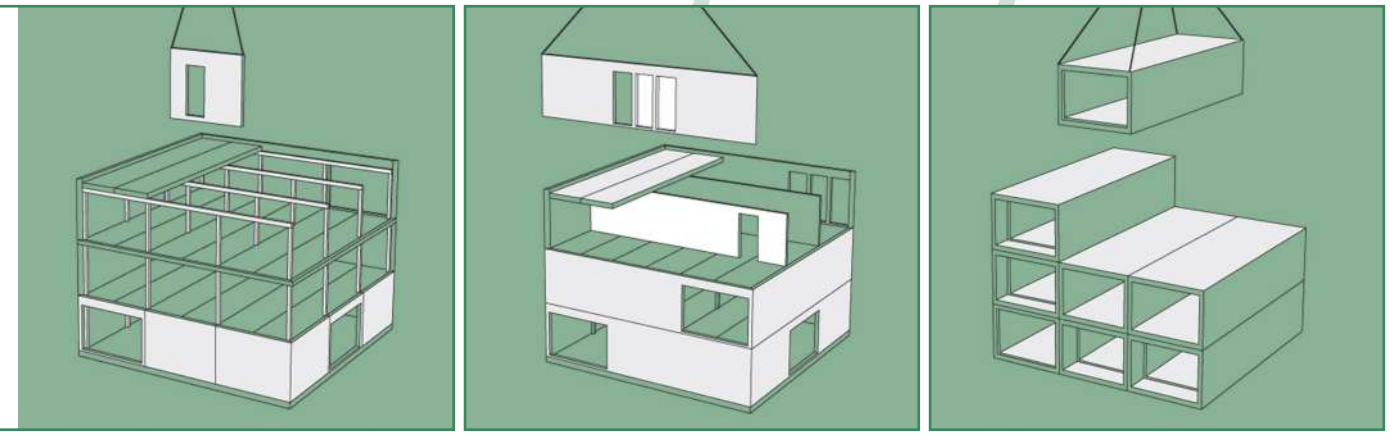
II. FORUM HOLZBAU
TRIFFT BAUWIRTSCHAFT

tagungsband

29. April 2015



HOLZBAU TRIFFT BAUWIRTSCHAFT

Bauwirtschaftliche
Optimierungsansätze im Holzbau

2. FORUM
HOLZBAU TRIFFT
BAUWIRTSCHAFT
29. APRIL 2015

institut für baubetrieb projektentwicklung + bauwirtschaft projektmanagement
TU Graz

IMPRESSUM

Herausgeber:
Univ.-Prof. Dr.-Ing. Detlef Heck
Dipl.-Ing Jörg Koppelhuber
Institut für Baubetrieb und Bauwirtschaft
Technische Universität Graz
Lessingstraße 25/II
8010 Graz
Telefon +43 (0) 316 / 873 6251
Telefax +43 (0) 316 / 873 6752
E-Mail holzbau.bbw@tugraz.at
Web www.bbw.tugraz.at

Titelbild:
© proHolz Austria - Publikation Zuschnitt 50 (6/2015), S.12

1. Auflage April 2015
Redaktion: Dipl.-Ing. Jörg Koppelhuber

Für den Inhalt der Beiträge sind die Verfasser verantwortlich. Vervielfältigungen, auch auszugsweise, nur mit schriftlicher Zustimmung der Autoren.

II. Forum Holzbau trifft Bauwirtschaft

Bauwirtschaftliche Optimierungsansätze im Holzbau
29. April 2015

Herausgeber

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Detlef Heck

Dipl.-Ing. Jörg Koppelhuber

institut für baubetrieb projektentwicklung + bauwirtschaft projektmanagement

TU Graz

Der Holzwurm

ein Gedicht von Werner Pils

Der Wurm ist müd‘ und sehr geplagt;
tagein, tagaus durchs Holz er nagt,
beißt kräftig sich durch jeden Ast,
nicht mühelos, doch ohne Rast;
mit Stolz er seine Gänge bohrt,
auch wenn‘s im Balken schon rumort;
bedenklich knirscht schon das Gebälk,
man denkt: „Wie lange das wohl hält?“.
Der Wurm ist davon unbeirrt,
er frisst weil es ihm danach giert;
und wenn der Dachstuhl einst gebricht,
dann wird’s Parkett zum neuen Gericht.

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis…….

Vorwort……

I. Heck

Die Besonderheiten von Holzbaubetrieben aus baubetrieblicher und bauwirtschaftlicher Sicht……...……1

II. Koppelhuber / Hintersteininger / Heck

Industrielles Bauen mit Holz – Baubetriebliche Aspekte im Holz-Modulbau……..…...…….11

III. Eder / Koppelhuber

Kalkulationsansätze für großvolumige Holzwohnbauten – Fokus Brettsperrholz…… ……45

IV. Wolfthaler / Koppelhuber

Standardisierte Leistungsbeschreibung im Holzbau – Leitfaden für die Ausschreibung nach der neuen LG 36 – Holzbau……85

Vorwort

Das Institut für Baubetrieb und Bauwirtschaft hat im vergangenen Jahr erstmals mit dem Forum „Holzbau trifft Bauwirtschaft“ auf die Notwendigkeit hingewiesen, dass auch in der Holzwirtschaft erheblicher Informationsbedarf in Bezug auf baubetriebliche und bauwirtschaftliche Themen besteht.

Lag im vergangenen Jahr der Fokus auf den Kosten im Holzbau, wollen wir uns in dem vorliegenden Tagungsband eingehend mit den bauwirtschaftlichen und baubetrieblichen Themen auseinander setzen.

Wir möchten Ihnen als interessierte Leser und in der Holzwirtschaft Fachkundige unsere laufenden Forschungen aus Masterarbeiten und eigenen Überlegungen darlegen. Wir möchten aber auch Althergebrachtes hinterfragen, neue Wege aufzeigen und den Konnex zu anderen Wirtschaftszweigen herstellen, in denen standardisierte Ausschreibungs- und Kalkulationsverfahren etabliert sind. Der Blick über den Tellerrand ist auch notwendig, um den Werkstoff Holz flächig zu etablieren und ihn in Ausschreibungssituationen konkurrenzfähig zu machen.

Hierunter verstehen wir beispielsweise auch die Erstellung standardisierter Ausschreibungs- und Kalkulationsverfahren, um dem Anwender Sicherheit zu geben und eine bessere Vergleichbarkeit zu erzielen.

In diesem vorliegenden Tagungsband widmen wir uns aber auch baubetrieblichen Optimierungen im Holzbau. Hier zeigt *Jörg Koppelhuber* bislang noch nicht gehobenes Potenzial auf, um die Vorteile des Werkstoffes noch weiter zu verbessern.

Katharina Hintersteiniger geht im selben Beitrag auf das Thema des Holz-Modulbaus ein. Ein Thema, welches gerade unter gewissen Randbedingungen attraktiv sein kann, wobei sie in ihrem Beitrag auch auf die Tiefe der Vorfertigung eingeht. Ansätze zur baubetrieblichen Optimierung finden sich in diesem Bereich jedenfalls, auch wenn dabei von der Planung über die Fertigung, die Logistik, aber auch die bisher im Holzbau übliche Fertigungstiefe zu diskutieren sein wird.

Dass in der Anwendung alternativer Montageverfahren auch Fragen zur Wirtschaftlichkeit zwingend auftreten, ist selbstredend. Gerade in diesem Punkt ist die universitäre Forschung geeignet, verlässliche und stabile Kalkulationsansätze zu liefern. Diese aufwendige empirische Arbeit stellt *Werner Eder* vor, der mittels einer REFA-Analyse entsprechende Ansätze entwickelt hat. Besonders die im Holzbau wesentlichen Kostentreiber, wie die Logistik, die Hebegeräte und der Vorfertigungsgrad aus baubetrieblicher Sicht spielen hier eine Rolle, hingegen haben auch die Verbindungsmittel und die Zusammensetzung der Kolonne einen wesentlichen Einfluss auf die Leistungs- und Aufwandswerte, die der Kalkulation zugrunde liegen.

Florian Wolfthaler beschäftigte sich in seinem Masterprojekt eingehend mit der Standardisierung der Leistungsbeschreibung Holzbau. Sein Leitfaden zur Überarbeitung der LG 36 geht über die Grundsätze der LB hinaus, denn er stellt die Detaillierungsebene der in Abschluss befindlichen LG 36 – Holzbau vor.

Wir denken, dass wir mit der Befassung des Baubetriebs und der Bauwirtschaft im Holzbau ein Zeichen für die Holzwirtschaft geben können. Der hohe wirtschaftliche Druck und die Konkurrenz der Baustoffe stützen diese Ansätze.

Wir hoffen, Ihnen ein attraktives Programm erstellt zu haben und freuen uns auf Ihren kritischen Input. Auf Ihre Anregungen, den fachlichen Diskurs und die Unterstützung von studentischen Arbeiten freuen wir uns sehr.

Graz, im April 2015 Univ.-Prof. Dr.-Ing. Detlef Heck

I. Die Besonderheit von Holzbaubetrieben aus baubetrieblicher und bauwirtschaftlicher Sicht

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Detlef Heck
Institut für Baubetrieb und Bauwirtschaft, TU Graz
Lessingstraße 25/2, 8010 Graz
detlef.heck@tugraz.at

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung 2
2. Der Holzbaubetrieb als produzierender Betrieb 3
3. Die Produktionsanlage in der Kalkulation 4
4. Die Bedeutung der Ausschreibung 5
5. Der Montageprozess aus baubetrieblicher Sicht 6
6. Der gestörte Bauablauf und die Produktionsplanung 7
7. Weitere Kostenelemente im Holzbaubetrieb 8
8. Zusammenfassung 9

1. Einleitung

Eines der elementaren Ziele von Unternehmen ist es, einen Überschuss zu erwirtschaften, also Geld zu verdienen, um einerseits eine nachhaltige Fortführung des Unternehmens zu gewährleisten, aber auch um Investitionen zu tätigen und Innovationen auf den Markt zu bringen. Diese Ziele können nur dann erreicht werden, wenn zumindest die Kernprozesse eines jeden Unternehmens wirtschaftlich gestaltet werden. Die Kernprozesse in der hier betrachteten Holzwirtschaft sind in der Regel die Beschaffung des Rohmaterials, deren Verarbeitung zu Elementen – egal welcher Ausprägung und Fertigungstiefe – und deren Vertrieb und Montage auf der Baustelle. Je nach Unternehmen können diese Prozesse ein wenig abgewandelt auftreten oder unterschiedliche Schwerpunkte besitzen. Der Baubetrieb und die Bauwirtschaft beschäftigen sich mit der Untersuchung, der Analyse und Optimierung solcher Prozesse. Nachdem in den vergangenen Dekaden durch intensive Forschungen sehr große Fortschritte auf der Seite des Materials erzielt wurden, haben in den letzten Jahren die angesprochenen Themen der baubetrieblichen und bauwirtschaftliche Optimierungen ebenfalls Einzug in die Holzbaubetriebe gehalten.

Die Befassung mit derartigen Themen resultiert aus einem enger werdenden Markt, aber auch aus neuen Anforderungen der Kunden, die an den Vorteilen des Werkstoffes Holz, wie beispielsweise den kurzen Montagezeiten, partizipieren wollen.

Aus der Sicht der Bauwirtschaft treten hingegen andere Aspekte in den Vordergrund. Hier geht es insbesondere darum, grundsätzlich stabile Kalkulationsverfahren zu etablieren, Standardisierungen vorzunehmen und ein Bewusstsein für dieses Themen zu schaffen.

2. Der Holzbaubetrieb als produzierender Betrieb

Die Vielzahl der Betriebe im Holzbau kann aufgrund ihrer Struktur und des Marktes als vertriebsorientiert bezeichnet werden. So dienen Kenngrößen, wie m² produziertes Element / Jahr oder m³ verarbeitetes Holz / Jahr als gängige und in der Branche üblich, da sie eine Klassifizierung sofort ermöglichen. Hierin spiegelt sich die Leistungsfähigkeit der installierten Anlagen wieder, die allerdings auch einen gewissen „Abnahmedruck“ erzeugen, um die Kapazitäten auszulasten.

Weiters ist neben der reinen Herstellung des Holzwerkstoffs auch die Montage der produzierten Bauteile in der Regel Geschäftsgegenstand. Hier wird entweder mit eigenen Zimmerern oder mit spezialisierten Montagekolonnen gearbeitet.

Die hohe Fertigungstiefe ist also prägend für diesen Wirtschaftszweig, denn die klassische „mineralische“ Herstellung erfolgt in einer geringeren Fertigungstiefe, da in der Regel die verarbeiteten Materialien nicht mehr selbst produziert werden, sondern von Lieferanten beschafft werden. Die Folgen für die Kalkulation sind jedoch erheblich, denn diese muss sich an der beschriebenen Wertschöpfungskette der Unternehmen orientieren und hierbei häufig Planung, die Anlagen zur Fertigung, den Transport, aber auch die Montage berücksichtigen.

3. Die Produktionsanlage in der Kalkulation

Betrachtet man zunächst die Anlagen, vom Sägewerk bis hin zu den Abbundanlagen und die daraus resultierenden notwendigen baulichen Anlagen, so sind aus Sicht des Unternehmens Gelder gebunden, da Investitionen getätigt wurden, die sich über die Leistung des Unternehmens amortisieren sollten.

Diese, nun mengenabhängige Größe in der Kalkulation, ist mit einer sehr hohen Unsicherheit in der Einschätzung verbunden, da hier sogar dynamische Effekte auftreten. Am Markt hingegen beobachtet man, dass – um die notwendigen Mengen zu verkaufen und damit Deckungsbeiträge zu erwirtschaften – die Preise weiter purzeln, um Umsatz zu lukrieren. Eine wahre Kostenrechnung erfolgt hierbei in der Regel nicht, da die beiden vorgenannten Kenngrößen einzig motivierende Größe sind. Andererseits liegt die Schwierigkeit in der Abschätzung dieser mengenabhängigen Komponente, die sich an der ursprünglichen budgetierten Anlagenkalkulation orientieren muss. Abweichungen in der Menge führen zwangsläufig zu Unter-, aber möglicherweise auch Überdeckungen. Diese haben dann direkten Einfluss auf die Geschäftsgemeinkosten, da diese zwar prognostisch auf ein Jahr betrachtet werden, aber dennoch auftragsbezogen zu kalkulieren sind.

Betrachtet man das Ergebnis der Produktion im nächsten Schritt als Eingangsgröße für die Kalkulation im Bereich der Einzelkosten für das Material, also den Werkstoff wie z. B. „m² Brettsperrholz“, dann wird sofort ersichtlich, dass somit direkte Auswirkungen auf die Kalkulation einzelner Projekte zu erwarten sind. Mit einer größeren Absatzmenge an produziertem Material legen sich die Fixkosten der Anlage sofort anders um. Andererseits können Variationen in der Abschreibung auch Änderungen im Kosten- und Preisgefüge verursachen.

4. Die Bedeutung der Ausschreibung

Ein bedeutender Punkt in der bauwirtschaftlichen Optimierung innerhalb der Holzbauwirtschaft liegt jedoch bereits in der Art der Ausschreibung, resp. der Art der Angebotslegung. Während die mineralischen Bauweisen durch die Leistungsbeschreibung Hochbau geprägt sind und bei den Ausschreibenden sehr viel Erfahrung diesbezüglich vorliegt, ist nur wenig Expertise im Holzbau vorhanden. Die Konsequenzen von diesem Sachverhalt werden unterschätzt, denn ohne ausreichend qualifizierte Planungen und Ausschreibungen kommen auch keine Projekte auf den Markt. Aus diesem Grund liegt ein besonderer Aspekt der bauwirtschaftlichen Optimierung in der Neuerstellung der Leistungsgruppe 36.

Ziel sollte es sein, herstellerunabhängige Leistungspositionen zu erarbeiten, die es dem Ausschreibenden (in der Regel Ingenieurbüros, Architekten oder ggfs. Behörden) ermöglichen, entweder einzelne Elemente, aber auch ganze Module sicher ausschreiben zu können. „Sicher“ bedeutet in diesem Zusammenhang, dass weder ein Hersteller ausgeschlossen oder bevorzugt wird, „sicher“ bedeutet auch, dass die Leistung eineindeutig zu verstehen und damit zu kalkulieren ist.

Die logische Konsequenz solcher ausgearbeiteten standardisierten Leistungstexte ist, dass dann auch standardisierte Kalkulationsmethoden den einzelnen Positionen hinterlegt sind, oder die Holzbaubetriebe diese für ihre Produkte heranziehen. Erst dann kann auch eine effiziente Angebotskalkulation erfolgen, die in der Lage ist, wesentliche Fehler in der Angebotslegung zu eliminieren.

5. Der Montageprozess aus baubetrieblicher Sicht

Der zuvor genannte Montageprozess auf der Baustelle bildet nur noch den Abschluss der Wertschöpfungskette. Auch hier sind noch weitreichende Optimierungen möglich, da nicht nur bautechnisches, sondern auch bauvertragliches Know-how gefordert wird. Warum?

In der Regel stellen die derart kurzen Montagezeiten auch ein erhöhtes Risiko für den Holzbaubetrieb dar. Sind beispielsweise Vorleistungen in der zugesicherten Quantität und Qualität nicht vorhanden, kommt der üblicherweise sehr eng getaktete Bauablauf in der Holzbaumontage ins stocken. Hier sollte ein Bewusstsein bei den Holzbaubetrieben geschaffen werden, dass nicht nur die offensichtlichen Kosten des Montagegerätes anfallen. Es kommt zu Mehrkosten bei den Transporten (bestenfalls nur Stehzeiten), aber selbst im Produktionsbetrieb sollten Mehraufwendungen für Um- und Zwischenlagerungen, ggfs. Miete der Lagerflächen berücksichtigt werden. Um aufgrund der nur beispielhaft aufgezeigten Unzulänglichkeiten keinen wirtschaftlichen Nachteil zu erlangen, sollten die Montageleiter sensibilisiert werden, durch eine geeignete Dokumentation etwaige Mehraufwendungen vergütet zu bekommen. Eine dann gelegte Mehrkostenforderung kann aus bauwirtschaftlicher Sicht jedoch nur dann Aussicht auf Erfolg haben, wenn bereits die Grundlagen der Kalkulation im Angebot dargelegt wurden.

6. Der gestörte Bauablauf und die Produktionsplanung

Ein wesentlicher, aber in der Kalkulation meist unberücksichtigter Punkt sind jene Zeiten des produzierenden Betriebes für die Planung. Es können Aufwendungen für Werk- und Montagepläne anfallen, aber auch für das Einstellen der Fertigungsmaschinen. Gestörte Bauabläufe haben auf all jene Planungszeiten Einfluss, die häufig im nicht sichtbaren Bereich des Kunden liegen. Diese sollten in der Kalkulation als Grundwert angegeben werden, um Mehraufwendungen als Abweichung vom Soll dokumentieren zu können. Dies gilt auch für die Planung im Fertigungsbetrieb für einzelne Baustellen. Bei vielen Kunden ist die Verzahnung und Abhängigkeit der Prozesse in der Produktion kaum zu vermitteln, so dass Nachträge hier ins Leere laufen.

Es wurde bereits der Aspekt des Risikos in der Montage angesprochen. Hier können bereits geringe Abweichungen vom geplanten Soll erhebliche Auswirkungen nach sich ziehen. Es sollte mit schlichten Überlegungen – im Qualitätsmanagement Fehlermöglichkeits- und Einflussanalyse (FMEA) genannt – das Risiko reduziert werden. Hier sei nur an das Vorhalten von Reserven bei Verbindungsmitteln gedacht.

Baubetrieblich gesehen können auch mit Hilfe von REFA-Aufnahmen Optimierungen vorgenommen werden. Nicht nur, dass somit nachvollziehbare, belastbare und dokumentierte Versetz- und Verlegeleistungen vorliegen; im Bedarfsfall können auch diese dokumentierten Werte helfen, Nachträge besser aufzubauen, da Referenzen vorliegen. In der Regel geht es in diesen Fällen um den konkreten Nachweis der Mehrstunden und des Produktivitätsverlustes. Eine dezidierte und offen gelegte Kalkulation schafft in einem solchen Fall auch das Verständnis des Auftraggebers.

7. Weitere Kostenelemente im Holzbaubetrieb

Im Falle gestörter Bauabläufe ist weiters zu bedenken, dass auch in der Lagerhaltung weitere Kosten anfallen. Hier sind es in erster Linie die Lagerkosten (abgeleitet aus der Miete der Lagerflächen), aber auch ggfs. gesonderte Maßnahmen zum Schutz der Vorprodukte oder Leistungen.

Häufig bleiben auch Zinsforderungen unberücksichtigt, wenn sich Montagetermine zeitlich verschieben. In einem solchen Fall entstehen gegenüber der ursprünglichen Kalkulation verlängerte Zahlungsläufe, die aufgrund der getätigten Vorleistungen auch Zinsaufwendungen in der Kostenrechnung verursachen.

Als letzten Punkt seien unter weiteren Kostenelementen die Subunternehmer erwähnt, die in der Regel im Transport oder der Montage eingesetzt werden. Bei gestörten Bauabläufen treten hier Mehrkosten für Steh- und Stillstandszeiten auf, die in vielen Fällen am Hauptunternehmer haften bleiben, wenn die Kalkulation diesbezüglich keine Angaben enthält oder die Dokumentation lückenhaft ist. Dabei empfiehlt sich als einfache Maßnahme eine Fotodokumentation und das dezidierte Führen von Bautagesberichten.

8. Zusammenfassung

Im vorliegenden Beitrag sollten die Besonderheiten des Holzbaus aus baubetrieblicher und bauwirtschaftlicher Sicht dargelegt werden.

Die hohe Fertigungstiefe von der Beschaffung des Rohmaterials, über das Herstellen von Elementen bis zur Montage auf der Baustelle führt zu unterschiedlichen Ansätzen in der Kalkulation, die nicht nur projektbezogen ist, sondern in die Unternehmensrechnung, beispielsweise bei den Anlagen, einfließt.

Die Besonderheit des Holzbaus liegt auch in der Ausschreibung, bei der eine Produkt- und Herstellerunabhängigkeit anzustreben ist. Die Kalkulation sollte daraufhin im Detail durchgeführt werden, um den Kunden damit auch die internen Prozesse darlegen zu können, die im Zweifelsfall eines gestörten Bauablaufs ohnehin offen gelegt werden sollten.

II. Industrielles Bauen mit Holz – Baubetriebliche Aspekte im Holz-Modulbau

Dieser Artikel ist ein Abstract der Masterarbeit von Katharina Hintersteininger „Kennzeichen und Aspekte des Industriellen Bauens – Anwendbarkeit im Holzbau“, abgeschlossen im April 2015 und wird in gekürzter Form in der Fachzeitschritt bauaktuell, Ausgabe Nr. 3 / 2015 veröffentlicht werden.

Dipl.-Ing. Jörg Koppelhuber
Institut für Baubetrieb und Bauwirtschaft, TU Graz
Lessingstraße 25/2, 8010 Graz
joerg.koppelhuber@tugraz.at

DDipl.-Ing. Katharina Hintersteininger
Absolventin der Studienrichtung Wirtschaftsingenieurwesen – Bauingenieurwissenschaften und der Architektur, TU Graz
KHintersteininger@gmx.at

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Detlef Heck
Institut für Baubetrieb und Bauwirtschaft, TU Graz
Lessingstraße 25/2, 8010 Graz
Detlef.heck@tugraz.at

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung 13
2. Ausgangssituation im Industriellen Bauen 15
2.1. Wendepunkte im Bauen 15
2.2. Merkmale des industriellen Bauens 17
2.3. Der Industrielle Holzbau 19
2.4. Expertenbefragung zum Industriellen Holzbau 20
3. Vorfertigung im Holzbau 22
3.1. Begriffliche Abgrenzungen 23
3.2. Sinn der Vorfertigung 25
3.3. Arbeitsvorbereitung 29
3.4. Kriterium Ausbaugrad 30
4. Baubetrieb im Holz-Modulbau 32

4.1. Modularität im Holzbau 32
4.2. Planung im Holz-Modulbau 34
4.3. Schnittstellen der Gewerke 35
4.4. Materialien und Bausysteme 36
5. Tendenzen und Entwicklungen 39
5.1. Auswirkung des Industriellen Bauens 39
5.2. Potenzial durch Vorfertigung 40
5.3. Schlussfolgerung für den industriellen Holzbau 42
Literaturverzeichnis 43

1. Einleitung

Das Thema des Industriellen Bauens und die damit in Zusammenhang stehenden Möglichkeiten der Systematisierung und Rationalisierung im Bauwesen beschäftigen die Menschen seit jeher. Zahlreiche technologische Entwicklungen, die akute Wohnungsnot nach den Weltkriegen und die technischen Möglichkeiten serieller Vorfertigung einzelner Bau- und Konstruktionselemente erlaubten den Planern und Bauherren vor allem während der vergangenen Jahrzehnte immer wieder neue Ansätze, das industrielle Bauen in die konventionellen Bauprozesse zu integrieren.

Die Prinzipien der Standardisierung, wie sie in der Automobilindustrie bereits vor mehr als 100 Jahren perfektioniert wurden, dienten den damaligen Architekten, wie Walter Gropius[1] und Mies van der Rohe[2] und auch den Ingenieuren als Vorbild für die systematische Fabrikation von Industriegütern, welche nicht nur separate Wand- oder Deckenbauteile, sondern teils komplette Raumeinheiten umfassten. [3, 4]

Obwohl erste Versuche modularer Vorfabrikation bereits vor fast 100 Jahren durchgeführt wurden, haben sich automatisierte Bauprozesse in Mitteleuropa bis heute, unabhängig vom Bausystem oder Baustoff, wenig bis kaum etabliert.

Der wesentlichste Kostenfaktor auf Baustellen ist nach wie vor die menschliche Arbeitskraft. Trotz der teils starken Variation des Verhältnisses vorgefertigter und auf der Baustelle errichteten Konstruktionen besteht jedes Gebäude bis zu einem gewissen Grad aus industriell hergestellten Komponenten.[5]

Der Schwerpunkt in dieser Betrachtung liegt auf der Vorfabrikation im modernen industriellen Holzbau, der durch sein geringes Eigengewicht und einfache Verarbeitbarkeit wie zur Vorfertigung geschaffen erscheint.[6] Zahlreiche positive Beispiele jüngster Vergangenheit zeugen von dieser stetigen Entwicklung des industriellen Bauens mit diesem Baustoff. Allerdings stellen die umgesetzten Objekte nach wie vor Prototypen dar und bedürfen weiterer intensiver Anstrengungen, um dem Holzbau von heute, und hier vor allem dem Holz-Modulbau, jene mögliche Industrialisierung

---

1 Walter Gropius (1883-1969), deutscher Architekt und Gründer des sog. Bauhauses, Pionier der modernen Architektur, Besonderheit seiner Werke ist der Grad an industrialisiertem und normiertem Bauens.

2 Mies van der Rohe (1886-1969), deutsch-amerikanischer Architekt, neben Gropius und Le Corbusier Pionier moderner Architektur; Seine Entwürfe beinhalten optimierten Umgang verwendeter Material bei großzügiger Grundrissgestaltung.

3 Vgl. SCHNITTICH, C.: Vorfertigung - Hightech und Handarbeit. In: Detail, Zeitschrift für Architektur und Bauteil, Vorfertigung, 6/2012. S. , S.594f

4 Vgl. http://www.tu-cottbus.de/theoriederarchitektur/Archiv/Autoren/Mies/Mies1924a.htm. Datum des Zugriffs: 3.August.2014

5 Vgl. SCHNITTICH, C.: Vorfertigung - Hightech und Handarbeit. In: Detail, Zeitschrift für Architektur und Bauteil, Vorfertigung, 6/2012. S. , S.594f

6 Vgl. LENNARTSSON, M.: Modularity in Industrialised Timber Housing. S. 3.

auch weiter zu implementieren. Dass dies technisch möglich ist, konnte bereits mehrfach bewiesen werden. Es gilt jedoch auch nach Ansicht von befragten Experten dies baubetrieblich sinnvoll in Form von System-komponenten auszugestalten und in bauwirtschaftlich erfolgreichen Objekten konsequent umzusetzen.

2. Ausgangssituation im Industriellen Bauen

Die Entwicklung komplexer Informationstechnologien und neuartiger Produktionssysteme konstituierte in den vergangenen Jahren einen deutlichen Umschwung im Bauwesen, insbesondere in der industriellen Vorfertigung.[7] Bereits in den 50er Jahren des vergangenen Jahrhunderts erkannten führende Architekten, wie Konrad Wachsmann[8], diese Möglichkeiten, und betonten, dass die damalige Ausdrucksweise der Architektur, vor allem durch die Existenz moderner Fertigungsinstrumente wesentlich geprägt sei. Während Wachsmann jedoch das Ergebnis einer maschinellen Vorfertigung ausschließlich in seriell hergestellten gleichartigen Konstruktionen vermutete, wird heute meist von einem gänzlich gegenteiligen Verständnis des Industriellen Bauens ausgegangen.[9] Statt eine durch technische Einschränkungen charakterisierte Formensprache zu entwickeln, werden einige, zum Teil sehr ausgefallene Bauvorhaben überhaupt erst mittels computergestützter Planungs- und Fertigungsmethoden realisierbar.[10] Es stellt sich die Frage, welche allgemein gültigen Aspekte und Kennzeichen demnach für eine automatisierte Vorfabrikation in der Baubranche, und hier speziell für den Holz-Modulbau, sowie deren Auswirkung auf künftige Baukonzepte näher definiert werden können.

2.1. Wendepunkte im Bauen

Der Ursprung der Vorfertigung einzelner Bauelemente reicht bis zu den Anfängen des Bauens zurück[11] und ist seit damals einem ständigen technologischen und gesellschaftlichen Wandel unterworfen. Ein erster, wesentlichster Aufschwung mithilfe industrieller Vorfertigung entstand zur Zeit der britischen Kolonialisierung und der Besiedlung des nordamerikanischen Kontinents. Aufgrund des rasant wachsenden Bedarfs an flexiblen und teils transportierbaren Gebäuden wurde im 18. Jahrhundert bereits ein grundsätzlich neues Baukonzept entwickelt, welchem seriell in stationären Werkshallen vorproduzierte Gebäude hauptsächlich aus dem Baustoff Holz zugrunde gelegt wurde. Dabei beruhte die eigentliche Konstruktion dieser Bauten auf einer mit der derzeitigen Holz-Skelettbauweise vergleichbaren Tragstruktur. Eines der wohl berühmtesten Beispiele dafür ist das sog. Manning-Cottage, welches als Prototyp des

---

7 Vgl. PILLER, F. T.: Mass Customization Ein wettbewerbsstrategisches Konzept im Informationszeitalter. S. 1.

8 Konrad Wachsmann (1901-1980) deutsch-amerikanischer Architekt, Pionier des seriellen Bauens; Seine Entwürfe sind stark von den Möglichkeiten der Fertigung geprägt.

9 Vgl. SCHNITTICH, C.: Vorfertigung - Hightech und Handarbeit. In: Detail, Zeitschrift für Architektur und Bauteil, Vorfertigung, 6/2012. S. 590.

10 Ebd. S. 590.

11 Vgl. SCHNITTICH, C.: Editorial. In: Detail Zeitschrift für Architektur + Baudetail; Vorfertigung, 6/2012. S.586

industriell vorgefertigten Hauses gilt und aus einer wiederholt demontier- und transportierbaren Konstruktion besteht.[12]

Einen weiteren, die Abläufe grundlegend verändernden Aufschwung erfährt das Paradigma einer industriellen Bauweise durch die technischen Errungenschaften während der industriellen Revolution. Die Begeisterung für die damals neu entwickelten technischen Möglichkeiten, welche sich durch die Industrialisierung als Grundlage für die Massenproduktion, ausgehend von der US-amerikanischen Automobilbranche, Anfang des 20. Jahrhunderts nach Europa ausbreitete, übte auch auf die Baubranche starken Einfluss aus. Mithilfe einer witterungsunabhängigen Vorfertigung im Werk konnten neue Maßstäbe im Hinblick auf Qualität, Produktion und Formgebung erreicht werden. Gleichzeitig wurde der architektonische Stil der damaligen Zeit teilweise deutlich von den eher schlichten und geradlinigen Konstruktionen zahlreicher Industrieprodukte einerseits und den begrenzten Möglichkeiten der Fertigungsmethoden andererseits wesentlich beeinflusst. Nicht nur Pioniere, wie Walter Gropius oder Le Corbusier[13], sondern die überwiegende Anzahl der führenden Architekten der 1920er Jahre forderten eine entscheidende Überarbeitung der formalen Aspekte unter stärkerer Berücksichtigung der damals neu entstandenen technischen Produktionssysteme. Zudem sollte mithilfe einer weitreichenden Standardisierung von Gebäuden eine serielle Wiederholung innerhalb einer Vorfertigung ermöglicht und somit eine rasche Produktion von Bauvorhaben zugelassen werden. Auf diese Weise wurde versucht, auf die zur Zeit der Weltwirtschaftskrise vorherrschende und auch nach den Weltkriegen stetig größer werdende Wohnungsnot rasch und unbürokratisch zu reagieren.[14]

Ein Jahrhundert später sind die heutige Produktionen nicht nur durch computerbasierte Planungen, sondern auch durch hoch automatisierte Fertigungsweisen wesentlich weiterentwickelt und verfeinert worden. Dennoch drängt sich in einer ersten Analyse der derzeit gängigen Bauprozesse der Gedanke auf, dass sich die eigentlichen Arbeitsweisen innerhalb der Vorfertigung seit damals nur geringfügig weiterentwickelt haben und sich das Thema ganzheitlicher Vorfertigung im Bauwesen bis dato kaum etablieren konnte.[15]

---

[12] Vgl. HANNEMANN, C.: Die Platte, industrialisierter Wohnungsbau in der DDR. S. 29.

[13] Le Corbusier (1887-1965) schweizerisch - französischer Architekt und Stadtplaner, zählt zu den bedeutendsten Planern des 20. Jahrhunderts, trat für eine radikale Änderung der Architektur unter Berücksichtigung der technischen Möglichkeiten ein.

[14] Vgl. STAIB, D. R.: Elemente und Systeme, modulares Bauen, Entwurf Konstruktion neue Technologien. S. 24.

[15] Vgl. SCHNITTICH, C.: Editorial. In: Detail Zeitschrift für Architektur + Baudetail; Vorfertigung, 6/2012. S.588.

2.2. Merkmale des industriellen Bauens

Das Industrielle Bauen bezeichnet i.A. die Übertragung einzelner industrieller Arbeitsweisen aus der stationären auf die dezentralen Systeme einer Bauproduktion.[16] Im derzeitigen Sprachgebrauch wird dabei die Bezeichnung der Vorfabrikation meist pauschal für das Bauen in Serie, für den sog. Systembau, also für das elementierte oder modulare Bauen verwendet. Grundsätzlich wird in Anlehnung an einschlägige Fachliteratur unter diesem Begriff allerdings ausschließlich die Produktion einzelner Bauelemente an einem witterungsunabhängigen Ort verstanden. In diesem Zusammenhang ist es unerheblich, ob die Vorfertigung automatisiert, maschinell oder handwerklich zur Umsetzung kommt. Auch die sog. Fertigungstiefe, also der erreichte Prozentsatz des eigenen oder fremden Vorfertigungsgrades ist mit der Begriffsbestimmung alleine nicht näher definiert.[17, 18] Das Bauen im System oder auch serielle Bauen beschreibt hingegen die für die 60er Jahre typische Vereinheitlichung der zugrunde liegenden Ausgangsmodule. Um einen wirtschaftlichen Vorteil zu erzielen, wurden die verarbeiteten Bauteile standardisiert und in hohen Stückzahlen produziert. Aufgrund dieser Homogenisierung einzelner Komponenten ist es allerdings nicht möglich, individuell angepasste Bauwerke zu realisieren.[19, 20]

Erst mit der Einführung des sog. Lean Production[21] haben sich schließlich in der stationären Industrie, aber auch in ersten Schritten im Baugewerbe, die bis dahin vorherrschenden Produktionsstrukturen grundlegend geändert. Dabei steht nicht länger die ausschließliche Optimierung der Leistungserstellung und Rationalisierung der tatsächlichen Güterproduktion im Zentrum des Bestrebens, sondern auch die flexible Reaktion auf unterschiedliche Randbedingungen und Kundenwünsche. Diese Flexibilität soll mithilfe der Integration neuer Kommunikations- und Informationstechnologien und -systeme (kurz: KIT) zu einem ähnlichen Kostenniveau, wie jenes einer klassischen Massenproduktion, ermöglicht werden.[22]

Trotz der erkannten Potenziale und dem stetigen Zuwachs von aus Fertigteilen hergestellten Häusern in Europa und den USA, bleibt der Anteil industrieller Vorfertigung in der übrigen Baubranche im Vergleich zu anderen Wirtschaftszweigen stark zurück. In Japan hingegen ist das Konzept von vollständig vorgefertigten Häusern in sog. Häuserfabriken in

---

16 Vgl. GIRMSCHEID, G.: Strategisches Bauunternehmensmanagement. S. 529.

17 Vgl. STAIB, D. R.: Elemente und Systeme, modulares Bauen, Entwurf Konstruktion neue Technologien. S. 40.

18 Vgl. SCHNITTICH, C.: Editorial. In: Detail Zeitschrift für Architektur + Baudetail; Vorfertigung, 6/2012. S. 589.

19 Vgl. STAIB, D. R.: Elemente und Systeme, modulares Bauen, Entwurf Konstruktion neue Technologien. S. 5, S. 42.

20 Vgl. HERMANN KAUFMANN, W. N.: Bauen mit Holz, Wege in die Zukunft. S. 57.

21 Lean Production ist ein ökonomischer Denkansatz und Leitgedanke einer Produktion, der durch eine Optimierung der Arbeitsabläufe zu einer Vermeidung von unnötigem Mehraufwand und Verschwendung führen soll.

22 Vgl. PILLER, F. T.: Mass Customization Ein wettbewerbsstrategisches Konzept im Informationszeitalter.S. 97ff.

den vergangenen Jahrzehnten bereits verwirklicht worden. Die nach einem Baukastensystem auf einem Fließband mithilfe hochautomatisierter Fertigungsprozesse ähnlich der Automobilindustrie hergestellten Gebäude lassen sich bei näherer Betrachtung kaum von traditionell errichteten Bauten unterscheiden, weisen jedoch einen sehr hohen Vorfertigungsgrad auf.[23]

Dieses Beispiel zeigt, dass die häufig vertretene Meinung, Prozesse der Automobilbranche können nicht in die Baubranche integriert werden, nicht gänzlich richtig ist. Die grundsätzlichen Parallelen einer Bauproduktion und einer industriellen Produktion können wie folgt gegenübergestellt werden:[24]

Merkmale industrieller Produktion	Anforderungen an industrielles Bauen
Zentralisierte Produktion	Vorfertigung von Bauteilen im Werk
Massenfertigung / zunehmend variable Fertigung	Entwicklung von variablen Grundtypen
Fertigung auf Basis standardisierter Lösungen und Produktion von Varianten	Standardisierung von Bauteilen bei Flexibilität in der Gestaltung
Spezialisierung	Konzentration auf bestimmte Marktsegmente
Integration von Planung, Produktion und Marketing	Interaktion von Planung, Konstruktion, Produktionsplanung und Produktion sowie Marketing unter Einbezug des Unternehmers
Optimierte Prozesse und Organisation	Optimierung der Planungs- und Produktionsprozesse in Bezug auf Automatisierung und Mechanisierung

Tabelle I-1 Gegenüberstellung der Merkmale industriellen Bauens und industrieller Produktion[25]

Unter Berücksichtigung der spezifischen Rahmenbedingungen der Baubranche, wie etwa die Ortsgebundenheit von Gebäuden oder die komplexe Gestaltung einiger Konstruktionsdetails, können laut Ansicht von Experten, die über mehrere Jahre verfeinerten Merkmale einer industriellen Produktion ebenso auf ein industrielles Bausystem umgelegt werden.[26] Eines der wesentlichsten Merkmale der industriellen Produktion ist die zentralisierte Fertigung von Konsumgütern innerhalb einer Produktions-

[23] Vgl. BERGDOLL, B.: Home Delivery, Entwicklungsstadien eines Modernen Traums: von der Taylorisierten Serienproduktion zur Digitalen Mass Customization. In: Arch+, Mai/2010. S. 26.
[24] Vgl. GIRMSCHEID, G.: Strategisches Bauunternehmensmanagement. S. 529.
[25] GIRMSCHEID, G.: Strategisches Bauunternehmensmanagement. S. 529.
[26] Vgl. GIRMSCHEID, G.: Strategisches Bauunternehmensmanagement. S. 529.

stätte. Dieses Prinzip bietet sowohl durch die vor Witterung geschützten Arbeitsbereiche einer Werkshalle, als auch durch die konzentrierte Produktion an einem Ort eine Vielzahl an Möglichkeiten zur Optimierung und Effizienzsteigerung des eigentlichen Fertigungsablaufs.

2.3. Der Industrielle Holzbau

Die gesamte Bauwirtschaft und hier insbesondere der Industrielle Holzbau, der sich vom zimmermannsmäßigen Holzbau vor allem durch den Einsatz automatisierter Fertigungsmethoden abgrenzt, sind durch eine in den vergangenen Jahren konstante Weiterentwicklung der technischen und computerbasierten Verarbeitungsmethoden wesentlich geprägt und weiterentwickelt worden. Dabei eröffnen nicht nur die sich rapide an die Bedürfnisse angepassten Informationsprogramme, sondern auch neu entwickelte Holzwerkstoffe zukunftsweisende Optionen für eine werkseitige Vorfertigung.[27]

Durch augenscheinliche Vorteile eines Holzbaus, wie die Leichtigkeit der Konstruktion, die kurze Montagezeit vor Ort oder die witterungsgeschützte Produktion und damit einhergehende konstante Qualität, hat sich die Nachfrage nach vorgefertigten Gebäuden in Österreich und auch in Westeuropa während der vergangenen Jahre merklich gesteigert. Mittlerweile wird knapp ein Drittel aller Ein- und Zweifamilienhäuser in Österreich als sog. Fertigteilhaus durch die Fertighausindustrie, aber auch durch einzelne spezialisierte Holzbaubetriebe realisiert. Über 80 % aller Fertighäuser, die in Österreich verwirklicht werden, sind Holzhäuser.[28] Allerdings konnten diese Systeme der Vorfertigung bis dato kaum auf weitere Gebäudetypen, wie mehrgeschossige Wohn- Objektbauten, umgelegt werden. Dies mag einerseits an den technischen Randbedingungen, wie geringere Anforderungen an den Schall- und Brandschutz im Falle eines Einfamilienhauses liegen, andererseits ist die Kunden- und damit Finanzierungsstruktur dahinter gänzlich anders strukturiert, sowie die Eingebundenheit eines Nutzers letztendlich während der Errichtungsphase kaum gegeben.

Die Arten und Elemente eines industriellen Holzbaus reichen dabei von sog. Halbzeugen bzw. Halbfertigteilen ähnlich konventioneller Baustoffe, bis hin zu schlüsselfertigen Modulen, welche im Folgenden näher betrachtet werden.

Dabei sind Halbfertigteile, auch als Halbzeuge bezeichnet, industriell angefertigte Produkte und Rohmaterialien, wie bspw. Schnittholz, die einen sehr geringen Vorfertigungsgrad aufweisen und meist erst auf der Baustelle weiterverarbeitet werden.[29] Elemente werden hingegen, unabhängig davon,

---

[27] Vgl. LENNARTSSON, M.: Modularity in Industrialised Timber Housing. S. 3ff.
[28] Vgl. GRUBER, M.; BRUCKNER, E.: Fertighaus und RechtS. 10f.
[29] Vgl. STAIB, D. R.: Elemente und Systeme, modulares Bauen, Entwurf Konstruktion neue Technologien. S. 43.

ob sie als Rohbau- oder Fertigelement realisiert werden, als ein im Werk vorgefertigtes Teilstück eines Bauwerks bezeichnet.[30] Zu den Rohbauelementen gehören dabei bspw. auch unterschiedliche Bauschnitthölzer und Plattenwerkstoffe. Unter dem Begriff Fertigelement werden funktionsfertige, industriell hergestellte Elemente verstanden, welche zur Baustelle transportiert und dort zu komplexeren Strukturen zusammengefügt werden.[31] Ein Beispiel dafür sind sog. Sandwich-Wandelemente, die aus mehreren, miteinander in Verbund stehenden Schichten, unabhängig vom Baustoff, bestehen.

Unter dem Begriff Modul wird in der Literatur schließlich ein vorgegebenes Element verstanden, welches seriell gefertigt und dreidimensional zusammengefügt werden kann. Zahlreiche Beispiele, vor allem aus jüngster Vergangenheit wurden aus gänzlich vorgefertigten Holz-Modulen errichtet und stellen ein sehr hohes Niveau industriell vorgefertigter Holzbauten mit großer Fertigungstiefe dar. Dabei werden vor allem Hotelbauten [32, 33], Wohnheime für Pflegebedürftige [34, 35] und Studierende[36] sowie Bauten mit ähnlich wiederkehrenden Raumsituationen wie bspw. Schulneu- und -zubauten [37] durch komplett Module realisiert.

2.4. Expertenbefragung zum Industriellen Holzbau

Der Status quo des Industriellen Bauens, die zugehörigen Vorteile und Hemmnisse sowie die künftigen Herausforderungen werden in der einschlägigen Fachliteratur vor allem in Bezug auf den Holzbau nach Ansicht der Verfasser nur unzureichend abgebildet. Zahlreiche Analysen und statische Auswertungen, vor allem jene des österreichischen Fertighausverbandes (kurz: ÖFV) lassen Trends erkennen, welche allerdings eher auf den Ein- und Zweifamilienhausbau anzuwenden sind. Mehrgeschossige Wohn- und Bürogebäude sowie großvolumige Bauten, welche tendenziell bereits mehrfach mit Holz errichtet werden, fehlen in diesen Untersuchungen gänzlich.

Daher wurde von November 2014 bis Februar 2015 eine gezielte Befragung von 28 Experten aus sieben unterschiedlichen Fachrichtungen (Architektur, Fachplanung, Holzbauunternehmen, ausführende Baubetriebe, öffentliche und private Bauherren, Bauherrenvertreter und Genossenschaften sowie Forschung) in Österreich und Deutschland durchgeführt. Die Ergebnisse

---

30 Vgl. ISOPP, A.: Editorial. In: Zuschnitt, 50/2013. S. 12ff.
31 Vgl. 57, C. T.: New Perspective in Industrialisation in Construction - A State of the Art Report. S. 7f.
32 KAUFMANN, C.: Hotel bei Reutte. In: Detail, 6/2012. S. 615.
33 Vgl. KF: Modulbau "unkomplex". In: bauen mit holz , 6/2006. S. 8ff.
34 Vgl. PLACKNER, H.: Modulbauweise zeigt Stärke. In: Holzkurier, 03/2013. S. 19.
35 Vgl. (Stingl; Maier, 2014)
36 Vgl. SCHEURER, F.: Studentenwohnheim in Delft. In: Detail, 6/2012. S. 636..
37 Vgl. PLACKNER, H.: das hölzerne Klassenzimmer. timber-online.net. Datum des Zugriffs: 5.Februar.2015

dieser Befragung werden im Weiteren mit jenen Aussagen der Fachliteratur sowie weiteren statistischen Auswertungen zusammengeführt und gegenübergestellt und daraus die Potenziale und Notwendigkeiten für künftige Entwicklungen abgeleitet. Die Expertenbefragung betraf hierbei hauptsächlich den Holzbau, wobei vor allem die Bereiche der künftigen Marktentwicklung, sowie die Fragen der derzeitigen Hemmnisse und Potenziale von Interesse waren. Die folgenden Kapitel beinhalten Teilaussagen der Befragung, die Grundlagen, die ausführliche Analyse samt Interpretation und Ableitung der Konsequenzen ist der Masterarbeit mit dem Titel: „Kennzeichen und Aspekte des industriellen Bauens – Anwendbarkeit im Holzbau“ [38] zu entnehmen.

[38] HINTERSTEININGER, K.: Kennzeichen und Aspekte des industriellen Bauens – Anwendbarkeit im Holzbau, Masterarbeit 2015

3. Vorfertigung im Holzbau

Der Bau- und Werkstoff Holz eignet sich aufgrund werkstoffeigener Charakteristika wie kaum ein anderes Material zur Vorfertigung. Neben dem geringen Eigengewicht bei gleichzeitig ausgezeichneten Festigkeitseigenschaften und somit statischen Ausgangswerten bietet vor allem durch die leichte Verarbeitbarkeit des Baustoffs einen wesentlichen Vorteil innerhalb der Vorfabrikation.[39]

Jüngste Studien über die Entwicklung des Marktanteils vorgefertigter Bausysteme sowie auch die Ergebnisse der Expertenbefragung zeigen, dass besonders im Holzbau, und hier im Industriellen Bauen mit Holz, auch in Zukunft ein konstantes Wachstum zu verzeichnen sein wird.[40]

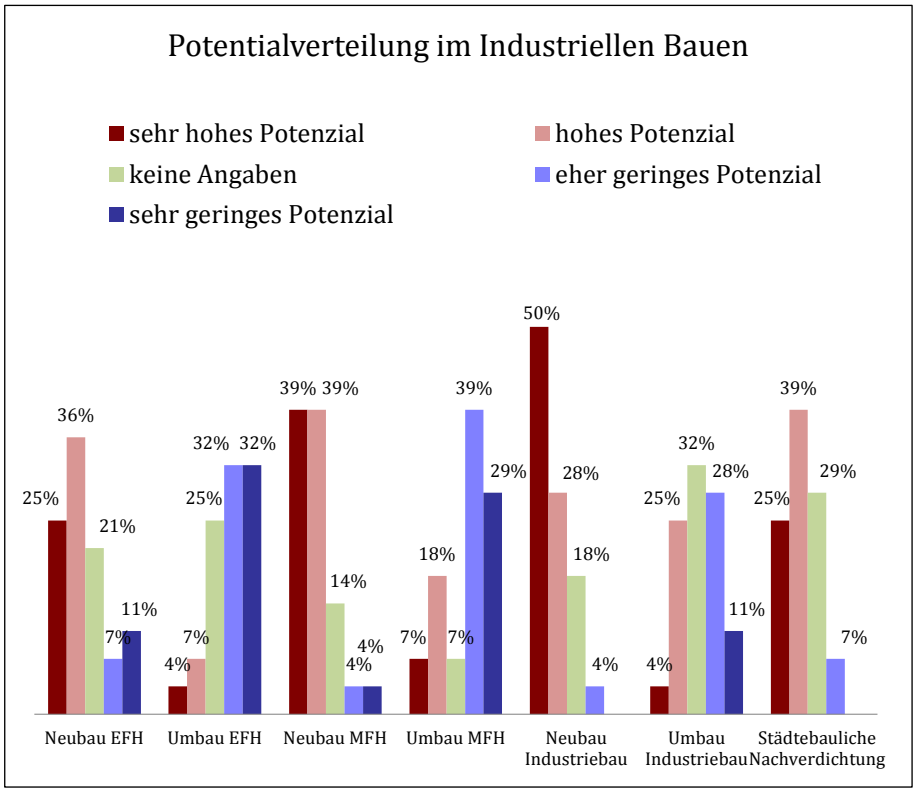


Bild I-1 Expertenbefragung: Potenzialverteilung im industriellen Bauen[41]

Hierbei wird speziell im Neubau von Mehrfamilienhäusern (kurz: MFH) und auch Industriebauten (Anm: inklusive Gewerbe- und Bürobauten) bzw. in der städtebaulichen Nachverdichtung laut Ansicht der Befragten auch

39 Vgl. LENNARTSSON, M.: Modularity in Industrialised Timber Housing. S. 3.
40 Vgl. VOLLMANN, K.: Wohnbautätigkeit Bewilligungen und Fertigstellungen 2002 Wohnbaukosten 2001. Statistik. S. 52ff.
41 Vgl. HINTERSTEININGER, K.: Kennzeichen und Aspekte des industriellen Bauens – Anwendbarkeit im Holzbau, S. 222.

künftig das größte Potenzial in den industriellen Bauweise liegen. Ebenso wird besonders die Industrialisierung von mehrgeschossigen Bauweisen hierbei vermehrt an Bedeutung gewinnen.[42]

3.1. Begriffliche Abgrenzungen

Der Begriff der Vorfertigung ist in der einschlägigen Literatur nicht eindeutig definiert und auch in der Praxis von Experten nur schwer fassbar. Die möglichen Systeme des industriellen Bauens können i.A. sehr unterschiedlich ausfallen und reichen von aus einzelnen Elementen bestehenden Objekten bis hin zu schlüsselfertigen gänzlich vorgefertigten Bauten. Durch das zugrunde liegende Bausystem werden Zusammenhänge zwischen den einzelnen Elementen, sowie deren grundsätzliches geometrisches Ordnungsprinzip eindeutig festgelegt. Dies erfordert vor allem während der Planungsphase eine systematische und konsequente Abstimmung der Module und die Entwicklung einer klaren Fügetechnik. Prinzipiell wird hierbei in der Literatur zwischen den sog. offenen und geschlossenen Systemen unterschieden.[43]

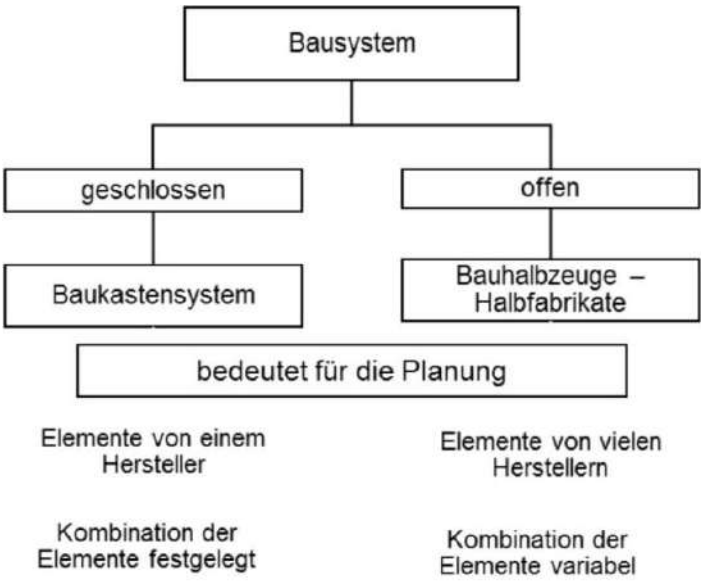


Bild I-2 Mögliche Arten von Bausystemen[44]

Innerhalb geschlossener Systeme werden sämtliche Elemente von einem einzigen Hersteller produziert. Alle Komponenten sind präzise aufeinander

[42] Vgl. ROZYNSKI, D.; KOCH, P.: Vom industrialisierten Einfamilienhaus zum verdichteten Wohnungsbau. Forschungsarbeit. S. 64.
[43] Vgl. STAIB, D. R.: Elemente und Systeme, modulares Bauen, Entwurf Konstruktion neue Technologien. S. 42.
[44] STAIB, D. R.: Elemente und Systeme, modulares Bauen, Entwurf Konstruktion neue Technologien. S. 43.

abgestimmt und können ausschließlich in diesem System verwendet werden.[45] Im Gegensatz dazu bietet das Bauen in sog. offenen Systemen die Möglichkeit, mehrere Produkte unterschiedlicher Hersteller miteinander zu verbinden. Diese Bauweisen sind nicht einem einzigen Gebäude zuordenbar, können beliebig kombiniert und auch mehrfach eingesetzt werden. Die grundsätzliche Herausforderung liegt in der Gestaltung einer klaren Maßkoordination und Zuordenbarkeit der Module zueinander.[46] Die Lage der jeweiligen Module wird durch ein im Vorhinein festgelegten Raster eindeutig definiert, welcher aus den Maßlinien besteht und die Grundlage für die Entwicklung eines modulierten Entwurfs und die darauf aufbauende Produktion bildet. Dabei kann der Raster grundsätzlich als sog. Achsraster oder auch als Bandraster ausgebildet werden.

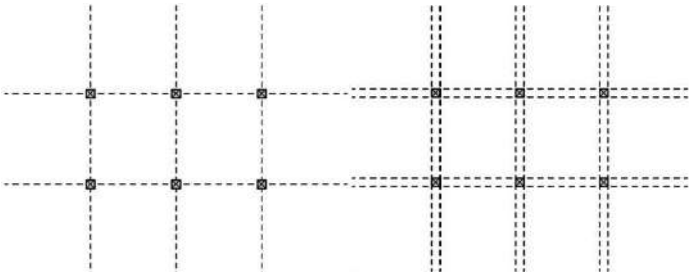


Bild I-3 Mögliche Arten der Rasterung[47]

Dem Prinzip des Achsrasters folgend wird die mittig angeordnete Achse des Bauteils oder Moduls von einer definierten Bezugslinie des eigentlichen Rastersystems gebildet. Der Bandraster hingegen bestimmt die Lage der Module in ihrer tatsächlichen Dimension. Im Gegensatz zum Achsraster wird dabei auch die gewählte Bauteilstärke berücksichtigt. Neben dem Band- und Achsraster werden für die Planung modularer Einheiten oft weitere untergeordnete Rastersysteme, wie bspw. der Konstruktions- und Installationsraster, angewandt.[48]

Die exakte Festlegung der Rasterabstände erfolgt einerseits aufgrund statischer Randbedingungen und andererseits wirtschaftlicher Überlegungen, sowie als übergeordnete Vorgabe durch die maximal zulässigen Transportabmessungen. Eine Vergrößerung des Achsabstandes verursacht dabei einen erhöhten Materialverbrauch, kann aber laut Ansicht von Fachleuten die Höhe der Gesamtkosten erheblich senken, da diese vor

[45] Vgl. STAIB, D. R.: Elemente und Systeme, modulares Bauen, Entwurf Konstruktion neue Technologien. S. 44.
[46] Vgl. STAIB, D. R.: Elemente und Systeme, modulares Bauen, Entwurf Konstruktion neue Technologien. S. 43.
[47] LEITNER, S.; ARMBRUSTER, C.; BÖHM, A.: Bauen mit Holz in Oberösterreich. S. 10.
[48] Vgl. STAIB, D. R.: Elemente und Systeme, modulares Bauen, Entwurf Konstruktion neue Technologien. S. 43.

allem von der benötigten Anzahl der ingenieurmäßigen Knoten beeinflusst werden.[49]

Die nachfolgende Abbildung stellt mögliche Formen einer Vorfertigung im Holzbau sowie die damit in Zusammenhang stehende Vorfertigungstiefe und denkbare Einflussnahme in der Gestaltungsfreiheit dar.

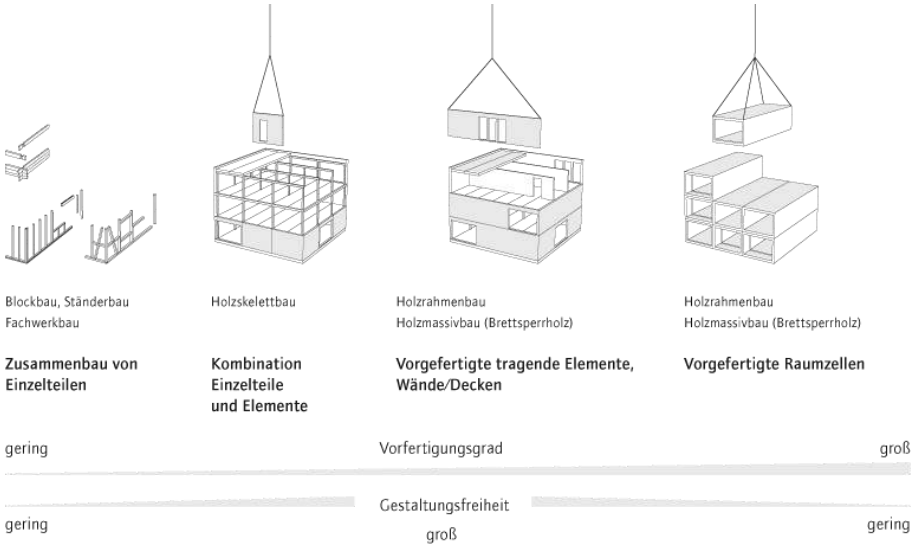


Bild I-4 Systemübersicht möglicher Vorfertigungstiefen[50]

Die Gestaltungsfreiheit hängt demnach nicht primär vom gewählten Vorfertigungsgrad, sondern vor allem von der zugrunde liegenden Bauweise ab. So ist im Holzskelett- und Holzrahmenbau zwar der Vorfertigungsgrad teilweise gering ausgebildet, dafür ist die Gestaltungsfreiheit bei diesen beiden Bausystemen als hoch einzustufen, was sich bei weiterer Systematisierung in Richtung Modulbauweise wiederum ändert.[51]

3.2. Sinn der Vorfertigung

Die Sinnhaftigkeit der Vorfertigung industrieller Bauprodukte wurde und wird konsequent immer wieder in Frage gestellt. Bereits Gropius beschreibt 1924 die unterschiedlichen Markterfolge der bauwirtschaftlichen und stationären Industrie. Während der überwiegende Teil der Bevölkerung damals wie heute vorgefertigte Gebrauchsgegenstände verwendet und auch aufgrund unterstellter gleichbleibender Qualität bevorzugt, werden Bauvorhaben,

[49] Vgl. LEITNER, S.; ARMBRUSTER, C.; BÖHM, A.: Bauen mit Holz in Oberösterreich. S. 10.
[50] PIRCHNER, E.: In dreifacher Ausführung: Bürogebäude für Österreich, Rumänien und Deutschland. In: Zuschnitt, 50/2013. S. 12.
[51] Vgl. PIRCHNER, E.: In dreifacher Ausführung: Bürogebäude für Österreich, Rumänien und Deutschland. In: Zuschnitt, 50/2013. S. 12ff.

welche aus gänzlich vorgefertigten Raummodulen bestehen, nach wie vor nur in Ausnahmefällen realisiert. Obwohl das Potenzial, vor allem im Wohnbau, durch wiederkehrende Geometrien oder gleiche bzw. ähnliche Elemente gegeben ist, muss laut Ansicht von Experten zur erfolgreichen Integration des industriellen Bauens in den heutigen Baumarkt eine grundlegende Umgestaltung der Bauwirtschaft erreicht werden.[52]

Die vor Witterungseinflüssen geschützte Produktion, die Verkürzung der Bauzeit durch eine rasche Montage vor Ort und zugehörige laufende Qualitätssicherungsmaßnahmen im Werk stellen eindeutige Vorteile modulare Bausysteme dar, was auch in Nischenbereichen diese Art des Bauens nach der Ansicht von Experten eine Zuwachs erlaubt. Dies steht allerdings im klaren Gegensatz zur Realität, da eine durchgängige Vorfertigung bis heute eigentlich nicht den Stand der Technik im Bauwesen abbildet. Die Errichtung von Gebäuden ist großteils meist durch handwerkliches Bauen allerdings unter Zuhilfenahme von Halbzeugen geprägt. Der überwiegende Teil aller Gebäudekomponenten wird zwar bereits bis zu einem gewissen Grad vorgefertigt, aber vor Ort erst zu größeren Einheiten zusammengefügt.[53]

Im Zuge der Expertenbefragung wurden zahlreiche teils subjektive Vorteile einzeln bewertet, wie nachfolgende Abbildung zeigt.

[52] Vgl. SCHNITTICH, C.: Vorfertigung - Hightech und Handarbeit. In: Detail, Zeitschrift für Architektur und Bauteil, Vorfertigung, 6/2012. S. 588.

[53] Vgl. KAUFMANN, H.: Der andere Bauprozess. In: Zuschnitt, Juni/2013. S. 4f.

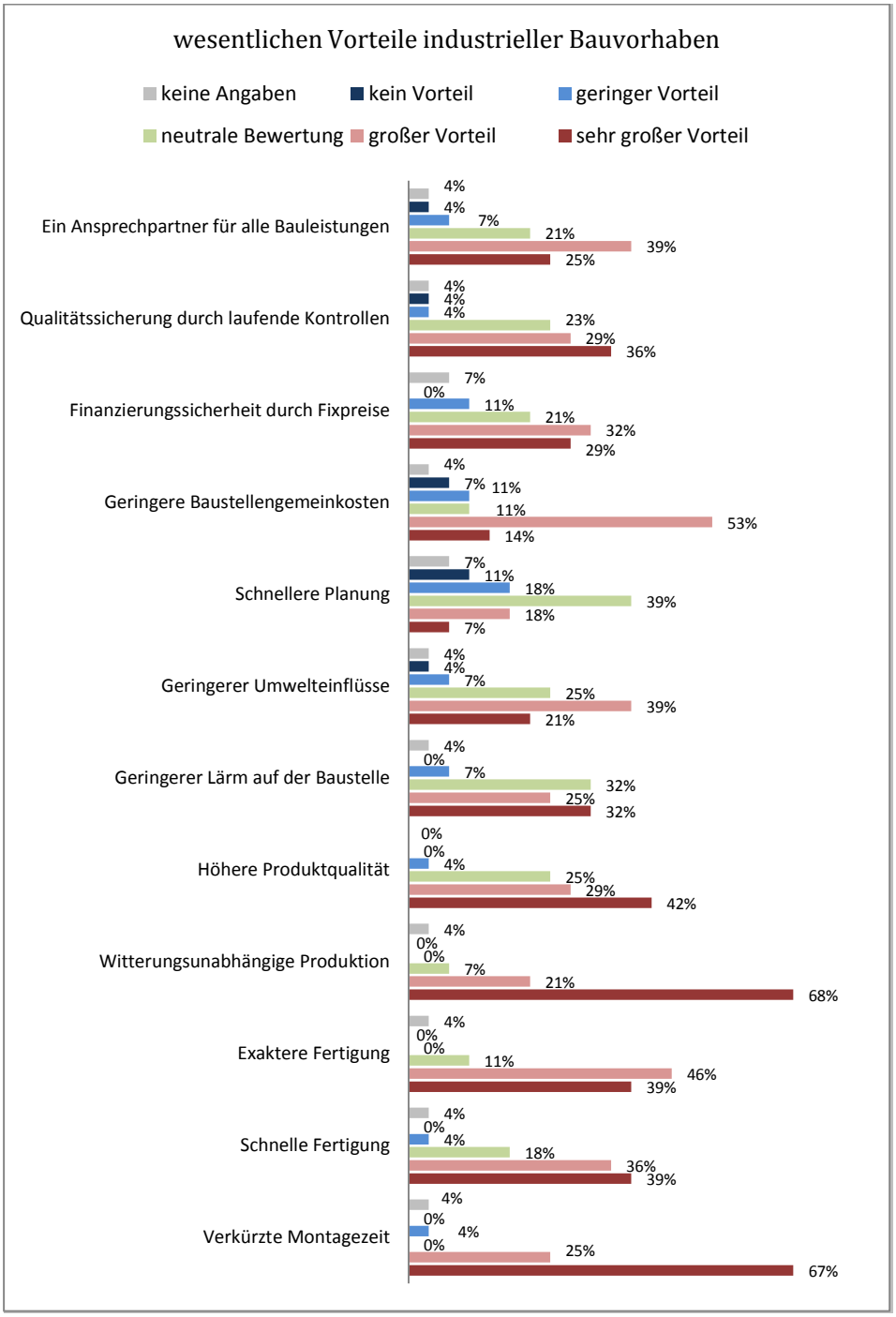


Bild I-5 Expertenbefragung: Übersicht über wesentliche Vorteile der industriellen gegenüber einer traditionellen Bauweise[54]

Es zeigt sich, dass vor allem das Thema der witterungsunabhängigen Produktion und eine damit einhergehende exakte qualitätsgesicherte

[54] Vgl. HINTERSTEININGER, K.: Kennzeichen und Aspekte des industriellen Bauens – Anwendbarkeit im Holzbau, S. 186

Fertigung sowie die verkürzte Montagezeit als großer Vorteil seitens der Befragten genannt wird.

Obwohl sich Ansätze einer Industrialisierung bei elementierten Bauteilen, wie bspw. Wänden oder Decken, vor allem durch die zeitlichen Einsparungsmöglichkeiten bereits durchgesetzt haben, ist eine serielle Vorfertigung von vollständigen, mehrgeschossigen Bausystemen sowohl in Europa, als auch im amerikanischen und teilweise im asiatischen Raum, mit Ausnahme einiger Prototypen und Leuchtturmprojekte gänzlich unüblich. Eine Ausnahme stellt hierbei das Bauen mit industriell vorgefertigten Raummodulen dar. Diese, im Vergleich nach Ansicht von Experten derzeit eher teure Bauweise hat sich in den letzten Jahren speziell in Mitteleuropa besonders bei Bauvorhaben mit einer großen Zahl gleicher oder ähnlicher Räume, wie es im Falle von Hotelbauten, bei Studenten- sowie Seniorenheimen, aber teilweise auch bei Zubauten und Aufstockungen aufgrund der zugrunde liegenden kurzen Bauzeit und des geringen Gewichts erforderlich ist, durchgesetzt.[55] Die Abmessungen einzelner vorgefertigter Einheiten ist von den maximal zulässigen Transportmaßen und dem im Holzbau eher untergeordneten, maximalen Transportgewicht abhängig. Grundsätzlich gilt: je größer das vorgefertigte Element bzw. Modul ist, desto wirtschaftlicher ist in den meisten Fällen deren Verarbeitung. Als Hauptgrund wird von Fachleuten die Reduktion der kostenintensiven, oft auch statisch und vor allem bauphysikalisch problematischen Elementstöße und Fugen genannt.

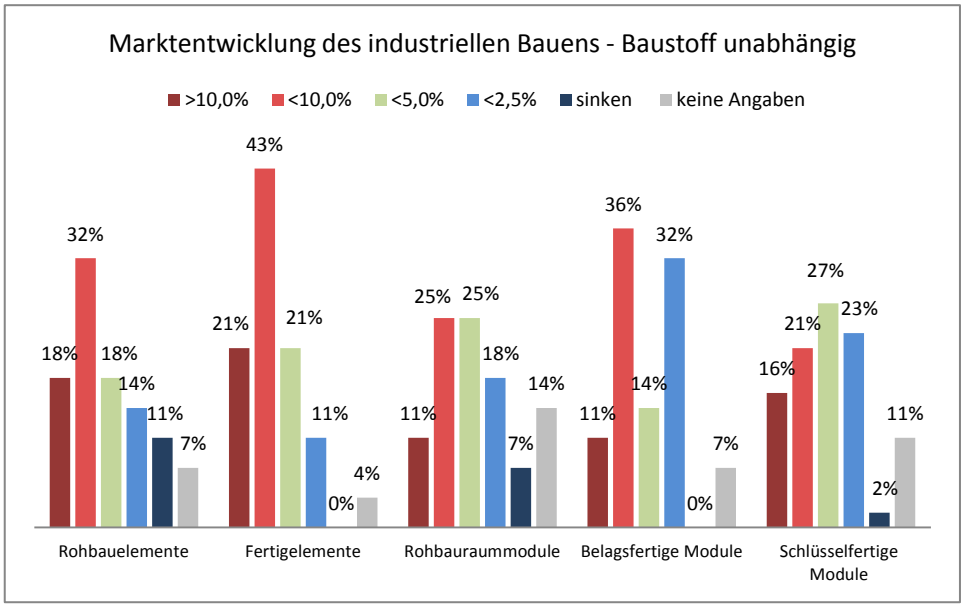


Bild I-6 **Expertenbefragung: Marktentwicklung des industriellen Bauens – Baustoff unabhängig**[56]

[55] Vgl. KAUFMANN, H.: Der andere Bauprozess. In: Zuschnitt, Juni/2013. S. 4f.
[56] Vgl. HINTERSTEININGER, K.: Kennzeichen und Aspekte des industriellen Bauens – Anwendbarkeit im Holzbau, S. 172.

Unabhängig vom eingesetzten Baustoff wird das industrielle Bauen nach Ansicht der befragten Experten vor allem bei jenen Bausystemen mit hohen Fertigungstiefen an Bedeutung gewinnen. Somit wird das Bauen mit schlüsselfertigen Modulen künftig deutlich an Marktanteilen gewinnen. Rund ein Viertel der Befragten gibt an, dass diese Bauweise in den nächsten Jahren um mehr als 10 % an Marktzuwachs aufweisen wird. Eine ähnliche Entwicklung wird sich auch beim industriellen Holzbau generell einstellen.

Das größte Hemmnis beim Bauen mit seriell vorgefertigten Modulen wird auch heute noch die durch subjektive Wahrnehmung bestimmter Einschränkungen der gestalterischen Freiheiten in der Planung seitens des Architekten, Tragwerksplaners bzw. Fachplaners gesehen. Tatsächlich lässt hingegen eine, wie in einzelnen Untersuchungen bereits aufgezeigte, Realisierung von seriell produzierten Bauvorhaben einen relativ großen Gestaltungsfreiraum zu. Eine grundsätzliche Voraussetzung hierfür ist allerdings die zu einem frühest möglichen Zeitpunkt erforderliche Berücksichtigung der bestimmenden Charakteristika vorgefertigter Komponenten in den einzelnen Planungsphasen.[57]

3.3. Arbeitsvorbereitung

Mit steigender Automatisierung des Bauablaufs gewinnt auch das Thema einer spezifischen, allumfassenden exakten Arbeitsvorbereitung große Bedeutung.[58] Darunter fallen prinzipiell die vorausschauende Planung, die Koordination der einzelnen Fertigungsprozesse untereinander sowie eine Art des „Denkens mit Hausverstand“, also ein Vorausdenken in Konsequenzen und Möglichkeiten. Um ein letztendlich wirtschaftliches Produktionssystem zu etablieren, muss bspw. auf eine kontinuierliche Auslastung der Produktions- und Fertigungsstraßen geachtet werden. Für eine erfolgreiche Umsetzung einer industriellen Produktion ist neben einer hohen Mechanisierung der eingesetzten Arbeitsgeräte auch eine standardisierte und prozessorientierte Arbeitsvorbereitung von Bedeutung. Es reicht nicht, einzelne Arbeitsschritte im Werk oder auf der Baustelle soweit zu optimieren und rationalisieren, dass ein bestmöglicher wirtschaftlicher Erfolg erzielt werden kann. Vielmehr wird erst durch die Automatisierung der Arbeitsvorbereitung eine effiziente Vorfertigung ermöglicht.[59]

Sowohl das Bauen mit Fertigteilen, als auch der Einsatz von automatisch ablaufenden Arbeitsschritten erfordert eine systematische und klar durchdachte Planung des Produktions- und Bauablaufes. Dabei müssen alle Abläufe, nicht nur die Produktion im Werk, sondern auch der Transport zur Baustelle und die Montage vor Ort Berücksichtigung finden. Insbesondere

[57] Vgl. KAUFMANN, H.: Der andere Bauprozess. In: Zuschnitt, Juni/2013. S. 4f.
[58] Vgl. GIRMSCHEID, G.: Strategisches Bauunternehmensmanagement. S. 533.
[59] Vgl. GIRMSCHEID, G.: Strategisches Bauunternehmensmanagement. S. 529ff.

die sog. Just-In-Time Production (kurz: JIT-Production) stellt hier hohe Anforderungen an die Koordination der durchzuführenden Arbeiten und an die dafür notwendige Arbeitsvorbereitung. Eine Verzögerung der Lieferungen kann letztendlich den Stillstand der gesamten Baustelle zur Folge haben.[60]

Allerdings wird laut Ansicht von Fachleuten nicht nur die Wahl des Liefersystems, sondern auch die Wahl des verwendeten Fertigungsverfahrens Auswirkungen auf die Wirtschaftlichkeit eines Bauunternehmens haben. Hierbei muss vor allem eine kontinuierliche Auslastung der verwendeten Produktionsmittel sichergestellt werden. Dafür wird der gesamte Arbeitsablauf in einzelne Schritte unterteilt und diese zeitlich aufeinander abgestimmt. Durch verschiedene Kontroll- und Qualitätssicherungsmechanismen kann dabei die Einhaltung der veranschlagten Bauzeit kontrolliert und auf etwaige Bauzeitverzögerungen umgehend reagiert werden. Obwohl die eigentlichen Planungsaufgaben einer Arbeitsvorbereitung, wie Kosten- und Termin- und Ablaufplanung, Baustelleneinrichtung, die Wahl der Fertigungsverfahren, die Ressourcenplanung bis hin zur Arbeitskalkulation baustellenspezifisch stark unterschiedlich sein können, wird die Arbeitsvorbereitung als Primärprozess im Bauwesen verstanden, das dieser im Falle mangelnder Vorbereitung hohe finanzielle Einbußen in einem Bauablauf nach sich ziehen kann und bei sich wiederholender Nicht-Beachtung existenzgefährdend für ein Unternehmen auswirkt.[61] Trotz dieser enormen Bedeutung vorbereitender Arbeitsschritte innerhalb der Arbeitsvorbereitung wird die Phase einer intensiven Fertigungsplanung in vielen Fällen derzeit oftmals leichtfertig vernachlässigt und zu einem späten Zeitpunkt fast achtlos gehandhabt. Die ausgearbeiteten Prozesse stellen somit meist ad hoc Lösungen dar, was im Falle einer industriellen Fertigung schwerwiegende Konsequenzen in der Fertigung nach sich zieht.

3.4. Kriterium Ausbaugrad

Die Frage, wie weit eine Vorfertigung sinnvoll bzw. zielführend ist, wird in der einschlägigen Literatur kaum bis gar nicht beantwortet. Durch neue Fertigungstechnologien, wie bspw. das Computer Aided Manufacturing (kurz: CAM) oder die digitale Koppelung der Planungs- und Produktionsprozesse lassen sich heute die ungewöhnlichsten Ideen von Architekten und Bauherrn auch technisch realisieren. Doch inwiefern eine Automatisierung oder Vorfertigung den Bauprozess verbessert oder gar in Bezug auf die Kosten vergünstigt und welche Rolle dabei der angestrebte Ausbaugrad hat, bleibt bislang auch unter Fachleuten unbeantwortet.

---

60 Vgl. GIRMSCHEID, G.: Strategisches Bauunternehmensmanagement. S. 529ff.

61 Vgl. DUSCHEL, M.; PLETTENBACHER, W.: Handbuch Arbeitsvorbereitung im Baubetrieb. S. 21

Sowohl die gezielte Befragung von Experten, als auch eine eingehende Analyse von aktuellen Marktwerten des österreichischen Fertighaus-verbandes (kurz: ÖFV) lassen einen deutlichen Trend in Richtung eines höheren Vorfertigungsgrades erkennen.

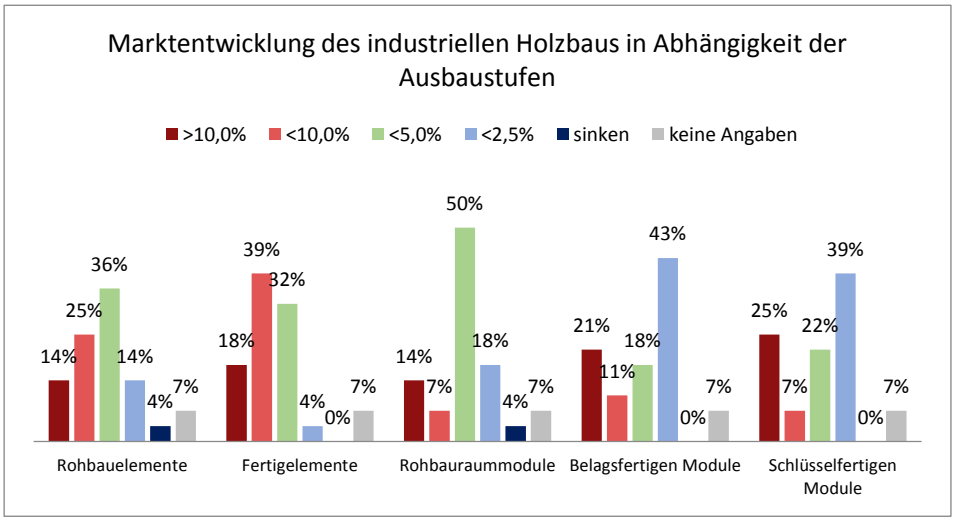


Bild I-7 Expertenbefragung: Marktentwicklung des industriellen Bauens in Abhängigkeit der Ausbaustufen[62]

Die überwiegende Anzahl der Befragten gibt an, dass sich der Marktanteil, vor allem bei Bauweisen mit einer höheren Fertigungstiefe, also bspw. bei belagsfertigen Modulen und die im Werk komplettierten Fertigelementen über die nächsten Jahre deutlich steigern werden. Dieser Trend ist auch aus einer vom ÖFV 2013 veröffentlichten Studie ableitbar. Diese bescheinigt den Ausbaustufen des belags- und schlüsselfertigen Hauses einen konstanten Marktzuwachs von rund 2% pro Jahr.[63] Es liegt somit die Vermutung nahe, dass sich die vorfertigende Industrie im Holzbau in den nächsten Jahren nicht nur mit den statischen und bauphysikalischen Themen des Holzbaus beschäftigen werden, sondern vor allem gewerke-übergreifend jene Bereiche des Ausbaus in ihre Konzepte integrieren müssen, welche zur Erreichung schlüsselfertiger Module erforderlich sind. Dies wird die wesentliche Herausforderung an künftige Konzepte des industriellen Bauens im Holzbau darstellen.

62 Vgl. HINTERSTEININGER, K.: Kennzeichen und Aspekte des industriellen Bauens – Anwendbarkeit im Holzbau, S. 173.

63 Vgl. MURHAMMER, C.: Pressegespräch des Österreichischen Fertighausverbandes. Pressemitteilung. S. 8.

4. Baubetrieb im Holz-Modulbau

Die gesamte Baubranche und insbesondere der Holzbau sind durch einen stetigen Fortschritt der technischen Verarbeitungstechnologien und die Weiterentwicklung einzelner Baustoff stark geprägt. Rapide schneller und präziser werdende Computerprogramme, sowie neu entwickelte Holzwerkstoffe eröffnen vor allem dem Industriellen Holzbau zukunftsweisende Möglichkeiten in Bezug auf das Thema der Vorfertigung. So haben sich die Verarbeitungsmöglichkeiten innerhalb des sog. Modulbaus mit der Entwicklung des flächenförmigen Produkts Brettsperrholz vor mittlerweile 20 Jahren stark erweitert, womit auch neue, bis dahin mit dem Werkstoff Holz unmögliche Wege im Modulbau beschritten werden können.[64]

4.1. Modularität im Holzbau

Obwohl im Rahmen kleinerer Bauvorhaben bis dato vor allem eher handwerklich dominierte Produktionsprozesse und baubetriebliche Abläufe zum Einsatz kamen, werden im Vergleich dazu großvolumige Bauten aus Holz tendenziell in einer vorgefertigten, modularen Bauweise erstellt. Der Vorfertigungsgrad reicht dabei meist bis hin zu fast schlüsselfertigen Raumzellen.[65] Dies ist einerseits auf das Thema der kurzen Bauzeit bei spezifischer Nutzung zurückzuführen, andererseits auch auf das Thema der Kosten in Relation zur jeweiligen Vorfertigungstiefe. Dies konnte auch im Rahmen der Expertenbefragung festgestellt werden.

[64] Vgl. LENNARTSSON, M.: Modularity in Industrialised Timber Housing. S. 3ff.
[65] Vgl. SCHNITTICH, C.: Vorfertigung - Hightech und Handarbeit. In: Detail, Zeitschrift für Architektur und Bauteil, Vorfertigung, 6/2012. S. 588.

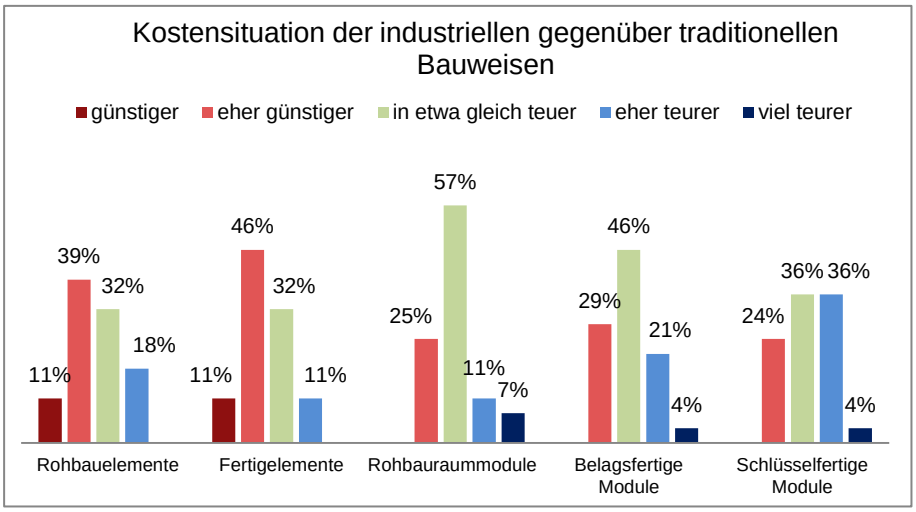


Bild I-8 **Expertenbefragung: Kostensituation industrieller Bauweisen im Vergleich zu traditionellen Bauweisen** [66]

Dabei wird zwar nach Meinung der Experten die derzeitige Kostensituation des schlüsselfertigen Modulbaus als grundsätzlich teurer eingeschätzt als jene einer traditionellen Bauweise, was vor allem auf die geringe Anzahl an Unternehmen und ihre Erfahrungen im Modulbau zurückzuführen ist. Allerdings stellt sich das Bauen mit Fertigelementen als eher günstig dar als die meisten Vor-Ort-Bauverfahren.

Der Begriff des Moduls wird in der Literatur in diesem Zusammenhang meist als vorgegebenes Element definiert, welches seriell gefertigt und dreidimensional zusammengefügt werden kann. Die Modularität eines Objekts beschreibt hingegen die Unterteilung eines Systems in standardisierte typenähnliche Baugruppen, aus denen unterschiedliche möglichst variable Gebäudestrukturen zusammengesetzt werden können. Je nach Art des entwickelten zugrundeliegenden Baukastenprinzips können somit unterschiedliche Varianten innerhalb eines Bausystems entstehen.[67] Die Anzahl der dabei angebotenen Varianten hat allerdings direkte Auswirkung auf die Wirtschaftlichkeit der einzelnen Systeme.

Für die einzelnen Planungsphasen bietet eine Erhöhung der eigentlichen Produktvariationen nicht nur die Möglichkeit einer flexibleren Grundrissgestaltung, sondern erfordert meist im Hinblick auf die Ausformulierung der Schnittpunkte einen nicht unerheblichen Mehraufwand.[68]

[66] Vgl. HINTERSTEININGER, K.: Kennzeichen und Aspekte des industriellen Bauens – Anwendbarkeit im Holzbau, S. 185.
[67] Vgl. STEURER, A.: Entwicklung im Ingenieurholzbau. S. 216ff.
[68] Vgl. Ebd.

4.2. Planung im Holz-Modulbau

Die Entscheidung, industriell vorzufertigen, hat nicht nur Auswirkungen auf die Arbeitsvorbereitung, sondern stellt bereits innerhalb der frühen Entwurfsphase, besonders im Hinblick auf die Reduktion der Kosten, sehr hohe Ansprüche an die Planer. Um einen reibungslosen Planungsablauf sicherzustellen, stellt dabei ein gewerkeübergreifendes Konzept die notwendige Basis dar. Allerdings steht diese sog. integrale Planung laut Ansicht von Experten im direkten Gegensatz zur derzeitigen Vergabesituation. Vor allem bei öffentlichen Bauvorhaben werden zur Zeit die Entwurfsaufgaben in Form von Architekturwettbewerben vergeben. Der dabei von den teilnehmenden Architekten entwickelte Vorentwurf wird meist ohne integrale oder interdisziplinäre Planung abgewickelt. Erst nach dem erfolgten Zuschlag an den jeweiligen Gewinner des Wettbewerbs wird ein komplettes Planungsteam zusammengestellt, welches unter Berücksichtigung des bereits ausgearbeiteten Konzepts zusätzliche Planungsanforderungen umsetzen muss. Dieses Vorgehen erweist sich jedoch aufgrund von im Nachhinein erforderlich gewordener Planänderungen meist als ineffizient und kostenintensiv.[69]

Ein wesentlicher Punkt, welcher bereits durch die eigentliche Planungsleistung definiert wird, ist die erwartbare Wirtschaftlichkeit des geplanten Bauvorhabens. Je höher die serielle Wiederholung eines Entwurfs ist, desto leichter lassen sich modulare Strukturen einsetzen und vorfertigen. Diese Wiederholung einzelner Serien bezieht sich dabei nicht nur auf die eigentliche Geometrie, sondern auf die einheitliche Verwendung von Materialien und auf die Durchgängigkeit von Details innerhalb eines Projekts.[70] Die Materialwahl, bzw. die Wahl des zugrunde liegenden statischen Systems, stellt in diesem Zusammenhang eine der wesentlichsten Grundsatzentscheidungen dar. Denn die frühzeitig festgelegte Materialität und somit das daraus resultierende Eigengewicht der einzelnen Module mit ihren spezifischen Eigenschaften und Rahmenbedingungen für den weiteren Ablauf beeinflusst einerseits den Fertigungsprozess, sowie auch den späteren Transport- und Montageprozess der unterschiedlichen Komponenten maßgeblich. Vor allem stellt die Besonderheit einer ganzheitlichen Holzbau-Planung mit frühzeitiger Festlegung und Darstellung aller Detailpunkte und einer konsequenten materialgerechten Umsetzung eine große Herausforderung für alle Fachplaner und Ausführende dar.

Neben den allgemeinen Anforderungen an die Vorleistung innerhalb der Planung im industriellen Bauen müssen speziell im Holz-Modulbau auch einige konkrete Ansprüche an die Planung der Gebäudetechnik bereits

[69] Vgl. KAUFMANN, H.: Fit machen für systematisches Bauen. In: Mikado, 9/2014. S. 21.

[70] Vgl. M.H. KESSEL, H. H.: ökologische Herstellung von Holzhäusern durch Entwicklung und Umsetzung automatisierter und fertigungsoptimnierter ProduktionsprozesseS. 11.

frühzeitig berücksichtigt werden. Die Einbindung der Technischen Gebäudeausrüstung (kurz: TGA) in eine vorgefertigte Bauweise stellt dabei besonders bei der Integration von wasserführenden Leitungssystemen für Brauchwasser, Abwasser und Wässer innerhalb von Heiz- und Kühlsystemen eine große und nicht zu unterschätzende Herausforderung dar. Vor allem im Holzbau können undichte Leitungen und Leckagen zu unkontrolliertem Wasseraustritt führen, der meist irreversible Schäden an der Konstruktion bis hin zum Abbau von Holzsubstanz verursachen kann.[71]

Um dieser Kausalkette entgegenzuwirken, muss die Planung der Leitungsführung und die zentrale Positionierung der Versorgungschächte zu einem sehr frühen Zeitpunkt, also bereits in der Entwurfsphase, mitbedacht und innerhalb eines interdisziplinären Planungsprozess grundlegend erarbeitet und eindeutig definiert, sowie während der Ausführung auch nicht mehr geändert werden.[72]

4.3. Schnittstellen der Gewerke

Aufgrund der stetig steigenden Anzahl an sich wechselseitig beeinflussenden Faktoren, wie die konstruktive Vielschichtigkeit der heutzutage entwickelten Projekte, kommt der Ausarbeitung einer Strategie zur Komplexitätsreduktion eines Bauwerks große Bedeutung zu. Eine wesentliche Rolle spielt in diesem Zusammenhang die Lösung der sog. Schnittstellenproblematik, einerseits im Planerteam, anderseits unter den ausführenden Gewerken. Um die geforderten Bauleistungen erfolgreich bestreiten zu können, müssen vor allem im Schlüsselfertigbau eine große Anzahl an Teilleistungen auch gewerkeübergreifend aufeinander abgestimmt und koordiniert werden.

Die eigentliche Vorfertigung von Modulen ist besonders durch den Einsatz leistungsstarker Maschinen und komplexer Anlagensysteme geprägt.[73, 74] Das vorrangige Ziel, die Verbesserung eines durchgängigen Datenflusses zwischen der Planung und der Fertigungsarbeit, wird durch sog. CAD-CAM gekoppelte Systeme ermöglicht, welche der bestehenden Schnittstellenproblematik nachkommen und die gestalterische Einengung überwinden sollen. Die voll automatisierte Koppelung der technischen Prozesse funktioniert derzeit nach Meinung zahlreicher Ausführenden in den wenigsten Fällen lückenlos. Ein Grund dafür sind die immer noch sehr niedrigen Lohnkosten vor allem ost-europäischer Länder, welche die Bereiche des Baunebengewerbes am österreichischen Baumarkt wesentlich

---

71 Vgl. SCHMID, G.; SCHICKHOFER, G.: Gebäudetechnik für Geschoßbauten im Holzmassivbau. Bericht. S. 7.

72 Vgl. Ebd. S.7.

73 Vgl. 57, C. T.: New Perspective in Industrialisation in Construction - A State of the Art Report. S. 267.

74 Vgl. SCHNITTICH, C.: Vorfertigung - Hightech und Handarbeit. In: Detail, Zeitschrift für Architektur und Bauteil, Vorfertigung, 6/2012. S. 590.

prägen und zu günstigsten Preisen meist qualitativ mittelmäßige Ausführungen mit Just-In-Time-Lösungen auf Baustellen liefern, was in einer qualitativ hochwertigen Modulfertigung ohne Vor-Ort-Entscheidungen konträr wirkt. Zudem ist das Schnittstellenproblem zwischen der Planung und der Fertigung, aber auch zwischen den einzelnen Gewerken auch technisch nicht allumfassend gelöst. Als Ursache dafür wird in der einschlägigen Fachliteratur auch die Frage einer späteren Haftung genannt. Die an der Herstellung beteiligten Firmen berücksichtigen meist nur ihr eigenes Metier, nicht aber das Modul in seiner Ganzheit.[75]

Dabei stellt die Schnittstelle zwischen den Massivbauarbeiten vor Ort für die Fundierung und ev. mineralische Massivbaukerne bei Stiegenhäusern udgl. und der Montage der einzelnen Module eine wesentliche Herausforderung für die Gewährleistung eines reibungslosen Bauablaufs dar. Es ist konsequenterweise anzustreben, sämtliche Massivbauarbeiten vor Ort abzuschließen, bevor mit der Montage der komplettierten Module begonnen wird, um eventuelle Bauzeitverzögerungen durch Stillstände der Hebegeräte und die Behinderung des Montagepersonals zu vermeiden. Diese Arbeiten werden jedoch meist von anderen Professionisten übernommen und häufig wiederum an Subunternehmer weitergegeben, welche wenig Einblick in das Thema des Schlüsselfertigbaus haben, und somit sich ihrer Verantwortung vor allem in Bezug auf Gewerkeschutz und Gewährleistung oftmalig nicht bewusst sind. Durch eine frühzeitige Berücksichtigung dieser Faktoren entsteht zwar ein gewisser Mehraufwand in der Koordination, gleichzeitig kann auch die Distanz zu anderen Gewerken einige Vorteile bieten.[76]

4.4. Materialien und Bausysteme

Der Holz-Modulbau entstand laut Fachliteratur aus dem Holz-Massivbau und stellt eine Weiterentwicklung der Elementbauweise dar. Dabei können, ähnlich wie beim elementierten Bauen, unterschiedliche Materialien und Bausysteme für die Ausbildung der Tragstruktur zur Anwendung kommen. Aufgrund der statisch-konstruktiven Anforderungen eines Gebäudes werden die Wandsysteme grundsätzlich in einer Holzrahmenbauweise oder Holzmassivbauweise hergestellt. Bei beiden Bauweisen besteht das Tragewerk dabei grundsätzlich aus flächig wirkenden Wand- oder Deckenelementen. Diese bilden in Form von Groß-, aber auch Kleintafeln nicht nur die Tragstruktur für vertikale und aussteifende Lasten, sondern gleichzeitig auch den Raumabschluss des Gebäudes.[77]

---

[75] Vgl. SCHNITTICH, C.: Vorfertigung - Hightech und Handarbeit. In: Detail, Zeitschrift für Architektur und Bauteil, Vorfertigung, 6/2012. S. 590.

[76] Vgl. ROZYNSKI, D.; KOCH, P.: Vom industrialisierten Einfamilienhaus zum verdichteten Wohnungsbau. Forschungsarbeit. S. 47.

[77] Vgl. STAIB, D. R.: Elemente und Systeme, modulares Bauen, Entwurf Konstruktion neue Technologien. S. 110ff.

Im Hinblick auf die gewünschte Fertigungstiefe kann die Gruppe der Raumzellen in sog. Rohbauraummodule und Fertigraummodule unterteilt werden. Während bei den Fertigraummodulen, wie bspw. Sanitärzellen, die Ausbauarbeiten bereits weitestgehend im Werk erbracht werden, bestehen Rohbauraummodule ausschließlich aus zusammengefügten Rohbau-elementen. [78]

Bei den genannten Systemen bildet die Wahl des Tragwerks die Basis für alle weiteren Planungstätigkeiten, da damit nicht nur die Materialität der Module, sondern auch jene der Fertigungs- und auch der Transport-prozesse mitbestimmt werden. Diese Überlegung wird jedoch nicht nur vom planenden Architekten berücksichtigt, sondern muss von allen beteiligten Fachplanern, wie etwa den Elektro- und HKLS-Planern frühzeitig bedacht werden.[79]

Die baubetriebliche Umsetzung von aus Modulen hergestellten Gebäuden erfolgt meist auf konventionellem Weg. Einerseits werden die einzelnen Elemente und Module als Just-in-Time Lieferungen aufgrund der meist geringen Lagerkapazitäten auf die Baustelle geliefert, was sich beim Bauen mit Halbfertigteilen auch im Falle anderer Baustoffe ähnlich darstellt. Andererseits kann eine an sich kleine Gruppe von Montagespezialisten durchaus die Realisierung von sehr großen Bauten übernehmen, da es ausschließlich fertigstellender Handgriffe bedarf, aufgrund der großen Fertigungstiefe im Herstellerwerk. Somit stellt das anwesende Personal im Vergleich zu konventionellen Baustellen einen eher geringen Kostenfaktor dar. Die erforderlichen Hebegeräte und zugehörigen Anschlagmittel ent-stammen ebenso jenen des klassischen Betonfertigteilbaus bzw. Stahlbaus. Nur in Ausnahmefällen werden für die Montage von Modulbauten aus Holz konventionelle Turmdrehkräne eingesetzt, da meist für die eher kurze Verweilzeit selbiger auf der Baustelle mobile Autokrane mit größerer Hebeleistung wesentliche Vorteile bieten.

Es gilt also eine optimale Lösung aller planerischen Aspekte, sowie der baubetrieblichen Randbedingungen zu berücksichtigen, um auf bauwirt-schaftlicher Ebene Modulbauten auch kostentechnisch dauerhaft erfolgreich umzusetzen. Interessant erscheint in diesem Zusammenhang die Aussage der Experten, warum sie sich mit dem Thema des industriellen Bauens im Zuge ihrer Tätigkeit auseinandersetzen.

---

[78] Vgl. 57, C. T.: New Perspective in Industrialisation in Construction - A State of the Art Report. S. 7f.

[79] Vgl. PIRCHNER, E.: In dreifacher Ausführung: Bürogebäude für Österreich, Rumänien und Deutschland. In: Zuschnitt, 50/2013. S. 18ff.

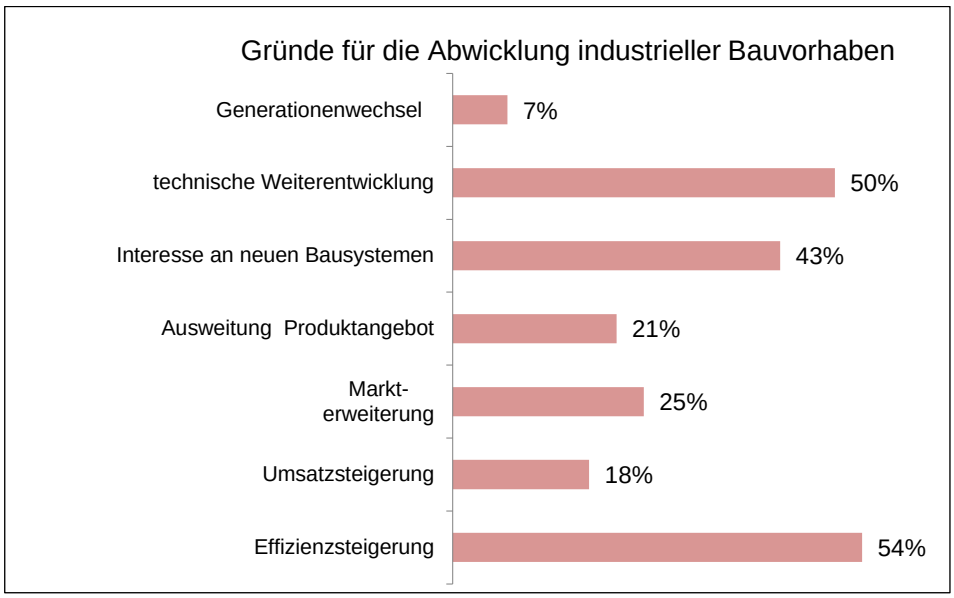


Bild I-9 Expertenbefragung: Gründe für industrielle Bauvorhaben[80]

Rund die Hälfte der befragten Experten gab an, dass der Wunsch nach Effizienzsteigerung auf Produktionsebene bzw. das Interesse an technischen Weiterentwicklungen die Einführung bzw. Umsetzung industrieller Bauweisen antreibt. Der Wunsch nach einer Umsatzsteigerung im Unternehmen, bzw. nach der Ausweitung des Marktangebots erscheint in diesem Zusammenhang mit knapp einem Fünftel an Zustimmung eher gering ausgeprägt.

Somit bekräftigt auch diese Aussage wiederum die verstärkte Forderung nach einen effizienten Gestaltung der Prozesse innerhalb der Produktion einerseits und die damit zusammenhängenden optimierten baubetrieblichen Abläufe andererseits.

[80] Vgl. HINTERSTEININGER, K.: Kennzeichen und Aspekte des industriellen Bauens – Anwendbarkeit im Holzbau, S. 175

5. Tendenzen und Entwicklungen

Die vorliegende Analyse des industriellen Holzbaus verdeutlicht, dass der Vorfertigungsgrad auch auf mitteleuropäischen Baustellen mittlerweile sehr viel weiter fortgeschritten ist, als es der erste Eindruck erscheinen lässt. Obwohl das Verhältnis zwischen vorgefertigten und auf der Baustelle angefertigten Komponenten je nach Bauwerk und zu errichtenden Bauteilen teils stark variiert, wird mittlerweile annähernd jedes Gebäude zumindest zu einem gewissen Grad aus industriell hergestellten Komponenten errichtet.[81]

5.1. Auswirkung des Industriellen Bauens

Die rapide Entwicklung im industriellen Holzbau ist nicht nur auf die stetige Verbesserung der Datensysteme, sondern vor allem auf die optimierten Möglichkeiten innerhalb der Transportlogistik und der Montageleistung vor Ort zurückzuführen. Mit zunehmendem Vorfertigungsgrad gewinnt eine präzise Arbeitsvorbereitung weiter an Bedeutung. Darunter wird generell die vorrausschauende Planung und Koordination aller erforderlichen Fertigungsabläufe verstanden.[82] Eine sehr zentrale Aufgabe der Arbeitsvorbereitung ist in diesem Zusammenhang die Ermittlung des bestmöglichen Automatisierungsgrades im Fertigungsprozess.[83] Mithilfe einer erfolgreichen Mechanisierung der Produktion kann der Arbeitsablauf vielfach effizienter gestaltet, sowie die Dauer der Durchlaufzeit und benötigte Anzahl an produktiven Arbeitskräften erheblich gesenkt werden.[84] Allerdings konnte bis dato eine durchgängige Automatisierung des Bauablaufs weder bei der Industrieproduktion, noch im industriellen Bauen realisiert werden. Trotz der theoretischen Möglichkeiten einer Kosten- und Zeitoptimierung wird von mehreren Experten bezweifelt, ob eine vollständige und durchgängige CAD-CAM-Koppelung tatsächlich umsetzbar und erstrebenswert ist. Insbesondere der enorme Komplexitätsanstieg, welcher mit einer gänzlichen Digitalisierung des gesamten Informationsflusses vom Lieferanten bis zum Endkunden verbunden ist, lässt diese Methode letztendlich als unwirtschaftlich erscheinen.[85]

Ein weiterer Vorteil einer industrialisierten Bauweise im Holzbau ist die mögliche Reduktion der anfallenden Produktionskosten, welche durch eine Effizienzsteigerung der zugrunde liegenden Produktionsverfahren mithilfe einer klaren Strukturierung der Workflow-Prozesse gegeben ist. Durch die

---

81 Vgl. SCHNITTICH, C.: Vorfertigung - Hightech und Handarbeit. In: Detail, Zeitschrift für Architektur und Bauteil, Vorfertigung, 6/2012. S. , S.594f

82 Vgl. GIRMSCHEID, G.: Strategisches Bauunternehmensmanagement. S. 533.

83 Vgl. PILLER, F. T.: Mass Customization Ein wettbewerbsstrategisches Konzept im Informationszeitalter. S. 25.

84 Vgl. ERMANNI, P.: Composites Technologien. Skriptum. S. 206.

85 Vgl. Ebd. S. 95.

Vermeidung von Verlustzeiten können die nicht wertschöpfenden Aktivitäten im Werk zum größten Teil eliminiert werden.[86]

Ein zusätzlicher Punkt, welcher die Wirtschaftlichkeit eines Vorfertigungssystems wesentlich beeinflusst, ist die Höhe der anfallenden Rüstkosten. Diese beinhalten alle für die Bereitstellung und Vorbereitung der Maschinen notwendigen Ausgaben. Mithilfe durchgängiger Produktionsprozesse kann eine unterbrechungs- und dadurch umrüstungsfreie Bearbeitung unterschiedlicher Werkstücke effizient ermöglicht werden. Dadurch wird nicht nur die Dauer unproduktiver Stehzeiten gesenkt, sondern auch die Höhe der anfallenden Rüstkosten erheblich reduziert.[87]

Neben der Reduktion der eigentlichen Bauzeit und damit der Gesamtkosten wirkt sich die Erhöhung des Automatisierungs- und Vorfertigungsgrads aufgrund der geänderten Produktionsbedingungen in vor Witterung geschützten Werkshallen grundlegend auf die Qualität der erstellten Holzbauelemente aus. Eine computergesteuerte Fertigung ermöglicht dabei die Produktion von äußerst komplexen Strukturen mit hoher Genauigkeit, welche in einer manuellen Fertigung nicht realisierbar wären.[88]

5.2. Potenzial durch Vorfertigung

Nicht nur in der häufig zitierten Automobilbranche, sondern mittlerweile in fast allen Industriezweigen, werden Produkte, bei denen es die Randbedingungen zulassen, unter kontrollierten Verhältnissen einer automatisierten Produktionsanlage angefertigt. Mit dem wichtiger werdenden Faktor des individuellen Kundenwunsches hat sich auch die ursprünglich auf einer klassischen Massenproduktion basierende Fertigungsweise auf andere Produktionsmethoden, wie etwa jene einer Mass Customization, spezialisiert. Dass in der Baubranche deutliches Potenzial in der industriellen Vorfertigung gegeben ist, zeigen zahlreiche realisierte Beispielprojekte und einige Beiträge in der einschlägigen Fachliteratur.[89]

Fachleute nennen in diesem Zusammenhang immer wieder die möglichen Parallelen zwischen der industriellen Produktfertigung und dem industrialisierten Bauen. Gleichzeitigt veranschaulichen konkrete Projekte der vergangenen Jahre enormes Potenzial, welches im industriellen Holzbau steckt. Darüber hinaus ist der Baustoff Holz aufgrund seiner werkstoffspezifischen Eigenschaften und leichten Verarbeitbarkeit wie kaum ein anderes Material zur Vorfertigung geeignet.[90]

---

86 Vgl. GIRMSCHEID, G.: Strategisches Bauunternehmensmanagement. S. 526.
87 Vgl. PILLER, F. T.: Mass Customization Ein wettbewerbsstrategisches Konzept im Informationszeitalter. S. 276.
88 Vgl. MERZ, K.: Raumzellenbauweise. Bericht. S. 3.
89 Vgl. RINAS, T.: Kooperationen und innovative Vertriebskonzepte im individuellen Fertigteilbau. Entwicklung eines Geschäftsmodells. Doktorarbeit. S. 1.
90 Vgl. LENNARTSSON, M.: Modularity in Industrialised Timber Housing. S. 3.

Jüngste Studien zeigen, dass bei der Entwicklung des Marktanteils industrieller Bausysteme in Österreich vor allem der Sektor des Holzbaus künftig ein stetiges Wachstum entwickeln wird.[91] Dabei wird der industrielle Holzbau laut Meinung von Experten besonders in der Entwicklung von mehrgeschossigen Gebäuden konstant an Bedeutung gewinnen.[92] Dieser Trend ist, bezogen auf die allgemeine Vorfertigung in der Baubranche, unabhängig vom gewählten Baustoff, auch durch eine im Jahr 2014 veröffentlichte Marktstudie[93] der Mitglieder des Österreichischen Fertighausverbands abzulesen.

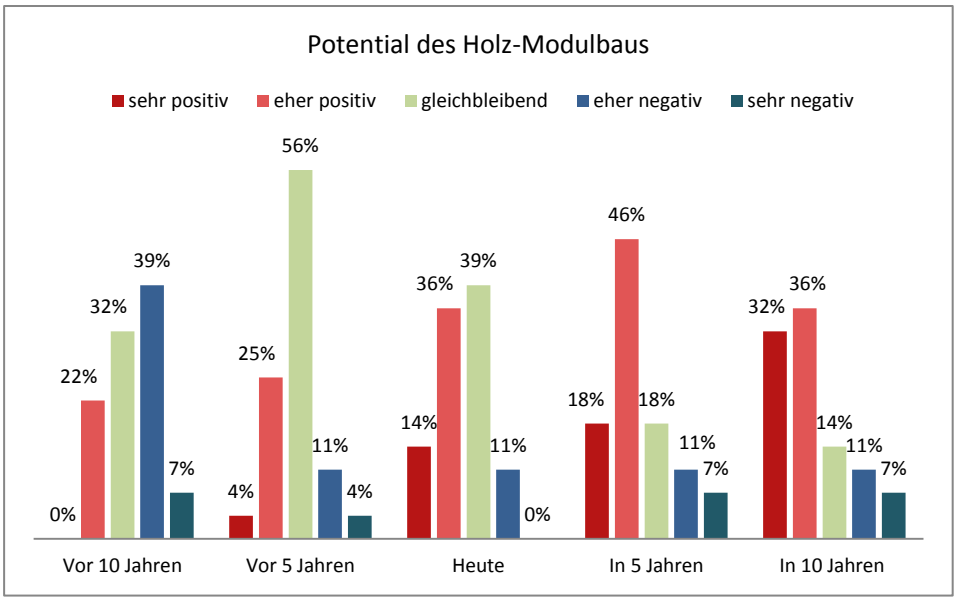


Bild I-10 Expertenbefragung: Entwicklungstrend der modularen Holz-Bauweise[94]

Während die Elementbauweise bereits vor einigen Jahren laut Ansicht der befragten Experten sehr weit entwickelt war und auch in Zukunft stetig an Bedeutung gewinnen wird, ist in der Modulbauweise erst in den kommenden zehn Jahren mit einem deutlicheren Marktzuwachs zu rechnen. Es zeigt sich ebenso, dass die Vorfertigung im industrialisierten Einfamilienhausbau insgesamt über die letzten Jahre rückläufig ist, konnte doch der Marktsektor industriell gefertigter großvolumiger Bauten stetig gesteigert werden.

91 Vgl. VOLLMANN, K.: Wohnbautäigkeit Bewilligungen und Fertigstellungen 2002 Wohnbaukosten 2001. Statistik. S. 52ff.
92 Vgl. ROZYNSKI, D.; KOCH, P.: Vom industrialisierten Einfamilienhaus zum verdichteten Wohnungsbau. Forschungsarbeit. S. 64.
93 Vgl. MURHAMMER, C.: Pressegespräch des Österreichischen Fertighausverbandes. Pressemitteilung. S. 1ff.
94 Vgl. HINTERSTEININGER, K.: Kennzeichen und Aspekte des industriellen Bauens – Anwendbarkeit im Holzbau, S. 175

5.3. Schlussfolgerung für den industriellen Holzbau

Trotz der technischen Errungenschaften ist der Anteil menschlicher Arbeitskraft auf westeuropäischen Baustellen derzeit immer noch sehr hoch und einer der wesentlichsten Kostenfaktoren in der Realisierung von Gebäuden. Allerdings wird mittlerweile annähernd jedes Bauwerk zumindest zu einem gewissen Grad aus industriell vorgefertigten Bauteilen errichtet. Das Verhältnis zwischen vorgefertigten Komponenten und vor Ort errichteten Bauteilen variiert dabei je nach Konstruktion sehr stark.[95] Das große Potenzial und die vielfältige Einsetzbarkeit der Vorfabrikation im Bauwesen werden durch eine Reihe gelungener Projektbeispiele veranschaulicht, welche allerdings oftmalig Prototypen und Leuchtturmkonzepte darstellen und deren Massentauglichkeit erst abzuleiten ist. Allerdings kann aufgrund einer zunehmenden Technologisierung darüber hinaus eine Flexibilisierung der Produktionsprozesse vor allem im Holzbau bereits erkannt und auch sichergestellt werden. Die Wirtschaftlichkeit eines Produktionssystems ist nicht länger von der Seriengröße abhängig, sondern vielmehr von der Erarbeitung eines intelligenten Konzeptes von Bauteilfügungen und Materialzusammenstellungen. Hier beschreitet der Werkstoff Holz einen stetigen steigenden Pfad. Für die erfolgreiche Umsetzung eines industriellen Holzbaus sind laut Ansicht von Experten allerdings entsprechende Voraussetzungen oder Adaptierungen innerhalb der Unternehmensstruktur einzelner Holzbaubetriebe erforderlich. Dieser Wandel scheint sich jedoch nur sehr langsam zu vollziehen.[96]

Besonders für die Erzielung einer höheren Planungssicherheit wird eine Standardisierung gängiger Bauteilaufbauten, Systemkomponenten und Planungsabläufe von Fachleuten als wesentliche Grundvoraussetzung angesehen. Zudem macht die stetig steigende Nachfrage nach industriell gefertigten Holzbauten die Ausarbeitung eines umfassenden und detaillierten Bausystems, sowie neutrale Kostenuntersuchungen der Auswirkungen einer industrialisierten Bauweise und eine gezielte Anpassung der bautechnischen Vorschriften zwingend erforderlich. Diese Erarbeitung einer allgemein gültigen Planungs- und Produktionsbasis für den industriellen Holzbau wird, laut gängiger Meinung in der einschlägigen Literatur, sowie auch durch Expertengespräche untermauert, nur durch eine enge Kooperation aller am Bau beteiligten Akteure ermöglicht werden. Es kann somit ein weiterer Schritt in Richtung einer Industrialisierung und konsequentem industriellem Holzbau nur durch das Denken und Umsetzen von Gesamtkonzepten in Form von Schlüsselfertigbauten außerhalb jeglicher Gewerkegrenzen entstehen, um baubetrieblich sinnvolle Konzepte mit bauwirtschaftlich erfolgreichen Auswirkungen für den Holzbau der Zukunft zu schaffen.

---

[95] Vgl. SCHNITTICH, C.: Vorfertigung - Hightech und Handarbeit. In: Detail, Zeitschrift für Architektur und Bauteil, Vorfertigung, 6/2012. S. , S.594f

[96] Vgl. ROZYNSKI, D.; KOCH, P.: Vom industrialisierten Einfamilienhaus zum verdichteten Wohnungsbau. Forschungsarbeit. S. 24.

Literaturverzeichnis

57, C. T.: New Perspective in Industrialisation in Construction - A State of the Art Report. Zürich. Eigenverlag des IBB an der ETH Zürich, 2012.

BERGDOLL, B.: Home Delivery, Entwicklungsstadien eines Modernen Traums: von der Taylorisierten Serienproduktion zur Digitalen Mass Customization. In: Arch+, Mai/2010.

ERMANNI, P.: Composites Technologien. Skriptum. Zürich . ETH Zürich, 2007.

GIRMSCHEID, G.: Strategisches Bauunternehmensmanagement. Berlin. Springer Verlag Berlin-Heidelberg, 2010.

GRUBER, M.; BRUCKNER, E.: Fertighaus und Recht. Wien. Verein für Konsumenteninformation, 2012.

HANNEMANN, C.: Die Platte, industrialisierter Wohnungsbau in der DDR. Berlin. Hans Schiler, 2005.

HERMANN KAUFMANN, W. N.: Bauen mit Holz, Wege in die Zukunft. München. Prestel, 2012.

HINTERSTEININGER, K.: Kennzeichen und Aspekte des industriellen Bauens – Anwendbarkeit im Holzbau, Masterarbeit TU Graz, 2015

ISOPP, A.: Editorial. In: Zuschnitt, 50/2013.

KAUFMANN, H.: Der andere Bauprozess. In: Zuschnitt, Juni/2013.

— : Hotel bei Reutte. In: Detail, 6/2012.

— : Fit machen für systematisches Bauen. In: Mikado, 9/2014.

KF: Modulbau "unkomplex". In: bauen mit holz , 6/2006.

LEITNER, S.; ARMBRUSTER, C.; BÖHM, A.: Bauen mit Holz in Oberösterreich. Linz. proHolz Oberösterreich, 2011.

LENNARTSSON, M.: Modularity in Industrialised Timber Housing. Luleå. Universitetstryckeriet, Luleå, 2009.

M.H. KESSEL, H. H.: ökologische Herstellung von Holzhäusern durch Entwicklung und Umsetzung automatisierter und fertigungsoptimierter Produktionsprozesse. Braunschweig. Technische Universität Braunschweig, 2004.

MERZ, K.: Raumzellenbauweise. Bericht. Garmisch. Internationales Holzbauforum, 2014.

MURHAMMER, C.: Pressegespräch des Österreichischen Fertighausverbandes. Pressemitteilung. Wien. Österreichischer

Fertighausverband, 2014.

PILLER, F. T.: Mass Customization Ein wettbewerbsstrategisches Konzept im Informationszeitalter. Wiesbaden. Deutscher Universtitätsverlag, 2006.

PIRCHNER, E.: In dreifacher Ausführung: Bürogebäude für Österreich, Rumänien und Deutschland. In: Zuschnitt, 50/2013.

PLACKNER, H.: Modulbauweise zeigt Stärke. In: Holzkurier, 03/2013.

PLACKNER, H.: das hölzerne Klassenzimmer. timber-online.net. Datum des Zugriffs: 5.Februar.2015.

RINAS, T.: Kooperationen und innovative Vertriebskonzepte im individuellen Fertigteilbau. Entwicklung eines Geschäftsmodells. Doktorarbeit. Zürich. ETH Zürich, 2011.

ROZYNSKI, D.; KOCH, P.: Vom industrialisierten Einfamilienhaus zum verdichteten Wohnungsbau. Forschungsarbeit. Stuttgart. Frauenhofer IRB Verlag, 2008.

SCHNITTICH, C.: Studentenwohnheim in Delft. In: Detail, 6/2012.

SCHMID, G.; SCHICKHOFER, G.: Gebäudetechnik für Geschoßbauten im Holzmassivbau. Bericht. Klagenfurt. Klagenfurter Holzbau-Fachtagung , 2014.

SCHNITTICH, C.: Vorfertigung - Hightech und Handarbeit. In: Detail, Zeitschrift für Architektur und Bauteil, Vorfertigung, 6/2012.

SCHNITTICH, C.: Editorial. In: Detail Zeitschrift für Architektur + Baudetail; Vorfertigung, 6/2012.

STAIB, D. R.: Elemente und Systeme, modulares Bauen, Entwurf Konstruktion neue Technologien. München. Institut für internationale Architektur Dokumentation, 2008.

STEURER, A.: Entwicklung im Ingenieurholzbau. Basel. Birkhäuser GmbH, 2006.

STINGL, H.; MAIER, K.: (9. September 2014). Modulbau Trofaiach. (J. Koppelhuber,).

VOLLMANN, K.: Wohnbautäigkeit Bewilligungen und Fertigstellungen 2002 Wohnbaukosten 2001. Statistik. Wien . Statistik Austria, 2004.

http://www.tucottbus.de/theoriederarchitektur/Archiv/Autoren/Mies/Mies1924a.htm. Datum des Zugriffs: 3.August.2014.

IV. Kalkulationsansätze für großvolumige Holzwohnbauten – Fokus Brettsperrholz

Dieser Artikel ist ein Abstract der Masterarbeit von Werner Eder „Bauablaufanalyse von mehrgeschossigen Holzwohnbauten mit speziellem Fokus auf Aufwands- und Leistungswertermittlung“, abgeschlossen im Januar 2015

Dipl.-Ing. Werner Eder
Absolvent der Studienrichtung Wirtschaftsingenieurwesen – Bauingenieurwissenschaften der TU Graz
eder_werner@hotmail.com

Dipl.-Ing. Jörg Koppelhuber
Institut für Baubetrieb und Bauwirtschaft, TU Graz
Lessingstraße 25/2, 8010 Graz
joerg.koppelhuber@tugraz.at

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung 47
2. Grundlagen zur Montage im Holzbau 48
2.1. Arbeitsprozesse im Holzbau 48
2.1.1. Planungsprozess 48
2.1.2. Arbeitsvorbereitung 49
2.1.3. Hersteller im deutschsprachigen Raum 51
2.1.4. Logistik und Vorfertigung 53
2.2. Randbedingungen in der Brettsperrholzbauweise 55
2.2.1. Logistik in der Produktion 55
2.2.2. Logistik zur und auf der Baustelle 55
2.2.3. Hebezeuge und Hebesysteme 55
2.2.4. Personaleinsatz 56
2.3. Kalkulation im Holzbau 57
2.3.1. Kalkulationsansätze für BSP-Montagen 58
2.3.2. Aufwandswerte 58

2.3.3. Leistungswerte 59
2.3.4. REFA-Analyse 59
3. Datenerfassung auf der Baustelle 62
3.1. Projektgrundlagen 62
3.2. Ziel und Methodik 63
3.3. Datenerfassung 64
4. Auswertung der Baustellendaten 66
4.1. Analysierter Bauablauf 66
4.1.1. Analyse nach Zeitarten 66
4.1.2. Analyse nach Tätigkeiten und Unterbrechungen 69
4.2. Ergebnisse der Baustellenanalyse 72
4.2.1. Aufwandswerte Wand 72
4.2.2. Aufwandswerte Decke / Dach 74
4.2.3. Aufwandswerte Niveauausgleich 75
4.2.4. Aufwandswerte Treppe, Liftschacht 76
4.2.5. Gesamtdarstellung Aufwandswerte 78
5. Zusammenfassung und Ausblick 79
5.1. Potenzial im Holzbau 79
5.2. Ausblick – Kalkulation 80
5.3. Künftige Entwicklungen 81
Literaturverzeichnis 82

1. Einleitung

In den vergangenen Jahrzehnten erfreut sich Holz als Baustoff neben den traditionellen Baustoffen, wie Beton und Stahl, immer größerer Beliebtheit bei Architekten, Planern und potentiellen Investoren. Dabei wird der Holzbau dennoch oft als Nischenprodukt bezeichnet. Es besteht jedoch nach Ansicht zahlreicher Fachleute großes Potential dieses Baustoffes, einerseits aufgrund von technischen Entwicklungen in den letzten Jahren, andererseits aufgrund des immer stärker diskutierten und in den Mittelpunkt der Wirtschaft rückenden Thema der Nachhaltigkeit und CO2 Problematik. Speziell durch die Entwicklung von neuen Massivholzprodukten, zu welchen auch das Produkt Brettsperrholz (kurz: BSP) zählt, stellt sich der moderne Holzbau als interessante Alternative und zukunftsweisende Bauweise dar. Durch die flächigen großvolumigen Bauteile aus dem Material Brettsperrholz können statisch, sowie bauphysikalisch und bautechnisch komplexe Anforderungen unkompliziert vereint werden, wodurch sich neben den traditionellen auch neue Betätigungsfelder für Holzbaubetriebe, wie beispielsweise der mehrgeschossige Wohnbau, für diese Bauweise erschließen lassen. Realisierte Bauvorhaben in ganz Europa, welche auch als Pionierbauten des Holzbaues bezeichnet werden können, zeigen, dass der Bau- und Werkstoff Holz nicht mehr nur als „Sonderlösung“ im Baugeschehen angesehen werden darf, sondern mehrheitsfähig im gesamten Bauwesen anwendbar ist.

Heute wird das Bauen mit Holz oftmalig als moderne Bauweise gesehen, welche nicht nur den technischen und ästhetischen Anforderungen der Kunden genügt, sondern auch ein gesundes und komfortables Wohnen gewährleistet. Des Weiteren weist der Baustoff Holz eine hervorragende Ökobilanz im Hinblick auf zukunftsfähiges Wirtschaften. Durch die rasante technische Weiterentwicklung in den letzten Jahrzehnten, wurde der technisch konstruktive Umgang mit dem Baustoff Holz perfektioniert und neue Standards in den Bereichen Brand- und Schallschutz, vor allem auch im Wohnbau, gesetzt. Somit ist der Einsatz dieses Baustoffes auch in jenen Bereichen ein Thema geworden, welchen früher eher den klassischen Baustoffen Stahl, Ziegel oder Beton vorbehalten waren. Als Beispiele können hier zahlreiche realisierte weitgespannte Tragwerke, Mehrfamilienhäuser, mehrgeschossige Bürogebäude und andere private und öffentliche Bauten genannt werden.

2. Grundlagen zur Montage im Holzbau

Der Arbeitsprozess „Holzbau“ beschreibt die durchzuführenden Aufgaben präzise und ergebnisorientiert. Er wird durch ein spezielles Ereignis, wie bspw. einen neuen Auftrag, ausgelöst und von den Produktionsfaktoren Mensch, Produktionsmittel (Holz) und Betriebsmitteln (Maschinen) abgebildet. Die erforderlichen Abläufe innerhalb eines Arbeitsprozesses laufen nach eindeutig vordefinierten Prozessen und Regeln ab, wobei die Durchführung der einzelnen Aktivitäten, wie Planung, Arbeitsvorbereitung, Produktion usw. unterschiedliche Durchlaufzeiten aufweisen.

2.1. Arbeitsprozesse im Holzbau

Im Folgenden wird eine allgemeine Einführung zu den Arbeitsprozessen der Planung, der Arbeitsvorbereitung, sowie Herstellervertreter des eingesetzten Produktes Brettsperrholz, der Produktion, der Logistik und der Vorfertigung im Holzbau im Überblick dargestellt.

2.1.1. Planungsprozess

Aus der nachfolgenden Abbildung ist ersichtlich, dass zu Beginn jedes Bauprojektes der größte Einfluss auf die zu erwartenden Kosten genommen werden kann. Mit dem Übergang aus der Vorbereitungsphase in die Ausführungsphase sind lediglich 25 % der Kosten beeinflussbar.[1]

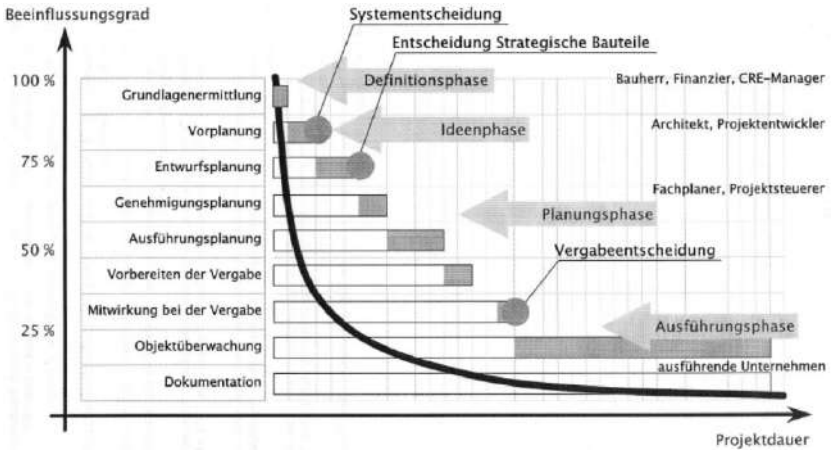


Bild I-1 Zeitablauf der Planung und Beeinflussung der Kosten[2]

---

1 Vgl. HOLZCLUSTER STEIERMARK: Innovativer Holzbau in der Steiermark – eine wirtschaftliche Bewertung entlang der Wertschöpfungskette. Forschungsprojekt. S. 20.

2 a.a.O., S. 20.

Aus diesem Grund muss das Hauptaugenmerk bereits in der Vorplanungsphase auf die Kostensicherheit bzw. -steuerung gerichtet sein, da die Risiken, welche aufgrund unklarer Planungsvorgaben und unsichere Kostenverhältnisse entstehen können, im Laufe des Projektfortschrittes stark zunehmen. Werden Mängel frühzeitig, im besten Fall vor der Ausführung, erkannt, kann dieser Entwicklung entgegengesteuert werden, wodurch für die Projektbeteiligten kostenintensive Fehlerbehebungen während oder nach der Ausführungsphase vermieden werden.[3]

Das Streben nach einer technisch-ökonomischen Lösung bedeutet, dass die Aufgabenstellung möglichst termin- und kostenoptimal erfolgen muss. Dies kann durch eine umfassende Planung im Vorfeld gewährleistet werden. Die Festlegung der wirtschaftlich günstigsten Bauzeit innerhalb eines Bauvorhabens kann einen hohen technischen Optimierungsaufwand während der Planungsphase zur Folge haben.

2.1.2. Arbeitsvorbereitung

Die Arbeitsvorbereitung (kurz: AV) wird wie folgt definiert:

> *„Die Arbeitsvorbereitung versteht die Planung der Bauausführung im engeren Sinn mit dem Ziel eines geordneten und flüssigen Ablaufes der Baustelle unter der Berücksichtigung der technisch-wirtschaftlich optimalen Lösung. Sie beinhaltet auf jeden Fall die Baustellenorganisation sowie die Terminplanung, Einsatzmittel- und Baustelleneinrichtungsplanung.“*[4]

Der klassische Baubetrieb unterscheidet hier diesbezüglich zwischen den sog. Primärprozessen, welche zur Existenzsicherung des Unternehmens beitragen und den sog. Sekundärprozessen, welche als unterstützende Prozesse verstanden werden.

Die AV lässt sich dabei in folgende sechs Primärprozesse gliedern: [5]

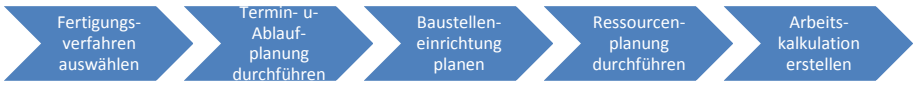


Bild I-2 Prozesse der Arbeitsvorbereitung

---

[3] Vgl. Holzcluster Steiermark: Innovativer Holzbau in der Steiermark – eine wirtschaftliche Bewertung entlang der Wertschöpfungskette. Forschungsprojekt. S. 20.

[4] Vgl. Duschel, M.; Plettenbacher, W.: Handbuch Arbeitsvorbereitung im Baubetrieb. S. 21..

[5] Vgl. Duschel, M.; Plettenbacher, W.: Handbuch Arbeitsvorbereitung im Baubetrieb. S. 24.

Diese einzelnen Arbeitsschritte umfassen die folgenden Aufgaben:

Fertigungsverfahren

Im Holzbau kann ein sehr hoher Vorfertigungsgrad erzielt werden. Daher wird zwischen der sog. Fließfertigung oder Serienfertigung im stationären Werk mit wiederkehrenden gleichartigen Tätigkeiten und der sog. Taktfertigung auf der Baustelle mit unabhängig voneinander ablaufenden Tätigkeiten unterschieden.[6]

Termin- und Ablaufplanung

Die Erstellung eines Terminplans im Bauwesen erfolgt aus den technischen Vorgaben einer umzusetzenden Bauaufgabe bzw. Konstruktion oder dem dafür passenden Bauverfahren und in weiterer Folge aus den Überlegungen der AV für den Zeitbedarf anderer den Ablauf beeinflussende Parameter.[7]

Speziell in der Holzbaumontage ist eine detaillierte Terminplanausarbeitung unumgänglich, da vorzugsweise das gesamte angelieferte zu versetzende Material direkt vom LKW aus montiert wird. Diese Art der Lieferung wird allgemein als „just in time“ Lieferung bezeichnet.

Baustelleneinrichtung

Unter Baustelleneinrichtung versteht man alle nötigen zu treffenden Maßnahmen, um eine Baustelle in die Lage zur Erfüllung von Baustellenleistungsaufgaben zu versetzen.[8]

Die Baustelleneinrichtungsplanung dient somit, mit dem An- und Abtransport aller erforderlichen Geräte, Werkzeuge und Unterkünfte, der Erstellung der Infrastruktur für Strom, Wasser, Abwasser, ev. Gas und Internet, sowie den Baustraßen und allen Lagerflächen, der grundlegenden Herstellung einer optimalen Versorgung der Baustelle mit den notwendigen Betriebsmitteln und Betriebsstoffen für die gewählten Bauprozesse über die gesamte Bauzeit.[9]

Ressourcenplanung

Die Ressourcenplanung spielt im Bauwesen eine wesentliche Rolle, da es zu Engpässen betreffend des einsetzbaren (Eigen-)Personals und der vorhandenen Betriebsmittel kommen kann. Die AV hat die Aufgabe, ausreichend Ressourcen, wie Arbeitskräfte und Personal, Geräte und Materialien zur Erreichung des Projektzieles zur Verfügung zu haben bzw. vorzuhalten.[10]

---

6 Vgl. a.a.O., S. 35ff.
7 Vgl. Duschel, M.; Plettenbacher, W.: Handbuch Arbeitsvorbereitung im Baubetrieb. S. 53.
8 Vgl. Oberndorfer, W.; Jodl, H. G.: Handwörterbuch der Bauwirtschaft. S. 62.
9 Vgl. a.a.O., S. 94.
10 Vgl. Duschel, M.; Plettenbacher, W.: Handbuch Arbeitsvorbereitung im Baubetrieb. S. 149.

Arbeitskalkulation

In der Arbeitskalkulation findet eine Aufgliederung der Auftragskalkulation in die tatsächlich zu erwartenden Leistungen, die operativ durchführbaren nachvollziehbaren Arbeitsschritte und die jeweils zugehörigen Kosten statt. Die Arbeitskalkulation bewertet dabei die zu erbringende Bauleistung mit realistischen und spekulationsbereinigten Aufwands- und Leistungswerten, sowie marktangepassten Lohn-, Geräte- und Materialkosten.[11]

Diese Primärprozesse der Arbeitsvorbereitung stellen grundsätzliche zu beachtende Gesichtspunkte im Rahmen einer Produktion mit anschließender Montage unabhängig vom Baustoff dar.

2.1.3. Hersteller im deutschsprachigen Raum

Die nachfolgende Tabelle enthält jene BSP-Hersteller im deutschsprachigen Raum, welche mit Stand Jänner 2015 über eine gültige Europäische Technische Zulassung (kurz: ETA) bzw. eine Deutsche Bauaufsichtliche Zulassung (kurz: DIBt) verfügen.

BSP-Hersteller	Bezeichnung der Zulassung	gültig bis
Binderholz Bausysteme GmbH	ETA-06/0009 Z-9.1-534	20.12.2016 06.10.2014
Stora Enso Timber Bad St. Leonhard GesmbH	ETA-08/0271 Z-9.1-559	27.04.2014 13.01.2017
W. u. J. Derix GmbH + Co.	ETA-11/0189	10.06.2016
Finnforest Merk GmbH	ETA-10/0241	12.08.2015
Haas Fertigbau GmbH	Z-9.1-404	10.11.2015
Eugen Decker – Holzindustrie KG	Z-9.1-721	25.09.2018
KLH Massivholz GmbH	ETA-06/0138	30.06.2016
Mayr-Melnhof Kaufmann GmbH	Z-9.1-638	01.01.2016
Merkle Holz GmbH	ETA-11/0210	05.07.2016
NORITEC Holzindustrie GmbH	ETA-12/0281	19.08.2017
Paul Stephan GmbH + Co. KG	Z-9.1-793	14.06.2016

Bild I-3 Brettsperrholzhersteller im deutschsprachigen Raum[12, 13]

[11] Vgl. a.a.O., S. 305.
[12] Vgl. BSP-Holz; Brettsperrholz (BSP, X-Lam)-Gültige Zulassungen. http://www.brettsperrholz.org/brettsperrholz-bsp-x-lam/gueltige-zulassungen/mn_45182. Datum des Zugriffs: 21.11.2014.

Die Produktion von Holzelementen, wie Konstruktionsvollholz (kurz: KVH), Brettschichtholz (kurz: BSH) und Brettsperrholz (kurz: BSP) findet derzeit hauptsächlich an unterschiedlichen, vor allem dezentralen Produktionsstandorten der einzelnen Hersteller, eher im ländlichen Raum hauptsächlich in Mitteleuropa, statt.

Die folgende Abbildung gibt einen Überblick über die einzelnen Produktionsstandorte für KVH, BSH und BSP in Deutschland und Österreich. Die Anzahl der Hersteller wird sich nach Einschätzung einiger Experten in den nächsten Jahren weiter erhöhen bzw. auch regional verändern.

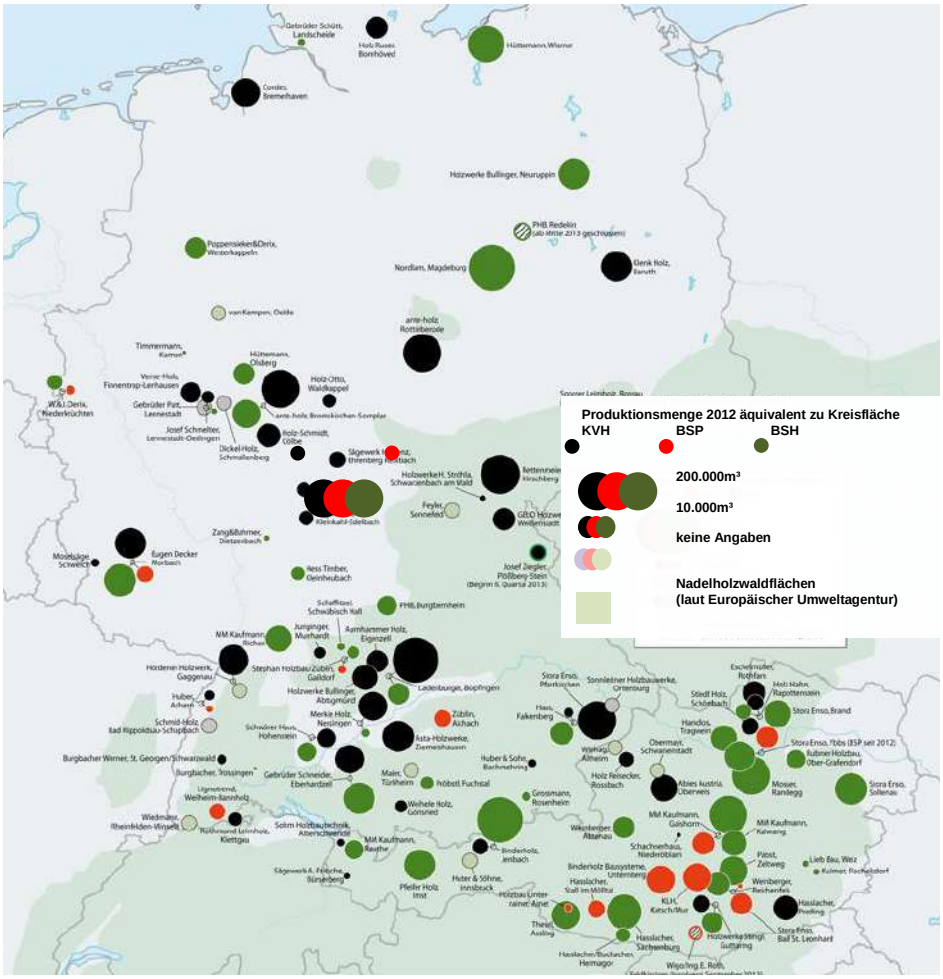


Bild I-4 Produktionsstandorte von Bauholz[14]

[13] Vgl. Schiermeyer, V.: State-of-the-art Report zur Verbindungstechnik bei Brettsperrholz. Bemessungskonzept. S. 19ff.

[14] Timber-online.net; Marktanalysen-BSP weiter auf der Überholspur. http://www.timber-online.net/?+BSP+weiter+auf+UEberholspur+&id=2500%2C5345934%2C%2C%2CY2Q9NTI%3D. Datum des Zugriffs: 10.11.2014.

Laut einer Umfrage, durchgeführt von Holzbau Austria[15], waren 2013 über 60 % der Weltproduktion an industriell gefertigten BSP-Elementen aus Österreich. Nach Einschätzung von Experten wird Österreich im Laufe der nächsten Jahre trotz geplanter Nachrüstungen von bestehenden Anlagen, aber auch durch die Errichtung von Neuanlagen in Deutschland, Großbritannien, aber vor allem in Osteuropa und Übersee seine derzeit bedeutende Stellung als weltweites Haupt-BSP-Herstellerland einbüßen.[16]

Die nachfolgende Abbildung zeigt eine Übersicht der produzierten BSP Mengen führender BSP-Hersteller im deutschsprachigen Raum. Aus der Grafik ist zu entnehmen, dass zur Deckung des weltweiten BSP-Marktes derzeit rund 500.000 m³ BSP-Produkte pro Jahr hergestellt werden.

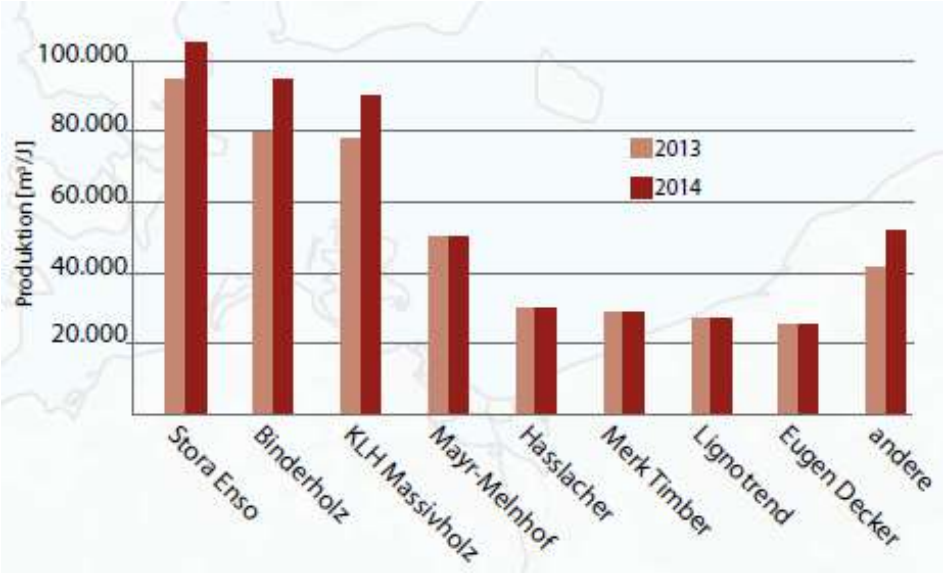


Bild I-5 Brettsperrholzproduktion im deutschsprachigen Raum[17]

2.1.4. Logistik und Vorfertigung

Der heutige Holzbau und die dabei zum Einsatz kommenden Holzbauweisen zeigen, dass sich die Arbeitsprozesse des Holzbauunternehmens im Vergleich zum früheren klassischen Zimmererbetrieb immer mehr von der Baustelle ins Herstellwerk verlagern. Damit verändert sich einerseits die

[15] Vgl. Plackner H.; holzbauaustria, Österreichische BSP-Hersteller dominieren. http://www.holzbauaustria.at/index.php?id=111&tx_ttnews%5Btt_news%5D=4991&cHash=62a932575f70b96744dac385dd74cd0f. Zugriff am: 16.10.2014.

[16] Vgl. Plackner H; holzbauaustria, Österreichische BSP-Hersteller dominieren. http://www.holzbauaustria.at/index.php?id=111&tx_ttnews%5Btt_news%5D=4991&cHash=62a932575f70b96744dac385dd74cd0f. Zugriff am: 16.10.2014.

[17] Knapp_verbinder.com; Service – Downloads - WALCO® V - Presse 2014. http://www.knapp-verbinder.com/index.php?option=com_phocadownload&view=category&id=41%3Awalco-v&Itemid=86. Datum des Zugriffs: 24.11.2014

Rolle des Unternehmers, mit den sich verändernden Fertigungsprozessen, andererseits verlagern sich die Schnittstellen zwischen Planungs- und Ausführungsphase zeitlich weiter nach vorne. Die folgende Tabelle gibt einen Überblick über den möglichen Ort der Vorfertigung im heutigen Holzbau.[18]

Systeme	Skelettbau / traditioneller Holzbau	Holzrahmenbau	Holzmassivbau
Im Produktionswerk Im Sägewerk	Herstellen der Balken, Bretter, Platten	Herstellen der Balken, Platten	Herstellen und Konfektionieren der Platten
Im Holzbau-unternehmen	Abbund der Balken	Abbund der Balken, Zuschneiden der Platten, Zusammen bau zu Elementen	---
auf der Baustelle	Zusammenbau der Einzelteile	Montage der Elemente	Zusammenbau der Platten

Bild I-6 Ort der Fertigung von Holzbausystemen[19]

Der hohe Vorfertigungsgrad im heutigen Holzbau bringt laut Ansicht zahlreicher Experten und Mitwirkenden im Planungsprozess einen steigenden Planungsaufwand mit sich, was allerdings die Montagezeit auf der Baustelle und somit die direkt beeinflussbaren Kosten deutlich reduzieren kann. Dafür besteht allerdings derzeit zu wenig Bewusstsein und es wird daher auch zu wenig einerseits als Argument für den Holzbau, andererseits als Möglichkeit der Kosteneinsparung genutzt.[20]

Der Logistikaufwand im Holzbau kann aufgrund unwirtschaftlicher Bedingungen durch zu lange Transportwege, Ansuchen um Sondergenehmigungen für überlange bzw. überbreite Transporte sehr groß sein, was wiederum mit hohen Kosten verbunden sein kann und somit die wirtschaftliche anstelle der technischen Frage in den Vordergrund rückt.

[18] Vgl. Schober, P.: Mehrgeschossiger Holzbau in Österreich - Holzskelett- und Holzmassivbau. In: Zuschnitt 50 - Konfektionen in Holz, 50/2013. S. 12f.
[19] a.a.O., S. 13.
[20] Vgl. Schober, P.: Mehrgeschossiger Holzbau in Österreich - Holzskelett- und Holzmassivbau. In: Zuschnitt 50 - Konfektionen in Holz, 50/2013. S. 12f.

2.2. Randbedingungen in der Brettsperrholzbauweise

Das Produkt Brettsperrholz ermöglicht einen werkseitig hohen Vorfertigungsgrad, welcher durch eine große Anzahl von Randbedingungen im Werk, aber auch auf der Baustelle, realisiert werden kann.

2.2.1. Logistik in der Produktion

Die Logistik in der BSP-Elementherstellung stellt einen aufwendigen Ablauf dar. Die einzelnen Produktionsschritte können dabei auch in örtlich getrennten Betriebsstätten stattfinden. Auf eine detaillierte Darstellung wird an dieser Stelle verzichtet und auf die zahlreichen Fachpublikationen zu diesem Thema verwiesen.

2.2.2. Logistik zur und auf der Baustelle

Eine detaillierte Planung der Transportlogistik ist für eine reibungslose Montage unausweichlich, da die Elemente üblicherweise direkt vom Sattelaufleger zum Einbauort verhoben werden. Dabei ist eine just in time Lieferung mit kurzen Stehzeiten der Transportmittel auf der Baustelle möglich und anzustreben. Wesentlich ist, dass speziell bei größeren Bauvorhaben und damit einhergehenden größeren Wahrscheinlichkeit einer Verwechslung von BSP-Elementen eine akkurate Arbeitsvorbereitung durchgeführt wird, um die richtigen Elemente zur richtigen Zeit in der richtigen Reihenfolge zur Montage zur Verfügung zu haben.

2.2.3. Hebezeuge und Hebesysteme

Um einen raschen Baufortschritt im Holzbau zu erreichen, werden die BSP-Elemente vor Ort in den meisten Fällen mit mobilen Kranen in Form von Teleskopkranen bzw. Autokranen versetzt. Vorzugsweise werden die BSP-Bauteile direkt von den Sattelanhängern aus der stehenden oder liegenden Transportposition direkt an den Einbauort gehoben und dort im Anschluss sofort ohne Zwischenlagerung montiert. Speziell beim Anheben aus der liegenden Verladung muss auf etwaige Beschädigungen durch Überlastung der Produkte, wie durch Bruch eines dünnen Elementes bzw. aussteifenden Restabschnitten bei größeren Öffnungen geachtet werden. Zahlreiche Verbindungsmittelhersteller bieten derzeit am Markt zugelassene Komplettsystemlösungen als Anschlagmittel an, welche in den folgenden Tabellen dargestellt sind.[21]

Bei der durchgeführten Baustellenuntersuchung wurden als Anschlagmittel ausschließlich Holzschrauben mit Transportankern an den Wand-, den Decken- und Dachelementen eingesetzt. Das eingesetzte Hebesystem,

[21] Vgl. Timbory; Haas Fertigbau GmbH: Profihandbuch für Brettsperrholz. S. 68f.

bestehend aus Spezialschrauben und der dazugehörigen Kupplungen, ermöglichen ein schnelles und sicheres Heben der BSP-Elemente.

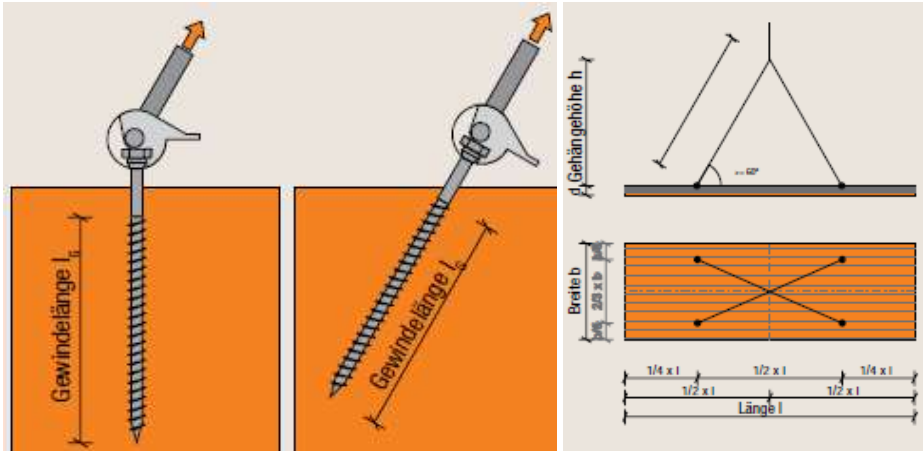


Bild I-7 Hebesysteme (links: Schraube freier Kopf, schräger Einbau; rechts: Hebegehänge Vierpunktlagerung)[22]

Je nach Hersteller von BSP-Elementen werden unterschiedliche Hebesysteme vorgeschlagen, die in der Regel durch diese bereits an den Montageort mitgeliefert werden.

2.2.4. Personaleinsatz

Der richtige Ressourceneinsatz ist ein wesentlicher Einflussfaktor für den Erfolg einer Baustelle, kann aber auch für deren Misserfolg verantwortlich sein. Der Produktionsfaktor Mensch spielt speziell im Falle von Montagearbeiten, unabhängig vom Baustoff, eine grundsätzliche und sehr wesentliche Rolle. Es ist offensichtlich, dass der Personalbedarf einer Baustelle, je nach zur Verfügung stehender Bauzeit und zu leistender Produktionsmenge, einer gewissen Schwankungsbreite unterliegen kann.[23]

Die einzelnen Arbeitskräfte müssen ein gewisses Maß an Flexibilität an ihrem Einsatzort und ihrer Umgebung an den Tag legen, da sich ihr Aufgabenbereich und Ihre Tätigkeiten über die Montagedauer hinweg nicht gleich verhält und sich teils sehr spezifisch und schnell ändert. Es kommt zwangsläufig aufgrund der zu bewältigenden Bauaufgaben zu einer häufigen Wiederholung der einzelnen Montagetätigkeiten. Allerdings kommt es eher selten vor, dass ein Zimmerer oder Monteur über die gesamte Montagedauer ein und dieselbe Tätigkeit ausführt, wie beispielsweise ein Bauarbeiter, der im Stahlbetonbau die Bewehrung verlegt.

[22] Timbory; Haas Fertigbau GmbH: Profihandbuch für Brettsperrholz. S. 68.
[23] Vgl. Hofstadler, C.: Bauablaufplanung und Logistik im Baubetrieb. S. 56.

Die Arbeitskräfte müssen im Umgang mit dem Baustoff Holz und mit den eingesetzten Maschinen speziell geschult und geübt sein und einerseits handwerkliche Fertigkeiten, sowie andererseits eine Eignung für die Montage großformatiger Elemente mit sich bringen. Der richtige Umgang mit dem Baustoff Holz und eine sichere und richtige Handhabung der eingesetzten Maschinen ist eine zwingende Voraussetzung für einen raschen und sicheren Montagefortschritt.

Mit Zunahme des Bauvolumens einer Baustelle wird eine größere Menge an Arbeitskräften benötigt, wobei deren Anzahl aufgrund der maschinellen Kapazitäten nicht ungewöhnlich bzw. überproportional steigen sollte. Die Anzahl der Arbeitskräfte in der Holzbaumontage weist aufgrund der einzelnen Bauteilgrößen bzw. Elementabmessungen, aber vor allem durch die parallel zum Hebevorgang durchgeführten Arbeiten, meist eine Größe von fünf bis sieben Facharbeitern bzw. qualifizierten Hilfsarbeitern im Fall einer Arbeiterkolonne auf.

Die im Rahmen dieser Arbeit durchgeführte Baustellenanalyse ergab, dass eine sinnvolle Mannschaftsgröße von vier bis sechs Mann aufgrund der hohen Kranbindung angestrebt werden soll. Ist der Polier bzw. Vorarbeiter auch für andere Projekte zeitgleich verantwortlich, so sollte die Mannschaftsgröße erweitert werden. Allerdings soll eine bestimmte Gruppengröße von Arbeitskräften nicht überschritten werden, da es bei zu engen Platzverhältnissen im Arbeitsraum zu sinkender Produktivität kommen kann. Ab acht Personen sollte nach Ansicht zahlreicher Experten aufgrund möglicher Arbeitsteilung einzelner Tätigkeiten, das Montageteam in zwei Montagekolonnen geteilt werden.

Eine mögliche Teamzusammensetzung für mittelgroße Holzbaumontagearbeiten ergibt sich daher aus einem mitarbeitenden Polier bzw. Vorarbeiter und drei bis fünf Monteuren, Facharbeitern, meist Zimmerern.

2.3. Kalkulation im Holzbau

Im Gegensatz zur klassischen Baustellenfertigung, wie es bspw. der Mauerwerksbau oder in den meisten Fällen der Stahlbetonbau mit Ortbeton ist, kann die Montage von Brettsperrholzprodukten, ähnlich wie der Fertigteilbau mit Stahlbetonbauteilen und der Stahlbau dem sog. Montagebau zugeordnet werden. Dabei werden die einzelnen Bauteile in einem stationären Werk vorweg als Halbfertigteil (Halbzeug) oder Fertigteil hergestellt, auf die Baustelle transportiert und vor Ort montiert. Das bedeutet, dass ca. 75% – 80% der anfallenden Kosten dem Herstellwerk und die übrigen Kosten der Baustelle und dem Transport zuzuordnen sind.[24]

[24] Vgl. DRESS, G.; PAUL, W.: Kalkulation von Baupreisen, S. 265.

Durch die meist rationell durchgeführte Fertigung und den hohen Vorfertigungsgrad im Herstellwerk, fallen in weiterer Folge im Vergleich dazu geringe Montagekosten, im Holzbau speziell in Form von Montagelöhnen und Kosten für Hebezeuge, an. Des Weiteren entstehen eher geringe Baustellengemeinkosten, aufgrund der in der Regel sehr kurzen Einsatzzeit der Montagemannschaft auf der Baustelle, sowie der Tatsache, dass der größte Anteil des Montagewerkzeugs direkt in den Fahrzeugen mitgeführt wird und sich somit die Baustelleneinrichtung, je nach Größe des Bauvorhabens, auf ein Minimum reduzieren lässt.[25]

Die Fertigung im Werk findet unter gleichbleibenden Bedingungen statt, was wiederum die Kostenerfassung und die Zuweisung der Kosten auf die einzelnen Kostenstellen und Kostenträger stark vereinfacht.[26]

2.3.1. Kalkulationsansätze für BSP-Montagen

Kalkulationsansätze für die anfallenden Lohnkosten in der Fertigung im Herstellerwerk können meist aus facheinschlägiger Literatur bezogen bzw. aus vergleichbaren Produktionssystemen abgeleitet werden. Hingegen gibt es für die Montage im Massivholzbau, speziell für die Montage von Brettsperrholzelementen, derzeit nur spärlich zugängliche Arbeitszeitrichtwerte, welche auch kaum in der Literatur zu finden sind, da sie meist firmeninternen Aufzeichnungen entstammen. Gerade die Lohnkosten auf der Baustelle, welche direkt von der Anzahl der eingesetzten Arbeitskräfte und deren zeitlichem Fortschritt bei der Montage abhängig sind, beeinflussen das Projektergebnis am Stärksten und können mit dem sog. Aufwandswert beschrieben werden.

Die im Zuge einer Abschlussarbeit durchgeführte Baustellenanalyse beschäftigt sich speziell mit der Ermittlung dieser Arbeitszeitrichtwerte für Montagearbeiten im Brettsperrholzbau.

Kalkulationsansätze im Bauwesen, wie es Aufwandswerte (kurz: AW_i) und Leistungswerte (kurz: L_i) sind, können aus praktischer Erfahrung, aus der Literatur, aus Nachkalkulation vergangener Projekt sowie mittels sog. REFA-Analysen bestimmt werden:[27]

2.3.2. Aufwandswerte

Um aussagekräftige Aufwandswerte zu ermitteln, sind alle zu erbringenden Leistungen, einerseits zeitlich, andererseits tätigkeitsbezogen, eindeutig abzugrenzen. Aufgrund der großen Bedeutung als die wesentlichste Einflussgröße in der Kalkulation einer Arbeitsleistung, der Planung des Bauablaufes und der Baustelleneinrichtung sowie der Baulogistik, hat der Aufwandswert einen sehr hohen Stellenwert in der Baukalkulation. In der

[25] Vgl. DRESS, G.; PAUL, W.: Kalkulation von Baupreisen, S. 265.
[26] Vgl. a.a.O., S. 265.
[27] Vgl. Heck, D.; Schlagbauer, D.: Bauwirtschaftlehre VU (Master) Skriptum. S. 232.

Angebotsphase bildet er die Grundlage für aussagekräftige Ermittlungen der Bauzeit und damit zusammenhängenden Kostenberechnungen. In der Planungsphase bzw. in der Arbeitsvorbereitung werden Aufwandswerte zur Bestimmung des tatsächlichen Zeitaufwandes einzelner Arbeitsschritte bzw. Vorgänge und in weiterer Folge des gesamten Fertigungsprozesses herangezogen.[28]

Dabei wird der Aufwandswert einer Tätigkeit aus dem Quotient der Summe der Lohnstunden [Std] und der Produktionsmenge bzw. Verrechnungseinheit [VE] abgebildet.

Um eine detaillierte Aufschlüsselung der Arbeitsleistung zu erhalten und in weiterer Folge die IST-Aufwandswerte tatsächlich ermitteln zu können, muss während des Bauvorhabens eine eindeutige und im Vorhinein klar definierte Leistungsfeststellung mittels einer sog. Arbeitsstudie durchgeführt werden. Dabei sind zahlreiche baustellenspezifische Einflüsse besonders zu beachten.

2.3.3. Leistungswerte

Der Leistungswert gibt im Vergleich zum Aufwandswert an, welche Produktionsmenge bzw. Verrechnungseinheit (kurz: VE) wie z.B. BSP-Bruttofläche [m²], Verschraubungslänge [lfm], etc. in einer bestimmten Zeiteinheit (kurz: ZE), wie z.B. Monat, Tag, Stunde, Minute erstellt bzw. hergestellt werden kann. Die Leistung lässt sich aus dem Quotienten aus der Anzahl der Arbeitskräfte multipliziert mit der Arbeitszeit und dem tatsächlichen Aufwandswert errechnen.[29]

2.3.4. REFA-Analyse

Technische Rationalisierungsmaßnahmen führen zwar meist zur Steigerung der Produktionssicherheit, jedoch werden Kosten in Bezug auf personengebundene Faktoren, wie beispielsweise lohnbedingte Baukosten, meist unzureichend analysiert, stellen aber einen wesentlichen Teil der Herstellkosten dar.[30]

Um diese Herstellkosten, welche durch einen bestimmten Zeitaufwand auf der Baustelle anfallen, quantifizierbar zu machen, kann man sich der Analyse des Arbeitsstudiums nach REFA[31] bedienen. Dazu bedient sich REFA eines sog. Arbeitssystems, welches folgendermaßen definiert wird:

---

[28] Vgl. Hofstadler, C.: Schalarbeiten-Technologische Grundlagen, Sichtbeton, Systemauswahl, Ablaufplanung, Logistik und Kalkuation. S. 301f.

[29] Vgl. Hofstadler, C.: Bauablaufplanung und Logistik im Baubetrieb. S. 18f.

[30] Vgl. (Riedinger & Steinmetzger, 2000)2f.

[31] Der REFA - Verband für Arbeitsgestaltung, Betriebsorganisation und Unternehmensentwicklung ist Deutschlands älteste Organisation für Arbeitsgestaltung, Betriebsorganisation und Unternehmensentwicklung. Durch REFA entwickelte Methoden bieten Hilfestellung für betriebliche Datenermittlung und zum Management. Er ist internationaler Anbieter für betriebliche Weiterbildung mit dem

„Wesentlich für die REFA-Methodenlehre ist die Betrachtung von Arbeitssystemen in ihrer hierarchischen Struktur, von der einzelnen Arbeitsstelle bis zum Gesamtunternehmen. Dementsprechend gibt es elementare und unterschiedlich komplexe Arbeitssysteme.“ [32]

Die modifizierte Darstellung des REFA-Arbeitsablaufes nach Schlagbauer[33] gliedert den Arbeitsablauf in zwei Kategorien:

Einerseits in die Hauptkategorie, welche die Aktivitäten der ersten Ebene beinhaltet, bestehend aus den Tätigkeiten, den Unterbrechungen und den nicht erkennbaren Tätigkeiten.

Andererseits in die Unterkategorie, welche die Aktivitäten der zweite Ebene beinhaltet, bestehend aus der Haupttätigkeit, der Nebentätigkeit, der zusätzlichen Tätigkeit, den ablaufbedingten, störungsbedingten, erholungsbedingten bzw. den persönlich bedingten Unterbrechungen.

Des Weiteren lassen sich die einzelnen Ablaufarten in daraus resultierende Zeitarten überführen. Damit ist eine Gliederung der Zeitarten möglich.

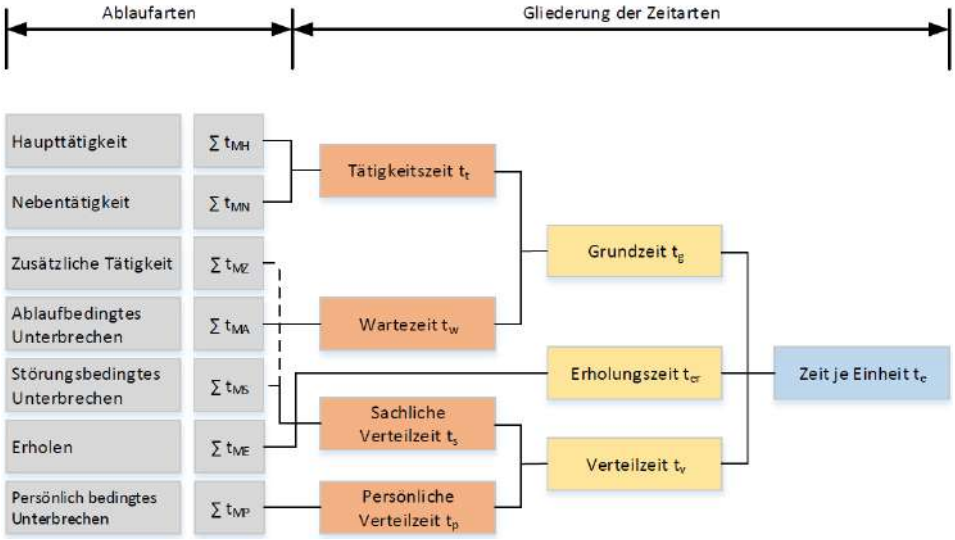


Bild I-8 Gliederung der Zeitarten bei Mensch und Betriebsmittel[34]

Verbandszweck eine „Steigerung der Wirtschaftlichkeit durch Ausbildung“ zu erreichen.

32 RIEDINGER, H.-G.; STEINMETZGER, R.: Rationalisierung im Baubetrieb - Möglichkeiten der REFA-Methoenlehre. In: Thesis, Wissenschaftliche Zeitschrift der Bauhaus-Universität Weimar, 1/2000. S. 5.

33 Schlagbauer, D.: Entscheidungsgrundlagen für die Arbeitszeitgestaltung . Doktorarbeit

34 REFA - Verband für Arbeitsstudien und Betriebsorganisation e.V.: Methodenlehre des Arbeitsstudiums - Teil 2 - Datenermittlung. S. 47.

Zeitaufnahmen

Bei der sog. Zeitaufnahme werden Beobachtungen zu Ist-Zeiten, d.h. die tatsächliche benötigte Zeit zum Verrichten einer Tätigkeit vom Beobachter bzw. vom Durchführenden der Arbeitsstudie, notiert. Im Zuge der Arbeit wurden dazu die sog. Einzelzeitaufnahme (kurz: EZA) mit der Messung zwischen zwei Messpunkten und die Multimomentaufnahme (kurz: MMA) als klassischer Zählvorgang im untersuchten Objekt im Intervall von 5 min eingesetzt.

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass die Methodenlehre zum Arbeitsstudium nach REFA eine detaillierte Zeiterfassung auf der Baustelle ermöglicht. Unter Verwendung der EZA sowie der MMA kann nicht nur die eigentliche Arbeitszeit erfasst und in weiterer Folge beurteilt werden, sondern es besteht auch die Möglichkeit der Ermittlung von Kalkulationsansätzen in Form von Aufwands- und Leistungswerten aufgrund der detaillierten Aufzeichnungen.

3. Datenerfassung auf der Baustelle

Das betrachtete Bauprojekt wurde in Mooskirchen, 30 km südwestlich von Graz, im Jahr 2014 realisiert. Beim Objekt handelt es sich um eine mittelgroße typische Wohnanlage auf drei Ebenen, wobei in jeder Ebene zwei Wohneinheiten entstanden sind.

3.1. Projektgrundlagen

Das Bauobjekt besteht aus einem Kellergeschoss in konventioneller Stahlbetonbauweise. Das Erdgeschoß (kurz: EG), die zwei Obergeschoße (kurz: 1. OG und 2. OG), das Treppenhaus samt Außenverkleidung und der Liftschacht wurden gänzlich mit Brettsperrholz-Elementen hergestellt. Die Obergeschoße sind über ein außenliegendes Treppenhaus, sowie einen Personenaufzug erreichbar.

Die Verbindungen zwischen Beton und BSP-Elementen wurden mit standardisierten Winkelprofilen in Verbindung mit Holzbauschrauben und Betonankern realisiert. Die BSP-Anschlüsse, d.h. Anschlüsse zwischen Holz und Holz, wurden mit Winkelprofilen und typischen Schraubverbindungen mittels Holzschrauben hergestellt.

Die Montagearbeiten sind von der ortsansässigen Firma Zimmerei Lemsitzer[35] aus Mooskirchen, welche zugleich als Projektinvestor, d.h. als Bauherr und somit AG fungiert, durchgeführt worden. Die gesamte Planung, d.h. die Erstellung der Ausführungsplanung, der Konstruktionspläne und die erforderliche statische Berechnung wurde von der Firma ZMP GmbH[36], mit Sitz in Grambach bei Graz, durchgeführt. Die Fertigung der BSP-Elemente wurde im Produktionsbetrieb von Stora Enso[37], in Bad St. Leonhard[38] (Kärnten), vorgenommen und anschließend auf die Baustelle geliefert.

Gesamt wurden in diesem Objekt rund 2.245 m² Brettsperrholz und rund 150 lfm Konstruktionsvollholz und rund 350 Stk. Winkel verbaut. Ebenso wurden nach einer Abschätzung des Verfassers rund 5.550 Stk. Schrauben und rund 4.600 Stk. Rillnägel eingesetzt.

---

35 Holzbau – Zimmermeister Manfred Lemsitzer. http://www.lemsitzer.at/index_1_1___1_0__.html. Datum des Zugriffs: 01.11.2014.

36 ZMP steht für „Zimmerei Massivholz Partner“. http://www.massivholzsystem.at/cms/. Zugriff am: 29.09.2014.

37 Stora Enso zu finden unter: http://www.storaenso.com/. Zugriff am: 29.09.2014.

38 Produktionsstandort Bad. St. Leonhard zu finden unter: http://www.clt.info/kontakt/vertrieb/. Zugriff am: 29.09.2014.

In Summe weist das Objekt je Ebene eine Bruttogeschossfläche[39] (kurz: BGF) von ca. 170 m², mit einen Bruttorauminhalt, d.h. umbauten Raum, von ca. 470 m³ und eine Wohnnutzfläche[40] (kurz: WNF) je Wohneinheit von ca. 77 m², sowie einer Balkonnutzfläche von ca. 23 m² auf.

Bild I-9 Nordwestseitige Ansicht des Wohnobjektes[41]

Beim beschriebenen Objekt konnte die gesamte Montage der BSP-Elemente in acht Tagen realisiert werden. In den darauffolgenden Wochen wurden einerseits die Außendämmung, die weitere Fassade und zeitgleich der Innenausbau und die gesamte Fertigstellung der Wohnungen, sowie andererseits die Gestaltung des Außenbereiches durchgeführt. Zusätzlich ist für jede Wohnung ein Unterstellplatz, ebenso aus Holz errichtet worden.

Das Objekt wurde am 1.12.2014 an die Mieter bzw. Käufer übergeben.

3.2. Ziel und Methodik

Das Grundgerüst für eine Studie nach dem System REFA bildet ein sog. Datenerfassungsbogen (kurz: DEB). Vor Beginn der Datenaufnahme wurde nach Rücksprache mit der ausführenden Holzbaufirma und den Baustellenverantwortlichen der gesamte Bauablauf in einzelne Ablaufarten, sprich Teilvorgänge, nach Baufortschritt und Bausystem unterteilt und im Daten-

[39] Die Bruttogeschossfläche ist dabei gemäß § 4 Z 21 Baugesetz (kurz: BauG) die Fläche je Geschoss, die von den Außenwänden, einschließlich dieser selbst, umschlossen wird.

[40] Unter der Wohnnutzfläche versteht man die anrechenbare Netto-Grundfläche von Räumlichkeiten in Häusern und Wohnungen.

[41] EDER, W.: Bauablaufanalyse von großvolumigen Holzwohnbauten mit speziellem Fokus auf Aufwands- und Leistungswertermittlung, S 120

erfassungsbogen gegliedert. Diese Vorgehensweise lässt eine weitere Gliederung der Ablaufarten in Grund- und Unterkategorien zu.

Das Ziel der Datenerfassung und anschließenden Auswertung liegt in der Analyse der Arbeitszeit und den daraus resultierenden Aufwandswerten.

3.3. Datenerfassung

In Anlehnung an die von REFA veröffentlichten Aufnahmebögen für Multimomentaufnahmen, wurden die Datenerfassungsbögen speziell für diese BSP-Montage modifiziert.

Die folgende Abbildung zeigt den Aufbau eines MMA-Datenerfassungsbogens dieses Bauvorhabens. Dieser gliedert sich in unterschiedliche Kategorien, in welchen die vom Beobachter festgestellten Beobachtungen und weiteren Erkenntnisse festgehalten und teilweise auch handschriftlich ergänzt wurden.

		Baustelle:		Beginn				
		Datum:		Ende				
		AK-Kürzel:		Pause				min
			Uhrzeit:					
		Stunde		6:30				
		Minute		30	35	40	45	50	55
Tätigkeit	Haupttätigkeit	EG	Niveauausgleich						
			Stellen Außenwand (AW)						
			Verschrauben der AW						
			Stellen Innenwand (IW)						
			Verschraubung AW-IW						
			Verschrauben IW -IW						
			einrichten/verschrauben der Unterzüge						
			Unterkonstr. (Stützen+Unterzug) für Balkon						
			stirns. Dichtungseinbau auf Wandelement (LKW)						
			stirns. Dichtungseinbau auf Wandelement (Geschoss)						
			Verlegen der Decke über EG						
			Verschrauben der Decke über EG						
			Dämmung zwischen den Wohnungen						
			Winkelmontage im EG						
		1. OG	Stellen Außenwand (AW)						
			Verschrauben der AW						
			Stellen Innenwand (IW)						
			Verschraubung AW-IW						
			Verschrauben IW -IW						
			einrichten/verschrauben der Unterzüge						
			Unterkonstr. (Stützen+Unterzug) für Balkon						
			stirns. Dichtungseinbau auf Wandelement (LKW)						
			stirns. Dichtungseinbau auf Wandelement (Geschoss)						
			Verlegen der Decke über 1. OG						
			Verschrauben der Decke über 1. OG						
			Dämmung zwischen den Wohnungen						
			Winkelmontage im 1. OG						

Bild I-10 Ausschnitt eines MMA-Datenerfassungsbogens des untersuchten Objektes[42]

[42] EDER, W.: Bauablaufanalyse von großvolumigen Holzwohnbauten mit speziellem Fokus auf Aufwands- und Leistungswertermittlung, S. 144

Der Aufbau und die einzutragenden Daten in den DEB gliedern sich wie folgt:

Eintragung der Grunddaten:

Baustelle, Datum des Beobachtungstages, Arbeitskraft-Kürzel (AK-Kürzel), Arbeitsbeginn und Arbeitsende, Pausenzeiten.

Eintragung der Daten der MMA:

Benennung und Eintragung der jeweils beobachteten Tätigkeit entsprechend der einzelnen Kategorie zum jeweiligen vorgegebenen Zeitpunkt der Beobachtung.

Im DEB wurden in vorher festgelegten Intervallen von fünf Minuten die Beobachtungen auf der Baustelle notiert. Das bedeutet, dass jene Tätigkeiten, welche die AK zum Beobachtungszeitpunkt ausführen, detailliert eingetragen werden. Dies hat zur Folge, dass bei einem Arbeitstag von acht Stunden, 96 Stichproben bei den durchgeführten Tätigkeiten pro Arbeitskraft aufgenommen wurden.

Für die gesamte Mannschaft konnten somit rund 570 Aufnahmen pro Arbeitstag notiert werden, was wiederum für die gesamte Dauer von acht Tagen rund 4.560 Aufnahmen ergibt.

4. Auswertung der Baustellendaten

Im Anschluss an die Baustellenbeobachtung wurden die aufgezeichneten Daten eingehend analysiert und ausgewertet.

Der wirtschaftliche Erfolg eines Unternehmens im Bauwesen beruht auf einer positiven Auftragsabwicklung. Dabei ist es wesentlich, dass ein Angebot mit größtmöglicher Genauigkeit die bevorstehende Bauaufgabe mit all seinen Randbedingungen kalkulatorisch richtig einschätzt und umfassend die zu erwartenden Umstände erfasst. Die Tatsache, dass es zu einer ausgeschriebenen Leistung mehrere Angebote unterschiedlicher Unternehmen gibt, welche zueinander im Wettbewerb stehen, macht die Kalkulation jedes Einzelnen nicht einfach. Da einerseits der wirtschaftliche Druck in jedem Unternehmen besteht, den Auftrag zu erhalten und andererseits der damit zusammenhängende wirtschaftliche Erfolg, dem eine kostendeckende Kalkulation einer auszuführenden Leistung vorangeht, gegeben sein soll, hat der Kalkulant auf die Einschätzung der zu erwartenden Situation größtes Augenmerk zu legen und nach der Kriterien einer plausiblen, nachvollziehbaren und eindeutigen Kalkulation gemäß der Norm vorzugehen.

Ziel dieser Datenauswertung ist die Bestimmung von realistischen montagespezifischen Kennzahlen des Holzbaus, worunter spezifische Aufwands- und Leistungswerte zu verstehen sind, welche aus dem untersuchten Objekt für die Kalkulation künftiger Projekte abgeleitet werden.

Oberstes Ziel ist somit die Erfassung eines möglichst realen Bildes eines einzelnen Bauvorhabens für zukünftige ähnliche Objekte.

4.1. Analysierter Bauablauf

Im Zuge der Datenauswertung ist der tatsächliche Bauablauf einer Analyse nach den sog. Zeitarten, sowie einer Analyse nach den Tätigkeiten und den Unterbrechungen, durchgeführt worden.

4.1.1. Analyse nach Zeitarten

Die Analyse nach Zeitarten lässt eine Betrachtung der benötigten Zeitarten bezüglich der Gesamtarbeitszeit zu. Die Auswertung beinhaltet dabei die folgenden Zeitarten: die Grundzeit, die Verteilzeit und die Erholungszeit

Diese Zeitarten lassen sich prozentuell auf die Gesamtzeit darstellen. Zeiten, die sich aus nichterkennbaren Tätigkeiten zusammensetzen, sind gesondert angeführt.

Die Datenauswertung erfolgt durch die Auswertung der Verteilung an allen Arbeitstagen aller auf der Baustelle beobachteten Bauarbeiter wie in nachfolgender Grafik ersichtlich wird.

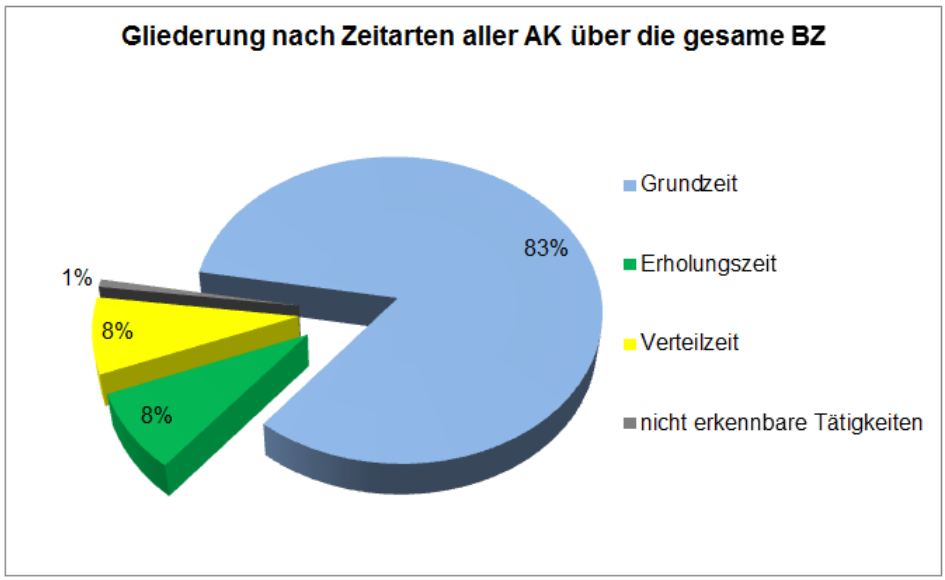


Bild I-11 Darstellung der Zeitarten an allen Arbeitstagen[43]

Die Abbildung der Zeitarten, welche alle Arbeitskräfte über die gesamte Bauzeit darstellt, zeigt, dass die ermittelte Grundzeit mit rund 83 % auf eine hohe Produktivität über die gesamte Bauzeit von sieben Tagen schließen lässt. Des Weiteren liegt sowohl die Erholungszeit mit rund 8 %, als auch die Verteilzeit mit ebenso rund 8 % im anzustrebenden Bereich einschlägiger Literatur folgend, welche maximal 10 % für die Erholungszeit und maximal 25 % für die Verteilzeit angibt.

Des Weiteren beinhaltet die Datenauswertung nach Zeitarten eine Klassifizierung der Arbeitszeit in die Kategorien **„GUT“**, **„MITTEL“** und **„SCHLECHT“**. In diese Betrachtung fließt der prozentuelle Anteil[44] der Grundzeit[45], gemessen an der gesamten Arbeitszeit[46], mit ein.

[43] EDER, W.: Bauablaufanalyse von großvolumigen Holzwohnbauten mit speziellem Fokus auf Aufwands- und Leistungswertermittlung, S. 166

[44] Die folgenden Prozentsätze der angeführten Klassifizierungen sind vom Verfasser dieser Arbeit bestimmt worden, wobei sich diese aus facheinschlägiger Literatur ableiten lassen, da in Summe der Anteil der Grundzeit, gemessen an der gesamten Arbeitszeit, zwischen 70 % und theoretisch 100 % liegen soll.

[45] Die Grundzeit setzt sich aus Zeiten der Haupttätigkeit, Nebentätigkeit und ablaufbedingten Unterbrechungen zusammen.

[46] Die Arbeitszeit ist jene Zeit, welche in den DEBs erfasst ist.

Klassifizierung „GUT“

Der prozentuelle Anteil der Grundzeit, gemessen an der Gesamtarbeitszeit, ist größer als 80 %.

Klassifizierung „MITTEL“

Der prozentuelle Anteil der Grundzeit, gemessen an der Gesamtarbeitszeit, ist größer als 60 % und kleiner gleich 80 %.

Klassifizierung „SCHLECHT“

Der prozentuelle Anteil der Grundzeit, gemessen an der Gesamtarbeitszeit, ist kleiner gleich 60 %.

Die Analyse der Daten nach Zeitarten soll einen Überblick über die vorhandene Bauaktivität geben und über den Beobachtungszeitraum verdeutlichen, an welchen Tagen ein guter, mittlerer oder schlechter Arbeitstag, die Leistung betreffend, zu erkennen ist.

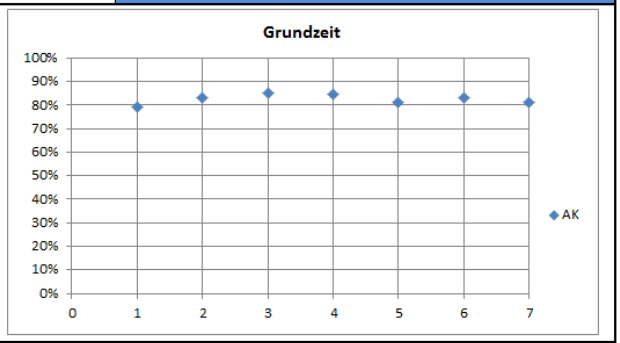
Beurteilung der Grundzeit nach REFA aller AK

Baustelle: Mooskirch
Firma: FA Lemsitzer

		Tage:	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	Ges.
		AK								
Haupttätigkeit	+									
Nebentätigkeit	+									
Ablaufbedingte Unterbrechung	=									
Grundzeit			79%	83%	85%	85%	81%	83%	81%	83%

Beurteilungsschema

GUT	81%
MITTEL	61%
	60%
SCHLECHT	
	0%



Beurteilung pro Woche

Summe Tage [Tage]	7	100%	1	2	3	4	5	6	7	Ges.
GUT [Tage]	6	86%	-	1	1	1	1	1	1	1
MITTEL [Tage]	1	14%	1	-	-	-	-	-	-	-
SCHLECHT [Tage]	0	0%	-	-	-	-	-	-	-	-
GESAMTBEURTEILUNG			**GUT**							

Bild I-12 Beurteilung der Grundzeit aller AK[47]

In obiger Abbildung ist ersichtlich, dass über die gesamte Bauzeit von sieben Tagen, die Grundzeit mit 83 % über den vorher definierten 80 % liegt und somit im Schnitt alle Arbeitstage als „GUT“ einzustufen sind. Des

[47] EDER, W.: Bauablaufanalyse von großvolumigen Holzwohnbauten mit speziellem Fokus auf Aufwands- und Leistungswertermittlung, S 168

Weiteren sind keine nennenswerten Störungen bzw. Behinderungen über die siebentägige Montagezeit aufgetreten.

4.1.2. Analyse nach Tätigkeiten und Unterbrechungen

Die Analyse in erster Ebene nach Tätigkeiten und Unterbrechungen lässt eine genaue Betrachtung der tatsächlichen Tätigkeiten, der Unterbrechungen und der für den Beobachter nicht erkennbaren Tätigkeiten, bezüglich der Gesamtarbeitszeit, zu.

Die Datenauswertung erfolgt durch die Auswertung der Verteilung an allen Arbeitstagen aller auf der Baustelle beobachteten Bauarbeiter.

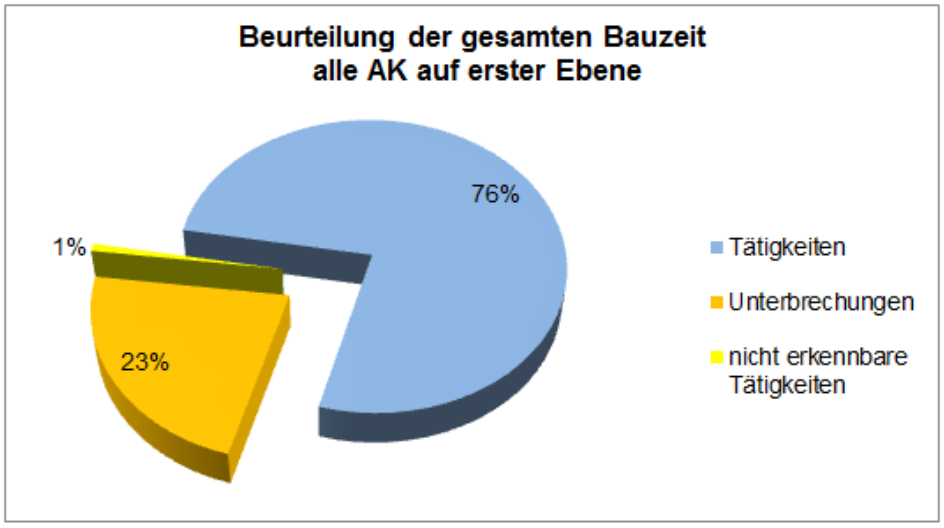


Bild I-13 Darstellung von Tätigkeiten und Unterbrechungen auf erster Ebene an allen Arbeitstagen[48]

In der angeführten Darstellung ist ersichtlich, dass die untersuchten Bauarbeiter über die gesamte Bauzeit rund 76 % ihrer Brutto-Arbeitszeit tatsächliche Tätigkeiten auf der Baustelle ausübten und im Ausmaß von rund 23 % Unterbrechungen angefallen sind.

Die tatsächliche Höhe der einzelnen Zeiten wird anhand einer weiteren Auswertung in der zweiten Ebene und der dort einzelnen hinterlegten Vorgänge ermittelt.

Die Auswertung in zweiter Ebene der Tätigkeiten und Unterbrechungen beinhaltet folgendes:

[48] EDER, W.: Bauablaufanalyse von großvolumigen Holzwohnbauten mit speziellem Fokus auf Aufwands- und Leistungswertermittlung, S. 169

Kategorie Tätigkeiten

Darunter fallen: die Haupttätigkeiten, die Nebentätigkeiten und die zusätzlichen Tätigkeiten

Kategorie Unterbrechungen

Darunter ist folgendes zu verstehen: die ablaufbedingten Unterbrechungen, die störungsbedingten Unterbrechungen, die erholungsbedingten Unterbrechungen und die persönlich bedingten Unterbrechungen

Kategorie nichterkennbare Tätigkeiten

Die Datenauswertung erfolgt durch die Auswertung der Verteilung an allen Arbeitstagen aller auf der Baustelle beobachteten Bauarbeiter.

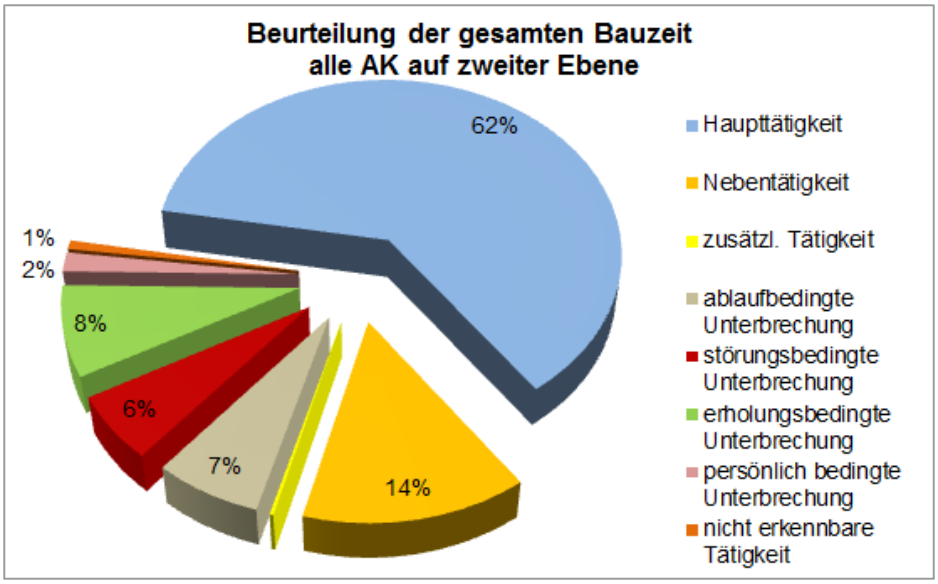


Bild I-14 Darstellung von Tätigkeiten und Unterbrechungen auf zweiter Ebene an allen Arbeitstagen[49]

In der obigen Darstellung ist ersichtlich, dass die beobachteten Bauarbeiter über die gesamte Bauzeit rund 62 % ihrer Brutto-Arbeitszeit Haupttätigkeiten, rund 14 % Nebentätigkeiten auf der Baustelle ausübten und im Ausmaß von 23 % Unterbrechungen auftraten, wobei diese in Form von rund 7 % ablaufbedingten Unterbrechungen, rund 6 % störungsbedingten Unterbrechungen, rund 8 % erholungsbedingten Unterbrechungen und rund 2 % persönlich bedingten Unterbrechungen, sowie für den Beobachter nicht erkennbaren Tätigkeiten von rund 1 %, angefallen sind.

[49] EDER, W.: Bauablaufanalyse von großvolumigen Holzwohnbauten mit speziellem Fokus auf Aufwands- und Leistungswertermittlung, S. 172

Des Weiteren beinhaltet die Datenauswertung bezüglich Tätigkeiten und Unterbrechungen wiederum eine Klassifizierung der Arbeitszeit in die Kategorien **„GUT“**, **„MITTEL“** und **„SCHLECHT“**. In diese Betrachtung fließt der prozentuelle Anteil[50] der Haupttätigkeiten, gemessen an der gesamten Arbeitszeit, mit ein.

Klassifizierung „GUT“

Der prozentuelle Anteil der Haupttätigkeit gemessen an der Gesamtarbeitszeit ist größer als 40 %.

Klassifizierung „MITTEL“

Der prozentuelle Anteil der Haupttätigkeit gemessen an der Gesamtarbeitszeit ist größer als 30 % und kleiner gleich 40 %.

Klassifizierung „SCHLECHT“

Der prozentuelle Anteil der Haupttätigkeit gemessen an der Gesamtarbeitszeit ist kleiner gleich 30 %.

Dies lässt sich wie folgt darstellen:

Beurteilung der Hauptaktivität nach REFA aller AK										
Baustelle: Mooskirch Firma: FA Lemsitzer	**AK**									
		Tage:	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	**Ges.**
Haupttätigkeit			61%	63%	66%	65%	48%	67%	70%	62%
Beurteilungsschema GUT MITTEL SCHLECHT	41% 31% 30% 0%									
Beurteilung pro Woche										
Summe Tage [Tage]	7	100%	1	2	3	4	5	6	7	**Ges.**
GUT [Tage]	7	100%	1	1	1	1	1	1	1	1
MITTEL [Tage]	0	0%	-	-	-	-	-	-	-	-
SCHLECHT [Tage]	0	0%	-	-	-	-	-	-	-	-
GESAMTBEURTEILUNG			**GUT**							

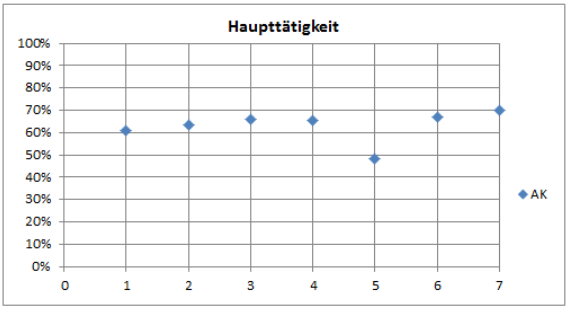


Bild I-15 Beurteilung der Haupttätigkeit aller AK[51]

[50] Die angegebenen Prozentsätze der angeführten Klassifizierungen sind wiederum von Verfasser dieser Arbeit in Abstimmung mit der Fachliteratur festgelegt worden, wobei sich dies aus dem Zusammenhang zwischen Haupt-, Nebentätigkeit, sowie ablaufbedingten Unterbrechungen und dem Umstand, dass in Summe der Anteil der Grundzeit, zu welcher auch die Zeitangaben der Haupttätigkeiten zählen, gemessen an der gesamten Arbeitszeit, wiederum zwischen 70 % und theoretisch 100 % liegen soll.

[51] EDER, W.: Bauablaufanalyse von großvolumigen Holzwohnbauten mit speziellem Fokus auf Aufwands- und Leistungswertermittlung, S. 173

In obiger Abbildung ist zu erkennen, dass über die gesamte Bauzeit von sieben Tagen, der Anteil der Haupttätigkeit mit rund 62 % über dem aus der Literatur abgeleiteten Anteil von 40 % liegt und somit im Schnitt alle Arbeitstage als „GUT“ einzustufen sind. Die Betrachtung der Haupttätigkeit zeigt auch, dass an allen sieben Arbeitstagen der Anteil von 40 % nie unterschritten wurde. Dies lässt darauf schließen, dass es sich um eine gut organisierte Baustelle mit motivierten Arbeitskräften handelt.

Die Analyse nach Tätigkeiten und Unterbrechungen und der damit verbundenen weiteren Feinuntergliederung ergibt schlussendlich die Möglichkeit einer konkreten Aussage zu den Aufwandswerten einzelner Tätigkeiten und der damit verbundenen Unterbrechungen.

4.2. Ergebnisse der Baustellenanalyse

Ausgehend von der Baustellenanalyse nach Tätigkeiten und Unterbrechungen auf erster und zweiter Ebene wurden schlussendlich die Aufwandswerte als Eingangsparameter für künftige Kalkulationen von ähnlichen Brettsperrholzbaustellen ermittelt.

4.2.1. Aufwandswerte Wand

Ausgehend von der Ermittlung der Aufwandswerte für die Montage der Außen- und Innenwand sind in einem weiteren Schritt die Aufwandswerte der Montage der Wandelemente zu einem gesamten Aufwandswert zusammengefasst worden. Der **Aufwandswert gesamte Montage der Wände** beinhaltet folgende Positionen:

- Anbringen der Anschlagmittel auf dem Wandelement
- Hebevorgang und die Positionierung des BSP-Elementes
- Entfernung der Anschlagmittel
- Stellen des Wandelementes (in diesem Objekt wurden keine Schrägstützen eingesetzt)
- Verschrauben des Wandelementes
- Dichtungseinbau (stirnseitig) zur Schallentkoppelung an den Wandelementen
- Montage der Winkel an den Wandelementen (reine Holz – Holz – Verbindung)
- Einrichten und Verschrauben der Unterzüge
- Einrichten und Verschrauben der Unterkonstruktion (Stützen + Unterzüge) für Balkon (südseitig)

- Einbau der Dämmung an der Wohnungstrennwand zwischen den Wohnungen

Dabei konnten folgende Aufwandswerte ermittelt werden.

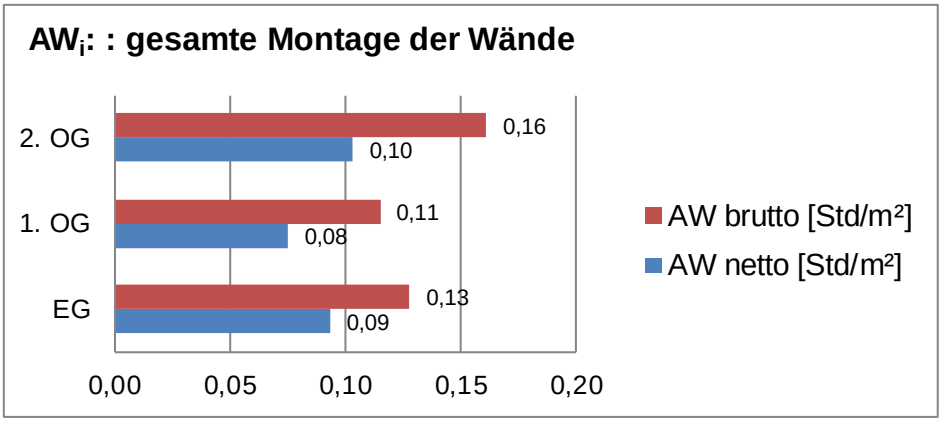


Bild I-16 Aufwandswerte – gesamte Montage der Wände[52]

Anders dargestellt lässt sich der Aufwandswert AW_{brutto} für die Montage einer Brettsperrholzwand, welcher sich für die weitere Kalkulation als maßgeblicher Eingangswert darstellt, folgendermaßen verdeutlichen:

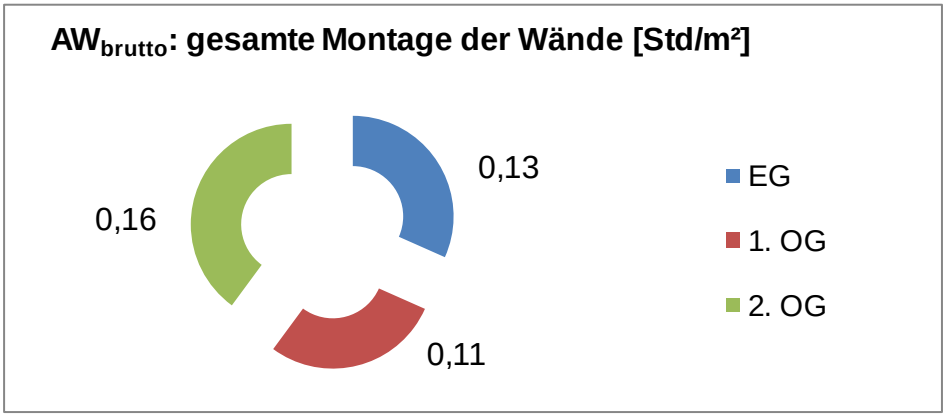


Bild I-17 AW_{brutto} – komplette Montage der Wände

Wie in obiger Grafik ersichtlich ist, liegt der AW_{brutto} für die gesamten Holzbauleistungen hinsichtlich der Wandmontage im EG bei rund 0,13 Std/m², im 1.OG bei rund 0,11 Std/m² und im 2.OG bei rund 0,16 Std/m².

[52] EDER, W.: Bauablaufanalyse von großvolumigen Holzwohnbauten mit speziellem Fokus auf Aufwands- und Leistungswertermittlung, S. 174

Der Unterschied zwischen dem AW_{brutto} im EG und jenen im 1.OG lässt sich aufgrund eines geringen Einarbeitungseffektes erklären. Der höhere AW_{brutto} im 2.OG lässt sich folgendermaßen erklären: Dem Kranfahrer war die Sicht zum Einbauort meist nicht gegeben. Somit war dieser auf die exakten Anweisungen vom Vorarbeiter mittels Kommunikationsgerät angewiesen, was zu längeren Positionierungsvorgängen der BSP-Elemente führte. Des Weiteren sind die zeitlich längeren Hubzeiten des Autokrans und die zu diesem Zeitpunkt der Montagearbeiten bereits fertiggestellte Außenverkleidung des Treppenaufganges, welche sich im Hinblick auf die Montage der zweiten Wohneinheit als Behinderung darstellte, zu nennen.

4.2.2. Aufwandswerte Decke / Dach

Ausgehend von der Ermittlung der Aufwandswerte für die Montage der Deckenelemente im EG und im 1.OG nach dem gleichen Prinzip wie bei den Wandelementen sind in einem weiteren Schritt die Aufwandswerte der Montage der Deckenelemente zu einem gesamten Aufwandswert zusammengefasst worden. Der **Aufwandswert**, ebenso wiederum angegeben als AW_{netto} und AW_{brutto}, für die **gesamte Montage der Decken- bzw. Dachelemente** beinhaltet folgende Positionen:

- Anbringen der Anschlagmittel auf den Decken- bzw. Dachelementen
- Hebevorgang und Positionierung der Decken- bzw. Dachelemente
- Entfernung der Anschlagmittel an Decken- bzw. Dachelementen
- Verlegen der Decken- bzw. Dachelemente
- Verschrauben der Decken- bzw. Dachelemente

Dabei konnten folgende Aufwandswerte ermittelt werden.

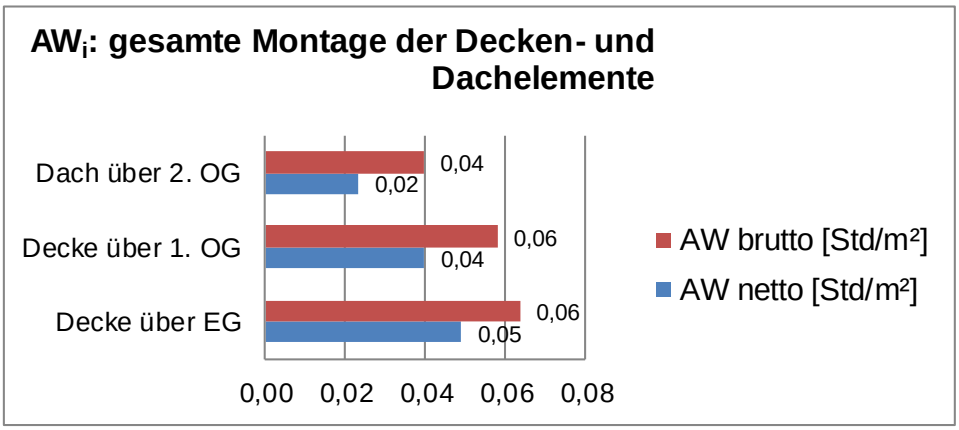


Bild I-18 Aufwandswerte – gesamte Montage der Decken- und Dachelemente[53]

[53] EDER, W.: Bauablaufanalyse von großvolumigen Holzwohnbauten mit speziellem Fokus auf Aufwands- und Leistungswertermittlung, S. 176

Anders dargestellt lässt sich der Aufwandswert AW_{brutto} für die Montage eines Decken- bzw. Dachelements aus Brettsperrholz, welcher sich für die weitere Kalkulation als maßgeblicher Eingangswert darstellt, folgendermaßen verdeutlichen:

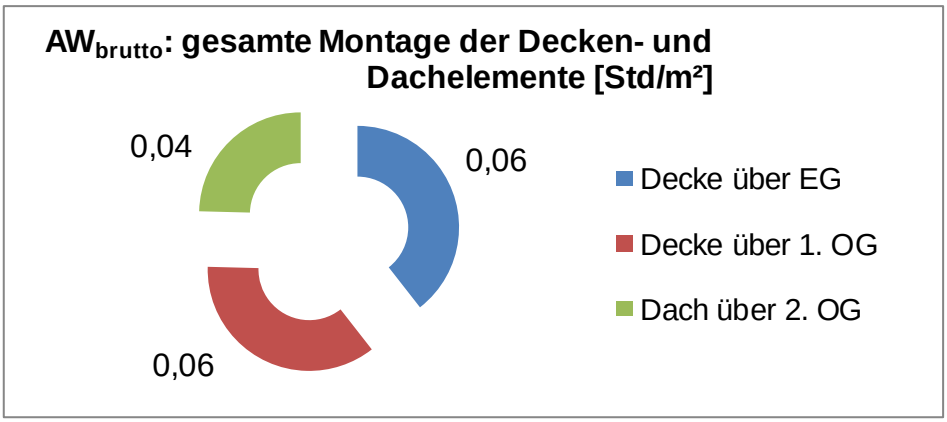


Bild I-19 AW_{brutto} – gesamte Montage der Decken- und Dachelemente[54]

Wie in obiger Grafik ersichtlich ist, liegt der AW_{brutto} für die gesamten Holzbauleistungen hinsichtlich der Deckenmontage im EG und im 1.OG bei rund 0,06 Std/m² und hinsichtlich der Montage des Daches im 2.OG bei rund 0,04 Std/m².

Die erhöhten AW_{brutto} im EG und im 1.OG lassen sich folgendermaßen erklären: Im EG und 1.OG sind jeweils 14 Deckenelemente und im 2.OG zehn Deckenelemente aus Brettsperrholz montiert worden. Die größere Anzahl an Brettsperrholzelementen ergibt somit eine größere Anzahl an einzelnen Stößen, welche zu verschrauben waren, wodurch die Aufwandswerte in der ersten und zweiten Geschoßebene höher sind.

4.2.3. Aufwandswerte Niveauausgleich

Folgende Arbeiten sind ohne die exakte Gliederung nach REFA in Tätigkeiten, Unterbrechungen und nicht erkennbaren Tätigkeiten in einem Aufwandswert zum Niveauausgleich im EG auf der Stahlbetondecke zusammengefasst worden. Die zeitlichen Angaben stammen vom ausführenden Holzbauunternehmer, da die Tätigkeiten nicht im Beobachtungszeitraum ausgeführt wurden. Sie konnten zur weiteren Berechnung der Aufwandswerte seitens des Vorarbeiters aus seinen eigenen Aufzeichnungen zur Verfügung gestellt werden.

[54] EDER, W.: Bauablaufanalyse von großvolumigen Holzwohnbauten mit speziellem Fokus auf Aufwands- und Leistungswertermittlung, S. 178

Diese umfassen folgende Arbeiten:

- Vermessung und Aufschnüren des gesamten Grundrisses: 2,5 Std
- Einmessen bzw. Nivellieren des Niveauausgleiches: 5,0 Std
- Herstellung des Niveauausgleiches mit einem Mörtelbett: 7,5 Std

Das ergibt bei zwei AK (2 x [2,5 Std + 5,0 Std + 7,5 Std]) eine Gesamtarbeitszeit von rund 30,0 Std. Die folgende Tabelle zeigt den daraus errechneten Aufwandswert:

Herstellen des Niveauausgleiches im EG in [Std/lfm]:

Beurteilung nach REFA **Ergeschoss** Tätigkeit: **Niveauausgleich**	Σ [min]	Σ [Std]	BG	BE	**AW brutto**	
Tätigkeit	1800	30,00	141,06	[lfm]	**0,21**	**Std/lfm**

Bild I-20 Aufwandswert – Niveauausgleich im EG[55]

Das bedeutet, dass der errechnete AW_{brutto} rund 0,21 Std/lfm beträgt, welcher durchaus in der zu erwartenden Größenordnung nach Einschätzung des Verfassers sowie nach Rücksprache mit Praktikern liegt.

4.2.4. Aufwandswerte Treppe, Liftschacht

Die Aufwandswerte, angegeben als AW_{netto} und AW_{brutto}, für die Montage der Treppe, beinhalten folgende Positionen:

- Vor-Montage der Trittstufen auf der Laufplatte
- Anbringen der Anschlagmittel
- Hebevorgang und die Positionierung Treppenelemente
- Montage der Treppe am Objekt
- Entfernung der Anschlagmittel vom Treppenelement

[55] EDER, W.: Bauablaufanalyse von großvolumigen Holzwohnbauten mit speziellem Fokus auf Aufwands- und Leistungswertermittlung, S. 181

Dabei konnten folgende Aufwandswerte ermittelt werden:

Beurteilung nach REFA Tätigkeit: **Montage Treppe**	Σ [min]	Σ [Std]	BG	BE	AW **netto**	AW **[BG/BE]**
Haupttätigkeit	335	5,58	14,42	[m²]	0,39	[Std/m²]
			34,00	[Stufe]	0,16	[Std/Stufe]
			10,68	[lfm]	0,52	[Std/lfm]
Nebentätigkeiten +	15	0,25				
zusätzliche Nebentätigkeiten +	0	0,00				
ablaufbedingte Unterbrechungen +	75	1,25				
störungsbedingte Unterbrechungen +	65	1,08				
erholungsbedingte Unterbrechungen +	5	0,08				
persönlich bedingte Unterbrechungen +	0	0,00				
nicht erkennbare Tätigkeiten =	5	0,08			**AW**	**zusätzlich**
Σ [Zeit]	165	2,75	14,42	[m²]	0,19	[Std/m²]
			34,00	[Stufe]	0,08	[Std/Stufe]
			10,68	[lfm]	0,26	[Std/lfm]
					AW brutto	**AW [BG/BE]**
Σ [Zeit] komplette Montage der Treppe	500	8,33	14,42	[m²]	0,58	[Std/m²]
			34,00	[Stufe]	0,25	[Std/Stufe]
			10,68	[lfm]	0,78	[Std/lfm]

Bild I-21 Aufwandswerte – Montage der Treppe[56]

Der Aufwandswert, angegeben als AW_{netto} und AW_{brutto}, für die Montage des Liftschachtes, beinhaltet folgende Positionen:

- Anbringen der Anschlagmittel an den Liftschachtelementen
- Anbringen der schallentkoppelnden Bänder zwischen Wohnobjekt und Liftschacht
- Montage der Stahlflansche am Betongrundkörper
- Hebevorgang und die Positionierung der Liftschachtelemente
- Verschrauben der Liftschachtelemente zueinander
- Entfernung der Anschlagmittel von den Liftschachtelementen

Dabei konnten folgende Aufwandswerte ermittelt werden:

Beurteilung nach REFA Tätigkeit: **Liftschacht Stellen und Verschrauben des Liftschachtes**	Σ [min]	Σ [Std]	Verteilung [%]	BE [m²]	AW	AW [Std/m²]
Haupttätigkeit	45	0,75	28%	84,32	**AW netto**	**0,01**
Nebentätigkeiten +	80	1,33	50%			
zusätzliche Nebentätigkeiten +	0	0,00	0%			
ablaufbedingte Unterbrechungen +	20	0,33	13%			
störungsbedingte Unterbrechungen +	0	0,00	0%			
erholungsbedingte Unterbrechungen +	10	0,17	6%			
persönlichbedingte Unterbrechungen +	0	0,00	0%			
nicht erkennbare Tätigkeiten =	5	0,08	3%			
Σ [Zeit]	115	1,92	72%	84,32	AW zusätzl.	0,02
Σ [Zeit] Stellen und Verschraubendes Liftschachtes	160	2,67			**AW brutto**	**0,03**

Bild I-22 Aufwandswerte – Stellen und Verschrauben des Liftschachtes[57]

[56] EDER, W.: Bauablaufanalyse von großvolumigen Holzwohnbauten mit speziellem Fokus auf Aufwands- und Leistungswertermittlung, S. 182

[57] a.a.O., S. 182

4.2.5. Gesamtdarstellung Aufwandswerte

Die nachfolgende Tabelle zeigt alle ermittelten Aufwandswerte, wozu Daten im Zuge der Baustellenbeobachtung erfasst wurden.

Aufwandswerte im Überblick		AW_{netto}	BE	AW_{brutto}	BE
Niveauausgleich im EG				0,21	[Std/lfm]
Montage der Winkel	Bohrung und Verschraubung in Kellerecke im EG			0,12	[Std/Stk]
	Verschraubung der Verbindung Holz-Holz im EG	0,05	[Std/Stk]	0,05	[Std/Stk]
	Verschraubung der Verbindung Holz-Holz im 1. OG	0,03	[Std/Stk]	0,05	[Std/Stk]
	Verschraubung der Verbindung Holz-Holz im 2. OG	0,08	[Std/Stk]	0,11	[Std/Stk]
Dichtung (stirnseitig) zur Schallentkoppelung	Einbau im EG	0,04	[Std/lfm]	0,04	[Std/lfm]
	Einbau im 1. OG	0,02	[Std/lfm]	0,02	[Std/lfm]
	Einbau im 2. OG	0,02	[Std/lfm]	0,03	[Std/lfm]
Montage der Wände	Stellen der AW im EG	0,04	[Std/m²]	0,06	[Std/m²]
	Stellen der AW im 1. OG	0,03	[Std/m²]	0,05	[Std/m²]
	Stellen der AW im 2. OG	0,04	[Std/m²]	0,06	[Std/m²]
	Verschrauben der AW im EG	0,07	[Std/lfm]	0,09	[Std/lfm]
	Verschrauben der AW im 1. OG	0,04	[Std/lfm]	0,05	[Std/lfm]
	Verschrauben der AW im 2. OG	0,07	[Std/lfm]	0,09	[Std/lfm]
	Stellen der IW im EG	0,03	[Std/m²]	0,04	[Std/m²]
	Stellen der IW im 1. OG	0,02	[Std/m²]	0,05	[Std/m²]
	Stellen der IW im 2. OG	0,02	[Std/m²]	0,04	[Std/m²]
	Verschrauben der IW im EG	0,04	[Std/lfm]	0,06	[Std/lfm]
	Verschrauben der IW im 1. OG	0,03	[Std/lfm]	0,04	[Std/lfm]
	Verschrauben der IW im 2. OG	0,02	[Std/lfm]	0,04	[Std/lfm]
	Stellen/Verschrauben der AW im EG	0,06	[Std/m²]	0,09	[Std/m²]
	Stellen/Verschrauben der AW im 1. OG	0,04	[Std/m²]	0,06	[Std/m²]
	Stellen/Verschrauben der AW im 2. OG	0,06	[Std/m²]	0,09	[Std/m²]
	Stellen/Verschrauben der IW im EG	0,04	[Std/m²]	0,07	[Std/m²]
	Stellen/Verschrauben der IW im 1. OG	0,03	[Std/m²]	0,06	[Std/m²]
	Stellen/Verschrauben der IW im 2. OG	0,02	[Std/m²]	0,05	[Std/m²]
	komplette Montage der AW im EG	0,09	[Std/m²]	0,12	[Std/m²]
	komplette Montage der AW im 1. OG	0,06	[Std/m²]	0,09	[Std/m²]
	komplette Montage der AW im 2. OG	0,11	[Std/m²]	0,15	[Std/m²]
	komplette Montage der IW im EG	0,07	[Std/m²]	0,09	[Std/m²]
	komplette Montage der IW im 1. OG	0,06	[Std/m²]	0,09	[Std/m²]
	komplette Montage der IW im 2. OG	0,06	[Std/m²]	0,10	[Std/m²]
	gesamte Montage der Wände im EG mit Zeitaufzeichnung der Firma			0,22	[Std/m²]
	gesamte Montage der Wände im EG ohne Zeitaufzeichnung der Firma	0,09	[Std/m²]	0,13	[Std/m²]
	gesamte Montage der Wände im 1. OG	0,08	[Std/m²]	0,11	[Std/m²]
	gesamte Montage der Wände im 2. OG	0,10	[Std/m²]	0,16	[Std/m²]
Montage der Deckenelemente	Verlegen der Deckenelemente über EG	0,02	[Std/m²]	0,03	[Std/m²]
	Verlegen der Deckenelemente über 1. OG	0,02	[Std/m²]	0,03	[Std/m²]
	Verschrauben der Deckenelemente über EG	0,03	[Std/lfm]	0,04	[Std/lfm]
	Verschrauben der Deckenelemente über 1. OG	0,02	[Std/lfm]	0,03	[Std/lfm]
	gesamte Montage der Deckenelemente über EG	0,05	[Std/m²]	0,06	[Std/m²]
	gesamte Montage der Deckenelemente über 1. OG	0,04	[Std/m²]	0,06	[Std/m²]
Montage der Dachelemente	Verlegen der Dachelemente über 2. OG	0,01	[Std/m²]	0,02	[Std/m²]
	Verschrauben der Dachelemente über 2. OG	0,02	[Std/lfm]	0,03	[Std/lfm]
	gesamte Montage der Dachelemente über 2. OG	0,02	[Std/m²]	0,04	[Std/m²]
Montage der Unterzüge	Einrichten/Verschrauben der Unterzüge im EG	0,05	[Std/lfm]	0,08	[Std/lfm]
	Einrichten/Verschrauben der Unterzüge im 1. OG	0,02	[Std/lfm]	0,04	[Std/lfm]
	Einrichten/Verschrauben der Unterzüge im 2. OG	0,03	[Std/lfm]	0,05	[Std/lfm]
Montage der Unterbaukonstruktion (südseitig) für Balkon	Einrichten/Verschrauben der Unterkost. im EG	0,09	[Std/lfm]	0,15	[Std/lfm]
	Einrichten/Verschrauben der Unterkost. im 1. OG	0,19	[Std/lfm]	0,26	[Std/lfm]
	Einrichten/Verschrauben der Unterkost. im 2. OG	0,24	[Std/lfm]	0,37	[Std/lfm]
Montage der Dämmung an der Wohnungstrennwand	Montage der Dämmung im EG	0,09	[Std/m²]	0,09	[Std/m²]
	Montage der Dämmung im 1. OG	0,08	[Std/m²]	0,10	[Std/m²]
	Montage der Dämmung im 2. OG	0,08	[Std/m²]	0,11	[Std/m²]
Montage der Treppen	Vormontage der Trittstufen	0,11	[Std/Stk]	0,18	[Std/Stk]
		0,25	[Std/m²]	0,42	[Std/m²]
		0,34	[Std/lfm]	0,56	[Std/lfm]
	Montage des Treppenaufganges	0,16	[Std/Stk]	0,25	[Std/Stk]
		0,39	[Std/m²]	0,58	[Std/m²]
		0,52	[Std/lfm]	0,78	[Std/lfm]
Montage des Treppenaufganges u. der Geländer		0,18	[Std/m²]	0,32	[Std/m²]
Montage des Liftschacht	Stellen und Verschrauben des Liftschachtes	0,01	[Std/m²]	0,03	[Std/m²]
Montage der Außenverkleidung des Treppenaufganges		0,15	[Std/m²]	0,21	[Std/m²]
Montage Dachverkleidung	Mesen/Zuschnitt/Verschraubung stirnseitig	0,04	[Std/lfm]	0,05	[Std/lfm]

Bild I-23 Gesamtdarstellung ermittelte Aufwandswerte[58]

[58] EDER, W.: Bauablaufanalyse von großvolumigen Holzwohnbauten mit speziellem Fokus auf Aufwands- und Leistungswertermittlung, Anhang

5. Zusammenfassung und Ausblick

Mit der Entwicklung neuartiger Holzprodukte und -konstruktionen und dem starken Anstieg der Vorfertigung im konstruktiven Holzbau, nahm die Industrialisierung in der Holzbaubranche in den letzten 25 Jahren tendenziell zu. Dadurch ergibt sich einerseits ein neues Betätigungsfeld für zahlreiche Holzbaubetriebe in Form großvolumiger Holzbauten, sowie eine Möglichkeit der holzverarbeitenden Industrie, deren neuartige Produkte und den Holzbau insgesamt gemeinsam weiter zu entwickeln.

Mit Brettsperrholz gewinnt die massive Holzbauweise auch im allgemeinen Bauen mehrgeschossiger (Wohn-)Objekte, weiterhin an Bedeutung, da die Marktnachfrage nach ökologischen Baustoffen von starkem Wachstum gekennzeichnet ist.

5.1. Potenzial im Holzbau

Zu Beginn des Planungsprozesses eines Bauobjektes stehen neben der bautechnischen Qualität vor allem die zu erwartenden Kosten im Blickpunkt jedes potentiellen Investors. Der Baustoff Holz ist im Gegensatz zu anderen am Markt erhältlichen mineralischen Baustoffen aufgrund des höheren Materialeinsatzes und eines grundsätzlich hochwertigen Ausgangsstoffes kostentechnisch höher einzustufen, was die Entscheidungsfindung des Planers und/oder des Bauherrn für den Baustoff Holz nicht eindeutig ausfallen lässt.

Kurze Bauzeit

Das Potenzial der holzbaulichen Arbeitsverfahren liegt klar in der kurzen Rohbauzeit gegenüber anderen herkömmlichen Arbeitsverfahren im Wohnungsbau. Mineralische Werkstoffe, wie es bspw. Beton oder tw. Ziegel sind, benötigen nach Beendigung der eigentlichen Rohbauarbeiten Zeiten zur Austrocknung, bevor mit der Gestaltung der Außenhülle oder mit dem Innenausbau begonnen werden kann. Dieser Sachverhalt ist für die trockene Holzbauweise nicht zutreffend. Das bedeutet, dass gerade bei sehr kurz geplanten Rohbauzeiten das Bauen mit Holz einen wesentlichen Vorteil darstellen kann.

Eine möglichst kurze Bauzeit ist auch ein Argument für den Baustoff Holz, welcher aufgrund einer geringeren Masse pro Bezugseinheit eine leichtere Bauweise darstellt. Somit sind lt. Studien die eingesetzten Arbeitskräfte im Holzbau weniger stark belastet, als in vergleichbaren Sparten im Bauwesen.

Baustelleneinrichtung

Ein weiterer Vorteil ist, dass im Holzbau ein geringer Platzbedarf rund um das Baufeld benötigt wird, da in der Regel die Holzelemente just in time geliefert und anschließend meist ohne Zwischenlagerung verbaut werden. Somit werden geringere Montage- und Lagerflächen vor Ort benötigt, als dies bei anderen Bauweisen der Fall ist.

In der Regel handelt es sich bei Montagearbeiten im Holzbau um Baustellen mit sehr kurzer Bauzeit, womit auf der Baustelle nur eine sehr geringe Einrichtung mit Containern etc. erforderlich ist. Die benötigten Klein-Montagewerkzeuge werden prinzipiell nicht auf der Baustelle, sondern meist in den Firmentransportwägen gelagert, womit sich die Baustelleneinrichtung auf ein Minimum reduzieren lässt.

Montagefortschritt

Der Fortschritt der Arbeiten in der Holz-Massivbauweise wird, neben den nicht beeinflussbaren Witterungseinflüssen, prinzipiell hauptsächlich vom eingesetzten Hebegerät wie z.B. dem Mobilkran sowie der eigentlichen Montageleistung der Arbeitskräfte und deren Hilfsmittel, wie beispielsweise eventuelle Hebebühnen und Hilfsgeräte für die Holzbaumontage, bestimmt.

Dies sind nur einige grundsätzliche Faktoren, welche das Potenzial des Holzbaus abbilden. Allerdings sei an dieser Stelle erwähnt, dass diese augenscheinlichen Vorteile oftmals nicht als Argument verwendet werden, da sie einerseits schwer zu quantifizieren und monetär zu bewerten sind, und andererseits aufgrund des Einsatzes zahlreicher Unternehmen in unterschiedlichen Gewerken auf einer Baustelle die Bauabläufe und Zusammenhänge der Tätigkeiten nicht eindeutig ausfallen und zuzuordnen sind. Hier hat der Holzbau noch enormes Potenzial künftig eine Vorreiterrolle in einer ganzheitlichen Abwicklung einzunehmen und unter seiner Führerschaft neue Maßstäbe im Bauen zu setzen.

5.2. Ausblick – Kalkulation

Hersteller und Firmen, welche sich mit der Montage von BSP-Produkten auseinandersetzen, arbeiten mit eigenen firmeninternen Kalkulationsansätzen, welche der Öffentlichkeit, sowie der Fachwelt im Allgemeinen nicht zugänglich sind. Die produzierenden Betriebe von Brettsperrholz bieten die Produktion und den Abbund der Rohelemente an. Die Montage vor Ort übernehmen in den meisten Fällen Subfirmen oder typische mittelgroße Holzbaubetriebe. Diese Tatsache bietet dem montageausführenden Unternehmen bei derartigen Systembauten prinzipiell die Möglichkeit einer kostendeckenden Kalkulation ausschließlich über die Lohnkosten bzw. Baustellengemeingemeinkosten.

Dabei bilden die Aufwandswerte die grundlegenden Eingangsparameter in die Kalkulation einzelner Leistungspositionen. Die in dieser Untersuchung

ermittelten Aufwandswerte können somit für künftige Projekte mit ähnlichen Randbedingungen sowie Gestaltung als Basis herangezogen werden. Die ermittelten Werte sind jedoch in jedem Fall eingehend auf die tatsächlichen Bedingungen abzustimmen und anzupassen, da jedes auch noch so ähnlich wirkende Bauprojekt wiederum ein Unikat darstellt. Holzbaubetriebe sind somit angehalten, die Preisermittlungen auf detaillierter Basis mit fundiert ermittelten Werten ohne Schätzung durchzuführen, um im künftig nach wie vor stärker zunehmenden Wettbewerb gestärkt hervorgehen zu können.

5.3. Künftige Entwicklungen

Als Resümee ist festzuhalten, dass die Holz-Massivbauweise in Form von Brettsperrholz aufgrund des möglichen Vorfertigungsgrades und seiner zahlreichen individuell erzielbaren Grundrissgestaltung, weiterhin großes Potential aufweist. Im Holzbau bietet diese Bauweise, vor allem in Form des vorgefertigten elementweisen oder modularen Bauens, nach Einschätzung zahlreicher Experten künftig enormes Potential. Der Vorfertigungsgrad kann, wie es beispielsweise beim untersuchten Objekt dieser Arbeit der Fall ist, eher gering sein und ausschließlich formatierte BSP-Elemente umfassen, aber auch komplette Wandaufbauten, bestehend aus Holzelementen mit aufgebrachter Dämmung an der Außenseite, fertige Oberflächen innen und eingebauten Fenstersystemen, umfassen. Die Anschlussstellen und Übergänge einzelner Elemente müssen dabei frei zugänglich sein, da diese erst im Zuge der Montage auf der Baustelle nach der Fixierung der Elemente untereinander geschlossen werden und die bauphysikalisch dichte Hülle, hergestellt wird. Dies wird auch in der künftigen Entwicklung eines Bausystems eine grundsätzliche Rolle spielen.

Speziell die Erarbeitung eines standardisierten Leistungsverzeichnisses für die Brettsperrholzbauweise muss in naher Zukunft durch die zuständigen Normenausschüsse und Experten bewerkstelligt werden, damit eine Vereinfachung in der Ausschreibungs- und Angebotsphase erreicht wird und damit eindeutige und produktneutrale Ausschreibungsunterlagen einfach, rasch und fehlerfrei mit möglichst wenig Interpretations- und Spekulationsspielraum für Planer und Ausführende auch im Holzbau zur Verfügung stehen Des Weiteren kann durch die Schaffung normativer Standards, aber vor allem umfassende und durchgängige Bausysteme, der Sprung vom Prototyp, welcher ein Holzbau in den meisten Fällen nach wie vor darstellt, zum Massenprodukt im Bauwesen schaffen. Um dies zu erreichen, bedarf es künftig einer noch engeren Zusammenarbeit zwischen der Forschung, den Tragwerksplanern und Ingenieuren sowie den holzherstellenden und holzweiterverarbeitenden Unternehmen. Der Holzbau trägt hier bereits wesentlich dazu bei und wird künftig im täglichen Baugeschehen eine noch bedeutendere Rolle einnehmen.

Literaturverzeichnis

http://www.holzbauaustria.at/index.php?id=111&tx_ttnews%5Btt_news%5D=4991&cHash=62a932575f70b96744dac385dd74cd0f. Datum des Zugriffs: 16.10.2014.

http://www.timber-online.net/?+BSP+weiter+auf+UEberholspur+&id=2500%2C5345934%2C%2C%2CY2Q9NTI%3D. Datum des Zugriffs: 10.11.2014.

http://www.brettsperrholz.org/brettsperrholz-bsp-x-lam/gueltige-zulassungen/mn_45182. Datum des Zugriffs: 21.11.2014.

http://www.knapp-verbinder.com/index.php?option=com_phocadownload&view=category&id=41%3Awalco-v&Itemid=86. Datum des Zugriffs: 24.11.2014.

http://www.lemsitzer.at/index_1_1___1_0__.html. Datum des Zugriffs: 01.11.2014.

DRESS, G.; PAUL, W.: Kalkulation von Baupreisen. Berlin. Bauwerk Verlag GmBH, 2000.

DUSCHEL, M.; PLETTENBACHER, W.: Handbuch Arbeitsvorbereitung im Baubetrieb. Wien. Linde Verlag, 2012.

EDER, W.: Bauablaufanalyse von großvolumigen Holzwohnbauten mit speziellem Fokus auf Aufwands- und Leistungswertermittlung, Masterarbeit TU Graz, 2015

HECK, D.; SCHLAGBAUER, D.: Bauwirtschaftlehre VU (Master) Skriptum. Graz. Institut für Baubetrieb und Projektentwicklung, WS 2011/12.

HOFSTADLER, C.: Bauablaufplanung und Logistik im Baubetrieb. Berlin Heidelberg. Springer-Verlag , 2007.

— : Schalarbeiten-Technologische Grundlagen, Sichtbeton, System-auswahl, Ablaufplanung, Logistik und Kalkuation. Berlin Heidelberg. Springer-Verlag, 2008.

HOLZCLUSTER STEIERMARK: Innovativer Holzbau in der Steiermark – eine wirtschaftliche Bewertung entlang der Wertschöpfungskette. Forschungsprojekt. Graz. Holzcluster Steiermark Gmbh, 2014.

LANG, A.: Ein Verfahren zur Bewertung von Bauablaufstörungen und zur Projektsteuerung. Düsseldorf. VDI-Verlag, 1988.

OBERNDORFER, W.; JODL, H. G.: Handwörterbuch der Bauwirtschaft. Wien. Austrian Standards plus Publ. , 2010.

REFA - VERBAND FÜR ARBEITSSTUDIEN UND BETRIEBS-ORGANISATION E.V.: Methodenlehre des Arbeitsstudiums - Teil 2 - Datenermittlung. München. Carl Hanser Verlag, 1992.

RIEDINGER, H.-G.; STEINMETZGER, R.: Rationalisierung im Baubetrieb - Möglichkeiten der REFA-Methoenlehre. In: Thesis, Wissenschaftliche Zeitschrift der Bauhaus-Universität Weimar, 1/2000.

SCHIERMEYER, V.: State-of-the-art Report zur Verbindungstechnik bei Brettsperrholz. Bemessungskonzept. Bad Oeynhausen. Holzinnovationszentrum GmbH, 2012.

SCHLAGBAUER, D.: Entscheidungsgrundlagen für die Arbeitszeitgestaltung . Doktorarbeit. Graz. technische Universität Graz, 2011.

SCHOBER, P.: Mehrgeschossiger Holzbau in Österreich - Holzskelett- und Holzmassivbau. In: Zuschnitt 50 - Konfektionen in Holz, 50/2013.

STORA ENSO: Stora Enso Building and Living Solutions. Technikordner. St. Leonhard im Lavantal. Stora Enso, 2012.

THIEL, A.: Hebesysteme für BSP. Forschungsbericht. Graz. holz.bau forschungs gmbh/Technische Universität Graz, 2014.

TIMBORY; HAAS FERTIGBAU GMBH: Profihandbuch für Brettsperrholz. Graz. 2013.

IV. Standardisierte Leistungsbeschreibung im Holzbau – Leitfaden für die Ausschreibung nach der neuen LG 36 – Holzbau

Dieser Artikel ist ein Abstract des Masterprojekts von Florian Wolfthaler „Standardisierte Leistungsbeschreibung im Holzbau – Leitfaden für die Ausschreibung nach der neuen LG 36 – Holzbau“, abgeschlossen im April 2015

Florian Wolfthaler, BSc
Student der Studienrichtung Bauingenieurwissenschaften – Konstruktiver Ingenieurbau an der TU Graz
wolfthaler@gmx.at

Dipl.-Ing. Jörg Koppelhuber
Institut für Baubetrieb und Bauwirtschaft, TU Graz
Lessingstraße 25/2, 8010 Graz
joerg.koppelhuber@tugraz.at

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung 87
2. Grundlagen – Standardisierte Leistungsbeschreibung 89
2.1. Ausschreibungen nach dem Bundesvergabegesetz 89
2.1.1. Grundsätze der Leistungsbeschreibung 89
2.1.2. Erstellung von Leistungsverzeichnissen 90
2.2. Leistungsbeschreibungen und Leistungsverzeichnisse nach der ÖNORM A2063 90
2.2.1. Leistungsbeschreibungen 90
2.2.2. Aufbau einer Leistungsbeschreibung 91
2.2.3. Leistungsverzeichnisse 92
2.2.4. Arten von Leistungsverzeichnissen 92
2.2.5. Gliederung im Leistungsverzeichnis 93
2.2.6. Positionsarten 93
2.2.7. Textlücken – Ausschreiberlücke oder Bieterlücke 94
2.2.8. Frei formulierte Texte 94

2.2.9. Preise im Leistungsverzeichnis.....95
3. Grundlagen – Leitfaden für die neue LG 36 – Holzbau.....96
3.1. Ziel dieses Leitfadens 97
3.2. Handhabung dieses Leitfadens 98
3.3. Überarbeitung der bestehenden LG 36 98
3.4. Gliederung dieses Leitfadens 101
3.5. Detaillierungsebenen der LG 36 – Holzbau.....101
3.6. Übersicht der neuen LG 36 – Holzbau 103
3.7. Exemplarischer Auszug aus der neuen LG 36 – Holzbau.....104
4. Leitfaden: Neue Leistungsgruppe 36 – Holzbau 105
4.1. Technische Beschreibungen.....105
4.1.1. Planungsleistungen im Holzbau.....107
4.1.1.1. Konstruktionsplanung.....108
4.1.1.2. Werkstattplanung 108
4.1.1.3. Statische Berechnungen.....109
4.1.2. Ebenheitsabweichungen für den Untergrund 109
4.1.3. Holzmassivbau – Brettsperrholz 111
4.1.3.1. Schichtaufbau von Brettsperrholz.....111
4.1.3.2. Definition der Abmessungen von BSP – Wänden 112
112
4.1.3.3. Definition der Abmessungen von BSP – Decken 112
4.1.3.4. Mindestverschraubung von Brettsperrholz-Elementstößen 113
4.2. Gesamtaufbauten.....114
5. Schlussfolgerung und Fazit.....117
Literaturverzeichnis.....118

1. Einleitung

Der Holzbau in Österreich durch eine Vielzahl an technischen Innovationen in wirtschaftlicher Hinsicht wächst stetig. Derzeit werden in Österreich, einigen Studien zufolge, mehr als ein Drittel aller Neubauten in Holzbauweise errichtet, die Tendenz ist dabei steigend. Dieser Trend kommt der allgemeinen Entwicklung nachhaltiger Bauweisen und der wachsenden Erfordernissen an die Energieeffizienz von Bauwerken sehr entgegen.

Diese positive Entwicklung des Holzbaus erfordert einmal mehr eine einheitliche Standardisierung von Produkten, sowohl in technischer Hinsicht, als auch eine Standardisierung sowie Systematisierung von Arbeitsabläufen nach wirtschaftlichen Gesichtspunkten. Aufgrund der großen Vielfalt von am Markt verfügbaren Holzwerkstoffen und Holzbausystemen, ist eine wirtschaftliche Vergleichbarkeit mit den traditionellen Baustoffen, wie Stahl, Ziegel oder Beton, oftmals schwierig und de facto nicht gegeben. Zusätzlich bedarf es einer fundierten, frühzeitigen Planung sowie einer soliden Fachkompetenz im Holzbau, um ein den heutigen Anforderungen genügendes Bauwerk mit dem Baustoff Holz mängelfrei, kostengünstig auf einem hohen Qualitätsniveau zu realisieren. Viele Architekten und Planer scheuen sich davor, Bauwerke in Holzbauweise auszuschreiben, da die Sicherheit in der Planungs- und Ausführungsqualität, die Ausschreibungsroutine, sowie oftmals das Vertrauen zum Baustoff selbst, fehlen.

Standardisierte Leistungsbeschreibungen (kurz: StLB) haben die Aufgabe, mittels eindeutig vordefinierten Positionstexten, die Ausschreibung von Bauleistungen zu erleichtern, sowie den Kalkulationsaufwand und den Interpretationsspielraum für den Bieter zu verringern und die Angebote für den Bauherren damit vergleichbar zu machen. Eine ausführlich und übersichtlich ausgearbeitete Leistungsbeschreibung trägt dazu bei, Ausschreibende und Bieter zu motivieren, diese auch anzuwenden und von selbst definierten, nicht eindeutigen firmenspezifischen, nicht produktneutralen Ausschreibungstexten abzugehen. Mit Hilfe der neu geschaffenen Leistungsgruppe 36 – Holzbau, wobei die Herausgabe für das Jahr 2015 geplant ist, einer überarbeiteten, standardisierten Leistungsbeschreibung in Österreich für Konstruktionen und Bauweisen in Holz, sollen künftig vermehrt Architekten und Planer motiviert werden, Ihre Objekte in Holzbauweise auszuschreiben.

Im Zuge einer ersten Anwendung einer neuen Standardleistungsbeschreibung entsteht für den Anwender eine Einarbeitungszeit, um mit dem ergänzten Inhalt, den teils neuen Formulierungen und Bezeichnungen in den Positionstexten und Vorbemerkungen vertraut zu werden. Mit dem erstellten Leitfaden als ergänzendes Dokument zur neuen Leistungsgruppe 36 – Holzbau, soll die Anwendung erleichtert, die Einarbeitungszeit verkürzt und der Holzbau für Planer und Ausschreibende zusätzlich attraktiv gemacht werden.

Anmerkung:

Das genaue Erscheinungsdatum der neuen LG 36 – Holzbau ist zum Zeitpunkt der Erstellung dieses Fachartikels nicht bekannt. Es ist jedoch seitens aller Projektbeteiligten, sowie seitens des Herausgebers der Standardleistungsbeschreibung Hochbau, dem Bundesministeriums für Wirtschaft, Familie und Jugend, geplant, die Neu-Herausgabe der LG 36 im Laufe des Jahres 2015 zu forcieren.

2. Grundlagen – Standardisierte Leistungsbeschreibung

Um ein besseres Verständnis für Ausschreibungen von Bauleistungen im Holzbau zu erlangen, werden im folgenden Kapitel die wesentlichsten Grundlagen zu Standardisierten Leistungsbeschreibungen im Bauwesen in Anlehnung an den vorhandenen Leitfaden des Bundesministeriums für Wirtschaft, Familie und Jugend (kurz: BMWFJ) mit dem Titel „Die Bauausschreibung“[1] für die Anwendung der StLB Hochbau Version 019[2] (Ausgabe:15.02.2012) und der StLB Haustechnik Version 010[3] näher erläutert.

2.1. Ausschreibungen nach dem Bundesvergabegesetz

Die gesamte öffentliche Auftragsvergabe wird nach dem in Österreich seit dem Jahr 2006 gültigen Bundesvergabegesetz (kurz: BVergG) eindeutig geregelt. Die maßgeblichen Bestimmungen des BVergG sind in jedem Fall vom öffentlichen Auftraggeber (Bund, Länder, Gemeinden, Kommunen, etc.) bei jeglichen Arten von Ausschreibungen, nicht nur jene von Bauleistungen, einzuhalten. Dabei sind einige sehr wesentliche Grundsätze zu beachten, um einen fairen Wettbewerb zu ermöglichen.

2.1.1. Grundsätze der Leistungsbeschreibung[4]

Grundsätzlich muss eine Leistungsbeschreibung eindeutig, vollständig und neutral sein. Dabei bedeutet:

- Eindeutigkeit:

  Unklare Formulierungen, die zu Missverständnisse führen, sind vom Ausschreibenden zu verantworten und zu vermeiden.

- Vollständigkeit:

  Zusätzlich zu jenen Leistungen, die zur Fertigstellung des ausgeschriebenen Objektes erforderlich sind, ist es notwendig, alle Umstände, die zur Erfüllung der Leistung für den Bieter von Bedeutung sind, möglichst vollständig zu beschreiben.

---

1 Vgl. ILG, M.; YASAR, M.: Die Bauausschreibung - Leitfaden für die Anwendung der StLB Hochbau 019 und Haustechnik 010.

2 BUNDESMINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT, FAMILIE UND JUGEND (KURZ: BMWFJ): Leistungsbeschreibung Hochbau Version 019.

3 BUNDESMINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT, FAMILIE UND JUGEND (KURZ: BMWFJ): Leistungsbeschreibung Haustechnik Version 010.

4 Vgl. ILG, M.; YASAR, M.: Die Bauausschreibung - Leitfaden für die Anwendung der StLB Hochbau 019 und Haustechnik 010. S. 17f

- Neutralität:

  Anhand der Beschreibung und Formulierung einer Leistung darf kein Vorteil im Vorhinein für einen bestimmten Bieter entstehen.

2.1.2. Erstellung von Leistungsverzeichnissen[5]

Prinzipiell sind für die Beschreibung von Bauleistungen geeignete Leitlinien, wie bspw. ÖNORMEN oder Standardisierte Leistungsbeschreibungen zu berücksichtigen. Selbst erstellte und ergänzte bestehende Leistungsbeschreibungen, welche davon abweichen, sollen weitestgehend vermieden und im Falle der Verwendung begründet werden. Derartige Zusatzpositionen sind nur dann zulässig, wenn die standardisierten Texte der StLB nicht ausreichen, um die gewünschte Leistung vollständig zu beschreiben.

2.2. Leistungsbeschreibungen und Leistungsverzeichnisse nach der ÖNORM A2063

In der ÖNORM A 2063 – Ausgabe 2011[6] werden der Austausch von Leistungsbeschreibungs-, Elementkatalogs-, Ausschreibungs-, Angebots-, Auftrags- und Abrechnungsdaten in elektronischer Form eindeutig geregelt.

2.2.1. Leistungsbeschreibungen[7]

Eine Standardisierte Leistungsbeschreibung ist eine Sammlung standardisierter Texte oder Textteile für einzelne Positionen und sonstige rechtliche und technische Bestimmungen. Die Sammlung umfasst die Leistungen für ein bestimmtes Sachgebiet in seiner Gesamtheit oder in Bezug auf Teilgebiete (z.B. Baumeisterarbeiten, Holzbauarbeiten, etc.). Neben dem Konsens aller beteiligten Verkehrskreise und der Berücksichtigung ihrer Interessen, zählen normkonforme nach der ÖNORM B2061[8] kalkulierbare Angebote und sog. Ausschreiberlücken, welche auf ein Minimum zu reduzieren sind, zu den wichtigsten Merkmalen einer StLB.

---

[5] Vgl. ILG, M.; YASAR, M.: Die Bauausschreibung - Leitfaden für die Anwendung der StLB Hochbau 019 und Haustechnik 010. S. 19f

[6] ÖSTERREICHISCHES NORMUNGSINSTITUT: ÖNORM A 2063:2011 Austausch von Leistungsbeschreibungs-, Elementkatalogs-, Ausschreibungs-, Angebots-, Auftrags- und Abrechnungsdaten in elektronischer Form.

[7] Vgl. ILG, M.; YASAR, M.: Die Bauausschreibung - Leitfaden für die Anwendung der StLB Hochbau 019 und Haustechnik 010. S. 23f

[8] ÖSTERREICHISCHES NORMUNGSINSTITUT: ÖNORM B 2061:1999 Preisermittlungen für Bauleistungen.

2.2.2. Aufbau einer Leistungsbeschreibung[9]

Leistungsbeschreibungen sind folgendermaßen gegliedert:

- Ständige Vorbemerkungen

  Ständige Vorbemerkungen dienen zur näheren Erläuterung der nachfolgenden Positionstexte und regeln die Rangordnung, sowie die Gültigkeit bei etwaigen Widersprüchen, auch in Zusammenhang mit Bauverträgen.

- Leistungsgruppen

  In den einzelnen Leistungsgruppen (kurz: LG) werden die unterschiedlichen Gewerke bzw. Bauarten und Materialen im Detail behandelt.

- Unterleistungsgruppen

  In den Unterleistungsgruppen (kurz: ULG) werden die verschiedenen Ausführungsvarianten einer Leistungsgruppe und die dabei mitlaufenden Arbeiten innerhalb einer Bauart bzw. eines Materials angegeben.

- Positionen oder Vorbemerkungen

  Die Position eines Leistungsverzeichnisses stellt die kleinste festgelegte Zusammenfassung von Einzelleistungen dar. Der Positionstext enthält die technische Beschreibung einer Leistung, die Mengenangabe und die konkreten Umstände, welche die Umstände der Leistungserbringung beeinflussen. Zusätzlich gelten weitere Vertragsbestimmungen, die sog. Vorbemerkungen. Diese gelten für alle Positionen oder für bestimmte Gruppen von Positionen und werden in die Ständigen Vorbemerkungen und die Wählbaren Vorbemerkungen eingeteilt. Dabei sind Ständige Vorbemerkungen für alle Positionen gültig und immer nach der jeweiligen Überschrift angeordnet sind. Wählbare Vorbemerkungen können vom Ausschreibenden auf der jeweiligen Ebene in das LV übernommen werden.

  Dabei sind Positionen und Vorbemerkungen wie folgt aufgebaut:

  - Positionsnummer
  - Überschrift (Positionsstichwort)
  - Beschreibung (Positionstext)
  - Lücken (Ausschreiberlücke, Stichwortlücke, Bieterlücke)
  - Preisgliederung (z.B. Zweiergliederung in Lohn und Sonstiges)

[9] Vgl. ILG, M.; YASAR, M.: Die Bauausschreibung - Leitfaden für die Anwendung der StLB Hochbau 019 und Haustechnik 010. S. 24ff

2.2.3. Leistungsverzeichnisse [10]

Ein Leistungsverzeichnis (kurz: LV) ist eine Leistungsbeschreibung für ein konkretes Bauvorhaben und stellt eine der wesentlichsten Ausschreibungsgrundlagen dar. Das LV beschreibt in Form von Teilleistungen eine im Rahmen des Gesamtauftrages zu erbringende Gesamtleistung.

2.2.4. Arten von Leistungsverzeichnissen[11]

Folgende Arten von LV werden nach ÖNORM A 2063 unterschieden:

- Entwurfs-LV:

  Dieses wird während der Planungsphase zum Austausch zwischen Bauherren und Planungsbeteiligten verwendet.

- Kostenschätzungs-LV:

  Dieses dient dem Planer gegenüber dem Bauherrn für den sog. Kostenanschlag, wobei die Bieterlücken bereits ausgefüllt sind.

- Ausschreibungs-LV:

  Das Ausschreibungs-LV enthält all jene Angaben über Leistungen, die für den Bauherrn von Relevanz sind. Es beinhaltet jedoch keine Preise, Mengenermittlungen und Notizen.

- Angebots-LV:

  Dieses stellt das Ausschreibungs-LV inkl. der Preise, Bieterlücken und Angaben über Aufschläge und Nachlässe dar.

- Alternativangebots-LV:

  Dieses ist kein ausschreibungskonformes Angebot seitens des Bieters, sondern beinhaltet lediglich die Alternative des Bieters. Das Alternativangebots-LV deckt den gesamten Leistungsumfang eines Angebots-LV ab.

- Abänderungs-LV:

  Dieses ist ebenso kein ausschreibungskonformes Angebot seitens des Bieters. Das Abänderungs-LV deckt, ähnlich wie das Alternativangebots-LV, den Leistungsumfang des Angebots-LV ab.

- Vertrags-LV:

  Dieses LV enthält jenes Angebot, welches den Zuschlag erhält.

- Abrechnungs-LV:

---

[10] Vgl. ILG, M.; YASAR, M.: Die Bauausschreibung - Leitfaden für die Anwendung der StLB Hochbau 019 und Haustechnik 010. S. 32

[11] Vgl. ILG, M.; YASAR, M.: Die Bauausschreibung - Leitfaden für die Anwendung der StLB Hochbau 019 und Haustechnik 010. S. 33

Dieses ändert sich mit jedem Projektfortschritt laufend und bildet die Basis für die Abrechnung.

- Zusatzangebots-LV:

  Ein Zusatzangebots-LV wird für etwaige Änderungen, Erweiterungen und Nachträge verwendet und in das ursprüngliche Abrechnungs-LV übernommen.

2.2.5. Gliederung im Leistungsverzeichnis[12]

Die hierarchische Gliederung eines komplexen Leistungsverzeichnisses sieht im Allgemeinen folgendermaßen aus:

- Hauptgruppe (kurz: HG)
- Obergruppe (kurz: OG)
- Leistungsgruppe (kurz: LG)
- Unterleistungsgruppe (kurz: ULG)
- Position (kurz: Pos)

2.2.6. Positionsarten[13]

Grundsätzlich werden folgende Positionsarten unterschieden:

- Normalposition:

  Diese beschreibt jene Positionen, deren Leistungen zur tatsächlichen Ausführung vorgesehen sind. Der Auftragnehmer hat einen vertraglichen Anspruch zur Durchführung dieser Leistungen.

- Wahlposition:

  Ist sich der Auftraggeber nicht sicher, welche Ausführungsart vergeben werden sollte, so kann er sog. Wahlpositionen (kurz: W-Pos.) einführen. Diese können wahlweise ergänzend zu den Normalpositionen ausgeschrieben werden und anstelle dieser beauftragt werden.

- Eventualposition:

  Die Leistungen von sog. Eventualpositionen (kurz: E-Pos.) kommen dann zur Ausführung, wenn sie ausdrücklich vom Auftraggeber angeordnet und im Vorfeld beauftragt werden. Eventualpositionen sind im LV in Preis und Menge abgebildet, werden jedoch im Gesamtpreis nicht separat berücksichtigt.

---

[12] Vgl. ILG, M.; YASAR, M.: Die Bauausschreibung - Leitfaden für die Anwendung der StLB Hochbau 019 und Haustechnik 010. S. 34

[13] Vgl. ILG, M.; YASAR, M.: Die Bauausschreibung - Leitfaden für die Anwendung der StLB Hochbau 019 und Haustechnik 010. S. 34f

2.2.7. Textlücken – Ausschreiberlücke oder Bieterlücke[14]

Im Positionstext oder im Text der Vorbemerkungen von StLB können sog. Ausschreiberlücken vorhanden sein, damit der Ausschreibende seine Vorgaben und Wünsche für z.B. Wahl eines bestimmten Produktes im Vorfeld der Vergabe festlegen kann. Die zweite Art von Lücken sind sog. Bieterlücken. Diese geben dem Bieter die Möglichkeit, ein zum ausgeschriebenen gleichwertiges Produkt nach eigener Wahl im LV anzugeben.

2.2.8. Frei formulierte Texte[15]

Einer Standardleistungsbeschreibung können eigene Texte oder fremde, frei formulierte Textteile hinzugefügt werden. Diese sind der Form entsprechend in das LV einzugliedern. Weiters gilt:

- Grafik:

  Bei Positionen einer LB sind im Allgemeinen keine Bilder in den einzelnen Beschreibungen erlaubt bzw. EDV-technisch möglich. Bei frei formulierten Texten hingegen können je nach Ausschreibungsprogramm ebenso Grafiken, die in ihrer Größe meist beschränkt sind, als Ergänzung im laufenden Text eingefügt werden.

- Eindeutige Positionsnummer:

  Die Positionsnummern einer StLB dürfen für frei formulierte Vorbemerkungen und Positionen im Leistungsverzeichnis nicht übernommen werden. In den einzelnen Leistungsbeschreibungen sind vom Verfasser (BMWFJ) Lücken in der Nummerierung der Positionen freigelassen worden, die dafür zu verwenden sind, wenn freie Positionen und Vorbemerkungen eingegliedert werden sollen.

- Herkunftszeichen „Z“:

  Bei frei formulierten Texten oder veränderten Positionstexten von vorhandenen StLB-Positionen, ist die Positionsnummer mit dem Herkunftszeichen „Z“ als sog. Z-Pos. eindeutig zu kennzeichnen.

[14] Vgl. ILG, M.; YASAR, M.: Die Bauausschreibung - Leitfaden für die Anwendung der StLB Hochbau 019 und Haustechnik 010. S. 35

[15] Vgl. ILG, M.; YASAR, M.: Die Bauausschreibung - Leitfaden für die Anwendung der StLB Hochbau 019 und Haustechnik 010. S. 36f

2.2.9. Preise im Leistungsverzeichnis[16]

Zum Thema unterschiedlicher Preisarten in einem LV werden folgende Arten unterschieden:

- Einheitspreis:

  Dieser wird in all jenen Angeboten verwendet, bei denen sich eine Leistung nach Art, Güte und Umfang genau beschreiben und damit der Preis je Einheit berechnen lässt.

- Pauschalpreis:

  Dieser wird in Angeboten verwendet, in welchen die Art, die Güte und der Umfang einer zu beschreibenden Leistung hinreichend genau bekannt sind und üblicherweise mit keiner Änderung während der Ausführung zu rechnen ist.

- Regiepreis:

  Dieser wird in Angeboten verwendet, in denen die Art, die Güte und der Umfang einer zu beschreibenden Leistung nicht ausreichend genau bekannt sind. Es wird dementsprechend nach dem tatsächlichen Material- und Stundenaufwand im Nachhinein abgerechnet.

Die in diesem Kapitel angeführten Grundsätze dienen als Basis für jeden Ausschreibenden und Bieter im Zuge der Anwendung einer Standardleistungsbeschreibung in Österreich.

Als eine weitere zusätzliche Hilfestellung für die Anwendung der neuen LG 36 – Holzbau dient der Leitfaden, der im Kapitel 4 dieses Abstracts angeführt ist und dessen Grundlagen im nun folgenden Kapitel 3 zum besseren Verständnis näher erläutert werden.

[16] Vgl. ILG, M.; YASAR, M.: Die Bauausschreibung - Leitfaden für die Anwendung der StLB Hochbau 019 und Haustechnik 010. S. 40f

3. Grundlagen – Leitfaden für die neue LG 36 – Holzbau

Zahlreiche Architekten, Planer, Bauherren und Ausschreibende halten sich bei der Baustoffwahl beim Thema Holz nach wie vor zurück, da der eventuell auftretende Mehraufwand, aufgrund der teilweise zu geringen Standardisierung und einer teils höheren Planungsvorleistung aufgrund eines frühzeitig erforderlichen hohen Detailierungsgrades, nach wie vor ein nicht von der Hand zu weisendes Entscheidungskriterium in einer Investition darstellt. Andererseits ist es auch für zahlreiche Holzbauunternehmen schwierig, eine dem allgemeinen Wettbewerb des Marktes standhaltende plausible und produktneutrale Kalkulation gemäß der geltenden ÖNORM B 2061[17] durchzuführen. Um die Entwicklungen im Holzbau weiterhin zu unterstützen, wurde im Jahr 2010 das Projekt „SysHolz – Systematisierter Holzbau“ mit dem ersten überarbeiteten Vorschlag einer standardisierten Leistungsbeschreibung für den Holzbau in Form der LG 40v erarbeitet und damit ein erster Schritt in Richtung Standardisierung der Ausschreibung im Holzbau realisiert.[18]

Bis heute gibt es in der österreichischen Holzbaubranche die Standard-leistungsbeschreibung mit der Untergruppe der Leistungsgruppe 36 (kurz: LG 36), welche sich allerdings eher auf traditionelle Zimmermeisterarbeiten beschränkt. Durch das Projekt „SysHolz“ ergab sich für die Holzbauunter-nehmen eine zusätzliche Standardisierung des modernen Holzbaus, welche jedoch nie den vereinheitlichten LB-H Status des BMWFJ erreichte. Da die Existenz von zwei parallelen Leistungsgruppen des selben Baustoffs für Verwirrung sorgt und die Erstellung von Ausschreibungen erschwert, wurde es notwendig, die beiden Leistungsgruppen LG 36 und LG 40v zu fusionieren. Diese neue und beide Bereiche umfassende Leistungsgruppe mit dem Namen LG 36 – Holzbau wird mit dem Jahr 2015 den offiziellen LB-H Status erlangen (vgl. Anmerkungen Kap. 1).

[17] ÖSTERREICHISCHES NORMUNGSINSTITUT: ÖNORM B 2061:1999 Preis-ermittlungen für Bauleistungen.

[18] Vgl. HOLZCLUSTER STEIERMARK GMBH; HOLZINNVATIONSZENTRUM: Projektskizze "(SYS)Holz-Kalkulation)" S. 2

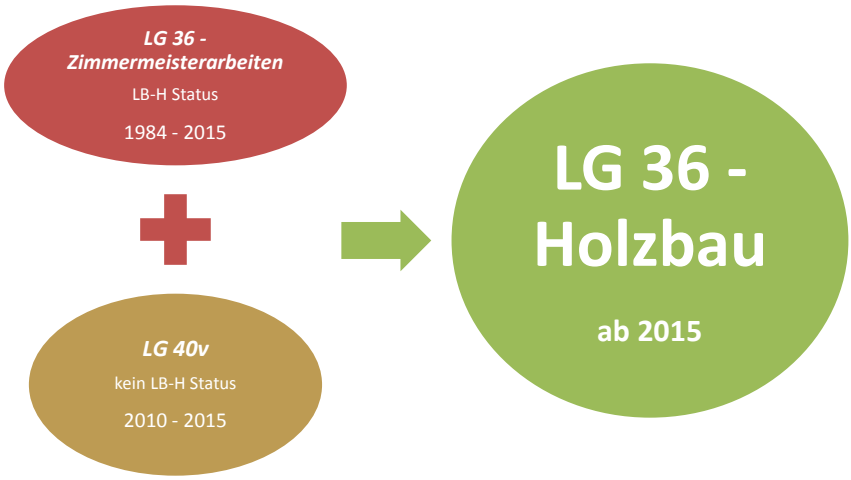


Bild I-1 Fusion zur LG 36 – Holzbau[19]

3.1. Ziel dieses Leitfadens

Ziel dieses Leitfadens ist es, die Einarbeitung in die neue LG 36 – Holzbau, sowohl für die Ausschreibenden, als auch für die Bieter, zu erleichtern und die Einarbeitungszeit zu verkürzen. Hierzu werden Begriffe eindeutig laut Norm bzw. der allgemein anerkannten wissenschaftlichen und technischen Gepflogenheit des Holzbaus definiert und näher erläutert, die jeweiligen Detailierungsebenen veranschaulicht und ein Überblick einerseits über die geänderten, und andererseits über die neu hinzugekommenen Positionen der LG 36 – Holzbau gegeben. Der Holzbau ist eines der wenigen Gewerke, welches ein ausgefeiltes Sammelwerk mit kompletten Gesamtaufbauten von Wänden, Decken, Dächern und zugehörigen Bauteilanschlüssen in Form einer Datenbank mit Bauteilkatalogen und standardisierten Lösungen besitzt. Das umfangreiche Sammelwerk entstammt der Holzforschung Austria[20]. und findet sich über die Website www.dataholz.com[21]. Um geprüfte, standardisierte und in der Praxis erprobte Aufbauten und Systeme auch in den Ausschreibungen zu verankern, sind in der LG 36 – Holzbau die häufigsten dieser Bauteilaufbauten angeführt. Die Datenblätter der Gesamtaufbauten und die technischen Beschreibungen des gesamten Leitfadens sollen den Ausschreibenden einerseits Einarbeitungszeit, Planungs- und Detailierungszeit und damit Kosten sparen und andererseits zusätzlich noch nicht versierte Holzbauplaner dazu motivieren, Gebäude in Holz auszuschreiben und dabei ein vernünftiges Grundgerüst zu haben.

---

19 WOLFTHALER, F.: Standardisierte Leistungsbeschreibung im Holzbau – Leitfaden für die Ausschreibung nach der neuen LG 36 – Holzbau, S. 55
20 http://www.holzforschung.at/. Datum des Zugriffs: 16.04.2015
21 HOLZFORSCHUNG AUSTRIA: www.dataholz.com. Datum des Zugriffs: 16.04.2015

3.2. Handhabung dieses Leitfadens

Sind Inhalte in der LG 36 – Holzbau unklar, so können diese im Leitfaden nachgeschlagen und im besten Fall erklärende bzw. ergänzende Beschreibungen und Definitionen und Skizzen, sowie auch Hinweise auf weiterführende Literatur, gefunden werden. Im Leitfaden werden im Kapitel **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** zu Beginn die echnischen Beschreibungen der Materialien, Begriffe und Neuheiten des Holzbaus angeführt. Neben den unterschiedlichen Beschreibungen ist jeweils ein Textfeld seitlich angeführt, welches den Verweis zur jeweiligen ULG oder GP in der LG 36 – Holzbau beinhaltet. Somit wird einerseits eine Suche nach den Begriffen, Definitionen und Hinweisen im Leitfaden erleichtert, andererseits ist angegeben, wo die beschriebenen Bereiche in der LG 36 – Holzbau tatsächlich zu finden sind.

Die angeführten Datenblätter der verwendeten Gesamtaufbauten sind ebenso jeweils mit einem nebenstehenden Textfeld ergänzt, welches die Bauart und den Schichtaufbau übersichtlich darstellt und somit die Suche und Vergleichbarkeit von bestimmten Aufbauten erleichtert.

3.3. Überarbeitung der bestehenden LG 36

Die bisher gültige LG 36 – Zimmermeisterarbeiten wurde bis dato nicht an die Innovationen und technischen Entwicklungen eines modernen Holzbaus angepasst. Somit waren Ausschreibende und Bieter oftmals mit folgenden Schwierigkeiten konfrontiert:

- Teilweise unklare unzureichende Positionsbeschreibungen
- Unzureichende bzw. divergierende und herstellerspezifische Materialbezeichnungen
- Problematik der Ausschreibung vor Detailplanung – baubegleitende Planung
- Komplexe Richtlinien und große Anzahl an Vorgaben und Normen
- Folge: teilweise einseitige Vertragsgestaltung

Daher war es notwendig, die vorhandene Leistungsgruppe an den derzeitigen Stand der Technik im Holzbau anzupassen. [22]

Um die bisher bestehende LG 36 zu ergänzen und neue Bauweisen und Werkstoffe des Holzbaus zu berücksichtigen, wurde im Jahr 2010 die Leistungsgruppe LG 40v vom Projektteam SYSHolz[23] neu geschaffen.

---

[22] Vgl. SATTLEGGER, E.: Standardisierte Leistungsbeschreibung im Holzau - Abbildung des Status-Quo und vergleichende Betrachtung zu andern Ländern. S. 41

[23] Projektpartner „SYSHolz“: Holzcluster Steiermark GmbH, Holzcluster Tirol, Univ. Innsbruck, Nussmüller Architekten ZT GmbH, Ecowall Projektentwicklungs GmbH, Schafferer Holzbau GmbH, Vinzenz Harrer GmbH, Mag. Kollar GmbH,

Die LG 40v erlangte jedoch bis heute nicht den Status einer vom Bundesministerium für Wirtschaft, Familie und Jugend (kurz: BMWFJ) herausgegebenen StLB. Somit gab es zwei Leistungsgruppen – eine für klassische Zimmermannsarbeiten und eine weitere für Holzbauarbeiten. Dies führte einerseits zu Verwirrung, andererseits wurde dadurch die LG 40v nicht flächendeckend eingesetzt. Deshalb war es notwendig, eine einheitliche, neue LG 36 – Holzbau zu erstellen, welche alle derzeit im Holzbau gebräuchlichen Themenbereiche beinhaltet und auch offiziell in den LB-H Status übergeht.

Die neue LG 36 – Holzbau entstand somit einerseits aus einer Fusionierung der LG 36 – Zimmermeisterarbeiten mit der LG 40v und andererseits aus einer kompletten Überarbeitung. In der nachfolgenden Tabelle wird im Überblick dargestellt, welche Unterleistungsgruppen für die Erstellung der neuen LG 36 – Holzbau aus den bestehenden Leistungsgruppen, LG 36 und LG 40v übernommen bzw. abgeändert wurden und welche gänzlich neu hinzugefügt wurden.

bau.energie.umwelt Cluster NÖ, Scheff GmbH, FH Kärnten, Kompetenzzentrum Alpine Bautechnologie, Pircher Oberland AG

Tabelle I-1 Gegenüberstellung der LG 36, der LG 40v und der neuen LG 36[24]

Zusammenstellung der neuen LG 36 - Holzbau		
LG 36 - Holzbau (neu)	**LGv 40**	**LG 36 - Zimmermeisterarbeiten**
ULG 3600 Wählbare Vorbemerkungen	ULG 4000 Zusätzliche Vertragsbestimmungen	ULG 3600 Wählbare Vorbemerkungen
ULG 3601 Sonderkosten der Baustelle		ULG 3610 Sonderkosten der Baustelle
ULG 3610 Gesamtaufbau Wände		
ULG 3612 Fassade	ULG 4020 Außenwand in Massivholzbauweise ULG 4040 Innenwand in Massivholzbauweise ULG 4010 Außenwand in Holzrahmenbauweise ULG 4030 Innenwand in Holzrahmenbauweise	ULG 3616 Schalungen und Lattungen
ULG 3613 Dämmpaket Wand	ULG 4020 Außenwand in Massivholzbauweise ULG 4040 Innenwand in Massivholzbauweise ULG 4010 Außenwand in Holzrahmenbauweise ULG 4030 Innenwand in Holzrahmenbauweise	ULG 3617 Vordeckungen, Unterspannungen, Dämmungen
ULG 3615 Rohbauelement Gesamtaufbau Holzrahmen	ULG 4010 Außenwand in Holzrahmenbauweise	
ULG 3616 Rohbauelement Holzmassivwand Brettsperrholz	ULG 4020 Außenwand in Massivholzbauweise ULG 4040 Innenwand in Massivholzbauweise	
ULG 3617 Holzrahmenbau konventionell	ULG 4010 Außenwand in Holzrahmenbauweise ULG 4030 Innenwand in Holzrahmenbauweise	ULG 3615 Riegelwände und Verkleidungen
ULG 3618 Abteilungswände		ULG 3618 Trennwände (Abteilungswände)
ULG 3619 Innenverkleidung Wand	ULG 4020 Außenwand in Massivholzbauweise ULG 4040 Innenwand in Massivholzbauweise ULG 4010 Außenwand in Holzrahmenbauweise ULG 4030 Innenwand in Holzrahmenbauweise	ULG 3615 Riegelwände und Verkleidungen
ULG 3620 Gesamtaufbau Decken		
ULG 3622 Fussbodenaufbau		
ULG 3623 Dämmpaket Decke		ULG 3617 Vordeckungen, Unterspannungen, Dämmungen
ULG 3624 Rohbauelement Holzmassivdecke Brettsperrholz	ULG 4070 Decke in Massivholz	
ULG 3625 Rohbauelement Holzmassivdecke Brettschichtholz	ULG 4070 Decke in Massivholz	
ULG 3626 Holzbalkendecke	ULG 4060 Holzbalkendecke	ULG 3614 Decken
ULG 3627 Rippenplattendecke		
ULG 3628 Kastenelementdecke		
ULG 3629 Deckenuntersicht		ULG 3616 Schalungen und Lattungen
ULG 3630 Gesamtaufbau Dach		
ULG 3632 Dachaufbau		ULG 3617 Vordeckungen, Unterspannungen, Dämmungen
ULG 3633 Dämmpaket Dach		ULG 3617 Vordeckungen, Unterspannungen, Dämmungen
ULG 3635 Rohbauelement Gesamtaufbau Dachtragwerk		ULG 3612 Dachkonstruktionen
ULG 3636 Dachaufbau konventionell		
ULG 3637 Rohbauelement Dach Sekundärkonstruktion		ULG 3612 Dachkonstruktionen
ULG 3638 Sparren- / Pfettenkonstruktion auf STB Sargdeckel		
ULG 3639 Innenverkleidung Dach		
ULG 3645 Holztragwerke Einzelbauteil	ULG 4080 Holztragwerke Einzelbauteil	ULG 3613 Binder, Dachriegel
ULG 3650 Stahlbauteile	ULG 4090 Stahlteile	ULG 3620 Stahlbauteile
ULG 3655 Holztreppen		ULG 3623 Holztreppen
ULG 3660 Balkonkonstruktion und Geländer aus Holz		ULG 3624 Balkonkonstruktionen und Geländer aus Holz
ULG 3665 Terrassen- und Balkonbeläge		
ULG 3670 Einfriedungen		ULG 3619 Einfriedungen
ULG 3675 Sonstiges, Dacheinbauten		ULG 3621 Sonstiges, Dacheinbauten
ULG 3680 Instandsetztungsarbeiten		ULG 3681 Instandsetzungsarbeiten
ULG 3685 Imprägnierungen		ULG 3625 Oberflächenbehandlungen
ULG 3695 Regieleistungen		ULG 3690 Regieleistungen

[24] WOLFTHALER, F.: Standardisierte Leistungsbeschreibung im Holzbau – Leitfaden für die Ausschreibung nach der neuen LG 36 – Holzbau, S. 76

3.4. Gliederung dieses Leitfadens

Der Leitfaden wurde in zwei grundlegende Teile gegliedert. Im ersten Abschnitt werden die technischen Beschreibungen von (Holz)Baustoffen, den grundlegenden Begriffen, sowie Neuheiten im Holzbau angeführt. Im zweiten Abschnitt des Leitfadens werden die Gesamtaufbauten von Wänden, Decken und Dächern in Form von dataholz.com – Datenblättern aufgelistet.

3.5. Detaillierungsebenen der LG 36 – Holzbau

Um die Ausschreibung von Holzbauleistungen zu erleichtern, wurde die LG 36 – Holzbau gänzlich neu gegliedert und großteils umstrukturiert, sowie weitere Detailierungsebenen hinzugefügt. Es ist somit möglich, ein Leistungsverzeichnis entweder, wie bisher, dem Schicht- bzw. Detailaufbau entsprechend mittels Einzelpositionen zu erstellen, oder einen in der Praxis erprobten und geprüften Gesamtaufbau zu wählen. Ebenso ist ein Zwischenschritt möglich, indem einzelne Positionen zu sog. Einzelpaketen zusammengefügt werden, mit welchen wiederum ein Gesamtaufbau erstellt werden kann.

- Einzelpositionen:

  Die Leistung kann, wie in der gängigen LBH – Struktur üblich, auf einzelnen Positionsebenen beschrieben werden. Dies erfordert Erfahrung in der Ausschreibung von Holzbauten und zusätzlich eine sehr detaillierte Planung zum Zeitpunkt der Ausschreibung.

- Einzelpakete:

  Mit der LG 36 – Holzbau können einige Leistungen in Form von Leistungspaketen zusammengefasst werden. Beispielsweise kann ein kompletter Wandaufbau in die Leistungspakete Fassade, Dämmung, Tragkonstruktion und Innenverkleidung eingeteilt werden. Der gesamte Wandaufbau besteht aus diesen vier Paketen, welche wiederum aus einzelnen Positionen zusammengesetzt sind. Diese Art der Ausschreibung eignet sich für all jene Anwender, welche bereits Erfahrung mit der Ausschreibung von Holzbauten haben, jedoch mit den neuen Bauweisen und Werkstoffen noch nicht vertraut sind.

- Gesamtaufbauten

  Für Ausschreibende besteht nun eine dritte Möglichkeit darin, einen fertigen, erprobten Gesamtaufbau, entnommen aus www.dataholz.com, als Ausschreibungsgrundlage zu wählen. Dazu finden sich in der Leistungsgruppe einige ausgesuchte, von offiziellen Stellen geprüfte Aufbauten für Wände, Decken und Dächer, welche durch die sog.

Rohbauelementaufbauten seitens der Holzforschung Austria vorgegeben werden. [25]

Nachfolgend ist die Struktur der neuen LG 36 – Holzbau dargestellt.

Tabelle I-2 Gegenüberstellung Gesamtaufbau – Einzelpakete[26]

	Darstellung Aufbau		
	Wand	**Decke**	**Dach**
Gesamt-aufbauten	UGL 3610 Gesamtaufbau Wände	UGL 3620 Gesamtaufbau Decke	UGL 3630 Gesamtaufbau Dach
äußere Schicht	UGL 3612 Fassade	UGL 3622 Fussbodenaufbau	UGL 3632 Dachaufbau
Dämmpaket	UGL 3613 Dämmpaket Wand	UGL 3623 Dämmpaket Decke	UGL 3633 Dämmpaket Dach
Konstruktions-elemente	UGL 3615 Rohbauelement Gesamtaufbau Holzrahmen	UGL 3624 Rohbauelement Holzmassivdecke BSP	UGL 3635 Rohbauelement Gesamtaufbau Dachtragwerk
	UGL 3616 Rohbauelement Holzmassivwand BSP	UGL 3625 Rohbauelement Holzmassivdecke BSH	UGL 3636 Dachtragwerk konventionell
	UGL 3617 Holzrahmenbau konventionell	UGL 3626 Holzbalkendecke	UGL 3637 Rohbauelement Dach Sekundärkonstruktion
	UGL 3618 Abteilungswände	UGL 3627 Rohbauelement Rippenplattendecke BSP-BSH	UGL 3638 Sparren- / Pfettenkonstruktion auf STB Sargdeckel
innere Schicht	UGL 3619 Innenverkleidung Wand	UGL 3629 Deckenuntersicht	UGL 3639 Innenverkleidung Dach

[25] Vgl. SATTLEGGER, E.: Standardisierte Leistungsbeschreibung im Holzau - Abbildung des Status-Quo und vergleichende Betrachtung zu andern Ländern. S. 45f

[26] WOLFTHALER, F.: Standardisierte Leistungsbeschreibung im Holzbau – Leitfaden für die Ausschreibung nach der neuen LG 36 – Holzbau, S. 123

3.6. Übersicht der neuen LG 36 – Holzbau

Die neue LG 36 – Holzbau ist nach folgender Struktur und Reihenfolge der Unterleistungsgruppen gegliedert:

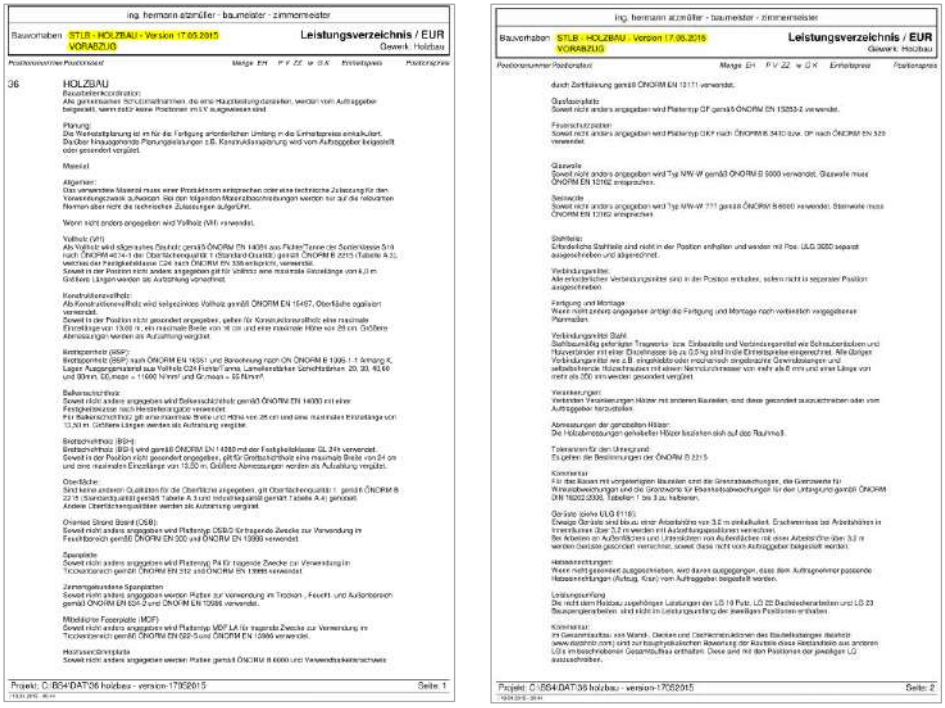
Tabelle I-3 Struktur LB Hochbau LG 36 – Stand: 17.04.2015[27]

Struktur der LB Hochbau LG 36 Holzbau	
Vorbemerkungen und Sonderkosten	ULG 3600 Wählbare Vorbemerkungen
	ULG 3601 Sonderkosten der Baustelle
Wand	ULG 3610 Gesamtaufbau Wände
	ULG 3612 Fassade
	ULG 3613 Dämmpaket Wand
	ULG 3615 Rohbauelement Gesamtaufbau Holzrahmen
	ULG 3616 Rohbauelement Holzmassivwand Brettsperrholz
	ULG 3617 Holzrahmenbau konventionell
	ULG 3618 Abteilungswände
	ULG 3619 Innenverkleidung Wand
Decke	ULG 3620 Gesamtaufbau Decke
	ULG 3622 Fußbodenaufbau
	ULG 3623 Dämmpaket Decke
	ULG 3624 Rohbauelement Holzmassivdecke Brettsperrholz
	ULG 3625 Rohbauelement Holzmassivdecke Brettschichtholz
	ULG 3626 Holzbalkendecke
	ULG 3627 Rohbauelement Rippenplattendecke BSP-BSH
	ULG 3629 Deckenuntersicht
Dach	ULG 3630 Gesamtaufbau Dach
	ULG 3632 Dachaufbau
	ULG 3633 Dämmpaket Dach
	ULG 3635 Rohbauelement Gesamtaufbau Dachtragwerk
	ULG 3636 Dachtragwerk konventionell
	ULG 3637 Rohbauelement Dach Sekundärkonstruktion
	ULG 3638 Sparren- / Pfettenkonstruktion auf STB Sargdeckel
	ULG 3639 Innenverkleidung Dach
Sonstiges	ULG 3645 Holztragwerke Einzelbauteil
	ULG 3650 Stahlbauteile
	ULG 3655 Holztreppen
	ULG 3660 Balkonkonstruktion und Geländer aus Holz
	ULG 3665 Terrassen- und Balkonbeläge
	ULG 3670 Einfriedungen
	ULG 3675 Sonstiges, Dacheinbauten
	ULG 3680 Instandsetzungsarbeiten
	ULG 3685 Imprägnierung mit Oberflächenverfahren
	ULG 3686 Imprägnierung mit Kesseldruckverfahren
	ULG 3695 Regieleistungen

[27] WOLFTHALER, F.: Standardisierte Leistungsbeschreibung im Holzbau – Leitfaden für die Ausschreibung nach der neuen LG 36 – Holzbau, S. 155

3.7. Exemplarischer Auszug aus der neuen LG 36 – Holzbau

Die neue LG 36 – Holzbau, welche zurzeit vom Projektteam (SYS)HOLZ-KALKulation[28] finalisiert wird, wird im Laufe des Jahres 2015 fertiggestellt werden und den offiziellen LB-H-Status erlangen. In der folgenden Abbildung sind zwei exemplarische Seiten als Vorabzug aus der neuen LG 36 – Holzbau, Version vom 17.04.2015[29] dargestellt.


ing. hermann atzmüller - baumeister - zimmermeister

Bauvorhaben STLB - HOLZBAU - Version 17.05.2015 VORABZUG — Leistungsverzeichnis / EUR — Gewerk: Holzbau

36 HOLZBAU

Projekt: C:\BS4\DAT\36 holzbau - version-17052015 — Seite: 1

ing. hermann atzmüller - baumeister - zimmermeister

Bauvorhaben STLB - HOLZBAU - Version 17.05.2015 VORABZUG — Leistungsverzeichnis / EUR — Gewerk: Holzbau

Projekt: C:\BS4\DAT\36 holzbau - version-17052015 — Seite: 2

Bild I-2 **Bild** Fehler! Kein Text mit angegebener Formatvorlage im Dokument..**1: exemplarischer Vorabzug aus der LG 36 – Holzbau Version vom 17.04.2015**[30]

Der Umfang der neuen LG 36 – Holzbau ist in etwa um das Dreifache größer, als jener der bisher bestehenden LG 36 – Zimmermeisterarbeiten, da zahlreiche, bereits beschriebene Neuerungen hinzugekommen sind. Die Anzahl der Massenpositionen stieg somit von in Summe 430 in der LG 36 – Zimmermeisterarbeiten auf derzeit 1296 in der neuen LG 36 – Holzbau.

[28] Projektpartner „(SYS)HOLZ-KALKulation“: Wirtschaftskammer Österreich (WKO) – Bundesinnung Holzbau, Fachverband der Holzindustrie Österreichs, proHolz Steiermark, Holzinnovationszentrum GmbH, Holzcluster Steiermark GmbH, proHolz Kärnten, TU Graz – Institut für Baubetrieb und Bauwirtschaft, ZT Kurt Pock

[29] PROJEKTTEAM (SYS)HOLZ-KALKULATION: Vorabzug der LG 36 - Zimmermeisterarbeiten Version vom 17.04.2015.

[30] PROJEKTTEAM (SYS)HOLZ-KALKULATION: Vorabzug der LG 36 - Zimmermeisterarbeiten Version vom 17.04.2015. S. 1f

Somit wurde eine sehr umfassende Standardisierte Leistungsbeschreibung für den Holzbau geschaffen, welche zeitgemäß ist und die technischen Innovationen im Holzbau der letzten Jahrzehnte abdeckt.

4. Leitfaden: Neue Leistungsgruppe 36 – Holzbau

In diesem Kapitel werden einige wesentliche Auszüge aus dem eigentlichen Leitfaden angeführt. Der Leitfaden selbst gliedert sich in zwei Hauptbereiche:

- Technische Beschreibung
- Gesamtaufbauten

4.1. Technische Beschreibungen

Im ersten Abschnitt des Leifadens werden Erläuterungen, technische Beschreibungen und Literaturverweise zu speziellen Begriffen, bestimmten Bauweisen und Innovationen im Holzbau, die in den Unterleistungsgruppen und Positionen der neuen LG 36 – Holzbau vorkommen, angeführt. Im nebenstehenden Textfeld wird jeweils an die Stelle in der LG 36 – Holzbau verwiesen, an der die beschriebenen Begriffe zu finden sind. Folgende Themenbereiche sind im Leitfaden angeführt und genau beschrieben:

- Planungsleistungen im Holzbau
  - **Werkstattplanung**
  - **Konstruktionsplanung**
  - **Statische Berechnungen**
- Bautoleranzen
  - Allgemeine Grenzabweichungen im Hochbau
  - Grenzwerte für Winkelabweichungen
  - **Ebenheitsabweichungen für den Untergrund**
  - Abweichungen für die Unterkonstruktion von Dacheindeckungen
  - Maßtoleranzen für Bauholz für tragende Zwecke
  - Maßtoleranzen für Brettschichtholz
- Holzmassivbau – Brettsperrholz
  - **Schichtaufbau von Brettsperrholz**
  - **Definition der Abmessungen von BSP – Decken**

- **Definition der Abmessungen von BSP – Wänden**
- Oberflächenqualität von Brettsperrholz
- Stoßausbildung von Brettsperrholzplatten
- Mindestverschraubung von Brettsperrholz-Elementstößen
- Abrechnung von Flächen von Holzmassivwänden

- Holzmassivbau – Brettschichtholz
  - Definition der Abmessungen von BSH – Decken
  - Oberflächenqualität
  - Stoßausbildung von Brettschichtholzelementen
- Rippenplattendecke BSP – BSH
  - Definition der Abmessungen von Rippenplattendecken
- Dachtragwerk und Dachaufbau
  - Begriffe
  - Zugelassene Bahnen
  - Aufzahlung Nageldichtband
  - Abrechnung gemäß ÖNORM B 2215
  - Aufzahlung Oberflächenqualität GP 363615
- Terrassen- und Balkonbeläge
  - Begriffe
  - Güterichtlinien für Hobelwaren
- Imprägnierungen
- Regieleistungen gemäß ÖNORM B 2110

An dieser Stelle werden die in der obigen Auflistung als fett markierten Themenbereiche exemplarisch als Auszug aus dem Leitfaden angeführt und beschrieben. Der vollständige, sehr umfangreiche Leitfaden ist im Masterprojekt „Standardisierte Leistungsbeschreibung im Holzbau – Leitfaden für die Ausschreibung nach der neuen LG 36 – Holzbau“[31] bzw. künftig als zusätzliches Dokument zur neuen LG 36 – Holzbau auf der Homepage des Bundesministeriums für Wissenschaft, Forschung und Wirtschaft[32] zu finden. In den Textfeldern neben den Beschreibungen sind die Verweise zur den Unterleistungsgruppen bzw. Grundpositionen der neuen LG 36 – Holzbau, in welchen die Begriffe vorkommen, zu finden.

[31] WOLFTHALER, F.: Standardisierte Leistungsbeschreibung im Holzbau – Leitfaden für die Ausschreibung nach der neuen LG 36 – Holzbau. S.

[32] http://www.bmwfw.gv.at/Tourismus/HistorischeBauten/Seiten/Hochbau.aspxDatum des Zugriffs:

4.1.1. Planungsleistungen im Holzbau

In der LG 36 – Holzbau wird in den allgemeinen Vorbemerkungen, in der ULG 3600 „Wählbare Vorbemerkungen“, sowie in der ULG 3601 „Sonderkosten der Baustelle“ das Thema der Planungsleistungen behandelt. Dieses Thema der Schnittstellen und Leistungsgrenzen der Holzbau-Fachplaner, wird vor allem im Holzbau oftmals kontrovers diskutiert. Es wird im Zuge dieses Leitfadens an dieser Stelle näher erläutert und der Versuch unternommen, ein Definition der Umfänge der Planungsleistung zu geben. Generell sei angemerkt, dass dem Thema „Festlegung einer eindeutigen Definition der Planung im Holzbau“ bis dato, sowohl seitens der Planer, als auch der Bauherrenschaft, sowie den Interessensvertretern wenig Beachtung geschenkt wurde. Es ist bspw. bisher weder der Versuch unternommen worden, noch ist es gelungen, eindeutige Definitionen der Umfänge der einzelnen Planungsleistungen in den unterschiedlichen Planungsstufen und –tiefen zu verfassen und diese auch in einer offiziellen Empfehlung zusammen zu stellen.

Das Thema Planung hat im Holzbau eine spezielle Bedeutung, da vor allem durch die in der Vorfertigung frühe erforderliche Planungstiefe erhebliche zeitliche Mehraufwendungen entstehen können. Dabei kann die Erstellung dieser Detailierungstiefe und durch die damit zusammenhängende Schnittstellendiskussionen im Endeffekt zu höheren Kosten führen und künftig auch vermehrt geführt werden. Es wird daher an dieser Stelle versucht, etwaige, vor allem für den Holzbau besondere Begriffe, näher zu erläutern und ein Grundgerüst für ein künftig zu erstellendes Leistungsbild zu bilden. Ein derartiges Leistungsmodell mit entsprechender Vergütung würde allerdings zum Teil von dem derzeit in Entstehung bzw. Diskussion befindlichen Leistungsbilder „Planung von Holzbauleistungen“ stark abrücken. Da es auch in anderen Planungsdiziplinen zu erheblichen Veränderungen und Verschiebungen der Leistungsgrenzen in den letzten Jahren gekommen ist, sei hier Stelle der Vollständigkeit halber auf die neue Honorarordnung für Planungsleistungen in Deutschland, sowie auf die 2014 herausgegebenen Leistungsmodelle und Vergütungsmodelle von Planerleistungen[33] in Österreich verwiesen.

Dennoch wird im Rahmen dieses Leitfadens versucht, die im Holzbau vorhandenen Planungsschritte und die damit zusammenhängenden Leistungen näher zu beschreiben. Auf eine Zuordnung zu den einzelnen Sphären – Auftraggeber, Auftragnehmer oder externen dritten Fachplanern – wird an diesem Punkt allerdings aufgrund nicht eindeutiger Definition zum jetzigen Zeitpunkt nicht näher eingegangen. Dennoch soll eine vertiefte

[33] LECHNER, H.: LM.VM.2014 - Vorschlag für Leistungsmodelle + Vergütungsmodell für Planerleistungen.

weitere Diskussion angestoßen werden, um die derzeit großteils unbefriedigende Situation in den nächsten Jahren zu verbessern.

4.1.1.1. Konstruktionsplanung

- **Allgemeine Vorbemerkungen**
- **ULG 3601**
  -GP 360102

Die Konstruktionsplanung, oftmals auch „Werkplanung“ oder „Ausführungsplanung“ genannt, bildet die Grundlage für die Werkstattplanung von Bauvorhaben. Konstruktionspläne werden vom Auftraggeber an den Auftragnehmer übergeben oder können wahlweise auch vom AN selbst angefertigt werden. Sie müssen so detailliert sein, dass ein Bauvorhaben ohne umfangreiche Rückfragen weiter in der Werkstattplanung realisiert werden kann. Die Ausführungsplanung wird üblicherweise vom Architekten bzw. Planer und/oder Tragwerksplaner erarbeitet, wenn dieser die holzbaufachliche Kompetenz besitzt, diese auch ausführungsreif vorzubereiten. Im Holzbau werden Pläne jedoch von den ausführenden Betrieben mit integrierter Vorfertigung oftmalig selbst erstellt. Diese besitzen die dafür erforderlichen Sachkenntnisse und Erfahrung im Holzbau, um die dazugehörige Tragwerksplanung, vor allem im Falle einer eigenen Planungsabteilung bei größeren Unternehmen, meist selbst zu erstellen. Eine durchdachte Werkplanung trägt speziell im Holzbau maßgeblich zur erfolgreichen und reibungslosen Umsetzung eines Bauvorhabens bei. Die fertigen Werkpläne müssen vom Auftraggeber oder dessen bevollmächtigten Vertreter freigegeben werden, damit die Bauteile produziert und weiter vorgefertigt werden können.

4.1.1.2. Werkstattplanung

- **Allgemeine Vorbemerkungen**

Die Werkstattplanung, auch genannt „Fertigungsplanung“, „Werksplanung“ oder im Holzbau hauptsächlich „Abbundplanung“, ist vom Auftragnehmer anhand der ihm übergebenen Planungsunterlagen in den meisten Fällen selbst zu erstellen. Die Grundlagen für eine Werkstattplanung bilden die Leistungsbeschreibung, die Ausführungsplanung (auch Werkplanung genannt), sowie die statischen Berechnungen samt konstruktiver Detailplanung. Die Ausführungsplanung wird dem Auftragnehmer von Auftraggeber übergeben oder vom AN selbst ausgearbeitet. Sie muss seitens des Architekten, des Generalplaners, oder seitens des Fachplaners ausführlich und hinreichend geplant sein, damit die Werkstattplanung fehlerfrei und termingerecht, ohne umfangreiche Rückfragen, erstellt werden kann. Die fertige Werkstattplanung wird dem Auftraggeber, dessen bevollmächtigten Vertreter und/oder auch dem Architekten oder Generalplaner zur Prüfung und Freigabe übergeben. Sie dient dem Auftragnehmer als Grundlage der Fertigung der einzelnen Bauteile im stationären Vorfertigungsbetrieb. Die meisten CAD-Zeichenprogramme bieten eine direkte Ansteuerung von CNC-Abbundmaschinen an, mit deren Hilfe ein automatischer Zuschnitt der einzelnen Bauteile ermöglicht wird.[34] Zusätzlich zu den Einzelteil-

[34] Vgl. GRESKAMP, J.: Ausgewaehlte Probleme der Werkstattplanung im Stahlbau . In: Baurecht, Jg.39, Nr.11/2008. S. 1806 ff

zeichnungen mit den Fertigungsmaßen und –angaben werden weiters Stück- und Montagelisten erstellt. Üblicherweise wird die Werkstattplanung dreidimensional mittels CAD-Programm konstruiert, die verschiedenen Bauteile in Baugruppen eingeteilt und positioniert

4.1.1.3. Statische Berechnungen

- **ULG 3600**
  -GP 360002
- **ULG 3601**
  -GP 360102

Neben der Konstruktionsplanung zählen die statischen Berechnungen und die Detaillierung der Konstruktion in den meisten Fällen zu den Bestandteilen der Tragwerksplanung eines Bauvorhabens. Dabei können die im Holzbau meist von externen fachkundigen Büros erstellten statischen Berechnungen vom AG an den AN übermittelt, von den ausführenden Unternehmen selbst durchgeführt, oder an dritte Unternehmen und/oder Planungsbüros weitergegeben werden. Da der Holzbau eine detaillierte und durchdachte Planung bereits zu einem sehr frühen Zeitpunkt der Ausschreibung verlangt und die statische Berechnung mit der Konstruktionsplanung eine Einheit bildet, werden diese in manchen Fällen nach einer ersten Tragwerksplanung seitens eines vom AG beauftragten Fachplaners vom Auftragnehmer im Holzbau selbst durchgeführt.

Es ist an dieser Stelle zu erkennen, dass es nicht eindeutig ist, welche Beteiligten die einzelnen Bereiche abdecken und zugehörige Planungen erstellen. Die Vorgehensweise hängt jedoch stark von dem zugrunde liegenden vertraglichen Konstrukt ab und ist wesentlich davon beeinflusst, ob die integrierten Fachplaner, sowie der Architekt, ausreichende Kompetenzen in Planungsangelegenheiten eines Holzbaus besitzen. Hier ist ein großer Wandel in der Praxis erkennbar, da es aufgrund verzögerter, baubegleitender Planung vor allem im vorgefertigten Holzbau zu großen Schnittstellenproblemen und damit Zeit- und Kostenverschiebungen während der Ausführung kommt. An dieser Stelle sei nochmals auf das im Holzbau unbedingt zu entwickelnde Leistungsbild der Planung hinzuweisen, um künftig die Ausgangssituation der beteiligten Unternehmer und Fachplaner in den Projekten im Vorfeld eindeutig zu definieren und deren Leistungsgrenzen festzulegen.

4.1.2. Ebenheitsabweichungen für den Untergrund

- **Allgemeine Vorbemerkungen**

Speziell der Holzbau mit seinen im Abbund exakt zugeschnittenen Bauteilen fordert absolute Ebenheiten des Untergrundes mit geringen Abweichungen. Die Grenzwerte für diese Ebenheitsabweichungen von Flächen, von Deckenoberseiten und -unterseiten, von Estrichen, Bodenbelägen, Wänden und Auflagern sind in folgender Tabelle dargestellt. Diese ist aus der ÖNORM DIN 18202[35] entnommen.

[35] ÖSTERREICHISCHES NORMUNGSINSTITUT: ÖNORM DIN 18202:2013 Toleranzen im Hochbau - Bauwerke.

Tabelle I-4 Grenzwerte für Ebenheitsabweichungen[36]

Spalte	1	2	3	4	5	6
Zeile	Bezug	Stichmaße als Grenzwerte in mm bei Messpunktabständen in m bis				
		0,1	1[a)]	4 [a)]	10 [a)]	15 [a) b)]
1	Nichtflächenfertige Oberseiten von Decken, Unterbeton und Unterböden	10	15	20	25	30
2	Nichtflächenfertige Oberseiten von Decken, Unterbeton und Unterböden mit erhöhten Anforderungen, z. B. zur Aufnahme von schwimmenden Estrichen, Industrieböden, Fliesen- und Plattenbelägen, Verbundestrichen. Fertige Oberflächen für untergeordnete Zwecke, z. B. in Lagerräumen, Kellern	5	8	12	15	20
3	Flächenfertige Böden, z. B. Estriche als Nutzestriche, Estriche zur Aufnahme von Bodenbelägen Bodenbeläge, Fliesenbeläge, gespachtelte und geklebte Beläge	2	4	10	12	15
4	Wie Zeile 3, jedoch mit erhöhten Anforderungen	1	3	9	12	15
5	Nichtflächenfertige Wände und Unterseiten von Rohdecken	5	10	15	25	30
6	Flächenfertige Wände und Unterseiten von Decken, z. B. geputzte Wände, Wandbekleidungen, untergehängte Decken	3	5	10	20	25
7	Wie Zeile 6, jedoch mit erhöhten Anforderungen	2	3	8	15	20

a Zwischenwerte sind den Bildern 4 und 5 zu entnehmen und auf ganze mm zu runden.

b Die Grenzwerte für Ebenheitsabweichungen der Spalte 6 gelten auch für Messpunktabstände über 15 m.

Als ganz wesentlich ist dabei zu beachten, dass für das Bauen mit vorgefertigten Bauteilen, nicht nur Holzbauteile, alle angegebenen Grenzwerte für Ebenheitsabweichungen, Winkelabweichungen und Maßabweichungen zu halbieren sind. Dies ergibt somit eine noch geringere Bautoleranz für die im Holzbau übliche Vorfertigung.

Die Prüfung und genaue Durchführung der Messung der oben angeführten Maßtoleranzen wird in der ÖNORM DIN 18202 eingehend beschrieben und ebenso graphisch dargestellt. Die in der Norm angegebenen Werte sind unbedingt von allen Beteilgteneinzuhalten und vertraglich zu garantieren.

[36] ÖSTERREICHISCHES NORMUNGSINSTITUT: ÖNORM DIN 18202:2013 Toleranzen im Hochbau - Bauwerke. S. 11

4.1.3. Holzmassivbau – Brettsperrholz

Das Produkt Brettsperrholz (kurz: BSP) kommt in der neuen LG 36 – Holzbau erstmals in einer Standardisierten Leistungsbeschreibung vor. Deshalb werden technische Spezifikationen und Anwendungsregeln dieses Werkstoffs in folgendem Kapitel genauer beschrieben. Um eine produkt-neutrale Ausschreibung von BSP zu gewährleisten, mussten für die LG 36 – Holzbau grundlegende Vereinfachungen getroffen werden, welche auch im Leitfaden angeführt sind.

4.1.3.1. Schichtaufbau von Brettsperrholz

In der folgenden Tabelle sind die unterschiedlichen Schichtaufbauten und -kombinationen für BSPS aufgelistet. Es gibt die Möglichkeit, die einzelnen Schichten mit den Stärken 20 mm, 30 mm, und 40 mm zu kombinieren und so den gewünschten Aufbau einer BSP-Platte zu erreichen. Allerdings wird an dieser Stelle auf die zahlreichen und davon abweichenden Varianten der BSP-produzierenden Unternehmen verwiesen.

- **ULG 3616** -Vorbemerkungen
- **ULG 3624** -Vorbemerkungen

Tabelle I-5 Brettsperrholz – Querschnittaufbauten[37]

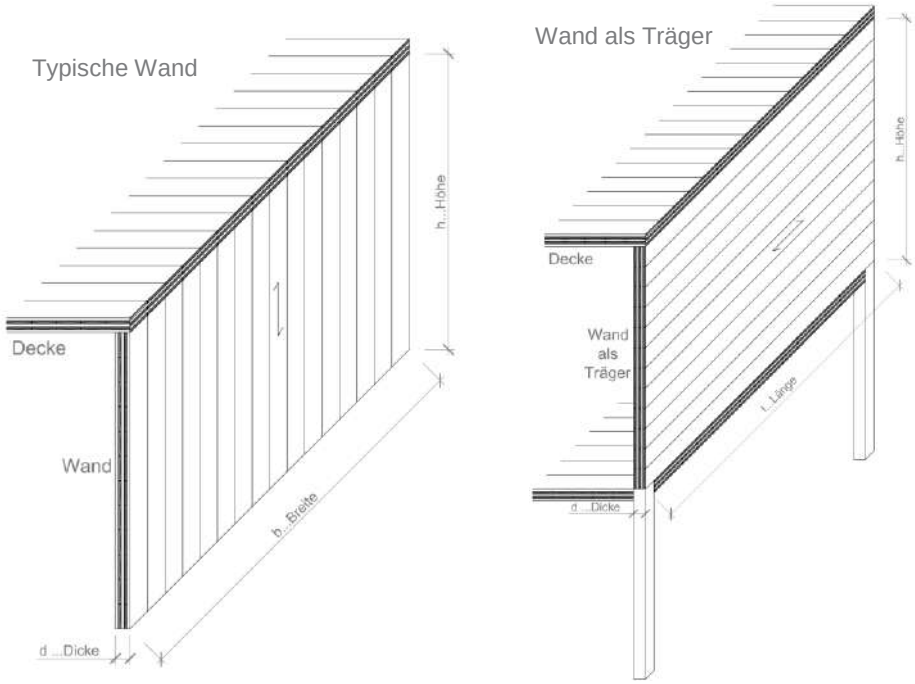
	Bezeichnung	Dicke in mm	Schichten	Lagen in mm							Ausrichtung Lagen
				l	q	l	q	l	q	l	|…längs, –…quer
3 Lagen	60_3s	60	3	20	20	20					| – |
	80_3s	80	3	30	20	30					
	90_3s	90	3	30	30	30					
	100_3s	100	3	30	40	30					
	120_3s	120	3	40	40	40					
	160_5ss	160	5ss	60	40	60					|| – ||
5 Lagen	100_5s	100	5	20	20	20	20	20			| – | – |
	120_5s	120	5	30	20	20	20	30			
	140_5s	140	5	40	20	20	20	40			
	160_5s	160	5	40	20	40	20	40			
	180_5s	180	5	40	30	40	30	40			
	200_5s	200	5	40	40	40	40	40			
	220_7ss	220	7ss	60	30	40	30	60			|| – | – ||
	240_7ss	240	7ss	80	20	40	20	80			
	260_7ss	260	7ss	80	30	40	30	80			
	280_7ss	280	7ss	80	40	40	40	80			
	300_8s	300	8	80	30	80	30	80			|| – || – ||
	320_8s	320	8	80	40	80	40	80			
7 Lagen	180_7s	180	7	30	20	30	20	30	20	30	| – | – | – |
	200_7s	200	7	20	40	20	40	20	40	20	
	240_7s	240	7	30	40	30	40	30	40	30	

[37] Datengrundlage ZT - POCK, DI Kurt Pock; Stand, 01.12.2014

4.1.3.2. Definition der Abmessungen von BSP – Wänden

- **ULG 3616**
  -Vorbemerkungen

In der folgenden Abbildung sind die Definitionen der Abmessungen von zwei unterschiedlichen Ausführungsvarianten von Wänden aus Brettsperrholz grafisch dargestellt. Der auf der Plattenoberseite eingezeichnete vertikale bzw. horizontale Pfeil kennzeichnet die Haupttragrichtung der Platte und Faserrichtung der Decklage.



h…Höhe – Abmessung in Haupttragrichtung
b…Breite – Abmessung in Nebentragrichtung
d…Dicke – Abmessung normal zur Plattenebene

l…Länge – Abmessung in Haupttragrichtung
h…Höhe – Abmessung in Nebentragrichtung
d…Dicke – Abmessung normal zur Plattenebene

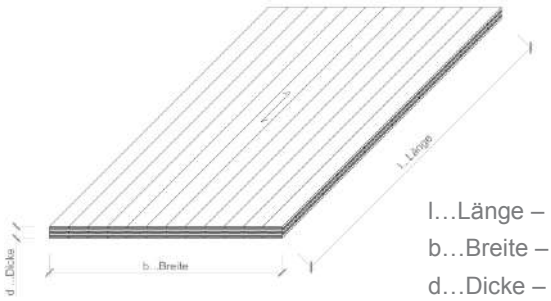
Bild I-3 Brettsperrholzwand – Abmessungen[38]

4.1.3.3. Definition der Abmessungen von BSP – Decken

- **ULG 3624**
  -Vorbemerkungen

In nachfolgender Abbildung sind die Abmessungen einer Brettsperrholzplatte zu sehen, welche üblicherweise als Decke zum Einsatz gelangt. Der auf der Plattenoberseite eingezeichnete horizontale Pfeil kennzeichnet die Haupttragrichtung der Platte und Faserrichtung der Decklage.

[38] Datengrundlage ZT - POCK, DI Kurt Pock; Stand, 01.12.2014



l…Länge – Abmessung in Haupttragrichtung
b…Breite – Abmessung in Nebentragrichtung
d…Dicke – Abmessung normal zur Plattenebene

Bild I-4 Brettsperrholzdecke – Abmessungen[39]

4.1.3.4. Mindestverschraubung von Brettsperrholz-Elementstößen

- **ULG 3616**
  -Vorbemerkungen
  -GP 361620
- **ULG 3624**
  -Vorbemerkungen
  -GP 362445

Die Mindestanzahl der Verbindungsmittel wird in der neuen ÖNORM B 1995-1-1 Anhang K.10 – Ausführung und Überwachung Ausgabe 2014 [40] das erste Mal überhaupt geregelt:

Für die Verbindungsmittel zwischen Brettsperrholz und Brettsperrholz sowie anderen Bauteilen sind somit die folgenden Maximalabstände der Schrauben einzuhalten:

- Verbindung von Brettsperrholz untereinander (Schrauben):
  e_{max} = 500mm
- Verbindung von Brettsperrholz mit BSH (Schrauben):
  e_{max} = 500mm
- Verbindung von Brettsperrholz mit Stahlträgern (Schrauben):
  e_{max} = 750mm
- Verbindung von Brettsperrholz mit massiven Bauteilen (Winkelverbinder):
  e_{max} = 1000mm

Dabei wird durch die Einhaltung dieser Maximalabstände sichergestellt, dass die geometrischen Anforderungen und eine Art Mindestverschraubungsgrad eines Gebäudes gemäß der Planung eines Objektes aus Brettsperrholz eingehalten sind.

Der Mindestnenndurchmesser für tragende Schraubverbindungen sollte dabei 8 mm nicht unterschreiten. Die Schraubenlänge sollte nach der Dicke der zu verbindenden Bauteile gewählt werden, jedoch mindestens dem 1,5-

[39] Datengrundlage ZT - POCK, DI Kurt Pock; Stand, 01.12.2014
[40] Vgl. ÖSTERREICHISCHES NORMUNGSINSTITUT: ÖNORM B 1995-1-1:2014 Eurocode 5: Bemessung und Konstruktion von Holzbauten - Teil 1-1: Allgemeines - Allgemeine Regeln und Regeln für den Hochbau - Nationale Festlegungen, nationale Erläuterungen und nationale Ergänzungen zur ÖNORM EN 1995-1-1. S. 229 (Anhang K.10)

fachen der Dicke des Bauteils selbst auf der Seite mit dem Schraubenkopf entsprechen.

Für die Verbindung von Brettsperrholzbauteilen in einer Ebene (z.B. durch Stufenfalz oder Falzbrett) untereinander beträgt der Mindestnenndurchmesser 6 mm. Die Schraubenlänge sollte bei Stufenfalzverbindungen mindestens dem 0,8-fachen der Bauteildicke entsprechen.

Für die Verbindung von Brettsperrholzbauteilen durch ein Falzbrett dürfen auch profilierte Nägel mit einem Mindestdurchmesser von mindestens 3 mm verwendet werden. Der maximale Abstand der profilierten Nägel untereinander darf emax = 150 mm nicht überschreiten.

4.2. Gesamtaufbauten

Als gänzliche Neuerung in einer Standardleistungsbeschreibung werden auch im Leitfaden zahlreiche komplette Außenwand-, Innenwand-, Trennwand-, sowie Geschoßdecken-, Trenndecken- und Dachaufbauten aufgelistet und mittels Datenblättern des Bauteilkatalogs www.dataholz.com ergänzt. Das Datenblatt selbst erläutert dabei mit einer dreidimensionalen Skizze und einem schematischen Querschnitt den Wandaufbau und ergänzt diesen mit den bauphysikalischen Kennwerten der jeweiligen Einzelschichten und den dazugehörigen Stärken, sowie mit den bauphysikalischen Kennwerten des Gesamtelementes.

Für jede Grundposition eines Gesamtaufbaus wird ein dataholz-Datenblatt mit eindeutiger Bauteilidentifikation in der Bezeichnung für den Grundaufbau angeführt. In den einzelnen Positionen variieren nur die jeweiligen Stärken der Einzelschichten der Hauptkonstruktion. In der Bauteildatenbank www.dataholz.com sind um ein Vielfaches mehr an Variationen der einzelnen Schichten des Gesamtaufbaus zu finden. So erlaubt bspw. die Grundposition 361015 bzw. die letzte Position jeder Grundposition der Gesamtaufbauten dem Auftragnehmer bzw. Bieter jedoch, mittels Variation der letzten beiden Ziffern der Identifikationsnummer, weitere Varianten eines Gesamtaufbaus aus dem Bauteilkatalog www.dataholz.com auszuwählen. Im Leitfaden sind die Datenblätter jeder ersten Position der jeweiligen Grundposition angeführt. Alle weiteren Positionen sind grundsätzlich ähnlich aufgebaut wie die Erste. Es ändern sich lediglich die Schichtstärke somit der zugehörige der U-Wert.

Alle Datenblätter, mit dem aktuellen Stand, können jederzeit auf der Homepage www.dataholz.com mithilfe der jeweiligen Bauteil ID eindeutig aufgefunden, eingesehen und heruntergeladen werden.

In der LG 36 – Holzbau und im Leitfaden werden in Summe 23 unterschiedliche Wandaufbauten angeführt, wobei sich diese wie folgt unterteilen:

- 11 unterschiedliche Wandaufbauten für Außenwände, als Vertreter der Holzrahmenbauweise,
- 2 unterschiedliche Wandaufbauten für Außenwände, als Vertreter der Holzmassivbauweise,
- 4 unterschiedliche Wandaufbauten für Innenwände, als Vertreter der Holzrahmenbauweise,
- 5 unterschiedliche Wandaufbauten für Trennwände, als Vertreter der Holzrahmenbauweise und
- 1 Wandaufbau für eine Trennwand, als Vertreter der Holzmassivbauweise.

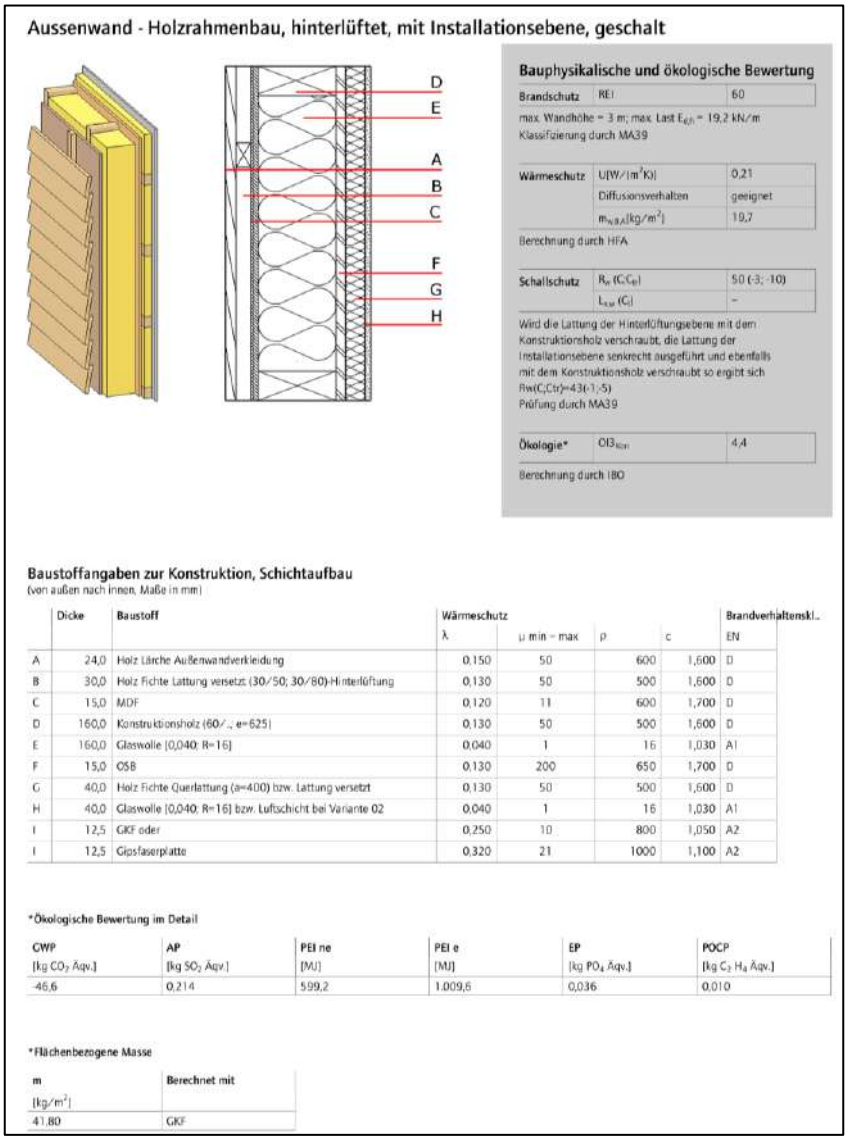
Zusätzlich werden 4 Deckenaufbauten näher erläutert, wobei 2 Geschoßdecken in Holzrahmenbauweise und 2 Trenndecken, 1 in Holzrahmen- und 1 in Holzmassivbauweise, angeführt sind.

Als Vertreter der Dachaufbauten werden 5 Steildachaufbauten und 1 Flachdachaufbau in Form von Datenblättern angeführt.

Die folgende Abbildung zeigt exemplarisch ein Datenblatt aus dem Leitfaden für den Außenwandaufbau der Grundposition 361001 Außenwand gem. dataholz Datenblatt awrhhi04a.

Holzrahmenbau

- **Fassade: Lärche**
- **Hinterlüftung**
- **Außen: MDF**
- **Dämmung: Glaswolle**
- **Innen: OSB**
- **Installationsebene gedämmt**
- **Innenverkleidung: GKF**



Aussenwand - Holzrahmenbau, hinterlüftet, mit Installationsebene, geschalt

Bauphysikalische und ökologische Bewertung

Brandschutz	REI	60

max. Wandhöhe = 3 m; max. Last $E_{d,h}$ = 19,2 kN/m
Klassifizierung durch MA39

Wärmeschutz	U[W/(m²K)]	0,21
	Diffusionsverhalten	geeignet
	$m_{n,B,A}$[kg/m²]	19,7

Berechnung durch HFA

Schallschutz	R_w (C_i;C_{tr})	50 (-3; -10)
	$L_{n,w}$ (C_i)	–

Wird die Lattung der Hinterlüftungsebene mit dem Konstruktionsholz verschraubt, die Lattung der Installationsebene senkrecht ausgeführt und ebenfalls mit dem Konstruktionsholz verschraubt so ergibt sich Rw(C;Ctr)=43(-1;-5)
Prüfung durch MA39

Ökologie*	$OI3_{Kon}$	4,4

Berechnung durch IBO

Baustoffangaben zur Konstruktion, Schichtaufbau
(von außen nach innen, Maße in mm)

	Dicke	Baustoff	Wärmeschutz λ	μ min – max	ρ	c	Brandverhaltenskl. EN
A	24,0	Holz Lärche Außenwandverkleidung	0,150	50	600	1,600	D
B	30,0	Holz Fichte Lattung versetzt (30/50; 30/80)-Hinterlüftung	0,130	50	500	1,600	D
C	15,0	MDF	0,120	11	600	1,700	D
D	160,0	Konstruktionsholz (60/.., e=625)	0,130	50	500	1,600	D
E	160,0	Glaswolle (0,040; R=16)	0,040	1	16	1,030	A1
F	15,0	OSB	0,130	200	650	1,700	D
G	40,0	Holz Fichte Querlattung (a=400) bzw. Lattung versetzt	0,130	50	500	1,600	D
H	40,0	Glaswolle (0,040; R=16) bzw. Luftschicht bei Variante 02	0,040	1	16	1,030	A1
I	12,5	GKF oder	0,250	10	800	1,050	A2
I	12,5	Gipsfaserplatte	0,320	21	1000	1,100	A2

*Ökologische Bewertung im Detail

GWP [kg CO_2 Äqv.]	AP [kg SO_2 Äqv.]	PEI ne [MJ]	PEI e [MJ]	EP [kg PO_4 Äqv.]	POCP [kg C_2H_4 Äqv.]
-46,6	0,214	599,2	1.009,6	0,036	0,010

*Flächenbezogene Masse

m [kg/m²]	Berechnet mit
41,80	GKF

Bild I-5 Exemplarisches Datenblatt des Außenwandaufbaus awrhhi04a [41]

Mit all diesen Erläuterungen, Literaturverweisen und ergänzenden Datenblättern zu den Gesamtaufbauten stellt der Leitfaden eine optimale Hilfestellung für die Anwendung der neuen LG 36 – Holzbau sowohl für den Ausschreibenden als auch für den Bieter dar.

[41] HOLZFORSCHUNG AUSTRIA: www.dataholz.com. Datum des Zugriffs: 16.04.2015

5. Schlussfolgerung und Fazit

Der Baustoff Holz stellt in Österreich als eine in großer Menge und in guter Qualität vorhandene nachhaltige Ressource dar. Die schwere Vergleichbarkeit durch die Vielfalt an am Markt vorhandenen Holzbausystemen, sowie die nötige Fachkompetenz im Holzbau in der Planung und Ausführung und der hohe Detailierungsgrad in den frühen Planungsphasen hindern viele Architekten und Planer, Objekte in Holzbauweise auszuschreiben. Um dem entgegenzuwirken, wurde die bereits veraltete Leistungsgruppe 36 – Zimmermeisterarbeiten auf den Stand der Technik gebracht um den Standardisierungsgrad im Holzbau, sowohl in technischer, als auch in wirtschaftlicher Hinsicht zu erhöhen. Im Zuge des Projektes SYSHolz-Kalkulation wurde mit der neuen Leistungsgruppe 36 – Holzbau und dem dazugehörigen Leitfaden ein weiteres Instrument für die Standardisierung im Holzbau geschaffen, das einerseits die Erstellung von Ausschreibungen um ein vielfaches erleichtern soll und somit der Holzbau andererseits für Architekten, Planer und Ausschreibende attraktiver gemacht wird und eine Hilfestellung bietet. Somit wird der Zugang zum Holzbau für die Beteiligten erleichtert, eine bessere Marktdurchdringung ermöglicht und das kontinuierliche Wachstum der gesamten Holzbaubranche in Österreich weiter unterstützt.

Auf Basis der neuen Leistungsgruppe 36 – Holzbau werden in weiterer Folge des Projektes die Erstellung von Kalkulationsmodulen für die praktische, computerunterstützte Anwendung, sowie der Aufbau eines Holzbaukostenindex in einem nächsten Schritt umgesetzt. Somit wird die neue LG 36 – Holzbau und der dazugehörige Leitfaden ein Teil eines IT-basierenden Instrumentes zur standardisierten Ausschreibung, Planung und Kalkulation sein und ein umfassendes Kosteninformationssystem zum Thema Bauen mit Holz erschaffen. Mit diesem Gesamtpaket wird einerseits die Ausschreibung von Holzbauten stark vereinfacht und andererseits für die ausführenden Holzbaubetriebe eine Möglichkeit geschaffen, eine einheitliche und sichere Möglichkeit der Kalkulation aufzubauen. Dadurch verkürzt sich die Zeit für die Holzbaubetriebe in der Angebotserstellung, die Ausschreibenden erhalten vergleichbare Angebote. Dies verbessert ganzheitlich die Rahmenbedingungen für die Verwendung von Holz als Massenbaustoff und dient letztlich der Forcierung des Holzbaus am Baumarkt.[42]

[42] Vgl.http://www.holzcluster-steiermark.at/index.php/projekte-und-produkte/initiativen/sys-holz. Datum des Zugriffs: 20.04.2015 http://www.holzcluster-steiermark.at/index.php/projekte-und-produkte/initiativen/sys-holz

Literaturverzeichnis

http://www.holzforschung.at/. Datum des Zugriffs: 16.04.2015.

BUNDESMINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT, FAMILIE UND JUGEND (KURZ: BMWFJ): Leistungsgruppe (LG) 36 Zimmermeisterarbeiten. Wien. 2012.

BUNDESMINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT, FAMILIE UND JUGEND (KURZ: BMWFJ): Leistungsbeschreibung Hochbau Version 019. Wien. 2012.

BUNDESMINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT, FAMILIE UND JUGEND (KURZ: BMWFJ): Leistungsbeschreibung Haustechnik Version 010. Wien. 2013.

http://www.bmwfw.gv.at/Tourismus/HistorischeBauten/Seiten/Hochbau.aspx Datum des Zugriffs: .20.04.2015

http://www.holzcluster-steiermark.at/index.php/projekte-und-produkte/initiativen/sys-holz. Datum des Zugriffs: 20.04.2015.

HOLZCLUSTER STEIERMARK GMBH; HOLZINNVATIONSZENTRUM: Projektskizze "(SYS)Holz-Kalkulation)". 2013.

HOLZFORSCHUNG AUSTRIA: www.dataholz.com. Datum des Zugriffs: 16.04.2015.

ILG, M.; YASAR, M.: Die Bauausschreibung - Leitfaden für die Anwendung der StLB Hochbau 019 und Haustechnik 010. Wien. Bundesministerium für Wirtschaft, Familie und Jugend (BMWFJ), 2013.

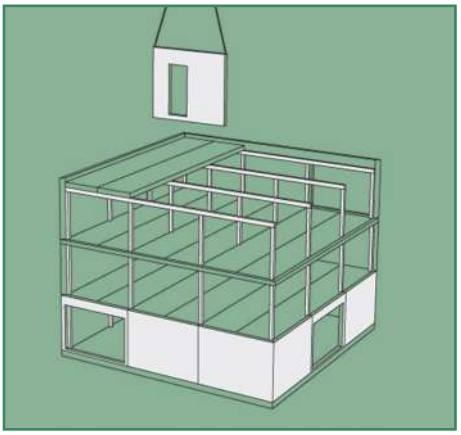
ÖSTERREICHISCHES NORMUNGSINSTITUT: ÖNORM A 2063:2011 Austausch von Leistungsbeschreibungs-,Elementkatalogs-, Ausschreibungs-, Angebots-, Auftrags- und Abrechnungsdaten in elektronischer Form. Wien. 2011.

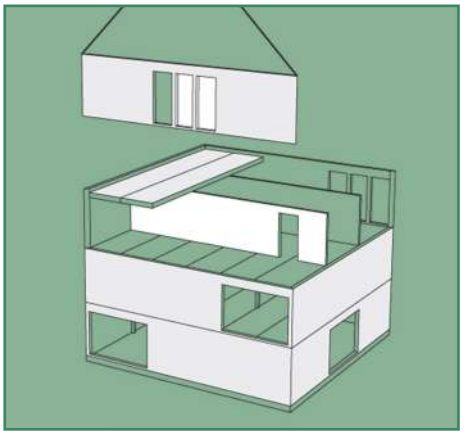
ÖSTERREICHISCHES NORMUNGSINSTITUT: ÖNORM DIN 18202:2013 Toleranzen im Hochbau - Bauwerke. Wien. 2013.

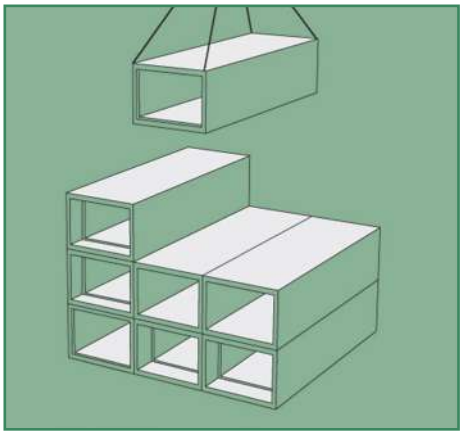
ÖSTERREICHISCHES NORMUNGSINSTITUT: ÖNORM B 1995-1-1:2014 Eurocode 5: Bemessung und Konstruktion von Holzbauten - Teil 1-1: Allgemeines - Allgemeine Regeln und Regeln für den Hochbau - Nationale Festlegungen, nationale Erläuterungen und nationale Ergänzungen zur ÖNORM EN 1995-1-1. Wien. 2014.

SATTLEGGER, E.: Standardisierte Leistungsbeschreibung im Holzau - Abbildung des Status-Quo und vergleichende Betrachtung zu andern Ländern. Graz. Bachelorarbeit TU-Graz, 2014.

WOLFTHALER, F.: Standardisierte Leistungsbeschreibung im Holzbau – Leitfaden für die Ausschreibung nach der neuen LG 36 – Holzbau. Graz. Masterprojekt TU Graz, 2015.







Mit freundlicher Unterstützung:

Das Land Steiermark
Wissenschaft und Forschung

holzcluster steiermark gmbh

holzbauaustria
kommunikation.weiterbildung

WKO holz
Der Holzbau

institut für baubetrieb projektentwicklung + bauwirtschaft projektmanagement
TU Graz

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Detlef HECK
Dipl.-Ing. Jörg KOPPELHUBER

Lessingstraße 25/II
8010 Graz

Telefon +43 (0) 316 873 6251
Telefax +43 (0) 316 873 6752
E-Mail holzbau.bbw@tugraz.at
Web www.bbw.tugraz.at