführt [16]. Die Auflistung der Anforderungen für den Anwendungsfall "Bauantrag" orientiert sich am Datenstandard XBau für das digitale Bauantragsformular, sowie an Anforderungen für die im Rahmen des Projektes priorisierten Prüffälle (Kapitel 2.1).

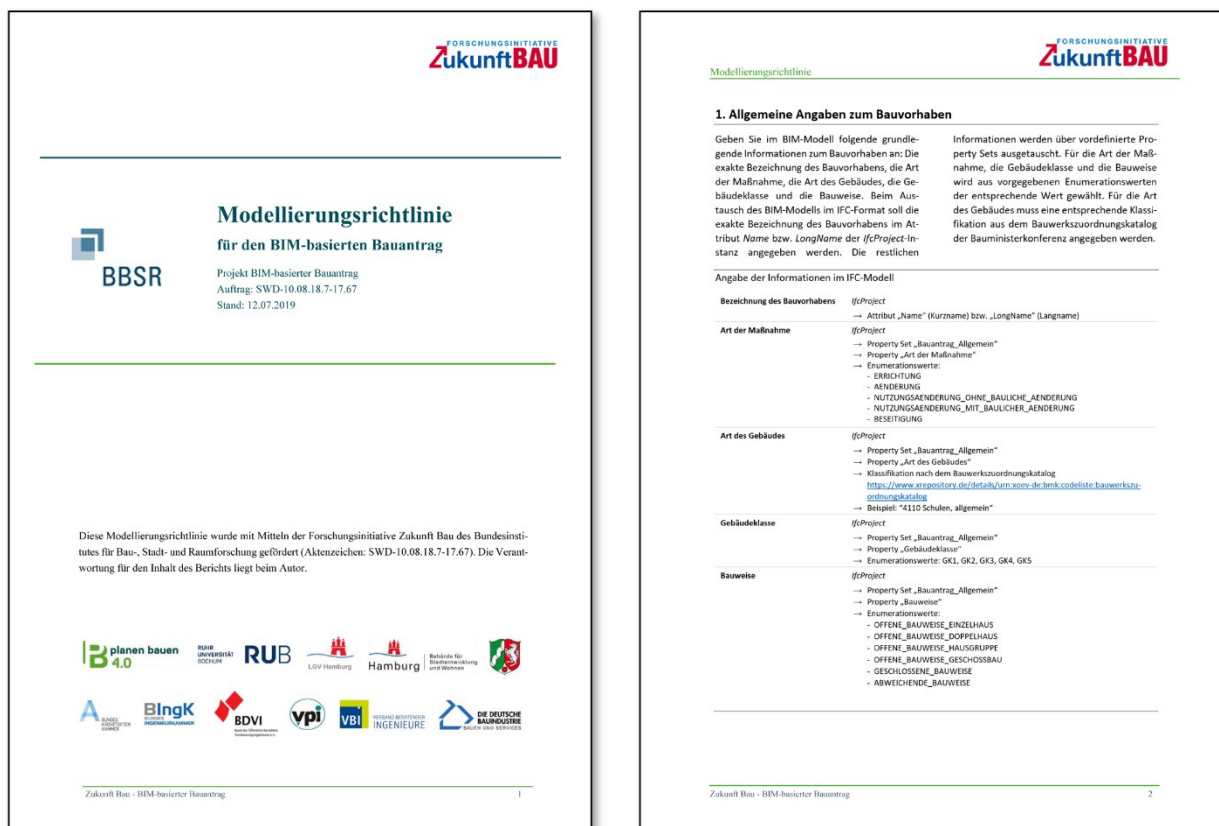


Abbildung 12: Modellierungsrichtlinie für den BIM-basierten Bauantrag

Die Anforderungen unterteilen sich in semantische und geometrische Anforderungen. Semantische Anforderungen schreiben bestimmte Attribuierungen der Entitäten im BIM-Modell vor, beispielsweise die Verknüpfung des Projektbaums mit initialen Bauwerksinformationen, wie Adresse, Bauweise, Gebäudeklasse etc. Geometrische Anforderungen beschreiben einerseits Vorgehensweisen zur korrekten Veror-

tung des BIM-Modells (Abbildung 13), sodass eine geometrische Abstimmung mit Lage- und/oder Bebauungsplänen erfolgen kann. Andererseits gibt es zahlreiche Vorgehensweisen zur Auszeichnung und zur Klassifizierung von Flächen und Räumen, die insbesondere durch die Modellierung von Raumobjekten (Abbildung 14) konsistent realisiert werden. Eine Besonderheit dieser objektbezogenen Auszeichnung ist, dass die dazugehörigen Kennwerte wie Länge, Breite, Höhe, Flächeninhalt und Raumvolumen gemäß des IFC-Standards als Quantity-Takeoff Parameter extrahiert.

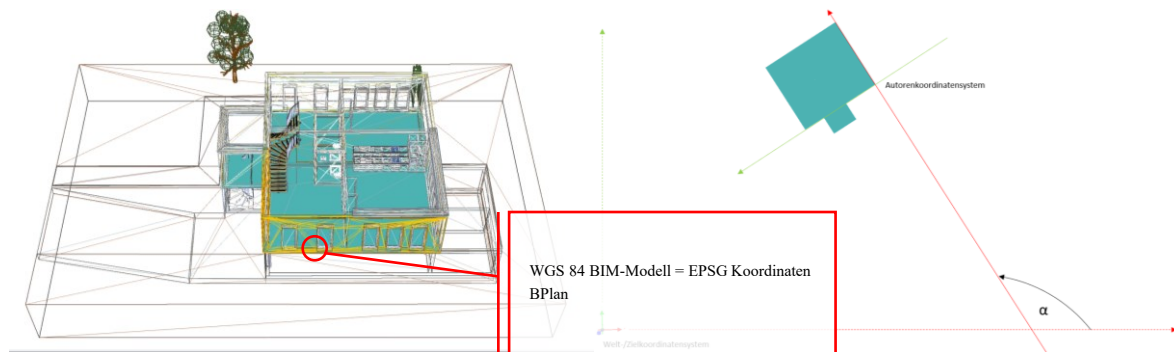


Abbildung 13: Berücksichtigung der Verortung zur Georeferenzierung von Bebauungsplan und BIM-Modell

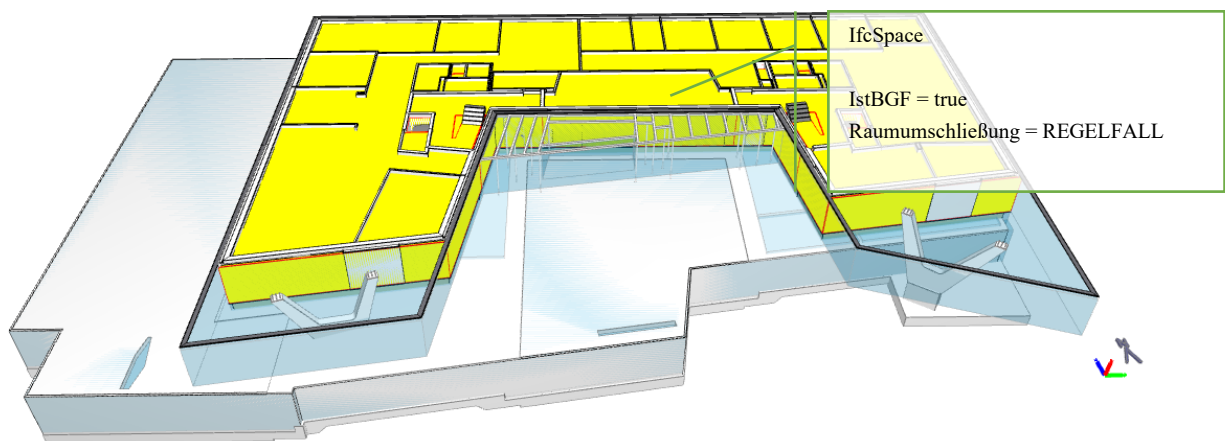


Abbildung 14: Auszeichnung und Klassifizierung der Bruttogrundflächen durch Raumobjekte

3.4 Modell-basierte Kommunikation

Modell-basierte Kommunikation beschreibt den digitalisierten Vorgang der Planungscoordination mit Bezug auf BIM-Modelle und wird auch als „digitales Revision Markup“ bezeichnet. Während in der konventionellen papierbasierten Planungscoordination „Revisionswolken“ auf Plänen markiert wurden, wer-

den bei der Modell-basierten Kommunikation basierend auf dem BIM Collaboration Format (BCF) digitale Kommentare erstellt. Zu den Kommentaren werden relevante Bauteile referenziert und zusammen mit einem Screenshot des Modells, der Kameraperspektive und weiteren Visualisierungseinstellungen gespeichert. Der Empfänger eines solchen Kommentars kann die ursprünglichen Visualisierungseinstellungen und die Kameraperspektive in seinem BIM-Programm wiederherstellen. Auf diese Weise kann der Empfänger den Sachverhalt, der im Kommentar beschrieben ist, direkt am BIM-Modell nachvollziehen und auf den Kommentar zielgerichtet antworten. Ziel ist es, Koordinationsanfragen zu stellen, um Problemstellungen zielgerichtet mit Modellbezug kommunizieren zu können.

Im Baugenehmigungsverfahren gibt es mehrere Anwendungsfälle, bei der eine Modell-basierte Koordinationsanfrage sinnvoll ist. Entwurfsverfasser können bspw. Befreiungen nach § 31 Abs. 2 BauGB, Ausnahmen nach § 31 Abs. 1 BauGB und Abweichungen nach § 67 Abs. 1 MBO beantragen (Abbildung 10) [14, 17]. Zu den genannten Sachverhalten ist es sinnvoll, einen entsprechenden Kommentar mit Modellbezug zu erstellen und auf die betreffenden Bauteile im Modell zu referenzieren. Die Modell-bezogenen Kommentare können für die Datenübernahme in den digitalen Bauantrag genutzt werden (siehe Kapitel 4.1).

Weiterhin eignet sich das BCF-Format auch als Ergebnisprotokoll eines Prüfberichts einer automatisierten formellen oder materiellen Prüfung. Der Entwurfsverfasser hat basierend auf dem BCF-basierten Prüfbericht die Möglichkeit direkt die betroffenen fehlerhaften Bauteile im Modell zu identifizieren und diese zielgerichtet zu korrigieren. Auch das Ergebnis manueller materieller Prüfungen durch die Bauaufsichtsbehörde oder durch Prüfengeure kann mittels Modell-bezogener Nachrichten übermittelt werden und für eine Nachbesserung seitens des Entwurfsverfassers zu Grunde gelegt werden.

3.5 Container-basierter Datenaustausch

Die Vorhaltung und Übertragung der Daten im Rahmen des BIM-basierten Bauantrages erfordert die Organisation mehrerer sich im Laufe des Verfahrens aufeinander beziehender Dokumente. Die initiale Bereitstellung der Modelle erfolgt über die in Kapitel 3.2 beschriebenen domänenspezifischen Standards. Alle projektbezogenen Dokumente werden in einem gemeinsamen Ordner vorgehalten und zum Austausch in einen ZIP-Container (Abbildung 15a) verpackt. Dieser beinhaltet eine XBau-Datei zur Beschreibung des Bauantrags (index.xbau), den Bebauungsplan (Bebauungsplan.xplanung) zur Beschreibung der planungsrechtlichen Vorgaben sowie das BIM-Modell (Gebäudemodell.ifc).

Zusätzlich werden alle zum Bauantrag relevanten Abweichungen mit BCF-Elementen verknüpft, welche dann ebenfalls als Datei (Abweichungen.bcfzip) im Container vorgehalten werden. Zur Verknüpfung von Abweichungsanträgen mit den zugehörigen BCF-Inhalten wurde ein entsprechendes Verlinkungskonzept entwickelt (Abbildung 15b), welches die Verknüpfung der Elemente zur Modellierung von Abweichungen (Typ AbweichungBeantragt) in der XBau-Datei mit einer entsprechenden Konversation im BCF Kontext vorsieht. Dies erfolgt über ein Attribut *referenz*, um welches das XBau-Schema erweitert wurde und in welche die Identifikation einer zugehörigen BCF Topic Entität stattfindet. Der BCF Kontext verweist dann wiederum auf die zugehörige IFC-Datei nach bekanntem Schema.

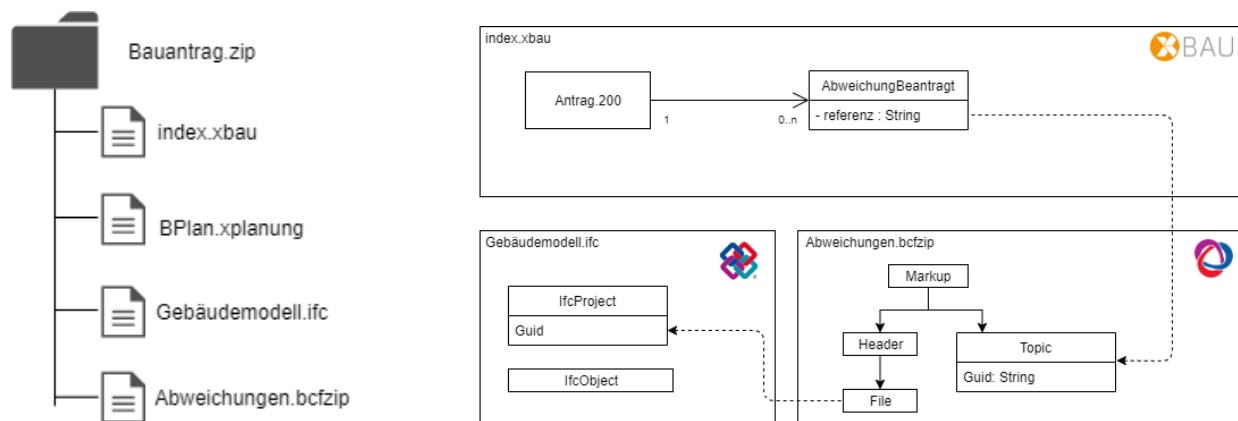


Abbildung 15: Ordnerstruktur (a) und Verlinkungskonzept (b) des Containers

4 Datenzusammenstellung und formale Prüfung

Im Projekt wurden zwei Anwendungsfälle zur Nutzung von BIM-Modellen im Bauantragsverfahren betrachtet, welche im Folgenden genauer beschrieben werden: (1) Die Datenübernahme in den digitalen Bauantrag (Kapitel 4.1) und (2) die regelbasierte Prüfung von Gebäudemodellen (Kapitel 4.2). Zur Zusammenstellung eines digitalen Bauantrags wird ein (semi-)automatisierter Prozess zur Übernahme von Daten aus dem BIM-Modell und zur formalen Prüfung anhand zusammengeführter Planungsunterlagen benötigt. Die Datenübernahme ermöglicht hierbei eine umfassende Extraktion von Daten, die für den digitalen Bauantrag im XBau-Format als notwendig betrachtet werden. Eine formale Prüfung ermöglicht es, die Vollständigkeit und Richtigkeit auf Seite des Antragstellers mit geeigneter Software einer Vorprüfung zu unterziehen, um unnötige Iterationsschleifen wegen Fehlern im Modell hinsichtlich des Genehmigungsverfahrens bereits vor der Abgabe zu vermeiden.

4.1 Datenübernahme in den digitalen Bauantrag

Im Fokus der Datenübernahme liegt die automatische Ausfüllung eines digitalen Bauantragsdokumentes. Zum Zweck der direkten Übernahme wurde ein Mapping der IFC auf Eigenschaften im XBau-Standard vorgenommen. Hierbei gibt es sowohl Informationen, die sich direkt aus dem BIM-Modell übertragen lassen als auch Kennwerte und Maße, die eine algorithmische Verarbeitung erfordern, bevor sie in das Antragsformular übernommen werden können.

Initiale Projekteigenschaften werden in Autoren-Tools als Property Sets dem Projektbaum zugeordnet. Information bzgl. der am Bau beteiligten Personen (Eigentümer, Bauherr, Entwurfsverfasser etc.) sind in der Regel nicht im BIM-Modell vorhanden. Diese Information müssen daher mit Hilfe einer Client-Software manuell ins digitale Antragsformular eingetragen werden. Bezüglich der Verortung können allerdings die Adressdaten sowie die Grundstücksfläche übernommen werden. Hier muss allerdings eine Transformation der Koordinaten aus der IFC-Welt in das GML-Koordinatensystem des XBau-Standards erfolgen.

Eine deutlich aufwändigere Verarbeitung erfordert die Anforderung bzgl. des Datenblattes. Die zugrundeliegenden Informationen setzen eine Umsetzung nach der Modellierungsrichtlinie voraus. Für die Ermittlung der Nutzungsmaße müssen die Flächenwerte der entsprechenden Raumobjekte geschossweise und als Gesamtwert angegeben werden, wie beispielsweise die Ermittlung der Bruttogrundfläche. Ebenso werden die Anzahlen für Nutzungseinheiten und Stellplätze ermittelt und in das digitale Bauantragsformular übernommen. Bezüglich der Angabe von Grundstücksflächen (z.B. bebaut und nicht bebaut), müssen die entsprechen Flächen aus den zugehörigen im BIM-Modell durch eine geometrische Verarbeitung ermittelt werden.

4.2 Regelbasierte Prüfung von Gebäudemodellen

Eine regelbasierte Prüfung des Gebäudemodells soll insbesondere dem Bauprüfer auf Behördenseite eine effizientere und transparente Möglichkeit bieten, die Einhaltung der Bauvorschriften zu überprüfen. Zusätzlich soll der Bauantragsbevollmächtigte eine Vorprüfung durchführen können, um einer Ablehnung oder Korrektur präventiv entgegenzuwirken. Unter einem regelbasierten Prüfprozess wird eine einheitliche Definition von Vorgaben in Form von Prüfregeln, die algorithmische Verarbeitung sowie eine prüfbegleitende Dokumentation der Ergebnisse verstanden.

Die zu prüfenden Vorschriften wurden zunächst vom Gesetzestext in eine algorithmisch verarbeitbare Form überführt. Mit Hilfe von Struktogrammen oder workflow-basierende Notationssprachen können Abhängigkeiten zu Eingangsparametern, ein fest definierter Prüfablauf und ein Entscheidungsbaum sowie die möglichen Prüfergebnisse eindeutig definiert werden. In Abbildung 16 wird dies am Beispiel der Gebäudeklasse nach HBauO [18] in Form eines Struktogramms verdeutlicht. Auf Basis solcher Notationen können die zu überprüfenden Regeln abgeleitet werden, z.B. *Hoehe* $\leq 7m$, welche als Randbedingungen in ein regelbasiertes Prüfsystem eingefügt werden.

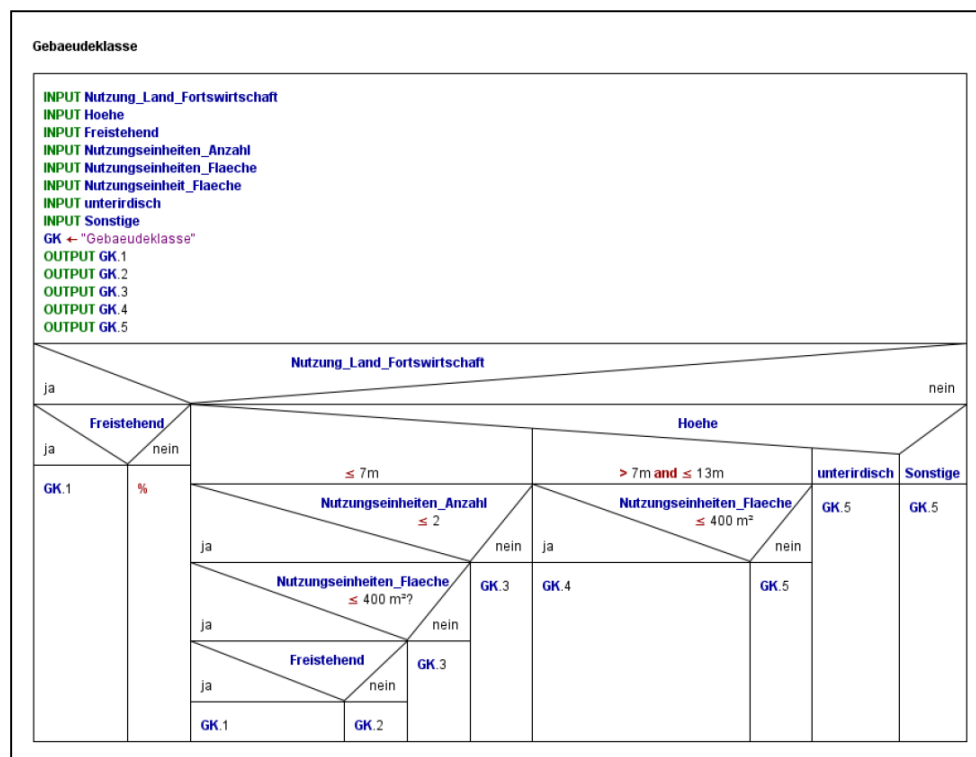


Abbildung 16: Überführung der Gesetzesvorschrift in ein deterministisches Struktogramm am Beispiel der Gebäudeklasse nach HBauO

Der Prüfprozess unterteilt sich in die Auswahl der Prüfobjekte, der Prüfung semantischer und geometrischer Vorschriften, sowie der anschließenden Interpretation und Dokumentation der Prüfergebnisse (Abbildung 17). Beginnend mit der Auswahl der Prüfobjekte werden alle Elemente aus dem BIM-Modell gefiltert, welche auf den aktuellen Prüffall (bzw. einem logisch verknüpften Satz von Prüfregeln) anwendbar ist. Dies geschieht anhand der Klassifikation des Bauteils (z.B. alle Entitäten vom Typ IfcWall zur

Klassifikation von Wandelementen), anhand zugeordneter Eigenschaftsgruppen (z.B. ein Property Set mit Namen „BauantragBruttogrundflächen“) oder einer Kombination aus beiden Filtervarianten.

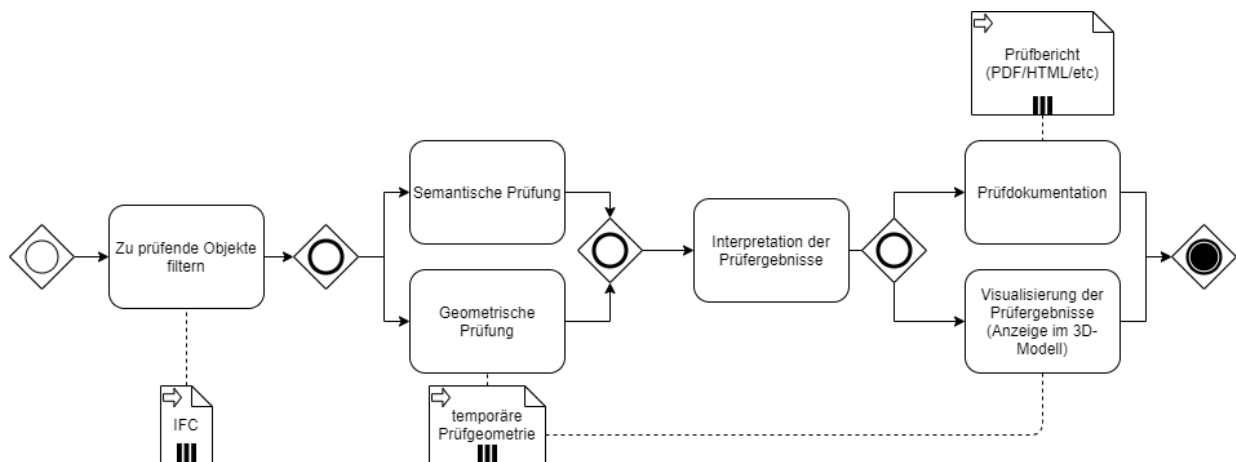


Abbildung 17: Referenzprozess zur regelbasierten Prüfung von Gebäudemodellen

Die ausgewählten Prüfobjekte werden dann gegen ausgewählte Prüfregele geprüft. Diese können entweder semantischer Natur oder geometrischer Natur sein. Im Fall einer semantischen Überprüfung werden die semantischen Eigenschaften (Attribute, Properties oder Quantity Takeoff Parameter) der Prüfelemente untersucht. Im Fall einer geometrischen Prüfung werden die mit den Elementen verknüpften Geometrien untersucht. Hier kann es insbesondere notwendig sein, temporäre Hilfsgeometrie zu erzeugen, um existierenden Operatoren zur Prüfung von geometrischen Zusammenhängen zu nutzen. Beispielsweise wurden im Zusammenhang mit der Prüfung von Grundstücksgrenzen auf Basis der überbaubaren Grundstückshöhe und der erlaubten Gebäudehöhen Hilfsgeometrien in Form von Hüllkörpern erzeugt (Abbildung 18, links). Infolgedessen konnte eine Inklusionsprüfung aller Gebäudeelemente vorgenommen werden.

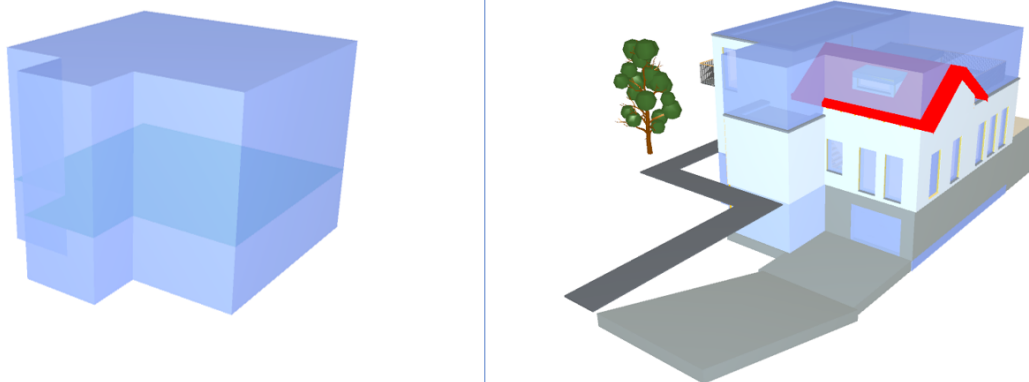


Abbildung 18: Hüllkörper zu Prüfung der Grundstücksgrenzen (links) und Markierung der ungültigen Elemente (rechts).

Im nächsten Schritt werden die Prüfergebnisse interpretiert. Dazu werden die Teilergebnisse der ausgeführten Prüfregele und den dazugehörigen Elementen zu einem Gesamtergebnis verknüpft. Beispielsweise fällt die zuvor genannte Prüfung der Grundstücksgrenzen und Gebäudehöhe nur positiv aus, wenn

entweder alle Elemente innerhalb des Prüfkörpers liegen oder zusätzliche Eigenschaften im Rahmen einer semantischen Prüfung erfüllt werden, z.B. die Klassifikation als Nebenanlage. Im letzten Schritt werden die Prüfergebnisse dokumentiert. Die Prüfergebnisse werden einerseits im Modell direkt durch eine Visualisierung unterstützt als auch in einem Prüfbericht abgelegt. In beiden Fällen beinhaltet dies eine Auflistung aller Prüfergebnisse der einzelnen Regeln und Elemente. Als Visualisierung findet die Markierung von BIM-Objekten Anwendung, insbesondere von Farbschemata bzgl. der Prüfergebnisse. Im Fall der Grundstücksgrenzen sieht beispielsweise das zugewiesene Farbschema vor, dass alle ungültig geprüften Elemente in rot markiert werden (Abbildung 18, rechts).

Ein Datenstandard zur ganzheitlichen Abbildung der im Rahmen der regelbasierten Prüfung definierten Prüfregeln für semantische und geometrische Prüfungen von BIM-Modellen existiert momentan nicht und ist insbesondere in der Definition von geometrischen Prüfungen Gegenstand aktueller Forschungsprojekte. Mit dem Austauschformat IFC für BIM-Modelle hat buildingSMART International einen Standard für Model View Definitions (MVD) veröffentlicht. Dieser erlaubt nicht nur die Filterung des Modells auf bestimmte Elemente einer vordefinierten Domäne, sondern bietet seit der Version 1.1 auch die Möglichkeit, der im Rahmen des Model Views erlaubten Elemente einer semantischen Prüfung zu unterziehen. Hier können im Rahmen der zu anwendbaren Objekte eine Filterung nach IFC-Klasse (z.B. IfcSpace) sowie nach Vorschriften bzgl. Eigenschaften (z.B. Name des zugewiesenen Property Sets) vorgenommen werden. Im Rahmen einer Prüfung können Eigenschaften beispielsweise auf Existenz oder bzgl. Gleichheitsoperatoren überprüft werden. Auch für die Umsetzung im Rahmen von MVD existieren bereits einige Tools auf dem Markt. So wurden im Rahmen des Projektes und der Regelprüfung die semantischen Anforderungen aus der im Projekt erstellten Modellierungsrichtlinie als MVDs erstellt und als Prüfkomponente integriert.

5 Prototypische Implementierung

Zur Validierung und Veranschaulichung der Prozesse erfolgte im Projekt eine prototypische Implementierung einer Client-Software und eines Web-Portals, welche im Folgenden genauer beschrieben werden. Mit der Client-Software (Kapitel 5.1) können BIM-Modelle und Bebauungspläne eingeladen und visualisiert werden, erste Vorprüfungen durchgeführt werden, und digitale Bauanträge basierend auf Informationen aus BIM-Modellen erstellt werden. Mit dem Web-Portal (Kapitel 5.2) wird exemplarisch gezeigt, wie erstellte BIM-basierte Bauanträge eingereicht und bearbeitet werden können.

5.1 Client-Software

Die prototypische Implementierung einer Client-Software bildet die Umsetzung bestimmter Anwendungsfälle auf der Seite des Antragstellers sowie auf der Seite der Behörde ab (Abbildung 19). Auf der Seite des Antragstellers dient die Client-Software der Erstellung von Bauanträgen und zur Vorprüfung von BIM-Modellen. Auf Behördenseite werden durch die Client-Software die Verifikation der Inhalte im Rahmen einer formellen Prüfung sowie eine Modellprüfung im Rahmen der materiellen Prüfung unterstützt. Für die Umsetzung auf beiden Seiten erfolgt eine interdisziplinäre Integration notwendiger Unterlagen und Modelle. Dies beinhaltet die Verarbeitung von XBau Nachrichten (Baugenehmigung etc.), Bebauungsplänen, BIM-Modellen und Modellkommunikationen im Rahmen von Abweichungsanträgen.

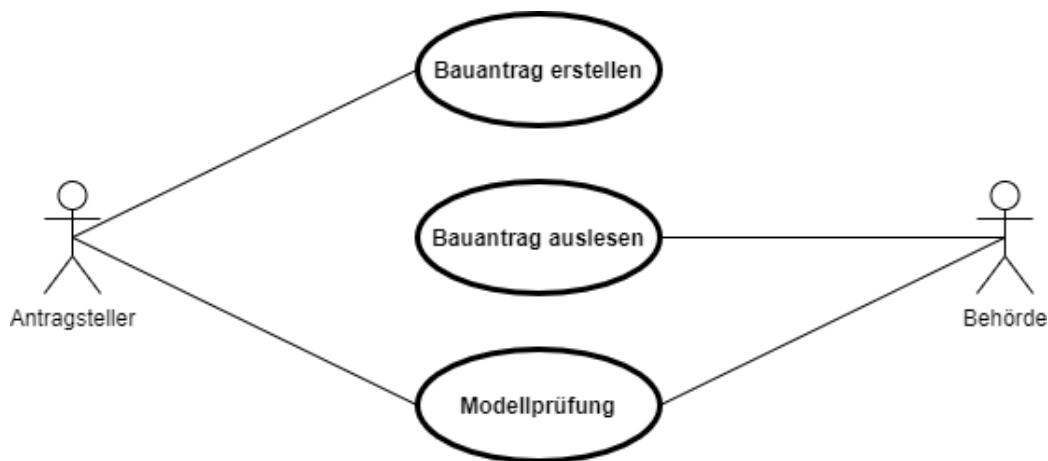


Abbildung 19: Anwendungsfälle zur Benutzung der Clientsoftware

Der Aufbau der Client-Software (Abbildung 20) besteht insgesamt aus drei Ebenen. Die Basisebene stellt ein IFC Viewer zur Verarbeitung von BIM-Modellen bereit. Diese beinhaltet sowohl Funktionalitäten für die geometrische Verarbeitung von BIM-Modellen (Abbildung 21a) als auch zur Filterung der semantischen Inhalte (Abbildung 21b), beispielsweise die Anzeige eines Projektbaums oder der Elementeneigenschaften. Des Weiteren erfolgt auch die Anbindung einer BCF-Schnittstelle, welche später im Rahmen der Modellkommunikation sehr wichtig ist. Diese Schnittstelle ist oft auch schon als Komponente eines IFC Viewers enthalten.

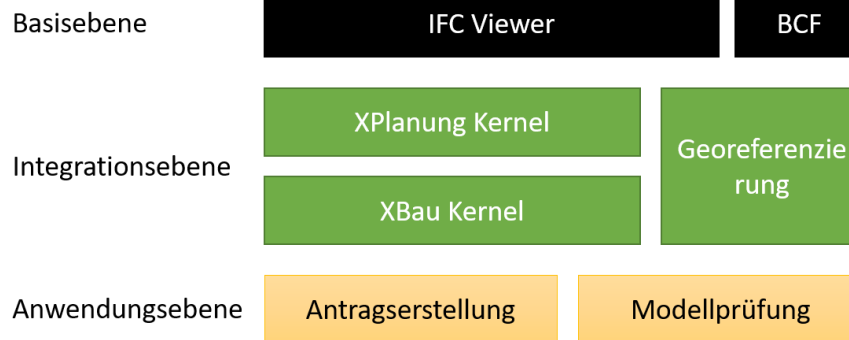


Abbildung 20: Softwarekonzept für Client-Anwendung

Die Integrationsebene stellt wichtige Komponenten zur semantischen und geometrischen Verarbeitung von Bebauungsplänen und Nachrichten im Rahmen des Antragsverfahrens zur Verfügung. Mit einem Kernel für XPlanung wird die Visualisierung von Bebauungsplänen (Abbildung 21a) sowie eine semantische Verarbeitung der enthaltenen Elemente (z.B. Projektbaum und Elementeneigenschaften) bereitgestellt. Eine zusätzliche Komponente für Georeferenzierung sorgt für eine Umrechnung und Abbildung der unterschiedlichen Koordinatensysteme in Modellkoordinaten, sodass Bebauungsplan und BIM-Modell aufeinander liegen. Der XBau-Kernel setzt die Verarbeitung und Anzeige von XBau-Nachrichten um (Abbildung 21d). Hiermit wird die Erstellung des initialen Bauantragsdokumentes als auch die Anzeige weiterer im Verfahren erstellter und XBau-konformer Nachrichten unterstützt.

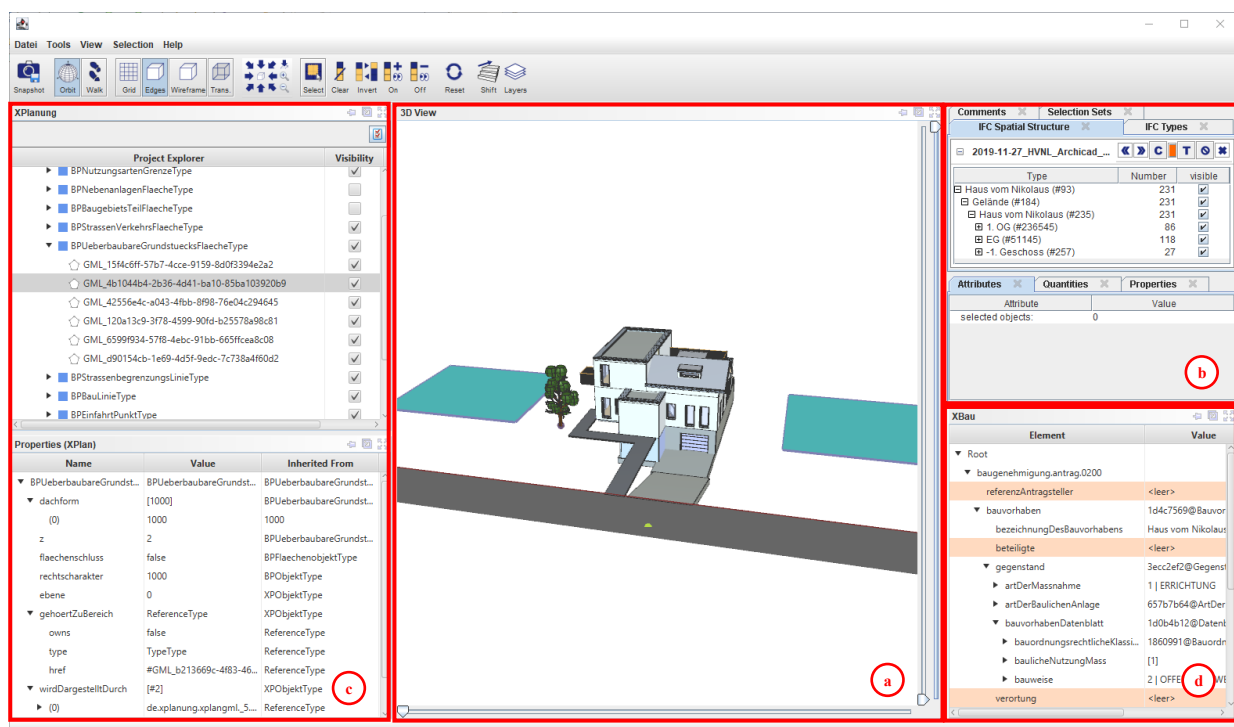


Abbildung 21: Integration und Visualisierung antragsrelevanter Daten: (a) Visualisierung von Bebauungsplänen und BIM-Modell, (b) Projektbaum und Eigenschaften des BIM-Modells, (c) Projektbaum und Eigenschaften von Bebauungsplänen, (d) Editor für XBau-Nachrichten.

Die Anwendungsebene enthält schließlich die Komponenten zur Umsetzung der Antragserstellung und der Modellprüfung. Hier wird bereits von einer vollständigen Integration von Bebauungsplan und BIM-

Modell ausgegangen. Die Komponente der Antragserstellung enthält die Logik zur schrittweisen Erstellung des Antrages und verknüpft dazu maßgeblich die Funktionen der zuvor beschriebenen Komponenten. Zunächst werden dazu die notwendigen Daten aus dem BIM-Modell gemäß der Modellierungsrichtlinie (Kapitel 3.3) extrahiert und konsolidiert dargestellt (Abbildung 22), beispielsweise die Extraktion und Summierung der Geschossflächen. Im nächsten Schritt werden diese sichtgeprüft und anschließend deren Flächenwerte automatisch in ein Antragsformular (Abbildung 21d) übertragen. Das Formular muss im nächsten Schritt noch manuell ergänzt werden. Dazu gehören einerseits Information, die nicht durch das BIM-Modell bereitgestellt werden, wie z.B. die Beteiligten des Antragsverfahrens, aber auch die Verknüpfung von weiteren Anlagen, wie z.B. zusätzliche PDF-Anhänge. Für die Umsetzung von Abweichungsanträgen wird ein konventioneller BCF-Vorgang verknüpft (Abbildung 23). Die Verknüpfung von Abweichungsanträgen und BCF-Vorgängen ist in Kapitel 3.5 spezifiziert. Nach Fertigstellung des Antragsdokuments wird dieses im vorgestellten Containerformat (Kapitel 3.5) exportiert.

	Wert	Nachricht
Allgemeine Projektparameter		
Bezeichnung des Bauvorhabens	Haus vom Nikolaus	
Art des Gebäudes	6122 - Mehrfamilienhäuser mit zus...	
Art der Maßnahme	ERRICHTUNG	
Gebäudeklasse	GEBAEUDEKLASSE 3	
Bauweise	OFFENE_BAUWEISE_DOPPELHAUS	
Nutzungsmaße		
HoeheDerBaulichenAnlage	6,92 m	Wird aus der Gesamthöhe aller IFC-Elemente bestimmt, da für ...
AnzahlVollgeschosse	1	
Grundfläche der baulichen Anlage	435,84 qm	
Geschossflaeche	163,86 qm	GF
Baumasse	614,46 cbm	Berechnete Baumasse
Verkaufsflaeche		

Abbildung 22: Dialog zur Datenextraktion gemäß Modellierungsrichtlinie

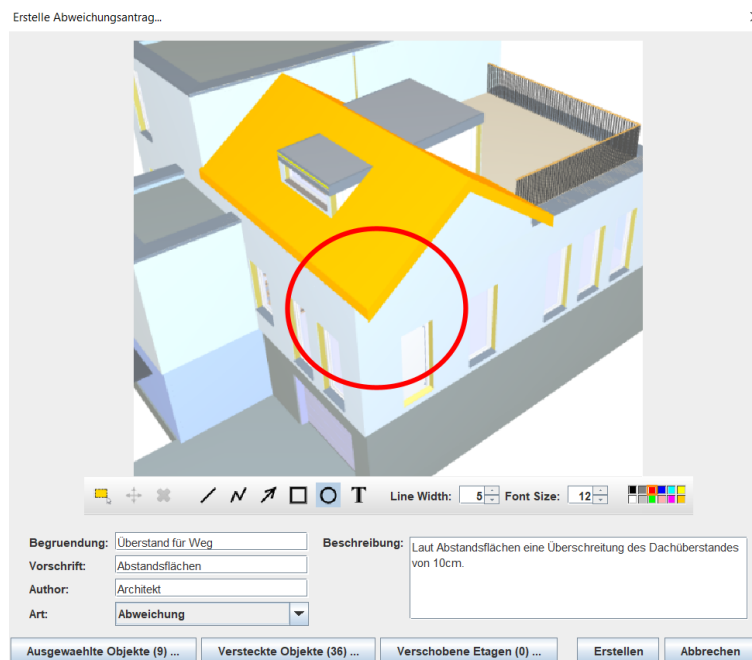


Abbildung 23: Modellierung einer Abweichung und Verknüpfung mit einem BCF-Vorgang.

Der Komponente der Modellprüfung setzt die Funktionalitäten im Rahmen der materiellen Prüfung auf Behördenseite bzw. eine Vorprüfung auf Seiten des Antragstellers um. Hierbei wird sowohl auf Daten des zu prüfenden BIM-Modells als auch auf zugehörige Festsetzungen bzgl. Grenzwerten aus dem Bebauungsplan zurückgegriffen. Der Prozess läuft nur teilautomatisiert ab und erfordert eine schrittweise Interaktion des Benutzers. Die Interaktion in der Modellprüfung beginnt mit der Auflistung der Prüfvorgänge (Abbildung 24). Nach Ausführung von Prüfvorgängen können betroffene Gebäudeelemente selektiert als auch temporäre Prüfgeometrien, wie z.B. die Hüllkörper zur Prüfung der Gebäudegrenzen, angezeigt werden (Abbildung 25). Hiermit wird die endgültige Entscheidungstreffung maßgeblich unterstützt.

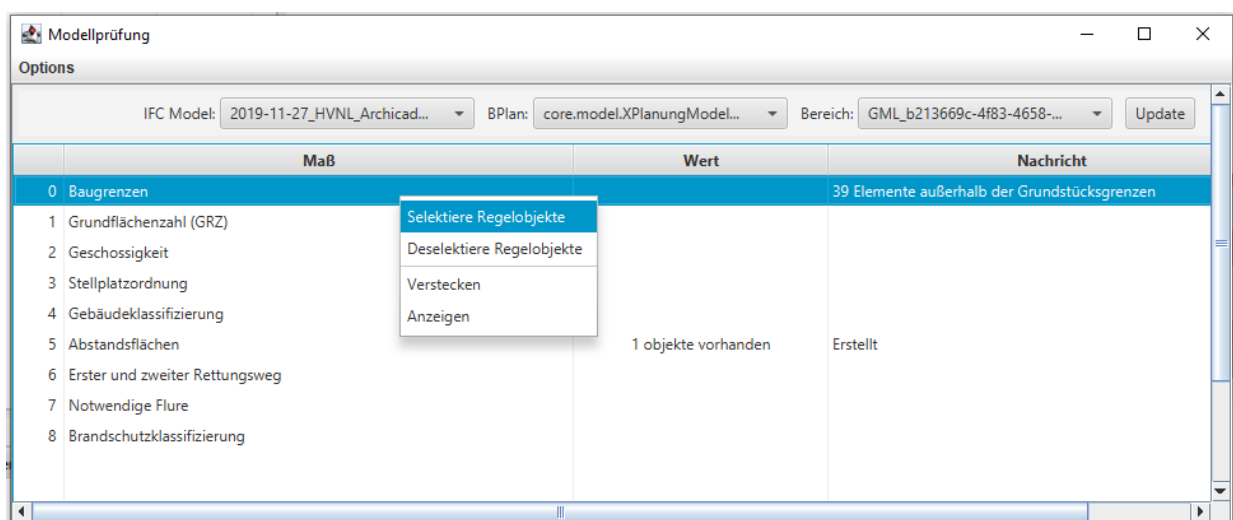


Abbildung 24: Dialog zur Interaktion im Rahmen der Modellprüfung

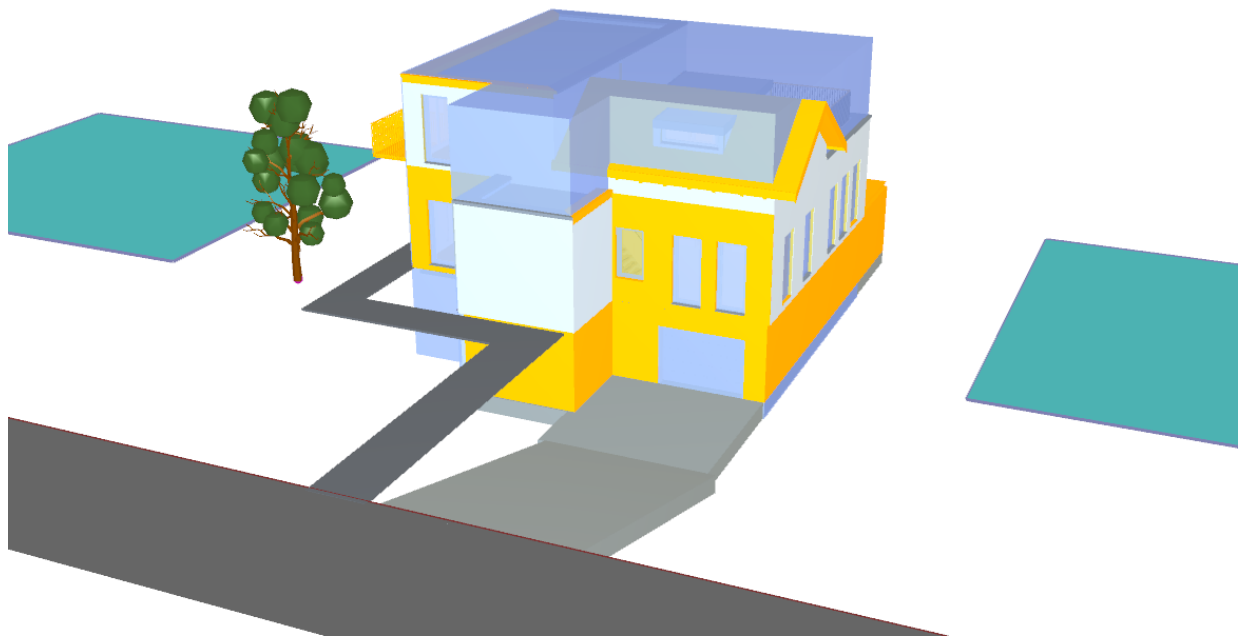


Abbildung 25: Selektierte Prüfobjekte und Anzeige des Hüllkörpers als temporäre Prüfgeometrie zur Prüfung der Gebäudegrenzen

5.2 Web-Portal

Durch eine prototypische Implementierung eines Webportals wird eine zentrale und webbasierte Schnittstelle zur digitalen Einreichung und Kommunikation mit der zuständigen Behörde demonstriert. Das Web-Portal setzt hierbei rollenabhängige Funktionalitäten um (Abbildung 26). Initiale Stufen zur Authentisierung, Authentifizierung und Autorisierung stellt ein Login, eine Identifizierung und rollenabhängige Zuordnung des Benutzers zur Verfügung. Die Authentifizierung sollte dabei in einer konkreten Umsetzung von einer zentralen Stelle des Bundes übernommen werden, analog zum Elster Verfahren [19], z.B. durch die Verwendung eines elektronischen Personalausweises. Mit der Autorisierung findet die Zuordnung einer bestimmten Rolle, hier die Zuordnung entweder als Antragsteller oder als Mitarbeiter der Behörde, statt.

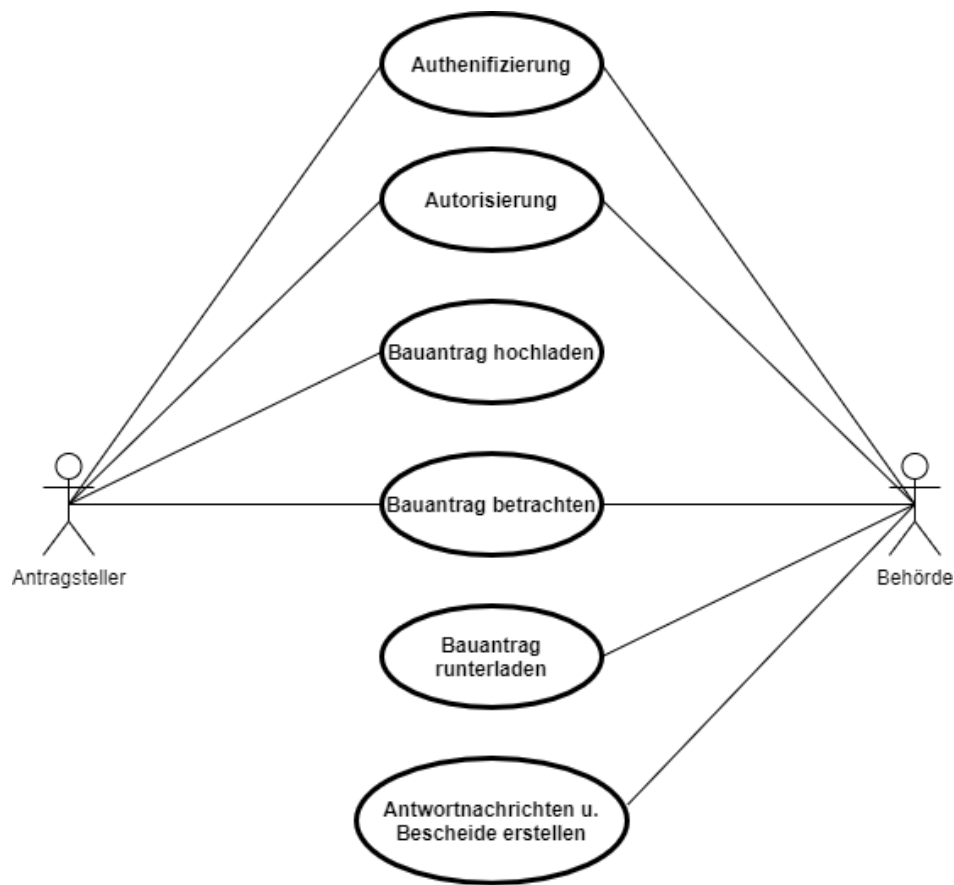
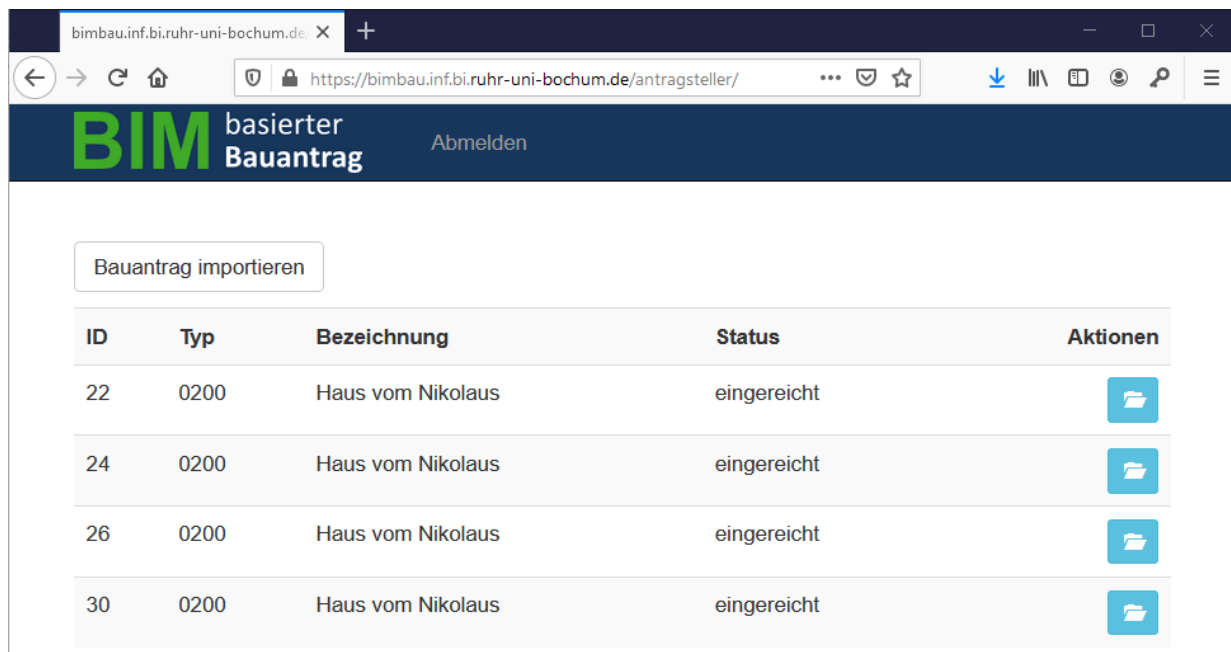


Abbildung 26: Anwendungsfälle zur Benutzung des Webportals

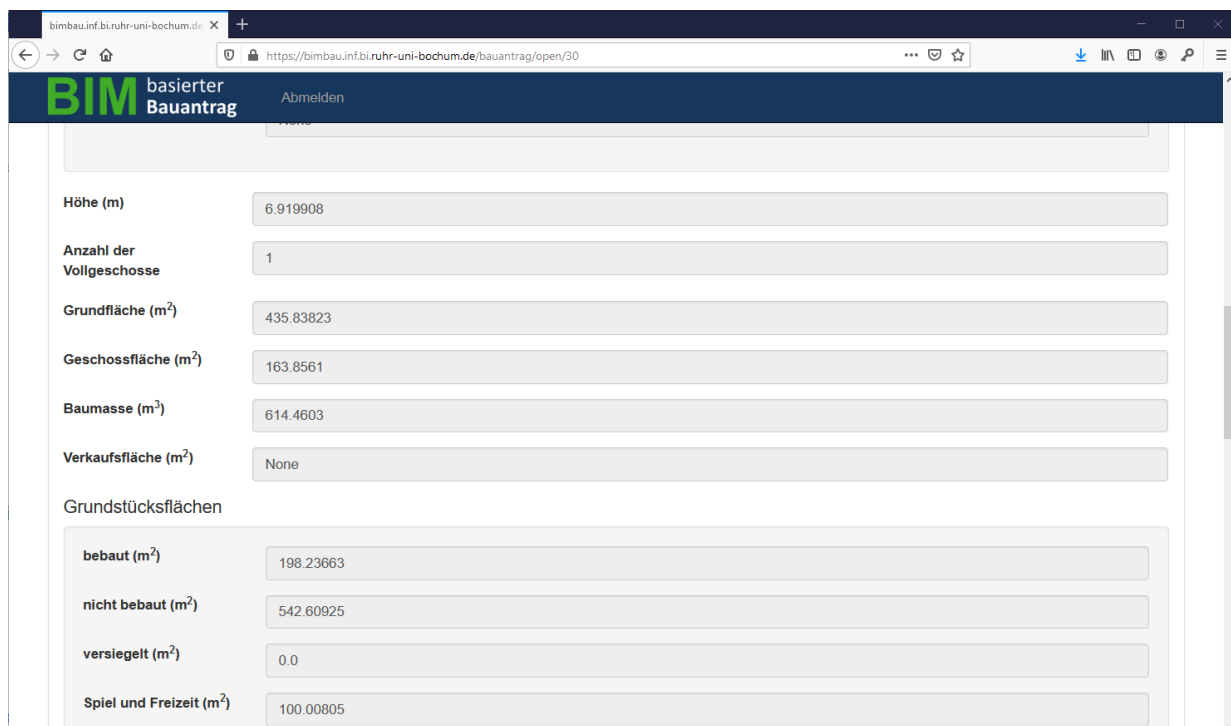
Die Initiierung des Verfahrens in Web-Portal wird durch den Antragsteller eingeleitet. Dazu wird ein in der Client-Software erstellter Bauantrag im genannten Containerformat hochgeladen. Dadurch wird automatisch ein Vorgang zur Einreichung eines Bauantrags erstellt und in einer Übersicht gelistet (Abbildung 27). Eine Detailansicht stellt nachfolgend die Möglichkeit bereit, die Inhalte der im Container enthaltenen Information, d.h. bauantragsrechtlichen Parameter sowie die verknüpften Dokumente einzusehen und formell zu überprüfen (Abbildung 28). Nach erfolgreicher Gegenprüfung wird der Bauantrag versendet und damit als offizielle Einreichung auf Seiten der Behörde registriert.



The screenshot shows a web browser window with the URL <https://bimbau.inf.bi.ruhr-uni-bochum.de/antragsteller/>. The page header includes the logo "BIM basierter Bauantrag" and a link "Abmelden". Below the header, there is a button "Bauantrag importieren". The main content is a table with the following data:

ID	Typ	Bezeichnung	Status	Aktionen
22	0200	Haus vom Nikolaus	eingereicht	
24	0200	Haus vom Nikolaus	eingereicht	
26	0200	Haus vom Nikolaus	eingereicht	
30	0200	Haus vom Nikolaus	eingereicht	

Abbildung 27: Übersicht des Antragstellers der importierten Bauanträge



The screenshot shows a web browser window with the URL <https://bimbau.inf.bi.ruhr-uni-bochum.de/bauantrag/open/30>. The page header includes the logo "BIM basierter Bauantrag" and a link "Abmelden". Below the header, there is a button "Bauantrag importieren". The main content is a form with the following data:

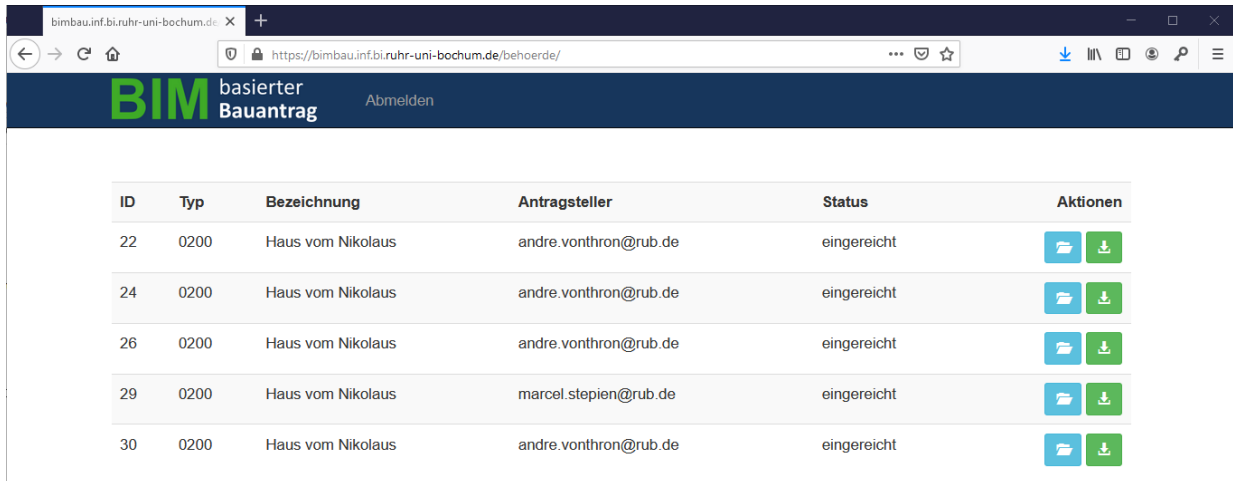
Höhe (m)	6.919908
Anzahl der Vollgeschosse	1
Grundfläche (m²)	435.83823
Geschossfläche (m²)	163.8561
Baumasse (m³)	614.4603
Verkaufsfläche (m²)	None
Grundstücksflächen	
bebaut (m²)	198.23663
nicht bebaut (m²)	542.60925
versiegelt (m²)	0.0
Spiel und Freizeit (m²)	100.00805

Abbildung 28: Detailansicht der Inhalte aus dem importierten Bauantrag

Auf Seiten der Behörde werden zunächst alle eingereichten Vorgänge gelistet (Abbildung 29). In diesem Schritt erfolgt eine formelle Prüfung der Behörde auf Vollständigkeit und Plausibilität. Dies erfolgt einerseits im Web-Portal durch die Nutzung einer Detailansicht, die bzgl. der dargestellten Inhalte identisch zu der Ansicht des Antragstellers ist (Abbildung 28). Andererseits kann der Bauantrag als Containerdatei von der Behörde heruntergeladen und weitergehend untersucht werden, z.B. einer Verarbeitung in der

Client-Software oder zur Ansicht verknüpfter Dokumente, wie beispielsweise PDF-Anhänge. Als Ergebnis der manuellen Überprüfung füllt die Behörde eine Antwortformular (Abbildung 30) aus, welches dann an den Antragsteller als Folgenachricht zurückgespielt wird.

Der Nachrichtenaustausch wurde beispielhaft mit dem initialen Bauantrag auf Antragstellerseite sowie der ersten Antwortnachricht auf Behördenseite nach dem Prozessdiagramm (Kapitel 3.1) umgesetzt. Die entsprechende Folgekommunikation kann in ähnlicher Herangehensweise und Formularen erweitert und umgesetzt werden.



ID	Typ	Bezeichnung	Antragsteller	Status	Aktionen
22	0200	Haus vom Nikolaus	andre.vonthron@rub.de	eingereicht	 
24	0200	Haus vom Nikolaus	andre.vonthron@rub.de	eingereicht	 
26	0200	Haus vom Nikolaus	andre.vonthron@rub.de	eingereicht	 
29	0200	Haus vom Nikolaus	marcel.stepien@rub.de	eingereicht	 
30	0200	Haus vom Nikolaus	andre.vonthron@rub.de	eingereicht	 

Abbildung 29: Ansicht der eingereichten Vorgänge auf Behördenseite

bimbau.inf.bi.ruhr-uni-bochum.de

https://bimbau.inf.bi.ruhr-uni-bochum.de/behoeerde/open/30

BIM basierter Bauantrag Abmelden

Formelle Prüfung

☒ Ja Angaben zu den Beteiligten fehlerhaft oder unvollständig

Bitte nachtragen.

☒ Nein Angaben zum Bauvorhaben fehlerhaft oder unvollständig

☒ Nein Angaben zur Lokalisierung fehlerhaft oder unvollständig

☒ Nein Eingereichte Bauvorlage oder sonstige Anlage hat Mängel

☒ Nein Bauvorlage oder sonstige Anlage fehlt

☒ Nein Abweichungsantrag fehlt

Frist

17.04.2020

Antworten

Abbildung 30: Formular zur Antwort der Behörde auf die manuelle Prüfung

Bezüglich der Softwarearchitektur greift das Webportal auf bereits bestehende Komponenten der Client-Software zurück (Abbildung 31). Die Basis-Ebene und Integrationsebene der Client-Software wurden in einen separaten Anwendungsserver ausgelagert und durch eine standardisierte Web-Schnittstelle bereitgestellt. Dadurch wird eine nachhaltige und konsistente Verarbeitung der am Antragsverfahren beteiligten Modelle ermöglicht. Im Rahmen einer webbasierten Verarbeitung im Antragsportal wird insbesondere die Verarbeitung von XBau-Nachrichten zur Kommunikation zwischen Antragsteller und Behörde umgesetzt. Der Zugriff auf alle Funktionalität des Webportals erfolgt komplett über einen Webbrowser.

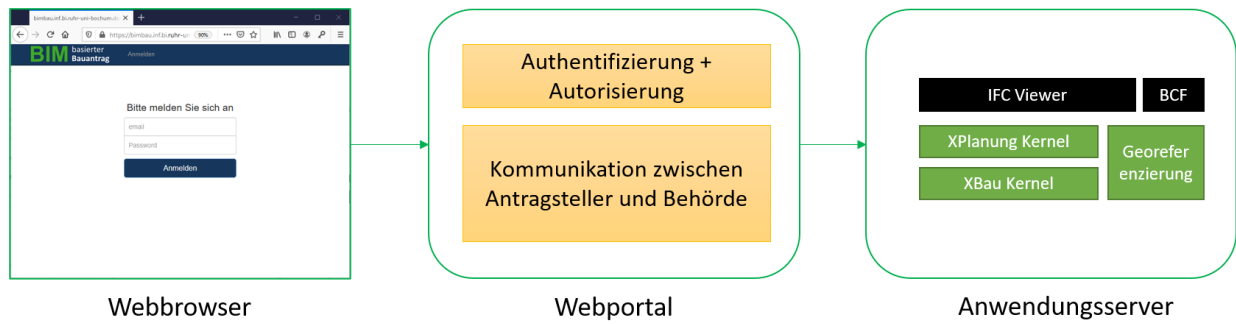


Abbildung 31: Softwarekomponenten des Webportals

6 Evaluierung

Zur Evaluierung der Projektergebnisse wurde mit Hilfe von Beispielprojekten (Kapitel 6.1) gezielt Sachverhalte im BIM-basierten Bauantragsverfahren untersucht und demonstriert. Außerdem wurde der zusätzliche Modellierungsaufwand analysiert (Kapitel 6.2). Im Rahmen von Workshops mit Verbänden, Fachveranstaltungen mit Experten und Umfragen wurden eine Mehrwertanalyse erstellt (Kapitel 6.3) und rechtliche Anforderungen identifiziert (Kapitel 6.4). Weiterhin wurden Bedarfsanforderungen an die Datenformate XPlanung und XBau erarbeitet (Kapitel 6.5).

6.1 Beispielprojekte

Im Rahmen des Projektes wurden mehrere Beispielprojekte herangezogen und analysiert. Es wurden einerseits Projekte des Bundeslandes Hamburg im Baakenhafen des Stadtteils HafenCity in Hamburg, sowie in Nordrhein-Westfalen ein Bauvorhaben am Phoenixsee in Dortmund untersucht. Mit Hilfe der Projekte konnten initiale Anforderungen an einen BIM-basierten Antrags- und Prüfungsprozess festgestellt, sowie auch länderübergreifende Unterschiede untersucht werden. Da es sich bereits um Planungsverfahren handelt, die schon sehr weit fortgeschritten sind, wurde von einer Modifizierung der bestehenden BIM-Modelle weitestgehend abgesehen. Stattdessen wurden Modelldemonstratoren in Form eines exemplarischen Bebauungsplans und eines exemplarischen BIM-Modells erstellt, welche kontinuierlich bzgl. der bereits identifizierten Anforderungen aktualisiert worden sind und als Referenzmodelle im Zusammenhang mit der Modellierungsrichtlinie zur Verfügung gestellt werden.

Hamburg HafenCity Baufeld 99

Als erstes Beispielprojekt wurde das Vorhaben im Baufeld 99¹ im Baakenhafen im Stadtteil HafenCity in Hamburg untersucht. Bei dem Vorhaben handelt es sich um einen Neubau mit 100% öffentlich geförderten Wohnungen in zwei Gebäuden mit Gewerbenutzung und einer Tiefgarage. Bauherr ist das städtische Wohnungsbauunternehmen SAGA. Die Planung der Gebäude erfolgte durch die Architekturbüros Schenk + Waiblinger Architekten (Bauteil Süd) und Blauroom Architekten GmbH (Bauteil Nord). Die Datengrundlage für das Vorhaben im Baufeld 99 bilden ein Bebauungsplan im Format XPlanung, welcher vom Landesbetrieb Geoinformation und Vermessung der Stadt Hamburg bereitgestellt worden ist, sowie jeweils ein BIM-Modell für die Gebäudeteile Nord und Süd, bereitgestellt durch die zuständigen Architekturbüros.

Neben der initialen Visualisierung und alphanumerischen Datenabfrage der Modelle in einer prototypischen Client-Software (Kapitel 5.1) wurden insbesondere die Anforderungen zur Georeferenzierung der Modelle an diesem Beispielprojekt erörtert. Die Koordinateninformation im Bebauungsplan sind in einem fest definierten Koordinatenreferenzsystem, hier EPSG:25832, geplant und angegeben. Die BIM-Modelle wurden in einem lokalen Benutzerkoordinatensystem geplant und veröffentlicht. Ein Koordinatenreferenzsystem kann in Form von WGS 84-Koordinaten des Projektursprungs und eines Projektnordens angegeben werden. In den bereitgestellten BIM-Modellen sind diese aber entweder nicht vorhanden oder

¹ <https://www.hafencity.com/de/baakenhafen/projekt-99.html>

enthalten eine Standardplatzierung des verwendeten Modellierungstools. Die korrekten Referenzkoordinaten wurden demzufolge in den BIM-Modellen ergänzt, sodass diese in der prototypischen Client-Software georeferenziert zum Bebauungsplan dargestellt (Abbildung 33) und verarbeitet werden konnten.



Abbildung 32: Übersicht der Bauvorhaben des Baakenhafens im Standort HafenCity im Hamburg¹

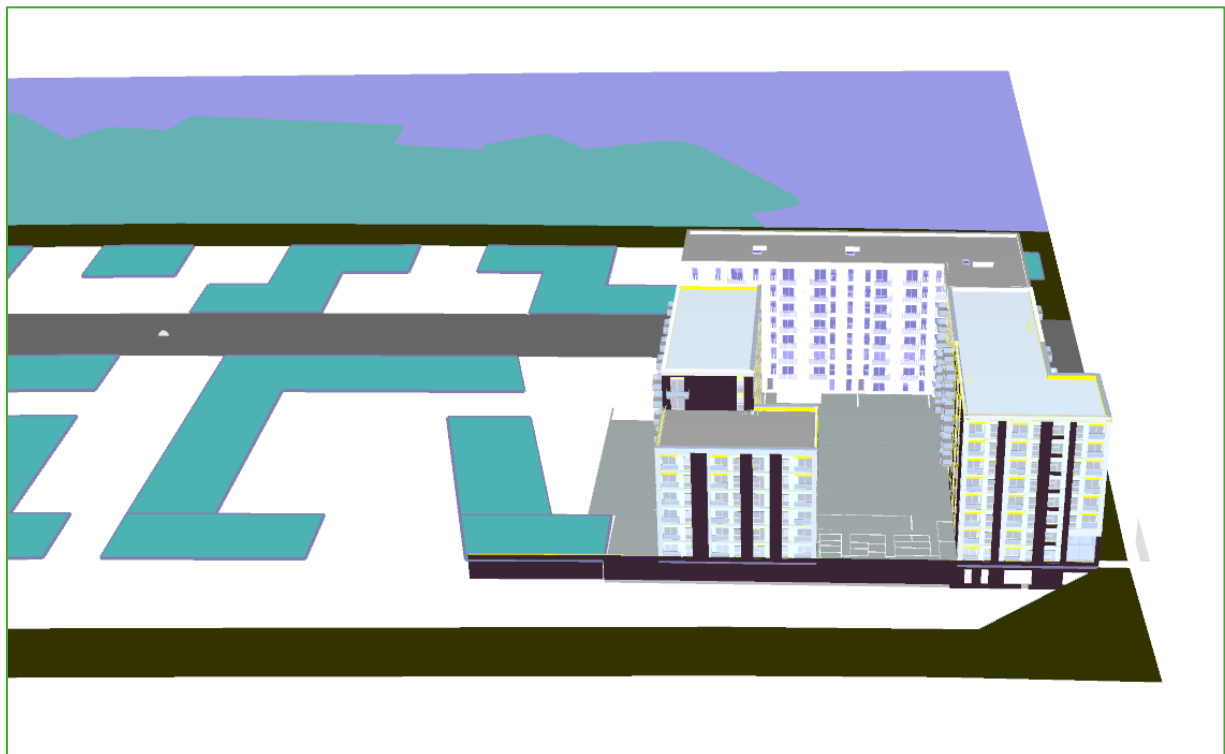


Abbildung 33: Georeferenzierte Darstellung von Bebauungsplan und BIM-Modellen

Für die Datenübernahme im beschriebenen Verfahren wurden im Rahmen dieses Beispielprojektes festgestellt, dass eine konsistente und modellübergreifende Abbildung von Etagen- und Flächeninformatio-

nen erfolgen muss. Das hier geplante Vorhaben besteht aus zwei BIM-Modellen, die von unterschiedlichen Architekturbüros erstellt worden sind und insbesondere dessen IFC-Export auf unterschiedlichen Modellierungstools basiert. Eine datentechnische Synchronisierung der Modelle ist deshalb nicht selbstverständlich. Beispielsweise kann nicht von einer einheitlichen Benennung der Geschosse ausgegangen werden. Auch eine geometrische Zuordnung, welche im Prinzip anhand der Höhe möglich wäre, stellte sich als nicht praktikabel heraus. Die Angabe von zusätzlichen Höhenbezügen führt oft fälschlicherweise zu einer Abbildung als Geschoss in IFC, sodass hierdurch auch keine eindeutige Identifizierung erfolgen kann. Aus diesen Gründen wurde entschieden, eine Modellierungsvorgabe zur etagenweisen Auszeichnung mit Raumobjekten zu erstellen.

Im Rahmen der Modellprüfung wurden im Baufeld 99 insbesondere die Prüfung der Grundstücksgrenzen und der Abstandsflächen untersucht. Die Prüfung der Grundstücksgrenzen am BIM-Modell berücksichtigt die Grenzen des Grundstücks in einem 2D-Plan, sowie die Festsetzungen für die maximale Höhe und Tiefe des Bauvorhabens. Die Festsetzungen werden als Vorgabe der Modellprüfung aus dem Bebauungsplan ausgelesen. Für die Prüfung werden zunächst Prüfkörper in Form von Extrusionskörpern von der tiefsten Stelle des Gebäudes bis zur höchsten Stelle gebildet. Hier ist insbesondere festgestellt worden, dass nicht alle Bereiche der überbaubaren Grundstücksfläche Informationen bzgl. einer absoluten Höhenangabe enthalten, sondern auch durch die Abbildung einer maximalen Anzahl an Vollgeschossen erfolgen kann. Hier wurde untersucht, ob durch die Verknüpfung einer festen Geschosshöhe mit der Anzahl der erlaubten Vollgeschosse trotzdem eine maximale Gebäudehöhe ermittelt werden kann. In diesem Fall gibt es jedoch unterschiedliche Geschosshöhen, sodass es zur fehlerhaften Bemaßung der Maximalhöhe des Extrusionskörper kommt (Abbildung 34). Infolgedessen wurde eine Modellierungsanforderung umgesetzt, welche eine maximale Höhe des Gebäudes festlegt. Aufbauend auf den Extrusionskörpern wird eine Inklusionsprüfung aller Elemente des BIM-Modells durchgeführt. Alle Elemente, die nicht voll innerhalb des Prüfkörpers liegen, werden farblich markiert, dokumentiert und bedürfen einer gesonderten Nachprüfung.



Abbildung 34: Erzeugung von Extrusionskörpern zur Prüfung der Gebäudegrenzen für das Baufeld 99

Weiterhin wurden am Bauvorhaben in Baufeld 99 die Voraussetzungen zur Erzeugung und Prüfung von Abstandsflächen untersucht. Hier hat sich eine direkte Erzeugung auf Basis der Gebäudeelemente (Decke

und Wände) nicht als praktikabel herausgestellt. Falsch zugeordnete oder unterschiedliche klassifizierte Elemente führten zu einer inkorrekten Bestimmung der Geschossflächen. Infolgedessen wurde eine Modellierungsanforderung zur Auszeichnung der Geschosse durch Raumobjekte erstellt. Die daraus resultierende Geschossfläche bildet eine Basis zur Erstellung von Abstandsflächen. Im Baufeld 99 Nord wurde diese Anforderung exemplarisch für das Erdgeschoss nachmodelliert und die automatische Erstellung von Abstandsflächen durchgeführt (Abbildung 35).

Im Rahmen der eigentlichen Prüfung sollen einerseits die Abstandseinhaltung zu den Nachbargrundstücken sichergestellt, als auch die in den Abstandsflächen erlaubten Bauanlagen überprüft werden. Eine automatische Überprüfung von Nachbargrundstücken gestaltet sich allerdings als schwierig, da hierzu bestehende Baupläne oder 3D-Stadtmodelle zu ungenau sind, um in diesem Schritt eine amtliche Datengrundlage darzustellen. Dies kann erst in der Hinzunahme von amtlichen Lageplänen und existierenden Bauunterlagen in der Behörde stattfinden. Die Überprüfung der in den Abstandsflächen erlaubten Bauanlagen kann jedoch gut im Zusammenspiel mit dem BIM-Modell erfolgen. Hier stellt sich die Herausforderung, eine entsprechende Klassifizierung im Modell bereitzustellen, sodass diese Anlagen richtig erkannt werden. Hier wurden im Rahmen der Modellierungsrichtlinie insbesondere auskragenden Gebäudeteile (Bruttoflächen Sonderfall), wie Balkonen und Nebenanlagen, betrachtet.

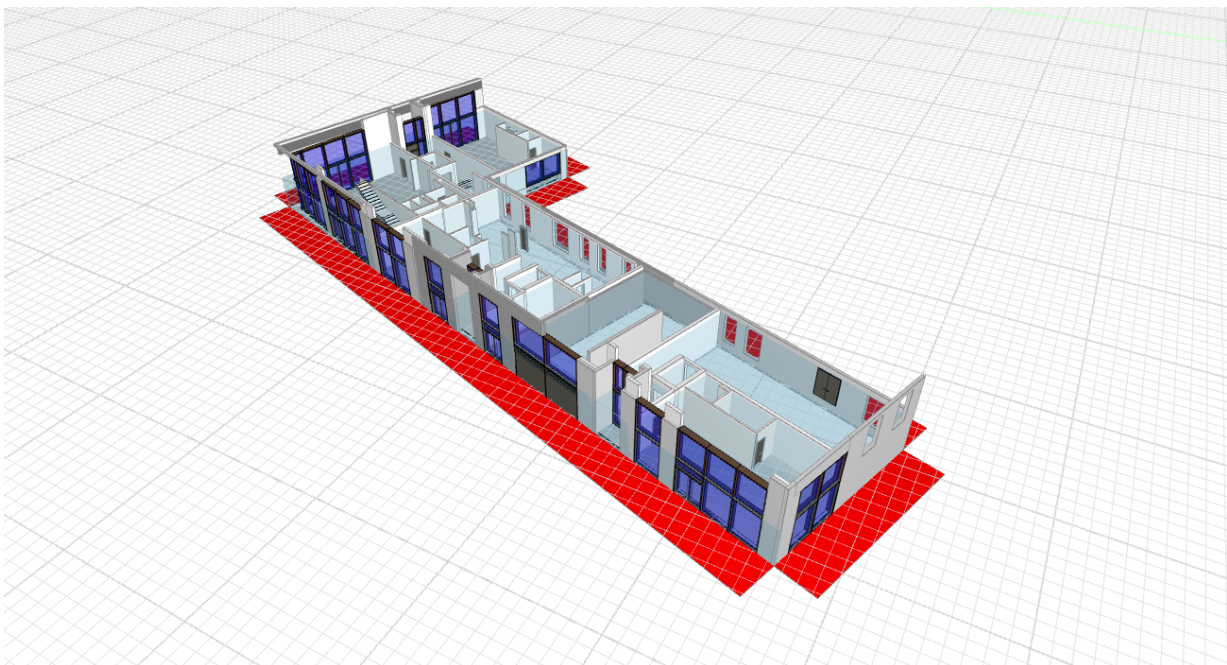


Abbildung 35: Exemplarische Erstellung von Abstandsflächen auf Basis eines ergänzten Raumkörpers für das Geschoss.

Hamburg HafenCity Baufeld 82a2

Weiterhin wurde das Projekt 82a2 als Teil des Gesamtprojektes "Projekt 82a: Creative Blocks²" untersucht, welches ebenfalls Teil des Baakenhafen im Stadtteil HafenCity in Hamburg ist und in Baufeld 82a

² <https://www.hafencity.com/de/baakenhafen/projekt-82a-creative-blocks.html>

(Abbildung 32) liegt. Bei dem Vorhaben handelt es sich um einen Neubau mit hauptsächlich Wohneinheiten, teilweise in Kombination mit Büroeinheiten, sowie einem multifunktionalem Tiefgeschoss. Bauherr ist die Planungsgemeinschaft Halbinsulaner GbR. Die Planung des Gebäudes erfolgte durch die WERK Architekten Aps. Als modellbasierte Datengrundlage stehen ein Bebauungsplan und ein BIM-Modell zur Verfügung.

Im Baufeld 82a2 wurden die Angabe von Nutzungseinheiten sowie der Modellierung von Brandschutzelementen untersucht. Die Angabe der Nutzungseinheiten wurde durchgängig im zugehörigen BIM-Modell über die *TypeObject* Eigenschaft der Raumobjekte modelliert. Hier wurde unterschieden zwischen Nutzungseinheiten für Wohnen und Gewerbe sowie deren Freiflächen. Weiterhin wurden auch Gemeinschafts- und Nebenflächen mit aufgeführt. Insgesamt wurde hiermit ein sehr praktikabler Ansatz zur automatischen Auswertung (Anzahl, Flächen, Rauminhalte) von Nutzungseinheiten umgesetzt. Im Rahmen einer materiellen Untersuchung kann diese insbesondere durch Anwendung von Farbschemata (Abbildung 36) sinnvoll unterstützt werden. In Hinblick auf eine projektübergreifende und einheitliche Abbildung finden sich die Klassifikation von Nutzungseinheiten in der Modellierungsrichtlinie nach XBau, sowie die Auszeichnung von Neben- und Gemeinschaftsanlagen in separaten Eigenschaftsgruppen wieder.

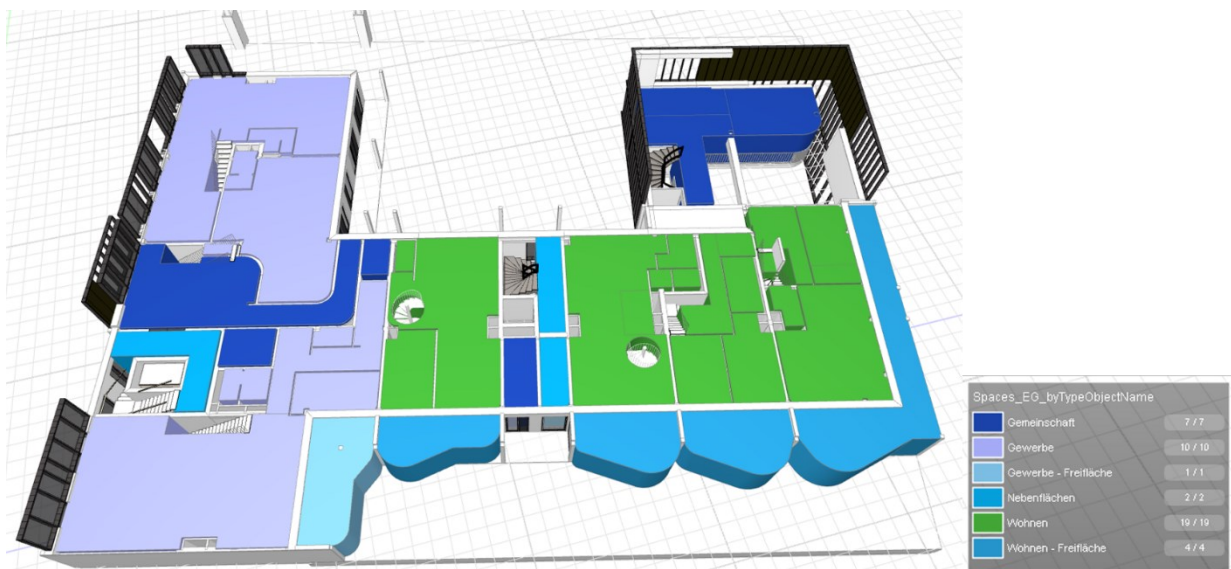


Abbildung 36: Visualisierung von Nutzungseinheiten im Erdgeschoss des Vorhabens um Baufeld 82a2 im Rahmen einer Modellprüfung

Dortmund Phoenixsee

Als weiteres Beispielprojekt wurde das Vorhaben OCEAN21³ am Phoenixsee in Dortmund berücksichtigt. Bei dem Vorhaben handelt es sich um einen Neubau mit Nutzung als Bürogebäude mit Tiefgarage und Außenstellplätzen. Bauherr ist die Phoenixsee 300 GmbH & Co. KG. Die Planung der Gebäude erfolgt durch |DA| DRAHTLER Architekten (Planungsgruppe Drahtler GmbH). Als modellbasierte Datengrundlage steht ein BIM-Modell zur Verfügung.

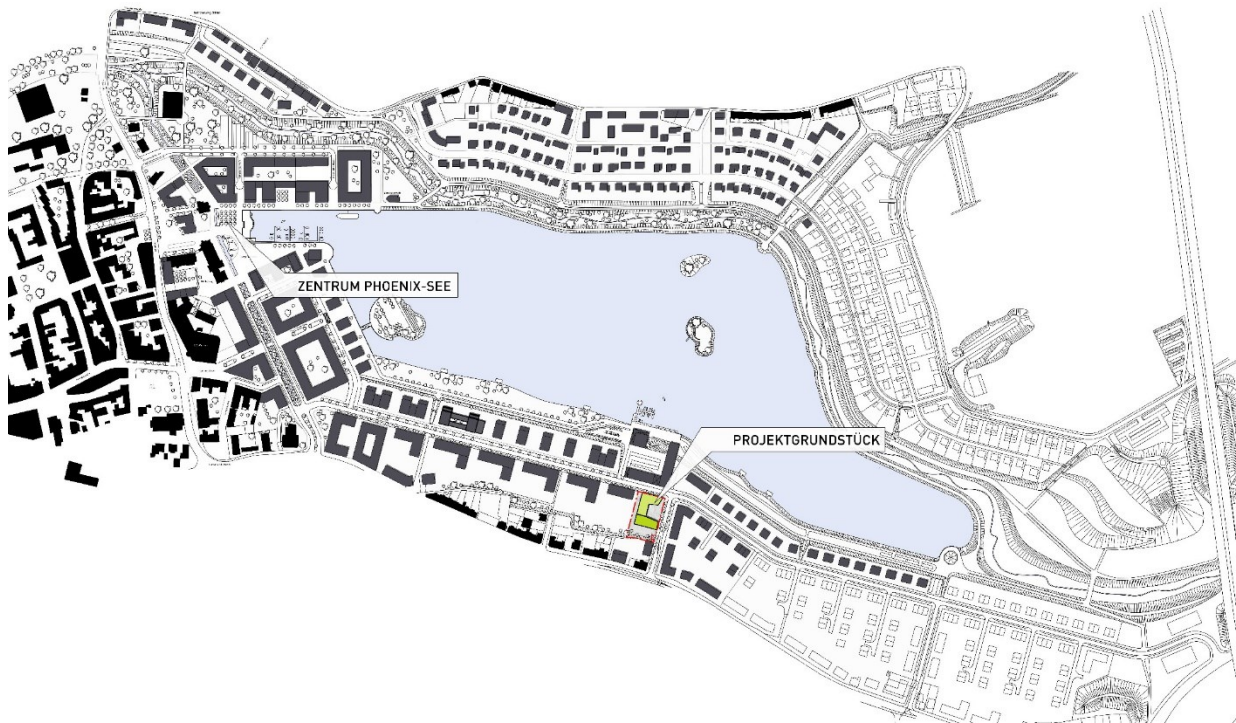


Abbildung 37: Lage (oben) und Rendering (unten) des Vorhabens OCEAN21³

³ <https://ocean21.de/>

Am Beispiel dieses Vorhabens wurde insbesondere die Modellierung von Brutto- und Nettogrundflächen untersucht, um die notwendigen Flächen- und Volumenberechnungen für den vollständigen Projektverlauf zu automatisieren. Zudem wurden die BGF/ BRI Räume in den einzelnen Geschossen in Ihre Brandabschnitte unterteilt und können durch die Zonierung ausgelesen werden. Die Modellierung von Brutto- als auch Nettogrundflächen wurde durch Raumobjekte (IfcSpace) vorgenommen und durch einen entsprechenden Schlüsselwert im Attribut „Category“ des Property Set „Pset_SpaceCommon“ klassifiziert. Der Schlüsselwert enthält hierbei eine Kodierung bzgl. Bruttofläche (BGF) oder Nettofläche (NUF1-7, VF oder TF) sowie eine Unterscheidung bzgl. der Raumumschließung in Regelfall (R) oder Sonderfall (S). Das Prinzip der raumbasierten Auszeichnung wurde auf dieser Basis in die Modellierungsrichtlinie übernommen. Die Klassifizierung findet jedoch durch spezifische Property Sets statt, welche separate Attribute bzgl. des Flächentyps und der Raumumschließung umsetzen.

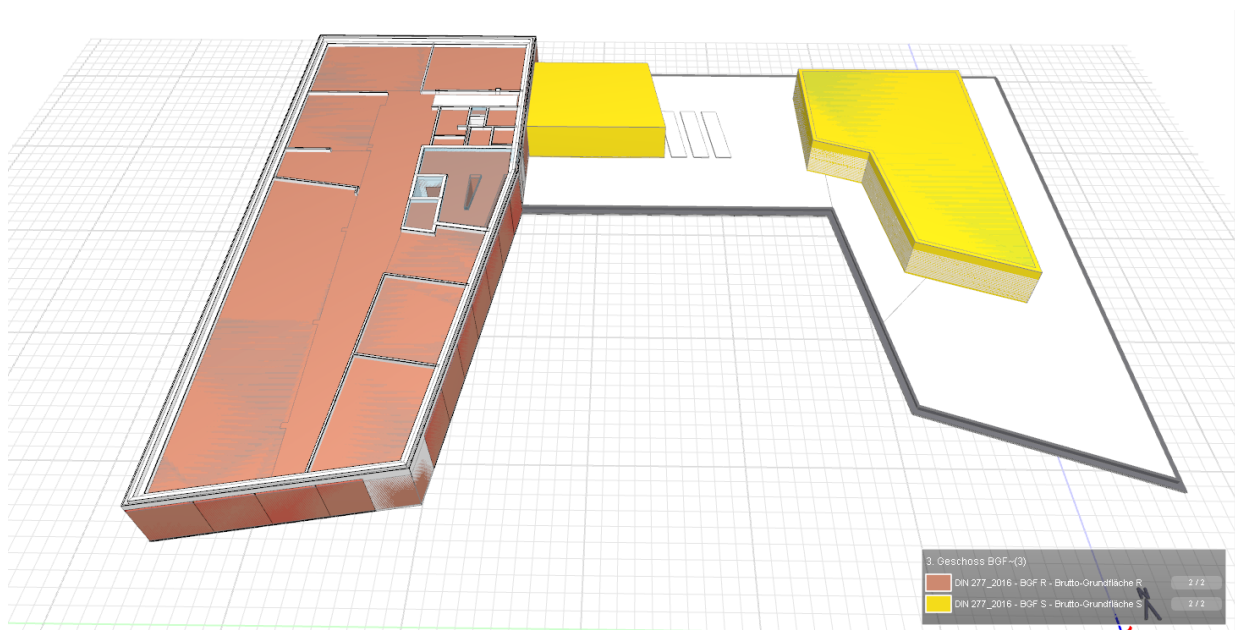


Abbildung 38: Bruttogrundflächen des Vorhabens OCEAN21 (3. Obergeschoss)

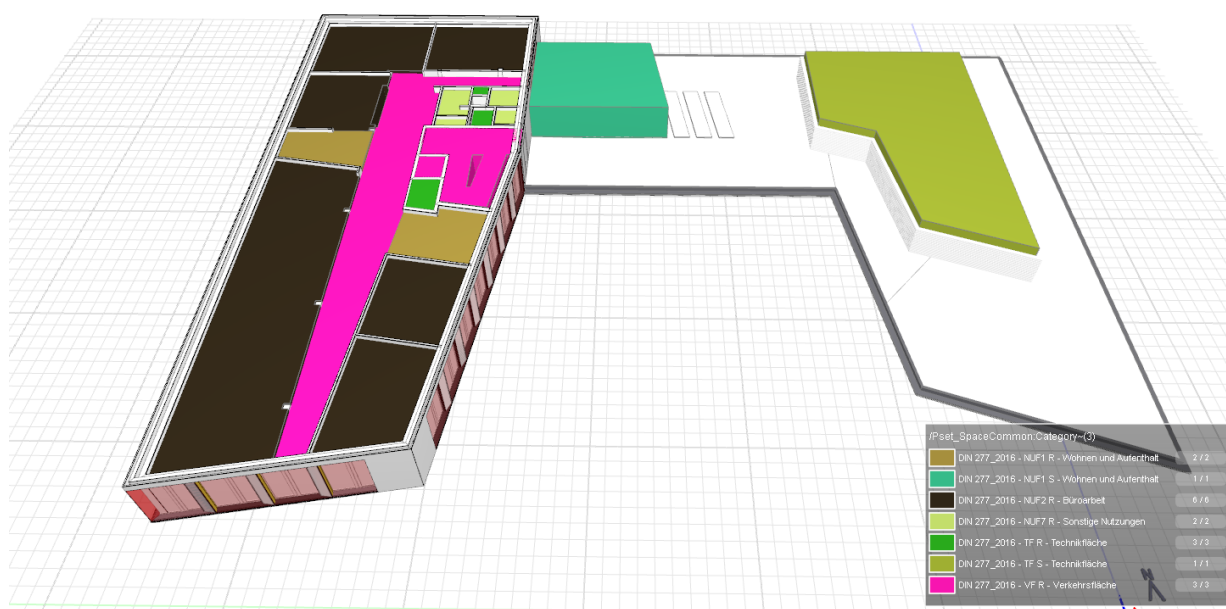


Abbildung 39: Nettogrundflächen des Vorhabens OCEAN21 (3. Obergeschoss)

Modelldemonstratoren

Zur Demonstration und Validierung der geometrischen und alphanumerischen Modellanforderungen und der Validierung im Rahmen der Datenübernahme sowie der Modellprüfung wurden ein exemplarischer Bebauungsplan und ein exemplarisches BIM-Modell im Laufe des Forschungsprojektes modelliert. Der Bebauungsplan beinhaltet die überbaubaren Grundstücksflächen für das Baugrundstück sowie für die rechts und links anliegenden Nachbargrundstücke (Abbildung 40). Für das Grundstück wurden Festsetzungen für die maximale Anzahl der Vollgeschosse getroffen sowie die Dachform festgelegt. Das BIM-Modell wurde durch die CORE Digital Engineering GmbH erstellt und stetig erweitert.

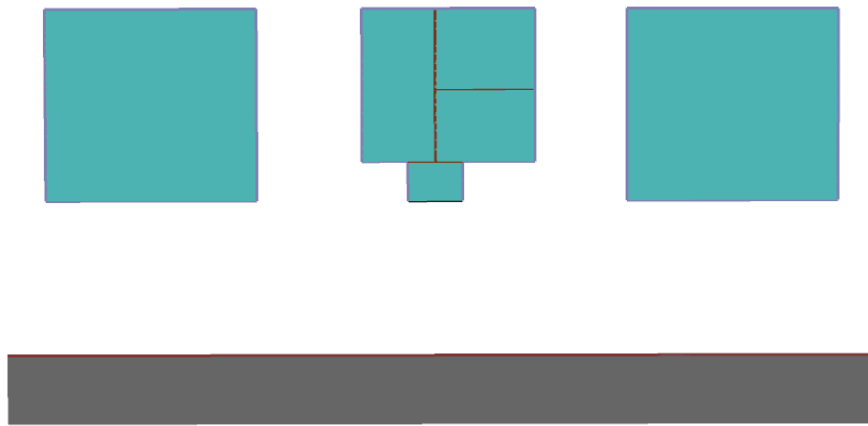


Abbildung 40: Übersicht des exemplarischen Bebauungsplans

Das exemplarische BIM-Modell stellt ein Mehrfamilienhaus mit zwei Wohnungen, Untergeschoss mit Garage und Dachterrasse dar. Es wurden alle relevanten Modellanforderungen sowie die notwendigen Prozesse im Antragsverfahren abgebildet.

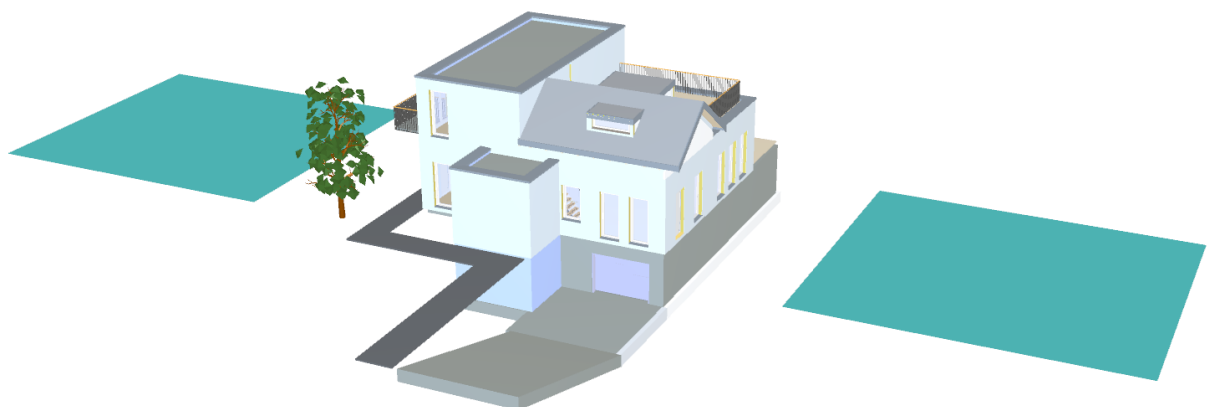


Abbildung 41: Visualisierung des exemplarischen BIM-Modells im Zusammenhang mit dem Bebauungsplan

6.2 Analyse des Modellierungsaufwands

Im Rahmen der Erstellung der Modellierungsrichtlinie wurde eine inhaltliche Umfrage unter ca. 30 am Baugenehmigungsverfahren beteiligten Fachexperten durchgeführt. Hierzu zählen u.a. Architekten, Generalplaner, BIM-Manager und BIM-Koordinatoren. Insbesondere wurde auch die Frage zur Einschätzung des jeweils mit den Anforderungen verbundenen Modellierungsaufwands gestellt. Da die Größe der Stichprobe keine statistisch repräsentative Umfrage darstellt, werden im Folgenden entscheidende Argumente bezüglich des Aufwandes diskutiert.

Viele in der Modellierungsrichtlinie beschriebenen Modellanforderungen erfordern die geometrische Modellierung von Raumobjekten. Hierbei wurde angemerkt, dass dies zu einem erhöhten Aufwand in der Modellerstellung durch die separate Betrachtung aller Anforderungen und zur Unübersichtlichkeit des Modells führen kann. Dem entgegensetzt ist, dass in der BIM-gestützten Modellierweise die Nutzung von Raumobjekten schon intensiv angewandt wird, beispielsweise zur Auszeichnung des Nutzungszwecks oder notwendiger Grundflächen und Rauminhalte. Insbesondere muss auch angemerkt werden, dass nicht für jede solcher raumbezogenen Anforderungen die Modellierung eines neuen Raumkörpers erforderlich ist. Dies wäre zwar prinzipiell erlaubt, würde aber tatsächlich einen deutlich höheren Aufwand erfordern. Stattdessen ist es möglich, viele Raumobjekte mit mehrfacher Bedeutung zu kennzeichnen, wie beispielsweise die Auszeichnung von versiegelten Flächen und Nebenanlagen, aber auch weiterer Einschränkungen, wie z.B. die spezifische Auszeichnung als Spiel- und Freizeitfläche oder als Parkplatz. Nichtsdestotrotz lässt sich eine Überlagerung von Raumobjekten nicht verhindern und ist in einigen Fällen auch zwingend notwendig, wie z.B. zur Trennung von Brutto- und Nettoflächen. Dabei sollten jedoch Konzepte zur Gruppierung oder Zonenbildung angewandt werden, um gefilterte Ansichten im Rahmen einer übersichtlichen Modellierung sowie einer transparenten Weiterverarbeitung zu gewährleisten.

Ein weiterer Diskussionspunkt ist die konsistente Verknüpfung der Property Sets, deren initiale Erstellung mit einem hohen Aufwand angesehen wird. Hier ist es wichtig, Vorlagen für die zu verknüpfenden Eigenschaften zu erstellen und wiederzuverwenden. Dies wird von gängigen BIM-basierten Autorensoftwares unterstützt. Ziel ist es, dass solche Vorlagen zentral für das BIM-basierte Bauantragsverfahren bereitgestellt werden. Solche Vorlagen werden bereits als Projektergebnis im herstellerunabhängigen Format PSDxml bereitstellt und es wird erwartet, dass eine direkte Verarbeitung oder Konvertierung in programmspezifische Formate in Zukunft möglich ist.

6.3 Mehrwertanalyse

In Workshops mit den beteiligten Verbänden und Behörden wurden Anforderungen an ein BIM-basiertes Bauantragsverfahren diskutiert und ausgearbeitet. Zur genaueren Erörterung wurden von den Verbänden Ansprechpartner zu bestimmten Fachthemen benannt, die bei der Ausarbeitung der Anforderungen unterstützen. Zusätzlich wurden Fragebögen an die Verbände bzw. Ansprechpartner herausgegeben (Abbildung 42), um gezielt Informationen bspw. über die Rolle im Antragsverfahren, über potenzielle Veränderungen und Mehrwerte und dafür notwendige Rahmenbedingungen und Modellanforderungen zu identifizieren. Weiterhin wurde erfragt, welche Prinzipien nach Meinung der Fachexperten bzw. Verbände

nicht verändert werden sollten und welche Gefahren und Nachteile sich ergeben könnten. Verbandsübergreifend wurde festgestellt, dass eine modellbasierte Erstellung, Einreichung und Bearbeitung eines Bauantrags viele Vorteile, aber auch einige Gefahren und ggf. Nachteile mit sich bringt. Identifizierte Mehrwerte, sowie Gefahren und Nachteile sind in den folgenden Abschnitten zusammengefasst. Insgesamt ist jedoch festgestellt worden, dass die Vorteile die Nachteile deutlich überwiegen, dafür aber rechtliche Anforderungen klar geregelt werden müssen (siehe Kapitel 6.4).

1. Betrachtete Rolle

(alle nachfolgenden Fragen sind aus Sicht dieser Rolle auszufüllen)

- ☐ Architektur
- ☐ Tragwerkplanung
- ☐ Technische Gebäudeausrüstung
- ☐ Sonstige Fachplanungen (Schall- bzw. Brandschutz, Bauphysik)
- ☐ Prüfingenieur für Tragwerk
- ☐ Vermessungsingenieure
- ☐ Bauunternehmen

3. Welche potentiellen Veränderungen ergeben sich aus einem Modellbasierten Bauantragsverfahren?

- Für Ihren Beitrag zum Baugenehmigungsverfahren (Digitalisierung in Papierform)
- Antragsunterlagen können bestehen aus: BIM Modell +
- Kommunikation mit Antragssteller erfolgt am/mit Bezug
- Prüfmerkungen / Dokumentation der Prüfergebnisse
- Ergebnis wird digital an Baubehörde übermittelt

2. Wie ist Ihre Rolle in das Bauantragsverfahren eingebunden?

Welche Interaktionen gibt es? Relevanter Input/Output

Bitte schildern Sie, wie Sie bzw. Ihr Verband in das Baugenehmigungsverfahren eingebunden sind, z.B. in Bezug auf die folgenden Fragen: Ihreinerforderlich generiert wird.

- Von wem werden Sie beauftragt?
- Erforderliche Vorarbeiten anderer Rollen / Eigener Beitrag
- Prüfungsumfang Ihrer Leistungen
- Kommunizieren Sie direkt mit den Baugenehmigungsbehörden (z.B. über die Plattform)?
- Art der Übermittlung des Prüfergebnisses an Baugenehmigungsbehörde
- ggf. Skizzenhafte Prozessdarstellung zur Erläuterung der Aktivitäten

4. Welche Mehrwerte ergeben sich für die beteiligten Akteure?

- strukturierte/schnellere Kommunikation mit Antragssteller
- Digitale Übermittlung statt Papierberge
- (Teil-) Automatisierte Prüfung von Arbeitsergebnissen (z.B. Vollständigkeit der Unterlagen, gültige Normenverweise, etc.)
- Entfall von manuellen Genehmigungsvermerken
- Automatisiertes Auslesen von Formularfeldern
- Schnellere Prüfergebnisse, usw.

5. Welche Rahmenbedingungen müssen erfüllt sein, um die Mehrwerte realisieren zu können?

- Verbindliche Modellierungsrichtlinien, Dateiformate und Schnittstellen
- Rechtssichere digitale Unterschrift/Genehmigungsmöglichkeit (z.B. über die Plattform)
- Anpassung von folgenden Richtlinien/Verordnungen bzw. Normen
- Portal/Austauschplattform mit Baugenehmigungsbehörden

6. Welche Inhalte müssen dafür im Modell enthalten sein?

Wie sind diese strukturiert / hinterlegt?

- Inhalte
 - bez. der einzelnen Fach- bzw. Teilmodelle
 - Schnittgrößen, Bewehrungsplan/3D Bewehrung, ...
 - Einheiten/Toleranzen/...
 - Nachweise zu
 - Anschlüsse (Schweißnähte, Schraub-/Nietverbindungen, etc.)
 - Bauzustände
 - Rissbreite
 - Dauerhaftigkeit
 - usw.

7. Welche Prinzipien sollten nicht verändert werden?

...

8. Welche möglichen Gefahren/Nachteile könnten sich ergeben, die zu vermeiden sind?

...

9. Welche weiteren Aspekte könnten in einer späteren Ausbaustufe berücksichtigt werden?

...

Vielen Dank für Ihre Mitarbeit!

Beispiel-Prozessbild

Abbildung 42: Fragebögen für die am Projekt beteiligten Verbände zur Identifikation von Anforderungen und Rahmenbedingungen für ein BIM-basiertes Bauantragsverfahren

Mehrwerte

Mit einer Modell-basierten Erstellung, Einreichung und Bearbeitung eines Bauantrags über digitale Übertragungswege wird allgemein erwartet, dass die Übertragung und Bearbeitung schneller und umweltschonender erfolgt. Durch ein digitalisiertes und Modell-basiertes Verfahren wird eine Erhöhung des Automatisierungsgrades erreicht. Der Ausdruck von Dokumenten und Plänen kann eingespart werden. Insgesamt wird eine effektivere Arbeitsweise erwartet und Ressourcen (z.B. personelle Ressourcen) können schonender, aber auch zielgerichteter eingesetzt werden. Durch die automatisierte Datenübernahme aus BIM-Modellen in den digitalen Bauantrag sowie Möglichkeiten zur formellen und z.T. materiellen Vorprüfung durch Entwurfsverfasser geht man davon aus, dass insgesamt ein geringerer Klärungsbedarf zwi-

schen Entwurfsverfasser, Bauaufsichtsbehörde und weiteren eingebundenen Akteuren (z.B. Prüfingenieure) entsteht. Dies gilt insbesondere, wenn die bauplanungsrechtlichen und bauordnungsrechtlichen Anforderungen klar und möglichst einheitlich formuliert sowie prüffähig spezifiziert werden. Die Möglichkeit der Verlinkung mit relevanten Daten (z.B. Nachweise zu Bauteilen) und den Elementen im Modell verspricht zudem einen Informationsgewinn.

Durch das digitale Verfahren erhofft man sich außerdem eine größere Transparenz der Vorgänge. Insbesondere ist die Erwartung, dass man über den Stand der Bearbeitung besser informiert bleibt und bei Problemen bei der Bearbeitung leichter in die Problemlösung einbezogen werden kann. Durch effizientere Prozesse besteht die Möglichkeit und die große Hoffnung, dass die Antragsabwicklung insgesamt beschleunigt werden kann, was Mehraufwände, die durch die BIM-basierte Methode ggf. entstehen, rechtfertigen würde. Einhergehend mit dem digitalen Verfahren wird ein elektronisches Archivieren und Verwalten von Bauanträgen notwendig, wodurch sich ggf. Vorteile bei zukünftigen Projekten ergeben, da auf entsprechende Bestandsdaten einfacher und in einer digitalen Bearbeitungsweise zurückgegriffen werden könnte. In diesem Zusammenhang müssen aber vor allem Rechte und Pflichten der beteiligten Akteure klar geregelt werden (siehe Kapitel 6.4).

Die Modell-basierte Kommunikation ermöglicht den beteiligten Akteuren neue Möglichkeiten der Interaktion und Kommunikation untereinander. Anmerkungen und Kommentare können direkt an Bauteilen in einem Modell verortet werden und die Ansichtsperspektive des Erstellers kann wiederhergestellt werden. So kann bspw. der Antragsteller am Modell Abweichungsanträge lokalisiert hinterlegen und der Bauprüfer kann sich den Sachverhalt gezielt am Modell visualisieren und prüfen. Auch für (automatisch oder manuell erstellte) Prüfberichte ist ein Modell-basiertes Kommunikationsformat sinnvoll, damit der Antragsteller Mängel direkt am Modell bzw. dem Bauteil visualisieren und beheben kann.

Wenn ein Modell zur Prüfung des Bauantrags vorhanden ist, können bestimmte Sachverhalte automatisiert geprüft werden, wenngleich die letztendliche Entscheidung der verantwortliche Bauprüfer fällen muss. Aber auch dem Bauprüfer erleichtern die Möglichkeiten der automatisierten Prüfung die Arbeit, da bestimmte Tätigkeiten, z.B. das Filtern nach bestimmten Bauteilen mit gesuchten/geforderten Eigenschaften, gut automatisiert werden können. Eine teilautomatisierte Prüfung beschleunigt insgesamt das Verfahren, insbesondere wenn auch den Antragstellern mit Hilfe von geeigneter prüffähiger Software die Möglichkeit zur Vorprüfung eines Modell-basierten Bauantrags gegeben wird. Mängel, Fehler und fehlende Informationen könnten so im Vorfeld (vor der eigentlichen Abgabe) erkannt und behoben werden. Somit könnten Iterationsschleifen der Kommunikation zwischen Antragsteller und Bauprüfer, z.B. wegen fehlender Informationen in einem Antrag, vermieden werden.

Gefahren und Nachteile

Mit der Einführung der BIM-Methodik im Allgemeinen und eines BIM-basierten Bauantrags im Speziellen entstehen sowohl auf Seiten der Antragsteller als auch auf Behördenseite Kostenaufwände für geeignete Software und Schulung der Mitarbeiter. Für einen reibungslosen Ablauf eines BIM-basierten Bauantrags muss jedoch sichergestellt werden, dass alle beteiligten Akteure in der Lage sind, das BIM-ba-

sierte Verfahren unterstützt durch geeignete Software fachkundig zu begleiten. Insbesondere ist es wichtig, kleinere Planungsbüros durch die neuen Bedingungen nicht zu benachteiligen. Ggf. sind entsprechende Förderprogramme notwendig, damit kleinere Büros nicht abgehängt werden und es zu keiner Wettbewerbsverlagerung hin zu größeren Büros kommt.

Mit der Digitalisierung und der Einführung BIM-basierter Verfahren wird es immer wichtiger, die Verfügbarkeit und die Geschwindigkeit von Breitbandanschlüssen zu fördern und auszubauen. Andernfalls besteht die Gefahr, dass z.B. Planungsbüros aufgrund ihres schlechten Internetanschlusses einen Wettbewerbsnachteil erfahren. Die eingereichten Unterlagen und Modelle müssen weiterhin dauerhaft archiviert werden und gegen Datenverlust gesichert werden, wodurch Kosten entstehen. Durch geeignete Sicherheitsmaßnahmen (z.B. Signieren von Modellen, Nachverfolgen von Änderungen in Modellen) muss eine Manipulierbarkeit der Daten weitestgehend ausgeschlossen werden. Behörden, die entsprechende digitale Verfahren anbieten, müssen sowohl finanziell als auch personell dafür ausgestattet werden, die Verfahren reibungslos und mit angemessenen technischen Mitteln umsetzen zu können. Andernfalls kann es zu einer Überforderung der Baubehörden kommen.

Insgesamt wird durch die Einführung der BIM-Methodik im Bauwesen eine Verschiebung von Leistungen in den Leistungsphasen bewirkt. Dieser Effekt könnte durch die Einführung eines BIM-basierten Bauantrags verstärkt werden, da bestimmte Informationen nun bereits zu einem früheren Zeitpunkt im Projekt festgelegt und an Bauteilen verortet werden. Neben Planungsleistungen werden auch Vermessungsleistungen beim digitalen Planen und Bauen vorverlagert, da sie als entsprechende Planungsgrundlage benötigt werden. Hier sind ggf. Änderungen bei der Vergütung zu prüfen und frühzeitig mit Bauherren und anderen beteiligten Akteuren zu besprechen. In diesem Zusammenhang ist es insbesondere auch von hoher Wichtigkeit, die Aufgabenverteilung zwischen den Fachplanern zu Beginn eines Projektes klar zu regeln, um unklare Aufgabenverteilungen und damit Verzögerungen oder Streitigkeiten im Projekt zu vermeiden. Im Zusammenspiel der verschiedenen Fachplaner besteht weiterhin die Gefahr, dass Informationen in den verschiedenen Fachmodellen mehrfach enthalten sind und ggf. widersprüchlich sind. Auch hier ist zu Beginn des Projektes eindeutig festzulegen, wer welche Informationen in ein Modell einbringt und welche Abhängigkeit sich daraus bedingen, um Widersprüche und Fehlplanungen zu vermeiden.

Das deutsche Planungsrecht und Bauordnungsrecht ist gekennzeichnet durch eine Vielzahl von Ausnahmeregelungen (z.B. beim Brandschutz). Eine klare Unterteilung in Kategorien wie "Richtig" und "Falsch" ist daher oftmals nicht eindeutig durch einen Algorithmus auflösbar. Oft können bspw. durch Ausgleichsmaßnahmen bestimmte Realisierungen doch umgesetzt werden, was aber eine Prüfung im Einzelfall durch einen Sachverständigen erfordert und nicht durch einen Algorithmus festgelegt werden kann. Andernfalls besteht die Gefahr, dass die Vielfalt, die das deutsche Bauwesen ausmacht, in ihrer Kreativität eingeschränkt wird. Eine vollständige automatisierte Prüfung ist daher unrealistisch. Als unterstützendes Werkzeug können Modellprüfungen aber die Arbeit von Bauprüfern erleichtern und Zeit für die wesentlichen und kritischen Punkte in einem Projekt schaffen.

6.4 Rechtliche Anforderungen

Für die Einführung eines BIM-basierten Verfahrens für den Bauantrag sind die gesetzlichen Regelungen entsprechend anzupassen, sodass neben der bisherigen Form auch eine BIM-basierte Abgabe ermöglicht wird. Hierbei ist rechtlich klar zu unterscheiden zwischen einem "Digitalen Bauantrag" und dem "BIM-basierten Bauantrag". Während der digitale Bauantrag im Wesentlichen nur eine Digitalisierung des bisher analogen Verfahrens umfasst, d.h. statt auf Papier werden die einzureichenden Unterlagen und Pläne als digitale Dokumente (z.B. im PDF-Format) eingereicht, werden beim BIM-basierten Bauantrag BIM-Modelle statt bzw. ergänzend zu Plänen eingereicht. Es ist klar zu regeln, welche Anforderungen an die einzureichenden digitalen Unterlagen und Modelle gelten. Entsprechende Modellierungsrichtlinien sind bereit zu stellen, die die Anforderungen eindeutig beschreiben. Die Modellierungsrichtlinie aus diesem Projekt kann hierzu als eine erste Ausgangsbasis dienen.

Im Zuge des Verfahrens sind die digitalen Unterlagen entsprechend zu archivieren und verwalten. Für das elektronische Archivieren und Verwalten von Bauanträgen müssen die Rechte und Pflichten der beteiligten Akteure geregelt werden, z.B.:

- Wer muss was, wie lange und in welcher Form archivieren?
- Welche Bestandsdaten können für Folgeprojekte auf demselben oder einem Nachbargrundstück abgerufen werden?
- Wer darf auf die Bestandsdaten zugreifen?
- Wer kommt für die Kosten der Archivierung auf?
- Wer stellt sicher, dass As-Built-Modelle in kommunale Lagepläne/Geoportale übernommen werden?

Das deutsche Bauordnungsrecht ist durch regionale Unterschiede gekennzeichnet, baut jedoch auf einer gemeinsamen Grundlage, der Musterbauordnung, auf. Im Zuge der Digitalisierung der bauordnungsrechtlichen Prozesse sollte dieser Ansatz weiter verfolgt werden und, wenn möglich, versucht werden, regionale Unterschiede zu verringern. Ziel sollte es sein, eine bundesweite Vereinheitlichung bzw. Harmonisierung der Baugenehmigungsverfahren und der darin beinhalteten Vorgehensweisen zu erreichen. Die Einführung des BIM-basierten Verfahrens sollte durch Pilotprojekte unter Einbindung von Planern, Prüfern und Bauaufsichten zur Prozessoptimierung begleitet werden, um Probleme rechtzeitig identifizieren und Verbesserungsvorschläge einbringen zu können. In diesem Zusammenhang sollten auch Widersprüche zwischen Arbeits- und Bauordnungsrecht identifiziert und behoben werden.

Um keine individuellen Einzellösungen bei den Kommunen hinsichtlich der digitalen Abgabe der Bauanträge zu bekommen, ist der Bund zusammen mit den Ländern aufgerufen, ein einheitliches Bauportal in Deutschland zu entwickeln, welches dann ggf. an individuelle Bedürfnisse der Kommunen angepasst und konfiguriert werden kann. Andernfalls droht ein Flickenteppich von Einzellösungen, die ggf. technisch inkompatibel sind und zu einem Innovationshemmnis und Kostenfaktor für die Baubranche, für Bauherren und für den Steuerzahler werden. Insgesamt wurde in der Evaluierung durch alle befragten Teilnehmer deutlich, dass eine bessere Koordinierung der Digitalisierungsbestrebungen der Bundesländer als notwendig erachtet wird. Eine Lösung eines Bauportals mit entsprechenden Webschnittstellen ähnlich des Elster-Portals zur Abgabe von elektronischen Steuererklärungen erscheint zweckmäßig. Das Portal

muss als Austauschplattform für Antragsteller, Baugenehmigungsbehörden und einbezogenen Bauprüfern fungieren und dort die notwendigen Kommunikations- und Ablaufprozesse unterstützen. Aktuell laufende Bestrebungen für rechtssichere digitale Unterschriften (Signatur) für prüfrelevante Dokumente sind in das Bauportal zu integrieren. Verwiesen sei hier unter anderem auf die Diskussion zur Prüfung der Bauvorlageberechtigung [12].

In Bezug auf vermessungstechnische Arbeiten im Bauantragsverfahren ist eine genaue Kenntnis des zu bebauenden Grundstücks notwendig. Digitale Katasterkarten sind scheinbar auf Millimeter genau. In Wahrheit gibt es aber Abweichungen im Meterbereich, je nach Alter und Genauigkeit der letzten Messung. Da die digitalen Katasterkarten als Planungsgrundlage eingesetzt werden ist daher stets zu prüfen, ob Vermessungsarbeiten vor Beginn durchgeführt werden müssen und in welchem Umfang. Dies gilt aber sowohl für BIM-basierte Verfahren, als auch für die klassische Vorgehensweise. Für Bestandsbauten ist ein Konzept für eine BIM-fähige Erfassung des umliegenden Bestandes, wenn noch nicht vorhanden, zu entwickeln.

Insgesamt wird ein hoher Bedarf an Software-neutralen Datenformaten gesehen, z.B. zur Beschreibung statischer Modelle oder Brandschutzmodelle. Bausoftware und Spezialsoftware muss entsprechend weiterentwickelt werden und "BIM-fähig" gemacht werden. Dies betrifft die Weiterentwicklung von einzelnen Features, aber auch die Art der Darstellung, die Möglichkeit zum Dateiaustausch, der Freigabe und die Unterstützung von Datenformaten. Neben herstellerneutralen Modellierungsrichtlinien, wie in diesem Forschungsprojekt entstanden, werden darüber hinaus verbindliche bundesweite Modellierungsrichtlinien für Autorensysteme benötigt, um Fachplaner in die Lage zu versetzen, BIM-Bauantrags-konforme Modelle erstellen zu lassen.

Im Rahmen der Digitalisierung sollte es zu einer Prozessoptimierung der Bauleistungen kommen, da z.T. Vorleistungen anderer Planer aktuell erst nach der Genehmigung vorliegen. Weiterhin sollte ein Rückfluss aus Erkenntnissen aus der Fachplanung, z.B. beim Brandschutz oder der aus der Tragwerksplanung, in die BIM-Modelle etabliert werden.

6.5 Bedarfsanforderungen für die Datenformate XPlanung und XBau

Für das vorliegende Projektgebiet in der HafenCity wurde zur Umsetzung des städtebaulichen Entwurfes der Bebauungsplan „HafenCity 14“⁴ festgestellt. Da in Hamburg im Zuge der Umsetzung des E-Government Vorhabens „Planungsinformationssystem“ (PLIS) [13] das geltende Planungsrecht (ca. 2700 Planwerke) gemäß des Objektmodells XPlanung vollständig vektoriell erfasst wurde, lag der Bebauungsplan „HafenCity 14“ bereits als XPlanGML in der Version 4.1 vor. Im Rahmen des PLIS Vorhabens werden neben den vektoriellen Festsetzungen ebenso die textlichen Festsetzungen erfasst und soweit wie möglich geometrischen Abgrenzungen in einem Bebauungsplan bzw. auf Ebene des Planwerkes zugeordnet.

Im Zuge der Georeferenzierung des Bauvorhabens und dem Abgleich mit den Festsetzungen des Bebauungsplanes wurde ersichtlich, dass sich bauliche Anlagen unterhalb der Erdoberflächen befinden als auch die Tiefgaragen außerhalb der Abgrenzungen der überbaubaren Grundstücksflächen liegen (überbaubare

⁴ http://daten-hamburg.de/infrastruktur_bauen_wohnen/bebauungsplaene/pdfs/bplan/HafenCity14.pdf

Grundstücksflächen sind die Flächen, die durch die Geometrie von Baugrenzen / Baulinien abgegrenzt sind). In dem Baufeld, in dem das Bauvorhaben liegt, wird für die Nutzungsart „Allgemeines Wohngebiet“ eine Grundflächenzahl (GRZ) von 0.6 festgesetzt, für die Nutzungsart „Mischgebiet“ wird eine GRZ von 0.9 festgesetzt. Diese Festsetzungen widersprechen jedoch der mit dem Bauwerksmodell dokumentierten Ausnutzung des Grundstücks. Bei der Durchsicht der textlichen Festsetzungen wurde jedoch ersichtlich, dass eine 100% Ausnutzung des Baugrundstücks rechtmäßig ist, da in den textlichen Festsetzungen des Bebauungsplans im Verordnungstext (textliche Festsetzungen) in den Bestimmungen des § 2, Nr. 2.3 und 3 folgende Festsetzungen festgesetzt werden: Nr. 2.3: *„Die festgesetzten Grundflächenzahlen können für Nutzungen nach § 19 Absatz 4 Satz 1 der Baunutzungsverordnung in der Fassung vom 23. Januar 1990 (BGBl. I S. 133), zuletzt geändert am 11. Juni 2013 (BGBl. I S. 1548, 1551), bis 1,0 überschritten werden.“*, Nr. 3: *„In den allgemeinen Wohngebieten können die festgesetzten Grundflächenzahlen für Nutzungen nach § 19 Absatz 4 Satz 1 der Baunutzungsverordnung bis 1,0 überschritten werden.“*

Diese textlichen Festsetzungen wurden auch in dem XPlanung Modell des Bebauungsplans erfasst, eine attributive Zuordnung einer ausnahmsweise zulässigen Überschreitung der festgesetzten GRZ bzw. für unter der Erdoberfläche befindliche Kelleranlagen oder die Tiefgarage“ zu der Baugebietsteilfläche unterblieb jedoch, obwohl das XPlanung Objektmodell die Abbildung und Zuordnung zu einer Baugebietsteilfläche ermöglicht.

Am Beispiel dieses Planwerkes wurde ersichtlich, dass eine Erfassung der Festsetzungen eines Bebauungsplanes gemäß des Objektmodells XPlanung sich primär an dem grafischen Bild des Bebauungsplans orientiert. Die Festsetzungen, die als Präsentationsobjekte (Wiedergabe der alphanumerischen städtebaulichen Kennziffern (GRZ, GFZ, Anzahl der Vollgeschosse, ...)) grafisch auf dem Planbild visualisiert werden, werden als Attribute einer Festsetzung zugeordnet. Festsetzungen, die keine graphische Repräsentierung haben, werden nur als Text erfasst, obwohl die in den textlichen Festsetzungen dokumentierte städtebauliche Kennziffer sich einer Festsetzung als Attribut zuordnen ließe.

Die räumliche zulässige Ausdehnung der Tiefgaragen wird in der Grafik des Bebauungsplanes ebenfalls nicht festgesetzt. Dieser Umstand bedeutet jedoch nicht, dass das Planwerk unzureichend gemäß dem Objektmodell XPlanung erfasst wurde, sondern dokumentiert eher, dass eine Modellierungsrichtlinie für eine Erfassung von städtebaulichen Kennziffern, die nur über textliche Festsetzungen repräsentiert werden, als Attribut einer Baugebietsteilfläche bislang fehlt und dass die Freiheitsgrade, die bislang zur Abbildung von Festsetzungen im Objektmodell vorhanden sind, für den Anwendungsfall des BIM-basierten Bauantrages eingeschränkt bzw. genauer spezifiziert werden müssen. Städtebauliche Kennziffern, die bislang nur durch textliche Festsetzungen repräsentiert waren, wurden im Zuge nach Nacherfassung im Rahmen der Forschungsprojektbearbeitung vorhandenen Festsetzungen zugeordnet oder neu erfasst (z.B. die unterirdisch gelegenen überbaubaren Grundstücksflächen der geplanten Tiefgarage).

Generell handelt es sich bei Bauleitplänen um zweidimensionale Plangrafiken. Höhenangaben von Festsetzungen können einerseits durch eine Verortung von Straßenhöhen oder die Höhe einer Geländeoberfläche wiedergegeben werden. Weiterhin besteht in Bebauungsplänen die Möglichkeit, Höhenangaben (Traufhöhe, Firsthöhe, Höhe baulicher Anlage...) für die Staffelung von Gebäudekubatoren mit einem Bezugspunkt z.B. einer überbaubaren Grundstücksfläche zuzuordnen.

Um ein Bauwerksmodell, dass für unterschiedliche Höhenprofile unterschiedliche räumliche Ausdehnungen und Nutzungen aufweist, gegen das festgesetzte Planrecht prüfen zu können, erscheint es notwendig, ebenso den flächigen Nutzungsausweisungen eines Bebauungsplanes Höhenangaben zuzuordnen. Soweit es möglich war, wurden im Rahmen der Forschungsprojektbearbeitung die Höhenangaben aus punktförmigen Straßenhöhen oder Höhenangaben einer Geländeoberfläche als Höhe einer Nutzungsausweisung zugeordnet.

Ein zweites XPlanung Konzept zur vertikalen Gliederung von Festsetzungen besteht in der Zuweisung von Festsetzungen auf eine „Ebene“ (unterirdisch, ebenerdig, oberirdisch, ...). Dieses Konzept dient jedoch primär dazu, Visualisierungsvorschriften für die vertikale Anordnung von Festsetzungen in der Plangrafik ableiten zu können. Festsetzungen auf der Ebene -1 (unterirdisch) sollen in der Visualisierungsreihenfolge unterhalb von Festsetzungen auf der Ebene 0 (ebenerdig) visualisiert werden; Festsetzungen der Ebene 1, 2, usw. entsprechend oberhalb.

Zusätzlich zu dem Versuch, Höhengaben zu einer Festsetzung zuzuordnen, wurden die Festsetzungen des Bebauungsplanes „HafenCity 14“ auch unterschiedlichen Ebenen zugeordnet. Mit diesem Konzept können z.B. im Prototyp Festsetzungen, die nur für eine vertikale Höhenschicht festgesetzt werden, gegen die entsprechende vertikale Höhenschicht im Bauwerksmodell (in der Regel repräsentiert durch unterschiedliche Geschosse) abgeglichen werden.

Dieses Konzept hat Vor- und Nachteile. Ein Vorteil liegt darin, dass bei Festsetzungen, denen keine absolute Höhenangabe zugeordnet werden können, immerhin die relative Höhenanlage zu anderen Festsetzungen über die Zuordnung zu einer Ebene abgebildet werden kann. Ein entscheidender Nachteil liegt jedoch darin, dass die Konformitätsregel, die besagt, dass der Flächenschluss eines Bebauungsplans immer auf einer Ebene hergestellt werden muss, nicht mehr erfüllt wird.

Eine weitere Themenstellung, die intensiv mit Vertretern aus Verbänden (z.B. BDVI) diskutiert wurde, ist die Fragestellung, ob es notwendig ist, ein strukturiertes Datenmodell und ein Datenformat für die Inhalte eines (amtlichen) Lageplanes zu definieren, der im Rahmen der Beantragung eines genehmigungspflichtigen Bauvorhabens von einem Bauvorlagenberechtigten gegenüber Baugenehmigungsbehörde eingereicht werden muss. Der Inhalt eines Lageplans wird aktuell noch in den Bauvorlageverordnungen der Länder spezifiziert. Um eine durchgängige digitale Prozesskette im Baugenehmigungsverfahren zu gewährleisten, müssen die bislang analogen Lagepläne, mit den Eintragungen der zu beachtenden öffentlich rechtlichen und privaten Restriktionen auch über ein zu definierendes Datenmodell / Datenformat zukünftig digital den Baugenehmigungsbehörden bereitgestellt werden können. Mit dem Lageplan wird die Stellung des beantragten Baukörpers auf einem Baugrundstück dokumentiert. Dazu bedarf es häufig einer vermessungstechnischen Aufnahme des Baugrundstückes und des geplanten Baukörpers. Dabei werden die öffentlich-rechtlichen und privaten Belange, die beim Bau zu beachten sind, auch in die Örtlichkeit übertragen. Es wäre wünschenswert, wenn diese hoch genauen Vermessungsleistungen dauerhaft in die raumbezogene Datenhaltung der Gebietskörperschaften übernommen werden. Dagegen spricht aktuell noch das Gebührenrecht. Für eine Übernahme von neu ausgemessenen bzw. georeferenzierten Daten in das Kataster würden zusätzliche Gebühren anfallen, die einem Bauantragssteller in Rechnung gestellt werden würden.

7 Zusammenfassung und Ausblick

7.1 Zusammenfassung und Fazit

Durch die Nachfrage öffentlicher und privater Bauherren erfolgt derzeit in Deutschland die Einführung digitaler Planungsmethoden, das sog. Building Information Modeling (BIM). Im Forschungsprojekt wurde die Nutzung von BIM-Modellen im Rahmen von bauordnungsrechtlichen Verwaltungsverfahren, insbesondere dem Bauantragsverfahren, betrachtet. Im Rahmen einer Anforderungsanalyse wurden zunächst die Musterbauordnung und die Landesbauordnungen (am Beispiel Hamburg) analysiert. Weiterhin wurde untersucht, wie das Zusammenspiel des Bebauungsplans mit Gebäudemodellen erfolgt und welche Daten in den digitalen Bauantrag übernommen werden müssen. Basierend auf der XBau-Spezifikation wurde eine Auswahl von Verwaltungsprozessen getroffen, die im Forschungsprojekt genauer betrachtet wurden.

Der Gesamtprozess eines BIM-basierten Bauantragsverfahrens wurde entwickelt und beschrieben. Weiterhin wurde ein Konzept zur Verwendung offener Datenstandards entworfen. Damit Informationen aus Modellen gezielt in den digitalen Bauantrag übernommen werden können und Modelle regelbasiert geprüft werden können, wurden Modellanforderungen definiert und in einer Modellierungsrichtlinie festgehalten. Der Umfang der Modellierungsrichtlinie orientiert sich an den im Projekt betrachteten Anwendungsfällen zur Datenübernahme und regelbasierten Prüfung. Ergänzend zu den Modellinhalten wurde ein Modell-basiertes Kommunikationskonzept entwickelt, das es erlaubt, Modell-basierte Anmerkungen mit dem digitalen Bauantrag zu übermitteln, bspw. zur Unterstützung von Abweichungsanträgen. Zur Übertragung des digitalen Bauantrags zusammen mit dem BIM-Modell und weiteren für den BIM-basierten Bauantrag benötigten Dokumenten wurde ein Container-basiertes Konzept entwickelt.

Zur Validierung des entwickelten Prozesses wurde an ausgewählten Anwendungsfällen exemplarisch betrachtet, wie Daten zur Übernahme in den digitalen Bauantrag zusammengestellt und regelbasiert geprüft werden können. Zur praktischen Demonstration der Vorgehensweise wurde eine prototypische Implementierung einer Client-Software umgesetzt und ein Web-Portal entwickelt, welche den Prozess Software-technisch begleiten. Anhand von Beispielprojekten wurde eine Evaluation des Prozesses vorgenommen und der Prozess sukzessive um weitere Anwendungsfälle erweitert. In Workshops und Umfragen mit Fachexperten wurde der Modellierungsaufwand betrachtet, sowie Mehrwerte, aber auch Gefahren bzw. Risiken beleuchtet. Weiterhin wurde erarbeitet, welche rechtlichen Anforderungen sich an ein BIM-basierten Bauantragsverfahren stellen. Letztlich wurden die Bedarfsanforderungen an die Datenformaten XPlanung und XBau betrachtet.

Kernpunkt des Forschungsprojektes war es einen Referenzprozess für ein BIM-basiertes Bauantragsverfahren zu entwickeln und zu klären, welche Anforderungen an BIM-Modelle sich ergeben. Der Prozess wurde als Flowchart-Diagramm abgebildet. Die identifizierten Anforderungen, die sich aus einer Auswahl an zu unterstützten Anwendungsfälle orientiert, wurden in einer Modellierungsrichtlinie beschrieben. Zur Validierung des Gesamtprozesses wurden Beispielprojekte betrachtet. Zur Demonstration des Gesamt-

prozesses wurde eine prototypische Software zu Erstellung und der Bearbeitung von BIM-basierten Bauanträge implementiert. Die Ergebnisse wurden mit Fachexperten abgestimmt. Es ist zu erwarten, dass der zu erwartende Mehraufwand durch eine effizientere Antragsabwicklung insgesamt ausgeglichen wird.

7.2 Ausblick

Im Forschungsprojekt wurde betrachtet, wie der Gesamtprozess eines BIM-basierten Bauantragsverfahrens aussehen könnte. Exemplarisch wurden ausgewählte Anwendungsfälle untersucht und betrachtet, wie eine Datenübernahme in den digitalen Bauantrag sowie eine regelbasierte Prüfung von Gebäudemodellen abläuft. Es wurde hierzu aber nur eine Auswahl an einigen Anwendungsfällen exemplarisch betrachtet und prototypisch implementiert. Eine vollständige Betrachtung und softwaretechnische Implementierung aller im Bauantragsverfahren zu prüfenden Anwendungsfälle war nicht Teil und Ziel des Projektes. Für eine vollständige digitale Bearbeitung von BIM-basierten Bauanträgen ist es aber notwendig, das gesamte Prüfprogramm zu betrachten und zu implementieren. Bei der Projektbearbeitung wurde ersichtlich, dass hierzu zunächst die gesetzlichen Grundlagen klar und präzise formuliert und "digitalisiert" werden müssen. Digitalisierung in diesem Sinne meint die Aufarbeitung der Prüfprozesse, die hinter den eigentlichen Gesetzestexten stehen, bspw. in Form von Ablaufdiagrammen, die anschließend von Fachpersonal in prüffähige Software integriert bzw. implementiert werden kann. Ergänzend müssen zu jedem Anwendungsfall im Rahmen einer Modellierungsrichtlinie präzise Vorgaben gemacht werden, wie die entsprechenden benötigten Informationen im BIM-Modell zu hinterlegen sind. In diesem Zusammenhang ist der derzeitige Mangel an offenen Datenformaten, insbesondere zur herstellernerneutralen Spezifikation von regelbasierten Modellprüfungen, offensichtlich geworden. Weitere Forschungs- und Entwicklungsarbeit ist zur Spezifikation einer allgemeinen und offenen Modellprüfregelsprache notwendig.

Die im Projekt entwickelte prototypische Software dient der Demonstration des generellen Ablaufs der betrachteten Anwendungsfälle im Projekt. Sie ist nicht als "fertige Software" zu verstehen, die ohne weiteren Implementierungsaufwand für den Einsatz bei Fachplanern oder in Behörden genutzt werden kann. Sie kann jedoch als Grundlage für die Entwicklung entsprechender Software genutzt werden. Der Quellcode der Software ist offen. Für die Software wurden Drittbibliotheken von anderen Anbietern genutzt. Für die Nutzung der Drittbibliotheken (z.B. bei kommerzieller Nutzung) sind ggf. Lizenzen zu erwerben.

7.3 Webseite zur Dokumentation der Ergebnisse

Die Projektergebnisse umfassen diesen Abschlussbericht, eine Modellierungsrichtlinie für das BIM-basierte Bauantragsverfahren, Präsentationen zur Veranschaulichung der Projektergebnisse, Beispielprojekte, maschinenlesbare Spezifikationen, sowie den Quellcode der entwickelten prototypischen Software. Die Projektergebnisse sind auf folgender Webseite frei verfügbar:

www.bimbauantrag.de

Referenzen

- [1] International Organization for Standardization, 2018. ISO 16739-1:2018, Industry Foundation Classes (IFC) for data sharing in the construction and facility management industries – Part 1: Data schema. Genf, Schweiz.
- [2] International Organization for Standardization, 2020. ISO 19136-1:2020, Geographic information – Geography Markup Language (GML) – Part 1: Fundamentals. Genf, Schweiz.
- [3] buildingSMART International, 2020. BIM Collaboration Format (BCF). Online: <https://technical.buildingsmart.org/standards/bcf/>, Letzter Zugriff: 18.08.2020.
- [4] buildingSMART International, 2020. mvdXML. Online: <https://technical.buildingsmart.org/standards/ifc/mvd/mvdxml/>, Letzter Zugriff: 18.08.2020.
- [5] buildingSMART International, 2020. Model View Definition (MVD) – An Introduction. Online: <https://technical.buildingsmart.org/standards/ifc/mvd/>, Letzter Zugriff: 18.08.2020.
- [6] IT-Planungsrat, 2016. Austauschstandards im Bau- und Planungsbereich – Bedarfsbeschreibung. Hamburg, 30.09.2016.
- [7] Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit, 2016. Bundesregierung beschließt Wohnungsbau-Offensive. Online: <https://www.bmu.de/pressemitteilung/bundesregierung-beschliesst-wohnungsbau-offensive/>, Letzter Zugriff: 18.08.2020.
- [8] Benner, J., 2017. XPlanung 5.0, Struktur und Konzepte. Karlsruhe, 01.02.2017.
- [9] Bauministerkonferenz, 2019. Spezifikation XBau, Release 2.1 (final). Berlin, 02.04.2019.
- [10] Deutsches Institut für Normung, 2018. DIN 276:2018-12, Kosten im Bauwesen. Berlin.
- [11] Deutsches Institut für Normung, 2016. DIN 277-1:2016-01, Grundflächen und Rauminhalte im Bauwesen - Teil 1: Hochbau. Berlin.
- [12] Architektenkammer Nordrhein-Westfalen, 2020. Digitaler Bauantrag. Online: <https://www.aknw.de/mitglieder/digitalisierung/digitaler-bauantrag/>, Letzter Zugriff: 18.08.2020.
- [13] Landesbetrieb Geoinformation und Vermessung, 2011. PLIS / Digitale Erfassung aller gültigen Bebauungspläne. Projekt, Hamburg.
- [14] Bauministerkonferenz, 2019. Musterbauordnung, Fassung vom November 2002, zuletzt geändert durch Beschluss der Bauministerkonferenz vom 22.02.2019. Berlin, 22.02.2019.
- [15] Senat Hamburg, 2010. Bauvorlagenverordnung (BauVorlVO). Hamburg, 14.12.2010.
- [16] Bergische Universität Wuppertal, 2020. BIM-Modellierungsrichtlinie, Erstellung einer standardisierten BIM-Modellierungsrichtlinie. Forschungsprojekt Zukunft Bau. BIM-Institut, Wuppertal.
- [17] Bundesministerium der Justiz und für Verbraucherschutz, 2017. Baugesetzbuch (BauGB). Berlin, 03.11.2017.
- [18] Senat Hamburg, 2005. Hamburgische Bauordnung (HBauO). Hamburg, 14.12.2005.
- [19] Bayerisches Landesamt für Steuern – Dienststelle München, 2020. Elster. Software, München, 1996-2020.

Anhang 1: Unterlagen für den Bauantrag

a) Einzureichende Unterlagen gemäß der Musterbauverordnung (Fassung vom Februar 2007)

Bauzustandsanzeigen	
Baubeginnsanzeige	(1) Soweit bautechnische Nachweise nicht bauaufsichtlich geprüft / nicht durch einen Prüfsachverständigen bescheinigt* werden, ist eine Erklärung des jeweiligen Nachweiserstellers nach § 66 Abs. 1 Satz 2, Abs. 2 MBO über die Erstellung des bautechnischen Nachweises spätestens mit der Baubeginnsanzeige (§ 72 Abs. 8, § 62 Abs. 5 Satz 2 MBO) vorzulegen. Wird das Bauvorhaben abschnittsweise ausgeführt, muss die Erklärung spätestens bei Beginn der Ausführung des jeweiligen Bauabschnitts vorliegen. (2) Für die nach § 72 Abs. 6 Nr. 2 MBO vorzulegenden Bescheinigungen nach § 66 Abs. 3 MBO gilt Abs. 1 Satz 2 entsprechend. (3) Muss der Standsicherheitsnachweis bei Bauvorhaben nach § 66 Abs. 3 Satz 1 Halbs. 1 Nr. 2 MBO nicht bauaufsichtlich geprüft / nicht durch einen Prüfsachverständigen bescheinigt werden, ist spätestens mit der Baubeginnsanzeige eine Erklärung des Tragwerksplaners hierüber nach Maßgabe des Kriterienkataloges der Anlage 2 vorzulegen.
Anzeige der beabsichtigten Nutzungsaufnahme	Sind bei einem Bauvorhaben wiederkehrende bauaufsichtliche Prüfungen durch Rechtsverordnung nach § 85 Abs. 1 Nr. 5 MBO oder im Einzelfall vorgeschrieben, ist mit der Anzeige nach § 82 Abs. 2 Satz 1 MBO über die in § 82 Abs. 2 Satz 2 MBO benannten Bescheinigungen und Bestätigungen hinaus der Brandschutznachweis (§ 11) vorzulegen, soweit er nicht bauaufsichtlich geprüft ist*.
Baubeschreibung	
	In der Baubeschreibung sind das Vorhaben und seine Nutzung zu erläutern, soweit dies zur Beurteilung erforderlich ist und die notwendigen Angaben nicht im Lageplan und den Bauzeichnungen enthalten sind. Die Gebäudeklasse und die Höhe im Sinne des 2(3) S.2 sind anzugeben. Die anrechenbaren Bauwerte und ihre Ermittlung sind anzugeben.
Bauzeichnung	
Allgemein	In den Bauzeichnungen sind anzugeben: 1) der Maßstab und die Maße 2) die wesentlichen Bauprodukte und Bauarten 3) die Rohbaumaße der Fensteröffnungen in Aufenthaltsräumen 4) bei Änderung baulicher Anlagen die zu beseitigenden und die geplanten Bauteile
Grundrisse	Einzeichnung im Grundriss: a) Treppen, b) lichten Öffnungsmaße der Türen sowie deren Art und Anordnung an und in Rettungswegen, c) Abgasanlagen, d) Räume für die Aufstellung von Feuerstätten unter Angabe der Nennleistung sowie der Räume für die Brennstofflagerung unter Angabe der vorgesehenen Art und Menge des Brennstoffes, e) Aufzugsschächte, Aufzüge und der nutzbaren Grundflächen der Fahrkörbe von Personenaufzügen, f) Installationsschächte, -kanäle und Lüftungsleitungen, soweit sie raumabschließende Bauteile durchdringen, g) Räume für die Aufstellung von Lüftungsanlagen
Schnitte	a) die Gründung der geplanten baulichen Anlage und, soweit erforderlich, die Gründungen anderer baulicher Anlagen, b) der Anschnitt der vorhandenen und der geplanten Geländeoberfläche, c) die Höhenlage des Erdgeschossfußbodens mit Bezug auf das Höhenbezugssystem, d) die Höhe der Fußbodenoberkante des höchstgelegenen Geschosses, in dem ein Aufenthaltsraum möglich ist, über der geplanten Geländeoberfläche, e) die lichten Raumhöhen, f) der Verlauf der Treppen und Rampen mit ihrem Steigungsverhältnis, g) die Wandhöhe im Sinne des § 6 Abs. 4 Satz 2 MBO, h) die Dachhöhen und Dachneigungen,

Ansichtszeichnungen	die Ansichten der geplanten baulichen Anlage mit dem Anschluss an Nachbargebäude unter Angabe von Baustoffen und Farben, der vorhandenen und geplanten Geländeoberfläche sowie des Straßengefälles.
Technische Nachweise	
Nachweis der Standsicherheit	Für den Nachweis der Standsicherheit tragender Bauteile einschließlich ihrer Feuerwiderstandsfähigkeit sind eine Darstellung des gesamten statischen Systems sowie die erforderlichen Konstruktionszeichnungen, Berechnungen und Beschreibungen. Die Beschaffenheit des Baugrundes und seine Tragfähigkeit, Soweit erforderlich, ist nachzuweisen, dass die Standsicherheit anderer baulicher Anlagen und die Tragfähigkeit des Baugrundes der Nachbargrundstücke nicht gefährdet werden.
Nachweis Brandschutz	1. das Brandverhalten der Baustoffe (Baustoffklasse) und die Feuerwiderstandsfähigkeit der Bauteile (Feuerwiderstandsklasse) 2. die Bauteile, Einrichtungen und Vorkehrungen, an die Anforderungen hinsichtlich des Brandschutzes gestellt werden, wie Brandwände und Decken, Trennwände, Unterdecken, Installationsschächte und -kanäle, Lüftungsanlagen 3. die Nutzungseinheiten, die Brand- und Rauchabschnitte, 4. die aus Gründen des Brandschutzes erforderlichen Abstände innerhalb und außerhalb des Gebäudes, 5. der erste und zweite Rettungsweg nach § 33 MBO, insbesondere notwendige Treppenräume, Ausgänge, notwendige Flure, mit Rettungsgeräten der Feuerwehr erreichbare Stellen einschließlich der Fenster, die als Rettungswege nach § 33 Abs. 2 Satz 2 MBO dienen, unter Angabe der lichten Maße und Brüstungshöhen, 6. die Flächen für die Feuerwehr, Zu- und Durchgänge, Zu- und Durchfahrten, Bewegungsflächen und die Aufstellflächen für Hubrettungsfahrzeuge, 7. die Löschwasserversorgung.
Nachweis Wärmeschutz	Die Berechnungen müssen den nach bauordnungsrechtlichen Vorschriften geforderten Schutz nachweisen
Nachweis Schallschutz	Die Berechnungen müssen den nach bauordnungsrechtlichen Vorschriften geforderten Schutz nachweisen
Nachweis Erschütterungsschutz	Die Berechnungen müssen den nach bauordnungsrechtlichen Vorschriften geforderten Schutz nachweisen
Erschließung Wasser, Energie und Abwasser (falls nicht öffentlich erschlossen)	
	Die erforderlichen Angaben über die gesicherte Erschließung hinsichtlich der Versorgung mit Wasser und Energie sowie der Entsorgung von Abwasser und der verkehrsmäßigen Erschließung, soweit das Bauvorhaben nicht an eine öffentliche Wasser- oder Energieversorgung oder eine öffentliche Abwasserentsorgungsanlage angeschlossen werden kann oder nicht in ausreichender Breite an einer öffentlichen Verkehrsfläche liegt
Prüfung Abwasserrechtliche Belange	
Entwässerungslageplan	die Lage der vorhandenen und geplanten Abwasserleitungen von der Abwasseranfallstelle bis zur Einleitungsstelle mit Angabe des Gefälles und der Nennweite, der dazugehörigen Anlagen wie Ablaufstellen, Schächte oder sonstigen Anlagen mit Angabe der Sohlenhöhe und der Deckelhöhen bezogen auf Normalnull und Eintragung des Abwasservolumenstromes an der Einleitungsstelle, getrennt nach Regen- und Schmutzwasser Abwasserbehandlungsanlagen, Abwasserhebeanlagen, Abwassersammelgruben, Regenwasserrückhalteeinrichtungen oder Regenwasserrückhalteflächen Grundrisse der Geschosse, in denen sich a) Entwässerungsgegenstände unterhalb der Rückstauenebene oder b) Abwasserbehandlungsanlagen befinden, einschließlich ihrer Darstellung und der Darstellung der dazugehörigen Abwasserleitungen von der Anfallstelle bis zur Gebäudeaußenkante sowie der Höhenangabe der Fertigfußböden bezogen auf Normalnull,

	Entwässerungsnachweis mit: 1) Berechnung der Abwasservolumenströme, 2) Bemessung der in den Nummern 1 und 2 genannten Abwasseranlagen, Nachweis der schadlosen Überflutung für die Ableitung von abflusswirksamen Flächen mit einer Größe von insgesamt mehr als 800 m², auch von mehreren Grundstücken, wenn diese an gemeinsame Entwässerungsleitungen angeschlossen sind, 3) Beschreibung mit Angaben zur Abwasserentstehung, -ableitung und -behandlung mit den erforderlichen Angaben zur Art, Menge und Dauer der Einleitung, Art der eingesetzten technischen Verfahren, der Abwasserbehandlungsanlagen und -verfahren und der Einleitstellen; Entwässerungsnachweis mit: 4) Berechnung der Abwasservolumenströme, 5) Bemessung der in den Nummern 1 und 2 genannten Abwasseranlagen, 6) Nachweis der schadlosen Überflutung für die Ableitung von abflusswirksamen Flächen mit einer Größe von insgesamt mehr als 800 m², auch von mehreren Grundstücken, wenn diese an gemeinsame Entwässerungsleitungen angeschlossen sind, 7) Beschreibung mit Angaben zur Abwasserentstehung, -ableitung und -behandlung mit den erforderlichen Angaben zur Art, Menge und Dauer der Einleitung, Art der eingesetzten technischen Verfahren, der Abwasserbehandlungsanlagen und -verfahren und der Einleitstellen;
--	---

b) Zusätzliche Inhalte gemäß der Bauvorlagenverordnung der Stadt Hamburg (Fassung vom 14. Dezember 2010)

zusätzliche Bauantragunterlagen	
Allgemein	1) Bauvorlagen müssen aus alterungsbeständigem Papier oder gleichwertigem Material lichtbeständig hergestellt sein und dem Format DIN A 4 entsprechen oder auf diese Größe gefaltet sein. 2) Hat die Bauaufsichtsbehörde Vordrucke öffentlich bekannt gemacht, sind diese zu verwenden 3) Anzahl Ausfertigungen: 3.1) in zweifacher Ausfertigung bei Typengenehmigungen, Fliegenden Bauten und der Zustimmung im Einzelfall nach §§ 7 und 8; 3.2) in zweifacher Ausfertigung die Bauvorlagen für den Standsicherheitsnachweis nach § 14, den Nachweis des Wärmeschutzes und zur Energieeinsparung nach § 16; 3.3) in dreifacher Ausfertigung bei Vorhaben im vereinfachten Genehmigungsverfahren (§ 61 HBauO) nach § 4 Absatz 1, bei Werbeanlagen nach § 5, bei der Beseitigung von Anlagen nach § 6, bei Vorbescheiden und bei Abweichungen nach § 9 sowie 3.4) in achtfacher Ausfertigung bei Vorhaben im Baugenehmigungsverfahren mit Konzentrationswirkung (§ 62 HBauO) nach § 4 Absatz 2, davon abweichend jedoch 3.5) in dreifacher Ausfertigung die Bauvorlagen für den Brandschutznachweis nach § 15, 3.6) in dreifacher Ausfertigung die Bauvorlagen nach anderen öffentlich-rechtlichen Vorschriften nach § 18 Absätze 1 und 3 bis 10 3.7) in fünffacher Ausfertigung die Bauvorlagen zur Prüfung abwasserrechtlicher Belange nach § 18 Absatz 2.
Zustimmungserklärung der Nachbarn/Baulastenerklärung	Eine Zustimmungserklärung der Nachbarn nach § 71 Absatz 2 HBauO ist ebenso eine Bauvorlage wie eine Baulasterklärung nach § 79 Absatz 1 HBauO oder ein öffentlich-rechtlicher Vertrag für Sondernutzungen nach § 18 Absatz 3 Nummer 4 dieser Verordnung.
Der Antragsvordruck	Der Antragsvordruck ist von der Bauherrin oder dem Bauherrn zu unterschreiben, die Entwurfsverfasserin oder der Entwurfsverfasser sind auf dem Antragsvordruck zu benennen. Die Bauvorlagen sind von der Entwurfsverfasserin oder dem Entwurfsverfasser (§ 55 Absatz 1 HBauO) oder von der Fachplanerin oder dem Fachplaner (§ 55 Absatz 3 HBauO) zu unterschreiben. Mehrausfertigungen nach § 2 Satz 2 müssen nicht nach § 67 Absatz 1 HBauO unterschrieben sein. Die Bauaufsichtsbehörde kann die schriftliche Zustimmung der Grundeigentümerin oder des Grundeigentümers verlangen, wenn diese Personen nicht zugleich Bauherrin oder Bauherr sind.
elektronische Dokumente	

Allgemein	Das Bauantragsformular sowie die Erklärung über die Urheberschaft der elektronisch übermittelten Bauvorlagen sind dazu mit einer handschriftlichen Signatur zu versehen und bei der Bauaufsichtsbehörde einzureichen. Alle Bauvorlagen sind überdies in einfacher Ausfertigung in Papierform einzureichen, die hinsichtlich Umfang und Inhalt mit der elektronischen Form übereinstimmen muss. Die Bauherrin oder der Bauherr haften für eventuelle Schäden, wenn andere oder widersprüchliche Inhalte elektronisch eingereicht werden. Die Bauaufsicht ist nicht verpflichtet, die Übereinstimmung der Papierfassung mit der elektronischen Form zu überprüfen. Der Austausch der elektronischen Dokumente gemäß Absatz 1 zwischen Bauherrin oder Bauherrn und der zuständigen Bauaufsichtsbehörde erfolgt über einen hierfür eingerichteten Internet-Zugang innerhalb des Portals HamburgService - Online-Dienste der Freien und Hansestadt Hamburg.
Dateiinhalt	Für jede Bauvorlage, jedes Schriftstück und jedes Formular ist jeweils eine Einzeldatei anzulegen. Zeichnerische Darstellungen müssen kontrastreich sein und in jeder Bauzeichnung muss neben der numerischen Angabe des Maßstabes zur Kalibrierung auch eine grafische Maßstabsleiste enthalten sein, die den numerischen Bildmaßstab repräsentiert. Diese ist immer an der gleichen Stelle, in der Nähe des Schriftfeldes anzuordnen und mit den tatsächlichen Distanzen zu beschriften.
Dateiformat	Für das Speicherformat von Bauvorlagen, Schriftstücken und Formularen ist ausschließlich das Portable Document Format nach ISO 19005-1 (PDF/A-1b) zugelassen. Zeichnungslayer sind bei der Erzeugung auf einer Ebene zusammenzufassen. In die PDF-Dateien dürfen keine weiteren Notizen, Kommentare und Dateianhänge eingebettet sein.
Dateiname	Der Dateiname muss selbsterklärend sein und daher, ohne die Datei zu öffnen, das Erstellungsdatum, den Dateiinhalt sowie die jeweilige Version abbilden. Dieser Dateiname muss auf jeder Zeichnung im Schriftfeld sichtbar sein.
Dateigrößen	Das Gesamtvolumen einer Nachricht mit Anlagen darf 100 Megabyte (MB) nicht überschreiten. Die einzelne Dateigröße ist auf 10 MB begrenzt. § 2 Satz 1 Nummern 1, 3 und 4 findet keine Anwendung. Weitere Formvorschriften nach dieser Verordnung bleiben unberührt.
Berechnungen des geplanten Maßes der baulichen Nutzung	
	bei Bauvorhaben im Geltungsbereich eines Bebauungsplans, der Festsetzungen über das Maß der baulichen Nutzung enthält, eine Berechnung des zulässigen, des vorhandenen und des geplanten Maßes der baulichen Nutzung
Technische Nachweise	
Nachweis der Standsicherheit	Konstruktive Einzelheiten wichtiger baulicher Zwischenzustände sind zu erfassen. Bei schwierigen Baukonstruktionen und Umbauten, die mit Hilfe von Schalungs- und Hilfsgerüsten errichtet werden, sind Berechnungen für die Standsicherheit der Gerüste vorzulegen.
Nachweis Brandschutz	Ergänzungen bei Sonderbauten, Mittel- und Großgaragen : 1) die in § 68 Absatz 1 HBauO genannten Anlagen der technischen Gebäudeausrüstung mit Grundrisszeichnungen, aus denen die Lage der Zentrale und der Wirkbereiche hervorgeht, und einer Anlagenbeschreibung; 2) die in § 68 Absatz 1 HBauO genannten Lüftungs-, Rauch- und Wärmeabzugsanlagen (RWA-Anlagen) zusätzlich zu Nummer 5 auch mit Schemadarstellungen der Lüftungs- und RWA-Anlagen, Grundrisszeichnungen der Geschosse und Schnitte mit Darstellung der Kanalführungen sowie der brandschutztechnischen Maßnahmen an den Anlagen, Darstellungen der Zuluft- und Entrauchungsöffnungen für die RWA-Anlagen
Nachweis Wärmeschutz	Berechnungen zur Einhaltung der Anforderungen nach den Vorschriften des Wärmeschutzes und zur Energieeinsparung,
Nachweis Energieeinsparung	der Energieausweis nach § 18 der Energieeinsparverordnung vom 24. Juli 2007 (BGBl. I S. 1519), geändert am 29. April 2009 (BGBl. I S. 954), in der jeweils geltenden Fassung
Prüfung Abwasserrechtliche Belange	

Entwässerungslageplan	1) Darstellungen nach § 10 Absatz 3 Nummern 1, 2, 4, 5, 6, 8, 9 und 15 2) die Lage der vorhandenen und geplanten Abwasserleitungen von der Abwasseranfallstelle bis zur Einleitungsstelle mit Angabe des Gefälles und der Nennweite, der dazugehörigen Anlagen wie Ablaufstellen, Schächte oder sonstigen Anlagen mit Angabe der Sohlenhöhe und der Deckelhöhen bezogen auf Normalnull und Eintragung des Abwasservolumenstromes an der Einleitstelle, getrennt nach Regen- und Schmutzwasser; 3) Entwässerungsbauzeichnungen im Maßstab von mindestens 1:100; ein kleinerer Maßstab kann verwendet werden, wenn er dafür ausreicht; in den Entwässerungsbauzeichnungen sind darzustellen: 4) Abwasserbehandlungsanlagen, Abwasserhebeanlagen, Abwassersammelgruben, Regenwasserrückhalteeinrichtungen oder Regenwasserrückhalteflächen, 5) Abwasserbehandlungsanlagen, Abwasserhebeanlagen, Abwassersammelgruben, Regenwasserrückhalteeinrichtungen oder Regenwasserrückhalteflächen 6) Grundrisse der Geschosse, in denen sich a) Entwässerungsgegenstände unterhalb der Rückstauenebene oder b) Abwasserbehandlungsanlagen befinden, einschließlich ihrer Darstellung und der Darstellung der dazugehörigen Abwasserleitungen von der Anfallstelle bis zur Gebäudeaußenkante sowie der Höhenangabe der Fertigfußböden bezogen auf Normalnull 7) Dachaufsicht von Dächern, die über Dachabläufe oder innenliegende Rinnen entwässert werden einschließlich ihrer Darstellung und der Darstellung der Notentwässerung
Entwässerungsstrangschema	Entwässerungsstrangschema, in dem die in Nummer 2 aufgeführten Abwasseranlagen darzustellen sind;
Entwässerungsnachweis	1) Berechnung der Abwasservolumenströme, 2) Bemessung der in den Nummern 1 und 2 genannten Abwasseranlagen 3) Nachweis der schadlosen Überflutung für die Ableitung von abflusswirksamen Flächen mit einer Größe von insgesamt mehr als 800 m ² , auch von mehreren Grundstücken, wenn diese an gemeinsame Entwässerungsleitungen angeschlossen sind 4) Beschreibung mit Angaben zur Abwasserentstehung, -ableitung und -behandlung mit den erforderlichen Angaben zur Art, Menge und Dauer der Einleitung, Art der eingesetzten technischen Verfahren, der Abwasserbehandlungsanlagen und -verfahren und der Einleitstellen;
Sielkataster	ein aktueller Auszug aus der Anlagendokumentation (Sielkataster) der Hamburger Stadtentwässerung
Prüfung wegerechtlicher Belange	
Verkehrsflächen	Lageplan zum Wegerecht auf der Grundlage von § 10 Absätze 2 und 3 im Maßstab 1:250 mit folgenden Darstellungen und Angaben: 1.1 die für das Bauvorhaben in Anspruch genommenen öffentlichen Verkehrsflächen oder öffentlich genutzten privaten Verkehrsflächen,
Überfahrten	1.2 Lage und Größe der vorhandenen und geplanten Überfahrten über öffentliche Wege mit Art und Gewicht der Fahrzeuge, Anzahl der betroffenen Stellplätze und der mit der Überfahrt verbundenen Nutzungen, einschließlich der erforderlichen Schleppkurven für Feuerwehr- und Lieferfahrzeuge;
Beschreibung Nutzung	2. die Beschreibung der Art, Dauer (Beginn und Ende) und des Umfangs von Sondernutzungen öffentlicher Wege oder öffentlich genutzter privater Verkehrsflächen;
Prüfung naturschutzrechtlicher Belange	

Holzbestand	Lageplan zum Naturschutzrecht auf der Grundlage von § 10 Absätze 2 und 3 im Maßstab 1:500 mit folgenden Darstellungen und Angaben: 1.1 Gehölzbestand und Hecken, die dem Naturschutz unterliegen, 1.2 geschützter Baumbestand mit eingemessener Lage, Benennung der Arten, Angaben zum Stammdurchmesser (gemessen in 1,30 m Höhe), zum Kronendurchmesser sowie zu den Geländehöhen am Stammfuß der Bäume bei geplanten Geländeänderungen, auch soweit Baumbestand auf Nachbargrundstücken oder öffentlichen Verkehrsflächen betroffen ist, 1.3 Markierung der Bäume, Gehölze und Hecken, die entfernt werden sollen,
Naturdenkmale	Naturdenkmale
Biotope	vorhandene oberirdische Gewässer sowie geschützte und schützenswerte Biotope nach § 30 des Bundesnaturschutzgesetzes und § 14 des Hamburgischen Gesetzes zur Ausführung des Bundesnaturschutzgesetzes vom 11. Mai 2010 (HmbGVBl. S. 350, 402),
Bebauungsplan	Angaben und Darstellungen zur Umsetzung der naturschutzrechtlichen Anforderungen des Bebauungsplans;
Eingriff in Natur und Landschaft	bei Eingriffen in Natur und Landschaft die in § 17 Absatz 4 des Bundesnaturschutzgesetzes genannten Angaben
Prüfung wasserrechtlicher Belange -Oberflächengewässer	
Lageplan	Lageplan Oberflächengewässer im Maßstab 1:5000 (Deutsche Grundkarte) als Übersichtsplan mit Angaben zur Lage des Grundstücks und des Einleitgewässers sowie ein aktueller Auszug aus dem Liegenschaftskataster
Auszug Liegenschaftskataster	aktueller Auszug aus dem Liegenschaftskataster (§ 10 Absatz 1)
Erläuterungsbericht	Erläuterungsbericht als Betriebsbeschreibung mit Darstellung und Angaben zu relevanten Produktionsprozessen wie Anfallort und Entstehungsprozess des Abwassers, Abwasserkreisläufe, Kontaminationsquellen, zeitliche Veränderung der Abwassermenge sowie chemische und physikalische Eigenschaften, Produktionskapazität, Auslastung, Vermeidungs- und Wiederverwendungsmöglichkeiten für Abwasser, Wassersparmaßnahmen und gegebenenfalls Benennung der verantwortlichen Aufsichtsperson (Gewässerschutzbeauftragter), Bauzeichnung (Draufsicht/Schnitte/Fließbild), bautechnische Zulassung, Wartungsplan
Beschreibung Abwasseranlage	Beschreibung der Abwasseranlage, der Abwasserbehandlungsverfahren mit Nachweis insbesondere der Bemessung sowie der Bemessungsgrundlagen, voraussichtliche Reinigungsleistung/Ablaufwerte, Redundanzen, Wartung, Maßnahmen bei Schadens- oder Störfällen, Anfall von Reststoffen, Analyseergebnisse der Rohwasseranalysen, Sicherheitsdatenblätter, Einleitmenge ins Gewässer, zeichnerische Darstellung des Einleitbauwerks, hydraulische Berechnung sowie Bewertung der Behandlungsbedürftigkeit von abzuleitendem Niederschlagswasser nach geltenden Vorschriften beziehungsweise Regelwerken;
Beschreibung Entnahmestellen	Beschreibung der Entnahme- beziehungsweise Einleitungsstellen in ein Gewässer;
Baubeschreibung	bei der Gewässerbenutzung nach § 15 des Hamburgischen Wassergesetzes in der Fassung vom 29. März 2005 (HmbGVBl. S. 97), zuletzt geändert am 14. Dezember 2007 (HmbGVBl. S. 501), in der jeweils geltenden Fassung durch bauliche Anlagen in, an, über und unter oberirdischen Gewässern je nach Erfordernis zusätzlich zu den Angaben in Nummern 1 und 2 6.1 Baubeschreibung mit den erforderlichen Angaben zu den Auswirkungen des Vorhabens auf das Gewässer, 6.2 Bauzeitenplan mit Darstellung der Arbeiten am Gewässer.
Zur Prüfung wasserrechtlicher Belange (Grundwasser)	
Lageplan	Lageplan zum Wasserrecht im Maßstab 1:500 auf der Grundlage von § 10 Absatz 2 mit den erforderlichen Darstellungen und Angaben insbesondere zur Baugrubenabgrenzung, zur Lage der geplanten Anlagen insbesondere zur jeweiligen Lage der Bohrungen, der Absenk- und Beobachtungsb Brunnen, des Absenkbereichs, der Versickerungsanlage sowie der Erdwärmesonden und -kollektoren;
Erläuterungsbericht	2. Erläuterungsbericht mit Beschreibung der Maßnahmen mit den erforderlichen Angaben wie zur Art, Menge und Dauer der Entnahme oder Einleitung, Ausbautiefen (insbesondere bei Brunnen und Erdwärmesonden), Art und Größe der Versickerungseinrichtungen, Art der eingesetzten technischen Verfahren;

Nutzung	3. bei der vorübergehenden oder dauerhaften Benutzung von Grundwasser nach § 9 des Wasserhaushaltsgesetzes (WHG) vom 31. Juli 2009 (BGBl. I S. 2585), geändert am 11. August 2010 (BGBl. I S. 1163, 1168), in der jeweils geltenden Fassung zusätzlich zu den Angaben in Nummern 1 und 2 je nach Erfordernis: 3.1 Angaben zur Untergrundbeschaffenheit (insbesondere Bodenschichtenverzeichnisse, Baugrundgutachten, Grundwasserstände), 3.2 Grundwasseranalysen, 3.3 hydraulische Berechnung (bei Versickerungsanlagen), 3.4 Sicherheitsdatenblätter der verwendeten Stoffe (bei Erdwärmesonden und -kollektoren), 3.5 Darstellung der Umweltauswirkungen der verwendeten technischen Verfahren.
Prüfung wasserrechtlicher Belange (Umgang mit wassergefährdenden Stoffen)	
Betriebsbeschreibung	Betriebsbeschreibung mit den erforderlichen Angaben zu Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen (§§ 52, 62 und 63 WHG) und zu den Auswirkungen des Vorhabens auf das Gewässer mit: 1.1 Angabe der Menge der wassergefährdenden Stoffe, unterschieden nach Wassergefährdungsklassen, Aggregatzustand sowie Lagerort, 1.2 Beschreibung der organisatorischen Vorkehrungen zur Verhinderung von Schadensfällen;
Darstellung Anlagen	zeichnerische Darstellung und Beschreibung der Anlagen zur Lagerung und zum Umschlag von wassergefährdenden Stoffen
Darstellung Bauteile	zeichnerische Darstellung und Beschreibung der Bauteile, deren Eignung nach § 63 WHG festzustellen ist
Prüfung immissionsschutzrechtlicher Belange	
Schallquellenplan	Schallquellenplan im Maßstab 1:500 auf Grundlage von § 10 Absatz 2;
Beschreibung Schallquellen	Beschreibung der Schallquellen nach Art, Intensität und Dauer;
Lageplan Außenbeleuchtung	Lageplan zur Außenbeleuchtung im Maßstab 1:500 auf Grundlage von § 10 Absatz 2;
Beschreibung Außenbeleuchtung	Beschreibung der Außenbeleuchtung (Art, Lichtabstrahlung, Betriebsdauer);
Lageplan Luftemissionsquellen	Lageplan zu Luftemissionsquellen (außer Gebäudeheizung) im Maßstab 1:500 auf Grundlage von § 10 Absatz 2;
Beschreibung Luftemissionsquellen	Beschreibung der Luftemissionsquellen (Art, Betriebsdauer).
Prüfung der Löschwasserrückhaltung	
Nachweis	Nachweis über die Einhaltung der Vorgaben der Löschwasserrückhalterichtlinie
Prüfung der abfallrechtlichen Belange	
Abfallentsorgung	Angaben über Art und Menge der Abfälle; Beschreibung der Abfallentsorgung.
Betriebsbeschreibung (bei gewerblicher Nutzung)	
Anlagen und Arbeitsmittel	technische Arbeitsmittel, Anlagen, Arbeits- und Produktionsabläufe, Betriebszeiten und Verkehrsauswirkungen sowie sich aus der Nutzung und der regelmäßigen Instandhaltung ergebende Maßnahmen zum Umwelt- und Gesundheitsschutz. Weiter sind auch die Art und die Menge der beim Betrieb eingesetzten, verarbeiteten, produzierten, gelagerten oder anfallenden Stoffe, Abfälle, Abwässer und durch den Betrieb zu erwartenden Immissionen aufgelistet darzustellen.
Personenzahl	Anzahl der voraussichtlich beschäftigten Personen
Betriebsstoffe und Abfälle	eingesetzten, verarbeiteten, produzierten, gelagerten und anfallenden Stoffe, Abfälle, Abwässer und durch den Betrieb zu erwartende Immissionen
Fahrradplätze	Bei Vorhaben, die einem Verfahren nach § 62 HBauO unterliegen, sind vorzulegen: die Berechnung der Anzahl der notwendigen Stellplätze und der Anzahl der notwendigen Fahrradplätze (§ 48 Absatz 1 HBauO).

c) Einschränkungen / Zusatzanforderungen

Technische Nachweise	
Nachweis der Standsicherheit	Standsicherheitsnachweise sind nicht notwendig in folgenden Fällen: 1. Die Baugrundverhältnisse sind eindeutig und erlauben eine übliche Flachgründung entsprechend DIN 1054. Ausgenommen sind Gründungen auf setzungsempfindlichem Baugrund. 2. Bei erddruckbelasteten Gebäuden beträgt die Höhendifferenz zwischen Gründungssohle und Erdoberfläche maximal 4 m. Einwirkungen aus Wasserdruck müssen rechnerisch nicht berücksichtigt werden. 3. Angrenzende bauliche Anlagen oder öffentliche Verkehrsflächen werden nicht beeinträchtigt. Nachzuweisende Unterfangungen oder Baugrubensicherungen sind nicht erforderlich. 4. Die tragenden und aussteifenden Bauteile gehen im Wesentlichen bis zu den Fundamenten unversetzt durch. Ein rechnerischer Nachweis der Gebäudeaussteifung, auch für Teilbereiche, ist nicht erforderlich. 5. Die Geschossdecken sind linienförmig gelagert und dürfen für gleichmäßig verteilte Lasten (kN/m²) und Linienlasten aus nichttragenden Wänden (kN/m) bemessen werden. Geschossdecken ohne ausreichende Querverteilung erhalten keine Einzellasten. 6. Die Bauteile der baulichen Anlage oder die bauliche Anlage selbst können mit einfachen Verfahren der Baustatik berechnet oder konstruktiv festgelegt werden. Räumliche Tragstrukturen müssen rechnerisch nicht nachgewiesen werden. Besondere Stabilitäts-, Verformungs- und Schwingungsuntersuchungen sind nicht erforderlich. 7. Außergewöhnliche sowie dynamische Einwirkungen sind nicht vorhanden. Beanspruchungen aus Erdbeben müssen rechnerisch nicht verfolgt werden. 8. Besondere Bauarten wie Spannbetonbau, Verbundbau, Leimholzbau und geschweißte Aluminiumkonstruktionen werden nicht angewendet. 9. Allgemeine Rechenverfahren zur Bemessung von Bauteilen und Tragwerken unter Brandeinwirkung werden nicht angewendet.
Nachweis Brandschutz	Bei Sonderbauten, Mittel- und Großgaragen : 1. brandschutzrelevante Einzelheiten der Nutzung, insbesondere auch die Anzahl und Art der die bauliche Anlage nutzenden Personen sowie Explosions- oder erhöhte Brandgefahren, Brandlasten, Gefahrstoffe und Risikoanalysen, 2. Rettungswegbreiten und -längen, Einzelheiten der Rettungswegführung und -ausbildung einschließlich Sicherheitsbeleuchtung und -kennzeichnung, 3. technische Anlagen und Einrichtungen zum Brandschutz, wie Branderkennung, Brandmeldung, Alarmierung, Brandbekämpfung, Rauchableitung, Rauchfreihaltung, 4. die in § 68 Absatz 1 HBauO genannten Starkstromanlagen einschließlich der Sicherheitsstromversorgung zusätzlich zu Nummer 5 auch mit Strangschemata der allgemeinen Stromversorgung und der Sicherheitsstromversorgung, Grundrisszeichnungen der Geschosse und Schnitte mit Angabe der Lage der Verteiler, der Leitungsführung sowie der brandschutztechnischen Maßnahmen, die Art und Lage der Verbraucher der Sicherheitsstromversorgungsanlage, der Sicherheitsleuchten und ihrer Stromkreisbezeichnungen 5. die Bemessung der Löschwasserversorgung, Einrichtungen zur Löschwasserentnahme sowie die Löschwasserrückhaltung, 6. betriebliche und organisatorische Maßnahmen zur Brandverhütung, Brandbekämpfung und Rettung von Menschen und Tieren wie Feuerwehrplan, Brandschutzordnung, Werkfeuerwehr, Bestellung von Brandschutzbeauftragten und Selbsthilf Kräften.
Prüfung wegerechtlicher Belange	

Beschreibung Nutzung	Sondernutzungen: 3. die Nachweise über die geleisteten Vorauszahlungen nach § 19 Absatz 3 Satz 4 des Hamburgischen Wegegesetzes (HWG) in der Fassung vom 22. Januar 1974 (HmbGVBl. S. 41, 83), zuletzt geändert am 15. Dezember 2009 (HmbGVBl. S. 444, 446), in der jeweils geltenden Fassung bei Inanspruchnahme von Sondernutzungen nach § 19 Absatz 1 HWG für Baustelleneinrichtungen und Baustellenüberfahrten; 4. bei Inanspruchnahme von Sondernutzungen die Sondernutzungsverträge nach § 19 Absatz 5 HWG; bei Umbauten des öffentlichen Grundes der öffentlich-rechtliche Vertrag nach § 13 Absatz 5 HWG sowie die Beschreibung der Art, Dauer (Beginn und Ende) und des Umfangs der Maßnahme.
----------------------	---

Anhang 2: Inhalte des Lageplans

a) Inhalte gemäß der Musterbauverordnung (Fassung vom Februar 2007)

Auszug Liegenschaftskarte	Darstellung: das Baugrundstück und die benachbarten Grundstücke im Umkreis von mindestens 50 m. Der Auszug ist mit dem Namen des Bauherrn, der Bezeichnung des Bauvorhabens und dem Datum des dazugehörigen Bauantrags zu beschriften. Der Auszug ist mit dem Namen des Bauherrn, der Bezeichnung des Bauvorhabens und dem Datum des dazugehörigen Bauantrags zu beschriften.
Lageplan	den Maßstab und die Nordrichtung die katastermäßigen Flächengrößen, Flurstücksnummern und die Flurstücksgrenzen des Baugrundstücks und der benachbarten Grundstücke, die im Grundbuch geführte Bezeichnung des Baugrundstücks und der benachbarten Grundstücke mit den jeweiligen Eigentümerangaben die vorhandenen baulichen Anlagen auf dem Baugrundstück und den benachbarten Grundstücken mit Angabe ihrer Nutzung, First- und Außenwandhöhe, Dachform und der Art der Außenwände und der Bedachung Bau- und Kulturdenkmale sowie geschützte Naturbestandteile auf dem Baugrundstück und auf den Nachbargrundstücken Leitungen, die der öffentlichen Versorgung mit Wasser, Gas, Elektrizität, Wärme, der öffentlichen Abwasserentsorgung oder der Telekommunikation und Rohrleitungen, die dem Ferntransport von Stoffen dienen sowie deren Abstände zu der geplanten baulichen Anlage die angrenzenden öffentlichen Verkehrsflächen mit Angabe der Breite, der Straßenklasse und der Höhenlage mit Bezug auf das Höhenbezugssystem Hydranten und andere Wasserentnahmestellen der Feuerwehr Flächen, die von Baulasten betroffen sind die Festsetzungen eines Bebauungsplans für das Baugrundstück über die überbaubaren und die nicht überbaubaren Grundstücksflächen die geplante bauliche Anlage unter Angabe der Außenmaße, der Dachform und der Höhenlage des Erdgeschossfußbodens zur Straße die Höhenlage der Eckpunkte des Baugrundstücks und der Eckpunkte der geplanten baulichen Anlage mit Bezug auf das Höhenbezugssystem die Aufteilung der nicht überbauten Flächen unter Angabe der Lage und Breite der Zu- und Abfahrten, der Anzahl, Lage und Größe der Kinderspielflächen, der Stellplätze und der Flächen für die Feuerwehr die Abstände der geplanten baulichen Anlage zu anderen baulichen Anlagen auf dem Baugrundstück und auf den benachbarten Grundstücken, zu den Nachbargrenzen sowie die Abstandsflächen die Abstände der geplanten baulichen Anlage zu oberirdischen Gewässern geschützten Baumbestand

b) Zusätzliche Inhalte gemäß der Bauvorlagenverordnung der Stadt Hamburg (Fassung vom 14. Dezember 2010)

Lageplan	vorhandene Hochspannungsfreileitungen im Bereich des Grundstücks und der angrenzenden Grundstücke (Grundrissprojektion mit Angabe des Abstandsmaßes der Gebäude zur Mittelachse der Freileitung) die Lage in einem Wald oder in einem Abstand von weniger als 100m zu einem Wald ortsfeste Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden, brennbaren oder entzündlichen Stoffen sowie deren Größe und Abstände zu baulichen Anlagen; die Lage in einem Wasserschutz- oder Überschwemmungsgebiet
----------	---

c) Einschränkungen / Zusatzanforderungen

Lageplan	Dabei ist auf einen Maßstab von mindestens 1:500 zu achten, falls es für die Beurteilung erforderlich ist, ist ein größerer Maßstab zu wählen
	Im Lageplan sind die Zeichen und Farben der Anlage 1 zu verwenden, im Übrigen ist die Planzeichenverordnung (PlanzV90) vom 18.Dezember 1990 (BGBl.I S.58) entsprechend anzuwenden. Sonstige Darstellungen sind zu erläutern)
	Bei Änderungen baulicher Anlagen, bei denen Außenwände und Dächer sowie die Nutzung nicht verändert werden, ist der Lageplan nicht erforderlich

Anhang 3: Modellierungsrichtlinie

Die folgende Modellierungsrichtlinie ist im Rahmen des Forschungsprojektes entstanden und beschreibt die Anforderungen an BIM-Modelle hinsichtlich der im Projekt untersuchten Anwendungsfälle.



Bundesinstitut
für Bau-, Stadt- und
Raumforschung

im Bundesamt für Bauwesen
und Raumordnung



ZUKUNFT BAU
FÖRDERN FORSCHEN ENTWICKELN

Modellierungsrichtlinie

für den BIM-basierten Bauantrag

Projekt: Konzept für die nahtlose Integration von Building Information Modeling (BIM) in das behördliche Bauantragsverfahren

Auftrag: SWD-10.08.18.7-17.67

Stand: 18.08.2020

Diese Modellierungsrichtlinie wurde mit Mitteln der Forschungsinitiative Zukunft Bau des Bundesinstitutes für Bau-, Stadt- und Raumforschung gefördert (Aktenzeichen: SWD-10.08.18.7-17.67). Die Verantwortung für den Inhalt des Dokuments liegt beim Autor.



RUHR
UNIVERSITÄT
BOCHUM

RUB



Behörde für
Stadtentwicklung
und Wohnen



BIngK
BUNDES
INGENIEURKAMMER



BAU\INDUSTRIE

Projektpartner

planen-bauen 4.0 GmbH

Ruhr-Universität Bochum

Stadt Hamburg / Landesbetrieb Geoinformation und Vermessung

Stadt Hamburg / Behörde für Stadtentwicklung und Wohnen

Stadt Dortmund / Land Nordrhein-Westfalen

CORE Digital Engineering GmbH

Bundesarchitektenkammer

Bundesingenieurkammer

Bund der öffentlich bestellten Vermessungsingenieure

Bundesvereinigung der Prüferingenieure

Verband Beratender Ingenieure

Hauptverband der Deutschen Bauindustrie

Im Rahmen der Erstellung dieser Modellierungsrichtlinie bedanken wir uns bei den folgenden Partnern:

Bei DRAHTLER ARCHITEKTEN (Planungsgruppe Drahtler GmbH) für die Beratung zu den Modellierungsanforderungen sowie die Bereitstellung dazugehöriger Beispiele zur grafischen Illustration.

IDA | DRAHTLER ARCHITEKTEN

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	4
2	Allgemeine Angaben zum Bauvorhaben	5
3	Verortung und georeferenzierte Lage	7
4	Grundstück	10
5	Gebäude	12
6	Geschosse	13
7	Nutzungseinheiten	15
8	Brutto-Grundflächen	17
9	Netto-Raumflächen	19
10	Versiegelte Flächen	22
11	Spiel- und Freizeitflächen	23
12	Nebenanlagen	24
13	Gemeinschaftsanlagen	25
14	Stellplätze	26
15	Zufahrten	28
16	Verkaufsflächen	29
	Referenzen	30
	Anhang 1: Übersicht über Property Sets	31

1 Einleitung

Diese Modellierungsrichtlinie für BIM-Modelle beschreibt Anforderungen an IFC-Modelle zur teilautomatisierten Verarbeitung im Bauantragsverfahren. Die teilautomatisierte Verarbeitung umfasst hierbei zwei Anwendungsfälle:

(1) Die automatisierte Datenübernahme aus einem IFC-Modell in einen digitalen Bauantrag (XBau-Nachricht 200)

(2) Die Extraktion von Informationen aus einem IFC-Modell zur teilautomatisierten Regelprüfung eines IFC-Modells hinsichtlich bauordnungsrechtlicher und bauplanungsrechtlicher Gesichtspunkte

Im Forschungsprojekt wurden Hochbauprojekte betrachtet, bei denen die Erdkrümmung und die Kartenprojektion auf Grund der begrenzten Ausmaße eines Projekts (Kantenlänge < 100 Meter) nur eine unwesentliche und untergeordnete Rolle spielen. Für Projekte mit größeren Dimensionen (z.B. Infrastrukturprojekte) sind deshalb weitere Vorgaben notwendig, die über die Anforderungen in dieser Modellierungsrichtlinie hinausgehen.

Die teilautomatisierte Prüfung der Modelle, die im Forschungsprojekt umgesetzt wurden, basiert auf der Musterbauordnung (MBO) [1], der Baunutzungsverordnung (BauNVO) [2], sowie auf länderspezifischen Dokumenten, z.B. der Hamburgischen Bauordnung (HBauO) [3] und der Bauordnung für das Land Nordrhein-Westfalen (NRWBauO) [4].

Diese Modellierungsrichtlinie beschränkt sich auf Version 4.0.2.1 des IFC-Standards („IFC4 ADD2 TC1“, ISO 16739-1:2018) [5]. Andere Versionen des IFC-Standards wurden im Projekt zum BIM-basierten Bauantrag nicht validiert. Prinzipiell ist aber eine Anwendung bspw. auch mit IFC2X3 möglich.

Als grundlegende Model View Definition (MVD) für den Austausch von IFC-Modellen dient Version 1.2 des Reference View [6]. Zusätzliche Bauantrag-

spezifische Modellanforderungen, die in dieser Modellierungsrichtlinie beschrieben werden, werden zusätzlich maschinenlesbar als ergänzende mvdXML-Dateien [7] auf der Webseite des Projekts (www.bimbauantrag.de) bereitgestellt. Weiterhin werden Eigenschaften (Property Sets) für den Bauantrag als Property Set Definitions (PSD) auf der Webseite zur Verfügung gestellt, die bei der Eingabe der benötigten Informationen während der Modellerstellung unterstützen.

Zur teilautomatisierten Prüfung der IFC-Modelle werden vordefinierte Mengenangaben (Quantities) benötigt, die BIM-Werkzeuge i.d.R. automatisch berechnen und exportieren können (ggf. muss der Export der Quantities in den Optionen aktiviert werden). In der Modellierungsrichtlinie werden die für den Bauantrag benötigten Quantities explizit beschrieben.

In der Modellierungsrichtlinie werden z.T. Raumobjekte vorgeschrieben. Wenn nicht anders angegeben, so kann der Autor eines BIM-Modells selbst entscheiden, wie er diese Raumobjekte in der Projektstruktur verknüpft (z.B. an Geschossobjekten, am Gebäude oder am Grundstück). Für Raumobjekte, die in eine Richtung nicht räumlich begrenzt sind (z.B. Spiel- und Freizeitflächen), wird eine Mindesthöhe von 2 Metern vorgegeben, wenn nicht anders angegeben.

Raumobjekte müssen nicht für jeden Anwendungsfall erneut modelliert werden. Die in dieser Modellierungsrichtlinie geforderten Eigenschaften können mit bestehenden Raumobjekten verknüpft und somit „wiederverwendet“ werden, wenn die Raumobjekte den geforderten Anforderungen gerecht werden. Zum Beispiel kann ein Raumobjekt, welches eine Zufahrt kennzeichnet, auch mit den Eigenschaften für versiegelte Flächen ausgestattet werden.

2 Allgemeine Angaben zum Bauvorhaben

Im BIM-Modell sind allgemeine Angaben zum Bauvorhaben anzugeben, z.B. die Bezeichnung des Bauvorhabens, die Art der Maßnahme, oder die Bauweise. Die allgemeinen Angaben erfolgen über das

Property Set „BauantragAllgemein“, welches mit der Projekt-Entität des Modells verknüpft wird.

Angabe der Informationen im IFC-Modell

Vom Bauherrn vergebene Bezeichnung des Bauvorhabens → Entität: Projekt (IfcProject)
 → Property Set: BauantragAllgemein
 → Property: Bezeichnung des Bauvorhabens
 → Typ: IfcPropertySingleValue → IfcLabel

Art der Maßnahme → Entität: Projekt (IfcProject)
 → Property Set: BauantragAllgemein
 → Property: Art der Maßnahme
 → Typ: IfcPropertyEnumeratedValue → IfcPositiveInteger
 → Enumerationswerte:

Enumerationswert	Beschreibung
1	Errichtung
2	Änderung
3	Nutzungsänderung (ohne bauliche Änderung)
4	Nutzungsänderung (mit baulicher Änderung)
5	Beseitigung

Art des Gebäudes → Entität: Projekt (IfcProject)
 → Property Set: BauantragAllgemein
 → Property: Art des Gebäudes
 → Typ: IfcPropertyEnumeratedValue → IfcPositiveInteger
 → Enumerationswerte:

Enumerationswert	Beschreibung
1000	Parlament, Gericht, Verwaltung
1100	Parlamentsgebäude
...	...
9890	sonstige Gebäude

Enumerationswerte nach BWZ-Schlüssel in Bauwerkszuordnungskatalog
<https://www.xrepository.de/details/urn:xoev-de:bm:k:codelite:bauwerkszuordnungskatalog>

Gebäudeklasse nach § 2 Abs. 3 MBO → Entität: Projekt (IfcProject)
 → Property Set: BauantragAllgemein
 → Property: Gebäudeklasse
 → Typ: IfcPropertyEnumeratedValue → IfcPositiveInteger
 → Enumerationswerte:

Enumerationswert	Beschreibung
1	Gebäudeklasse 1
2	Gebäudeklasse 2
3	Gebäudeklasse 3
4	Gebäudeklasse 4
5	Gebäudeklasse 5

Sonderbau nach § 2 Abs. 4 MBO → Entität: Projekt (IfcProject)
 → Property Set: BauantragAllgemein

- Property: Sonderbau
- Typ: IfcPropertyEnumeratedValue → IfcPositiveInteger
- Enumerationswerte:

Enumerationswert	Beschreibung
1	Hochhäuser (Gebäude mit einer Höhe von mehr als 22 m)
2	bauliche Anlagen mit einer Höhe von mehr als 30
...	...
23	Sonstige Anlagen und Räume, deren Art oder Nutzung mit vergleichbaren Gefahren verbunden sind.

Enumerationswerte nach Code-Wert der Codeliste MBO Typen von Sonderbauten
([Spezifikation XBau 2.1](#), Seite 296, IV.B.1.16)

Bauweise

- Entität: Projekt (IfcProject)
- Property Set: BauantragAllgemein
- Property: Bauweise
- Typ: IfcPropertyEnumeratedValue → IfcPositiveInteger
- Enumerationswerte:

Enumerationswert	Beschreibung
1	Offene Bauweise - Einzelhaus
2	Offene Bauweise - Doppelhaus
3	Offene Bauweise - Hausgruppe, z.B. Reihenhaushaus
4	Offene Bauweise - Geschosshaus
5	Geschlossene Bauweise
6	Abweichende Bauweise

3 Verortung und georeferenzierte Lage

Geben Sie im BIM-Modell Informationen zur Verortung des Modells an. Das BIM-Modell muss eine korrekte und hinreichende genaue Lagebeschreibung besitzen und Informationen zu den Bezugssystemen aufweisen. Es gibt zwei Alternativen der Angabe der georeferenzierten Lage im IFC-Modell (ohne und mit Angabe der Bezugssysteme), die beide unterstützt werden. Die Konstruktion des BIM-Modells wird in einem lokalen Koordinatensystem mit Referenz zu einem Projektursprung vorgenommen. Der Projektursprung muss Informationen über die entspre-

chende reale Geoposition am Projektstandort enthalten. Im BIM-Modell ist außerdem die postalische Adresse des Baugrundstücks, die Gemarkungen, die Flure und die Flurstücke zu hinterlegen. Beim Austausch des BIM-Modells im IFC-Format sind die entsprechenden Informationen der *IfcSite*-Instanz, die das Grundstück repräsentiert, entsprechend zuzuordnen. Die Verortung des Gebäudes dient der Positionierung auf dem Bebauungsplan und wird für die Übernahme in den digitalen Bauantrag (XBau) benötigt.

Angabe der Informationen im IFC-Modell

Anschrift	→ Entität:	IfcSite
	→ Attribut:	SiteAddress
Gemarkungen	→ Entität:	IfcSite
	→ Property Set:	BauantragGeokodierung
	→ Property:	Gemarkungen
	→ Typ:	IfcPropertyListValue → IfcLabel
Flure	→ Entität:	IfcSite
	→ Property Set:	BauantragGeokodierung
	→ Property:	Flure
	→ Typ:	IfcPropertyListValue → IfcInteger
Flurstücke	→ Entität:	IfcSite
	→ Property Set:	BauantragGeokodierung
	→ Property:	Flurstücke
	→ Typ:	IfcPropertyListValue → IfcInteger
Empfohlen: Georeferenzierte Lage ohne Angabe der Bezugssysteme, Geografische Breite und Länge sind mindestens in Millisekunden genau anzugeben	→ Entität:	IfcSite
	→ Attribut:	RefLatitude (Geografische Breite in WGS84)
	→ Attribut:	RefLongitude (Geografische Länge in WGS84)
	→ Entität:	IfcGeometricRepresentationContext Identifier=„Model“
	→ Attribut:	TrueNorth
Alternativ: Georeferenzierte Lage mit Angabe der Bezugssysteme	→ Entität:	IfcMapConversion
	→ Attribut:	Eastings
	→ Attribut:	Northings
	→ Attribut:	OrthogonalHeight
	→ Attribut:	XAxisAbscissa
	→ Attribut:	XAxisOrdinate
	→ Attribut:	Scale
	→ Entität:	IfcProjectedCRS
	→ Attribut:	GeodeticDatum (z.B. „WGS84“)
	→ Attribut:	VerticalDatum (z.B. „DHHN92“)
	→ Attribut:	MapProjection (z.B. „UTM“)
	→ Attribut:	MapZone (z.B. „32“ für UTM32)

Beispiel Projektursprung

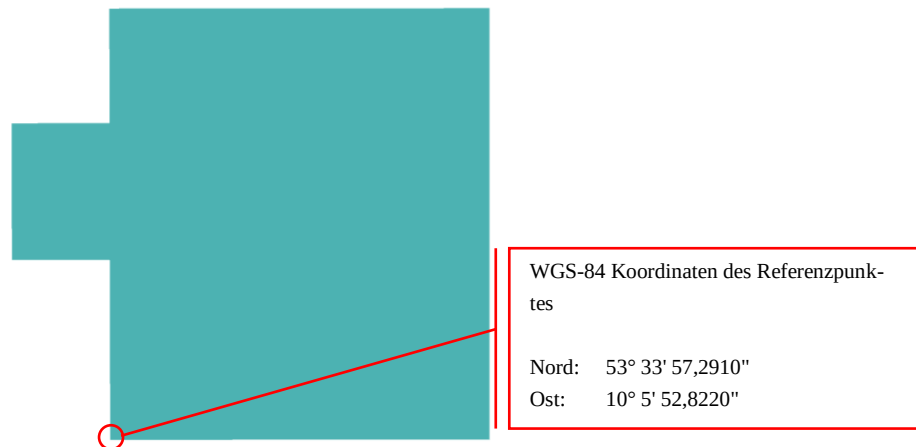


Abb. 1 - Auswahl eines geeigneten WGS-84 Datums für die Abbildung des Projektursprungs am Beispiel des Bebauungsplans.

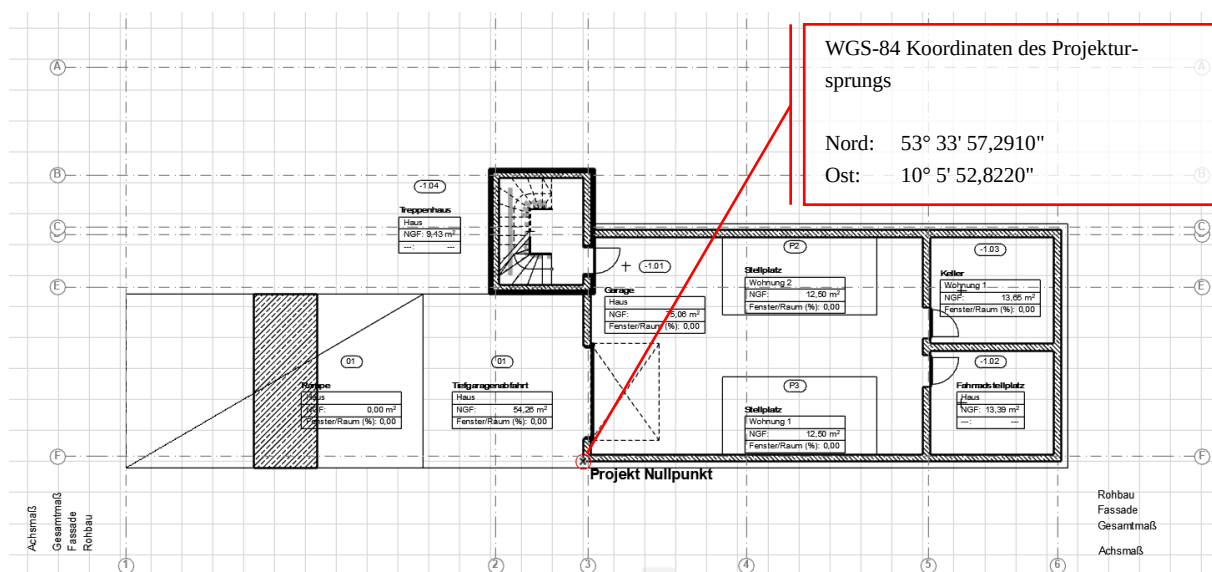


Abb. 2 - Festlegung des Projektursprungs in der Autorensoftware, für dessen Lage die Angabe des geographischen Datums gilt und an welchem das Modell am Bebauungsplan ausgerichtet wird.

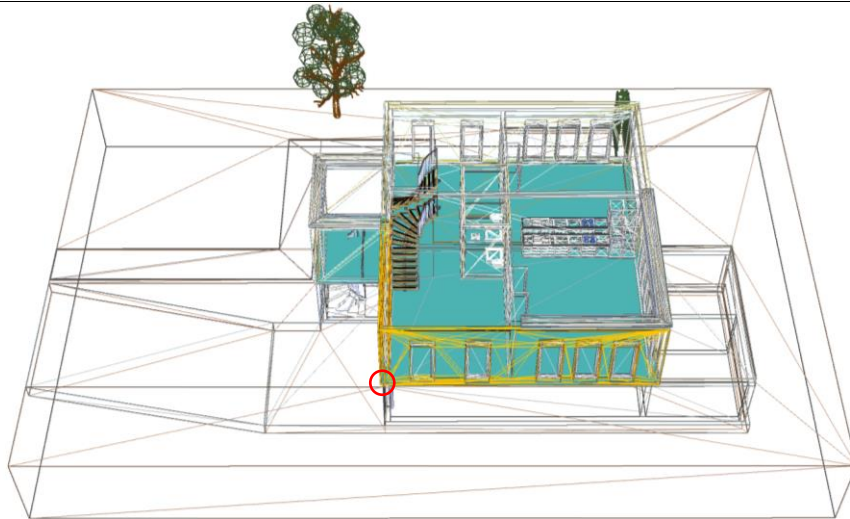


Abb. 3 - Ergebnis der Georeferenzierung des Projektursprungs zum Bebauungsplan.

Angabe der Nordrichtung

Die Angabe der Nordrichtung in der Autorensoftware erfolgt i.d.R. nur als alphanumerische Angabe und wird im Repräsentationskontext des IFC-Modells im Attribut *TrueNorth* verknüpft. Hierbei wird der positive Winkel zwischen der X-Achse des Koordinatensystems der Autorensoftware zur weltbezogenen Ausrichtung des Objektes, gemessen an der östlichen Achse, angegeben.

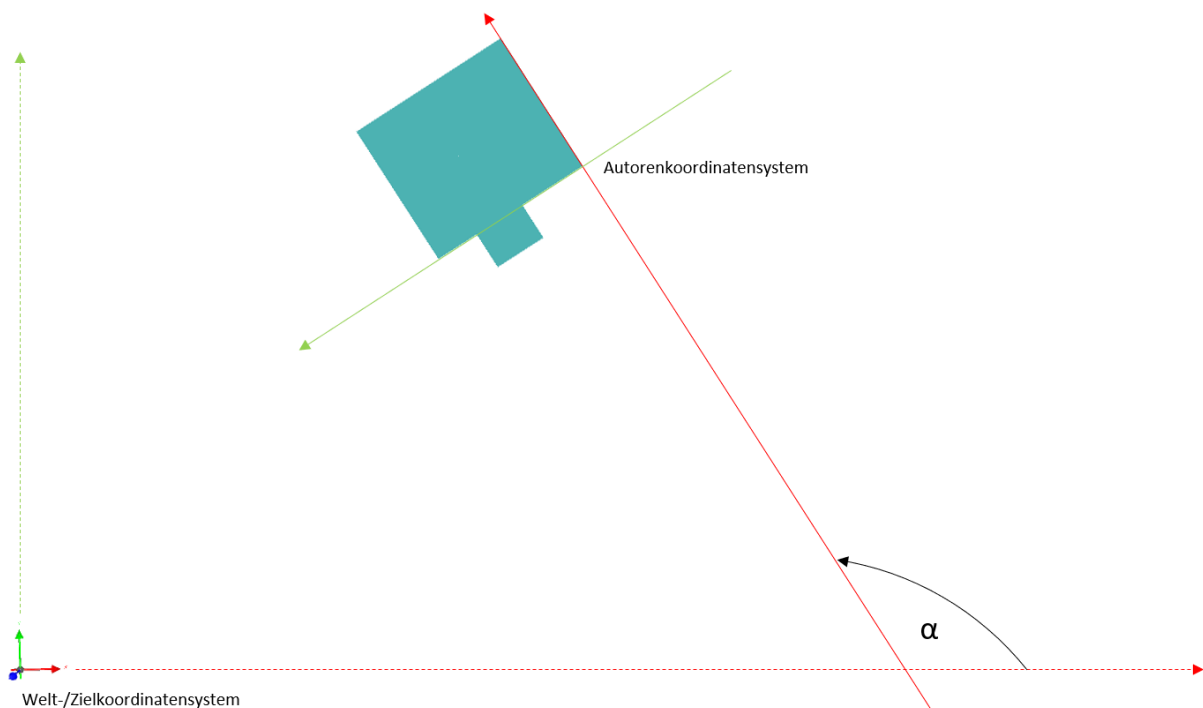


Abb. 4 - Im Attribut *TrueNorth* ist die Rotation um den Winkel α zwischen Weltkoordinatensystem und Autorenkoordinatensystem angegeben.

4 Grundstück

Das Grundstück ist mit seiner geplanten Grundstücksfläche als Raumgeometrie zu modellieren. Die Unterkante der Geometrie ist entsprechend tief zu wählen, sodass alle unterirdischen Bauten eingeschlossen sind. Im IFC-Modell ist die Geometrie der *IfcSite*-Instanz zuzuordnen. Alternativ, wenn die Autorensoftware die Angabe der Oberflächengeometrie

für die *IfcSite*-Instanz nicht unterstützt, kann ein entsprechend klassifiziertes Raumobjekt (*IfcSpace*) im Modell hinterlegt werden, das die Grundstücksfläche repräsentiert. Weiterhin ist der Flächeninhalt der Grundstücksfläche als Quantity anzugeben.

Angabe der Informationen im IFC-Modell

Bevorzugte Angabe im Modell

Oberflächengeometrie	→ Entität:	Grundstück (IfcSite)
	→ Attribut:	Representation
Grundstücksfläche	→ Entität:	Grundstück (IfcSite)
	→ Quantity Set:	Qto_SiteBaseQuantities
	→ Quantity:	GrossArea

Beispiel

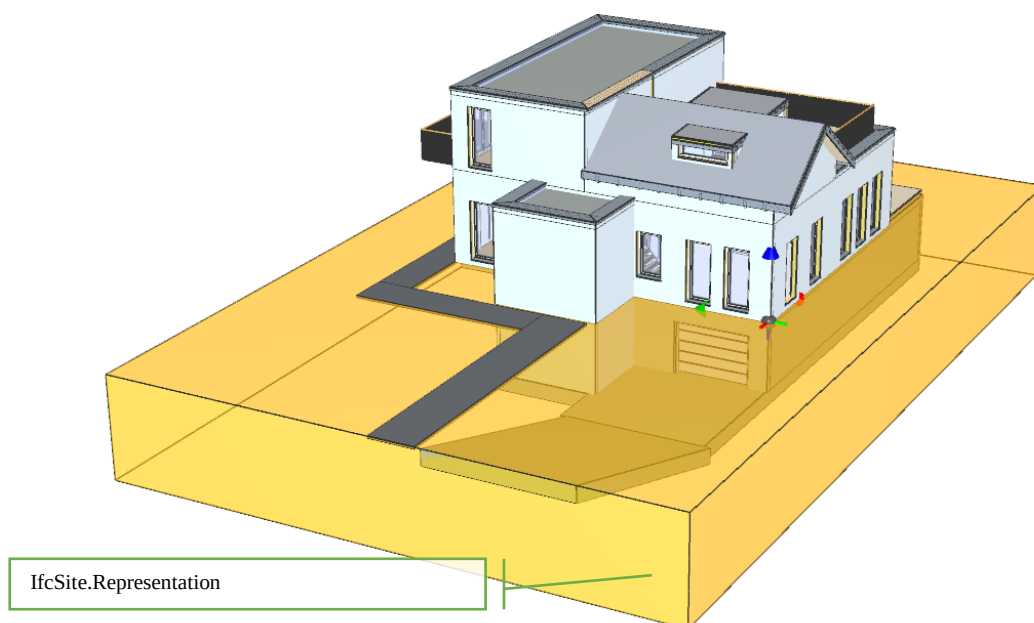


Abb. 5 - Verknüpfung der Geometrie an der IfcSite-Instanz.

Alternative Angabe:

Raumobjekt	→ Entität:	Raumobjekt für Grundstück (IfcSpace)
	→ Property Set:	BauantragGrundstück
	→ Property:	IstGrundstücksfläche
	→ Typ:	IfcPropertySingleValue → IfcBoolean
	→ Wert:	wahr (true)
Oberflächengeometrie	→ Entität:	Raumobjekt für Grundstück (IfcSpace)
	→ Attribut:	Representation
Grundstücksfläche	→ Entität:	Raumobjekt für Grundstück (IfcSpace)
	→ Quantity Set:	Qto_SpaceBaseQuantities
	→ Quantity:	GrossFloorArea

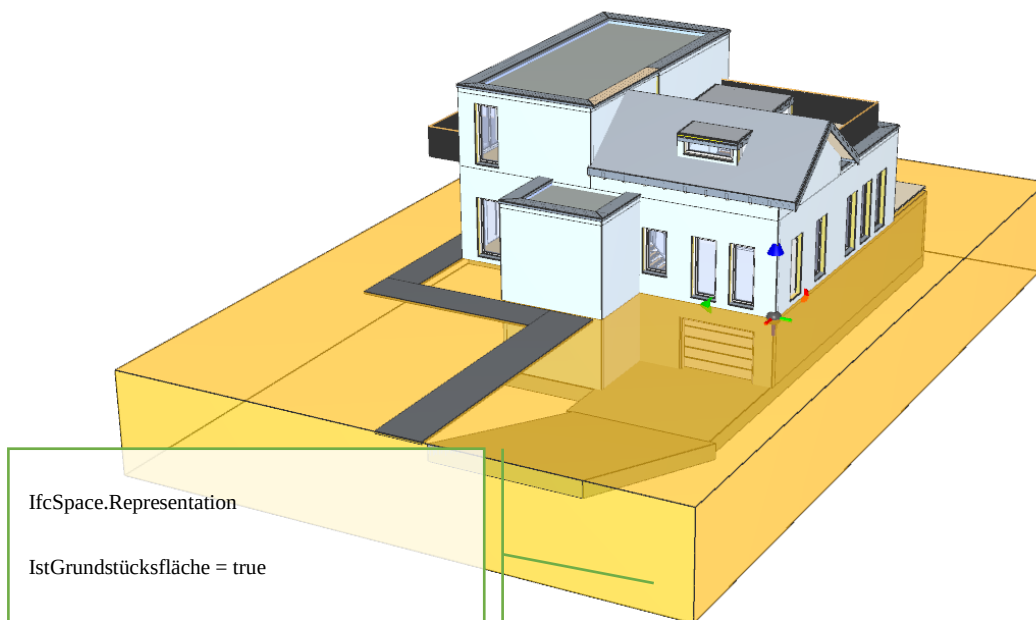


Abb. 6 – Alternativer Ansatz zur Modellierung des Grundstücks als separates Raumobjekt (IfcSpace).

5 Gebäude

Für das Gebäude ist die Höhe baulicher Anlagen bzgl. des Referenzpunkts des Grundstücks anzugeben. Die für den Bauantrag maßgebliche Gebäudebegrenzung ist als Raumobjekt (*IfcSpace*) im

BIM-Modell zu hinterlegen. Das Raumobjekt ist über das Property „IstGebäudeBegrenzung“ zu kennzeichnen.

Angabe der Informationen im IFC-Modell

Raumobjekt	→ Entität:	Raumobjekt für Gebäude (<i>IfcSpace</i>)
	→ Property Set:	BauantragGebäude
	→ Property:	IstGebäudeBegrenzung
	→ Typ:	<i>IfcPropertySingleValue</i> → <i>IfcBoolean</i>
	→ Wert:	ja (true)
Höhe baulicher Anlagen nach § 18 Absatz 1 BauNVO [2], mit Bezug auf den Referenzpunkt der <i>IfcSite</i>	→ Entität:	Raumobjekt für Gebäude (<i>IfcSpace</i>)
	→ Quantity Set:	<i>Qto_SpaceBaseQuantities</i>
	→ Quantity:	Height

Beispiel

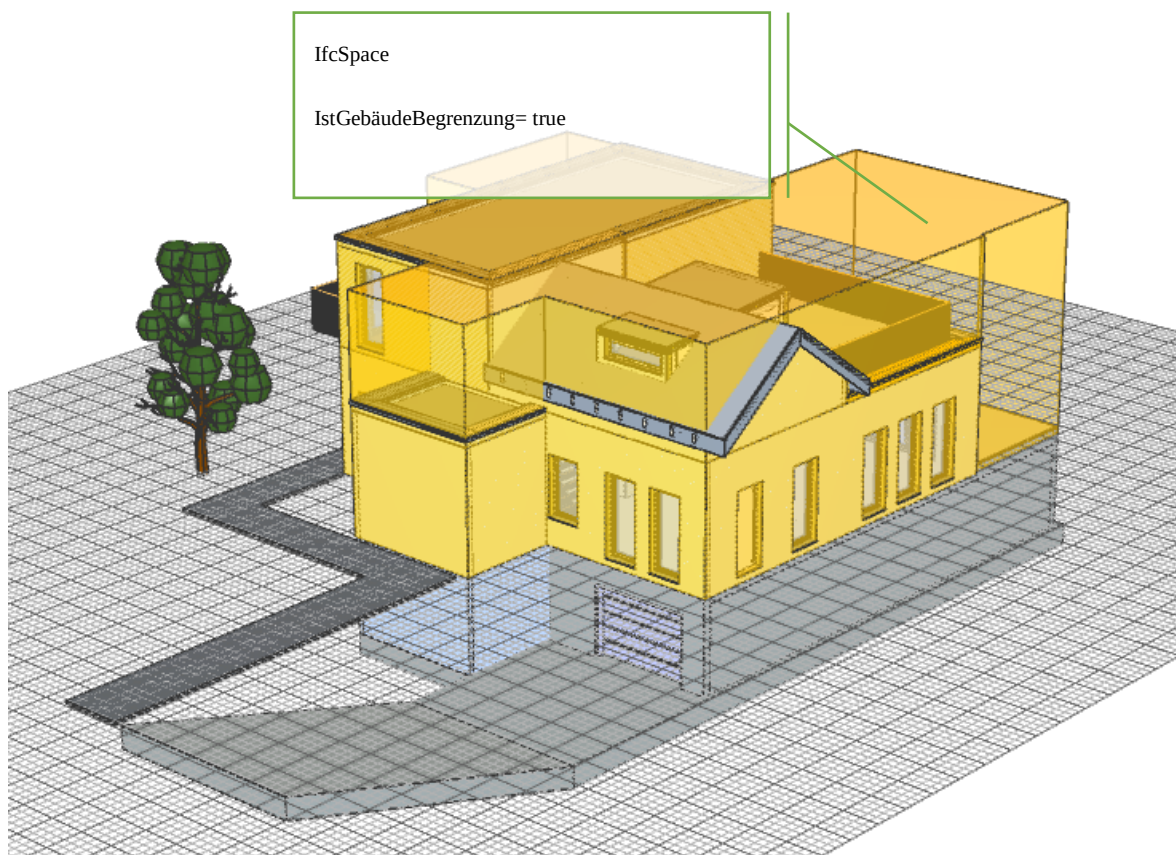


Abb. 7 - Modellierung der Gebäudebegrenzung.

6 Geschosse

Für jedes Geschoss ist die Geschossfläche nach §20 Abs. 3 BauNVO [2] als Raumobjekt zu modellieren. Das Raumobjekt ist dem entsprechenden Geschoss (IfcBuildingStorey) im IFC-Modell zuzuordnen. Die Höhe wird am Rohfußboden (bzw. Oberkante Rohdecke des vorherigen Stockwerks) bis zur Oberkante

Rohdecke bemessen. Über das Property „IstVollgeschoss“ werden Vollgeschosse entsprechend im Modell gekennzeichnet. Die Angaben dienen zum einen der Übernahme in das digitale Bauantragsformular, zum anderen der visuellen Überprüfung der Geschossflächen.

Angabe der Informationen im IFC-Modell

Raumobjekt	→ Entität:	Raumobjekt für jeweilige Geschossfläche (IfcSpace)
	→ Property Set:	BauantragGeschoss
	→ Property:	IstGF
	→ Typ:	IfcPropertySingleValue → IfcBoolean
	→ Wert:	wahr (true)
Vollgeschossigkeit	→ Entität:	Raumobjekt für jeweilige Geschossfläche (IfcSpace)
	→ Property Set:	BauantragGeschoss
	→ Property:	IstVollgeschoss
	→ Typ:	IfcPropertySingleValue → IfcBoolean
	→ Wert:	wahr (true) oder falsch (false)
Höhe bzgl. Rohfußboden bzw. Rohdecke	→ Entität:	Raumobjekt für jeweilige Geschossfläche (IfcSpace)
	→ Quantity Set:	Qto_SpaceBaseQuantities
	→ Quantity:	Height
Geschossfläche	→ Entität:	Raumobjekt für jeweilige Geschossfläche (IfcSpace)
	→ Quantity Set:	Qto_SpaceBaseQuantities
	→ Quantity:	GrossFloorArea
Volumen	→ Entität:	Raumobjekt für jeweilige Geschossfläche (IfcSpace)
	→ Quantity Set:	Qto_SpaceBaseQuantities
	→ Quantity:	GrossVolume

Beispiel

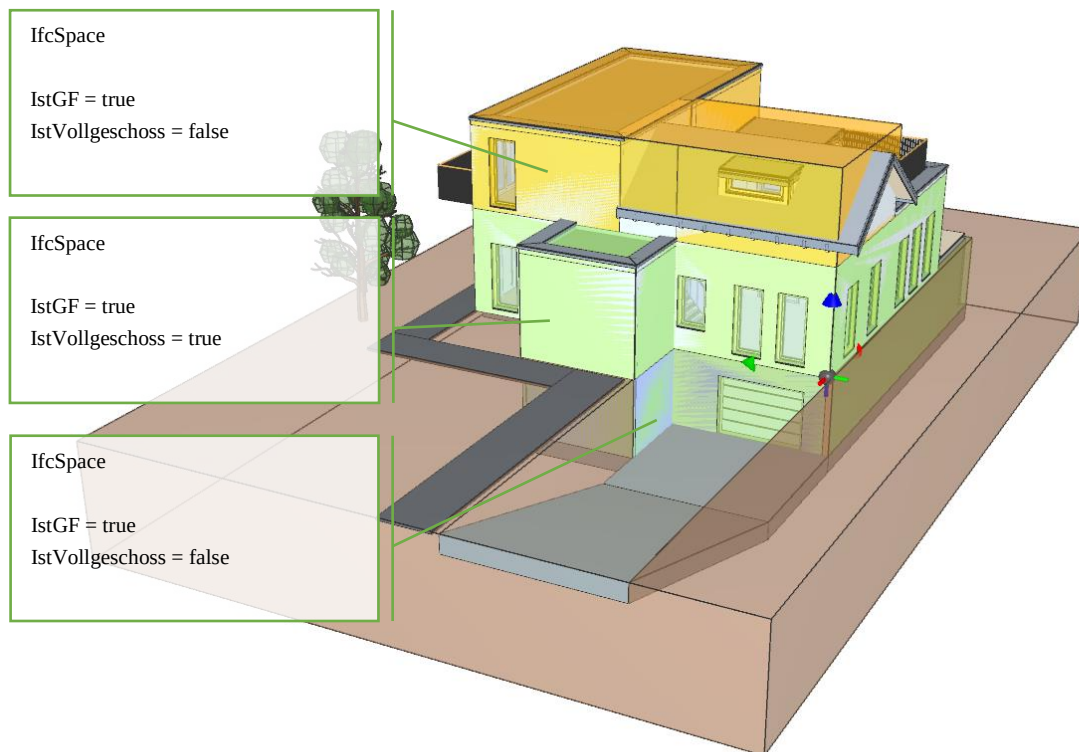


Abb. 8 - Angabe der Geschossflächen und Vollgeschosse.

7 Nutzungseinheiten

Nutzungseinheiten sind im BIM-Modell als Raumobjekte zu hinterlegen. Über die Nutzung wird angegeben, um welchen Typ von Nutzungseinheit es sich handelt. Über die Eigenschaft „Nutzungseinheit“

werden mehrere Räume zu einer Nutzungseinheit zusammengefasst, wenn sich die Nutzungseinheit aus mehreren Raumobjekten zusammensetzt.

Angabe der Informationen im IFC-Modell

Nutzung	→ Entität:	Raumobjekt für jeweilige Nutzungseinheit (IfcSpace)
	→ Property Set:	BauantragNutzungseinheiten
	→ Property:	Nutzung
	→ Typ:	IfcPropertyEnumeratedValue → IfcLabel
	→ Enumerationswerte:	
		- WOHNEINHEIT_EIGENTUMSWOHNUNG
		- WOHNEINHEIT_MIETWOHNUNG
		- WOHNEINHEIT_SOZIALWOHNUNG
		- WOHNEINHEIT_GEWERBLICH
		- WOHNEINHEIT_FREIBERUFLICH
		- NUTZUNGSEINHEIT_GEWERBE
Nutzungseinheit	→ Entität:	Raumobjekt für jeweilige Nutzungseinheit (IfcSpace)
	→ Property Set:	BauantragNutzungseinheiten
	→ Property:	Nutzungseinheit
	→ Typ:	IfcPropertySingleValue → IfcIdentifier
	→ Wert:	[eindeutiger Schlüsselwert]

Beispiel

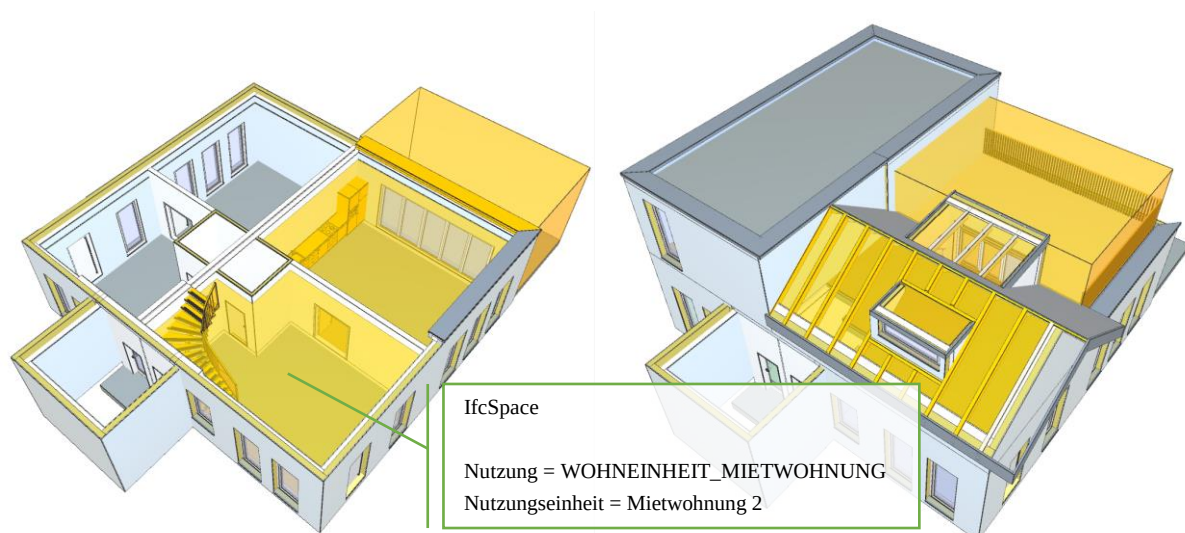


Abb. 9 - Mehrere Raumobjekte werden über den Schlüsselwert „Mietwohnung 2“ zu einer Wohneinheit vom Typ Mietwohnung zusammengefasst.

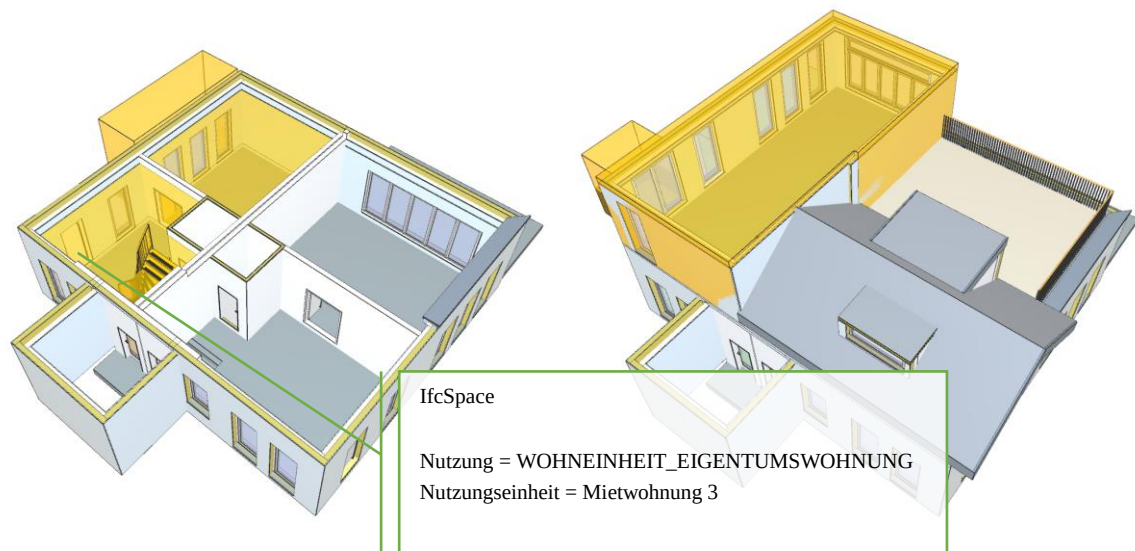


Abb. 10 - Mehrere Raumobjekte werden über den Schlüsselwert „Mietwohnung 3“ zu einer Wohneinheit vom Typ Eigentumswohnung zusammengefasst.

8 Brutto-Grundflächen

Brutto-Grundflächen sind geschossweise als Raumobjekte nach DIN277-1 [8] zu modellieren und im Modell zu kennzeichnen. Die Raumobjekte sind dem jeweiligen Geschoss unterzuordnen. Es erfolgt wei-

terhin eine Unterscheidung nach der Art der Raumschließung. Zusätzlich sind die Brutto-Grundfläche, die Raumhöhe und der Bruttorauminhalt für jedes Raumobjekt zu verknüpfen.

Angabe der Informationen im IFC-Modell

Art der Grundfläche	→ Entität:	Raumobjekt für jeweilige Brutto-Grundfläche (IfcSpace)
	→ Property Set:	BauantragBruttoflächen
	→ Property:	IstBGF
	→ Typ:	IfcPropertySingleValue → IfcBoolean
	→ Wert:	ja (true)
Raumschließung	→ Entität:	Raumobjekt für jeweilige Brutto-Grundfläche (IfcSpace)
	→ Property Set:	BauantragBruttoflächen
	→ Property:	Raumschließung
	→ Typ:	IfcPropertyEnumeratedValue → IfcLabel
	→ Enumerationswerte:	- REGELFALL - SONDERFALL
Brutto-Grundfläche	→ Entität:	Raumobjekt für jeweilige Brutto-Grundfläche (IfcSpace)
	→ Quantity Set:	Qto_SpaceBaseQuantities
	→ Quantity:	GrossFloorArea
Raumhöhe nach DIN277-1 7.1.2	→ Entität:	Raumobjekt für jeweilige Brutto-Grundfläche (IfcSpace)
	→ Quantity Set:	Qto_SpaceBaseQuantities
	→ Quantity:	Height
Bruttorauminhalt	→ Entität:	Raumobjekt für jeweilige Brutto-Grundfläche (IfcSpace)
	→ Quantity Set:	Qto_SpaceBaseQuantities
	→ Quantity:	GrossVolume

Beispiel

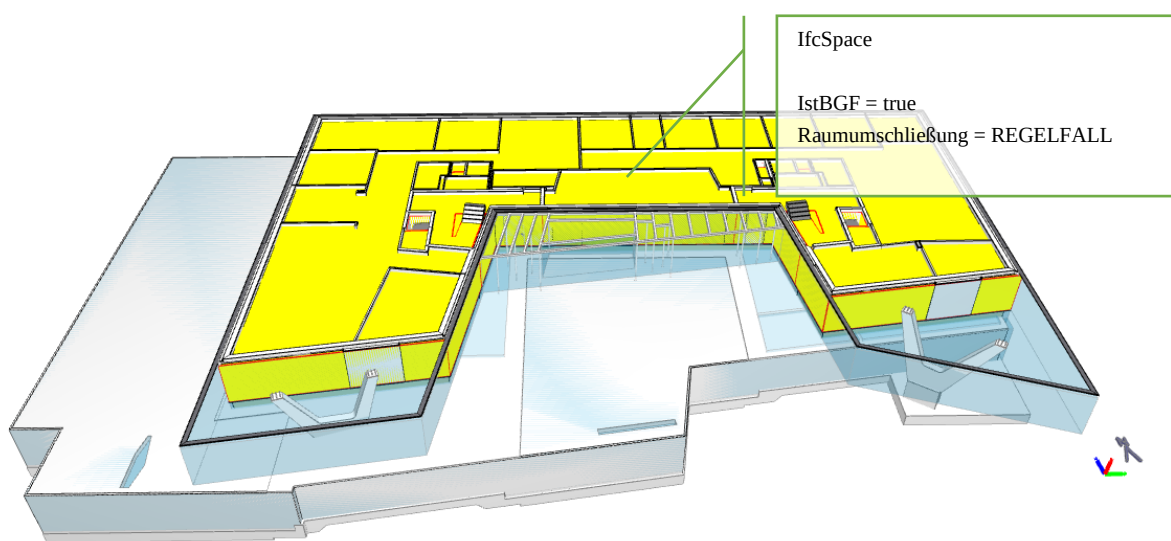


Abb. 11 - Raumobjekte zur Auszeichnung der Brutto-Grundflächen im Regelfall. (Quelle: DRAHTLER ARCHITEKTEN)

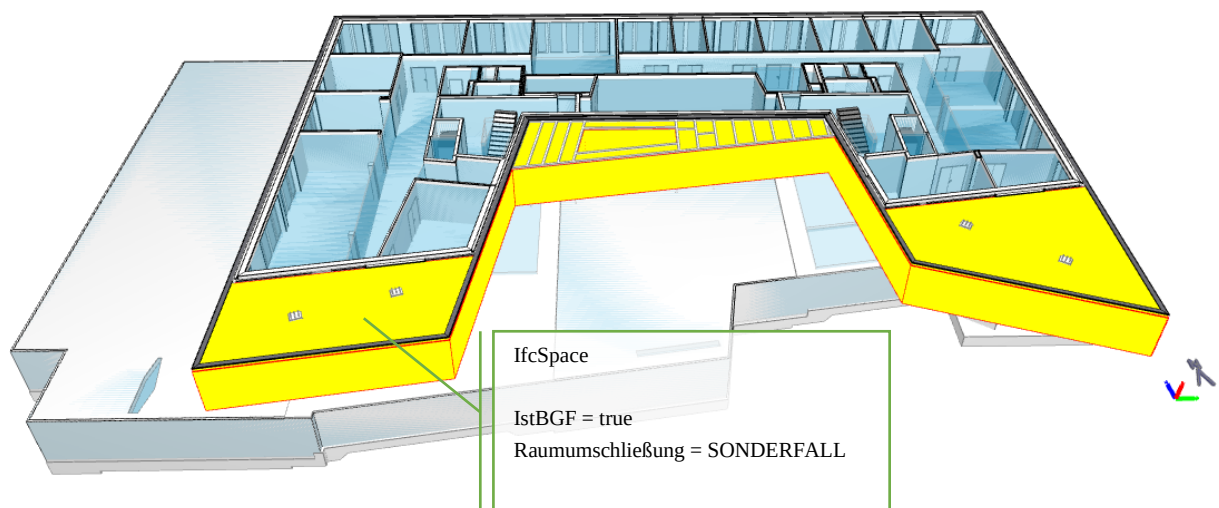


Abb. 12 - Raumobjekte zur Auszeichnung der Brutto-Grundflächen im Sonderfall. (Quelle: DRAHTLER ARCHITEKTEN)

9 Netto-Raumflächen

Netto-Raumflächen sind als Raumobjekte nach DIN277-1 [8] zu modellieren. Es muss im Modell gekennzeichnet werden, um welche Art der Grundfläche (Nutzungsfläche, Technikfläche oder Verkehrsfläche) es sich handelt. Nutzungsflächen werden nach der Nutzungsart (NUF1-NUF7) unterteilt. Ebenfalls erfolgt eine Unterscheidung nach der Art der Raumumschließung. Zusätzlich sind die Netto-

grundfläche, die lichte Raumhöhe und der Nettorauminhalt für jedes Raumobjekt zu verknüpfen. Die Angaben von Flächen und Rauminhalten erfolgt in Quantities mit dem Prefix „Gross“ (dt. Brutto). Die Raumobjekte bilden in ihrer geometrischen Ausprägungen zwar Nettokennzahlen ab, jedoch sind die abgeleiteten Quantities Bruttoeigenschaften des verwendeten geometrischen Körpers.

Angabe der Informationen im IFC-Modell

Art der Grundfläche	→ Entität:	Raumobjekt für jeweilige Netto-Raumfläche (IfcSpace)
	→ Property Set:	BauantragNettoflächen
	→ Property:	Art
	→ Typ:	IfcPropertyEnumeratedValue → IfcLabel
	→ Enumerationswerte:	

Enumerationswert	Beschreibung
NUF1	Wohnen und Aufenthalt
NUF2	Büroarbeit
NUF3	Produktion, Hand- und Maschinenarbeit, Forschung und Entwicklung
NUF4	Lagern, Verteilen und Verkaufen
NUF5	Bildung, Unterricht und Kultur
NUF6	Heilen und Pflegen
NUF7	Sonstige Nutzung
TF	Technikfläche
VK	Verkehrsfläche

Raumumschließung	→ Entität:	Raumobjekt für jeweilige Netto-Raumfläche (IfcSpace)
	→ Property Set:	BauantragGrundflächen
	→ Property:	Raumumschließung
	→ Typ:	IfcPropertyEnumeratedValue → IfcLabel
	→ Enumerationswerte:	
		- REGELFALL
		- SONDERFALL

Nettogrundfläche	→ Entität:	Raumobjekt für jeweilige Netto-Raumfläche (IfcSpace)
	→ Quantity Set:	Qto_SpaceBaseQuantities
	→ Quantity:	GrossFloorArea

Lichte Raumhöhe nach DIN277-1 7.2.2	→ Entität:	Raumobjekt für jeweilige Netto-Raumfläche (IfcSpace)
	→ Quantity Set:	Qto_SpaceBaseQuantities
	→ Quantity:	Height

Nettorauminhalt	→ Entität:	Raumobjekt für jeweilige Netto-Raumfläche (IfcSpace)
	→ Quantity Set:	Qto_SpaceBaseQuantities
	→ Quantity:	GrossVolume

Beispiele

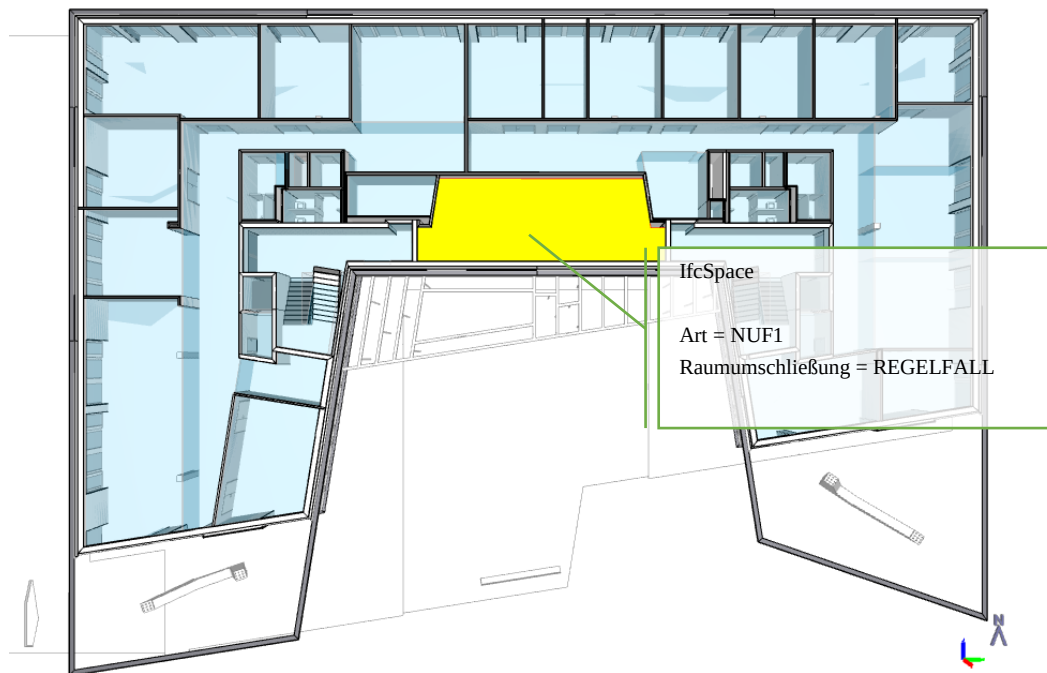


Abb. 13 - Raumobjekte zur Auszeichnung der Netto-Raumflächen für die Nutzungsart NUF 1 (Wohnen und Aufenthalt) im Regelfall. (Quelle: DRAHTLER ARCHITEKTEN)

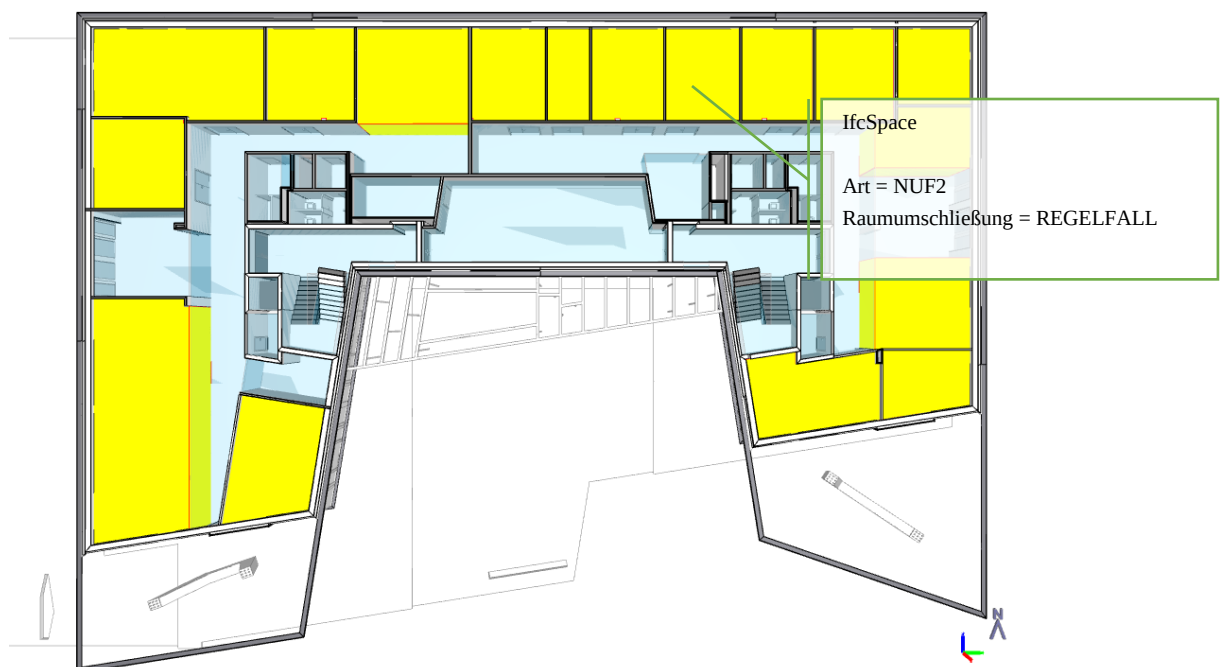


Abb. 14 - Raumobjekte zur Auszeichnung der Netto-Raumflächen für die Nutzungsart NUF 2 (Büroarbeit) im Regelfall. (Quelle: DRAHTLER ARCHITEKTEN)

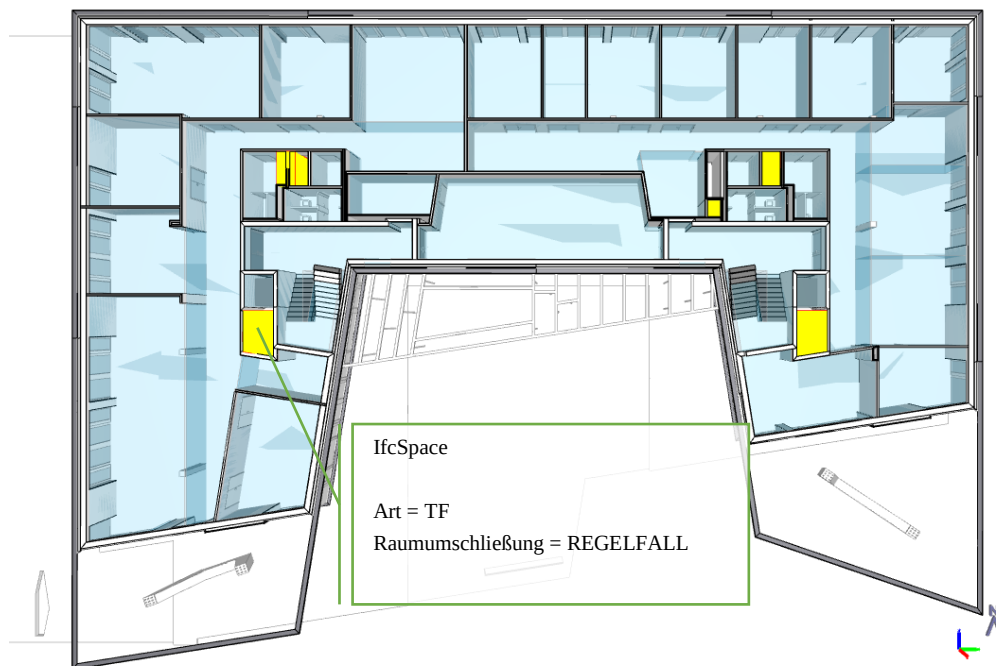


Abb. 15 - Raumobjekte zur Auszeichnung der Netto-Raumflächen für die Nutzungsart TF (Technikfläche) im Regelfall.
(Quelle: DRAHTLER ARCHITEKTEN)

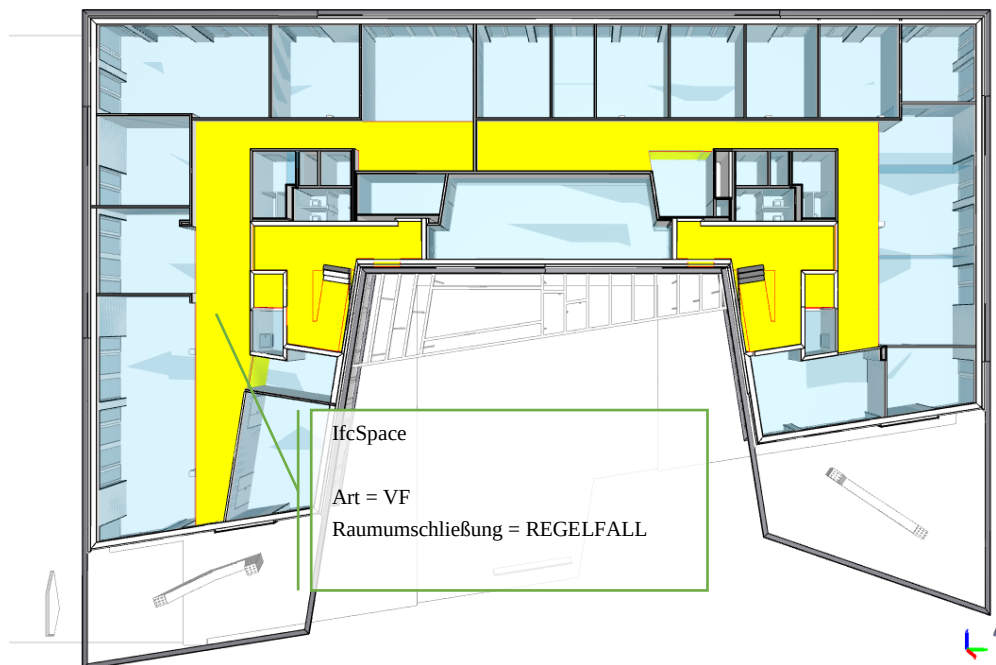


Abb. 16 - Raumobjekte zur Auszeichnung der Netto-Raumflächen für die Nutzungsart VF (Verkehrsfläche) im Regelfall.
(Quelle: DRAHTLER ARCHITEKTEN)

10 Versiegelte Flächen

Versiegelte Flächen, z.B. überbaute Flächen, sind als Raumobjekte zu modellieren und als versiegelte Flächen zu klassifizieren. Über das Property „IstVersiegelt“ werden Raumobjekte als versiegelte Fläche

klassifiziert. Die Grundfläche aller als versiegelt gekennzeichneten Raumobjekte wird in das digitale Bauantragsformular übernommen. Weiterhin kann anhand der Raumobjekte eine visuelle Überprüfung der versiegelten Flächen erfolgen.

Angabe der Informationen im IFC-Modell

Raumobjekt	→ Entität:	Raumobjekt für jeweilige versiegelte Fläche (IfcSpace)
	→ Property Set:	BauantragGrundstücksflächen
	→ Property:	IstVersiegelt
	→ Typ:	IfcPropertySingleValue → IfcBoolean
	→ Wert:	ja (true)
Grundfläche	→ Entität:	Raumobjekt für jeweilige versiegelte Fläche (IfcSpace)
	→ Quantity Set:	Qto_SpaceBaseQuantities
	→ Quantity:	GrossFloorArea

Beispiel

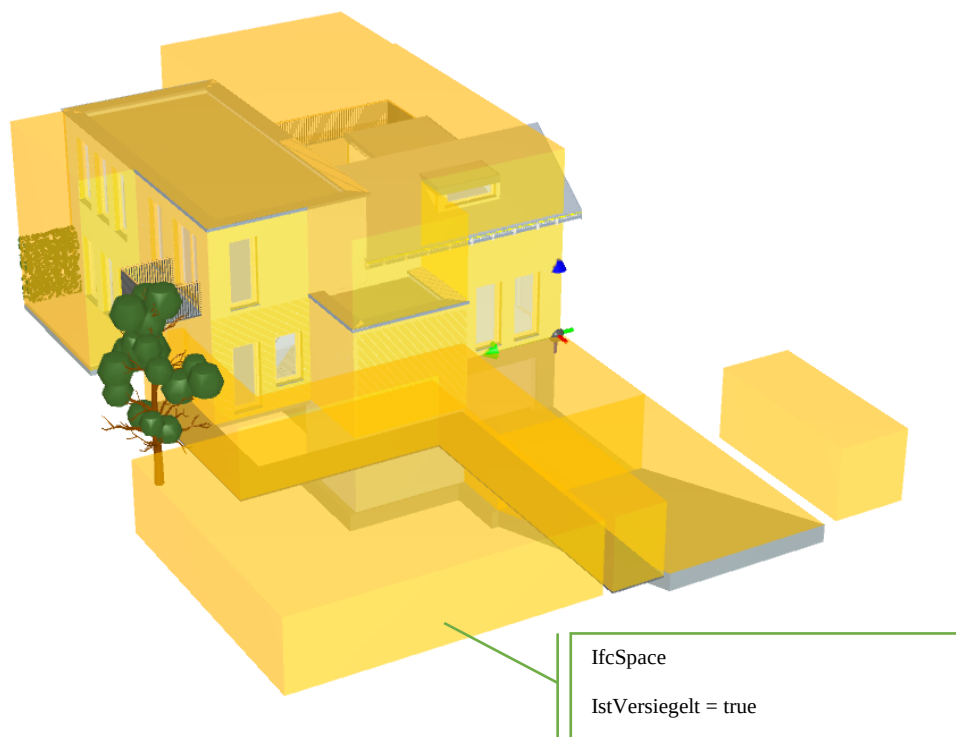


Abb. 17 - Raumobjekte zur Kennzeichnung von versiegelten Flächen.

11 Spiel- und Freizeitflächen

Spiel- und Freizeitflächen sind im BIM-Modell als Raumobjekte zu hinterlegen. Über das Property „IstSpielOderFreizeitfläche“ kann ein Raumobjekt als Spiel- oder Freizeitfläche klassifiziert werden. Die

Grundfläche aller als Spiel- und Freizeitflächen gekennzeichneten Raumobjekte wird in das digitale Bauantragsformular übernommen. Weiterhin kann anhand der Raumobjekte eine visuelle Überprüfung der Spiel- und Freizeitflächen erfolgen.

Angabe der Informationen im IFC-Modell

Raumobjekt	→ Entität:	Raumobjekt für jeweilige Spiel- und Freizeitfläche (IfcSpace)
	→ Property Set:	BauantragGrundstücksflächen
	→ Property:	IstSpielUndFreizeitfläche
	→ Typ:	IfcPropertySingleValue → IfcBoolean
	→ Wert:	ja (true)
Grundfläche	→ Entität:	Raumobjekt für jeweilige Spiel- und Freizeitfläche (IfcSpace)
	→ Quantity Set:	Qto_SpaceBaseQuantities
	→ Quantity:	GrossFloorArea

Beispiel

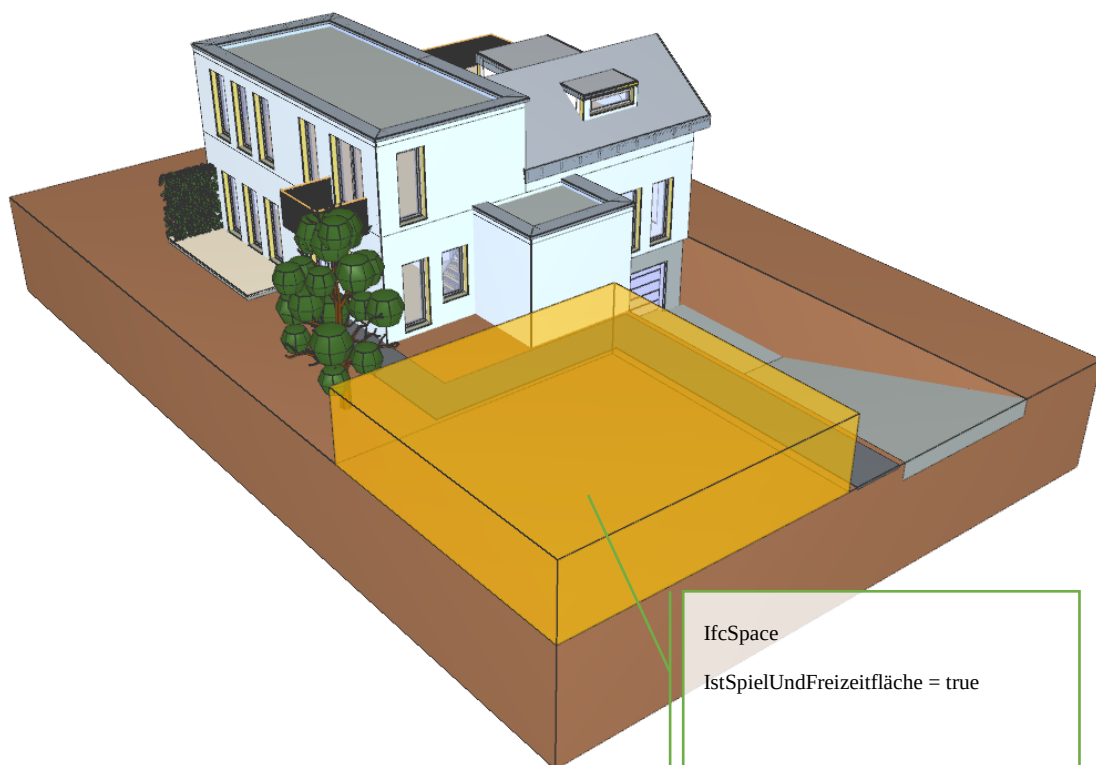


Abb. 18 - Raumobjekte zur Kennzeichnung von Spiel- und Freizeitflächen.

12 Nebenanlagen

Nebenanlagen nach §14 BauNVO [2] sind im BIM-Modell als Raumobjekte zu hinterlegen. Die Geometrie des Raumes überdeckt die Grundfläche der Nebenanlagen. Über die Eigenschaft „IstNebenanlage“ wird das Raumobjekt als Nebenanlage klassi-

fiziert. Die Grundfläche aller als Nebenanlagen gekennzeichneten Raumobjekte wird in das digitale Bauantragsformular übernommen. Weiterhin kann anhand der Raumobjekte eine visuelle Überprüfung der Spiel- und Freizeitflächen erfolgen.

Angabe der Informationen im IFC-Modell

Raumobjekt	→ Entität:	Raumobjekt für jeweilige Nebenanlage (IfcSpace)
	→ PropertySet:	BauantragGrundstücksflächen
	→ Property:	IstNebenanlage
	→ Typ:	IfcPropertySingleValue → IfcBoolean
	→ Wert:	ja (true)
Grundfläche	→ Entität:	Raumobjekt für jeweilige Nebenanlage (IfcSpace)
	→ Quantity Set:	Qto_SpaceBaseQuantities
	→ Quantity:	GrossFloorArea

Beispiel

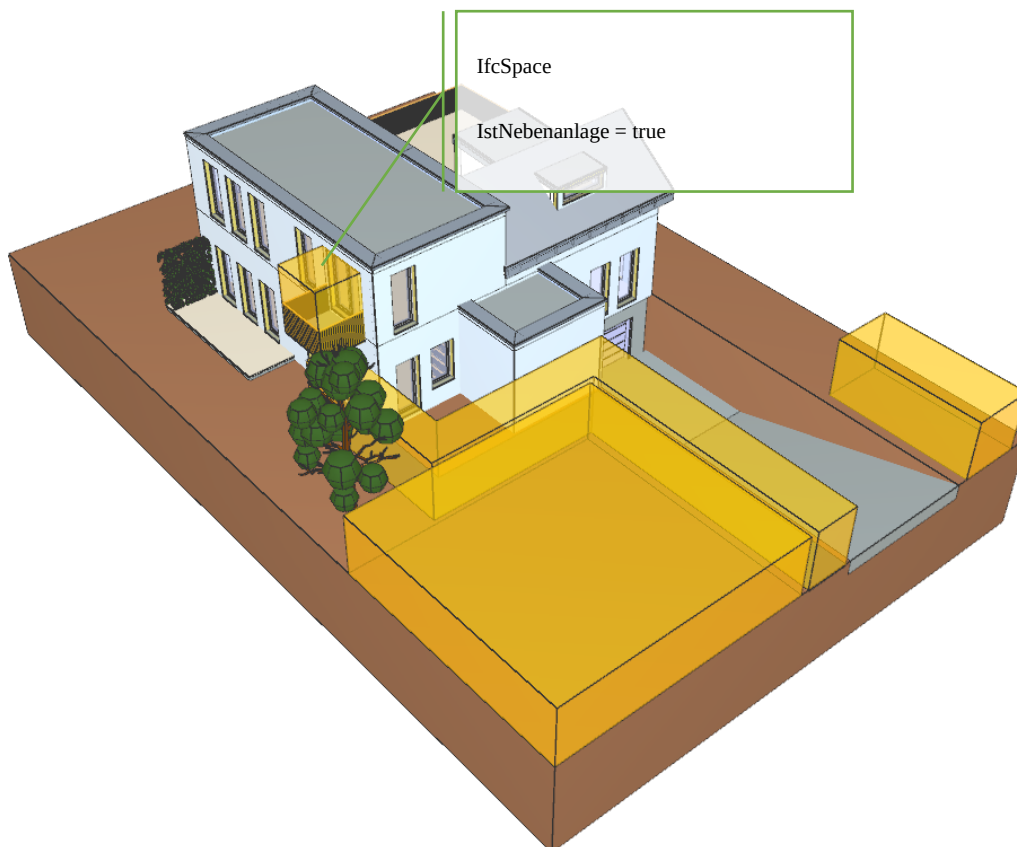


Abb. 19 - Raumobjekte zur Kennzeichnung von Nebenanlagen.

13 Gemeinschaftsanlagen

Gemeinschaftsanlagen sind im BIM-Modell als Raumobjekte zu hinterlegen, sofern dies durch jeweilige Landesbauordnung vorgeschrieben ist. Über das Property „IstGemeinschaftsanlage“ kann ein Raumobjekt als Gemeinschaftsanlage klassifiziert

werden. Die Grundfläche aller als Gemeinschaftsanlagen gekennzeichneten Raumobjekte wird in das digitale Bauantragsformular übernommen. Weiterhin kann anhand der Raumobjekte eine visuelle Überprüfung der Gemeinschaftsanlagen erfolgen.

Angabe der Informationen im IFC-Modell

Raumobjekt	→ Entität:	Raumobjekt für jeweilige Gemeinschaftsanlage (IfcSpace)
	→ Property Set:	BauantragGrundstücksflächen
	→ Property:	IstGemeinschaftsanlage
	→ Typ:	IfcPropertySingleValue → IfcBoolean
	→ Wert:	ja (true)
Grundfläche	→ Entität:	Raumobjekt für jeweilige Gemeinschaftsanlage (IfcSpace)
	→ Quantity Set:	Qto_SpaceBaseQuantities
	→ Quantity:	GrossFloorArea

Beispiel

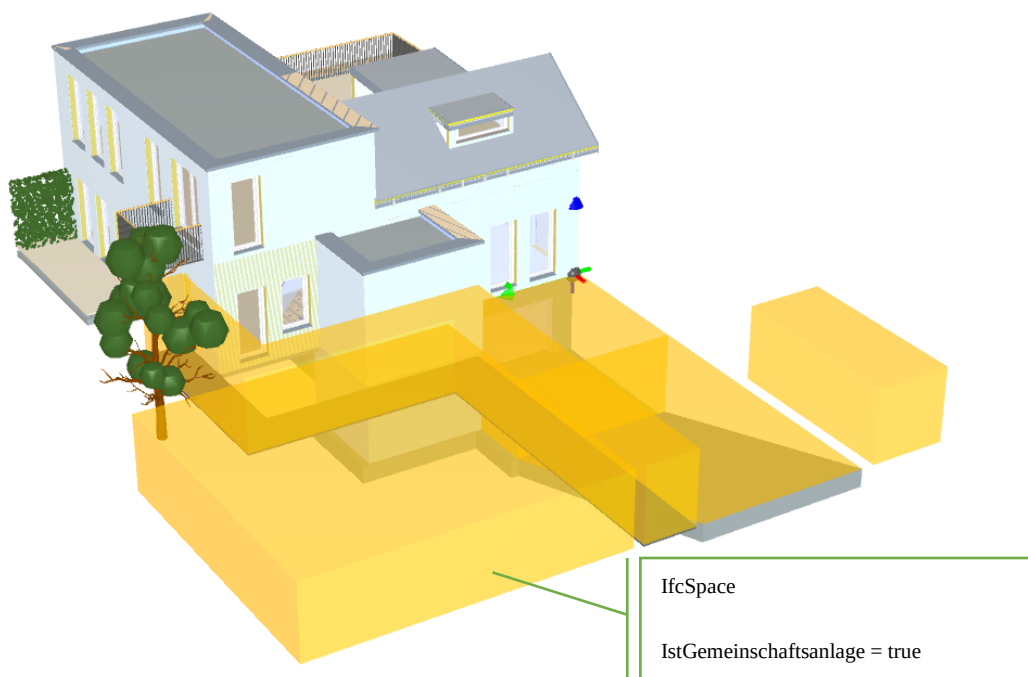


Abb. 20 - Raumobjekte zur Kennzeichnung von Gemeinschaftsanlagen.

14 Stellplätze

Stellplätze für PKWs und Fahrräder sind im BIM-Modell als Raumobjekte zu hinterlegen. Die Klassifizierung der Raumobjekte als Stellplätze erfolgt über das dem Raumobjekt zuzuordnende Property Set „BauantragStellplätze“. Für die Stellplätze sind die Stellplatzart, die zugehörige Nutzungseinheit

und die Grundfläche anzugeben. Für jeden PKW-Stellplatz ist ein separates Raumobjekt zu modellieren. Fahrradstellplätze können hingegen zu einem Raumobjekt zusammengefasst werden. Hierzu ist zusätzlich die Anzahl der Fahrradstellplätze für das jeweilige Raumobjekt zu hinterlegen.

Angabe der Informationen im IFC-Modell

Stellplatzart	→ Entität:	Raumobjekt für jeweiligen Stellplatz (IfcSpace)
	→ Property Set:	BauantragStellplätze
	→ Property:	Art
	→ Typ:	IfcPropertyEnumeratedValue → IfcLabel
	→ Enumerationswerte:	
		- PKW
		- FAHRRAD
Anzahl Stellplätze (für Fahrradstellplätze)	→ Entität:	Raumobjekt für jeweiligen Stellplatz (IfcSpace)
	→ Property Set:	BauantragStellplätze
	→ Property:	Anzahl
	→ Typ:	IfcPropertySingleValue → IfcCountMeasure
	→ Wert:	[positive ganze Zahl]
Zugehörige Nutzungseinheit	→ Entität:	Raumobjekt für jeweiligen Stellplatz (IfcSpace)
	→ Property Set:	BauantragStellplätze
	→ Property:	Nutzungseinheit
	→ Typ:	IfcPropertySingleValue → IfcIdentifier
Grundfläche	→ Entität:	Raumobjekt für jeweiligen Stellplatz (IfcSpace)
	→ Quantity Set:	Qto_SpaceBaseQuantities
	→ Quantity:	GrossFloorArea

Beispiel

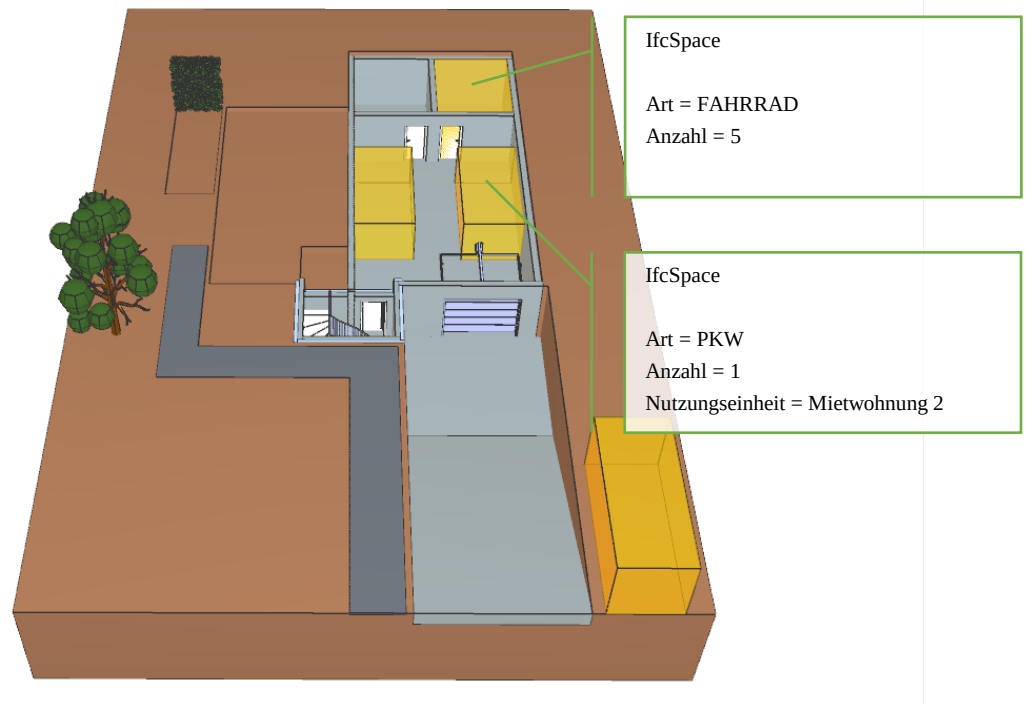


Abb. 21 - Raumobjekte zur Kennzeichnung von Stellplätzen.

15 Zufahrten

Zufahrten auf dem Grundstück zu Stellplätzen sind im BIM-Modell als Raumobjekte zu hinterlegen. Entsprechende Raumobjekte werden über das Pro-

perty Set „BauantragZufahrten“ als Zufahrten klassifiziert. Mit der Eigenschaft „IstEinbahnstraße“ kann zusätzlich die Fahrtrichtung eingeschränkt werden.

Angabe der Informationen im IFC-Modell

Fahrtrichtung	→ Entität:	Raumobjekt für jeweilige Zufahrt (IfcSpace)
	→ Property Set:	BauantragZufahrten
	→ Property:	IstEinbahnstraße
	→ Typ:	IfcPropertySingleValue → IfcBoolean
	→ Wert:	ja/nein (true/false)
Grundfläche	→ Entität:	Raumobjekt für jeweilige Zufahrt (IfcSpace)
	→ Quantity Set:	Qto_SpaceBaseQuantities
	→ Quantity:	GrossFloorArea

Beispiel

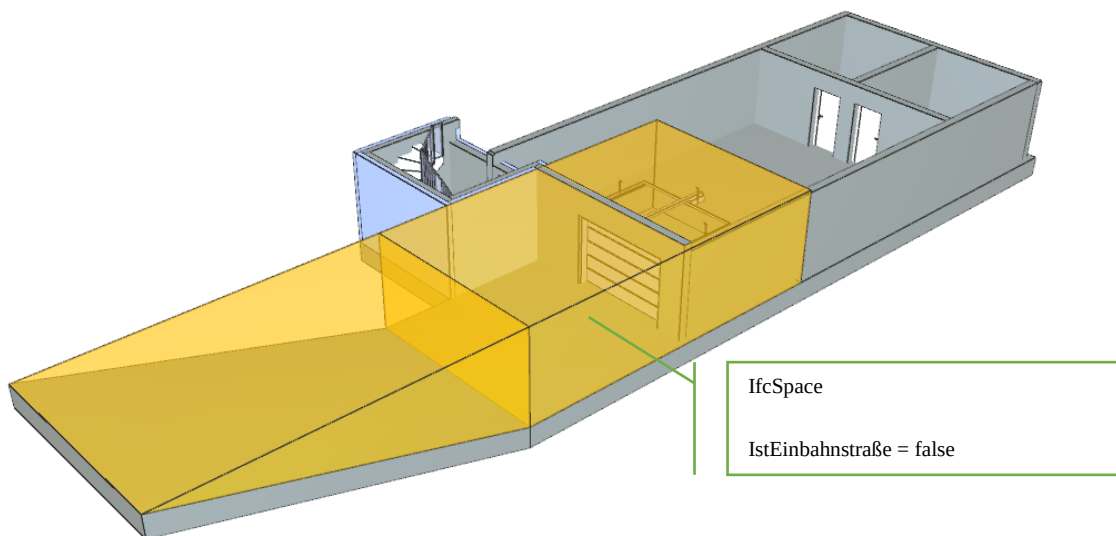


Abb. 22 - Modellierung der Zufahrten zu Stellplätzen.

16 Verkaufsflächen

Verkaufsflächen sind im BIM-Modell als Raumobjekte zu hinterlegen. Über das Property „IstVerkaufsfläche“ kann ein Raumobjekt als Verkaufsfläche klassifiziert werden. Weiterhin ist beim Export

des BIM-Modells die Grundfläche des Raumobjekts anzugeben.

Angabe der Informationen im IFC-Modell

Raumobjekt	→ Entität:	Raumobjekt der Verkaufsfläche (IfcSpace)
	→ Property Set:	BauantragGrundstücksflächen
	→ Property:	IstVerkaufsfläche
	→ Typ:	IfcPropertySingleValue → IfcBoolean
	→ Wert:	ja/nein (true/false)
Grundfläche	→ Quantity Set:	Qto_SpaceBaseQuantities
	→ Quantity:	GrossFloorArea

Beispiel

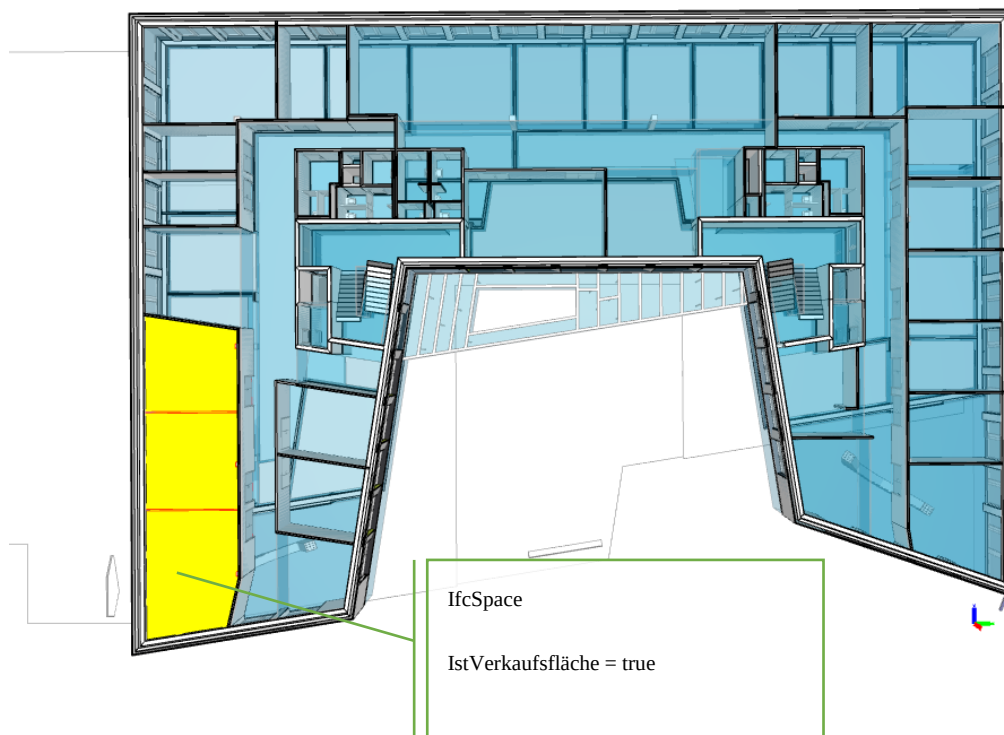


Abb. 23 - Raumobjekte zur Kennzeichnung von Gemeinschaftsanlagen. (Quelle: DRAHTLER ARCHITEKTEN)

Referenzen

- [1] Bauministerkonferenz, 2019. Musterbauordnung, Fassung vom November 2002, zuletzt geändert durch Beschluss der Bauministerkonferenz vom 22.02.2019. Berlin, 22.02.2019.
- [2] Bundesministerium der Justiz und für Verbraucherschutz, 2017. Verordnung über die bauliche Nutzung der Grundstücke (Baunutzungsverordnung - BauNVO). Berlin, 21.11.2017.
- [3] Senat Hamburg, 2005. Hamburgische Bauordnung (HBauO). Hamburg, 14.12.2005.
- [4] Land Nordrhein-Westfalen, 2018. Bauordnung für das Land Nordrhein-Westfalen (Landesbauordnung 2018 – BauO NRW 2018). Düsseldorf, 21.07.2018.
- [5] International Organization for Standardization, 2018. ISO 16739-1:2018, Industry Foundation Classes (IFC) for data sharing in the construction and facility management industries – Part 1: Data schema. Genf, Schweiz.
- [6] buildingSMART International, 2020. mvdXML. Online: <https://technical.buildingsmart.org/standards/ifc/mvd/mvdxml/>, Letzter Zugriff: 18.08.2020.
- [7] buildingSMART International, 2020. Reference View 1.2. Online: https://standards.buildingsmart.org/MVD/RELEASE/IFC4/ADD2_TC1/RV1_2/HTML/, Letzter Zugriff: 18.08.2020.
- [8] Deutsches Institut für Normung, 2016. DIN 277-1:2016-01, Grundflächen und Rauminhalte im Bauwesen - Teil 1: Hochbau. Berlin.

Anhang 1: Übersicht über Property Sets

IFC-Entität	Property Set	Property	Typ
IfcProject	BauantragAllgemein	Bezeichnung des Bauvorhabens	IfcPropertySingleValue → IfcLabel
		Art der Maßnahme	IfcPropertyEnumeratedValue → IfcPositiveInteger
		Art des Gebäudes	IfcPropertyEnumeratedValue → IfcPositiveInteger
		Gebäudeklasse	IfcPropertyEnumeratedValue → IfcPositiveInteger
		Sonderbau	IfcPropertyEnumeratedValue → IfcPositiveInteger
		Bauweise	IfcPropertyEnumeratedValue → IfcPositiveInteger
IfcSite	BauantragGeokodierung	Gemarkungen	IfcPropertyListValue → IfcLabel
		Flure	IfcPropertyListValue → IfcInteger
		Flurstücke	IfcPropertyListValue → IfcInteger
IfcSpace	BauantragGrundstück	IstGrundstücksfläche	IfcPropertySingleValue → IfcBoolean
	BauantragGebäude	IstGebäudeBegrenzung	IfcPropertySingleValue → IfcBoolean
	BauantragGeschoss	IstGF	IfcPropertySingleValue → IfcBoolean
		IstVollgeschoss	IfcPropertySingleValue → IfcBoolean
	BauantragNutzungseinheiten	Nutzung	IfcPropertyEnumeratedValue → IfcLabel
		Nutzungseinheit	IfcPropertySingleValue → IfcIdentifier
	BauantragBruttoflächen	IstBGF	IfcPropertySingleValue → IfcBoolean
		Raumumschließung	IfcPropertyEnumeratedValue → IfcLabel
	BauantragNettoflächen	Art	IfcPropertyEnumeratedValue → IfcLabel
		Raumumschließung	IfcPropertyEnumeratedValue → IfcLabel

	BauantragGrundstücksflächen	IstVersiegelt	IfcPropertySingleValue → IfcBoolean
		IstSpielUndFreizeitfläche	IfcPropertySingleValue → IfcBoolean
		IstNebenanlage	IfcPropertySingleValue → IfcBoolean
		IstGemeinschaftsanlage	IfcPropertySingleValue → IfcBoolean
		IstVerkaufsfläche	IfcPropertySingleValue → IfcBoolean
	BauantragStellplätze	Art	IfcPropertyEnumeratedValue → IfcLabel
		Anzahl	IfcPropertySingleValue → IfcCountMeasure
		Nutzungseinheit	IfcPropertySingleValue → IfcIdentifier
	BauantragZufahrten	IstEinbahnstraße	IfcPropertySingleValue → IfcBoolean