

BIM und vorgefertigter Holzbau – Der BIMwood Referenzprozess

S. Schuster¹, J. Arnold¹ and J. Behm²

¹Chair of Architecture and Timber Construction, Technical University of Munich, Arcisstraße 21,
80333 Munich, Germany

²Chair of Architectural Informatics, Technical University of Munich, Arcisstraße 21, 80333 Munich,
Germany

E-Mails: sandra.schuster@tum.de, joh.arnold@tum.de, julia.behm@tum.de

Abstract: Der Beitrag befasst sich mit der Weiterentwicklung der Wertschöpfungskette Planen und Bauen mit Holz und beschreibt Problemlösungsansätze, die maßgeblich zu einer CO₂-neutralen Bauweise beitragen: Die Nutzung des Baustoffs Holz und die industrialisierte Bauweise. Grundlage bildet das Building Information Modeling (BIM) als eine Schlüsseltechnologie in Architecture, Engineering and Construction (AEC) und die damit einhergehenden Auswirkungen auf gängige Arbeitsmethoden. Construction 4.0 als Konzept basiert auf der Digitalisierung der Bauwirtschaft einerseits und der Industrialisierung der Bauprozesse andererseits. Der moderne Holzbau ist in hohem Grad von einer industrialisierten Fertigung geprägt. Im Vergleich zu anderen ausführenden Gewerken handelt es sich bei den Holzbauunternehmen um ein planungsintensives Gewerk, das seit über 30 Jahren in der Lage ist, mit 3D (Geometrie) Modellen zu arbeiten und diese mit entsprechenden Informationen zu hinterlegen. Während im Bereich der Fertigung eine funktionierende digitale Kette existiert, wird diese im Bereich der Planung derzeit nicht durchgängig umgesetzt. Dieses Defizit führt vielfach zu einem Mehraufwand auf Seiten der Planenden. Das Forschungsprojekt BIMwood entwickelt BIM basierte Lösungen für optimierte Prozessabläufe im Holzbau. Inhalt dieses Papers ist die Beschreibung eines holzbauspezifischen BIMwood Referenzprozesses, für dessen Erarbeitung ein simulativer Methodenansatz gewählt wurde. Der BIMwood Referenzprozess beschreibt inhaltliche und prozessuale Themenfelder gleichermaßen und unterstützt damit eine optimierte integrale Planung und Koordination von vorgefertigten Holzbauprojekten. Damit fördert er die Weiterentwicklung der BIM-Methodik und BIM-Technologien im Bereich des industrialisierten Holzbaus.

Keywords: BIM, Holzbau, Vorfertigung, Referenzprozess, Construction 4.0

1 Einleitung

Der moderne Holzbau ist von einer industrialisierten Fertigung geprägt. Dieses Prinzip der Vorfertigung (Abbildung 1) und ein höherer Komplexitätsgrad der Bauteilaufbauten verlangen bereits in frühen Planungsphasen Entscheidungen und Festlegungen, welche geometrischen und alphanumerischen Informationen zu welchem Zeitpunkt in das Modell eines Holzbauprojekts einfließen.



Abbildung 1: Grad der Vorfertigung im Holzbau

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 an dieser Stelle vorgestellt wird. Der BIMwood Referenzprozess definiert neben den Informationsanforderungen die Informationstiefe in unterschiedlichen Planungsphasen unter Berücksichtigung der Spezifika des Holzbaus. Darüber hinaus werden die notwendigen Akteure und die ihnen zugewiesenen Rollen identifiziert und es wird festgelegt, über welche holzbauspezifischen Kompetenzen die beteiligten Akteure im Planungsprozess verfügen müssen. 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.

Der BIM Projektabwicklungsplan (BAP) beschreibt in idealisierter Form alle Prozesse und die Inhalte des Informationsmanagements [1, S. 14] und definiert damit die Grundlagen einer BIM-basierten Zusammenarbeit. Das betrifft neben der Festlegung organisatorischer Strukturen und Verantwortlichkeiten auch die konkrete Beschreibung der Prozesse und Anforderungen an die integrale Kooperation der einzelnen Akteure. Darüber hinaus legt der BAP weiterhin die projektbezogenen Ausprägungen fest und definiert das Maß der Informations- und Detailierungstiefe

und deren Qualitäten [2]. Unter Einbeziehung der unterschiedlichen Möglichkeiten und Elemente der BIM-Methode wurden im Verlauf der vergangenen Jahre sogenannte BIM-Referenzprozesse entwickelt [2, 3]. Dabei beschreiben BIM-Referenzprozesse den Zusammenhang zwischen unterschiedlichen Planungs- und Projektphasen und den notwendigen Voraussetzungen an den Austausch von Informationen bzw. das Informationsmanagement. Während der BIM-Referenzablauf eine übergeordnete Betrachtung über den gesamten Lebenszyklus eines Gebäudes beschreibt, umfasst der BIM-Referenzprozess vorwiegend die Elemente des Planungsprozesses. BIM-Referenzprozesse dienen dabei für alle Projektbeteiligten als erste Referenz - beziehungsweise Grundlage - für eine kontinuierliche Verbesserung ihrer Abläufe [3]. Das Bauen mit Holz verlangt durch das Prinzip der Vorfertigung bereits in früheren Planungsphasen Entscheidungen und Festlegungen als mineralische Bauweisen [4]. Gleichzeitig bedingt der Komplexitätsgrad und das Wirkungsgefüge der Bauteilaufbauten genaue Festlegungen hinsichtlich des Zeitpunktes und des Umfangs, in dem geometrische und alphanumerische Informationen in das 3D-Modell eines Holzbauprojekts einfließen. Vor dem Hintergrund, ob die spezifischen Herausforderungen des vorgefertigten Holzbaus den etablierten Grundlagen von BIM-Referenzabläufen entsprechen, wurden folgende Fragestellungen untersucht:

- Unterscheidet sich der BIM-Referenzprozess für einen vorgefertigten Holzbau hinsichtlich der Abläufe von denen eines BIM-Prozesses für mineralische Bauweisen?
- Bedarf es im Bereich der BIM-Planung eines Holzbaus besonderer Kompetenzen der einzelnen Rollen?
- Lassen sich die geometrischen und alphanumerischen Informationen betreffend holzbauspezifischer Aspekte generieren?

Die Ergebnisse der Fragestellungen dienen der Erstellung eines BIMwood Referenzprozesses. Dieser definiert neben den Informationsanforderungen die Informationstiefe in den unterschiedlichen Planungsphasen. Ferner werden die beteiligten Akteure und die ihnen zugewiesenen Rollen überprüft und es wird festgelegt über welche holzbauspezifischen Kompetenzen die beteiligten Akteure im Planungsprozess eines Holzbaus verfügen müssen.

2 Methodischer Ansatz

Zur Erarbeitung des BIMwood Referenzprozess wurde ein handlungsorientierter, simulativer Methodenansatz gewählt, der zwei Betrachtungsebenen beinhaltet: Die prozessuale Ebene beschreibt die Austauschprozesse im Kontext der zugewiesenen Rollen (Prozess). Die deskriptive Ebene beschreibt die strukturierten, multidisziplinären Daten (Inhalte). Gemeinsam mit den am Forschungsprojekt BIMwood beteiligten Praxispartnern wurde mittels der Planung digitaler Mockups der BIMwood Referenzprozess entwickelt. Die Mockups stellen in der Annahme wesentliche Bauteile eines komplexen Holzbaus dar. Der Untersuchungsgegenstand betrifft dabei die Bauteile

Wand, Decke, Dach, Öffnung und Raum. Die für die Planung im Holzbau notwendigen Kompetenzen waren durch die am Prozess Beteiligten repräsentiert. Die Zuordnung von Rollen und Verantwortlichkeiten erfolgte vor Untersuchungsbeginn. Die Beschreibung der notwendigen Holzbaukompetenz der beteiligten Rollen wurden im Laufe der Untersuchung verfeinert und definiert. Der notwendige Umfang der geometrischen und alphanumerischen Informationen zu bestimmten Planungsphasen wurde in einem dokumentierten Prozess diskutiert, beleuchtet und hinterfragt. Die dokumentierten Ergebnisse werden in einer weiteren Evaluierungsrunde mit Experten validiert.

3 Ergebnisse zum BIMwood Referenzprozess

3.1 Prozess

Hinsichtlich der Prozessabläufe wurden keine Abweichungen zu bestehenden BIM-Referenzprozessen festgestellt. Die sogenannte Leistungsphase Null als notwendige Projektvorbereitungsphase wird seit langem in unterschiedlichen Fachgremien diskutiert und als Notwendigkeit empfohlen [5, S. 62]. Sie dient der argumentierten Auswahl des Planungsteams ebenso wie der Festlegung zu erbringender Leistungen zu festgelegten Planungsphasen und definiert die Kosten- und Terminvoraussetzungen. Diese Diskussion tritt im Kontext der Beschreibung der Auftraggeber Informationsanforderungen AIA wieder vermehrt in den Mittelpunkt. Der Holzbau profitiert von der Hervorhebung der Relevanz der Leistungsphase Null im BIM Prozess [6, S. 445]. Grundsätzlich jedoch entsprechen die Abläufe der Holzbauplanung denen des BIM konformen Planens mit mineralischen Baustoffen. Die Unverzichtbarkeit notwendigen Abläufen (AIA – BAP – Projektstart) im Planungsprozess gemäß vorhandener BIM Referenzprozesse zu folgen, gilt unabhängig von den verwendeten Materialien

3.2 Holzbaukompetenz

Wesentlicher Aspekt bei der Umsetzung vorgefertigter Holzbauten ist die frühzeitige Integration der notwendigen Holzbaukompetenz [4]. Neben der Synthese holzbaugerechter Konstruktionsprinzipien und Raumbildung, bauphysikalischen Anforderungen und solchen des Brandschutzes ist eine frühe Auseinandersetzung mit dem Bauprozess notwendig, dessen besondere Anforderungen die Planungsphase hinsichtlich Ausarbeitungsdauer und -tiefe beeinflusst. Themen der Vorfertigung, Transportlogistik und Montage müssen bereits in die Planung einfließen [4]. Der Begriff Holzbaukompetenz allgemein beschreibt eine Leistungsfähigkeit aus anwendungsorientierter Sicht, die Themen des Planen und Bauen mit dem Werkstoff Holz betreffend. Neben der Festlegung und Abfrage der BIM-Kompetenzen [7, S. 19-22] ist für die Umsetzung von Holzbauprojekten im Rahmen der Zuordnung von Rollen und Verantwortlichkeiten diese Holzbaukompetenz notwendig. Eine

Konkretisierung der Holzbaukompetenz mit Blick auf Themen- bzw. Handlungsfelder erfolgte gemäß folgender Unterscheidung: Während die **allgemeine Holzbaukompetenz** das nicht fachspezifische Wissen hinsichtlich Material, Vorfertigung und Prozesse im Unterschied zum mineralischen Bauen umschreibt, impliziert die **Holzbaukompetenz der Fachplanenden** fach- und materialspezifische Kenntnisse und deren Berücksichtigung im Planungsprozess. **Prozessspezifische Holzbaukompetenz** beinhaltet fertigungsrelevantes Wissen, das von Themen der Arbeitsvorbereitung bis hin zu Elementierung, Logistik und Montage reicht.

Die im Rahmen eines BIM-Projekts notwendigen Rollen und Verantwortlichkeiten müssen vor Projektbeginn definiert und benannt sein [1, S. 9]. Gleichzeitig müssen sie von geeigneten Personen mit entsprechenden BIM- und Holzbaukompetenzen ausgeführt werden. Entsprechend ihrer jeweiligen Rollen und Verantwortlichkeiten werden im Rahmen der BIMwood Referenzablaufs den aus bestehenden BIM-Prozessen basierenden Rollen entsprechende Holzbaukompetenzen zugewiesen.

3.3 Rollen und Verantwortlichkeiten

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

Um spezifischen Belange des Holzbaus (Vorfertigung, Elementierung,...) im Planungsprozess zu berücksichtigen ist es notwendig die Holzbaukompetenz in den Planungsprozess frühzeitig zu integrieren [4]. 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 Akteuren erbracht werden. Beispielsweise können Tragwerksplanende, gemeinsam mit Objektplanenden, mit ausreichender Holzbaukompetenz die Aufgaben der Holzbauplanung übernehmen. Alternativ kann ein/e eigenständige/r Akteur/in, wie eine Fachingenieur/in Holzbau, die Rolle ausfüllen.

Im Unterschied zum konventionellen BIM-Referenzprozess kommt dem Fachmodell der Tragwerksplanung eine besondere Bedeutung zu. In den Fallstudien und Diskussionen mit den Praxispartnern wurde die Bedeutsamkeit 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.

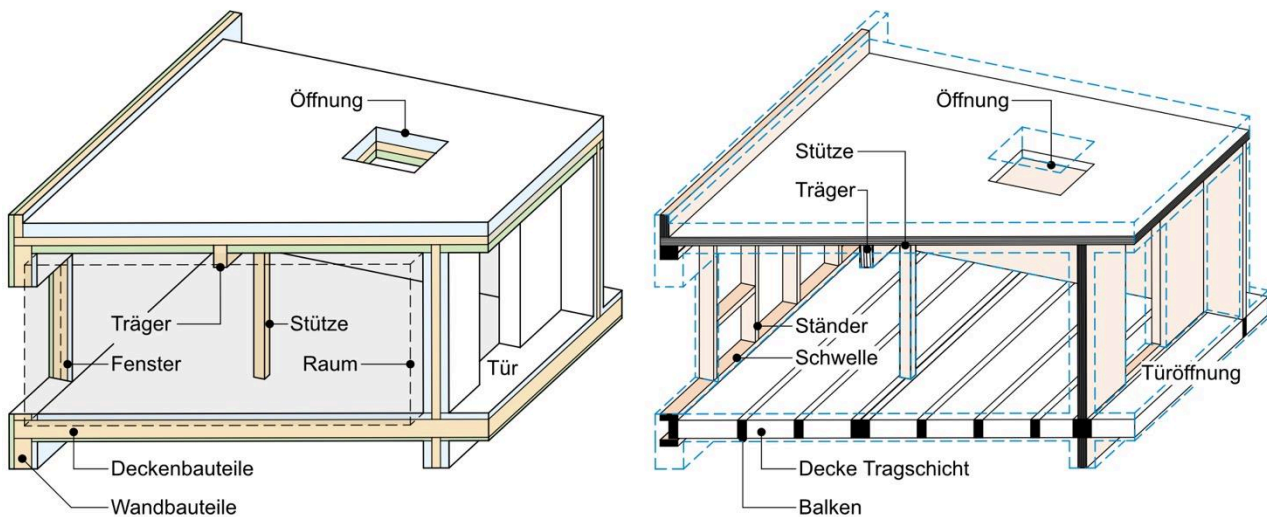


Abbildung 2: Gegenüberstellung 3 Schichten-Modell der Objektplanung (links) und Tragwerksmodell mit Überlagerung 3-Schichten-Modell (rechts)

In der Ebene der Tragschicht werden durch den Tragwerksplaner die Komponenten der tragenden Holzkonstruktion (Rähm, Schwelle, Ständer, Balken, Sperrzonen) modelliert (Abbildung 2 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 Akteure. 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-Schichtenmodell 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. In sind diese 3 Schichten am Beispiel einer Außenwand dargestellt. Abbildung 3 zeigt die Tragschicht (orange), welche beidseitig von einer äußeren Bekleidungsschicht (grün) und einer inneren Bekleidungsschicht (blau) bekleidet ist.

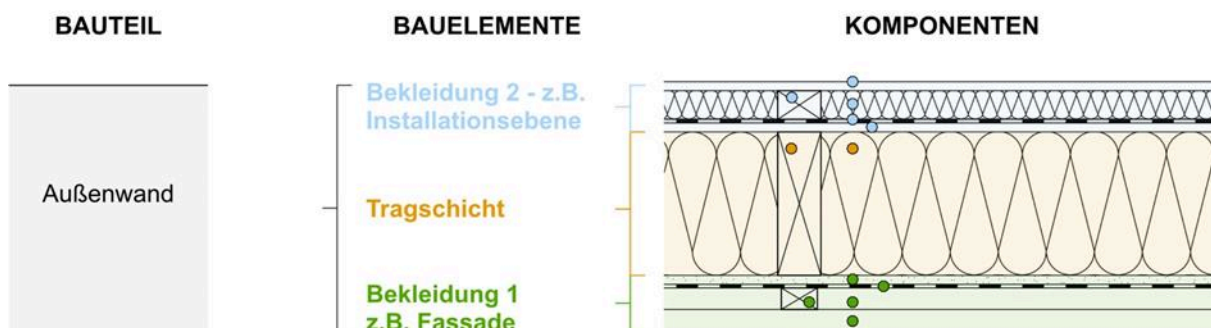


Abbildung 3: 3-Schichten-Modell am Beispiel einer Außenwand, Tragschicht (orange), äußere (grün) und innere (blau) Bekleidung mit ihren Komponenten (farbige Punkte)

Die Tragschicht beinhaltet die Komponenten der Tragkonstruktion (Abbildung 3 - dargestellt durch die farbigen 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.

4 Ausblick

Vor dem Hintergrund der Construction 4.0 als Konzept, das auf der Digitalisierung der Bauwirtschaft einerseits und der Industrialisierung der Bauprozesse andererseits basiert, kommt dem Holzbau eine besondere Bedeutung zu. Die Abläufe in der Produktion und Fertigung sind, anders als beim mineralischen Bauen, weitestgehend industrialisiert. Die idealtypische Darstellung des BIMwood Referenzprozesses für den vorgefertigten Holzbau und Empfehlungen für konkrete

Anwendungsfälle dienen dazu, die digitale Kette, insbesondere an der Schnittstelle zur Ausführung zu optimieren. Die Ergebnisse haben das Potenzial wichtige Hinweise an die unterschiedlichen Stakeholder zu liefern, insbesondere an die Softwareindustrie, die für Neuentwicklungen auf die Anforderungen und Formulierung von Defiziten der holztechnischen Fachkenntnisse angewiesen ist und unterstützt in Folge die bauliche Nutzung nachwachsender Rohstoffe und damit zielgerichtet die forstbasierte Industrie. Die Entwicklung des BIMwood Referenzprozesses und die damit verbundene Weiterentwicklung der holzbasierten Prozesskette trägt dazu bei, das derzeit ungenutzte Potenzial im forstwirtschaftlichen Sektor der mehrgeschossigen Gebäude zu unterstützen und die Weltwirtschaft von der Abhängigkeit von fossilen und nicht nachwachsenden Rohstoffen zu einer nachhaltigen "Bio-based Economy" zu entwickeln. Nicht zuletzt mit Blick auf Ressourcenerhalt und Kreislaufwirtschaft, gewinnt die Nutzung von digitalen Informationsmodellen an Bedeutung. Auf Grundlage der Bauwerksmodelle können nach Jahrzehnten der Nutzung Daten und Informationen zur Weiter- und Wiederverwertung der Bauteile gewonnen werden.

Literaturverzeichnis

- [1] VDI 2552 Blatt 1, VDI 2552 Blatt 1, Building Information Modeling: Grundlagen = Building information modeling : fundamentals. Berlin: Beuth Verlag GmbH, 2020.
- [2] BIMiD, BIM-Referenzobjekt in Deutschland (2013-2017): Ein Praxismodellprojekt für die deutsche Bau- und Immobilienwirtschaft. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.kompetenz-zentrum-planen-und-bauen.digital/ueber-uns/bimid/projekt-bimid> (Zugriff am: 27. Mai 2022).
- [3] K. Hausknecht und T. Liebich, BIM-Kompendium: Building Information Modeling als neue Planungsmethode. Stuttgart: Fraunhofer IRB Verlag, 2016.
- [4] H. Kaufmann, W. Huss, S. Schuster und M. Stieglmeier, leanwood - Optimierte Planungsprozesse für Gebäude in vorgefertigter Holzbauweise. [Online]. Verfügbar unter: <https://mediatum.ub.tum.de/doc/1537682/1537682.pdf> (Zugriff am: 4. Februar 2020).
- [5] H. Lechner und D. Stifter, Kommentar zum Leistungsbild Architektur: HOAI 2013, LM.VM.2014, 3. Aufl. Graz: Verl. der Techn. Univ, 2015.
- [6] H. Kaufmann, W. Huß, S. Schuster und M. Stieglmeier, „leanWOOD - Innovative und optimierte Prozesse und Kooperationsmodelle für die Planung, Produktion und den Unterhalt von Gebäuden in Holzbauweise (Forschungsbericht)“. Abschlussbericht, Technische Universität München, München, 2018. [Online]. Verfügbar unter: https://mediatum.ub.tum.de/doc/1625415/hur5rvt2kdwtgfjyze3imj6t.leanWood_FinalReport.pdf
- [7] BMDV, Konzept zur schrittweisen Einführung moderner, IT-gestützter Prozesse und Technologien bei Planung, Bau und Betrieb von Bauwerken – Stufenplan zur Einführung von BIM: Endbericht. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Anlage/DG/Digitales/bim-stufenplan-endbericht.html>.