

# Holzbau in der Bauwirtschaft – ein Paradigmenwechsel hin zum Industriellen Bauen

Jörg Koppelhuber  
Institut für Baubetrieb und Bauwirtschaft  
Technische Universität Graz  
Graz, Österreich





# Holzbau in der Bauwirtschaft – ein Paradigmenwechsel hin zum Industriellen Bauen

## 1. Einleitung

Der Anteil des Holzbaus am Baugeschehen ist sowohl in Europa, als auch tendenziell weltweit seit einigen Jahren von stetigem Wachstum begriffen. Die Bauvorhaben im Holzbau gewinnen an Größe und Komplexität, die ausführenden Holzbauunternehmen entwickeln sich aus einem Nischenbereich hin zu Global Playern im Bauwesen.

Technische Errungenschaften und Kompetenzaufbau innerhalb der Unternehmen in den letzten Jahrzehnten eröffnen großartige bauliche Möglichkeiten mit dem Baustoff Holz. Ergänzend zu diesen Entwicklungen ist es daher notwendig, dass die Holzbau-Branche ihr Kompetenzfeld sowohl in baubetrieblicher als auch bauwirtschaftlicher Hinsicht erweitert.

Aus diesem Grund wurde am Institut für Baubetrieb und Bauwirtschaft der Technischen Universität Graz im Jahr 2012 begonnen, systematisch das teils unbearbeitete Feld der baubetrieblichen und bauwirtschaftlichen Themenbereiche mit holzbaulichem Bezug intensiver zu betrachten, um der Branche sichere Werkzeuge an die Hand zu geben, mit denen sie künftig wirtschaftlich erfolgreich am Markt tätig sein kann. Es zeigt sich, dass gerade im Hinblick baubetrieblicher und bauwirtschaftlicher Aspekte im Holzbau – also in der konkreten Umsetzungsphase der Bauvorhaben – großer Bedarf für die grundlegende Bearbeitung dieser Themenfelder besteht.

Das Thema der Industrialisierung im Bauwesen beschäftigt die Ingenieure und Unternehmer seit mehr als 100 Jahren. Die Ideen ähnlich einer industriellen Produktion, wie bspw. in der Automobilbranche, auf die Bauproduktion auf einer Baustelle anzupassen und somit das Thema rationeller Fertigungsprozesse zu forcieren, haben vor allem im Holzbau durch seinen hohen Grad an Vorfertigung einen wesentlichen Befürworter der Industrialisierung der Arbeitsprozesse gefunden. Diese gilt es künftig verstärkt vor allem im Holzsystembau zu forcieren.

## 2. Hintergrund Industrielles Bauen mit Holz

Die Erkenntnis im Zuge von umfangreichen Recherchen in diesem Forschungsbereich sowohl in nationaler als auch in internationaler einschlägiger Literatur und Forschungsstellen hat ergeben, dass zurzeit fehlende baubetriebliche und bauwirtschaftliche Untersuchungen der Prozessketten, vor allem im Industriellen systematisierten Holzsystembau fehlen und bis dato keinerlei Aufbereitung für die Praxis baubetrieblicher und bauwirtschaftlicher Themen erfolgte. Daher bestehen aus Sicht der Bauwirtschaft teils große Informationsdefizite sowie fehlende baubetriebliche und bauwirtschaftliche Grundlagen speziell in Bezug auf den Holzsystembau. Des Weiteren ist von einer generellen Übertragungsproblematik allgemeiner baubetrieblicher Grundsätze auf den Holzbau aufgrund der Spezifika in den Branchen- und Unternehmensstrukturen sowie den Produktions- und Umsetzungsprozessen auszugehen. Daraus folgt die Erkenntnis, dass der Holzbau bauwirtschaftlich und baubetrieblich noch in den Kinderschuhen steckt. Die Entwicklung baubetrieblicher Themenfelder im Holzsystembau gilt es voranzutreiben, die Erarbeitung der bauwirtschaftlichen Grundlagen, wie diese bei anderen Baustoffen bereits seit Jahrzehnten vorhanden sind, auch im Holzbau zu forcieren und die Aufbereitung der gewonnenen Erkenntnisse für eine praxisnahe Anwendung in der Planung und Ausführung von Holzbauten zu implementieren.

Die grundsätzliche Problematik ist vor allem darin begründet, dass die im Holzbau agierenden Unternehmen wenig bis keine ganzheitlichen Systemlösungsansätze vergleichbar mit den Grundsätzen des Industriellen Bauens verfolgen, was sich vor allem durch die

Tatsache widerspiegelt, dass im Holzbau hauptsächlich die vorherrschenden Produktionsprozesse anstelle eines gesamtheitlichen Bauprozessmanagement die treibende Kraft in der Umsetzung bilden.

Des Weiteren ist vor allem aufgrund der großen Anzahl an Fertigungsunternehmen sowie der produzierenden Holzindustrie für Halbfertigteile, also in Summe gesehen der Industrielle Holzsystembau, stark produktionsgesteuert, wobei hierzu im Vergleich traditionelle Zimmereibetriebe oftmals eher sensibilisiert sind, als Großbetriebe. Zusätzlich kommt erschwerend hinzu, dass jüngst entwickelte Produkte, wie bspw. Brettsperrholz, zwar technisch gesehen als großartige Entwicklung anzusehen sind, oftmals aber als Bausysteme mit hohem Vorfertigungsgrad gepusht werden, jedoch im Zusammenhang des Industriellen Bauens lediglich von einem Halbfertigteil gesprochen werden kann.

Erschwerend kommt hinzu, dass in den vergangenen Jahren technisch großartige Innovationen ermöglicht wurden, die klassischen baubetrieblichen Kennzahlen und bauwirtschaftlichen Schlüsselfaktoren jedoch fast ausschließlich auf firmeninternen Grundlagen beruhen und oftmals einer allgemein anerkannten wissenschaftlich fundierten zugrunde liegenden Systematik entbehren und somit die Vergleichbarkeit zu den allgemeinen Grundsätzen und industriellen Prozessen der Bau- und Betriebswirtschaft schwer darstellbar ist.

Daher gilt es, in den nächsten Jahren die vorhandenen Produktionssysteme hin zu Bausystemen des Holzsystembaus zu entwickeln, sowie die Schaffung von fundierten Datengrundlagen und eindeutigen und belastbaren Bewertungssystemen mit bauwirtschaftlichen Gesichtspunkten voranzutreiben. Die Lösung liegt aus bauwirtschaftlicher Sicht, in einer Etablierung eines ganzheitlichen Bauprozessmanagements im Holzsystembau.

## **2.1. Bauwirtschaftliche Forschungsfelder**

Im Zuge der grundlegenden Strukturierung dieses noch jungen Forschungsbereiches können an dieser Stelle folgende grundsätzlichen Forschungsfelder innerhalb der Industrialisierung im Holzsystembau identifiziert werden:

### **Baubetrieb im Holzsystembau**

Hierunter sind alle Untersuchungen hinsichtlich der Bauverfahrens- und Gerätetechnik, der Bauablaufanalysen und zugrunde liegenden Baustellenprozesse sowie sämtlicher Sicherheitsaspekte zu verstehen.

### **Arbeitsvorbereitung und Logistik im Holzsystembau**

In diesem Bereich ist vor allem das Thema Lean Management und Lean Construction sowie eine grundsätzliche Optimierung der Arbeitsvorbereitung bzw. Fertigungsplanung zu verstehen, wie es das Industrielle Bauen als Basis für die Umsetzung von Optimierungsprozessen vorsieht.

### **Schlüsselfertigbau im Holzsystembau**

In diesem für den Holzbau neu geöffneten Bereich gilt es einerseits das Thema des Elemente- und Modulbaus in Form des Holzsystembaus weiter auszubauen sowie ganzheitlich das Thema des Industriellen Bauens hin zum Schlüsselfertigbau mit dem dazu erforderlichen Qualitätsmanagement zu betrachten.

### **Kalkulation im Holzsystembau**

Dieser bauwirtschaftlich betrachtete Schlüsselbereich, welcher letztendlich über den Einsatz eines Baustoffes beim Investor bzw. Bauherrn entscheidet, beinhaltet vor allem das weitläufige Thema der holzbauspezifischen Standardleistungsbeschreibung, den zugehörigen standardisierten leicht bearbeitbaren Kalkulationsmodulen und ihre EDV-technische Umsetzung. Zusätzlich ist es erforderlich, die dazu vor allem bei Kostenvergleichen einzelner Baustoffe zugrunde liegenden und für eindeutige, transparente und nachvollziehbare fundierte Kostenvergleiche unterschiedlicher Baustoffe und Bausysteme erforderlichen kalkulatorischen Verfahrensvergleiche systematisiert zusammenzustellen und aufzubereiten.

## **Kostenanalysen im Holzsystembau**

An dieser Stelle werden vor allem neutrale und bereits im Vorfeld der Umsetzung durchgeführte Kalkulations- und Kostenvergleiche verstanden, welche ebenso das Thema der Bauzeitanalysen und zusätzlich auch das grundsätzliche Thema einer immobilienwirtschaftlichen Betrachtung inkludieren.

## **Planungsprozesse im Holzsystembau**

Aufgrund der im Vergleich zum traditionellen Massivbau teils gänzlich anders gearteten Struktur der Planer- und Ausführungsbranche sowie aufgrund der Tatsache des hohen Vorfertigungsgrades im Holzsystembau gilt es das Thema eines eindeutig auf den Holzsystembau zugeschnittenen Leistungsbildes für eine umfassende und für die Fertigung ausreichende Holzbauplanung eindeutig zu definieren und abzugrenzen. Ebenso gilt es die Vergütung dieser erforderlichen Leistungen für alle Beteiligten umfassend zu regeln und die Schnittstellen einzelner Gewerke und Fachplaner in Zusammenhang mit industriellen Bauprozessen im Vorhinein hinreichend genau zu definieren.

## **Erfassung von Aufwands- und Leistungswerten im Holzsystembau**

Die Problematik der allgemein fehlenden wissenschaftlich fundierten Grundlagen vor allem betreffend das Thema allgemein gültiger Kalkulationsansätze, wie sie bei herkömmlichen Baustoffen bereits seit Jahrzehnten Usus sind, werden in diesem Forschungsfeld vor allem durch sog. REFA-Analysen auf konkreten Baustellen nach allgemein anerkannten wissenschaftlichen Methoden erstellt und daraus allgemein gültige Kalkulationsansätze abgeleitet.

## **Bauvertragswesen im Holzsystembau**

Dieses Thema befasst sich vor allem mit der Frage der vertraglichen Bestimmungen im Holzsystembau. An dieser Stelle ist der Tendenz am Markt folgend von einem immer größer werdenden Anteil des Holzbaus am Gesamtbauwerk auszugehen. Im Vergleich zur bisherigen typischerweise vorkommenden klassischen Nachunternehmersituation des Holzbaus entwickelt sich dieser nun vermehrt in Richtung des Generalunternehmers, teils sogar bis zum Totalübernehmer, was kombiniert mit industrialisierten Prozessen erhebliche bauvertragliche Konsequenzen mit sich bringt, welche es im Vorfeld zu berücksichtigen gilt.

Letztendlich ist es notwendig, eine Entwicklung und Etablierung eines ganzheitlichen Bauprozessmanagements zur Umsetzung eines umfassenden Industriellen Holzsystembaus unter Berücksichtigung aller spezifischen Randbedingungen für die Holzbau-Branche zu entwickeln und in der Breite voranzutreiben.

## **2.2. Wissenstransfer und unternehmerischer Mehrwert**

Um die Praxisnähe dieser Forschung gewährleisten zu können, wurde eine Plattform zur Vermittlung der bisherigen Erkenntnisse ins Leben gerufen – das Forum Holzbau trifft Bauwirtschaft. Dieses fand nach den Jahren 2014 und 2015 im Jahr 2017 bereits zum dritten Mal erfolgreich statt. Mit dem Jahr 2018 wird dieses Forum gemeinsam mit dem bekannten forum holzbau als Forum Holz | Bau | Wirtschaft regelmäßig ein Mal pro Jahr auf noch breiterer Basis stattfinden.

Aufgrund einzelner Befragungen von Holzbau-Experten sowie der Sichtung von Forschungsberichten über vorhandene bauwirtschaftliche Grundlagen im Holzbau wird dieses breite Forschungsfeld aus bauwirtschaftlicher Sicht als grundlegend und wesentlich für die künftige Entwicklung des Holzsystembaus erachtet. Das vorhandene Informationsdefizit bietet ein großes Handlungsfeld in baubetrieblicher und bauwirtschaftlicher Hinsicht. Die einzelnen Forschungsfelder – Industrielles Bauen, Modularität, Baubetrieb, Schlüsselfertigbau sowie Digitalisierung – jeweils auf den Baustoff Holz bezogen, werden in die unterschiedlichen Teilbereiche des Baubetriebs und der Bauwirtschaft nach den allgemein anerkannten Prozessen dieses Fachbereiches speziell für den Holzbau einheitlich betrachtet und weiterentwickelt.

Es ist notwendig, sich der Thematik der Bauwirtschaft im Holzbau außerhalb der Sicht der Praxis seitens der Wissenschaft grundsätzlich zu widmen, um die wesentlichen Fragen, welche im tagtäglichen Bauen mit Holz naturgemäß auftreten, wissenschaftlich fundiert zu nähern und Antworten für praxisnahe unternehmerische Ansätze zu geben.

Es ist aus dem Blickwinkel eines Unternehmens nicht ausreichend, einen Baustoff ausschließlich technisch zu betrachten und das Umfeld des Baubetriebs, in welchem er eingesetzt wird, zu vernachlässigen. An dieser Stelle sind die Grundlagen, wie sie bei allen Baustoffen als selbstverständlich betrachtet werden, zu schaffen, um im Zuge der Verwendung dieses Werkstoffes die Möglichkeit zu erlangen, fern von undifferenzierten Einschätzungen und Erfahrungen Einzelner aus der Praxis heraus auf eine fundierte Datengrundlage zurückgreifen zu können, welche im Wettbewerb der Materialien auch künftig bestehen kann.

### **3. Grundsätze des Industriellen Bauens**

Der Industrielle Holzbau, sowie auch der Holzsystembau, konnte sich in den letzten beiden Jahrzehnten aufgrund zahlreicher technischer Voraussetzungen und Trends am Markt sowie aufgrund der sich ändernden Rahmenbedingungen in den Fertigungs- und Bauprozessen stetig entwickeln und Marktanteile gewinnen. Zahlreiche sog. off-site Produktionsprozesse wurden rationalisiert, allerdings wurden baustellenbedingte Randbedingungen bis dato jedoch wenig analysiert und optimiert.

Daher müssen die Grundsätze des Industriellen Bauens als Grundlage für den Industriellen Holzbau herangezogen und umfassend untersucht werden. Die Kennzeichen, Erfolgsfaktoren sowie Technologien der unterschiedlichen Einsatzbereiche bilden die Basis für die Betrachtung der Industrialisierung im Holzbau. Begriffe wie Holzsystembau, Modularität und Lean Construction stehen im zentralen Blickwinkel ebenso wie die Industrialisierung allgemeiner Bauprozesse im Rahmen des Industriellen Bauens. Die Industrialisierung einzelner Prozesse mit dem Baustoff Holz stellt dabei eine wesentliche Herausforderung und zeitgleich auch große Chance für die künftige Entwicklung des Holzbaus dar. Dabei sind die Themen der Industrialisierung und Rationalisierung von Prozessen speziell im Holzbau weiter zu entwickeln und vor allem in den täglichen Abläufen auf der Baustelle zu integrieren. Des Weiteren ist das Thema der Vorfertigung künftig noch weiter in den Fokus der Fertigungsprozesse zu stellen, um die Vorgaben an eine optimierte Produktion auf allen Ebenen des Bauens sowie vor allem in den einzelnen nicht holzbauspezifischen zumeist Ausbau-Gewerken realistisch weiter zu entwickeln und im Holzsystembau zu implementieren.

#### **3.1. Ausgangssituation Holzsystembau**

Die Entwicklung des traditionellen Zimmereigewerbes hin zur industriellen Fertigung hat im Holzbau durch die stetige Weiterentwicklung sowohl in der Material-, als auch in der Verbindungsmitteltechnologie sowie von technischen, meist computerbasierten Verarbeitungsmethoden in den vergangenen Jahren nicht nur in Österreich, sondern vor allem in Mittel- und Westeuropa und teils sogar weltweit einen wichtigen Schritt nach vorne gemacht. Damit verbunden ist auch eine Bedeutungszunahme des nachhaltigen Bauens, wodurch verstärkt auch ökologische Baustoffe wie eben Holz nachgefragt werden.

Bei allen derzeit am Markt befindlichen Holzbausystemen wird durch die Vorkonfektionierung von einzelnen Bauteilen und Bauelementen je nach Wertschöpfungstiefe ein teils sehr hoher Grad an Vorfertigung betrieben. Sämtliche Fertigungsprozesse, welche hierbei unter kontrollierten Bedingungen in einem stationären Werk abgewickelt werden, haben grundsätzlich zum Ziel, Arbeitsleistungen und damit verbunden Fertigungszeit auf der Baustelle zu reduzieren. Diese Art der Fertigung in den meist dezentralen Produktionsstätten des Holzbaus wird in der einschlägigen Literatur auch als Industrielles Bauen, oftmals Modulbau oder Systembau bezeichnet. Unter dem Überbegriff des Industriellen Holzbaus wird im Allgemeinen die Produktion von Bauteilen mit industriellen Methoden, wie bspw. der Serienfertigung mittels automatisierter Prozesse, verstanden. Es ist hierbei

irrelevant, welches Bausystem (Holzmassivbauweise, Holzrahmenbauweise, Skelettbauweise, etc.) angewandt, mit welchem Holzwerkstoff dieses realisiert und welche Vorfertigungstiefe erreicht wird. Ziel der Anwendung industrieller Methoden ist das Erreichen von Effizienzsteigerungen, die Reduktion von wetterbedingten Leistungsschwankungen durch die Reduktion der Baustellenfertigungszeiten sowie eine Verringerung der Materialsuchstunden und -verluste durch präzise umfangreiche Arbeitsvorbereitung. Teilweise wird unter diesem Begriff auch das Thema des Lean Construction verstanden. Dieses beinhaltet auch die Zuordnung von Ressourcen, um ein Projekt innerhalb des zur Verfügung stehenden Budgets und Zeit sowie in der gewünschten Qualität durchzuführen. Dabei werden Ansätze basierend auf den vom japanischen Automobilhersteller Toyota angewandten Produktionsmethoden – in vielen Fällen dient dem Industriellen Bauen die Automobilindustrie als Vorbild – herangezogen, um eine Prozessoptimierung unter Vermeidung der Ressourcenverschwendung durchführen zu können. Das Thema Lean Management wurde zuerst im Rahmen der Automobilherstellung entwickelt, mittlerweile werden die Prinzipien z.T. auch bereits in der Bauwirtschaft in Form des sog. Lean Construction umgesetzt.

Daraus ergeben sich für den Holzbau zwei wesentliche Handlungsfelder zur Steigerung der Industrialisierung, einerseits die Planungsprozesse andererseits die Produktionsprozesse. In sämtlichen Planungsprozessen und -stufen ist im Falle des Systembaus vor allem auf die Wiederholung von Bauteil-Geometrien in Form von Rastermaßen zu achten, sowie eine einheitliche und durchgängige Materialverwendung und eindeutige Materialzuordnung zu wählen. Wesentliches Merkmal ist dabei die Eindeutigkeit und Durchgängigkeit von Detaillösungen in Form serieller Konzepte und Komponenten. Diese beziehen sich nicht nur auf den Baustoff Holz, sondern auch auf gebäudetechnische Aspekte, welche in frühen Planungsphasen bereits mitberücksichtigt werden müssen. In den einzelnen der Planung nachgeschalteten Produktionsprozessen sind die Faktoren Industrialisierung (Mechanisierung und Roboterisierung), sowie Standardisierung und Rationalisierung ausschlaggebend für die schlussendliche Zielerreichung einer Industrialisierung innerhalb eines Systembaus. Des Weiteren sind die Material- und Bauteilloistik sowie der Transport zur und auf der Baustelle wesentlich sowie die damit verbundenen Montagekonzepte.

Durch die derzeitige Zunahme der Digitalisierung im Bauwesen, wie bspw. dem Building Information Modeling (BIM), stehen künftig zahlreiche teils unkonventionelle und vor allem die Baubranche revolutionierende Möglichkeiten zur Automatisierung von Bauprozessen mit unzähligen zurzeit schwer abschätzbaren Anwendungsmöglichkeiten zur Verfügung. Im Vergleich zu anderen Branchen mit bereits umfassend eingesetzter Robotik in der Fertigung, wie bspw. die Automobil- oder Elektronikindustrie, sind die Chancen für eine umfassende Anwendung im Bauwesen, besonders für den Industriellen Holzbau, besonders aussichtsreich mit teils auch erfolgsversprechender Wirkung im Bereich der Kosten.

### **3.2. Begriffe der Industrialisierung im Bauwesen – Systemverständnis**

Das Bauen mit Fertigteilen im Rahmen des Industriellen Bauens umfasst eine Vielzahl an Begrifflichkeiten, theoretischen Konzepten aber auch praktischen Umsetzungsmöglichkeiten. Die grundsätzlichen Fragestellungen, welche im Zuge einer Industrialisierung auch im Bauwesen gestellt werden müssen, stellen sowohl für die Unternehmen, als auch in wissenschaftlichen Betrachtungen einerseits die Ausgangssituation dar, andererseits bilden sie auch die Rahmenbedingungen zur Zielerreichung selbiger. Die Begriffe des Industriellen Bauens, Systembaus und Fertigteilbaus werden oftmals auch synonym verwendet, wie dies bspw. auch beim modularen Bauen der Fall ist.

#### **Industrielles Bauen**

Das industrielle Bauen beschreibt die Anwendung von industriellen Produktionsprozessen innerhalb der Bauwirtschaft. Die industrielle Produktion stellt eine Weiterentwicklung der allgemeinen Produktion dar. Hierbei werden die drei Instrumente – Arbeitsteilung, Standardisierung, Mechanisierung (bzw. Automatisierung oder Roboterisierung) eingesetzt,

um die technische und ökonomische Effizienz zu erhöhen. Die Industrialisierung der Bauprozesse lässt sich somit mit einer Rationalisierung von einzelnen Arbeitsprozessen zur Erreichung von Kosteneffizienz, höherer Produktivität und Qualität charakterisieren.

Vom Wohnungsbau bis hin zum Spezialtiefbau wird seit Jahrzehnten überall dort vorgefertigt, wo sich damit Kostensenkungen und Zeitersparnisse gegenüber den klassischen bzw. traditionellen Bauverfahren realisieren lassen. Diese monetären und terminlichen Effizienzpotenziale liegen in der weitgehenden Eliminierung von nicht wertschöpfenden Aktivitäten. Dazu gehören u.a. die Reduktion von Schlechtwetterstunden, wetterbedingten Leistungsschwankungen, Materialsuchstunden, Materialumstapelungen und Materialverlusten. Das Industrielle Bauen kann daher grundsätzlich als Rationalisierungsprozess mit dem Ziel zur Erreichung von Kosteneffizienz, höherer Produktivität und Qualität angesehen werden.

### **Modulares Bauen**

Das modulare Bauen beschreibt weitestgehend die Standardisierung von Bauteilen bzw. auch von Produktionsprozessen. Gleiche oder ähnliche Bauteile werden sowohl innerhalb eines Projektes als auch projektübergreifend verwendet. Dadurch ist eine sog. Kleinserienproduktion möglich. Dies bedeutet, dass einzelne, gleichbleibende Module seriell gefertigt werden können. Durch die Herstellung in Serie können sowohl Vorteile im Bereich der entstehenden Kosten- und Bauzeit realisiert, aber vor allem auch Qualitätsvorteile erreicht werden. Beim Einsatz von modularen Systemen ist jedoch mit einem planerischen Mehraufwand zu rechnen, da sämtliche Bauteilmaße auf die modulare Fertigung im Vorhinein abgestimmt werden müssen. Modulares Bauen reicht von der Herstellung konstruktiver Bauelemente, über die Fertigung von Raumsystemen, wie bspw. Sanitärräumen, bis hin zum Einsatz von ganzen Gebäudesystemen – und umfasst i.d.R. nicht nur den Rohbau, sondern auch die Gebäudeausstattung. Das Ziel einer modularen Produktion ist eine Kostensenkung im Vergleich zu konventionellen Fertigungsprozessen auf der Baustelle. Diese Zielsetzung wird insbesondere durch eine umfassende Prozessoptimierung erreicht. Modulare Systeme ermöglichen eine nachhaltige und gleichzeitig kostengünstigere bezahlbare Bauwerkserstellung.

Modulares Bauen wird auch als Baukastensystem, Elementbau oder Systembau bezeichnet und kann als Grundvoraussetzung für die Anwendung von industriellen Bauprozessen angesehen werden. Ohne eine Standardisierung von Bauteilen und den zugehörigen Produktionsprozessen ist vom sog. Fertigteilbau die Rede, die Vorteile der industriellen Produktion können jedoch dabei nicht vollständig genutzt werden.

### **Vorfertigung und Vorfertigungsgrad**

Wird ein Bauteil nicht direkt auf der Baustelle (on-site) hergestellt, sondern in einem Werk (off-site) gefertigt, ist von Vorfertigung die Rede. Je größer die Wertschöpfung im Werk ist, desto höher ist dabei der Vorfertigungsgrad. Ein hoher Vorfertigungsgrad bedeutet, dass die notwendigen Arbeitsschritte auf der Baustelle ein Minimum erreichen.

Je nach Vorfertigungsgrad erfolgt dabei eine Kategorisierung in die fünf unterschiedlichen nachfolgenden Bauteiltypen:

- Material (Kantholz, Plattenwerkstoffe, ...),
- Halb-Fertigteil (abgebundene Brettsperrholzelemente, Holz-Beton-Verbunddecken, ...),
- Fertigteil (Treppen, Rohbauelemente, ...),
- Integriertes Bauteil (Sandwich-Wand-Elemente, ...) und

Raumzellen bzw. Raum- und Gebäudesysteme (auch Sanitärräume).

Es gilt hierbei zu beachten, dass mit zunehmender Wertschöpfung im Werk der Grad der Individualität eines Bauteils steigt, die Seriengröße demzufolge i.d.R. sinkt. Die Schwankungsbreite der Wertschöpfung bzw. des Vorfertigungsgrades ist durch die jeweilige Ausbaustufe des Bauteils bedingt. Wird lediglich die Tragstruktur vorgefertigt, so ist damit der kleinstmögliche Vorfertigungsgrad des jeweiligen Bauteiles erreicht, ein sog. Rohbauteil. Durch zusätzliche Leistungen, wie bspw. dem Einbau von Fenstern oder von Leerrohren für die Elektroinstallation, kann eine höhere Ausbaustufe und somit ein höherer Vorfertigungsgrad erreicht werden. Der höchstmögliche Vorfertigungsgrad in Bezug auf

die im Holzbau übliche maschinelle Ausstattung stellt die sog. schlüsselfertige Raumzelle dar. Hierbei werden sämtliche Ausbauleistungen bereits im Werk durchgeführt. Es erfolgt lediglich eine meist kurze Montage vor Ort.

## 4. Tendenzen im Industriellen Holzsystembau

In den vergangenen Jahren stärkten vor allem technologische Innovationen und neuen Methoden der industriellen Fertigung die Holzbauweise und erweiterten die Einsatzbereiche für diesen Bau- und Werkstoff dabei wesentlich. Mit den zunehmenden Anwendungsmöglichkeiten von Holz im Bauwesen, wie zum Beispiel im allgemeinen Hochbau, im Wohnbau sowie im Büro- und Kommunalbau steigen gleichzeitig auch die Forderungen nach Standardisierungsmaßnahmen für die meisten Planungs- und Ausführungsprozesse im Holzbau. Es scheint notwendig und unausweichlich, die Prozesse zu optimieren und die Abwicklung eines Projektes in Holzbauweise nicht nur aus ökologischer, sondern auch aus bauwirtschaftlicher Sicht für den Bauherrn mittels Industrialisierung interessanter und kostengünstiger zu machen.

### 4.1. Planung

Das Thema der Planung von Bauwerken, aber auch von Fertigungsprozessen und Abläufen auf Baustellen hat vor allem im Bereich des Holzbaus aktuell eine große Bedeutung. Die Standardisierung und der Grad der Vorfertigung steigen stetig, was damit einhergehend an den Holzbau angepasste umfassende Planungsprozesse und deren Optimierung erfordert. Die Vergabe des Holzbaus wird sich, auch wenn vergaberechtlich durchaus problematisch, in Zukunft in die frühen Planungsphasen zeitlich nach vorne verschieben müssen, auch wenn dies nicht den derzeitigen öffentlichen Vergaberichtlinien im DACH-Raum entspricht. Um eine derzeit oftmals auftretende, kostenintensive Re-Design-Phase der Holzbauplanung künftig zu vermeiden und den gesamten Planungsprozess zu optimieren, scheint eine zeitliche Vorverlagerung der Holzbauplanung unumgänglich. Durch die künftige Anwendung von BIM-gestützten Methoden werden die ausschlaggebenden Entscheidungskriterien für die Vergabe nicht länger lediglich die Herstellkosten, sondern vielmehr die Qualitäten und die Kompetenzen der beteiligten Unternehmen hinsichtlich ihrer bauwirtschaftlichen und baubetrieblichen Optimierungen sein, was zwangsläufig insgesamt zu einer Steigerung der Planungs- und Ausführungsqualität führen wird. Building Information Modeling als Methode der integralen Planung wird dabei vor allem im Holzbau eine Reihe positiver Entwicklungsmöglichkeiten fördern, welche es gilt in Zukunft für den Holzbau zu nutzen und positiv weiter zu entwickeln.

### 4.2. Ausschreibung

Der positive Trend im Holzbau erfordert bereits seit längerem verstärkt auch eine Vereinheitlichung und Standardisierung von Produkten und Bausystemen, sowohl in technischer Hinsicht, als auch in der Systematisierung von Arbeitsabläufen unter bauwirtschaftlichen Gesichtspunkten. Aufgrund der großen Vielfalt der am Markt verfügbaren Holzwerkstoffe und Holzbausysteme ist die Vergleichbarkeit mit den traditionellen Baustoffen, wie Stahl, Beton oder Ziegel oftmals schwierig. Zusätzlich bedarf es einer durchdachten und konsequenten Planung und einer fundierten Fachkompetenz im Holzbau, um ein Bauwerk mit dem Baustoff Holz einerseits technisch mängelfrei, andererseits auch kostengünstig und auf einem hohen Qualitätsniveau zu realisieren. Zahlreiche Architekten und Planer scheuen sich nach wie vor davor, Bauwerke in Holzbauweise auszuschreiben, da die nötigen Sicherheiten in Bezug auf Planungs- und Ausführungsqualität sowie oftmals das Vertrauen zum Baustoff fehlen.

Standardisierte Leistungsbeschreibungen (StLB) haben generell die Aufgabe, mittels eindeutig vordefinierten und standardisierten Positionstexten, die Ausschreibung von Leistungen zu erleichtern, somit den Kalkulationsaufwand und den Interpretationsspielraum für den Bieter zu verringern und die Angebote für den Bauherrn leichter vergleichbar zu machen. Eine ausführlich und übersichtlich ausgearbeitete Leistungsbeschreibung trägt

im Wesentlichen dazu bei, Ausschreibende und Bieter zu motivieren, diese auch regelmäßig anzuwenden und von selbst definierten, nicht eindeutigen oder firmenspezifischen Ausschreibungstexten abzugehen. Mit Hilfe der gänzlich überarbeiteten in Österreich im Februar 2017 vom Bundesministerium für Wissenschaft, Forschung und Wirtschaft veröffentlichten Leistungsgruppe LG 36 – Holzbauarbeiten wurde mit einer neuen standardisierten Leistungsbeschreibung für sämtliche Konstruktionen und Bauweisen mit dem Bau- und Werkstoff Holz ein Werkzeug geschaffen, mit welchem künftig vermehrt Architekten und Planer motiviert werden können, verstärkt Objekte in Holzbauweise auszuschreiben.

Im Rahmen der Überarbeitung dieser Standardleistungsbeschreibung wurden neue Wege beschritten, um auch künftig die am Markt befindlichen Systembauweisen in Form standardisierter nicht firmenspezifischer Texte ausschreiben zu können. Die bisherige Möglichkeit der Ausschreibung auf Positionsebene wurde dabei ebenso mit aktuellen Texten dem Stand der Technik im Holzbau angepasst. Zusätzlich wurde eine neue Ebene von sog. Rohbauelementen eingeführt. Diese beinhalten Gesamtaufbauten, wie sie auch seitens der Internetplattform dataholz.com als geprüfte Aufbauten bei vielen Planern und öffentlichen Stellen bereits anerkannt sind. Das System der Rohbauelemente geht in die Richtung des Industriellen Bauens, da sich mit dieser zugrunde liegenden Systematik Wand-, Decken- und Dachaufbauten in Form von Komplettpaketen mit den einzelnen Schichten der Tragstruktur, der Außenbekleidung (Fassade), dem Dämmpaket und auch der Innenbekleidung künftig eher standardisiert und systematisch ausschreiben lässt, als dies derzeit auf der Positionsebene möglich ist.

### 4.3. Kalkulation

Der immer stärkere Ruf nach einer Vergleichbarkeit der Baustoffe auf neutraler Basis während einer frühen Kostenschätzung sowie in der Kalkulation auf Grundlage einer belegbaren und nachvollziehbaren Datenbasis wirkt sich nach wie vor unvorteilhaft auf die Massentauglichkeit von Holz in der Planung und Ausführung aus. Aus diesem Grund soll eine Standardkalkulation als wesentlicher Ansatz sowie als Hilfsmittel zur Vereinheitlichung und Standardisierung auf die im Februar 2017 neu herausgegebene Standardleistungsbeschreibung LG 36 – Holzbauarbeiten für die darin enthaltenen zu kalkulierenden Leistungspositionen dienen und auf eine neutrale Basis stellen, um die Angebote der Holzbaunternehmen untereinander sowie auch mit anderen Baustoffen besser vergleichbar zu machen. Die bietenden Unternehmen haben im Gegenzug mit dem Werkzeug einer Standardkalkulation die Möglichkeit, rasch und zielgerichtet sowie mit erhöhter Kalkulationssicherheit umfassende Ausschreibungen in kurzer Zeit zu bearbeiten bzw. Angebote zu legen. Somit wird der Baustoff Holz vermehrt in den Mittelpunkt gestellt, um künftig verstärkt auch öffentliche Auftraggeber mit diesem Baustoff vertraut zu machen und eine erhöhte Breitenwirkung zu erreichen. Aus diesem Grund ist es dringend erforderlich, eine standardisierte Kalkulation, welche im klassischen Massivbau bereits seit Jahrzehnten üblich ist, auch im Holzbau auf breiter Ebene in den Unternehmen zu etablieren, da für öffentliche Ausschreibungen gemäß dem Bundesvergabegesetz (BVerG) in Österreich folgend die gesamte Kalkulation bzw. auch im Falle einer vertieften Angebotsprüfung einzelner Positionen als Angebotsgrundlage beizulegen ist.

Das Thema der Kalkulation ist einerseits nicht neu im Holzbau, da jedes Bauvorhaben im Vorfeld einer Angebotsabgabe zu kalkulieren ist. Andererseits zeigt sich jedoch, dass auch aufgrund der geringen Standardisierung speziell im Holzbau das Thema des Baustellencontrollings sowie auch das Thema der Nachkalkulation von Holzbauprojekten zurzeit noch eher wenig Beachtung findet. Allerdings können mittels dieser Controlling-Werkzeuge Rückschlüsse auf die ursprünglich angenommenen Leistungsansätze erfolgen, welche wiederum den Ausgangspunkt für künftige Kalkulationen mit den ermittelten Aufwandswerten darstellt.

In einer Kalkulation finden die sog. Aufwandswerte als die maßgebliche Kalkulationsgrundlage Eingang, da sie die jeweiligen Bedingungen einer Baustelle bestmöglich widerspiegeln sollen. Aufgrund der fehlenden Nachkalkulationen sowie auch aufgrund der nicht vorhandenen facheinschlägigen Literatur und somit neutralen Betrachtungen mit statisti-

scher Sicherheit läuft der Holzbau künftig vermehrt Gefahr, zwar technisch korrekte Lösungen zu liefern, jedoch bauwirtschaftlich und somit den Unternehmenserfolg betreffend negative Auswirkungen innerhalb der Branche erfahren zu müssen.

Daher erscheint es unumgänglich, dass die Befassung des Holzbaus mit baubetrieblichen und bauwirtschaftlichen Themen verstärkt in Angriff genommen werden muss, um den hohen wirtschaftlichen Druck am Markt und die Konkurrenz der Baustoffe weitestgehend auch bestehen zu können. Hierzu trägt eine Standardkalkulation wesentlich bei.

Durch den prozentuellen Anstieg zukünftig zu erstellender Projekte mit dem Baustoff Holz ist ein Umdenken der derzeitigen Situation in der Preisermittlung und den damit zusammenhängenden Kalkulationsgrundlagen zwingend erforderlich. Das rasante Wachstum einer Branche birgt auch das Thema der Standardisierung und Professionalisierung, um am allgemeinen Wettbewerb auch künftig erfolgreich teilnehmen zu können. Dabei spielt das Thema von baubetrieblich und bauwirtschaftlichen Untersuchungen und ausführlichen Betrachtungen eine wesentliche Rolle, um den Planenden und Ausführenden Werkzeuge an die Hand zu geben, mit welchen sie zielgerichtet, rasch und möglichst widerspruchsfrei auch langfristig erfolgreich am Wettbewerb auch mit anderen Baustoffen teilnehmen können. An dieser Stelle kommt dem Thema der Kalkulation eine wesentliche Bedeutung zu, da nur eine adäquate, eindeutige und nachvollziehbare Kalkulation einzelner Bauleistungen den Projekt- und Unternehmenserfolg gewährleisten. Die Vergleichbarkeit von Angeboten und vor allem die Sicherheit der angebotenen Leistung von Auftragnehmern gegenüber ihrem Auftraggeber ist die oberste Prämisse in der Professionalisierung in einem bestimmten Thema. Diese ist in den nächsten Jahren wesentlich zu verbessern. Die Standardkalkulation einer neuer geschaffenen Leistungsbeschreibung im Holzbau kann dabei als Grundlage für alle Unternehmen dienen.

#### **4.4. Geschäftsmodellentwicklung**

Der Wandel in der Unternehmenstruktur und Holzbaukultur, welcher einhergeht mit den technischen Entwicklungen sowie den realisierten Bauprojekten, erfordert bei den Beteiligten ein Bewusstsein für die aktuellen, vor allem in bauwirtschaftlicher Hinsicht bestehenden Herausforderungen im Holzbau und den damit verbundenen Strukturen kleiner und mittlerer Unternehmen in dieser Sparte. Dazu ist es erforderlich, die Situation des Holzbaus anhand derzeit maßgebender Trends mit den in Österreich vorherrschenden Unternehmensstrukturen und deren Leistungsportfolios und ihrer zukünftigen Geschäftstätigkeit darzustellen. Andererseits erscheint es notwendig, sich speziell den aktuellen Herausforderungen und den vorherrschenden Problemfeldern bezüglich vorhandener und künftiger Geschäftsmodelle im Holzbau zu widmen, wie mit künftig zu entwickelnden Geschäftsmodellen und teils unkonventionellen Konzepten auch baufremder Branchen die am Markt vorherrschende Preis- und Wettbewerbsstruktur für den Holzsystembau weiterentwickelt werden kann.

Innovative Ansätze, welche sich auch in Geschäftsmodellen manifestieren, verursachen nicht nur alternative Absatzmöglichkeiten, sondern führen zu einer verstärkten Anwendung des Bestbieterprinzips, welches dem branchenüblichen Konzept des Billigstbieterprinzips entgegenwirkt, hin. Gleichzeitig lassen sich dabei auch die Vorteile der innovativen Systembauten aus Holz nutzen.

Die Ansätze und betriebswirtschaftlich relevanten Analyseverfahren leisten hierzu einen Beitrag zum aktiven Chancen- und Risikomanagement in den Unternehmen und führen somit agile Unternehmensorganisationen zielsicher entlang der strategischen Handlungsfelder. Im Zuge der Erstellung neuer sowie Überarbeitung vorhandener Geschäftsmodelle können organisationsthematische, aber auch (bau)wirtschaftliche Ansätze auftreten, welche es vertiefend zu untersuchen gilt. Diese gilt es künftig verstärkt auch im Bereich des Holzsystembaus bzw. den zugehörigen Unternehmen zu forcieren, um anhand der Einführung neuer Prozesse und Systeme zielgerichtet nach den Visionen bauwirtschaftlich erfolgreiche Holzbausysteme am Markt weiter zu etablieren.

## 5. Ausblick Industrielles Bauen mit Holz

Der Holzbau im Allgemeinen sowie auch der industrialisierte Holzsystembau gewinnen national wie international durch eine Vielzahl technischer Innovationen auch in wirtschaftlicher Hinsicht stetig an Bedeutung. Holz ist damit als Baustoff vermehrt ein wesentlicher Bestandteil sowohl in traditionellen, als auch in modernen Bauten. Dieser positive Trend sowohl bei Einfamilienhäusern, als auch im mehrgeschossigen Wohnbau kommt der allgemeinen Entwicklung im Bauwesen, im Hinblick auf nachhaltige Bauweisen und den steigenden Erfordernissen an die Energieeffizienz an die zu errichtenden Bauwerke, sehr entgegen.

Der Baustoff Holz stellt eine in großer Menge und in guter Qualität vorhandene nachhaltige Ressource dar. Die Vergleichbarkeit durch die große Vielfalt der am Markt vorhandenen Holzbausysteme, sowie die nötige Fachkompetenz im Holzbau in der Planung und Ausführung und der hohe Detaillierungsgrad in den frühen Planungsphasen hindern aber nach wie vor Architekten, Planer und somit auch Bauherren, verstärkt Objekte in Holzbaueise auszuschreiben.

Es ist festzuhalten, dass das allgemeine Ziel des Industriellen Bauens, nämlich eine schnellere, kostengünstigere und qualitativ hochwertigere Bauwerkserstellung zu bewerkstelligen, durch die Aspekte der Senkung der Lohnkosten, durch die Verkürzung der Bauzeit durch off-site Vorfertigung der Elemente, durch eine gleichbleibende Qualität mit gleichzeitig hoher Maßgenauigkeit bei weitgehender Witterungsunabhängigkeit vor allem aufgrund der Baustoff, aber auch Branchenspezifika erreicht werden kann.

Durch die Methoden des Industriellen Bauens sowie durch Standardisierung in den Details und Produkten, durch Rationalisierungsmaßnahmen in den Fertigungsabläufen und Prozessen auf der Baustelle sowie durch eine gänzliche Industrialisierung einer Branche kann es dem Holzbau künftig gelingen, vermehrt Marktanteile zu gewinnen. Dabei erscheint es augenscheinlich, dass ähnlich wie auch in klassischen stationären Industrien Themen wie Arbeitsteilung, Standardisierung, Mechanisierung, Automatisierung und Roboterisierung zu Zukunftsthemen der Baubranche und somit auch des Holzbaus werden, welche es vermehrt nutzen gilt.

## 6. Literaturverzeichnis

57, C. T.: New Perspective in Industrialisation in Construction – A State of the Art Report. CIB Task Group 57 – Industrialisation in Construction, 2010.

ABERGER, E.; KOPPELHUBER, J.: Planungsprozesse und Kooperationsmodelle im Holzbau. In Tagungsband 3. Forum Holzbau trifft Bauwirtschaft, TU Graz, Mai 2017.

BAUER, H.: Baubetrieb. Springer 2013.

BARANKAY, T.: Modulare Bauformen – Trend oder Zukunftsmodell?. <https://www.detail.de/artikel/modulare-bauformen-trend-oder-zukunftsmodell-28818/>. Datum des Zugriffs: 07.09.2017.

BARBOSA, F. et al.: Reinventing construction: A route to higher productivity.

GIRMSCHIED, G.: Bauunternehmensmanagement – prozessorientiert Band 2 – operative Leistungserstellungs- und Supportprozesse, Springer Heidelberg 2014.

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.

KOHLBACH, D; SCHAUER, P; TUPI, A; KOPPELHUBER, J.: Grundlagen und Systematik der Standardkalkulation im Holzbau. In Tagungsband 3. Forum Holzbau trifft Bauwirtschaft, TU Graz, Mai 2017.

KOLB, J.: Holzbau mit System – Tragkonstruktion und Schichtaufbau der Bauteile.

KOPPELHUBER, J.; HECK, D.: Mit Holzsystembau den Marktanteil erhöhen – eine baubetriebliche und bauwirtschaftliche Betrachtung. In: Tagungsband 21. Internationales Holzbau-Forum IHF 2015 – Garmisch-Partenkirchen.

KOPPELHUBER, J.: Forschungsbereich Holzbau und Bauwirtschaft – Bauprozessmanagement im industriellen Holzbau, Forschungsplakat, TU Graz, August 2017.

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

LENNARTSSON, M.: Modularity in Industrialised Timber Housing.

MEHRL, C.; KOPPELHUBER, J.: Leitfaden für die Ausschreibung nach der neuen LG 36 – Holzbauarbeiten In Tagungsband 3. Forum Holzbau trifft Bauwirtschaft, TU Graz, Mai 2017.

MORO, J. L. et al.: Baukonstruktion vom Prinzip zum Detail – Band 1 Grundlage. Springer Heidelberg 2009.

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

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

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

STAIB, G; DÖRRHÖFER, A; ROSENTHAL, M.: Elemente und Systeme, modulares Bauen, Entwurf Konstruktion neue Technologien, Edition Detail 2008.

WALL, J; BOK, M; KOPPELHUBER, J; HECK, D.: Ansätze und Bewertungskriterien in der Geschäftsmodellentwicklung im Holzsystembau. In Tagungsband 3. Forum Holzbau trifft Bauwirtschaft, TU Graz, Mai 2017.