

Masterarbeit

Kooperation von einem Zimmereibetrieb mit
einem Raummodulhersteller

Leonhard Huetz

2018

Universität für künstlerische und industrielle Gestaltung – Kunstuniversität Linz
Institut für Raum und Design
überholz – Universitätslehrgang für Holzbaukultur

Kooperation von einem Zimmereibetrieb mit einem Raummodulhersteller

Analyse und Darstellung der Schnittstellen bei der Errichtung einer
Wohnanlage

Ing. Leonhard Huetz
1643544

Masterarbeit

Zur Erlangung des akademischen Grades
„Master of Science (MSc) Culture Timber Architecture“

Betreuung: Dipl.-Ing. Konrad Merz

Unterschrift des Betreuers:

Datum der Approbation: 18.07.2018

Linz 2018

KURZFASSUNG

Im walddreichen Österreich ist Holz seit jeher ein fester Bestandteil der Baukultur. Das dazugehörige Handwerk hat eine lange Tradition und übt sich von Beginn an in der weitgehenden Vorfertigung der Bauteile. Durch die Verlagerung der Produktionsschritte in die Werkstatt, wird es ermöglicht, neue Fertigungstechnologien anzuwenden und mit computergesteuerten Anlagen die Prozesse zu automatisieren.

Die Holzbaubranche ist stark durch kleinere und mittlere Unternehmen geprägt, die regional tätig sind und teils nur eine eingeschränkte Infrastruktur zur Verfügung haben. Dadurch fällt es den Betrieben auch schwer, den Bedarf an Wohnbauten in verdichteter Form zu stillen, die zunehmend in den ländlichen Regionen gefragt sind.

Mit Blick auf diese Ausgangssituation soll durch eine Kooperation die Möglichkeit für einen kleinen, regionalen Holzbaubetrieb geschaffen werden, eine Wohnanlage mit zwölf Einheiten zu erstellen. Der Raummodulhersteller richtet mittels industriell vorgefertigten Raumzellen ein Gebäude auf, dessen Arbeiten vor Ort durch das Holzbauunternehmen koordiniert werden und mit Fassaden-, Balkon- und Dachkonstruktionen ergänzt und fertig gestellt werden.

In der vorliegenden Arbeit werden die Prozesse und Schnittstellen bei drei Kooperationsmodellen mit unterschiedlichen Vorfertigungsgraden veranschaulicht und anschließend analysiert und verglichen. Vorangestellt ist die Vorstellung eines Beispielprojektes Wohnanlage mit zwölf Einheiten und die Grundlagen der Produktion und Vorfertigung von Raummodulen. Als Basis der Zusammenarbeit zwischen Holzbaubetrieb und Raummodulhersteller werden die beiden Themen holzbaugerechter Planungsprozess und Kooperation und Outsourcing näher beleuchtet.

ABSTRACT

In well-wooded Austria timber has always been an integral part of the building culture. The associated craft has a long tradition and is practiced from the beginning in extensive prefabrication of the components. By transferring the production steps to the factory, it is possible to apply new production technologies and to automate the processes with computer-controlled systems.

The timber construction industry is strongly influenced by small and medium-sized companies that operate regionally and partly have only a limited infrastructure available. This also makes it difficult for companies to satisfy the demand for residential buildings in a condensed form, which are increasingly in demand in rural areas.

In view of this initial situation, a cooperation is to create the opportunity for a small, regional timber construction company to create a residential complex with twelve units. The room module manufacturer uses industrially prefabricated room cells to erect a building whose work is coordinated on-site by the timber construction company and supplemented and completed with façade, balcony and roof structures.

In the present work, the processes and interfaces of three cooperation models with different degrees of prefabrication are illustrated and subsequently analyzed and compared. Preceding is the presentation of a sample project residential complex with twelve units and the basics of production and prefabrication of room modules. As a basis for the cooperation between the timber construction company and the space module manufacturer, the two themes of wood-based planning process and cooperation and outsourcing are highlighted.

INHALTSVERZEICHNIS

01_VORWORT	08
02_PROJEKTVORSTELLUNG WOHNANLAGE	13
02.01_Vorstellung Beispielprojekt	
02.02_Projektbeschreibung	
02.03_Plandarstellung	
03_GRUNDLAGEN PRODUKTION - VORFERTIGUNG IM RAUMMODULBAU	23
03.01_Industrielles Bauen - Raummodule	
03.02_Fertigungsstraße	
03.03_Vorfertigungsgrade	
04_HOLZBAUGERECHTER PLANUNGSPROZESS	31
04.01_Besonderheiten beim Bauen mit Holz	
04.02_Optimierung des Planungsprozesses im Holzbau	
04.03_Koordination und Integration	
05_KOOPERATION UND OUTSOURCING	37
05.01_Partnerschafts- und Kooperationspotential	
05.02_Partnerschaftsprozesse	
05.03_Synergien von Partnerschaft und Kooperationen in der Bauwirtschaft	
05.04_Outsourcing	
06_PROJEKTMANAGEMENT: WERKZEUGE FÜR DIE PROJEKTDARSTELLUNG	44
06.01_Organisationsmanagement	
06.02_Projektstrukturplanung	
06.03_Terminmanagement	

07_KOOPERATIONSMODELL ROHBAUMODUL	50
07.01_Rohbaumodul	
07.02_Organisationsmanagement	
07.03_Projektstrukturplan Rohbaumodul	
07.04_Ablauf- und Terminplanung Rohbaumodul	
08_KOOPERATIONSMODELL HALBFERTIGMODUL	57
08.01_Halbfertigmodul	
08.02_Organisationsmanagement	
08.03_Projektstrukturplan Halbfertigmodul	
08.04_Ablauf- und Terminplanung Halbfertigmodul	
09_KOOPERATIONSMODELL SCHLÜSSELFERTIGES MODUL	64
09.01_Schlüsselfertiges Modul	
09.02_Organisationsmanagement	
09.03_Projektstrukturplan Schlüsselfertiges Modul	
09.04_Ablauf- und Terminplanung Schlüsselfertiges Modul	
10_ANALYSE UND VERGLEICH	71
10.01_SWOT-Analyse	
10.02_Vergleich der Vorfertigungsgrade	
11_CONCLUSIO	82
11.01_Persönliche Schlussfolgerung	
11.02_Ausblick	
LITERATURVERZEICHNIS	91
ABBILDUNGSVERZEICHNIS	92



01_VORWORT

01_VORWORT

Die Baubranche und im speziellen die Holzbaubranche befindet sich in einem Umbruch. Der Trend geht in Richtung industrielle Fertigung, sowohl von Baustoffen und Bauelementen als auch ganzen Systemen.

Dem gegenüber steht, vor allem im ländlichen Raum, eine Struktur von holzverarbeitenden Handwerksbetrieben. 86,3 % dieser Holzbaubetriebe sind Kleinunternehmen und haben nur 0 bis 9 Beschäftigte¹.

Durch ihre regionale Verwurzelung mit dem überwiegenden Haupttätigkeitsbereich in der Errichtung von Einfamilienhäusern, Aufstockungen, Umbauten und Sanierungen, tragen diese Betriebe zur Stabilität des Arbeitsmarktes bei.

Weitere Stärken dieser kleinteiligen Struktur der Handwerksbetriebe liegen in ihrem Engagement und ihrer Flexibilität. Die Holzbaubetriebe gehen mit Kreativität und Innovationsgeist auf ihre Kunden ein und bieten qualitative Lösungen und regionale Wertschöpfung.

Zu den Schwächen zählen teils fehlende Infrastruktur in Büro und Produktion und geringe Kapazitäten für umfangreiche Bauwerke.

Zudem sind kleine Betriebe häufig ungenügend mit Information versorgt und das methodische Wissen ist meist bruchstückhaft.

Diese Nachteile erschweren den Zugang zur Errichtung von großvolumigen Bauten die zunehmend in der ländlichen Region gefragt sind.

Speziell im Wohnungsbau geht die Tendenz in Richtung verdichtete Bauweise. Kleine Wohnanlagen mit leistbaren Einheiten erfreuen sich nachhaltiger Beliebtheit.



Abbildung 1: Rohstofflieferant Wald



Abbildung 2: Sägewerk, Bandsäge



Abbildung 3: Elementfertigung für Module, Blumer-Lehmann AG / Schweiz

¹ Wirtschaftskammer Österreich - Stabsabteilung Statistik: Holzbau: Branchendaten Stabsabteilung Statistik September 2017. Wiedner Hauptstraße 63, 1045 Wien 2017, S. 16

Aus dem Bestreben heraus, diesen Bedarf an Wohnbauten im ländlichen Bereich decken zu können, entsteht der Ansatz, die beiden vermeintlichen Gegensätze, industrielle Fertigung und Handwerk, zu kombinieren und die Vorteile beider Seiten durch eine Kooperation zu nutzen.

Bei dieser Zusammenarbeit wird durch den Raummodulhersteller mittels industriell vorgefertigten Raummodulen eine Wohnanlage errichtet und durch den regionalen Holzbaubetrieb werden die Arbeiten vor Ort koordiniert und fertig gestellt.

Auf diese Weise ist es dem Holzbauer möglich, größere Bauten ohne Einschränkung seiner Kapazität auszuführen und auf das Knowhow und die qualitativ hochwertige und bauzeitparende Werksfertigung zurückzugreifen.

Neben der höheren Auslastung der Infrastruktur des Raummodulherstellers zeigt sich das Netzwerk des Holzbauers vor Ort als Vorteil. Weiters ergibt sich für den Modulhersteller eine Verkürzung der Arbeitszeit auf der teils weit entfernten Baustelle.



Abbildung 4: Modulfertigung, Blumer-Lehmann AG / Schweiz



Abbildung 5: Montage der Module, Kaufmann Bausysteme, Reuthe, Vorarlberg



Abbildung 6: Modulbau Hotel Katharinenhof, Dornbirn, Vorarlberg

PROBLEMSTELLUNG

Für die Errichtung von mehrgeschossigen Wohnbauten in Holz wird ein umfangreiches Wissen und Erfahrung benötigt. Neben bauphysikalischen Parametern sind Themen wie Schallschutz, Brandschutz, Statik und Tragwerksplanung relevant für einen Projekterfolg.

Kleine Holzbaubetriebe verfügen mitunter weder über die notwendige Anzahl an Mitarbeitern, noch über die Kapazität an Produktions- und Lagerflächen zur eigenen Fertigung von Gebäuden in verdichteter Bauweise.

Folgende Alternative stehen zur Wahl:

01_Große Investition in die Betriebsinfrastruktur

02_Die Verwendung von industriell vorgefertigtem Brettsperrholz und anschließender Ausbau auf der Baustelle

03_Zusammenarbeit mit anderen Holzbaubetrieben

„Der zwar noch langsam, aber stetig steigende Anteil von mehrgeschossigen Holzgebäuden wird wahrscheinlich mittel- bis langfristig zu einer stärker industrialisierten Fertigung in diesem Marktsektor führen.“²

ZIELSETZUNG

Das Ziel dieser Arbeit ist die Verbindung der Vorteile aus der industriellen Fertigung mit dem regionalen Handwerk.

Durch die Kooperation von einem Holzbaubetrieb und einem Raummodulhersteller sollen die Synergien zum Nutzen aller Projektbeteiligten eingesetzt werden.

FRAGESTELLUNG

Für die Umsetzung einer Kooperation ist das Wissen um die Abläufe und Schnittstellen wesentlich.

Durch die Darstellung und Analyse wird für den Holzbaubetrieb eine Entscheidungsgrundlage geschaffen.

Welchen Prozess durchläuft ein Projekt bei einer Kooperation von einem kleinen Zimmereibetrieb mit einem Hersteller von Raummodulen?

Welche Unterschiede ergeben sich bei der Wahl der einzelnen Vorfertigungsgrade?

² Kaufmann, Hermann/Krötsch, Stefan/Winter, Stefan: Atlas Mehrgeschossiger Holzbau. München 2017, S. 148

ABGRENZUNG

Voraussetzung für die Arbeit ist ein fertiger Architekturentwurf, dessen Struktur auf Raummodulen aufbaut.

Der Vergleich der Kosten der unterschiedlichen Raummodule ist nicht Bestandteil dieser Masterarbeit.

AUFBAU DER ARBEIT / VORGEHENSWEISE

Als Grundlage für die Masterthesis wird am Anfang das Beispielprojekt Wohnanlage vorgestellt. Mit den beiden Wohnungstypen und insgesamt zwölf Einheiten veranschaulicht das Gebäude das Ausmaß und die konstruktive Durchführbarkeit der Typologie Wohnbau mit Raummodulen. Anhand des Projektes werden im weiteren Verlauf der Arbeit die Grundlagen und Prozesse dargestellt und erklärt.

In den nachfolgenden zwei Kapiteln wird die Basis für den vorgefertigten Modulbau erläutert. Beginnend mit dem Thema Grundlagen der Produktion – Vorfertigung im Raummodulbau zeigt sich die Entwicklung von der klassischen, traditionellen Vorfertigung hin zur industriellen Produktion. Dabei wird vor allem auf die genauere Betrachtung der Fertigungsstraße in der Werkhalle Wert gelegt und deren Abläufe vermittelt.

Der räumliche Wechsel der Arbeitsstätte – von der Baustelle in die geschützte Fertigungshalle – benötigt eine andere Vorgehensweise in der Planung und Koordination. Auf diese Besonderheiten beim Bauen mit Holz wird im Abschnitt Holzbaugerechter Planungsprozess eingegangen.

Zur Umsetzung eines Bauwerkes in der Größe der beispielhaften Wohnanlage benötigt ein kleiner Holzbaubetrieb einen Projektpartner. Durch die Bündelung der Kapazitäten, besseren Ausnutzung der Infrastruktur des Fertigungsbetriebes und der regionalen Vernetzung des Holzbaubetriebes entstehen hier Synergien, die einer eigenen Ansicht bedürfen und im Kapitel Kooperation und Outsourcing beschrieben werden.

Der Hauptteil der Arbeit beschäftigt sich mit der Darstellung der Projektstrukturen und der Termin- und Ablaufpläne mittels Methoden aus dem Projektmanagement. Dabei werden die Werkzeuge für die Projektdarstellung erläutert. Tiefergehend wird auf die Themen Organisationsmanagement, Projektstrukturplanung und Terminmanagement eingegangen. Anschließend erfolgt die grafische Illustration von drei Kooperationsmodellen anhand der vorgestellten Projektmanagement-Methoden. Als Grundlage der Modelle dienen drei Vorfertigungsgrade der Raummodule: das Rohbaumodul als schnell aufgebaute Kubatur mit individuellem Ausbau vor Ort, das Halbfertigmodul mit schon größtenteils integriertem Innenausbau, und das schlüsselfertige Modul mit Möblierung.

Aufbauend auf der Veranschaulichung der Prozesse und Abläufe erfolgt im Kapitel Analyse und Vergleich die Gegenüberstellung der drei Kooperationsmodelle. Die Ausarbeitung der Vor- und Nachteile bzw. Besonderheiten der einzelnen Varianten, soll eine Erleichterung bei der Auswahl eines Vorfertigungsgrades für ein neues Projekt schaffen.

Im abschließenden Kapitel erfolgt eine persönliche Schlussfolgerung und ein Ausblick für den Raummodulbau in Holz.



02_PROJEKTVORSTELLUNG WÖHNANLAGE

02_PROJEKTVORSTELLUNG WOHNANLAGE

02.01_VORSTELLUNG BEISPIELPROJEKT

Das nachfolgende Projekt dient in der weiteren Masterthesis als Grundlage, den Modulbau und seine einhergehende besondere Vorfertigung, Planung und Projektabwicklung an einem Beispiel exemplarisch darzustellen.

Der Umfang und die Größe des Projektes wurden so gewählt, dass es auch ein kleines Holzbauunternehmen mit einer Mitarbeiteranzahl von ca. fünf bis zehn Mitarbeitern mit einem Raummodulhersteller als Kooperationspartner umsetzen kann, ohne seine Kapazitäten über Monate zu binden.

02.02_PROJEKTBE SCHREIBUNG

Die dreigeschossige Wohnanlage beherbergt 12 Wohnungen. Der symmetrische Aufbau gliedert die beiden 2-Zimmer-Wohnungen in der Mitte und die 3-Zimmer-Wohnungen an den Stirnseiten des Gebäudes. Die drei Geschosse sind in ihrem Gefüge ident.

Die Erschließung erfolgt über ein offenes Stiegenhaus und anschließendem Laubengang.

Das direkte „Vorbeigehen“ an den Zimmerfenstern wird durch die Errichtung von Lichtschächten unterbunden.

Einzelne Stege führen zu den separaten Wohnungseingängen. Zusätzlich ermöglicht ein Lift die barrierefreie Erschließung.

Der langgestreckte Baukörper ist mit einer Holzfassade verkleidet. Die feingliedrige Balkonkonstruktion ist in Holz gefertigt und die Balkonbrüstungen in Flachstahl mit einer Anthraziten Pulverbeschichtung.

Der Laubengang wird mit Betonfertigteilen und einem Geländer in Flachstahl ausgeführt.

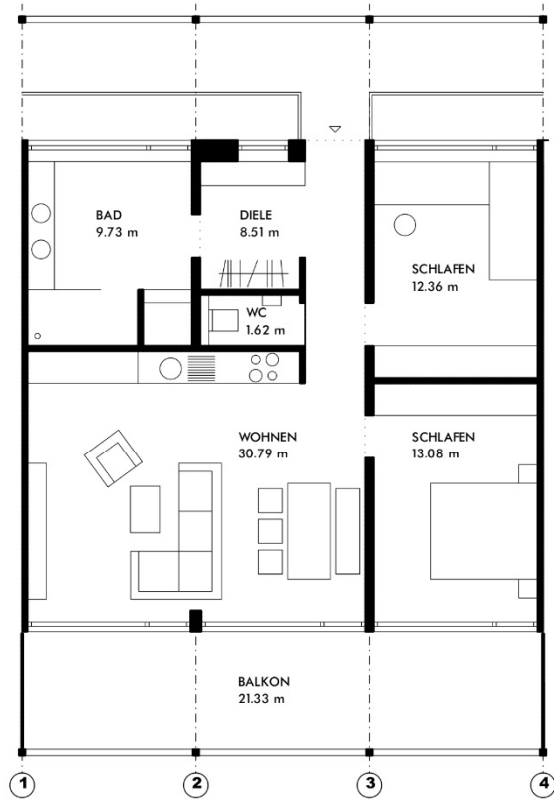
Der Wohn-Koch-Essbereich ist südseitig zum Balkon orientiert und raumhoch verglast. Bad und Schlafzimmer befinden sich auf der Nordseite und werden über ein höher positioniertes Fensterband belichtet und belüftet.

Die Oberflächen im Innenbereich sind an den Wänden teils Sichtholzoberflächen bzw. Trockenbauwände. Die Deckenuntersichten sind in Brettsperholz Fichte Sichtqualität. Die Böden werden im Wohn- und Schlafbereich mit Eichenparkett und in den Bädern mit großformatigen Fliesen ausgeführt.

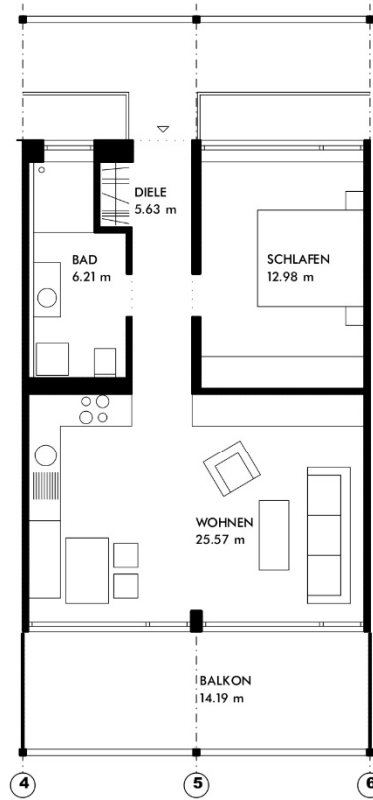
Projekt Daten:

Fläche (BGF)	1368,09 m ²
Fläche (NGF)	972,00 m ²
Fläche Wohnung A	76,09 m ²
Fläche Wohnung B	50,39 m ²
Kubatur	4807,62 m ³
Anzahl	12 Wohnungen
Wohnungstyp A	6 Wohnungen
Wohnungstyp B	6 Wohnungen
Module	30 Stk.

02.03_PLANDARSTELLUNG



WOHNUNG A



WOHNUNG B

Abbildung 7: Wohnungstypen



Abbildung 8: Regelgeschoss

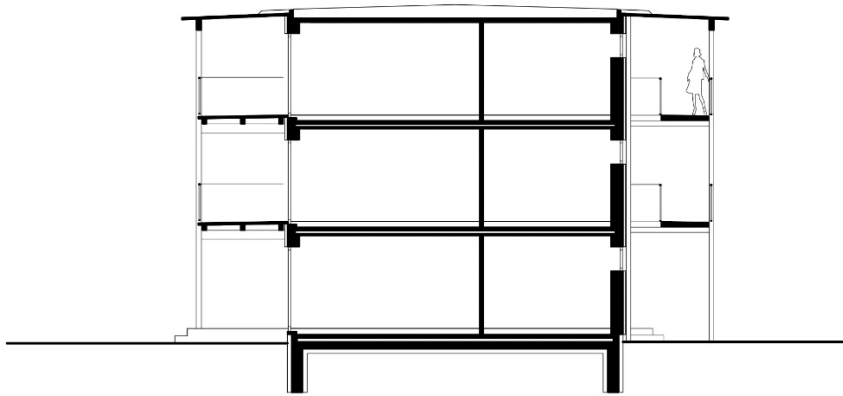


Abbildung 9: Schnitt

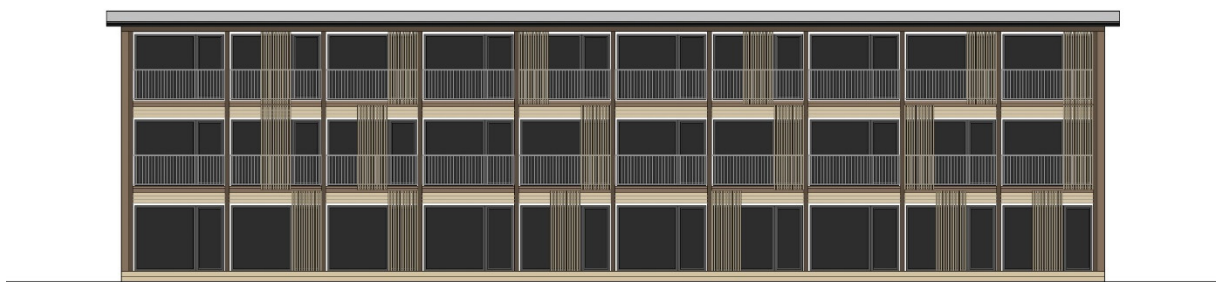


Abbildung 10: Ansichten

DETAILAUSARBEITUNG ÜBERSICHT

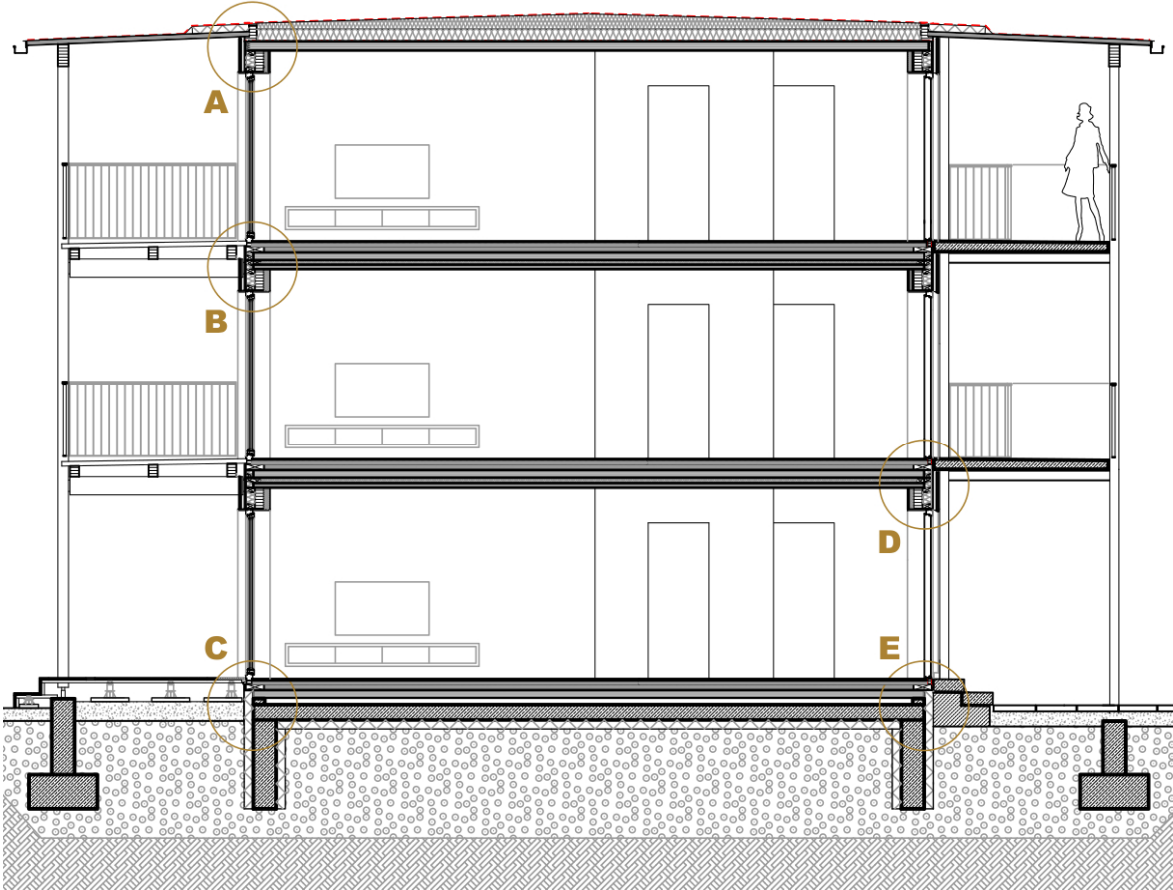


Abbildung 11: Schnitt mit Lage der Details

DETAIL A_TRAUFENANSCHLUSS

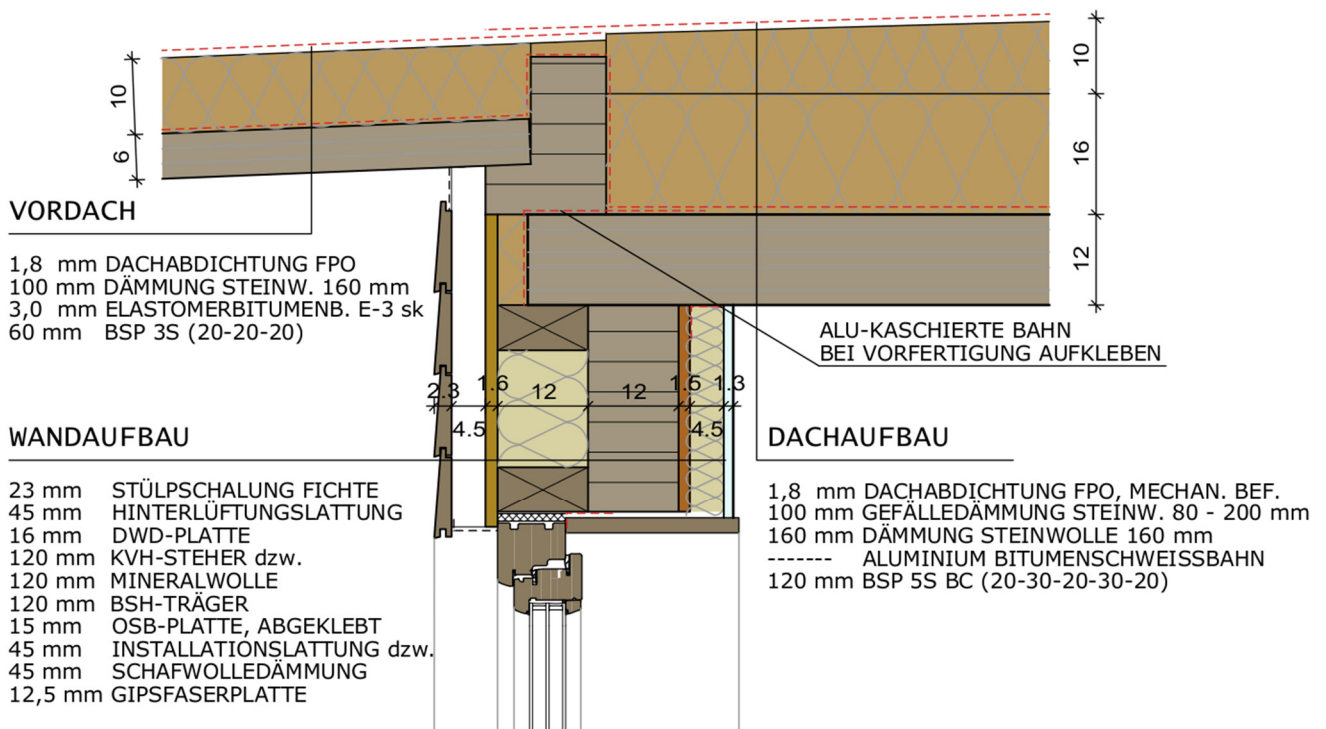


Abbildung 12: Detail A M 1:10

DETAIL B_BALKONANSCHLUSS

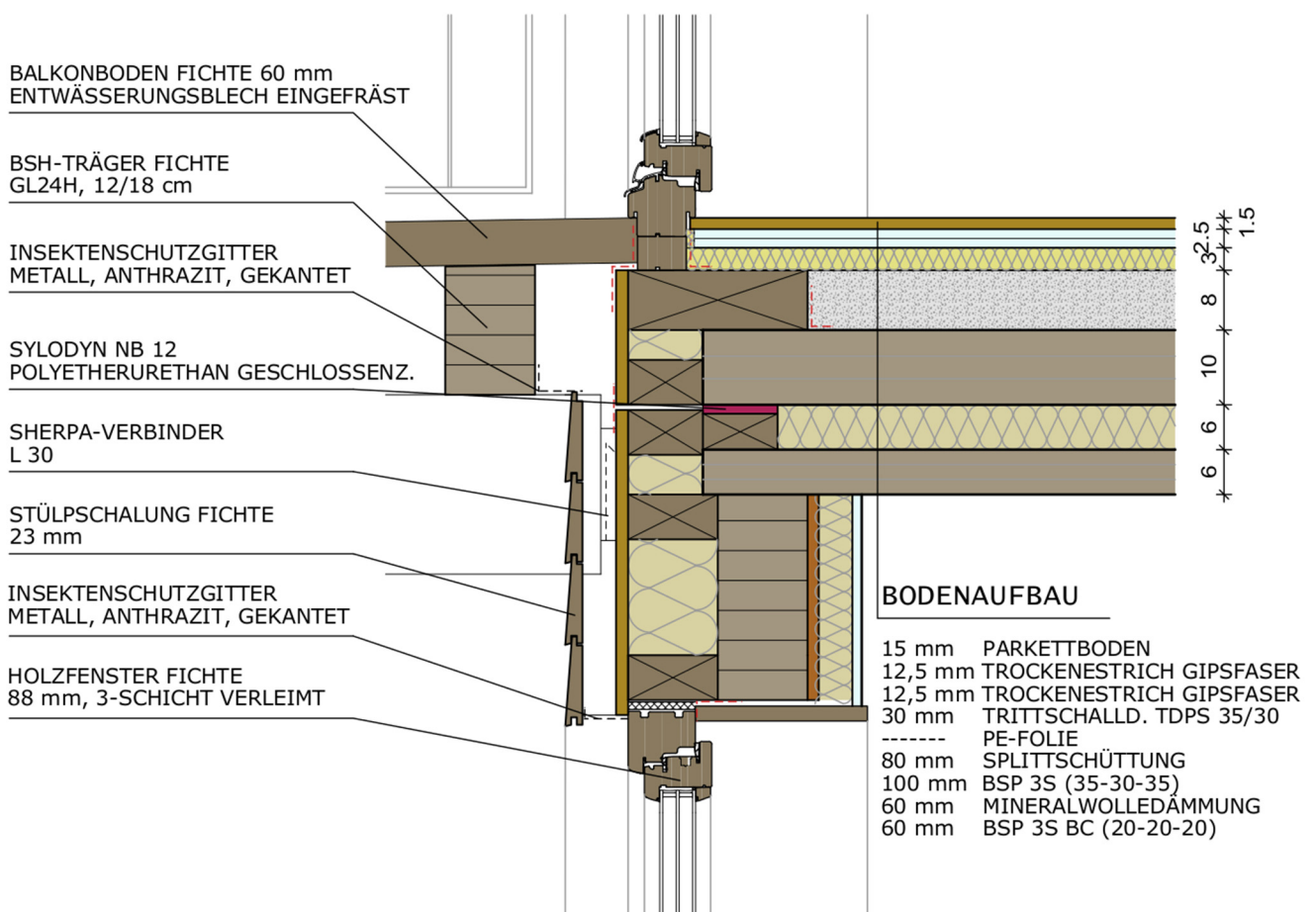


Abbildung 13: Detail B M 1:10

DETAIL C_SOCKELANSCHLUSS TERRASSE

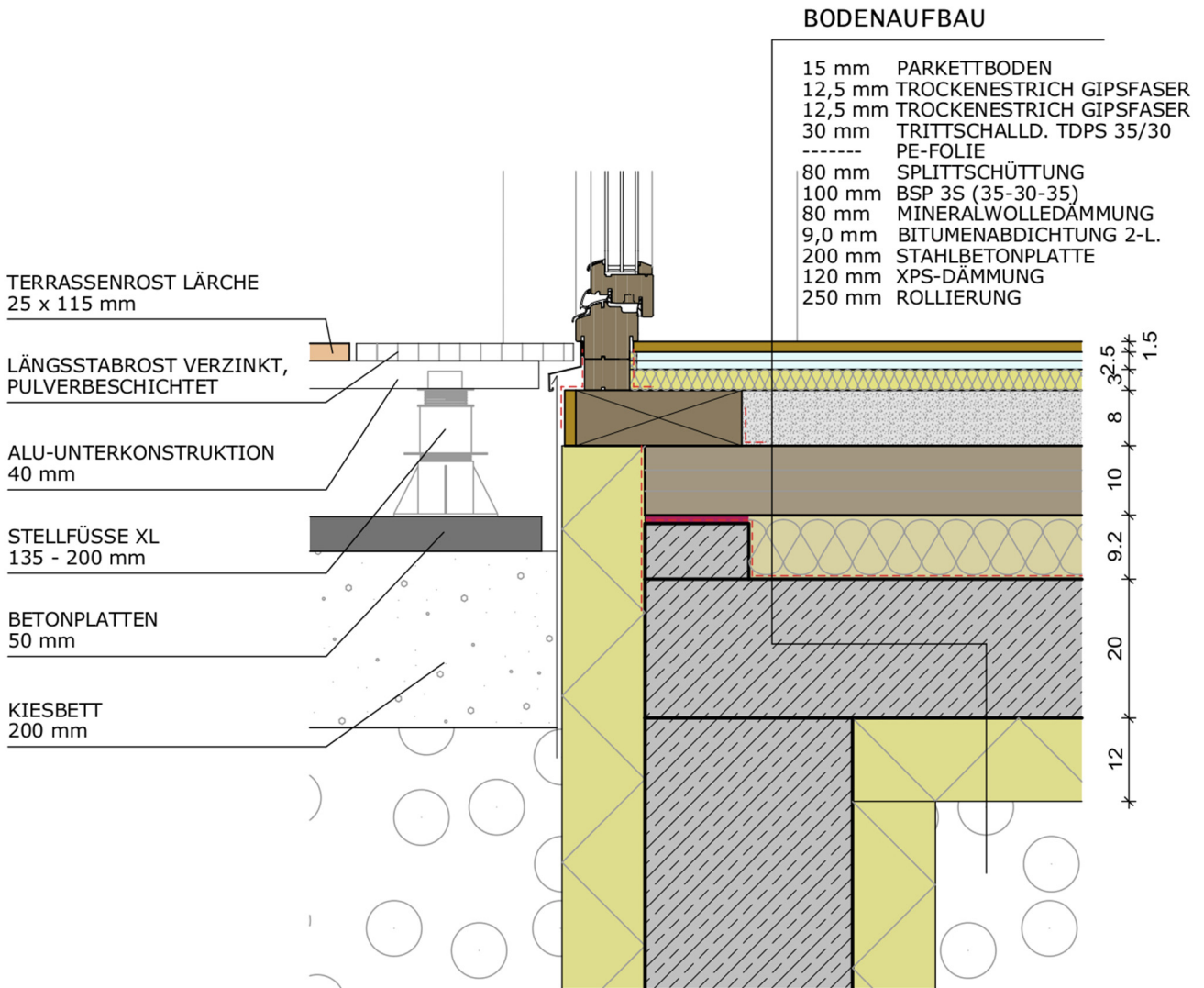


Abbildung 14: Detail C M 1:10

DETAIL D_LAUBENGANG ANSCHLUSS

BODENAUFBAU

- 15 mm PARKETTBODEN
- 12,5 mm TROCKENESTRICH GIPSFASER
- 12,5 mm TROCKENESTRICH GIPSFASER
- 30 mm TRITTSCHALLD. TDPS 35/30
- PE-FOLIE
- 80 mm SPLITTSCHÜTTUNG
- 100 mm BSP 3S (35-30-35)
- 60 mm MINERALWOLLEDÄMMUNG
- 60 mm BSP 3S BC (20-20-20)

32.5
1.5
8
10
6
6

WANDAUFBAU

- 12,5 mm GIPSFASERPLATTE
- 45 mm INSTALLATIONSL. dzw.
- 45 mm SCHAFWOLLEDÄMMUNG
- 15 mm OSB-PLATTE, ABGEKLEBT
- 120 mm BSH-TRÄGER GL24H
- 120 mm KVH-STEHER dzw.
- 120 mm MINERALWOLLE
- 16 mm DWD-PLATTE
- 45 mm HINTERLÜFTUNGSLATTUNG
- 23 mm STÜLPSCHALUNG FICHTE

1.25 1.5 12 12 1.6
4.5

HAUSTÜR LÄRCHE GEÖLT
JOSKO NEVOS NATUR

GELÄNDER FLACHSTAHL
PULVERBESCHICHTET ANTHRAZIT

LAUBENGANG BETONFERTIGTEIL
C 30/37

INSEKTENSCHUTZGITTER
METALL, ANTHRAZIT, GEKANTET

SYLODYN NB 12
POLYETHERURETHAN GESCHL.-Z.

STÜLPSCHALUNG FICHTE
23 mm

INSEKTENSCHUTZGITTER
METALL, ANTHRAZIT, GEKANTET

HAUSTÜR LÄRCHE GEÖLT
JOSKO NEVOS NATUR

STAHLKONSTRUKTION
PULVERBESCHICHTET

Abbildung 15: Detail D M 1:10

DETAIL E_SOCKELANSCHLUSS WOHNUNGSEINGANG

BODENAUFBAU

- 15 mm PARKETTBODEN
- 12,5 mm TROCKENESTRICH GIPSFASER
- 12,5 mm TROCKENESTRICH GIPSFASER
- 30 mm TRITTSCHALLD. TDPS 35/30
- PE-FOLIE
- 80 mm SPLITTSCHÜTTUNG
- 100 mm BSP 3S (35-30-35)
- 80 mm MINERALWOLLEDÄMMUNG
- 9,0 mm BITUMENABDICHTUNG 2-L.
- 200 mm STAHLBETONPLATTE
- 120 mm XPS-DÄMMUNG
- 250 mm ROLLIERUNG

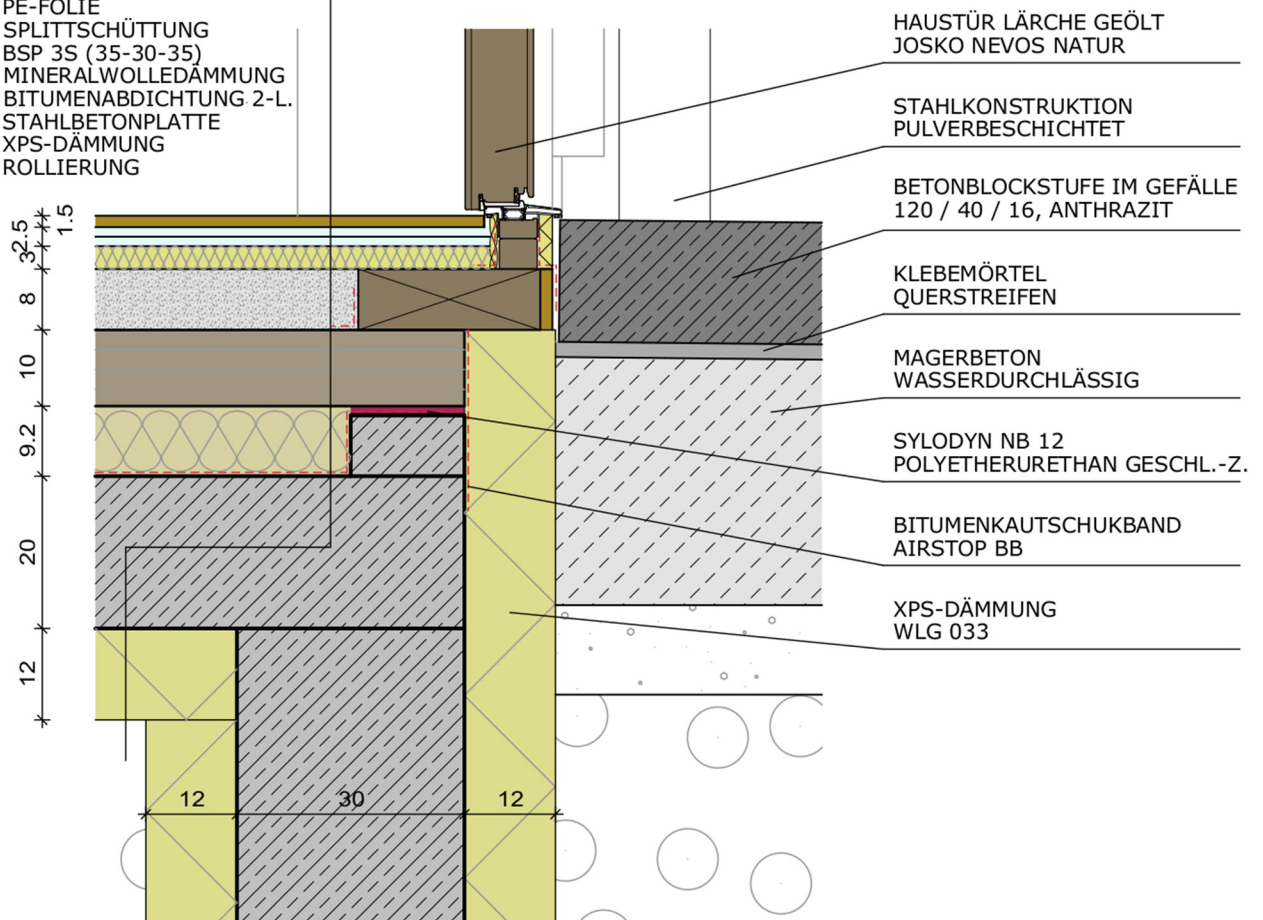
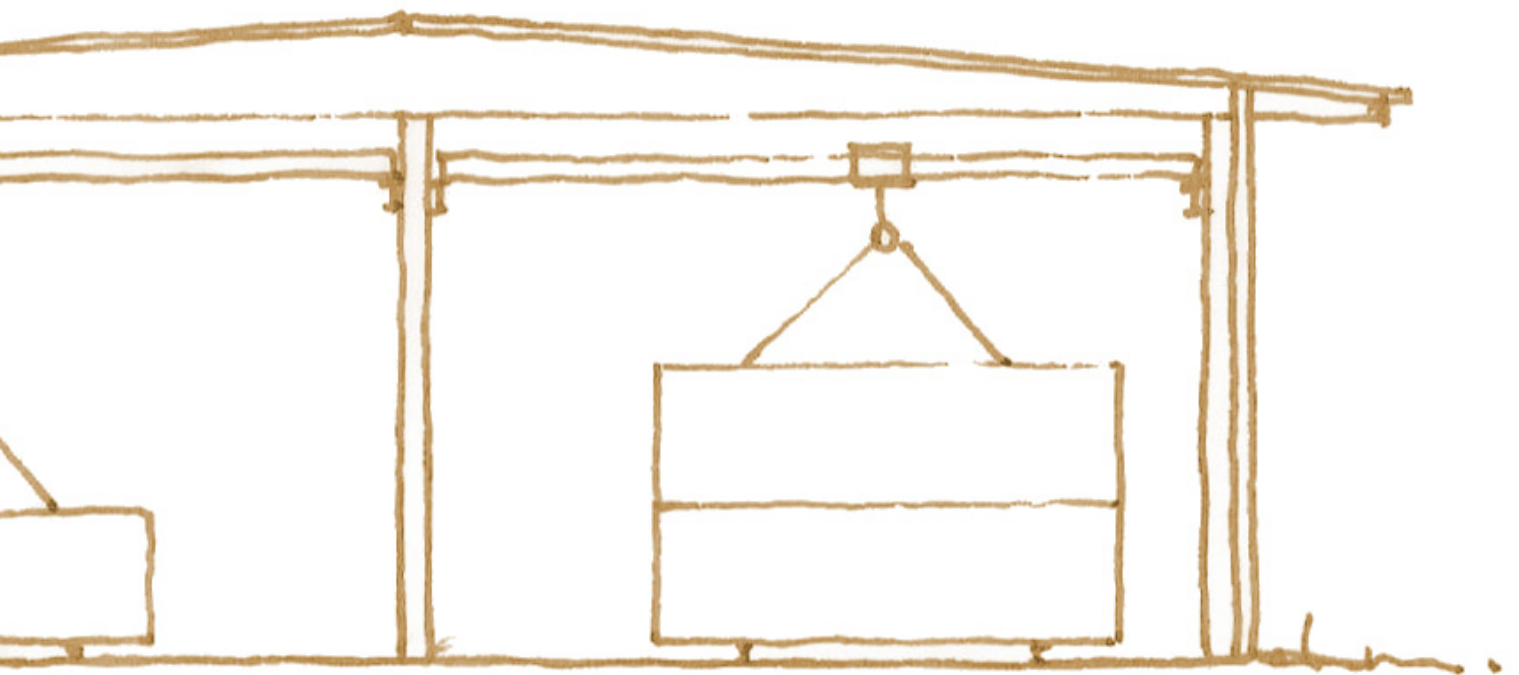


Abbildung 16: Detail E M 1:10



03_ GRUNDLAGEN PRODUKTION - VORFERTIGUNG IM RAUMMODULBAU

03_GRUNDLAGEN PRODUKTION - VORFERTIGUNG IM RAUMMODULBAU

Das Zimmererhandwerk ist seit jeher eng mit der Vorfertigung verbunden. Stabförmige Bauteile wie bei historischen Holzbauten (Fachwerkbauten, Blockbauten), wurden meist im Maßstab 1:1 in der Werkstatt aufgerissen, abgebunden und probeweise montiert. Dies führte einerseits zu einer Minderung der Korrekturen auf der Baustelle und andererseits konnten komplexe Zimmermansverbindungen unter witterungsgeschützten Werkstattbedingungen hergestellt werden. Relativ rasch ging die Entwicklung weiter und die ersten Systeme im Holzbau wie Pfostenbau, Ständerbau und Fachwerke zogen Einhalt ins Bauwesen. Mit dem Beginn der Industrialisierung im 19. Jahrhundert ändern sich die Produktionsmöglichkeiten der stationären Industrie und der Bauindustrie erheblich. Das Ergebnis dieser neuen technischen Möglichkeiten ist die Entwicklung der ersten vorgefertigten seriellen Bausysteme.



Abbildung 17: Arbeiten am Schnürboden, Hans Staiger

„Das Prinzip der Industrialisierung erfordert die Verlegung der Produktionsstätte von der Baustelle oder dem Werkplatz in die Fabrik. Der Anspruch auf Präzision, Qualität und größte Leistung zu ökonomischen Bedingungen führt zur Vorfabrikation im Sinne einer kompletten Fertigfabrikation aller Teile. Dadurch ergibt sich eine neue Technik des Zusammenfügens der einzelnen Elemente auf der Baustelle. Der Bau wird zur Montage. Ein Vorgang, der sich wesentlich von allen bisher üblichen Methoden des Bauens unterscheidet und nur durch die Industrialisierung bedingt ist.“ (Wachsmann, 1959)³

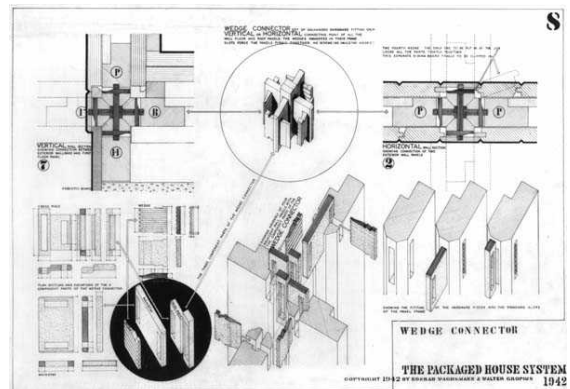


Abbildung 18: General Panel System, 1941, Konrad Wachsmann, Walter Gropius⁴

³ Kaufmann, Hermann/Huß, Wolfgang/Schuster, Sandra/Stieglmeier, Manfred: leanWOOD. Optimierte

Planungsprozesse für Gebäude in vorgefertigter Holzbauweise 2017, S. 5 Buch 5

⁴ <http://www.axxio.net/waxman/content/>

03.01_INDUSTRIELLES BAUEN / RAUMMODULE

Der Begriff industrielles Bauen, oder industrielle Vorfertigung, bezeichnet die Produktion von Bauteilen mit industriellen Methoden.⁵ Dank industrieller Fertigung, sollen manuelle Arbeiten und wiederkehrende Abläufe durch automatisierte Prozesse ersetzt werden und dadurch eine höhere Kosteneffizienz und Qualität entstehen.

Dabei ermöglicht die Vorfertigung die Anwendung neuer Fertigungstechnologien, deren Produktion an die Werkhalle gebunden sind. Dieses automatisierte Konfektionieren von Stäben und flächigen Elementen erfolgt durch computergesteuerte Anlagen und ist mittlerweile Standard in zeitgemäßen Holzbaufirmen.⁶

Nur der Wechsel von manueller zu maschineller Arbeit alleine bedeutet jedoch noch keine erfolgreiche Industrialisierung im Bauwesen. Erst durch die stete Überarbeitung sämtlicher Arbeitsprozesse lässt sich die Grundidee der Vorfertigung und Industrialisierung innerhalb eines Betriebes umsetzen.

Nachstehende Vorteile können durch die Integration in den Bauprozess geschaffen werden: Mittels Verlagerung von Produktionsschritten in die Werkstatt verkürzt sich die Montagezeit auf der Baustelle beträchtlich.

Das führt zu vielversprechenden Punkten: Das Risiko von witterungsbedingten Feuchteschäden wird während der Bauphase durch die verkürzte Montagezeit erheblich minimiert und der Aufwand für Wetterschutzmaßnahmen sinkt. Eine weitere Zeiteinsparung kann durch die Vorfertigung der Gebäudetechnik, Gebäudehülle und durch den Innenausbau erreicht werden und somit die Gesamtbauzeit verkürzen.

Geschützte und für die Fertigung optimale Werkstattbedingungen führen zu erhöhter Ausführungsqualität, besserer Kontrolle der Prozesse und höherer Effizienz.⁷



Abbildung 19: Fertigungsstraße



Abbildung 20: Arbeiten an der Fassade



Abbildung 21: Komplettierung der Module

⁵ Staib, Gerald/Dörrhöfer, Andreas/Rosenthal, Markus: Elemente + Systeme. Modulares Bauen; Entwurf, Konstruktion, neue Technologien. Basel 2008, S. 40

⁶ Kaufmann/Krötsch/Winter, Atlas Mehrgeschossiger Holzbau [wie Anm. 2], S. 147

⁷ ebd., S. 143

Die komplette Vorfertigung von flächigen Elementen, wie z.B. Außenwänden, mitsamt allen Schichten, hat in den letzten 20 Jahren den Holzbau revolutioniert.

Einen Schritt weiter geht die Raummodulbauweise. Alle Oberflächen und Anschlüsse können raumweise komplett und in hoher Qualität vorgefertigt werden. Auch die Mitlieferung der Innenausstattung bis hin zur festen Möblierung ist möglich.⁸

Die Größe der Module wird dabei durch die Transportmaße bestimmt. Infolge der Reihung und Stapelung können die Raumzellen zu funktionellen Einheiten zusammengeschlossen werden.

Die Verwendung von Modulen ist eine Planungsentscheidung, die am Anfang der Entwurfsphase zu treffen ist, da sie das Konzept bedeutend prägt.⁹

Generell ist ein disziplinierteres Vorgehen bei der Planung notwendig. Ein Großteil der Entscheidungen ist in einer frühen Planungsphase zu treffen (Bereitschaft Planer und Bauherr).

Ist ein hoher Vorfertigungsgrad angestrebt, zum Beispiel mit vormontierter Fassadenbeplankung, hat dies meist Auswirkung auf die Gestaltung und Auswahl der Fassadenstruktur. Die Anforderungen an die Architektur schränken dadurch den Vorfertigungsgrad ein. Nicht jedes Fassadenmaterial lässt sich bereits in der Fertigungshalle montieren und für die Struktur der Fassade bestimmen. Die Regeln des Montageprozesses die Lage der Fassadenfugen.¹⁰



Abbildung 22: Fertigung der Wandelemente



Abbildung 23: Außenwandelemente mit integrierten Fensterelementen



Abbildung 24: Sanitärmodule

⁸ ebd., S. 145

⁹ Kaufmann, Hermann: Der andere Bauprozess. Zuschnitt 50: Konfektionen in Holz. Wien 2013, S. 4

¹⁰ ebd., S. 5

03.02_FERTIGUNGSSTRASSE RAUMMODULBAU

Ähnlich wie in der Automobilindustrie erfolgt die Produktion von Raumzellen in einer witterungsgeschützten Werkhalle in unterschiedlichen Fertigungsstationen. Die Arbeitsschritte werden dabei perfekt aufeinander abgestimmt und in kleinen Teams von erfahrenen Handwerkern mit hoher Präzision durchgeführt. Durch die industrielle Vorfertigung und stetige Kontrolle und Abnahme der einzelnen Bauteile, kann eine gleichbleibende hohe Ausführungsqualität gewährleistet werden.



Abbildung 25: Zusammenbau Raummodul

Während bei linearen und flächigen Elementen mit CNC-Abundanlagen, Riegelwerkstationen und Multifunktionsbrücken der Abbund und der Zusammenbau weitgehend automatisch verläuft, erfolgt die Fertigung bei Raummodulen vorwiegend manuell. Die Industrialisierung im Modulbau bezieht sich auf die räumliche Abfolge von Fertigungsschritten. Die einzelnen Module befinden sich verschiebbar auf einer Gleisanlage und können in vorgegebener zeitlicher Taktung die einzelnen Abschnitte der Produktion durchlaufen. Je nach Station arbeiten unterschiedliche Professionisten Hand in Hand an der Komplettierung.



Abbildung 26: Produktion NEST Innovationsgebäude

Abbildung 27 zeigt den Produktionsablauf beispielhaft an der Fertigungshalle von Firma Kaufmann Zimmerei und Tischlerei in Reuthe / Vorarlberg.

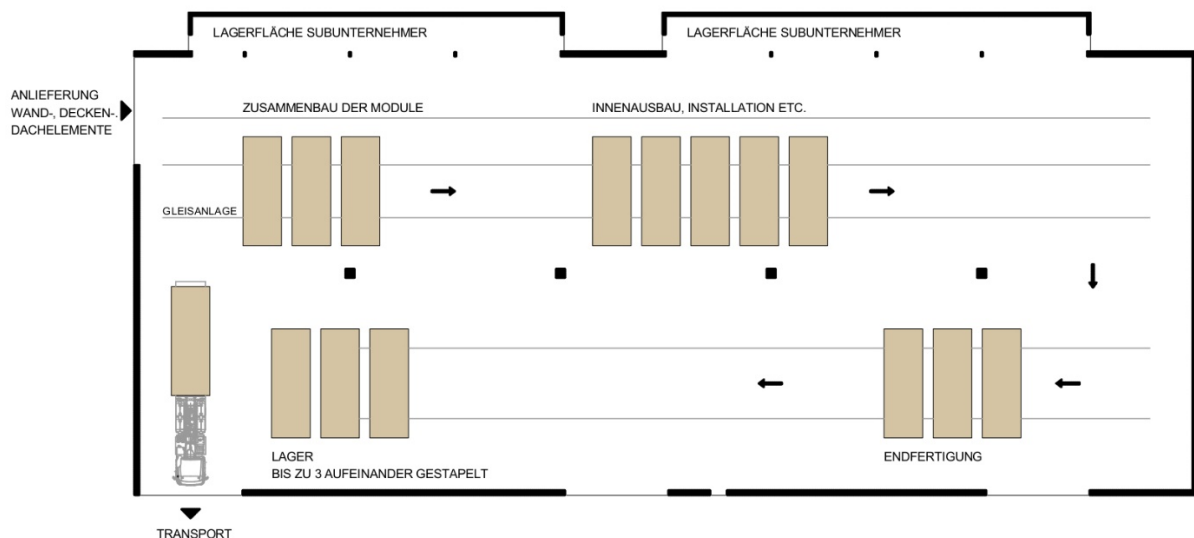


Abbildung 27: Produktionsabläufe, beispielhafter Grundriss einer Werkhalle, Holzbauunternehmen Kaufmann Zimmerei und Tischlerei, Reuthe / Vorarlberg

Für die wirtschaftliche Produktion von Raumzellen sind folgende Parameter für die Infrastruktur des Betriebes unerlässlich. Durch die zahlreichen raumhaltigen Elemente ist eine ausreichende Produktionsfläche für die Fertigung erforderlich. Hinzu kommt noch eine entsprechende Lagerfläche für die Zwischenlagerung der Module und für die Baustoffe und Materialien der Subunternehmer. Als Beispiel bietet die Montagehalle von Kaufmann Zimmerei und Tischlerei mit einer Fläche von 2600 m² und zwei Hallenschiffen eine großzügige Grundfläche.

Für die Manipulation der einzelnen Einheiten zu den Fertigungsstationen bzw. für die Verladung ist einerseits eine bodenebene Gleisanlage wesentlich und andererseits das Vorhandensein von zwei Brückenkränen mit zweckmäßigen Nutzlasten.

Von Vorteil ist eine entsprechende Raumhöhe der Werkhalle, um bei der Zwischenlagerung der Module in der geschützten Halle die Raumzellen übereinander zu stapeln.

Eine Lagerung auf dem Werksgelände im Freien ist auch möglich, erfordert jedoch eventuell einen leicht erhöhten Aufwand für Wetterschutzmaßnahmen und eine zusätzliche Manipulation mit Sattelschlepper und Automobilkran.

Neben der Infrastruktur für die Produktion ist eine zu Grunde liegende Bürostruktur mit eigener Werkplanung und Arbeitsvorbereitung essentiell für die Abwicklung von Gebäuden mit Raummodulen. Das Zusammenwirken aller Beteiligten zu einem integralen Planungsprozess ist entscheidend. Denn die Komplexität der Projekte steigt mit der Anzahl der Beteiligten und der Schnittstellen, sowie mit der Kürze der Projektdauer und der eventuellen Individualisierung der einzelnen Module.¹¹



Abbildung 28: Innenausbau mit Leitungsführung



Abbildung 29: Module in der Werkhalle



Abbildung 30: Endfertigung Module



Abbildung 31: Verladung für Transport

¹¹ Hintersteininger, Katharina/Dipl.-Ing.: Kennzeichen und Aspekte des industriellen Bauens - Anwendbarkeit im Holzbau. Masterarbeit. Graz 2015, S. 82

03.03_VORFERTIGUNGSGRADE

Bei der Produktion von Raumzellen können unterschiedliche Varianten von Vorfertigungsgraden gewählt werden. Häufig kommen hohe Vorfertigungsgrade zur Ausführung. Je nach Projekt und individueller Variation kann die Montage von Raumzellen mit einem geringen oder mittleren Vorfertigungsgrad und eine Fertigstellung auf der Baustelle von Vorteil sein.

Nachfolgend werden drei Versionen mit unterschiedlicher Werksfertigung vorgestellt und im späteren Verlauf der Arbeit analysiert und verglichen.

ROHBAUMODUL

Das Rohbaumodul besteht ausschließlich aus den rohen Umfassungswänden- und Decken.

Auf der Baustelle entsteht somit in kürzester Zeit ein ausbaufähiges Gebäude, deren Wohnungen individuell gestaltet werden können.

Der Großteil der Arbeiten wird dementsprechend konventionell auf der Baustelle ausgeführt.



Abbildung 32: Rohbaumodul

HALBFERTIGMODUL

Beim Halfertigmodul wird durch den werksseitigen Einbau der Fenster bereits eine witterungsgeschützte Baustelle nach der Montage gewährleistet. Durch den Einbau der Rohinstallation Sanitär und Elektro, sowie der montierten Trockenbauwände ist ein beträchtlicher Anteil der Arbeiten vorgefertigt. Durch die Einbringung des Fußbodenaufbaus auf der Baustelle ist die freie Wahl eines Heizungsverteilsystems und evtl. Montage einer zentralen kontrollierten Wohnraumlüftung möglich.



Abbildung 33: Halfertigmodul

SCHLÜSSELFERTIGES MODUL

Das schlüsselfertige Modul hat den höchsten Grad der Vorfertigung.

Einige Details sind je nach Ausfertigung zu beachten:

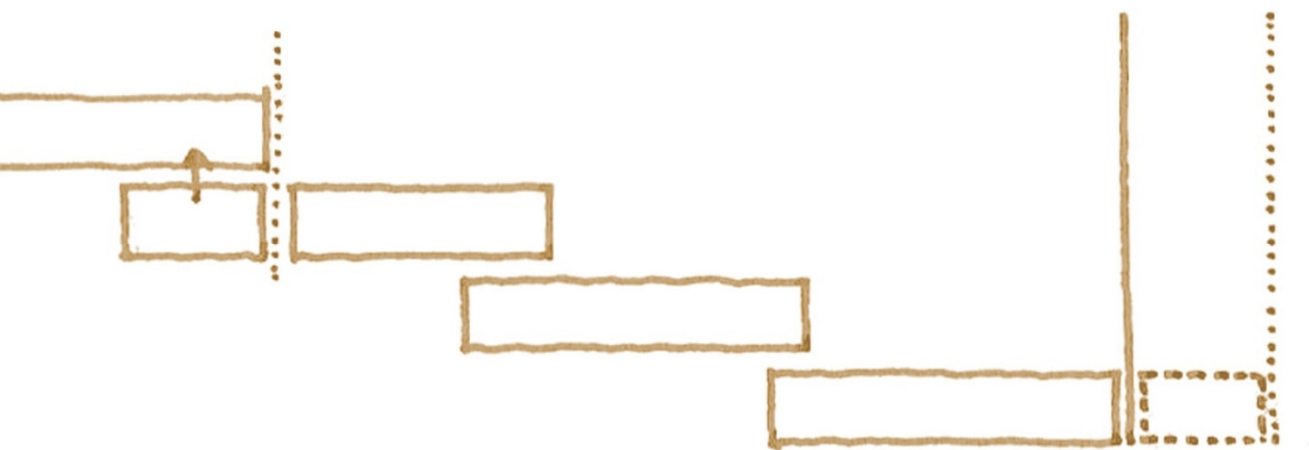
Je nach Wahl und Verlegerichtung der Bodenbeläge kann speziell bei offenen Modulen die Verlegung erst auf der Baustelle möglich sein.

Auch bei den Türen an den Modulschnittstellen ist es davon abhängig, welches Zargensystem bzw. welcher Türstock ausgesucht wird, ob eine Montage im Werk erfolgen kann.

Zusätzlich ist häufig der Zusammenschluss der Heizungsrohre im Bereich des Türrahmens sinnvoll.



Abbildung 34: Schlüsselfertiges Modul



04_HOLZBAUGERECHTER PLANUNGSPROZESS

04_HOLZBAUGERECHTER PLANUNGSPROZESS

Die Planung eines zeitgemäßen Holzbaus differenziert sich von der eines konventionellen Gebäudes im Besonderen durch die Vorfertigung und den speziellen Merkmalen des Baustoffs Holz. Bisher haben die traditionellen Bauweisen, die sich vor allem auf die Vor-Ort-Produktion konzentrieren, den Rahmen der Organisation des Projektablaufs und der Gesetzgebung geformt. Die heute übliche Projektorganisation erschwert den Planungs- und Bauablauf beim vorgefertigten Holzbau, da überwiegend die erforderliche Holzbaukompetenz zu spät in den Planungsprozess eingebunden wird.¹²

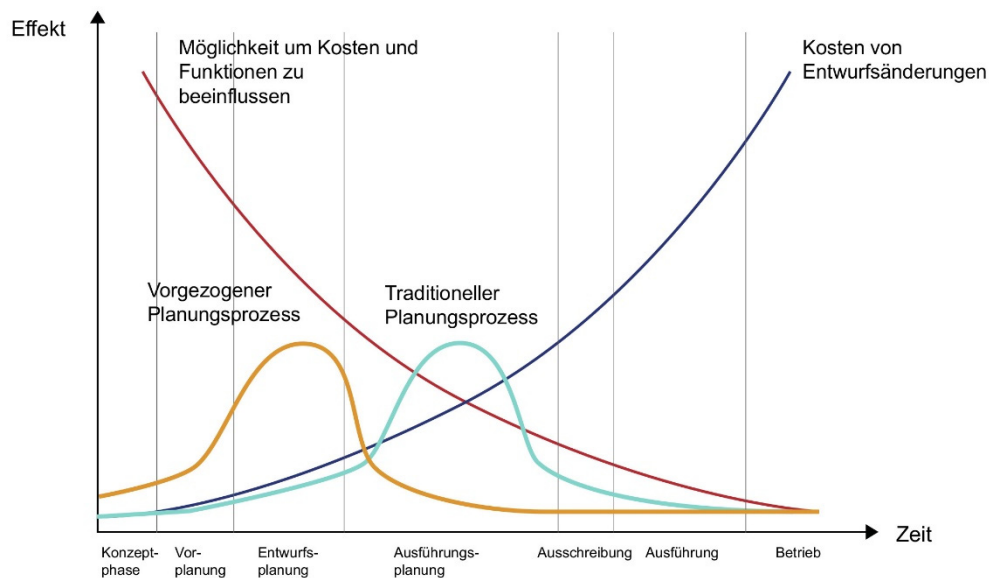


Abbildung 35: Vorgezogener und traditioneller Planungsprozess im Holzbau – Aufwandsverlagerung und Einfluss auf Kostenentwicklung (nach MacLeamy,2004)¹³

Abbildung 35 zeigt, dass sich durch die Verschiebung der Entscheidungen in eine frühere Planungsphase auch der Arbeitsaufwand für die Planung in eine frühere Phase verschiebt. Der vorgezogene Planungsprozess ermöglicht zu diesem Zeitpunkt, Kosten und Funktionen, ohne eine gravierende Auswirkung auf das Ergebnis, zu verändern.

¹² Kaufmann, Hermann/Huß, Wolfgang/Schuster, Sandra/Stieglmeier, Manfred: leanWOOD Broschüre. Optimierte Planungsprozesse für Gebäude in vorgefertigter Holzbauweise 2017, S. 5

¹³ Kaufmann/Huß/Schuster/Stieglmeier, leanWOOD [wie Anm. 3], S. 13 Buch 4

04.01_BESONDERHEITEN BEIM BAUEN MIT HOLZ

Ein hoher Vorfertigungsgrad ist die Grundlage für den modernen Holzbau und eine Prämisse in den Punkten Wirtschaftlichkeit und Qualitätssteigerung. Er erfordert im Vergleich zur traditionellen Bauweise mit seiner Vor-Ort-Produktion einen erhöhten Planungsaufwand und frühzeitige Entscheidungen.

In der Raummodulbauweise verstärken sich diese Faktoren und Anforderungen. Schon in den frühen Planungsphasen sind neben den klassischen architektonischen Themen sehr konkrete Einflussfaktoren zu beachten und in der Planung zu berücksichtigen.

Neben der Synthese aus Raumbildung und holzbaugerechter Tragstruktur, sind die Rahmenbedingungen des Brandschutzes, der Vorfertigung und Elementierung, des Energiekonzeptes und der Bauphysik konstruktions- und in weiterer Folge entwurfsentscheidend.¹⁴

Bei baubegleitender Planung können wie bei der Abbildung 36 dargestellt, Spannungen und Risiken entstehen.

Die Situation im Projektablauf bei vorgefertigten Holzbauten erfährt teilweise noch zusätzliches Konfliktpotential:

Oft wird erst nach Vergabe die Holzbaukompetenz durch die ausführende Firma in das Projekt eingebracht. In der Folge kommt es häufig zu Änderungen in der Ausführungsplanung und dadurch entstehen Kostenüberschreitungen und Terminverzögerungen.

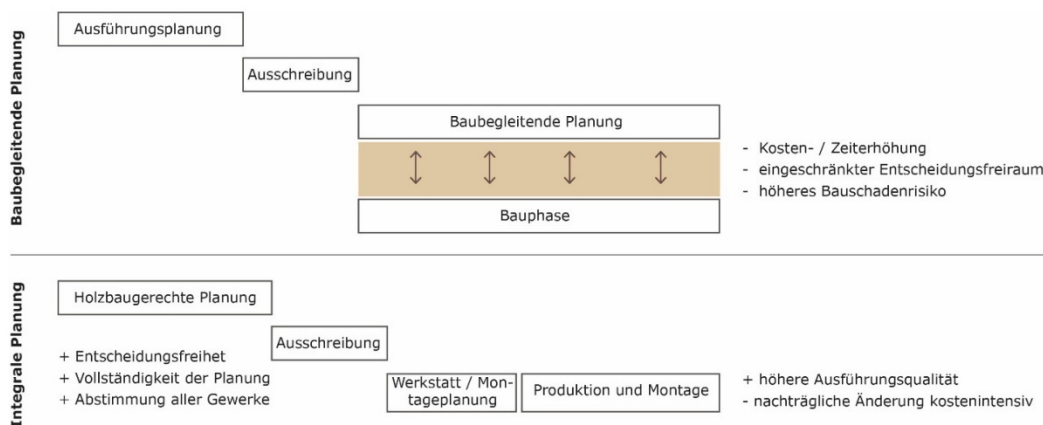


Abbildung 36: Chancen und Risiken einer baubegleitenden Planung und einer holzbaugerechten Planung¹⁵

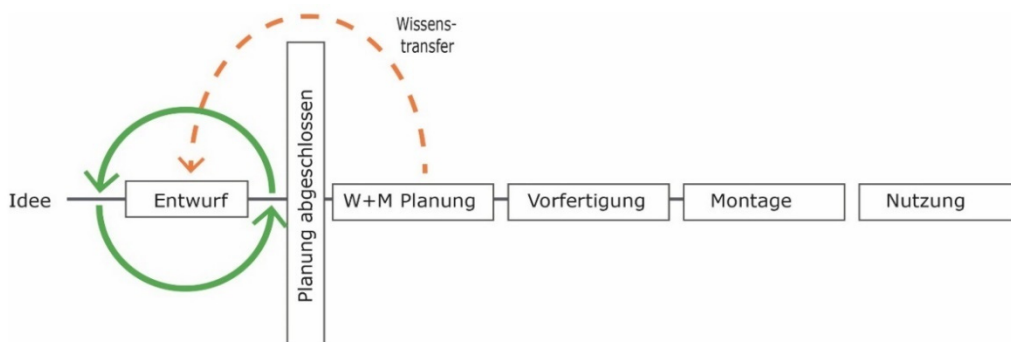


Abbildung 37: Wissenstransfer Holzbaukompetenz im iterativen Planungsprozess¹⁶

¹⁴ ebd., S. 10 Buch 1

¹⁵ ebd., S. 7 Buch 5

¹⁶ ebd., S. 35 Buch 5

04.03_OPTIMIERUNG DES PLANUNGSPROZESSES IM HOLZBAU

Für die Optimierung der Planungsprozesse auf die speziellen Anforderungen des Holzbaus sind nachstehende Themenbereiche in den Projektablauf zu integrieren:

- **Definition exakter Ziele:**
Schon bereits in der Phase Projektvorbereitung sind die Anforderungen, die Rahmen- und Randbedingungen und die Bauherrenziele so weit als möglich zu definieren.
- **Festlegung des Planungsteams:**
Eine frühzeitige Bestimmung des Planungsteams ermöglicht das spezifische Wissen der Fachplaner in die ersten Planungsüberlegungen einfließen zu lassen.
➤ Integraler Planungsansatz
- **Ausreichende Planungszeit:**
Die Erstellung eines realistischen und verlässlichen Planungsterminplans mit Beachtung der Ressourcen aller Planer ist essentielle Grundlage um Qualitätsmängel und Termin- und Kostenüberschreitungen zu vermeiden.
- **Organisation der integralen Planung:**
Ein vollständiger Abschluss der Leistungsphasen in Rücksprache mit den Beteiligten und klare Vereinbarungen zum Planungsablauf und zur Integration von Änderungen sind für einen erfolgreichen Prozess notwendig. Das Verständnis für die Erfordernisse und den Zusammenhang der jeweilig anderen Disziplinen erleichtert die Zusammenarbeit.
- **Klare Schnittstellendefinition:**
Sensible Punkte an den Schnittstellen von Baukonstruktion, Tragwerk, Brandschutz, technischer Gebäudeausrüstung etc. sollten frühzeitig lokalisiert werden und dazu exakt definierte Qualitäten der zu liefernden Planungsleistungen in den jeweiligen Phasen vereinbart werden.¹⁷

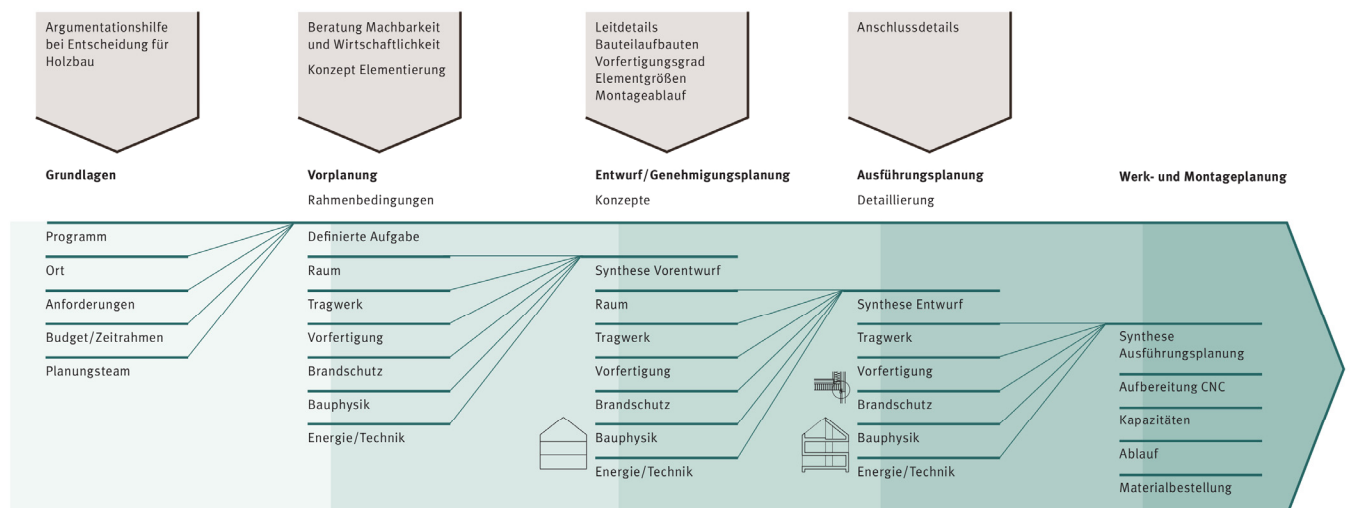


Abbildung 38: Planungsphasen von der Anfrage bis zur Elementproduktion¹⁸

¹⁷ Kaufmann/Huß/Schuster/Stieglmeier, leanWOOD Broschüre [wie Anm. 12], S. 8

¹⁸ ebd.

04.04_KOORDINATION UND INTEGRATION

Die als „Federführung“ des Architekten bezeichnete Gesamtzuständigkeit wird in der LM.VM 2014 mit dem neu eingeführten Begriff Objektplanung konkreter bezeichnet.

Objektplaner ist jener, der das Gesamtkonzept erstellt und die Funktionalität des Gebäudes federführend entwickelt.¹⁹

Der Architekt hat somit die Aufgabe die Grundlage für die Planung der fachlich Beteiligten bereit zu stellen, sowie die Koordination und Integration von deren Leistungen. Weiters gehört in seinen Zuständigkeitsbereich das Überprüfen der erforderlichen Werk- und Montagepläne auf Übereinstimmung mit der Ausführungsplanung.

Mit dieser Pflicht ist eine große Verantwortung verbunden, was die Koordination und Lenkung des Projektablaufes betrifft und auch haftungsrelevante Konsequenzen mit sich trägt.²⁰

Der Erfolg des Planungsteams hängt sehr zentral davon ab, ob die einzelnen beteiligten Fachplaner, eine termingerechte und vollständige Leistung erbringen und wie die Integration der einzelnen Arbeitspakete in die Gesamtplanung erfolgt.

Die Abbildung 39 zeigt als Beispiel die Integration der spezifischen Kompetenzen der einzelnen Fachplaner durch den Architekten.

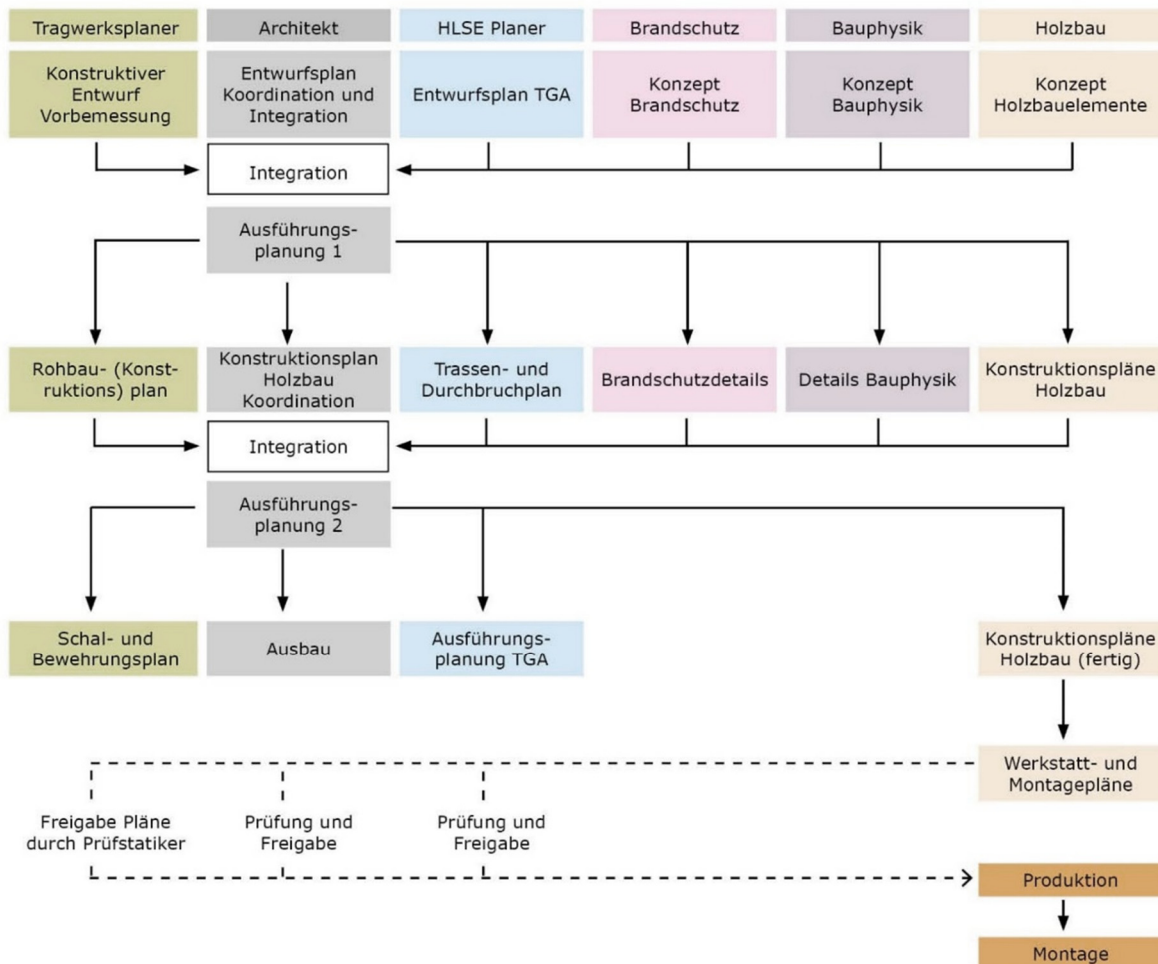


Abbildung 39: exemplarisches Beispiel Ablauf Ausführungsplanung²¹

¹⁹ Lechner, Hans/Univ.-Prof. Dipl.Ing.: LM. Leistungsmodell VM. Vergütungsmodell. Objektplanung Architektur 2014, Erläuterungen S. 2

²⁰ Kaufmann/Huß/Schuster/Stieglmeier, leanWOOD Broschüre [wie Anm. 12], S. 14

²¹ Kaufmann/Huß/Schuster/Stieglmeier, leanWOOD [wie Anm. 3], S. 27 Buch 5

Wichtig für die Abläufe in der Ausführungsplanung ist das Wissen um die Prozessabläufe im Holzbaubetrieb, die direkte oder indirekte Auswirkungen auf das Gesamtprojekt haben. Vor allem die zeitlichen Beziehungen zwischen Werkstattplanung und Bestellung der Baustoffe und Bauelemente müssen berücksichtigt werden. Weiters benötigt die Abstimmung mit den Fachplanern über Integration von Bauteilen der technischen Gebäudeausrüstung und der statischen Lastabtragung Zeit und muss in der Terminplanung berücksichtigt werden.

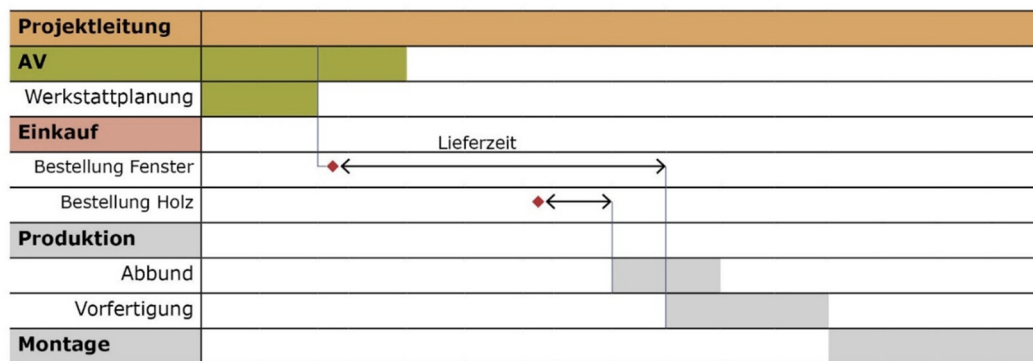
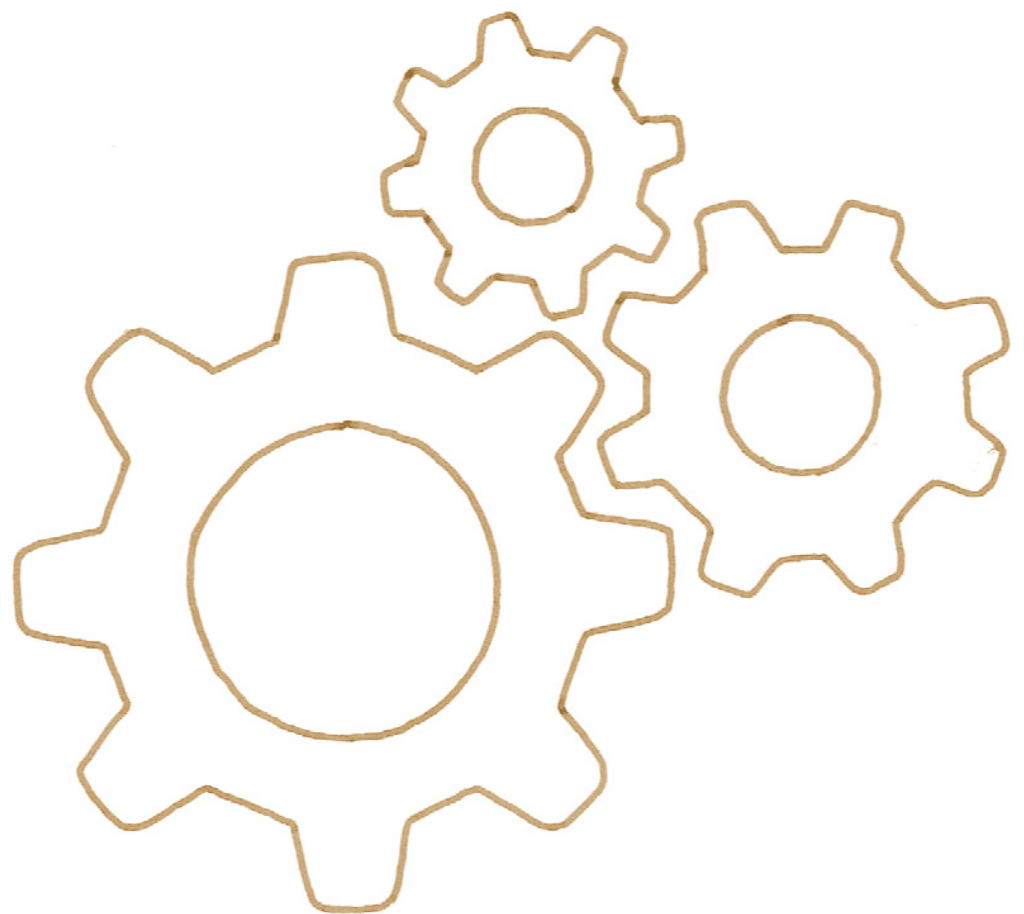


Abbildung 40: exemplarische Prozessabläufe im Holzbaubetrieb²²

²² ebd., S. 30 Buch 5



05_KOOPERATION UND OUTSOURCING

05_KOOPERATION UND OUTSOURCING

Kooperationen haben in der Bauwirtschaft (mineralischer Massivbau) seit langer Zeit Tradition. Viele Großprojekte sind nur durch die Bündelung der Kapazitäten durchführbar.

Im Holzbau stehen erfolgreiche Kooperationen noch in den Anfängen.

Im Folgenden sollen die Vor- und Nachteile einer Zusammenarbeit von Unternehmen aufgezeigt werden.

05.01_PARTNERSCHAFTS- UND KOOPERATIONSPOTENZIAL

In der freien Marktwirtschaft müssen Unternehmen der Bauwirtschaft, ihre Leistungen kostenoptimal im Wettbewerb einbringen und sich daher auf die Leistungen konzentrieren, die für den Kunden den höchsten Wert erzeugen.²³

Im konventionellen Projektverlauf erfolgt die Vergabe der Aufträge größtenteils über einen Preiswettbewerb.

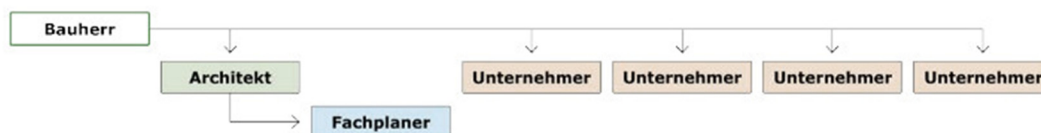


Abbildung 41: Häufiges Vergabemodell²⁴

Die Zusammenarbeit bei traditionellen Projekten führt oft zu einer konfrontations- und konfliktorientierten Form. Verstärkt wird dies unter anderem durch die Tatsache der Einmaligkeit der Projekte und deren Auswirkung der meist einmaligen Austauschbeziehung:

- Oft kein gemeinsames Ziel
- Wenig Vertrauen der Vertragspartner untereinander
- Häufige Konfliktorientierung
- Keine Risikoteilung, sondern Risikozuteilung

Das daraus entstehende defensive Verhalten verhindert oder erschwert gewerkeübergreifende Innovationen und einen kontinuierlichen Verbesserungsprozess.

²³ Girmscheid, Gerhard: Bauunternehmensmanagement - prozessorientierter Band 1, S. 269

²⁴ Kaufmann/Huß/Schuster/Stieglmeier, leanWOOD [wie Anm. 3], S. 22 Buch 2

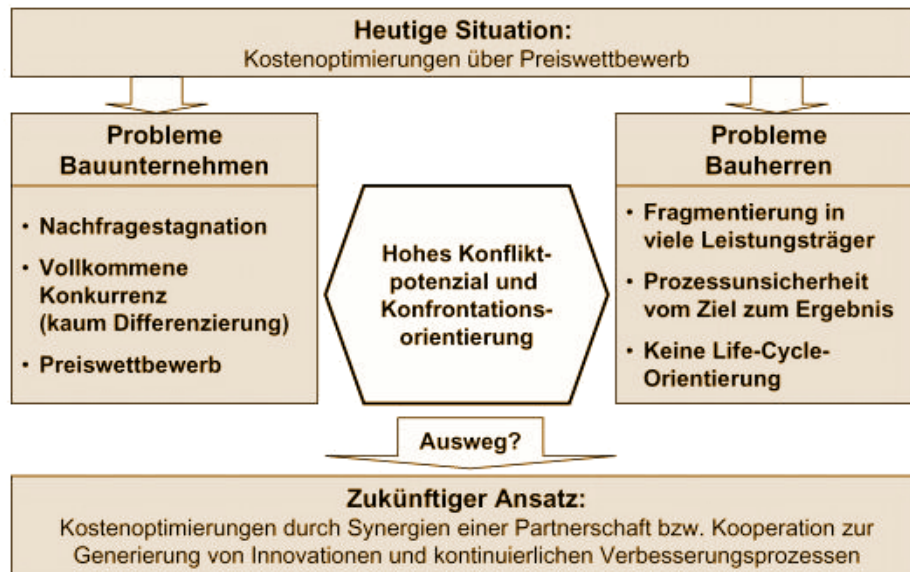


Abbildung 42: Konfliktpotential und Konfrontationsorientierung bei Kostenoptimierungen über Preiswettbewerb²⁵

PARTNERSCHAFT ALS LÖSUNGSMODELL

Das Ziel einer neuen Projektabwicklungsform mit einer projekt- und teamorientierten Zusammenarbeitsstruktur ist das Generieren von Innovationen und das Erzeugen von kontinuierlichen Verbesserungsprozessen.

Zudem soll durch diesen Paradigmenwechsel im Zusammenarbeitsstil eine Verbesserung auf sozialer Ebene erfolgen.

Für eine effektive Win-Win-Situation sollten Partnerschaftsziele folgende Elemente enthalten:²⁶

- Konfliktlösungen
- Angemessene Risikoverteilung
- Auf den Lebenszyklus ausgerichtete Projektoptimierung
- Projektorientierte und projektübergreifende Innovationen
- Kontinuierliche Verbesserung der Prozesse und der technischen Lösungen
- Standardisierung wichtiger technischer Lösungen
- Verringerung der Transaktions- und Schnittstellenkoordinationskosten

²⁵ Girmscheid, Bauunternehmensmanagement - prozessorientierter Band 1 [wie Anm. 22], S. 270

²⁶ ebd., S. 273

05.02_PARTNERSCHAFTSPROZESSE

Die Zusammenarbeit von Betrieben mit Subunternehmern orientiert sich immer noch vorwiegend an der Kostenoptimierung mittels Preiskampf und Angebotsverhandlungen. Dadurch werden Optimierungsmöglichkeiten und Innovationen, die durch Teamarbeit entstehen könnten, nicht genutzt.

Folgende Mindestziele muss eine effektive Partnerschaft enthalten:

- Gemeinsame Ziele der Partner
- Entwicklung kooperativer Problemlösungsstrategien
- Aufbau eines kontinuierlichen Verbesserungsprozesses

Diese Ziele lassen sich dann implementieren, wenn eine Kultur der Zusammenarbeit aufgebaut wird. Dazu gehören:

- Aufbau und Pflege von Vertrauen durch Zusammenarbeit sowie
- Aufbau und Schulung interner Teams und externer Kooperationen

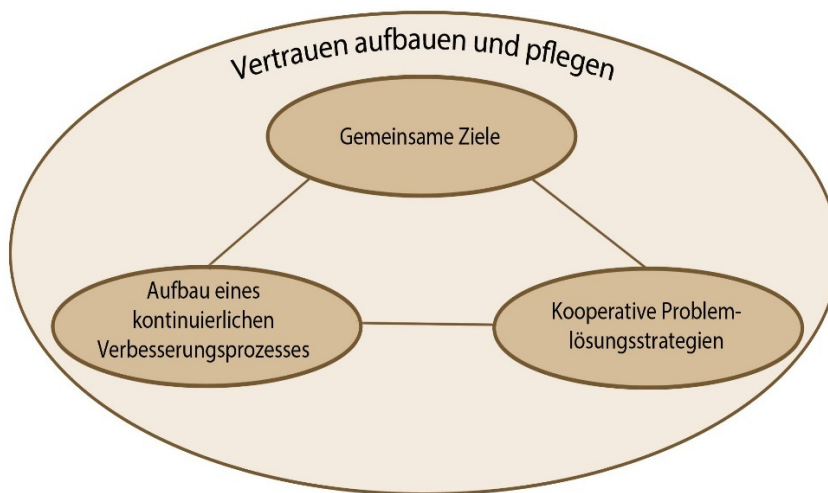


Abbildung 43: Erfolgsdeterminanten einer Partnerschaft und Kooperation²⁷

Die Optimierung des Projekts sollte als gemeinsame Herausforderung betrachtet und eine Fokussierung auf Schuldzuweisungen vermieden werden. ²⁸

²⁷ ebd., S. 276

²⁸ ebd.

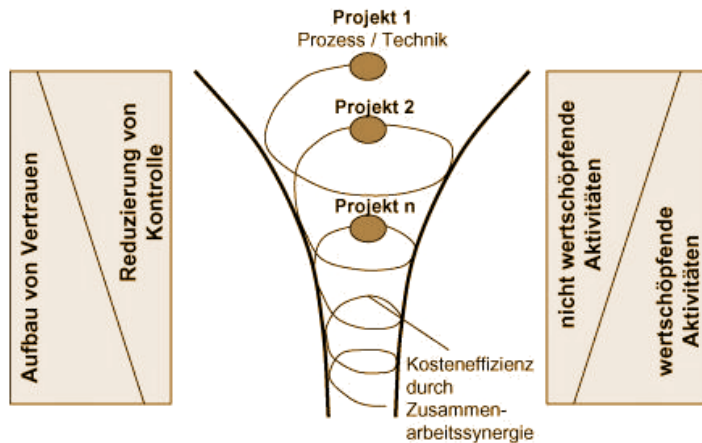


Abbildung 44: Hermeneutische KVP-Spirale: Kosteneffizienz, Vertrauen, Kontrolle²⁹

Für eine stetige Verbesserung wird in Beziehung zum Kunden und für die Zusammenarbeit folgendes bedingt:

- Akzeptieren neuer Ideen
- Erkennen des gemeinsamen Vorteils
- Verstehen der Werte und Erwartungen der anderen Beteiligten

BAUTEAM

Ein Bauteam ist ein strategischer Zusammenschluss, auf ein Projekt bezogen, zwischen planenden und ausführenden Beteiligten, mit dem Ziel, Synergien aus der gemeinsamen Entwicklung in einer frühen Projektphase nutzbar zu machen.³⁰

Nach dem Vorbild des niederländischen „Bouwteams“ wurden in Deutschland mehrere Projekte im Rahmen geförderter Modellvorhaben durchgeführt, wie das „Bauteam Freiburg“ und das „Bauteam Mainz – Großberg“,



Abbildung 45: Vergabemodell Bauteam³¹

Die Architektenkammer Baden-Württemberg und Architektenkammer Rheinland-Pfalz haben dazu die Publikation „Bauteam – ein Leitfaden für Architekten und Handwerker“ herausgegeben, um die Idee Bauteam am Beispiel bereits ausgeführter Bauvorhaben zu vermitteln.

²⁹ ebd., S. 277

³⁰ Weeber, Hannes/Bosch, Simone/Wehrle, Klaus/Over, Reinhold/Becker, Cornelia: Bauteam - ein Leitfaden für Architekten und Handwerker. Stuttgart / Mainz 2009, 7f

³¹ Kaufmann/Huß/Schuster/Stieglmeier, leanWOOD [wie Anm. 3], Buch 6 S. 29

05.03_SYNERGIEN VON PARTNERSCHAFT UND KOOPERATIONEN IN DER BAUWIRTSCHAFT

Die Vorteile und mögliche Barrieren von Kooperationen können in folgende Punkte gegliedert werden:

Vorteile für den Kunden:

- Weniger, aber hoch qualifizierte Experten notwendig (lean organization)
- Kosteneffektivität
- Geringe Transaktionskosten für Selektion / Koordination / Nachtragsforderungen
- Keine Lernkurven von Projekt zu Projekt mit neuen Planern und Unternehmen
- Keine bzw. kaum Kostenüberschreitungen
- Keine bzw. geringe Nachträge
- Eingespieltes Team
- Optimierungen und kontinuierliche Verbesserungsprozesse von Projekt zu Projekt

Vorteile für den Planer

- Entwickeln einer „low risk“-Planung in Bezug auf Kosten und Termine durch Kooperation mit dem Gesamtleistungsanbieter
- Profitieren vom Know-how der Unternehmen in Bezug auf Technik / Technologie und Kostenschätzung
- Optimierung der Lernkurve bei zukünftigen Projekten (Kostenreduktion / Anfangsgeschwindigkeit etc.)
- Gezielteres design to cost

Vorteile für den Unternehmer

- Verbesserung der Kundenbindung
- Entwicklung von Wettbewerbsvorteilen durch effizienteres Planen und Bauen
- Entwicklung innovativer Systemlösungen (Energie / Unterhalt)
- Effizienzsteigerung durch kontinuierliche Verbesserung der Zusammenarbeitsprozesse und der angebotenen technischen und funktionalen Lösungen
- Klare Risikoverteilung
- Schnelle Entscheidungsprozesse
- Erzielen von Kostenvorteilen
- Frühzeitiges Einbringen des technischen Know-hows von Spezialisten
- Bessere, ausführungsgerechtere Planung (design to build)
- Bessere Möglichkeiten der Koordination aller Beteiligten (time to market)
- Geringere Transaktionskosten durch keine / geringere Nachtragsforderungen
- Standardisierung ähnlicher Elemente (Kostensenkung)
- Reduzierung der indirekten Lohnkosten durch eine übergeordnete Baustellenlogistik

Vorteile für Subunternehmer

- Einbringen des technischen Know-hows zur Optimierung der Projektergebnisse
- Kosteneffizienz durch intelligente Know-how-Lösungen anstatt durch Angebotsverhandlungen
- Geringere Transaktionskosten durch keine oder geringere Nachträge
- Differenzierung durch Entwicklung kooperativer Systemlösungen bzw. Systemlösungsansätze
- Standardisierung von produktionstechnischen Details bei weitgehend offener architektonischer Gestaltung
- Höhere Auslastung der Fertigungshalle für Raummodule
- Der Auftraggeber hat ein lokales Netzwerk vor Ort
- Die Montagezeit auf der Baustelle ist kürzer



Abbildung 46: Synergieelemente in einer Anbieterkooperation zur Unterstützung einer Kostenführerschafts- und Differenzierungsstrategie³²

05.04_OUTSOURCING

Outsourcing hat in seinem Ursprung die Bedeutung „Outside Resource Using“. Es drückt somit aus, dass außerhalb des Unternehmens liegende Quellen herangezogen werden und sich die eigene Wertschöpfung bzw. Leistungstiefe verringert.³³

Outsourcingentscheidungen in der Bauwirtschaft entstehen in der Regel durch ökonomische Faktoren. Neben den Kosten sind Qualität, Flexibilität und Know-how von wesentlicher Bedeutung.³⁴

Hauptargument bei der Kooperation von einem Zimmereibetrieb mit einem Raummodulhersteller ist das zusätzlich ermöglichte Geschäftsfeld der Erbauung einer Wohnanlage. Erst durch die Synergieeffekte (Kapazität bei Personal, Inventar und Material, technisches Know-how, Spezialleistungen wie Modulbau) wird es für den kleinen, regionalen Holzbauer möglich, größere Objekte zu realisieren.

Mit dem Auslagern der Produktion der Module ist es jedoch noch nicht getan. Im Büro des Holzbaubetriebes sind die Phasen der Projektvorbereitung und Werkplanung zu bewerkstelligen, um die entstehenden Schnittstellen mit dem Raummodulhersteller definieren und lösen zu können.

Hinzu kommen noch etliche Kosten, die als kurzen Überblick nachfolgend angegeben sind.

TRANSAKTIONSKOSTEN

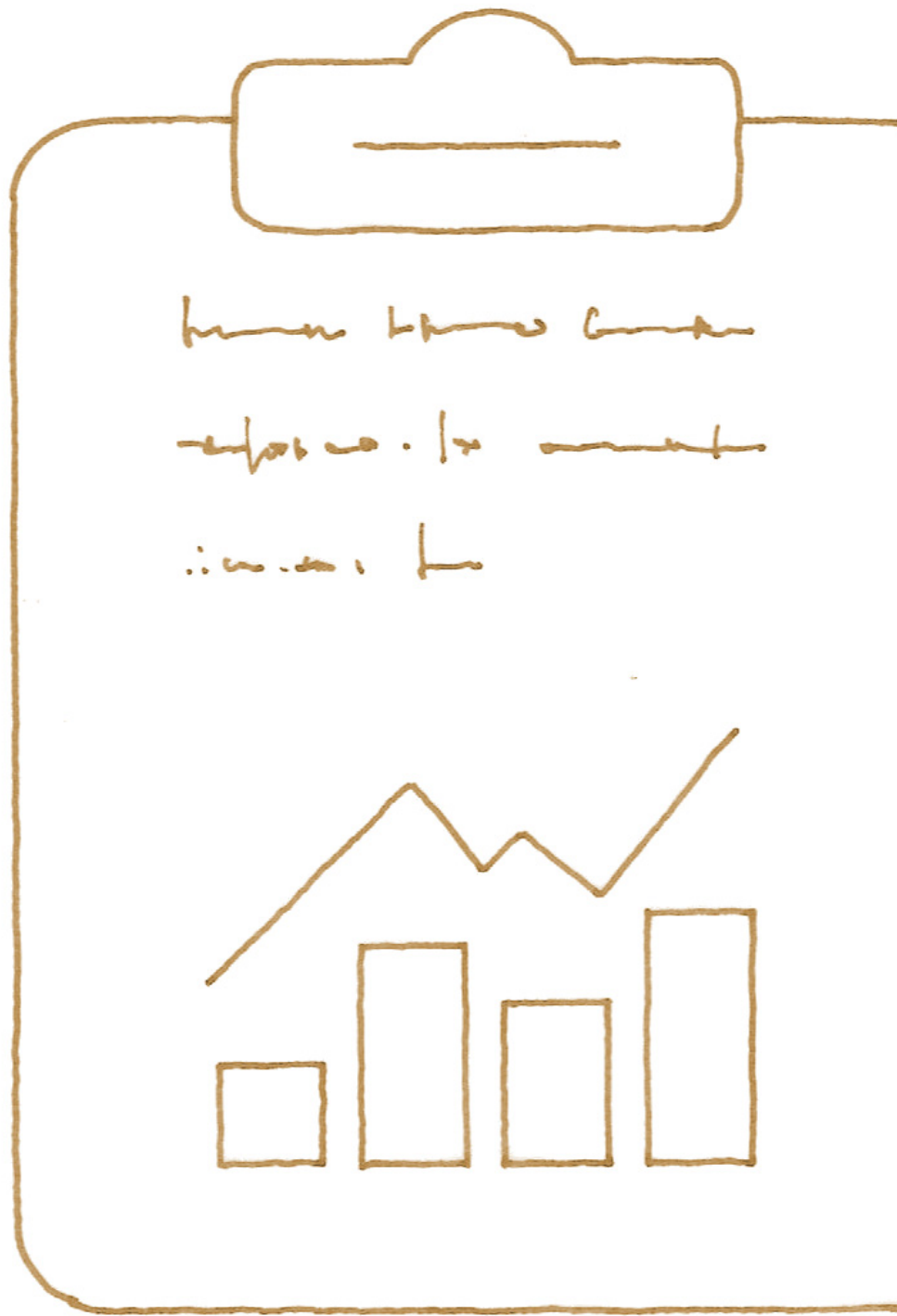
Bei den Transaktionskosten handelt es sich im Einzelnen um folgende Kostenarten:

Anbahnungskosten:	Kosten für Beschaffung von Information über potenzielle Outsourcingpartner
Vereinbarungskosten:	Kosten für Verhandlungen, Verträgen und Einigungen
Abwicklungskosten:	Kosten für Steuerung und Management der gemeinschaftlichen Arbeit
Kontrollkosten:	Kosten für die Sicherstellung der Einhaltung von Termin-, Qualitäts-, Mengen- und Preisvereinbarungen
Anpassungskosten:	Kosten für nachträgliche Änderungen

³² Girmscheid, Bauunternehmensmanagement - prozessorientierter Band 1 [wie Anm. 22], S. 275, S. 275

³³ ebd., S. 307

³⁴ ebd., S. 311



06_PROJEKTMANAGEMENT: WERKZEUGE FÜR DIE PROJEKTDARSTELLUNG

06_PROJEKTMANAGEMENT: WERKZEUGE FÜR DIE PROJEKTDARSTELLUNG

Ein professionelles Projektmanagement hilft, die richtigen Entscheidungen zur richtigen Zeit mit den richtigen Kompetenzen zu fällen und damit den Projekterfolg nachvollziehbar und wiederholbar zu gewährleisten.

In diesem Kapitel möchte ich in den drei Bereichen Organisationsmanagement, Projektstrukturplanung und Ablauf- und Terminplanung praktische Werkzeuge der Projektdarstellung erklären. Die Anwendung der Methoden erfolgt in den Kapiteln 07 bis 09 bei den einzelnen Kooperationsmodellen der drei Vorfertigungsgrade.

06.01_ORGANISATIONSMANAGEMENT

Kernaufgabe des Organisationsmanagements ist die Konzipierung und Implementierung einer Organisationsstruktur in Aufbau und Ablauf.

AUFBAUORGANISATION

Die Aufbauorganisation stellt das hierarchische Grundgerüst der Projektbeteiligten dar und gibt Einblick über die Zusammenhänge in einem Projekt.

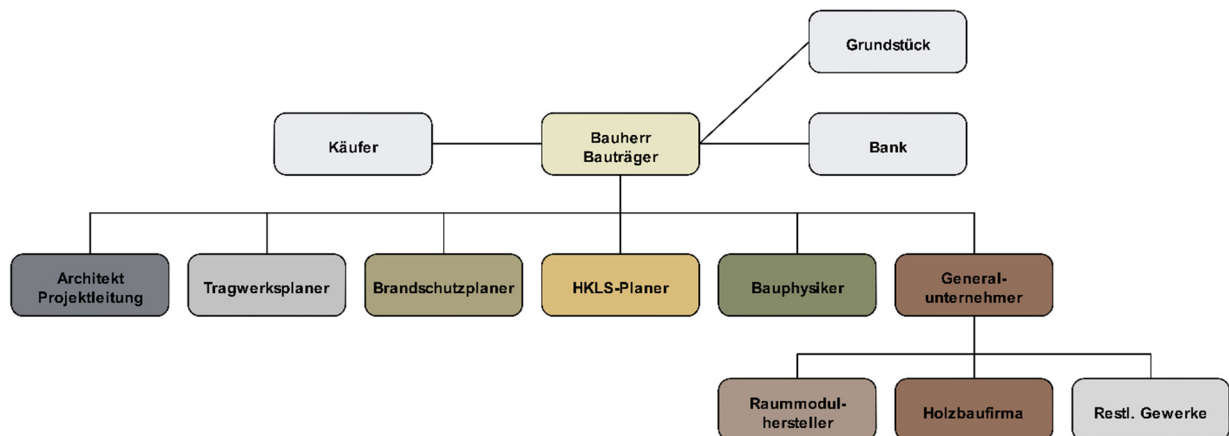


Abbildung 47: beispielhafte Aufbauorganisation mit Holzbaufirma als ausführender Generalunternehmer

ABLAUFORGANISATION

Die Ablauforganisation zeigt die dynamischen Arbeitsprozesse und gibt Auskunft über Aufgabenbereiche, Tätigkeiten, Anforderungen und Informationsflüsse. Sie ist für den geordneten Ablauf der Arbeitsvorgänge im Betrieb verantwortlich.

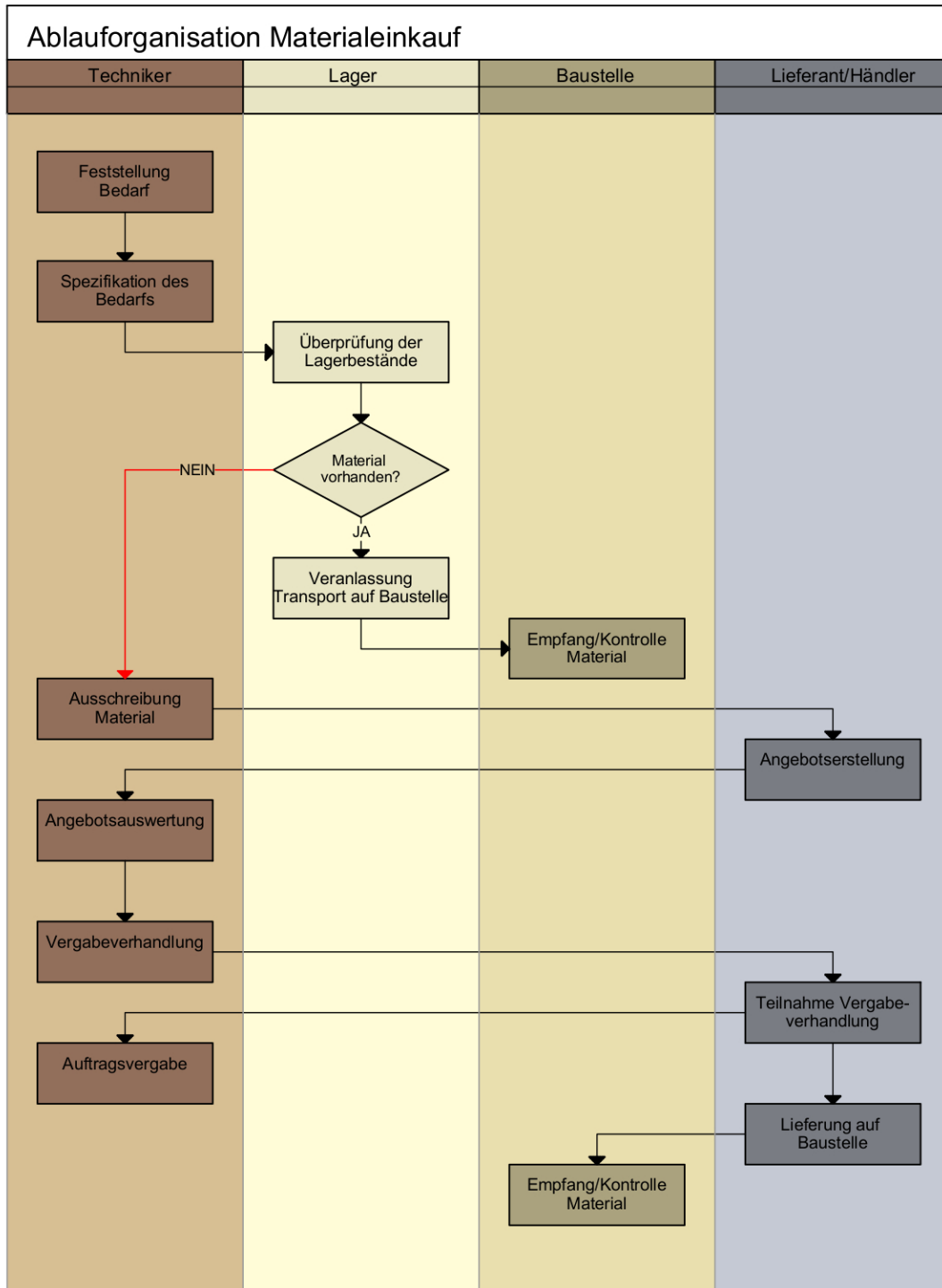


Abbildung 48: beispielhafte Ablauforganisation für den Materialeinkauf

DER PROJEKTSTRUKTURPLAN

Der Projektstrukturplan ist das zentrale Werkzeug und gewissermaßen das Herzstück eines jeden Projektes. Die große und schwierig überschaubare Anzahl von Arbeiten in einem Projekt wird in einem hierarchisch gegliederten Plan einzelner Arbeitspakete zusammengefasst. Der Projektstrukturplan stellt somit sämtliche Arbeiten, die während der Umsetzung eines Projektes anfallen, in einer Baumstruktur dar.³⁵

Die Erstellung eines vollständigen Projektstrukturplans ist eine relevante Bedingung dafür, dass die Aufwandsschätzung sämtliche anfallende und notwendige Arbeiten auflistet und für die Terminplanung bewährte Inhalte liefert.³⁶

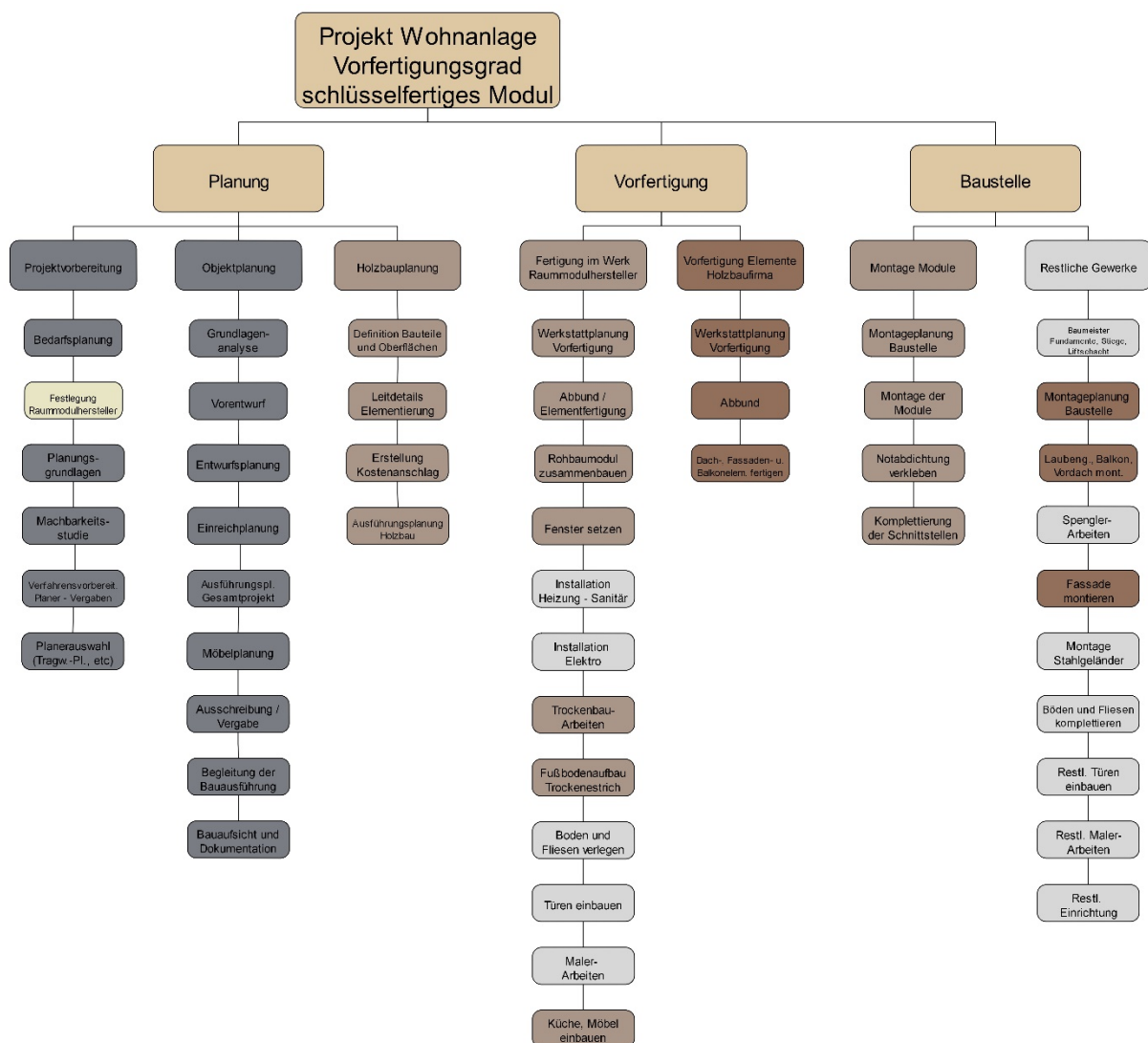


Abbildung 49: beispielhafter Projektstrukturplan

06.03_TERMINMANAGEMENT

³⁵ Jakoby, Walter: Projektmanagement für Ingenieure. Ein praxisnahes Lehrbuch für den systematischen Projekterfolg; mit 59 Tabellen, 95 Beispielen, 70 Übungsaufgaben, 134 Verständnisfragen und 3 durchgängigen Fallbeispielen. Wiesbaden 2015, S. 160

³⁶ ebd., S. 165

ABLAUF- UND TERMINPLANUNG

Aufbauend auf den Projektstrukturplan, bei dem die Liste aller Arbeiten erfasst und hierarchisch gegliedert wird, muss als nächstes die Ausführung der Arbeiten geplant werden. Bei diesem Schritt ist zu definieren, wann und von wem eine Arbeit ausgeführt werden soll.³⁷

In der Ablaufplanung werden die logischen Anordnungsbeziehungen zwischen den einzelnen Arbeitspaketen erfasst und dargestellt. Im Allgemeinen ist das relativ komplex, deshalb bietet es sich für eine bessere Übersicht an, die Ablaufpläne graphisch, in Form von Netzplänen darzustellen.³⁸

In der weiteren Folge kann die Terminierung der einzelnen Arbeitspakete erfolgen. Neben der Angabe des Anfangs- und Endtermines, ist es anzuraten, auch terminliche Spielräume einzuplanen. Dadurch können später bei der Projektumsetzung kleinere Abweichungen vom Plan aufgefangen werden, ohne die Projektmeilensteine zu gefährden.³⁹

GANTT-DIAGRAMME

Im Jahre 1910 wurde vom amerikanischen Ingenieur H. Gantt eine Darstellungsart für einen Netzplan entwickelt, der sich bis heute besonderer Beliebtheit erfreut. Bei diesem Diagramm werden Vorgänge durch Balken abgebildet, deren Länge der Zeitdauer entspricht. Die verhältnismäßige Umsetzung erzeugt eine klare und verständliche Präsentation des Projektablaufs.⁴⁰

ZEITSTRUKTURMODELL

Als Grundlage und zur weiteren Ausarbeitung für meine Darstellung der Abläufe und Prozesse habe ich das Zeitstrukturmodell aus dem Leistungsmodell. Vergütungsmodell LM.VM 2014 von Univ.-Prof. Dipl. Ing. Architekt Hans Lechner herangezogen, dessen Darstellung die Leistungsbilder und Leistungsphasen eines neu gebauten Projektes zeigt.

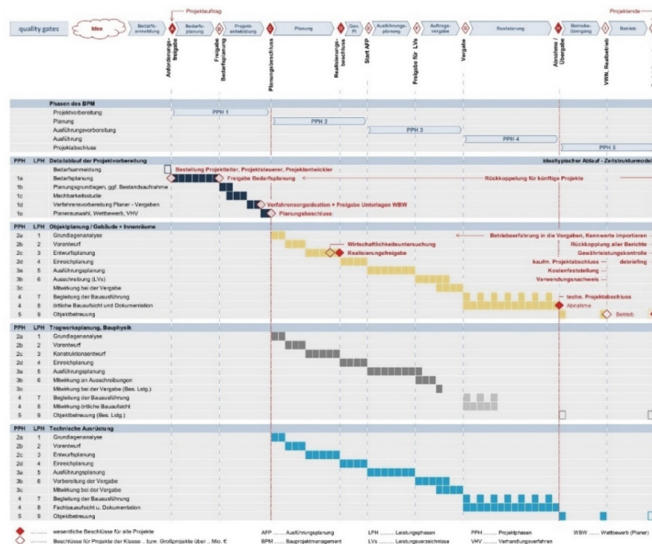


Abbildung 50: Zeitstrukturmodell LM.VM 2014⁴¹

³⁷ ebd., S. 203

³⁸ ebd., S. 207

³⁹ ebd., S. 211

⁴⁰ ebd., S. 219

⁴¹ Lechner/Univ.-Prof. Dipl.Ing., LM. Leistungsmodell VM. Vergütungsmodell [wie Anm. 18], S. 3

Die Gesamtzusammenhänge sind in dem Zeitstrukturmodell klar ersichtlich. Ergänzend hinzugefügt wurde eine Matrix mit einer Kennzeichnung des hauptverantwortlichen Planers und Mitwirkenden. Die unterschiedliche farbliche Markierung der Verantwortlichen wurde für die Balken-Darstellung übernommen. Zusätzlich wurden die Stufen der Kostenplanung nach ÖNORM B 1801-1 Ausgabe 2015-12-01 als Meilensteine eingefügt. Die Hauptprojektbeteiligten, mit Einfluss bzw. Mitwirkung an der Planung, wurden separat, mit den eigenen Leistungsphasen und Arbeiten abgebildet.

Neu konzipierter Ablauf- und Terminplan auf Grundlage des Zeitstrukturmodells aus dem LM.VM:

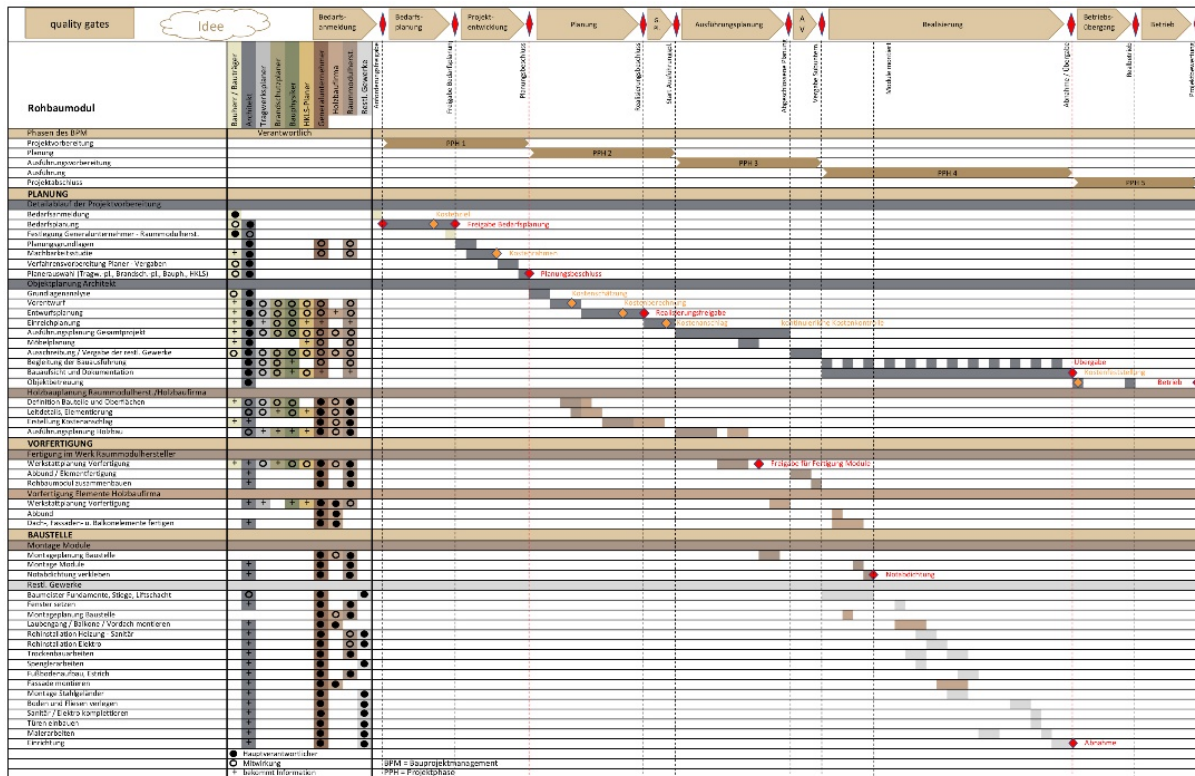
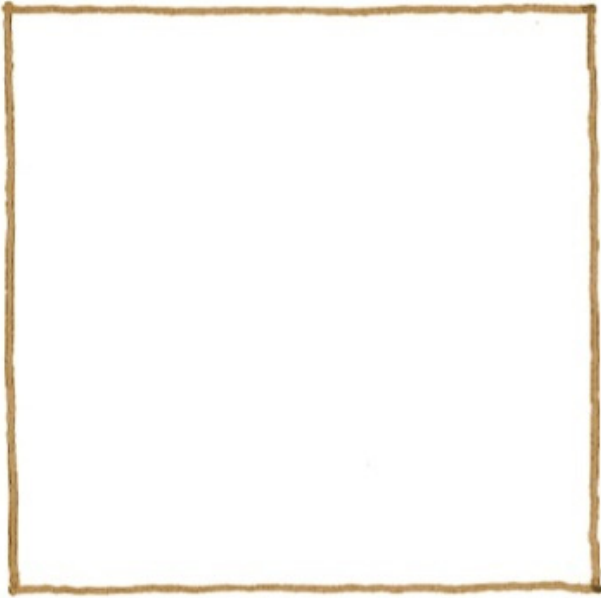


Abbildung 51: Zeitstrukturmodell mit adaptierter Matrix des hauptverantwortlichen Planers und Mitwirkenden



07_KOOPERATIONSMODELL ROHBAUMMODUL

07_KOOPERATIONSMODELL ROHBAUMODUL

07.01_ROHBAUMODUL

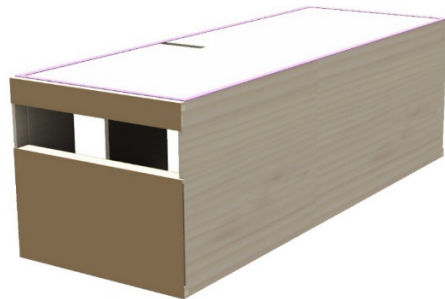
BESCHREIBUNG

Beim Vorfertigungsgrad „Rohbaumodul“ wird die rohe Konstruktion bestehend aus den Deckenscheiben in Brettsperrholz, den Innenwänden in Brettsperrholz und den Außenwänden in Holzrahmenbau gefertigt. Der Holzrahmenbau ist auf der Außenseite mit einer DWD-Platte abgeschlossen und auf der Innenseite mit einer OSB-Platte beplankt.

Die obere Deckenkonstruktion erfolgt mit umlaufenden Randholz und Sylomer- bzw. Sylodyn – Streifen. Dazwischen liegt eine Mineralwolledämmung. Die Leerverrohrung der Deckenauslässe wird eingelegt.

Durch die Aneinanderreihung und Stapelung der Rohbaumodule auf der Baustelle entsteht in kürzester Zeit ein ausbaufähiges Gebäude.

Die Möglichkeiten der individuellen Gestaltung der einzelnen Wohnungen steht dabei im Vordergrund.



07.02_ORGANISATIONSMANAGEMENT

AUFBAUORGANISATION

Bei diesem Kooperationsmodell bietet sich eine konventionelle Abwicklungsform aufgrund des überwiegenden Anteils der Arbeiten auf der Baustelle an. Vorstellbar wäre eine Bauherrengemeinschaft, die sich auf eine fassadenfertige Ausbaustufe einigt, und den Innenausbau individuell in Eigenregie durchführt.

Die Holzbaufirma bekommt den Auftrag für die Rohkonstruktion und die Fertigung der Fassade, des Balkons und der Vordachkonstruktion auf der Baustelle. Der Raummodulhersteller bringt die notwendige Kompetenz für den Modulbau in die Planung mit ein und produziert die Rohbaumodule als Subunternehmer für die Holzbaufirma. Die Übergabe der montierten Raumzellen ist die Schnittstelle zum Holzbaubetrieb.

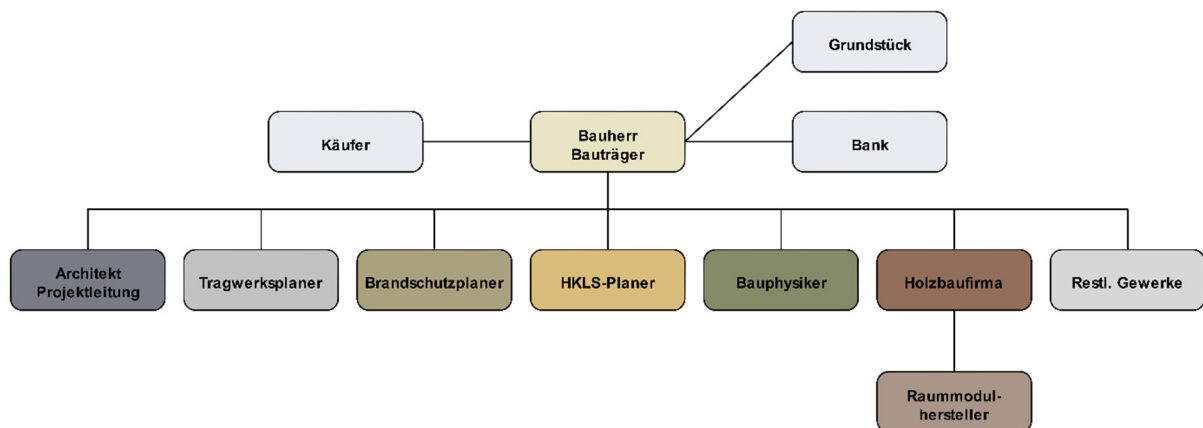


Abbildung 52: Konventionelle Abwicklungsform

ABLAUFORGANISATION

Auf der nächsten Seite ist die Ablauforganisation der Projektvorbereitung für den Vorfertigungsgrad Rohbaumodul abgebildet. Hervorzuheben ist die Festlegung der Holzbaufirma inkl. des Raummodulherstellers am Beginn der Phase der Projektvorbereitung. Dadurch erfolgt die Einbringung der Holzbaukompetenz bereits bei den Planungsgrundlagen und der Machbarkeitsstudie. Zusätzlich kann die Erfahrung und Expertise des Modulherstellers für den Kostenrahmen genutzt werden.

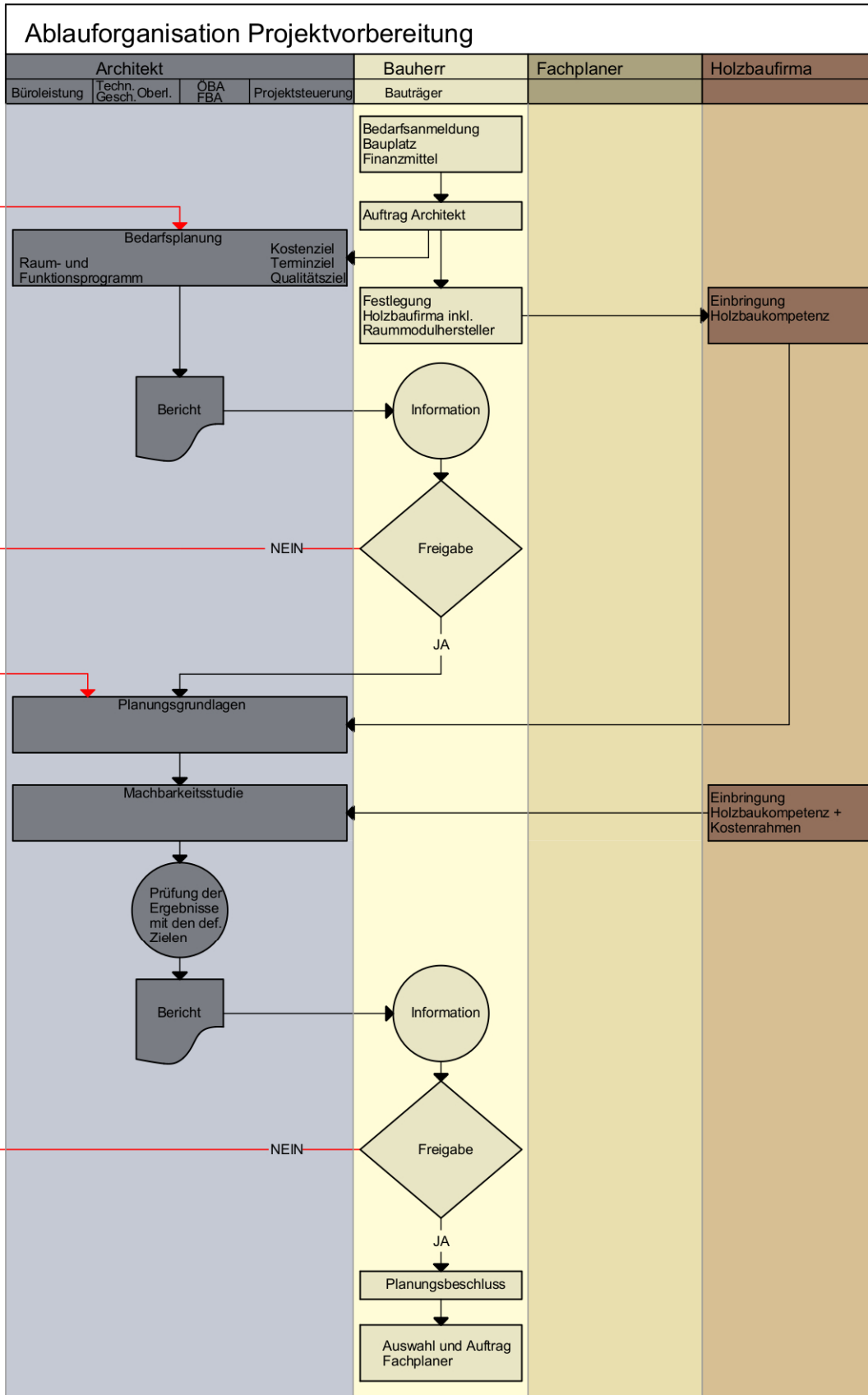
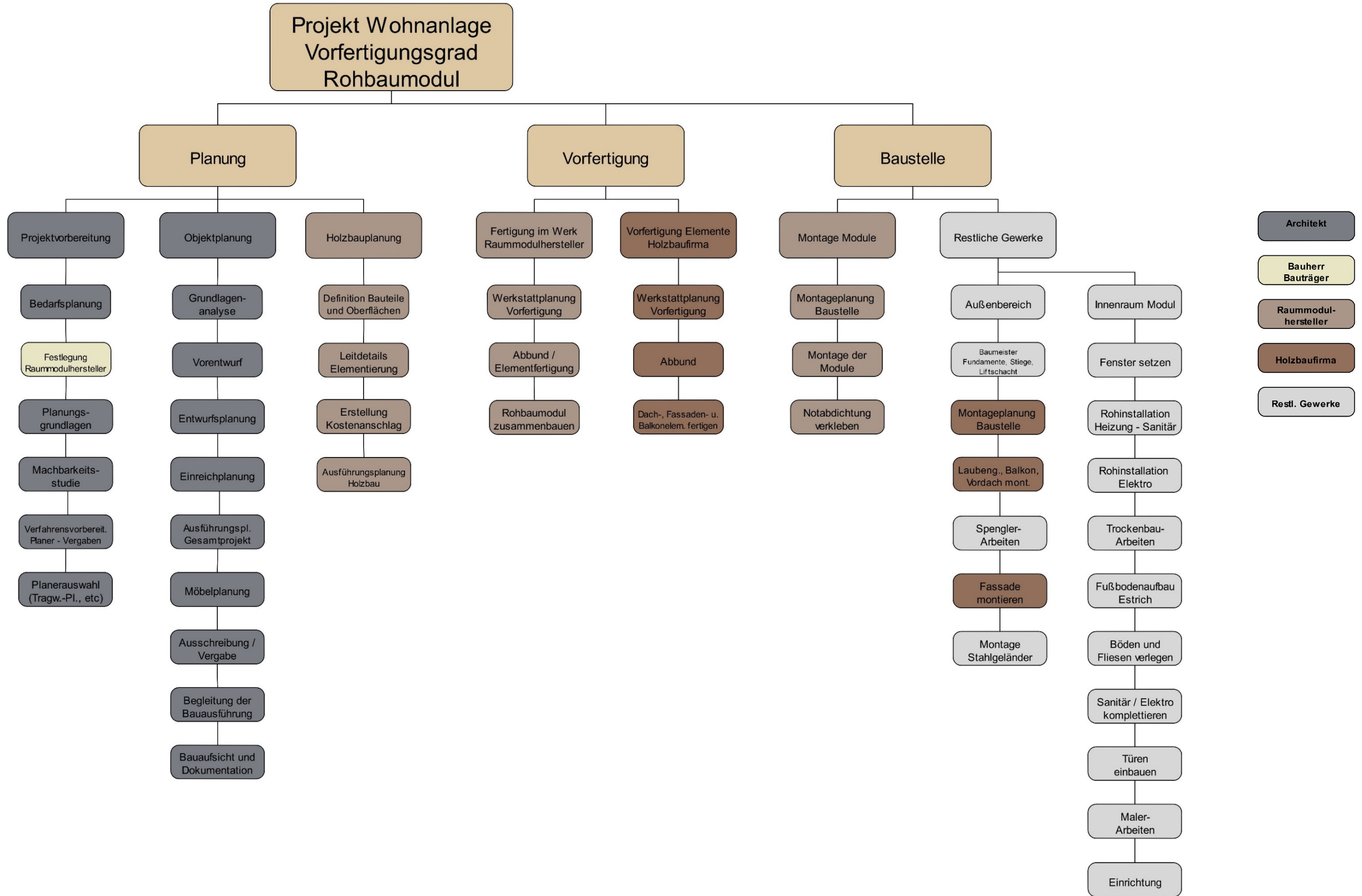


Abbildung 53: Ablauforganisation Projektvorbereitung Vorfertigungsgrad Rohbaumodul



ÜBERBLICK / ERKENNTNIS PROJEKTSTRUKTURPLAN ROHBAUMODUL VORIGE SEITE

Die Farbwahl der einzelnen Arbeitspakete kennzeichnet die Zuständigkeiten, die sich im Organisationsmanagement und im Terminmanagement wiederholen.

Durch die Gliederung des Projektstrukturplans in Planung, Vorfertigung und Baustelle erkennt man die starke Gewichtung der Arbeiten auf der Baustelle und die vergleichsweise geringe Anzahl der Tätigkeiten in der Werkhalle im Rahmen der Vorfertigung. In weiterer Folge ist der Arbeitsaufwand für die Koordination und Bauleitung vor Ort ungleich größer.

Der Raummodulhersteller ist mit der Holzbauplanung verstärkt im Bereich der Planung involviert. Neben der allgemeinen Holzbauplanung ist auch in den anderen Bereichen, wie der Vorfertigung, die Werkstattplanung und auf der Baustelle, die Montageplanung zu finden.

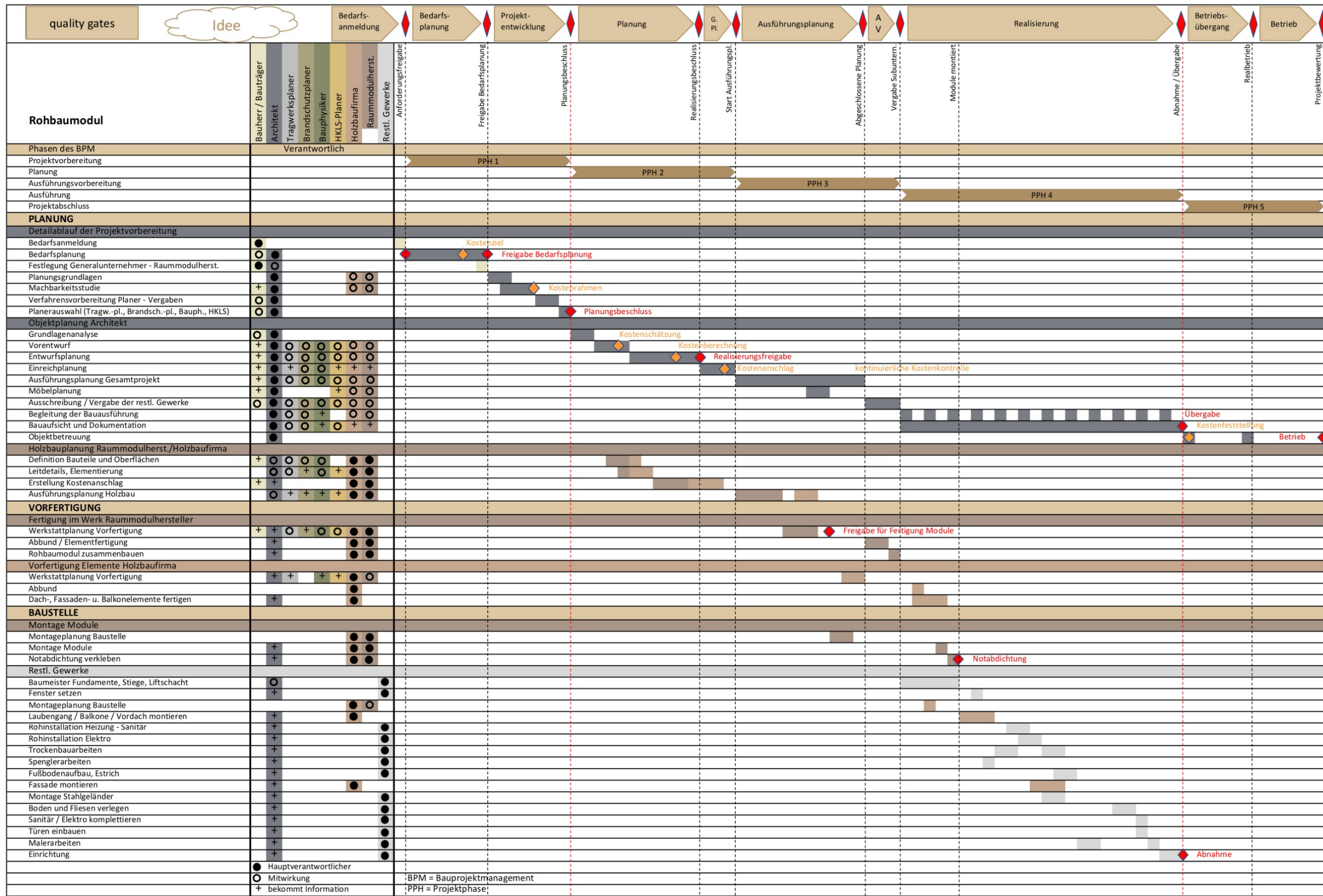
ÜBERBLICK / ERKENNTNIS ABLAUF- UND TERMINPLANUNG ROHBAUMODUL NÄCHSTE SEITE

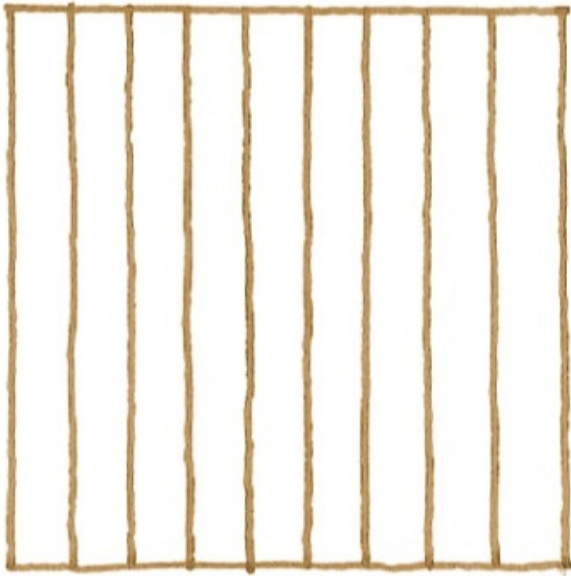
Die Arbeitstätigkeit für den Holzbauer und den Raummodulhersteller beginnt in der Phase der Projektvorbereitung mit der Einbringung der Holzbaukompetenz in die Planungsgrundlagen und in die Machbarkeitsstudie. Mit dem Start des Vorentwurfs wird die eigentliche Holzbauplanung mit der Definition der Bauteile und Oberflächen aufgenommen. Anschließend erfolgt die Erstellung der Leitdetails und die Planung der Elementierung.

Die Ausführungsplanung für das Gesamtprojekt durch den Architekten verläuft im Einklang mit der Ausführungsplanung Holzbau und der Integration der Informationen der restlichen Fachplaner.

Die Phase der Produktion und Vorfertigung und der nachfolgenden Montage auf der Baustelle ist relativ kurz. Mit dem Abschließen der Errichtung der Fassadenbeplankung ist die Tätigkeit am Projekt durch den Holzbauer beendet.

07.04_ABLAUF- UND TERMINPLANUNG ROHBAUMODUL





08_KOOPERATIONSMODELL HALBFERTIGMODUL

08_KOOPERATIONSMODELL HALBFERTIGMODUL

08.01_HALBFERTIGMODUL

BESCHREIBUNG

Beim Vorfertigungsgrad Raummodul mit Sanitär- und Elektroinstallation werden aufbauend auf das Rohbaumodul die Fenster eingesetzt, die Sanitärrohinstallation (Kalt- und Warmwasser, Schmutzwasser) ausgeführt, die Elektrorohinstallation verlegt und die Trockenbauwände und Vorsatzschalen erstellt.

Der Fußbodenaufbau wird auf der Baustelle eingebracht, somit ist die einfache Einbringung einer Fußbodenheizung mit Heizestrich möglich. Auch die Installation einer kontrollierten Wohnraumlüftung ist als Option denkbar.

Die Oberflächen des Fußbodenbelages und der Wände können vor Ort unterschiedlich gestaltet werden. Mit der zusätzlichen Auswahlmöglichkeit der Sanitärgegenstände, der Türen, der Küche und Möblierung ist eine große Vielfalt für Individualisierung gegeben.



08.02_ORGANISATIONSMANAGEMENT

AUFBAUORGANISATION

Das Kooperationsmodell Halfertigmodul bestreitet die Holzbaufirma als Generalunternehmer. Sie erhält vom Bauherrn / Bauträger den Auftrag zur Errichtung der Wohnanlage. Ob als Ausbaustufe oder als schlüsselfertiges Werk kann durch die beiden Vertragspartner definiert werden.

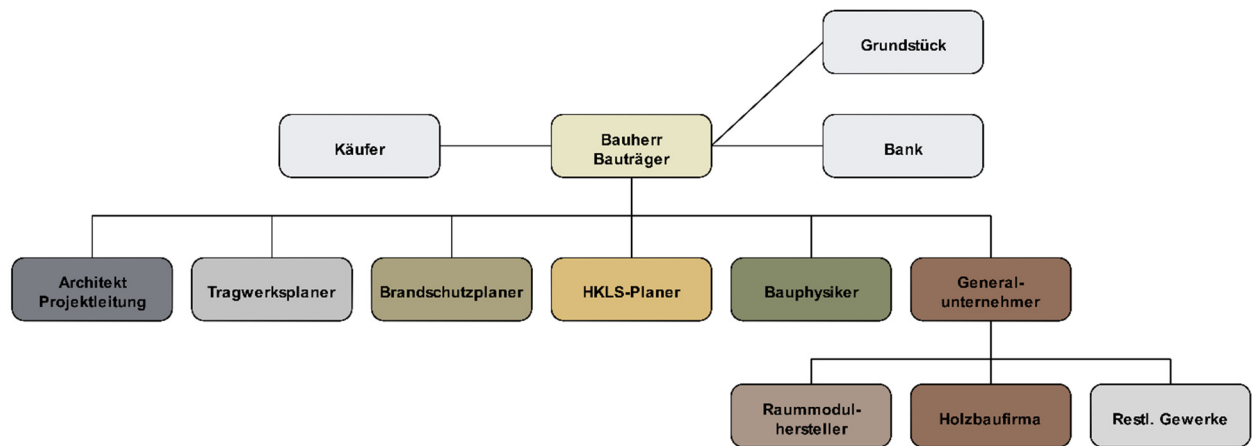


Abbildung 54: Abwicklungsform Generalunternehmer

ABLAUFORGANISATION

Auf der nächsten Seite ist die Ablauforganisation der Objektplanung Vorentwurf für den Vorfertigungsgrad Halfertigmodul abgebildet. Schön zu erkennen ist die Einbringung der Expertise durch die Fachplaner und durch den Generalunternehmer / Holzbauer. Nach der Integration durch den Architekten zu einem Arbeitsergebnis erhält der Bauherr die Informationen. Bei positiver Freigabe beginnt die Entwurfsplanung.

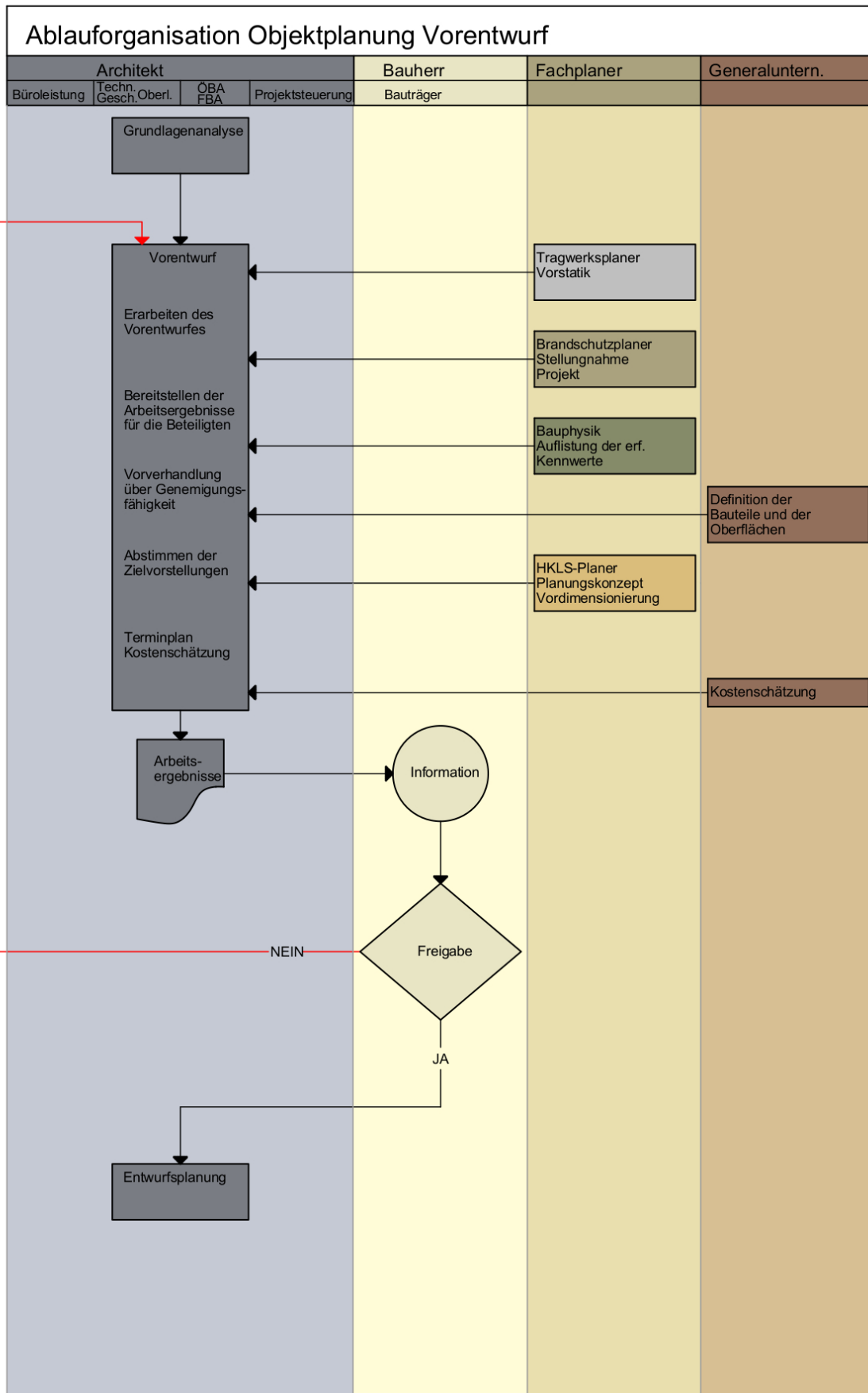
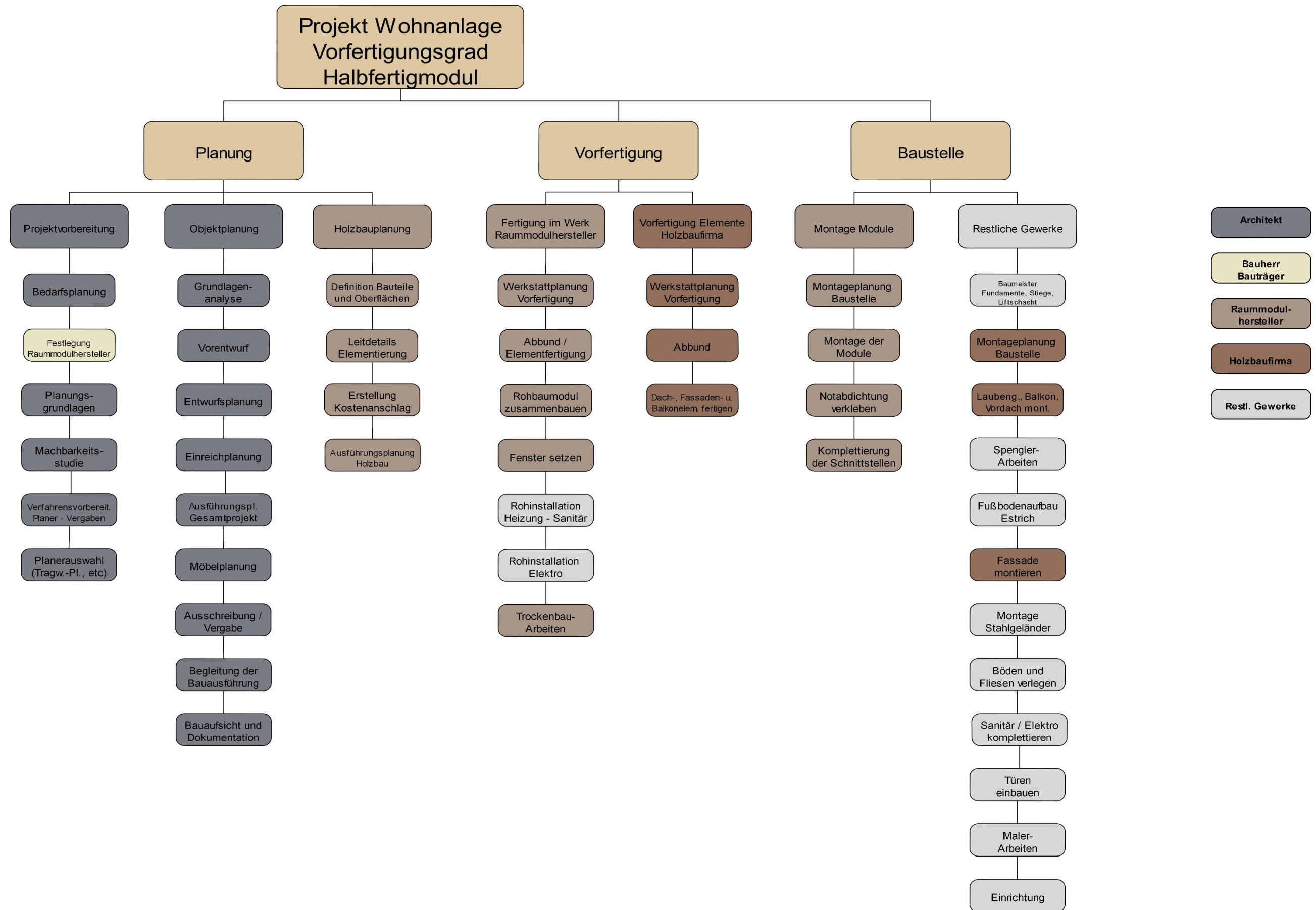


Abbildung 55: Ablauforganisation Objektplanung Vorentwurf Halbfertigmodul



ÜBERBLICK / ERKENNTNIS PROJEKTSTRUKTURPLAN HALBFERTIGMODUL VORIGE SEITE

Im Projektstrukturplan fällt, trotz Vorfertigung, immer noch die große Anzahl an Tätigkeiten auf der Baustelle auf. Errichtet der Generalunternehmer das Projekt schlüsselfertig, ist die Koordination der Gewerke und die Arbeit des Bauleiters durch eine erfahrene Person einzuplanen.

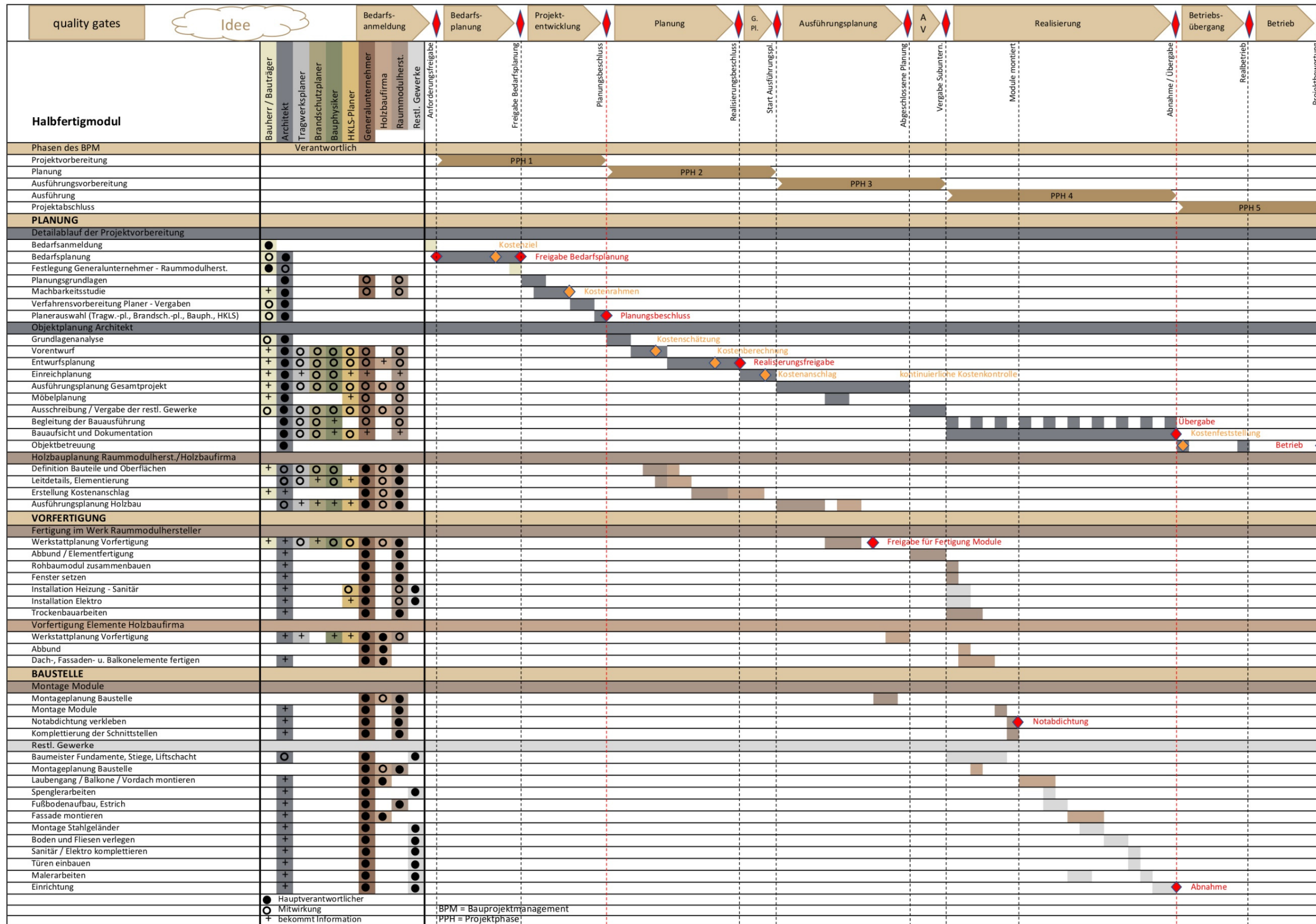
Nach erfolgreicher Komplettierung der Arbeiten an den Modulen durch den Raummodulhersteller, vorrangig das Verbinden der Rohinstallation Sanitär und Elektro der Module untereinander, erfolgt die Abnahme durch den Generalunternehmer und die Aufnahme der weiteren Arbeiten durch den regionalen Installateur und Elektriker. Sinnvollerweise wird dadurch die zentrale Heizung und der Hauptelektroverteiler durch den Professionisten vor Ort erledigt, um z.B. für spätere Wartungsarbeiten bzw. Störungen einen Ansprechpartner in der direkten Umgebung zu haben.

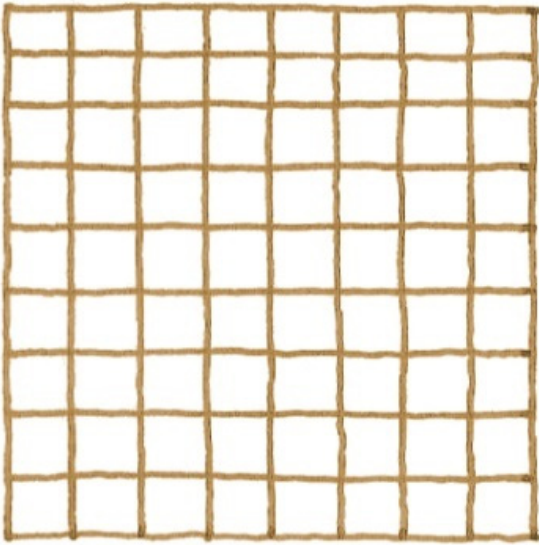
ÜBERBLICK / ERKENNTNIS ABLAUF- UND TERMINPLANUNG HALBFERTIGMODUL NÄCHSTE SEITE

Im Ablauf- und Terminplan auf der folgenden Seite, wird im Vergleich zur Fertigung mit Rohbaumodulen die kürzere Bauzeit sichtbar. Die längere Zeitdauer für die Vorfertigung fällt nur wenig ins Gewicht.

Der Generalunternehmer erhält in der Matrix der Zuständigkeit neben der Verantwortung für den Holzbauer und den Raummodulhersteller auch die Verantwortung für die restlichen Gewerke.

08.04_ABLAUF- UND TERMINPLANUNG HALBFERTIGMODUL





09_KOOPERATIONSMODELL SCHLÜSSELFERTIGES MODUL

09_KOOPERATIONSMODELL SCHLÜSSELFERTIGES MODUL

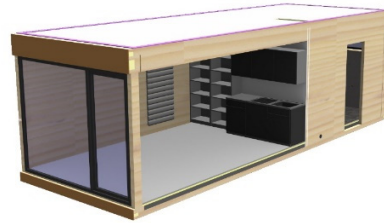
09.01_SCHLÜSSELFERTIGES MODUL

BESCHREIBUNG

Beim Vorfertigungsgrad schlüsselfertiges Raummodul werden aufbauend auf das halbfertige Raummodul die Sanitärrohinstallation mit den Heizleitungen (Vor-, Rücklauf, Zirkulation) verlegt, die Sanitärgegenstände und Armaturen montiert, der Fußbodenaufbau bis einschließlich dem Trockenestrich verlegt, in abgeschlossenen Räumen der Fußbodenbelag und die Fliesen bzw. Wandbeläge verlegt, die Malerarbeiten erledigt und die Küche und die Einbaumöbel montiert.

Wirtschaftlich und rationell gedacht, ist es von Vorteil, wenn sämtliche Einheiten ein und dieselben Oberflächen und Bauteile bzw. Ausbauten erhalten.

Im Kapitel Analyse und Vergleich wird das Thema Individualität näher betrachtet.



09.02_ORGANISATIONSMANAGEMENT

AUFBAUORGANISATION

Das Kooperationsmodell schlüsselfertiges Modul bestreitet die Holzbaufirma als Totalunternehmer. Sie erhält vom Bauherrn / Bauträger den Auftrag zur Planung und Errichtung der Wohnanlage in schlüsselfertiger Ausführung.

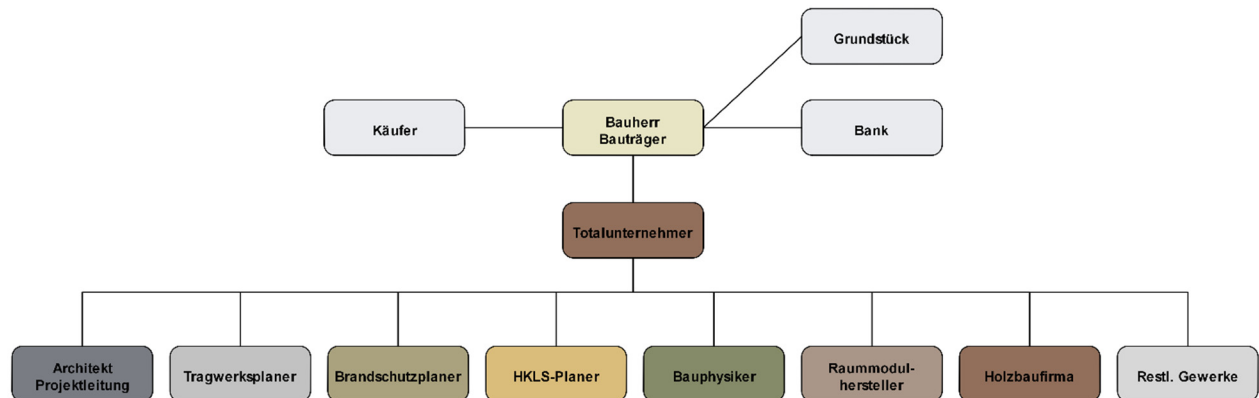


Abbildung 56: Abwicklungsform Totalunternehmer

ABLAUFORGANISATION

Auf der nächsten Seite ist die Ablauforganisation der Ausführungsplanung und Werkstattplanung zu sehen. Der Architekt ist für die Ausführungsplanung des Gesamtprojektes verantwortlich. Der Holzbauer und Raummodulhersteller baut auf dessen Planung mit seiner Ausführungsplanung Holzbau auf und übermittelt die Pläne an die Fachplaner zur Weiterbearbeitung. Das Ergebnis der Fachplanungen wird in die Ausführungsplanung Gesamtprojekt und in die Werkstattplanung eingearbeitet. Bei positiver Freigabe durch den Bauherrn und den Totalunternehmer beginnt der Abbund und die Fertigung der Module.

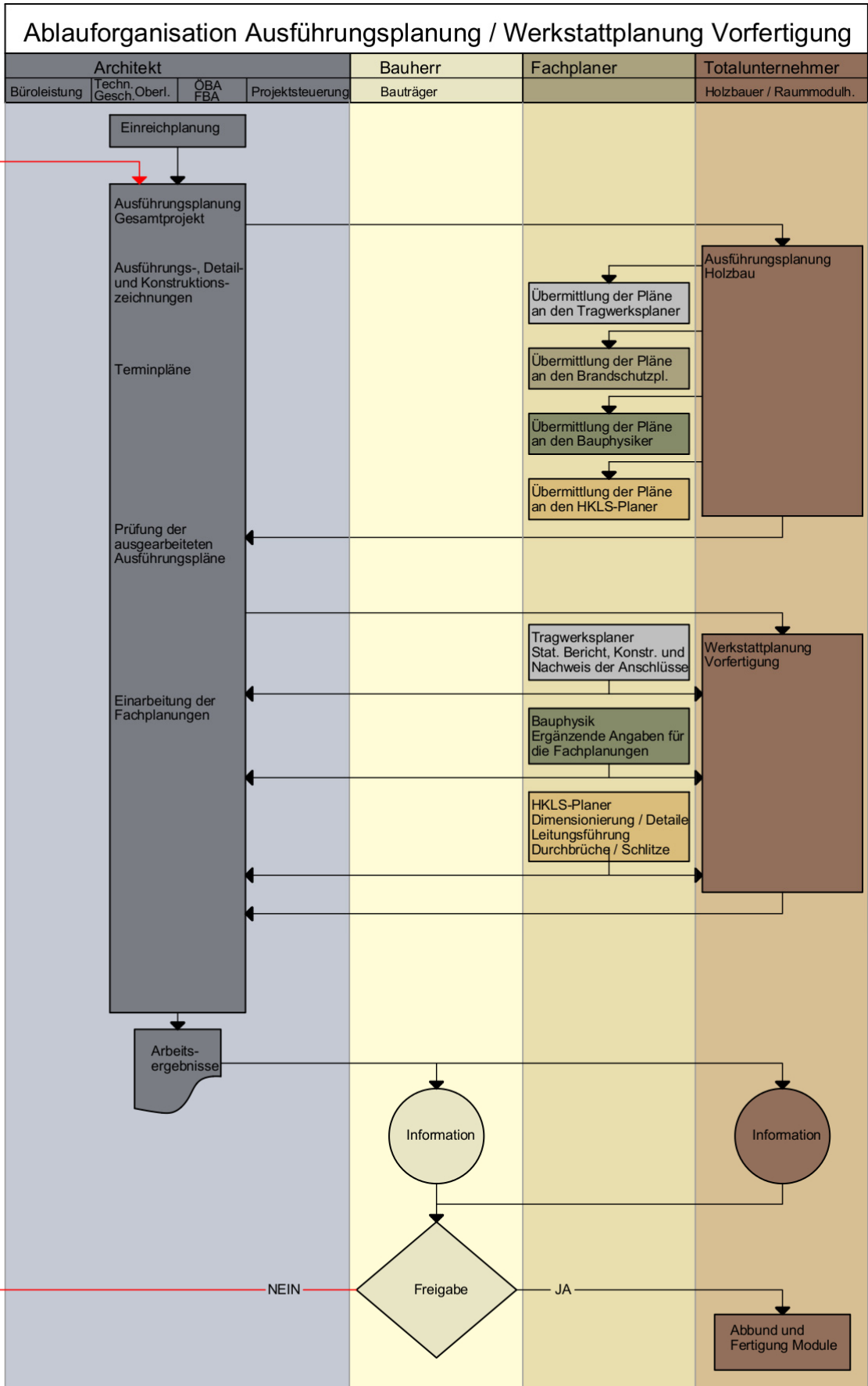
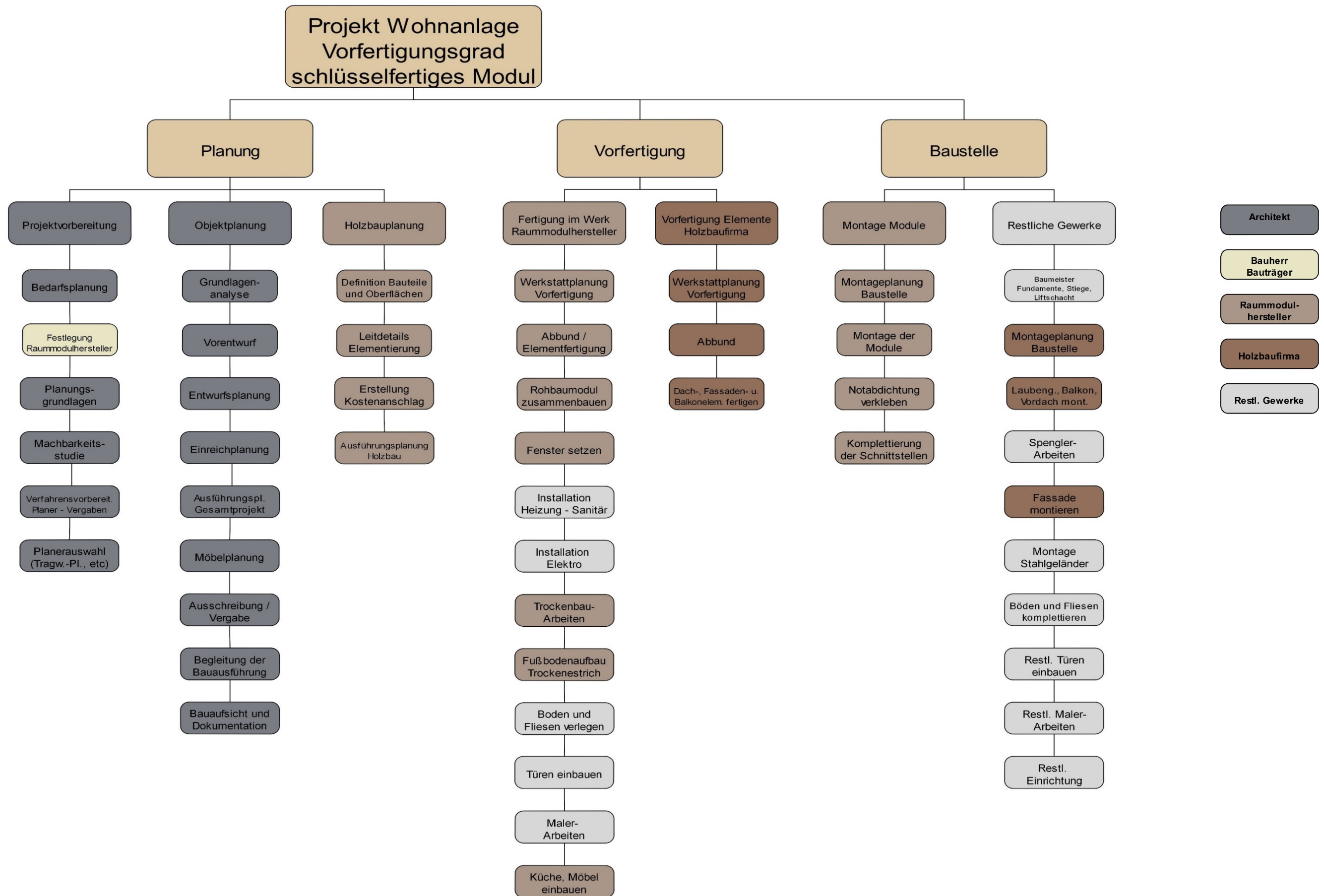


Abbildung 57: Ablauforganisation Ausführungsplanung / Werkstattplanung Vorfertigung Schlüsselfertiges Modul



ÜBERBLICK / ERKENNTNIS PROJEKTSTRUKTURPLAN SCHLÜSSELFERTIGES MODUL VORIGE SEITE

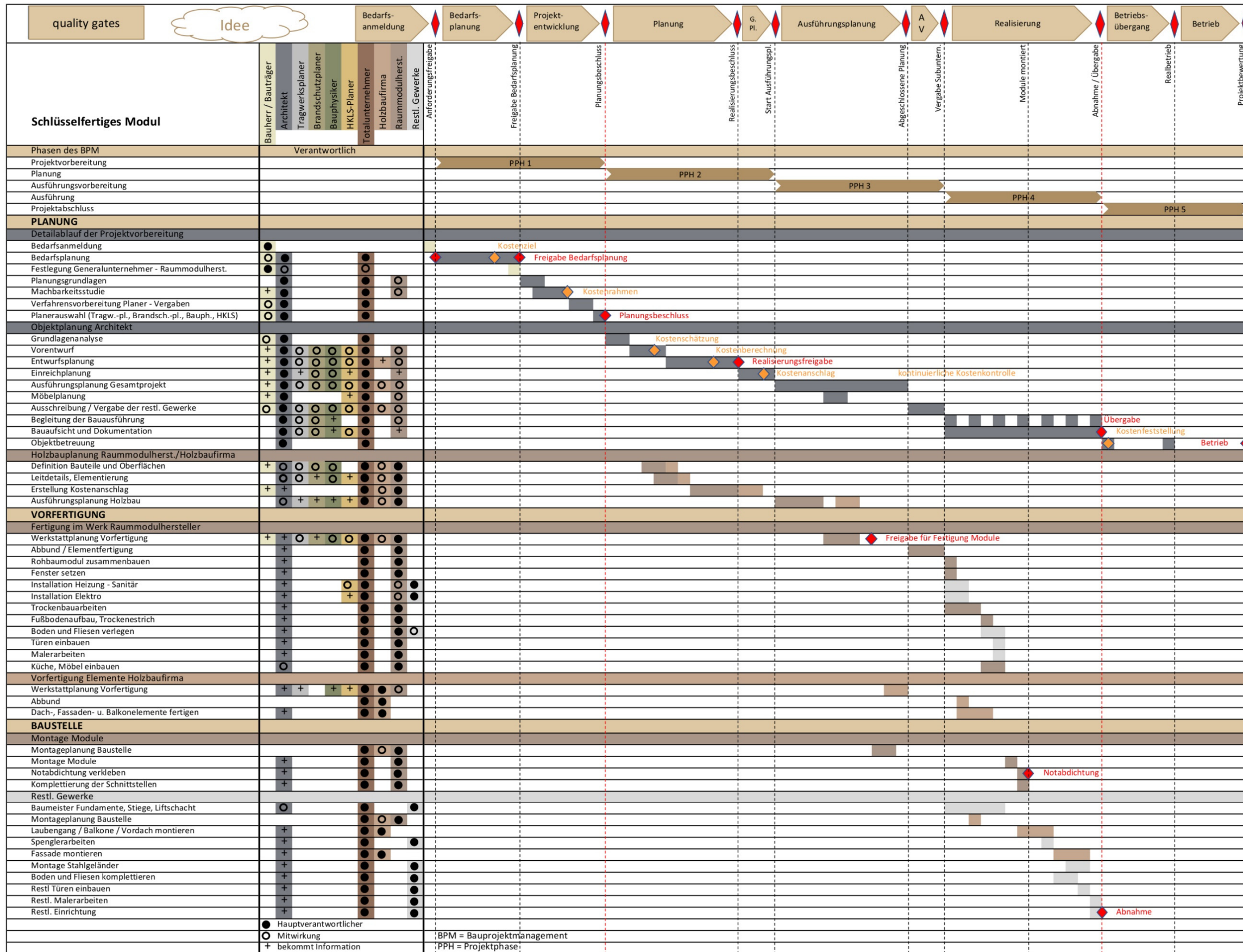
Durch die Komplettierungsarbeiten auf der Baustelle, zeigt sich im Projektstrukturplan eine relativ große Anzahl an Tätigkeiten vor Ort, die sich jedoch im Ablauf- und Terminplan nur durch eine kurze Bauzeit darstellt. Auch deren Koordination verläuft im Normalfall eher unkritisch, da die Gewerke dem Raummodulhersteller unterstehen, und durch die hauptsächliche Arbeit an den Modulen in der Fertigungshalle ein professionelles und partnerschaftliches Verhältnis besteht.

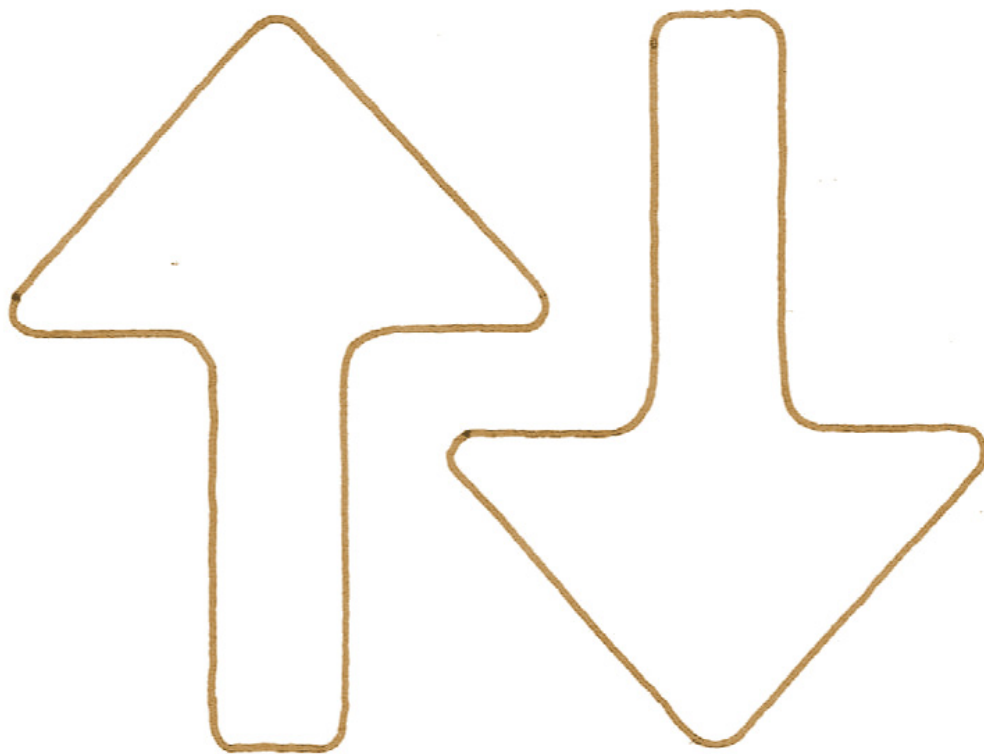
Die Gewichtung des Arbeitsaufwandes zeigt sich klar mit der Häufung der Arbeitspakete in der Vorfertigung. Idealerweise werden dadurch die Vorteile der Werksfertigung optimal genutzt.

ÜBERBLICK / ERKENNTNIS ABLAUF- UND TERMINPLANUNG SCHLÜSSELFERTIGES MODUL NÄCHSTE SEITE

Im Ablauf- und Terminplan der Kooperation mit der Verwendung des schlüsselfertigen Moduls ist deutlich die kürzeste Bauzeit erkennbar. Die Vorfertigung nimmt bei diesem Beispielprojekt Wohnanlage in etwa die gleiche Dauer wie die Bautätigkeit vor Ort in Anspruch. Auffallend ist die ausgedehnte Zeitspanne von der Projektentwicklung bis zum Ende der Ausführungsplanung und Freigabe der Fertigung. Dies ist der gewissenhaften Planung und Entwicklung bis ins Detail geschuldet. Zudem wird das Risiko für Bauschäden, Ausführungsfehler, Nachtragszahlungen und Terminüberschreitungen minimiert.

09.04_ABLAUF- UND TERMINPLANUNG SCHLÜSSELFERTIGES MODUL





10_ANALYSE UND VERGLEICH

10_ANALYSE UND VERGLEICH

Im Kapitel Analyse und Vergleich werden die Unterschiede der drei verschiedenen Vorfertigungsgrade analysiert und anhand verschiedener Parameter aufgezeigt. Das Ziel ist eine leichtere Auswahl des zu bestimmenden Vorfertigungsgrades für ein neues Projekt.

10.01_ SWOT-ANALYSE

Mit Hilfe der Swot-Analyse sollen die signifikanten Unterschiede für die Hauptprojektbeteiligten aufgezeigt werden.

ROHBAUMODUL: HOLZBAUBETRIEB MIT SUBUNTERNEHMER RAUMMODULHERSTELLER

Stärken (Strengths)	Schwächen (Weaknesses)
<p>Größere Wertschöpfung für den Holzbauer, der mehr Arbeit auf der Baustelle durchführen kann</p> <p>Es müssen nicht alle Entscheidungen vor Projektbeginn feststehen</p>	<p>Längere Bauzeit</p> <p>Viel mehr Koordinationsarbeit vor Ort / Baustelle</p> <p>Höhere Emissionen und Belästigungen für Nachbarn</p> <p>Sichtbare Brettsperrholzwände nur eingeschränkt möglich (Leerverrohrung fehlt)</p> <p>Es findet weniger Knowhow-Austausch zwischen Holzbauer und Raummodulhersteller statt</p> <p>Mehr Schnittstellen unter den Projektbeteiligten</p> <p>Nach der Montage der Module ist das Gebäude durch die Fensteröffnungen dem Einfluss der Witterung ausgesetzt</p> <p>Die Transportkosten sind sehr hoch im Vergleich zu dem Wert der Module</p>
Chancen (Opportunities)	Risiken (Threats)
<p>Fußbodenheizung ist leichter realisierbar, Heizestrich wird vor Ort eingebracht</p> <p>Die Module sind individueller gestaltbar</p> <p>Für den Endkunden sind verschiedene Ausbaustufen möglich</p>	<p>Mehr Schäden auf der Baustelle, die nicht zuordenbar sind</p> <p>Zum Großteil liegt das Haftungs- und Gewährleistungsrisiko beim Holzbauer</p> <p>Mögliche Qualitäts- und Kostenprobleme durch spätere Entscheidungen</p>

HALBFERTIGES MODUL: HOLZBAUBETRIEB ALS GENERALUNTERNEHMER

Stärken (Strengths)	Schwächen (Weaknesses)
<p>Größere Wertschöpfung für den Holzbauer, der mehr Arbeit auf der Baustelle durchführt</p> <p>Es müssen nicht alle Entscheidungen vor Projektbeginn feststehen</p> <p>Saubere Leitungsführung der Rohinstallation Sanitär, mit Qualitätsabnahme</p>	<p>Längere Bauzeit</p> <p>Mehr Koordinationsarbeit vor Ort / Baustelle</p> <p>Höhere Emissionen und Belästigungen für Nachbarn</p> <p>Es findet weniger Knowhow-Austausch zwischen Holzbauer und Raummodulhersteller statt</p> <p>Mehr Schnittstellen unter den Projektbeteiligten</p> <p>Die Transportkosten sind hoch im Vergleich zum Wert der Module</p>
Chancen (Opportunities)	Risiken (Threats)
<p>Fußbodenheizung ist leichter realisierbar, Heizestrich vor Ort eingebracht</p> <p>Die Module sind individueller gestaltbar</p> <p>Für den Endkunden sind verschiedene Ausbaustufen möglich</p>	<p>Mehr Schäden auf der Baustelle, die nicht zuordenbar sind</p> <p>Zum Großteil liegt das Haftungs- und Gewährleistungsrisiko beim Holzbauer</p> <p>Mögliche Qualitäts- und Kostenprobleme durch spätere Entscheidungen</p>

SCHLÜSSELFERTIGES MODUL: HOLZBAUBETRIEB ALS TOTALUNTERNEHMER

Stärken (Strengths)	Schwächen (Weaknesses)
<p>Größere Wertschöpfung für den Raummodulhersteller</p> <p>Hohe Ausführungsqualität</p> <p>Kurze Bauzeit</p> <p>Geringe Emissionen und Belästigungen für die Nachbarn</p> <p>Die Errichtungskosten sind sehr genau feststellbar</p> <p>Weniger Schäden</p>	<p>Gestaltungsfreiheit ist bei den einzelnen Wohnungen gering bis gar nicht gegeben</p> <p>Sämtliche Entscheidungen müssen vor Baubeginn feststehen</p>
Chancen (Opportunities)	Risiken (Threats)
<p>Gute Werbewirkung durch die rasche Bauzeit</p> <p>Mehr Aufträge in kürzerer Zeit realisierbar</p>	<p>Gleiches Problem bei sämtlichen Modulen durch serielle Fertigung im Werk</p> <p>Schlechterer Verkauf / Vermarktung durch die sehr eingeschränkte individuelle Gestaltungsmöglichkeit der einzelnen Wohnungen</p>

10.02_VERGLEICH DER VORFERTIGUNGSRADE

Modulvergleich

Die unter den Kooperationsmodellen vorgestellten Vorfertigungsgrade der Module

- _Rohbaumodul
- _Halbfertigmodul
- _Schlüsselfertiges Modul

sollen hier hinsichtlich ihrer Vor- und Nachteile untersucht werden. Hierfür werden nachfolgende Bewertungskriterien analysiert:

- _Bauzeit Baustelle
- _Qualität
- _Individualität
- _Schäden, Mängel
- _Raumheizung
- _Koordination

Die Gewichtung der einzelnen Aspekte ist nicht als objektive Wertung heranzuziehen, sondern spiegelt meine persönliche Sicht wieder und soll als eine Argumentationshilfe für die Auswahl eines Vorfertigungsgrades für einen Holzbauer dienen.



BAUZEIT BAUSTELLE

Die Vorfertigungsgrade werden hinsichtlich der Bauzeit vor Ort auf der Baustelle verglichen. Das heißt Beginn ist mit der Montage der Module und Ende bei Fertigstellung und Übergabe an den Bauherrn.

Rohbaumodul

Anhand der nachfolgenden Grafik ist klar erkennbar, dass das Projekt durch die Verwendung von Rohbaumodulen und der anschließenden Komplettierung und Fertigung vor Ort die längste Bauzeit aufweist.

Halbfertigmodul

Mit 69% ist die Bauzeit vor Ort beim Raummodul mit vorgefertigter Rohinstallation um ca. 31% kürzer anzusetzen.

Schlüsselfertiges Modul

Die Umsetzung der Wohnanlage mit dem schlüsselfertigen Modul gelingt in der kürzesten Bauzeit auf der Baustelle. Mit 43% ist mehr als die Hälfte Zeitersparnis gegenüber dem Projekt mit der Errichtung durch Rohbaumodule.

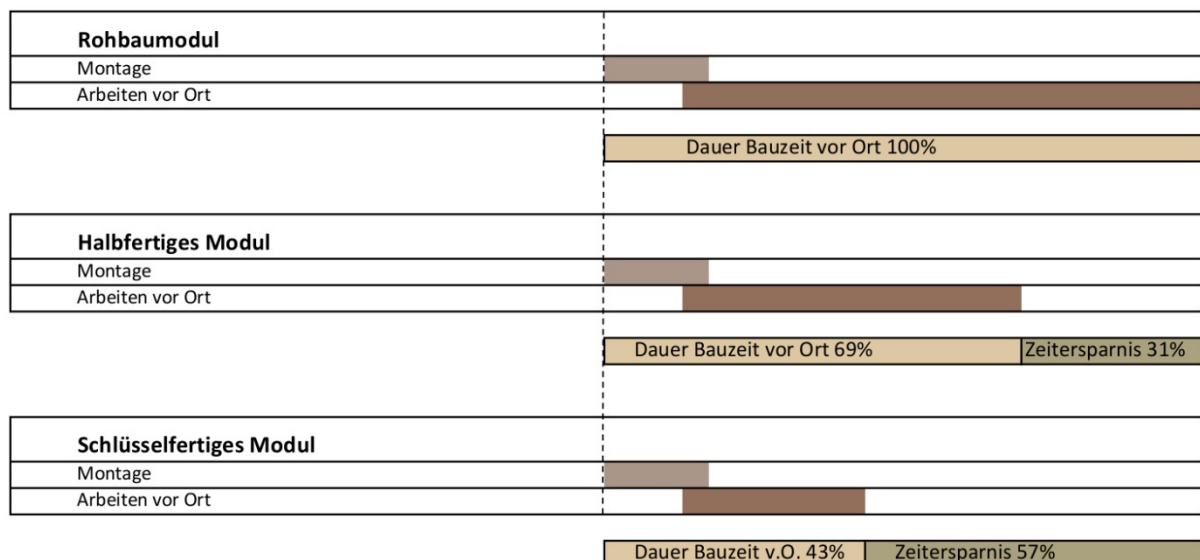


Abbildung 58: Vergleich der Bauzeit der drei verschiedenen Vorfertigungsgrade

QUALITÄT

Geprüft wird, welche Auswirkung der Vorfertigungsgrad auf die Qualität der Ausführung hat.

Rohbaumodul

Sämtliche Ausbauarbeiten werden wie bei einer konventionellen Bauweise vor Ort durchgeführt. Dadurch liegt das Risiko an Beschädigungen und optischen Mängeln durch Handwerker und Professionisten ähnlich hoch.

Durch die geschlossene Hülle der Module ist ein Eintritt von Niederschlagswasser eher unwahrscheinlich. Bei Gewitter und Sturm sind die Fensteröffnungen ein Risiko für sichtbare Holzoberflächen und dadurch entstehender minderer Qualität.

Die handwerkliche Qualität der Ausführung ist auf der Baustelle durch die ungleichen Bedingungen, Temperaturunterschiede, geringere Infrastruktur an Maschinen, schlechtere ergonomische Arbeitsbedingungen etc. tendenziell geringer.

Halbfertigmodul

Ähnlich wie beim Rohbaumodul geschieht ein Teil der Ausbauarbeiten vor Ort und erhöht das Risiko für Schäden an Oberflächen und bereits fertig installierten Bauteilen.

Durch die vormontierten Fenster ist nur eine unwesentliche Gefahr durch eindringendes Niederschlagswasser gegeben.

Die Qualität der Oberflächen ist wie bei der Ausführung bei Rohbaumodulen verhältnismäßig geringer.

Schlüsselfertiges Modul

Die Vorteile eines schlüsselfertigen Raummodules liegen klar in der Qualität der Ausführung. Die gleichbleibenden Bedingungen der Werkstofffertigung ergeben eine konstant hohe optische und technische Güte.



INDIVIDUALITÄT

Untersucht wird, welche individuellen Ausstattungsvarianten bei den unterschiedlichen Vorfertigungsgraden möglich bzw. zweckmäßig sind. Klarerweise erhöht sich bei unterschiedlicher Ausstaffierung der einzelnen Wohnungen der Aufwand für Koordination und Montage erheblich und entspricht nicht den Grundlagen der industriellen Vorfertigung. Je nach Priorität kann dies aber auch ein lohnender Vorteil sein.

Rohbaumodul

Durch die Durchführung sämtlicher Ausbauarbeiten vor Ort, ist hier die größte Flexibilität und damit auch Individualität gegeben.

Theoretisch wäre auch eine Variante zum Selbstausbau für den Endkunden möglich. Die Lage der Sanitärinstallation, im speziellen der Schmutzwasserabläufe, ist in diesem Fall jedoch davor zu fixieren. Kritisch ist hier die Frage der Haftung und Gewährleistung zu betrachten.

Beim Rohbaumodul ist die Einbringung einer Fußbodenheizung im Vergleich zu einem schlüsselfertigen Modul einfach möglich und wird im Kapitel Raumheizung näher betrachtet.

Halbfertigmodul.

Der Vorfertigungsgrad mit montierter Rohinstallation Sanitär und Elektro sowie bereits erstellter Trockenbauarbeiten bietet eine freie Wahl bei folgenden Ausstattungen die vor Ort installiert werden:

- _Raumheizung
- _Türen
- _Bodenoberflächen (Parkett, Fliesen, etc.)
- _Sanitärarmaturen
- _Sanitärkeramik und Sanitärmöbel

Schlüsselfertiges Modul

Speziell beim schlüsselfertigen Modul ist die Übereinstimmung der einzelnen Boxen von zentraler Bedeutung. Durch die Taktung bei der Fertigung in der Werkhalle ist ein kontinuierlicher Ablauf mit gleichbleibenden Materialien und Bauteilen essenziell. Vorstellbar ist z.B. eine Eingrenzung von zwei oder drei Auswahlmöglichkeiten bei folgender Ausstattung:

- _Sanitärarmaturen Serie A oder Serie B
- _Sanitärkeramik Serie A oder Serie B
- _Parkett Holzart A oder Holzart B
- _Fliesen Serie A oder Serie B

Bei den Einbaumöbeln wie Küche, Schränke, Sanitärmöbel wird man sich entweder für die angebotene Variante direkt ab Werk entscheiden können, oder dagegen.



SCHÄDEN, MÄNGEL

Die Bauabwicklung erfordert den Einsatz mehrerer Unternehmer die ihre Leistungen teils hintereinander, nebeneinander oder miteinander erbringen. Beschädigungen sind (leider) an der Tagesordnung und die Kosten der Behebung können mitunter erhebliche Beträge erreichen.⁴²

Um welche Schäden geht es:

Eine Beschädigung ist ein unerwünschter Eingriff in die Bausubstanz oder die errichtete Leistung. Unter den Begriff des Bauschadens fallen Dellen, Kratzer, Löcher, durch unvorsichtiges Handeln auftretende Stöße, Abschürfungen, fallen gelassene Werkzeuge und dgl.

Ebenso fallen Folgeschäden darunter, welche sich aus einem unsachgemäßen Verhalten ergeben, z.B. Wasserschäden nach einer Verstopfung des Abflusses durch diverse Baureste oder Bauschmutz.⁴³

In der ÖNORM B 2110 Allgemeine Vertragsbestimmungen für Bauleistungen ist im Abschnitt 12.4 die Bauschadensregelung dargestellt.

Rohbaumodul

Der Großteil der Arbeiten wird beim Rohbaumodul vor Ort ausgeführt. Dadurch ergibt sich im Vergleich das Größte Gefahrenpotential für Beschädigungen durch unbekannte Schädiger.

Die längere Bauzeit und die Tatsache der schwierigeren Kontrolle auf der Baustelle erhöht das Risiko für unzuordenbare Bauschäden.

Halbfertigmodul.

Ähnlich wie bei den Rohbaumodulen erfolgt der Einbau der fertigen Oberflächen und damit relevanten Bauteile erst vor Ort auf der Baustelle.

Auch hier ist die Gefahr für Beschädigungen an Bauleistungen dementsprechend hoch.

Schlüsselfertiges Modul

Beim schlüsselfertigen Modul kann die Vorfertigung so weit vorangetrieben werden, dass nach der Verbindung der Installation nur mehr die Passstücke der Bodenbeläge und diverse Abdeckbretter vor Ort montiert werden.

Es besteht auch die Möglichkeit, dass einzelne Module bzw. Wohnungen abgeschlossen werden und nur für die Endfertigung der Zugang ermöglicht wird. Abschließend betrachtet hat das schlüsselfertige Modul im Vergleich der Schäden und Mängel klare Vorteile.



⁴² Kropik, Andreas, Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn.: »Beschädigung der Bauleistung. Fragen und Antworten«. In: ÖGEBAU Journal vom 01-2016, S. 13–19, hier: S. 13
⁴³ ebd., S. 16

RAUMHEIZUNG

Die wasserbasierende Verteilung der Wärme in den einzelnen Räumen erfolgt entweder mit Flächenheizungen, wie Wand-, Decken- oder Fußbodenheizung, punktuell mit Heizkörpern, oder meist direkt vor größeren Glasfronten mit Unterflurkonvektoren.

Bei vorgefertigten Projekten mit Raummodulen erfolgt die Wahl aufgrund der einfachen Konstruktion häufig auf Systeme mit Heizkörpern.

Generell geht der Trend im Bauwesen jedoch zu Flächenheizungen. Durch ihre großflächige Verlegung bewirken sie eine gleichmäßige Verteilung der Wärme im Raum und tragen so zu einem angenehmen Raumklima bei.

Rohbaumodul

Beim Rohbaumodul sind sämtliche Varianten offen.

Durch die Verlegung eines herkömmlichen Heizestrichs mit einer Fußbodenheizung können die Vorteile eines Heizsystems mit niederen Vorlauftemperaturen genutzt werden.

Halbfertigmodul

Auch bei diesem Vorfertigungsgrad stehen alle Möglichkeiten zur Auswahl.

Voraussichtlich bietet sich auch hier die Einbringung einer Fußbodenheizung an. Im Sinne der kurzen Bauzeit von Raummodulen und der trockenen Bauweise durch den Holzbau ist ein System mit Trockenestrich zu empfehlen.

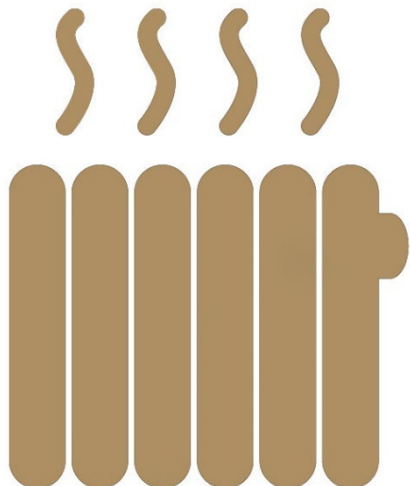
Schlüsselfertiges Modul

Interessant ist dieses Thema beim schlüsselfertigen Modul. Wie schon erwähnt werden häufig Heizkörper für die Wärmeverteilung verwendet. Die Verbindung der Vor- und Rücklaufleitungen erfolgt vielfach im Bereich des freigelassenen Fußbodenaufbaus der Türschwelle mit Muffen. Damit ist eine kurze und effektive Abschlussarbeit vor Ort gewährleistet.

Als Alternative zu den Heizkörpern könnte im vorliegenden Beispiel der Wohnanlage ein Unterflurkonvektor an den großen Glasfronten in Wohn- und Schlafzimmer installiert werden. Einerseits wird keine Wandfläche dafür benötigt und das Erscheinungsbild ist dadurch auch gestalterisch unauffälliger und andererseits wird die Kältestrahlung der Fensterfront verhindert.

Zur Familie der Heizkörper gehörend, erfolgt beim Unterflurkonvektor die Leitungsführung ident. Bei geringen Aufbauhöhen des Fußbodens ist in der Detailplanung eine erhöhte Schallübertragung zu beachten.

Ist bei einem Projekt mit schlüsselfertigen Modulen die Einbringung einer Fußbodenheizung erwünscht ist dies teils nur mit Mehraufwand möglich. Speziell bei einseitig oder beidseitig offenen Modulen ist keine raumseitig abgeschlossene Verlegung möglich. Zusätzliche Bereiche müssen bei der Vorfertigung frei gelassen werden und auf der Baustelle komplettiert und vervollständigt werden.



KOORDINATION

Unter diesem Kapitel sollen die Unterschiede in der Koordination der Bautätigkeit betrachtet werden.

Häufig führen Probleme bei der Koordination der Handwerker bzw. fehlende Abstimmung untereinander zu Schäden und Mängeln wie z.B. dem „Gewerke Loch“. Durch eine gewissenhafte Begleitung der Bauausführung und Bauaufsicht und Dokumentation kann dem entgegengewirkt werden.



Rohbaumodul

Der Koordinationsaufwand der Handwerker ist beim Rohbaumodul für den Holzbauer am größten und mit einem erheblichen Zeitaufwand verbunden. Kommen zusätzliche individuelle Ausstattungen der einzelnen Wohnungen hinzu, vermehrt sich der notwendige Einsatz drastisch.

Halbfertigmodul.

Ein Teil der Abstimmung zwischen Holzbauer und Modulhersteller erfolgt im Vorfeld für die Klärung der Schnittstellen und Festlegung der Arbeitsbereiche. Im Speziellen gilt dies für die Subunternehmergewerke Installateur und Elektriker. Selbige sind in der Vorfertigung und auf der Baustelle tätig und gegebenenfalls nicht die gleiche Firma. Für den Endausbau auf der Baustelle sind je nach möglichen Ausstattungsvarianten verstärkte Aufwendungen erforderlich.

Schlüsselfertiges Modul

Beim Schlüsselfertigen Modul verlagert sich der Koordinationsaufwand zum Großteil in die Vorfertigung und somit zum Raummodulhersteller. Essentiell für eine wirtschaftliche Fertigung ist die klare Vorgabe, Einhaltung und Kontrolle einer getakteten Fertigung in der Werkhalle.



11_CONCLUSIO

11_CONCLUSIO

In diesem Kapitel möchte ich eine persönliche Schlussfolgerung zu den behandelten Punkten in der Masterarbeit ziehen und einen Ausblick zu interessanten Fragen und Themen geben.

11.01_ ERKENNTNISSE

PROJEKTMANAGEMENT

Im ganzen Leben haben wir mit Projekten zu tun – einmalige, zielorientierte und zeitbegrenzte Vorhaben. Projekte als solche zu erkennen und die eigenen Handlungen danach auszurichten ist ein wichtiger Bewusstseinsprozess. Hat dieser stattgefunden, stehen eine Palette systematischer Methoden zur Verfügung, die zur Lösung unterschiedlicher Probleme genutzt werden können.

Der Holzbau zeichnet sich in unserer Region durch seine Vielfalt und Innovation aus. Durch die einfache Handhabung des Baustoffes, ständigen Neuerungen und unterschiedlichen Anforderungen werden häufig „Prototypen“ gebaut. Die technischen Fragestellungen sind dadurch schon oft komplex genug. Allzu gerne werden daher Fragen zu Abläufen und Schnittstellen bei Seite geschoben und das Planen und Steuern der Projekte anderen überlassen. Um dabei auftretenden Probleme zielgerichtet zu lösen, müssen unstrukturierte Arbeitsflüsse in Prozesse organisiert werden und durch konsequente Planung und Steuerung als Projekte verwirklicht werden.

Speziell im Holzbau klafft hier eine Lücke. Als Grundlage für das Arbeiten mit Projektmanagementwerkzeugen möchte ich auf die beiden Bücher über Projektmanagement im Literaturverzeichnis verweisen.

Beschäftigt man sich mit der einschlägigen Literatur im Bauprojektmanagement, erkennt man die starke Gewichtung in Richtung Baubranche – Bauunternehmen. Die Strukturen und Abläufe sind im Holzbau jedoch anders und benötigen eine andere Vorgehensweise.

Vereinfacht dargestellt, wird bei der mineralischen Massivbauweise fast ausschließlich auf der Baustelle gearbeitet, und jedes Gewerk führt der Reihe nach seine Arbeitsschritte aus.

Im Gegensatz dazu steht der Holzbau mit seiner Entwicklung in der Vorfertigung. Spezialisierte Fachkräfte arbeiten Hand in Hand in einer Werkstatt mit getakteten Abläufen. Die Baustelle verlagert sich somit in die Fertigungshalle mit gleichbleibenden Bedingungen und ergonomisch günstigen Arbeitsabläufen.

Dadurch ändern sich auch die Anforderungen an das Projektmanagement aus der Sicht des Holzbaus. Die Investition in die Planung zu Beginn des Projekts sorgt im Projektverlauf für einen reibungsloseren Ablauf und bringt eine Reihe von Vorteilen mit sich.

Die Anwendung von Projektmanagement will jedoch gelernt sein und hier gehört nachhaltig angesetzt. Wünschenswert wäre eine verstärkte Aus- und Weiterbildung und mehr Dynamik in Forschung und Entwicklung.

HOLZBAUGERECHTER PLANUNGSPROZESS

Für die erfolgreiche Bewältigung komplexer Bauaufgaben in Holz ist die frühzeitige Eingliederung von holzbauspezifischem Fachwissen Grundvoraussetzung. Elementierung, Transport und Montageabläufe müssen früh bedacht werden und haben Auswirkung auf die Gestaltung sowie die Konstruktion und Materialauswahl. Sinnvollerweise ändert sich dadurch der Planungsprozess von einer baubegleitenden Planung zu einer holzbaugerechten Planung mit einem simultanen und interdisziplinären Zusammenspiel aller Beteiligten. Insbesondere im Holzbau ist genügend Zeit für die Planung, die der Komplexität der Aufgabe angemessen ist, von großer Bedeutung. Der Zeitersparnis in der Bauphase steht in aller Regel ein verlängerter Planungsprozess gegenüber.⁴⁴

Die Vorfertigung erfordert frühere Entscheidungen als beim konventionellen Bauen und lässt vor Ort keine Korrekturen zu. Oft wird der Bauherr dabei mit sehr komplexen Entscheidungen konfrontiert, deren Auswirkung und Folgen für ihn schwer einzuschätzen sind. Aus Erfahrung ist es wichtig, dass der Bauherr bei den Entscheidungsprozessen unterstützt wird und genügend Information als Grundlage für seinen Entschluss erhält.

Das Forschungsprojekt leanWOOD befasst sich mit dem optimierten Planungsprozess für Gebäude in vorgefertigter Holzbauweise. Die Ergebnisse sind als eine Art Werkzeugkasten zu sehen, der Werkzeuge für verschiedene Gegebenheiten im Planungsprozess anbietet und sich als Entscheidungshilfe für Planer, Bauherrn und Unternehmer sieht.⁴⁵ Interessant finde ich das „Thema Einbezug des Holzbauunternehmens in einer frühen Phase des Projektes“ das von mehreren Seiten betrachtet wird. Speziell jedoch im Bereich des Modulbaus, halte ich die Mitwirkung des Holzbauers ab einschließlich der Phase Projektvorbereitung als Grundlage für einen nachhaltigen Projekterfolg.

⁴⁴ Kaufmann/Huß/Schuster/Stieglmeier, leanWOOD [wie Anm. 3], S. 7, Buch 4

⁴⁵ Kaufmann/Huß/Schuster/Stieglmeier, leanWOOD Broschüre [wie Anm. 12], S. 34

KOOPERATION

Ziel bei einer Kooperation ist es, Konzepte und Beispiele zu finden, die eine synergetische und proaktive Zusammenarbeit ermöglichen und so zu einer Win-Win-Situation unter den Projektpartnern führen.

Der Paradigmenwechsel zu mehr Partnerschaft verlangt ein Umdenken in der Branche. Weg von Kostenoptimierung mittels Preiskampf hin zu generieren von Innovationen und Prozess- und Leistungsoptimierung. Dies verlangt neben persönlichem Engagement und Einsatz vor allem Zeit.

Zeit um Vertrauen aufbauen zu können und eine gemeinsame Arbeitskultur zu erschaffen. Dafür sollte in gewisser Weise die „Chemie“ stimmen und gleichlautende Ziele vorhanden sein.

Nach meiner Einschätzung ist speziell die Bereitschaft sich Zeit zu nehmen in Perioden mit vollen Auftragsbüchern geringer. Trotzdem hoffe ich, dass sich Kooperationen zunehmend durchsetzen werden und die Vorteile einer Zusammenarbeit in den Vordergrund treten.

BEISPIELVARIANTEN DER KOOPERATION

Nach längerer Beschäftigung mit der Materie ist für meinen Betrieb derzeit die Umsetzung der Wohnanlage mit schlüsselfertigen Modulen am interessantesten. Hauptgrund ist neben der hohen Qualität und dem strukturierten Bauablauf die Thematik der Kapazität. Diese Variante lässt uns genügend Spielraum für unsere restliche und hauptsächliche Bautätigkeit.

Ein weiterer wichtiger Punkt ist das Thema Schnittstellen. Bei einem Projekt mit schlüsselfertigen Modulen ist die Definition der Schnittstellen relativ klar zu bewerkstelligen. Die Module sind im Innenbereich fertig, die Themen luftdichte Hülle und Schallschutz können im Bedarfsfall auf der Baustelle kontrolliert werden, bevor der Holzbauer seine Arbeiten (Fassade, Balkon, Laubengang) ausführt. Dies erleichtert auch die Klärung im Haftungsfall.

11.02_AUSBLICK

STARKER AUFSCHWUNG IM HOLZ-MODULBAU

„Bezahlbaren Wohnraum schaffen!“ Diesen Leitsatz haben sich viele Städte und Gemeinden zum Vorsatz gefasst. Seit vielen Jahren fehlt es in vielen Ballungsräumen einerseits an Wohnungen für Familien, Paare, Singles, Senioren und Studenten und andererseits kam eine hohe Zahl an Schutzsuchenden dazu. Der Holz-Modulbau hat in dieser Zeit einen starken Aufschwung erfahren, da er schnelle und kostengünstige Lösungen zu bieten hat.

Wegen der aktuell hohen Nachfrage an preiswertem Wohnbau haben viele Architekten sowie Holzbau-, Stahlbau- und Bauunternehmen erstmals eigene Versionen in Raumzellenbauweise entwickelt. Durch die vielen neuen Projekte hat auch die Fachöffentlichkeit die Bauweise bewusst wahrgenommen und sich mit bestehenden Konzepten befasst.

Neben den klassischen Einsatzbereichen wie Hotels, Seniorenwohnheime, Schulen, Studentenheime et cetera und mobilen und temporären Bauten, gilt es nun sinnvolle Konzepte für den Wohnungsbau zu entwickeln.



Abbildung 59: Europäische Schule Frankfurt



Abbildung 60: Studentenwohnungen Hamburg – Woodie



Abbildung 61: Wohnheim Heilbronn

EINSPARUNGSPOTENTIAL

Einer der Vorteile der Raummodulbauweise steckt in der Zeitersparnis der seriellen Fertigung in der Werkhalle. Durch die detailgenaue Werkplanung ist z.B. auch eine Vorfertigung der Rohinstallation durch den Installateur möglich. Für die beispielshalber dreißig Bäder können dreißig Rohrleitungen passgenau abgeschnitten und vormontiert werden.

Diese Einsparung an Arbeitszeit hat sich jedoch bei den meisten Subunternehmern, speziell im Bereich technische Gebäudeausrüstung, bei der Kalkulation und Angebotslegung noch nicht bemerkbar gemacht. Ein Modulbau wird Großteils auf gleicher Basis wie ein konventioneller Bau mit Montage auf der Baustelle kalkuliert. Hier lässt sich neben weiterer Optimierung in der Fertigung noch ein großes Einsparungspotential finden.



Abbildung 62: Leitungsführung Sanitär



Abbildung 63: Vorgefertigter Installationsschacht



Abbildung 64: Schnittstellen der Rohinstallation

LÜFTUNGSTECHNIK

Ein wichtiger Punkt, der uns in den nächsten Jahren, unabhängig ob Modulbau oder konventionelle Bauweise, noch stärker befassen wird, ist das Thema Lüftungstechnik. Die Frage nach der Notwendigkeit einer mechanischen Lüftung zur Sicherstellung des Bautenschutzes bzw. zur Vermeidung möglicher Überfeuchtung von Bauteilen (Feuchteschutz) steht hier im Fokus.

In Deutschland gibt es dazu die DIN 1946-6 „Raumlufttechnik – Teil 6: Lüftung von Wohnungen. Sie verlangt, dass eine freie und ventilatorgestützte Lüftung nutzerunabhängig dauernd sichergestellt sein muss. Im rechtlichen Sinne verlagert sich dadurch die Verantwortung einer ausreichenden Lüftungsstrategie auf den Planer bzw. auf den Vermieter, woraus für diese ein Haftungsrisiko im Schadensfall resultiert.⁴⁶

Im mehrgeschossigen Wohnungsbau besteht durch die Trocknung von Wäsche innerhalb der Wohnungseinheit, eine besonders kritische Feuchtequelle, was zu einer außerordentlichen Feuchtebelastung der Raumluft führt. Es ist daher generell anzuraten eine Wohnraumlüftungsanlage einzuplanen. Im Sinne des industrialisierten Bauens ist eine größtmögliche Standardisierung der Gebäudeausrüstung anzustreben.



Abbildung 65: Leitungsführung Lüftung, Sanitär



Abbildung 66: Leitungsführung Heizung, Sanitär

⁴⁶ Winter, Stefan/Lechner, Markus/Köhler, Claudia: Bauen mit WEITBLICK. Systembaukasten für den industrialisierten sozialen Wohnungsbau. München 2018, S. 190

FUSSBODENHEIZUNG

Eine neuere Entwicklung, die erst seit kurzem stattfindet, ist die Einbringung einer Fußbodenheizung mit Heizestrich bei Raummodulen in Holzbauweise. Dafür werden, teils auf einer eigens eingerichteten Fertigungsstraße, zuerst die Bodenelemente gefertigt und danach der Heizestrich aufgebracht. Je nach Stärke und eingebrachtem Zusatzmittel wie Trocknungsbeschleuniger erfolgt die Auslegung der Trocknungsphase und die anschließende Weiterverarbeitung zur Raumzelle. Diese Art der Fertigung erfordert zusätzlichen Platz und Infrastruktur in der Werkhalle. Positiv wirkt sich dieser Bodenaufbau auf den Schallschutz und auf die Kosten des Fußbodenheizungssystems aus.



Abbildung 67: Leitungsführung Fußbodenheizung



Abbildung 68: Fertigung Bodenelemente Nasszellen für Hotel Revier, Lenzerheide, Schweiz

LITERATURVERZEICHNIS

Girmscheid, Gerhard: Bauunternehmensmanagement – prozessorientierter Band 1.

Hintersteiner, Katharina; Dipl.-Ing. (2015): Kennzeichen und Aspekte des industriellen Bauens – Anwendbarkeit im Holzbau. Masterarbeit. Technische Universität Graz, Graz. Institut für Baubetrieb und Bauwirtschaft.

Jakoby, Walter (2015): Projektmanagement für Ingenieure. Ein praxisnahes Lehrbuch für den systematischen Projekterfolg; mit 59 Tabellen, 95 Beispielen, 70 Übungsaufgaben, 134 Verständnisfragen und 3 durchgängigen Fallbeispielen. 3., aktualisierte und erw. Aufl. Wiesbaden: Springer Vieweg.

Kaufmann, Hermann (2013): Der andere Bauprozess. Zuschnitt 50: Konfektionen in Holz. Hg. V. proHolz Austria. Wien.

Kaufmann, Hermann; Huß, Wolfgang; Schuster, Sandra; Stieglmeier, Manfred (2017): leanWOOD Broschüre. Optimierte Planungsprozesse für Gebäude in vorgefertigter Holzbauweise. Hg. V. Professur für Entwerfen und Holzbau, Prof. Hermann Kaufmann. Technische Universität München.

Kaufmann, Hermann; Huß, Wolfgang; Schuster, Sandra; Stieglmeier, Manfred (2017): leanWOOD. Optimierte Planungsprozesse für Gebäude in vorgefertigter Holzbauweise. Hg. V. Professur für Entwerfen und Holzbau, Prof. Hermann Kaufmann. Technische Universität München. Online verfügbar unter www.leanwood.eu.

Kaufmann, Hermann; Krötsch, Stefan; Winter, Stefan (2017): Atlas Mehrgeschossiger Holzbau. 1. Auflage. München: Edition Detail (DETAIL Atlas).

Kropik, Andreas, Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. (2016): Beschädigung der Bauleistung. Fragen und Antworten. In: *ÖGEBAU Journal* 2016, 01-2016, S. 13–19.

Lechner, Hans; Univ.-Prof. Dipl.-Ing. (2014): LM. Leistungsmodell VM. Vergütungsmodell. Objektplanung Architektur. Hg. V. Hans Lechner und Detlef Heck. Institut für Baubetrieb und Bauwirtschaft, Technische Universität Graz.

Staib, Gerald; Dörrhöfer, Andreas; Rosenthal, Markus (2008): Elemente + Systeme. Modulares Bauen; Entwurf, Konstruktion, neue Technologien. 1. Aufl. Basel: Birkhäuser (Edition Detail).

Weeber, Hannes; Bosch, Simone; Wehrle, Klaus; Over, Reinhold; Becker, Cornelia (2009): Bauteam – ein Leitfaden für Architekten und Handwerker. Hg. V. Architektenkammer Baden – Württemberg. Stuttgart / Mainz.

Winter, Stefan; Lechner, Markus; Köhler, Claudia (2018): Bauen mit WEITBLICK. Systembaukasten für den industrialisierten sozialen Wohnungsbau. Technische Universität München; Lehrstuhl für Holzbau und Baukonstruktion. München.

Wirtschaftskammer Österreich – Stabsabteilung Statistik (2017): Holzbau: Branchendaten Stabsabteilung Statistik September 2017. Unter Mitarbeit von Dr. Ulrike Oschischnig. Hg. V. Wirtschaftskammer Österreich – Stabsabteilung Statistik. Wirtschaftskammer Österreich – Stabsabteilung Statistik. Wiedner Hauptstraße 63, 1045 Wien. Online verfügbar unter http://wko.at/91tastic/BranchenFV/B_107.pdf.

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abb. 1:	Rohstofflieferant Wald, Foto Andreas Witting, https://www.geo.de/natur/nachhaltigkeit/16344 , Zugriff am 17.04.2018	9
Abb. 2:	Sägewerk, Bandsäge, https://solling-holz.de/ Zugriff am 17.04.2018	9
Abb. 3:	Elementfertigung für Module, Blumer-Lehmann AG / Schweiz, Privatarchiv	9
Abb. 4:	Modulfertigung, Blumer-Lehmann AG / Schweiz, Privatarchiv	10
Abb. 5:	Montage der Module, Kaufmann Bausysteme, Reuthe, Vorarlberg, https://kaufmannbausysteme.at/de/Referenzen-Raummodule/ Zugriff am 05.04.2018	10
Abb. 6:	Modulbau Hotel Katharinenhof, Dornbirn, Vorarlberg, https://www.kaufmannzimmerei.at/projekt/hotel-katharinenhof-dornbirn , Zugriff am 05.04.2018	10
Abb. 7:	Wohnungstypen	15
Abb. 8:	Regelgeschoss	15
Abb. 9:	Schnitt	16
Abb. 10:	Ansichten	16
Abb. 11:	Schnitt mit Lage der Details	17
Abb. 12:	Detail A M 1:10	18
Abb. 13:	Detail B M 1:10	19
Abb. 14:	Detail C M 1:10	20
Abb. 15:	Detail D M 1:10	21
Abb. 16:	Detail E M 1:10	22
Abb. 17:	Arbeiten am Schnürboden, Hans Staiger, https://www.staiger-holzbau.de/unternehmen/ Zugriff 12.05.18	24
Abb. 18:	General Panel System, 1941, Konrad Wachsmann, Walter Gropius, http://www.axxio.net/waxman/content/ , Zugriff am 28.03.2018	24
Abb. 19:	Fertigungsstraße, Kaufmann Zimmerei und Tischlerei in Reuthe / Vorarlberg	25
Abb. 20:	Arbeiten an der Fassade, Kaufmann Zimmerei und Tischlerei in Reuthe / Vorarlberg	25
Abb. 21:	Komplettierung der Module, Kaufmann Zimmerei und Tischlerei in Reuthe / Vorarlberg	25
Abb. 22:	Fertigung der Wandelemente, Firma Lindbäcks, Schweden, http://lindbacks.se/vart-erbjudande/vara-kontor-och-fabriker/ Zugriff am 17.05.2018	26
Abb. 23:	Aussenwandelemente mit integrierten Fensterelementen, Firma Lindbäcks, Schweden, http://lindbacks.se/vart-erbjudande/vara-kontor-och-fabriker/ Zugriff am 17.05.2018	26
Abb. 24:	Sanitärmodule, Firma Lindbäcks, Schweden, http://lindbacks.se/vart-erbjudande/vara-kontor-och-fabriker/ Zugriff am 17.05.2018	26
Abb. 25:	Zusammenbau Raummodul, Kaufmann Zimmerei und Tischlerei in Reuthe / Vorarlberg	27
Abb. 26:	Produktion NEST Innovationsgebäude, Kaufmann Zimmerei und Tischlerei in Reuthe / Vorarlberg	27
Abb. 27:	Schemagrundriss Fertigungshalle Firma Kaufmann Zimmerei und Tischlerei in Reuthe / Vorarlberg	27
Abb. 28:	Innenausbau mit Leitungsführung, Kaufmann Zimmerei und Tischlerei in Reuthe / Vorarlberg	28
Abb. 29:	Module in der Werkhalle, Kaufmann Zimmerei und Tischlerei in Reuthe / Vorarlberg	28
Abb. 30:	Abbildung 30: Endfertigung Module, Kaufmann Zimmerei und Tischlerei in Reuthe / Vorarlberg	28
Abb. 31:	Verladung für Transport, Kaufmann Zimmerei und Tischlerei in Reuthe / Vorarlberg	28

Abb. 32: Rohbaumodul	29
Abb. 33: Halbfertigmodul	29
Abb. 34: Schlüsselfertiges Modul	30
Abb. 35: Vorgezogener und traditioneller Planungsprozess im Holzbau – Aufwandsverlagerung und Einfluss auf Kostenentwicklung (nach MacLeamy,2004)	32
Abb. 36: Chancen und Risiken einer baubegleitenden Planung und einer holzbaugerechten Planung	33
Abb. 37: Wissenstransfer Holzbaukompetenz im iterativen Planungsprozess	33
Abb. 38: Planungsphasen von der Anfrage bis zur Elementproduktion	34
Abb. 39: exemplarisches Beispiel Ablauf Ausführungsplanung	35
Abb. 40: exemplarische Prozessabläufe im Holzbaubetrieb	36
Abb. 41: Häufiges Vergabemodell	38
Abb. 42: Konfliktpotential und Konfrontationsorientierung bei Kostenoptimierungen über Preiswettbewerb	39
Abb. 43: Erfolgsdeterminanten einer Partnerschaft und Kooperation	40
Abb. 44: Hermeneutische KVP-Spirale: Kosteneffizienz, Vertrauen, Kontrolle	41
Abb. 45: Vergabemodell Bauteam	41
Abb. 46: Synergieelemente in einer Anbieterkooperation zur Unterstützung einer Kostenführerschafts- und Differenzierungsstrategie	43
Abb. 47: beispielhafte Aufbauorganisation mit Holzbaufirma als Generalunternehmer	43
Abb. 48: beispielhafte Ablauforganisation Materialeinkauf	43
Abb. 49: beispielhafter Projektstrukturplan	44
Abb. 50: Zeitstrukturmodell LM.VM 2014	48
Abb. 51: Zeitstrukturmodell mit adaptierter Matrix des hauptverantwortlichen Planers und Mitwirkenden	49
Abb. 52: Konventionelle Abwicklungsform	52
Abb. 53: Ablauforganisation Projektvorbereitung Vorfertigungsgrad Rohbaumodul	53
Abb. 54: Abwicklungsform Generalunternehmer	59
Abb. 55: Ablauforganisation Objektplanung Vorentwurf Halbfertigmodul	60
Abb. 56: Abwicklungsform Totalunternehmer	66
Abb. 57: Ablauforganisation Ausführungsplanung / Werkstattplanung Vorfertigung Schlüsselfertiges Modul	67
Abb. 58: Vergleich der Bauzeit der drei verschiedenen Vorfertigungsgrade	76
Abb. 59: Europäische Schule Frankfurt, Foto Norman Radon, https://www.raumprobe.de/materialpreis/einreichungen/nkbak-nicole-kerstin-berganski-andreas-krawczyk , Zugriff am 16.05.2018	86
Abb. 60: Studentenwohnungen Hamburg – Woodie, http://www.holzbauaustria.at/index.php?id=357&tx_ttnews%5Btt_news%5D=7025&cHash=a0cb7c2cb091ac3ffd26c9b10e497a96 , Zugriff am 16.05.2018	86
Abb. 61: Wohnheim Heilbronn, Foto Frank Ockert, http://jooskeller.com/content/projekt_003.html , Zugriff am 16.05.2018	86
Abb. 62: Leitungsführung Sanitär, Kaufmann Zimmerei und Tischlerei in Reuthe / Vorarlberg	87
Abb. 63: Vorgefertigter Installationsschacht, Kaufmann Zimmerei und Tischlerei in Reuthe / Vorarlberg	87
Abb. 64: Schnittstellen der Rohinstallation, Kaufmann Zimmerei und Tischlerei in Reuthe / Vorarlberg	87

Abb. 65: Leitungsführung Lüftung, Sanitär, Kaufmann Zimmerei und Tischlerei in Reuthe / Vorarlberg	88
Abb. 66: Leitungsführung Heizung, Sanitär, Kaufmann Zimmerei und Tischlerei in Reuthe / Vorarlberg	88
Abb. 67: Leitungsführung Fußbodenheizung, Kaufmann Bausysteme, Reuthe, Vorarlberg	88
Abb. 68: Fertigung Bodenelmente Nasszellen für Hotel Revier, Lenzerheide, Schweiz, Kaufmann Bausysteme, Reuthe, Vorarlberg	88

DANKE

für die **BETREUUNG**

Veronika Müller
Konrad Merz
Dominik Philipp
Helmut Dietrich
Karl Torghele
Hermann Nenning

für die **VIELFACHEN INFORMATIONEN**

Matthias Kaufmann
Michael Kaufmann
Johannes Kaufmann

für die **SPANNENDE STUDIENZEIT**

meinen Studienkolleg(inn)en

für das **VERSTÄNDNIS** und die **GEDULD**

meiner Freundin und Partnerin Sarah

Erklärung zur Abgabe einer Diplomarbeit / Masterarbeit:

Zuname: Huetz

Vorname: Leonhard

Matrikelnummer: 1643544

aktuelle Email-Adresse: leo@huetz.com

Studienkennzahl, Studienrichtung: W 992 185 überholz - Holzbaukultur

Universitätslehrgang

Titel der Arbeit:

Kooperation von einem Zimmereibetrieb mit einem Raummodulhersteller
Analyse und Darstellung der Schnittstellen bei der Errichtung einer Wohnanlage

BetreuerIn(nen): DI Konrad Merz

Approbationsdatum: 18.07.2018

Institut: Institut für Raum und Design

1. Ich erkläre hiermit eidesstattlich, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig und ohne fremde Hilfe verfasst, andere als die angegebenen Quellen nicht benutzt und die den benutzten Quellen wörtlich oder inhaltlich entnommenen Stellen als solche kenntlich gemacht habe.

2. Ich bestätige hiermit, dass die Diplom-/Masterarbeit von den Begutachtern und Begutachterinnen approbiert ist. Die abgelieferten analogen Exemplare und das digitale Exemplar stimmen in Form und Inhalt vollständig mit der benoteten und approbierten Fassung überein.

3. Die Kunstuniversität Linz ist berechtigt, aber nicht verpflichtet, die digitalen Daten der Diplom-/Masterarbeit und alle damit verbundenen Begleitmaterialien in ihr digitales Repositorium hochzuladen und zum Zweck der dauerhaften Archivierung und Zurverfügungstellung in andere Formate oder auf andere Speichersysteme zu migrieren. Es ist mir bewusst, dass bei einer Datenmigration eine Änderung von Form, Umfang oder Darstellung der Publikation aus technischen Gründen nicht ausgeschlossen werden kann.

Ich bin als (Zutreffendes bitte ankreuzen)

- alleinige/r InhaberIn der Nutzungsrechte an der Publikation
 alleinige/r InhaberIn der Nutzungsrechte an einem Teil der Publikation, Namen der sonstigen Autoren:
 Bevollmächtigte/r der Inhaberin/des Inhabers der Nutzungsrechte

zur Einräumung einer Nutzungsbewilligung befugt.

Ich räume hiermit der Kunstuniversität Linz das zeitlich unbefristete, nicht ausschließliche Recht ein, die abgegebene digitale Diplom-/Masterarbeit sowie alle damit verbundenen Begleitmaterialien im weltweiten Internet zu veröffentlichen und damit einem unbestimmten Personenkreis unentgeltlich zur Verfügung zu stellen. (Zutreffendes bitte ankreuzen):

- ja nein

Soweit das für die Realisierung der von mir oben gewählten Zugriffsoption und zur damit einhergehenden Realisierung der Verfügbarmachung meiner Diplom-/Masterarbeit erforderlich ist, räume ich der Kunstuniversität Linz das unentgeltliche, nicht ausschließliche, zeitlich und örtlich unbegrenzte Recht ein, meine Diplom-/Masterarbeit ganz oder teilweise zu nutzen, insbesondere zu vervielfältigen, zu veröffentlichen, zu verbreiten, zu senden, zu archivieren, der Öffentlichkeit drahtgebunden oder drahtlos zur Verfügung zu stellen, zu bearbeiten, etwa an der digitalen Version der Diplom-/Masterarbeit Veränderungen vorzunehmen, die aus technischen Gründen oder mit Rücksicht auf die Erfordernisse der Langzeitarchivierung geboten sind. Ebenso räume ich diejenigen Rechte ein, die durch künftige technische Entwicklung oder durch Änderung der Gesetzgebung entstehen.

Die digitalen Medienobjekte unterliegen dem Schutz des Urheberrechts und, soweit nicht anders angegeben, dem folgenden Creative Commons Lizenzmodell: Namensnennung – Keine kommerzielle Nutzung – Keine Bearbeitung (BY-NC-ND):

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/at/>

Ist die Diplom-/Masterarbeit mit einem bewilligten Sperrantrag von der Benutzung ausgeschlossen, wird sie erst nach Ablauf der Sperre angezeigt.

4. Ich verpflichte mich, die Kunstuniversität Linz schad- und klaglos zu halten, wenn Dritte in Bezug auf die von mir eingereichte Diplom-/Masterarbeit, insbesondere in Bezug auf die hier erfolgende Rechteeinräumung und internet-basierte Verfügbarmachung Ansprüche wegen Rechtsverletzung gegen die Kunstuniversität Linz geltend machen.

5. Ich wurde davon in Kenntnis gesetzt und erkläre mich damit einverstanden, dass die Kunstuniversität Linz keine Haftung für aus technischen Gründen auftretende Fehler irgendwelcher Art übernimmt. Des Weiteren wird von der Kunstuniversität Linz keinerlei Haftung dafür übernommen, dass die Diplom-/Masterarbeit oder Teile davon von dritter Seite unrechtmäßig heruntergeladen und verbreitet, verändert oder an anderer Stelle ohne Einwilligung aufgelegt werden. Ich räume der Kunstuniversität Linz das Recht ein, etwaige Rechtsverletzungen meines Urheberrechts an meiner Arbeit zu verfolgen.

6. Ich habe das Merkblatt zur Abgabe von Diplom-/Masterarbeiten der Universitätsbibliothek gelesen und zur Kenntnis genommen.

Ort: Linz

Datum: 18.07.2018

Unterschrift:

