

# BIM WOOD

01000010  
01001001  
01001101  
01010111  
01001111  
01001111  
01000100

## How-To

Mit Unterstützung von:



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

Innosuisse – Schweizerische Agentur  
für Innovationsförderung

Abschlussbericht  
Innosuisse-Projekt 42874.1-IP SBM  
Stand: 11.07.2022

### Verfasserteam

Geier Sonja  
Penroz Matias  
Rohner Thomas  
Wacker Pascal

### Projektteam inhaltliche Entwicklung

Birrer Daniel  
Bless Nicolas  
Geier Sonja  
Jutz Martin  
Müller Daniel  
Nyffeler Anne  
Penroz Matias  
Rohner Thomas  
Schär Michael  
Scheurer Fabian  
Wacker Pascal

### Disclaimer und Haftungsausschluss:

Dieser Bericht gibt die Entwicklungen, Erkenntnisse und Erfahrungen aus dem Innosuisse-Forschungsprojekt BIMwood wieder. Die Inhalte des Berichtes wurden mit größter Sorgfalt erstellt. Für die Richtigkeit, Vollständigkeit und Aktualität der Inhalte können wir jedoch keine Gewähr übernehmen und schliessen - soweit gesetzlich zulässig - jede Haftung aus für Schäden, die sich aus der Verwendung dieser Inhalte ergeben könnten.

### Copyright:

© BIMwood

### BIMwood Ergebnisse

						
<b>BIMwood Film</b>	<b>BIMwood Argumentarium</b>	<b>BIMwood How-To</b>	<b>BIMwood Website</b>	<b>BIMwood LinkedIN</b>	<b>BIMwood Miro-Boards</b>	<b>BIMwood Doku Case Study</b>
"Faces behind the project" Aufruf & Links	Overview & Facts Aufruf & Links	Detaillierte Dokumentation der wissenschaftlichen Erkenntnisse	<a href="http://www.bimwood.info">www.bimwood.info</a> Knowhow-Hub Aufruf, Kontakte & Links	Forum für eine neue Diskussion	Planungsprozesse & T-Modelle für die Nutzung im BIMwood-Team (INTERN)	Dokumentation der Case Study Studhalde (INTERN)

## BIMwood Projektteam

### Forschungspartnerin, Projektleitung



Hochschule Luzern – T&A  
CC Typologie & Planung in Architektur  
Technikumstrasse 21  
6048 Horw

Sonja Geier  
Pascal Wacker

### Forschungspartnerin



Berner Fachhochschule, BFH  
Architektur, Holz und Bau  
Inst. f. digitale Bau- & Holzwirtschaft  
Solothurnstrasse 102  
2504 Biel/Bienne

Thomas Rohner  
Matias Penroz

### Hauptumsetzungspartner



schaerholzbau ag  
Kreuzmatte 1  
6147 Grossdietwil

Michael Schär  
Samuel Birrer

### Umsetzungspartner



GKS Architekten Generalplaner AG  
Winkelriedstrasse 56  
6003 Luzern

Daniel Birrer  
Martin Jutz  
Lukas Stöckli

### Umsetzungspartner



Pirmin Jung Schweiz AG  
Grossweid 4  
6026 Rain

Daniel Müller  
Anne Nyffeler

### Umsetzungspartner



Design to Production GmbH  
Seestrasse 78  
8703 Erlenbach

Fabian Scheurer

### Umsetzungspartner



Wirkungsgrad Ingenieure AG  
Habsburgerstrasse 1a  
6003 Luzern

Nicolas Bless

## Danksagung

Ein besonderer Dank gilt der **allgemeinen Baugenossenschaft Luzern abl**, die laufendes Bauvorhaben als Case Study für das BIM-Projektteam bereitstellte und dem Projektteam für Reflexionen zur Perspektive der Bauherrschaft und Aspekten des kostengünstigen Bauens zur Verfügung stand.

## Das BIMwood How-To



*Abbildung 1: BIMwood Klausur am 06.04.2022 am Campus in Horw - Wir wollen eine neue Diskussion zur Implementierung der BIM-Methode im industrialisierten Holzbau etablieren!*

Holz etabliert sich gerade in der Wahrnehmung als ökologisches und vielfältiges Material, das Emotionen weckt, High-Tech-Anwendungen im Bau ermöglicht und gestalterische Freiheiten durch die wirtschaftlich attraktive Serienproduktion ermöglicht.

Doch überschwängliche Euphorie auf der einen und Vorurteile auf der anderen Seite verstellen dem Holzbau noch den Weg zur durchgängigen Anwendung der BIM-Methode von Bestellung bis Fertigstellung. Ein wichtiger Puzzlestein zur Industrie 4.0 fehlt damit. Um einen Schritt weiterzukommen, gilt es kontroverse Situationen zu ergründen, Herausforderungen und Chancen beim Namen zu nennen und eine neue Diskussion zu starten. Wir möchten Bauherrschaften und Projektteams ermutigen, ihre realen Erfahrungen zu teilen und mitzudiskutieren. Mit den umfangreichen Publikationen zu BIMwood tun wir einen ersten Schritt!

Das BIMwood Projektteam

## Inhaltsverzeichnis

<b>Das BIMwood How-To.....</b>	<b>4</b>
<b>1. Einleitung.....</b>	<b>7</b>
1.1. Ausgangslage.....	7
1.2. Zielsetzung.....	8
1.3. Methodische Vorgehensweise.....	9
1.4. Abgrenzung.....	10
1.5. Aufbau des BIMwood HOW-TO.....	10
<b>2. Vorurteile, Pain Points und Lösungsansätze .....</b>	<b>11</b>
2.1. Vorurteile, Pain Points und wenig genutzte Potenziale .....	11
2.2. BIMwood Lösungsansätze.....	14
<b>3. BIMwood Prozessstruktur.....</b>	<b>17</b>
3.1. Pull-Planungsprozess.....	17
3.2. Exkurs Vergabe- und Kooperationsmodelle.....	19
3.3. Neue Elemente und Methoden in der Prozessstruktur.....	20
<b>4. BIMwood Planungsnavigator .....</b>	<b>25</b>
4.1. Einleitung.....	25
4.2. Vision .....	25
4.3. Ziele .....	26
4.4. Umsetzungsmethode .....	27
<b>5. Neue Modellierungsstrategien im Holzbau.....</b>	<b>30</b>
5.1. Vision abstraktes Modell .....	30
5.2. Ziel .....	30
5.3. Lösungsansatz.....	30
5.4. Aktuelle Grenzen (fehlende technische Lösungen).....	30
5.5. Modelltypologien für den Holzbau.....	31
<b>6. Schnittstellen und die BIMwood T-Modelle.....</b>	<b>38</b>
6.1. Aushandeln und Vereinbaren des Informationsbedarfes und der Informationsbereitstellung.....	38
6.2. T-Modelle als Instrumente für die Abbildung des Input- und Outputs eines Arbeitsschrittes .....	41
6.3. Verortung des T-Modelles in der BIMwood-Prozessstruktur.....	42
6.4. Informationscontainer als logische Strukturierung von Daten .....	42
6.5. Informationsbereitstellung gemäss SN EN ISO 19650-2:2018 .....	43

<b>7. Design for Prefabricated Timber Construction .....</b>	<b>45</b>
7.1. Von DfMA zu DfP .....	45
7.2. Die Rolle der Fügung im vorgefertigten Bauen .....	47
7.3. Informationsbedarf des Holzbauunternehmens für die Kalkulation.....	48
7.4. Informationsbedarf des Holzbauunternehmens für das Produktionsmodell.....	50
7.5. Die Rolle der digitalen Daten in der Produktions- und Logistikplanung.....	56
7.6. Anforderungen zur Datenqualität aus dem Planungsprozess (Thomas) .....	58
7.7. Empfehlungen für die Ausführungsplanung.....	60
<b>8. Weiterer Entwicklungsbedarf.....</b>	<b>61</b>
8.1. Neues Prozessverständnis .....	61
8.2. Konsequente Zielentwicklung .....	62
8.3. Neues Modellierungsverständnis .....	63
8.4. Neues Verständnis für Schnittstellen .....	65
8.5. Holzbaugerechte Entwurfs- und Planungsmethoden.....	65
<b>9. Resümee und Ausblick.....</b>	<b>66</b>
<b>10. Glossar.....</b>	<b>69</b>
<b>11. Literaturnachweis.....</b>	<b>70</b>
<b>Anhang 1: Templates.....</b>	<b>71</b>
<b>Anhang 2: T-Modelle der Prozessebene 3 .....</b>	<b>76</b>
<b>Anhang 3: Übersicht Informationsbedarf Holzbauunternehmen .....</b>	<b>87</b>

## 1. Einleitung

### 1.1. Ausgangslage

Die umfassende Digitalisierung der industriellen Produktion transformiert Industrie und Gewerbe, und mittlerweile auch das Bauwesen in Richtung Industrie 4.0. Im vorgefertigten Holzbau ist die Digitalisierung der Produktion so weit fortgeschritten, dass heute auf breiter Basis mit computergesteuerten Maschinen und auf der Grundlage von digitalen 3D-Gebäudemodellen produziert wird. Der Trend zu nachhaltigem Bauen unterstützt dabei die Höhenflüge des vorgefertigten Holzbaues. Der Holzbau verzeichnet Zuwächse, die Zahl und Grösse der baubewilligten Projekte in der Schweiz<sup>1</sup> steigt.

Mit dem sukzessiven Vormarsch von Building Information Modeling (BIM) als Methode zur Erstellung und Verwaltung von digitalen Daten in der Gebäudeplanung, Vorfabrikation, Ausführung und Bewirtschaftung wird ein wesentlicher Baustein für die Umsetzung der Industrie 4.0 im Bauwesen geschaffen. Die interdisziplinäre Zusammenarbeit mittels gemeinsamer Zielfokussierung und strukturierten Daten, zum Beispiel in Form von digitalen Gebäudemodellen, verspricht eine Aufwandreduktion aller Beteiligten bei der Informationsverarbeitung sowie schlussendlich eine höhere Qualität der Resultate. Der «digitale Zwilling»<sup>2</sup>, soll als Abbild der Wirklichkeit die kontinuierliche Datenhaltung und die Optimierung der Planung ermöglichen. Mit einem durchgehenden digitalen Workflow kann in Zukunft die Planung bis in die Produktionshallen der Holzbauunternehmen und in die Montage auf den Baustellen reichen. Der Traum, dass Prozesse effizienter, Planungen vollständiger und sich damit die bisherige mühsame Arbeit des Datensammelns, -sortierens und -interpretierens zu Beginn der Produktionsplanung auflöst, scheint erreichbar.

In der Realität zeichnen die Erfahrungen ein anderes Bild: Auf der Planungsseite steigt der Druck zur Umsetzung von BIM. Normen werden aber erst nach und nach entwickelt und veröffentlicht, das nationale BIM-Glossar in der Schweiz<sup>3</sup> befindet sich gerade im Aufbau, die Begrifflichkeiten sind durch die Mischung aus Sprachen (Deutsch-Englisch) und einer Vielzahl an Abkürzungen noch ein Dschungel. Zu alledem gibt es noch zu wenig etablierte Routinen oder Unterstützung für die Kollaboration zwischen den Disziplinen und Gewerken. Der bisherige rote Faden in der Planung, die SIA 112<sup>4</sup>, wurde nicht für BIM-Fragestellungen gemacht. Statt sich die Frage zu stellen, wie wir in Zukunft mit digitalen Tools besser zusammenarbeiten wollen und daraus Tools und Anwendungen für unsere Bedürfnisse zu entwickeln, werden die Zusammenarbeit und die Prozesse an existierende digitale Tools angepasst. Letztendlich sind für die Bauherrschaft aktuell wenig Mehrwerte aus der BIM-basierten Umsetzung erkennbar, doch der Koordinationsaufwand auf der Planungsseite explodiert.

Grundsätzlich sind diese Herausforderungen nicht holzbauspezifisch, sondern generell mit der Implementierung der BIM-Methode verbunden. Doch der Aufwand auf Seiten der Holzbauunternehmen steigt mit der Übernahme von BIM-Modellen aus der Planung noch mehr. Die Menge der zu verarbeitenden Informationen steigt durch unnötig detaillierte und redundant attributierte Modelle massiv. Noch immer wird der Planungsprozess von «vorne» nach «hinten» gedacht (Push-Planung) und die Möglichkeit Daten und Informationen im Modell unterzubringen wird eifrig von allen Disziplinen genutzt. Mit BIM offenbart sich nun an der Schnittstelle zwischen Ausführungsplanung und der Werkstattplanung unausweichlich die Qualität des vorhergehenden Prozesses («vorgelagerte Prozesskette»). Bisher werden Produktivitäts- und Qualitätsgewinne durch die Digitalisierung, wenn überhaupt, nur getrennt voneinander auf beiden Seiten dieser traditionellen Planungs-Ausführungs-Schnittstelle, realisiert. Das immense Optimierungspotenzial eines digital durchgängigen Gesamtprozesses wird nicht ausgeschöpft.

Für den digital integrierten Gesamtprozess fehlen die konzeptionellen Grundlagen, die den durchgängigen Datenfluss zwischen Planung und Ausführung ermöglichen. Die aktuellen BIM-Methoden bauen auf tradierten Planungs- und Bauprozessen auf.

# Mittels analog basierendem Prozessverständnis findet überwiegend eine Koordination von traditionell disziplinar erarbeiteten Planungsständen aber keine direkte Verwendung von Daten statt. Aktuelle Routinen konzentrieren sich dabei auf die Fehlersuche statt auf die Koordination an den gemeinsamen Schnittstellen.

---

<sup>1</sup> Neubauer-Letsch B., Näher T., Riedweg N., Krajnovic I., Meier S. 2018.

<sup>2</sup> <https://bimdictionary.com/terms/search> «Digital Twin»

<sup>3</sup> <https://bauen-digital.ch/de/produkte/glossar/>

<sup>4</sup> Schweizerischer Ingenieur und Architektenverein SIA 112:2014.

- # Die bisher bestehenden Instrumente zur Koordination eines modellbasierten Prozesses, wie zum Beispiel der BIM Execution Plan BEP<sup>5</sup>, sind auf einem analogen Prozessverständnis gegründet. In Form von Word-Dokumenten, die manuell nachgeführt werden müssen, werden Projektteams ungenügend unterstützt. Das Potenzial einer modellbasierten Kollaboration, in der automatisiert die Dynamik eines lebendigen Entwurfs- und Planungsprozesses aufgenommen wird, wird vernachlässigt.
- # Die Integration des holzbauspezifisch erforderlichen Wissens findet ebenfalls basierend auf einem analogen Verständnis statt. Der tatsächliche Informationsbedarf für die Kalkulation vorab und das Produktionsmodell sind in den Phasen davor nicht bekannt.

## 1.2. Zielsetzung

BIMwood zielte darauf ab, die dazu notwendigen Grundlagen zu neuen Prozessstrukturen, Modellierung und Informationsanforderungen zu entwickeln und in einem Praxistest (einer Case Study) Idealbild und Realität zu überprüfen.

Folgende Fragestellungen standen dabei im Zentrum:

- # **Wie wird ein digital integrierter Gesamtprozesses im Holzbau mit computer-gesteuerter Vorfertigung strukturiert?**
- # **Wie kann eine zielorientierte Pull-Planung umgesetzt werden?**
- # **Welcher holzbauspezifische Informationsbedarf muss in den einzelnen Projektphasen bis zur Produktionsplanung berücksichtigt werden?**
- # **Wie sind Instrumente konzipiert, die ein neues digitales Prozessverständnis anwendungsorientiert unterstützen?**

---

<sup>5</sup> Wie zum Beispiel: <https://bauen-digital.ch/assets/Downloads/de/BAP-BIM-Projektentwicklungsplan-2019.pdf>

### 1.3. Methodische Vorgehensweise

Mit der Erkenntnis, dass analoge Denkmuster verlassen werden müssen und eine modellbasierte disziplinenübergreifende Kollaboration neu, weil mit digitalem Planungsverständnis, entwickelt werden muss, wurde ein exploratives Verfahren in BIMwood gewählt.



*Abbildung 2: Perspektive der BIMwood Case Study Studhalde. Quelle: GKS Architekten Generalplaner AG*

Die Entwicklung des integrierten Gesamtprozesses fand in einem interdisziplinären dialogischen Aushandlungsverfahren statt. Anhand eines konkreten Umsetzungsbeispiels der Allgemeinen Baugenossenschaft Luzern abl (Case Study Studhalde) wurden im Forschungsprojekt die Informationskoordination sowie die zugehörigen Verantwortlichkeiten und Abhängigkeiten diskutiert. Während das Team der Praxispartner:innen sich auf die Planungssequenzen konzentrierte, erfolgte die Übersetzung in eine allgemein gültige Prozessstruktur durch die Forschungspartner:innen. Wichtig war dabei die Entkoppelung des realen Bauprojektes vom Projekt der Case Study. Im Büro von GKS Architekten arbeiteten zwei unterschiedliche Teams teilweise parallel (aber mit unterschiedlichen Geschwindigkeiten und Fokussen) am Projekt. Diese Entscheidung erwies sich als vorteilhaft. Einerseits wurde der Fortschritt im realen Prozess durch andere Ereignisse beeinflusst (z.B. Änderungen in frühen Phasen und Planungsstopp auf Grund von Einsprachen bei der Bewilligung). In der Case Study konnte unbeeinflusst von äusseren Stopp and Go`s anhand spezifischer Prozessstellen die Informationskoordination und Aufgabenverteilung diskutiert werden. Andererseits wurde dadurch erst offenkundig, an wieviel Stellen Workarounds im realen Projekt notwendig waren, um jeweils auftretende Herausforderungen zu lösen. Das Forschungsteam hingegen konnte die Vision der zukünftigen Planung verfolgen und definieren, wie es zukünftig sein sollte.

Wesentlich dabei war der geschützte Rahmen des Forschungsprojektes. In allen realen Planungs- und Ausführungsprojekten sind Disziplinen vertragsrechtlich an ihre Aufgaben gebunden (wie z.B. in der SIA definiert) und eine Aushandlung neuer Strukturen würde zu honorar- und haftungsrechtlichen Konsequenzen führen.

Die Ergebnisse wurden an den Schnittstellen interdisziplinär evaluiert. Mit der Integration der Allgemeinen Baugenossenschaft Luzern abl wurde auch die Perspektive der Bauherrschaft in die Evaluierung eingebracht.

Die Arbeitsgruppe «Holzbauunternehmer Pullplanung» des BIMwood Schweiz-Projektteams tauschte sich über die Projektlaufzeit in teilweise monatlichen Sitzungen aus, um den Informationsbedarf des Holzbauunternehmens grenzüberschreitend zu reflektieren und verifizieren. Federführende Akteure waren dabei die Holzbauunternehmen schaeerholzbau und Gump&Maier.

Der Austausch mit dem BIMwood Deutschland-Team<sup>6</sup> wurde mit in einer Plenumsitzung am 27.10.2020 gestartet und während der Projektlaufzeit über die Projektleitungen der Hochschule Luzern und der Technischen Universität München aufrechterhalten, um Abgrenzungen und spezifische Fragestellungen zu klären.

#### **1.4. Abgrenzung**

BIMwood erarbeitete die Vision eines idealen BIM-basierten Planungsprozesses, der das Potenzial der Digitalisierung für den industrialisierten Holzbau ausnützt. Wie schon erläutert, sind viele der Herausforderungen nicht holzbauspezifisch, aber einige haben Auswirkungen auf die Downstream-Aktivitäten in der computergesteuerten Produktion des Holzbaues. Vor allem bei Fragestellungen, die sich in der Bearbeitung der BIMwood-Case Study ergaben, musste immer wieder eine Abgrenzung zwischen allgemein gültigen Herausforderungen in der aktuellen Anwendung der BIM-Methode und den holzbauspezifisch relevanten Fragestellungen vorgenommen werden.

Bearbeitung und Lösungsentwicklung wurden für Fragestellungen aus der Perspektive der BIM-basierten Planung im vorgefertigten Holzbau vorgenommen. Schon im Zuge der Projektentwicklung wurde die Abgrenzung zu kostengünstigen und nachhaltigen Wohngebäuden umgesetzt, um die spezifischen Anwendungsfälle zu präzisieren.

Offene Fragen, die diskutiert wurden, aber nicht im Sinne der BIMwood-Aufgabenstellung und der damit verbundenen Abgrenzung waren, wurden gesammelt und sind in Kapitel 8 «Weiterer Entwicklungsbedarf» nachzulesen.

Damit adressiert das BIMwood-Projekt klar die relevanten Prozessstrukturen, die für die BIM-basierte Planung von vorgefertigtem Holzbau im nachhaltigen und kostengünstigen Wohnungsbau relevant sind, bis zur Übergabe in die Produktion. Wichtige Schnittstellen zu anderen Disziplinen wurden erfasst und ausgearbeitet (wie zum Beispiel die der Technischen Gebäudeaustattung TGA). Detailprozesse und Schnittstellen, die zwar ebenso wichtig für die Planung waren (wie zum Beispiel weitere Detailplanung innerhalb der TGA), aber ausserhalb des Betrachtungsperimeters lagen, wurden zu Gunsten der notwendigen Vertiefung im Holzbau, nicht weiter bearbeitet.

#### **1.5. Aufbau des BIMwood How-To**

Das BIMwood How-To greift gängige Vorurteile und Pain Points auf, geht diesen auf den Grund und leitet daraus Lösungsstrategien und Umsetzungsvorschläge ab (Kapitel 2). Damit wird die Basis für die BIMwood-Lösungsansätze geschaffen, welche neue Planungsprozessstrukturen (Kapitel 3), neue Instrumente für die Unterstützung digitaler modellbasierter Kollaboration mittels BIMwood Planungsnavigator (Kapitel 4) und holzbaugerechte Modellierungsstrategien (Kapitel 5) umfassen. Für eine zielorientierte Pull-Planung aus Sicht des Holzbauunternehmens muss der exakte Informationsbedarf an entscheidenden Meilensteinen bekannt sein (Kapitel 6), um in der Planung der Planung darauf reagieren zu können. Am Kreuzungspunkt zwischen einem neuen digitalen Prozessverständnis und computergesteuerter Produktion im Holzbau erläutert das BIMwood HOW-TO die Hintergründe zur Verwendung der Daten in der computergesteuerten Produktion. Damit soll das Verständnis für ein «Design for Prefabricated Timber Construction» als methodischer Ansatz geschärft werden (Kapitel 7). Abschliessend wird der weitere Entwicklungsbedarf, den das BIMwood Projektteam (nicht abschliessend) identifizierte, dargestellt (Kapitel 8). In der Zusammenfassung und dem Ausblick zieht das BIMwood-Projektteam Resümee über die erste Etappe dieser Reise (Kapitel 9).

---

<sup>6</sup> <https://www.arc.ed.tum.de/bimwood/bimwood/>

## 2. Vorurteile, Pain Points und Lösungsansätze

*Wie leicht doch bildet man sich eine falsche Meinung,  
geblendet von dem Glanz der äußeren Erscheinung.  
Jean-Baptiste Molière*

Ob geblendet vom Glanz oder abgeschreckt von Vorurteilen, beide Seiten sind hinderlich für ein Vorankommen. Um einen Schritt weiterzukommen, gilt es, sich mit den Vorurteilen und Pain Points auseinanderzusetzen. Die Bandbreite reicht dabei von einer Abwehrhaltung gegenüber BIM und negativen Ersterfahrungen über Vorbehalte gegenüber Holz als Baumaterial und der vermeintlichen Komplexität des Bauens mit Holz bis hin zu Auswirkungen, die sich am Tisch oder im Computer des Holzbauunternehmens in Datenmüllbergen kumulieren.

Die Liste liesse sich beliebig fortsetzen. Das BIMwood Team hat jene Aspekte gesammelt und erläutert, denen es auch bereits begegnete und die von Relevanz für den Betrachtungsperimeter von BIMwood sind.

### 2.1. Vorurteile, Pain Points und wenig genutzte Potenziale

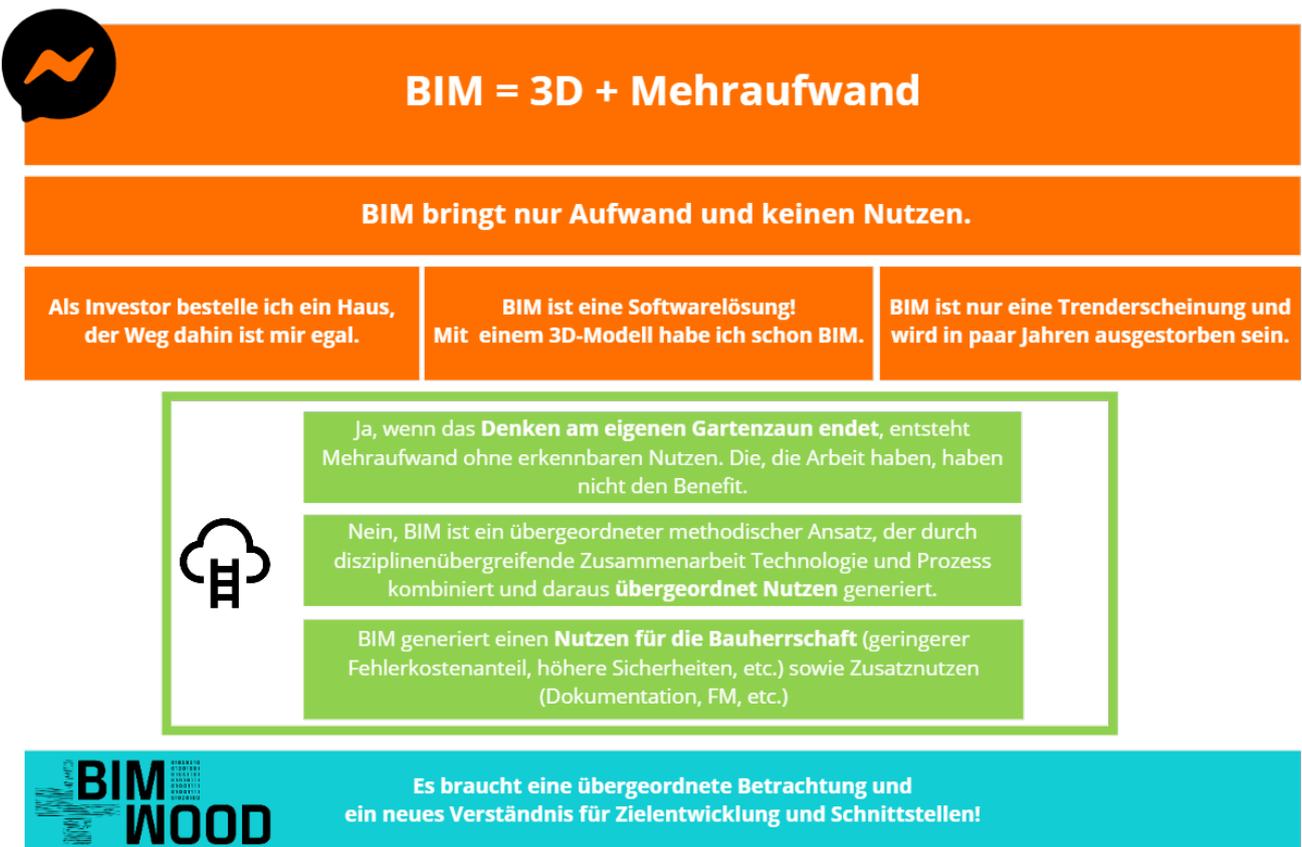


Abbildung 3: Vorurteile gegenüber der BIM-Methode, Potenziale durch übergeordnete Betrachtung und Forderung für ein neue Prozessstruktur.



## MATERIAL HOLZ ist WENIG GEEIGNET zum BAUEN

Holz brennt und wird grau.

Holz ist als Baumaterial begrenzt geeignet.

Mit Holz hat man früher landwirtschaftliche Gebäude und Chalets gebaut.

"Holz isch heimelig."



Ja, Holz ist ein Naturprodukt. Wenn man die Materialeigenschaften kennt, können vermeintliche **Schwächen zu Stärken** werden.

Nein, Holz ist ein **High-Tech-Material**, das das Potenzial von digitaler Planung und Fertigung ausnutzt.

Nein, Holz etabliert sich gerade in der Wahrnehmung durch die Gesellschaft **als hochwertiges und vielfältiges Baumaterial**, welches einen wichtigen Beitrag zur Dekarbonisierung des Bauens leistet.

Die digitale Kette bis zur Produktion muss geschlossen werden, dann kann sich Holz als smartes Baumaterial weiter etablieren.

Abbildung 5: Vorurteile gegenüber dem Bauen mit Holz, Potenziale des Materials Holz und Forderung zum Schliessen der digitalen Kette.



## BAUEN MIT HOLZ IST UNFLEXIBEL

Der Holzbau ist eine Diva!

Bauen mit Holz ist komplex und in der Planung aufwändig.

Der Holzbauer nervt mit detaillierten Fragen und ich kann auf der Baustelle nichts mehr ändern.

Der Holzbau führt immer nur zu Problemen.



Ja, aber sie singt schön! Wenn man sie bändigt, kann sie mit **ungeahnten Möglichkeiten** überraschen.

Ja, der vorgefertigte Holzbau diktiert die Planung: Er fordert frühere Entscheidungen und vertiefte Auseinandersetzung mit **Fügung und Montage**.

Nein, eigentlich sollten es alle so machen, ein **geringerer Fehlerkostenanteil** ist der Lohn dafür!

Es braucht das Wissen um holzbaugerechte Entwurfs- und Planungsmethoden und die frühzeitige Integration von entsprechenden Logiken in den Prozess.

Abbildung 4: Vorurteile gegenüber der Komplexität im Holzbau, Potenziale in Gestaltung und Prozesssicherheit und die Forderung nach holzbaugerechten Entwurfs- und Planungsmethoden.



## BAUEN MIT HOLZ IST TEUER

### Kostengünstiger Holzbau ist «Kisten stapeln»

Der Architekt muss sich gestalterisch einschränken, um kostengünstig Holzbau zu planen.

Der Holzbau zwingt Raster mit immer gleichen Spannweiten auf.

Es gibt keine aufgelösten Fenster, Vor- und Rücksprünge sorgen für Kopfschmerzen beim Holzbauer.



Ja, aber Bauen mit vorgefertigten "Kisten" ist unschlagbar, wenn es um **kurze Realisierungszeiten** geht (Volumen/Zeit).

Nein, der industrialisierte Holzbau ermöglicht **gestalterische Freiheiten** durch die **wirtschaftlich attraktive Serienproduktion**.

Nein, der vorgefertigte Holzbau bringt erhöhte Sicherheiten in Bezug auf **Termine, Kosten und Qualität**.

Es braucht ein neues Verständnis für Planungsprozesse und Modellierungsstrategien.

Abbildung 6: Vorurteile in Bezug auf den Gestaltungsspielraum des Architekten dem Bauen mit Holz und das Potenzial der wirtschaftlichen Serienproduktion



## HB+BIM = MEHRAUFWAND HOLZBAUUNTERNEHMEN

### Je BIMmer desto schlimmer!

BIM-Modelle sind für das Holzbaununternehmen unbrauchbar. Es braucht eine digitale Reinigungsfachkraft!

Die BIM-Modelle sind geometrisch und datenmässig überladen mit Informationen, die der Holzbau nicht braucht.

Aus dem BIM-Prozess kommen keine widerspruchsfreien und vollständigen Informationen zum Holzbauunter.



Ja, durch die Übermittlung von Datenmüll werden **fachliche Ressourcen** beim Holzbaununternehmen mit Suchen, Plausibilisieren und Aufräumen verschwendet.

Nein, mit einer qualitativ hochwertigen Aufbereitung von Daten für das Holzbaununternehmen können **Qualitäts-, Kosten- und Termsicherheit** im Holzbau gesteigert werden.

Nein, ein digital durchgängiger Workflow würde das volle Ausnutzen des Potenzials von **Automatisierung und Rationalisierung** im industrialisierten Holzbau ermöglichen.

Der Informationsbedarf aus Sicht des Holzbaununternehmens muss aufgezeigt werden, es braucht Standards für die Aufbereitung von qualitativ hochwertigen Daten.

Abbildung 7: Auswirkungen der aktuellen BIM-Planungsmethode beim Holzbaununternehmen bei fehlendem Wissen um den Informationsbedarf und die Datenqualität.

## 2.2. BIMwood Lösungsansätze

Die Gegenüberstellung der Vorurteile und Pain Points mit den Potenzialen zeigt die Ansatzpunkte für Lösungen. In der Praxis arbeiten viele an Lösungen, Erfolge sind erkennbar. Aber in vielen Bereichen wird auch noch das klare Gegenteil verfolgt.

- # **Was braucht der Holzbau für die computergesteuerte Produktion wirklich? Eigentlich nicht viel, aber er braucht es präzise!**
- # **Wie können wir im Planungsprozess upstream sicherstellen, dass dieses «Bisschen» auch an der Schnittstelle zur Produktionsplanung «brauchbar» ankommt?**

Diesen Fragen ist das BIMwood-Projektteam in der interdisziplinären Aushandlung anhand eines konkreteren Projektes, der BIMwood Case Study, nachgegangen. Immer wieder gab es Enttäuschungen: Es offenbarte sich, dass aktuell noch an vielen Stellen aufwändige Workarounds angewendet werden müssen, aufgrund von fehlenden durchgängigen Datenschemata oder zweckdienlichen Tools. An diesen Stellen konnte das Vorgehen nur in Visionen formuliert werden. Die konkrete Auseinandersetzung in der Case Study mündete in intensiven Diskussionen, Aushandlungs- und Entwicklungstätigkeiten in interdisziplinären Arbeitsgruppen, die die Erfahrungen zur übergeordneten Frage konzentrierten:

- # **Wie wollen wir künftig in Holzbauprojekten zusammenarbeiten? Welche Ziele sind für diese Zusammenarbeit anzustreben und welche Methoden in der Umsetzung sehen wir nach aktuellem Stand als einen möglichen Weg?**

Die Wunschliste dazu zeigt viele Visionen, die mit aktuellen Standards und Tools noch nicht erreicht werden können. Zudem ist die Planungskultur einer Prägung aus analogen Vorzeiten unterworfen, die es gilt, zu transformieren. Dazu müssen wir etwas tun! Die Wunschliste der BIMwood-Lösungsansätze kann nicht abschliessend sein, ist aber ein erster Schritt!

Die nachfolgenden Info-Boxen zeigen die Wunschliste zusammengefasst in fünf Forderungen.

## 2.3. Neues Prozessverständnis

Neues Prozessverständnis		
Ziele	Umsetzung	Lösungsansatz
Neue zielorientierte, integrierte Prozessstruktur, die akteursbezogen den Prozess abbildet.	Pull-Planungsmethode, die den Prozess in drei Ebenen strukturiert und auf Basis von projektrelevanten Meilensteinen gestaltet.	<b>BIMwood Prozessstruktur (Kapitel 3)</b>
Etablierung des neuen (erweiterten) Kompetenzbereiches der Gesamtkoordination des Prozesses.	Definition der Rolle der Gesamtkoordination im Projekt, die die Leitung, Koordination, Integration und BIM-Management umfasst.	
Neue Verantwortlichkeit: Pull-Planungsplanung als kollaborative Entwicklung aller relevanten Disziplinen.	Frühzeitige Integration der "Planung der Planung" und kollaborative Entwicklung der prozessrelevanten Milestones, Schnittstellen und Abhängigkeiten.	

Abbildung 8: Infobox zur Forderung des neuen Prozessverständnisses: Ziele, Umsetzung und ein möglicher Lösungsansatz mit der BIMwood-Prozessstruktur (siehe Kap. 3)

### 2.3.1. Konsequente Zielentwicklung

Konsequente Zielentwicklung		
Ziele	Umsetzung	Lösungsansatz
Die klare und verbindliche Definition und laufende Kontrolle der formalen und sachlichen Prozess- und Projektziele ist eine nicht delegierbare Aufgabe der Bauherrschaft. Der Architekt kann allfällig Unterstützung leisten.	Aktive Rolle der Bauherrschaft in der Formulierung u. Priorisierung der Zielsetzungen: Sie definiert die formalen und sachlichen Ziele sowie Form und Umfang der Qualitätssicherung. Sie hat ein klares Bild der gewünschten Ergebnisse, bestellt die dazugehörigen Leistungen und kontrolliert laufend die Einhaltung der definierten Ziele.	<b>Konzept des Planungsnavigators</b> (Kapitel 4)
Die Erarbeitung von klaren und verbindlichen operativen Prozess- und Projektzielen ist eine kollaborative Aufgabe aller Projektbeteiligten ("Planung der Planung").	Etablierung <b>zielorientierte</b> Pullplanung: Ableitung der Anforderungen für einen durchgängigen Prozess aus der Priorisierung von Zielen und Anforderungen aller beteiligten Anspruchsgruppen.	
Ziele müssen von allen im Projektteam verstanden werden, vorallem weil diese im Prozess wachsen und sich entwickeln.	Notwendige Entscheidungen in der Planung der Planung als Milestones definieren, rechtzeitig vorbereiten und einfordern.	

Abbildung 9: Infobox zur Forderung einer konsequenten Zielentwicklung: Ziele, Umsetzung und das Konzept des Planungsnavigators als Unterstützung für die Entscheidungsmoderation, Leitung und Steuerung des Prozesses (siehe Kap. 4)

### 2.3.2. Neues Modellierungsverständnis

Neues Modellierungsverständnis		
Ziele	Umsetzung	Lösungsansatz
Paradigmenwechsel im Verständnis des "Digitalen Zwillings": Präzise, eindeutige aber minimale Informationen (Reduced order-Ansatz/Datensparsamkeit) mit klar definierten Abhängigkeiten an den Schnittstellen.	Modellierung erfolgt mittels einfacher aber korrekter (präzise) Hüllkörpermodelle mit vollständigen, eindeutigen und widerspruchsfreien Daten und einer Strukturierung, die der projektspezifischen Schnittstellenlogik folgt.	<b>BIMwood Abstraktes Modell und Modellkompass</b> (Kapitel 5)
Neue Kultur in der Datenübergabe etablieren.	Konzeptionelle Festlegungen in der Informationsbereitstellung für einheitliche Datenstrukturen.  Es werden nur vollständige, eindeutige und widerspruchsfreie Daten weitergeleitet.	
Modelle sind systematisch und logisch aufgebaut und mit Bauteil- und Detailkatalogen verlinkt.	Systematische Modellierung: Digitale Abbildung der entwickelten Logiken und Abhängigkeiten. Etablierung einer Systematik der disziplinenübergreifenden Referenzierung.  Entwicklung einer Systematik zur Verlinkung zwischen dem Modell und Bauteil- und Detailkatalogen.	

Abbildung 10: Infobox zur Forderung eines neuen Modellierungsverständnisses: Ziele, Umsetzung und der Modellkompass sowie das Abstrakte Modell als neuen Zugang, wie Modelle für den Holzbau aufgebaut werden können (siehe Kapitel 5).

### 2.3.3. Neues Verständnis für Schnittstellen

Neues Verständnis für Schnittstellen		
Ziele	Umsetzung	Lösungsansatz
Schnittstellen müssen eindeutig definiert und der notwendige Informationsbedarf präzise vereinbart werden.	Für alle Schnittstellen müssen Verantwortlichkeiten und der Informations-Input und-Output-Bedarf vereinbart werden.	<b>BIMwood T-Modelle</b> (Kapitel 6)
Neues Verständnis für Schnittstellen: Informationen unterliegen einer Bring-Schuld und nicht einer Hol-Schuld. Die Verantwortung der Aufbereitung der Daten liegt beim Sender.	Zielorientierte Informationskoordination: Es wird nur weitergeleitet (Output), was der Empfänger an konkreten Informationen (Input) für seine Aufgabe benötigt und was zur Übergabe vereinbart wurde. Die Qualitätssicherung von Output-Daten findet beim Sendenden statt.	
Fehler vermeiden, statt Fehler suchen.	Die Identifikation, präzise Definition und laufende Koordination von Schnittstellen ermöglicht es, Fehler zu vermeiden, statt Fehler zu suchen.	

Abbildung 11: Infobox für eines neuen Verständnis für Schnittstellen: Ziele, Umsetzung und das Instrument der BIMwood T-Modelle für die spezifische Erarbeitung der Informationsbereitstellung und Koordination an den Schnittstellen (siehe Kapitel 6).

### 2.3.4. Holzbaugerechte Entwurfs- und Planungsmethoden

Holzbaugerechte Entwurfs- und Planungsmethoden		
Ziele	Umsetzung	Lösungsansatz
Berücksichtigung der Materialeigenschaften von Holz für einen optimalen Entwurf und Einsatz von Holz zur Erreichung der Projektziele.	<b>Systematisches Entwerfen:</b> Entwicklung der Geometrien und Räume erfolgt entlang von Material-, Konstruktions-, Lastableitungs- und Fügungslogiken. <b>Modularisierung:</b> Bauteil-, Komponenten- und Detailtypologien	<b>DfP Design for Prefabricated Timber Construction</b> (Kapitel 7)
Erreichung eines hohen Vorfertigungsgrades zur Erhöhung der Wirtschaftlichkeit.	Holzbaugerechte Pullplanung: Milestones und Schnittstellen werden auf die Umsetzung eines hohen Vorfertigungsgrad abgestimmt und disziplinenübergreifend koordiniert.	
Frühzeitige Integration von Aspekten der computergesteuerten grossformatigen Vorfertigung mit Holz.	Themen aus Produktion, Logistik und Montage in der Gestaltung von Fügungen und Schnittstellen berücksichtigen.	

Abbildung 12: Infobox zur Fokussierung auf holzbaugerechte Entwurfs- und Planungsmethoden: Ziele, Umsetzung und die Etablierung von DfP Design for Prefabricated Timber Construction (siehe Kapitel 7).

### 3. BIMwood Prozessstruktur

Die von BIMwood entwickelte Prozessstruktur nimmt Bezug auf die BIM-basierte Planung im Holzbau. Die Fokussierung erfolgte auf einen ersten spezifischen Anwendungsfall, den kostengünstigen und nachhaltigen Wohnungsbau. Damit konnten Anforderungen eingegrenzt und präzisiert werden. In der Reflektion wurde festgestellt, dass viele der strukturellen Elemente auch übergeordnete Bedeutung haben und auf andere Anwendungsgebiete übertragen werden können.

#### 3.1. Pull-Planungsprozess

Aktuelle Planungsroutinen sind vom Push-Planungsprinzip dominiert: Das Planungsteam «drückt» sämtliche Daten Richtung Ausführung. Das Vorgehen erfolgt entlang eines definierten, tradierten Leistungsumfanges, der in disziplinär orientierten SIA-Normen vorgegeben ist. Unterschiedliche, projektspezifische Zielsetzungen und Rahmenbedingungen werden methodisch nicht differenziert berücksichtigt.

BIMwood integriert die Anforderungen aus Sicht der Produktion in die vorgelagerten Planungsprozesse. Das bedeutet, die Zielsetzungen aus Sicht der Ausführung in den Prozess zu integrieren. Damit wird der Prozess, analog zum Lean-Production-Prinzip, vom Ergebnis retour gedacht, konzipiert und modelliert (→ Lean Modelling).

Die Umsetzung dieses neuen Prozessverständnisses bedeutet, dass Ziele und damit verknüpfte Meilensteine aus Sicht der Ausführung (vom Projektende Richtung Projektbeginn) definiert werden. Es gilt die Teilziele und Meilensteine von allen Akteur:innen zu identifizieren und Abhängigkeiten zu eruieren. Damit müssen alle beteiligten Disziplinen eine aktive Rolle in der Planung der Planung einnehmen (siehe auch Kapitel 3.3.2).

Die neue Pull-Planungsprozessstruktur nimmt für daher einen anwenderorientierten Blickwinkel ein und wird dafür in drei Ebenen gegliedert. Mit der Gliederung soll Klarheit geschaffen werden, welcher Verantwortungsbereich welchen federführenden Akteur:innen zugeordnet sind. Abbildung 13 zeigt die drei Ebenen.

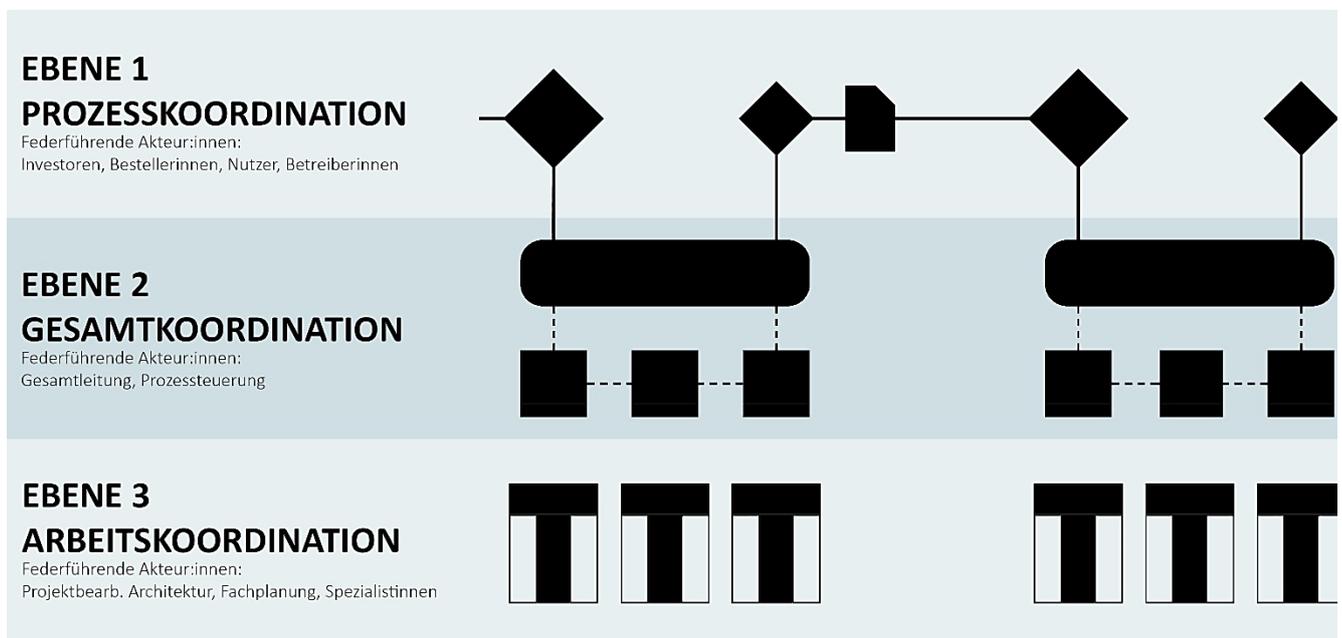


Abbildung 13: BIMwood Prozessstruktur. Die drei Ebenen adressieren die unterschiedlichen Verantwortlichkeiten im Prozess.

# **Ebene 1:**

In der Ebene 1, der Prozesskoordination müssen von den Akteur:innen Entscheidungen in Abhängigkeit von wesentlichen Meilensteinen getroffen werden und die Kontrollfunktion im Projekt muss wahrgenommen werden.

Als Elemente sind auf dieser Ebene projektentscheidende und projektprägende Meilensteine und die dazu notwendigen Produkte abgebildet (siehe Abbildung 14). Die Konzentration auf projektentscheidende und -prägende Meilensteine bildet die Grundlage für eine zielorientierte Koordination.

# **Ebene 2:**

In der Ebene 2 erfolgt die Gesamtkoordination des Projektes. Gesamtleitung und Prozesssteuerung müssen auf dieser Ebene durchgeführt werden. Leitung, Steuerung und Koordination müssen über die notwendigen Aufgaben und die damit verknüpften Koordinationsaufgaben orientiert sein.

Auf dieser Ebene sind die Titel der Aufgaben, die beteiligten Disziplinen und die notwendigen Workshops, ICE-Sessions, etc. ebenfalls abgebildet (siehe Abbildung 15). Die Ebene 2 hat hier eine klare Schaltposition zwischen Ebene 1 und 3. Welche Fragen oder Entscheidungen bedürfen des Einbezuges der Ebene 1 oder 3 oder beider?

# **Ebene 3:**

In der Ebene 3 erfolgt die Projektbearbeitung durch Architekt:innen, Holzbau- und TGA-Ingenieur:innen, Spezialisten, etc. Auf dieser Stufe der Projektbetrachtung muss das Wissen um den detaillierte Informationsbedarf an den Schnittstellen und das eigene Arbeitsgebiet vorhanden sein und gepflegt werden können.

Für diese Ebene wurde das Instrument der BIMwood T-Modelle entwickelt (siehe Kapitel 6), die das Ziel einer Arbeit, den notwendigen Input, den erforderlichen Output und die Zuständigkeit der Disziplin, des Fachgebietes näher spezifizieren.

Abbildung 14 und Abbildung 15 zeigen Ausschnitte aus der Prozesslandkarte. Die vollständige Prozesslandkarte ist auf der BIMwood-Website abgebildet: → [Siehe www.bimwood.info](http://www.bimwood.info)

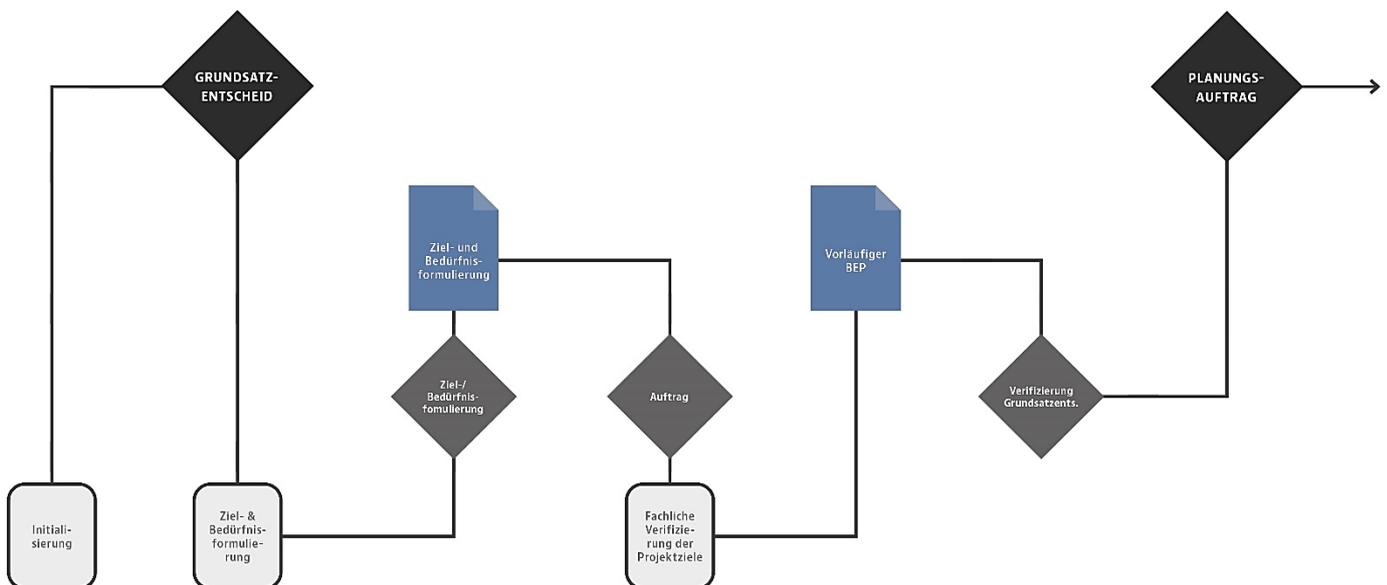


Abbildung 14: Ausschnitt Ebene 1 Prozesskoordination mit projektentscheidenden (schwarz) und projektprägenden Meilensteinen (grau) und Produkten (blau).

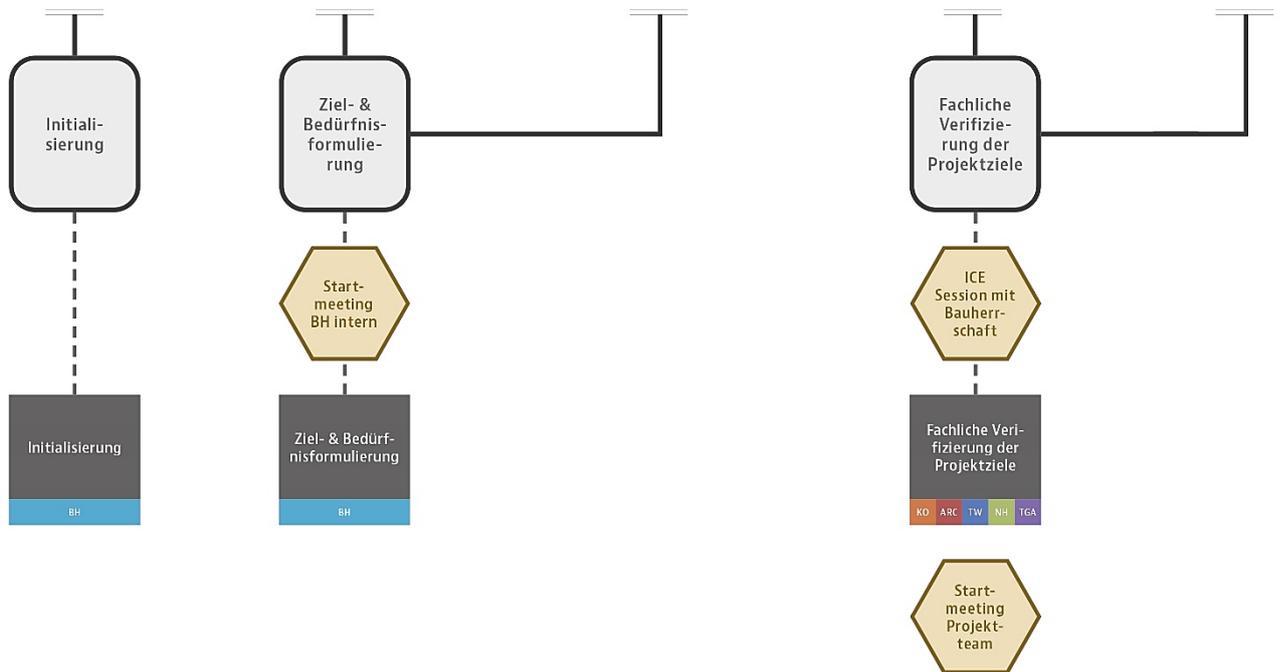


Abbildung 15: Ausschnitt Ebene 2 für die Gesamtkoordination mit den einzelnen Aufgaben und Abhängigkeiten, beteiligten Disziplinen und Workshops, ICE-Sessions, etc.

### 3.2. Exkurs Vergabe- und Kooperationsmodelle

Unterschiedliche Vergabe- und Kooperationsmodelle wirken sich auch auf die Prozessstruktur aus. Je nach gewähltem Vergabe- und Kooperationsmodell ergeben sich Verschiebungen rund um die Arbeiten rund um den Meilenstein «Aus-schreibung». In der Entwicklung der Prozessstruktur musste daher Entscheidung für ein spezifisches Vergabe- und Koope-rationsmodell als Entwicklungsgrundlage getroffen.

Für die Entscheidung wurde auf Erkenntnisse des Projektes leanWOOD zurückgegriffen. In dieser Forschungskoope-ration wurden eine Vielzahl an unterschiedlichen Vergabe- und Kooperationsmodellen untersucht.<sup>7</sup>

In der Schweiz wird für Mehrfamilienwohnhäuser in Holz immer mehr auf das Modell des Gesamleistungswettbewerbes<sup>8</sup> gesetzt. Der Vorteil dabei ist, dass das Holzbauunternehmen schon von Beginn an (d. h. vom Entwurf) im Projekt verfüg-bar ist. Kompetenzen in Bezug auf Produktion, Logistik und Montage können gut eingebracht werden. Es braucht Ver-trauen innerhalb des Teams, aber eingespielte Teams können auf etablierte Routinen aufbauen.

Eine andere Vorgehensweise, die in den Untersuchungen des Projektes leanWOOD ebenfalls eine gute Eignung für die Abwicklung von Wohnbauten in Holzbau zeigte, war die funktionale Ausschreibung.<sup>9</sup> Bei diesem Modell steht die Unsi-cherheit des Interpretationsspielraumes bei wenig fachgerechter Leistungsbeschreibung dem Gestaltungsspielraum des Holzbauunternehmens gegenüber.<sup>10</sup>

Als Grundlage für die BIMwood Projektstruktur wurde schlussendlich die funktionale Ausschreibung gewählt. Auch wenn der Gesamleistungswettbewerb Vorteile für den kostengünstigen, nachhaltigen Wohnungsbau durch die frühe Integra-tion des Holzbauunternehmens bringen könnte, würde damit die Struktur im Bereich der Ausschreibung aufgelöst und ein

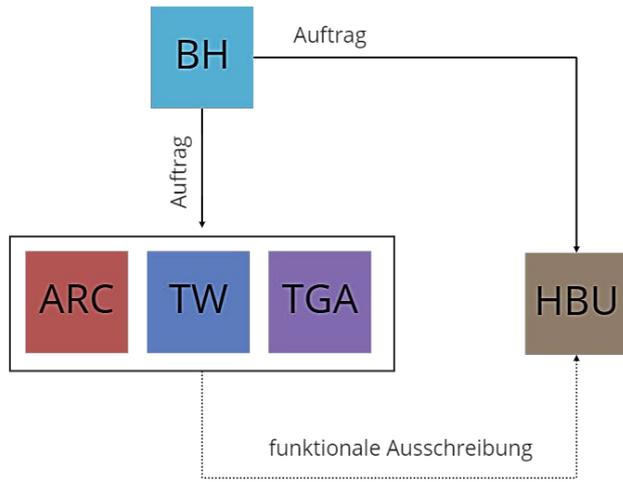
<sup>7</sup> Geier et al. 2017.

<sup>8</sup> Geier et al. 2017, S. 33.

<sup>9</sup> Geier und Keikut 2017, S. 59–61.

<sup>10</sup> Im Projekt leanWOOD wurde eine Systematik entwickelt, die Unterstützung in der fachgerechten Erstellung einer funktionalen Ausschreibung anbietet: Geier et al. 2017, S. 53–56.

sehr spezifisches Szenario abgebildet. Bei der funktionalen Ausschreibung sind Einzelgewerkvergaben sowohl in der Planung und Ausführung möglich wie auch Generalplanungsteams und Generalunternehmen auf Ausführungsseite mit den gleichen Meilensteinen abbildbar.



Die Leistungsbeschreibung mit funktionalem Leistungsprogramm bietet (beispielsweise dem noch holzbauunerfahrenen Architekten) die Möglichkeit, wenig komplexe Gebäude (z. B. einfache Wohngebäude) in vorgefertigter Bauweise zu planen und durch die damit verbundene frühe Einbeziehung des Holzbauunternehmers Erfahrungsdefizite auszugleichen. Gleichzeitig hat die Vergabemethode den Vorteil dem Anbietenden Raum für firmenoptimierte Lösungen zu bieten.

Quelle: leanWOOD

**Legende:**

- BH Bauherrschaft
- ARC Architekt
- TW Tragwerksingenieurin
- TGA Technische Gebäudeausstattung
- HBU Holzbauunternehmen

Abbildung 16: Funktionale Ausschreibung

### 3.3. Neue Elemente und Methoden in der Prozessstruktur

Für ein digital basiertes, neues Prozessverständnis sind eine Reihe an neuen Elementen notwendig. Beispielsweise wären modellbasierte Freigabeprozesse oder eine modellbasierte Baubewilligung grosse Themen, die aus Sicht der BIM-Implementierung vorangetrieben werden müssen. Dazu sind aber eigene umfassende Entwicklungsprojekte erforderlich, diese Fragestellungen waren ausserhalb des BIMwood-Betrachtungssperimeters. Für das BIMwood How-To waren aber folgende Elemente von Bedeutung:

- # Auswahl von projektentscheidenden und -prägenden Meilensteinen
- # Planung der Planung
- # Anforderungsdefinition
- # Modellbasierte Nutzungsvereinbarungen
- # Schnittstellenkoordination
- # Gesamtleitung «plus»

#### 3.3.1. Auswahl von projektentscheidenden und projektprägenden Meilensteinen

Die aktuelle Auswahl der in der BIMwood vorgeschlagenen Projektstruktur abgebildeten Meilensteine ist geprägt vom Anwendungsfall des nachhaltigen, kostengünstigen Wohnungsbaues. Wie bereits erläutert, wurde dabei die Arbeitshypothese der Ausschreibungsmodalität der funktionalen Ausschreibung gewählt.

Das Setzen von Zielen und Meilensteinen bedeutet eine Abkehr von phasenorientiert fixierten Leistungsbestandteilen. Die projektentscheidenden und -prägenden Meilensteine werden mit klaren Zielen, Teilzielen und den jeweiligen Quality Gates verknüpft, die messbar sind. Routinen, wie die Integrationsprüfung vor jedem projektentscheidenden Meilenstein, ermöglichen die Qualitätssicherung für ein zielorientiertes Steuern des Prozesses. Abbildung 17 zeigt die in BIMwood gesetzten übergeordneten Meilensteine als roten Faden. Je nach Vergabe- oder Kooperationsmodell sind Anpassungen vorzunehmen.

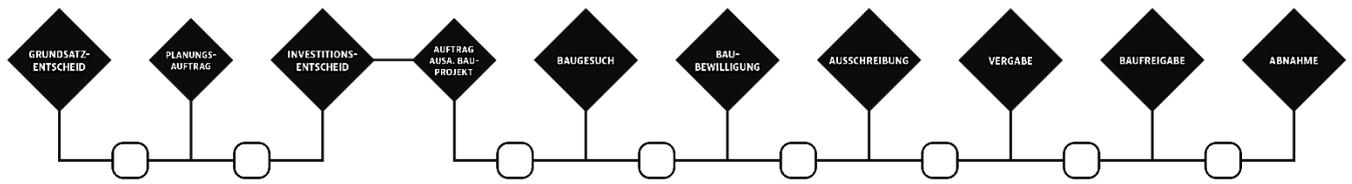


Abbildung 17: Projektentscheidende Meilensteine auf Ebene 1 Prozesskoordination

### 3.3.2. Planung der Planung

Mit dem Pull-Planungsprinzip wird eine neue Verantwortlichkeit an der Gestaltung des spezifischen Planungsprozesses begründet. Starre Projektphasen mit fixierten Leistungsbestandteilen können nicht projektspezifisch zielorientiert angepasst werden. Die Planung der Planung ist daher die kollaborative Entwicklung aller relevanten Disziplinen entlang von Meilensteinen, Zielen und Teilzielen in Pull-Systematik, also vom abschliessenden Ziel her rückwärts gearbeitet.<sup>11</sup>

Die Planung der Planung ist ein notwendiger Bestandteil vor jeder Teilphase. In der BIMwood Prozessstruktur ist diese Aufgabe erstmals nach dem erteilten Planungsauftrag abgebildet. Analog muss sie vor dem Vorprojekt, dem Bauprojekt und der Ausführungsplanung integriert werden.

Das T-Modell «Planung der Planung» in Anhang 2 zeigt exemplarisch für die erste Planung der Planung den notwendigen Informationsbedarf, die Vorbereitung, Durchführung des Workshops und auch die Konsolidierung als Abschluss dieser Arbeit. Wichtig zu verstehen ist, dass, gemäss des Pull-Planungsprinzips zuerst Ziele und Meilensteine definiert werden. Anschliessend werden die Teilziele und Abhängigkeiten definiert.

Der detaillierte Leistungsumfang und die Ressourcen werden erst zum Abschluss zugeordnet. Die Arbeit ist erst abgeschlossen, wenn jede Disziplin nach dem Workshop auch die unternehmensinterne Verifizierung des Leistungsumfanges vornehmen konnte und ein Informationsbereitstellungsplan (siehe Kapitel 6.5) ausgearbeitet wurde. Die disziplinären Informationsbereitstellungspläne werden anschliessend von der Gesamtleitung (dem federführenden Informationsbereitsteller gem. SN EN ISO 19650-2:2018) zu einem Master-Informationsbereitstellungsplan (MIDP) zusammengeführt. Die Vorlage für einen Informationsbereitstellungsplan befindet sich in Anhang 1.

→ Siehe Anhang 1 Templates

Der Informationsbereitstellungsplan ist dabei nicht nur ein Instrument innerhalb des Planungsteams, sondern auch für die Bauherrschaft. Die Informationsbedürfnisse aus Sicht Bauherrschaft (gegliedert nach den Perspektiven Investor, Bestellende, Nutzende und Betreibende) sind die Grundlage für den Informationsbereitstellungsplan des Projektteams.

### 3.3.3. Anforderungsdefinition

Die Anforderungsdefinition ist eine wesentliche Grundlage für die Planenden, die zu Projektbeginn auf Basis der Zielformulierung gestartet und laufend erweitert wird. Das Instrument dazu ist das Anforderungsmodell beziehungsweise verschiedene Anforderungsmodelle. Für die Bauherrschaft ist es allerdings noch ungewohnt und für viele andere Planungsbeteiligte unbewusst, dass die Anforderungen abschliessend festgelegt werden müssen, bevor die Bauteile definiert werden können. Gerade im Holzbau ist die Festlegung der Anforderung von Bedeutung, um für Aufbauten und den Gestaltungsspielraum die gewünschte Optimierung zu erreichen.

### 3.3.4. Modellbasierte Nutzungsvereinbarungen

Die Nutzungsvereinbarung beinhaltet die Beschreibung der Nutzungs- und Schutzziele der Bauherrschaft sowie der grundlegenden Bedingungen, Anforderungen und Vorschriften für die Projektierung, Ausführung und Nutzung eines Bauwerks. Der Begriff Vereinbarung zeigt, dass eine gemeinsame Bearbeitung durch Bauherrschaft und Planenden notwendig ist.

<sup>11</sup> Bührer 2022

Mit der Unterzeichnung erwächst die Rechtskraft der Nutzungsvereinbarung. Die Planungstätigkeiten werden auf eine tragfähige Basis gestellt. Die Nutzungsvereinbarung gewährleistet, dass die Bauherrschaft ihr Bauwerk in wunschgemässer Form und Funktion erhält. Andererseits schützt die Nutzungsvereinbarung den Planenden vor ungerechtfertigten Forderungen der Bauherrschaft nach Übergabe des Werks<sup>12</sup> und gibt der Bauherrschaft gleichzeitig eine verbindliche Anforderungsdefinition zur Überprüfung der ihrerseits geforderten Qualitäten.

Mit der sukzessiven Implementierung der BIM-Methode und dem Übergang zur modellbasierten Kollaboration muss die derzeitige Form der Vereinbarung und Freigabe in Frage gestellt werden:

- # **Die Freigabe der Nutzungsvereinbarung müsste (Daten-)modellbasiert erfolgen, damit sie zur kontinuierlichen Qualitätssicherung genutzt werden kann.**
- # **Diese Nutzungsvereinbarung müsste alle Gewerke (und nicht nur den Tragwerksingenieur) integrieren.**

Für eine modellbasierte Freigabe gibt es allerdings weder einen Prozessstandard noch eine technische Implementierung oder Grundlagen für die rechtlich gesicherte Umsetzung. Zugleich wäre eine Flexibilität, die die reale Dynamik von Anforderungen der Bauherrschaft aufnehmen kann, wünschenswert.

- # BIMwood führt in einem ersten Schritt den Begriff der «**Nutzungsvereinbarungsmodell**» ein. Dieses ist eine Zusammenführung mehrerer Modelle und Datensätze, etc., die dynamisch mitgeführt werden kann.
- # Das Nutzungsvereinbarungsmodell bildet die **gesammelten Anforderungen der Bauherrschaft für alle Disziplinen** ab.
- # Ein Nutzungsvereinbarungsmodell soll zu **wesentlichen Meilensteinen** im Projekt freigegeben werden:
  - # nach der Investitionsentscheidung und vor Start des Vorprojektes
  - # vor Erstellung der Nachweise für das Baugesuch
  - # vor der Vergabe
  - # vor der Ausführungsplanung
  - # vor der Baufreigabe
  - # als Basis für die Bauleitung (Prüfmodell Bauleitung)
  - # nach Fertigstellung Überführung in Betriebsmodell(e)

Die Inhalte des **Nutzungsvereinbarungsmodells** müssen projektspezifisch definiert werden. Das T-Modell «Konsolidierung Nutzungsvereinbarung» Anhang 2 zeigt exemplarisch die Modelle und Datensätze des Nutzungsvereinbarungsmodells nach dem Investitionsentscheid als Grundlage für den Start des Vorprojektes. Da es aktuell noch keine praktikable Möglichkeit der modellbasierten rechtsgültigen Freigabe gibt, muss ein Workaround vereinbart werden: Ausdrucke und Listen, die noch physisch unterschrieben werden. Langfristig benötigt es dafür Lösungen (siehe Kapitel 8).

Das Nutzungsvereinbarungsmodell ist verknüpft mit dem BIMwood-Prozessnavigator (siehe Kapitel 4), der die vereinbarten Anforderungswerte (Metriken) mit den Prüfwerten im Modell vergleicht.

### 3.3.5. Erweiterung und Definition der Rolle der Gesamtleitung hin zu einem Gesamtkoordinierendem

In der BIMwood Prozessstruktur ist neben der Abbildung der Disziplinen (Architektur, TGA- und Tragwerksingenieurin, Bauphysik, etc.) auch die Rolle der Gesamtleitung abgebildet. Die SIA 112:2014 diente jahrzehntelang als roter Faden für den Leistungsumfang der Gesamtleitung eines Projekts.

Mit der zunehmenden Etablierung der BIM-Methode haben sich neben der Gesamtleitung neue Rollen ergeben, die die Leitung und Koordination im Common Data Environment CDE übernehmen. Die SIA 2051 hatte die Verteilung der Verantwortlichkeiten dabei aufgezeigt (siehe Abbildung 18).

---

<sup>12</sup> Gemäss SIA 260.

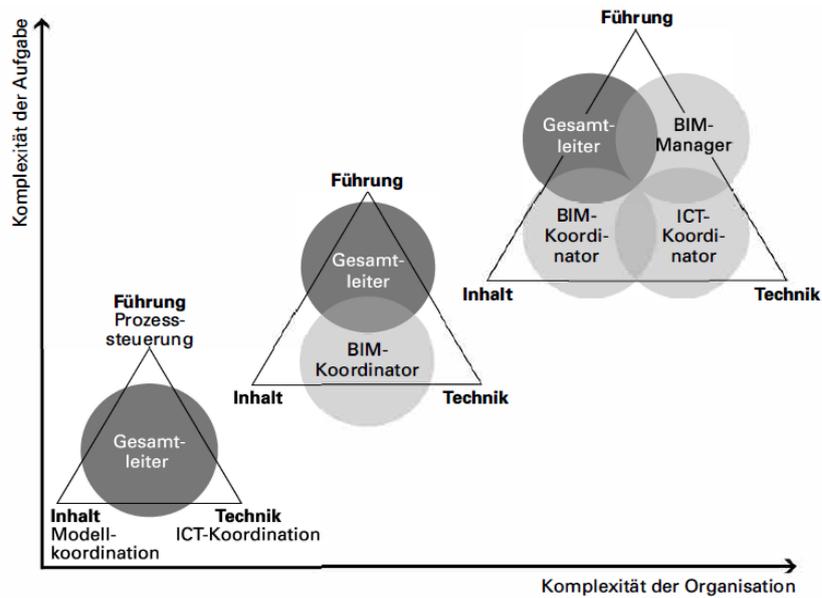


Abbildung 18: Rollenbilder in Abhängigkeit der Komplexität der Aufgabe und Organisation.  
Quelle: SIA 2051 (mittlerweile abgelöst durch die SN EN ISO 19650)

Mittlerweile wurde die SIA 2051 durch die SN EN ISO 19650 abgelöst. In keinem der drei Teile der SN EN ISO 19650 wird eine entsprechende Spezifikation dieser Rollen zufriedenstellend für das Rollenverständnis, welches im BIMwood-Projektteam diskutiert wurde, wiedergegeben.

Die Notwendigkeit der Klärung der Verantwortlichkeitsbereiche lässt sich an der Schnittstelle von der Ausführungsplanung und den Unterlagen für die Produktionsplanung des Holzbauunternehmens exemplarisch erläutern. Im traditionellen Planungsverständnis würde im Plan des Architekten auf das Detail der Ingenieurin verwiesen. Der Verweis im digitalen Modell ist aktuell nicht möglich, wie auch in 8.3.2 erläutert. Daher müsste nun das Detail der Ingenieurin eingearbeitet und koordiniert werden. Diese beispielhafte Aufgabe ist aber heute niemandem konkret zugewiesen. Wenn es keine disziplinenübergreifende Systematisierung in der Bauteilbezeichnung gibt, ist die Zuordnung dieser zusammengehörenden Informationen langwierig. Die Herausforderung ist aber noch grösser, wenn es widersprüchliche Angaben gibt. Dann ist das Holzbauunternehmen genötigt, die Widersprüche zu klären.

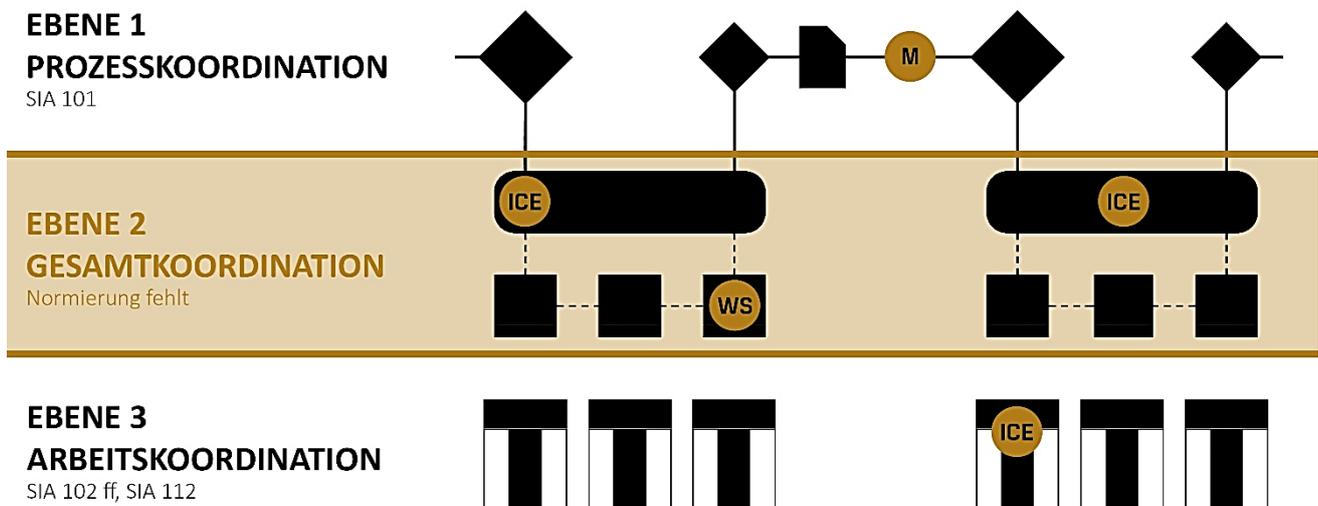


Abbildung 19: Die Gesamtkoordination des Prozesses auf Ebene 2 ist aktuell nicht ausreichend definiert.

Mit der Herangehensweise, wie BIMwood sie vorschlägt, ein koordiniertes Ausführungsmodell kollaborativ zu erstellen (siehe Kapitel 7.4.1), könnte diese Herausforderung gelöst werden. Dagegen spricht aber das aktuelle Verständnis der Rollenteilung, Verantwortlichkeitsbereiche und teilweise auch technischen Möglichkeiten. Die Gesamtleitung eines Projektes kann nicht die Angaben der Tragwerksingenieur:in einarbeiten, weil dies im aktuellen Leistungsumfang nicht erfasst ist und auch rechtliche Konsequenzen hätte. Der BIM-Koordinator fügt zwar Teilmodelle zusammen, aber führt aktuell nicht die Bauteil- und Detailkataloge nach. Ausserdem ist die fachliche Integration der Angaben nicht Aufgabe des BIM-Koordinators.

Für die Herausforderung der Rollendefinition wird aus Sicht BIMwood eine neue Definition der Rolle der Gesamtleitung hin zu einer Gesamtkoordination erforderlich. Abbildung 19 zeigt diese Lücke in der aktuellen Norm und damit auch im Bewusstsein der täglichen Routine. Die Aufgaben der Bauherrschaft sind in der SIA 101 beschrieben. Aufgaben der Gesamtleitung werden in der SIA 102 und 112 unter dem Leistungsbereich «Organisation» aufgeführt. Die in tradierten Planungsprozessen begründete Beschreibung der Gesamtleitung genügt aber den heutigen Rahmenbedingungen und Anforderungen nicht mehr. Modellverantwortlichkeiten sind dabei noch wenig zufriedenstellend geklärt.

Das heisst, es bräuchte eine Etablierung und Definition einer Gesamtkoordination. Diese muss die Strukturierung und Zusammenführung (d. h. Integration) von Daten und Modellen initiieren, koordinieren, moderieren und prüfen. Dazu sind unabdingbar Datenkompetenzen und BIM-Koordinationsaufgaben zu übernehmen. Neben den bisherigen Aufgaben der Leitung, Steuerung und Moderation (wie in Abbildung 18 aufgezeigt), gilt es auch, die Zuständigkeiten für die Integration der jeweiligen Teilresultate in Bezug auf die Projektziele, das Zusammenführen, Koordinieren und Prüfen der Daten unterschiedlicher Planungsdisziplinen, zu definieren. Zum Aufgabengebiet einer neuen Gesamtkoordination gehören auch die Koordination der horizontalen Kollaboration (das heisst die Identifikation und laufende Koordination der Schnittstellen), wie auch die vertikale Koordination in der Vermittlung und Moderation zwischen Prozessebene 1 und 3 (siehe Abbildung 19).

Die Rolle einer zukünftigen Gesamtkoordinator:in, in diesem Sinne einer Erweiterung des Verständnisses der bisherigen «Gesamtleiter:in» nach der SIA-Nomenklatur, kann und sollte idealerweise auch von Architekturschaffenden und Generalplanenden übernommen werden. Hierfür muss aber nicht nur das umfassende Leistungsspektrum definiert werden, sondern die neuen Verantwortlichkeiten müssen auch honorarmässig standardisiert geregelt werden. Auf diesen Entwicklungsbedarf des Leistungsbildes einer Gesamtkoordinator:in wird auch in Kapitel 8.1.1. nochmals hingewiesen

## 4. BIMwood Planungsnavigator

### 4.1. Einleitung

Um die BIM-Umsetzung zu planen und zu kontrollieren haben die ISO19650-Reihe und buildingSMART International diverse Planungstools entwickelt. Eines davon ist der BIM-Abwicklungsplan (BEP). Dabei werden Informationen zu den Projektzielen, Prozessschritten und Anforderungen bereits in sehr frühen Projektphasen in Datenmodellen erfasst, aber es kann kein strukturierter Bezug zu den im Projektverlauf erarbeitenden 3D-Modellen und deren Entwicklung im Prozessverlauf hergestellt werden. Dies macht einen modellbasierten Controlling Prozess zu einer komplexen Aufgabe, da die Rückverfolgbarkeit und Korrelation der erstellten Daten mit den entsprechenden 3D-Modellen fehlen.

Jedoch ist die BIM-Umsetzung kein linearer Prozess. Digitale Planungsprozesse vom Entwurf bis zur Produktion laufen in einem dynamischen und iterativen Prozess ab, bei dem viele gegenseitige Abhängigkeiten in der Regel auf drei Planungsebenen gleichzeitig auftreten. Eine Entscheidung geschieht iterativ auf der **strategischen, koordinativen und operativen Ebene**. Dabei ist eine gemeinsame Prozessstruktur wichtig, beispielsweise in Form eines geteilten be- und erarbeitbaren Planungsnavigators, welcher eine systematische Entwicklung der unterschiedlichen Faktoren und Abhängigkeiten zwischen den verschiedenen Planungsebenen jederzeit ermöglicht. Wenn **keine gemeinsame Prozessstruktur** vorherrscht, führt diese digitale Zusammenarbeit zu Komplikationen im Planungsprozess, zu Mehrfachbearbeitungen, nicht kongruenten Daten und schlussendlich zu Planungsfehlern.

Um sich in diesem übergreifenden Prozess dynamisch zu bewegen, respektive navigieren zu können, bedarf es neuer Planungsinstrumente, welche mit klaren und einfachen Schnittstellen die drei Planungsebenen miteinander verbinden.

### 4.2. Vision

Das Ergebnis dieser Methodik ist ein «Planungsnavigator» als dynamisches Werkzeug. Dieser hilft dem Planungsteam, die verschiedenen Projektziele und -Anforderungen in modellbasierte Kategorien einzuteilen. Dies soll eine übersichtliche und systematische Struktur gewährleisten, mit der das Planungsteam den dynamischen Prozess, zu jedem Zeitpunkt in einer Projektphase, kontrollieren kann.

Damit werden die drei Planungsebenen **strategisch, koordinativ und operativ** in einem zentralisierten Instrument zusammengefasst, um die drei wichtigsten Projektbearbeitungsebenen abzudecken:

- Anforderungsnavigator auf strategischer Ebene (Investor:innen, Bestellende, Betreibende, Nutzende)
- Lösungsnavigator auf koordinativer Ebene (Gesamtkoordination, Prozesssteuerung)
- Entwicklungsnavigator auf operativer Ebene (Projektbearbeitende, Spezialist:innen)

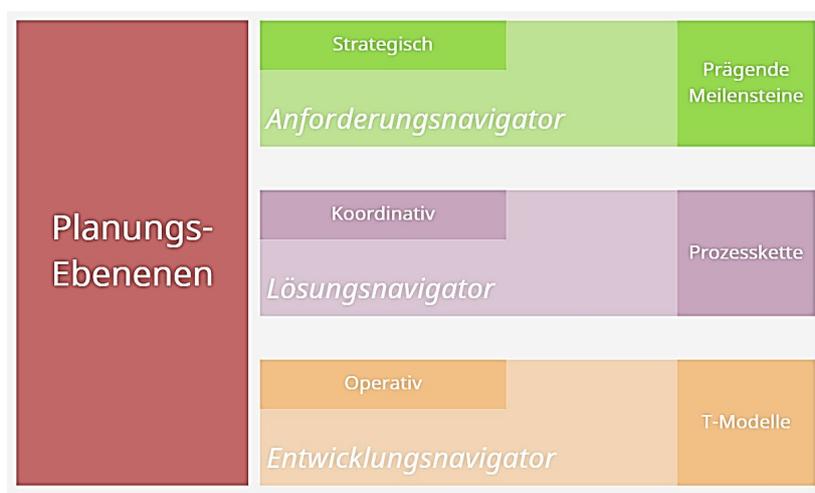


Abbildung 20: Gesamtübersicht über die Planungsebenen mit den entsprechenden «Navigatoren» und Kerndefinitionen

### 4.3. Ziele

Das Konzept des BIMwood Planungsnavigators besteht darin, die drei Planungsebenen systematisch zu integrieren, damit alle Disziplinen einen Gesamtüberblick über den Projektstatus erhalten und die gegenseitigen Abhängigkeiten zwischen entsprechend definieren können. Das Beziehungsdiagramm, das den gesamten Prozess unterstützt, wird über das Tool des BIMwood Kompass (siehe Abbildung 21) strukturiert. Dieser bildet die Kernstruktur des Prozesses, in der alle Planungsebenen und die entsprechenden Steuerungsmechanismen verortet und visualisiert werden, ab.

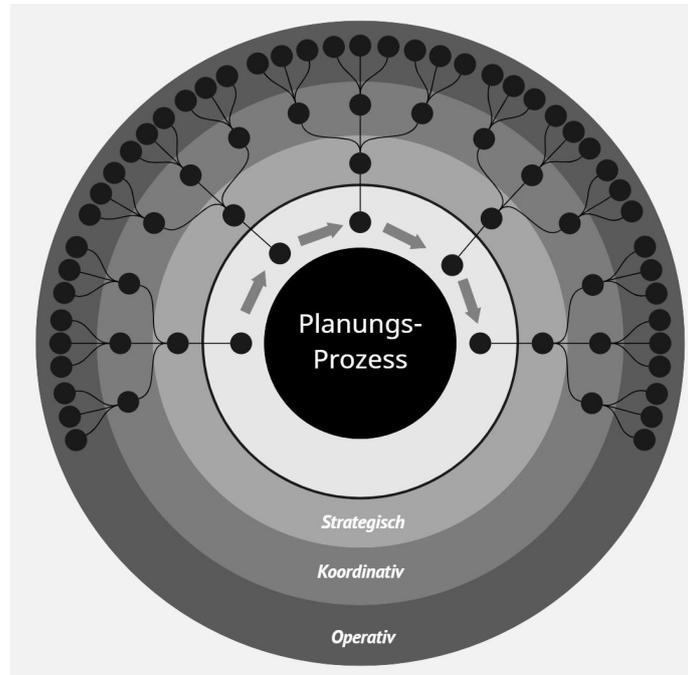


Abbildung 21: Abstrakte Darstellung des BIMwood-Kompasses; Beziehungsdiagramm der verschiedenen Prozessebenen

Der BIMwood-Kompass ermöglicht den Planenden, ihre Arbeitsabläufe auf der Grundlage der Definition des primären Steuerungsmechanismus für jede der drei Ebenen zu erstellen und zu definieren.

- 1. Strategisch → Projektprägende Meilensteine
- 2. Koordinativ → Prozesskette
- 3. Operativ → T-Modelle

In diesem Sinne werden die unterschiedlichen Anforderungen über alle erforderlichen Planungsebenen hinweg erfasst, und es werden entsprechende Quality Gates abgeleitet. Darüber hinaus werden im Rahmen dieser Methodik auch die Beziehungen zwischen den einzelnen Ebenen erfasst, zuerst auf einer Datenebene und schliesslich auf einer modellbasierten Ebene. Mit Modellen sind hier also einfach verarbeitbare, zielgerichtet strukturierte Datenpakete gemeint.

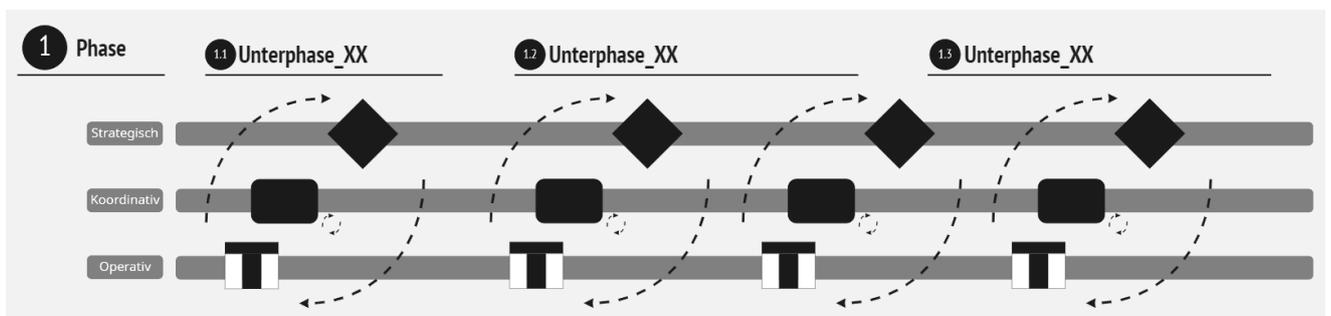


Abbildung 22: Prozessstruktur, systematische «Loops» entlang aller Planungsebenen mit ihren entsprechenden Schnittstellen

## 4.4. Umsetzungsmethode

### 4.4.1. BIMwood Kompass

Der Kompass stellt eine Gesamtübersicht dar und dient als Navigationshilfe für einen strukturierten Prozess. Alle Projektphasen sind entlang der BIMwood Prozessstruktur in drei Ebenen gegliedert. Auf der strategischen Ebene sind die projektentscheidenden Meilensteine für das Projekt definiert. Auf der koordinativen Ebene sind die Prozesse zwischen den Meilensteinen definiert, auf der operativen Ebene sind die T-Modelle, also die detaillierten Aufgabenbeschreibungen, den Prozessen zugewiesen. Der Kompass gibt eine Übersicht welche Meilensteine, Prozesse und Kernaufgaben (T-Modelle) in einem Projekt enthalten sind. Weiter visualisiert der Kompass die benötigten Ressourcen pro Ebene und verknüpft diese miteinander. Dadurch ist in jeder Projektphase übersichtlich dargestellt, welcher der Einzelprozesse auf der strategischen, koordinativen und operativen Ebene für das Gelingen des integrierten Prozesses entscheidend ist.

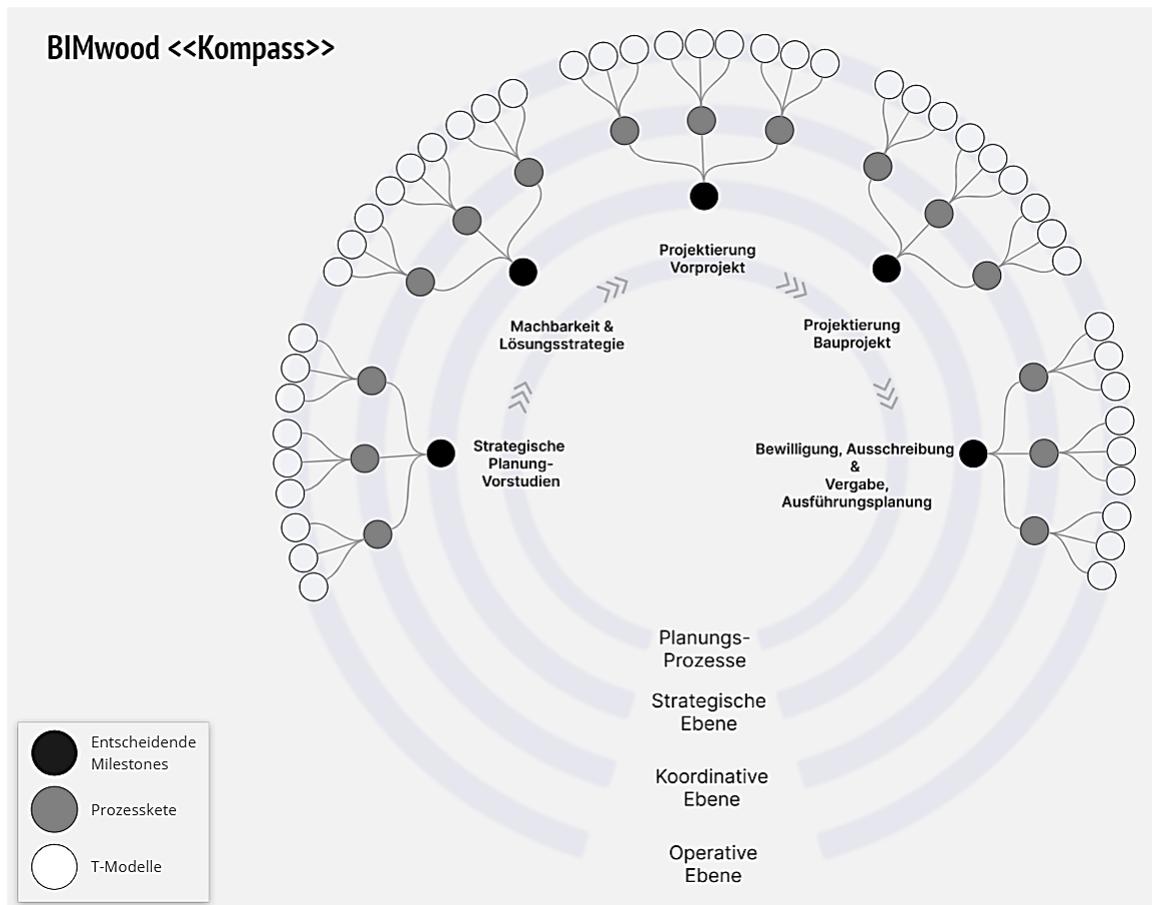


Abbildung 23: Detaillierte Übersicht über den entwickelten «BIMwood-Kompass», wobei jeder Punkt die relationalen Schnittstellen darstellt, an denen Informationen von einer groben zu einer detaillierten Ebene übertragen werden.

### 4.4.2. Dashboards

Jeder der vordefinierten BIMwood Teilnavigatoren» (Anforderungsnavigator, Lösungsnavigator, Erarbeitungsnavigator) wird über benutzerdefinierte Dashboards visualisiert. Teilphasen werden entlang der Zeitachse zugeordnet und laufen iterativ ab. Diese Elemente stellen einen detaillierten Überblick über die einzelnen Planungsprozesse mit den daraus resultierenden Paketen in Form von Data-Drops (Informationsausgaben) dar. Darüber hinaus werden die Planer durch die Data-Drops in die Lage gebracht, systematisch von der Anforderungsebene bis hin zur Lösungsebene Datenmodule abzuleiten, die den Datengefäßen entsprechen und bei Bedarf anhand von BIM-Modellen getestet werden können.

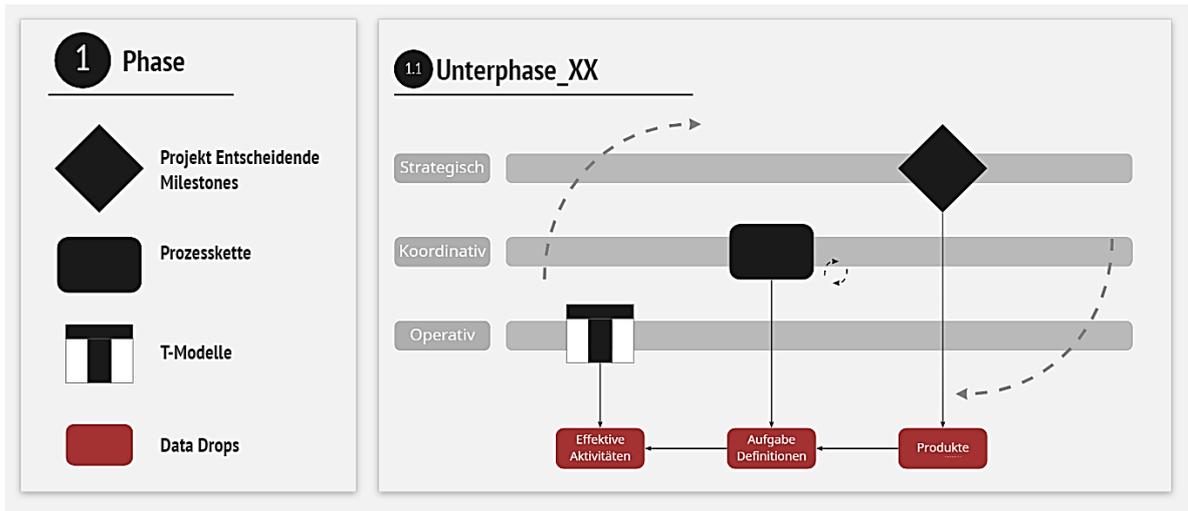


Abbildung 24: Transaktionsablauf innerhalb eines detaillierten Prozessablaufs. Jede Schicht umfasst eine spezifische Komponente, die durch «Data-Drops» dargestellt wird und die Planungsablauf durch eine systematische Pull-Methode ergänzt.

#### 4.4.3. Exemplarisches Beispiel

### Dashboard - Anforderungsnavigator

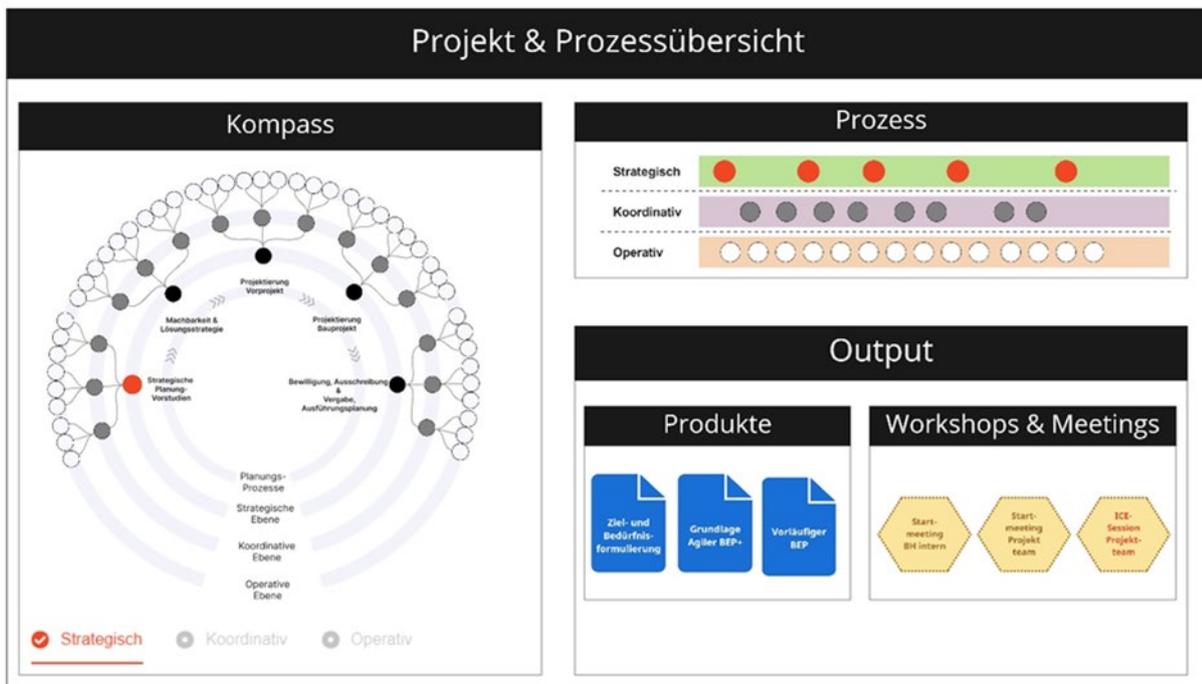


Abbildung 25: Beispiel für den Anforderungsnavigator; der Kompass liefert einen allgemeinen Überblick über den Prozess (linke Seite).

Jeder Teilnavigator wird über unabhängige Projekt-Dashboards erfasst, in denen das Planungsteam sowohl den Prozess als auch die Modelle systematisch integrieren kann. Darüber hinaus wird durch die vorherige Definition und Charakterisierung der Informationsausgabe-Typologien (Data-Drops) die Robustheit des Prozesses sichergestellt und in kleinen ver-

arbeitbaren Paketen gehalten. Schliesslich werden lediglich die erforderlichen Abläufe zum Erreichen des jeweiligen Phasenziels dargestellt, was zu einem modularisierten Planungsprozess führt, der dynamischer und flexibler zu handhaben ist.

Planungsebenen

## Strategische Planung

Fokus: Ziele und Bedürfnissformulierung

Index - Ziel Datenbank

Projekt Ziele

Zielkategorien

Zieltypologie

Zielunterkategorien

Über-geordnete Projektziele

Anforderungsprofil

Qualitative & Quantitative Kriterien

Metriken

Milestones

Modelle

Refresh

Activate

Index - Ziel Anforderungsprofil

Kennziffer
 

Messwert/Einheit
 

Messwert

Äussere Anforderungen

GRUNDSTÜCK

GEBÄUDE

ZONEN

RASTER

Bauwerks-Elemente

SYSTEM

KNOTEN

BAUTEIL

Innere Anforderungen

RAUM

AUSSTATTUNG

Abbildung 26: Beispiel für den Anforderungsnavigator; der mittlere Teil dient als zentrales Werkzeug zur Ableitung der erforderlichen Kontrollkriterien, um die Kategorie der Datendrops zu erreichen (rechte Seite).

BIMwood How-To | Seite 29

## 5. Neue Modellierungsstrategien im Holzbau

### 5.1. Vision abstraktes Modell

Ein kritischer Aspekt der Modellierungssequenz besteht darin, dass die Modellierenden bei der Erstellung von Modellen in der Regel die traditionelle, auf 2D-Schichten basierende Entwicklungssequenz beibehalten, indem sie Elemente und Informationen über verschiedene Schichten hinweg ohne räumlichen Bezug übereinanderlegen. Dies führt zu überinformierten Modellen mit einem hohen Grad an detaillierten dreidimensionalen Objekten, was den genauen Austausch von präzisen Daten für bestimmte Zwecke (Datenextraktion) erschwert (siehe Abbildung 27).

Um diese unstrukturierte Art der Datenerfassung zu ändern, wird eine neue Modellierungsstrategie vorgeschlagen, die das Paradigma des digitalen Zwillings in Richtung einer abstrakten Modellierungsstruktur verschiebt, in der Modelle mit präzisen, eindeutigen, aber minimalen Informationen definiert werden (siehe Abbildung 28 und Abbildung 29). Dies entspricht einem reduzierten Ansatz mit klar definierten Abhängigkeiten an den Schnittstellen.

### 5.2. Ziel

Das Ziel ist es, eine neue Kultur des Datentransfers zu etablieren, bei der die Erstellung nicht verknüpfter Daten in einem «Silo-Ansatz» durch verknüpfte und sinnvolle Daten in Modellen ersetzt wird. Ausserdem ermöglicht dieses strukturierte Modellsystem es, die Gebäude unter dem Aspekt der räumlichen Repräsentation logischer darstellen zu können. Schliesslich gewährleisten abstrakte Modellsysteme den systematischen und logischen Aufbau komplexerer Modelle, bei denen Bauteil- und Detailkataloge mit eben diesen Modellen verknüpft werden können.

### 5.3. Lösungsansatz

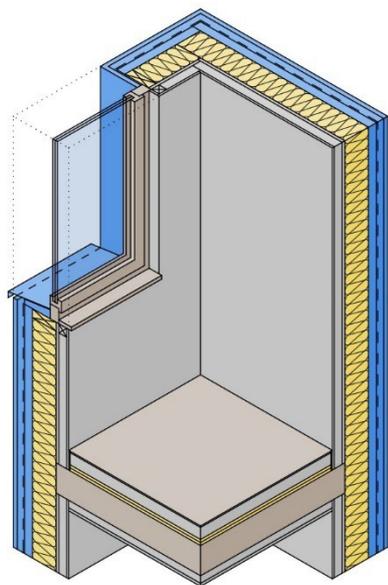
Die vorgeschlagene Methodik verwendet generische «Bounding-Boxes» (Datengefässe) und setzt diese in Beziehungen und Abhängigkeiten zueinander, um komplexe Schichtensysteme in vereinfachte geometrische Einheiten umzuwandeln und so den Austausch von überinformierten Modellen zwischen den Phasen zu vermeiden. Darüber hinaus enthalten die Datengefässe das erforderliche Minimum an geometrischen und alphanumerischen Informationen, um Analysen und Anpassungen zwischen verschiedenen Arbeitsschritten und Modellen durchzuführen.

Die Modellierung erfolgt dann unter Verwendung vereinfachter, aber präziser Hüllkörpermodelle mit vollständigen, eindeutigen und widerspruchsfreien Daten, deren Struktur der projektspezifischen Schnittstellenlogik, sprich den Projektzielen und –Teilzielen, folgt (siehe Abbildung 28 und Abbildung 29).

Bei dieser Methode bestehen die Modelle aus einer Reihe von konzeptionellen Spezifikationen, die Informationen für einheitliche Datenstrukturen liefern, wobei nur vollständige, eindeutige und konsistente Daten übermittelt werden. Eine Kernschicht, beispielsweise einer Wand, stellt das Tragsystem (Primärsystem) dar, während die Bekleidungsschichten die Ebene der Fassaden- oder Innenschicht in Bezug auf die räumliche Lage des Bauteils im Gebäude abbilden (Sekundär oder Tertiärsystem).

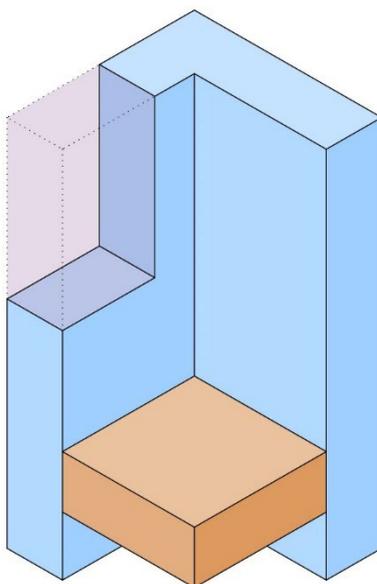
### 5.4. Aktuelle Grenzen auf Grund fehlender technischer Lösungen

Bisher ist dies jedoch kein einfaches Verfahren, da die **Datenstrukturen** zur Definition solcher vernetzten Systeme die topologische Beziehung zwischen abstrakten Entitäten und konkreten Entitäten (Zone, Raum zu Bauteil oder Verbindungselement) nicht unterstützen. Mit dem heute für den interdisziplinären Informationsaustausch üblichen IFC-Datenschema ist es nicht möglich, Komponenten zu parametrisieren und solche Parameter zwischen nicht verwandten Modellen auszutauschen. Daher sind alle Ansätze zur Implementierung eines vernetzten Modellierungökosystems nur möglich, indem Modelle aus einer abstrakten Darstellung komplexer Modelle neu erstellt werden, also nur mit klar definierten Schnittstellen zwischen den Modellen.



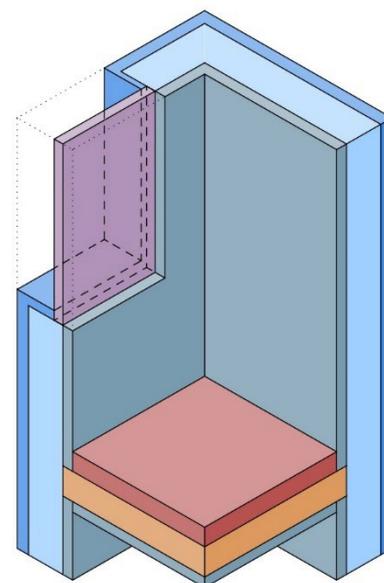
**Abbildung 27:**  
**Aktueller Modellaufbau**

Zumeist wird bei der Erstellung von Modellen auf eine traditionelle, auf 2D-Schichten basierende Entwicklungssequenz zurückgegriffen. Dabei werden Elemente und Informationen über verschiedene Schichten hinweg ohne räumlichen Bezug übereinandergelegt. Dies führt zu «überinformierten» Modellen mit einem hohen Grad an detaillierten dreidimensionalen Objekten. Gleichzeitig erschwert es, den genauen Austausch von präzisen Daten für bestimmte Zwecke.



**Abbildung 28:**  
**Einschichtiges Hüllkörpermodell**

Für die erste Kalkulation des Holzbauunternehmens oder eine Angebotslegung im Rahmen einer funktionalen Ausschreibung ist der Aufbau mittels einschichtiger Hüllkörpermodelle für das Holzbauunternehmen ausreichend. Dieses Modell wird definiert über ein Referenzsystem als geometrische Grundstruktur und einschichtigen Volumenkörpern, sowie einer präzisen Definition der Anforderungen an die Bauteile und Erläuterungen zum entsprechenden Handlungsspielraum.



**Abbildung 29:**  
**Dreischichtiges Hüllkörpermodell**

Für die Produktionsplanung benötigt das Holzbauunternehmen idealerweise ein koordiniertes, konsolidiertes dreischichtiges Ausführungshüllkörpermodell. Es basiert ebenfalls auf einem Referenzsystem. Die Bauteile sind dreischichtige Volumen mit einer gemeinsamen Achse. Abmessungen der Schichten und Angaben für die eindeutige Bestimmung der Materialisierung sind zu erfassen. Alle nicht relevanten Informationen für die Produktion sind wegzulassen.

## 5.5. Modelltypologien für den Holzbau

Im Holzbau werden die unterschiedlichen Anforderungen der am Planungsablauf beteiligten Fachdisziplinen durch Schichten repräsentiert und zugeordnet. So werden nicht alle Daten zwingend in eine einzige Schicht eingeordnet, sondern in Teilschichten, deren Abhängigkeiten durch Datengefäße kategorisiert werden können.

Auf diese Weise stellt das Schichtensystem eine Vereinfachung der möglichen Schichtkombinationen innerhalb eines Datengefäßes dar und ermöglicht einen strukturierten Umgang mit unbekanntem Daten innerhalb eines mehrschichtigen Bauteils wie z.B. einer Holzrahmenwand mit bekannter Kernschicht, aber unbekannter Aussen- oder Innenschicht.

Während der Durchführung des Projekts wurde der Status quo der modellbasierten Kommunikation untersucht, wobei der Schwerpunkt auf drei Typologien von häufig austauschbaren Modelltypen zum Einsatz kam.

1. Referenzmodell
2. Anforderungsmodell(e)
3. Tragwerksmodell

### 5.5.1. Referenzmodell

In der aktuellen Praxis wird das Referenzmodell von der Architektur geliefert. Dieses Modell muss eine klare Zonenstruktur, Raumstruktur und alle notwendigen Bauteile enthalten, die vom Fachplanungsteam analysiert und weiterentwickelt werden sollen.

- # **Bezüglich der Zonen und Räume: konsistente Raumnummern, konsistente Raumbezeichnungen**
- # **Bezüglich der Bauteile: dass die Bauteiltypenbezeichnung eingepflegt wurde**

Unter der Bezeichnung «Referenz» kann jedoch keine explizite inhaltliche Definition vorgenommen werden. Bauteile können mit unnötigen Daten gefüllt werden, was zu überinformierten Modellen führt, bei denen weder «Referenzen» für Planungszwecke gefiltert noch die Phasen-Entwicklungen zu anderen Modellen definiert werden können. Zur Vereinfachung der Ableitung von Informationen für die einzelnen Detaillierungsphasen wird eine Planungssequenz vom Projekt «Haus des Holzes» (Pirmin Jung Schweiz)<sup>13</sup> als Ausgangspunkt genommen, um die Schnittstellen zwischen den verschiedenen Referenzmodellen für die Definition der einzelnen Bauteiltypen zu illustrieren:

#### **Exemplarischer Workflow beim Haus des Holzes:**

Die Herleitung der Bauteilanforderungsprofile erfolgt über Raumanforderungstypen, welche wiederum aus kombinierten Zonenanforderungen erarbeitet wurden. Die gleiche Schnittmenge von Zonen ergibt spezifische Raumtypen. Zwischen verschiedenen Kombinationen von Raumtypen ergeben sich spezifische Bauteilanforderungsprofile, welche in Bauteiltypen zusammengefasst werden. Diese Informationen wurden im Projekt «Haus des Holzes» einmalig ab den Zonen- und Raumkonzepten der beteiligten Planungsdisziplinen manuell in das Referenzmodell eingearbeitet, um damit unterschiedliche Bauteiltypen zu generieren.

→ Siehe Kapitel 6.4 Informationscontainer als logische Strukturierung von Daten

### 5.5.2. Anforderungsmodelle

Die Anforderungsmodelle spielen eine entscheidende Rolle im Datenmanagement-Prozess, da die Anforderungen von vielen verschiedenen Quellen oder Disziplinen stammen und in verschiedene «Daten-Container» wie z.B. Gebäude, Zone, System, Raum und Bauteil zugeordnet werden können. Für das Projekt «Haus des Holzes» basieren die Anforderungsmodelle auf einer Anforderungsliste der Räume, die als Matrix von der Bauherrschaft in Kooperation mit den Fachplanenden erstellt wurde. Aus dieser Matrix wurden in der Planung des «Haus des Holzes» abgeleitet:

- # Nutzlastenplan/-modelle für die Nutzungsvereinbarung und die Information zu statischen Anforderungen  
Die Nutzlastenzuordnung erfolgte auf Grundlage des Raummodells. Den Räumen wurden ab den Nutzungszonen die Nutzungskategorien (Wohne, Büro, etc.) und die zugehörigen Nutzlasten zugewiesen.
- # Schallschutzanforderungsplan/-modell als Raummodell ab den Nutzungszonen für die Nutzungsvereinbarung und die Information zu schallschutztechnischen Anforderungen.
- # Dämmperimeterschema/-modell als Zonenmodell als Grundlage für die Information zu wärmetechnischen Anforderungen.
- # Luftdichtigkeitsschema/-modell als Zonenmodell für die Information zu Luftdichtigkeitsanforderungen.
- # Brandabschnittsschema/-modell als Raummodell ab den Nutzungszonen für die Information zu brandschutztechnischen Anforderungen.
- # Anforderungen an die Gebäudetechnikerschliessung und Bauteile als Resultat an den Schnittstellen der verschiedenen Zonenmodelle als Schachtartenmodelle in Bezug auf Schallschutz, Brandschutz, Bauphysik

---

<sup>13</sup> Das Haus des Holzes in Sursee wurde vom BIMwood-Projektpartner Pirmin Jung Schweiz AG geplant. Der Bezug erfolgt im September 2022.  
<https://www.pirminjung.ch/projekte/haus-des-holzes>

Auch wenn diese erste Kategorisierung der Anforderungen geeignet zu sein scheint, um zu klären, auf welcher Ebene Entscheidungen getroffen werden sollen, ist die vollständige Integration der vielen Abhängigkeiten zwischen Zonen, Räumen oder Bauteilen noch nicht geklärt oder abgedeckt. Diese Lücke im Prozess führte zur Definition einer neuen Methodik, bei der Modelle auch modularisiert und miteinander verknüpft werden können, so dass ein vernetztes Modell-Ökosystem entsteht.

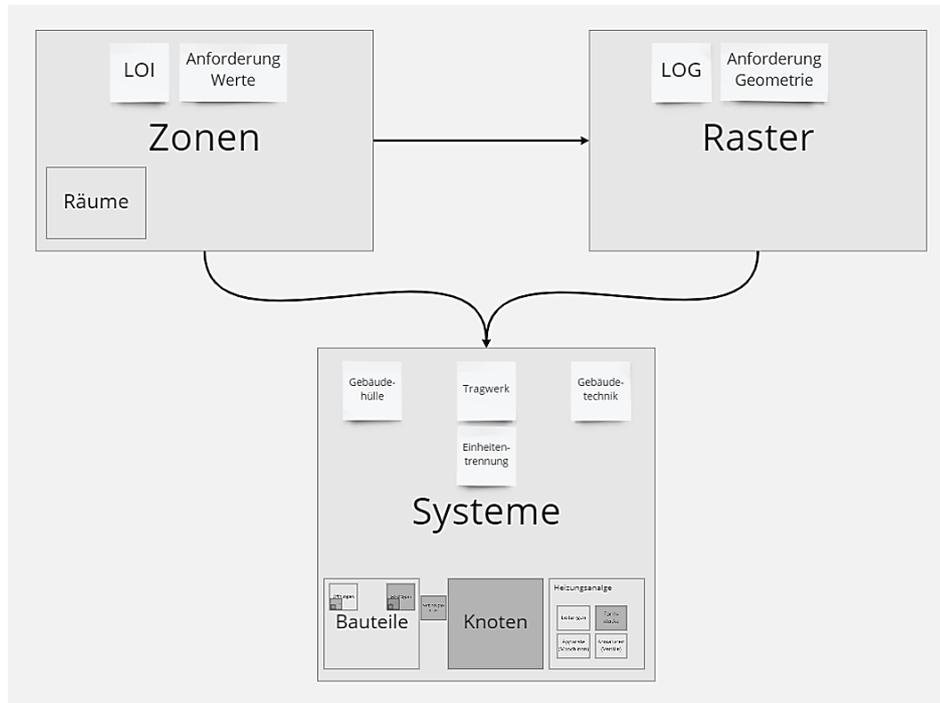


Abbildung 30: Kern-Abstraktion des vernetzten Modell-Ökosystems; von Zonen und Systemen über Raster Modelle zur Abstraktion und Definition von "Referenzen"

### 5.5.3. Tragwerksmodell

Für diese Analyse wird nur eine konzeptionelle Definition des Tragwerksmodells in betrachtet. Weder ihr analytischer Zweck noch die Anforderungen an die Ableitung von Lasttypen -und Fällen wurden berücksichtigt.

Das Tragwerksmodell ist für den industrialisierten Holzbau auf konzeptioneller Basis der erste Schritt, um den Einfluss der Kernschicht auf die gesamte Topologie eines Gebäudes zu definieren. Diese Modelltypologie bildet das Verbindungselement zwischen dem «System» Modellkategorie und komplexeren Modellen (Punkten/Knoten, mehrschichtige Bauteile).

Eine klare Definition von Referenzgeometrien, wie Punkten oder Flächen in der Form eines Rasters, erhöht die Chancen für eine einfache Handhabung von Design -und Konstruktionsänderungen in späteren Planungsphasen, was zu einem Kaskadeneffekt führt, der weiter automatisiert werden kann.

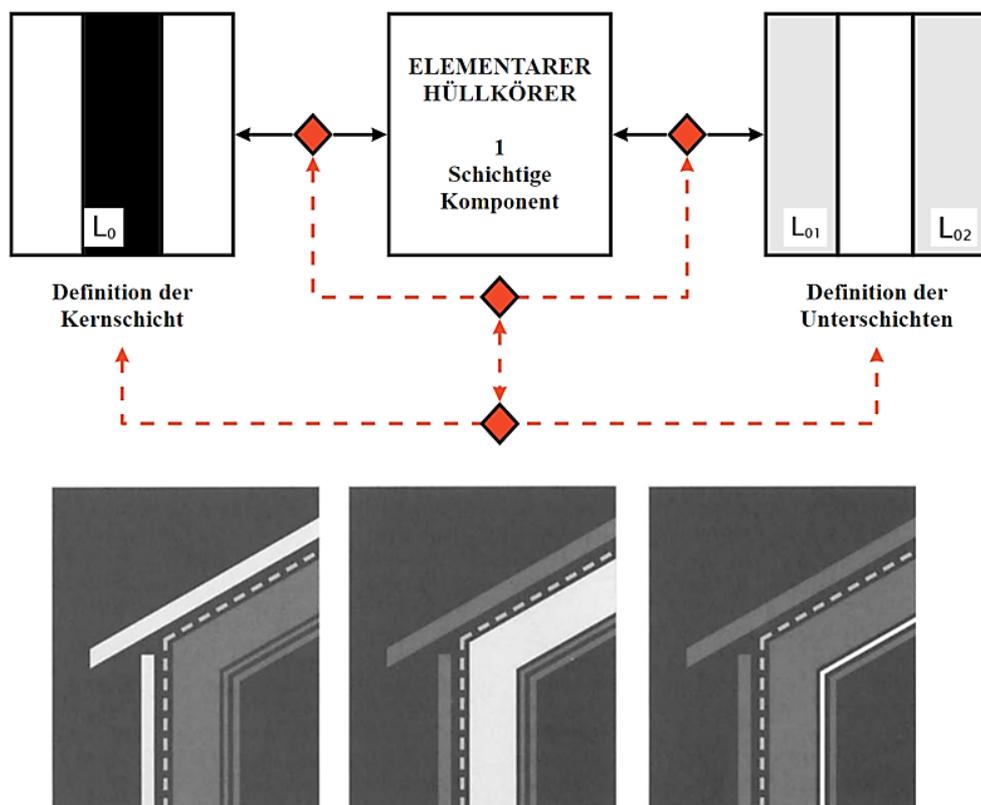


Abbildung 31: Schematische Darstellung für die Entwicklung komplexer mehrschichtige Bauteile

Darüber hinaus ermöglichen übergeordnete räumliche Abhängigkeiten zwischen Entitäten eine präzisere Definition von Räumen, wodurch eine systematische und robuste Art und Weise konstruiert wird, intrinsische räumliche Bedingungen zu erhalten, wenn mehrere Modelle über Planungsphasen hinweg generiert werden. Auf diese Weise können Zonen und Räume räumliche Referenzelemente wie Punkte, Kanten und Flächen definieren, wobei Wände, Stützen oder Balken in weiteren Referenzmodellen instanziiert werden können, so dass Beziehungen zwischen Klassen über primitive geometrische Elemente definiert werden. Dadurch wird der Kreislauf zwischen räumlich miteinander verbundenen Einheiten geschlossen, die am selben Ort, aber in unterschiedlichen Entwicklungsphasen existieren.

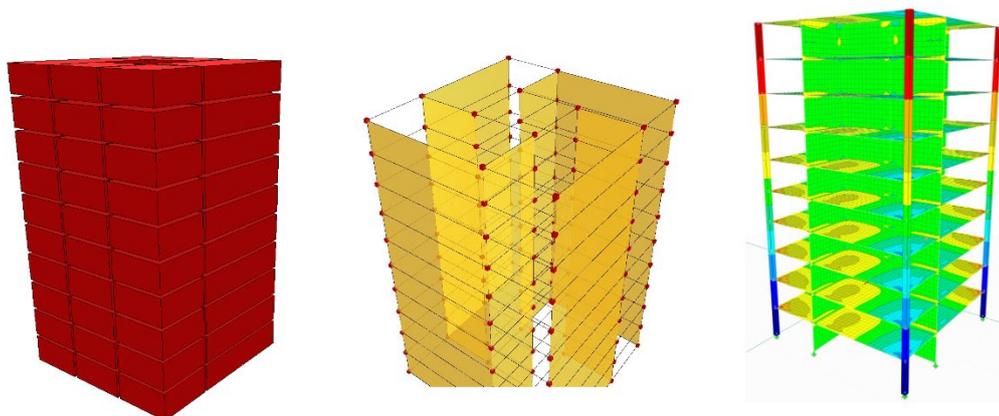


Abbildung 32: Beispiel für ein plausibles Verfahren zur Definition der tragenden Schicht (Kernschicht) in einer vernetzten Form.  
Quelle: Master Thesis Matias Penroz 2021

## 5.6. Kaskadeneffekt

Durch diesen Kaskadeneffekt lösten sich die Planenden von isolierten Modellierungstechniken und fokussierten stattdessen auf zielgerichtete Schnittstellen – und Abhängigkeitsdefinitionen. Das Tragwerksmodell diente als Rückgrat für die Etablierung eines ersten konzeptionellen Prozesses und zur Weiterentwicklung neuer Modellierungstechniken für den industrialisierten Holzbau, über den mehrschichtige Bauteile unter Berücksichtigung der vielfältigen Anforderungen aus allen unterschiedlichen Modelltypologien integrativ geplant werden können.

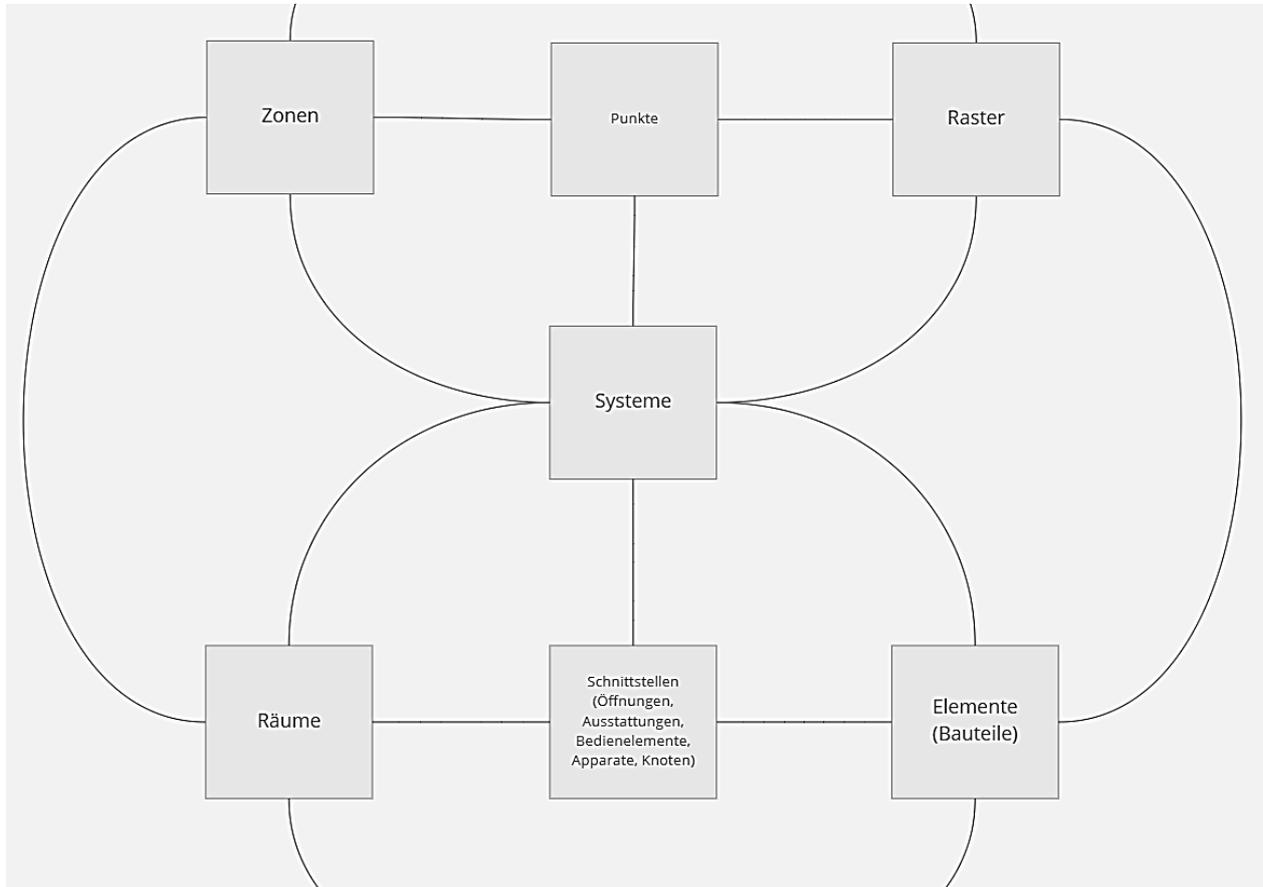


Abbildung 33: Erweiterung des vereinfachten Modell-Ökosystems; mehrstufige Interdependenzen beeinflussen die Planungsreihenfolge der Bauelemente

Dieses Modell-Ökosystem (Multi-Modell-Cluster) soll dazu beitragen, die Diversität und Instabilität der erzeugten Daten zu reduzieren, indem die Referenzgeometrie für alle Modelle vereinfacht wird. Darüber hinaus werden topologische Beziehungen alle möglichen doppelt erzeugten Geometrien verhindern, indem sie es ermöglichen, dass verschiedene Objekte dieselbe primitive Geometrie teilen, ohne sie in den Modellen zu duplizieren.

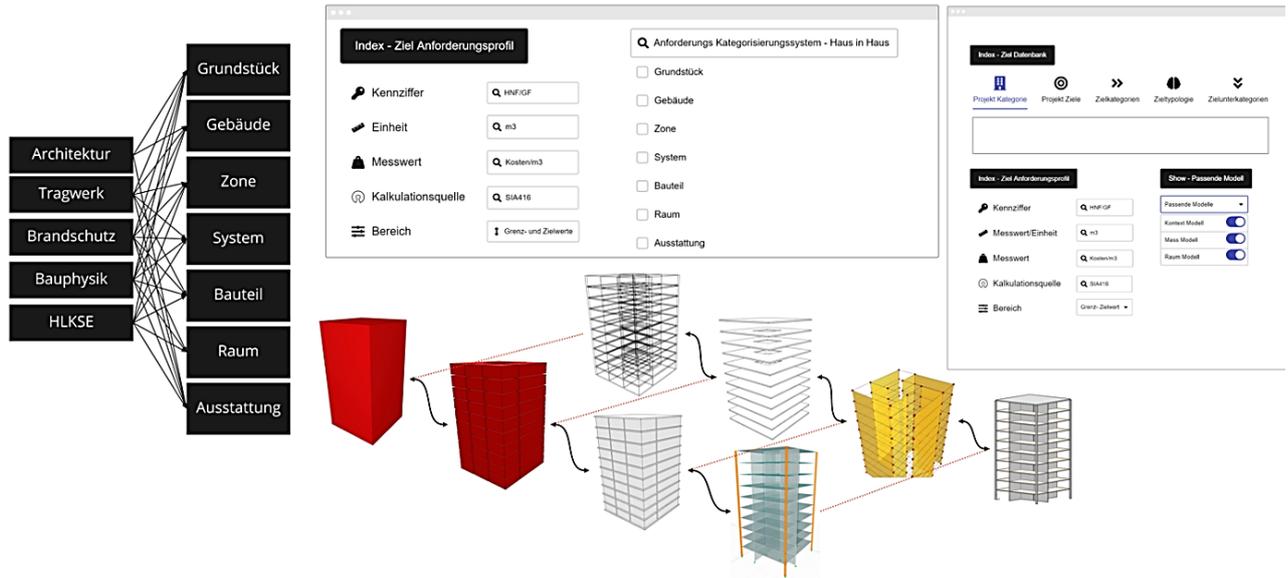


Abbildung 34: Vernetztes Modell-Ökosystem mit dem BIMwood-Navigator, in dem Anforderungen von der strategischen bis zur operativen Ebene abgeleitet und den verschiedenen Modelltypologien zugeordnet werden können.

Durch die Ermöglichung eines solchen «Kaskaden» Effekts können die Planenden die Vorteile von Schnittstellen, die auf das notwendigste reduziert wurden, beim Datenaustausch nutzen. Die geometrische Komplexität wird auf ein Minimum reduziert und es werden nur abstrakte Bauteile ausgetauscht. Durch die Definition topologischer Modelle als Referenz-Raster und die Verankerung von Referenz-Elementen für weitere neue räumliche Beziehungen wird ausserdem sichergestellt, dass Planungsänderungen automatisch das gesamte Modell-Ökosystem aktualisieren.

Wie in der Abbildung unten dargestellt, wird ein halbautomatischer Workflow zur Definition der Kernschicht eines Holzelements entwickelt. Ausgehend von der Definition der Raumanforderungen wird die Kernschicht über ein Bounding-Box Bauteil im abstrakten Modell verankert und mit einem Bauteil aus einem Bauteilkatalog, welches den entsprechenden Leistungsanforderungen entspricht, weiter elementiert.

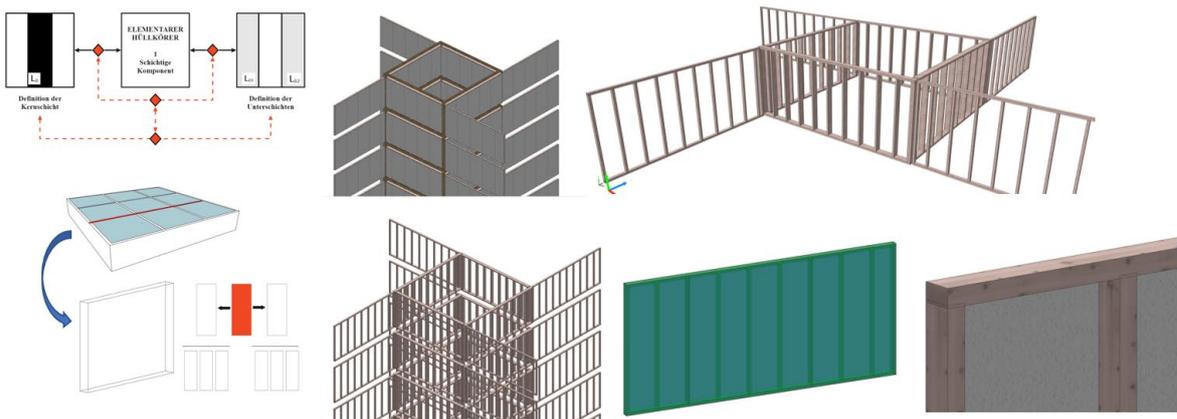


Abbildung 35: Prozessablauf vom abstrakten Bauteil über die Raumebene bis hin zur endgültigen Definition der einzelnen Holzelemente unter Verwendung des Multi-Modell-Ökosystems.

Diese Methode eröffnet neue Möglichkeiten für ein dynamischen und katalogbasierten Planungsablauf. Sie vermeidet den sich wiederholenden Prozess der «manuellen» Platzierung einzelner Komponenten bei jeder Konstruktionsänderung in jeder Entwicklungsphase.

Dabei ist nicht nur die Koexistenz und Verknüpfung verschiedener Entitäten am selben Ort möglich, sondern auch, dass innerhalb der Entitäten verschiedene LOD gleichzeitig auftreten (multi-skalare Modelle). So muss z. B. eine Holzrahmenwand, die zu einer Kernschicht gehört, nicht alle einzelnen Ständer enthalten, damit die Anschlussdetails zwischen Tragwerk und Architektur koordiniert werden können. Dies kann durch einschichtige Bounding-Boxes mit Verankerungselementen dargestellt werden. Als Beispiel dient die Darstellung eines Knotens mit allen zugehörigen Teilschichten und den entsprechenden angrenzenden einschichtigen Bounding-Boxes in Abbildung 36.

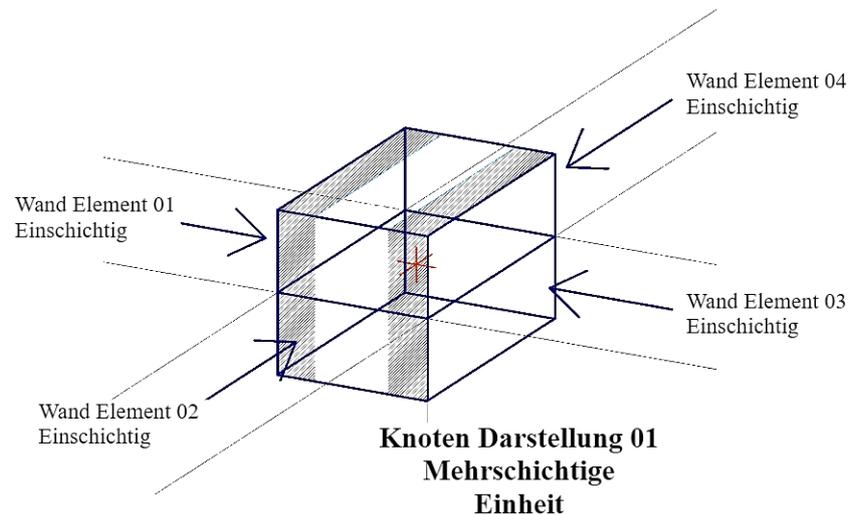


Abbildung 36: Graphische Darstellung von einem multi-skalaren Knotenobjekt. Quelle: Master Thesis Matias Penroz.

## 6. Schnittstellen und die BIMwood T-Modelle

BIMwood fordert ein neues Verständnis für Schnittstellen. Die Bearbeitung von Schnittstellen ist in der Implementierung der BIM -Methode für den reibungslosen digitalen Datenfluss («digitale Kette») essenziell. Dabei sind nicht die technischen Unzulänglichkeiten das Problem, sondern vielmehr die Identifikation von Abhängigkeiten und die Vereinbarung, wer was bis wohin und in welchem Umfang (Tiefe) an der jeweiligen Schnittstelle macht. Im vorgefertigten Holzbau wirken sich fehlende oder ungenügende Vereinbarungen insofern aus, als für eine abgeschlossene Planung vor der Produktion, sämtliche Details in der Planung und auch vor der Bestellung geklärt werden müssen. Planungs-, Qualitäts- und Kostensicherheit sind der Lohn dafür.

Im Bauen mit niedrigen Vorfertigungsgraden kann der Zeitpunkt für Detail-Entscheidungen bis auf die Baustelle verschoben werden (und wird es aus den Erfahrungen der BIMwood-Praxispartner:innen auch oft). Dass nicht immer alles so gebaut wird, wie es geplant war, trägt zu einem grossen Teil zu steigenden Fehlerkosten bei. Es gibt keine offiziellen Statistiken dazu, die Auswirkungen können daher nicht zahlenmässig verifiziert werden. Umfragen berichten jedoch von bis zu 15% Fehlerkostenanteil im Baugewerbe.<sup>14</sup>

Ein weiterer Punkt zeigte sich in der Planung der Case Study Studhalde. Aktuell wird, unterstützt durch die Software-Programme, ein Maximum an Informationen weitergeleitet: vom sendenden zum empfangenden Modellierenden («Sender:in»/ «Empfänger:in»). Aus der Erfahrung werden viele Informationen weitergeleitet, die für die weitere Bearbeitung der Empfänger:in jedoch nicht benötigt werden. Zudem finden aktuell zwar Eingangsprüfungen statt. Wenn diese aber Fehler oder Widersprüchlichkeiten aufzeigen, ist die Empfänger:in gefordert, diesen Unzulänglichkeiten nachzugehen. Die digitale Kette gerät in Terminverzug.

Aus diesem Grund stellt BIMwood folgende Forderungen bezüglich der Schnittstellen auf:

- # **Schnittstellen müssen eindeutig identifiziert, definiert und der notwendige Informationsbedarf präzise vereinbart werden.**
- # **Es braucht ein neues Verständnis für Schnittstellen:**
  - # Informationen unterliegen einer Bring-Schuld und nicht einer Hol-Schuld.
  - # Es wird nur weitergeleitet (Output), was die Empfänger:in an konkreten Informationen (Input) für die Aufgabe benötigt und was zur Übergabe vereinbart wurde.
  - # Die Verantwortung der Aufbereitung der Daten liegt beim Sendenden: es findet eine Output-Prüfung der Daten statt!
- # **Die laufende Koordination von Schnittstellen ermöglicht es, Fehler zu vermeiden, statt Fehler zu suchen.**

### 6.1. Aushandeln und Vereinbaren des Informationsbedarfes und der Informationsbereitstellung

Das Identifizieren des Informationsbedarfes an einer Schnittstelle und das anschliessende Definieren der notwendigen Informationsbereitstellung jeder Planungsdisziplin muss auf einer kollaborativen Leistung basieren. Die Abhängigkeitsdefinitionen im Aufbau des Prozesses für den Projektfortschritt sind massgebend für die Informationsanforderungen in den jeweiligen Aufgaben. Jede Aufgabe ist eine Schnittstelle aus Sicht der Informationsverarbeitung. Exemplarisch soll der Aushandlungsprozess des BIMwood-Projektteams in der Case Study Studhalde illustriert werden.

Von Abbildung 37 bis Abbildung 40 sind die Skizzen, die vom BIMwood-Team im Projekt-Online-Whiteboard entlang der Diskussionen und des Aushandlungsprozesses entwickelt wurden, abgebildet. Die Wiedergabe in diesem Bericht als Abbildung verfolgt dabei nicht das Ziel der Wiedergabe der inhaltlichen Diskussion, sondern das Illustrieren des notwendigen neuen Aushandelns von essenziellen Input- und erforderlichen Outputdaten für den disziplinspezifischen Fortschritt in der Modellierung.

---

<sup>14</sup> Gemäss der Studie „Jahresanalyse Deutschland 2020/2021: Bauwirtschaft – Trends und Marketing“ von BauInfoConsult betragen 2019 die Fehlerkosten 15.4% des Gesamtjahresumsatzes in der deutschen Baubranche: <https://bauinfoconsult.de/presse-baukatastrophen-made-in-germany-fast-21-milliarden-euro-fehlerkosten-in-2019/>; abgerufen am 30.05.2022; 14:41.

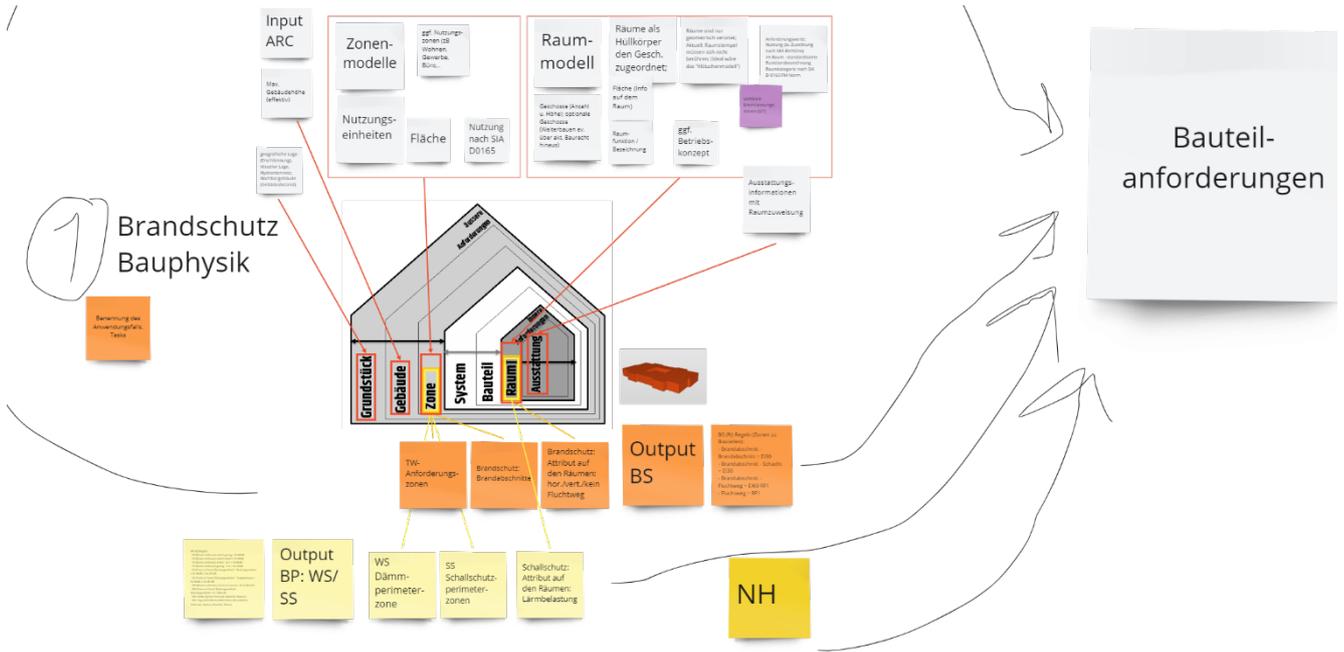


Abbildung 37: Aufbau des notwendigen Inputs aus Brandschutz und Bauphysik als Output. Erst mit den Schritten 1 (Tragwerkskonzept) und 2 (Brandschutz und Bauphysik) können die Bauteilanforderungen geklärt werden.

**2 Tragwerk**

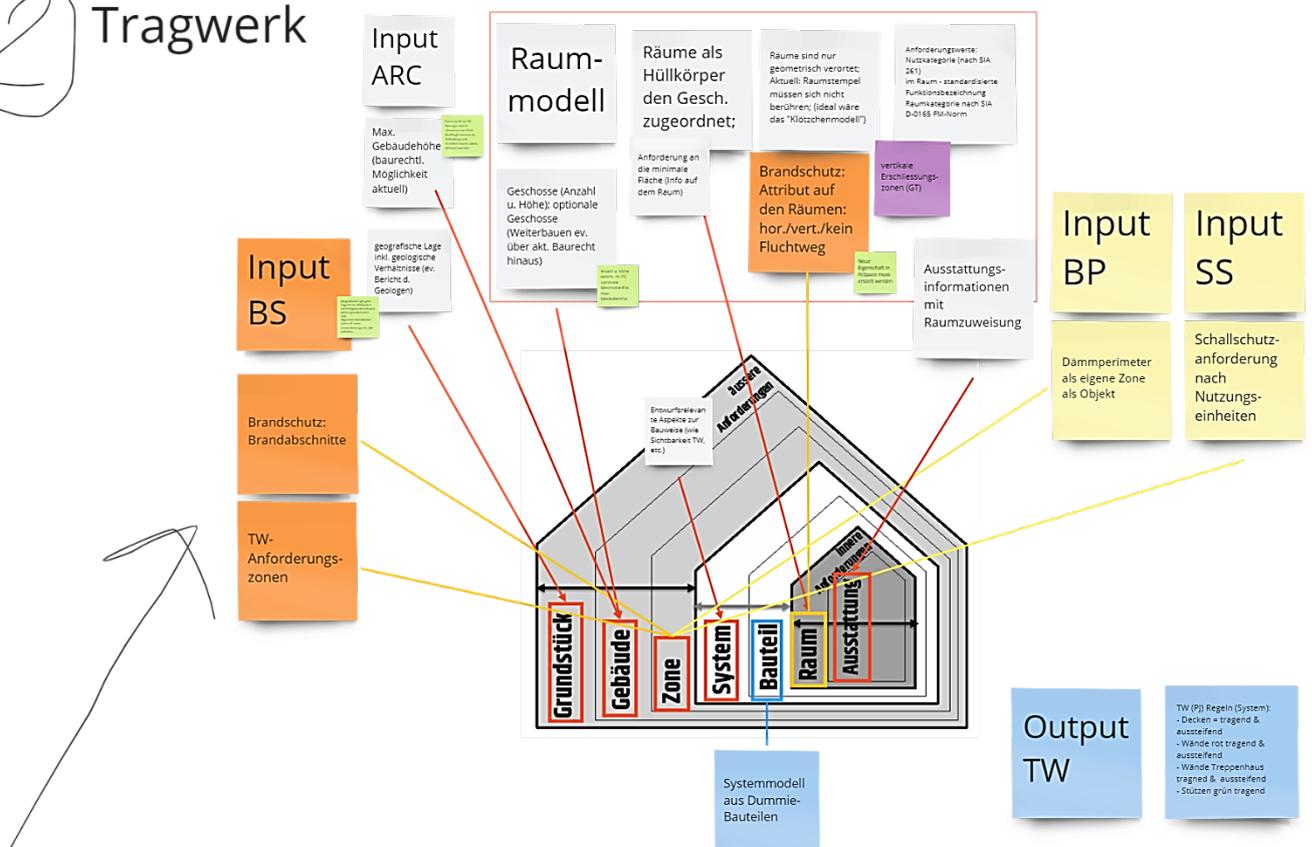


Abbildung 38: Aushandlung des Informationsbedarfes (Input) für die Erstellung des Tragwerkskonzeptes im Vorprojekt. Es zeigte sich auf Grund der Abhängigkeiten, dass dies erst Schritt 2 sein kann und dass es davor Aktivitäten benötigt, die Brandschutz und Bauphysik klären, die als Input zur Verfügung stehen müssen.

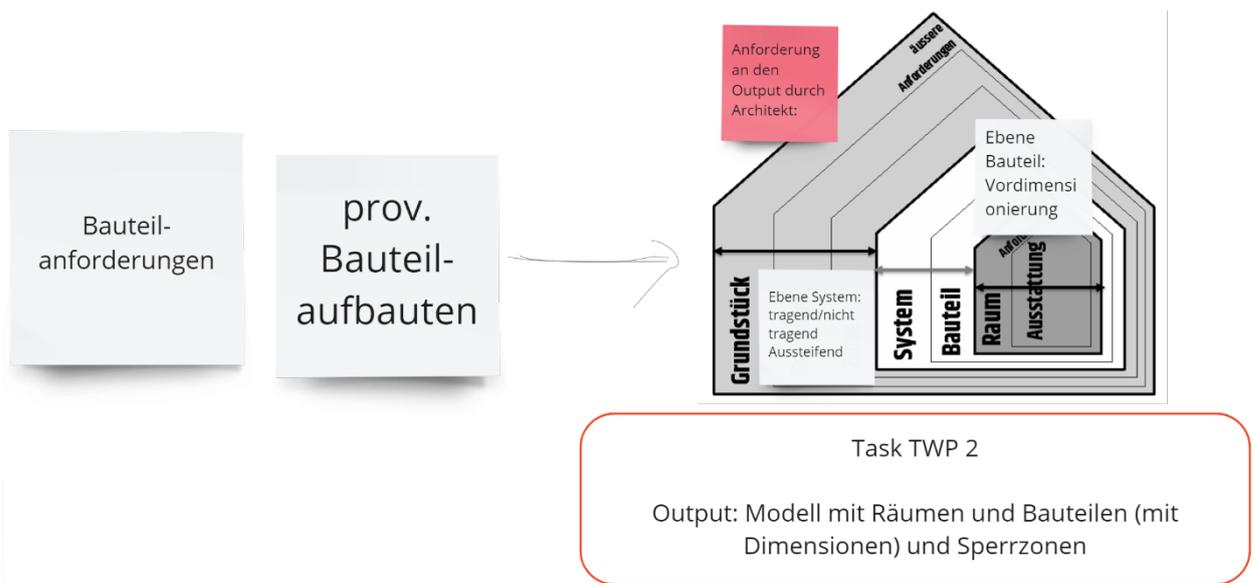


Abbildung 39: Auf Basis der Bauteilanforderungen können nun die prov. Bauteilaufbauten entwickelt werden.

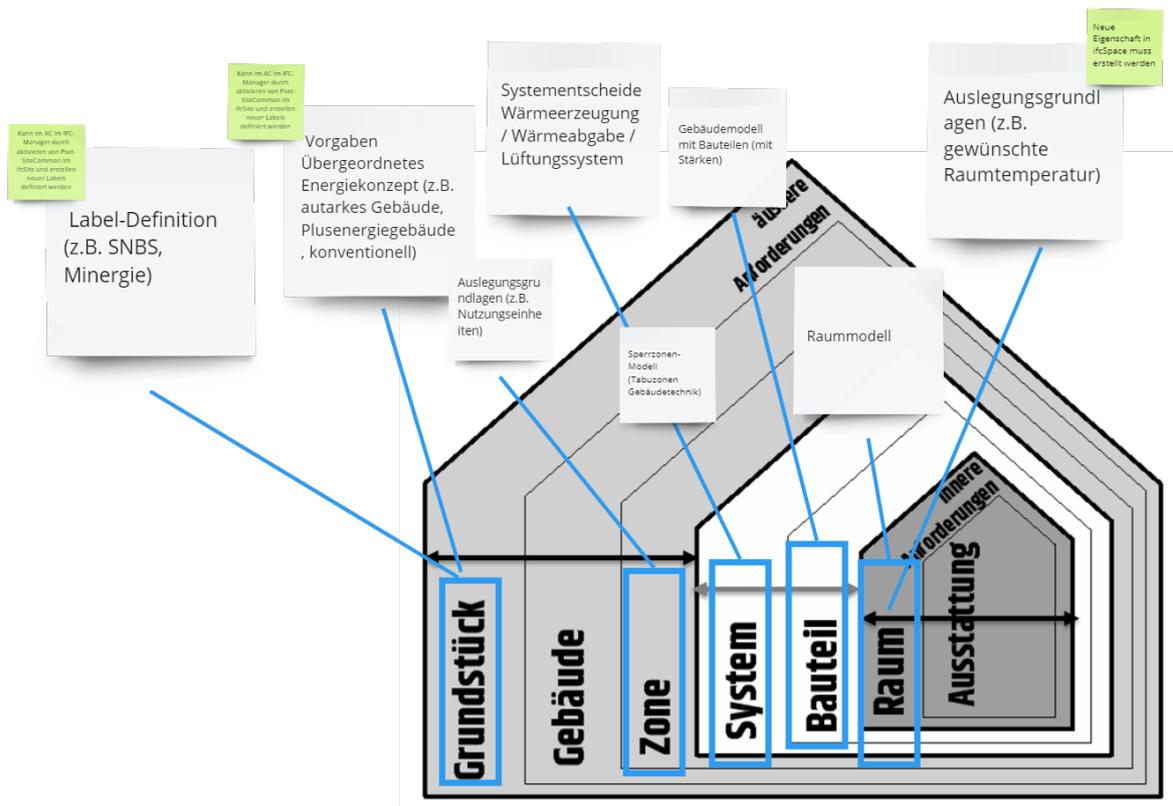


Abbildung 40: Nun steht im letzten Schritt die Entwicklung des TGA-Systems («GT» für Gebäudetechnik an).

Eine wichtige Erkenntnis in diesen explorativen Aushandlungen war, dass zwischen den verschiedenen Projektrahmenbedingungen und Planungsdisziplinen unzählige sich überkreuzende Abhängigkeiten bestehen und eine Aufgabe aus mehreren, oft iterativen Arbeitsschritten besteht. Eine 1:1-Übertragung von Detaillierungsschritten aus dem analog basierten Austausch von dwg- oder dxf Dateien war nicht möglich. Der Aufbau entlang einer BIM-Methode kombiniert geometrische und wertebasierte Informationen, die in den Modellen über neue Methoden (wie z.B. Zonenmodelle, Property Sets, etc.) aufgebaut werden müssen.

Das Ziel der Wiedergabe der Abbildungen ist eine zentrale Erkenntnis aus dem BIMwood Projekt: es benötigt neue und projektspezifisch anpassbare Instrumente, um die Koordination des Inputs- und Outputs eines Arbeitsschrittes disziplinenübergreifend zu unterstützen.

## 6.2. T-Modelle als Instrumente für die Abbildung des Input- und Outputs eines Arbeitsschrittes

Die Entwicklung der T-Modelle war eine Reaktion auf die fehlenden menschenlesbaren Darstellungen,<sup>15</sup> um die erforderliche Informationsbereitstellung, den Arbeitsumfang und den Umfang und die Qualität des Outputs in Bezug auf eine spezifische Fragestellung abzubilden. Die Namensgebung folgt der grafischen Aufbereitung mit einem zentralen «T» in der Mitte, dass die Input- von der Output-Seite trennt. In der Mitte sind die zu leistenden Arbeiten («T»ask wie Aufgaben) abgebildet. Zudem wird mit dem T auch auf die Informationstransaktion («T»ransaktion) der DIN EN ISO 29481-1<sup>16</sup> Bezug genommen. Parallel dazu ist das T-Modell auch geeignet Informationslieferungen in BIM-Prozessen zu beschreiben, wie in der SN EN 17412-1<sup>17</sup> gefordert. Die SN EN 17412-1 zielt darauf ab, möglichst genau zu klären, welche Informationen zu bestimmten Zeitpunkten zwischen den unterschiedlichen Beteiligten ausgetauscht werden sollen. Dazu wird zwischen den Beteiligten definiert, wer Lieferant und Empfänger der Informationen ist und zu welchem Zweck diese ausgetauscht werden.<sup>18</sup>

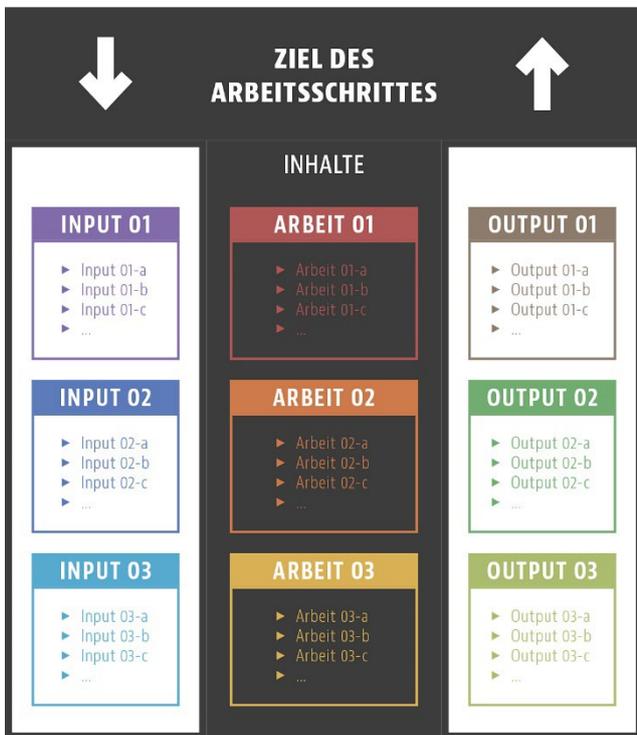


Abbildung 41: Prinzipschema des BIMwood T-Modelles mit notwendigem Input (linke Seite T) und Output eines Arbeitsschrittes (rechte Seite vom T)

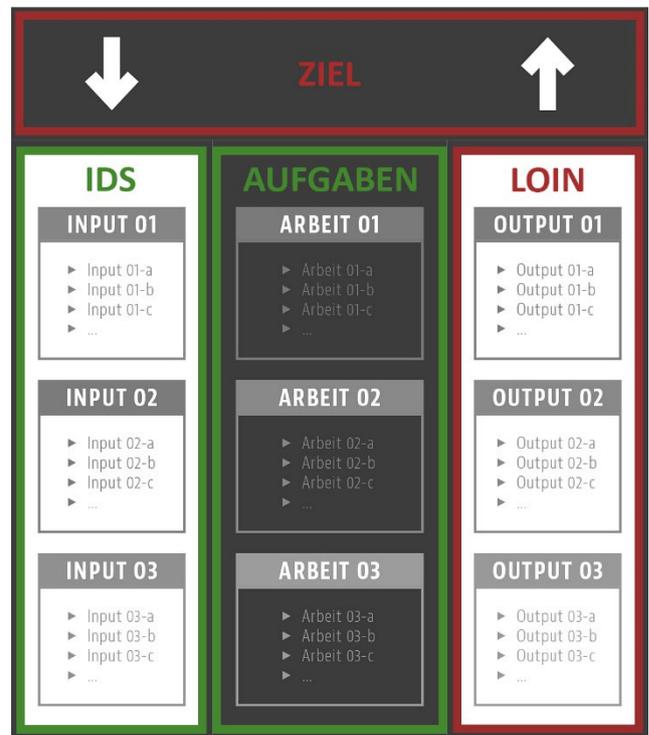


Abbildung 42: Nach Pull-Systematik muss zuerst «rot» vorhanden sein, davon kann «grün» abgeleitet werden.

Erläuterungen:

IDS = Information Delivery Specification (Definition siehe SN EN ISO 19650-2:2018)

LOIN = Level of Information Need (siehe SN EN 17412-1)

<sup>15</sup> Damit sind Darstellungen von aufgabenspezifischen Informationsbedürfnissen gemeint, die in einer Form dargestellt werden, wie sie von Menschen gut verstanden werden können. Aktuell gibt definieren Normen maschinenlesbare Darstellungen, welche aber für Menschen schwierig zu lesen sind und auch eher schwer mit den zugehörigen Aufgaben in Verbindung gebracht werden.

<sup>16</sup> DIN EN ISO 29481-1:2018-01

<sup>17</sup> SN EN 17412-1:2020

<sup>18</sup> Bührer 2022

Abbildung 41 zeigt ein Prinzipschema eines T-Modells. Mittels eines Farbcodes werden Input, Output und Arbeitsschritt einer jeweiligen Disziplin zugeordnet. Damit ergeben sich klar ablesbare Verantwortlichkeiten und Definitionen für Umfang und Qualität. In der Arbeitsweise der Pull-Prozessplanung werden zuerst von Meilensteinen und Teilzielen Abhängigkeiten und Aufgaben, also spezifische Fragestellungen formuliert. Die erforderlichen Outputs können vom zugehörigen Ziel abgeleitet werden (LOIN Level of Information Need). Aufgrund der Gegenüberstellung der Fragestellung und der erforderlichen Outputs können die notwendigen Inputs, also die erforderliche Informationsbereitstellung (IDS Information Delivery Specification) abgeleitet werden (siehe Abbildung 42).

Im BIMwood Projektteam wurden die weiteren T-Modelle für die Arbeitsschritte bis hin zur Produktionsplanung ausgehandelt. Es wurde jedoch festgestellt, dass es notwendig ist, diese immer auf das spezifische Projektteam und die spezifische Bauaufgabe zu adaptieren. Die im Zuge des BIMwood How-To veröffentlichten T-Modelle (im Anhang 2 und 3) beziehen sich auf Arbeitsschritte, in denen weniger Entwurfs-, Gestaltungs- und Engineering-Aktivitäten stattfinden, sondern Projektgrundlagen und Vereinbarungen erarbeitet werden müssen. Hier gibt es weniger projektspezifischen Anpassungsbedarf, daher werden diese auch in diesem How-To veröffentlicht. Dennoch weist das BIMwood-Projektteam darauf hin, dass auch diese T-Modelle hinsichtlich ihrer Eignung für das individuelle gewählte Projekt zu prüfen sind.

→ Siehe Anhang 2 «T-Modelle» und Anhang 3 «Informationsbedarf Holzbauunternehmen»

### 6.3. Verortung der T-Modelle in der BIMwood Prozessstruktur

Mit der Gliederung der BIMwood-Prozessstruktur in 3 Ebenen, die unterschiedliche Verantwortungsbereiche betreffen, ergibt sich die Einordnung in die Ebene 3 Arbeitskoordination. Auf der Ebene 3 des Prozesses ist der Fokus auf die spezifische Abhängigkeit vom Input und das präzise Zur-Verfügung-stellen des Outputs wichtiger als die Übersicht des Gesamtprozesses. Aus diesem Grund besteht die Ebene des BIMwood-Prozesses nur aus T-Modellen, die mit den jeweiligen Aufgaben der Ebene 2 Gesamtkoordination verknüpft sind. Die nähere Erläuterung der Einordnung im Prozess ist unter Kapitel 3.1 nachzulesen.

### 6.4. Informationscontainer als logische Strukturierung von Daten

Der in Abbildung 37 bis Abbildung 40 illustrierte Aushandlungsprozess zeigte auch die Notwendigkeit der Strukturierung der Daten. Das vielschichtige Abhängigkeitsgefüge zwischen Daten erschwert deren Nachvollziehbarkeit und bedingt eine digitale Verarbeitung derselben, die wiederum einer Maschinenlesbarkeit bedarf. Dazu wurde eine von Pirmin Jung Schweiz entworfene und im BIMwood-Projekt weiterentwickelte logische Datenstruktur verwendet, die es zukünftig ermöglichen soll, Abhängigkeiten zwischen unterschiedlichen Ebenen und Sichtweisen in einem Projekt darzustellen und damit die Grundlage für eine digitale Verarbeitung zu schaffen.

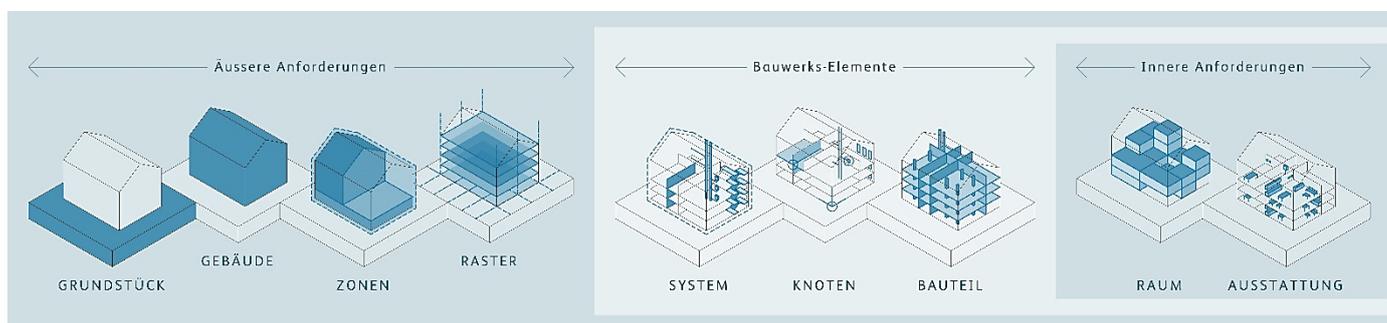


Abbildung 43: Informationscontainer zur Strukturierung der Daten für BIM-basierte Projekte. Erläuterungen siehe Tabelle 1.

Abbildung 43 zeigt die Informationscontainer: Grundstück, Gebäude, Zonen, Raster, System, Bauteil, Knoten, Raum, Ausstattung. Werte auf den Informationscontainern Grundstück, Gebäude und Zonen erfassen u. a. äussere Projektparameter und diejenigen auf Räumen und Ausstattungen die inneren. Das in Planung befindliche Gebäude wird vorwiegend auf den Informationscontainern Raster, System, Knoten und Bauteil abgebildet.

Tabelle 1: Erläuterungen zu den Informationscontainern in Abbildung 42.

Grundstück	Gebäude	Zonen	Raster	System	Knoten	Bauteil	Raum	Ausstattung
<b>Baurechtliche Grundflächen</b>	<b>Baurechtliche Volumetrie</b>	<b>Räumliche Gebäudeorganisation, Anforderungszonen</b>	<b>Strukturelle Gebäudeorganisation, Anforderungsraster</b>	<b>Logisch zusammenhängenden, einem gemeinsamen Zweck dienende räumliche oder strukturelle Elemente</b>	<b>Schnittstellen innerhalb von Systemen (zwischen verschiedenen Bauteilen und/oder Komponenten)</b>	<b>Einzelne Elemente, Bestandteile von strukturellen oder technischen Systemen</b>	<b>Einzel nutzbare räumliche Bereiche, Bestandteil von räumlichen Systemen</b>	<b>Nicht strukturelle Elemente und Geräte</b>
Fläche	Bestand	Nutzungszonen z.B. Wohnen, Gewerbe	Geschosshöhen	Tragwerk	Fügung (konstr. Details)	Bereiche	Alle Innen- und Ausenräume, die zu einer Nutzungseinheit gehören	Apparate
Topografie	Neubau	Nutzungseinheiten	Achsen-Raster	Gebäudehülle	Öffnungen	Wände		Möbliering
Grenzen	Abbruch	Anforderungszonen z.B. Brandabschnitte, Dämmperimeter	Fassaden-Raster	Erschliessung	Durchbrüche	Decken		
Vermessungspunkte	Unterteilung nach EGID-Nummer			Technische Gebäudeausstattung (Heizung, Lüftung, Klima, Sanitär etc.)	Bedienelemente	Stützen		
					Ventile	Unterzüge		
						Rohre		
						Fittings		
						Leitungen		

In den Informationscontainern werden, basierend auf den Projektrahmenbedingungen und Projektzielen Grenz- und Zielwerte (Soll), Prozesswerte (erforderliche Zwischenresultate für die interdisziplinäre Zusammenarbeit) sowie Leistungswerte (Ist) erfasst.

Unterschiedliche Informationscontainer nehmen so Daten für logische Gruppen auf, zwischen welchen Abhängigkeiten definiert werden können. Der Vorteil ist, dass Werte über gegenseitige hierarchisch-logische Beziehungen vererbt werden können (z. B. Zonen zu Systemen oder Räume zu Bauteilen). Dies ist notwendig, weil beispielweise Zielwerte auf Zonen oder Räumen die Faktoren für die Leistungswerte von Systemen und Bauteilen bilden. Näheres wird dazu in Kapitel 5.6 erläutert.

Mit einer solchen Strukturierung der Daten wird eine Durchgängigkeit über den gesamten Lebenszyklus von Gebäuden ermöglicht, manuelle Eingaben und damit verbundene Aufwände und Fehler können minimiert und die Grundlagen für eine parametrisch-generative und somit vernetzte Arbeitsweise kann geschaffen werden.

## 6.5. Informationsbereitstellung gemäss SN EN ISO 19650-2:2018

Die SN EN ISO 19650-2:2018 de<sup>19</sup> fordert Bauherrschaften und Planungsdisziplinen gleichermaßen. Der in der Norm erläuterte «Informationsbesteller» erfasst im Sinne einer ganzheitlichen Betrachtung des Gebäudes den Investor, die Bauherrschaft, die Nutzenden und die Betreibenden. Diese sind in der Personalunion des Bestellenden bereits vor einem Projektstart gefordert, sich mit ihren Bedürfnissen auseinanderzusetzen. Die sogenannte Organisational Information Requirements (OIR) sind eine unternehmensinterne Festlegung. Die Projekt Information Requirements (PIR), die Asset Information Requirements (AIR) und die Exchange Information Requirements (EIR) sind bereits in der Bedarfsbewertung<sup>20</sup> vorläufig zu erfassen und in der Planungsausschreibung<sup>21</sup> dem Informationsbereitsteller (dem Planungsteam) zur Verfügung zu stellen. Explizit erwähnt sind auch «gemeinsam genutzte Ressourcen», wie zum Informationscontainer-Vorlagen in Kap. 5.1.6 als eine der Festlegungen der Referenzinformationen.

Auch die Informationsbereitsteller sind gefordert. Laut der Norm sollten sie bereits bei der Informationsbestellung (also der Beauftragung) Informationsbereitstellungspläne abgeben (disziplinenbezogen).

<sup>19</sup> SN EN ISO 19650-2:2018 de

<sup>20</sup> SN EN ISO 19650-2:2018 de, Kap. 5.1

<sup>21</sup> SN EN ISO 19650-2:2018 de, Kap. 5.2

Damit sind alle gefordert, bereits im Vorfeld eine Strukturierung der Daten vorgenommen zu haben und sich mit dem Umfang bzw. der notwendigen Qualität auseinanderzusetzen.

Aus der Erfahrung des BIMwood-Teams wird dafür eine Kombination aus dem Instrument des T-Modells und den Informationscontainern vorgeschlagen. Abbildung 44 zeigt ein entsprechendes Template.



Abbildung 44: Illustration T-Modell Informationsbereitstellung für die Planung der Planung.

→ Siehe auch Anhang 1 «Templates»

Ob der in der Norm vorgeschlagene Zeitpunkt in allen Fällen passend ist, muss projektspezifisch entschieden werden. Im Kontext der vorliegenden Case Study würde das BIMwood Team die Seite der Planungsdisziplinen erst mit der Planung der Planung ergänzen, da davor keine Identifikation der projektspezifischen Abhängigkeiten stattfand.

## 7. Design for Prefabricated Timber Construction

Die Forderung nach holzbaugerechten Planungsprozessen sowie Vergabe- und Kooperationsmodellen prägte das Projekt leanWOOD (2014-2017).<sup>22 23</sup> Welche Elemente für optimale Holzbauplanung im analog basierten Planungsprozess zu ändern sind und welche Vor- und Nachteile sich bei unterschiedlichen Vergabe- und Kooperationsmodellen für erfahrene oder weniger erfahrene Planungsteams dabei ergeben, wurde eingehend in einer internationalen Forschungskoope- ration untersucht. Einer der Ausblicke am Ende der Kooperation war, dass die BIM-Methode als eine Chance für eine vollständige Neuausrichtung der holzbaugerechten Planung in Zukunft gesehen wird und dafür weiterer Forschungsbedarf besteht.

BIMwood nimmt die Erkenntnisse von leanWOOD auf, geht aber einen Schritt über die Implementierung der BIM-Methode für Holzbau-Planungen hinaus. Wie einleitend ausgeführt, reicht eine isolierte Optimierung der modellbasierten upstream Planungsaktivitäten ohne die Verknüpfung mit der computergesteuerten Produktion nicht aus. Die Materialeigenschaften von Holz, die Prämisse hoher Vorfertigungsgrade und die Logik von Produktion, Logistik und Montage müssen integrativ zusammengeführt werden.

BIMwood fokussiert daher folgende Ziele:

- # **Berücksichtigung der Materialeigenschaften von Holz für einen optimalen Entwurf und Einsatz von Holz zur Erreichung der Projektziele.**
- # **Erreichung eines hohen Vorfertigungsgrades zur Erhöhung der Wirtschaftlichkeit.**
- # **Frühzeitige Integration von Aspekten der computergesteuerten grossformatigen Vorfertigung mit Holz.**

### 7.1. Von DfMA zu DfP

Mit der industriellen Fertigung im Holzbau, basierend auf Automation und digitaler Steuerung, hielten auch industriell basierte Gestaltungsprinzipien Einzug in den Diskurs um eine Erhöhung der Produktivität des Holzbaus. Vor allem im nordamerikanischen Raum und zunehmend auch im europäischen Kontext wurde und wird auf einschlägigen Fachkonferenzen «Design for Manufacturing DfMA» als Lösungsansatz diskutiert. Damit stand die Frage nach der Übertragung des DfMA in den industrialisierten Holzbau, der zunehmend automatisiert und digital gesteuert produziert, im Raum.

Die Wurzeln von DfMA liegen in der Waffenproduktion von Ford und Chrysler im 2. Weltkrieg. In den 60-70er Jahren hat sich DfMA in der Industrie als Methode für «die wirtschaftliche Produktion» etabliert:<sup>24</sup> Dabei setzte sich DfMA aus «DfM Design for Manufacturing» und «DfA Design for Assembly» zusammen. DfM vergleicht Materialien und Komponentendesign für die Produktionsprozesse. DfA adressiert den Zusammenbau der einzelnen Teile. «Cross-functional» (also fachübergreifendes Entwickeln) statt «over the fence» (das «Über-den-Zaun-werfen» des Entwurfs von der Designer:in zur Ingenieur:in)<sup>25</sup> war der methodische Ansatz, der als Designphilosophie promotet wurde. Traditionelle, lineare und sequenzielle Gestaltungsprozesse werden dabei durch iterative und vor allem fachübergreifende Prozesse abgelöst.<sup>26</sup>

Das Analyse-Tool «Design for Assembly» von Boothroyd Dewhurst nutzte in den 70ern dann eine neu entwickelte Software mit einem Frage-Antwort-Dialog. Diese Firma und die Trademark DFMA® ([www.dfma.com](http://www.dfma.com)) sind heute noch im Industriebereich aktiv. Ziel ist es, einen effizienten Materialeinsatz und einfachen Produktions- und Montageablauf zu gewährleisten und damit die Stückzahlkosten und die Fertigungsdauer zu senken (siehe Abbildung 45).

---

<sup>22</sup> Geier 2017

<sup>23</sup> leanWOOD 2017

<sup>24</sup> Tan et al. 2020, S. 4

<sup>25</sup> Boothroyd Dewhurst Inc. 2010, S. 12

<sup>26</sup> TanTan 2020 et al. S. 1

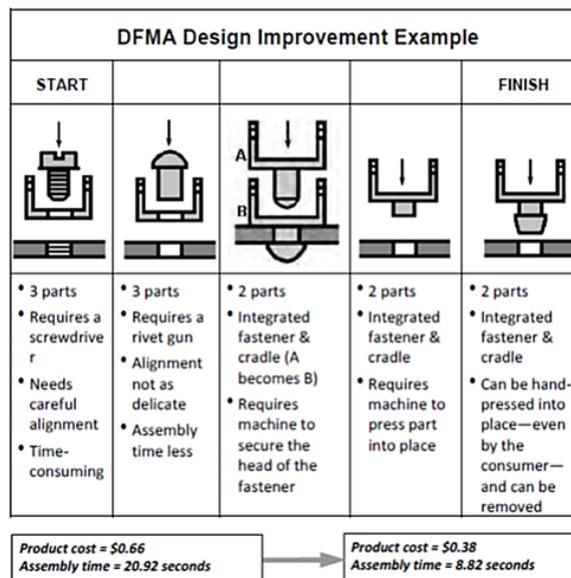


Abbildung 45: Exemplarischer Verbesserungsprozess einer Schraubverbindung. Quelle: Boothroyd Dewhurst Inc. 2010. S. 7

Basierend auf diesen Wurzeln im Industriebereich definiert DfMA eine Methode um Entwurf, Struktur, Konstruktion eines Produktes zu prüfen und zu vereinfachen und damit Herstellungskosten ohne Einschränkung von Qualität, Funktionalität und Zuverlässigkeit zu reduzieren. DfMA bezieht sich dabei auf aus der Praxis generierten Gestaltungsrichtlinien, um Prozess und Produkt aufeinander abzustimmen.

Bereits 2013 setzte der RIBA Plan of Work PoW 2013<sup>27</sup> in Grossbritannien mit dem DfMA-Overlay ein Zeichen für die Übertragung der DfMA-Methode in die Bauwirtschaft. DfMA kam über den Wunsch der Vorfertigung in das Blickfeld der Bauwirtschaft. Vorfertigung wurde als Schlüsseltechnologie gesehen, um den hohen Bedarf an Wohnraum, vor allem leistbarem Wohnraum, nachkommen zu können. Mit steigendem Vorfertigungsgrad und zunehmend grossformatig vorgefertigten Elementen reduziert sich beim Bauen der Aufwand «on-site». Die Herstellung des Gebäudes verschiebt sich immer mehr in die Produktionshalle der Unternehmen und damit Richtung «Produktherstellung».<sup>28</sup> Was liegt daher näher, als DfMA-Methoden aus der industriellen Produktherstellung in das Bauwesen zu übertragen? Der Overlay zum RIBA PoW 2013 führt DfMA-Prinzipien dazu an und zeigt Case Studies, die die Aspekte «Manufacturing» und «Assembly» und auch das Prozessdesign in der Kollaboration erläutern. Obwohl nach Grossbritannien weitere Länder das Thema DfMA auch auf ihre Agenda nahmen, wurden auch kritische Stimmen lauter. Dem Unterschied zwischen Bauen und industrieller Fertigung wurde zu wenig Beachtung geschenkt. Diese Unterschiede und die fehlenden Möglichkeiten der Industrialisierung im Bauen auf die individuellen Gestaltungswünsche in der Architektur einzugehen, hatten den Bedeutungsverlust bereits in den 70er Jahren eingeläutet.<sup>29</sup> Unter dem Druck des steigenden Wohnraumbedarfes drängt sich die Vorfabrikation immer wieder als Lösungsansatz auf.

Um DfMA aber von der Industrie Richtung Bauwesen weiterzuentwickeln, listet Tan<sup>30</sup> diese (nicht neuen, Anmerk. Verf.) Unterschiede auf, um daraus die Struktur für DfMA-Prinzipien im Bauwesen abzuleiten (Tabelle 2).

Tabelle 2: Construction-oriented DfMA guidelines nach Tan et al. (2020)

Industrie	Bauwesen
Wenig Ortsbezug	Hoher Ortsbezug
Automatisierte Produktionslinien	Arbeitsintensive Fügung vor Ort
Massenproduktion	Individuelles Design
Produktorientiert	Projektorientiert
Hohe Standardisierung des Prozesses	Geringe Standardisierung des Prozesses
Kurzfristige Zeiträume	Längerfristige Zeiträume

<sup>27</sup> RIBA Publishing 2016 RIBA Plan of Work 2013 Designing for Manufacture and Assembly; www.offsiteschool.com/DfMA

<sup>28</sup> Lu et al. 2020, S. 10

<sup>29</sup> Geier 2018, S. 27

<sup>30</sup> Tan et al. 2020

Tabelle 2 zeigt die Unterschiede zwischen den Rahmenbedingungen in der industriellen Produktion und dem Bauen, das nach einem ganzheitlichen Planungsverständnis sich nicht losgelöst von Ort und Akteur:innen realisieren lässt. Der Ortsbezug und damit das Eingehen in der Planung auf den ortsräumlichen, nachbarschaftlichen bzw. gesellschaftlichen und kulturellen Kontext können nicht dem Diktat der Industrialisierung untergeordnet werden. Es gilt die Prinzipien, die sich produktionstechnisch und in Bezug auf die Standardisierung von Prozessen und Typologien beziehen, zu transferieren und in den Prozess zu integrieren.

Der Holzbau hat sich in den letzten Jahren nicht nur durch die industrialisierte Produktion in den Diskurs gebracht, sondern auch durch das Potenzial kreislauffähige Konstruktionen anzubieten. Mit der zunehmenden Forderung der Umsetzung der Kreislaufwirtschaft im Bauen sind Prinzipien, die das Produkt (Gebäude, Bauteil) bis hin zur Produktion fokussieren zu kurzfristig und es gilt darüber hinaus weiter zu denken.

«Design für Disassembly DfD» hat sich dabei als neues Schlagwort im Diskurs etabliert. DfD fokussiert eine weitgehend zerstörungsfreie Zerlegbarkeit und sortenreine Trennbarkeit von Konstruktionen. Dies soll dazu beitragen, dass Bauteile, Elemente, Schichten oder Materialien am Ende der Nutzungsphase und nach dem Rückbau eines Gebäudes wieder- oder weiterverwendet oder -verwertet werden können. Unter dem steigenden Druck der Verfügbarkeit von Ressourcen im Allgemeinen und der Ressource Bauholz im Speziellen sind Konzepte für kreislauffähige Konstruktionen eine ökologische Verpflichtung und zukünftig auch wirtschaftlich attraktiv.

DfD ist daher ein wichtiger Aspekt in der Planung, aber DfD nimmt keinen Bezug auf die integrative Betrachtung in den Planungs- und Ausführungsphasen für die Vorfertigung. Aspekte des Manufacturing und Assembly werden nicht aufgenommen. Sowohl DfMA als auch DfD fokussieren wichtige Aspekte in der Gestaltung, aber es fehlt eine ganzheitliche Perspektive, die beide miteinander verknüpft.

Der industrialisierte Holzbau kann und braucht eine ganzheitliche Betrachtung: Wie kann lebenszyklusorientiert und holzbaugerecht geplant und gebaut werden, unter Berücksichtigung der industrialisierten Vorfertigung?

BIMwood setzt daher auf einen integrativen Gesamtprozess mit Gestaltungsprinzipien für «**Design for Prefabricated Timber Construction DfP**». DfP verbindet wichtige Elemente in Gestaltung und Prozessdesign mit einem ganzheitlichen Ansatz. Es kombiniert analoge holzbaugerechte Entwurfs- und Gestaltungslogiken, sowie Produktions- und Fügeaspekte mit neuen digitalen modellbasierten Arbeitsmethoden (BIM).

DfP versteht sich dabei nicht als Entwurfsatlas mit vorgegebenen Gestaltungsprinzipien, die auf Sturzhöhen und Auskragungen im Holzbau eingehen. Vielmehr soll ein Verständnis für die beeinflussenden Abhängigkeiten, Parameter und Rahmenbedingungen geschaffen werden. DfP adressiert die Integration des Informationsbedarfes aus Sicht des Holzbauunternehmens für Kalkulation, Produktion sowie den Rückbau. Ziel ist es, Planende in die Lage zu versetzen, einen integrativen Entwurfs- und Planungsprozess für vorgefertigten Holzbau zu realisieren.

## 7.2. Die Rolle der Fügung im vorgefertigten Bauen

Im vorgefertigten Holzbau begründet sich die Bedeutung der Fügung durch das Zusammensetzen von grossformatig vorgefertigten Elementen. Diese Elemente werden off-site (in der Produktionshalle) vorgefertigt, oftmals mit fertigen Oberflächen und anschliessend auf der Baustelle (on-site) nur mehr zusammengesetzt. Abbildung 32 zeigt den Unterschied zum Herstellungsprozess beim Bauen mit niedrigen Vorfertigungsgraden (wie es im Massivbau vielfach erfolgt). Hier erfolgt ein weitaus grösserer, aber manueller Fügevorgang vor Ort. Beim Fügen grossformatiger Elemente werden andere Technologien verwendet.

Mit der computergesteuerten Fertigung können für individuelle Bauteile passgenaue Fügungen hergestellt werden.<sup>31</sup> Die Verbindungstechnik hat sich parallel mit dem technologischen Aufschwung im Ingenieur-Holzbau entwickelt und ermöglicht in der Gestaltung neue Möglichkeiten für Ansprüche wie Spannweiten oder Lastabtragung,<sup>32</sup> aber auch in Kombination mit softwaregestützter Arbeitsvorbereitung für ausgeklügelte Logistik- und Montageprozesse. Einerseits ermöglicht der vorgefertigte Holzbau, dass Raumbildung und Gestaltung unabhängig von Elementstößen vorgenommen werden können, andererseits bietet eine geschickte Fügung von grossformatigen Elementen oder Modulen auch eine Erhöhung des Vorfertigungsgrades und dient damit der Wirtschaftlichkeit. Mit einer geschickten Kombination von unterschiedlichen Vorfertigungsgraden, wie Raumzellen für hochinstallierte und komplexe Bereiche, Stäben für weitgespannte Konstruktionen und Elementen für Standardlösungen können kurze Umsetzungszeiten bei wirtschaftlich attraktiver Serienproduktion mit hoher gestalterischer Qualität realisiert werden.<sup>33</sup>

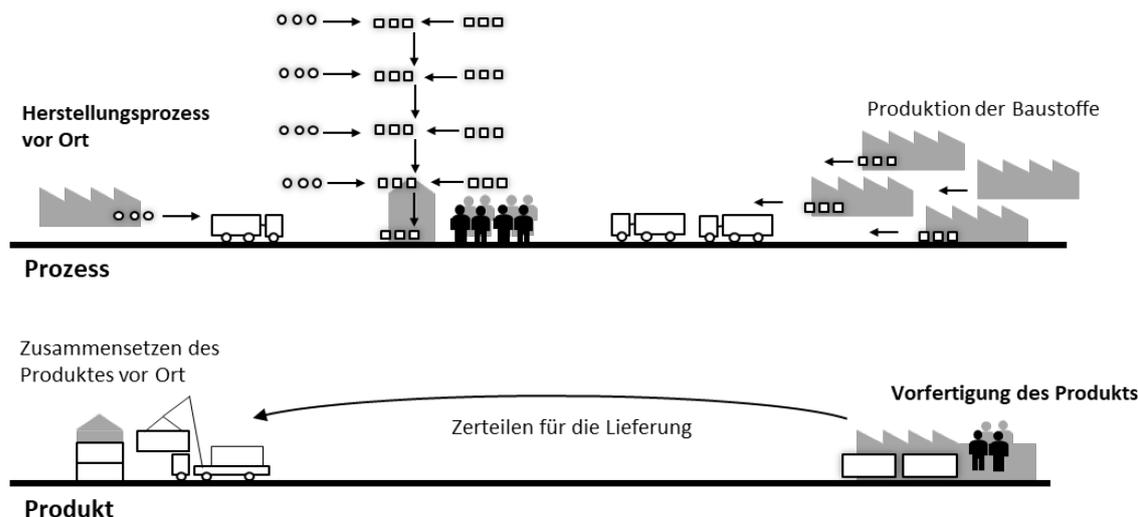


Abbildung 46: Vorfertigung vs. Herstellungsprozess vor Ort. Quelle: Geier 2017.

Obwohl diese Möglichkeiten des Holzbauens von vielen erfahrenen Architektinnen bereits in der breiten Umsetzung realisiert werden, wirken in den Planungsprozessen noch vielfach traditionelle Entwurfs- und Planungsmuster. Mit einem neuen Verständnis für das Gestalten durch systematisches Fügen, müsste auch ein neues Verständnis in der Planung Einzug halten. Aktuell sind aber Methoden und auch Tools, die wir für modellbasierte Kollaboration nutzen, nicht für dieses Verständnis ausgerichtet. Die IFC-Struktur erlaubt wohl die Beziehung von Elementen innerhalb eines Modelles in *IfcRelationships* bis zur eigentlichen Fügung *IfcRelPathElements*, jedoch ohne eine Definition oder Integration der beziehungsbezogenen Anforderungen (Requirements) an diese Fügung betreffend Statik, Schall, Feuerwiderstand etc. Weiter können auch keine modellübergreifenden Beziehungen darüber transportiert werden und auch der minimale Austausch von Referenzsystemen wie Achsen und Logiken wie Start- und Endpunkte sowie Ausrichtungen und Richtungen.

### 7.3. Informationsbedarf des Holzbauunternehmens für die Kalkulation

In der BIMwood Arbeitsgruppe Pull-Planung Holzbau wurde zwei Szenarien für die Angebotslegung durch den Holzbauunternehmen entwickelt. Es wurden zwei gewählt, die aus Sicht des BIMwood-Projektteams in der Realität von Bedeutung sind:

- # Ausschreibung auf Basis einer funktionalen Leistungsbeschreibung
- # Ausschreibung auf Basis einer detaillierten Leistungsbeschreibung

Beide basieren auf einer unterschiedlichen Detaillierungstiefe und damit unterschiedlichen Freiheitsgraden für die Ausführung des Holzbauunternehmens. Die detaillierten Vor- und Nachteile wurden im Projekt leanWOOD herausgearbeitet,

<sup>31</sup> Jeska et al. 2015, S. 59

<sup>32</sup> Lennartz und Jacob-Freitag 2016, S. 13

<sup>33</sup> Atlas Mehrgeschossiger Holzbau 2017, S. 148–149

siehe dazu das Buch 6 Modelle der Kooperation.<sup>34</sup> Zusammenfassend kann gesagt werden, dass holzbauerfahrene Architekturbüros mit detaillierten Leistungsbeschreibungen sehr präzise Ausführungsleistungen preislich gegenüberstellen können. In der funktionalen Ausschreibung ist der Gestaltungsspielraum der Holzbauunternehmen höher. Auf Grund firmenspezifischer Produktionskompetenzen und Kapazitäten können diese Zeiträume für qualitative und wirtschaftliche Optimierungen genutzt werden. Vor allem wenn auf Grund von Zeit- oder Kostendruck kreative Lösungen aus Sicht der Umsetzung notwendig sind, kann eine funktionale Leistungsbeschreibung für weniger erfahrene Büros von grossem Vorteil sein.

Um den Informationsbedarf zu verifizieren, hat sich das BIMwood Team auch über die Ländergrenzen hinweg in einer Arbeitsgruppe mit dem zeitmässig parallellaufenden Projekt BIMwood-Deutschland ausgetauscht.

### 7.3.1. Detaillierte Leistungsbeschreibung für die Angebotslegung im Holzbau

Die Ausschreibung mittels einer detaillierten Leistungsbeschreibung erfolgt nach abgeschlossener Ausschreibungsplanung (SIA 4.1). Aus der Erfahrung von GKS-Architekten Generalplaner AG erfolgt die detaillierte Ausschreibung oftmals auf dem Stand einer nahezu abgeschlossenen Ausführungsplanung (SIA-Phase 5.1). Für den Informationsbedarf aus Sicht des Holzbauunternehmens für die Kalkulation basierend auf einer detaillierten Ausschreibung sind folgende Überlegungen dabei zu berücksichtigen:

- # **Der Aufbau folgt mittels eines Hüllkörpermodells, das mittels Referenzsystemen (Referenzebenen, -achsen, -punkten) definiert ist.**
- # **Die Hüllkörper für die Bauteile müssen dreischichtig aufgebaut werden.**
- # **Das Ausschreibungsmodell muss eine Granularität haben, die der Zuständigkeit für die Ausführung entspricht. Das heisst, innerhalb einer Schicht gibt es keine Gewerkegrenze.**
- # **Es benötigt eine eindeutige Zuordnung zwischen Modell und Bauteil- und Detailkatalogen.**
- # **Die Zuständigkeiten müssen klar ablesbar sein. Schnittstellen und Abhängigkeiten müssen klar aufgezeigt werden (z.B. sind Schichten/Bauteile von anderen Disziplinen zu kennzeichnen).**
- # **Die Sollwerte des Anforderungsmodells müssen für die Gesamtbauteile aus Qualitätssicherungsgründen abgebildet werden.**
- # **Es müssen alle erforderlichen Details und Aufbauten geklärt und erfasst sein.**

→ Siehe Anhang 3 «Übersicht Informationsbedarf Holzbauunternehmen»

**Hinweis:** Das über Referenzsysteme abgebildete Hüllkörpermodell und die Verlinkung mit Bauteil- und Detailkatalogen ist aktuell technisch nicht umsetzbar (siehe Kapitel 8.2.2). Es wurde im Projektteam über möglich Workarounds diskutiert, die die Anforderungen aus Sicht des Holzbauunternehmens für eine detaillierte Ausschreibung abbilden können. Eine einfache Variante wäre es, ein einfaches Hüllkörpermodell ohne Attribute zu erstellen, kombiniert mit einem separaten Leistungsverzeichnis. Allerdings gilt es eine Systematik zu integrieren, dass eine eindeutige Zuordnung zu den Positionen des Leistungsverzeichnisses und dem Bauteil- und Detailkatalog möglich ist.

Als Fazit aus der Diskussion in der BIMwood Arbeitsgruppe «Informationsbedarf Holzbauunternehmen» wurde festgestellt, dass der notwendige Input für die Kalkulation entlang eines detaillierten Leistungsverzeichnisses höher ist als der Lieferumfang für das Produktionsmodell (vgl. die Auflistung des Informationsbedarfes in Anhang 3). Damit gilt es, je nach Zielsetzung und Ansprüchen eines Bauvorhabens das Aufwand-Nutzen-Verhältnis zu diskutieren.

### 7.3.2. Funktionale Ausschreibung für die Angebotslegung im Holzbau

Die Ausschreibung mittels einer funktionalen Leistungsbeschreibung basiert auf einer Baubewilligungsplanung und einer groben Ausführungsplanung<sup>35</sup>. Der Input des Planungsteams für die Kalkulation des Holzbauunternehmens entlang einer

<sup>34</sup> Geier et al. 2017

<sup>35</sup> Im Projekt leanWOOD (2014-2017) wurde eine Systematik entwickelt, die Unterstützung in der fachgerechten Erstellung einer funktionalen Ausschreibung anbietet: Geier et al. 2017, S. 53–56

funktionalen Leistungsbeschreibung ist im Anhang 3 nachzulesen. Das Ausschreibungsmodell definiert die geforderte Leistung für die Angebotslegung.

Folgende Überlegungen sind dabei zu berücksichtigen:

- # **Der Aufbau folgt mittels eines Hüllkörpermodells, dass durch Referenzsysteme (Referenzebenen, -achsen, -punkte definiert ist.**
- # **Die Hüllkörper für die Bauteile werden einschichtig aufgebaut.**
- # **Das Ausschreibungsmodell muss eine Granularität haben, die der Zuständigkeit bei der Ausführung entspricht. Das heisst, innerhalb einer Schicht gibt es keine Gewerkegrenze.**
- # **Es müssen nur gestalterisch oder projektspezifisch relevante Details und Aufbauten geklärt und erfasst sein.**
- # **Es benötigt eine eindeutige Zuordnung zwischen Modell, Bauteil- und Detailkatalogen.**
- # **Die Zuständigkeiten müssen klar ablesbar sein. Schnittstellen und Abhängigkeiten müssen klar aufgezeigt werden (z. B. sind Schichten/Bauteile von anderen Disziplinen zu kennzeichnen).**

Im Ausschreibungsmodell zur Kalkulation entlang einer funktionalen Leistungsbeschreibung müssen die Anforderungen und Wünsche der Bauherrschaft abgebildet sein. Dabei sollte zwischen Muss-Kriterien (verpflichtend einzuhaltende Kriterien) und Kann-Kriterien (verhandelbaren Kriterien) klar unterschieden werden. Die Angabe des Handlungsspielraumes ist aber nur dort erforderlich, wo es eine Relevanz gibt: Raumabmessungen und Wandstärken, Fenstergrössen/-positionen und Sturzhöhen, Oberflächen, etc.) Eine generelle Definition von Kann- und Muss-Bestimmungen ist nicht sinnvoll.

Das gestalterische Gesamtkonzept sollte zum Beispiel so vermittelt werden, dass der Spielraum für Optimierungen nachvollziehbar ist. Zum Beispiel ist die Definition «schöne Oberflächen», sehr wenig konkret. Wie ein gewünschte Präzisierung erfolgen kann, soll an zwei Beispielen erläutert werden:

- # Beispiel 1: Die Bauherrschaft will 3S-Platte aus Weißtanne als Oberfläche. → Dann wird diese genauso modelliert und bezeichnet (ggf. inklusive der Produktangaben oder Gleichwertiges).
- # Beispiel 2: Die Bauherrschaft möchte eine weiße Oberfläche in Q3-Qualität<sup>36</sup> – ob GKB, GKF, GF-Platte<sup>37</sup> oder Stahlbeton mit Verputz – ist dabei unerheblich. → Dabei ist keine Modellierung als Platte notwendig, sondern es reicht eine genaue Definition der Qualität der Oberfläche (Glattheit, Rauheit, ...)

Das Angebotsmodell, das vom Holzbauunternehmen im Zuge der Offertlegung erstellt wird, spezifiziert die angebotene Leistung näher und dokumentiert auch vom Ausschreibungsmodell abweichende Leistungen.

Als Fazit aus der Diskussion in der BIMwood Arbeitsgruppe «Informationsbedarf Holzbauunternehmen» genügt ein einschichtiger Aufbau (siehe Abbildung 28) und ein Bauteil- und Detailkatalog, der sich nur auf gestalterische oder projektspezifische relevante Details bezieht. Zur Präzisierung der gewünschten Ausführungsqualität in einer funktionalen Leistungsbeschreibung dienen das Anforderungsmodell und die Integration der Tragwerks- und Gebäudetechnik-Planungsangaben, sowie weitere Spezifikationen anhand der Zonenmodelle.

#### **7.4. Informationsbedarf des Holzbauunternehmens für das Produktionsmodell**

Die aktuelle Situation an der Schnittstelle von der Ausführungsplanung zur Produktionsplanung hat sich durch das modellbasierte Arbeiten weiter verschlechtert. Bislang musste das Holzbauunternehmen sich die Informationen aus unterschiedlichen Angaben zusammensuchen, nachfragen, wenn Angaben unvollständig waren und sich so sukzessive die Wissensgrundlage für die Produktionsplanung aufbauen. Mit dem modellbasierten Arbeiten werden nun datenmässig überladene Modelle an den Holzbauunternehmer geschickt, die an vielen Stellen widersprüchliche Angaben beinhalten können. Das Sortieren, Suchen und Verifizieren bindet unnötig Ressourcen und stellt eine Gefahr für Fehler dar.

BIMwood stellt daher folgende Forderungen auf:

---

<sup>36</sup> Q3 – eine Qualitätsstufe mit hohen Ansprüchen an die Glattheit der Oberfläche

<sup>37</sup> Bauplatte, Feuerschutzplatte oder normale Gipsfaserplatte

- # Das koordinierte Ausführungsmodell, das als Grundlage für das Produktionsmodell des Holzbauunternehmens dient, muss alle notwendigen Informationen in einem Modell zusammenführen.
- # Das koordinierte Ausführungsmodell muss konsolidiert und freigegeben an den Holzbauunternehmer übermittelt werden.
- # Die Datenlage muss vollständig und widerspruchsfrei sein.

#### 7.4.1. Konsolidiertes und koordiniertes Ausführungshüllkörpermodell

Das konsolidierte und koordinierte Ausführungshüllkörpermodell repräsentiert den Informationsbedarf des Holzbauunternehmens zum Meilenstein «Start des Produktionsmodells». Dieser Informationsbedarf wurde in der Arbeitsgruppe «Holzbauunternehmen Pull-Planung» mit dem Holzbauunternehmen des BIMwood Deutschland reflektiert und verifiziert.

Abbildung 47 zeigt den Ablauf der Ausführungsplanung bis zum Start des Produktionsmodells. Wichtig ist dabei das Verständnis für den Ablauf der Ausführungsplanung. Hier arbeitet das Holzbauunternehmen bereits mit und liefert die notwendigen Angaben für Ausführungsplanung. Je nach Bauaufgabe können hier für gewisse Bereiche auch schon Teilfreigaben erfolgen, um beispielsweise Bestellungen auslösen zu können. Ein erster Design Freeze für eine Teilfreigabe könnte beispielsweise bei der Geometrie und dem Tragwerksmodell sein. Das sind die Gebäudeabmessungen, Aufbauten, Fenster, Türen und Öffnungen, konstruktive Bauteile, relevante TGA-Komponenten. Für Innenwände, vor allem, wenn es sich um Ständerwände handelt, können Freigaben zu einem späteren Zeitpunkt erfolgen.

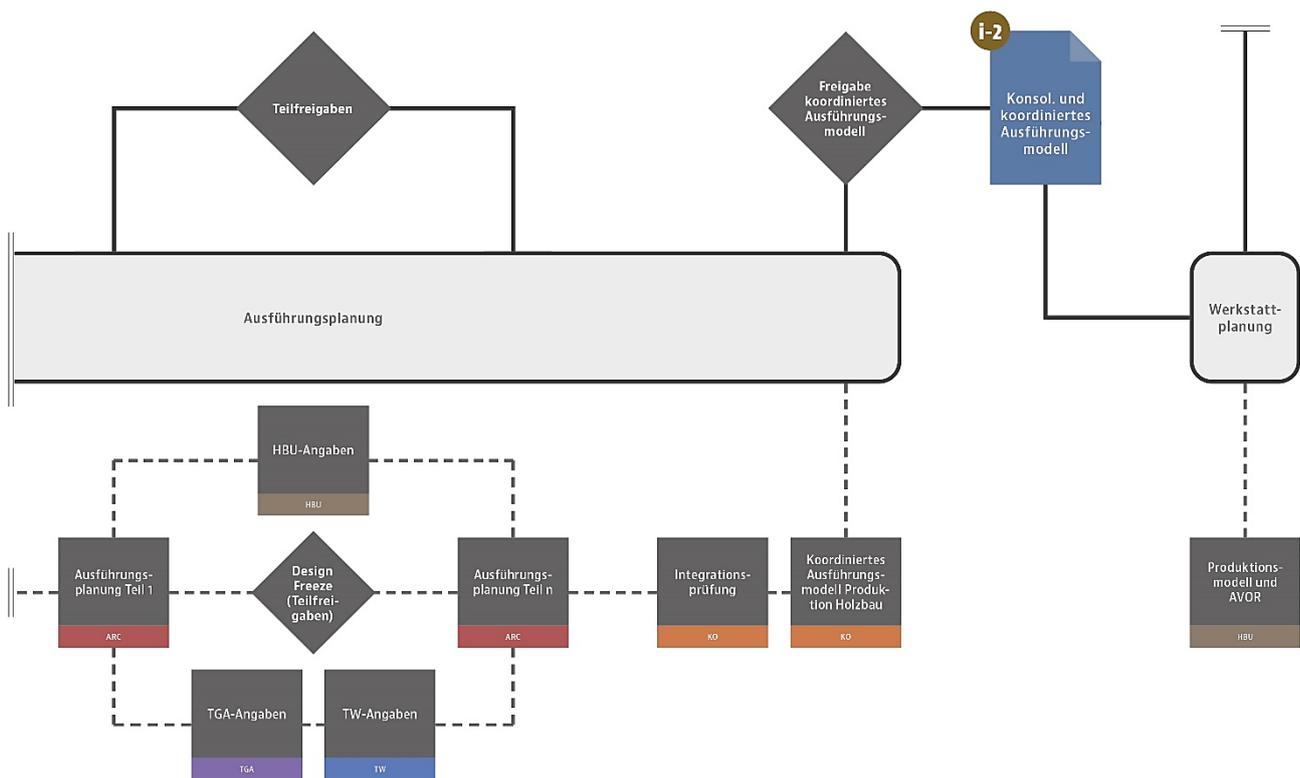


Abbildung 47: Darstellung des Ablaufes vom koordinierten Ausführungsmodell über die Freigabe durch die Bauherrschaft zum Start des Produktionsmodelles

Der Umfang und Inhalt des koordinierten Ausführungsmodells Holzbau ist im T-Modell «Konsolidiertes und koordiniertes Ausführungshüllkörpermodell» im Anhang 3 nachzulesen. Alle Angaben in diesem Ausführungshüllkörpermodell sind verbindlich und definitiv zu tätigen. Das Wort Vorabzug oder ähnliches ist nicht zulässig. Das konsolidierte und freigegebene Modell entspricht einem «Gut zum Bau GzB», als Grundlage für Materialbestellungen, für das Produktionsmodell und die Produktion.

Wie im Anhang erläutert, sind das über Referenzsysteme abgebildete Hüllkörpermodell und die Verlinkung mit Bauteil- und Detailkatalogen aktuell nicht technisch umsetzbar. Daher wird ein möglicher Workaround vorgeschlagen:

- # **Die Darstellung erfolgt mittels eines einfachen Hüllkörpermodells ohne Attribute und mit separaten Bauteil- und Detailkatalogen. Allerdings gilt es eine Systematik zu integrieren, dass eine eindeutige Zuordnung zu den Positionen des Leitungsverzeichnisses und dem Bauteil- und Detailkatalog möglich ist.**

Mit diesem Workaround kann das Sortieren von Informationen reduziert werden, es ist aber keine optimale Lösung im Sinne einer digital basierten Kollaboration.

#### 7.4.2. Räumlich-konstruktive Inhalte des Produktionsmodells

Die Inhalte des Produktionsmodells werden im Zuge der Werkstattplanung im Holzbauunternehmen oder durch externe Ingenieurbüros erarbeitet. Dies ist nicht mehr im Leistungsumfang für Architekt:innen oder andere Fachplanende. Der nachfolgende Erfahrungsbericht aus der Produktionsplanung eines Holzbauunternehmens soll dem besseren Verständnis für die Qualität und den Leistungsumfang in der Ausführungsplanung dienen.

Das Produktionsmodell beinhaltet in erster Linie die Tragstruktur, das sind das Tragwerk oder die Elementrahmen. Die Beplankungen (z. B. Fermacell- oder Dreischichtplatten) inklusive der Platteneinteilung sind im Modell erfasst und ersichtlich. Dämmungen, Hohlräume oder Splittschichten sind wesentliche Informationen für den Elementplan und die anschließenden Materialbestellungen. Stahlteile, Montagehilfen und die Bohrungen für die Gebäudetechnik werden ebenfalls im Produktionsmodell erfasst und abgebildet.

Die korrekte Erfassung der Materialien für die einzelnen Bauteile und Schichten sind von Bedeutung für das Gewicht. Die Logistikplanung der Pritschen kann damit auf eventuelle Gewichtsbeschränkungen für den Strassentransport Rücksicht nehmen (siehe Logistikplan Abbildung 58).

Ausholzungen müssen vorhanden und planerisch soweit fortgeschritten sein, dass sie später mit der Endmontage übereinstimmen.

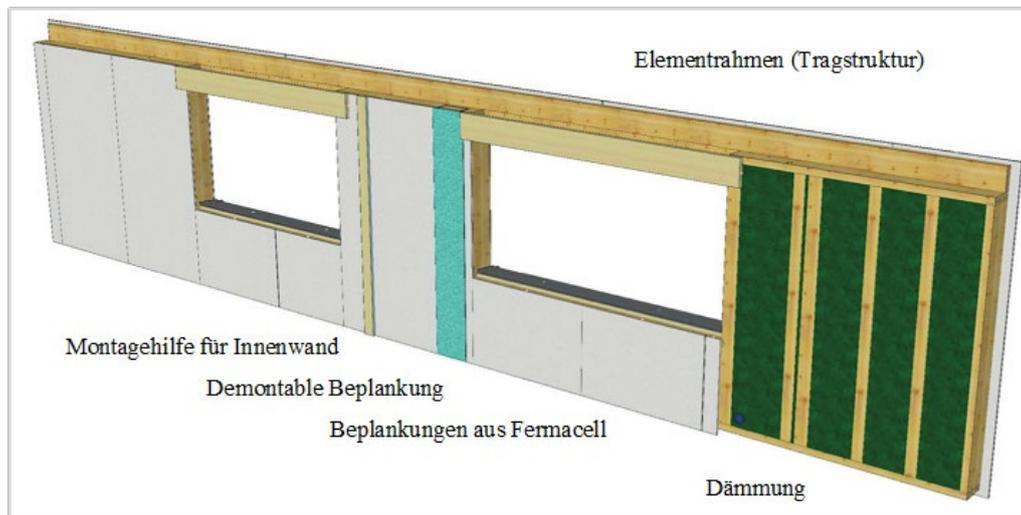


Abbildung 48: Übersicht Konstruktionsteile, Beplankungen und Montagehilfen für ein produktionsfähiges Modell.  
Quelle: schaerholzbau, Präsentation Samuel Birrer 17.06.2020.

#### 7.4.3. Produktionstechnische Inhalte des Produktionsmodelles

Neben den räumlich-konstruktiven Inhalten werden folgende produktionstechnische Inhalte im Produktionsmodell erfasst:

### # Schichtzuweisung

Jedes Element braucht eine Schichtzuweisung in Rahmen, Bundseite und Gegenseite. Die Bundseite ist immer die obliegende Schicht (diese wird als erstes produziert, bei einer Aussenwand ist das immer die innere Schicht).

### # Vernagelung und/oder Verschraubung

Verbindungsmittel wie Verschraubungen und Vernagelungen müssen als Information im Modell vorhanden sein. In Cadwork werden die Verbindungsmittel und die jeweiligen Abstände direkt beim Material hinterlegt. Montageplatten müssen definiert sein. Diese werden nicht vernagelt, sondern nur punktuell befestigt und können später auf der Baustelle einfach wieder demontiert werden.

### # Handzuschnitte

Sämtliche Teile unter 45 Zentimeter müssen von Hand zugeschnitten werden, da diese sonst in die Maschine fallen. Daher müssen Handzuschnitte definiert werden. Abbildung 49 zeigt in pink färbiger Schraffur die Bauteile, welche nicht in maschineller Produktion erstellt werden können. Diese werden bereits beim Modellieren mit der Bemerkung «HZ\_Produktion» versehen und können später automatisch als Liste ausgegeben werden.



Abbildung 49: Farbige Markierung der Handzuschnitte eines Elementes.

Quelle: schaerholzbau, Samuel Birrer. Live-Präsentation schaerholzbau, Samuel Birrer, 17.06.2020; 00:52:50.

### # Endtypen

Alle Endtypen (Schwalbenschwanz-Verbindungen, Verlängerungen, usw.) werden ebenfalls im Produktionsmodell definiert. Abbildung 50 zeigt eine Elementverschneidung, die in der Produktion zur entsprechenden Ausbildung des Ständers wie auch des Kopfholzes führt. Mittels Verlängerungen eines Ständers um fünf Millimeter können auf diese Weise auch «Markierungen» für die Montage vor Ort erstellt werden.



Abbildung 50: Endtyp als «Schwalbenschwanz», Live-Präsentation schaerholzbau, Samuel Birrer, 17.06.2020; 00:54:25.

Eine besondere Form eines Endtyp ist die Minus-Verlängerung. Um einem Bauteil eine Montagetoleranz zu geben, wird mit sogenannten «Minus-Verlängerungen» gearbeitet. Das heisst, dass Bauteil, wie zum Beispiel das Montageholz in Abbildung 51 für die Fensterbank, wird am Ende um einen Millimeter gekürzt und erhält damit die nötige Montagetoleranz.

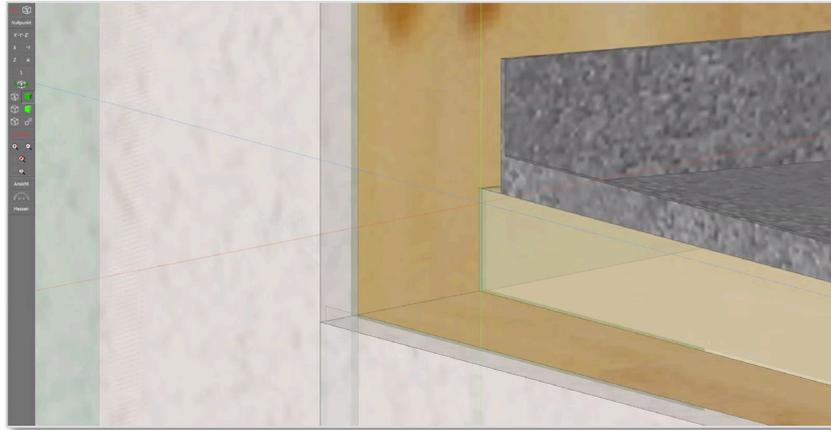


Abbildung 51: Endtyp «Minus-Verlängerung», Live-Präsentation schaerholzbau, Samuel Birrer, 17.06.2020; 00:56:09.

Ein Endtyp besteht immer aus zwei Teilen, einem verursachenden «Vaterstück» und einem empfangenden «Mutterstück», wobei in der Konstruktion immer nur das erzeugende Teil konstruiert wird und das Gegenstück automatisch generiert wird. Das vermeidet Fehler bei Änderungen in der Konstruktion.

#### # Achsen

Die Achsen X, Y und Z müssen für alle im Modell gezeigten Bauteile und Schichten korrekt definiert sein. Diese Achsenangabe ist wesentlich auf Grund der «Richtung» des Materials Holz durch die Faserung. Falsche Achsendefinitionen führen zu fehlerhaftem Ausmass (z. B. eine Stirnseite wird zu einer Fläche gezählt, usw.) und verunmöglicht das maschinelle Ansteuern in der Produktionsstrasse im Werk (Multifunktionsbrücke).

#### # Elektroinstallationen

Die Elektroinstallationen mit den entsprechenden Dosen müssen bekannt sein (Abbildung 52).

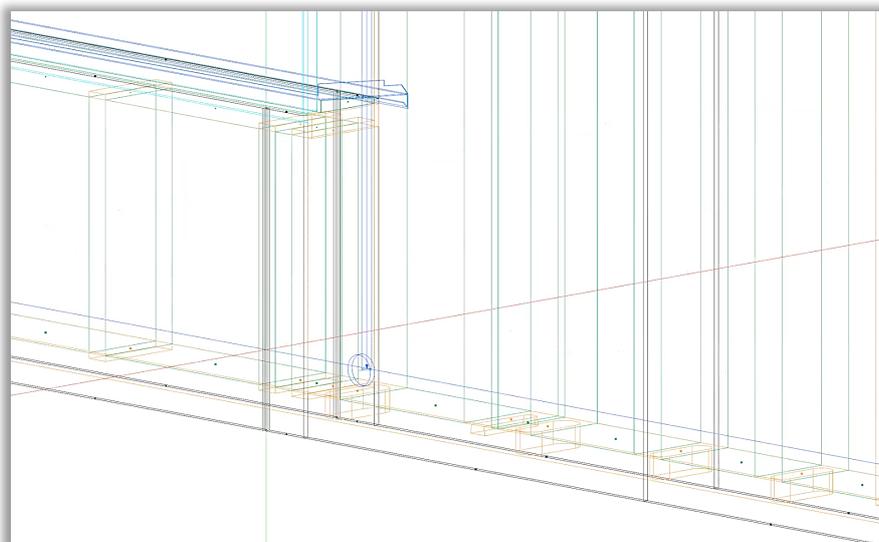


Abbildung 52: Ausschnitt für elektrische Installation, Live-Präsentation schaerholzbau, Samuel Birrer, 17.06.2020; 00:53:11  
Die Bohrung für eine Elektrodose 83 Millimeter ist in der inneren Beplankung angegeben und wird maschinell ausgeschnitten.

Das 3D-Modell beinhaltet das Elektrorohr als Hüllkörper (Abbildung 52, blauer vertikaler Zylinder) und zeigt auf, wie beispielsweise der Übergang von dem Wand- zum Deckenelement geplant ist.

#### # Platteneinteilung

Je nach Material ist es notwendig eine Platteneinteilung vorzunehmen. Bei Fermacell-Platten beispielsweise, ist dies wichtig, da es Montagevorgaben zur Abnagelung gibt. Bei Weichfaserplatten wiederum, erklärt Samuel Birrer, spielen Platteneinteilungen weniger eine Rolle.

#### # Positionsschnitte

Positionsschnitte (Abbildung 53) sind gefräste Schnitte in der inneren Beplankung, welche der Montage vor Ort die genaue Wandposition aufzeigt (als Markierung).

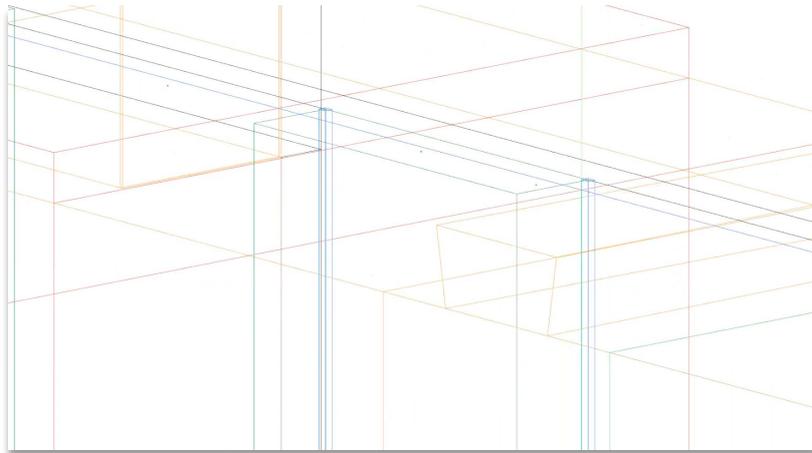


Abbildung 53: Positionsschnitte, Live-Präsentation, schaerholzbau, Samuel Birrer, 17.06.2020; 00:55:31

#### # Positionsbohrungen

Positionsbohrungen sind im Werk vorgenommene Bohrungen zur Hilfe der Montagearbeiten vor Ort. Abbildung 54 zeigt Positionsbohrungen für eine Innenwand.

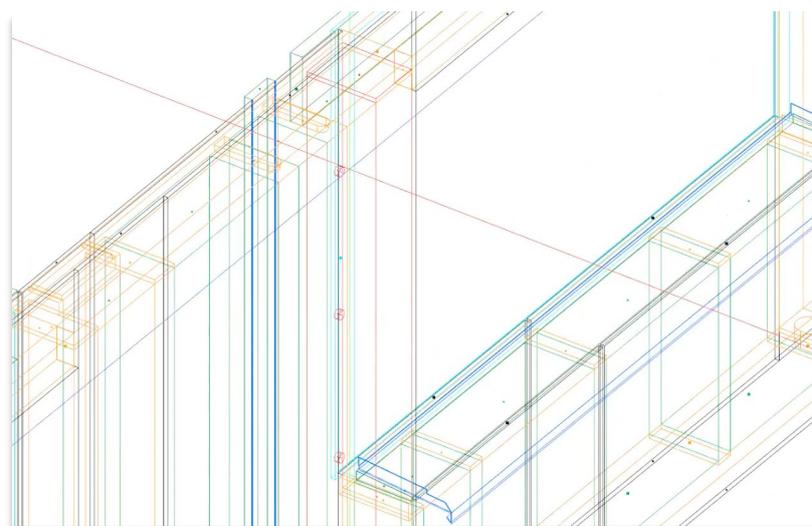


Abbildung 54: Positionsbohrungen, Live-Präsentation schaerholzbau, Samuel Birrer, 17.06.2020; 00:55:17

### # Produktionsnummer

Jedes Element muss eine Produktionsnummer haben. Pro Baugruppe gibt es einen Hüllkörper mit gewissen Einstellungen zur maschinellen Ansteuerung.

### # Aufhängung

Pro Element wird eine Aufhängung durch beispielsweise eine spezielle Bohrung oder zusätzlichen Hölzern benötigt. Die Aufhängung für ein Wandelement ist in der Live-Präsentation zu sehen: Die Aufhängung für das Element ist als Hüllkörper vorhanden und mit dem Namen «Aufhängung», der Baugruppe AW\_EG\_03 und der Bauuntergruppe als AW\_EG zugeordnet.

## 7.5. Die Rolle der digitalen Daten in der Produktions- und Logistikplanung

Die Herausforderungen der DfP-Methode sind einerseits die wechselnden Rollen und andererseits die Zeitachse. Nur in einem kollaborativen Prozess (Planungsteam, Kollaborations-Partner) können die Anforderungen und Leistungen aufeinander abgeglichen werden. Das heisst, ein konstruktives Design nach DfP kann nur dann erstellt werden, wenn die Möglichkeiten der Fertigung bekannt sind. Gleiches gilt für die Vorfertigung, die Logistik und den Zusammenbau. Das bedeutet, dass ein Wechsel der Planungs- und Fertigungspartner: innen unter Umständen die gesamte Logik verändert. Erschwerend hinzu kommt, dass die unterschiedlichen Rollen, welche unter Umständen mehrere Monate zeitversetzt zum Einsatz kommen, aufeinander abgeglichen werden müssen. Mit der Digitalisierung hat das erst einmal nichts zu tun, denn es ist eine methodische Betrachtung. Die Flexibilität der digitalen Daten hilft aber in der Umsetzung.

Um die Modellierung, den Informationsumfang und die Qualität der Daten im Planungsprozess auf die digitale Fertigung abzustimmen, ist es notwendig die Verwendung der Daten in der Produktion und Logistik zu analysieren. Folgende Bereiche basieren auf digitaler Ansteuerung:

### # Ansteuerung Abbundmaschine

Das digitale 2D- oder 3D-Modell ermöglicht das direkte Ansteuern von Maschinen in der Produktion und damit auch das Ansteuern der Abbundmaschine. Sämtliche stabförmigen Konstruktionshölzer werden bei diesem Vorgang in die richtige Länge gebracht (Abbildung 55). Verbindungs- und Fügepunkte werden vorbereitet und es werden Abschrägungen, Ausfäzungen, Verbindungen, Endtypen usw. erstellt.

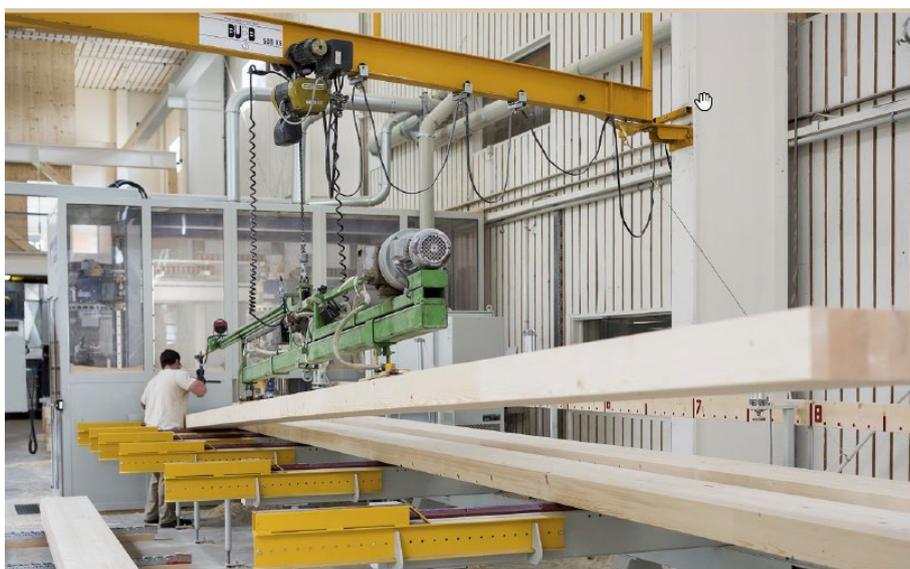


Abbildung 55: Abbundmaschine im Werk von schaeerholzbau. Quelle: schaeerholzbau

### # Ansteuerung Multifunktionsbrücke

Nach der Abbundmaschine wird anhand des 3D-Modells die Multifunktionsbrücke angesteuert (Abbildung 56 rechts) und der Vorgang durch die gesamte Produktionsstrasse (Abbildung 56 gesamt) im Werk organisiert. Der Zusammenbau, wie die Aufnagelung von Beplankungen, das Erstellen von Ausschnitten für Fenster und Elektroinstallationen sowie das Ausdämmen der Wände findet weitestgehend automatisiert statt.



Abbildung 56: Multifunktionsbrücke im Werk von schaeerholzbau. Quelle: schaeerholzbau.

Für diese Produktionsvorgänge im Werk sind daher eine eindeutige Werkstattplanung und zeitgerechte Arbeitsvorbereitung notwendig. Diese umfassen:

### # Planausgaben

Die Pläne sowie die darauf enthaltenen Listen werden automatisch aus dem 3D-Modell der Werkstattplanung heraus generiert.

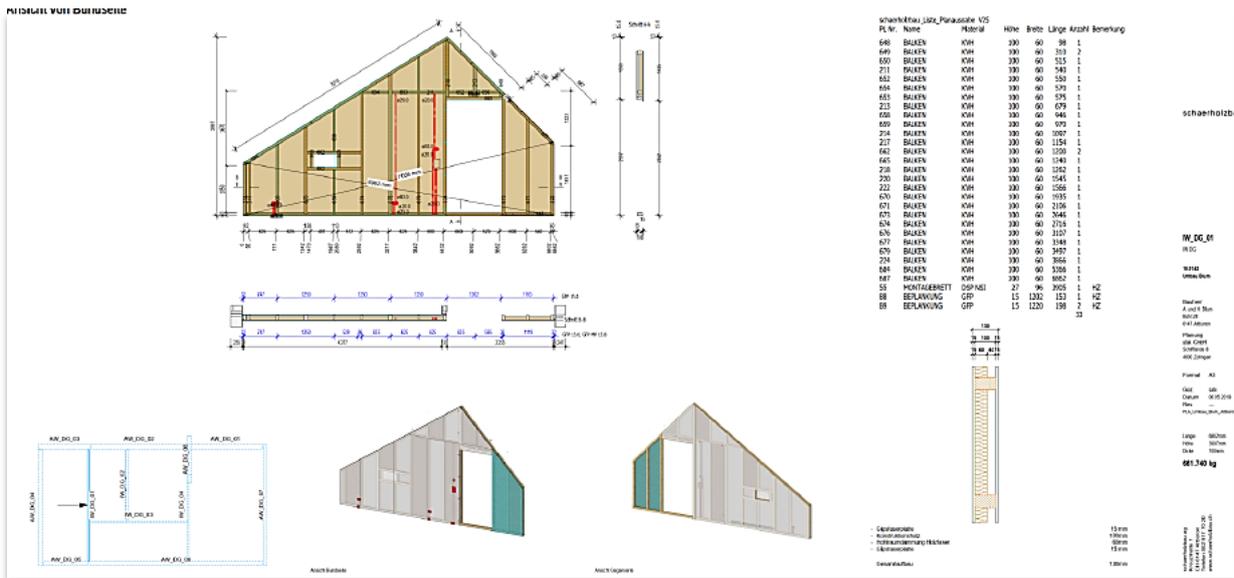


Abbildung 57: Exemplarischer Werkstattplan aus der automatischen Planausgabe. Quelle: schaeerholzbau

### # Materialauszüge für Bestellungen und Ausgabe von Materiallisten

Zu jedem Plan wird aus dem Modell auch eine Materialliste generiert. Weitere Listen für Materialbestellungen werden ebenfalls automatisch erstellt. Auch die Liste für nicht maschinell fertigmögliche Teile kann automatisch zusammengestellt werden.

### # Logistikpläne

Die genaue digitale Planung der Elemente im 3D-Modell ermöglicht auch eine detaillierte Logistikplanung. Die Elementgrößen, das Gewicht wie auch die Montagereihenfolge werden dabei berücksichtigt. Das Gewicht ist als Teilinformation im 3D-Modell hinterlegt. Die Logistikplanung findet in einem separaten Modell statt (Abbildung 58). Der bereits in der Planung berücksichtigte Montageablauf (Assembly) definiert die Reihenfolge der Elemente auf dem LKW oder Container (first in - last out).

#

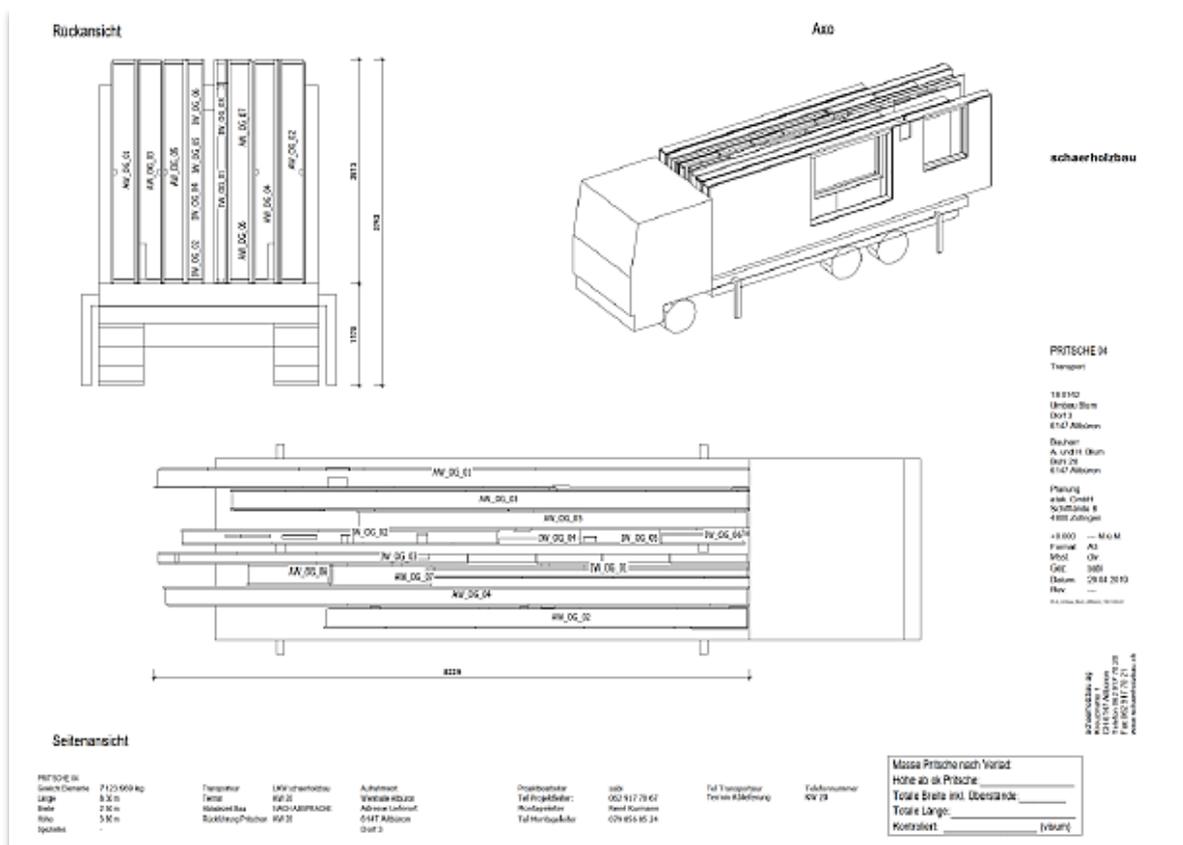


Abbildung 58: Exemplarischer Logistikplan, automatisiert erstellt. Quelle: schaeferholzbau

## 7.6. Anforderungen zur Datenqualität aus dem Planungsprozess

In der Maschinen- und Roboter-unterstützten Fertigung muss der Detaillierungsgrad dem Vorfertigungsgrad entsprechen. Dabei ist zu berücksichtigen, dass ein Mix von Daten verarbeitet wird. Nicht alles ist als 3D-Element modelliert, es kommen auch Kombinationen von Geometrie und Daten vor. Zum Beispiel die maschinelle Verklebung einer Deckplatte auf einer Rippenkonstruktion ergibt sich aus der automatisch ermittelten Kontaktfläche (Klebstoffauftrag) und einer Press-Nagelung oder Pressschraubung, welche in 3D-Modell als Linie geführt ist. Trotzdem muss jede einzelne Schraube oder jeder Nagel überprüft werden, denn es könnte eine darunterliegende Leitung getroffen werden (Sperrfläche, Schutzhülle). Genauso können Bearbeitungs-Makros im 3D-Element integriert werden. Zum Beispiel eine Akustik-Bohrung oder -Fräsung wird nicht als 3D-Modell, sondern als Flächen-Makro übergeben.

Konzepte des Planungsprozesses sind immer ein Mix aus Konstruktion (CAD) und Maschinendatenaufbereitung (CAM)<sup>38</sup>. Es gibt zwei Möglichkeiten, Maschinendaten zu ermitteln, entweder werden sie im CAD modelliert und als solche dem CAM übergeben (Schnitt, Bohrung, Ausblattung, Nut etc.). Oder sie werden nach erfolgter Konstruktion über Algorithmen, welche die Möglichkeiten der maschinellen Bearbeitung abbilden, erkannt.

Ebenfalls ein Bestandteil der Datenqualität ist die Fertigungsqualität. In der Holzbearbeitung ist dieser Faktor aufgrund der Faserrichtungen eine entscheidende Grösse. Die Qualität «ausrissfrei» oder «sichtbar» kann im CAD definiert werden und ergibt in der Fertigung unter Umständen andere Werkzeuge, Anfahrstrategien, Zerspanungsleistungen und damit andere Bearbeitungszeiten.

Dem Umstand geschuldet, dass Holz nicht geschweisst werden kann, sind Fügungen (Verbindungen) entscheidend. Die meisten Verbindungen sind standardisiert und parametrisiert. In direkter Abhängigkeit mit den statischen Anforderungen ergeben sich deren Dimensionierungen. Meist wird nur ein Teil der Verbindung (z. B. Zapfen) definiert und das Gegenstück (Zapfenloch) wird automatisch generiert.

Sowohl in der Stab- wie in der Plattenbearbeitung sind Optimierungen entscheidend für die Wertschöpfung. In der Stabbearbeitung werden einzelne Stäbe zu handelsüblichen Stangenware optimiert, in der Plattenbearbeitung übernimmt ein Nesting-Programm<sup>39</sup> die Flächenoptimierung. Weiterführend können auf einer Multifunktionsbrücke auch kleine Elemente zu einem grossen Element optimiert werden, welche erst auf der Baustelle wieder getrennt werden (einfachere Fertigung, einfachere Logistik, einfacheres Baustellenhandling).

Für die automatische Generierung der Pläne, Listen, Maschinenausgaben und Outputs für AR/VR<sup>40</sup> kommen Hüllkörper (sogenannte «Bounding boxes») zur Anwendung, welche erst bei Bedarf mit Details gefüllt werden. Als Beispiel kann das Setzen von statisch relevanten Verbindungsmittel auf der Baustelle unter Zuhilfenahme einer HoloLens (AR) genannt werden. Das Setzen wird durch den einfachen Hüllkörper (Bounding box) gemacht. Erst wenn das Verbindungsmittel verschraubt oder vernagelt werden, kann diese Detaillierungsstufe eingeblendet werden.



Abbildung 59: Montageunterstützung im Werk. Mittels HoloLens sieht der Zimmermann wie die Teile zu fügen sind.  
Quelle: schaerholzbau/afca

<sup>38</sup> Mit «Computer-aided manufacturing CAM», wird die rechnerunterstützte Fertigung bezeichnet, die eine, von einer CNC-Maschine unabhängigen Software zur Erstellung des NC-Codes, verwendet.

<sup>39</sup> Mit «Nesting» wird eine «Verschachtelung» ausgedrückt. Es bedeutet «Kleinteile produktionsorientiert auf einen Rohling verschachteln.»

<sup>40</sup> AR Augmented Reality, VR Virtual Reality

## 7.7. Empfehlungen für die Ausführungsplanung

Die Vielzahl der angeführten Inhalte im Produktionsmodell zeigt die Bedeutung des Einbezuges der Holzbaukompetenzen in frühen Phasen in die Planung. Viele Aspekte sind projektspezifisch sehr unterschiedlich zu handhaben. Das BIMwood Projektteam hat aus der Erfahrung zwei wesentliche Punkte für die Ausführungsplanung herausgefiltert, die für die Kosten- und Terminalsicherheit erfolgsentscheidend sein können.

- # **Die Vorlaufzeiten für die Bestellung sind wichtige Informationen im Projektverlauf, die es abzufragen und im Zeitplan des Projektes zu erfassen gilt. Dies muss zukünftig stärker im Bewusstsein verankert werden, denn der notwendige Vorlauf im Holzbau wird immer wieder vernachlässigt. Die Materialbestellung wird einige Wochen vor der Produktion durchgeführt. Dies kann von drei Wochen bis zu zehn Wochen notwendig sein, wenn spezielle Materialien verwendet werden oder notwendig sind. Aus der Erfahrung der letzten Lieferung ist es auch möglich, dass vier bis fünf Monate vor Produktionsbeginn Elemente und Bauteile geklärt und fixiert sein müssen.**
  
- # **Wenn die 3D-Planung im Holzbauunternehmen startet, müssen alle notwendigen Angaben vorliegen. Auch wenn der TGA-Planende im Projekt bereits integriert ist, kann es zu Konflikten mit dem ausführenden Unternehmen kommen, da diese oft die eigenen Lösungen umsetzen möchten oder müssen.**

## 8. Weiterer Entwicklungsbedarf



Abbildung 60: Übersicht des weiteren Entwicklungsbedarfes abgeleitet aus den Erkenntnissen des BIMwood Projektarbeit.

Im BIMwood Projekt wurden in der Kollaboration in der Case Study, in der Entwicklung der Prozessstruktur, des BIMwood Planungsnavigators und den Reflektionen mit Externen, wie der abl als Bauherrschaft, eine Reihe an weiteren Herausforderungen identifiziert, die es zu lösen gälte. Nachfolgend werden diese identifiziert und der weitere Entwicklungsbedarf kurz erläutert. Die Liste folgt dabei der Struktur der fünf übergeordneten Lösungsansätze von BIMwood, ist aber nicht abschliessend. Das BIMwood Projektteam ruft die Branche, Planende wie auch Ausführende dazu auf, diese Sammlung zu erweitern.

→ [Siehe BIMwood LinkedIn](#)

### 8.1. Neues Prozessverständnis

#### 8.1.1. Definition des neuen Leistungsbildes Gesamtkoordination als «digitale Bauleitung»

Die Gesamtkoordination übersteigt das aktuelle Verständnis und die SIA-Definition der Gesamtleitung. Abbildung 19 auf Seite 23 auf Seite zeigt die Lücke: Mit der SIA 101 wird der Leistungsumfang der Bauherrschaft beschrieben (Prozessebene 1), die SIA 102ff und die SIA 112 beschreiben die Leistungen der Planungsdisziplinen (Prozessebene 3). Für die Ebene 2 (Gesamtkoordination) gibt es bislang keine eigene Norm.

In Kapitel 3.3.5 wird erläutert, dass die Tätigkeit des inhaltlichen Zusammenführens von Informationen (Integration) mit einer Verantwortung verbunden und auch essenziell für die Qualitätssicherung und Fehlervermeidung vor der Ausführung ist. Aktuell wird diese Aufgabe der Produktionsplanung dem Holzbauunternehmen zugeschoben. Möchte man zukünftig

eine Single Source of Truth (SSOT) realisieren (statt des Suchens von Informationen unterschiedlichen Dokumenten), benötigt es die Verantwortlichkeit, in Angaben nachzuführen, zu integrieren und zu konsolidieren (siehe Anhang 3, Erläuterungen \*7).

Für das BIMwood-Projektteam ist in dieser Forderung wichtig, dass nicht eine zusätzliche Disziplin neu geschaffen wird, sondern, dass das Bewusstsein für die umfangreichen Tätigkeiten von Gesamtleitungen geschärft, das Leistungsbild definiert und eine Grundlage für die Vergütung und die damit verbundene Verantwortung geschaffen wird.

### **8.1.2. Systematik modellbasierte Freigabe- und Korrexprozess**

Aktuell sind modellbasierte Freigaben nicht möglich. Diese Anforderung wäre über den gesamten Prozess an diversen Entscheidungspunkten oder für Beauftragungen notwendig. Zum Beispiel auch die Freigabe des Nutzungsvereinbarungsmodells (siehe Kapitel 3.3.4) wie auch des konsolidierten Ausführungsmodells für die Produktionsplanung. Zurzeit ist die Rechtsicherheit durch die Unterschriftsleistung technisch nicht gelöst. Solange nicht von allen Planenden BCF<sup>41</sup> zum herstellerneutralen Austausch von Änderungsanforderungen verwendet wird, gibt es keine Nachverfolgbarkeit von Änderungen. Somit ist ein «Plan freeze», wie es heute bei Vertragsunterzeichnung üblich ist, kaum realisierbar.

### **8.1.3. Neue Kooperations- und Geschäftsmodelle**

Integrierte digitale Prozessstrukturen für den vorgefertigten Holzbau erfordern neu definierte Rollen und Verantwortlichkeiten. Insbesondere mit dem neuen Verständnis der Gesamtkoordination, die als digitale Bauleitung funktionieren sollte, müssen neue Kooperationsmodelle überlegt werden. Bis zur Etablierung neuer Standards besteht ein individueller, projektspezifischer Beratungsbedarf im digitalen vorgefertigten Holzbau.

Um weiterhin die gewünschte Unabhängigkeit von Planung und Ausführung zu gewährleisten und trotzdem holzbauspezifische Anforderungen frühzeitig in den digitalen Planungsprozess einzubringen und deren Umsetzung zu gewährleisten, müssen Planungsteams methodisch unterstützt werden. Mit der zunehmenden Spezialisierung in Bauprojekten wird dieser Beratungsbedarf auch langfristig gegeben sein.

## **8.2. Konsequente Zielentwicklung**

### **8.2.1. BIM-Management-Tools für die strategische Ebene**

Aktuell existieren Anwendungen für die Modellierung, für den Datenaustausch etc. Die Auseinandersetzung mit den drei Ebenen der BIMwood Prozessstruktur hat gezeigt, dass dem BIMwood-Projektteam noch keine wirksamen Tools für die Ebene der Gesamtkoordination (Ebene 2) zur Verfügung stehen. Viele Tools ermöglichen das klassische Projektmanagement, andere die BIM-Kollaboration und das Zusammenfügen und Prüfen von Modellen und Daten. Für die strategische Koordination und Leitung gibt es eine Lücke. Es müsste die Koordination entlang von projektspezifisch definierten Zielen (Metriken) ermöglicht werden und gleichzeitig agile Projektdynamiken aufnehmen. Für ein solches BIM-Management-Tool müsste auch die bidirektionale Verknüpfung, wie im nächsten Absatz beschrieben, möglich sein. Mit dem Konzept des BIMwood Planungsnavigators wird die Konzeption eines solchen strategischen BIM-Management-Tools beschrieben.

### **8.2.2. Bidirektionale Verknüpfung von Modell und Planungsnavigator**

Mit den derzeitigen Modellierungswerkzeugen und -techniken ist es unmöglich, Modelle mit den Planungswerkzeugen zu verknüpfen, um in Echtzeit zu prüfen, ob die Anforderungen erfüllt werden oder nicht. Zum einen sind die aktuellen Planungswerkzeugen nicht in der Lage Parameter abzuleiten, die mit Modellen überprüft werden können, und zum anderen sind die Modelle nicht so strukturiert, dass die Anforderungen bis zur Quelle nachvollziehbar sind. Dies macht es den Planern unmöglich, einen vollständig integrierten modellbasierten Planungsablauf zu entwickeln.

---

<sup>41</sup> BCF: Das BIM Collaboration Format ermöglicht das Tracking von Problemen im Projektverlauf

### **8.3. Neues Modellierungsverständnis**

Das abstrakte Hüllkörpermodell, wie in Kapitel 5 beschrieben, ist Teil eines neuen Modellierungsverständnisses, das mit einer minimal einfachen Geometrie und einem phasengerechten Maximum an Informationen auskommen soll. Das abstrakte Hüllkörpermodell ist ein Vorschlag aus der BIMwood-Kooperation, um die Anforderungen an die geometrische Qualität von Modellen und den Informationsbedarf des Holzbauunternehmens abzubilden. Aus Sicht der zielorientierten Pull-Planung wird damit der Aufbau und die Verwendung von einfachen, aber präzisen, vollständigen und widerspruchsfreien Modellen unterstützt. Viele der dafür notwendigen technischen Voraussetzungen und Operationen sind aber noch nicht gegeben. Nachfolgend werden jene gesammelt, die das BIMwood-Team im Aushandlungsprozess der Planungsdisziplinen identifizierte.

#### **8.3.1. Automatisierte Ausgabe eines abstrakten Hüllkörpermodelles**

Das abstrakte Hüllkörpermodell stellt eine starke Vereinfachung der Modellierung dar. Es muss weitaus weniger modelliert werden wie bisher. Dabei muss aber berücksichtigt werden, dass in der Planung mit sehr abstrakten Modellen gearbeitet werden kann. Die Abstraktion ist für ein professionelles Planungsteam wahrscheinlich gut zu bewältigen. Dennoch gilt es auch die Laienkommunikation zu berücksichtigen, d.h. die Erstellung von Visualisierungen von Grundrissen, Ansichten, Schnitten, 3D-Modelle für die Bauherrschaft als Entscheidungsgrundlage.

Um dies zu ermöglichen, bräuchte es eine bidirektionale Verknüpfung: Das abstrakte Hüllkörpermodell ist die Basis des detaillierten Architekturmodells, es kann aber auch eine automatisierte Ausgabe des abstrakten Hüllkörpermodells aus dem Architekturmodell als Grundlage für die Produktionsplanung des Holzbauunternehmens generiert werden.

#### **8.3.2. Bidirektionale Verknüpfung von Modell und Bauteil- und Detailkatalogen**

Aktuell gibt es eine Diskrepanz aus den technischen Möglichkeiten, dem traditionellen Planungsverständnis mit Verweisen und der Integration sämtlicher Informationen in einen Datencontainer, welcher aber nur ein Filecontainer ist. Es ist zwar möglich, eine Verlinkung zwischen einem Bauteil und einem .pdf oder anderem Dokument herzustellen. Dies muss einzeln oder entlang von Typen erfolgen. Allerdings ist es nicht möglich, dass von Verbindungen (d.h. einem Knoten zwischen zwei oder mehr Bauteilen oder Instanzen) auf einen Detailkatalog verwiesen wird. Diese Verbindungen bzw. Knoten können aktuell nicht typisiert werden. Eine bidirektionale Verlinkung zwischen Detail und Modell würde das Verständnis zwischen den Planungsdisziplinen verbessern und das Erstellen von Massenauszügen, die Qualitätssicherung und Koordination erleichtern.

#### **8.3.3. Elementbezogene Referenzsysteme**

Aktuell sind die in BIMwood beschriebenen abstrakten Modelle technisch noch nicht abbildbar bzw. können diese aus proprietären Anwendungen nicht via ifc an das Holzbauunternehmen übermittelt werden. Dies liegt daran, dass Referenzachsen aktuell zwar proprietär angelegt, aber nicht editierbare Zeichnungselemente sind. Es fehlt auch z. B. die Möglichkeit, eine Wand mit Referenzachsen/Referenzflächen über IFC zu transportieren. IFC definiert im Moment die Achse in der Mitte.

#### **8.3.4. Eingabe von Wänden als dreischichtigen Hüllkörper**

Für eine effiziente Modellierung sollten die drei Schichten (Kernschicht, Beplankung innen, Beplankung aussen) einer Wand gemeinsam eingegeben werden können oder es muss die Zusammengehörigkeit der Schichten einer Wand klar erkennbar sein. Der Aufbau der Wand muss aber aus gesonderten Schichten erfolgen, damit diese bei einem Wechsel der Anforderung ausgetauscht werden können und ein Versatz der Schichten möglich ist. Zur Qualitätssicherung muss aber die Anforderung an des Gesamtsystem (Wand) prüfbar sein. Die Anforderungswerte aus der Planung sind als Sollwerte zu erfassen, im Zuge der Vergabe werden diese dem Werkvertrag zugrunde gelegt.

#### **8.3.5. Bauteilsegmentierung**

In der Modellierung werden Bauteile immer wieder der aktuellen Planungslogik folgend segmentiert. Zum Zeitpunkt der Modellierung von Anforderungsmodellen muss ein Umgang mit durchgehenden Wänden, die wechselnde Anforderungen erfüllen müssen, gefunden werden (z. B. Übergang von Innen nach Aussen, etc.). Es gilt zu klären, wie die Qualitätssiche-

rung erfolgt (über Zonen oder Wand). Eine Stückelung wäre sinnvoll oder (wenn dreischichtige Hüllkörper aufgebaut werden) nur der Wechsel in der Bekleidungsschicht stattfindet. Bei einer Stückelung kann es sein, dass eine grosse Anzahl an gestückelten Wänden entsteht.

Für das koordinierte Ausführungshüllkörpermodell wäre es sinnvoll, die Wände würden entlang der Produktionslogik gestückelt. Das heisst, durchgehend produzierte Wände werden auch als durchgehende Hüllkörper modelliert.

Damit stellt sich die Frage, inwiefern das Ausführungsmodell neu aufgebaut werden muss, damit die Segmentierung neu vorgenommen werden kann.

### **8.3.6. Branchenübergreifende Standards**

Für die disziplinenübergreifende Kollaboration fehlen branchenübergreifende Standards für einheitliche Datenstrukturen (wie z. B. Layer, Datenfelder und deren Benennung). Die Gruppierung und Zuordnung zu Property Sets kann Firmen-/projektspezifisch erfolgen.

### **8.3.7. Ausmasselemente**

Ausmasselemente entsprechen dimensionslosen Hilfskonstruktionen mit einer Typenbezeichnung. Sie geben Informationen wieder (Oberflächenbehandlung) oder verweisen/verlinken auf ein Bauteil oder Detail im Detailkatalog. Flächige Ausmasselemente entsprechen Bauteilen. Punktuelle, lineare Ausmasselemente sind aktuell aufgrund der technischen Begrenzung nicht realisierbar.

### **8.3.8. Kann- und Muss-Bestimmungen**

Kann- und Muss-Bestimmungen in der Attributierung von Bauteilen ist aktuell technisch nicht möglich. Die Angabe des Handlungsspielraumes wäre für die interne Kommunikation innerhalb der Planungsdisziplinen aber auch bei funktionalen Ausschreibungen von Vorteil.

### **8.3.9. Modularisierung**

Eine grosse Herausforderung ist der Umgang mit grossen Datenmengen im Transport. Die Vision wäre zukünftig eine Modularisierung der Datenmodellierung. Der Aufbau würde über Blackboxes mit Schnittstellen zwischen den Blackboxes erfolgen. Die Schnittstellen stellen den kleinsten gemeinsamen Nenner pro Aufgabe dar. Die Verbindung zu diesen gemeinsamen Nennern muss dann über gesamten Prozess aktiv bleiben.

### **8.3.10. Relationen in der Hüllkörpersystematik**

Vor dem Hintergrund, dass der Aufwand und das Risiko der mehrfachen manuellen Eingabe derselben Daten eliminiert werden sollen, wurde die Vision entwickelt, dass der digitale Zwilling, also das koordinierte Gesamtmodell eines Gebäudes, als grosse relationale Datenbank zu betrachten sei. Dazu wurde untersucht, was für Datenstrukturen, -hierarchien und -abhängigkeiten allen Gebäuden gemein sind. Es resultierte die Datencontainer-Logik (Grundstück, Gebäude, Zonen, Systeme, Bauteile, Räume, Ausstattungen) sowie die Gliederung der Bauteile in generische Hüllkörper, Schichten und Komponenten. Damit ist es möglich, Werte über hierarchisch-logische Beziehungen zu vererben oder diese als Faktoren zu verwenden, um neue Werte zu generieren. Da Bauprojekte aufgrund ihrer Komplexität sowohl in sequenziellen und parallelen als auch in iterativen Prozessen von verschiedenen Disziplinen bearbeitet werden können müssen. Daher ist es notwendig, die Resultate dieser verschiedenen Disziplinen auszutauschen, aber auch gegenseitig darauf zu referenzieren und damit weiterzuarbeiten. Es sind aber meist nur sehr wenige, spezifische Informationen, die verlässlich interdisziplinär ausgetauscht werden müssen. So wurde die Methodologie der abstrakten Modelle entwickelt, welche die Datencontainer-Hierarchie als Grundlagen für Referenz-Topologien verwendet und damit die Verwendung von Werten als Parameter für eine dynamisch-generative, interdisziplinäre Zusammenarbeit ermöglicht.

## 8.4. Neues Verständnis für Schnittstellen

### 8.4.1. Datenaustausch-Schema (Design Transfer View)

Das IFC-Datenaustausch-Schema, welches für den Datenaustausch zwischen verschiedenen Planungsdisziplinen verwendet wird, hat unterschiedliche Model View Definitions MVD<sup>42</sup> vorgesehen. Bis IFC2x3<sup>43</sup> wurde für die disziplinenübergreifende Zusammenarbeit meist die Coordination View verwendet. Seit IFC4 wurden weitere Model View Definitions entwickelt. Beispielsweise die Reference View und die Design Transfer View. Die Design Transfer View hat zum Ziel, dass Datenschema so weit zu standardisieren beziehungsweise so präzise zu machen, dass Informationen von der einen Software ausreichend intelligent in die nächste transportiert werden können, damit diese dort ohne Informationsverlust weiter ver- und bearbeitet werden können. Die Reference View, bei welcher Modell-Elemente nur als Referenzen ausgetauscht werden sollten, entspricht eher der BIMwood-Forderung des Austauschs von abstrakten Modellen. Dazu müssten aber darüber Beziehungs-Logiken und Referenzsysteme wie Achsen und Logiken wie Start- und Endpunkte sowie Ausrichtungen und Richtungen ausgetauscht werden können. Dies ist aber im IFC-Schema bisher nicht vorgesehen.

### 8.4.2. Konfigurierbare Abhängigkeiten

Aktuell können Abhängigkeiten nicht individuell oder projektspezifisch konfiguriert werden. Manuelle Nachführungen sind aufwändig und eine Quelle für Fehler. Es gälte herauszufinden, welche Zusammenhänge (zwischen Systemen, Zonen, Räumen, Bauteilen, etc.) sinnvolle konfigurierbare Abhängigkeiten ergeben, die mittels Parametrisierung eine Automatisierung für Nachführungen ergeben.

## 8.5. Holzbaugerechte Entwurfs- und Planungsmethoden

Im vorgefertigten Holzbau wird die Fügung ein wichtiges Moment (siehe Kapitel 7.2). Bislang fokussiert sich die Modellierung, bedingt auch durch die DNA der Architektur- und Bausoftware auf Bauteile und Objekte. Die Verbindung, der Knoten wird weitgehend vernachlässigt. Einerseits gibt es den Knoten, als relationales Element nicht in IFC (siehe Kapitel 8.3.2), andererseits ist die Editierbarkeit von Verbindungen in aktuellen Anwendungen wenig individuell gestaltbar.

---

<sup>42</sup> Model View Definitions beschreiben Filter-Voreinstellungen beim Export von IFC Datensätzen; siehe auch: <https://bimdictionary.com/terms/search>;

<sup>43</sup> IFC ist ein weltweiter Standard für den Datenaustausch. Zum Zeitpunkt des Verfassens des Berichtes war IFC 2x3 der am weitesten verbreitete, IFC4 der aktuellste Standard, siehe auch: <https://www.baunetzwissen.de/bim/fachwissen/standardisierung/ifc-der-offene-standard-fuer-bim-modelle-5288161>;

## 9. Resümee und Ausblick

Mit dem aktuellen technologischen Stand im vorgefertigten Holzbau öffnen sich die Türen zur Industrie 4.0 im Bauen in der breiten Umsetzung. Auf der Seite der Planung setzt sich Building Information Modelling BIM als Methode immer mehr durch, so dass zunehmend modellbasiert digital gearbeitet wird. Damit die Digitalisierung ihre Wirkung zur Umsetzung von Industrie 4.0 im Holzbau voll entfalten kann, gilt es zuvor noch einiges neu zu gestalten und dabei alte Zöpfe abzuschneiden.

Das BIMwood Projektteam bildete die wesentlichen Player für eine Umsetzung eines nachhaltigen und kostengünstigen Wohnungsbaues ab. Es umfasste die Kompetenzen, um zu Höhenflügen mit BIM im Holzbau abzuheben. Das Team bestand sich aber auch ein, dass es noch viele Probleme in der Umsetzung der BIM-Methode für die upstream Planung im Holzbau gibt. Diese Herausforderungen galt es in Worte zu fassen und im Dschungel zwischen Technologie, Prozessen und suboptimalen Workarounds eine Vision zu skizzieren:

### # Wie wollen wir zukünftig zusammenarbeiten? Was müssen wir dafür tun? Was brauchen wir dafür?

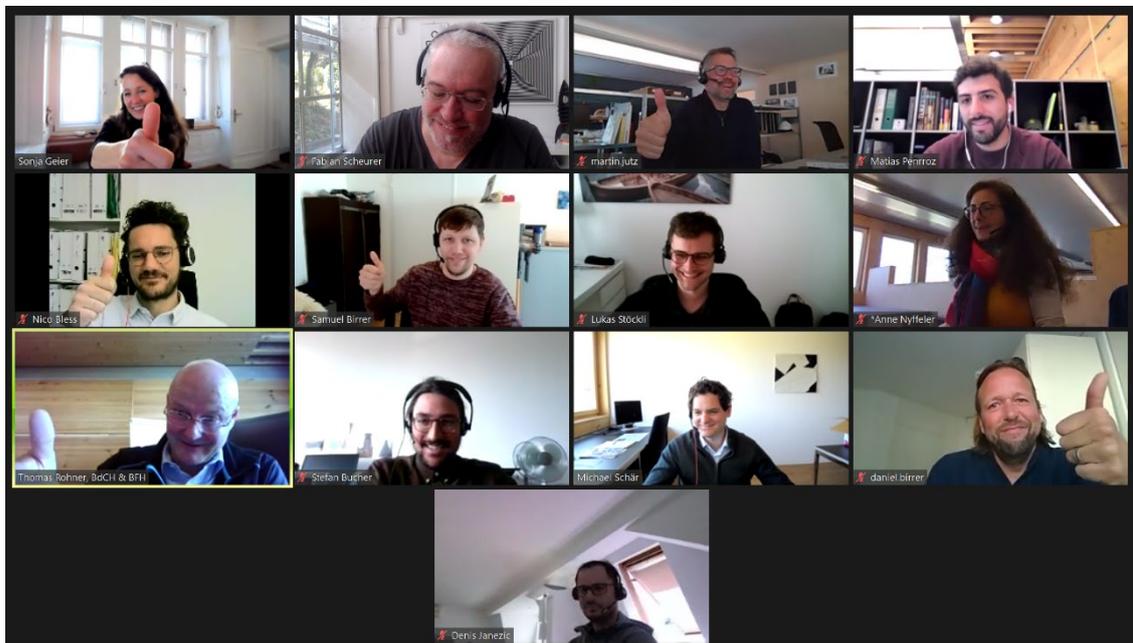


Abbildung 61: Das BIMwood Projektteam im Test von Tools für die digitale Kollaboration zur Prozesskonfiguration.

In 27 Monaten intensiver Forschungs- und Entwicklungsarbeit wurden tradierte Routinen in Frage gestellt, neue ausgehandelt, getestet und reflektiert. Es zeigte sich, dass die digital basierte integrative Planung von der gemeinsamen Gestaltung und Verantwortung für den Planungsprozess abhängt. Mit der zielorientierten Pull-Planung lösen sich formale Phasen zu Gunsten einer anwenderorientierten Prozessstruktur entlang relevanter Meilensteine auf. Die Logiken des vorgefertigten Holzbaues sind dabei der Taktgeber für die projekt- und teamspezifische Gestaltung der Aufgaben und Arbeitsschritte zwischen den Meilensteinen.

Ein wesentliches Moment ist die Definition der Rolle der Gesamtkoordination. Diese wurde bislang «getrennt» gedacht. Einerseits auf der BIM-Seite in der Rolle des BIM-Koordinators und andererseits in der Rolle des Gesamtleitenden nach dem bisherigen SIA-Verständnis. Das Zusammenführen zu einem Kompetenzbereich, der als «digitalen Bauleitung» verstanden werden könnte, unterstützt die Etablierung eines digital integrierten Planungsprozesses, der die vorgelagerte modellbasierte Planung mit der Produktionsplanung und damit der digital gesteuerten Ausführung im Holzbau verbindet. Der Fokus liegt dabei auf der Gesamtpformance des Outputs (Qualität, Kosten und Zeit) und nicht auf der isolierten und unabhängigen Optimierung der beiden Prozessteile (Ausführungsplanung vor der Übergabe (Tor) zum Holzbauunternehmen und Produktionsplanung nach der Übergabe (Tor) zum Holzbauunternehmen. Statt Planstände abzugleichen und Fehler zu suchen, werden diese durch disziplinenübergreifende Gesamtkoordination von Schnittstellen vermieden.

Das Konzept des BIMwood-Planungsnavigators erfüllt die zielorientierte Pull-Planung entlang projektspezifischer Metriken. Dieses erweitert den, bisher als analog und statisch gedachten verstandenen BIM Execution Plan BEP, zu einem agilen Instrument, das über die gesamte Projektlaufzeit die Dynamiken von Projekten aufnehmen kann. Das Konzept des BIMwood Planungsnavigators adressiert entlang der drei Ebenen der BIMwood-Prozessstruktur die Bedürfnisse der jeweils federführenden Akteurinnen und Akteure.

Ein Schlüsselement ist die Frage, wie an der Schnittstelle zwischen Ausführungsplanung der Planungsdisziplinen und Werkstattplanung für die Produktion die digitale Durchgängigkeit gewährleistet werden kann.<sup>44</sup> Ein Lösungsvorschlag des BIMwood-Projektteams ist das Abstrakte Modell, das die bisherigen detailreichen aber geometrisch wenig brauchbaren Modellierungen ablösen soll. Ein Paradigmenwechsel im Verständnis der Modellierung baut auf präzise, eindeutige, aber minimale Informationen mit klar definierten Abhängigkeiten an den Schnittstellen.

Mit der Erfahrung aus der explorativen Planungskoooperation innerhalb des BIMwood-Projektteams in der Case Study Studhalde wurde auch das Konzept entwickelt, wie Planungsteams für die BIM-basierte Planung im Holzbau zukünftig unterstützt werden können.

### # Wie sieht eine optimale Unterstützung eines Projektteams in der BIM-basierten Planung aus?

Diese Frage wurde intensiv diskutiert und die Programmierung eines neuen Konfigurators würde nicht den Anspruch eines flexiblen Instruments vollumfänglich erfüllen. Vielmehr entstand durch die pandemiebedingte Herausforderung der kompletten Umstellung einer Planungskoooperation in den digitalen Raum mit März 2020 eine direkte Erfahrung und damit Testsituation, was benötigt wird und mit welchen Methoden und Tools dies auch in der Realität funktioniert. Die Entwicklung des Sets an BIMwood-Ergebnissen erfolgte mit dem Ziel vor Augen, eine kollaborative Prozessgestaltung und agile anwenderorientierte Unterstützung der federführenden Akteur:innen projektspezifisch und online zu ermöglichen.

Die Idee der BIMwood Prozessstruktur ist es, den Prozess zwischen Meilensteinen in den Planung-der-Planung-Workshops projektspezifisch kollaborativ im Team gestalten. Dazu braucht es ein programmiertes digitales Online-Whiteboard, in dem alle arbeiten können und das das Grundgerüst der drei Prozessebenen abbildet. Mit einer Verlinkung von Meilensteinen auf Aufgabenbereichen in der Ebene 1 zu den entsprechenden Arbeitsschritten in Ebene 2 und dem dahinterliegenden T-Modell in Ebene 3 ist eine Navigation und Orientierung im Prozess möglich. Damit die projektspezifischen Planung-der-Planung Workshops optimal unterstützt werden, gibt es Templates für die T-Modelle und die Informationsbereitstellung, die im Online-Whiteboard gemeinsam erarbeitet werden. Durch die Kommentarfunktion können Diskussionen und Fragestellungen bilateral geklärt werden, sind aber für alle sicht- und damit nachvollziehbar. Neben dem Aufbau als Online-Whiteboard für das Projektteam erfolgt auch der Aufbau auf einer Website für den allgemeinen, öffentlichen Zugang. Damit sollen auch andere Projektteam befähigt werden, die Vorlagen herunterzuladen und in eigenen Online-Whiteboards zu verwenden.

						
<b>BIMwood Film</b>	<b>BIMwood Argumentarium</b>	<b>BIMwood How-To</b>	<b>BIMwood Website</b>	<b>BIMwood LinkedIN</b>	<b>BIMwood Miro-Boards</b>	<b>BIMwood Doku Case Study</b>
"Faces behind the project" Aufruf & Links	Overview & Facts Aufruf & Links	Detaillierte Dokumentation der wissenschaftlichen Erkenntnisse	<a href="http://www.bimwood.info">www.bimwood.info</a> Knowhow-Hub Aufruf, Kontakte & Links	Forum für eine neue Diskussion	Planungsprozesse & T-Modelle für die Nutzung im BIMwood-Team (INTERN)	Dokumentation der Case Study Studhalde (INTERN)

Abbildung 62: Übersicht BIMwood Ergebnisse

Einleitend hat das BIMwood Projektteam postuliert, dass es eine Diskussion lancieren möchte. Die vorgeschlagenen Lösungsansätze werden nur wirksam, wenn eine breite Umsetzung zukünftig erfolgt. Je mehr Akteurinnen und Akteure beginnen vorgeschlagene Lösungen umzusetzen und der Einladung folgen, ihre persönlichen Herausforderungen ebenfalls in die Diskussion einzubringen, desto besser wird die Transformation hin zu einem neuen, digitalen Planungsverständnis

<sup>44</sup> Hier hat sich die BIMwood Arbeitsgruppe «Holzbauunternehmen Pull-Planung» auch über die Ländergrenzen hinweg mit dem Holzbauunternehmen zeitmässig parallellaufenden Projekt BIMwood-Deutschland, der Firma Gump & Maier, ausgetauscht und Erkenntnisse reflektiert.

gelingen. Aber die Barrieren der Vorurteile können nur gebrochen werden, wenn die Zielgruppen auch entsprechend ihrem Profil abgeholt werden können. Abbildung 62 zeigt das zielgruppenorientierte Setting der BIMwood Ergebnisse.

Die BIMwood Ergebnisse spiegeln das Verständnis von BIM als Methode für die digitale, modellbasierte Kollaboration wider, die dazu beiträgt eine konsistente Verwaltung von Daten über den Lebenszyklus eines Gebäudes zu ermöglichen. Dazu müssen analoge Routinen verlassen werden. Dies heisst aber auch zu verstehen, dass die Digitalisierung nicht das Instrument ist, Prozesse oder die Zusammenarbeit zu verbessern. Zuerst gilt es, die Prozesse und die Zusammenarbeit zu klären und dann erst den Schritt in die digitale Welt zu tun.

*«Das Ergebnis der Digitalisierung eines schlechten Prozesses ist ein schlechter digitaler Prozess» (Fabian Scheurer).*

BIMwood hat dazu erste Schritte getätigt, aber es ist der Anfang einer langen Reise. Die Erläuterungen zum Entwicklungsbedarf liessen sich fortsetzen. Aber die Bedürfnisse müssen auch klar formuliert werden, damit sie von der Softwareindustrie aufgenommen werden können.

Der Prozess und die Kollaboration beschäftigen aktuell Planende und Bauherrschaften, Investoren, Behörden, Forschung und Industrie. Vor dem Ringen und Streben nach Digitalisierung und neuen Prozessen, sollte eines aber nicht in den Hintergrund gedrängt werden: Am Ende des Tages geht es um die Gestaltung eines nachhaltig errichteten Lebensraums.



*Abbildung 63: neuRaum, Mehrfamilienwohnhaus Horw. schaeerholzbau*

## 10. Glossar

Das BIMwood How-To bezieht sich in der Definition der Begriffe auf folgende Quellen:

- # SN EN ISO 19650-1-3:2018
- # Nationale BIM Glossar Schweiz<sup>45</sup>
- # <https://bimdictionary.com/>

Begriffe, die in einer dieser Quellen erfasst sind, werden entlang dieser Definitionen verwendet und werden nicht angeführt bzw. im Sinne der Erfahrung aus BIMwood präzisiert.

Begriff	Beschreibung
<b>Ausschreibungsmodell</b>	Das Ausschreibungsmodell definiert die geforderte Leistung für die Angebotslegung.
<b>Angebotsmodell</b>	Das Angebotsmodell wird vom Holzbauunternehmen im Zuge der Offertlegung erstellt. Es spezifiziert die angebotenen Leistungen näher und dokumentiert auch vom Ausschreibungsmodell abweichende Leistungen.
<b>Werkvertragsmodell</b>	Das Werkvertragsmodell definiert vertraglich geschuldete Leistung als gemeinsame Willenserklärung mit Rechtsfolge. Die Ausarbeitung hängt von der Art der Pauschalierung, dies muss jeweils projektspezifisch ausgehandelt werden.
<b>Nutzungsvereinbarungsmodell</b>	Das Nutzungsvereinbarungsmodell bildet die gesammelten Anforderungen der Bauherrschaft für alle Disziplinen ab. Das Nutzungsvereinbarungsmodell ist eine Zusammenführung mehrerer Modelle und Datensätze, etc., die dynamisch im Projekt mitgeführt und zu wesentlichen Meilensteinen im Projekt freigegeben werden.
<b>Mapping</b>	Zuordnung von Bauteilinformationen zum Referenzmodell. Datenbanken können dabei als Informationsquelle dienen
<b>Ausmasselemente</b>	Ausmasselemente entsprechen dimensionslosen Hilfskonstruktionen mit einer Typenbezeichnung. Sie geben Informationen wieder (Oberflächenbehandlung) oder verweisen/verlinken auf ein Bauteil oder Detail im Detailkatalog.
<b>Abstraktes Modell</b>	Ein Konglomerat von vernetzten Modellen mit klaren Schnittstellen, die unterschiedlichen Zwecken in Bezug auf die Planungsphase, Projektmeilensteine oder beteiligte Disziplinen dienen können. Die 3D Darstellung wird auf ein Minimum reduziert, indem nur «Bounding-Boxes» verwendet werden, um Daten von einem Modell auf ein anderes zu übertragen.

<sup>45</sup> <https://bauen-digital.ch/de/produkte/glossar/>

## 11. Literaturnachweis

### Literaturverzeichnis

Atlas Mehrgeschossiger Holzbau. Klassischer Baustoff in flexibler Systematik (2017). München: Institut f. intern. Architektur-Dok.

Boothroyd Dewhurst Inc. (Hg.) (2010): DFMA Design for Manufacture & Assembly. Reduce Costs Increase Profits. A White Paper for Corporate Management. Online verfügbar unter <http://www.d4ma.co.uk/downloads/dfmawhitepaper.pdf>, zuletzt geprüft am 12.06.2020.

Gehl, Jan; Svarre, Birgitte (2016): Leben in Städten. Wie man den öffentlichen Raum untersucht. Basel: Birkhäuser (Edition Angewandte).

Geier, Sonja (2017): leanWOOD - Planen und Kooperieren im vorgefertigten Holzbau. Schlussdokumentation WoodWisdom-Net-Projekt leanWOOD. Unter Mitarbeit von Wolfgang Huß, Frank Keikut, Frank Lattke, Sandra Schuster und Manfred Stieglmeier. Luzern.

Geier, Sonja (2018): Analysemodell für das vorgefertigte Bauen mit Holz. Lösungsansatz zur Einschätzung und zum Umgang mit Komplexität. Argumentarium - Entwicklung - Anwendung. Dissertation TU München: Universitätsbibliothek TU München.

Geier, Sonja; Keikut, Frank (2017): Buch 2 – Rahmenbedingungen. Teil A und B: Analysen und Praxisspiegel. In: leanWOOD. Final Report WoodWisdom-Net Projekt leanWOOD. 7 Bände. München, Luzern.

Geier, Sonja; Keikut, Frank; Schuster, Sandra (2017): Buch 6 – Modelle der Kooperation. Teil A: Vergabe- und Kooperationsmodelle. In: leanWOOD. Final Report WoodWisdom-Net Projekt leanWOOD. 7 Bände. München, Luzern.

Jeska, Simone; Saleh Pascha, Khaled; Hascher, Rainer (2015): Neue Holzbautechnologien. Materialien, Konstruktionen, Bautechnik, Projekte. Basel: Birkhäuser.

leanWOOD. Final Report WoodWisdom-Net Projekt leanWOOD (2017). 7 Bände. München, Luzern.

Lennartz, Marc Wilhelm; Jacob-Freitag, Susanne (2016): Neues Bauen mit Holz. Typen und Konstruktionen. Basel: Birkhäuser.

Lu, Weisheng; Tan, Tan; Xu, Jinying; Wang, Jing; Chen, Ke; Gao, Shang; Xue, Fan (2020): Design for manufacture and assembly (DfMA) in construction: the old and the new. In: *Architectural Engineering and Design Management*, S. 1–15. DOI: 10.1080/17452007.2020.1768505.

Schweizerischer Ingenieur und Architektenverein SIA 112:2014, 2014: Modell Bauplanung.

Neubauer-Letsch B., Näher T., Riedweg N., Krajnovic I., Meier S. (2018): Holzendverbrauch Schweiz 2016 mit Trends 2017. Forschungsbericht im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt BAFU, Aktionsplan Holz. Hg. v. Berner Fachhochschule, Institut für digitale Bau- und Holzwirtschaft IDBH.

SN EN ISO 19650-2:2018 de, 01.02.2020: Organisation von Daten zu Bauwerken - Informationsmanagement mit BIM.

RIBA Publishing (Hg.) (2016): RIBA Plan of Work 2013. Designing for Manufacture and Assembly. Newcastle upon Tyne.

Tan, Tan; Lu, Weisheng; Tan, Gangyi; Xue, Fan; Chen, Ke; Xu, Jinying et al. (2020): Construction-Oriented Design for Manufacture and Assembly Guidelines. In: *J. Constr. Eng. Manage.* 146 (8), S. 4020085. DOI: 10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0001877.

## **Anhang 1: Templates**

Vorlagen für:

T-Modell &  
Informationsbereitstellung

# TITEL ARBEITSSCHRITT

VORLAGE  
T-MODELL



**INPUT**

ZIEL:

Ziel Arbeitsschritt



**OUTPUT**

ABC XXXX

▶ XYXYXY

ABC

ABC XXXX

▶ XYXYXY

ABC XXXX

▶ XYXYXY

# INFORMATIONSBEREITSTELLUNG

↓  
**INPUT**

ZIEL:

Master-Informationsbereitstellungsplan  
gem. SN EN 19650:2

↑  
**OUTPUT**

**BH** **INFORMATIONSBEDÜRFNISSE INVESTOR**

- ▶ Grundstück
- ▶ Gebäude
- ▶ Zonen
- ▶ Raster
- ▶ Systeme
- ▶ Bauteile
- ▶ Knoten
- ▶ Räume
- ▶ Ausstattungen

**BH** **INFORMATIONSBEDÜRFNISSE BESTELLENDEN**

- ▶ Grundstück
- ▶ Gebäude
- ▶ Zonen
- ▶ Raster
- ▶ Systeme
- ▶ Bauteile
- ▶ Knoten
- ▶ Räume
- ▶ Ausstattungen

**BH** **INFORMATIONSBEDÜRFNISSE NUTZENDEN**

- ▶ Grundstück
- ▶ Gebäude
- ▶ Zonen
- ▶ Raster
- ▶ Systeme
- ▶ Bauteile
- ▶ Knoten
- ▶ Räume
- ▶ Ausstattungen

**BH** **INFORMATIONSBEDÜRFNISSE BETREIBENDEN**

- ▶ Grundstück
- ▶ Gebäude
- ▶ Zonen
- ▶ Raster
- ▶ Systeme
- ▶ Bauteile
- ▶ Knoten
- ▶ Räume
- ▶ Ausstattungen

KO

**ARC** **INFORMATIONSBEREITSTELLUNG IN DEN INFORMATIONSCONTAINERN:**

- ▶ Grundstück
- ▶ Gebäude
- ▶ Zonen
- ▶ Raster
- ▶ Systeme
- ▶ Bauteile
- ▶ Knoten
- ▶ Räume
- ▶ Ausstattungen

**TW** **INFORMATIONSBEREITSTELLUNG IN DEN INFORMATIONSCONTAINERN:**

- ▶ Grundstück
- ▶ Gebäude
- ▶ Zonen
- ▶ Raster
- ▶ Systeme
- ▶ Bauteile
- ▶ Knoten
- ▶ Räume
- ▶ Ausstattungen

**TGA** **INFORMATIONSBEREITSTELLUNG IN DEN INFORMATIONSCONTAINERN:**

- ▶ Grundstück
- ▶ Gebäude
- ▶ Zonen
- ▶ Raster
- ▶ Systeme
- ▶ Bauteile
- ▶ Knoten
- ▶ Räume
- ▶ Ausstattungen

**NH** **INFORMATIONSBEREITSTELLUNG IN DEN INFORMATIONSCONTAINERN:**

- ▶ Grundstück
- ▶ Gebäude
- ▶ Zonen
- ▶ Raster
- ▶ Systeme
- ▶ Bauteile
- ▶ Knoten
- ▶ Räume
- ▶ Ausstattungen

KO **MIDP**

Master-Informationsbereitstellung  
gemäss SN 19650-2:2018 gegliedert nach den  
Informationscontainern:

- ▶ Grundstück
- ▶ Gebäude
- ▶ Zonen
- ▶ Raster
- ▶ Systeme
- ▶ Bauteile
- ▶ Knoten
- ▶ Räume
- ▶ Ausstattungen

## Anhang 2: T-Modelle der Prozessebene 3

T-Modelle  
Arbeitskoordination

# INITIALISIERUNG

↓  
**INPUT**

ZIEL:

Objekt- und Portfoliobetrachtungen  
für den Grundsatzentscheid liegen vor.

↑  
**OUTPUT**

## BH GRUNDLAGEN

- ▶ **Vorhandene strategische Unternehmensziele**  
(Formale Ziele z.B.: Nachhaltigkeit, Zielgruppen, ...)
- ▶ **Objekt-Portfoliostrategie**
- ▶ **Organisatorische Informationsanforderungen**  
(OIR) gemäss SN EN 19650-2:2018

## BH

- ▶ Formulieren **Motivation / Bedürfnisse / Handlungsbedarf**
- ▶ Erfassen **Umfeldaspekte**
- ▶ Erfassen **finanzielle Ausgangslage** und Vorstellungen
- ▶ Erfassen **terminliche Rahmenbedingungen**
- ▶ Skizzieren **strategischer Lösungsansatz**
- ▶ Erfassen **Entscheidungskriterien für Holz** Grundsatzentscheid
- ▶ **Internes Team**, Rollen, Aufgaben, Kommunikation und Projektorganisation klären
- ▶ **Organisatorische Informationsanforderungen (OIR)** auf Vollständigkeit prüfen

## BH CLIENTS OBJECTIVES UND RAHMENBEDINGUNGEN

Formalziele und Rahmenbedingungen sind zusammengefasst und nach SMART definiert

- ▶ **Umfeldaspekte** sind erfasst
- ▶ **Immobilienziele** sind formuliert:
  - › in Bezug auf Nutzung: Zweck/Eigen-/Fremdnutzung
  - › in Bezug auf bauliche Massnahmen: Neubau/ Ausbau/ Modernisierung/ Sanierung
- ▶ **Standortüberlegungen** sind formuliert
- ▶ **Zielgruppen** (Nutzende) sind definiert
- ▶ **Grundlagen Finanzierungsziele** sind vorbereitet:
  - › Finanzielle Ausgangslage und Geschäftsstrategie
  - › Renditevorgaben, Investitionsobergrenze
  - › Bisherige Finanzierungs- und Anlagestrategien
- ▶ **Terminvorstellungen** sind formuliert
- ▶ **Handlungsspielraum** ist definiert  
(Fragestellungen für Varianten- / Machbarkeitsuntersuchungen)
- ▶ **Holz** - Grundsatzentscheid ist dokumentiert
- ▶ **Internes Team** ist bestimmt: Rollen, Aufgaben Kommunikation und interne Organisation geklärt
- ▶ **Organisatorische Informationsanforderungen**  
(OIR) gemäss SN EN 19650-2:2018

# ZIEL- & BEDÜRFNISFORMULIERUNG

↓  
**INPUT**

ZIEL:

Die projektspezifischen Ziele (Projektziele) sowie Rahmenbedingungen sind formuliert.

↑  
**OUTPUT**

## BH AUSFÜHRUNGEN DES GRUNDSATZENTSCHEIDES

- ▶ Auslöser, Interne Definitionen
- ▶ Unternehmensinterne Baustandards
- ▶ Immobilienziele
- ▶ Umfeldaspekte und Standortüberlegungen
- ▶ Definition der Zielgruppen
- ▶ Grundlagen der Finanzierungsziele
- ▶ Terminvorstellungen
- ▶ Handlungsspielraum
  
- ▶ **Organisatorische Projektanforderungen (OIR)** gemäss SN EN 19650-2:2018

BH

- ### Bedürfniserhebung und -prüfung
- ▶ **Standortanalyse:** Grundstück, Erschliessung, Risikokataster, Geologie, Bauzonen
  - ▶ **Nutzungsbedürfnisse erheben:** Integration in Umgebung, Dimension (Anzahl Wohn- oder Nutzungseinheiten), Nutzungszonen, Qualitätsstandards (Ausbau, Gebäudetechnik, Oberflächen, Schallschutz), Nutzungsflexibilität (Raumhöhen)
  - ▶ **Bewirtschaftungsvorstellungen** analysieren und Anforderungen an den Unterhalt definieren.
  - ▶ **Wertgewichtung** (Priorisierung) in Bezug auf Nutzung und Bewirtschaftung aufstellen.
  - ▶ **Gestaltungsvorstellungen definieren:** Architektonische Qualität
  - ▶ **Nachhaltigkeitsanforderung zusammenführen:** Standard (SNBS, Minergie, ...) u/o spezifische eigene Zielsetzungen
  - ▶ **Prüfung von Kriterien für den Grundsatzentscheid Holz**
  - ▶ **Umfeldanforderungen erheben:** Anspruchsgruppen und Aspekte aus Gesellschaft, Natur, Technologie, Wirtschaft, Gesetze und Normen recherchieren.
  - ▶ **Terminvorstellungen**
- ### Terminplan vorbereiten
- ▶ Einflüsse/Vorgaben Terminplanung klären
  - ▶ Meilensteine für die Informationsbereitstellung im Projekt
- ### Finanzierungsplan vorbereiten
- ▶ Finanzielle Ausgangslage
  - ▶ Analysen zur finanziellen Tragfähigkeit durchführen
  - ▶ Renditeziele und Zielkennwerte (z.B.: CHF/Kubikmeter u/o CHF/Quadratmeter)
  - ▶ Lebenszykluskosten
- ### Entscheidungsprozess klären
- ▶ Welche Hierarchiestufen des AG sind eingebunden?
  - ▶ Welcher Zeitbedarf ist für die Entscheidung zu berücksichtigen?
  - ▶ In welcher Form erfolgen Freigaben (analog/digital)?
  - ▶ Wie werden Entscheidungen dokumentiert?
- ### Projektorganisation vorbereiten
- ▶ Entscheidungskompetenzen von internen und externen Projektbeteiligten definieren
  - ▶ Entscheidungskriterien Vergabe- und Kooperationsmodelle aufbereiten und prüfen
- ### Grundlagendefinition digitale Projektentwicklung
- ▶ Anpassen der OIR auf Projekt: Asset Informationsanforderungen (AIR). Auf Basis der AIR Ausarbeiten eines Vorschlages für die Projekt Informationsanforderungen (PIR) und Austausch Informationsanforderungen (EIR).
  - ▶ Referenzinformationen und gemeinsam genutzte Ressourcen
  - ▶ Bereitstellung der gemeinsamen Datenumgebung (CDE)
  - ▶ Informationsstandards
  - ▶ Informationsprotokoll (Verwendung von Informationen, Rechte am geistigen Eigentum, Gewährleistung, Haftung,..)

## BH BERICHT MIT KONKRETEN, MESSBAREN UND ERREICHBAREN ZIELSETZUNGEN (SMART)

### Zusammenstellung Projektziele (Sachziele)

- ▶ Standortanforderungen
- ▶ Nutzungsziele
- ▶ Nachhaltigkeitsziele (eigene/politische/...)
- ▶ Gestaltungsziele
- ▶ Finanzielle Ziele
- ▶ Terminvorstellungen
- ▶ Umfeldanforderungen
- ▶ Entscheidungsprozesse geklärt

### Grundlagen für digitale Projektentwicklung

- ▶ Entwurf CDE Common Data Environment
- ▶ Planungsnavigator aufgesetzt
- ▶ Vorläufiger BEP gemäss SN EN 19650-2:2018 mit Asset Informationsanforderungen AIR
- ▶ Projekt Informationsanforderungen PIR
- ▶ Austausch Informationsanforderungen EIR.
- ▶ Milestones der Informationsbereitstellung
- ▶ Informationsstandards, Informationsprotokoll

# FACHLICHE VERIFIZIERUNG DER PROJEKTZIELE

↓  
**INPUT**

ZIEL:

Ziele und Bedürfnisse der Bauherrschaft sowie Rahmenbedingungen sind fachlich geprüft

↑  
**OUTPUT**

## BH BEDÜRFNISSE UND PROJEKTZIELE

- ▶ Nutzungsziele
- ▶ Nachhaltigkeitsziele (eigene/politische/..)
- ▶ Gestaltungsziele
- ▶ Finanzielle Ziele
- ▶ Terminvorstellungen inkl. Milestones
- ▶ Umfeldanforderungen
- ▶ Struktur Entscheidungsprozesse
- ▶ Entwurf CDE Common Data Environment
- ▶ Aufgesetzter Planungsnavigator
- ▶ Vorläufiger BEP (gem. EN 19650-2) mit Austausch Informationsanforderungen EIR, Asset Informationsanforderungen AIR, Projekt Informationsanforderungen PIR, Informationsbereitstellungsplan

KO

## ARC ARCHITEKTONISCHE / BAULICHE ANALYSEN UND ZIELENTWICKLUNG

- ▶ **Auftragsanalyse** (Projektziele der BH, architektonischer Auftrag)
- ▶ **Bedürfnisanalyse**: Klärung der Ziel- und möglichen Nutzergruppen, Klärung von Nutzungen, Nutzungseinheiten
- ▶ **Kontextanalyse**: Klärung Projektrahmenbedingungen (Lärm, Erschließung, Baugrund), politische Vorgaben (z.B. bei öffentlichen Bauherrschaften), etc.
- ▶ **Gebäudeanalyse** (bei Sanierung/relevanter Nachbar- oder Umgebungsbebauung)
- ▶ **Prüfung von Zielkonflikten** (interne Nutzungskonflikte, Konflikte mit externen Nutzungen)
- ▶ **Plausibilitätsprüfung der Finanzierungs-/Förderoptionen**

## TW RAHMENBEDINGUNGEN FÜR DEN EINSATZ VON HOLZ KLÄREN

- ▶ **Grundsatzentscheid Holzbau** (ja/nein) klären
- ▶ **Optionen Hybridbau** prüfen
- ▶ **Identifikation holzbaurelevanter Vorgaben** oder Entscheidungskriterien
  - › Kurze Bauzeit notwendig/wichtig?
  - › Geringes Gewicht (Aufstockung/Unterg.) notwendig / wichtig?
  - › Beschränkte Platzverhältnisse und damit eingeschränkte Baustelleneinrichtung auf dem Grundstück?
  - › Zusammenstellen der Entscheidungskriterien/Benchmarks
  - › Priorisierung der Ents.-kriterien und Benchmarks für die Lösungsentw.

## ARC PLAUSIBILISIERUNG WIRTSCHAFTLICHER ZIELE

- ▶ **Miete/Eigentum**
- ▶ **Nutzungsmix**, Zielgruppe/mögliche Benutzergruppen
- ▶ **Renditeziel**, Ziel **Erstellungskosten**, finanzielle Vorgaben in Bezug auf **Lebenszyklus**
- ▶ **Vermietungs-, resp. Verkaufspreise** Wohnungen u/o Parkplätze
- ▶ **Finanzierungsmodell**
- ▶ **Termin/Zeitplanung**

## NH ZIELENTWICKLUNG NACHHALTIGKEIT

- ▶ **Politische Vorgaben** bez. Labels und/oder Zertifizierung (z.B. bei öffentlichen Bauherrschaften)
- ▶ Sondierung **Finanzierungs-/Förderoptionen**
- ▶ Identifikation unternehmensspezifischer **Nachhaltigkeitsziele**
- ▶ **Klärung Anforderungen** an soziale Nachhaltigkeit und gesellschaftlichen Mehrwert
- ▶ Klärung der **Anforderungen** an die **ökologische Nachhaltigkeit**
- ▶ Klärung der **Anforderungen** an die **wirtschaftliche Nachhaltigkeit**
- ▶ **Priorisieren der einzelnen Aspekte**

## TGA KLÄREN ENERGIE- & TGA-STANDARDS

- ▶ **Klärung der Entscheidungskriterien der Energieversorgung** (Ökol., Verfügbarkeit, Kosten, Komfort, Wartung & Unterhalt, etc.)
- ▶ **Klärung der Standards** (Sanitär/Küche, Automatisierung, Installationsgrad/-umfang, Lüftungskonzept)
- ▶ **Priorisieren der einzelnen Entscheidungskriterien**

## KO GRUNDLAGENDEFINITION VERIFIZIEREN UND PROJEKTSPEZIFISCH ERGÄNZEN

- ▶ **Grundsätzliche Erwartungen klären**
- ▶ **Anwendungsfälle prüfen** und projektspezifisch erweitern
- ▶ **Modellnutzung prüfen** und projektspezifisch erweitern
- ▶ **Datenverwendung** (z.B. FM), Datenspeicherung verifizieren
- ▶ **Freigaben** in der geplanten Entscheidungsstruktur **plausibilisieren**
- ▶ **Aufgaben und Verantwortlichkeiten** festlegen (Bauherrschaft, BIM-Management, Projektteam)
- ▶ **Vorläufigen BEP** des Bereitstellungsteams ausarbeiten

## ARC FORMULIERUNG DES ARCH.- BAUL. PROJEKTAUFTRAGES

- ▶ Zusammenfassung der fachlichen Analyse
- ▶ Abgeleiteter architektonisch-baulicher Auftrag
- ▶ Identifikation Zielkonflikte
- ▶ Identifikation Anpassungsbedarf

## TW DFP BENCHMARKS

- ▶ Benchmarks
- ▶ Entscheidungskriterien f. Lösungsstrategien
- ▶ Priorisierung der Kriterien und Benchmarks

## ARC KOSTEN BENCHMARKS

- ▶ Benchmarks Erstellungskosten
- ▶ Benchmarks Lebenszykluskosten (Wartungs- und Unterhaltskosten)

## NH NACHHALTIGKEITS-KRITERIEN /-STANDARD

- ▶ Zusammenstellung und Definition der Kriterien
- ▶ Evaluation der Erreichbarkeit (Label/Standards/Zertifizierung/Ziele)
- ▶ Aufstellung zur Priorisierung

## TGA ENERGIE- & TGA-STANDARDS SIND SPEZIFIZIERT

- ▶ Gewichtung der Bereiche (z.B. Wirtschaftlichkeit, Ökologie)
- ▶ Bewertung von Varianten anhand Gewichtung der Bereiche:
  - › Entscheidungsgrundl. Wärmezeugung
  - › Entscheidungsgrundl. zur Klärung der Standards (z.B. Lüftungsk., SmartHome, ...)

## KO VORLÄUFIGER BEP

- ▶ Vorläufiger BEP gem. SN 19650-2:2018 des Bereitstellungsteams
- ▶ Ergänzen der BEP-Struktur im Planungsnavigator
- ▶ Verantwortlichkeitsmatrix, Verantwortlichkeiten zwischen Gesamtleitung (inkl. BIM-Management) und dem Projektteam sind definiert.
- ▶ Mobilisierungsplan
- ▶ Risikobewertung

# PLANUNG DER PLANUNG

↓  
**INPUT**

ZIEL:

Projektterminplan mit Milestones, Aufgaben und Abhängigkeiten ist aus interdisziplinärer Sicht formuliert

↑  
**OUTPUT**



# ANFORDERUNGSNAVIGATION



**INPUT**

ZIEL:

Anforderungsspezifikation ist operationalisierbar in einem BEP aufbereitet.



**OUTPUT**

**ARC VORSCHLAG SPEZ. MESSWERTE**

- ▶ Vorschlag Messwerte pro Meilenstein-Output (Teilziele)

**TW VORSCHLAG SPEZ. MESSWERTE**

- ▶ Vorschlag Messwerte pro Meilenstein-Output (Teilziele)

**NH VORSCHLAG SPEZ. MESSWERTE**

- ▶ Vorschlag Messwerte pro Meilenstein-Output (Teilziele)

**TGA VORSCHLAG SPEZ. MESSWERTE**

- ▶ Vorschlag Messwerte pro Meilenstein-Output (Teilziele)

**KO VORLÄUFIGER BEP INKL. PROZESSPLAN**

- ▶ Entwurf BEP gemäss SN 19650-2:2018
- ▶ Verantwortlichkeitsmatrix
- ▶ Mobilisierungsplan
- ▶ Risikobewertung
- ▶ Task Information Delivery Plan (TIDP) gemäss SN 19650 - 2:2018 inklusive der Project's Information Delivery Milestones.

KO

**KO VORBEREITUNG**

- ▶ Zusammenst. der Vorschläge der Messwerte pro Meilenstein (Teilziele)
- ▶ Integration Vorschläge in den Planungsnavigator

**KO KONSOLIDIEREN**

- ▶ Überprüfen der Vorschläge auf Übereinstimmung mit der Planung der Planung
- ▶ Allfällige Anpassungen des Prozessplanes oder der Koordination der Aufgaben zu den Meilensteinen

KO **ANFORDERUNGSNAVIGATION IST ETABLIERT**

- ▶ Anforderungsdefinition für Projektfortschrittskontrolle ist aufgesetzt.

# MODELLIERUNGSGRUNDLAGEN UND -STRATEGIE

↓  
**INPUT**

ZIEL:

Projektspezifische Modellierungsgrundlagen  
sind zusammengestellt,  
Modellierungsstrategie liegt vor.

↑  
**OUTPUT**

## KO VORLÄUFIGER BEP

- ▶ Entwurf BEP gemäss SN 19650-2:2018
- ▶ Verantwortlichkeitsmatrix
- ▶ Mobilisierungsplan
- ▶ Risikobewertung

## KO PROZESSPLAN

- ▶ Task Information Delivery Plan (TIDP) gemäss SN 19650 - 2:2018 inklusive der Project's Information Delivery Milestones.

## KO

### KO ENTWICKLUNG PROJEKTSPEZIFISCHE MODELLIERUNGSGRUNDLAGEN UND -STRATEGIE

#### Rahmenparameter

- ▶ Bestimmung und Abgrenzung des BIM-Einsatzes
- ▶ BIM-Reifegrad der Projektbeteiligten
- ▶ Harmonisierung der Werkzeuge - verwendete Software (Autoren, Prüf- Viewer-Software): Versionsnummern, Klärung wie der BIM-Austausch in den spez. Anwendungen unterstützt wird, Transfer klären - wie werden Informationen aus der Prüfung geteilt?
- ▶ BIM-to-Field Nutzung für Baustelle?

ARC ▶ Import-Export-Proben (Proof of Concept)

TW ▶ Import-Export-Proben (Proof of Concept)

TGA ▶ Import-Export-Proben (Proof of Concept)

#### Anwendungsfälle klären

- ▶ Zusammenstellung der projektspezifisch geforderten Anwendungsfälle (aus Sicht Bauherrschafft)
- ▶ Interdisziplinär und disziplinär vorgesehene Anwendungsfälle im Projektteam identifizieren und abstimmen (Erkennen geometr. Problempunkte & Kollisionen, Zielüberprüfung, Massenauszüge,...)

#### Umfang des Informationsgehaltes (preview)

Informationsgehalt gem. EN 17412-1 Level of Information Need definieren:

- › Volumenkörper, Geometrien, Werte
- › Datenumfang der (Fach-)Planenden
- › Datenoutput für Bewirtschaftung

#### Projektnormenklatur

- ▶ Filebezeichnungen
- ▶ Nummerierung von Gebäuden, Einheiten, Wohnungen (im Projekt und mit/für Bewirtschaftung), Bauteile, Aufbauten/Details, Fenster/Türen

#### Projektreferenz

ARC ▶ Georeferenzierung (Bestimmung Projektnullpunkt, Ausrichtungsdefinition, Referenzieren im nationalen Koordinatensystem)

#### Modellierungsstrategie

- ▶ Bauwerksstruktur (inkl. Zugehörigkeiten v. Decken unten/oben), Ausmasselemente (Hilfselemente für nicht abbildbare Eigenschaften), Eingabewürfel für 2D-/3D-Mock-ups
- ▶ Baumstruktur für einfaches Ein- und Ausblenden
- ▶ Verortung und Verantwortlichkeit für Qualitätssicherung (Ebene Autorenschaft und Koordination) für Informations-/ Datenweiterleitung
- ▶ Festlegungen für Import-/Exporteinstellungen - projektspezifisch inkl. der Erfahrungen aus der Prüfung (Proof of Concept)
- ▶ Identifikation von Risiken in der Informationsbereitstellung

## KO BEP

- ▶ BEP gemäss SN 19650-2:2018
- ▶ Verantwortlichkeitsmatrix
- ▶ Mobilisierungsplan
- ▶ Risikobewertung
- ▶ BIM-Koordinationsplan
  - › Übersicht der zu erstellenden Modelle
  - › Art und den Zeitpunkt der Modellprüfung und -koordination
  - › Definition der zu erwartenden Resultate der Prüfung
  - › Bedingungen für die Freigabe der Modelle

# KONSOLIDIERUNG NUTZUNGSVEREINBARUNGSMODELL

↓  
**INPUT**

ZIEL:

Konsolidiertes Nutzungsmodell für digitale Freigabe der Lösungsstrategie in Bezug auf alle Gewerke liegt vor.

↑  
**OUTPUT**

## ARC VOLUMENMODELL

- ▶ Geometrische Informationen der Räume
- ▶ „Schwarzplan“ mit ungefähren Bauteilstärken
- ▶ Nutzung/Sondernutzung raum- und zonenbezogen erfasst.
- ▶ ES, Dämmperimeter (beheizt, unbeheizt), Luftdichtheitsperimeter, Brandschutzperimeter (m2 GF) raum-/zonenbezogen erfasst.
- ▶ Dichtigkeitsklassen Keller

## ARC ANFORDERUNGSMODELL

- ▶ Anforderungen an alle Zonen und Räume sind definiert und im modellbasiert abgebildet

## ARC BAUTEILKATALOG

- ▶ Systematik und Aufbauten für Hauptbauteile

## ARC GROBBAUBESCHREIB

- ▶ Zusammenfassung konzeptionelle, architektonische und technische Anforderungen
- ▶ Zusammenf. Standards und Umsetzungsstrategie:
  - › Fassadenkonzept (Konstruktionsprinzip, Material, Struktur, Öffnungen, Wartung)
  - › Material-/Farbkonzept Oberflächen
  - › Nutzungsflexibilität („tragend“ / „nicht tragend“), Sturzhöhen und Aufstockbarkeit / optionale Geschosse als allg. Info (TW)
  - › Konzept Systemtrennung (mit TW und TGA)
- ▶ Flächenermittlung (GV, GF, HNF, NF, AGF)

## ARC ABLAUFPLAN

- ▶ Angaben zum Planungs- und Bauablauf: Terminalschiene

KO

## ARC ZUSAMMENFASSUNG UND KONSOLIDIERUNG INFORMATIONEN

### Zusammenfassung

- ▶ Raummodell als Abbildung der geom. Information aller Räume
- ▶ Modellb. Erfassung/Abbildung der Zonen- und Raumnutzung
- ▶ Erfassung von Sonderlasten (zonen- u/o raumbezogen)
- ▶ Erfassung von Sonderanf. Schallschutz, Feuchte, Brandschutz
- ▶ Erfassung Anforderungen bzw. Wünsche zu sichtbaren Oberflächen u/o Tragwerkelementen
- ▶ Erfassung Anforderungen zur Verteilungssystem und Abgabesystemen/-apparaten für die Lüftungsanlagen

### Konsolidierung Kostenschätzung

## ARC RAUMMODELL

- ▶ Modellbasierte Abbildung der Zonen- und Raumgeometrien

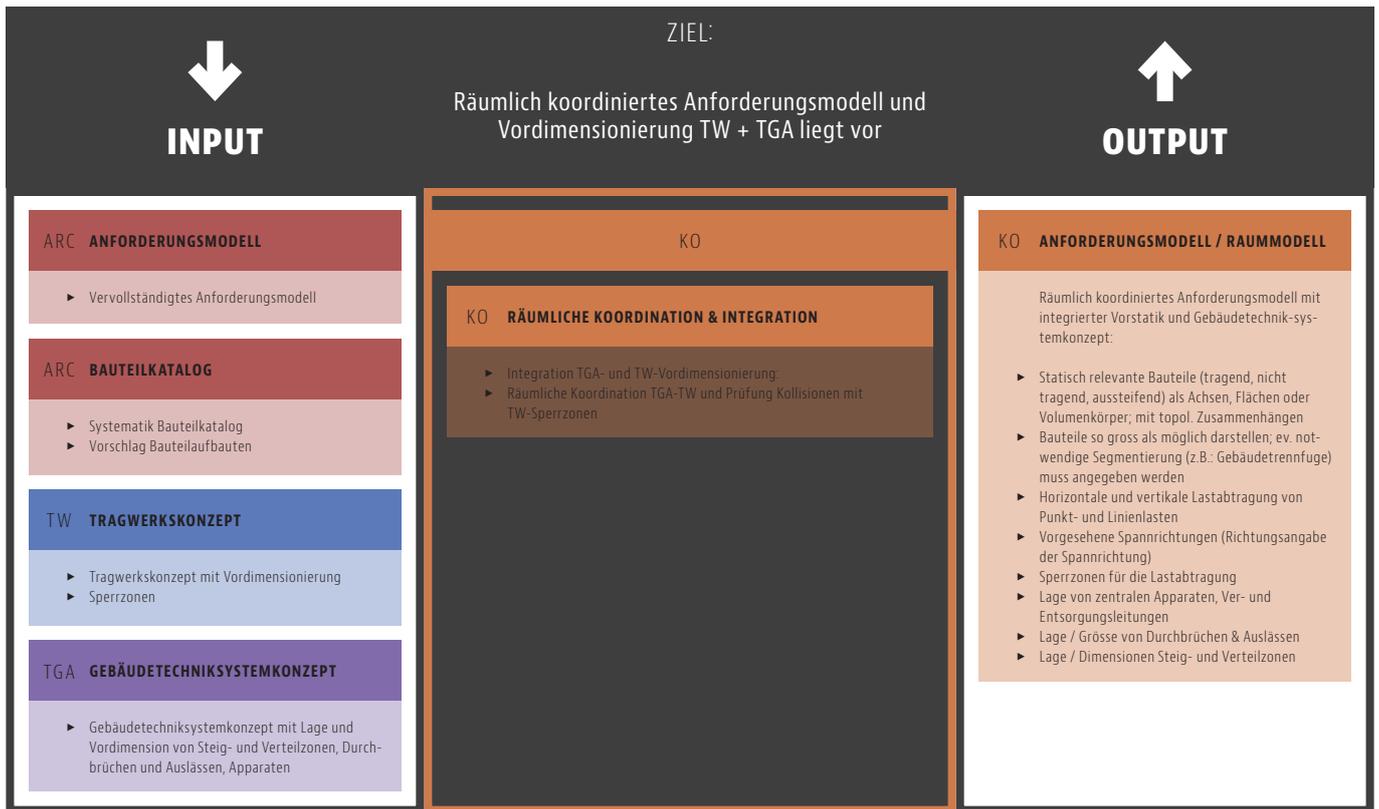
## ARC ANFORDERUNGSMODELL

- ▶ Abbildung aller Anforderungen/ Sonderanforderungen (durch Nutzung wie Lasten, Feuchte, Schwingung, etc.) an Zonen und Räume

## KP KOSTEN

- ▶ Kostenschätzung +/-15%
- ▶ Bereinigte Wirtschaftlichkeitsberechnung
- ▶ Verfeinerte Plausibilisierung Finanzierungsmodell
- ▶ Abgleich Renditeziele

# RÄUMLICHE KOORDINATION & INTEGRATION



# KOORDINATION KNOTEN ZONEN TRAGWERK

↓  
**INPUT**

ZIEL:

Lösen der Knotenpunkte hinsichtlich der Einzelanforderungen aus den unterschiedlichen Teilmodellen

↑  
**OUTPUT**

**BS BRANDSCHUTZPERIMETER**

- ▶ Brandschutzperimeter a. Zonenmodell (Hüllkörper)

**BP DÄMMPERIMETER**

- ▶ Dämmpерimeter als Zonenmodell (Hüllkörper)

**SS SCHALLSCHUTZPERIMETER**

- ▶ Schallschutzperimeter a. Zonenmodell (Hüllkörper)

**TW TRAGWERKSMODELL**

- ▶ Tragwerksmodell

KO

**KO VORBEREITUNG**

- ▶ Integration der Tragwerksmodelle und Zonenmodelle

**KO KOORDINATION KNOTEN ZONEN TRAGWERK**

ARC

- ▶ Identifikation notwendiger konstruktiver Leitdetails an kritischen Punkten (wie z.B. Auflagerpunkten, Durchdringungen, etc.) auf Grund von Knoten in der kombinierten Betrachtung von Tragwerksmodell und verschiedenen Zonenmodellen mit unterschiedlichen Anforderungen.

TW

- ▶ Identifikation notwendiger konstruktiver Leitdetails an kritischen Punkten (wie z.B. Auflagerpunkten, Durchdringungen, etc.) auf Grund von Knoten in der kombinierten Betrachtung von Tragwerksmodell und verschiedenen Zonenmodellen mit unterschiedlichen Anforderungen.

BS

- ▶ Identifikation notwendiger konstruktiver Leitdetails an kritischen Punkten (wie z.B. Auflagerpunkten, Durchdringungen, etc.) auf Grund von Knoten in der kombinierten Betrachtung von Tragwerksmodell und verschiedenen Zonenmodellen mit unterschiedlichen Anforderungen.

BP

- ▶ Identifikation notwendiger konstruktiver Leitdetails an kritischen Punkten (wie z.B. Auflagerpunkten, Durchdringungen, etc.) auf Grund von Knoten in der kombinierten Betrachtung von Tragwerksmodell und verschiedenen Zonenmodellen mit unterschiedlichen Anforderungen.

SS

- ▶ Identifikation notwendiger konstruktiver Leitdetails an kritischen Punkten (wie z.B. Auflagerpunkten, Durchdringungen, etc.) auf Grund von Knoten in der kombinierten Betrachtung von Tragwerksmodell und verschiedenen Zonenmodellen mit unterschiedlichen Anforderungen.

**KO ANFORDERUNGSMODELL / RAUMMODELL**

- ▶ Knotenmodell: Identifikation d. kritischen Punkte
- ▶ Identifikation Anzahl der kritischen Knoten (= Komplexität)

### **Anhang 3: Übersicht Informationsbedarf Holzbauunternehmen**

Übersicht Informationsbedarf:

- Funktionale Ausschreibung
- Detailliertes Leistungsverzeichnis
- Produktionsmodell Holzbauunternehmen

**HÜLLKÖRPERMODELL**

Koordiniertes Anforderungshüllkörpermodell

- ▶ Präzises **abstraktes Modell** aus Volumen definiert über ein Referenzsystem (Referenzpunkte, -achsen, -ebenen) als geometrische Grundstruktur für die Bauteile. Referenzzonen als Grundsystem für das Gebäude (Geschosse, Systeme, Erschliessung, ....). Nicht mit Referenzen versehene Volumen können vernachlässigt werden. \*1
- ▶ **Bauteile als Hüllkörper** definiert mit Referenzachsen und -ebenen und Verweis/Verlinkung/ auf den Entwurf eines Bauteil- oder Detailkataloges.\*2
- ▶ **Bauteile klassifiziert** nach Geschoszugehörigkeit, statischer Funktion (tragend/nicht tragend/aussteifend) und Lage im Raumgefüge (innen/ausßen) .
- ▶ **Zuständigkeiten für die Erstellung der Bauteile** in den Attributen der Modellobjekte. Keine Gewerkegrenze durch Modellobjekte ziehen (die «Granularität» der Hüllkörper muss den projektspezifischen Ausführungswünschen entsprechen). Schnittstellen zu Drittgewerben (z. B. Fussboden-/Wandheizung, Abschottungen, Fassadenbekleidung) sind darzustellen.
- ▶ **Min. oder max. Abmessungen**, wenn relevant (max. Abm. Bauteil oder min. Abm. Raum)
- ▶ **Massivbauteile dargestellt als Hüllkörper** des konsol. Rohbaus (Teil des abstrakten Modelles)
- ▶ **Wände durchgehend definiert als einschichtige Hüllkörper**:
  - ▶ Tragende Schicht (abhängig vom Tragwerksmodell) durchgehend abbilden. Definition zwingender Schnittstellen oder Knoten (z.B. Auflager) als Schnittpunkte oder Schnittlinien von Referenzachsen und -ebenen. Die Knoten sind nicht detailliert im Modell abzubilden. Bei gestalterischer Bedeutung ist der Knoten im Detailkatalog detailliert darzustellen und mit einem Verweis /einer Verlinkung auf das entsprechende Detail eindeutig zuzuordnen.
  - ▶ Öffnungen (Fenster/Türen/Verglasungen) als Hüllkörper definiert. Das Mass für die Öffnungsgröße ist grundsätzlich als Rohbaumaass anzugeben. Das Rohbaumaass oder ein allfällig anderes verwendetes Mass und das zugeordnete Achsensystem muss im Detailkatalog definiert und abgebildet werden.
- ▶ **Anforderungen bezogen auf das Bauteil**:
  - ▶ Bauteil-Anforderungen: Nutzung, Brandschutz, Schallschutz/Akustik, Wärmeschutz, Dauerhaftigkeit, Anforderungen an die Nachhaltigkeit, Ökologie, Gesundheit (z.B. DGNB, LEED-Label).
  - ▶ Gegebenfalls weitere nutzungenspezifische Anford. zu Lärmbelastung, Behaglichkeit, Raumklima, etc.
  - ▶ Gegebenfalls besondere Anforderungen: Sondernutzungen, Sonderlasten, Schwingungsanford., etc.
  - ▶ Die Anforderungen an das Gesamtbauwerk sind als Sollwerte abzubilden.
  - ▶ Es darf keinen Wechsel von Anforderungen innerhalb eines Hüllkörpers geben.
  - ▶ Attributierung mit «Muss» oder «Kann» zur Kenntlichmachung des Spielraumes für unternehmensspezifische Optimierung. \*3
  - ▶ Nicht relevante Attribute müssen entsprechend gekennzeichnet werden: „keine Anforderung“
- ▶ **Punktuelle, lineare oder flächige «Ausmasselemente»** mit Typenbezeichnung mit Verweis/Verlinkung auf Bauteil- oder Detailkatalog zur Verortung von gestalterisch relevanten Verbindungen, linearen Bauelementen, Trennschichten, Oberflächenbehandlungen, etc. \*4

**SONSTIGE UNTERLAGEN**

- ▶ Gestaltungsabsichten als Skizzen, Visualisierungen, Materialisierungen, ev. relevante Leitdetails, noch nicht verknüpft, sondern als allgemeine Dokumentation
- ▶ Projektbeschreibung: Projektorganisation, Programm mit Bestimmungen und Aufgaben, Optionen
- ▶ Bewertungsmatrix (Zuschlagskriterien)
- ▶ Schnittstellendefinition Bauherrschafft und ausführendes (General-)unternehmen, relevante Schnittstellen mit Fachplanenden und/oder weiteren Projektbeteiligten (Darstellung des Kooperations- und Vergabemodells)
- ▶ Schnittstellendefinition für Montagen, Demontagen
- ▶ Baustelleneinrichtungsplan (ev. integriert im Modell) inkl. ev. Abhängigkeiten für die
- ▶ Baustellenlogistik
- ▶ Grobterminplan
- ▶ Vertragsentwurf und besondere Vertragsbedingungen

**TRAGWERKS-SYSTEMMODELL**

3D-Positionsmodell integriert im koord. Anforderungsmodell

Tragwerkssystemmodell mit Entwurf des geplanten statischen Konzeptes (Detaillierungsgrad Vorstatik):

- ▶ **Statisch relevante Bauteile** (tragend, nicht tragend, aussteifend) als Achsen, Flächen oder Volumenkörper; mit topologischen Zusammenhängen
- ▶ **Bauteile so gross als möglich** darstellen; ev. notwendige Segmentierung (z.B.: Gebäudetrennfuge) muss angegeben werden
- ▶ Horizontale und vertikale **Lastabtragung** von Punkt- und Linienlasten
- ▶ Vorgesehene **Spannrichtungen** (Richtungsangabe der Spannrichtung)
- ▶ **Sperzonen** für die Lastabtragung

**TGA-ANGABEN**

Integriert im koordinierten Anforderungsmodell

- ▶ Vertikale und horizontale **Steig- und Verteilzonen** als Hüllkörper definiert (d.h. inkl. der notwendigen Abmessungen der vert./hor. Zonen und Kreuzungspunkte)
- ▶ **Zugänglichkeiten** für Steig- und Verteilzonen (nicht zugängl., Revisionsöffn., vollfl. zugänglich)
- ▶ Abmessungsparameter und **MUSS-/SOLL-Beziehungen für Installationszonen**
- ▶ **Besondere Anforderungen**: Sonderlasten durch Apparate/Lüftungsgeräte, Befestigungspunkte, etc. (siehe auch Anforderungen)

**BAUTEILKATALOG**

Koordiniert und eindeutig zuordenbar \*2 kann ggfs. in den Detailkatalog integriert werden

- ▶ Erfassung von **gestalterisch oder projektspezifisch relevanten Modellelemente/Bauteile** und zugehörigen relevanten Informationen inklusive der durchgängigen und vollständigen Wiedergabe der Referenzpunkte, -achsen, -ebenen.
- ▶ **Materialisierung**: Angabe der für die eindeutige Bestimmung des Typs spezifisch notwendigen Informationen (z.B.: Wärmeleitfähigkeit für Dämmungen, Festigkeitsklassen von Holz,...) Nicht relev. Info. sind wegzulassen! Oberflächenbeh. etc. sind als Ausmasselemente abzubilden.
- ▶ **Minimale oder maximale Abmessungen der Schichten**

**DETAILKATALOG**

Koordiniert und eindeutig zuordenbar \*2

- ▶ Erfassung von **gestalterisch oder projektspezifisch relevanten 2D-Details und 3D-MockUp-Modelle** (für 3-dimensionale Knoten) und zugehörigen relevanten Informationen inkl. der durchgängigen und vollständigen Wiedergabe der Referenzpunkte, -achsen, -ebenen als geometrische Grundstruktur für die Details.
- ▶ Wiedergabe der **Bauteilaufbauten** (siehe Bauteilkatalog)
- ▶ Darstellung **Einbauteile in Wänden**, Decken, etc. mit durchgängiger und vollständiger Wiedergabe der Referenzpunkte, -achsen, -ebenen für geometrische Referenzierung

**HINWEISE**

Im Ausschreibungsmodell zur Kalkulation müssen die Anforderungen und Wünsche der Bauherrschafft abgebildet sein. Das gestalterische Gesamtkonzept sollte so vermittelt werden, dass der Spielraum für Optimierungen nachvollziehbar ist. Zum Beispiel ist die Definition „schöne Oberflächen“, sehr wenig konkret.

**Beispiel 1:** Bauherr will 35-Platte aus Weißtanne als Oberfläche. Dann wird diese genau so modelliert und bezeichnet (ggf. inkl. Produkt).

**Beispiel 2:** Die Bauherrschafft möchte eine weiße Oberfläche in Q3-Qualität – ob GKB, GKF, GF-Platte oder Stahlbeton mit Putz ist dabei unerheblich. Es ist keine Modellierung als Platte notwendig, sondern es reicht eine genaue Definition der Qualität der Oberfläche (Glattheit, Rauheit, ...)

**ERLÄUTERUNGEN**

\*1 - Ein solches Modell ist aktuell tech. noch nicht abbildbar bzw. können Modelle basierend auf Referenzsystemen nicht via IFC an HBU übermittelt werden. Siehe dazu BIMwood HOW-TO Kap. 8 „Weiterer Entwicklungsbedarf“.

\*2 - Aktuell ist es möglich eine Verlinkung zwischen einem Bauteil und einem PDF o. a. Dokumenten herzustellen. Dies muss einzeln oder entlang von Typen erfolgen. Allerdings ist es nicht möglich, dass von Verbindungen (d.h. ein Knoten zwischen zwei oder mehr Bauteilen) auf einen Detailkatalog verwiesen wird. Siehe dazu BIMwood HOW-TO Kap. 8 „Weiterer Entwicklungsbedarf“.

\*3 - Ist akt. techn. nicht möglich. Siehe dazu BIMwood HOW-TO Kap. 8 „Weiterer Entwicklungsbedarf“.

\*4 - Flächige Ausmasselemente entsprechen Bauteilen. Punktuelle und lineare Ausmasselemente sind aktuell aufgrund der techn. Begrenzung nicht realisierbar. Siehe dazu BIMwood HOW-TO Kap. 8 „Weiterer Entwicklungsbedarf“.



TASK



OUTPUT

## ERSTELLEN EINES ANBOTES MIT DEF. PREIS UND LEISTUNG

Technische Lösung der Anforderungen

- ▶ Ausarbeitung eines Tragwerksmodells (inkl. Sperrzonen)
- ▶ Hüllkörpermodell mit geplanten IST-Werten befüllen
- ▶ Materialisierung in Bezug auf die Anforderungen
- ▶ Abweichungen protokollieren
- ▶ Aufbau eines Berechnungsmodell und Ermitteln der zu verbauenden Mengen
- ▶ Abklären der Zufahrts- und Anliefersituation
- ▶ Abklären Verfügbarkeiten und Lieferfristen (Material und Produktionskapazitäten)
- ▶ Abklären der notwendigen, zur Verfügung stehenden und notwendigen Montagehilfsmittel
- ▶ Terminplan erstellen, Montagetermin und Fertigstellungstermin protokollieren
- ▶ Zusammenstellen Angebotsdokument

## ANBOTS-HÜLLKÖRPERMODELL

- ▶ Beschreibung der Bauteilaufbauten inkl. Materialisierung: nicht modelliert, sondern als Information oder in den Attributen - ein Attribut kann der Preis sein);
- ▶ Darstellung oder Visualisierung der Änderungsvorschläge wie z.B.: Wand verschoben, Unterzug eingezogen, Türe verschoben, etc.
- ▶ Präzisierung von Default-Werten mit tatsächlichen Bauteildimensionen (Bezug auf Referenzachsen oder -ebenen). Dies kann nur bei entsprechend sorgfältigen Ausschreibungsmodellen erfolgen. Alternativ werden Abweichungen markiert (wie oben erläutert).
- ▶ Spezielle Details, die für das Verständnis erforderlich sind, werden im Modell ergänzt.
- ▶ Geplante IST-Werte zu den Anforderungen als Attribute der Hüllkörper.

## ANBOTS-TRAGWERKSMODELL

- ▶ Ausgearbeitetes Tragwerkskonzept, das bei entsprechend geeignetem Ausschreibungsmodell in das Angebotsmodell integriert wird.

## ANBOTS-DOKUMENT

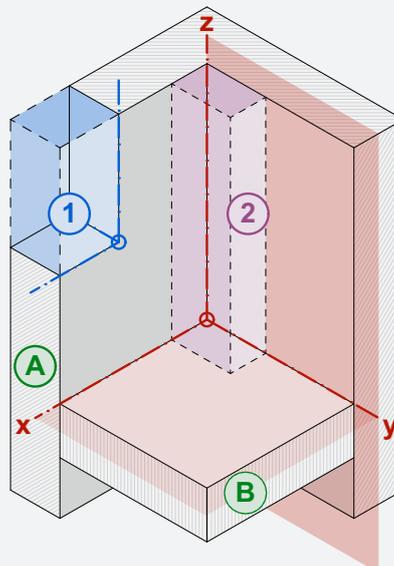
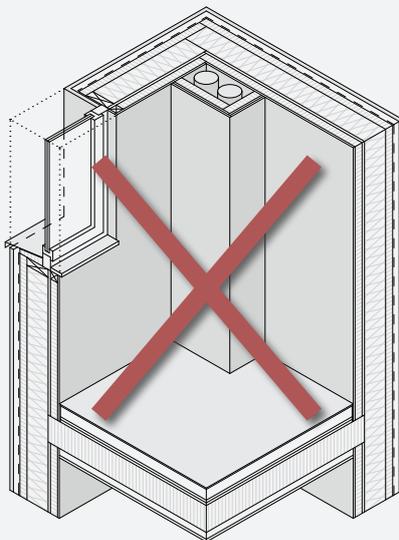
- ▶ Digitale Angebotsdatei GAEB/SIA 451 als Zusammenfassung (kann mit Modell verknüpft - siehe unter „Optional“)

## WEITERE DOKUMENTE

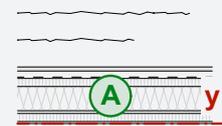
- ▶ Terminplan

## OPTIONAL

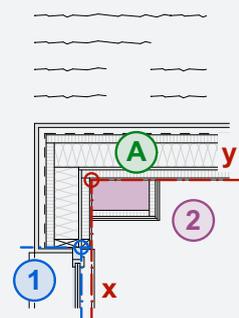
- ▶ Preise auf die Bauteile umgelegt als Information im Modell
- ▶ SOLL-IST Aufstellung (Abweichungsprotokoll) mit Erläuterungen
- ▶ Modularisierungskonzept/ Vorfertigungskonzept (benötigt zusätzl. Informationen) und gesonderten Auftrag



## Bauteilkatalog



## Detailkatalog





### KOORDINIERTES HÜLLKÖRPER-MODELL

Aussmass- und Positionsmodell

- Präzises **abstraktes Modell** aus Volumen definiert über ein Referenzsystem (Referenzpunkte, -achsen, -ebenen) als geometrische Grundstruktur für die Bauteile. Referenzzonen als Grundsystem für das Gebäude (Geschosse, Systeme, Erschliessung, ....). Nicht mit Referenzen versehene Volumen können vernachlässigt werden. \*1
- **Bauteile als Hüllkörper** definiert mit Referenzachsen und -ebenen und Verweis/Verlinkung/ auf den Entwurf eines Bauteil- oder Detailkataloges.\*2
- **Bauteile klassifiziert** nach Geschoszugehörigkeit, statischer Funktion (tragend/nicht tragend/ aussteifend) und Lage im Raumgefüge (innen/ausser).
- **Zuständigkeiten für die Erstellung der Bauteile** in den Attributen der Modellobjekte. Es darf keine Gewerkegrenze durch Modellobjekte gezogen werden (die «Granularität» der Hüllkörper muss den projektspezifischen Ausführungswünschen entsprechen). Schnittstellen zu Drittgewerben (z. B. Fussboden-/Wandheizung, Abschottungen, Fassadenbekleidung) sind darzustellen.
- **Mini- oder max. Abmessungen**, wenn relevant (max. Abm. Bauteil oder min. Abmessung Raum)
- **Massivbauteile dargestellt als Hüllkörper** des konsol. Rohbaus (Teil des abstrakten Modelles)
- **Wände** durchgehend definiert als **dreischichtige Hüllkörper**\*3
  - **Achsen** der dreischichtigen Wand gelten für alle drei Schichten (eine Achse für alle drei Schichten, Achse kann auch ausserhalb einer Schicht liegen). Diese Achsen müssen auch im Bauteil- und Detailkatalog abgebildet werden. (DETAIL)
  - **Tragende Schicht** (abhängig vom Tragwerksmodell) durchgehend abbilden. Definition und Abbildung zwingender Schnittstellen oder Knoten (z. B.: Auflager) als Schnittpunkte oder Schnittlinien von Referenzachsen und -ebenen. Die Knoten sind nicht detailliert im Modell abzubilden, sondern Knoten sind im Detailkatalog detailliert dargestellt. Ein eindeutiger Verweis oder eine Verlinkung auf das entsprechende Detail im Bauteil- oder Detailkatalog ist vorzunehmen.\*2
  - **Öffnungen** (Fenster/Türen/Verglasungen) als Hüllkörper definiert. Das Mass für die Öffnungsgrösse ist grundsätzlich als Rohbaumass anzugeben. Das Rohbaumass oder ein allfällig anderes verwendetes Mass und das zugeordnete Achsensystem muss im Detailkatalog definiert und abgebildet werden.
- **Anforderungen bezogen auf das Gesamtbauwerk:**
  - Bauteil-Anforderungen: Nutzung, Brandschutz, Schallschutz/Akustik, Wärmeschutz, Dauerhaftigkeit, Anforderungen an die Nachhaltigkeit, Ökologie, Gesundheit (z.B. DGNB, LEED-Label).
  - Gegebenfalls weitere nutzungenspezifische Anford. zur Lärmbelastung, Behaglichkeit, Raumklima, etc.
  - Gegebenfalls besondere Anforderungen: Sondernutzungen, Sonderlasten, Schwingungsanford., etc.
  - Spezielle projektbezogene Wünsche des Bauherrn (z.B.: Schweizer Holz)
  - Die Anforderungen an das Gesamtbauwerk sind als Sollwerte abzubilden.\*4
  - Es darf keinen Wechsel von Anforderungen innerhalb eines Hüllkörpers geben.
  - Ggfs. Attributierung mit «Muss» oder «Kann» zur Kenntlichmachung des Spielraumes für unternehmensspezifische Lösungen.
- **Punktuelle, lineare oder flächige „Ausmasselemente“** mit Typenbezeichnung mit Verweis/Verlinkung auf Bauteil- oder Detailkatalog zur Verortung von Verbindungen, linearen Bauelementen, Trennschichten, Oberflächenbehandlungen, etc.\*5

### TGA-ANGABEN

Integriert in das Hüllkörperausführungsmodell

- Exakte **Position von Aussparungen als Rohbaubemessung** und Angabe des Typen mit Verweis/Verlinkung auf den Detailkatalog (inkl. Angabe des jeweiligen Abschottungssystems). Zuständigkeit (Architektur, Tragwerk, Holzbaunternehmen) für notwendige Auskleidungen und Materialisierung (aus Sicht z.B.: Brandschutz/Schallschutz/Tragwerk/etc.) müssen vorgängig vom Koordinator geklärt werden. (DETAIL AUSSPARUNG und SCHACHT)
- Exakte Angabe von **Revisionsöffnungen** und Lage von vollflächigen Öffnungen inklusive Verweis/Verlinkung auf Detailkatalog
- Exakte Angabe von Lage, Typ und Lasten von allen **Haustechnikkomponenten** mit Relevanz für den Holzbau (Befestigungen, Ausholzungen) mit Angabe der Befestigungspunkte und Verweis/Verlinkung auf Detailkatalog für detaillierte Spezifikationen.\*6
- Angabe der Lage, Referenzachsen, Typ und Durchmesser/Dimension von **in der Vorfertigung zu integrierenden Haustechnikinstallationen** (wie z. B. Elektroleitungen, Apparate, Leitungen, etc.) und ggfs. Verweis/Verlinkung auf Detailkatalog für detaillierte Spezifikationen.
- Kennzeichnung/Markierung von **Details an Zonenschnittpunkten/-linien/-flächen** zur Identifikation kritischer Punkte.

### TRAGWERKS-SYSTEMMODELL

Integriert im Anforderungsmodell

Darstellung des Tragwerkes im Hüllkörpermodell zur Nachvollz. des gepl. statischen Konzeptes :

- **Alle statisch relevante Bauteile** (tragend, nicht tragend, aussteifend) als sind im Hüllkörpermodell als Achsen, Flächen oder Volumenkörper abgebildet
- Bauteile werden **so gross als möglich** dargestellt. Eine ev. notwendige Segmentierung (z.B.: Gebäudetrennfuge) muss angegeben werden.
- **Sperrzonen** für Lastabtragung

### BAUTEILKATALOG

Vollständig, konsolidiert & freigegeben  
Kann ggfs. in den Detailkatalog integriert werden

- Erfassung aller **Modellelemente/Bauteile** und zugehörigen relevanten Informationen inklusive der durchgängigen und vollständigen Wiedergabe der Referenzpunkte, -achsen, -ebenen. Sowie Definition der drei Schichten (innere/äussere Bekleidung/Kernschicht).
- **Detail einschichtig/dreischichtig**
- **Materialisierung:** Angabe der für die eindeutige Bestimmung des Typs spezifisch notwendigen Informationen (wie z.B.: Wärmeleitfähigkeit für Dämmungen, Festigkeitsklassen von Holz, Oberflächen,...) Nicht relevante Informationen sind wegzulassen! Oberflächenbehandlungen, etc. sind als Ausmasselemente abzubilden.
- **Abmessungen der Schichten**

### DETAILKATALOG

Vollständig, konsolidiert & freigegeben

- Erfassung aller **2D-Details und 3D-MockUp-Modelle** (für 3-dimensionale Knoten) und zugehörigen relevanten Informationen inklusive der durchgängigen und vollständigen Wiedergabe der Referenzpunkte, -achsen, -ebenen als geometrische Grundstruktur für die Details. Sowie Definition der drei Schichten (innere/äussere Bekleidung/Kernschicht). \*3
- Wiedergabe der **Bauteilaufbauten** (siehe Bauteilkatalog)
- Darstellung Einbauteile in Wänden, Decken, etc. mit durchgängiger und vollständiger Wiedergabe der Referenzpunkte, -achsen, -ebenen für geometrische Referenzierung
- Darstellung der konsolidierten (\*7) **konstruktiven und statischen Details** zur Nachvollziehbarkeit des statischen Systems
- Darstellung aller konsolidierten (\*7) **konstruktiven und statischen Anschlussdetails** und einzelne Komponenten (z. B. Stahlteile)
- Darstellung von **Verklebungen, Abdichtungen, Verschraubungen**, etc. als Ausmasselemente

### LEISTUNGSVERZEICHNIS

- LV mit det. Beschrieb (entw. mittels GAEB / SIA 451): verknüpft mit Modell, z.B. DBD-BIM, Normen
- Besondere Vertragsbedingungen

### SONSTIGE UNTERLAGEN

- 3D-Positionsplan mit exakten Dimensionen mit Darstellung des statischen Konzept (wenn nicht im Anforderungsmodell) und eindeutiger Zuordnung oder Verweis auf Detailkatalog (Anschlussdetails)
- Baustelleneinrichtungsplan (ev. integriert im Modell) inkl. der Baustellenlogistik
- Detailterminplan

### HINWEISE

Da das über Referenzsysteme abgebildete Hüllkörpermodell und die Verlinkung mit Bauteil- und Detailkatalogen aktuell nicht technisch umsetzbar sind, wird ein möglicher Workaround vorgeschlagen:

Die Darstellung erfolgt mittels eines einfachen Hüllkörpermodells ohne Attribute und mit sep. Bauteil- und Detailkatalogen und Leistungsverzeichnis. Allerdings gilt es eine Systematik zu integrieren, dass eine eindeutige Zuordnung zu den Pos. des Leistungsverzeichnisses und dem Bauteil- und Detailkatalog möglich ist. Mit diesem Workaround kann das Sortieren von Informat. reduziert werden, es ist aber keine optimale Lösung im Sinne einer digital basierten Kollaboration.

### ERLÄUTERUNGEN

\*1 - Ein solches Modell ist aktuell technisch noch nicht abbildbar bzw. können Modelle basierend auf Referenzsystemen nicht via IFC an HBU übermittelt werden. Siehe dazu BIMwood HOW-TO Kap. 8 „Weiterer Entwicklungsbedarf“.

\*2 - Aktuell möglich: Verlinkung zwischen einem Bauteil und einem PDF o. a. Dokumenten. Dies muss einzeln oder entl. von Typen erfolgen. Allerdings ist es nicht möglich, dass von Verbindungen (d.h. ein Knoten zwischen zwei oder mehr Bauteilen) auf einen Detailkatalog verwiesen wird. Siehe dazu BIMwood HOW-TO Kap. 8 „Weiterer Entwicklungsbedarf“.

\*3 - Vision: Die drei Schichten einer Wand werden gemeinsam eingegeben (die Zusammengehörigkeit muss klar sein). Der Aufbau der Wand muss aber aus gesonderten Schichten erfolgen, die bei einem Wechsel der Anforderung ausgetauscht werden können. Siehe dazu BIMwood HOW-TO Kap. 8 „Weiterer Entwicklungsbedarf“.

\*4 - Zur QS muss die Anford. an des Gesamtsystem prüfbar sein - vertragl. vereinbarte Sollwerte sind dabei zu erfassen.

\*5 - Flächige Ausmasselemente entsprechen Bauteilen. Punktuelle und lineare Ausmasselemente sind aktuell aufgrund der technischen Begrenzung nicht realisierbar. Siehe dazu BIMwood HOW-TO Kap. 8 „Weiterer Entwicklungsbedarf“.

\*6 - Der exakte Informationsbedarf und die Erfassung sind im Zuge der Ausführungsplanung mit dem Holzbaunternehmen detailliert abzuklären. Zum Zeitpunkt der detaillierten Leistungsbeschreibung wäre es ideal, einen Punkt mit Information zu hinterlegen. Dies ist aktuell noch nicht möglich.

\*7 - Die Zusammenführung und Konsolidierung wäre ein zentraler Punkt eines zukünftigen Gesamtkoordinators im Sinne einer digitalen Bauleitung. Siehe dazu BIMwood HOW-TO Kap. 3.3.4 „Rolle der Gesamtleitung“ und Kap. 8



## TASK

## ERSTELLEN EINES ANBOTES MIT DEF. PREIS FÜR DIE GEFORDERTE LEISTUNG

- ▶ Plausibilisierung der Mengen (Modell, LV)
- ▶ Abklären Verfügbarkeiten und Lieferfristen (Material und Produktionskapazitäten)
- ▶ Plausibilisierung der technischen Lösung
- ▶ Kalkulation auf Basis des LVs
- ▶ Angabe Produktauswahl bei Pos. mit „od. glw.“
- ▶ Abklären der Zufahrts- und Anliefersituation
- ▶ Abklären der notwendigen, zur Verfügung stehenden und notwendigen Montagehilfsmittel
- ▶ Zusammenstellen Angebotsdokument



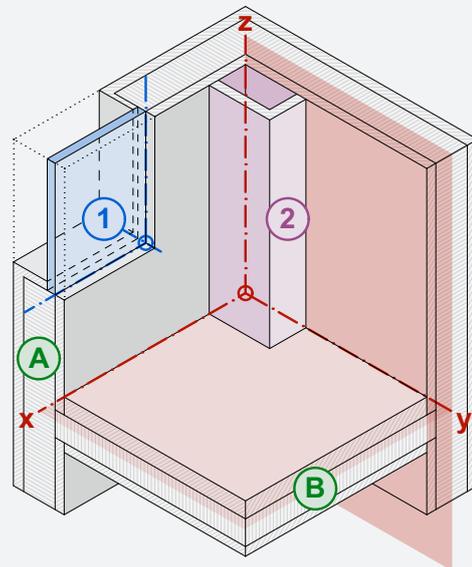
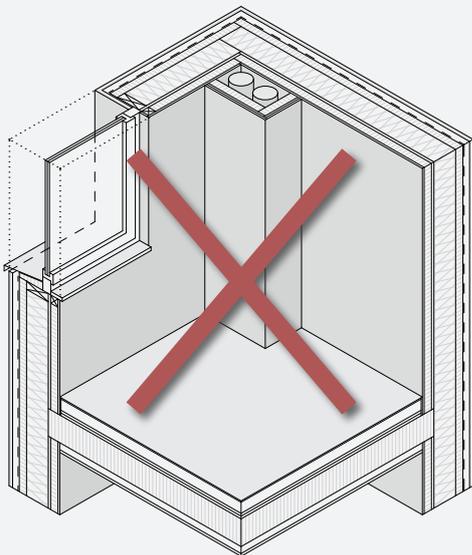
## OUTPUT

## AUSGEFÜLLTES LV

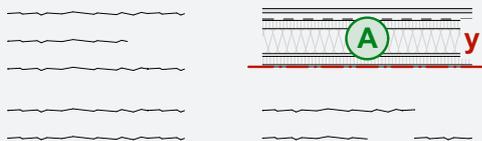
- ▶ Positionsbezogene Preise
- ▶ Angebotene Produktspezifikationen (bei „od. glw.“)
- ▶ Bedenken/Änderungsvorschläge

## ANGEBOTS-UNTERLAGEN

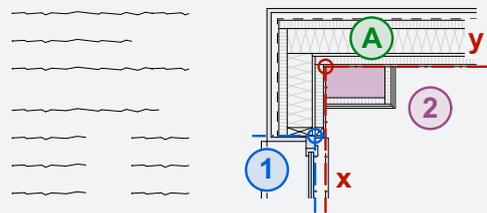
- ▶ Je nach Ausschreibungsspezifikation (Referenzen, ...)



## Bauteilkatalog



## Detailkatalog



## HINWEISE

Da das über Referenzsysteme abgebildete Hüllkörpermodell und die Verlinkung mit Bauteil- und Detailkatalogen aktuell nicht technisch umsetzbar sind, wird ein möglicher Workaround vorgeschlagen:

Die Darstellung erfolgt mittels eines einfachen Hüllkörpermodells ohne Attribute und mit sep. Bauteil- und Detailkatalogen und Leistungsverzeichnis. Allerdings gilt es eine Systematik zu integrieren, dass eine eindeutige Zuordnung zu den Pos. des Leistungsverzeichnisses und dem Bauteil- und Detailkatalog möglich ist. Mit diesem Workaround kann das Sortieren von Informat. reduziert werden, es ist aber keine optimale Lösung im Sinne einer digital basierten Kollaboration.

## ERLÄUTERUNGEN

\*1 - Ein solches Modell ist aktuell technisch noch nicht abbildbar bzw. können Modelle basierend auf Referenzsystemen nicht via IFC an HBU übermittelt werden. Siehe dazu BIMwood HOW-TO Kap. 8 „Weiterer Entwicklungsbedarf“.

\*2 - Aktuell möglich: Verlinkung zwischen einem Bauteil und einem PDF o. a. Dokumenten. Dies muss einzeln oder entl. von Typen erfolgen. Allerdings ist es nicht möglich, dass von Verbindungen (d.h. ein Knoten zwischen zwei oder mehr Bauteilen) auf einen Detailkatalog verwiesen wird. Siehe dazu BIMwood HOW-TO Kap. 8 „Weiterer Entwicklungsbedarf“.

\*3 - Vision: Die drei Schichten einer Wand werden gemeinsam eingegeben (die Zusammengehörigkeit muss klar sein). Der Aufbau der Wand muss aber aus gesonderten Schichten erfolgen, die bei einem Wechsel der Anforderung ausgetauscht werden können. Siehe dazu BIMwood HOW-TO Kap. 8 „Weiterer Entwicklungsbedarf“.

\*4 - Zur QS muss die Anford. an des Gesamtsystem prüfbar sein - vertragl. vereinbarte Sollwerte sind dabei zu erfassen.

\*5 - Flachige Ausmasselemente entsprechen Bauteilen. Punktuelle und lineare Ausmasselemente sind aktuell aufgrund der technischen Begrenzung nicht realisierbar. Siehe dazu BIMwood HOW-TO Kap. 8 „Weiterer Entwicklungsbedarf“.

\*6 - Der exakte Informationsbedarf und die Erfassung sind im Zuge der Ausführungsplanung mit dem Holzbauunternehmen detailliert abzuklären. Zum Zeitpunkt der detaillierten Leistungsbeschreibung wäre es ideal, einen Punkt mit Information zu hinterlegen. Dies ist aktuell noch nicht möglich.

\*7 - Die Zusammenführung und Konsolidierung wäre ein zentraler Punkt eines zukünftigen Gesamtkoordinatorators im Sinne einer digitalen Bauleitung. Siehe dazu BIMwood HOW-TO Kap. 3.3.4 „Rolle der Gesamtleitung“ und Kap. 8

**KOORDINIERTES HÜLLKÖRPER-AUSFÜHRUNGS-MODELL HOLZBAU**

Konsolidiert & freigegeben\*1  
Integrations d. relev. Ang. d. konsolidierten TW- & TGA-Modelles laut Besch.

- ▶ Präzises **abstraktes Modell** aus Volumen definiert über ein Referenzsystem (Referenzpunkte, -achsen, -ebenen) als geometrische Grundstruktur für die Bauteile. Referenzachsen als Grundsystem für das Gebäude (Geschosse, Systeme, Erschliessung, ....). Nicht mit Referenzen versehene Volumen können vernachlässigt werden. \*2
- ▶ **Bauteile als Hüllkörper** definiert mit Referenzachsen und -ebenen und Verweis/Verlinkung/ auf vollständigen Bauteil- oder Detailkatalog.\*3
- ▶ **Bauteile klassifiziert** nach Geschoszugehörigkeit, statischer Funktion (tragend/nicht tragend/ aussteifend) und Lage im Raumgefüge (innen/ausser).
- ▶ **Zuständigkeiten für die Ausführung der Bauteile** in den Attributen der Modellobjekte. Es darf keine Gewerkegrenze durch Modellobjekte geführt werden. Die Zuständigkeit muss im Vergabemodell definitiv festgelegt werden.
- ▶ **Massivbauteile dargestellt als Hüllkörper** des konsol. Rohbaus (Teil des abstrakten Modelles)
- ▶ **Wände durchgehend definiert als dreischichtiger Hüllkörper** \*4
  - ▶ **Achsen** der dreischichtigen Wand gelten für alle drei Schichten (es ist eine Achse, die für alle drei Schichten gültig ist, anzugeben; diese Achse kann somit auch ausserhalb der einer Schichten liegen. Diese Achsen müssen auch im Bauteil- und Detailkatalog abgebildet werden. (S)
  - ▶ **Tragende Schicht** (abhängig vom Tragwerksmodell) durchgehend abbilden. Definition und Abbildung **zwingender Schnittstellen oder Knoten** (z.B.: Auflager) als Schnittpunkte oder Schnittlinien von Referenzachsen und -ebenen → die Knoten sind nicht detailliert im Modell abzubilden (Knoten ist im Detailkatalog detaill. dargestellt, Verweis/Verlinkung/ auf das entspr. Detail im Bauteil- oder Detailkatalog.\*3
  - ▶ **Öffnungen** (Fenster/Türen/Verglasungen) als Hüllkörper definiert. Das Mass für die Öffnungsgrösse ist grundsätzlich als Rohbaumass anzugeben. Das Rohbaumass oder ein allfällig anderes verwendetes Mass und das zugeordnete Achsensystem muss im Detailkatalog definiert und abgebildet werden.
- ▶ **Punktuelle, lineare oder flächige „Ausmasselemente“** mit Typenbezeichnung mit Verweis/ Verlinkung auf Bauteil- oder Detailkatalog zur Verortung von Verbindungen, linearen Bauelementen, Trennschichten, Oberflächenbehandlungen, etc. \*5

**BAUTEILKATALOG**

Vollständig, konsolidiert & freigegeben  
Kann ggfs. in den Detailkatalog integriert werden

- ▶ Erfassung **aller Modellelemente/Bauteile** und zugehörigen relevanten Informationen inklusive der durchgängigen und vollständigen Wiedergabe der Referenzpunkte, -achsen, -ebenen. Sowie Definition der drei Schichten (innere/äussere Bekleidung/Kernschicht).
- ▶ **Materialisierung:** Angabe der für die eindeutige Bestimmung des Typs spezifisch notwendigen Informationen (wie z.B.: Wärmeleitfähigkeit für Dämmungen, Festigkeitsklassen von Holz, Oberflächen,...) Nicht relevante Informationen sind wegzulassen! Oberflächenbehandlungen, etc. sind als Ausmasselemente abzubilden.
- ▶ **Abmessungen der Schichten**
- ▶ Nicht zu realisierende Bauteilaufb. (Varianten, Datenmüll, Testaufbauten) sind nicht darzustellen

**TGA-ANGABEN**

Vollständig, konsolidiert & freigegeben  
Integriert in das Hüllkörperausführungsmodell

- ▶ Exakte **Position von Aussparungen als Rohbaubemessung** und Angabe des Typen mit Verweis/Verlinkung auf den Detailkatalog (inkl. Angabe des jeweiligen Abschottungssystems). Zuständigkeit (Architektur, Tragwerk, Holzbaunternehmen) für notwendige Auskleidungen und Materialisierung (aus Sicht z.B.: Brandschutz/Schallschutz/Tragwerk/etc.) müssen vorgängig vom Koordinator geklärt werden. (DETAIL AUSSPARUNG und SCHACHT)
- ▶ Exakte Angabe von **Revisionsöffnungen** und Lage von vollflächigen Öffnungen inklusive Verweis/Verlinkung auf Detailkatalog
- ▶ Exakte Angabe von Lage, Typ und Lasten von allen **Haustechnikkomponenten** mit Relevanz für den Holzbau (Befestigungen, Ausholzungen) mit Angabe der Befestigungspunkte und Verweis/ Verlinkung auf Detailkatalog für detaillierte Spezifikationen.\*6
- ▶ Angabe der Lage, Referenzachsen, Typ und Durchmesser/Dimension von **in der Vorfertigung zu integrierenden Haustechnikinstallationen** (wie z. B. Elektroleitungen, Apparate, Leitungen, etc.) und ggfs. Verweis/Verlinkung auf Detailkatalog für detaillierte Spezifikationen.
- ▶ Kennzeichnung/Markierung von **Details an Zonenschnittpunkten/-linien/-flächen**. Änderungen im Zuge der Werkstattpl. bedürfen disziplinenüberg. Beurteilung = Kollisionsvermeidung);

**DETAILKATALOG**

Vollständig, konsolidiert & freigegeben

- ▶ Erfassung aller **2D-Details und 3D-MockUp-Modelle** (für 3-dimensionale Knoten) und zugehörigen relevanten Informationen inklusive der durchgängigen und vollständigen Wiedergabe der Referenzpunkte, -achsen, -ebenen als geometrische Grundstruktur für die Details. Sowie Definition der drei Schichten (innere/äussere Bekleidung/Kernschicht). \*1b
- ▶ Wiedergabe der **Bauteilaufbauten** (siehe Bauteilkatalog)
- ▶ Darstellung Einbauteile in Wänden, Decken, etc. mit durchgängiger und vollständiger Wiedergabe der Referenzpunkte, -achsen, -ebenen für geometrische Referenzierung
- ▶ Darstellung der konsolidierten (\*7) **konstruktiven und statischen Details** zur Nachvollziehbarkeit des statischen Systems
- ▶ Darstellung aller konsolidierten (\*7) **konstruktiven und statischen Anschlussdetails** und einzelne Komponenten (z. B. Stahlteile)
- ▶ Darstellung von **Verklebungen, Abdichtungen, Verschraubungen**, etc. als Ausmasselemente

**SONSTIGE UNTERLAGEN**

- ▶ Konsolidierter Terminplan mit Bauablauf
- ▶ Konsolidierter Bauablauf mit TGA zur Identifikation allfälliger Schnittstellen. Kritische Punkte dokumentiert als Skizze oder 2D-/3D-Mockup.
- ▶ Baustelleneinrichtungsplan (ev. integriert im Modell) inkl. der Baustellenlogistik

**HINWEISE**

Da das über Referenzsysteme abgebildete Hüllkörpermodell und die Verlinkung mit Bauteil- und Detailkatalogen aktuell nicht technisch umsetzbar sind, wird ein möglicher Workaround vorgeschlagen:

Die Darstellung erfolgt mittels eines einfachen Hüllkörpermodells ohne Attribute und mit sep. Bauteil- und Detailkatalogen und Leistungsverzeichnis. Allerdings gilt es eine Systematik zu integrieren, dass eine eindeutige Zuordnung zu den Pos. des Leistungsverzeichnisses und dem Bauteil- und Detailkatalog möglich ist. Mit diesem Workaround kann das Sortieren von Informat. reduziert werden, es ist aber keine optimale Lösung im Sinne einer digital basierten Kollaboration.

**ERLÄUTERUNGEN**

\*1 - Alle Angaben sind verbindlich und definitiv zu tätigen: Das Wort Vorabzug, etc. ist nicht zulässig! Das konsolidierte und freigegebene Modell entspricht einem „GUT ZUM BAU“!!

\*2 - Ein solches Modell ist aktuell technisch noch nicht abbildbar bzw. können Modelle basierend auf Referenzsystemen nicht via IFC an den HBU übermittelt werden. Siehe dazu BIMwood HOW-TO Kap. 8 „Weiterer Entwicklungsbedarf“.

\*3 - Aktuell möglich: Verlinkung zwischen einem Bauteil und einem PDF o. a. Dokumenten. Dies muss einzeln oder entl. von Typen erfolgen. Allerdings ist es nicht möglich, dass von Verbindungen (d.h. ein Knoten zwischen zwei oder mehr Bauteilen) auf einen Detailkatalog verwiesen wird. Siehe dazu BIMwood HOW-TO Kap. 8 „Weiterer Entwicklungsbedarf“.

\*4 - Die Vision ist es, die drei Schichten einer Wand werden gemeinsam eingegeben (die Zusammengehörigkeit muss klar sein). Der Aufbau der Wand muss aber aus gesonderten Schichten erfolgen, die bei einem Wechsel der Anforderung ausgetauscht werden können. Siehe dazu BIMwood HOW-TO Kap. 8 „Weiterer Entwicklungsbedarf“.

\*5 - Flächige Ausmasselemente entsprechen Bauteilen. Punktuelle und lineare Ausmasselemente sind aktuell aufgrund der technischen Begrenzung nicht realisierbar. Siehe dazu BIMwood HOW-TO Kap. 8 „Weiterer Entwicklungsbedarf“.

\*6 - Der exakte Informationsbedarf und die Erfassung sind im Zuge der Planung der Ausführungsplanung mit dem Holzbaunternehmen detailliert abzuklären.

\*7 - Die Zusammenführung und Konsolidierung wäre ein zentraler Punkt eines zukünftigen Gesamtkoordinators im Sinne einer digitalen Bauleitung. Siehe dazu BIMwood HOW-TO Kap. 3.3.4 „Rolle der Gesamtleitung“ und Kap. 8



TASK

## ERSTELLEN DES PRODUKTIONSMODELLES HOLZBAU

**Werkstattvorplanung:**

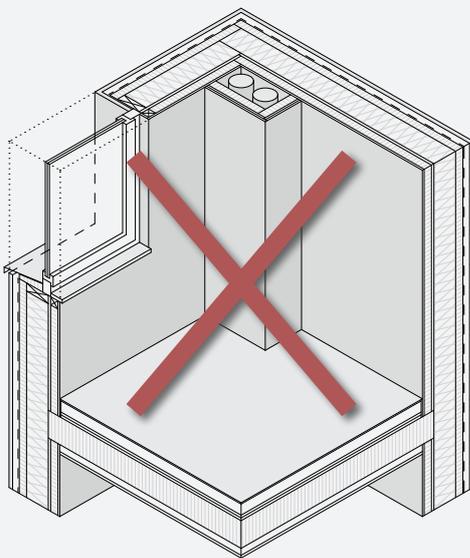
- ▶ Plausibilisieren, spezifizieren und detaillieren von Bauteil- und Detailkatalog (Verfügbarkeit, Produktion, Montage, Logistik)
- ▶ Einpflegen aller geplanten Leistungswerte (Nutzung, Brandschutz, Schallschutz/Akustik, Wärmeschutz, Dauerhaftigkeit, Nachhaltigkeit/Ökologie)



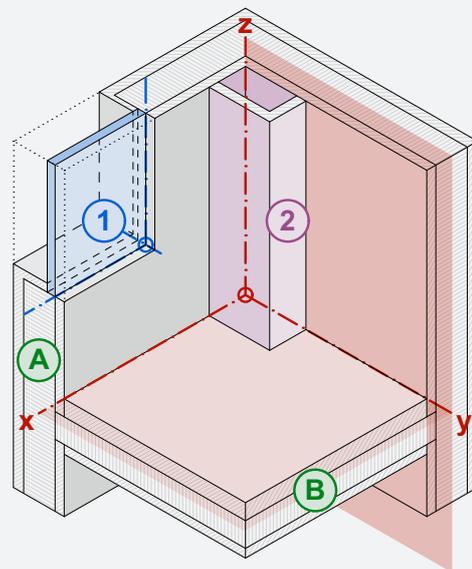
OUTPUT

## PRODUKTIONSMODELL

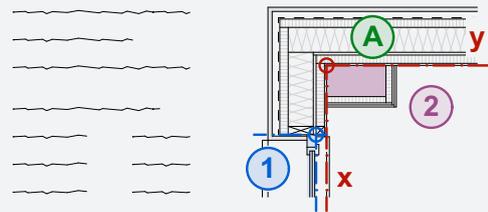
- ▶ Materialbestellung inkl. Montagematerial und Verbindungsmittel
- ▶ Planausgaben für Produktion (zusammenfassende grafische Übersicht)
- ▶ Maschinendaten
- ▶ Planausgaben für Montage
- ▶ Planausgaben für Logistik



Bauteilkatalog



Detailkatalog



## HINWEISE

Da das über Referenzsysteme abgebildete Hüllkörpermodell und die Verlinkung mit Bauteil- und Detailkatalogen aktuell nicht technisch umsetzbar sind, wird ein möglicher Workaround vorgeschlagen:

Die Darstellung erfolgt mittels eines einfachen Hüllkörpermodells ohne Attribute und mit sep. Bauteil- und Detailkatalogen und Leistungsverzeichnis. Allerdings gilt es eine Systematik zu integrieren, dass eine eindeutige Zuordnung zu den Pos. des Leistungsverzeichnisses und dem Bauteil- und Detailkatalog möglich ist. Mit diesem Workaround kann das Sortieren von Informat. reduziert werden, es ist aber keine optimale Lösung im Sinne einer digital basierten Kollaboration.

## ERLÄUTERUNGEN

\*1 - Alle Angaben sind verbindlich und definitiv zu tätigen: Das Wort Vorabzug, etc. ist nicht zulässig! Das konsolidierte und freigegebene Modell entspricht einem „GUT ZUM BAU“!!

\*2 - Ein solches Modell ist aktuell technisch noch nicht abbildbar bzw. können Modelle basierend auf Referenzsystemen nicht via IFC an den HBU übermittelt werden. Siehe dazu BIMwood HOW-TO Kap. 8 „Weiterer Entwicklungsbedarf“.

\*3 - Aktuell möglich: Verlinkung zwischen einem Bauteil und einem PDF o. a. Dokumenten. Dies muss einzeln oder entl. von Typen erfolgen. Allerdings ist es nicht möglich, dass von Verbindungen (d.h. ein Knoten zwischen zwei oder mehr Bauteilen) auf einen Detailkatalog verwiesen wird. Siehe dazu BIMwood HOW-TO Kap. 8 „Weiterer Entwicklungsbedarf“.

\*4 - Die Vision ist es, die drei Schichten einer Wand werden gemeinsam eingegeben (die Zusammengehörigkeit muss klar sein). Der Aufbau der Wand muss aber aus gesonderten Schichten erfolgen, die bei einem Wechsel der Anforderung ausgetauscht werden können. Siehe dazu BIMwood HOW-TO Kap. 8 „Weiterer Entwicklungsbedarf“.

\*5 - Flächige Ausmasselemente entsprechen Bauteilen. Punktuelle und lineare Ausmasselemente sind aktuell aufgrund der technischen Begrenzung nicht realisierbar. Siehe dazu BIMwood HOW-TO Kap. 8 „Weiterer Entwicklungsbedarf“.

\*6 - Der exakte Informationsbedarf und die Erfassung sind im Zuge der Planung der Ausführungsplanung mit dem Holzbaununternehmen detailliert abzuklären.

\*7 - Die Zusammenführung und Konsolidierung wäre ein zentraler Punkt eines zukünftigen Gesamtkoordinatorators im Sinne einer digitalen Bauleitung. Siehe dazu BIMwood HOW-TO Kap. 3.3.4 „Rolle der Gesamtleitung“ und Kap. 8