

Modularisierung im Hausbau

Manfred Grundke
Horst Wildemann

Manfred Grundke, Horst Wildemann

Modularisierung im Hausbau

Copyright by TCW Transfer-Centrum GmbH & Co. KG, 2015

2. Auflage 2015

Bibliografische Information der Deutschen Bibliothek

Die Deutsche Bibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie:
Detaillierte bibliografische Daten sind im Internet
über <http://dnb.ddb.de> abrufbar.

**Grundke, Manfred; Wildemann, Horst:
Modularisierung im Hausbau**

2. Auflage

München: TCW Transfer-Centrum, 2015

ISBN: 978-3-941967-69-4

Verlag:

TCW Transfer-Centrum GmbH & Co. KG, München

Das Werk einschließlich aller Abbildungen ist urheberrechtlich geschützt. Alle Rechte, auch die der Übersetzung in fremde Sprachen, sind dem Verlag vorbehalten. Kein Teil dieses Werkes darf ohne schriftliche Genehmigung des Verlages in irgendeiner Form, auch nicht zum Zwecke der Unterrichtsgestaltung, reproduziert oder unter Verwendung elektronischer Systeme verarbeitet werden.

VORWORT ZUR ZWEITEN AUFLAGE

Die gesteigerte Aufmerksamkeit des Modularisierungsansatzes in der Baubranche hat das Interesse von Experten geweckt und zu weiteren Unternehmensanalysen im In- und Ausland geführt. Auch werden die theoretischen Grundlagen für einen Produktkonfigurator erarbeitet und in einem Prototyp umgesetzt. In einem Übersichtsfilm wurde der virtuelle Ablauf der Wertschöpfungskette im modularen Hausbau festgehalten. Beginnend mit der Planung im Produktkonfigurator werden alle Prozessschritte von der Elementfertigung über die Modulmontage bis hin zur Fertigstellung des Gebäudes auf der Baustelle dargestellt. Die Überlegungen und Erkenntnisse aus den Diskussionen mit Experten sind in diese Ausgabe eingeflossen.

München, 18. Mai 2015

Manfred Grundke

Horst Wildemann

VORWORT ZUR ERSTEN AUFLAGE

Der Bedarf an günstigem Wohnraum steigt weltweit an und macht es erforderlich, in kürzerer Zeit als bisher qualitativ hochwertigen Wohnraum zu günstigen Kosten bereitzustellen. Die konventionelle Bauweise vorwiegend mit Stahl und Beton sowie die dezentrale Wertschöpfung auf der Baustelle stoßen dabei an Grenzen. Diese entstehen vor allem durch die instabile und schwankende Qualitätssicherung und die Steuerung der beteiligten Gewerke. Darüber hinaus fehlt es in vielen Regionen zunehmend an ausgebildetem Personal. Die Modularisierung im Hausbau bietet einen Ansatz, den Herausforderungen von Bauprojekten zu begegnen. Im modularen Hausbau werden standardisierte Leichtbaumodule intelligent kombiniert, so dass individuelle Wohnhäuser in einer industrialisierten Produktion entstehen und innerhalb eines Tages auf der Baustelle wetterfest montiert werden können. In dieser Studie erfolgt eine wissenschaftliche Fundierung und Positionierung der Modularisierung im Hausbau.

Unser herzlicher Dank geht an die Herren Dominik Herfurth, Prof. Hans-Ulrich Hummel und Thomas Krämer von Knauf sowie die Mitarbeiter Christopher Hellmann, Ulrich Krauß, Adrian Markgraf, Torsten Mittelstraß, Maximilian Offizier, Dr. Patrick Pommer, Benjamin Ströbele und Stefan Zetzmann vom TCW, die bei der Erstellung dieser Studie mitgewirkt haben.

München, 10. Januar 2015

Manfred Grundke

Horst Wildemann



Manfred Grundke

Geschäftsführender Gesellschafter der Unternehmensgruppe Knauf



Horst Wildemann

**Univ.-Prof. Dr. Dr. h. c. mult.
Technische Universität
München**

INHALTSVERZEICHNIS

0	Zusammenfassung	8
1	Einleitung	20
1.1	Problemstellung.....	20
1.2	Ausgangssituation und historische Entwicklung	26
1.3	Forschungskonzeption	36
2	Modularer Hausbau	39
2.1	Abgrenzung zur konventionellen Bauweise.....	39
2.2	Typen des modularen Hausbaus.....	44
2.3	Moderner Leichtbau	52
2.4	Eigenschaften des modularen Stahl-Leichtbaus	57
2.5	Hypothesen.....	74
2.6	Hemmende Faktoren für den modularen Hausbau.....	78
3	Kundenpräferenzanalysen.....	82
3.1	Unternehmensbefragung	82
3.2	Conjoint-Analyse zur Ermittlung der Kundenpräferenzen	88
3.3	Kundenpräferenzprofile	99
3.4	Handlungsempfehlungen.....	118
4	Analyse der Produktionsstrukturen	125
4.1	Unternehmensanalyse	125
4.2	Fallstudien.....	149
4.3	Lessons Learned	157
5	Layoutoptionen für eine modulare Fabrik	160
5.1	Supply Chain Struktur in der modularen Fabrik	160
5.2	Modularer Ansatz für die Produktion	171

5.3	Skalierungskriterien.....	179
5.4	Mobiles Fabrikkonzept.....	185
6	Baustellenorganisation.....	188
6.1	Baustellenlayout.....	188
6.2	Distributions- und Baustellenlogistik.....	192
6.3	Infrastruktur.....	196
6.4	Montage der Module.....	201
7	Service im modularen Hausbau.....	208
7.1	Servicemodule.....	208
7.2	Neue Geschäftsfelder und Services.....	214
8	Organisation des modularen Hausbaus.....	219
8.1	Organisationsformen.....	219
8.2	Produktkonfigurator für den modularen Hausbau.....	232
8.3	Auftragsabwicklungsprozess.....	239
8.4	Projektcontrolling.....	246
9	Anwendungsfelder des modularen Hausbaus.....	252
9.1	Industrialisierung im Siedlungsbau.....	255
9.2	Sanierung und Nachverdichtung bestehender Bausubstanz....	263
9.3	Sonderbauten und Mehrfachnutzung.....	266
9.4	Kostenoptimale Anwendung des modularen Hausbaus.....	269
10	Marktpotenziale in Regionen.....	273
10.1	Deutschland.....	273
10.2	Russland.....	282
10.3	USA.....	284
10.4	Türkei.....	286
10.5	Iran.....	288

10.6 Südostasien.....	290
10.7 China.....	293
10.8 Mittlerer und Naher Osten.....	296
10.9 Indien.....	298
11 Wirtschaftlichkeit.....	301
Literaturverzeichnis	311
Anhang	333
Abkürzungsverzeichnis	375
Stichwortverzeichnis.....	376
Autoren.....	383

0 Zusammenfassung

Der weltweit steigende Bedarf an günstigem Wohnraum wird durch die kontinuierlich wachsende Bevölkerung und die fortschreitende Urbanisierung zu einem zunehmend kritischen Faktor für die ökonomische und soziale Entwicklung vieler Länder. Von den Effekten sind insbesondere aufstrebende Nationen, wie Indien, China, Russland und Brasilien sowie Südostasien, betroffen. Die Nachfrage nach Wohnraum steigt kontinuierlich an. Die Entwicklungen hinsichtlich der Einkommensverteilung nehmen dabei eine wesentliche Rolle ein. In den aufstrebenden Nationen besteht vor allem Bedarf an günstigem Wohnraum. Aktuelle Großprojekte zeigen jedoch, dass der konventionelle Hausbau in diesem Bereich an seine Grenzen stößt. In Bauprojekten dieser Art besteht die Herausforderung darin, die Leistung der Vertragspartner und Sublieferanten zu koordinieren, mit der Knappheit wichtiger Ressourcen umzugehen und dabei die Effizienz der Prozesse stetig zu optimieren. Durch die Modularisierung des Produktes und der Produktion kann nach außen eine hohe Varianz und Vielfalt angeboten und die innere Komplexität besser beherrscht werden. In Anlehnung an die Industrialisierung der Produktion in der Automobilindustrie lassen sich dabei wesentliche Potenziale realisieren. In dieser Studie wurde gezeigt, dass der moderne Leichtbau in Kombination mit einer modularen Bauweise und Produktion in der Lage ist, die Herausforderungen der konventionellen Baubranche zu überwinden und individuelle Häuser effizient, flexibel, kostengünstig und qualitativ hochwertig zu bauen. Dazu müssen folgende Fragestellungen beantwortet werden:

1. Welche Modularisierungsprinzipien sind im Hausbau anwendbar? Im modularen Systembau wird zwischen den Konstruktionsprinzipien Skelett-, Element- und Raumzellenbau unterschieden. Diese kommen

zumeist in kombinierter Form zur Anwendung. Entscheidend ist der Grad der industriellen Vorfertigung, welcher je nach Typ des Konstruktionsprinzips stark variiert. Um den Umfang der industriellen Vorfertigung zu steigern, eignet sich die Modularisierung. Die Module für den Hausbau sind dabei in einem strukturierten Ordnungsrahmen zu hinterlegen. Das System ist als eine hierarchische Beziehung von Materialien, Elementen, Modulen und Clustern zu verstehen. Hierbei sind die Zusammenhänge der einzelnen Elemente im Sinne eines hierarchischen Ordnungsprinzips definiert. Die Elemente in diesem System sind kombinierbar, erweiterbar, wiederverwendbar und montagefreundlich ausgestaltet. Diese werden auf Basis einheitlicher Schnittstellen miteinander verbunden und zu individuellen Gebäuden zusammengefügt. Elemente werden zu komplexeren Modulen weiterverarbeitet. Diese basieren auf einem geometrischen Ordnungsprinzip, welches die Positionierung von Stützen, Wandtafeln oder Raummodulen festlegt. Die architektonische Freiheit ist zwar an Vorgaben gebunden, dennoch können durch die Kombination der Module individuelle Raumkonstellationen erzeugt werden. Nach außen können so gänzlich individuelle Baustrukturen entstehen. Um die Realisierung von Kostenvorteilen durch die Modularisierung im Hausbau zu ermöglichen, muss sich der Bauherr an Rasterstrukturen halten. Resultierend aus der modularen Hausbaukonzeption, können Gebäudestrukturen durch auftretende Lern- und Skaleneffekte nicht nur qualitativ hochwertiger, sondern auch in kürzerer Zeit und zu geringeren Kosten produziert werden.

2. Wie lassen sich die vielschichtigen Kundenpräferenzen in die Modularisierung im Hausbau systematisch integrieren?

Die Wahl der Schnittstellen im modularen Hausbau erfordert genaue Kenntnisse der Kundenpräferenzen. Mit Hilfe des Moduldenkens können die Fragen nach den tatsächlichen Bedürfnissen, den zusätzli-

chen Anforderungen sowie der Zahlungsbereitschaft der Kunden gezielt beantwortet werden. Die Kombinierbarkeit sorgt dafür, dass die Zahl der Bauteile sinkt, aber der Anteil an individualisierten Produkten steigt. Auf allen relevanten Märkten kann das Modulhaus preislich mithalten. Es lässt sich durch verschiedene Ausstattungsoptionen klug ergänzen. Immer dabei sind Elemente, die sich in Analysen als unverzichtbar herauskristallisiert haben, weil sie der Kunde unbedingt möchte, für die er also bereit ist zu zahlen. Im Wohnungsbau können unterschiedliche Architekten somit auf Basis einer beschränkten Anzahl von Elementen völlig verschiedene Häuser entwickeln. Die Kundenpräferenzen werden im Bauplanungsprozess über einen digitalen Produktkonfigurator generiert. Durch eine gezielte Aggregation und Zurverfügungstellung von Informationen wird der Leistungserstellungsprozess effizienter. Das „Building Information Modeling“ ist ein Enabler für Kostensenkungspotenziale in der gesamten Wertschöpfungskette und wird zu einem bedeutenden Wettbewerbsfaktor. Die Fähigkeit der modularen Produktion, sich innerhalb definierter Grenzen an veränderte Rahmenbedingungen anzupassen, erlaubt eine flexible Raumgestaltung bei einem gleichzeitig hohen Vorfertigungsgrad. Diese zielt auf eine kurzfristige Adaption der Produktion auf kurzfristige Änderungen der Kundenwünsche ab.

3. Wie können die Haustechnik und die Schnittstellen zur Infrastruktur modularisiert werden?

Das Haus der Zukunft stellt verschiedenartige Anforderungen an die Ausgestaltung intelligenter Haus- und Vernetzungstechnik. Zur Einsparung von Energie wird eine automatische Steuerung von Lüftung, Beschattung und Heizung in nahezu allen Neubauten als Pflichtbestandteil angesehen. Die Anforderungen an die Module und deren Schnittstellen sind daher energetischer, architektonischer sowie tech-

nischer Art. Um bei dieser Komplexität eine „Plug-and-Play-Fähigkeit“ der Module zwischen Haustechnik und Infrastruktur sicherzustellen, werden bei der Modularisierung im Hausbau die Rahmenbedingungen definiert, eindeutige Verantwortungsbereiche festgelegt und Schnittstellen genutzt. Standardisierte Schnittstellen sind die Voraussetzung zur Kombinierbarkeit, Wiederverwendbarkeit, Erweiterbarkeit sowie zur Montage- und Demontierbarkeit von Modulen. Im Hausbau wird die Verbindung zur Infrastruktur über das Fundament des Gebäudes hergestellt. Nach dem Gießen und Aushärten der Bodenplatte kann mit dem Errichten des Hauses begonnen werden. Vor der finalen Verankerung der Module werden die verschiedenen Elektroinstallationen, Kanal- und Heizungsrohre sowie Wasserleitungen durch die in den Modulen vorgesehenen Öffnungen verlegt und mittels der standardisierten Schnittstellen miteinander verbunden. Die Montagezeit und die Anforderungen an die Qualifizierung der Mitarbeiter lassen sich somit auf der Baustelle auf ein notwendiges Maß reduzieren. Qualitäts- und Produktivitätskennwerte werden gleichzeitig erhöht.

4. Wie lassen sich beim modularen Hausbau Zeit, Kosten und Qualität bei Beibehaltung der vom Kunden erwarteten Flexibilität optimieren?

Aufbauend auf dem modularen Produkt lassen sich die Erfolgsfaktoren auch durch die Produktion maßgeblich beeinflussen. Gerade die Steigerung des Vorfertigungsgrades auf über 80 % ermöglicht es, die Auftragsbearbeitungsdauer eines Hauses auf wenige Wochen von der Auftragserteilung bis zur Schlüsselübergabe zu reduzieren. Dies wird durch das modulare Produkt und die Wiederverwendung von bestehenden Planungsleistungen und den Einsatz schlanker Produktionsprinzipien erreicht. Durch die Produktionsprinzipien am Beispiel der

Automobilindustrie werden konsequent Verschwendungen beim Hausbau identifiziert und eliminiert. Auf diese Weise wird die Durchlaufzeit reduziert und gleichzeitig Kosten gesenkt. Einsparpotenziale ergeben sich dabei vor allem auch bei den Materialien. Durch den Einsatz bereits vorgeschchnittener und vorkonfektionierter Komponenten kann der Verschnitt und der Abfall deutlich reduziert werden. Durch den industriellen Prozess lässt sich darüber hinaus eine um bis zum Faktor 10 genauere Fertigung der konventionell gefertigter Häuser realisieren. Auf der Baustelle lässt sich eine Genauigkeit im cm-Bereich realisieren, in der Fabrik lässt sich hingegen eine Genauigkeit im mm- und μm -Bereich erreichen. Dies führt zu einer hohen Wiederholgenauigkeit und Qualität der Prozesse. Weiterhin werden die Prozesse unter industriellen Bedingungen entsprechend der Herstellervorgaben durchgeführt. Dies ist insbesondere bei der Verarbeitung von Spachtelmasse, Kleber und Farbe relevant. Die zentrale Steuerung der einzelnen Gewerke gewährleistet darüber hinaus, dass keine Verzögerungen im Produktionsablauf entstehen und vorgegebene Durchlaufzeiten eingehalten werden. Durch den Einsatz eines kontinuierlichen Qualitätsmanagements, welches das Bauvorhaben begleitet, wird die Qualität in der Produktion und auf der Baustelle sichergestellt. Trotz der definierten Produktionsprozesse kann der Kunde flexibel sein Produkt bis zum „design freeze“ ändern, ohne dass sich dadurch Mehraufwand in der Produktion und damit Mehrkosten für den Kunden ergeben. Darüber hinaus ist der Kunde in der Lage, durch den modularen Produktaufbau sein Haus im Nachhinein gezielt zu erweitern und anzupassen.

5. Welche Modularisierungsprinzipien sind in der Fabrik für den Hausbau anwendbar?

Durch die modulare Auslegung der Produktionsstätten kann dabei nicht nur auf die bestehenden Planungsleistungen für das Produkt zurückgegriffen werden, sondern auch für die Produktion. Bei der Modularisierung der Fabrik werden alle Ressourcen, Prozesse und Strukturen, die für eine funktionsfähige Fabrik im Hausbau benötigt werden, standardisiert, so dass diese für den Bau neuer Produktionsstandorte wiederverwendet werden können. Dabei werden nicht nur Anlagen, sondern auch Fabrikhallen, Grundstücksgröße, Infrastrukturanbindungen, Mitarbeiterqualifikationen und die IT standardisiert. Auf diese Weise können neue Produktionsstandorte in kürzerer Zeit ausgewählt und aufgebaut werden. Die Fabriken sind dabei entsprechend den Anforderungen des neuen Standortes skalierbar. Skalierungskriterien sind der Automatisierungsgrad, die Kapazität sowie der Vorfertigungsgrad der Häuser. Die Skalierbarkeit der Module ermöglicht es, die Fabrik an die Standortfaktoren anzupassen. Durch den Einsatz erprobter Anlagen und Prozesse wird die Hochlaufphase verkürzt und die Produktivität des neuen Standorts gesteigert. Darüber hinaus kann die Organisation auf bestehende Lessons Learned zu den Anlagen und den Prozessen zurückgreifen, die es ebenso ermöglichen, die Produktivität der Produktion zu erhöhen. Dies macht sich insbesondere in der Instandhaltung bemerkbar, da bei einem Anlagenausfall auf ein strukturiertes Erfahrungswissen aus der Vergangenheit zurückgegriffen werden kann. Dieses beschränkt sich dabei nicht nur auf den eigenen Standort, sondern auf alle Standorte, die auf dem modularen Fabrikkonzept aufsetzen.

6. Welche Modularisierungsprinzipien sind auf der Baustelle anwendbar?

Der Modularisierungsansatz ist vor allem im Bereich der Baustellenlayoutplanung realisierbar. Durch das vorgegebene Grundraster der

Hausmodule lassen sich Layoutmodule darstellen, die mit Hilfe eines Baustellenlayoutbaukastens ausgewählt und zusammengesetzt werden können. Die Planung wird hierbei computergestützt durchgeführt. Durch den hohen Vorfertigungsgrad sind auf der Baustelle die Abläufe und Prozesse wesentlich schlanker aufgebaut. Wo die Modellierung im virtuellen Raum auf Grund der hohen Komplexität des konventionellen Hausbaus versagt, wird die Darstellung im 5D-Modell – 3D-Modell plus Baufortschritt und Kosten – durch die Modularisierung der Baustelle erst möglich. Mit Hilfe eines Baukastens und der computergestützten Modellierung wird durch die Modularisierung gewährleistet, dass die Abläufe der Baustelle in das Gebäudedatenmodellierungssystem stärker integriert werden können. Die schlanken und transparenten Prozesse auf der Baustelle tragen dazu bei die Fehlerbildung einzuschränken. Zusätzlich zur Layoutplanung sind in der Baustelleninfrastruktur Modularisierungsprinzipien umsetzbar. Benötigte Maschinen wie Entsalzungsanlagen, Stromgeneratoren oder Hebevorrichtungen werden in Modulen auf der Baustelle bereitgestellt und flexibel kombiniert. Bei der Planung ist es bereits möglich diese im Layoutbaukasten auszuwählen. Ferner gewährleistet die Modularisierung eine hohe Wandlungsfähigkeit der Baustelle, wodurch auf Veränderungen schnell und flexibel reagiert werden kann.

7. Welchen Beitrag leistet die Servicemodularisierung im Hausbau?

Neben dem Produkt erwarten die Kunden Zusatzleistungen wie Service. Im Falle eines Autokaufs werden auch Finanzierungen mitangeboten. Im modularen Hausbau können diese Entwicklungen übertragen werden. Durch den strategischen Einsatz von Services in Form von hybriden Leistungsbündeln kann der Service hierbei einen weiteren Mehrwert darstellen. Dadurch ist es möglich mit einem stärker

individualisierten Produkt und zusätzlichen Serviceleistungen sich von anderen Wettbewerbern abgrenzen zu können. Dieses Differenzierungspotenzial kann zu einer Steigerung des Kundennutzens sowie einer Verbesserung der Kundenloyalität führen. Dies kann weiter gesteigert werden, in dem die unterschiedlichen Serviceangebote unabhängig voneinander frei kombinierbar bleiben. Neben dem Basisservice wird durch ein am Produkt orientierten Zusatzservice eine erfolgreiche Leistungsergänzung ermöglicht, die weitere Skaleneffekte erzeugen. Denkbare Serviceleistungen sind Instandhaltung, Versicherung, Beratung, Finanzen, Sicherheit, Einrichtung, Energie, Versorgung, IT, Wohlbefinden, Gesundheit, Bau-Fullservice, Hausverwaltung, Entrümpelung, Abrissarbeiten oder Gartenpflege. Die Möglichkeit zur Wiederverwendbarkeit dieser Module sowie die hohen Individualisierungspotenziale der Leistungen und die unabhängige Weiterentwicklung einzelner Servicemodule sind weitere Implikationen der Modularisierung. Darüber hinaus kann ein weiterer Mehrwert geschaffen werden, in dem die Leistungen in Form von Servicepaketen angeboten werden. Durch das Angebot zusätzlicher Serviceleistungen entstehen für Bauunternehmen weitere Geschäftsfelder, die in der Bauwirtschaft zu weiteren Innovationen führen werden. Als neue Geschäftsfelder sind dabei Immobilienfinanzierung, Modullizenzierung, After Sales, Modul-Sharing, Vermietung von Modulen und ein Gebrauchtmärkte für Module denkbar.

8. Welche Effekte auf den Auftragsabwicklungsprozess und die Organisation ergeben sich beim modularen Hausbau?

Im Auftragsabwicklungsprozess erfolgt die Auftragsgenerierung beim modularen Hausbau über einen Produktkonfigurator durch den Kunden. Dem Kunden wird es dadurch möglich mit Hilfe von Planern und Architekten unter Berücksichtigung der regionalen Vor-

schriften ein Haus im Konfigurator zu erstellen und essenzielle Daten, wie die Kosten oder den Auslieferungszeitpunkt, berechnen zu lassen. Die ordnungsgemäße Einbindung der Behörden, wie die Bauaufsichtsbehörde oder das Gewerbeaufsichtsamt, wird von den Entwurfsplanern oder dem Projektkoordinator verantwortet. Durch den Einsatz eines Konfigurators ist eine schnelle Angebotserstellung sowie eine flexible Anpassung am Modell möglich. Aus dem Modell werden für den weiteren Verlauf des Auftragsabwicklungsprozesses Bau- oder Logistikpläne sowie Maschinendatensätze und Stücklisten abgeleitet. Weitere Vorteile durch den Einsatz eines Konfigurators sind das Erreichen einer geringen Reklamationsrate und das bessere Erfassen von Kundenwünschen und -anforderungen. Durch die Integration in den Auftragsabwicklungsprozess sowie den standardisierten Schnittstellen zwischen dem Gebäudedatenmodellierungs- und dem ERP-System erfolgt eine bessere Kommunikation zwischen allen Beteiligten. Die benötigte Lieferantenstruktur umfasst Zulieferer aus den Bereichen des Strukturbaus, wie der Stahlprofile oder der Gipsfaserplatten, und der weiteren Installationen, wie die der Küchen- und Badeinrichtungen. Nach dem Herstellungsprozess der Module folgt die Trocken- und Aushärtungsphase sowie im Anschluss dazu die Kommissionierung der Module, der Abtransport und die Endmontage dieser mit Sonderfahrzeugen auf der Baustelle. Hier erfolgen parallel zum Fertigungsprozess der Module die Vorbereitung des Fundamentes und die Anschließung an die Infrastruktur. Diese Arbeit kann vom Modulhersteller oder dem Subunternehmer durchgeführt werden. Der Einsatz von Eigenleistung ist im modularen im Gegensatz zum konventionellen Hausbau eher ungeeignet, da auf diese Art und Weise die industrielle Fertigung stark an Komplexität zunehmen würde. Eine Möglichkeit diese dennoch anzubieten ist die Auslieferung der Module nach dem „Core and Shell“-Prinzip

vergleichbar mit dem konventionellen „Rohbau“ inklusive der Installationsarbeiten. Der Innenausbau erfolgt durch die Eigenleistung des Kunden. Durch den Einsatz eines Konfigurators im Auftragsabwicklungsprozess verbessert sich der Informationsfluss zwischen den Beteiligten und die Durchführungszeit kann somit stark reduziert werden.

9. Welche Einsatzmöglichkeiten und Marktpotenziale bestehen für den modularen Hausbau?

Durch eine systematische Modularisierung und Industrialisierung werden neue Anwendungsbereiche für den Hausbausektor, wie dem Siedlungsbau, den Nachverdichtungen und Sonderbauten, eröffnet. Um die Nachfrage zu decken, eignen sich aufgrund der technischen und wirtschaftlichen Rahmenbedingungen insbesondere Mehrfamilienwohnhäuser, die mit Stahl-Leichtbaumodulen aufgebaut sind. Diese gilt es, in Anbetracht einer definierten sprungfixen Kostenfunktion zu entwickeln, um einen möglichst kostenoptimalen Einsatz zu ermöglichen. Im europäischen Raum kann vermehrt auch der modulare Hausbau in Siedlungsbauprojekten eingesetzt werden, um den Bedarf an Sozialwohnungen zu decken. Bei der Nachverdichtung können Altbaubestände in zentralen Stadtlagen durch Aufstockung oder den Ausbau von Dachgeschossen zu weiterem Wohnraum umgebaut werden. Der modulare Hausbau zeigt auch im Sonderbau, wie bei Krankenhäusern, Schulen oder Pflegeheimen, Einsatzmöglichkeiten auf. Der Vorteil dabei ist die Möglichkeit, mit geringem Aufwand veränderte Nutzungsanforderungen zu ermöglichen. Die Marktpotenziale für den modularen Hausbau weisen in verschiedenen Regionen Unterschiede auf. In den betrachteten Regionen kann weltweit von einem Marktpotenzial von rund 520 Mrd. EUR bis 2020 für den modularen Hausbau ausgegangen werden. Die größten Potenziale liegen

in China, den USA und der Türkei. In den genannten Ländern ist bis 2050 sogar ein Marktanteil von über 70 % möglich. China, USA und Türkei weisen demzufolge bis 2050 ein Marktpotenzial von rund 1,8 Bio. EUR, 1,6 Bio. EUR und 419 Mrd. EUR auf. Der modulare Hausbau kann in Russland um die hohe Nachfrage zu decken einen Marktanteil von rund 70 % erreichen. Indien wird in den nächsten Jahren ebenfalls eine wichtigere Rolle spielen, wenn die entsprechenden politischen Reformen umgesetzt werden. Der deutsche Markt wird im modularen Hausbau moderat wachsen und kann im Jahre 2050 bis zu 32 % des gesamten deutschen Hausbaumarktes abdecken.

10. Wie kann die Wirtschaftlichkeit des modularen Hausbaus bewertet werden?

Die Beurteilung der Wirtschaftlichkeit des modularen Hausbaus erfolgt aus drei Perspektiven: der Kundenperspektive, der volkswirtschaftlichen Perspektive und der Unternehmensperspektive. Für den Kunden soll ein größtmöglicher Nutzen zu deutlich günstigeren Konditionen gegenüber dem konventionellen Hausbau gewährleistet werden. Unter Berücksichtigung der unterschiedlichen Bedürfnisse des Kunden, wie Unterkunft, Individualität, Nachhaltigkeit, finanzielle Entlastung und Planbarkeit verhilft der modulare Hausbau zu einer Verbesserung des Lebensstandards. Die Kostenvorteile dieser Bauweise ermöglichen es den Eigenheimanteil der Haushalte von bisher 20 % auf rund 50 % zu steigern, weil nunmehr auch „Geringverdiener“ in ein Eigenheim investieren können. Auch für die Volkswirtschaft ergeben sich positive Effekte. So kann der Staat den Bau von Sozialwohnungen mit deutlich geringerem Aufwand und Kosten ermöglichen. Zusätzlich profitiert der Staat von einem gesteigerten Konsum und höheren Steuereinnahmen, weil die Bürger und Unter-

nehmen aufgrund der monatlichen Einsparungen im Bereich der Wohnkosten bis zu 13 % mehr Einkommen zur Verfügung haben. Aus Sicht der Unternehmen ergeben sich durch den modularen Hausbau Vorteile im Bereich Kosten, Zeit, Qualitätssicherung und Flexibilität. Zwar bedeutet der modulare Hausbau für Unternehmen eine höhere Anfangsinvestition, etwa für Fabrikgebäude, Anlagenausstattung oder Baustelleneinrichtungen, doch amortisiert sich unter der Annahme einer vollen Auslastung diese Investition innerhalb von zwei Jahren. Hinzu kommt, dass Unternehmen von mehrpreisfähigen Produkten profitieren, die durch die Kombination von Basis- und Zusatzmodulen erzeugt werden. Weitere Ertragspotenziale ergeben sich auch in dem Angebot von Serviceleistungen, die für Unternehmen unter anderem neue Geschäftsmöglichkeiten aufzeigen und zur Erschließung neuer Wachstumspotenziale beitragen.

Autoren

Manfred Grundke, Geschäftsführender Gesellschafter der Unternehmensgruppe Knauf

Manfred Grundke studierte Maschinenbau an der Fachhochschule Rheinland-Pfalz in Bingen. Seine berufliche Karriere begann er im Bundesamt für Wehrtechnik in Koblenz, bevor er zu den Feinmechanischen Werken in Mainz wechselte und im Jahr 1989 die Entwicklungsleitung für Luftfahrtsysteme zugetragen bekam. Über einige weitere Stationen wechselte Herr Grundke 1997 zur Mannesmann Rexroth AG, wo er über die Jahre verschiedene Funktionen als Mitglied des Vorstands und Vorstandsvorsitzender bekleidete. Im Jahr 2008 trat er das Amt des geschäftsführenden Gesellschafters der Gebr. Knauf Verwaltungsgesellschaft KG an.

**Univ.-Prof. Dr. Dr. h. c. mult. Horst Wildemann,
Professor an der Technischen Universität München
und Geschäftsführender Gesellschafter der TCW Management
Consulting**

Horst Wildemann studierte in Aachen und Köln Maschinenbau (Dipl.-Ing.) und Betriebswirtschaftslehre (Dipl.-Kfm.). Nach einer mehrjährigen praktischen Tätigkeit als Ingenieur in der Automobilindustrie promovierte er zum Dr. rer. pol., Auslandsaufenthalte am Internationalen Management Institut in Brüssel und an amerikanischen Universitäten schlossen sich an. Danach habilitierte er sich an der Universität zu Köln (Dr. habil.). Seit 1980 lehrt er als ordentlicher Professor für Betriebswirtschaftslehre an den Universitäten Bayreuth, Passau und seit 1989 an der Technischen Universität München. Neben seiner Lehrtätigkeit steht Wildemann einem Beratungsinstitut für Unternehmensplanung und Logistik mit über 60 Mitarbeitern vor. In 40 Büchern und über 700 Aufsätzen, die in engem Kontakt mit der Praxis entstanden sind, hat er neue Wege für die wirtschaftliche Gestaltung eines Unternehmens mit Zukunft aufgezeigt. Ihm wurde die Staatsmedaille des Freistaates Bayern, das Bundesverdienstkreuz 1. Klasse der Bundesrepublik Deutschland und der Bayerische Verdienstorden verliehen. Er wurde in die Hall of Fame für Logistik aufgenommen. Ehrendoktorwürden erhielt er von den Universitäten Klagenfurt (Dr. rer. pol.), Passau (Dr. rer. pol.) und Cottbus (Dr.-Ing.).