

*bau*aktuell

Baurecht – Baubetriebswirtschaft – Baumanagement

Herausgegeben von
Detlef Heck / Georg Karasek / Arnold Tautschnig

Schwerpunkt:
Kalkulation

Interview mit Robert Galler

Tunnelbau – eine interdisziplinäre Herausforderung

Andreas Kropik

Kalkulation abseits der Bauindustrie – Angaben im K3-Blatt

Markus Gmoser

Kalkulation der Mehrarbeitszulage im K3-Blatt

Christoph Wiesinger

Subunternehmer und Arbeitskräfteüberlassung aus dem Ausland

Jörg Koppelhuber/Katharina Hintersteininger/Detlef Heck

Industrielles Bauen mit Holz

Gerald Moser

Fruchtgenuss bei Immobilien

Wolfgang Hussian

Aus der aktuellen Rechtsprechung

Das letzte Wort hat Rainer Kurbos

Industrielles Bauen mit Holz

Baubetriebliche Aspekte im Holz-Modulbau

Jörg Koppelhuber / Katharina Hintersteiner / Detlef Heck

Das Thema des industriellen Bauens 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.¹ 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.² 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, diese Industrialisierung baubetrieblich sinnvoll in Form von Systemkomponenten auszugestalten und in bauwirtschaftlich erfolgreichen Objekten konsequent umzusetzen.

1. 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.³ Es stellt sich die Frage, welche allgemeingültigen Aspekte und Kennzeichen für eine automatisierte Vorfabrikation in der Baubranche – und hier speziell für den Holz-Modulbau – sowie deren Auswirkung auf künftige Baukonzepte näher definiert werden können.

1.1. Wendepunkte im Bauen

Der Ursprung der Vorfertigung einzelner Bauelemente reicht bis zu den Anfängen des Bauens zurück⁴ und ist seit damals einem ständigen technologischen Wandel unterworfen.

Einen die Abläufe grundlegend verändernden Aufschwung erfährt das Paradigma einer industriellen Bauweise durch die technischen Errungenschaften während der industriellen Revolution. Zu Beginn des 20. Jahrhunderts breitete sich diese von den USA kommend nach Europa aus. Mithilfe witterungsunabhängiger Vorfertigung im Werk konnten neue Maßstäbe im Hinblick auf Qualität, Produktion und architektonischen Formgebung erreicht werden. Zudem sollten mithilfe einer weitreichenden Standardisierung eine serielle Vorfertigung und rasche Produktion von Gebäuden ermöglicht werden.⁵

Ein Jahrhundert später sind die Produktionen nicht nur durch computerbasierte Planungen, sondern auch durch automatisierte Fertigungsweisen

wesentlich 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 der ganzheitlichen Vorfertigung im Bauwesen bis dato kaum etablieren konnte.⁶

1.2. Merkmale des industriellen Bauens

Das industrielle Bauen bezeichnet im Allgemeinen die Übertragung einzelner industrieller Arbeitsweisen aus der stationären Industrie auf die dezentralen Systeme einer Bauproduktion,⁷ wobei oftmals die Bezeichnung der Vorfabrikation pauschal für das Bauen in Serie, für den sogenannten Systembau, also für das elementierte oder modulare Bauen verwendet wird. Grundsätzlich wird in Anlehnung an die einschlägige Fachliteratur unter diesem Begriff allerdings ausschließlich die Produktion einzelner Bauelemente an einem witterungsunabhängigen Ort verstanden. Ebenso ist die sogenannte Fertigungstiefe, also der erreichte Prozentsatz des eigenen oder fremden Vorfertigungsgrades, mit der Begriffsbestimmung alleine nicht näher definiert.⁸ 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.⁹

Erst mit der Einführung des sogenannten *lean production*¹⁰ haben sich schließlich in der stationären



Dipl.-Ing. Jörg Koppelhuber

ist Universitätsassistent am Institut für Baubetrieb und Bauwirtschaft der Technischen Universität Graz.



DDipl.-Ing. Katharina Hintersteiner

ist Mitarbeiterin eines Planungsbüros in Graz.



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

lehrt am Institut für Baubetrieb und Bauwirtschaft der Technischen Universität Graz.

1 Vgl. *Schnittich*, Vorfertigung – Hightech und Handarbeit, *DETAIL* 2012, 588 (594 f).
 2 Vgl. *Lennartsson*, Modularity in Industrialized Timber Housing (2009) 3.
 3 Vgl. *Piller*, Mass Customization. Ein wettbewerbsstrategisches Konzept im Informationszeitalter⁴ (2006) 1.
 4 Vgl. *Schnittich*, Editorial, *DETAIL* 2012, 586.
 5 Vgl. *Staub/Dörrhöfer/Rosenthal*, Elemente und Systeme: Modulares Bauen (2008) 24.

6 Vgl. *Schnittich*, *DETAIL* 2012, 588.

7 Vgl. *Girmscheid*, Strategisches Bauunternehmensmanagement (2006) 529.

8 Vgl. *Staub/Dörrhöfer/Rosenthal*, Elemente, 40; *Schnittich*, *DETAIL* 2012, 589.

9 Vgl. *Staub/Dörrhöfer/Rosenthal*, Elemente, 5 und 42; *Kaufmann/Nerdinger*, Bauen mit Holz. Wege in die Zukunft (2011) 57.

10 *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.

ren 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.¹¹

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 sogenannten Häuserfabriken in den vergangenen Jahrzehnten bereits verwirklicht worden.¹²

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.¹³ Eines der wesentlichsten Merkmale der industriellen Produktion ist die zentralisierte Fertigung innerhalb einer Produktionsstätte, welche die Effizienzsteigerung des eigentlichen Fertigungsablaufs erlaubt.

1.3. Der industrielle Holz-Modulbau

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.¹⁴

Mittlerweile wird knapp ein Drittel aller Ein- und Zweifamilienhäuser in Österreich als sogenanntes Fertigteilhaus durch die Fertighausindustrie, aber auch durch einzelne spezialisierte Holzbaubetriebe realisiert. Über 80 % aller Fertigteilhäuser, die in Österreich verwirklicht werden, sind Holzhäuser.¹⁵ Allerdings konnten diese Systeme der Vorfertigung bis dato kaum auf weitere Gebäudetypen (wie beispielsweise 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 Finanzierungsstruktur dahinter gänzlich anders sowie die Eingebundenheit eines Nutzers letztendlich während der Errichtungsphase kaum gegeben.

Die Arten und Elemente eines industriellen Holzbaus reichen dabei vom sogenannten „Halbzeu“ bzw von Halbfertigteilen¹⁶ bis hin zu schlüs-

selfertigen Modulen,¹⁷ welche im Folgenden näher betrachtet werden.

Unter dem Begriff „Modul“ wird in der Literatur schließlich eine komplexe Struktur¹⁸ eines vorgegebenen Elements 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.

1.4. 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 statistische Auswertungen, vor allem jene des österreichischen Fertighausverbandes (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. Die folgenden Abschnitte beinhalten Teilaussagen der Befragung, die Grundlagen, die ausführliche Analyse samt Interpretation und Ableitung der Konsequenzen sind der Masterarbeit der Zweitautorin¹⁹ zu entnehmen.

2. 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 Baustoffs einen wesentlichen Vorteil innerhalb der Vorfabrikation.²⁰

11 Vgl Piller, Mass Customization⁴, 97 ff.

12 Vgl Bergdoll, Home Delivery. Entwicklungsstadien eines modernen Traums, ARCH+ 198/199 (Mai 2010), 26.

13 Vgl Girmscheid, Bauunternehmensmanagement, 529.

14 Vgl Lennartsson, Modularity, 3 ff.

15 Vgl Gruber/Bruckner, Fertighaus & Recht² (2012) 10.

16 Vgl Staib/Dörrhöfer/Rosenthal, Elemente, 43.

17 Vgl Isopp, Editorial, Zuschnitt 50/2013, 3.

18 Vgl New Perspective in Industrialisation in Construction – A State of the Art Report (2012) 7.

19 Hintersteiner, Kennzeichen und Aspekte des industriellen Bauens – Anwendbarkeit im Holzbau (Masterarbeit, Technische Universität Graz 2015).

20 Vgl Lennartsson, Modularity, 3.

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).²¹

Hierbei wird speziell im Neubau von Mehrfamilienhäusern (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.²²

2.1. 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 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 Fügetechnik. Die grundsätzliche Herausforderung liegt in der Gestaltung einer klaren Maßkoordination und Zuordenbarkeit der Module zueinander.²³

Die exakte Festlegung von Rasterabständen erfolgt einerseits aufgrund statischer Randbedingungen und andererseits wirtschaftlicher Überlegungen sowie als übergeordnete Vorgabe durch die maximal zulässigen Transportabmessungen.

Abbildung 2 stellt mögliche Formen einer Vorfertigung im Holzbau sowie die damit in Zusammenhang stehende Vorfertigungstiefe und denkbare Einflussnahme in der Gestaltungsfreiheit dar.

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.²⁴

2.2. 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 durchgängi-

ge 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.²⁵

Im Zuge der Expertenbefragung wurden einige teils subjektive Vorteile einzeln bewertet, wie Abbildung 3 auf Seite 104 zeigt.

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.

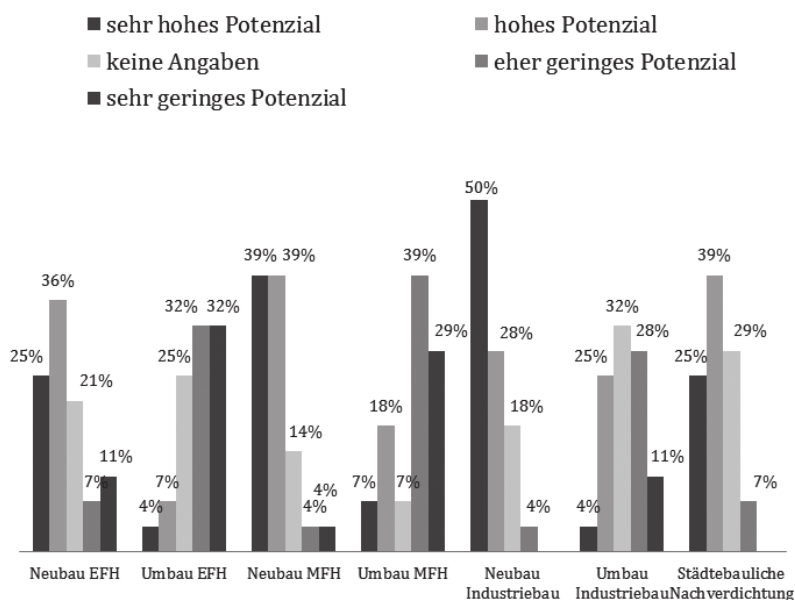


Abbildung 1: Expertenbefragung: Potenzialverteilung im industriellen Bauen²⁶

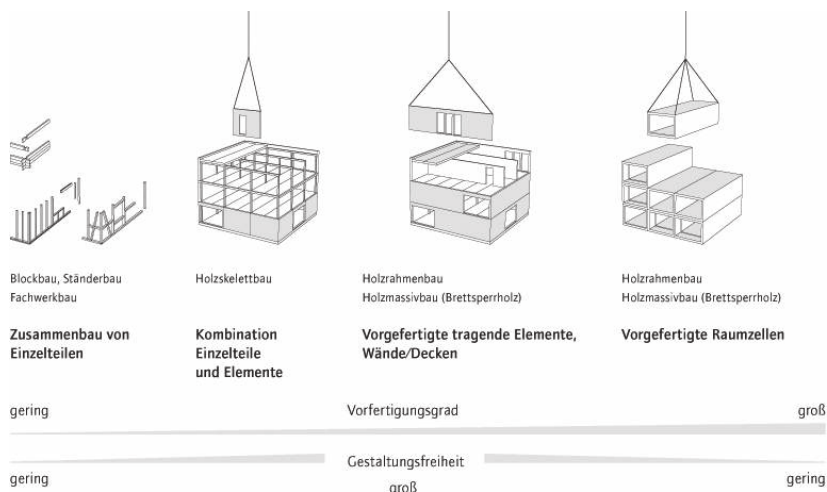


Abbildung 2: Systemübersicht möglicher Vorfertigungstiefen²⁷

21 Vgl. Statistik Austria, Wohnbautätigkeit. Bewilligungen und Fertigstellungen 2002. Wohnbaukosten 2001 (2003) 52.
 22 Vgl. Roth/Rozynski/Koch/Hartig, Vom industrialisierten Einfamilienhaus zum verdichteten Wohnungsbau (2009) 64.
 23 Vgl. Staib/Dörrhöfer/Rosenthal, Elemente, 43.
 24 Vgl. Pirchner, In dreifacher Ausführung: Bürogebäude für Österreich, Rumänien und Deutschland, Zuschnitt 50/2013, 18.

25 Vgl. Kaufmann, Der andere Bauprozess, Zuschnitt 50/2013, 4.
 26 Vgl. Hintersteiner, Kennzeichen, 222.
 27 Vgl. Pirchner, Zuschnitt 50/2013, 18.

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, Studenten- sowie Seniorenheimen, aber auch bei Zubauten und Aufstockungen) aufgrund der kurzen Bauzeit und des geringen Gewichts durchgesetzt (siehe Abbildung 4 auf Seite 105).²⁸

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.³⁰

2.3. Arbeitsvorbereitung

Mit steigender Automatisierung des Bauablaufs gewinnt auch das Thema einer spezifischen, allumfassenden exakten Arbeitsvorbereitung große Bedeutung.³¹ 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.³²

Sowohl das Bauen mit Fertigteilen als auch der Einsatz von automatisch ablaufenden Arbeitsschritten erfordern eine systematische und klar durchdachte Planung des Produktions- und Bauablaufs. 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 sogenannte *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.³³

Allerdings wird laut Ansicht von Fachleuten nicht nur die Wahl des Liefersystems, sondern auch die Wahl des verwendeten Fertigungsverfahrens

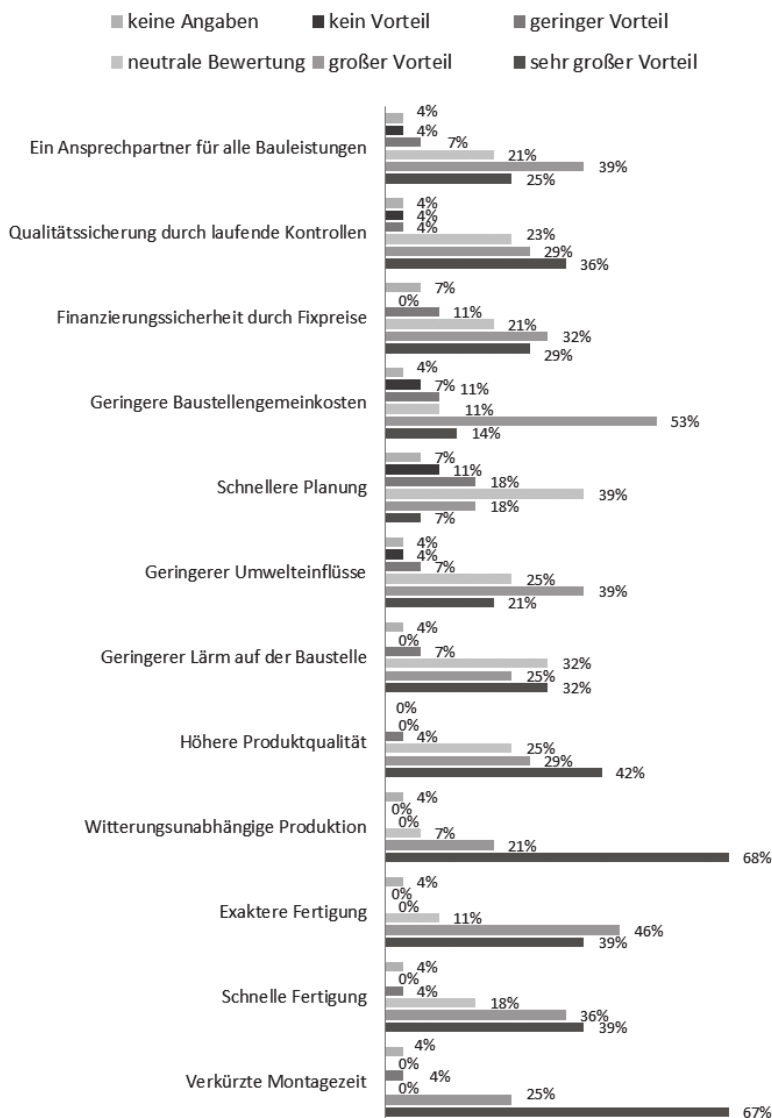


Abbildung 3: Expertenbefragung: Übersicht über wesentliche Vorteile der industriellen gegenüber einer traditionellen Bauweise²⁹

28 Vgl Kaufmann, Zuschnitt 50/2013, 4 f.
29 Vgl Hintersteiner, Kennzeichen, 186.

30 Vgl Kaufmann, Zuschnitt 50/2013, 4 f.

31 Vgl Girmscheid, Bauunternehmensmanagement, 533.

32 Vgl Girmscheid, Bauunternehmensmanagement, 529 ff.

33 Siehe Fußnote 32.

rens 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.³⁴ 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 Produktion nach sich zieht.

2.4. 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 beispielsweise das *computer-aided manufacturing* – CAM) oder die digitale Koppelung der Planungs- und Produktionsprozesse lassen sich die ungewöhnlichsten Ideen von Architekten und Bauherrn auch technisch realisieren. Doch inwiefern eine Automatisierung oder Vorfertigung den Bauprozess verbessern oder gar in Bezug auf die Kosten vergünstigen und welche Rolle dabei der angestrebte Ausbaugrad hat, bleibt bislang auch 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 5).

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.³⁵ Es liegt somit die Vermutung nahe,

34 Vgl. *Duschel/Plattenbacher*, Handbuch Arbeitsvorbereitung im Baubetrieb (2013) 21.

35 Vgl. *Murhammer*, Pressegespräch des ÖFV. Pressemitteilung, 8.

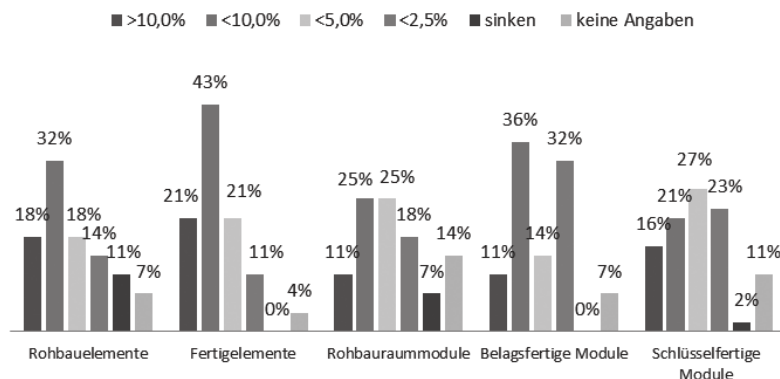


Abbildung 4: Expertenbefragung: Marktentwicklung des industriellen Bauens – baustoffunabhängig³⁶

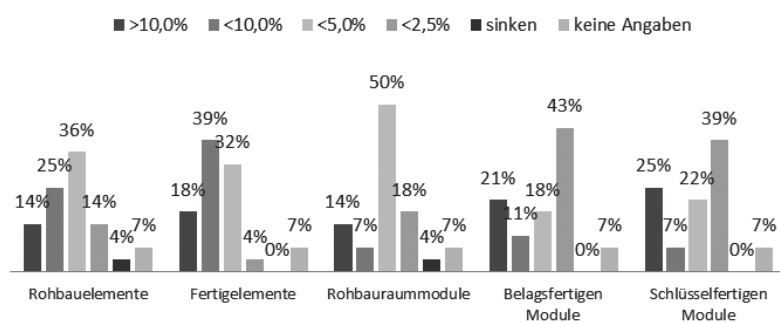


Abbildung 5: Expertenbefragung: Marktentwicklung des industriellen Bauens in Abhängigkeit der Ausbaustufen³⁷

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. Baubetrieb im Holz-Modulbau

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 sogenannten Modulbaus mit der Entwicklung des flächenförmigen Produkts Brettsperholz vor mittler-

36 Vgl. *Hintersteiner*, Kennzeichen, 172.

37 Die ÖNORM B 2310 (Ausgabe 2009) kennt drei Ausbaustufen: Ausbauhaus, belagsfertiges Haus und schlüsselfertiges Haus. In der Praxis gibt es zahlreiche nicht näher definierte Ausbaustufen; vgl. *Hintersteiner*, Kennzeichen, 173.

weile 20 Jahren stark erweitert, womit auch neue, bis dahin mit dem Werkstoff Holz unmögliche Wege im Modulbau beschritten werden können.³⁸

3.1. 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.³⁹ 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 6).

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 günstiger 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 zusammengesetzt 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. 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.

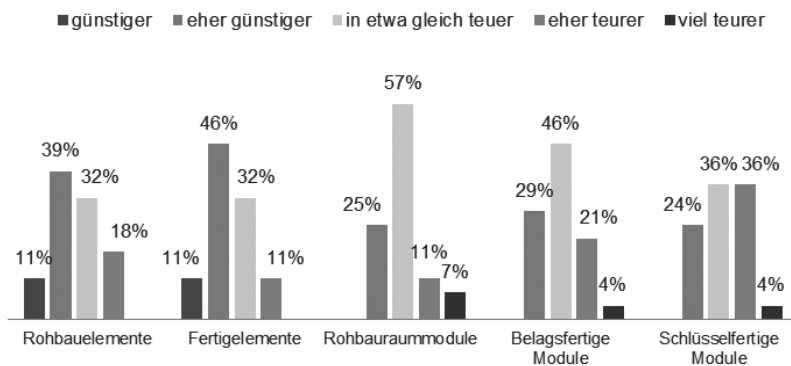


Abbildung 6: Expertenbefragung: Kostensituation industrieller Bauweisen im Vergleich zu traditionellen Bauweisen⁴⁰

38 Vgl Lennartsson, Modularity, 3 ff.
 39 Vgl Schnitlich, DETAIL 2012, 588.
 40 Vgl Hintersteiner, Kennzeichen, 185.

3.2. 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 sogenannte 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 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 gewordenen Planänderungen meist als ineffizient und kostenintensiv.⁴¹

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.⁴² 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 (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.⁴³

3.3. Schnittstellen der Gewerke

Aufgrund der stetig steigenden Anzahl von sich wechselseitig beeinflussenden Faktoren (wie die konstruktive Vielschichtigkeit der heutzutage ent-

41 Vgl Kaufmann, Fit machen für systematisches Bauen, mikado 7/2013, 20 (21).
 42 Vgl Kessel, Ökologische Herstellung von Holzhäusern durch Entwicklung und Umsetzung automatisierter und fertigungs-optimierter Produktionsprozesse (2004) 11.
 43 Vgl Schmid/Schickhofer, Gebäudetechnik für Geschoßbauten im Holzmassivbau (2015) 7.

wickelten Projekte) kommt der Ausarbeitung einer Strategie zur Komplexitätsreduktion eines Bauwerks große Bedeutung zu. Eine wesentliche Rolle spielt in diesem Zusammenhang die Lösung der sogenannten Schnittstellenproblematik, einerseits im Planerteam, andererseits unter den ausführenden Gewerken.

Die eigentliche Vorfertigung von Modulen ist besonders durch den Einsatz leistungsstarker Maschinen und komplexer Anlagensysteme geprägt.⁴⁴ Das vorrangige Ziel, die Verbesserung eines durchgängigen Datenflusses zwischen der Planung und der Fertigungsarbeit, wird durch sogenannte CAD-CAM-gekoppelte Systeme ermöglicht, welche der bestehenden Schnittstellenproblematik nachkommen und die gestalterische Einengung überwinden sollen. Die voll automatisierte Kopplung der technischen Prozesse funktioniert derzeit nach Meinung zahlreicher Ausführender 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 unter anderem die Frage einer späteren Haftung genannt. Die an der Herstellung beteiligten Firmen berücksichtigen meist nur ihr eigenes Metier, nicht aber das Modul in seiner Gesamtheit.⁴⁵

Dabei stellt die Schnittstelle zwischen den Massivbauarbeiten vor Ort – für die Fundierung und eventuell mineralische Massivbaukerne bei Stiegenhäusern und dergleichen – 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 vorab komplettierten Module begonnen wird, um eventuelle Bauzeitverzögerungen durch Stillstände der Hebezeuge und die Behinderung des Montagepersonals zu vermeiden.⁴⁶

3.4. 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 Holzrahmenbauweise oder

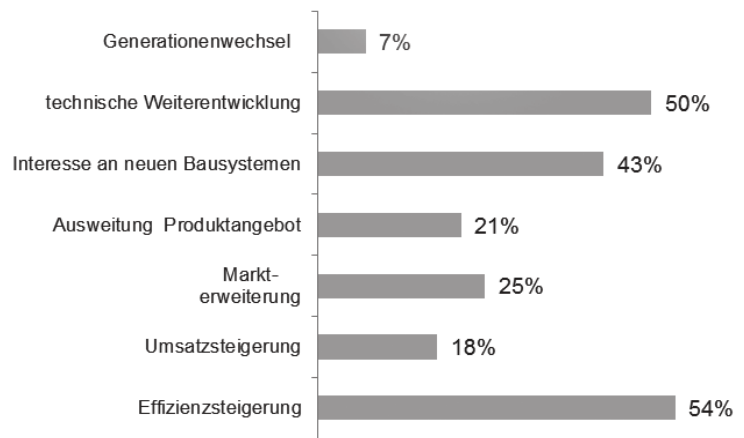


Abbildung 7: Expertenbefragung: Gründe für industrielle Bauvorhaben⁴⁷

Holzmassivbauweise hergestellt. Bei beiden Bauweisen besteht das Tragwerk 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.⁴⁸

Im Hinblick auf die gewünschte Fertigungstiefe kann die Gruppe der Raumzellen in sogenannte Rohbauräummodule und Fertigräummodule unterteilt werden. Während bei den Fertigräummodulen (wie beispielsweise Sanitärzellen) die Ausbauarbeiten bereits im Werk erbracht werden, bestehen Rohbauräummodule ausschließlich aus zusammengefügt Rohbauelementen.⁴⁹

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 Transportprozesse 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.⁵⁰

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 sehr großer Bauten übernehmen, da es bei großer werkseitiger Fertigungstiefe ausschließlich fertigstellender Handgriffe bedarf. Somit stellt das produktive Personal vor Ort im Vergleich zu konventionellen Baustellen einen eher geringen Kostenfaktor dar. Die erforderlichen Hebezeuge und zugehörigen Anschlagmittel entstammen ebenso jenen des klassischen Betonfertigteilibaus bzw. Stahlbaus. Nur in Ausnahmefäl-

44 Vgl. New Perspective in Industrialisation in Construction, 267; Schnitlich, DETAIL 2012, 590.

45 Vgl. Schnitlich, DETAIL 2012, 590.

46 Vgl. Roth/Rozynski/Koch/Hartig, Einfamilienhaus, 47.

47 Vgl. Hintersteiner, Kennzeichen, 195.

48 Vgl. Staib/Dörrhöfer/Rosenthal, Elemente, 110 ff.

49 Vgl. New Perspective in Industrialisation in Construction, 7 f.

50 Vgl. Pirchner, Zuschnitt 50/2013, 18.

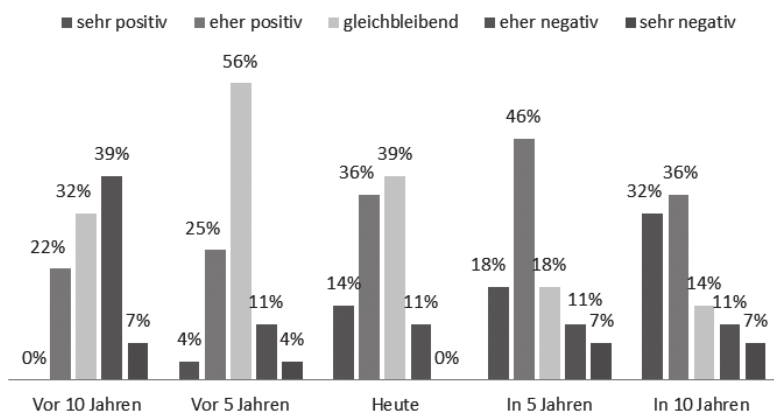


Abbildung 8: Entwicklungstrend der modularen Holz-Bauweise⁵¹

len werden für die Montage von Modulbauten aus Holz konventionelle Turmdrehkräne eingesetzt, da meist 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 bauwirtschaftlicher 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 (siehe Abbildung 7 auf Seite 107).

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 antreiben. 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 einer effizienten Gestaltung der Prozesse innerhalb der Produktion einerseits und den damit zusammenhängenden optimierten baubetrieblichen Abläufen andererseits.

4. 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 vermuten 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.⁵²

4.1. Auswirkung des industriellen Bauens

Die rapide Entwicklung im industriellen Holzbau ist nicht nur auf die stetige Verbesserung der Da-

tensysteme, 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.⁵³ Eine sehr zentrale Aufgabe der Arbeitsvorbereitung ist in diesem Zusammenhang die Ermittlung des bestmöglichen Automatisierungsgrades im Fertigungsprozess.⁵⁴ 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.

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.⁵⁵

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 ermöglicht werden. Dadurch wird nicht nur die Dauer unproduktiver Stehzeiten gesenkt, sondern auch die Höhe der Rüstkosten erheblich reduziert.⁵⁶

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 Holzbaulemente aus. Eine computergesteuerte Fertigung ermöglicht dabei die Produktion von äußerst komplexen Strukturen mit hoher Genauigkeit, welche in einer manuellen Fertigung nicht realisierbar wären.⁵⁷

4.2. Potenzial durch Vorfertigung

Zahlreiche realisierte Beispielprojekte und einige Beiträge in der einschlägigen Fachliteratur zeigen, dass in der Baubranche deutliches Potenzial in der industriellen Vorfertigung gegeben ist.⁵⁸

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 enor-

53 Vgl Girmscheid, Bauunternehmensmanagement, 533.

54 Vgl Piller, Mass Customization⁴, 25.

55 Vgl Girmscheid, Bauunternehmensmanagement, 526.

56 Vgl Piller, Mass Customization⁴, 276.

57 Vgl Merz, Raumzellenbauweise, 3.

58 Vgl Rinas, Kooperationen und innovative Vertriebskonzepte im individuellen Fertigteilebau (2012) 1.

51 Vgl Hintersteiner, Kennzeichen, 175.

52 Vgl Schnittich, DETAIL 2012, 594 f.

mes Potenzial, welches im industriellen Holzbau steckt.⁵⁹

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.⁶⁰ Dabei wird der industrielle Holzbau laut Meinung von Experten besonders in der Entwicklung von mehrgeschossigen Gebäuden konstant an Bedeutung gewinnen.⁶¹ 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 (siehe Abbildung 8 auf Seite 108).⁶²

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 10 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.

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.⁶³

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 Konzepts von Bauteilfügungen und Materialzusammenstellungen. Hier zeigt die Tendenz des Werkstoffs 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. Dieser Wandel scheint sich jedoch nur sehr langsam zu vollziehen.⁶⁴

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 wirtschaftlich erfolgreichen Auswirkungen für den Holzbau der Zukunft zu schaffen.

59 Vgl. Lennartsson, Modularity, 3.

60 Vgl. Statistik Austria, Wohnbautätigkeit, 52 ff.

61 Vgl. Roth/Rozynski/Koch/Hartig, Einfamilienhaus, 64.

62 Vgl. Murhammer, Pressegespräch, 1 ff.

63 Vgl. Schnittich, DETAIL 2012, 594 f.

64 Vgl. Roth/Rozynski/Koch/Hartig, Einfamilienhaus, 24.

Betriebswirtschaftlicher Gesamtüberblick für die Anlagenbaubranche



Handbuch Anlagenbau
Theuermann/Schmidl/
Maier (Hrsg.)
2015, 336 Seiten, kart.
ISBN 978-3-7073-2851-6
EUR 78,-

AUCH
online
www.lindeonline.at

Preisänderungen und Irrtum vorbehalten. Preise Bücher inkl. 10 % MwSt.