

Zwischenveröffentlichung

zum Vorhaben

Thema:

**BIMwood - Entwicklung von Building Information Modeling basierten
Lösungen für projektbezogene Kooperation in der Wertschöpfungskette
vorgefertigter Holzbauten**

Zuwendungsempfänger:

**Technische Universität München
TUM School of Engineering and Design
Lehrstuhl für Architektur und Holzbau, Prof. Stephan Birk
(Prof. Hermann Kaufmann bis 31.03.2021)**

Projektleitung:

**Lehrstuhl für Architekturinformation, Prof. Frank Petzold
Arcisstraße 21
80333 München**

Förderkennzeichen:

22031118

Laufzeit:

01.08.2019 bis 31.07.2022 (Verlängerung bis 28.02.2023)

Monat der Erstellung:

08/2022

Gefördert durch:



**Bundesministerium
für Ernährung
und Landwirtschaft**

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Das diesem Bericht zugrundeliegende Vorhaben wurde aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages mit Mitteln des Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) über die Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR) als Projektträger des BMEL für das Förderprogramm Nachwachsende Rohstoffe unterstützt. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei der Autorenschaft.

INHALTSVERZEICHNIS

Kurzfassung	VI
1 Einleitung	1
2 BIM und Holzbau	3
2.1 Grundlagen BIM.....	3
2.2 Vorprojekt Holz&BIM.....	8
2.3 BIM und leanWOOD	9
3 Projektmanagement	13
3.1 Auftraggeberinformationsanforderungen AIA	13
3.2 BIM-Abwicklungsplan BAP	15
4 Rollen und Kompetenzen	17
4.1 Rollen und Verantwortlichkeiten.....	17
4.1.1 Informationsmanagement (BIM-Management).....	17
4.1.2 Informationskoordination (BIM-Koordination).....	18
4.1.3 Objektplanung (Architektur).....	18
4.1.4 Holzbauplanung.....	18
4.1.5 Tragwerksplanung	18
4.1.6 TGA-Planung (Technische Gebäudeausrüstung)	18
4.1.7 Bauphysik (Wärme- und Schallschutz).....	19
4.1.8 Holzbauunternehmen.....	19
4.2 Holzbaukompetenz	20
4.2.1 Allgemeine Holzbaukompetenz	20
4.2.2 Holzbaukompetenz der Planenden.....	21
4.2.3 Prozessspezifische Holzbaukompetenz	21
5 BIMwood Referenzprozess	22
5.1 Prozess Vorplanungsphase	23
5.2 Referenzablauf Planungsphase	27
5.2.1 Arbeitsmodell(e).....	28
5.2.2 Leitmodell	29
5.2.3 Übergabemodell Planung.....	31
5.3 Ausführungsplanung.....	33
5.4 Übergabe Planungsergebnis an Holzbauunternehmen	33
6 Modellierung	34
6.1 Konstruktionen im Holzbau	35

6.1.1	Begriffsbestimmungen für mehrschichtige Bauteile	35
6.1.2	Anforderungsprofil Bauteilbibliotheken	38
6.2	Mock-up „Modelle“ - Prozessorientierte Modellierung im Holzbau	39
6.3	3-Schichten-Modell und Tragwerksmodell.....	46
6.4	Mock-up „Schnittstelle Holzbau“ – von der Planung zum Holzbauunternehmen.....	49
6.4.1	Modellierungsvorschlag	49
6.4.2	Werk- und Montageplanung	51
7	Informationsmanagement und Attribuierung	53
7.1	Mock-up „Informationen“ – BIMwood Informationsaustauschanforderungen	55
7.2	Merkmalliste.....	57
	Literaturverzeichnis	65
	Abbildungsverzeichnis	67
	Tabellenverzeichnis	69

Kurzfassung

Das Forschungsprojekt BIMwood befasst sich mit der Weiterentwicklung der Wertschöpfungskette Planen und Bauen mit Holz und beschreibt Problemlösungsansätze, die maßgeblich zu einem CO₂ neutralen Bauwesen beitragen: Die Nutzung des Baustoffs Holz und die industrialisierte Bauweise.

Grundlage bildet das Building Information Modeling (BIM) als Schlüsseltechnologie in Architecture, Engineering and Construction (AEC) mit tiefgreifenden Auswirkungen auf gängige Arbeitsmethoden. Construction 4.0 als Konzept, basiert auf der Digitalisierung der Bauwirtschaft einerseits und der Industrialisierung der Bauprozesse andererseits. Dieses Konzept wird im Bereich der Fertigung vorgefertigter Holzbauten partiell, aber noch nicht durchgängig in einer digitalen Kette umgesetzt. Die Produktion ist geprägt von einem hohen Grad der Off-Site-Fertigung. Ein Hindernis stellt der nicht standardisierte Datenaustausch zwischen den beteiligten Planenden und im Weiteren der Austausch mit dem ausführenden Unternehmen dar, der mit hohem Informationsverlust und Mehrarbeit verbunden ist. Der vorgefertigte Holzbau beinhaltet eine hohe Anzahl zur Verfügung stehender Bauteilaufbauten. Ferner führen diese vielschichtigen Bauteilaufbauten zu einem höheren Komplexitätsgrad der Bauweise im Vergleich zu mineralischen Bauweisen. BIM Spezifika entwickeln sich vorwiegend entlang der (Planungs-) Prozesse des mineralischen Bauens, welche die spezifischen Anforderungen des vorgefertigten Holzbaus nicht berücksichtigen. Der höhere Komplexitätsgrad der Bauteilaufbauten und das Prinzip der Vorfertigung verlangen bereits in frühen Planungsphasen Entscheidungen und Festlegungen, welche geometrischen und alphanumerischen Informationen zu welchem Zeitpunkt in das Modell eines Holzbauprojekts einfließen. Vor diesem Hintergrund wurden im Forschungsprojekt BIMwood unterschiedliche Fragestellungen erarbeitet, welche zunächst die besonderen Anforderungen des vorgefertigten Holzbaus identifizieren und in einem weiteren Schritt Lösungsansätze für unterschiedliche Themenfelder eines holzbauspezifischen BIM Prozesses entwickeln. Das betrifft neben einer Untersuchung auf Akteursebene, die der inhaltlichen Aspekte bis hin zur Beschreibung aktueller Defizite.

Im Rahmen der Forschungsarbeit wurde zunächst der Status Quo von BIM im Holzbau dargestellt. Weiter erfolgte die Beschreibung von BIMwood-Informationsaustauschanforderungen und es wurde die Entwicklung eines BIMwood Referenzablaufs dargestellt. Für den BIMwood Referenzablauf notwendige Akteur:innen und die ihnen zugewiesenen Rollen wurden identifiziert und es wurde festgelegt, über welche holzbauspezifischen Kompetenzen die beteiligten Akteur:innen im BIM-Planungsprozess notwendigerweise verfügen müssen. Die Erarbeitung erfolgte auf Grundlage eines simulativen Methodenansatzes, der zwei Betrachtungsebenen beinhaltet: die deskriptive Ebene beschreibt die strukturierten multidisziplinären Daten, die prozessuale Ebene beschreibt die Austauschprozesse im Kontext der zugewiesenen Rollen. In einem ersten Schritt wurde gemeinsam mit den Praxispartner:innen eine gemeinsame Anforderungsliste erarbeitet. Diese diente als Ausgangslage für die Umsetzung simulierter Fallbeispiele, die einen optimalen holzbauspezifischen BIM-Prozess nachbildeten. Entlang der Fallbeispiele wurden die Anforderungslisten evaluiert und verfeinert. Die anhand der Fallbeispiele erzielten Ergebnisse wurden mittels einer Merkmalliste formalisiert und definiert. In einem nächsten Arbeitsschritt werden die

IAA (Informationsaustauschanforderungen) und die erarbeiteten Merkmallisten mit externen Expert:innen diskutiert und validiert um die Übertragbarkeit zu gewährleisten.

Projektleitung:

Lehrstuhl für Architekturinformatik, Prof. Dr. Frank Petzold

Lehrstuhl für Architektur und Holzbau, Prof. Stephan Birk

Projektbearbeitung:**TUM – Lehrstuhl für Architektur und Holzbau**

Dipl. Ing. Sandra Schuster

Johanna Arnold M. Eng.

Manfred Stieglmeier M. Eng. (bis 28.02.2021)

TUM – Lehrstuhl für Architekturinformatik

Dipl. Ing. Julia Behm

Dipl. Ing. Katja Breitenfelder (bis 31.10.2021)

Praxispartner

AEC3 Deutschland GmbH

Gumpp & Maier GmbH

IBF Ingenieurgesellschaft mbH

lattke Architekten

Prause Holzbauplanung

1 Einleitung

Das Forschungsprojekt BIMwood befasst sich mit der Weiterentwicklung der Wertschöpfungskette Planen und Bauen mit Holz und beschreibt Problemlösungsansätze, die maßgeblich zu einem CO₂-neutralen Bauwesen beitragen: Die Nutzung des Baustoffs Holz und die industrialisierte Bauweise.

Der moderne Holzbau unterscheidet sich durch seinen hohen Vorfertigungsgrad einerseits und seine höhere Komplexität, bedingt durch vielschichtige Bauteilaufbauten andererseits maßgeblich von den mineralischen Bauweisen. Mit Blick auf die digitale Transformation auf Basis von Building Information Modeling (BIM) als Schlüsseltechnologie in Architecture, Engineering and Construction (AEC) erfolgt die Betrachtung der BIM Spezifika, die sich vorwiegend entlang der (Planungs-) Prozesse des mineralischen Bauens entwickeln und die spezifischen Anforderungen des vorgefertigten Holzbaus nicht berücksichtigen. Im Mittelpunkt der Forschung steht die Weiterentwicklung von Methoden, Werkzeugen und Handeln im vorgefertigten Holzbau zur Verbesserung reibungsloser Planungs- und Datenmanagementprozesse. Vor diesem Hintergrund werden im Forschungsprojekt BIMwood unterschiedliche Fragestellungen erarbeitet, welche zunächst die besonderen Anforderungen des vorgefertigten Holzbaus identifizieren und in einem weiteren Schritt Lösungsansätze für unterschiedliche Themenfelder eines holzbauspezifischen BIM Prozesses entwickeln:

- Optimierte Implementierung von BIM im Planungsprozess für vorgefertigte Holzbauten
- Entwicklung von Handlungsempfehlungen für die BIM-Anwendung für alle am Planungs- und Bauprozess von vorgefertigten Holzkonstruktionen beteiligten Akteur:innen
- Weiterentwicklung und Erweiterung der aktuellen BIM-Methodik und -Technologien im Hinblick auf den industriellen Holzbau

Im Rahmen der Charta für Holz 2.0 (BMEL, 2019) werden die wesentlichen Ziele des Förderprogramms "Nachwachsende Rohstoffe" des BMEL verfolgt. Im Handlungsfeld „Bauen und Wohnen in Stadt und Land“ wurde im Hinblick auf das Ziel der Steigerung der Holzbauquoten, der mehrgeschossige Wohnungsbau im urbanen Kontext als Indikator ausgemacht. Um diesen Prozess maßgeblich zu unterstützen, ist es notwendig, die Planungsmethode BIM im Bereich der Holzbauplanung zu fördern, um die Planungsprozesse zur holzbaugerechten Planung angemessen zu transformieren. Durch die Weiterentwicklung der holzbasierten Prozesskette trägt BIMwood dazu bei, die Wertschöpfungskette Holz zu unterstützen und die Substitution fossiler und nicht nachwachsender Rohstoffe weiterzuentwickeln.

Die Bearbeitung des Forschungsthemas erfolgt an der Technischen Universität München (TUM) und wird am Department of Architecture von den beiden Lehrstühlen *Architektur und Holzbau* und *Architekturinformatik* mit unterschiedlicher Schwerpunktsetzung entwickelt. Die Untersuchungsbereiche werden in der Abbildung 1-1 in übergeordnete Themenfelder zusammengefasst.

Teil des Forschungskonsortiums ist ein ausgewähltes Team an Praxispartner:innen aus unterschiedlichen Disziplinen, die ihre Erfahrungen in diesem Gebiet zur Verfügung stellen. Das Team der Praxispartner:innen setzt sich wie folgt zusammen:

- AEC3, BIM-Expert:innen (im Weiteren: AEC3)
- Gump&Maier, Holzbauunternehmen (im Weiteren: G&M)
- IBF Ingenieure, TGA-Planende (im Weiteren: IBF)
- lattkearchitekten, Architekturbüro (im Weiteren: lattkearchitekten)
- Prause Holzbauplanung, Ingenieurbüro für Holzbauplanung (im Weiteren: Prause HB)

Die von dem Forschungsteam erarbeiteten Ergebnisse werden unter anderem im Rahmen verschiedener Expert:innenpanels reflektiert, bewertet und validiert. Ziel des BIMwood Projekt ist eine optimierte Implementierung von BIM in den Planungsprozess vorgefertigter Holzbauten und darauf aufbauend die Entwicklung von Handlungsempfehlungen für alle am Planungs- und Bauprozess von vorgefertigten Holzkonstruktionen beteiligten Akteur:innen.

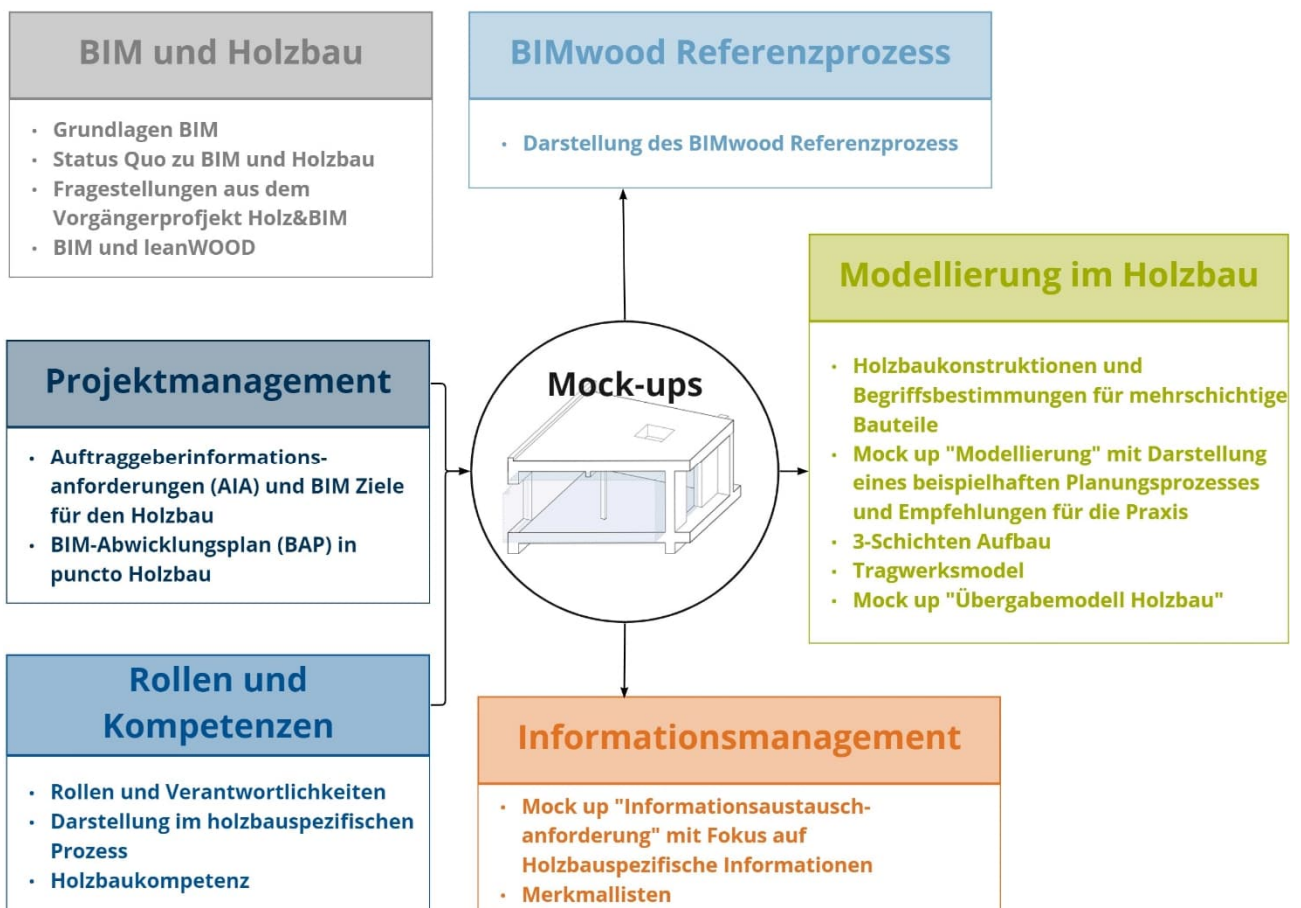


Abbildung 1-1: Themenfelder BIMwood

2 BIM und Holzbau

BIM und Holzbau 02

- Grundlagen BIM
- Status Quo zu BIM und Holzbau
- Fragestellungen aus dem Vorgängerprojekt Holz&BIM
- BIM und leanWOOD

2.1 Grundlagen BIM

In diesem Kapitel werden die wesentlichen Definitionen im Zusammenhang mit BIM vorgestellt und erläutert. Es werden Begriffe aus der *VDI 2552 Blatt 2, 2021 VDI 2552 Blatt 2 - BIM– Begriffe* und des im bSD Verlag erscheinenden Werks in der Reihe *BIM Basics „BIM-Glossar – Erläuterungen der wichtigsten Fachbegriffe des Building Information Modeling“ (Abbaspour et al., 2021)* zugrunde gelegt.

„Building Information Modeling bezeichnet eine kooperative Arbeitsmethodik, mit der auf der Grundlage digitaler Modelle eines Bauwerks die für seinen Lebenszyklus relevanten Informationen und Daten konsistent erfasst, verwaltet und in einer transparenten Kommunikation zwischen den Beteiligten ausgetauscht oder für die weitere Bearbeitung übergeben werden“ (*BMVI, 2017, S. 4*).

Trotz der inflationären Verwendung des Begriffs BIM ist festzuhalten, dass es sich dabei weder um eine Software noch um ein Werkzeug handelt, sondern um ein methodisches Vorgehen. Der Begriff BIM beinhaltet ein semantisches Datenmodell, das in der Praxis aus mehreren Modellen bestehen kann, die sich über ein Referenzmodell miteinander in Verbindung bringen lassen. Ferner beschreibt BIM den Modellierungsprozess selbst, an dem unterschiedliche Akteur:innen verschiedener Disziplinen teilhaben. Das Bestreben von BIM ist im Wesentlichen eine strukturierte, nahtlose, modellbasierte Zusammenarbeit verschiedener Beteiligter an einem Bauprojekt und über den Bauprozess hinaus (*Beetz et al., 2020, S. 509–512*). Das Vorziehen von Planungsentscheidungen in frühere Planungsphasen verbindet den modernen Holzbau mit der Planungsmethode BIM.

Im Mittelpunkt der Anwendung von BIM steht das Bauwerksmodell, oder auch Bauwerksinformationsmodell. „Ein Bauwerksinformationsmodell (Building Information Model) ist ein digitales Modell aus geometrischen und nicht geometrischen, jedoch strukturierten Daten, das sich aus mehreren Fach- und Teilmodellen zusammensetzen kann und der Dokumentation eines Bauwerks dient“ (*VDI 2552 Blatt 7, 2020, S. 3*). In Anlehnung an die Allgemeine Modelltheorie von Stachowiak (*Stachowiak, 1973, S. 131*) ist ein Modell eine vereinfachte Abbildung eines realen oder zu planenden Bauwerks. Im BIM Kontext wird ein Bauwerk durch Datenmodelle (Bauwerksinformationsmodelle) repräsentiert. In einem Bauwerksinformationsmodell werden nicht alle Attribute des realen oder zu planenden Bauwerks erfasst, sondern nur die für den Modellerstellenden oder Modellnutzenden relevanten. Modelle erfüllen eine Ersetzungsfunktion. Im Kontext der Definition von Modellen müssen folgende Fragen beantwortet werden:

- Für wen? (für bestimmte Subjekte)
- Wann? (innerhalb bestimmter Planungsphasen)
- Wozu? (Zweckgebundenheit)

Die Berücksichtigung dieser Fragestellungen bei der Erstellung von Modellen ermöglicht eine zielgerichtete kollaborative Zusammenarbeit innerhalb des Planungsteams (Auftragnehmer:innen) sowie einen optimierten Austausch mit den Auftraggeber:innen.

„Durch die Anwendung der BIM-Methodik in einem Projekt streben Auftraggeber:innen (AG) in der Regel an, Projektziele effizienter und mit größerer Sicherheit zu erreichen. Wie diese Projektziele durch BIM unterstützt werden sollen, wird üblicherweise vom AG in den Auftraggeber-Informationen (AIA) und im BIM-Abwicklungsplan (BAP) der Auftragnehmer:innen (AN) spezifiziert“ (VDI 2552 Blatt 11.1, 2021).

Mit den AIA legen Auftraggeber:innen Ziele fest, die durch die Anwendung von BIM für ein Projekt erreicht werden sollen bzw. welche Anforderungen in einem Projekt berücksichtigt werden sollen. In Tabelle 2-1 aufgeführt. Wünschen Auftraggeber:innen beispielsweise einen höhere Qualitätssicherung in der Bauausführung, so kann mit einem modellbasierten Mängelmanagement ein verbesserter Soll-Ist-Abgleich stattfinden. Darüber hinaus kann unter anderem durch die Nutzung einer Kollaborationsplattform (CDE – common data environment) eine konsistente Dokumentation gewährleistet werden. Aus den Projektzielen werden die Anforderungen an die Auftragnehmer:innen formuliert, welche im Rahmen der Leistungserbringung unter der Verwendung von Building Information Modeling berücksichtigt werden müssen. Um die Beschreibung von BIM-basierten Leistungen zu vereinfachen, werden die vom AN zu erbringenden Prozesse zur Umsetzung der BIM-Methodik in BIM-Anwendungsfällen (BIM-AwF) in standardisierter Form zusammengefasst.

Tabelle 2-1: Beispiele für den Zusammenhang von Projektzielen, BIM-Zielen und BIM-Anwendungsfällen (VDI 2552 Blatt 10, 2021)

Übergeordnete Projektziele	BIM-Ziele	BIM-Anwendungsfälle
Qualitätssicherung der Bauausführung	Verbesserter Soll-Ist-Abgleich	<ul style="list-style-type: none"> • modellbasiertes Mängelmanagement • modellgestützte Qualitäts-Checklisten
Konsistente Dokumentation	Optimierung der Dokumentations- und Revisionsunterlagen	<ul style="list-style-type: none"> • Nutzung eines CDE (Common Data Environment) • Erstellen eines As-Built-Modells • Attribuierung gemäß den Vorgaben der AIA

Um ein Projekt mit der BIM-Methode durchzuführen, ist die Planung des Projektinformationsmanagements erforderlich. Dazu wird ein spezifischer BIM-Abwicklungsplan (BAP) erstellt. Dieser beschreibt mit einem Referenzablauf (vgl. Kapitel 0) die Prozesse und den Informationsaustausch. Dabei werden Meilensteine für den Austausch mit den Anforderungen an den jeweiligen Informationsgehalt festgelegt. Der BAP kann je nach Projektphase überarbeitet und angepasst werden. (VDI 2552 Blatt 1, 2020)

Der in BIMwood definierte Referenzprozess (siehe Kapitel **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**) stellt einen möglichen Ablauf für die Einbindung der BIM-Methode in einem Projekt dar. Der vorgeschlagene Referenzprozess kann somit als Grundlage für die Strukturierung eines spezifischen Projektes verwendet und adaptiert werden.

In allen Phasen eines Bauprojekts werden durch die Projektbeteiligten Informationen generiert, verfügbar gemacht und wiederverwendet. Die Spezifikationen dieser Informationen, die von einer bestimmten Rolle (vgl. Kapitel 4.1) zu einem bestimmten Zeitpunkt in einem BIM-Prozess benötigt werden, können mit den Informationsaustauschanforderungen (IAA) beschrieben werden. Um automatisiert prüfen zu können, ob diese Informationen in einem BIM-Modell enthalten sind, werden sie in einer Model View Definition (MVD) beschrieben. Die MVD definiert ein Datenmodell oder eine Teilmenge eines existierenden Datenmodells, das für die Unterstützung von einer oder mehreren Datenaustauschanforderungen erforderlich ist (VDI 2552 Blatt 11.1, 2021). Abbildung 2-1 verdeutlicht schematisch die grundlegenden Komponenten zur Entwicklung eines Informationslieferungshandbuchs (IDM).

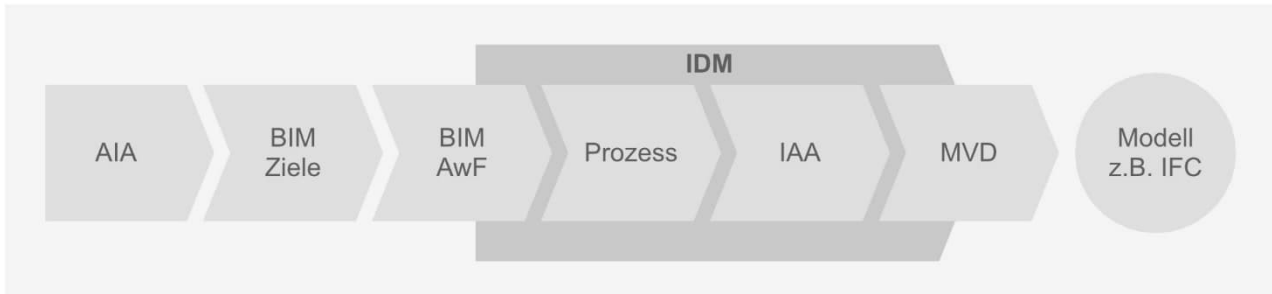


Abbildung 2-1: Grundlegende Komponenten zur Entwicklung eines Bauwerkmodells (nach VDI 2552 Blatt 11.1, 2021)

Der Informationsaustausch spielt eine entscheidende Rolle bei der Projektrealisierung mittels der BIM-Methode mit durchgängiger Verwendung digitaler Bauwerksmodelle über den gesamten Lebenszyklus. „Für die Umsetzung von BIM- basierten Projekten und den damit verbundenen kollaborativen Prozessen sind digitale Kollaborationsplattformen sehr gut geeignet“ (Preidel et al., 2021, S. 335). „Eine Kollaborationsplattform (Common Data Environment, CDE) ist zentrales System zur Organisation, Sammlung, Auswertung, Koordination, Archivierung und Bereitstellung von digitalen Daten für alle Projektbeteiligten“ (VDI 2552 Blatt 2, 2021, S. 4).

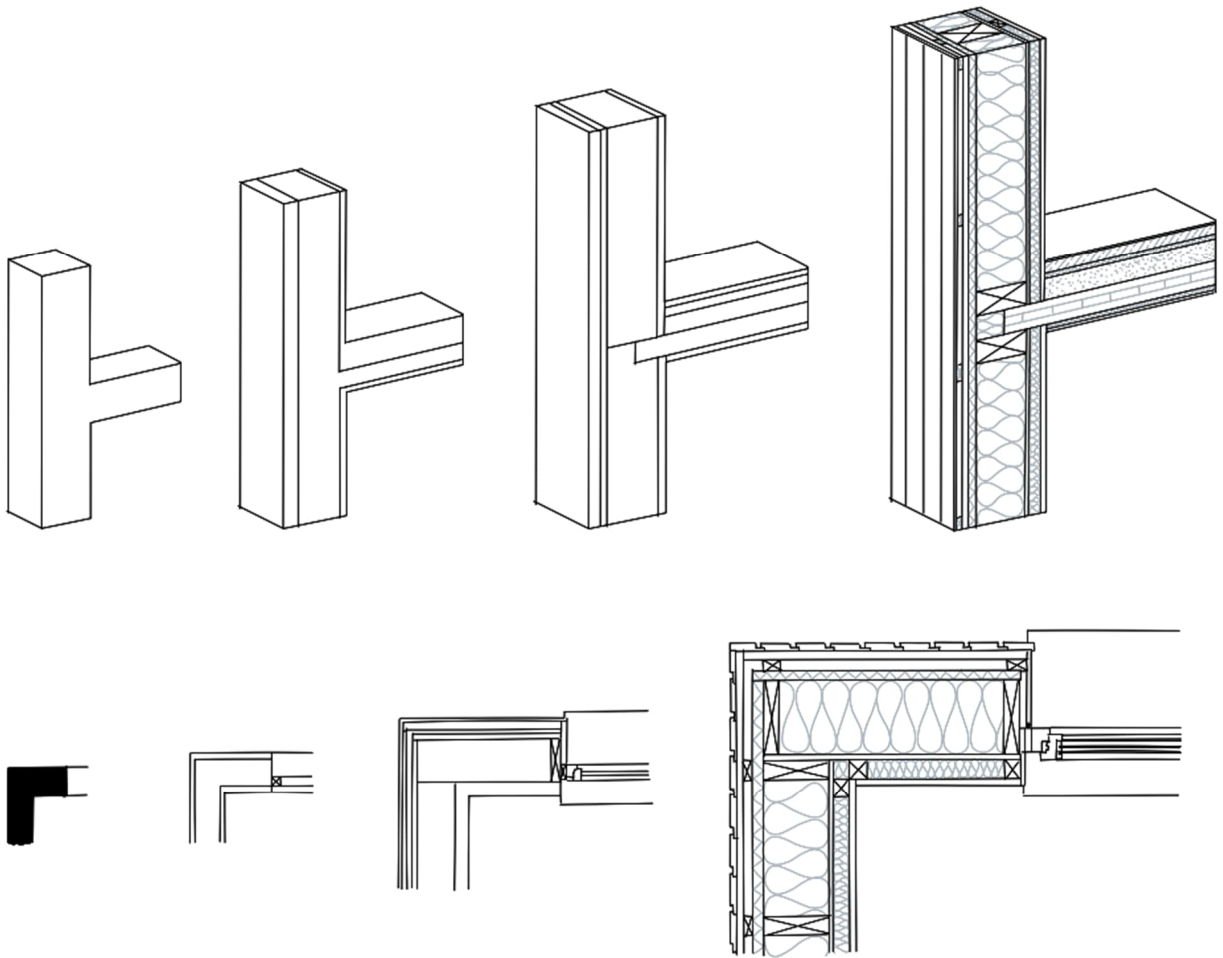
„Fertigstellungsgrade (englisch: level of development – LOD), beschreiben zum einen den geforderten Modellinhalt und zum anderen die Zuverlässigkeit, Vollständigkeit und Konkretheit der übermittelten Modellinformationen.“ (VDI 2552 Blatt 4, 2020, S. 12).

Wie bei der konventionellen zeichenbasierten Planung folgt der jeweilige LOD dem Maßstab der Planung vom Groben ins Feine. Dabei werden im LOD die geometrischen Inhalte und der Informationsinhalt der Bauteile in den Modellen beschrieben und in den AIA und im BAP vor dem Beginn der Planung definiert.

„Das Level of Geometry (LoG) beschreibt den geometrischen Detaillierungs- und Fertigstellungsgrad. Das Level of Information (LoI) beschreibt den alphanumerischen Detaillierungs- und Fertigstellungsgrad.“ (VDI 2552 Blatt 4, 2020, S. 12).

Beide Aspekte - LoG und LoI – werden je nach Zielsetzung und Anwendungsfall in unterschiedlichen Tiefen im Modell ausgearbeitet und ergeben als Einheit den vollständigen LOD.

Nachfolgende Abbildung 2-2 zeigt beispielhaft verschiedene Fertigstellungsgrade () einer Außenwand in Holzbauweise mit der Entwicklung von einer einfachen Darstellung zu einer detailliert dargestellten Außenwand mit ausführlichen Informationen. Zunächst wird das Bauteil im LOD 100 als „dickes“ einschichtiges Element mit der Information „Wand“ modelliert. In der weiteren Planung wird die Wand detailliert. Es werden Tragschicht sowie Innere und Äußere Bekleidungs-schicht festgelegt und im LOD 200 als Außenwand abgebildet (siehe Abbildung 2-2). Die Informationsdichte wird im Planungsfortschritt je nach Informationsanforderung des Modells vertieft. (vgl. Kapitel **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden. Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**). Der LOD 400 beinhaltet eingliedrige Modellierung in exakter Form, Größe und Lage, Darstellung. Konstruktive Details sind vollständig modelliert. Im Holzbau wird das Modell der Werkstattplanung der Holzbauunternehmen in dieser Tiefe ausgearbeitet. Weitere Informationen werden in Kapitel 6 *Modellierung* dargestellt.



LOD 100

LOD 200

LOD 300

LOD 400

	LOD 100	LOD 200	LOD 300	LOD 400
LoG	Bauteil	Bauteil + Element	Bauteil + Element + Teilelement	Bauteil + Element + Teilelement + Komponenten
LoI	<i>Orientierung</i> <i>Material</i> ...	<i>Name</i> <i>Geschoss</i> <i>Quantitäten</i> ...	<i>Wandaufbau</i>

Abbildung 2-2: beispielhafte Abbildung zu Fertigstellungsgraden einer Außenwand (nach Kaufmann et al., 2017, S. 13)

2.2 Vorprojekt Holz&BIM

Vor Beginn des Forschungsprojekts BIMwood erfolgte eine Untersuchung im Rahmen einer Vorstudie. Ziel der Vorstudie Holz&BIM (H. Kaufmann et al., 2020) war eine Standortbestimmung: es wurden Defizite und Hemmnisse identifiziert, die der Verbreitung von BIM im Holzbau im Weg stehen. Darüber hinaus wurden die Anforderungen von *Planen und Bauen mit Holz* identifiziert und beschrieben. Die Durchführung der Studie erfolgte im Zeitraum September 2018 bis Juli 2019. Für die Studie wurden qualitative und quantitative Forschungsmethoden kombiniert: Mittels zweier standardisierte Online-Umfragen mit thematisch strukturierten Fragebögen wurde der Status Quo der Anwendung von BIM in der Holzbaubranche untersucht und quantitativ beschrieben. Die beiden Umfragen wurden zielgruppengerichtet, sowohl für Planende als auch für Ausführende verfasst und an Teilnehmende auf Bundesebene adressiert. In einem weiteren Schritt wurde anhand von Expert:inneninterviews ein tieferer Einblick in die BIM-Anwendungskultur der verschiedenen Akteur:innen aus der Planung und der Praxis herausgearbeitet, sowie Hemmnisse und Anforderungen identifiziert. Die Auswertung der Umfragen und Interviews ergibt unterschiedliche Erkenntnisse, die im Folgenden zusammengefasst sind. Grundlage hierfür ist der Schlussbericht der Studie Holz&BIM (H. Kaufmann et al., 2020).

Die modellorientierte Arbeitsweise BIM und die damit verbundene Veränderung der Planungskultur hält in unterschiedlicher Intensität Einzug in die Holzbaubranche. Eine kontinuierliche und umfassende Anwendung über den gesamten Lebenszyklus, die das eigentliche Ziel von BIM ist, findet im Rahmen der Planung und Fertigung von Holzbauprojekten noch nicht statt. Die identifizierten Herausforderungen sind technisch-wirtschaftlicher, rechtlicher und planungskultureller Natur. Insgesamt wird das Potenzial der BIM Methode im vorgefertigten Holzbau sowohl von Planenden als auch von ausführenden Unternehmen überwiegend positiv beurteilt.

Die Ergebnisse zeigen, dass Planungsprozesse für den vorgefertigten Holzbau und BIM-basierte Planungsprozesse sehr gut harmonisieren – die Prozesse sind ähnlich strukturiert und damit hat der Holzbau das Potenzial, eine Vorreiterrolle bei der Digitalisierung im Bauwesen einzunehmen. Während die Fertigungsprozesse ab der Werkstattplanung bereits digitalisiert und automatisiert sind, gibt es auf Seiten der Planenden noch Nachholbedarf. Dass der Holzbau hervorragende Voraussetzungen bietet in die Planungsmethode BIM einzusteigen haben viele Planer bereits erkannt. Das Wesen von BIM als kooperative Planungsmethode ist den meisten Befragten bekannt. Ebenso werden die Vorteile, Informationen eines Bauwerks über die über den gesamten Lebenszyklus zu erheben und auszutauschen erkannt. Jedoch scheuen sich vor allem kleinere Bürostrukturen vor den Investitionen, die mit Einführung und Anwendung von BIM verbunden sind. Hier spielt die Verbreitung vorwiegend kleiner Bürostrukturen in Deutschland eine bedeutende Rolle. Hinzu kommt, dass fehlende Forderung von Auftraggeber:innenseite einen Einstieg in das Thema BIM verzögern. Seitens der Planer:innen wird vermehrt der Wunsch nach Transparenz und mehr Teamwork formuliert. Der transparente Umgang mit Planungsdaten beinhaltet die Chance einer neuen Fehlerkultur.

Es zeigt sich, dass BIM weniger die Erweiterung etablierter Planungswerkzeuge, sondern vielmehr eine grundsätzliche Umstellung und ein Umdenken hinsichtlich der bisherigen Arbeitsweise bedeutet. Diese veränderte Planungskultur hält nur langsam und in unterschiedlicher Intensität

Einzug in die Planungsbüros. Es ist festzustellen, dass in den verschiedenen Planungsbüros vielmehr die Softwareapplikationen und deren Anwendung als die veränderten Prozesse im Vordergrund stehen. Diese grundsätzliche Veränderung der Planungskultur verlangt eine Ausrichtung auf eine neue Arbeitsweise in der Projektabwicklung. Das Wissen um diese Veränderungen und die damit verbundenen Methoden müssen vermehrt in die Ausbildung integriert werden.

Einen hemmenden Aspekt im Bereich der Schnittstellen stellt die Anwendungscompatibilität der unterschiedlichen Softwareapplikationen innerhalb der unterschiedlich agierenden Disziplinen dar. Hier ist die Softwareindustrie gefordert grundsätzlich an Verbesserungen zu arbeiten, holzbauspezifische Anforderungen zu integrieren und gleichzeitig holzbauspezifische Schnittstellen, insbesondere die Übergabe an die Ausführenden zu berücksichtigen (Maschinenansteuerung). Ein weiteres Hindernis stellt die bislang sehr unterschiedliche Anwendungstiefe der Methode BIM bei den einzelnen Planungsbeteiligten dar. Dabei ist ein strukturierter und ausreichend kommunizierter Aufbau der BIM-Anwendung von Beginn an nicht zu unterschätzen: ein großer Teil der beschriebenen Schnittstellenprobleme resultiert aus fehlenden Definitionen und Festlegungen der Bearbeitungstiefe und Verantwortlichkeiten.

Die Ergebnisse machen zudem deutlich, dass Deutschland im internationalen Vergleich hinsichtlich der Vorgaben zu Planungsleistungen Nachholbedarf hat. Im internationalen Vergleich mit den Niederlanden und der Schweiz berichten ausführende Firmen von rudimentären Standards in Deutschland hinsichtlich Datenaustausch und Bedarfsplanung bei der Auftragsvergabe: sowohl in den Niederlanden als auch in der Schweiz werden regelmäßig Informationsinhalte zur Instandhaltung von Gebäuden gefordert.

2.3 BIM und leanWOOD

Die Ergebnisse des Forschungsprojekts leanWOOD (H. Kaufmann et al., 2017) finden weit verbreitete Anerkennung in der Branche. Die holzbauspezifischen Planungsansätze aus leanWOOD werden im Hinblick auf eine Umsetzung mit der BIM-Methode in diesem Kapitel reflektiert. Dabei beziehen sich die Quellenangaben sowohl auf den Forschungsbericht leanWOOD (H. Kaufmann et al., 2017) als auch auf die daraus entstandenen Broschüre, welche die wichtigsten Ergebnisse des Forschungsberichts zusammenfasst (Kaufmann et al., 2017).

Die Methodik folgt einer deduktiven theoriegeleiteten Vorgehensweise durch parallele Analyse und Vergleich von BIM-Literatur und bestehenden Forschungsergebnissen, vorwiegend aus dem Forschungsprojekt leanWOOD. Die Synergien aus BIM und Holzbau werden in einem Diagramm dargestellt und dienen im weiteren Forschungsverlauf der Erarbeitung von BIM-Zielen für den Holzbau. Die Validierung der Ergebnisse erfolgt im späteren Verlauf indirekt durch die Expertenbefragungen.

Vorgezogene Detailtiefe und Umstrukturierung der Prozesse

In dem Forschungsbericht leanWOOD (H. Kaufmann et al., 2017) wird beschrieben, dass in der Praxis die spezifischen Belange des Holzbaus wegen fehlender Holzbaukompetenz oft nicht ausreichend integriert werden. Diese Integration ist notwendig um eine optimierte Planung entstehen

zu lassen. Der Normalfall ist vielmehr eine »Re-Design«-Phase: Nach erfolgter Vergabe kommt es häufig zur Umplanung durch die Holzbauunternehmen, welche die Planung an die Erfordernisse des vorgefertigten Holzbaus und an die jeweiligen Firmenspezifika anpassen. In der Folge entsteht vielfach ein unnötiger Zeit- und Kostendruck für das Projekt (*Kaufmann et al., 2017, S. 6–7*).

Das gilt auch für die BIM-Abwicklung: In der holzbauspezifischen BIM-Abwicklung muss die Integration der Holzbaukompetenz berücksichtigt werden. In Abhängigkeit der im Planungsteam vorhandenen Holzbaukompetenz (Kapitel 4.2) und des vorgesehenen Vergabemodells, können Holzbauingenieur:innen, Holzbauunternehmen oder auch Fachberatende für produktionsgerechte 3D-Planung hinzugezogen werden, um vorhandene Wissensdefizite zu kompensieren. Beispielsweise erfolgt eine frühzeitige Überprüfung hinsichtlich der Elementierung der Konstruktion durch die Holzbaukompetenz im Planungsteam am Modell. Ein Elementierungskonzept berücksichtigt die Größe von vorgefertigten Bauteilen hinsichtlich Transportes und Montage. Die Unterteilung eines Gebäudes in Elemente hat einen wesentlichen Einfluss auf die Konstruktion und Fügungen von Bauteilen und nicht zuletzt auf die Gestaltung. Änderungen in einem fortgeschrittenen Planungsstadium bedeuten aufwendige Umplanungen und gehen vielfach mit Termin- und Kostenüberschreitungen einher.

Projektverständnis und interdisziplinäre Zusammenarbeit

Das Verstehen und der Austausch von Informationen der Planungsbeteiligten der einzelnen Disziplinen sind Schlüsselaspekte für Projekte im vorgefertigten Holzbau. Hierfür werden zukünftig geeignete Hilfsmittel benötigt, die projektspezifisch die eindeutige Kommunikation und die Bedeutungszuweisung unterstützen. Diese notwendige interdisziplinäre Zusammenarbeit ist in der praktischen Umsetzung jedoch weniger weit etabliert als gewünscht (*H. Kaufmann et al., 2020*). Hierfür ist mehr als nur methodische Kompetenz notwendig. Ohne die persönlichen Eigenschaften der Mitarbeitenden im Projekt scheitern interdisziplinäre Teams. Auch die eindeutige Kommunikation mit den Auftraggebenden in Entscheidungsfindungsprozessen ist entscheidend für einen reibungslosen Prozessverlauf (*Geier, 2018*).

Gleiche Darstellungstiefe der Planungsbeteiligten

Das Forschungsprojekt leanWOOD kommt zu der Erkenntnis, dass die Definition eines Detaillierungsgrads im Holzbau-Planungsprozess in Abhängigkeit der Projektreife das gemeinsame Projektverständnis erleichtert (*Kaufmann et al., 2017, S. 14*). Die Reduktion notwendiger Informationen erleichtert die Verständlichkeit und Kommunikation im Projektablauf. Die Informationstiefe entwickelt sich mit Fortschreiten des Projekts. Zu Beginn des Projekts ist eine vereinfachte Darstellung ausreichend: Beispielsweise reicht im Vorentwurf oder einem frühen Entwurfsstadium die Darstellung einer mehrschichtigen Wand allein durch deren Außenlinien. Dabei sollte die Wandstärke realistisch gewählt sein und die Gesamtstärke der Schichten berücksichtigen (*Kaufmann et al., 2017, S. 14*).

Die Vorgabe der LOD (Level of Development) im BIM-Abwicklungsplan (BAP) setzt einheitliche Fertigstellungsgrade für die Planungsbeteiligten für Phasen im BIM-Prozess fest. Die Vorgabe der Spezifikation der Modellinhalte erfordert ein Durchdenken von Geometrie und integrierten Informationen, auf welche die Projektbeteiligten bei der Verwendung des Modells in der jeweiligen Projektphase angewiesen sind. Im Rahmen der vorliegenden Forschungsarbeit wurden im Kontext des BIMwood Referenzprozess, als optimierten Prozess für den vorgefertigten Holzbau, spezifische Definitionen der LOG (Level of Geometry) und LOI (Level of Information) (vgl. Kapitel 2.1) erarbeitet.

Erhalten der Informationen über alle Leistungsphasen

leanWOOD (*Kaufmann et al., 2017*) beschreibt, dass Kommunikation unter »lean« Prinzipien auf Wissen und Erfahrung baut, die konstant in den Prozess eingebracht und geteilt werden. Kröger formuliert, allerdings ohne direkten Bezug auf den vorgefertigten Holzbau, dass sich in der Vergangenheit gezeigt hat, dass die Informationsbrüche an den Schnittstellen zwischen Planung, Ausführung und Betrieb häufig eine mangelbehaftete Bauqualität zur Folge haben (*Kröger, 2018*). "Oftmals wird ein GU [Anm. der Verf.: Generalunternehmer] mit der Ausführungsplanung beauftragt, was einen Wechsel der Planenden zwischen Entwurfs-/Genehmigungsplanung und Ausführungsplanung nach sich ziehen kann." (*Kröger, 2018, S. 78*)

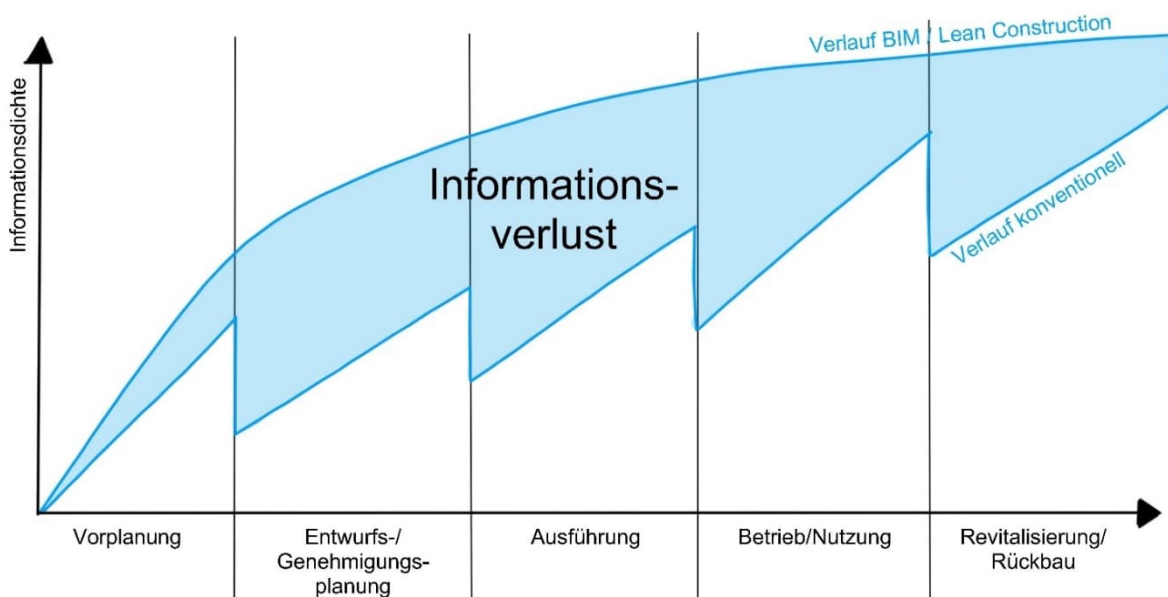


Abbildung 2-3: Informationsverlauf konventionell vs. BIM (nach Kröger, 2018, S. 78)

Im Planungsprozess für den vorgefertigten Holzbau muss frühzeitig Holzbauwissen einfließen, da wesentliche Entscheidungen und Detailtiefen in früheren Planungsphasen erforderlich werden als bei anderen Bauweisen (*Kaufmann et al., 2017, S. 9*). Im BIM-Modell und einer gemeinsamen Kollaborationsplattform (Common Data Environment, CDE) können diese Informationen einfließen und bleiben für die weiteren Planungsphasen erhalten. Um die Daten nutzbar zu machen, muss zwischen wichtigen und unwichtigen Informationen unterschieden werden. Zudem müssen

die Daten leicht verständlich aufbereitet sein. Das bedingt eine Standardisierung des Informationsgehalts unter Berücksichtigung des jeweiligen Anwendungsfalls und der betrachteten Phase für den Holzbau (Kröger, 2018).

Die Abbildung 2-4 fasst die zuvor beschriebenen Synergien der Holzbauplanung und des Building Information Modeling zusammen. Die grün hervorgehobenen Punkte bilden dabei die Planungsschritte ab, die den Holzbau wesentlich von Planungsprozessen anderer mineralischer Bauweisen unterscheidet.

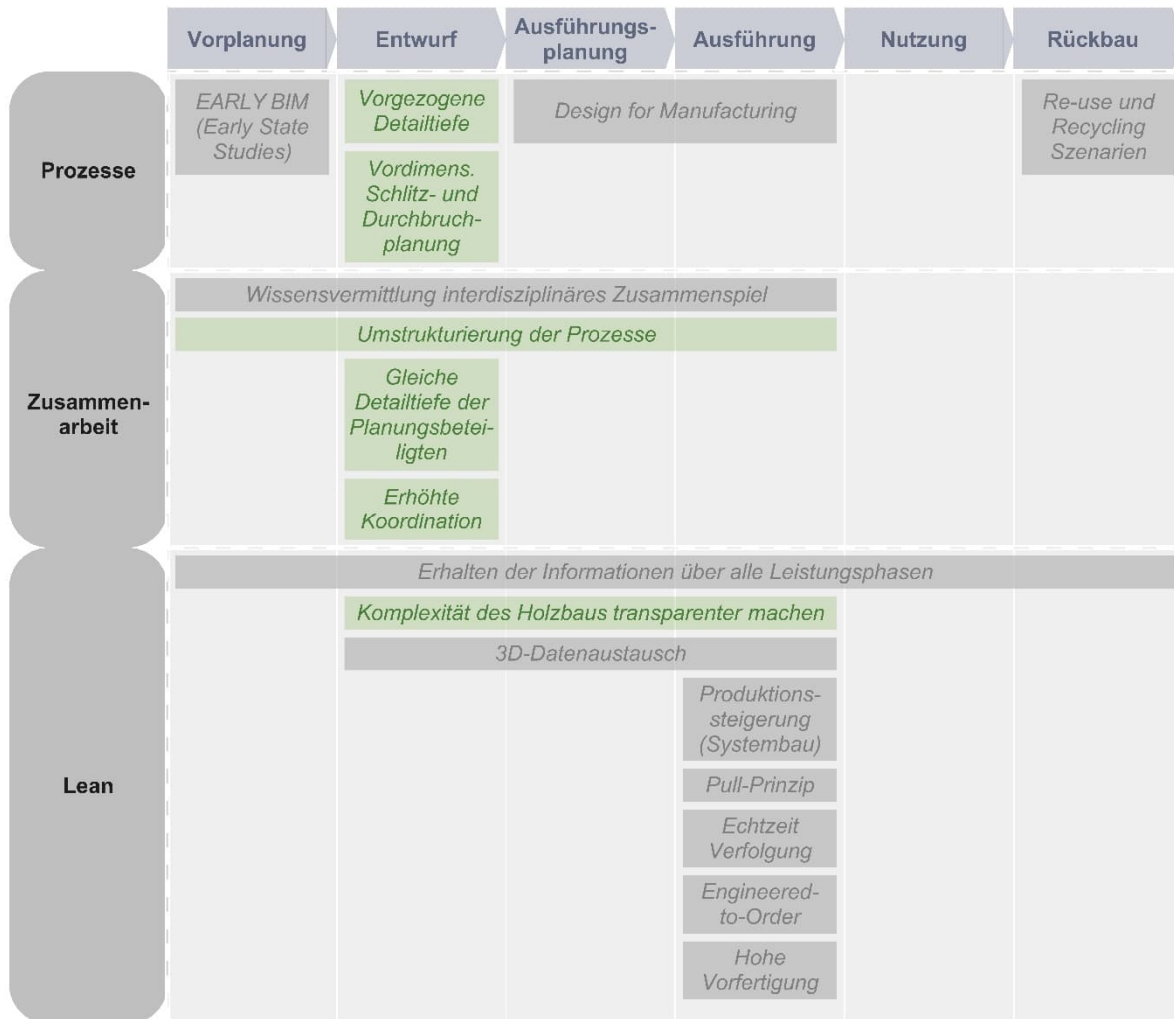


Abbildung 2-4: Chancen und Nutzen von BIM für den Holzbau

Für das Forschungsprojekt BIMwood ergab sich die Fragestellung, wie die Ergebnisse des Forschungsprojekts leanWOOD (Kaufmann et al., 2017) in die konkrete Umsetzung bei Anwendung der BIM-Methode in Holzbauprojekten einfließen können. Aufbauend auf dem Überblick, der in diesem Kapitel dargestellt wird, wurden die holzbauspezifischen Anforderungen der Planung in den BIMwood-Referenzprozess (vgl. Kapitel Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden. integriert und spiegeln sich in den Rollen sowie in den Modellierungsvorschlägen und im Informationsmanagement (Kapitel 6 und 7) wider.

3 Projektmanagement

Projekt- management

03

- Auftraggeberinformationsanforderungen AIA und BIM Ziele für den Holzbau
- BIM Abwicklungsplan BAP in puncto Holzbau

BIM-gestützte Projekte orientieren sich weitestgehend an den Abläufen konventioneller Planungsabläufe. Zu Anfang eines Projektes muss die Anwendung der BIM-Methode geplant werden. Im ersten Schritt werden die Auftraggeberinformationsanforderungen beschrieben welche anschließend in einem BIM-Abwicklungsplan konkretisiert werden. In vorliegendem Kapitel liegt der Fokus auf die holzbauspezifischen Fragestellungen im Projektmanagement von BIM.

3.1 Auftraggeberinformationsanforderungen AIA

Auftraggeber:innen beabsichtigen mit dem Einsatz von BIM im Planungsprozess vorwiegend eine höhere Planungssicherheit und die effizientere Erreichung von Projektzielen. Dabei dienen BIM-Modelle immer bestimmten Zwecken, um die Zielsetzung der Auftraggebenden umzusetzen. Die projektspezifischen BIM-Ziele werden von den Auftraggebenden in den Auftraggeberinformationsanforderungen (AIA) konkret formuliert. Die AIA beschreiben die von Auftragnehmer:innen zu erbringenden Leistungen unter der Verwendung von Building Information Modeling, meist in Form von BIM-Anwendungsfällen.

Innerhalb des Forschungsprojekts BIMwood wurde die Fragestellung „Gibt es holzbauspezifische BIM-Ziele und AIAs?“ untersucht.

Die im Folgenden identifizierten BIM-Ziele für den Holzbau basieren zum einen auf den Erkenntnissen aus leanWOOD (vgl. Kapitel 3.1). Darüber hinaus wurden die Ergebnisse der Zusammenarbeit der Praxispartner:innen mit Hilfe konkreter Fallbeispiele (Mock-ups) vom Forschungsteam analysiert und als Ziele für einen optimierten Planungsprozess formuliert. Die daraus gewonnen Erkenntnisse werden im weiteren Projektverlauf durch Expert:innenrunden validiert. Im Unterschied zur mineralischen Bauweise stützen sich die BIM-Ziele in der Holzbauplanung auf die frühzeitige Integration der Holzbaukompetenz sowie auf die Anwendung der holzbauspezifischen Modellierung.

Ziele:

Bessere Kommunikation & Schnittstellenkoordination im vorgefertigten Holzbau

- BIM als Methode zur integralen digitalen Planung im Holzbau
- BAP (BIM-Abwicklungsplan) als Methode zur Strukturierung der Planungsprozesse im vorgefertigten Holzbau
- Transparenz & Fehlerkultur

Mehrfachnutzung erfasster Daten & Vermeidung von Schnittstellenbrüchen (Informationsverlusten) für den vorgefertigten Holzbau

- Datenaustausch Fachplaner:innen / Bereitstellung und Nutzung von Informationen
- BIM-basierte Modellübergabe an das Holzbauunternehmen

Qualitätssicherung (Kollisionsprüfung und Fehlervermeidung)

- BIM-Planungsprozess ermöglicht ein besseres Qualitätsmanagement und führt zu einer besseren Qualitätssicherung, die insbesondere durch den hohen Vorfertigungsgrad des Holzbaus einen Mehrwert bedeutet

Holzbauspezifische Modellierung

- 3-Schichten-Modell (durch Objektplanung)
- Modellierung des Tragwerksmodells (durch TWP)

Integration Holzbaukompetenz

- Konzeptionelle Überprüfung der Prinzipien der Vorfertigung und Elementierung in den Planungsphasen
- Konzeption von Montageabläufen und Wetterschutz für die Bauphase

Weitere holzbbauspezifische BIM-Ziele:

- Modellbasierte Mengenermittlung und Kostenermittlung und Grundlage für Angebotsabgabe durch Holzbauunternehmen
- Nutzung des Bauwerksinformationsmodells für Bewirtschaftung, Umbau und Rückbau

Neben den BIM-Zielen behandeln die AIA eine detaillierte Beschreibung der Daten und Informationen, welche im Zuge der Planung und Ausführung eines Bauwerks von den Auftragnehmer:innen gefordert werden. Basierend auf den AIA wird der BIM-Abwicklungsplan (BAP) entwickelt, der die konkrete Umsetzung der AIA beschreibt.

3.2 BIM-Abwicklungsplan BAP

Der BIM Abwicklungsplan (BAP, englisch: BEP - BIM Execution Planning) ist eine projektbezogene Zusammenfassung aller Aktivitäten der Projektbeteiligten in Bezug auf BIM. Im BAP wird aus Sicht der Auftragnehmer (Projektbeteiligten/ Planungsbeauftragten) beschrieben, welche spezifischen Schritte geplant werden, um den Vorgaben des Auftraggebers, festgelegt in den AIA, zu entsprechen.

Diese Organisationsregeln legen die Zusammenarbeit der Projektbeteiligten fest und umfassen alle Vorgaben zu allen BIM-bezogenen Inhalten, Strukturen, Prozessen und Rollen. Im BAP wird definiert, welche Anwendungen und Prozesse erforderlich sind, welchem Zweck diese dienen und welche Leistungen in den einzelnen Planungsphasen zu erbringen sind.

Der BAP ist ein Dokument, das die Informationspflichten regelt und Anforderungen an das Informations-Management festlegt. Es bildet die Grundlage für die Überprüfung der zu liefernden Dokumente auf Vollständigkeit. Mustervorlagen für BAP sind u.a. BIM4Infra (*Liebich et al., 2019*) und SIB Sachsen (*SIB, Golaszewski, 2020*)

Notwendige Festlegungen für einen BAP sind (*Bormann et al., 2018*):

- BIM – Ziele
- BIM Anwendungsfälle in den einzelnen Projektphasen
- Aufgaben und Verantwortlichkeiten (Rollen)
- Qualitätssicherung
- Koordinations- und Kommunikationswesen (Modellstruktur und Modellinhalte)
- Technologien (Datenumgebung, Softwarewerkzeuge, Datenaustausch und -übergabe)

Weitere notwendige Festlegung betreffen:

- Projektstrukturen (Organisation)
- Prozesse und Anforderungen an die Zusammenarbeit der Beteiligten (Strategie der Zusammenarbeit)
- digitale Liefergegenstände und Lieferzeitpunkte

Der BIM Abwicklungsplan ist mit den projektspezifischen Standards und Richtlinien gekoppelt und für alle Projekt beteiligten Gruppen verbindlich. Während des gesamten Ablaufes eines Projektes soll der BAP fortgeschrieben werden, um u.a. neue Erfahrungen, Erkenntnisse und technologische Neuerungen integrieren zu können.

Im Rahmen des Forschungsprojekts BIMwood wurde die Fragestellung untersucht, ob der BAP holzbauspezifische Inhalt (Beetz et al., 2020)e integriert und somit auch Holzbaukompetenz erfordert. Diese Frage wurde zunächst wie folgt beantwortet, wird jedoch im weiteren Verlauf des Forschungsprojekts mit einem Expertenteam detaillierter untersucht. Da sich der BAP aus den AIA und den ggf. holzbauspezifischen BIM-Zielen entwickelt, erfordert die Erstellung des BAP Wissen

um den Holzbau. Für einen BAP gibt es keine einheitlichen Vorlagen. Die Vorgaben des BAP haben ggf. Auswirkungen auf die gesamte Planung mit BIM und diese sollten für Projekte in Holzbauweise mit Holzbaukompetenz (vgl. Kapitel 4.2) im Planungsteam getroffen werden.

4 Rollen und Kompetenzen

Rollen und Kompetenzen

04

- Rollen und Verantwortlichkeiten
- Darstellung im holzbauspezifischen Prozess
- Holzbaukompetenz

Für jede komplexe Planungsaufgabe ist es notwendig, die beteiligten Rollen und deren Kompetenzen vor dem Beginn der Planung zu definieren und Schnittstellen zu klären.

In diesem Kapitel werden die notwendigen Akteur:innen und die ihnen zugewiesenen Rollen identifiziert. Weiterhin werden Vorschläge zur Integration der holzbauspezifischen Kompetenz der beteiligten Akteur:innen im Planungsprozess vorgestellt.

4.1 Rollen und Verantwortlichkeiten

Die Beschreibung der BIM-Rollen und Verantwortlichkeiten baut auf den Definitionen der *VDI 2552 Blatt 1, 2020* auf.

Die beschriebenen Rollen entsprechen nicht zwangsläufig einzelnen Unternehmen oder Personen im Projekt. Es ist möglich, dass ein Unternehmen/ eine Person mehrere Rollen übernehmen kann. So können z.B. die Objektplaner:innen (Architekt:innen) auch Brandschutzplaner:innen sein oder die Tragwerksplaner:innen verantworten die Holzbauplanung. Die Verteilung der Rollen auf die beteiligten Akteur:innen ist somit immer projektspezifisch.

Die im folgenden beschriebenen Verantwortlichkeiten der einzelnen Akteur:innen benennen die Pflichten der Beteiligten und wer für welche Angaben und Informationen verantwortlich ist. Dies schließt auch die Verantwortung für die Geometrie und Informationen im Gesamtmodell mit ein. Konkret bedeutet dies z.B.: Wenn die Fachplaner:in A für eine bestimmte Information verantwortlich ist und diese nicht selbst in das Fachmodell B einarbeitet, behält sie trotzdem die Verantwortung für die Richtigkeit der Information im Fachmodell B. Dies muss durch die Prüfung des Fachmodells B durch die Fachplaner:in A sichergestellt werden.

4.1.1 Informationsmanagement (BIM-Management)

Das Informationsmanagement befasst sich mit den von den Auftraggebenden definierten Zielen und erstellt die AIA (Auftraggeber-Informationen-Anforderungen) mit den erforderlichen Daten, Informationen und Anwendungsfälle des BIM-Planungsprozesses. Die Rolle des Informationsmanagement verantworten die Auftraggeber:innen. Die Rolle kann dabei vom Auftraggebenden selbst, oder von einem weiteren Akteur besetzt werden. Weiterhin überprüft das Informationsmanagement die Einhaltung der AIA und die Umsetzung des BAP im Projektverlauf.

4.1.2 Informationskoordination (BIM-Koordination)

Die Informationskoordination erstellt in Zusammenarbeit mit den Fachplaner:innen den BAP (BIM-Abwicklungsplan) als Antwort auf die AIA und stimmt diesen mit dem Informationsmanagement ab. Die Informationskoordination führt die Prüfung und Koordination des Architekturmodells mit den Fachmodellen durch. Sie dokumentieren und kommunizieren die Ergebnisse an die an der Planung Beteiligten. Diese Rolle wird vorzugsweise durch die Objektplanung ausgeführt, da hierdurch nicht nur die technische Umsetzbarkeit der BIM-Prozesse, sondern auch die planerischen Aspekte der Bauaufgabe berücksichtigt und zusammengeführt werden können.

4.1.3 Objektplanung (Architektur)

Die Objektplaner:innen (Architekt:innen) verantworten die Objektplanung der jeweiligen Bauaufgabe. Sie koordinieren die Fachplanungen und führen die Kommunikation im Planerteam in enger Abstimmung mit den Informationskoordinator:innen. Die Informationsautor:innen (BIM-Autor:in) des Objektplanenden erstellen die jeweiligen Architektur-Fachmodelle gemäß den Anforderungen aus den AIA und dem BAP.

4.1.4 Holzbauplanung

Die Holzbauplanung wurde als Rolle eingeführt, um die Belange des Holzbaus in die Planungsphase zu integrieren und somit ein Re-Design in späten Leistungsphasen zu vermeiden (vgl. Kapitel 2.3). Die Holzbauplanung beschreibt die holzbauspezifischen Kompetenzen die den einzelnen Akteur:innen im Planungsteam zu eigen sein müssen (siehe Kapitel 4.2). Sind die Kompetenzen im Planungsteam nicht oder nur teilweise vorhanden, muss die fehlende Holzbaukompetenz ergänzt werden: entweder für bestimmte Fachbereiche oder für das Gesamtprojekt. Hierfür bieten sich verschiedenen Szenarien an: Das Hinzuziehen der Holzbauplaner:in/ Holzbauingenieur:in als eigene Fachdisziplin (*Kaufmann et al., 2017, S. 12–13*), die frühe Integration des Holzbauunternehmens durch Vergabe in früher Planungsphase (*Kaufmann et al., 2017, S. 26*) oder eine Umsetzung von Bauteammodellen (*Kaufmann et al., 2017, S. 30–33*).

4.1.5 Tragwerksplanung

Die Tragwerksplaner:innen dimensionieren und modellieren die Tragkonstruktion des Gebäudes als Informationsautor:in. Die Holzkonstruktion wird dabei in enger Abstimmung mit denjenigen Personen, welche die holzbauspezifischen Kompetenzen im Planungsteam repräsentieren (siehe 4.1.4) geplant und modelliert.

4.1.6 TGA-Planung (Technische Gebäudeausrüstung)

Die Informationsautor:innen (BIM-Autor:innen) des TGA-Planungsteams erstellen die notwendigen TGA Fachmodelle gemäß den Vorgaben der AIA und des BAP. Üblicherweise wird für jedes technische System ein eigenes Modell erstellt und es erfolgt keine Trennung nach Geschossen.

4.1.7 Bauphysik (Wärme- und Schallschutz)

Die Bauphysiker:innen erstellen den Bauteilkatalog und verantworten die Implementierung der wesentlichen bauphysikalischen Eigenschaften in das vereinbarte Fachmodell. In der Regel werden die Informationen in das Modell der Objektplanung (Architektur) integriert oder über einen Parameter verlinkt. Diese Parameter werden im BAP (Merkmalliste) vor Planungsbeginn definiert. Dafür stehen z.B. folgende Möglichkeiten zur Verfügung:

- Einarbeitung der Daten in die Bauteile im Fachmodell der Objektplanung (Architektur) z.B. mit Hilfe einer Datenbank oder eine Verlinkung
- Einarbeitung der Daten durch den Objektplanenden (Architekt:innen) und Prüfung auf Richtigkeit und Vollständigkeit durch die Bauphysiker:innen.

Die erste Variante ist der zweiten vorzuziehen, da hier die Schnittstellen und die Verantwortung klar definiert sind. Eine weitere Möglichkeit die Daten aus dem Bauteilkatalog mit den jeweiligen Bauteilen zu verknüpfen ist, einen Verweis auf die Daten in das jeweilige Bauteil einzufügen. Dabei werden nicht die Daten selbst in das Modell eingetragen, sondern eine Verlinkung oder ein Verweis auf das zugehörige Dokument. Dies kann z.B. über die Kennzeichnung der entsprechenden Bauteilkatalognummer in das Bauteil erfolgen. So müssen bei einer Aktualisierung der Eigenschaften eines Bauteils durch die Bauphysiker:innen im Modell keine bzw. nur die relevanten Angaben (wie Dimension und Lage) angepasst werden, da die Katalognummer unverändert bleibt. Die Verantwortung über die Qualität der Daten und den Zeitpunkt der Einarbeitung liegt in jedem Fall beim Erstellenden der Informationen und somit bei den Bauphysiker:innen.

4.1.8 Holzbauunternehmen

Das ausführende Holzbauunternehmen erhält in der Regel nach Fertigstellung der Planung durch die Planungsbeteiligten und deren Zusammenführung im Rahmen der Ausschreibungsunterlagen die relevanten Fachmodelle als Grundlage für die Abgabe eines Angebots. Im Idealfall kann das Holzbauunternehmen die Modelle als Grundlage für die Fertigung nutzen.

Darüber hinaus besteht die Möglichkeit das Holzbauunternehmen frühzeitig in die Planung zu integrieren. In diesem Fall kann das Holzbauunternehmen Teile der Holzbauplanung übernehmen (siehe 4.1.4.). Bei dieser Vorgehensweise können die spezifischen Anforderungen des ausführenden Unternehmens frühzeitig in die Planung integriert werden und bewirken möglicherweise ein effizienteres Vorgehen. Gleichzeitig können in Absprache mit dem Holzbauunternehmen die planerischen Grundlagen so definiert werden, dass diese in die Arbeitsvorbereitung des Holzbauunternehmens einfließen können. Dafür kann ein Holzbauunternehmen – unabhängig von seiner späteren Beauftragung – in beratender Funktion und mit entsprechender Honorierung in das Planungsteam integriert werden. Während private Auftraggeber:innen hier relativ frei agieren und die Beauftragung der Holzbauunternehmen frei verhandeln können, sind öffentliche Auftraggebende an die nationalen bzw. an die europäischen Vergaberichtlinien gebunden. Zwar ist eine Beteili-

gung der beratenden Firma im weiteren Verfahren bei entsprechender Offenlegung der Beratungsleistung durchaus möglich, jedoch ist dabei die Komplexität des Vergaberechts zu berücksichtigen. Eine weitere Möglichkeit der frühzeitigen Integration des Holzbauunternehmens besteht in Form einer Leistungsbeschreibung mit Leistungsprogramm (funktionale Ausschreibung). Auch hier gilt: während private Auftraggeber:innen die Art der Ausschreibung frei wählen können, unterliegen die öffentliche Auftraggebenden auch hier den Regeln der Vergabeordnung. Darüber hinaus muss diese Art der Ausschreibung kritisch betrachtet werden. Sie birgt einige Risiken, insbesondere die Gefahr der wirtschaftlichen Optimierung durch den Unternehmer zu Lasten der Gestaltungs- und Ausführungsqualität. Die Problematik samt entsprechender Handlungsanweisungen für die beschriebenen Anwendungsszenarien sind in der leanWOOD Broschüre zusammengefasst (*Kaufmann et al., 2017, S. 26–29*) und werden im Forschungsbericht ausführlich beschrieben.

4.2 Holzbaukompetenz

Im Verlauf des Forschungsprojekts BIMwood wurde die Notwendigkeit einer differenzierten Beschreibung des Begriffs „Holzbaukompetenz“ deutlich. Hintergrund war die Zuweisung der verschiedenen Rollen für die einzelnen Akteure (vgl. Kapitel 4.1). Für den vielfach verwendeten Begriff existiert derzeit weder eine einheitliche Definition noch eine differenzierte Betrachtung.

Kompetenz (lat. *Competentia*) wird definiert als „Zusammentreffen“ (Duden, 2017) und kann folgendermaßen beschrieben werden: „Verbindung von Wissen und Können in der Bewältigung von Handlungsanforderungen“ (Duden, 2017) kann. Demnach beschreibt der Begriff Holzbaukompetenz eine Leistungsfähigkeit aus anwendungsorientierter Sicht, die Themen Planen und Bauen mit dem Werkstoff Holz betreffend. Eine Konkretisierung der Themen- bzw. Handlungsfelder, die diese Kompetenzen betreffen, wurde im Rahmen des Forschungsprojekts wie folgt festgelegt:

4.2.1 Allgemeine Holzbaukompetenz

Die allgemeine Holzbaukompetenz beschreibt das Wissen um das Bauen mit Holz hinsichtlich des Materials, der Vorfertigung, der notwendigen Planungsprozesse und die damit einhergehenden Unterschiede zu mineralischen Bauweisen. Dabei verlangt die allgemeine Holzbaukompetenz keine (fach-) spezifisches Wissen das mit der „Bewältigung einer Handlungssituation einhergeht“ (*Kaufhold, 2006, S.22*), sondern eine Informiertheit, die beispielsweise beinhaltet, dass durch den hohen Vorfertigungsgrad des Holzbaus, die Planungsphase umfangreicher ist und länger dauert; ferner beinhaltet allgemeine Holzbaukompetenz eine Aufgeklärtheit darüber, dass im Planungsprozess eines vorgefertigten Holzbaus keine baubegleitenden Planungen oder Änderungen möglich sind, weil diese einerseits das Prinzip der Vorfertigung konterkarieren und mit terminlichen und wirtschaftlichen Einbußen einhergehen.

4.2.2 Holzbaukompetenz der Planenden

Während die Fachplanenden Expert:innen für spezialisierte Planungsbereiche sind, ist die Planung der Objektplaner:innen (Architekt:innen) übergreifend. Die Holzbaukompetenz der Planenden beschreibt die Kompetenz der an Planungsprozess aktiv beteiligten Objektplaner:innen und Fachplanenden. Die Holzbaukompetenz der Planenden beinhaltet dabei das für die jeweilige Disziplin notwendige Wissen und setzt voraus, dass die Besonderheiten des Baustoffs Holz und die damit verbundenen Konsequenzen für die fachspezifische Planung bekannt sind und angewendet werden. Darüber hinaus verlangt sie nach entsprechender Berücksichtigung der relevanten Aspekte, die für einen optimierten Planungsprozess im Holzbau notwendig sind (H. Kaufmann et al., 2017).

4.2.3 Prozessspezifische Holzbaukompetenz

Prozessspezifische Holzbaukompetenz beinhaltet fertigungsrelevantes Wissen, wie Arbeitsvorbereitung, Transport, Zuschnitt, Elementierung und Montage. Es impliziert die Kenntnis der Planungs- und Ausführungskette, die bei den ausführenden Unternehmen liegt. Das Berufsbild von Holzbauingenieuren und Holzbauingenieurinnen beinhaltet diese Kompetenz, die als Teil des Planungsteams einen Mehrwert für einen ungestörten Planungsverlauf haben kann (Kaufmann et al., 2017, S. 12-13). Je größer der Anteil dieser prozessspezifischen Kompetenz im Planungsteam, desto besser für den optimalen Planungsablauf eines Holzbauprojektes.

Im weiteren Projektverlauf des Forschungsprojekts BIMwood werden diese Beschreibungen zur Diskussion gestellt. Diese Diskussion erfolgt insbesondere mit Blick auf die Fragestellung, welche der dargestellten Holzbaukompetenz die jeweiligen Rollen im BIMwood Planungsprozess haben müssen.

5 BIMwood Referenzprozess



BIM Referenzprozesse dienen der Abbildung eines idealtypischen BIM Projektablaufs, der vielfach entlang eines konkreten Bauvorhabens entwickelt wird und als Grundlage für weitere Prozesse dient. Referenzprozesse bieten damit eine Grundlage, die eine schnelle und effektive Prozessmodellierung im Rahmen weiterer Vorhaben ermöglicht. Bestehende BIM Referenzprozesse haben sich entlang der Abläufe des mineralischen Bauens entwickelt, welche die spezifischen Anforderungen des vorgefertigten Holzbaus nicht berücksichtigen. Im Rahmen des Forschungsprojekts BIMwood wurde ein BIMwood Referenzprozess entwickelt, der in diesem Kapitel vorgestellt wird.

In einer ersten Gegenüberstellung der BIM Prozessabläufe vorgefertigter Holzbauten wurden zunächst keine grundsätzlichen Abweichungen bezüglich des Gesamtablaufs zu bestehenden BIM-Referenzprozessen festgestellt. Jedoch definiert der BIMwood Referenzprozess neben den Informationsanforderungen die Informationstiefe in den unterschiedlichen Planungsphasen unter Berücksichtigung der Spezifika des Holzbaus. An die in Kapitel 4 vorgestellten Akteure und den ihnen zugewiesenen Rollen werden im folgenden Aufgaben und Verantwortlichkeiten verteilt und Schnittstellen geklärt. Der BIMwood Referenzprozess unterstützt damit eine optimierte integrale Planung und Koordination vorgefertigter Holzbauprojekte und stellt eine Weiterentwicklung der BIM-Methodik und BIM-Technologien im Bereich des industrialisierten Holzbaus dar.

Für das Forschungsprojekt BIMwood wurde der BIMwood Referenzprozess entwickelt. Dieser bietet die Möglichkeit, die im Verlauf des Forschungsprojekts erarbeiteten Ergebnisse darzustellen. Für die Beschreibung und Definition des BIMwood Referenzprozesses sind die Festlegungen zu den Rollen und Verantwortlichkeiten (vgl. Kapitel 4.1) zu beachten.

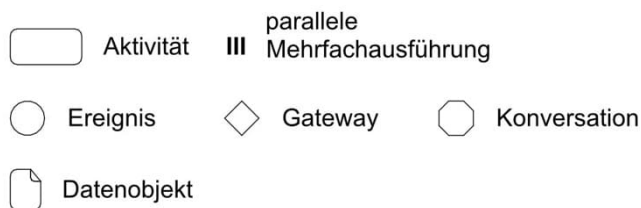
Der BIMwood Referenzprozesses wird für die verschiedenen Planungsschritte aufgeteilt dargestellt. Dies ermöglicht eine übersichtliche Darstellung der Abfolge des Referenzprozesses in Bezug zu den Planungsphasen.

Der BIMwood Referenzprozess kann als Basis für die Definition eines projektabhängigen Ablaufs dienen und muss dafür jeweils spezifisch angepasst werden.

Der BIMwood Referenzprozess wurde in Workshops gemeinsam mit den Praxispartnern:innen erarbeitet. Im nächsten Schritt wurde er formalisiert und mit BPNM (Business Process Model and Notation) dargestellt (Abbildung 5-1 und Abbildung 5-3). Business Process Model and Notation

(BPNM) ist eine grafische Spezifikationsprache aus dem Bereich der Wirtschaftsinformatik und dem Prozessmanagement. Mit Hilfe von Symbolen werden Prozesse und Arbeitsabläufe in einer Prozesskarte modelliert und dokumentiert. Als Basis für die Darstellung der folgenden Prozesse dienen die Symbole und Vorgaben aus der Spezifikation BPNM 2.0 (White, 2004).

Die Prozesskarten sind in horizontale „Swim-Lanes“ gegliedert. Dabei wird ganz links in jeder Swim-Lane (Zeile) eine Akteur:in mit den entsprechenden Aktivitäten im Planungsprozess dargestellt. Die Leserichtung der Aktionen erfolgt von links nach rechts und zeigt so die zeitliche Abfolge im Planungsprozess. Durch die Verbindung der einzelnen Symbole durch Pfeile werden die Aktionen zu einer eindeutigen Abfolge verbunden. Die wesentlichen verwendeten Symbole für die BIMwood Prozesskarten sind in der folgenden Legende dargestellt.



Auszug Symbole BPNM 2.0 (White, 2004).

5.1 Prozess Vorplanungsphase

Die nachfolgende Prozesskarte zeigt die Abfolge der Planungsschritte in der Vorplanung. Der gesamte Planungs-Prozess wird durch die regelmäßige Kommunikation des gesamten Teams strukturiert. Die Planungspakete der einzelnen Fachplaner:innen werden parallel bearbeitet und erfolgen in Varianten. Es findet ein regelmäßiger Austausch der Arbeitsergebnisse statt. Am Abschluss der iterativen Vorplanungsphase steht die Entscheidung für eine Planungs-Variante durch die Auftraggeber:innen. Diese Variante wird im 3D-Fachmodell der Objektplanung (Architektur) modelliert. Es wird Grundlage für die Erarbeitung der im BAP definierten 3D-Fachmodelle der Fachplaner:innen in der nachfolgenden Planungsphase. Das Gesamtmodell der Vorplanungsphase besteht somit aus den Arbeitsergebnissen aller Fachplanungen (3D-Fachmodelle, 3D-Teilmodelle, Konzepte, Kataloge, Listen etc.). Es ist im BPNM der Vorplanungsphase grün markiert und umfasst die Gesamtheit aller Planungsergebnisse der beteiligten Fachplaner:innen. Es bildet den Abschluss der Vorplanungsphase. Je nach Projektart können auch weitere Fachplanungsbereiche notwendig sein.

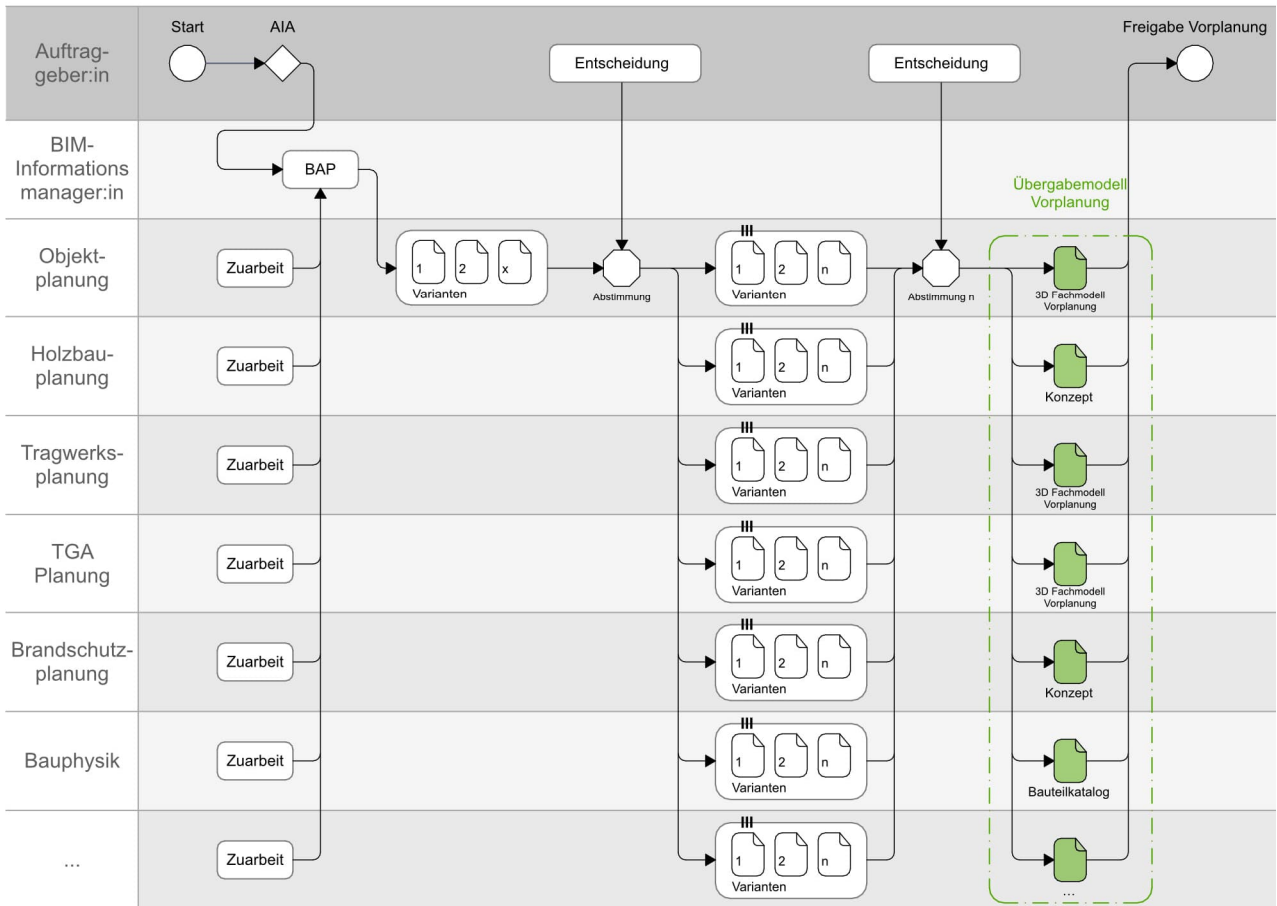


Abbildung 5-1: Referenzablauf Vorplanung

Die Inhalte der Arbeitsergebnisse der einzelnen Fachplanungen werden nachfolgend differenzierter aufgelistet.

Tabelle 5-1: Modellinhalte Ergebnis Vorplanungsphase

<p>Objektplanung (Architektur)</p>	<p>Die Objektplaner:innen erstellen im Verlauf der Vorplanungsphase ein 3D-Fachmodell. Die Modellierungstiefe zum Abschluss der Vorplanungsphase erreicht ein LOD100 und sollte folgende Angaben:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Nullpunkt und Achsraster • Koordinationskörper zur eindeutigen Verortung der Modelle in x, y und z - Richtung • Koordinaten Grundstück, Lage angrenzende Gebäude • Festlegung Höhenentwicklung Gebäude mit allen Geschossen • Geschossdecken Rohbau, Bodenplatte, Deckenplatte Dach • Räume nach Nutzungszonen und Grundflächen • Stützen und Unterzüge gemäß Vordimensionierung Tragwerksplanung • umfassende Wände Treppen Kern, ohne Türöffnungen/ Durchbrüche, ohne Treppenläufe • wesentliche statische Öffnungen • wesentliche vertikale Schächte und Trassen (als Körper modelliert) • Dimensionen gemäß der Vor-Konzepte der Fachplaner <p>Die Modellierung der einzelnen Elemente und die Fügungen dieser Elemente untereinander werden ebenfalls im BAP definiert. Ein Vorschlag über die Modellierung ist nicht Teil dieses Forschungsberichtes.</p>
<p>Holzbauplanung</p>	<p>Die Holzbauplanung erstellt ein Konzept für die Holzbaukonstruktionen in Varianten:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Definition der Holz-Bauweise • Ergebnisse der Vorplanung werden im Fachmodell der Tragwerksplanung der anschließenden Planungsphase integriert • erstes Elementierungskonzept
<p>Tragwerksplanung</p>	<p>Die Tragwerksplanung erstellt 3D-Fachmodelle (Teilmodelle) in Varianten.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Vordimensionierung der wesentlichen Bauteile unter Berücksichtigung der Holzbauplanung • Definition von statisch hochbelasteten Bauteilen/ Sperrzonen
<p>TGA-Planung</p>	<p>Die TGA-Planung erstellt 3D-Fachmodell mit folgenden Angaben.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Vordimensionierung der wesentlichen Bauteile • Größe der Technikräume • Dimension wesentlicher Schächte

Brandschutz- planung	Frühzeitiges Erarbeiten eines mit den Fachmodellen abgestimmten Brandschutzkonzeptes mit den folgenden Angaben <ul style="list-style-type: none"> • Definition Anforderungen der wesentlichen Bauteile (z.B. Feuerwiderstandsklasse REI) • Rettungswege
Bauphysik und Bauökologie	Die Bauphysik definiert die Anforderungen der wesentlichen Bauteile im Bauteilkatalog. <ul style="list-style-type: none"> • Angabe Mittlerer Wärmedurchgangskoeffizient • Wasserdampfdiffusionsverhalten • Bewertetes Schalldämm-Maß <p>Darüber hinaus erfolgt die Angabe von ökologischen Bewertungskriterien, z.B. Bewertung des Umwelteinflusses gemäß ÖNORM EN 15804</p>

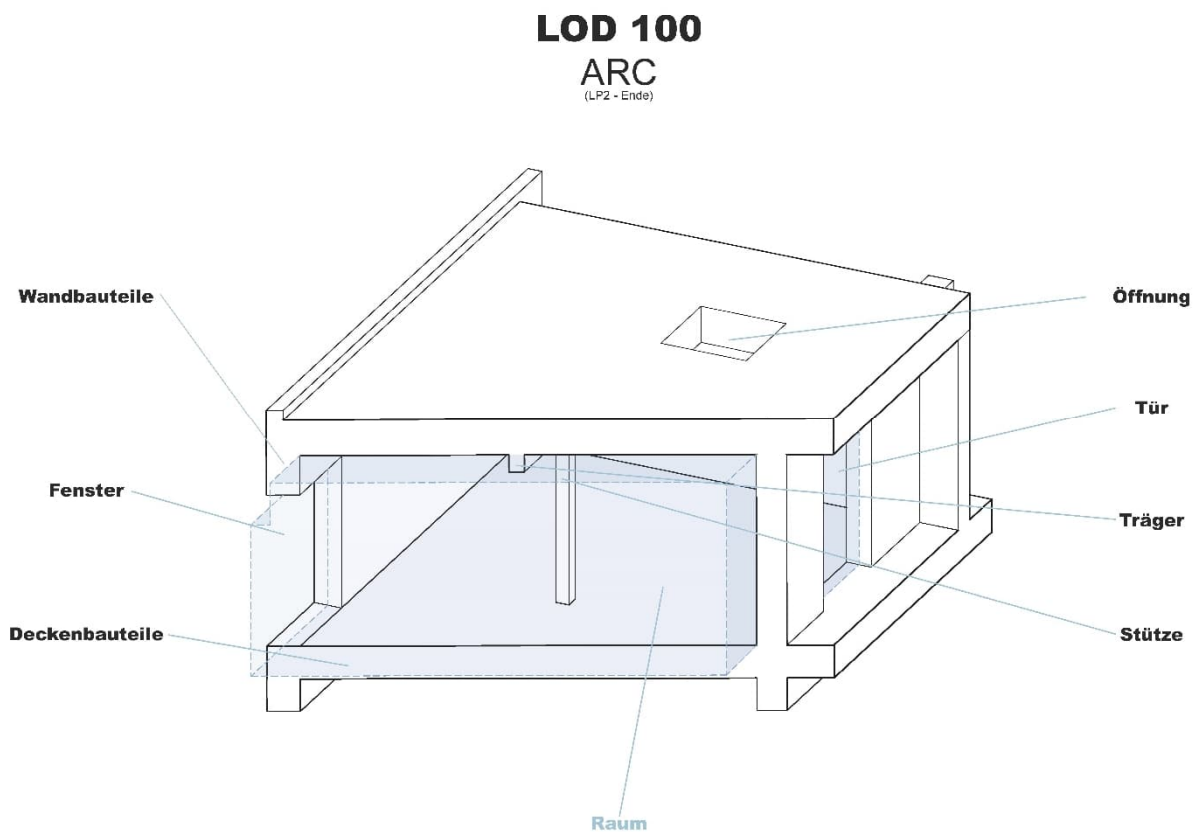


Abbildung 5-2: wesentliche Bauteile 3D Fachmodell Objektplanung Abschluss Vorplanungsphase

5.2 Referenzablauf Planungsphase

In der Planungsphase wird das Planungsprojekt in einem iterativen Prozess weiter detailliert und ausgearbeitet. In der folgenden Prozesskarte ist der Referenzablauf der Planungsphase ebenfalls mit der BPMN-Methode grafisch dargestellt. Zwischen den einzelnen Arbeitspaketen der Fachplanungen erfolgt analog der Vorplanungsphase eine regelmäßige Kommunikation, in der Zwischenergebnisse ausgetauscht, vorgestellt und Entscheidungen zum weiteren Planungsverlauf getroffen werden. Zusätzlich erfolgt ebenfalls in regelmäßigen Abständen das Zusammenführen und die Prüfung der 3D-Fachmodelle und die Prüfung des Planungsfortschritts durch das Informationsmanagement.

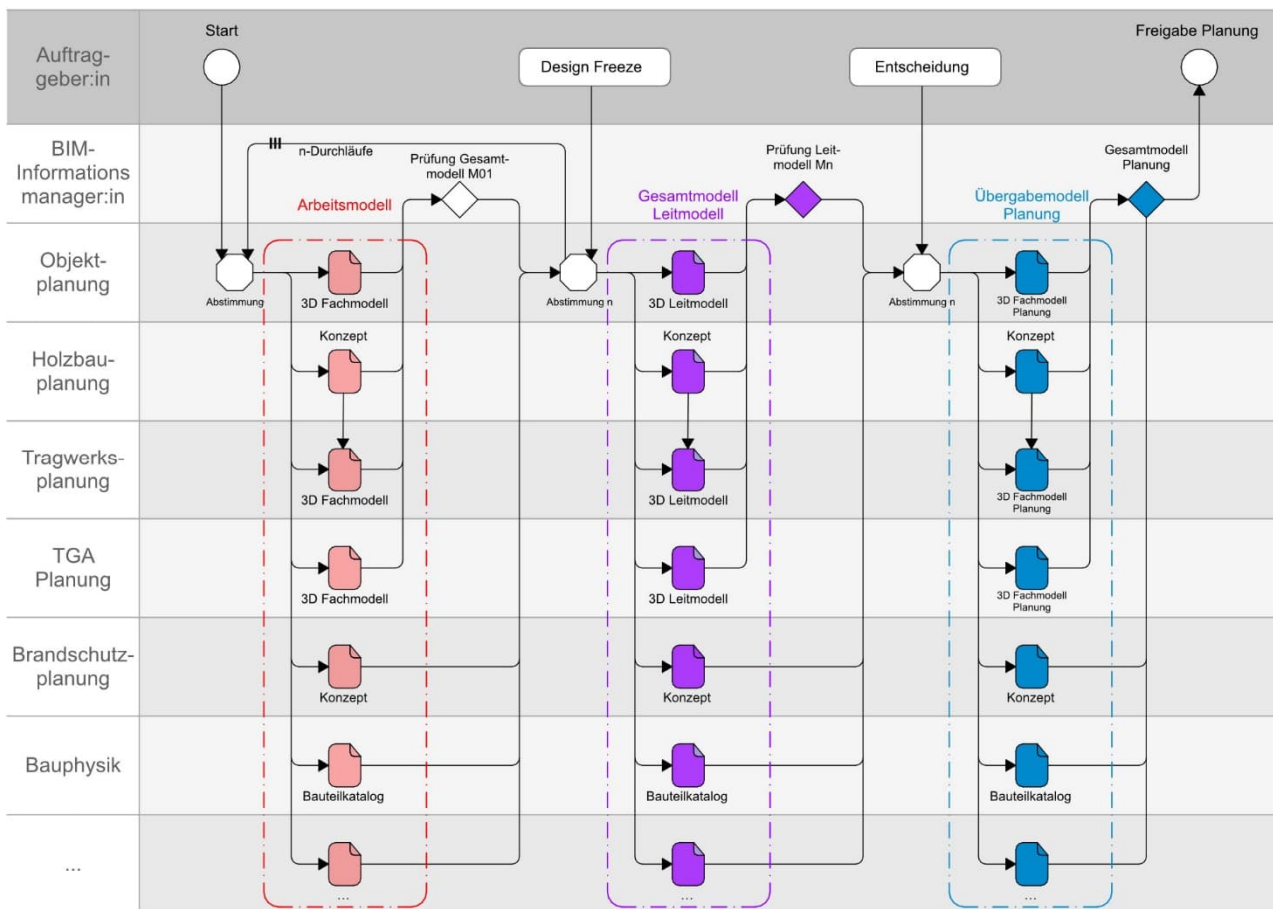


Abbildung 5-3: Referenzablauf Planungsphase

Die in der Prozesskarte dargestellten Bezeichnungen der Zwischenstände sind in der aktuellen Literatur nicht eindeutig bzw. nicht ausreichend definiert. So findet sich z.B. in der VDI 2552 keine weitere Unterteilung der einzelnen Planungsschritte. Zur besseren Nachvollziehbarkeit der Zwischenstände werden deshalb hier 3 Begriffe für die Modellphasen eingeführt:

5.2.1 Arbeitsmodell(e)

Die Arbeitsmodelle sind auf der Prozesskarte (Abbildung 5-3) in links dargestellt. Die Arbeitsmodelle stellen Zwischenstände dar und werden Schritt für Schritt durch die jeweilige Fachplanung weiterentwickelt. Die Erstellung der Fachmodelle erfolgt schrittweise analog der Reihenfolge der produzierenden Gewerke. Diese Schritte werden im Vorfeld der Planung im Zuge der Erstellung des BAP definiert und im Terminplan festgelegt. Mit dem Start der Planungsphase werden die Wände und Decken im ARC Modell als 3 Schichten Modell detailliert dargestellt und an die anderen Fachplaner:innen übergeben. Die Planungsstände werden ca. alle 2-3 Wochen ausgetauscht und durch das BIM Informationsmanagement geprüft. Die Ergebnisse dieser Prüfung werden in den Planungsprozess zurückgespielt und die Fachmodelle werden auf dieser Basis weiterentwickelt und verfeinert. So entwickelt sich der iterative Planungsprozess.

Die Fachmodelle der einzelnen Fachplanungen können entsprechend der folgenden Tabelle weiterentwickelt werden.

Tabelle 5-2: mögliche Inhalte Fachplanungen Arbeitsmodell(e)

Objektplanung (Architektur)	Eine typische Fortschreibung könnte sein: <ul style="list-style-type: none"> • tragende Bauteile, Fassade, Innenwände, Deckenbeläge, Deckenbekleidungen, Türen, Einzelräume • 3-Schichten werden schrittweise weiter ausgearbeitet
Holzbauplanung	<ul style="list-style-type: none"> • Klärung der wesentlichen Detailpunkte im Holzbau (Sockel, Deckenaufleger, Attika) • Elementierungskonzept • Konzept Montage und Wetterschutz
Tragwerksplanung	Eine typische Fortschreibung könnte sein: <ul style="list-style-type: none"> • tragende Bauteile, Bodenplatte, Fundamente, Fügungen
TGA-Planung	Für jedes technische System entsteht ein eigenes Fachmodell. Es erfolgt keine Trennung nach Geschossen. Eine typische Fortschreibung könnte sein: <ul style="list-style-type: none"> • Definition Lage und Größe Technikflächen, Platzbedarf und Verlauf Trassen, Platzbedarf und Verlauf der wesentlichen Schächte, Regelgeschoss, rohbaurelevante Durchbrüche
Brandschutzplanung	Das Brandschutzkonzept wird iterativ dem Planungsfortschritt angepasst und vertieft und umfasst Angaben zu <ul style="list-style-type: none"> • Definition Anforderungen der wesentlichen Bauteile (z.B. Feuerwiderstandsklasse REI) • Rettungswege • Verwendbarkeitsnachweise

	Die Verantwortung der Merkmale der Bauteile in den jeweiligen 3D-Fachmodellen liegt bei den Brandschutzplanenden. Dies kann über das Eintragen der Merkmale in die Modelle (z.B. über Datenbanken) erfolgen oder auch über die Prüfung der übernommenen Merkmale durch den jeweiligen Fachplanenden.
--	--

In der folgenden Darstellung wird die beispielhafte Weiterentwicklung des 3D-Fachmodells mit dem 3-Schichtaufbau in den Wand- und Deckenbauteilen zum Start der Planungsphase gezeigt. Dieses Arbeitsmodell dient als Grundlage für die Erstellung der Fachmodelle der anderen Fachplanungen.

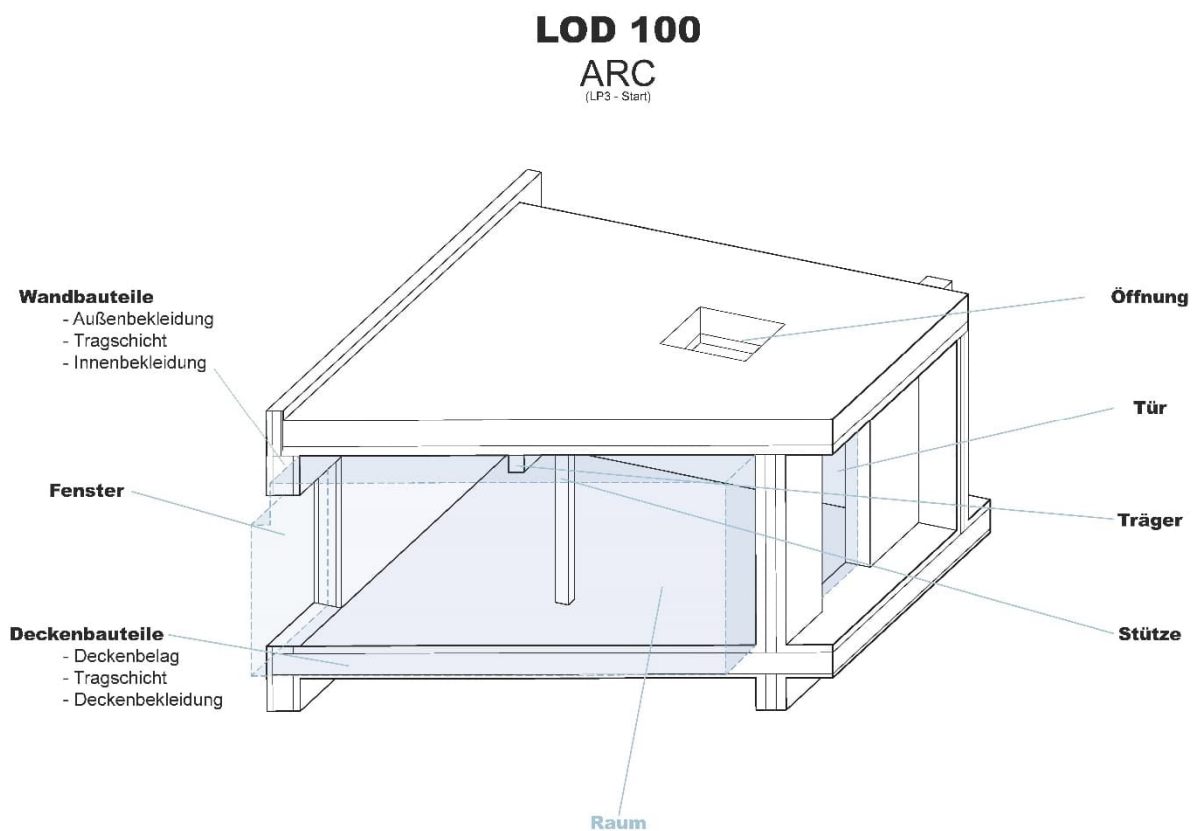


Abbildung 5-4: Teilmodell Arbeitsmodell: Fachmodell Objektplanung Start Planungsphase

5.2.2 Leitmodell

Das Leitmodell ist auf der Prozesskarte (Abbildung 5-3) mittig dargestellt. Es wird nach der Entscheidung der Bauherr:innen über den Design Freeze erstellt. Nach diesem Schritt erfolgen keine wesentlichen Änderungen in der Planung mehr. Die Fachplanungen arbeiten nach der Abgabe des Leitmodells die eigenen Abgabeleistungen für die Fertigstellung der Planungsphase weiter aus und vervollständigen diese entsprechend den Vorgaben aus dem BAP. Es finden weiterhin Abstimmungen zwischen den Fachplanungen statt, um letzte Detailfragen zu klären und abzustimmen. Das Leitmodell ist somit noch kein vollständiges Modell im Sinne der Abgabeleistung

der Planungsphase, sondern stellt einen weiteren Zwischenschritt dar. Die Definition des Zeitpunkts für die Abgabe des Leitmodells hilft den Planungsbeteiligten, die notwendigen Entscheidungen für die Fertigstellung der Planungsleistungen zu einem festgelegten Zeitpunkt zu treffen bzw. zu erhalten.

Das Leitmodell besteht aus allen Arbeitsergebnissen der beteiligten Fachplanungen.

Als Fortschreibung zu den Arbeitsmodellen können folgende Inhalte in den Fachmodellen vereinbart werden.

Tabelle 5-3: mögliche Inhalte mögliche Planungsinhalte Leitmodell

Objektplanung (Architektur)	Inhalt vorheriger Stand plus: <ul style="list-style-type: none"> • alle Bauteile LOG 200 • Fügungen der Bauteile sind systematisch dargestellt • Einarbeitung Angaben Tragwerksplanung • Einarbeitung Angaben Haustechnik • Integration abgestimmte statisch relevante Durchbrüche • Zwischenstand der Integration wesentlicher Attribute aus dem Bauteilkatalog • Zwischenstand der Integration wesentlicher Attribute aus dem Brandschutzkonzept
Holzbauplanung	<ul style="list-style-type: none"> • Fortschreibung bisheriger Stand
Tragwerksplanung	Inhalt vorheriger Stand plus: <ul style="list-style-type: none"> • tragende Bauteile mit Dimensionierungen, wesentlicher Parameter • inkl. Tragende/ Wesentliche Komponenten der Tragschicht/ Holzbau (Schwelle, Rähm, Balken) • Fügungen der Bauteile definieren
TGA-Planung	Inhalt vorheriger Stand plus: <ul style="list-style-type: none"> • Platzbedarf Trassen, rohbaurelevante Durchbrüche • Regelgeschoss / wesentliche Bereiche/ Sonderbereiche
Brandschutzplanung	Inhalt vorheriger Stand plus: <ul style="list-style-type: none"> • Fortschreibung • Einarbeitung/ Prüfung der BS Merkmale im Fachmodell Objektplanung (Architektur)
Bauphysik	Inhalt vorheriger Stand plus: <ul style="list-style-type: none"> • Fortschreibung • Einarbeitung/ Prüfung der vereinbarten bauphysikalischen Merkmale Fachmodell der Objektplanung (Architektur)

5.2.3 Übergabemodell Planung

Dies ist auf der Prozesskarte (Abbildung 5-3) in blau dargestellt. Das Übergabemodell zum Abschluss der Planungsphase enthält alle im BAP definierten geometrischen und semantischen Informationen aller Fachplaner:innen. Es besteht aus den koordinierten Teilmodellen der beteiligten Fachplanenden.

Das Übergabemodell der Planungsphase bildet die Grundlage für die Genehmigungsmodelle und die weitere Planung in der Ausführungsplanung.

Tabelle 5-4: mögliche Planungsinhalte Leitmodell

Objektplanung (Architektur)	<ul style="list-style-type: none"> • vollständiges 3D Modell als Abschluss der Planungsphase inkl. aller Bauteil-Merkmale entsprechend der Merkmalliste • alle Bauteile LOD 200
Holzbauplanung	<ul style="list-style-type: none"> • vollständiges Konzept Holzbauplanung, inkl. Elementierungs- und Montagekonzept
Tragwerksplanung	<ul style="list-style-type: none"> • vollständiges 3D Modell als Abschluss der Planungsphase inkl. aller Bauteil-Merkmale entsprechend der Merkmalliste • alle Bauteile LOD 200
TGA-Planung	<ul style="list-style-type: none"> • vollständige 3D Modelle als Abschluss der Planungsphase inkl. aller Bauteil-Merkmale entsprechend der Merkmalliste • alle Bauteile LOD 200
Brandschutzplanung	<ul style="list-style-type: none"> • vollständiges Brandschutzkonzept als Abschluss der Planungsphase
Bauphysik	<ul style="list-style-type: none"> • vollständige Bauteilkataloge und abgeschlossene Nachweise als Abschluss der Planungsphase

LOD 200 ARC

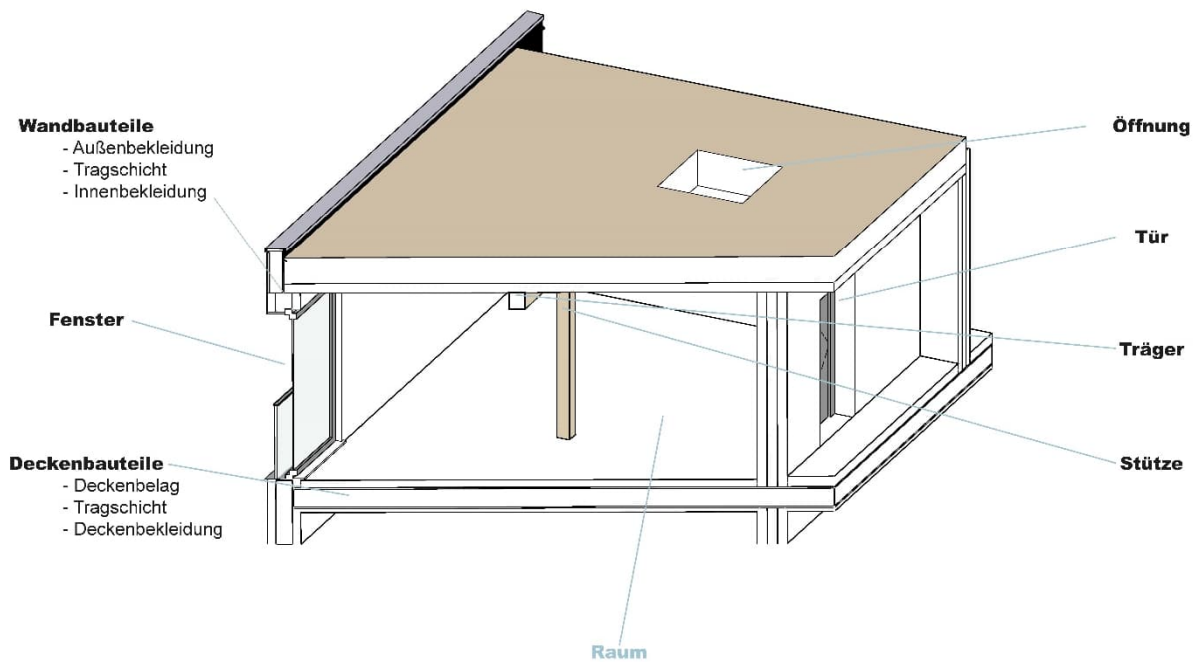


Abbildung 5-5: Fachmodell Übergabemodell Planungsphase, Objektplanung

LOD 200 TWP

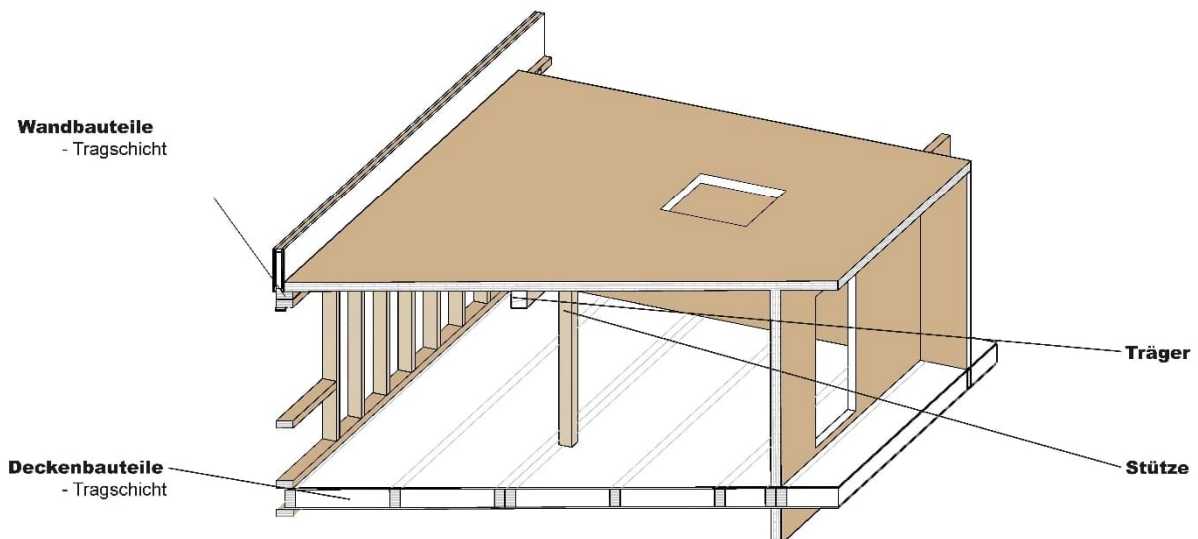


Abbildung 5-6: Fachmodell Übergabemodell Planungsphase, Tragwerksplanung

5.3 Ausführungsplanung

Während der Phase der Ausführungsplanung werden die Modelle im Zusammenhang mit der nun voranschreitenden Detailplanung verfeinert. Die Detailplanung wird dabei oftmals als 2D Zeichnung angefertigt und mit Verweisen (Referenzierung) mit dem Modell verbunden. Dabei wird das LOG nicht weiter erhöht, einzelne Punkte werden entsprechend der stattfindenden Detailplanung sinngemäß ins Modell zurückgespielt und abgeglichen. Das LOI wird gemäß der Vorgaben aus dem BAP um die notwendigen Attribute ergänzt und falls notwendig aktualisiert. Der Fokus in dieser Planungsphase liegt somit auf dem Verifizieren, Ergänzen und Vervollständigen der Fachmodelle und dem Erarbeiten der ausführungsfähigen Lösung.

5.4 Übergabe Planungsergebnis an Holzbauunternehmen

Nach dem Abschluss der Phase der Ausführungsplanung werden die notwendigen Fachmodelle an das Holzbauunternehmen übergeben. Dabei wurde als ein Ziel im Forschungsprojekt die nahtlose Übergabe eines Bauwerkinformationsmodells an das ausführende Holzbauunternehmen verfolgt. Das Holzbauunternehmen erhält alle notwendigen Daten im Rahmen der Ausschreibung (Kaufmann et al., 2017) für die Angebotserstellung und im Weiteren für die Werk- und Montageplanung. Im Rahmen der Mock-ups (vgl. Kapitel 6.2, 6.4 und 7.1) wurden unter Einbindung des Holzbauunternehmens die wesentlichen Übergabemodelle sowohl hinsichtlich geometrischer Fertigstellung als auch der alphanumerische Fertigstellungsgrad (LOG und LOI, vgl. Kapitel 2.1) entwickelt. Die entsprechenden Empfehlungen werden im Kapitel 6 *Modellierung* vorgestellt.

6 Modellierung

Modellierung im Holzbau

06

- *Holzbaukonstruktionen und Begriffsbestimmungen für mehrschichtige Bauteile*
- *Mockup Modellierung mit Darstellung eines beispielhaften Planungsprozesses und Empfehlungen für die Praxis*
- *3-Schichten Aufbau*
- *Tragwerksmodell*
- *Mockup Übergabemodell Holzbau*

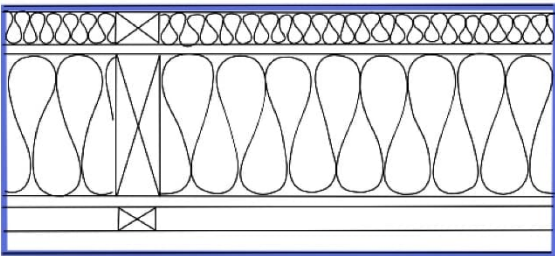
Ein wesentliches Merkmal von Holzkonstruktionen sind die mehrschichtigen Bauteilaufbauten und das Fügen von einzelnen Komponenten zu einem Bauteil. Der Umgang mit diesem wesentlichen Unterschied zur konventionellen Bauweise mit mineralischen Materialien führt zur Frage der Modellierung von Holzbaukonstruktionen in digitalen Gebäudemodellen. Vorliegendes Kapitel stellt Lösungen vor, die den erforderlichen Grad der geometrischen Detaillierung des Modells sowie den notwendigen Informationsgehalt für die Zusammenarbeit und Abstimmung in der Planung von Holzbauwerken unterstützen. Für einen durchgängigen optimierten Prozess innerhalb der Wertschöpfungskette vorgefertigter Holzbauten wird das digitale Gebäudemodell der Planungsphasen auch für die Arbeitsvorbereitung (Planung der Elementierung, Fertigung und Montage) des ausführenden Holzbauunternehmens eingesetzt.

Die Erarbeitung der an einem Planungsprozess orientierten Modellierungsvorschläge erfolgte in einem handlungsorientierten, simulativen Methodenansatz. Gemeinsam mit den am Forschungsprojekt BIMwood beteiligten Praxispartner:innen wurde die Modellierung anhand der Planung eines digitalen Mock-ups erarbeitet. Das Mock-up stellt in der Annahme wesentliche Bauteile eines komplexen Holzbaus dar. Der Untersuchungsgegenstand betrifft dabei die Bauteile Wand, Decke, Dach, Öffnung und Raum. Der notwendige Umfang der geometrischen und alphanumerischen Informationen zu bestimmten Planungsphasen wurde in einem dokumentierten Prozess gegebenenfalls diskutiert und kritisch reflektiert. Die dokumentierten Ergebnisse werden in einer weiteren Evaluierungsrunde mit Expert:innen validiert.

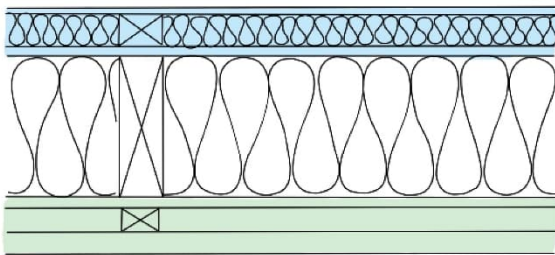
6.1 Konstruktionen im Holzbau

6.1.1 Begriffsbestimmungen für mehrschichtige Bauteile

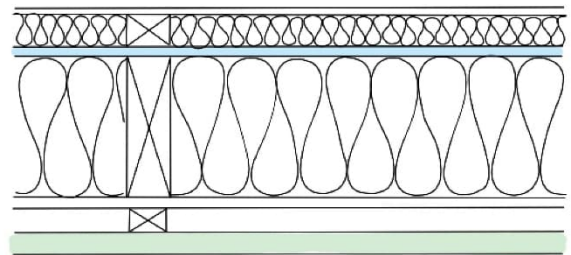
Für das Forschungsprojekt wurden eindeutige Begriffsdefinitionen für die vorgefertigten Bestandteile eines Gebäudes bis hin zur Materialebene festgelegt.



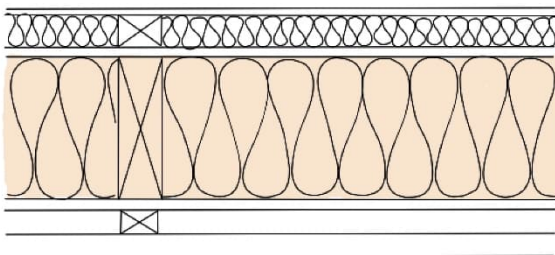
BAUTEIL (Wandbauteil)



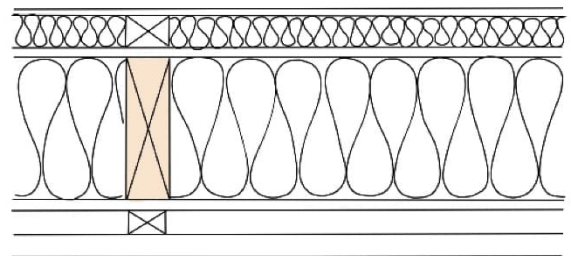
BAUELEMENT (Wandbekleidung)
BAUELEMENT (Wandbekleidung)



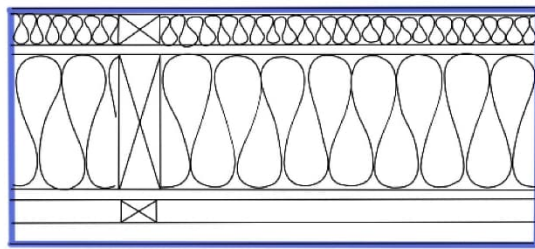
KOMponente (Wandbekleidung) einzelne Schicht
KOMponente (Wandbekleidung) einzelne Schicht



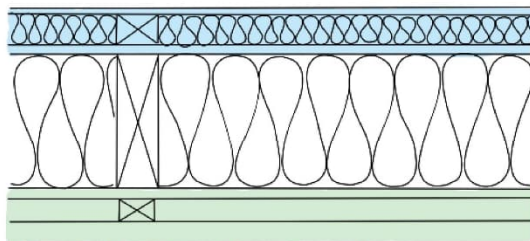
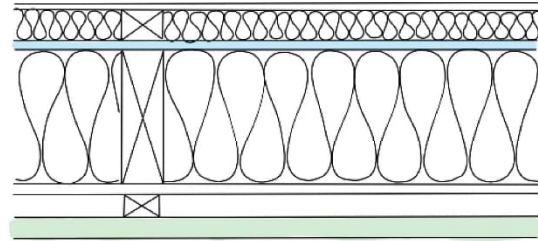
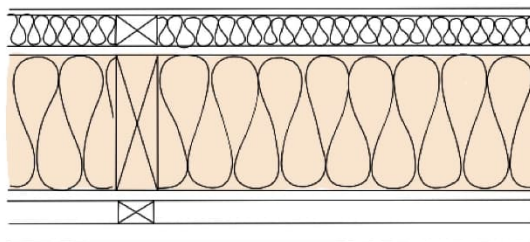
BAUELEMENT (Tragschicht)



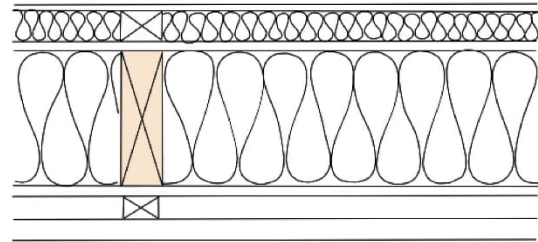
KOMponente (Pfoften)



Wandbauteil (Bauteil)

Wandbekleidung (Bauelement)
Wandbekleidung (Bauelement)Wandbekleidung (Komponente) einzelne Schicht
Wandbekleidung (Komponente) einzelne Schicht

Tragschicht (Bauelement)



Pfosten (Komponente)

Abbildung 6-1: Übersicht Begriffe für mehrschichtige Bauteile am Beispiel einer Wand

Ein Bauteil beschreibt einen statisch-konstruktiven, geometrisch abgeschlossenen Teil eines Bauwerks. Bauteile können aus Einzelteilen oder aus vorgefertigten Bauelementen zusammengefügt sein, z.B. Außenwand, Geschossdecke, Bodenplatte. (Hermann Kaufmann et al., 2021, S. 302)

Als Bauelemente werden Bestandteile eines Bauteils beschrieben (Hermann Kaufmann et al., 2021, S. 302). Die Bezeichnung Bauelement wird unabhängig vom Vorfertigungsgrad eines Bauteils oder Bauelements verwendet. Beispielweise kann eine Außenwand in die Bauelemente Fassade, tragender Kern und Installationsebene (von außen nach innen) unterteilt werden. Dabei kann die Fassade mit dem tragenden Kern vorgefertigt werden und die Installationsebene konventionell auf der Baustelle ergänzt werden. Um die Bestandteile eines Bauelements zu beschreiben, wird der Begriff Komponente in die Nomenklatur des BIMwood Forschungsprojekts eingeführt. So besteht zum Beispiel der tragende Kern eines Holztafelbauelements aus Rähm, Schwelle, Ständer, Beplankung und Dämmung. Weitere Komponenten in Holzbauelementen sind z.B. Bekleidung, Folie, Lattung, Schalung.

Nachfolgende Abbildung 6-2: und Abbildung 6-3 verdeutlichen die hier getroffenen Festlegungen für die Bezeichnungen von mehrschichtigen Bauteilen.

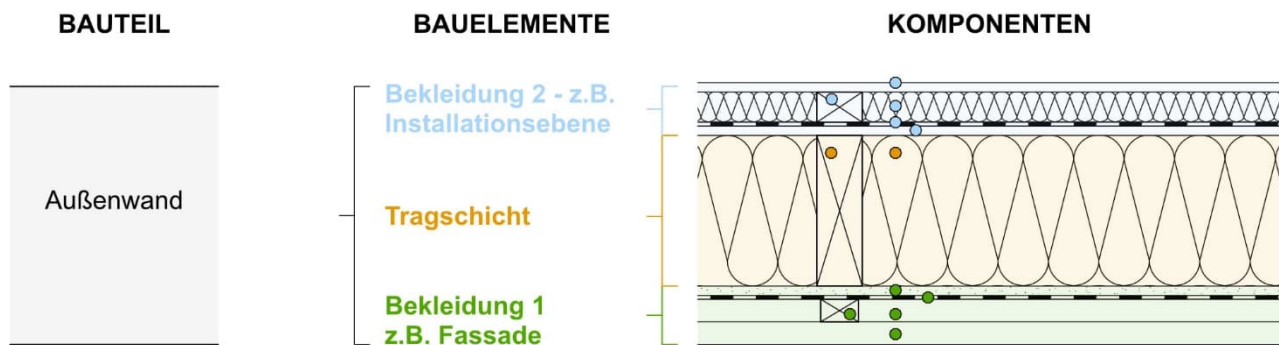


Abbildung 6-2: Begriffsbestimmungen für Wandbauteile

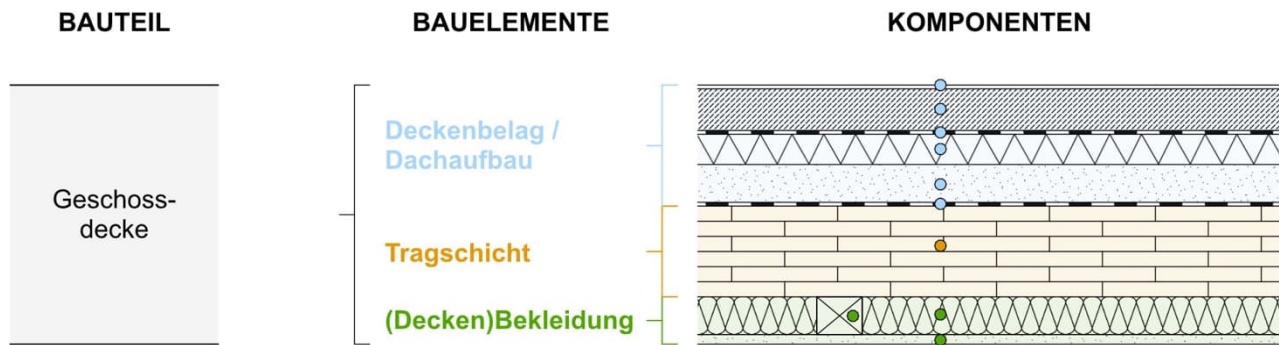


Abbildung 6-3: Begriffsbestimmungen am Beispiel horizontaler bzw. geneigter Deckenbauteile

6.1.2 Anforderungsprofil Bauteilbibliotheken

Der wesentliche Unterschied in der Modellierung von Holzbauteilen verglichen mit anderen Bauweisen liegt in der Zusammensetzung von Holzbauteilen aus Komponenten:

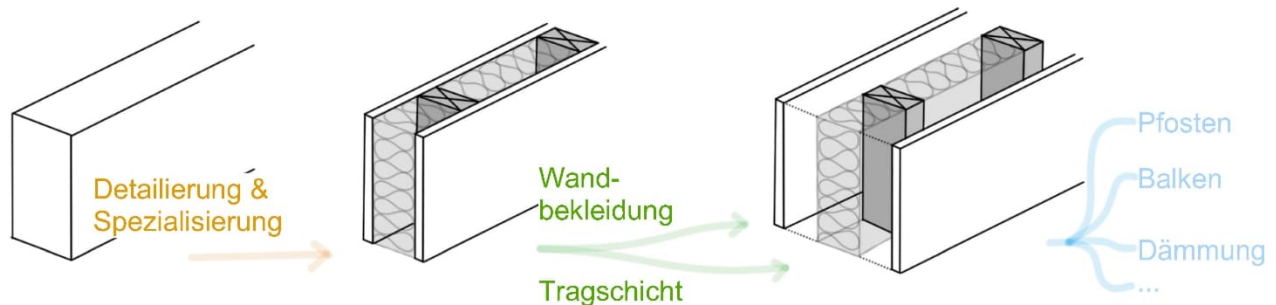


Abbildung 6-4: Zusammengesetzte Holzbauteile am Beispiel Wand

Der mehrschichtige Aufbau von Holzbauteilen ist mitunter verantwortlich für die Komplexität des Holzbaus. Einzelne Schichten werden weiter untergliedert in einzelne Komponenten, wie am Beispiel in Abbildung 6-4 zu sehen ist – die Tragschicht besteht hier aus den Komponenten Pfosten, Balken, Dämmung. Dies lässt sich als geometrisches Modell in heutigen Softwaresystemen mit viel Aufwand abbilden. Die Fragestellung im Forschungsprojekt wurde wie folgt formuliert:

- Wie kann die Komplexität von Holzbauteilen im Modell aufgelöst werden?
- Welcher geometrische Fertigstellungsgrad für eine kooperative Zusammenarbeit der Akteure sinnvoll?
- Wie können die Informationen zu Bauteilen und deren Komponenten im Modell hinterlegt werden?

Lösungsvorschläge, die innerhalb des Forschungsprojekts dazu erarbeitet wurden, werden in den folgenden Kapiteln dargestellt. So wird die Ausarbeitung des 3-Schichten-Modells vorgestellt (vgl. Kapitel 6.3) und die Merkmalliste (vgl. Kapitel 7.2).

Aus der Erarbeitung der sowohl geometrischen als auch alphanumerischen Fertigstellungsgrade ergab sich folgende Anforderung an Bauteilbibliotheken.

Die Bauwerksinformationsmodelle zur kooperativen Zusammenarbeit und Koordination der Fachplanungen sollten, besonders in frühen Planungsphasen, als idealisierte Modelle erzeugt werden. Die Integration von Vorlagen geometrisch detaillierter Bauteilaufbauten wurde als nicht zielführend identifiziert. Zur Darstellung von ausgewählten Details und Anschlusspunkten in späteren Planungsphasen kann die Verwendung von geometrisch detaillierten Bauteilaufbauten sinnvoll eingesetzt werden.

Eine zunehmende Detaillierung und Spezialisierung von Bauteilen und deren Komponenten ist aktuell noch nicht in den Softwaresystemen integriert. Es gibt zum einen Eigenschaften und An-

forderungen, die ein gesamtes Bauteil betreffen, z.B. das Schalldämmmaß einer Decke. Zum anderen müssen Eigenschaften für einzelne Komponenten definiert werden, wie beispielsweise die Rohdichte der Baustoffe. Zielorientiert wurde in den Fallbeispielen mit den Praxispartnern die Integration eines Bauteilkatalogs als Teil des Gesamtmodells vorgeschlagen. Dies könnte beispielsweise mit einem verlinkungsbasierten Ansatz erfolgen.

Eine ausführlichere Ausarbeitung erfolgt im weiteren Projektverlauf.

6.2 Mock-up „Modelle“ - Prozessorientierte Modellierung im Holzbau

Mit dem Mock-up „Modelle“ wird durch einen simulativen Ansatz die prozessorientierte Modellierung für Planungen von Bauwerken in Holzbauweise erarbeitet. In vorliegendem Kapitel wird die Vorgehensweise sowohl systematisch als auch inhaltlich beschrieben.

Prozesse sind die Grundlage für einen koordinierten und definierten Daten- und Informationsaustausch zwischen den Projektbeteiligten in allen Phasen des Bauwerkslebenszyklus. (*VDI 2552 Blatt 7, 2020*). In einem Prozess spielen Form und Inhalt der ausgetauschten Daten eine entscheidende Rolle. Die Beteiligten eines Informationsaustauschprozesses erhalten Rollen und Aufgaben. Dabei müssen die Verantwortlichkeiten und Aufgaben von Rollen eindeutig definiert werden.

Im Mock-up „Modelle“ wurde beispielhaft ein Planungsprozess mit den Praxispartner:innen durchgespielt. Dabei wurde insbesondere die Interaktion der Akteur:innen und den jeweils zugewiesenen Rollen (vgl. Kapitel 4.1) im Prozesse betrachtet, mit der Zielsetzung der Definition von Schnittstellen und Verantwortlichkeiten.

Als Grundlage für den Planungsprozess wurden von dem TUM-Forschungsteam Anforderungen an das zu planende Objekt vorgegeben. Die Zielsetzung des Planungsprozesses wurde in Form von Auftraggeberinformationsanforderungen (AIA) formuliert. Die Festlegung des formellen Vorgehens im Planungsprozess wurde im BIM-Abwicklungsplan (BAP) in Diagrammen (vgl. Abbildung 6-6 und Abbildung 6-7) vorbereitet. Nachfolgend werden die wesentlichen Inhalte der Grundlagen für den Prozess stichpunktartig aufgeführt.

Bauherr:innenvorgaben für das zu planende Objekt:

- Raum und Funktion
- Rahmenbedingungen und Qualitäten
- Gestalterische Anforderungen
- Energetische Vorgaben

Festlegung der Ziele als AIA (Auftraggeberinformationsanforderungen):

- Holzbauspezifische modellbasierte Planung
- Anwendung der Merkmalliste (vgl. Kapitel 7.2)
- Interaktion im Entwurfsprozess mit Varianten

Erarbeitung der Vorgehensweise in einem BAP (BIM-Abwicklungsplan):

- Rollen (Aufgaben, Kompetenzen und Verantwortlichkeiten)
- Ablauf und Organisation (Definition von Prozessschritten und Abfolge der Verbindungen)
- Datenaustausch (Software, Dateiformate, Koordinaten, Namenskonvention)
- Terminplanung
- Modellinhalte: Geometrie (LOG) und Informationen (LOI)

Die Aufgabenstellung für die Praxispartner:innen beschränkte sich auf die Planung eines Teilausschnitts eines mehrgeschossigen Holzgebäudes (siehe Abbildung 6-5) mit den wesentlichen konstruktiven Bauteilen (Dach/ Decke, Wände, Öffnungen). Die Planung der wesentlichen Bauteile mit der Koordination und Abstimmung der Fachplanungen bildete die maßgebliche holzbauspezifische Planung ab und grenzte den Prozess in einen abgestimmten terminlichen Rahmen ein. Die industriell vorgefertigte Bauweise bedingt einen großen Wiederholungsfaktor von Bauteilen und Fügung in einem mehrgeschossigen Holzbau. Mit der Voraussetzung wurde die Planung eines Teilausschnitts als ausreichend betrachtet, um die Zielsetzung des Mock-ups „Modelle“ zu erreichen.

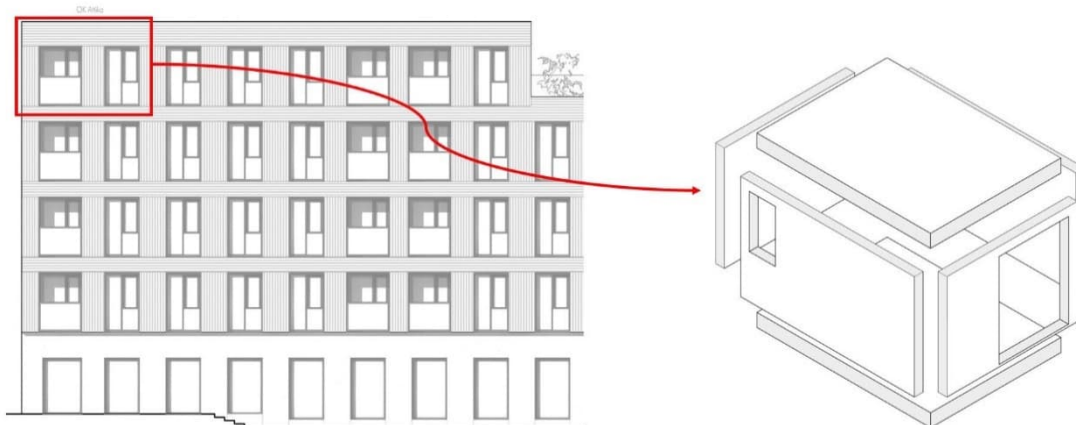


Abbildung 6-5: Planungsprozess für einen Teilausschnitt eines mehrgeschossigen Holzbaus

Der Ablauf für das Mock-up „Modelle“ wurde zusammen mit den Praxispartnern AEC3 in Anlehnung an einen BIM-Abwicklungsplan (BAP) entwickelt.

Ein BIM-Prozess erfordert Rollen für Aufgaben des Informationsmanagements. Das kann beispielsweise die Rolle des BIM-Informationsmanagements sein, die die Zusammenarbeit aller Projektbeteiligten in einer Datenumgebung administriert und verwaltet. Die VDI2552 führt folgende Rollen für den BIM-Prozess auf. Informationsmanager:in (BIM-Manager:in), Informationskoordinator:in (BIM-Koordinator:in), Informationsautor:in (BIM-Autor:in) und Informationsnutzer:in (BIM-Nutzer:in) (vgl. *VDI 2552 Blatt 1, 2020; VDI 2552 Blatt 7, 2020*).

Für das Mock-up „Modelle“ wurden die Rollen nach Fachdisziplinen der Praxispartner:innen verteilt (vgl. Abbildung 6-6). Die Informationskoordination (BIM-Koordination) mit der Aufgabe der Koordination und Zusammenführung der Fachmodelle übernahm dabei das Architekturbüro Lattke. Ebenso haben Lattke Architekten mit der Aufgabe der Objektplanung das Fachmodell Architektur erstellt. Prause Holzbauplanung wurde die Zuständigkeit für das Fachmodell Tragwerksplanung sowie Bauphysik und Brandschutz übertragen. Das BIM-Management (Informationsmanagement) übernahmen die Praxispartner:innen von AEC3. Der Lehrstuhl Architektur und Holzbau erstellte die Bauherr:innenvorgaben und trat in die Rolle der Bauherr:in.

Einen wichtigen Aspekt für die funktionierende Zusammenarbeit verschiedener Planungsbeteiligter stellt die Festlegung der internen Kommunikation dar. Diese erfolgt auf gemeinsamen Kommunikationsplattformen, sogenannten Common Data Environments (CDE). Ein CDE ist ein virtueller Projektraum und die gemeinsame Datenumgebung in einem Bauprojekt und dient als „zentrale Plattform für das Austauschen und Vorhalten von Projektinformationen einschließlich Modellen, Daten und Dokumenten und bilde[t] damit eine der wesentlichen Komponenten bei der Durchführung von BIM-Projekten“ (*Preidel et al., 2021, S. 350*). Während der gesamten Planungsphase werden Informationen von den unterschiedlichen Fachdisziplinen

ausgetauscht. Um eine gemeinsame Datenumgebung zu gewährleisten, wurden zu Beginn unterschiedliche Softwarelösungen für BIM-Kollaborationsplattformen in Betracht gezogen. Die Applikationen BIMplus und Revit3D sind den Architektur- bzw. TGA-Praxispartner:innen bereits bekannt. AEC3 hat Visoplan als weitere Möglichkeit zur Diskussion gestellt. Auf dieser Grundlage erfolgte die Abwägung der Vor- und Nachteile der Verwendung der genannten CDE. Die Entscheidung fiel auf die Verwendung der Applikation BIMplus, die vom Architekturbüro lattkearchitekten zur Verfügung gestellt wurde. Der Praxispartner wendet diese Plattform bereits in seiner Büropraxis an. Die Entscheidung fiel vor dem Hintergrund, dass eine Einarbeitung in andere Plattformen mit einem zu hohen zeitlichen Aufwand für die Beteiligten verbunden gewesen wäre. Ein Vorteil der gewählten Plattform BIMplus liegt darin, dass sie neben dem Modellaustausch als BIM-Kollaborationsplattform für den digitalen Kommunikationsaustausch verwendet werden kann. Auf der BIM-Kollaborationsplattform findet der Datenaustausch zu den Modellen statt. Die Organisation des Datenaustauschs sowie die Festlegung der Rollen der Akteur:innen wird in Abbildung 6-6 dargestellt.

Im Zuge der Planung müssen Abstimmungen zwischen den Beteiligten erfolgen. Hier wurde das BIM Collaboration Format (BCF) für eine modellbasierter Kommunikation eingesetzt. Es handelt sich um ein Dateiformat das von allen gängigen BIM Authoring Tools (wie ArchiCAD, Revit, Allplan) und Prüfprogrammen (wie Solibri, BIMQ, BIMcollab) unterstützt wird und damit um einen

wesentlichen Bestandteil der OpenBIM Methode. Dabei kann das BCF beispielsweise mit der Revisionswolke oder vergleichbaren Markierungen in einer 2D_Plandarstellung verglichen werden und stellt das Äquivalent für die objekt-orientierten Gebäudeinformationsmodelle mit 3-D Repräsentationen dar. Wesentlich ist, dass mit diesem Format ausschließlich Informationen, Annotationen und Markierungen in Bezug auf bestimmte Bauteile übertragen werden und keine Bauwerksmodelle (Schapke et al., 2021, S. 328). Durch die Verlinkung der BCF im Modell und der graphischen Darstellung des Modellausschnitts mit angehängten Fragen oder Informationen konnten zwischen den Beteiligten im Planungsprozess anschaulich Abstimmungen erfolgen. Sämtliche Abstimmung zwischen den Projektbeteiligten beim Mock-up „Modelle“ erfolgten über die BCF-Schnittstelle auf der BIMplus Plattform.

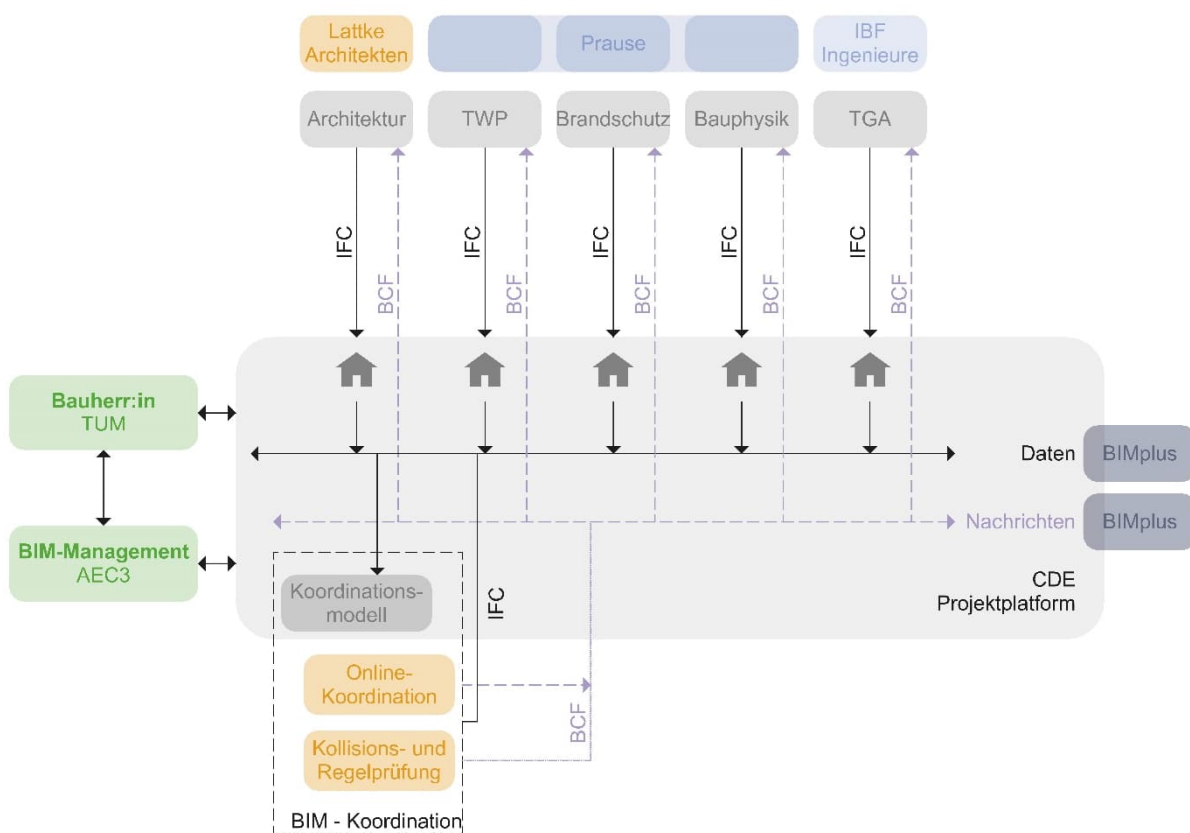


Abbildung 6-6: Mock-up „Modelle“ – Organisation des Datenaustausches und Festlegung der Rollenverteilung

Der Prozess wurde im Rahmen regelmäßiger Treffen durchgeführt. Die Treffen wurden durch das Forschungsteam wöchentlich organisiert. Die Treffen erfolgten online per ZOOM-Videomeetings. Der Start des Planungsprozesses erfolgte durch ein erstes Architekturmodell, welches dem Planungsteam von den Fachkoordinator:innen der Objektplanung bereitgestellt wurde. In den wöchentlichen Koordinationsmeetings erfolgte der Abstimmung der Projektbeteiligten auf Grundlage der jeweiligen Modelle. Die Akteur:innen stellten im wöchentlichen Wechsel von Architektur und Fachplanung Modelle bereit. Die jeweiligen Modelle wurden vor dem Koordinationsmeeting vom

BIM-Management (Informationsmanagement) auf Vollständigkeit der Informationen geprüft. Die Prüfung basierte auf Basis der Merkmalliste (siehe Kapitel 7.2).

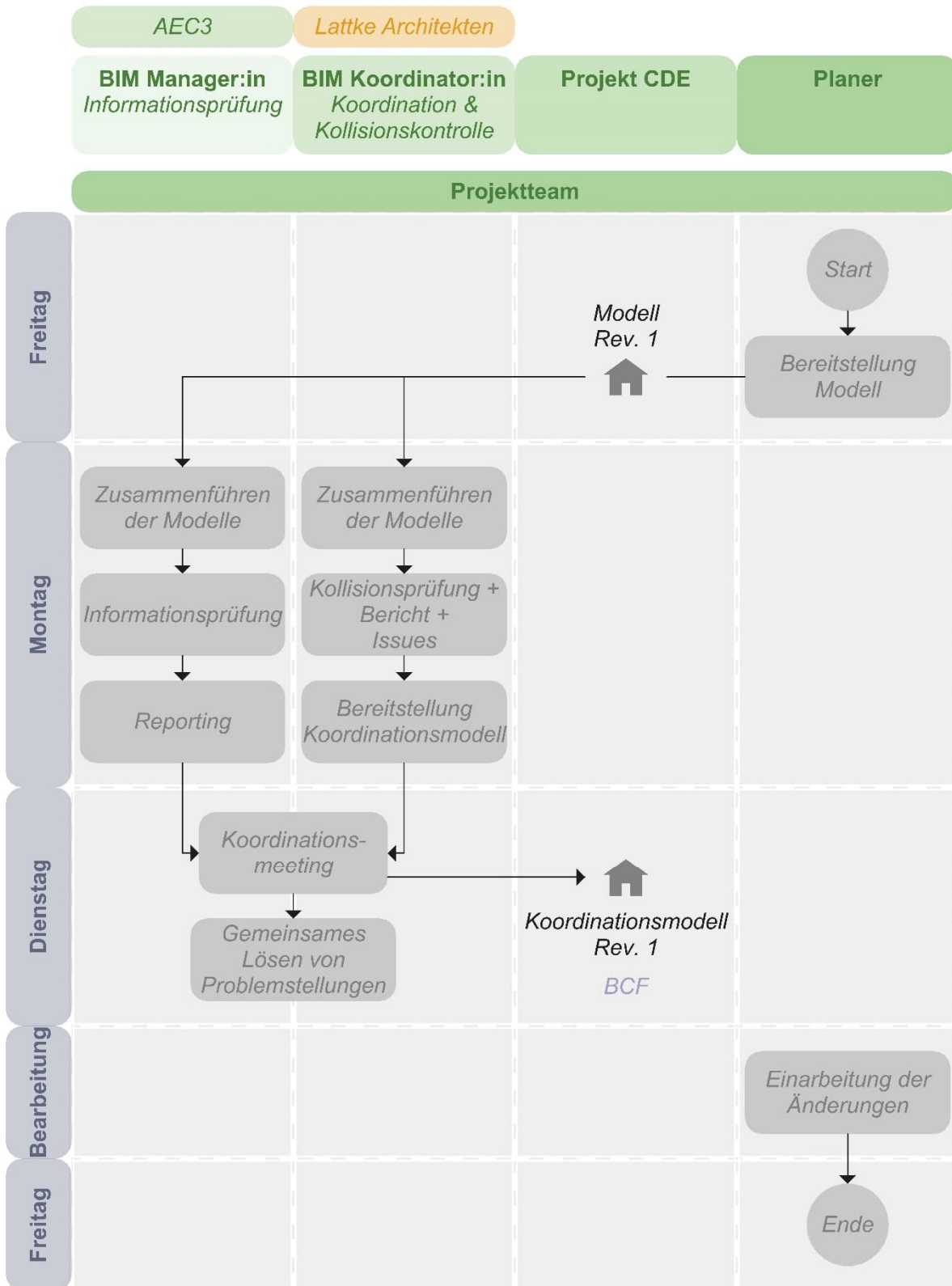


Abbildung 6-7: Mock-up „Modelle“ – Workflow

Es erfolgte ein wöchentlicher Abgleich der Modellinhalte mit der Merkmalliste. Daraus ergab sich eine ständige Überarbeitung der Merkmalliste mit den Erkenntnissen aus dem beispielhaften Planungsprozess. Bei den wöchentlichen Meetings wurden Informationen ergänzt, die sich im Prozess als erforderlich erwiesen oder es wurde der Zeitpunkt einzelner Informationsaustauschanforderung geändert, um einen optimierten Planungsablauf zu gewährleisten. Ein wesentlicher Bestandteil der wöchentlichen Koordinationsmeetings war die Art und Weise des Informationsaustausches mit der Zielsetzung einer effektiven und transparenten Informationsdarstellung. Dabei diskutierten die Praxispartner:innen, welche Informationen als geometrisches Element modelliert werden oder als Attribut (Eigenschaft) einem Bauteil zugeordnet werden bzw. als Referenz einem Bauteil zugewiesen werden. Es kristallisierte sich heraus, dass der Bauteilkatalog als referenzierende Information eines Modells eine hohe Gewichtung in der Planung von Holzbauten mit der BIM-Methode spielen kann. Im Bauteilkatalog werden Bauteile in tabellarischer Form detailliert beschrieben mit allen Komponenten und Eigenschaften. Die Informationsdichte im geometrischen Modell wird durch die referenzierenden Merkmale (Eigenschaften) des Bauteilkatalog entzerrt.

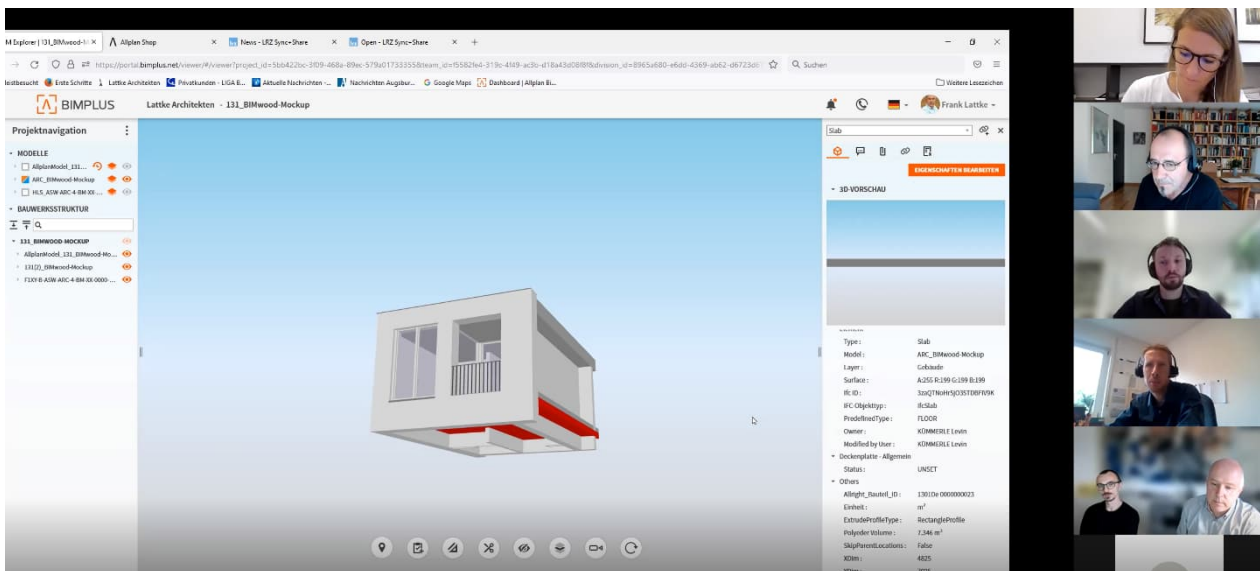


Abbildung 6-8: Mock-up „Modelle“ – Koordinationsmeeting

Anhand der Protokolle der wöchentlichen Koordinationsmeetings konnten wesentliche bzw. wiederholt diskutierte Fragestellungen gesammelt werden. Diese werden im Folgenden stichpunktartig aufgeführt:

Holzbauspezifisch Fragestellungen:

- Festlegungen für mehrschichtige Holzbauteile (Begriffsbestimmung und Bauteilaufbauten)
- Aufgaben der Tragwerksplanenden im Modell (Zusammenhang Architektur – Tragwerksplanung im Holzbau)

Herausforderungen auf Systemebene:

- Zusammenführen von Modellen und Integration von Teilmodellen
- Aggregation: z.B. Aufteilung eines Bauteils in Bauelemente; oder auch Aggregation eines Zentralmodells in zueinander in Beziehung stehenden Teilmodellen, denen unterschiedliche Informationsmodelle zugrunde liegen

Allgemein:

- Bauteileigenschaften: Unterscheidung nach Anforderungen (Soll) und Anwendung (Ist)
- Hindernisse auf Software-/Anwendererebene:
- Zusammenführen (automatisiert) der Modelle über IFC aktuell nicht möglich

Ableitung von Empfehlungen für die Praxis:

Für Planungsteams mit wenig bis geringer BIM-Erfahrung sowie neue Planungsgruppen muss ausreichend Zeit für die Abstimmung der Zusammenarbeit und eine großzügige „Testphase“ eingeplant werden. Wir empfehlen für die Testphase ein einfaches Modell, welches die wichtigsten Bauteile des zu planenden Gebäudes abbildet (ähnlich dem Mock-up „Modelle“).

Vorschläge eines Testlaufs zum Informationsaustausch für holzbauspezifische Planung wird im weiteren Verlauf des Forschungsprojekts verfasst.

Im Mock-up „Modelle“ konnten folgende holzbauspezifische Modellierungsregeln festgestellt werden, die vorab unter den Beteiligten festgelegt werden müssen:

- Abstimmung zu den „Schichten“ (z.B. Definition der Tragschicht mit oder ohne Beplanung)
- Abstimmung zu den Modellinhalten (Merkmalliste)
- Definition der Modellierung der Bauteilfügungen

Für die vorgenannten Fragestellungen wurden auf planerischer und prozessualer und inhaltlicher Ebene Lösungsvorschläge erarbeitet, welche in Kapitel 5, 6 und 7 vorgestellt werden.

6.3 3-Schichten-Modell und Tragwerksmodell

Im Rahmen der Erarbeitung des BIMwood Referenzprozesses wurden in der Rollenverteilung zwei Unterschiede im Vergleich zu der Rollenverteilung im konventionellen BIM-Referenzprozess identifiziert: die Integration der Holzbaukompetenz sowie die Bedeutung des Tragwerksmodells.

Um spezifischen Belange des Holzbaus (wie Vorfertigung und, Elementierung...) im Planungsprozess zu berücksichtigen ist es notwendig die Holzbaukompetenz in den Planungsprozess frühzeitig zu integrieren (*Kaufmann et al., 2017, S. 10*) Diese Forderung wird inhaltlich bei der Planung mit BIM berücksichtigt. Um die Besonderheiten der Holzbauplanung in dem BIMwood Referenzprozess abzubilden, erhält die Holzbauplanung eine eigene Rolle im Prozess. Die Rolle der Holzbauplanung kann von verschiedenen Akteur:innen erbracht werden (siehe Kapitel 4.2)

Im Unterschied zum konventionellen BIM-Referenzprozess kommt dem Fachmodell der Tragwerksplanung eine besondere Bedeutung zu. In den Fallstudien (Mock-up „Modelle“ und Mock-up „Informationen“) sowie in Diskussionen mit den Praxispartner:innen wurde die Bedeutung des Tragwerksmodells formuliert, welche im Folgenden erläutert wird: Bei der Planung mit mineralischen Baustoffen kommt es bei der Erstellung des Fachmodells der Objektplanung und der Erstellung des Fachmodells der Tragwerksplanung dazu, dass beide Fachrichtungen die gleichen Elemente planen, diese aber keinen direkten Bezug zueinander haben und es somit zu Unstimmigkeiten und unklaren Zuständigkeiten führen kann. Im BIMwood Referenzprozess bauen die Modellierung der Fachmodelle der Tragwerksplanung und der Objektplanung aufeinander auf: Der Objektplaner modelliert die Tragschicht in der Mitte der Holzbauteile als eine Schicht. Beidseitig werden dann die spezifischen Bekleidungen (Außenwandbekleidung, Innenwandbekleidung, Deckenbeläge, Deckenbekleidungen) als Schicht differenziert dargestellt. Es entsteht für die Wand- und Deckenbauteile das 3-Schichten-Modell der Objektplanung. In der folgenden Darstellung sind die drei Schichten im Modell der Objektplanung auf der linken Seite schematisch dargestellt.

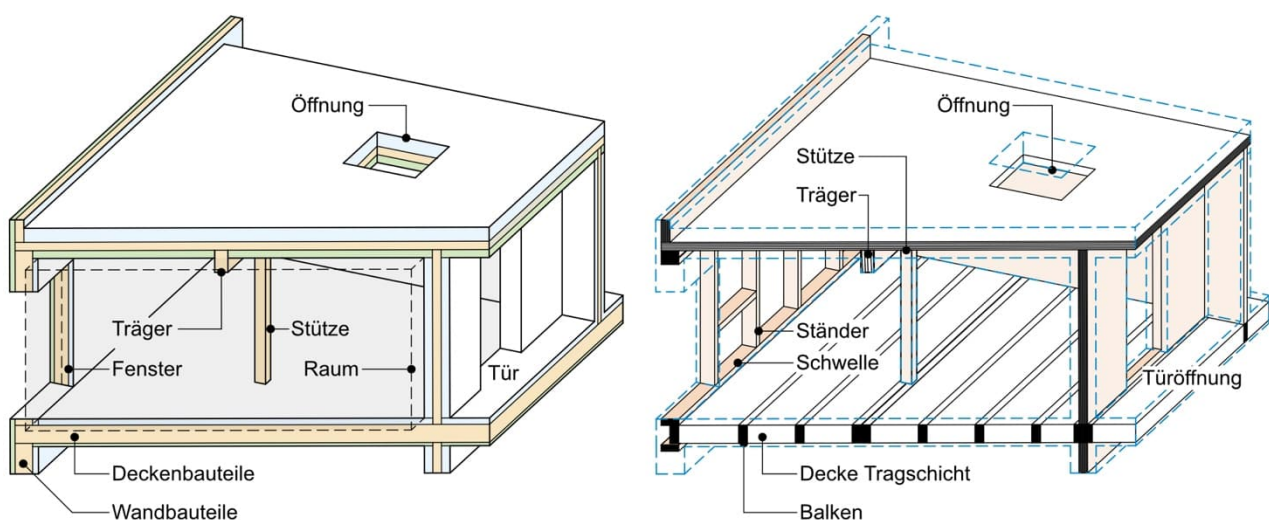


Abbildung 6-9: Gegenüberstellung 3-Schichten-Modell der Objektplanung (links) und Tragwerksmodell mit Überlagerung 3-Schichten-Modell (rechts)

In der Ebene der Tragschicht werden durch die Tragwerksplanenden die Komponenten der tragenden Holzkonstruktion (Rähm, Schwelle, Ständer, Balken, Sperrzonen) modelliert (Abbildung 6-9 rechts). Ein weiterer Unterschied zur mineralischen Bauweise ist, dass im Holzbau die tragenden Bauteile einer Holzkonstruktion aus mehreren Komponenten bestehen. Am Beispiel der Holztafelbauwand sind das Rähm, Schwelle, Ständer, die als zusammengesetzte Holzkonstruktion die Tragschicht der Wand bilden. Bei einer Betonkonstruktion besteht eine Wand aus einem Element. Die Nutzung der Tragschicht gibt der Tragwerksplanung einen Raum für die Modellierung der statisch relevanten Konstruktionselemente. Dadurch entsteht auch die Möglichkeit zur Generierung des Tragwerk-Analysemodells mit BIM.

Das Fachmodell der Tragwerksplanung ist zwar auch weiterhin in weiten Teilen deckungsgleich zu dem Fachmodell der Objektplanung. Darüber hinaus enthält es detaillierte Angaben zu den tragenden Holzbauelementen. Diese werden dementsprechend nicht im Modell der Objektplanung dargestellt. Diese Arbeitsweise ist aktuell noch nicht etabliert, jedoch, so das Ergebnis der Untersuchung, verbessert diese Vorgehensweise langfristig den Planungsprozess und die Schnittstellen der Akteur:innen. Im weiteren Planungsverlauf wird mit den Fachmodellen von Objektplanung und Tragwerksplanung eine durchgängige Kette von der Planung bis zur Ausführung initiiert. In einem Fallbeispiel wurde der Datenaustausch mit dem Praxispartner des ausführenden Holzbauunternehmens erprobt. Dabei wurde das 3-Schichten-Modell als ideale geometrische Grundlage für die Arbeitsvorbereitung identifiziert. Die Arbeitsvorbereitung umfasst im Holzbauunternehmen die Planung der Fertigung und Montage der vorgefertigten Bauelemente und Bauteile. Die wesentlichen Informationen zur Holzkonstruktion erhält das Holzbauunternehmen durch das Tragwerksmodell.

Als sinnvolle Struktur für die Modellierung von Holzbauteilen hat sich Folgendes als zielführend erwiesen: Die Mehrschichtigkeit und Komplexität von Bauteilen in Holzbauweise kann im 3D-Modell der Objektplanung im Wesentlichen durch drei Schichten gegliedert und vereinfacht werden. Hierzu erfolgt die Zusammenfassung von mehrschichtigen Bauteilen in Tragschicht und innere und äußere Bekleidung. Im Folgenden sind diese drei Schichten am Beispiel einer Außenwand dargestellt.

Die Abbildung 6-10 zeigt die Tragschicht (orange), welche beidseitig von einer äußeren Bekleidungsschicht (grün) und einer inneren Bekleidungsschicht (blau) bekleidet ist.

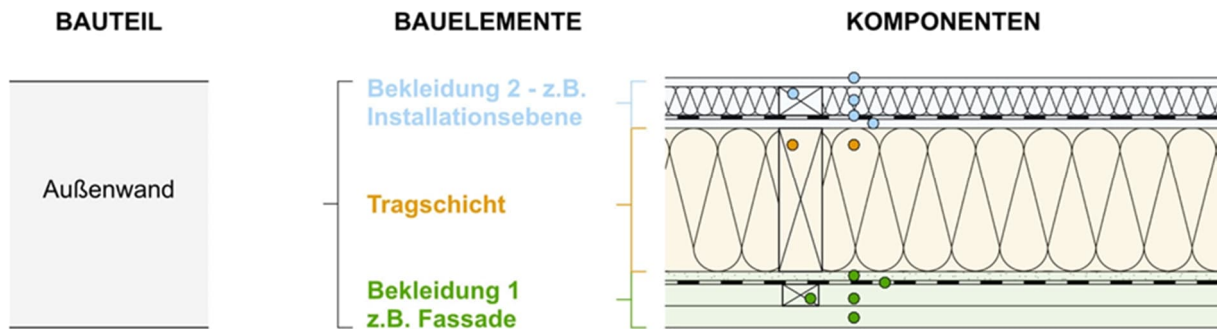


Abbildung 6-10: 3-Schichten-Modell am Beispiel einer Außenwand, Tragschicht (orange), äußere (grün) und innere (blau) Bekleidung mit ihren Komponenten (farbige Punkte)

Die Tragschicht beinhaltet die Komponenten der Tragkonstruktion (Abbildung 6-10 - dargestellt durch farbige Punkte). Diese kann bei einem Wandbauteil die Konstruktionsebene des Holzrahmenbaus sein oder eine massive Holzwand. Die Bekleidung fasst die Bauelemente neben der Tragschicht, welche aus mehreren Komponenten gebildet werden, zusammen. So kann, auch im Vergleich zur mineralischen Bauweise, das geometrische Modell schlank gehalten werden, obwohl die Holzbauteile wesentlich mehr einzelne Elemente enthalten. Es gibt mehr Klarheit und Überschaubarkeit der komplexen Bauweise Holz.

6.4 Mock-up „Schnittstelle Holzbau“ – von der Planung zum Holzbauunternehmen

In einer Arbeitsgruppe „Ausführende D-CH“ wurden in regelmäßigen Online-Meetings die BIM Modellanforderungen aus Sicht der Holzbauunternehmen Gump & Maier GmbH (Deutschland) und schaeerholzbau ag (Schweiz) erarbeitet. Ziel war dabei die Erarbeitung eines Anforderungsprofils an BIM Modelle der Planenden für die Weiterverwendung durch ein Holzbauunternehmen. Die erarbeiteten Informationsaustauschanforderungen sollen die Grundlage für Werkstatt- und Montageplanung des Holzbauunternehmens darstellen.

Die Informationsanforderungen wurden unabhängig vom Erstellenden der Information erarbeitet. Als wesentlich stellte sich heraus, dass die Art der Informationslieferung für die Verwendung von aktueller Software der Holzbauunternehmen (SEMA GmbH und cadwork Informatik AG) von Bedeutung ist. Gemeint ist damit die Unterscheidung von geometrischer Information (3D-Modellierung) und Attribuierung/Eigenschaften von Bauteilen.

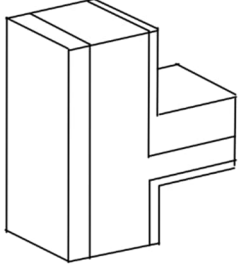
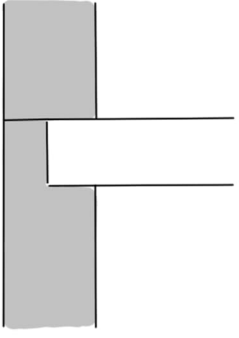
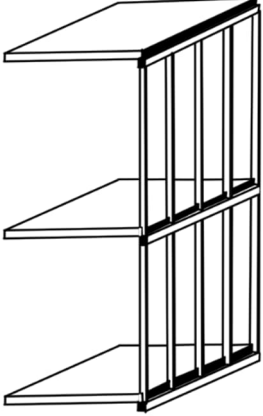
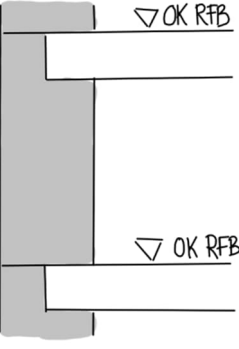
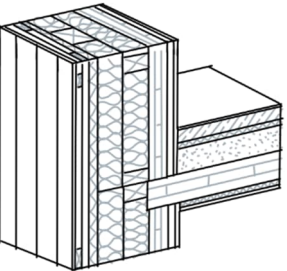
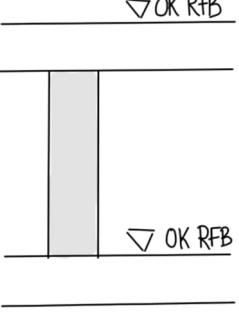
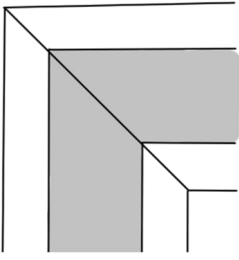
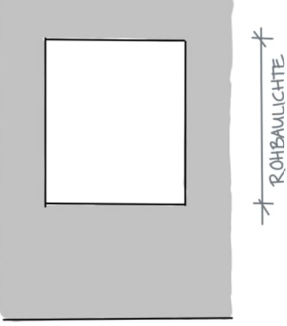
Die Informationsanforderungen wurden zunächst in regelmäßigen Online-Meetings von den Holzbauunternehmen erarbeitet und tabellarisch erfasst. Anschließend erfolgte die Erstellung eines Modells „Mock-up „Schnittstelle Holzbau“ in der BIM-Software Archicad 25, welches dem Gebäudeausschnitt des Mock-up „Modelle“ (siehe Abbildung 6-5) entsprach. In mehreren Workshops, welche ebenfalls online stattfanden, tauschten die Holzbauunternehmen Ihre Erfahrungen zur Informationslieferung des Mock-up „Schnittstelle Holzbau“ aus. Das Modell wurde dabei schrittweise iterativ verändert für eine zielgerichtete Nutzung des Modells durch die Holzbauunternehmen.

Als Ergebnis entstand eine tabellarische Auflistung der Informationsaustauschanforderungen, welche von dem Forschungsteam der TUM in der Merkmalliste für die Ausführungsplanung berücksichtigt wurden. (siehe Kapitel 0). Eine ergänzende Beurteilung der daraus resultierenden Merkmalliste erfolgte durch Einbeziehung des Praxispartners Prause Holzbauplanung GmbH & Co. KG in der Rolle des Holzbau Arbeitsvorbereiters.

6.4.1 Modellierungsvorschlag

Die in den Workshops erarbeiteten Ergebnisse sollen als Empfehlungen für die geometrische Modellierung von Gebäudeinformationsmodellen formuliert werden. Tabelle 6-1 zeigt die wesentlichen erarbeiteten Ergebnisse. Noch ausstehend und im weiteren Projektverlauf bereits geplant ist die Validierung dieser Annahmen, z.B. in den Expert:innenrunden.

Tabelle 6-1: Modellierungsvorschlag der Holzbauunternehmen *Gumpp&Maier GmbH* und *schaerholzbau ag* zu den Holzbauelementen

Beispiel	Vorschlag	Skizze	Beschreibung
	<p>Model Fertigstellungsgrad: Bauelemente (z.B. Wand 3-schichtig bzw. aus 3 Teilen)</p>		<p>Verschneidung Wand mit Decke bis Mitte Wand</p>
	<p>Tragwerksmodell mit tragenden Elementen</p>		<p>Bezug der Wände von OK RFB bis OK RFB – dadurch wird die untere Wand ausgeklinkt, wenn ein Auflager der Decke notwendig ist.</p>
	<p>Höherer Detaillierungsgrad: Teilausschnitte des BIM-Modells als Mock-ups (z.B. Regeldetails)</p>		<p>Innenwand immer von OK RFB bis UK Rohdecke (wenn Decke aufliegt)</p>
	<p>Verschneidung Wände auf Geh-rung</p>		<p>Öffnungen im allgemeinen als reine Rohöffnung Ggf. notwendige Architekturlichte als Information hinterlegt (falls konstruktive Änderung notwendig)</p>

6.4.2 Werk- und Montageplanung

Im Mock-up „Schnittstelle Holzbau“ wurde der Datenaustausch von der Planung zur Arbeitsvorbereitung mit dem Praxispartner des ausführenden Holzbauunternehmens erprobt. Hierzu dienen als Grundlage die Modelle der Praxispartner aus der Planung.

Als Elementierung wird die Unterteilung der Bauteile zu transportierbaren und montagegerechten Einheiten bezeichnet. Dies erfolgt durch eine Arbeitsvorbereitung des Holzbauunternehmens als Grundlage für die Werk- und Montageplanung. Damit die Elementierung nicht im Widerspruch zur Planung stehen, floss ein Elementierungskonzept bereits in die frühe Planungsphase ein (vgl. Kapitel 3.1).

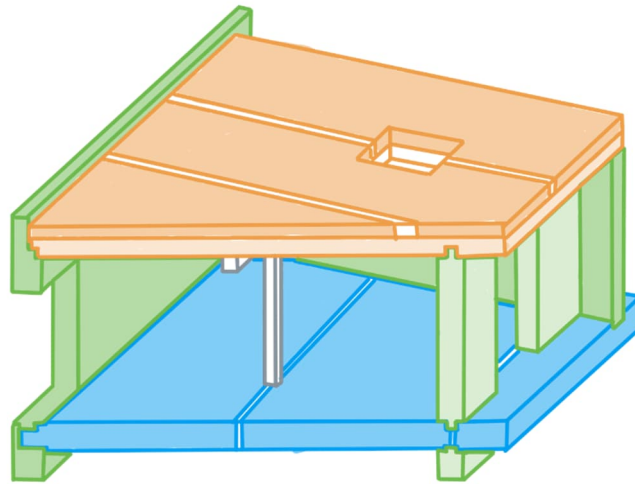


Abbildung 6-11: Konzeptionelle Darstellung der Elementierung der Bauteile durch das Holzbauunternehmen

Die Elementierung wird neben den Belangen von Transport und Montage wesentlich von den Fachplanungen Tragwerksplanung, Schallschutz, Wärmeschutz und Brandschutz beeinflusst. So kann die Teilung einer Decke eine Veränderung des Tragwerks/statischen Systems bedeuten. Die Bauphysik (Schall- und Wärmeschutz) kann eine Teilung von Bauteilen fordern, um ungewollte Schall- und Wärmeleitung zu vermeiden. Hinsichtlich des Brandschutzes sind beispielsweise vertikale und/oder horizontale Trennungen der Außenwand erforderlich. Die vorgenannten Belange werden durch die Holzbaukompetenz (vgl. Kapitel 4.2) im Projekt berücksichtigt.

Das 3-Schichten-Modell (vgl. Kapitel 6.3) kann als geometrische Grundlage für die Arbeitsvorbereitung genutzt werden. Die Arbeitsvorbereitung umfasst im Holzbauunternehmen die Planung der Fertigung und Montage der vorgefertigten Bauelemente und Bauteile. Die wesentlichen Informationen zur Holzkonstruktion erhält das Holzbauunternehmen durch das Tragwerksmodell.

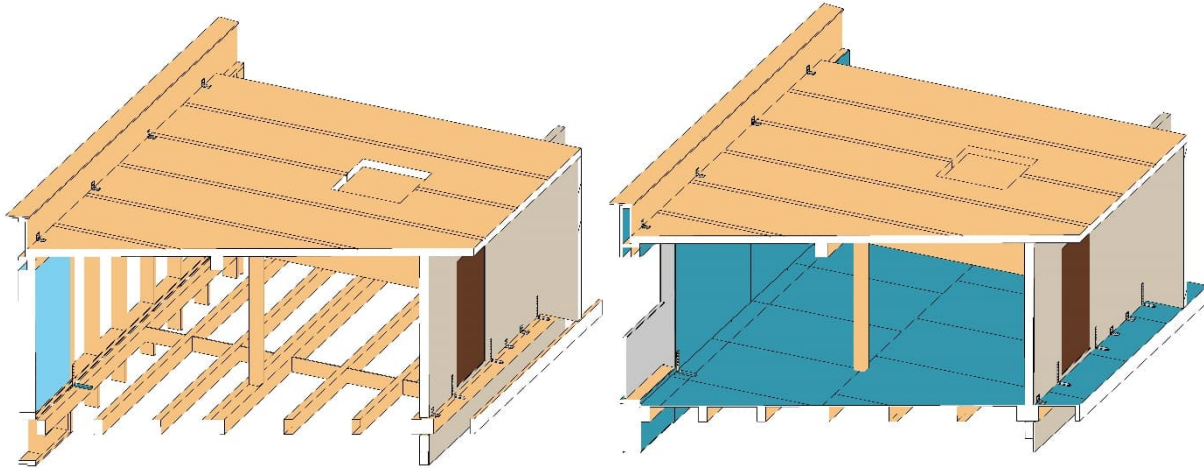


Abbildung 6-12: Modelle „Werkstattplanung“ Holzbauunternehmen ohne Beplankung und mit Beplankung

Bisher wurde dieses Szenario im Team der Praxispartner:innen erprobt. Im weiteren Projektverlauf erfolgen Validierungen durch Expertenrunden.

7 Informationsmanagement und Attribuierung

Informationsmanagement

07

- Mockup Informationsaustauschanforderungen mit Fokus auf holzbauspezifische Informationen
- Merkmallisten

Das Kapitel *Informationsmanagement und* analysiert und beleuchtet die alphanummerischen Informationen und deren Fertigstellungsgrade in den Planungsphasen. Es werden der Prozess und das Ergebnis der holzbauspezifischen Informationsaustauschanforderungen (IAA) für die Planungsphasen Vorplanung, Entwurfsplanung und Ausführungsplanung dargestellt.

Die BIMwood-Informationsaustauschanforderungen beschreiben den Informationsbedarf für die Planungen im mehrgeschossigen Holzbau. Mit der Aufgabenstellung „Wer liefert wann welche Information in welchem Detaillierungsgrad an wen?“ und der Prämisse „So wenig wie möglich – so viel wie nötig“ wurde folgende Zielsetzung erarbeitet:

- Erfassung der holzbauspezifischen Prozessabläufe
- Festlegung der Informationslieferung der Beteiligten im Holzbau
- Fokus auf holzbauspezifische Informationsanforderungen an das Architektur- und Tragwerksmodelle
- Ableitung von holzbauspezifischen Informationsbedarfen für spezifische BIM-Anwendungsfälle („Use Cases“)

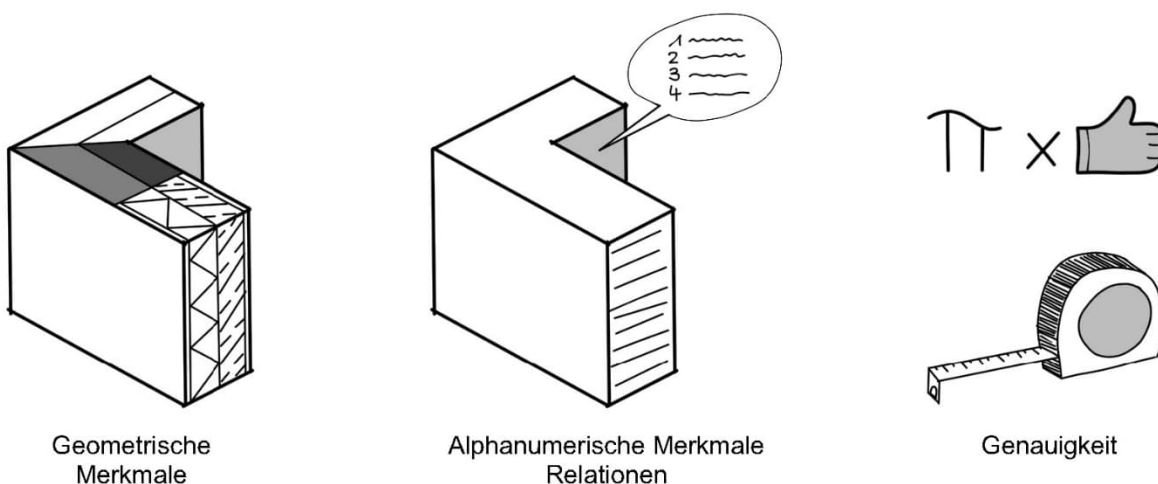


Abbildung 7-1: Datenübergabeanforderungen

Die Vorgehensweise zur Erreichung der oben genannten Zielsetzung beschrieben. Mit der Vorgehensweise eines simulativen Ansatzes erfolgte die Erarbeitung der Informationsaustauschanforderungen an drei Fallbeispielen (Mock-ups) unter Einbeziehung der Praxispartner:innen. Dabei gab es zwei aufeinanderfolgende Szenarien für die Praxispartner:innen. Zunächst wurden im Mock-up „Informationen“ die erforderlichen Modellinhalte für die Planungsphasen Vorplanung, Entwurf und Ausführungsplanung in wöchentlichen Meetings erarbeitet. Anschließend erfolgte die Umsetzung der Ergebnisse aus dem Mock-up in einem Planungsprozess mit den Praxispartner:innen unter Anwendung der BIM-Methode als Mock-up „Modelle“ (siehe Kapitel 6.2).

Parallel zu den genannten Fallbeispielen (Mock-ups) der planenden Praxispartner:innen (Architektur, Fachplanungen) gab es regelmäßige Treffen des Praxispartners Gump & Maier GmbH mit dem Holzbauunternehmen schaeerholz AG aus der Schweizer BIMwood Forschungsgruppe. Die Austauschgruppe D-CH erarbeite die Inhalte und Anforderungen an ein Modell aus Sicht der Holzbauunternehmen.

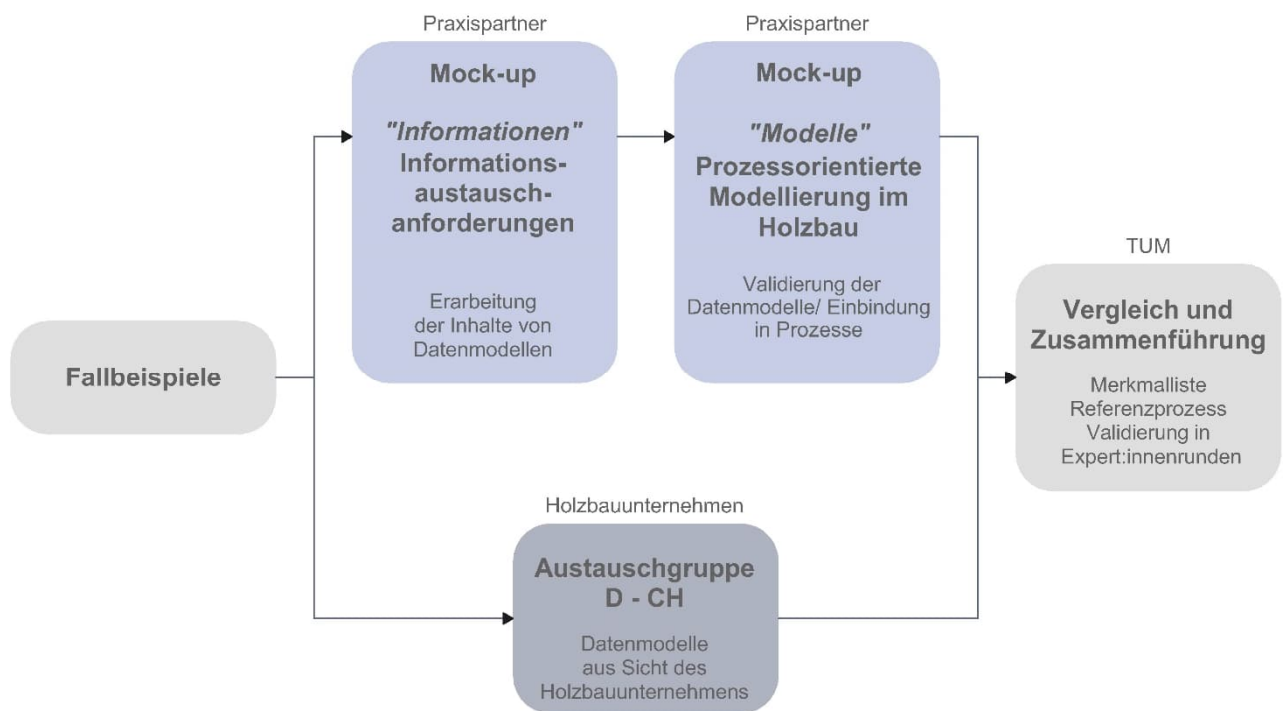


Abbildung 7-2: Prozessdiagramm Fallbeispiele zu den BIMwood Informationsaustauschanforderungen

Die Koordination des Mock-ups „Informationen“ erfolgte am Lehrstuhl Architekturinformatik. Der Planungsprozess des Mock-ups „Modelle“ (siehe Kapitel 6.2) wurde federführend durch den Lehrstuhl Architektur und Holzbau durchgeführt. Die Ergebnisse der Planungsphasen wurden ausgewertet und sind in die Merkmalliste, die im Weiteren aufgeführt wird, eingeflossen. Der Austausch D-CH fand in Abstimmung der Holzbauunternehmen statt und wurde vom Lehrstuhl Architektur und Holzbau begleitet. Die Ergebnisse des Austausches werden im Anschluss zusammengefasst und den Resultaten der Planungsphase gegenübergestellt.

7.1 Mock-up „Informationen“ – BIMwood Informationsaustauschanforderungen

Unter der Prämisse „So wenig wie möglich – so viel wie nötig“ wurden die holzbauspezifischen Anforderungen an den geometrischen (LOG) und alphanumerischen (LOI) Fertigstellungsgrad (siehe Kapitel 2.1) des Architekturmodells aus Sicht der beteiligten Akteur:innen (Praxispartner:innen) in den Phasen „Vorplanung“, „Entwurfsplanung“ und „Ausführungsplanung“ erarbeitet. Dafür wurden nur wesentliche Bauteile der Konstruktion eines Gebäudes in Holzbauweise betrachtet: Decke, Wand, Raum und Dach sowie das Objekt Öffnung.

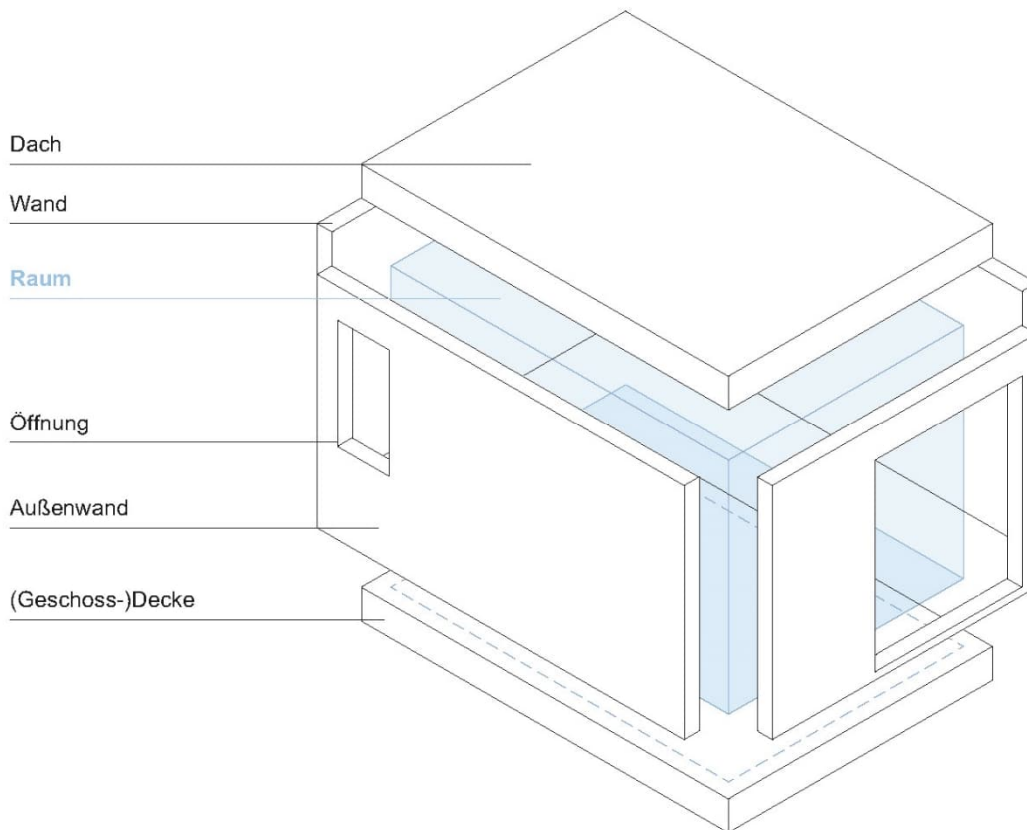


Abbildung 7-3: Informationsaustauschanforderungen – wesentliche Bauteile eines Gebäudes

Mit der Fragestellung „Wer liefert wann welche Information in welchem Fertigstellungsgrad an wen?“ wurden die Anforderungen an den Modellinhalt definiert. Dies wurde mit den Praxispartner:innen in wöchentlichen Besprechungen (Zoom-Meetings) erarbeitet. Unterschieden wurden die Anforderungen nach Planungsphasen: Vorplanung, Entwurfsplanung und Ausführungsplanung.

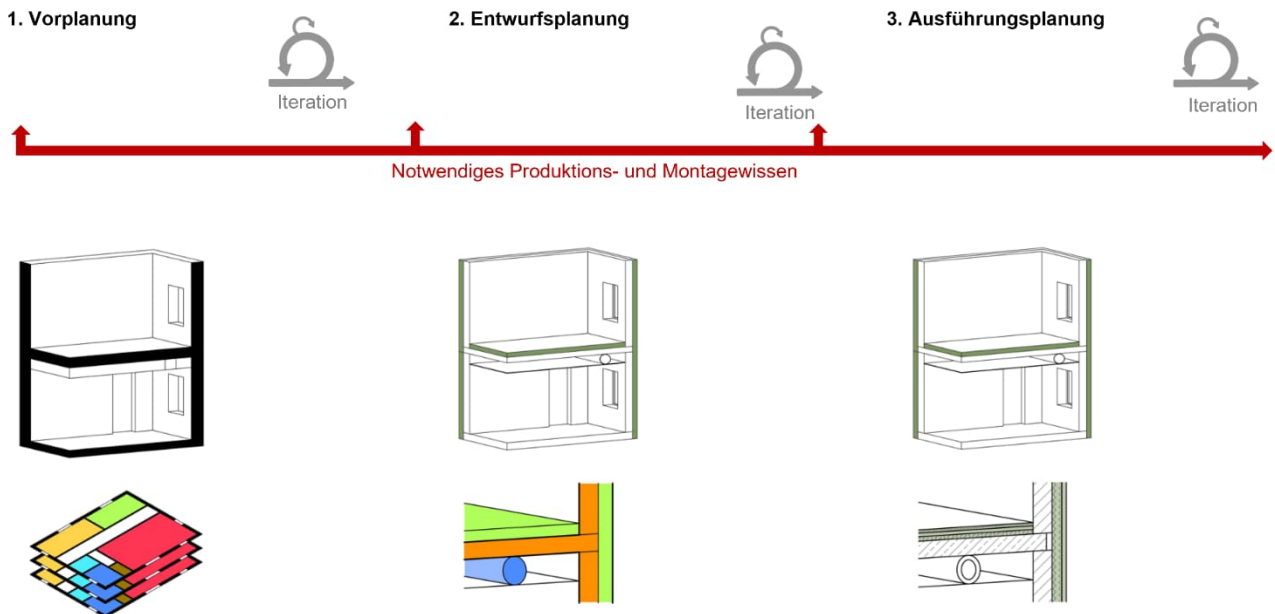


Abbildung 7-4: Informationsaustauschanforderungen – Detaillierungsgrad nach Planungsphasen

Die aus den wöchentlichen Besprechungen resultierenden Ergebnisse wurden von den Praxispartner:innen eigenständig in eine Merkmalliste eingetragen. Merkmale (Attribute) definieren eine kennzeichnende Eigenschaft von Elementen bzw. Objekten. In der Merkmalliste wurden für eine Holzbauplanung notwendige Informationen gesammelt und nach Projektphase, Informationslieferant und Informationsnutzer gegliedert. Jedes Merkmal wurde dabei den verantwortlichen Akteur:innen zugeordnet. So legen beispielsweise die Tragwerksplaner:innen das Merkmal „Tragend“ für ein Objekt (z.B. für das Bauteil Wand) fest.

Merkmal	Beschreibung	Wert	Architektur Objektplanung						
			Vorentwurf	Entwurfsplanung	Ausführungsplanung	Tragwerksplanung	Vorentwurf	Entwurfsplanung	Ausführungsplanung
Identifikation									
Objektname	Objektname	Auswahl (Wandbauteil gesamt)							
Außen	Außenbauteil	[Ja, Nein]							
Tragend	Bauteil mit statisch tragender Funktion	[Ja, Nein]		LM	LM	●	A	A	
Kostengruppe	Kostengruppe nach DIN 276:2018 (3. Ebene)	Nummer 3-stellig			LM				
TWP_Positionsnummer	Positionsnummer Tragwerksplanung (eindeutige Kennung des Bauteils, Vergabe durch BIM-Koordination Tragwerksplanung)								
Zulassung	Bauteil mit Zulassung in Deutschland	[Ja, Nein]			LM	●		A	
Freigabe	Bauteil-Freigabe erfolgt	[Ja, Nein]			LM				

Abbildung 7-5: Informationsaustauschanforderungen – Auszug aus der Merkmalliste Mock-up „Modelle“

Eine Validierung und Harmonisierung der Eintragungen der Praxispartner:innen erfolgte am Lehrstuhl Architekturinformatik in Absprache mit dem Lehrstuhl Architektur und Holzbau.

7.2 Merkmalliste

In Zusammenarbeit mit den Praxispartner:innen wurden für die verwendeten Bauteile Merkmale erarbeitet, die zu bestimmten Zeitpunkten in der Planung als Mindestinformation in den Fachmodellen enthalten sein müssen. Die Erkenntnisse aus dem Austausch mit den Praxispartner:innen wurden abgefragt und in der Merkmalliste zusammengefasst und geordnet. In einem weiteren Abstimmungsprozess wird die Merkmalliste durch nicht am Forschungsprojekt beteiligte Expert:innen evaluiert. Die Merkmale auf den nachfolgenden Abbildungen für die relevanten Bauteile des Mock-ups und der Planungsphasen (Vorplanungsphase – Planungsphase) aufgelistet. Da nicht alle Bauteile gleiche oder ähnliche Merkmale erhalten, ist diese Liste im Sinne einer besseren Lesbarkeit in 5 Teile aufgeteilt – sortiert nach ähnlichen Merkmalgruppen (Abbildung 7-7, Abbildung 7-8, Abbildung 7-9, Abbildung 7-10, Abbildung 7-11).

Quelle	Typ	Name	Wandbauteile							
			Baugrube	Fundamente	Bodenplatte	Bekleidung 1	Tragschicht	Bekleidung 2	Ständer/ Rähm Schwelle	Stützen
1-Modell(en)	Basis	Name	ARC	ARC	ARC	ARC	ARC	ARC	TWP	ARC
		Bauteil ID	ARC	ARC	ARC	ARC	ARC	ARC	TWP	ARC
		Geschoss	ARC	ARC	ARC	ARC			TWP	ARC
		Quantitäten (Länge, Breite, Fläche, ...)	ARC	ARC	ARC	ARC	ARC	ARC	TWP	ARC
		BTK Nummer	-	-	BPW	- BPW				BPW
	en	Außenbauteil	-	ARC	ARC	ARC	ARC	ARC	TWP	ARC

Abbildung 7-6: beispielhafter Auszug der Merkmalliste (vollständige Darstellung siehe Abbildung 7-7)

Die Merkmallisten sind wie folgt strukturiert. In der ersten Spalte „Quelle“ ist markiert, ob die Merkmale in den 3D-Fachmodellen eingearbeitet sind oder ob die Informationen in den Bauteilkatalog oder in den Konzepten der Fachplanungen integriert werden (siehe Tabelle 7-1). Im Bauteilkatalog werden Bauteile in tabellarischer Form detailliert beschrieben mit allen Komponenten und Eigenschaften. Die Informationsdichte im geometrischen Modell wird durch die referenzierenden Merkmale (Eigenschaften) des Bauteilkatalog entzerrt.

Tabelle 7-1: Gliederung der Merkmallisten

Merkmale in Bauteilen der 3D-Fachmodelle			Bauteilkatalog
Basis Angaben	Konstruktion/ Qualitäten	Anforderungen	Bauphysikalische Eigenschaften
z.B. Name Bauteil ID Geschoss Quantitäten	z.B. Außenbauteil tragendes Bauteil Gewerk Material	z.B. Bauart Feuerwiderstand Kapselkriterium Schallschutzanforderungen Wärmeschutzanf.	z.B. Brennbarkeit U-Wert Luftschall-Dämmmaß Rohdichte

Unter dem Abschnitt „Merkmale in Bauteilen 3D Fachmodell(e)“ sind die Merkmale aufgelistet, die von markierten Fachplaner:innen verantwortet werden und in einem Fachmodell verortet sind. Im „Bauteilkatalog“ werden die Eigenschaften aufgeführt, die nicht im 3D-Modell integriert werden.

Die Verlinkung des Bauteilkataloges (BTK) zu den Bauteilen kann über die Basis- Eigenschaft „BTK-Nummer“ erfolgen. Der Bauteilkatalog wird in der Vorplanungsphase aufgestellt und im weiteren Planungsverlauf sukzessive ergänzt und angepasst. Diese Verortung der Informationen muss je nach Bauprojekt bei der Erstellung des BIM-Abwicklungsplan weiter definiert werden, damit die Informationen durch die Projektbeteiligten jederzeit eindeutig zu finden sind. Die Kategorisierung der Merkmale in der Spalte „Typ“ nach Basis, Konstruktion/ Qualitäten, Anforderungen, Brandschutz, Wärmeschutz oder Schallschutz hilft, die Zuordnung der Merkmale weiter zu strukturieren. Je nach Projektart können hier in der jeweiligen Kategorie weitere Merkmale notwendig sein. „Basis“ - Merkmale“ sind grundlegende Eigenschaften der Bauteile, wie z.B. die Geometrie des Bauteils. Im Abschnitt „Konstruktion und Qualitäten“ werden spezifische Merkmale und Eigenschaften, die in den Bauteilen im jeweiligen 3D Fachmodell integriert werden, aufgelistet. Im Abschnitt „Anforderungen“ werden die relevanten Anforderungen aufgelistet, die durch die Bauteile mindestens erfüllt werden müssen.

In den Zellen sind die verantwortlichen Fachplanungen mit folgenden Abkürzungen zugewiesen.

ARC	Objektplanung
TGA	Technische Gebäude Ausstattung
TWP	Tragwerksplanung
BPS	Bauphysik Schallschutz
BPW	Bauphysik Wärmeschutz
HLZ	Holzbauplanung
BRS	Brandschutz

Zusätzlich sind die Zellen farblich gekennzeichnet. Die farbliche Codierung entspricht den auf den Prozesskarten farblich markierten Planungsständen der Abschlüsse der Vorplanungsphase und der Planungsphase und stellt den Zeitpunkt dar, an dem die Merkmale vollständig für alle enthaltenen Bauteile im Modell enthalten sein sollen:

	Modellstand	verantwortlicher Fachplaner
ARC	Übergabemodell Vorplanung	Objektplanung
HLZ	Übergabemodell Planung	Holzbauplanung
TWP	Übergabemodell Ausführungsplanung	Tragwerksplanung

Quelle	Typ	Name	Wandbauteile								
			Baugrube	Fundamente	Bodenplatte	Bekleidung 1	Tragschicht	Bekleidung 2	Ständer/ Rähm Schwelle	Stützen	
Merkmale in Bauteilen 3D Fach-Modell(en)	Basis	Name	ARC	ARC	ARC	ARC	ARC	ARC	TWP	ARC	
		Bauteil ID	ARC	ARC	ARC	ARC	ARC	ARC	TWP	ARC	
		Geschoss	ARC	ARC	ARC	ARC			TWP	ARC	
		Quantitäten (Länge, Breite, Fläche, ...)	ARC	ARC	ARC	ARC	ARC	ARC	TWP	ARC	
		BTK Nummer	-	-	BPW	BPW			-	BPW	
	Konstruktion/ Qualitäten	Außenbauteil	-	ARC	ARC	ARC	ARC	ARC	TWP	ARC	
		tragendes Bauteil	TWP	TWP	TWP	TWP	TWP	TWP	TWP	TWP	
		Orientierung	-	-	-	-	TWP	-	TWP	TWP	
		vorgefertigtes Element	-	ARC	ARC	HLZ	HLZ	HLZ	HLZ	HLZ	
		Gewerk	-	-	-	ARC	ARC	ARC	TWP	ARC	
		Material	-	ARC	ARC	ARC	ARC	ARC	TWP	ARC	
		Oberflächenqualität	-	-	ARC	ARC	ARC	ARC	TWP	ARC	
		Anforderungen	Bauart	-	-	-	BRS			-	-
	Feuerwiderstandsklasse		-	BRS	BRS	BRS			-	BRS	
	Kapselkriterium		-	-	-	BRS			BRS	BRS	
	Schallschutzanforderungen		-	-	-	BPS			-	-	
	Energetische Kennwerte (U-Wert)		-	-	-	BPW			-	-	
	Bauteilkatalog/ Konzepte	Brandschutz	Zulassung	-	-	-	BRS			-	-
			Brennbarkeit	-	-	-	BRS	BRS	BRS	BRS	BRS
			harte Bedachung	-	-	-	-	-	-	-	-
Wärmeschutz		Temperatur-Korrekturfaktor	-	-	-	BPW			-	-	
		Baustoff Wärmeleitfähigkeit	-	-	-	BPW			-	-	
		Baustoff Dampfdiffusion	-	-	-	BPW			-	-	
Schallschutz		Schallabsorptionsgrad	-	-	-	BPS	-	BPS	-	-	
		Luftschalldämm-Maß	-	-	-	BPS			-	-	
		Trittschall-Pegel	-	-	-	-	-	-	-	-	
		Baustoff Spezifizierungen	-	-	-	BPS			-	-	
		Baustoff Rohdichte	-	-	-	BPS			-	-	
		Baustoff Trittschalldämmung	-	-	-	BPS			-	-	
		Baustoff Faserdämmstoff	-	-	-	BPS			-	-	

Abbildung 7-7: Merkmalliste Baugrube, Fundamente, Bodenplatte, Wandbauteile, Stützen

		Deckenbauteile											
Quelle	Typ	Name	Deckenbelag Dachaufbau	Tragschicht	Bekleidung	Deckenbalken Randbalken	Träger	Treppe	Geländer	Sperrzone	Einbauteile Verbindungen	Schlitze und Durchbrüche	
Merkmale in Bauteilen 3D Fach-Modell(en)	Basis	Name	ARC	ARC	ARC	TWP	ARC	ARC	ARC	TWP	TWP	TGA	
		Bauteil ID	ARC	ARC	ARC	TWP	ARC	ARC	ARC	TWP	TWP	TGA	
		Geschoss	ARC	ARC	ARC	TWP	ARC	ARC	ARC	TWP	TWP	TGA	
		Quantitäten (Länge, Breite, Fläche, ...)	ARC	ARC	ARC	TWP	ARC	ARC	ARC	TWP	TWP	TGA	
		BTK Nummer		ARC		-	ARC	ARC	-	-	-	-	
	Konstruktion/ Qualitäten	Außenbauteil	ARC	ARC	ARC	TWP	ARC	ARC	ARC	-	-	-	
		tragendes Bauteil	TWP	TWP	TWP	TWP	TWP	TWP	-	-	TWP	-	
		Orientierung	-	TWP	-	TWP	TWP	TWP	-	-	-	-	
		vorgefertigtes Element	-	HLZ	-	HLZ	HLZ	HLZ	-	-	-	-	
		Gewerk	ARC	ARC	ARC	TWP	ARC	ARC	-	-	-	TGA	
		Material	ARC	ARC	ARC	TWP	ARC	ARC	ARC	-	-	-	
		Oberflächenqualität	ARC	ARC	ARC	TWP	ARC	ARC	ARC	-	TWP	-	
	Anforderungen	Bauart		BRS		-	-	BRS	-	-	-	-	
		Feuerwiderstandsklasse		BRS		-	BRS	BRS	-	-	-	TGA	
		Kapselkriterium		BRS		BRS	BRS	BRS	-	-	-	-	
		Schallschutzanforderungen		BPS		-	-	-	-	-	-	-	
		Energetische Kennwerte (U-Wert)		BPW		-	-	-	-	-	-	-	
	Bauteilkatalog/ Konzepte	Brandschutz	Zulassung		BRS		-	-	-	-	-	-	BRS
			Brennbarkeit	BRS	BRS	BRS	BRS	BRS	-	-	-	-	-
			harte Bedachung	BRS	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Wärmeschutz		Temperatur-Korrekturfaktor		BPW		-	-	-	-	-	-	-	
		Baustoff Wärmeleitfähigkeit		BPW		-	-	-	-	-	-	-	
		Baustoff Dampfdiffusion		BPW		-	-	-	-	-	-	-	
Schallschutz		Schallabsorptionsgrad	BPS	-	BPS	-	-	-	-	-	-	-	
		Luftschalldämm-Maß		BPS		-	-	-	-	-	-	-	
		Trittschall-Pegel		BPS		-	-	-	-	-	-	-	
		Baustoff Spezifizierungen		BPS		-	-	-	-	-	-	-	
		Baustoff Rohdichte		BPS		-	-	-	-	-	-	-	
		Baustoff Trittschalldämmung	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
		Baustoff Faserdämmstoff		BPS		-	-	-	-	-	-	-	

Abbildung 7-8: Merkmalliste Deckenbauteile, Träger, Treppe, Geländer, Sperrzone, Einbauten, Schlitze und Durchbrüche

Quelle	Typ	Name	Fassade	Fenster
Merkmale in Bauteilen 3D Fach-Modell(en)	Basis	Name	ARC	ARC
		Bauteil ID	ARC	ARC
		Geschoss	ARC	ARC
		Orientierung	ARC	ARC
		Quantitäten (Länge, Breite, ...)	ARC	ARC
		BTK Nummer	ARC	ARC
	Konstruktion/ Qualitäten	Außenbauteil	ARC	ARC
		Material	ARC	ARC
		Oberflächenqualität	ARC	ARC
		Festigkeitsklasse	TWP	TWP
		Fensterbank	ARC	ARC
		Sonnenschutz	ARC	ARC
		Widerstandsklasse	BRS	BRS
		Öffnungsart	ARC	ARC
		Antrieb	ARC	ARC
		Beschläge	ARC	ARC
		Zulassung	BRS	BRS
	Anforderungen	Feuerwiderstandsklasse	BRS	BRS
		Rauchschutz	BRS	BRS
		Fluchtweg	BRS	BRS
		Schallschutzanforderungen	BPS	BPS
		Energetische Kennwerte (U-Wert)	BPW	BPW
	Bauteilkatalog/ Konzepte Wärme- schutz	Wärmedurchgangskoeffizient Verglasung	BPW	BPW
		Verglasung Energiedurchlassgrad g	BPW	BPW
		Temperatur-Korrekturfaktor	BPW	BPW
		s. Luftschalldämm-Maß	BPS	BPS

Abbildung 7-9: Merkmalliste Fassade und Fenster

Quelle	Typ	Name	Türen
Merkmale in Bauteilen 3D Fach-Modell(en)	Basis	Name	ARC
		Bauteil ID	ARC
		Geschoss	ARC
		Quantitäten (Länge,Breite,...)	ARC
		BTK Nummer	ARC
	Konstruktion/ Qualitäten	Türnummer	ARC
		Außenbauteil	ARC
		Wandstärke	ARC
		Wandmaterial/Wandaufbau	ARC
		Flügeltyp	ARC
		Aufschlagrichtung	ARC
		Selbstschließend	ARC
		Verglasung	ARC
		Zarge Typ	ARC
		Zarge Material	ARC
		Türblatt Material	ARC
		Türblatt Oberfläche	ARC
		Bänder	ARC
		Schloss	ARC
		Beschläge	ARC
	Zulassung	ARC	
	Anforderungen	Barrierefrei	ARC
		Fluchtweg	BRS
		Rauchschutz	BRS
		Widerstandsklasse	BRS
		Feuerwiderstandsklasse	BRS
		Schallschutzanforderungen	BPS
		Energetische Kennwerte (U-Wert)	BPW
	W.	Temperaturkorrekturfaktor	BPW

Abbildung 7-10: Merkmalliste Türen

Quelle	Typ	Name	Grundfläche	Nutzungs- einheiten	Räume
Merkmale in Bauteilen 3D Fach-Modell(en)	Basis	Name	ARC	ARC	ARC
		Raumnummer ARC	-	-	ARC
		Geschoss	ARC	ARC	ARC
		Quantitäten (Umfang, Fläche, Volumen, ...)	ARC	ARC	ARC
	Konstr./ Qualit.	Nutzungsart (DIN277)	-	ARC	ARC
		Lichte Höhe	-	-	ARC
	Anforderungen	Barrierefreiheit	-	-	ARC
		notwendiger Flur	-	-	BRS
		Raumakustik	-	-	BPS
	TGA	Raumtemp. Winter	-	-	TGA
		Heizsystem	-	-	TGA
		spez. Heizlast	-	-	TGA
		RLT-Anlage	-	-	TGA
		Lüftungssystem	-	-	TGA
		Luftwechselberechnungsart	-	-	TGA
		Raumtemp. Sommer	-	-	TGA
		Kältesystem	-	-	TGA
		spez. Kühllast	-	-	TGA
		ELT spez. Leistung	-	-	TGA
		Sprinklerschutz	-	-	TGA
		SPR Brandgefahrenklasse	-	-	TGA
		Sprinklersystem	-	-	TGA
	MSR - Regelzone	-	-	TGA	

Abbildung 7-11: Merkmalliste BGF, Nutzungseinheiten, Räume

Falls im weiteren Planungsverlauf Bauteile ergänzt oder verändert werden, werden diese Änderungen auch für die Merkmale von den verantwortlichen Fachplaner:innen aktualisiert. Je nach Projektart wird die Merkmalliste im Rahmen der Erstellung des BAP spezifisch angepasst und Teil des BAP.

Literaturverzeichnis

Literaturverzeichnis

- Abbaspour, A., Baum, T. & Raps, M. (Hrsg.). (2021). *BIM Basics. BIM-Glossar: Erläuterungen der wichtigsten Fachbegriffe des Building Information Modeling*. bSD Verlag.
- Beetz, J., Borrmann, A., Both, P. von, Petzold, F. & Schoch, O. (2020). Building Information Modelling (BIM). In L. Hovestadt, U. Hirschberg & O. Fritz (Hrsg.), *Atlas of digital architecture: Terminology, concepts, methods, tools, examples, phenomena* (S. 507–526). Birkhäuser.
- BMVI. (2017). *Umsetzung des Stufenplans Digitales Planen und Bauen*.
https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Publikationen/DG/bim-umsetzung-stufenplan-ersterfortschrittsbe.pdf?__blob=publicationFile
- Borrmann, A. & König, M. (2018). Building Information Modeling. In U. Vismann (Hrsg.), *Wendehorst Bautechnische Zahlentafeln* (S. 1475–1485). Springer Fachmedien Wiesbaden.
https://doi.org/10.1007/978-3-658-17936-6_22
- Geier, S. (2018). *Analysemodell für das vorgefertigte Bauen mit Holz: Lösungsansatz zur Einschätzung und zum Umgang mit Komplexität. Argumentarium – Entwicklung – Anwendung* [Dissertation, München]. Deutsche Nationalbibliothek.
- Golaszewski, J. (2020). *Muster BAP für Pilotprojekte des SIB*. https://www.sib.sachsen.de/download/BIM/20200827_Muster_BAP.pdf
- Kaufhold, M. (2006). *Kompetenz und Kompetenzerfassung: Analyse und Beurteilung von Verfahren der Kompetenzerfassung* (1. Aufl.). VS Verl. für Sozialwissenschaften.
- Kaufmann, Huss, W., Schuster, S. & Stieglmeier, M. (2017). *leanwood - Optimierte Planungsprozesse für Gebäude in vorgefertigter Holzbauweise* [Broschüre], München. <https://mediatum.ub.tum.de/doc/1537682/1537682.pdf>
- Kaufmann, H [H.], Huß, W., Schuster, S. & Stieglmeier, M. (Hrsg.). (2017). *leanWOOD - Innovative und optimierte Prozesse und Kooperationsmodelle für die Planung, Produktion und den Unterhalt von Gebäuden in Holzbauweise*. Forschungsbericht. https://mediatum.ub.tum.de/doc/1625415/hur5rvt2kdwtfjyze3imj6t.leanWood_FinalReport.pdf
- Kaufmann, H [H.], Schuster, S. & Stieglmeier, M. (2020). *Holz&BIM - Building Information Modelling (BIM) als Planungsmethode im modernen Holzbau: Eine Standortbestimmung zur Identifizierung von Anforderungen und Hemmnissen*. (Forschungsbericht). München. Technische Universität München. <https://www.ar.tum.de/holz/forschung/holz-bim/>
<https://doi.org/10.13140/RG.2.2.24125.41449>
- Kaufmann, H [Hermann], Krötsch, S. & Winter, S. (Hrsg.). (2021). *DETAIL Construction Manuals. Atlas mehrgeschossiger Holzbau: Grundlagen - Konstruktionen - Beispiele* (3. Aufl.). Edition Detail. <https://doi.org/10.11129/9783955535575>
- Kröger, S. (2018). *BIM und Lean Construction: Synergien zweier Arbeitsmethodiken* (1. Aufl.). *Beuth Innovation*. Beuth Verlag.
- Lechner, H. & Stifter, D. (2015). *Kommentar zum Leistungsbild Architektur: HOAI 2013, LM.VM.2014* (H. Lechner & D. Heck, Hg.) (3., erw. Aufl.). Verl. der Techn. Univ. <https://doi.org/Hans>
- Liebich, T., Tulke, J. & König, M. (2019). *BIM4INFRA 2020: Leitfaden und Muster für den BIM-Abwicklungsplan (BAP)* [Teil 3].

- Preidel, C., Borrmann, A., Exner, H. & König, M. (2021). Common Data Environment. In A. Borrmann, M. König, C. Koch & J. Beetz (Hrsg.), *VDI-Buch. Building Information Modeling: Technologische Grundlagen und industrielle Praxis* (2. Aufl., S. 335–351). Springer Vieweg.
- Purkus, A. (2019). *Charta für Holz 2.0: Kennzahlenbericht 2019 Forst & Holz* (Stand September 2019, 1. Auflage). Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR).
- Schapke, S.-E., Beetz, J., König, M., Koch, C. & Borrmann, A. (2021). Prinzipien und Techniken der modellgestützten Zusammenarbeit. In A. Borrmann, M. König, C. Koch & J. Beetz (Hrsg.), *VDI-Buch. Building Information Modeling: Technologische Grundlagen und industrielle Praxis* (2. Aufl., S. 309–333). Springer Vieweg.
- Schuster, S. (2017). Buch 5 - Teil B Holzbaugerechte Leistungsbilder. In H. Kaufmann, W. Huß, S. Schuster & M. Stieglmeier (Hrsg.), *leanWOOD - Innovative und optimierte Prozesse und Kooperationsmodelle für die Planung, Produktion und den Unterhalt von Gebäuden in Holzbauweise. Forschungsbericht* (S. 433–451).
- Stachowiak, H. (1973). *Allgemeine Modelltheorie*. Springer.
- VDI 2552 Blatt 1. (2020). *VDI 2552 Blatt 1, Building Information Modeling: Grundlagen = Building information modeling: fundamentals. VDI-Richtlinien*. Beuth Verlag GmbH.
- VDI 2552 Blatt 10. (2021). *VDI 2552 Blatt 10, Building Information Modeling - Auftraggeber-Informations-Anforderungen (AIA) und BIM-Abwicklungspläne (BAP): = Building information modeling - Employers information requirements (EIR) and BIM execution plan (BEP). VDI-Richtlinien*. Beuth Verlag GmbH.
- VDI 2552 Blatt 11.1. (2021). *VDI/bs 2552 Blatt 11.1, Building Information Modeling - Informationsaustauschanforderungen zu BIM-Anwendungsfällen: = Building information modeling - information exchange requirements for BIM use cases. VDI-Richtlinien*. Beuth Verlag GmbH.
- VDI 2552 Blatt 2. (2021). *VDI 2552 Blatt 2, Building Information Modeling - Begriffe: = Building information modeling - terms and definitions. VDI-Richtlinien*. Beuth Verlag GmbH.
- VDI 2552 Blatt 4. (2020). *VDI 2552 Blatt 4, Building Information Modeling - Anforderungen an den Datenaustausch: = Building information modeling - Requirements for data exchange. VDI-Richtlinien*. Beuth Verlag GmbH.
- VDI 2552 Blatt 7. (2020). *VDI 2552 Blatt 7, Building Information Modeling - Prozesse: = Building information modeling - processes. VDI-Richtlinien*. Beuth Verlag GmbH.
- White, S. A. (2004). *Introduction to BPMN*. BPTrends. <https://www.bptrends.com/bpt/wp-content/publicationfiles/07-04%20WP%20Intro%20to%20BPMN%20-%20White.pdf>

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1-1: Themenfelder BIMwood	2
Abbildung 2-1: Grundlegende Komponenten zur Entwicklung eines Bauwerkmodells (nach VDI 2552 Blatt 11.1, 2021).....	5
Abbildung 2-2: beispielhafte Abbildung zu Fertigstellungsgraden einer Außenwand (nach Kaufmann et al., 2017, S. 13).....	7
Abbildung 2-3: Informationsverlauf konventionell vs. BIM (nach Kröger, 2018, S. 78).....	11
Abbildung 2-4: Chancen und Nutzen von BIM für den Holzbau.....	12
Abbildung 5-1: Referenzablauf Vorplanung.....	24
Abbildung 5-2: wesentliche Bauteile 3D Fachmodell Objektplanung Abschluss Vorplanungsphase	26
Abbildung 5-3: Referenzablauf Planungsphase	27
Abbildung 5-4: Teilmodell Arbeitsmodell: Fachmodell Objektplanung Start Planungsphase.....	29
Abbildung 5-5: Fachmodell Übergabemodell Planungsphase, Objektplanung.....	32
Abbildung 5-6: Fachmodell Übergabemodell Planungsphase, Tragwerksplanung	32
Abbildung 6-1: Übersicht Begriffe für mehrschichtige Bauteile am Beispiel einer Wand.....	36
Abbildung 6-2: Begriffsbestimmungen für Wandbauteile.....	37
Abbildung 6-3: Begriffsbestimmungen am Beispiel horizontaler bzw. geneigter Deckenbauteile	37
Abbildung 6-4: Zusammengesetzte Holzbauteile am Beispiel Wand.....	38
Abbildung 6-5: Planungsprozess für einen Teilausschnitt eines mehrgeschossigen Holzbaus....	40
Abbildung 6-6: Mock-up „Modelle“ – Organisation des Datenaustausches und Festlegung der Rollenverteilung	42
Abbildung 6-7: Mock-up „Modelle“ – Workflow	43
Abbildung 6-8: Mock-up „Modelle“ – Koordinationsmeeting	44
Abbildung 6-9: Gegenüberstellung 3-Schichten-Modell der Objektplanung (links) und Tragwerksmodell mit Überlagerung 3-Schichten-Modell (rechts)	46
Abbildung 6-10: 3-Schichten-Modell am Beispiel einer Außenwand, Tragschicht (orange), äußere (grün) und innere (blau) Bekleidung mit ihren Komponenten (farbige Punkte.....	48
Abbildung 6-11: Konzeptionelle Darstellung der Elementierung der Bauteile durch das Holzbauunternehmen.....	51
Abbildung 6-12: Modelle „Werkstattplanung“ Holzbauunternehmen ohne Beplankung und mit Beplankung.....	52
Abbildung 7-1: Datenübergabeanforderungen	53

Abbildung 7-2: Prozessdiagramm Fallbeispiele zu den BIMwood Informationsaustauschanforderungen	54
Abbildung 7-3: Informationsaustauschanforderungen – wesentliche Bauteile eines Gebäudes...	55
Abbildung 7-4: Informationsaustauschanforderungen – Detaillierungsgrad nach Planungsphasen	56
Abbildung 7-5: Informationsaustauschanforderungen – Auszug aus der Merkmalliste Mock-up „Modelle“	56
Abbildung 7-6: beispielhafter Auszug der Merkmalliste (vollständige Darstellung siehe Abbildung 7-7)	57
Abbildung 7-7: Merkmalliste Baugrube, Fundamente, Bodenplatte, Wandbauteile, Stützen	60
Abbildung 7-8: Merkmalliste Deckenbauteile, Träger, Treppe, Geländer, Sperrzone, Einbauten, Schlitze und Durchbrüche	61
Abbildung 7-9: Merkmalliste Fassade und Fenster	62
Abbildung 7-10: Merkmalliste Türen	63
Abbildung 7-11: Merkmalliste BGF, Nutzungseinheiten, Räume	64

Tabellenverzeichnis

Tabelle 2-1: Beispiele für den Zusammenhang von Projektzielen, BIM-Zielen und BIM-Anwendungsfällen (<i>VDI 2552 Blatt 10, 2021</i>).....	4
Tabelle 5-1: Modellinhalte Ergebnis Vorplanungsphase.....	25
Tabelle 5-2: mögliche Inhalte Fachplanungen Arbeitsmodell(e).....	28
Tabelle 5-3: mögliche Inhalte mögliche Planungsinhalte Leitmodell.....	30
Tabelle 5-4: mögliche Planungsinhalte Leitmodell.....	31
Tabelle 6-1: Modellierungsvorschlag der Holzbauunternehmen <i>Gumpp&Maier GmbH</i> und <i>schaerholzbau ag</i> zu den Holzbauelementen.....	50
Tabelle 7-1: Gliederung der Merkmallisten.....	58