

Mit Holzsystembau den Marktanteil erhöhen – eine baubetriebliche und bauwirtschaftliche Betrachtung

Detlef Heck
Institut für Baubetrieb und Bauwirtschaft
Technische Universität Graz
AT-Graz



Jörg Koppelhuber
Institut für Baubetrieb und Bauwirtschaft
Technische Universität Graz
AT-Graz



Mit Holzsystembau den Marktanteil erhöhen – eine baubetriebliche und bauwirtschaftliche Betrachtung

1. Der ganzheitliche Ansatz

Aufgrund der positiven Entwicklung des Holzbaus in den vergangenen Jahren von traditionellen hin zu industriellen Unternehmen verlangen Entscheidungsträger baubetriebliche und bauwirtschaftliche Grundlagen, welche wissenschaftlich abgesichert für die Führung von Unternehmensbereichen und die Durchführung von Projekten eingesetzt werden können. Dabei spielt die Professionalisierung einer Branche eine grundlegende Rolle, um neben jüngsten technischen Entwicklungen mit dem Werkstoff Holz vor allem das Thema der Kosteneinsparung und Standardisierung von Abläufen praktisch nutzbar aufzubereiten. Die Forderung nach der Massentauglichkeit von Holz als Baustoff geht einher mit der Frage nach technischen Systemkomponenten, aber auch nach bauwirtschaftlichen Schlüsselfaktoren, um das Thema Kosten, gleichbleibende Qualität, sowie baubetriebliche Optimierung langfristig sicher zu stellen. Somit stellt die Frage nach standardisierten Abläufen und Produktionssystemen, nach deren Anwendbarkeit im Holzbau, sowie vorhandene Prozessketten und zugehörige Informationsschnittstellen und die immer wiederkehrende Frage der Effizienz von Systemen dabei das Kernthema einer ganzheitlichen und umfassenden Branchen- und Systemuntersuchung dar und gibt die Forderung nach einer klaren Verantwortlichkeitsstruktur und Entscheidungsmatrix in der Abwicklung von Bauvorhaben mit dem Baustoff Holz vor. Das Forschungsvorhaben „Industrielles Bauen mit Holz – Entwicklung & Optimierung eines technisch-wirtschaftlichen Systemholzbaus für das industrielle Bauen mit Holz“, welches 2012/13 am Institut für Baubetrieb und Bauwirtschaft an der technischen Universität Graz gestartet wurde, soll hier eine grundlegende Aufbereitung von Basiswissen bieten und notwendige Entscheidungshilfen liefern, damit Verantwortliche aus der Branche mit dem Thema des Industriellen Bauens mit Holz – dem Holzsystembau – langfristig aus bauwirtschaftlicher Sicht erfolgreich sind.

1.1. Ausgangssituation – warum jetzt?

Der moderne Holzbau, der von stetigem Wachstum begriffen ist und national und international vermehrt zum Einsatz gelangt, wurde in den vergangenen Jahren in technischer Hinsicht stark weiterentwickelt. Zahlreiche Produktinnovationen tragen dazu bei, dass der Holzbau „aus den Kinderschuhen wächst“ und sich am Markt ein „System Holzbau“ etabliert, welches mehrheitsfähig für großvolumige Bauten eingesetzt werden kann und sich wesentlich von den herkömmlichen, zimmermannsmäßigen Holzbauten abhebt. Daher ist es eine logische Schlussfolgerung sowie Notwendigkeit, technischen Entwicklungen auch bauwirtschaftliche Untersuchungen und Optimierungen folgen zu lassen.

Die Lücken des Holzbaus in baubetrieblicher und bauwirtschaftlicher Hinsicht sollen künftig minimiert und zum Vorteil der Bauweise generiert werden. Es gilt mit Hilfe von Untersuchungen, Recherchen, Informationsbündelungen und geeigneten Kommunikationswerkzeugen jene Basis zu schaffen, die außerhalb von Praxiserkenntnissen – und teils auch aus Einschätzungen aus Unwissenheit heraus – eine solide Datengrundlage für das Bauen mit dem Werkstoff Holz und für unternehmerische Entscheidungen bietet.

1.2. Forschungsansatz

Es ist künftig eine Kernaufgabe im Holzbau, ein durchgängiges Bausystem zu etablieren, welches nicht nur das Aneinanderfügen einzelner Teile vornimmt und somit industrialisiert, sondern welches das Industrielle Bauen durch die Verwendung von Systemkomponenten als Gesamtheit sieht und in baubetrieblich optimierten Abläufen, unter Berücksichtigung der spezifischen Randbedingungen, den Baustoff Holz wirtschaftlich einsetzt. Dabei werden folgende Hauptthemengebiete als maßgeblich angesehen und untersucht.

Industrielles Bauen mit Holz: Die Forschung befasst sich in dieser Kernfrage damit, inwieweit das Thema einer durchgängigen Industrialisierung der Herstellungsprozesse im Holzbau das Thema industrielles Bauen ermöglicht und wie aus diesem Potenzial künftig geschöpft bzw. welcher Bereich optimiert werden kann.

Modularität im Holzbau: Es wird das Thema der Modularität insoweit betrachtet, als dass nicht nur der technische Ausbau eines Bauwerks untersucht wird, sondern die Fertigung von kompletten Elementen bzw. Modulen in 2D und 3D aus einzelnen, grundlegend gleichbleibenden Komponenten mit hoher Vorfertigungstiefe, in welchen der Baustoff Holz den dominierenden Produktionsfaktor, darstellt.

Baubetrieb im Holzbau: Die Forschungsarbeit geht hier auf die im Baubetrieb üblichen Methoden ein und versucht, ein Gesamtkonzept für einen möglichst informationsverlustfreien Ablauf zu erstellen, der aufgrund seiner Komplexität und Anzahl an Schnittstellen hauptauschlaggebend für eine baubetriebliche Sicht des Holzbaus mit folgenden Punkten darstellt: Arbeitsvorbereitung, Logistik und Bauverfahrenstechnik im Holzbau.

Schlüsselfertigbauen mit Holz: Die Forschungsfrage stellt sich dahin gehend, inwieweit eine Zusammenführung des Know-hows der „Schlüsselfertigbranche“ und der „Holzbaukompetenz“ notwendig und zielführend und wie weit dies möglich ist, ohne dabei auf bereits etablierte Systeme verzichten zu müssen.

Das Ziel der Forschung am Institut für Baubetrieb und Bauwirtschaft der TU Graz ist ein baubetrieblich ganzheitlicher Systemlösungsansatz für den Holzbau, welcher sowohl technisch, als auch wirtschaftlich für den Baustoff Holz optimiert ist. Dies beinhaltet intensive baubetriebliche Untersuchungen maßgebender Faktoren, sowie eine bauwirtschaftliche Optimierung im großvolumigen Holzbau.

2. Die Chance Holzsystembau

Das Thema des Holzsystembaus, im weiteren Sinne somit das industrielle Bauen, und die Möglichkeiten der Systematisierung und Rationalisierung im Bauwesen beschäftigen die Menschen seit jeher. 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. Obwohl erste Versuche modularer Vorfabrikation und systematischer Fabrikation bereits vor rund 100 Jahren durchgeführt wurden, haben sich automatisierte Bauprozesse in Mitteleuropa bis heute, unabhängig vom Bausystem oder Baustoff, wenig bis kaum etabliert. Der Schwerpunkt in dieser Betrachtung liegt somit auf der Vorfabrikation im modernen industriellen Holzbau, der durch sein geringes Eigengewicht und einfache Verarbeitbarkeit wie zur Vorfertigung geschaffen erscheint. 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. Es gilt jedoch auch nach Ansicht von befragten Experten (vgl. dazu Kap. 2.2 ff), diese Industrialisierung baubetrieblich sinnvoll in Form von Systemkomponenten auszugestalten und in bauwirtschaftlich erfolgreichen Objekten konsequent umzusetzen.

2.1. Industrielles Bauen mit Holz

Die Entwicklung komplexer Informationstechnologien und neuartiger Produktionssysteme konstituierte in den vergangenen Jahren einen deutlichen Umschwung im Bauwesen, insbesondere in der industriellen Vorfertigung. Es stellt sich die Frage, welche allgemeingültigen Aspekte und Kennzeichen für eine automatisierte Vorfabrikation in der Baubranche – und hier speziell für den Holz-Elementebau und den Holz-Modulbau – so wie deren Auswirkung auf künftige Baukonzepte näher definiert werden können.

Das industrielle Bauen bezeichnet im Allgemeinen die Übertragung einzelner industrieller Arbeitsweisen aus der stationären auf die dezentralen Systeme einer Bauproduktion, wobei oftmals die Bezeichnung der Vorfabrikation pauschal für das Bauen in Serie, für den sog. Systembau, also für das elementierte oder modulare Bauen verwendet wird.

Grundsätzlich wird in Anlehnung an einschlägige Fachliteratur unter diesem Begriff allerdings ausschließlich die Produktion einzelner Bauelemente an einem witterungsunabhängigen Ort verstanden. Ebenso ist die sog. Fertigungstiefe, also der erreichte Prozentsatz des eigenen oder fremden Vorfertigungsgrades, mit der Begriffsbestimmung alleine nicht näher definiert. Das Bauen im System oder auch serielle Bauen beschreibt hingegen die für die 1960er-Jahre typische Vereinheitlichung der zugrunde liegenden Ausgangskomponenten. Um einen wirtschaftlichen Vorteil zu erzielen, wurden die verarbeiteten Bauteile standardisiert und in hohen Stückzahlen produziert. Erst mit der Einführung des sog. lean production haben sich schließlich in der stationären Industrie, aber auch in ersten Schritten im Baugewerbe die bis dahin vorherrschenden Produktionsstrukturen grundlegend geändert. Dabei stehen nicht länger die ausschließliche Optimierung der Leistungserstellung und die Rationalisierung der tatsächlichen Güterproduktion im Zentrum des Bestrebens, sondern auch die flexible Reaktion auf unterschiedliche Randbedingungen und Kundenwünsche. Trotz der Potenziale und des stetigen Zuwachses 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 den vergangenen Jahrzehnten bereits verwirklicht worden. 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. Eines der wesentlichsten Merkmale der industriellen Produktion ist die zentralisierte Fertigung innerhalb einer Produktionsstätte, welche die Effizienzsteigerung des eigentlichen Fertigungsablaufes erlaubt.

2.2. Modularität im Holzbau

Die gesamte Bauwirtschaft und insbesondere der industrielle Holzbau, der sich vom zimmermannsmäßigen Holzbau vor allem durch den Einsatz automatisierter Fertigungsmethoden abgrenzt, sind in den vergangenen Jahren durch technische und computerbasierte Verarbeitungsmethoden wesentlich weiterentwickelt worden. 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. Allerdings konnten diese Systeme der Vorfertigung bis dato kaum auf weitere Gebäudetypen (wie mehrgeschoßige Wohnobjektbauten) 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 Finanzierungstruktur dahinter gänzlich anders sowie die Eingebundenheit eines Nutzers letztendlich während der Errichtungsphase kaum gegeben. Die Arten und Elemente eines industriellen Holzbaus reichen dabei vom sog. Halbzeug bzw. von Halbfertigteilen bis hin zu schlüsselfertigen Modulen, welche im Folgenden näher betrachtet werden. Unter dem Begriff „Modul“ wird in der Literatur schließlich eine komplexe Struktur eines vorgegebenen Elementes 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, Wohnheime für Pflegebedürftige, und Studierende sowie Bauten mit ähnlich wiederkehrenden Raumsituationen (wie beispielsweise Schulneu- und -zubauten) durch komplette Module realisiert.

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 statistische Auswertungen, vor allem jene des österreichischen Fertighausverbandes (kurz: ÖFV), lassen Trends erkennen, welche 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 dieser Befragung werden im Weiteren jenen Aussagen der Fachliteratur und Statistiken gegenübergestellt und daraus die Potenziale und Notwendigkeiten für künftige Entwicklungen abgeleitet.

2.3. 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 bietet vor allem die leichte Verarbeitbarkeit des Baustoffes einen wesentlichen Vorteil innerhalb der Vorfabrikation. Jüngste Studien über die Entwicklung des Marktanteils vorgefertigter Bausysteme, sowie auch die Ergebnisse der Expertenbefragung zeigen, dass besonders im industriellen Holzbau auch in Zukunft ein konstantes Wachstum zu verzeichnen sein wird (siehe Abbildung 1).

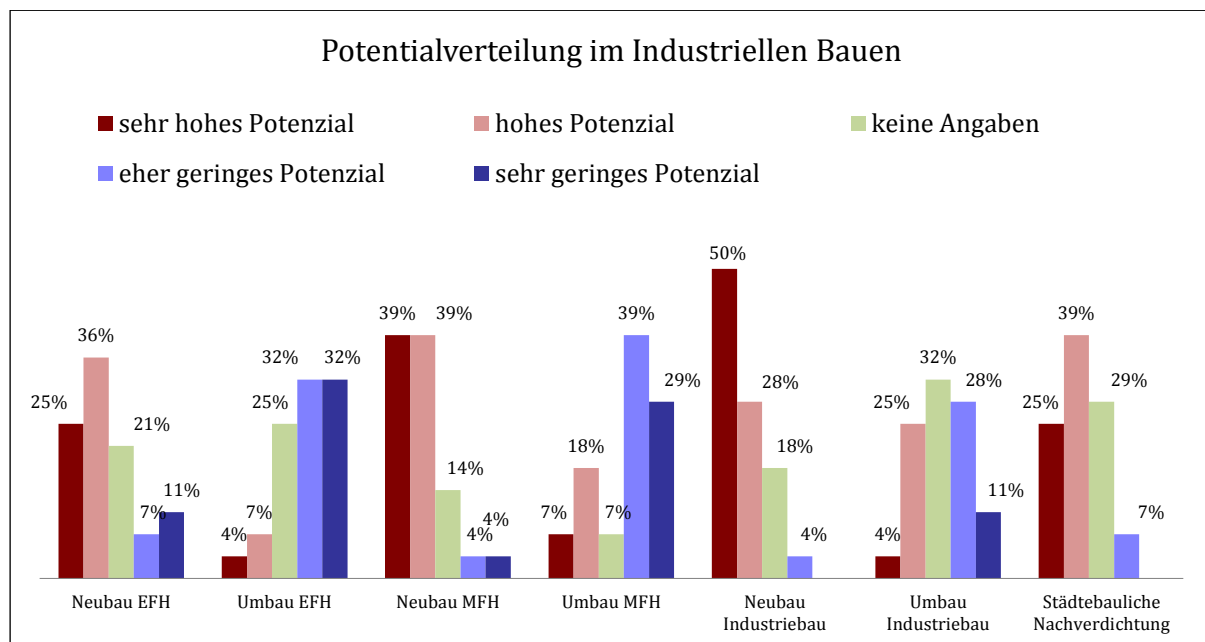


Abbildung 1: Expertenbefragung: Potenzialverteilung im Industriellen Bauen

Hierbei wird speziell im Neubau von Mehrfamilienhäusern (kurz: MFH) und auch Industriebauten (Anmerkung: inklusive Gewerbe- und Bürobauten) bzw. in der städtebaulichen Nachverdichtung laut Ansicht der Befragten auch künftig das größte Potenzial in den industriellen Bauweise liegen. Ebenso wird besonders die Industrialisierung von mehrgeschößigen Bauweisen vermehrt an Bedeutung gewinnen.

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 im Allgemeinen sehr unterschiedlich ausfallen und reichen von aus einzelnen Elementen bestehenden Objekten bis hin zu schlüsselfertigen, gänzlich vorgefertigten Bauten. Dies erfordert vor allem während der Planungsphase eine systematische und konsequente Abstimmung der Module und die Entwicklung einer klaren Füge-technik. Die grundsätzliche Herausforderung liegt in der Gestaltung einer klaren Maßkoordination und Zuordenbarkeit der Module zueinander. Die exakte Festlegung von Rasterabständen erfolgt einerseits aufgrund statischer Randbedingungen und anderer-

seits wirtschaftlicher Überlegungen sowie als übergeordnete Vorgabe durch die maximal zulässigen Transportabmessungen.

Sinn der Vorfertigung

Die vor Witterungseinflüssen geschützte Produktion, die Verkürzung der Bauzeit durch eine rasche Montage vor Ort und zugehörige laufende Qualitätssicherungsmaßnahmen im Werk stellen eindeutige Vorteile modularer Bausysteme dar, was auch in Nischenbereichen nach der Ansicht von Experten einen 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 überwiegend 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. Im Zuge der Expertenbefragung wurden einige teils subjektive Vorteile einzeln bewertet, wie Abbildung 3 zeigt.

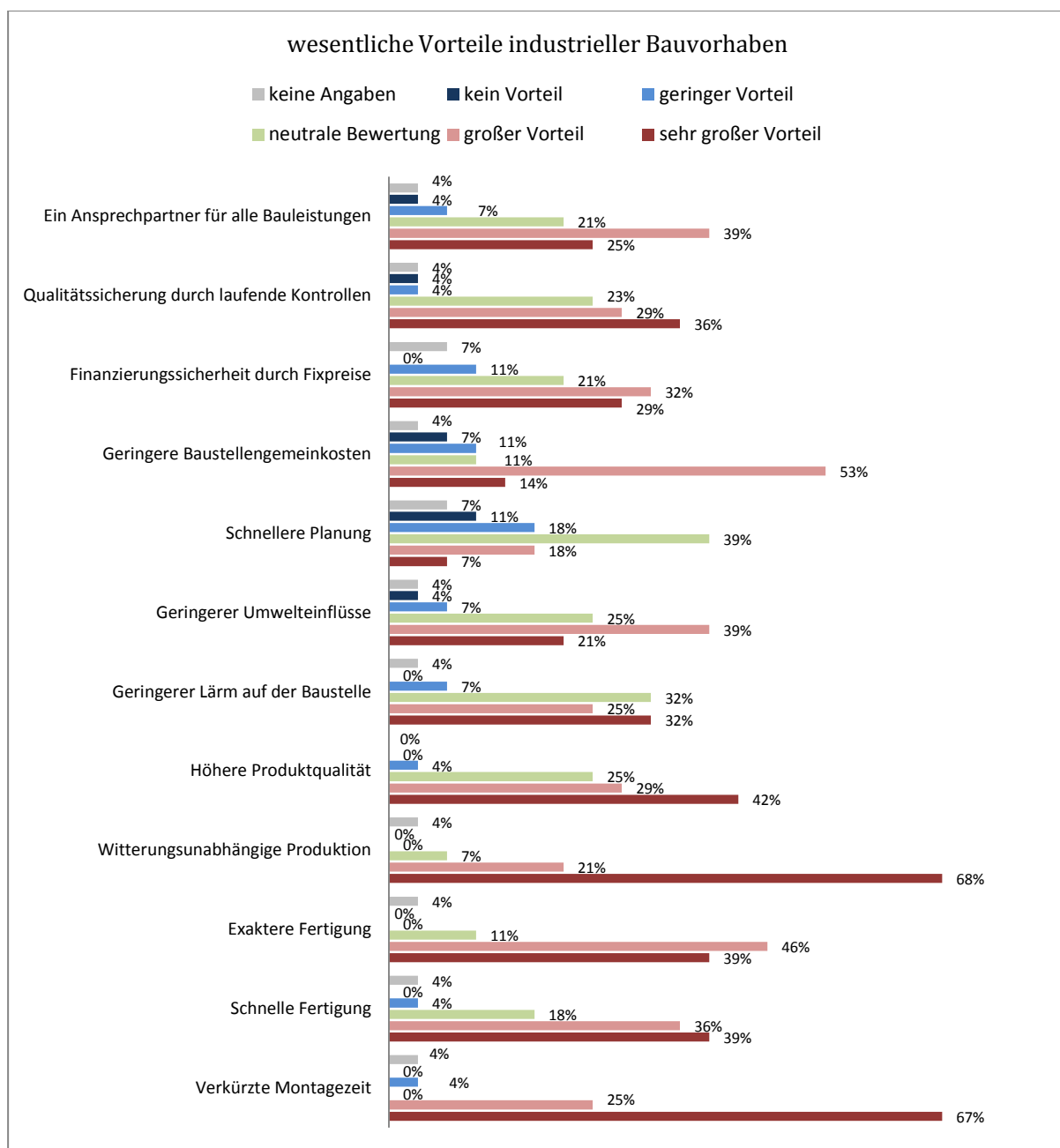


Abbildung 2: Expertenbefragung: Übersicht über wesentliche Vorteile der industriellen gegenüber einer traditionellen Bauweise

Es zeigt sich, dass vor allem das Thema der witterungsunabhängigen Produktion und eine damit einhergehende exakte qualitätsgesicherte Fertigung sowie die verkürzte Montagezeit als große Vorteile seitens der Befragten genannt werden. Obwohl sich Ansätze einer Industrialisierung bei elementierten Bauteilen (wie Wänden oder Decken) vor allem durch die zeitlichen Einsparungsmöglichkeiten bereits durchgesetzt haben, ist eine serielle Vorfertigung von mehrgeschoßigen Bausystemen sowohl in Europa, als auch im amerikanischen und teilweise im asiatischen Raum, mit Ausnahme einiger Prototypen, 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 ähnlicher Räume (wie bei Hotelbauten, Studierenden sowie Seniorenheimen, aber auch bei Zubauten und Aufstockungen) aufgrund der kurzen Bauzeit und des geringen Gewichtes durchgesetzt.

Unabhängig vom eingesetzten Baustoff wird das industrielle Bauen nach Ansicht der befragten Experten vor allem bei jenen Bausystemen mit hohen Fertigungstiefen (wie bei schlüsselfertigen Modulen) an Bedeutung gewinnen. Als größtes Hemmnis beim Bauen mit vorgefertigten Modulen wird auch heute noch die 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 frühestmöglichen Zeitpunkt erforderliche Berücksichtigung der bestimmenden Charakteristika vorgefertigter Komponenten in den einzelnen Planungsphasen.

2.4. Baubetrieb im Holzbau

Die allgemeine Baubranche und insbesondere der Holzbau sind durch einen stetigen Fortschritt der technischen Verarbeitungstechnologien und die Weiterentwicklung einzelner Baustoffe 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 Elemente- bzw. Modulbau beschritten werden können.

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. 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 (siehe Abbildung 3).

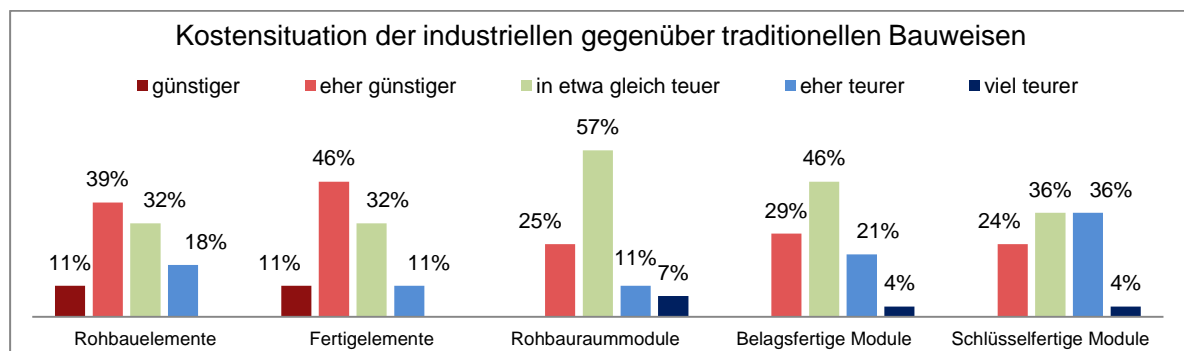


Abbildung 3: Expertenbefragung: Marktentwicklung des Industriellen Bauens – Baustoff unabhängig

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 Objektes beschreibt hingegen die Unterteilung eines Systems in standardisierte, typenähnliche Baugruppen, aus denen unterschiedliche, möglichst variable Gebäudestrukturen zusammengesetzt werden können. 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 Schnittstellen einen nicht unerheblichen Mehraufwand.

2.5. Schlüsselfertigbauen mit Holz

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 computeraided manufacturing – kurz: CAM) oder die digitale Koppelung der Planungs- und Produktionsprozesse lassen sich die ungewöhnlichsten Ideen von Architekten und Bauherren 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 ebenso unter Fachleuten unbeantwortet. Sowohl die gezielte Befragung von Experten als auch eine eingehende Analyse von aktuellen Marktdaten des ÖFV lassen einen deutlichen Trend in Richtung eines höheren Vorfertigungsgrades erkennen (siehe Abbildung 4).

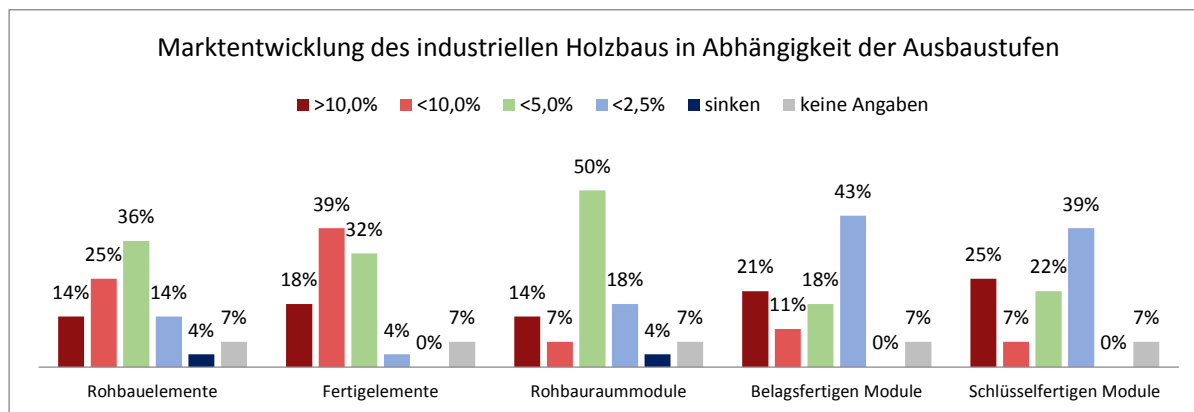


Abbildung 4: Expertenbefragung: Marktentwicklung des Industriellen Bauens – Baustoff unabhängig

Die überwiegende Anzahl der Befragten gibt an, dass sich der Marktanteil, vor allem bei Bauweisen mit einer höheren Fertigungstiefe, also beispielsweise bei belagsfertigen Modulen und mit 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. 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 wird, sondern vor allem gewerkübergreifend jene Bereiche des Ausbaus in ihre Konzepte integrieren muss, welche zur Erreichung schlüsselfertiger Module erforderlich sind. Dies wird die wesentliche Herausforderung an künftige Konzepte des industriellen Holzbaus darstellen.

3. Die baubetriebliche und bauwirtschaftliche Sicht

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 Holzbau-Wirtschaft 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 bauwirtschaftlichen 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 diese Themen zu schaffen.

3.1. 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 zurzeit 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 Wettbewerbes wird ein komplettes Planungsteam zusammengestellt, welches unter Berücksichtigung des bereits ausgearbeiteten Konzeptes zusätzliche Planungsanforderungen umsetzen muss. Dieses Vorgehen erweist sich jedoch aufgrund von im Nachhinein erforderlich gewordenen Planänderungen meist als ineffizient und kostenintensiv. Ein wesentlicher Punkt, welcher bereits durch die eigentliche Planungsleistung definiert wird, ist die erwartbare Wirtschaftlichkeit des geplanten Bauvorhabens. Je höher die serielle Wiederholung eines Entwurfes 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. 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 Ausführenden 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 frühzeitig berücksichtigt werden. Die Einbindung der technischen Gebäudeausrüstung (kurz: TGA) in eine vorgefertigte Bauweise stellt dabei besonders bei der Integration von medienführenden Leitungssystemen für Brauchwasser, Abwasser und Wasser innerhalb von Heiz- und Kühlsystemen eine große und nicht zu unterschätzende Herausforderung dar.

Schnittstellen der Gewerke

Aufgrund der stetig steigenden Anzahl von sich wechselseitig beeinflussenden Faktoren (wie die konstruktive Vielschichtigkeit der heute entwickelten Projekte) kommt der Ausarbeitung einer Strategie zur Komplexitätsreduktion eines Bauwerkes große Bedeutung zu. Eine wesentliche Rolle spielt in diesem Zusammenhang die Lösung der sog. Schnittstellenproblematik, einerseits im Planerteam, andererseits unter den ausführenden Gewerken. Die eigentliche Vorfertigung von Modulen ist besonders durch den Einsatz leis-

tungsstarker Maschinen und komplexer Anlagensysteme geprägt. 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 Ausführer in den wenigsten Fällen lückenlos. Ein Grund dafür sind die immer noch sehr niedrigen Lohnkosten vor allem osteuropäischer Länder, welche die Bereiche des Baunebengewerbes am österreichischen Bauproduktmarkt wesentlich 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 kontraproduktiv 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 oder Bausystem in seiner Gesamtheit. Dabei stellt die Schnittstelle zwischen den Massivbauarbeiten vor Ort – für die Fundierung und eventuell mineralische Massivbaukerne bei Stiegenhäusern und dgl. – 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 Hebezeuge und die Behinderung des Montagepersonals zu vermeiden.

3.2. Ausschreibung im Holzbau

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 Ausschreibern 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 – der Standardleistungsbeschreibung Holzbau in Österreich.

Ziel sollte es sein, herstellerunabhängige Leistungspositionen zu erarbeiten, die es dem Ausschreibern (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.

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 dabei 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 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 uneindeutigen firmenspezifischen, nicht produktneutralen Ausschreibungstexten abzugehen. Mit Hilfe der im Rahmen des Projektes SYSHOLZ-Kalkulation neu geschaffenen Leistungsgruppe 36 – Holzbau, 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.

Dieses vorausschauende österreichische Branchen-Projekt wird seitens der Bundesin-nung Holzbau, des Fachverbandes der Holzindustrie sowie proHolz Steiermark, Holzinnovationszentrum und Holzcluster Steiermark finanziert und in Kooperation mit dem ZT-Büro K. Pock und dem Institut für Baubetrieb und Bauwirtschaft der TU Graz bearbeitet. Im ersten Schritt ist die Herausgabe dieser LG 36 NEU für das Jahr 2016 geplant. Im zweiten Schritt wird darauf aufbauend eine umfassende praxisnahe Standardkalkulation erstellt, welche im dritten Schritt gemeinsam mit dem zu erweiternden Baukostenindex (kurz: BKI) ein umfassendes Holzbaukosteninformationssystem liefern wird.

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 Detaillierungsgrades, 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 in Österreich geltenden Kalkulationsnorm ÖNORM B 2061 durchzuführen.

3.3. Kalkulation im Holzbau

Mit der Entwicklung neuartiger Baustoffe aus Holz, die in Zusammenarbeit von Universitäten und innovativen Unternehmen getragen wurde, hat sich die Holzbauweise in den letzten Jahren rasant weiterentwickelt. Hingegen sind die bauwirtschaftlichen Grundlagen, wie Kalkulationsansätze, für den Bereich des Holzbaus in der Literatur kaum zu finden. Hier verwenden die Unternehmen zumeist interne firmen- und produktspezifische Ansätze und greifen auf Erfahrungswerte zurück. Aufgrund der sehr jungen Bauweise fehlen außerdem standardisierte Leistungsbeschreibungen, sodass bei vielen Bauprojekten im Holzbau frei definierte Positionsbeschreibungen verwendet werden, die in ihrer Qualität sehr stark variieren. Dies erschwert eine rasche Bearbeitung für Holzbaubetriebe und Ausschreibende und birgt große Risiken in der Preisbildung und Vergleichbarkeit der Angebote.

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 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.

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 mit einem sehr hohen Vorfertigungsgrad zugeordnet werden. Das bedeutet, dass durch den Einsatz von Halbfertigteilen ca. 75% – 80% der anfallenden Kosten dem Herstellwerk und die übrigen Kosten der Baustelle und dem Transport zuzuordnen sind.

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.

Kalkulationsansätze für Holzbau-Montagen

Kalkulationsansätze für die anfallenden Lohnkosten der Fertigung im Herstellerwerk können üblicherweise aus facheinschlägiger Literatur bezogen bzw. aus vergleichbaren Produktionssystemen abgeleitet werden. Hingegen gibt es für die Montage im Holzbau und hier speziell im Massivholzbau, 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 Kombination der Produktionsfaktoren formt einen wesentlichen Beitrag des Erfolgs einer Baustelle, hat aber auch das Potenzial für den Misserfolg eines Bauvorhabens verantwortlich zu sein.

Kalkulationsansätze im Bauwesen, wie es Aufwandswerte (kurz: AWi) und Leistungswerte (kurz: Li) sind, können einerseits aus praktischer Erfahrung, und andererseits aus der Literatur, aus der Nachkalkulation vergangener Projekte sowie mittels sog. REFA-Analysen in situ bestimmt werden. Die im Zuge einiger am Institut für Baubetrieb und Bauwirtschaft der TU Graz erstellten Abschlussarbeiten der vergangenen Jahre beschäftigen sich speziell mit durchgeführten Baustellenanalyse mit der Ermittlung dieser Arbeitszeitrichtwerte für Montagearbeiten im Holzbau.

3.4. Kostenanalysen im Holzbau

Ein qualitativer Vergleich von Bauweisen setzt gleiche oder vergleichbare Funktionen und Eigenschaften der Bauteile voraus. Haben sich die mineralischen Bauweisen, wie Stahlbeton und Mauerwerk, durch langjährige Anwendung speziell im mehrgeschoßigen Wohnbau bereits etabliert, steht die Holz-Massivbauweise noch zahlreichen Vorbehalten gegenüber. Ein häufig anzutreffendes Argument betreffend die höheren Kosten der Holzbauweise im Bereich von nicht nachvollziehbaren 20 bis 25 % beeinflusst bei vielen Bauherren die Investitionsentscheidungen. Wissenschaftliche Betrachtungen oder fundierte Untersuchungen derartiger Feststellungen wurden bis dato nicht durchgeführt. Die hier genannte Studie soll einen Beitrag zur Aufbereitung dieser Faktenlage leisten.

Um das Baumaterial und die Auswirkung der Anzahl der Geschosse und die Baukosten zu veranschaulichen, wurden anhand der in Graz geplanten Projektstudie „Timber in town“ ein drei- (kurz: G3) und ein achtgeschossiger Wohnturm (kurz: G8) in Holz-Massivbauweise aus BSP und mineralischer Massivbauweise aus Stahlbeton und Ziegel, verglichen.

Baubetriebliche Bewertungskriterien

Um vergleichbare bauphysikalische Grundlagen zu schaffen, wurden die Herstellungskosten des sog. „Edelrohbaus“, gegliedert in die Baustelleneinrichtung, den Rohbau und den Ausbau (Putz-, Trockenbau- und WDVS-Arbeiten), für beide Baustoffe und Gebäuhöhen ermittelt. Diese nach der derzeit in Österreich gültigen Kalkulationsnorm ÖNORM B 2061 kalkulierten Baukosten werden in der Grafik (Abbildung 5), bezogen auf die jeweiligen Wohnnutzflächen, gegenübergestellt. Demnach liegen die Herstellungskosten des Edelrohbaus in mineralischer Massivbauweise im drei- und achtgeschossigen Wohnbau um rund 7 % niedriger. Diese Zahl würde sich bei der Betrachtung der Gesamtbaukosten (im Verhältnis Edelrohbaus/Gesamtbaukosten) noch deutlich reduzieren. Die Kosten für den Rohbau in der Holz- Massivbauweise und der mineralischen Massivbauweise sind in etwa gleich hoch.

Der Holzbau weist den großen Vorteil der kürzeren Bauzeit und geringeren Kosten für die Baustelleneinrichtung auf. Einen wesentlichen Kostentreiber stellt der Ausbau mit seinem hohen Lohn- und Materialanteil im Trockenbau dar, um die Brandschutzvorschriften nach in Österreich gültigen sog. OIB-Richtlinie 2 zu erfüllen.

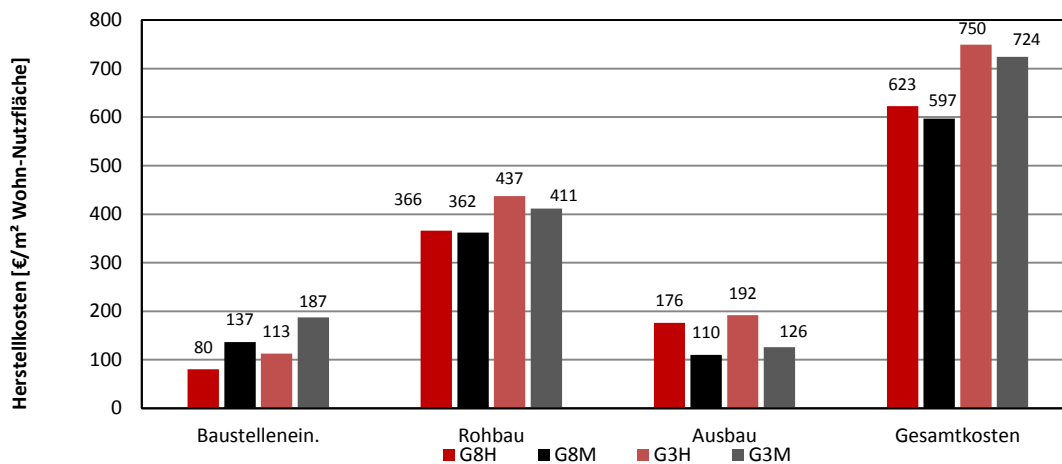


Abbildung 5: Vergleich der Herstellungskosten Edelrohbaus bezogen auf die Wohn-Nutzflächen, aufgeteilt in die einzelnen Ausbaustufen – Projektstudie

Aus bauwirtschaftlicher Sicht

Wohnnutzfläche: Durch die geringeren Wandstärken der Holz-Massivbauweise bei gleichbleibender Fassadenflucht werden Zuwächse in der Wohn- und Nutzfläche von rund 3 % generiert. Dieser Flächenzuwachs ermöglicht zusätzliche Miet- bzw. Verkaufserlöse, welche die erwähnten höheren Herstellkosten des Holzbaus kompensieren können.

Verbaute Kubatur an Baustoffen: Der Einsatz von Brettsperrholz als tragende Struktur reduziert das Gewicht der Konstruktion des Bauwerks um 80 bis 90 %. Die erzielbare Reduktion der Anzahl der Lkw-Bewegungen liegt somit bei einem Faktor von 1:10, verbunden mit einer wesentlich geringeren Emissionsbelastung für die Anrainer.

Verkürzung der Bauzeit: Der Holzbau kann durch die trockene Bauweise, den hohen Vorfertigungsgrad und die schnelle Montage im Rohbau eine Verkürzung der Bauzeit zwischen 40 bis 50 % erzielen.

Schlussfolgerung für Mehrgeschosser

Die Holz-Massivbauweise verursacht im Vergleich zur mineralischen Bauweise in der Herstellung des sog. Edelrohbaus geringfügig höhere Herstellungskosten. Diese können unter Berücksichtigung grundlegender Planungsrichtlinien, optimierter Grundrissgestaltung und konsequenter Projektentwicklung in einen finanziellen Vorteil umgewandelt werden.

Das Potenzial der Holz-Massivbauweise kann bei konsequenter Forschung und Entwicklungen in den Holzbauunternehmen genutzt werden. Es müssen die gesetzlichen Rahmenbedingungen im Brandschutz an die neuesten wissenschaftlichen Erkenntnisse angepasst werden. Eine effiziente Herstellung mit hohem Vorfertigungsgrad schlägt sich in einer kürzeren Bauzeit, hoher Qualität und somit finanzieller Leistungsfähigkeit nieder.

Weiters müssen im Holzbau weitreichende Standards im Baubetrieb und der Planung eingesetzt werden, gepaart mit der Entwicklung ganzheitlicher Bausysteme in Form von Komplettlösungen. Neben den gewerblich organisierten Holzbaubetrieben werden sich künftig Generalunternehmer in Zusammenarbeit mit Architekten und Fachplanern dem Thema verstärkt widmen.

3.5. Arbeitsvorbereitung im Holzbau

Die Vielzahl der Betriebe im Holzbau kann aufgrund ihrer Struktur und des Marktes als vertriebsorientiert bezeichnet werden. So dienen Kenngrößen, wie m^2 produziertes Element / Jahr oder m^3 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 Holzwerkstoffes auch die Montage der produzierten Bauteile in der Regel Geschäftsgegenstand. Hier wird entweder mit eigenen Facharbeitern Holzbau 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.

Mit steigender Automatisierung des Bauablaufes gewinnt auch das Thema einer spezifischen, allumfassenden exakten Arbeitsvorbereitung große Bedeutung. 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 beispielsweise 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 so weit zu optimieren und rationalisieren, dass ein bestmöglicher wirtschaftlicher Erfolg erzielt werden kann. Vielmehr wird erst durch die Automatisierung der Arbeitsvorbereitung eine effiziente Vorfertigung ermöglicht. Sowohl das Bauen mit Fertigteilen, als auch der Einsatz von automatisch ablaufenden Arbeitsschritten erfordern 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 die sog. just-in-time 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. 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 werden 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. Mangelnde Vorbereitung zieht hohe finanzielle Einbußen in einem Bauablauf nach sich und wirkt sich bei wiederholender Nicht-Beachtung existenzgefährdend für ein Unternehmen aus. Trotz dieser enormen Bedeutung vorbereitender Arbeitsschritte innerhalb der Arbeitsvorbereitung wird die Phase einer intensiven Fertigungsplanung derzeit in vielen Fällen 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.

4. Die möglichen Entwicklungen

Die vorliegende Analyse des industriellen Holzbaus, also des Holzsystembaus, verdeutlicht, dass der Vorfertigungsgrad auch auf mitteleuropäischen Baustellen mittlerweile sehr viel weiter fortgeschritten ist, als es der erste Eindruck erscheinen lässt. Trotzdem besteht nach wie vor enormes Potenzial. 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.

4.1. Auswirkung des Holzsystembaus

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 werden generell die vorrausschauende Planung und Koordination aller erforderlichen Fertigungsabläufe verstanden. Eine sehr zentrale Aufgabe der Arbeitsvorbereitung ist in diesem Zusammenhang die Ermittlung des bestmöglichen Automatisierungsgrades im Fertigungsprozess. Mithilfe einer erfolgreichen Mechanisierung der Produktion kann der Arbeitsablauf vielfach effizienter gestaltet, sowie die Dauer der Durchlaufzeit und benötigte Anzahl an produktiven Arbeitskräften können erheblich gesenkt werden. Ein weiterer Vorteil einer industrialisierten Bauweise im Holzbau ist die mögliche Reduktion der Produktionskosten, welche durch eine Effizienzsteigerung der zugrunde liegenden Produktionsverfahren mithilfe einer klaren Strukturierung der Workflow-Prozesse gegeben ist. Durch die Vermeidung von Verlustzeiten können die nicht wertschöpfenden Aktivitäten im Werk zum größten Teil eliminiert werden. 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 umrüstungs-freie Bearbeitung unterschiedlicher Werkstücke effizient ermöglicht werden. Dadurch wird nicht nur die Dauer unproduktiver Stehzeiten gesenkt, sondern auch die Höhe der Rüstkosten erheblich reduziert. Neben der Reduktion der eigentlichen Bauzeit und damit der Gesamtkosten wirkt sich die Erhöhung des Automatisierungs- und Vorfertigungsgrades aufgrund der geänderten Produktionsbedingungen in vor Witterung geschützten Werkshallen grundlegend positiv auf die Qualität der erstellten Holzbau-elemente aus. Eine computergesteuerte Fertigung ermöglicht dabei die Produktion von äußerst komplexen Strukturen mit hoher Genauigkeit, welche in einer manuellen Fertigung nicht realisierbar wären.

4.2. Potenzial Holzsystembau

Vor allem im Bereich der Ausbaugewerke sind noch erheblicher Aufholbedarf und umfangreiche Forschungen im Holzbau nötig. Einerseits müssen die gesetzlichen Vorschriften, sowie die Rahmenbedingungen vor allem zum Thema „Brandschutz“ an die aktuellen Entwicklungen des Holzbaus und an die neuesten wissenschaftlichen Erkenntnisse angepasst werden. Andererseits können durch ganzheitliche baubetriebliche Ansätze von

Holzbauunternehmen finanzielle Vorteile erwirtschaftet werden. Dies bringt durch effiziente Vorfertigung und einen hohen Vorfertigungsgrad von Wandelementen, beispielsweise mit Brettsperreholzelementen als Grundelement und Anbringung sämtlicher zusätzlicher Aufbauten im Werk, erhebliche Vorteile, welche sich in kurzer Bauzeit, hoher Qualität und somit finanzieller Leistungsfähigkeit eines Baustoffes darstellen. Um die dafür notwendige Genehmigungs- und Planungssicherheit und folglich eine Reduktion der Herstellungskosten eines Bauwerkes zu ermöglichen, ist in diesem Feld die Erarbeitung von weitreichenden Standards notwendig.

Zahlreiche realisierte Beispielprojekte und einige Beiträge in der einschlägigen Fachliteratur zeigen, dass in der Baubranche deutliches Potenzial in der industriellen Vorfertigung gegeben ist. Fachleute nennen in diesem Zusammenhang immer wieder die möglichen Parallelen zwischen der industriellen Produktfertigung und dem industrialisierten Bauen. Gleichzeitig veranschaulichen konkrete Projekte der vergangenen Jahre enormes Potenzial, welches im industriellen Holzbau steckt.

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

4.3. Schlussfolgerung für den Holzsystembau

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. Allerdings kann aufgrund zunehmender 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 zeigt die Tendenz der Werkstoffe Holz stetig nach oben. Für die erfolgreiche Umsetzung eines industriellen Holzbaus sind laut Ansicht von Experten allerdings entsprechende Voraussetzungen oder Adaptierungen innerhalb der Unternehmensstruktur einzelner Holzbaubetriebe erforderlich, sowie alle beteiligten Planer, Lieferanten und im Bauprozess involvierten Fachbereiche. Dieser Wandel scheint sich jedoch nur sehr langsam zu vollziehen. 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 allgemeingültigen 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 eines konsequenten industriellen Holzbaus nur durch das Denken und Umsetzen von Gesamtkonzepten in Form von Schlüsselfertigbauten,

ohne Berücksichtigung jeglicher Gewerkegrenzen entstehen, um baubetrieblich sinnvolle Konzepte mit bauwirtschaftlich erfolgreichen Auswirkungen für den Holzbau der Zukunft zu schaffen. Neben den klein strukturierten, gewerblich organisierten Holzbaubetrieben, werden sich in Zukunft hauptsächlich Generalunternehmer und Baukonzerne mit dem Thema „ganzheitlicher schlüsselfertiger Systemholzbau“ intensiv auseinandersetzen müssen. Durch die Zusammenarbeit von Architekten, Bauingenieuren und Unternehmern kann der Holzbau in Zukunft eine nicht wegzudenkende Größe bei der Wahl von Baustoffen im Bauwesen einnehmen.

5. Literaturverzeichnis

57, C. T.: New Perspective in Industrialisation in Construction – A State of the Art Report.

GIRMSCHIED, G.: Strategisches Bauunternehmensmanagement.

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

KAUFMANN, H., W. N.: Bauen mit Holz, Wege in die Zukunft.

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

KOPPELHUBER, J.: Bauprozessmanagement im industriellen Holzbau – Entwicklung und Optimierung eines technisch-wirtschaftlichen Systemholzbaus für das industrielle Bauen mit Holz, Forschungsplakat zur Dissertation, TU Graz, März 2015.

KOPPELHUBER, J., HINTERSTEININGER, K., HECK, D.: Industrielles Bauen mit Holz – baubetriebliche Aspekte im Holz-Modulbau, Veröffentlichung in bauaktuell, Linde-Verlag, Wien, Mai 2015

KOPPELHUBER, J., ZÜGNER, D., HECK, D.: Bewertungskriterien und deren Auswirkung in der Kalkulation von mehrgeschoßigen Holzwohnbauten, Veröffentlichung in bauaktuell, Linde-Verlag, Wien, Mai 2014

KOPPELHUBER, J. Wolfthaler, F.: Standardisierte Leistungsbeschreibung im Holzbau – Leitfaden für die Ausschreibung nach der LG 36 – NEU, Tagungsband 2. Forum Holzbau trifft Bauwirtschaft – Bauwirtschaftliche Optimierungsansätze im Holzbau, TU Graz, April 2015

LENNARTSSON, M.: Modularity in Industrialised Timber Housing.

PILLER, F. T.: Mass Customization Ein wettbewerbsstrategisches Konzept im Informationszeitalter.

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

ROZYNSKI, D.; KOCH, P.: Vom industrialisierten Einfamilienhaus zum verdichteten Wohnungsbau. Forschungsarbeit

SCHMID, G.; SCHICKHOFER, G.: Gebäudetechnik für Geschoßbauten im Holzmassivbau. Bericht.

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

STAIB, D. R.: Elemente und Systeme, modulares Bauen, Entwurf Konstruktion neue Technologien.

ZÜGNER, D.: Die Holz-Massivbauweise im mehrgeschossigen Wohnbau - Ein kalkulatorischer Vergleich zur mineralischen Massivbauweise. Graz. Institut für Baubetrieb und Bauwirtschaft – TU Graz, Masterarbeit, 2013.