

2

2019

der architekt

Bund Deutscher Architekten BDA

typ und serie

traditionen, möglichkeiten,
grenzen

Vielerorts herrscht weiterhin ein großer, sich verschärfender Mangel an bezahlbarem Wohnraum. Die Urbanisierung und damit das Wachstum der Ballungsräume sind in Deutschland dem weltweiten Trend entsprechend ungebrochen. Politik und Wohnungswirtschaft stehen unter großem Druck, sozial verträglichen Wohnraum zu schaffen. Die Prognosen gehen von einem Bedarf von bis zu 400.000 neuen Wohnungen/Jahr im Zeitraum 2016 bis 2020 aus.^{1,2} Aus diesem Grund beschäftigte sich

Produktionspreise, individualisierte Planungen („one-design“) ohne Serieneffekte, Kapazitätsengpässe bei Planenden und Produzierenden, hoher Mangel an qualifizierten Arbeitskräften, keine durchgehende recycling-gerechte Bauweise und ein enormer Verbrauch an endlichen Ressourcen.

Serielles und industrielles Bauen

Eine Auswertung der Fachliteratur zeigt, dass im Bereich des seriellen und industriellen Bauens vielerlei Begriffe für ähnliche

verstärkten Vorbereitung der Arbeitsprozesse. Diese Strategien lassen sich durch den Einsatz von CAD- und CIM-Systemen, einer prozessorientierten Organisation und neuen Kooperationsnetzwerken umsetzen.

Baukastensystem⁵

Ein Baukastensystem ist ein Ordnungsprinzip. Es besteht aus einer Anzahl von Bausteinen, die anwendungsspezifisch ausgewählt und unter Beachtung von Verträglichkeiten miteinander kombiniert werden, um in

Markus Lechner und Stefan Winter

Bauen mit Weitblick

Systembaukasten der TU München

das Forschungsvorhaben Bauen mit WEITBLICK³ mit dem industriellen Bauen, in diesem Fall fokussiert auf den mehrgeschossigen sozialen Wohnungsbau. Das ist, zugegebenermaßen, eine bereits sehr alte und wiederkehrende Fragestellung: Le Corbusier (*Vers un architecture*, 1923), Gropius und Wachsmann (*General Panel System*, 1941, siehe S. 38–43) oder in neuerer Zeit Kieran und Timberlake (*Refabricating Architecture*, 2003) haben sich, um nur einige prominente Beispiele zu nennen, mit diesem Thema beschäftigt. Warum also noch ein Vorhaben, das sich dieser Fragestellung widmet? Die Antwort lautet: Weil es immer noch die gleichen Probleme sind, die in unserer Gesellschaft und dem Bauwesen bestehen: akuter Mangel an Wohnraum zu erschwinglichen Preisen in den Ballungsräumen, hohe

Sachverhalte verwendet werden. Die verwendeten Fachbegriffe sind vielfach unpräzise und sorgen für Sprachverwirrung oder bieten zu viel Interpretationsspielraum. Aus diesem Grund wurden die wesentlichen Begriffsdefinitionen im Themengebiet serielles und industrielles Bauen zusammengetragen, abgegrenzt und erweitert.

Industrielles Bauen⁴

Industrielles Bauen wird auch als Kombination von verfahrenstechnischen und strategischen Maßnahmen bezeichnet. Verfahrenstechnisch lässt sich dies durch standardisierte Bauverfahren, Bauteile und Baustoffe, den Einsatz vorgefertigter Bauteile oder durch die zunehmende Automatisierung auf Baustellen (Bauroboter) realisieren. In strategischer Hinsicht besteht industrielles Bauen aus einem optimierten Produktions- und Angebotsprogramm, der Unterstützung bei der Planung neuer Bauprojekte und einer

einem begrenzten Anwendungsbereich Baukastenprodukte zu konfigurieren. Beim Konfigurieren werden Bausteine nach einem vorgedachten Zweck angeordnet, ohne ihre Gestalt zu verändern.

Thematische Abgrenzung

Das aktuelle Verständnis von industriellem Bauen mit Baukastensystemen auf Basis von Erfahrungen realisierter Projekte der am Bau Beteiligten lässt sich wie folgt beschreiben: Für eine grundstücksbezogene Bauaufgabe wird ein individueller architektonischer Entwurf erstellt, anschließend ein Konzept entwickelt, wie dieser Entwurf durch seriell und industriell produzierbare Bauteile (Wände, Stützen, Decken) realisiert werden kann.

Vergleich der Schnittstellen und deren Abhängigkeiten: Automobil - Straße vs. Gebäude - Grundstück

Es entsteht ein grundstücks- und bauaufgabengestützter Systembaukasten für einige Teilelemente eines Gebäudes, beispielsweise für die Außenwandkonstruktion inklusive Fassade. Wird nun ein neues Grundstück mit einer ähnlichen Bauaufgabe beplant, so ist der einzige Nutzen des vorangegangenen entwickelten Systembaukastens die Anreicherung des Erfahrungsschatzes der Planer und Bauausführenden. Der entwickelte Systembaukasten wird in der Regel nicht mehrmals verwendet.

Herausforderungen im industriellen Bauen

Forschungen zu industriellem Bauen haben sich in der Geschichte häufig an anderen Industrien orientiert. Automobil-, Schiffs- und Flugzeugbau dienen beispielsweise als Vorbilder, da hier aus zumindest zum Teil standardisierten Industrieprodukten zunächst Baugruppen gebildet werden, die dann mit unterschiedlichen (Teil-)Vorfertigungsgraden zu komplexen Strukturen zusammengesetzt werden.

aufbereitet (Wendekreise, Wannens- und Kuppenradien), dass die Schnittstelle Auto zur Straße funktioniert und demzufolge Autos auf Straßen fahren können. Im Gegensatz dazu muss sich ein Gebäude dem individuellen Bauort anpassen – und es ist immobil. Jedes Grundstück ist anders und die Grundstücke haben grundstücksabhängige wechselnde Randbedingungen (Grundstückszuschnitt, Baugrund, städtebauliche Situation, baurechtliche Anforderungen, gestalterische Besonderheiten).



Im Gegensatz dazu ist die Auffassung von industriellem Bauen mit Baukastensystemen im Forschungsprojekt Bauen mit WEITBLICK folgende: Es soll möglich sein, mit einer bestimmten Anzahl an vorkonfektionierten „Bausteinen“ – im Forschungsprojekt als Baugruppen (BG) bezeichnet – individuelle mehrgeschossige Wohngebäude auf unterschiedlichen Grundstücken realisieren zu können. Dabei ist der Anspruch, dass die „Bausteine“ weitestgehend unverändert bleiben, also immer wieder die gleichen „Bausteine“ verwendet werden können. Die „Bausteine“ umfassen alle wesentlichen Bestandteile eines Gebäudes (Rohbau, Ausbau, TGA). Weitere Bedingungen sind: Alle „Bausteine“ müssen seriell und industriell produzierbar sein und die Organisationsstruktur, Projektorganisation sowie die Prozess- und Systemlandschaft des Systembaukastens müssen den Erfordernissen des industriellen Bauens folgen.

Ein wesentlicher Unterschied ist jedoch: Der Flugzeug- und Automobilbau ermöglicht zwar in gewissen Bereichen eine Individualisierung des Produkts, zum Beispiel in der Innenausstattung, die Produkte bleiben aber in der äußeren Form und in der Komposition der Technik unverändert. Zudem sind die Produkte mobil, also nicht an einen Standort gebunden und müssen sich demzufolge nicht an standortspezifische Randbedingungen anpassen. Ein vergleichendes Beispiel zum Wohnungsbau: Das Automobil hat zur Straße immer die gleiche Schnittstelle: vier Räder. Die unbebaute Natur wird durch Infrastrukturbaumaßnahmen (Straßen, Brücken, Tunnel) so

Betrachtet man einen Systembaukasten für den sozialen Wohnungsbau aus Sicht der Produktentwicklung, muss das Produkt Systembaukasten mit den wechselnden Randbedingungen umgehen können.

Methodik für Systembaukästen: Aufbau und Struktur

Der Wohnungsbau, speziell der geförderte, ist ein komplexes System aus technischen (auch produktionstechnischen), sozialen, ökologischen, wirtschaftlichen und architektonischen sowie stadtplanerischen Zusammenhängen. Beginnt man, dieses System aufzuschlüsseln, die wechselseitigen Beziehungen darzustellen, wird deutlich, dass ein Systembaukasten ohne eine drastische Reduzierung der Komplexität selbst unter den heutigen Möglichkeiten der Digitalisierung nicht

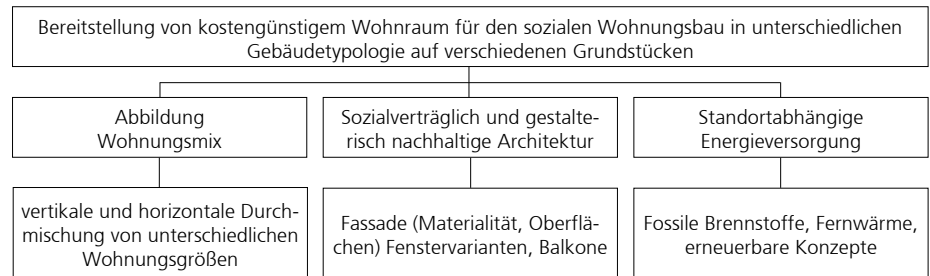
oder nur mit einem großen Aufwand erstellt werden kann. Im Forschungsprojekt Bauen mit WEITBLICK wurde sich deshalb vorerst auf einen Systembaukasten für Stadterweiterungsgebiete („grüne Wiese“) konzentriert.

Der mehrgeschossige soziale Wohnungsbau ist im Sinne eines Systembaukastens als ein zu erstellendes (Teil-)Produkt zu betrachten. Um gleichzeitig die Vorteile einer Vorfertigung zu nutzen, wurde die Entwicklung eines Systembaukastens als industriell zu fertigendes Produkt forciert und eine allgemeingültige Produktarchitektur für Systembaukästen entwickelt. Diese besteht aus einer Funktions- und einer darauf aufbauenden Produktstruktur, also einer konkreten Beschreibung der notwendigen Bestandteile des Systembaukastens für die Funktionserfüllung. Für die Transformation der Funktions- in die Produktstruktur wurde als methodisches Lösungsprinzip die Anwendung von Baugruppen gewählt. Dieser Ansatz wird in anderen Industrien erfolgreich angewendet und wurde hier auf das Bauwesen adaptiert.⁶

Zwei unterschiedliche Ansätze wurden verfolgt: Die Systematik der Baugruppen-Gebäude (BG-G) und die Systematik der Baugruppen-Typengeschoss (BG-T). Der übergreifende Ansatz der Baugruppensystematik lautet: Mit einer definierten Menge an unterschiedlichen und unveränderbaren Baugruppen ist es möglich, bauaufgabenbezogene, individuelle Gebäude bei vollständiger Kostentransparenz und abgesicherter Baubarkeit abzubilden.

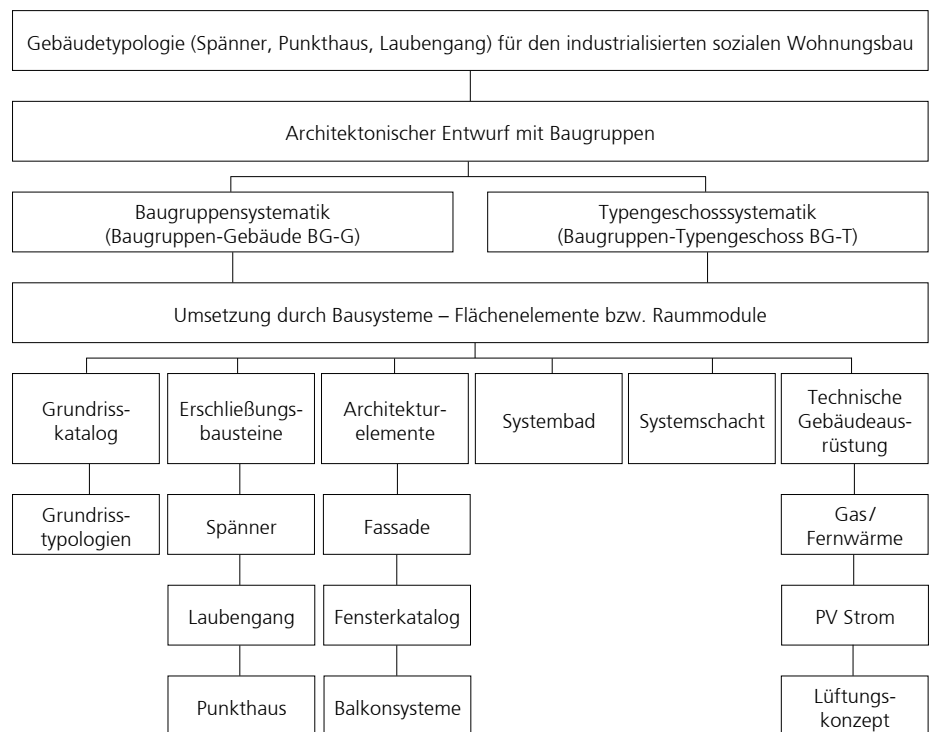
Eine Baugruppe ist eine in sich vollständig gelöste Einheit von Wohnungen, die alle Elemente des Roh- und Ausbaus und der Technischen Gebäudeausrüstung beinhaltet. Sie könnte ergänzend Möblierungen und weitere technische Ausstattungen (Küchengeräte) enthalten. An ihren Grenzen sind alle Übergänge zur nächsten Baugruppe vollständig definiert, beispielsweise

Funktionsstruktur Systembaukasten für den industrialisierten sozialen Wohnungsbau (funktionale Produktbeschreibung)

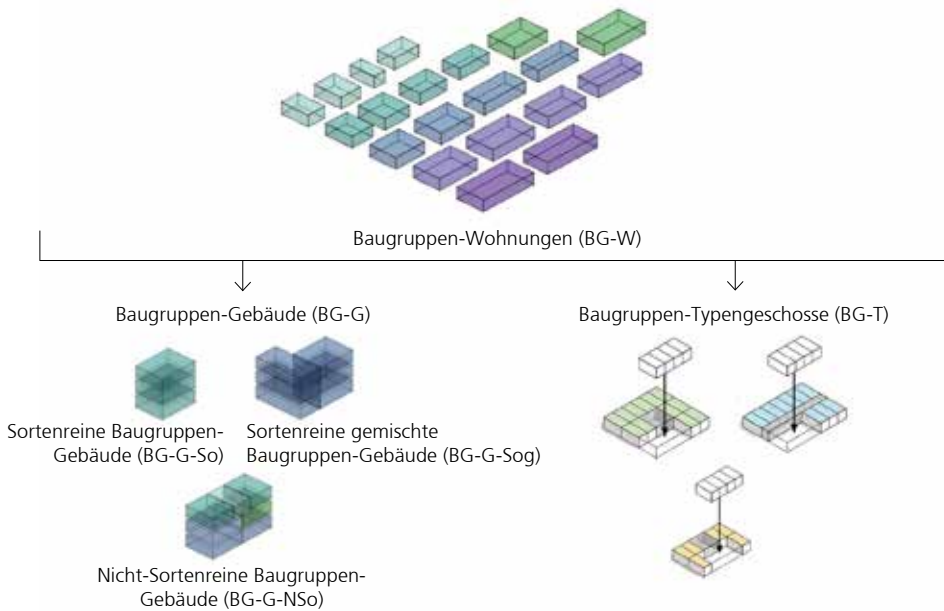


Transformation

Produktstruktur Systembaukasten für den industrialisierten sozialen Wohnungsbau (physische Produktbeschreibung)



Kombination von
BG-W zu BG-G oder
BG-T



Trennwände, Decken, Dächer. Eine Baugruppe bildet mindestens eine Wohnung (Baugruppe-Wohnung, BG-W) ab, im Regelfall aber mehrere über- oder nebeneinanderliegende Wohnungen. Als Baugruppen-Gebäude (BG-G) werden dreidimensional zusammengefasste Wohnungseinheiten bezeichnet, als Baugruppe-Typengeschoss (BG-T) zweidimensionale, geschossweise Zusammenfassungen von Baugruppen-Wohnungen (BG-W).

Bei der Entwicklung hat sich gezeigt, dass insbesondere die Anordnung der Schächte besondere Aufmerksamkeit erfordert. Aus einer begrenzten Anzahl von Baugruppen sollten die üblichen Gebäudetypologien entwickelt werden können wie

Mittelflur, Zwei- und Vierspänner, Laubengang, Kernerschließung. Die Baugruppen sind über Konfiguratoren abzubilden, die die Planung mit genau den verfügbaren Baugruppen erlauben, einschließlich von Verträglichkeitsprüfungen. Die Maßsystematik der Baugruppen sollte zwar möglichst weitgehend den üblichen Rastermaßen der verwendeten Baustoffen folgen, muss aber nicht unbedingt einem festen Modulmaß entsprechen. Baugruppen für Eckwohnungen können deutlich andere Breiten aufweisen als Mittelwohnungen. Fenstergrößen, Brüstungshöhen oder Fassadenausführung sind in festgelegten Grenzen parametrisiert, die jeweiligen Grenzen und Möglichkeiten sind vom spezifischen Bausystem abhängig (durch Spannweiten der Fensterstürze oder Brandschutzmaßnahmen).

Die einfachste Kombination von Baugruppen ist das Stapeln gleicher sortenreiner Baugruppen-Wohnungen übereinander (BG-G-So). Allerdings ist damit meist nicht der gewünschte Wohnungsmix erreichbar. Es müssen daher auch Wohnungen unterschiedlicher Größe übereinander und überlappend angeordnet werden (BG-G-NSo) und so Baugruppen-Gebäude bilden können. Dies ist bei entsprechender Grundrissplanung möglich, in seltenen Fällen müssen Blindschächte in einzelnen Wohnungstypen akzeptiert werden. Die Baugruppen-Gebäude stellen also größere, dreidimensionale Planungseinheiten dar, für die die Passung der verwendeten Baugruppen-Wohnung schon geprüft ist.

Baugruppen können abgeschlossen in BIM-Systemen abgebildet werden, in diesem Fall ein lohnender Aufwand. Sie sind durch ergänzende Baugruppen-Anbauten (BG-A) wie Balkone, Laubgänge, Solarpaneele erweiterbar. Die Koppelpunkte für die Anbauteile/Accessoires sind geometrisch und bezüglich der Tragfähigkeit fest definiert. Die Ergänzungen sind einfach konfigurierbar oder bei Bedarf neu zu entwickeln.

Planungssystematik mit Baugruppen

In einem ersten Schritt werden entsprechend den Randbedingungen des Bausystems unterschiedlich typisierte Wohnungen (1-5 Zimmerwohnung) als BG-W entwickelt, die den plausiblen und aus den Anforderungen des Strukturwandels abgeleiteten Kriterien der sozialen Nachhaltigkeit genügen. Daraus entsteht ein Katalog von Grundrissen für einen Systembaukasten. Ausgehend davon werden

Planungssystematik mit Baugruppen-Gebäude auf Basis eines Bausystems mit Flächenelementen

die Wohnungsgrundrisse (BG-W) zu Baugruppen-Gebäuden (BG-G) oder Baugruppen-Typengeschossen (BG-T) zusammengefasst.

Planung mit Baugruppen-Gebäude (BG-G)

Für eine Bauaufgabe werden die BG-G entsprechend den grundstücksabhängigen Randbedingungen zu Gebäudetypologien konfiguriert. Dazu werden noch Erschließungsbaugruppen (BG-E) benötigt, die die Erschließungstypologien im sozialen Wohnungsbau abbilden. Gängige Typologien wie Spänner, Punkthaus, Laubengang und Mittelflurtyp sind in unterschiedlichen Zusammensetzungen (Wohnungsmix) mit den gleichen Gebäudebaugruppen (BG-G) möglich. Mit einer steigenden Anzahl an BG-G ist ein in Teilbereichen individualisierter grundstücksabhängiger Gebäudeentwurf bei gleichzeitiger Standardisierung möglich.

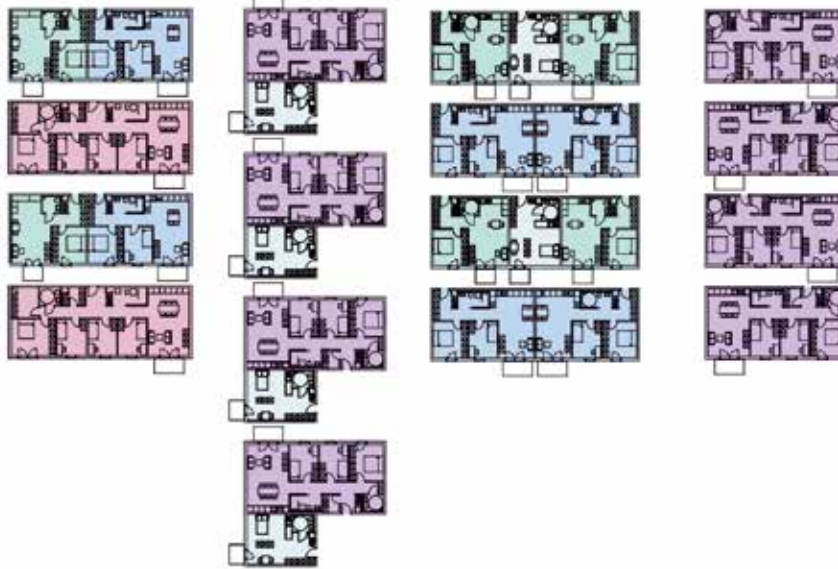
Planung mit Baugruppen-Typengeschossen (BG-T)

Bei der Planung mit Baugruppen-Typengeschossen sind die einzelnen Wohnungsbaugruppen (BG-W) zu Typen- oder Regelgeschossen zusammengefasst: einzelne BG-W werden unverändert in unterschiedliche BG-T eingesetzt. Weiter sind Baugruppen-Typengeschosse Anordnungen von Wohnungen, die unter Berücksichtigung des Baurechts (Fluchtwege) und der Wirtschaftlichkeit (Anzahl der Treppen und Lifte, TGA) optimiert sind, sie können damit idealerweise für die Entwicklung der städtebaulichen Konfigurationen herangezogen werden. Im Prinzip können auch unterschiedlich konfigurierte Baugruppen-Typengeschosse gestapelt werden, sofern die Führung der vertikalen Versorgungsschächte beachtet wird. Dies wird durch eine Typengeschossmatrix sichergestellt, verträgliche Kombinationen der Typengeschosse werden aufgezeigt. Im Gegensatz zu BG-G sind BG-T für jeden Gebäudetyp separat zu entwickeln.

Baugruppenwohnungen (BG-W)



Kombination von BG-W zu Baugruppen-Gebäude (BG-G)



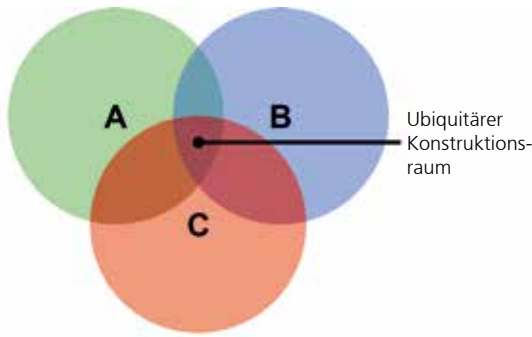
Kombination von BG-G zu einer Punkthaus typologie



Ubiquitärer Konstruktionsraum für die Entwicklung von Open Source Systembaukästen

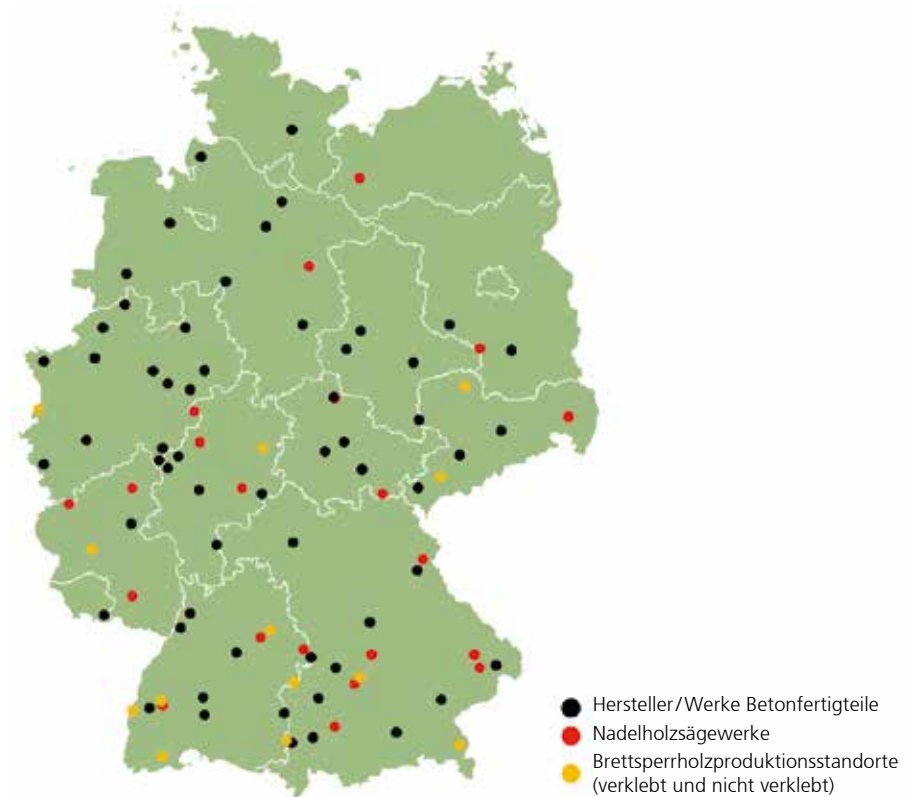
Übersicht der in Deutschland vorhandenen Produktionskapazitäten für Betonfertigteile, Nadelholzsägewerke und Brettsperrholzproduktionszentren

Unabhängig von BG-G oder BG-T wird die Anzahl der Baugruppen im laufenden Projektgeschäft erweitert und optimiert. Ist es beispielsweise erforderlich, eine Baugruppe für ein konkretes Bauvorhaben anzupassen, entsteht eine weitere Baugruppe. Die Modifizierung einer Baugruppe wird als „delta-engineering“ verstanden: Eine bereits bestehende Baugruppe wird entsprechend dem aktuellen Bedarf (veränderte Geometrie, andere Ausstattung) modifiziert und wieder digital abgelegt. Dadurch sinken die Entwicklungskosten für neue Baugruppen. Die Systematik einer



A/B/C/etc. Produzent/Unternehmer

baugruppenorientierten Planung und Ausführung ist dadurch ein in sich ständig wachsendes und anpassbares System im laufenden Geschäftsbetrieb. So ist es möglich, mit einer geringen Anzahl am Markt zu starten. Mit der Baugruppensystematik wird es dem Planungsteam ermöglicht, auf unterschiedliche Grundstückssituationen gestalterisch und städtebaulich angemessen reagieren zu können.



Open Source Systembaukästen

Einer der (auch historischen) Fehler bei der Weiterentwicklung industriellen Bauens ist die – teilweise stillschweigende – vorhandene Annahme, ein industrialisiertes Bausystem sei an ein spezifisches Unternehmen oder eine Unternehmensgruppe gebunden und müsse entsprechend weitgehend vollständig aus einer Hand angeboten werden. Diese Schlussfolgerung löst ebenso die Frage, wer bei der Bauausführung die Verantwortung übernimmt: eben der Hersteller des Bausystems, der gleichzeitig als Generalunternehmer auftritt. Diese Annahme lag daher ebenso dem Forschungsvorhaben Bauen mit WEITBLICK zugrunde, auch um entsprechende Kostenberechnungen und

Kostensicherheit generieren zu können. Letztlich hat dies auch zur Auswahl der Projektpartner geführt. Dabei hat sich gezeigt, dass dieses Vorgehen zwar firmenspezifisch erfolgreich umgesetzt werden kann, allerdings sind auch Nachteile damit verbunden: Für die Entwicklung eines firmenspezifischen Systembaukastens sind hohe planerische Aufwendungen erforderlich; je nach vorgesehenem Vorfertigungsgrad sind hohe Einzelinvestitionen nötig, insbesondere bei der Fertigung von Raummodulen; aufgrund der hohen Anfangsinvestitionen sind schnelle Kosteneffekte nicht zu erwarten, da die

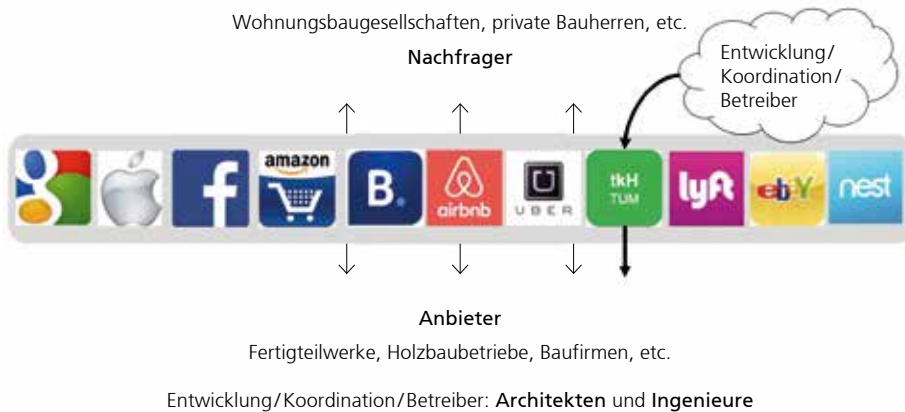
Open Source Bauweisen spezifischer, hersteller- und bauproduktneutraler Systembaukasten auf einer Plattform (timber-kit-HOUSING)

anbietenden Unternehmen in einem Markt hoher Nachfrage den Regeln freier Marktwirtschaft folgen und versuchen werden, ihre Investitionen möglichst rasch und risikoarm zu amortisieren. Bereits ab der Vorplanung müssen sich der Nachfragende und seine Planer auf einen Anbieter fokussieren; mit den benannten Schwierigkeiten bei der Notwendigkeit öffentlicher Vergabeverfahren und bei Raummodulen ergeben sich

und Bauprodukte verschiedener Hersteller, obwohl die Kombination festgelegt ist. Die konstruktive Entwicklung von Open Source Systembaukästen erfolgt in einem ubiquitären Konstruktionsraum: Alle Bauteilaufbauten oder Details werden so entwickelt, dass diese von möglichst vielen Unternehmen angeboten werden können. Dadurch können bereits vorhandene Fertigungskapazitäten des Handwerks und der

Open Source Systembaukästen sollen mittels Konfiguratoren durch unabhängige Planer verwendet werden können. Die vollständigen Werkstattzeichnungen sind aus solchen Konfiguratoren ebenfalls zur Verfügung zu stellen, Anpassungsplanungen entfallen damit. Ein wesentlicher Vorteil eines oder mehrerer Open Source Systembaukästen aus ubiquitär verfügbaren Bausystemen wäre eine nach den Regeln öffentlicher Vergabe konfliktfreie Ausschreibung. Zu klären ist allerdings, wer die abschließende Koordination der Bauabwicklung übernimmt und wie genau die vertragliche Gestaltung von Planungs- und Ausführungsvereinbarungen auszusehen hat.

Ideal ist ein Open Source Systembaukasten, der von einer unabhängigen Organisation getragen wird und die weitere Entwicklungen und Ergänzungen weiterer Baugruppen zulässt – damit wäre eine echte Industrialisierung erreicht. Die Unabhängigkeit von Einzelfirmen könnte zudem die Akzeptanz bei Planenden deutlich erhöhen und insbesondere Generalplanern ein sinnvolles Aufgabengebiet geben. Denn im Regelfall sind ohnehin zu den Systembaukästen Zusatzleistungen erforderlich, von der Außenanlagenplanung bis zur Tiefgarage. Über eine Plattform, die ähnlich der Strombörse auch zur Abwicklung von Angebot und Nachfrage dienen kann, können die bei der Anwendung von Konfiguratoren notwendigen Preisallokationen erfolgen, um eine sofortige erste Preisangabe zu erreichen. Auf der Plattform werden die Bestandteile des Systembaukastens (Baugruppen) zur Verfügung gestellt und durch die Anwender, nach vorheriger Konformitätsprüfung, laufend erweitert.



aus produktionstechnischen Gründen meist feste Längenmaße und daraus feste Gebäudebreiten. Um optimale Grundstücksausnutzungen zu ermöglichen, müssten daher entsprechende Bauweisen schon bei der Festsetzung der Bebauungspläne berücksichtigt werden.

Aufbauend auf den Ergebnissen dieses Vorhabens könnten nun im nächsten Schritt Bauweisen spezifischer, aber hersteller- und bauproduktneutraler Systembaukästen (Open Source Systembaukästen) entwickelt werden. Sie sind zwar geschlossene Bausysteme, nutzen aber Elemente

Bauindustrie genutzt werden. Exemplarisch wurden die aktuell vorhandenen Produktionsstandorte von Betonfertigteilen, Nadelholzsägewerken und Brettsper Holzproduzenten in Deutschland zusammengetragen. Für Betonfertigteilewerke ist eine gute Verteilung über die Bundesländer hinweg zu erkennen. Es ist festzustellen, dass eine ausreichende Anzahl und geografische Verteilung von Produktionsstandorten für die genannten Bauprodukte in Deutschland vorhanden ist. Werden diese durch Open Source Systembaukästen genutzt, entfallen für Bausysteme und Bauprodukte (Flächenelemente in Beton- oder Holzbauweise, Fertigbadmodule), die hohen Anfangsinvestitionen in neue Produktionskapazitäten.

Plattform für bezahlbaren Wohnungsbau: Open Source Systembaukasten (timber-kit-HOUSING)

Für den Betrieb des Systembaukastens müssen langfristig die entsprechenden Einzelanbieter zur Verfügung stehen, also Hersteller von Bauteilen des jeweiligen Bau-systems über Technikmodule bis hin zu qualifizierten Montagebetrieben.

Umdenken

Das vorgestellte Konzept zeigt, wie kostengünstiger Wohnraum mit der aktuellen Produktionskapazität und einem architektonischen Anspruch realisiert werden kann. Um die Industrialisierung des Bauwesens flächendeckend umzusetzen, ist ein Umdenken auf allen Seiten erforderlich: Planer müssen lernen mit stärker vorgegebenen Randbedingungen umzugehen und ihre Kreativität zur Gestaltung mit diesen Systemen zu nutzen; Ausführende müssen lernen, ihre Position auf dem Markt nicht unbedingt durch das ‚firmeneigene‘ Produkt zu stärken, sondern durch eine Produktions- und Leistungsoptimierung, die sich auf Preis, Qualität und Lieferfähigkeit auswirkt; Bauherren müssen lernen, andere Optimierungsstrategien anzuwenden – die erreichbare GFZ kann nicht mehr neben dem Preis das alleinige Entscheidungskriterium sein, Ausführungsqualität und -geschwindigkeit und die standardisierte Anwendung von Lebenszykluskosten-Analysen sind zu berücksichtigen. Bund und Länder müssen die regulatorischen Rahmenbedingungen für industrielles Bauen schaffen.

*M.Sc. Markus Lechner (*1987) ist gelernter Zimmermann, Zimmermeister und staatlich geprüfter Bautechniker. Anschließend studierte er von 2010 bis 2016 Bauingenieurwesen an der TU München mit dem*

Schwerpunkt konstruktiver Ingenieurbau und Architektur in einer Querschnittsvertiefung. Seit 2016 arbeitet er als wissenschaftlicher Mitarbeiter am Lehrstuhl für Holzbau und Baukonstruktion der Technischen Universität München. Als Projektleiter bearbeitete er das interdisziplinäre Forschungsprojekt Bauen mit WEITBLICK.



*Prof. Dr.-Ing. Stefan Winter (*1959) studierte von 1982 bis 1987 Bauingenieurwesen an der TU München und der TU Darmstadt und war anschließend wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Stahlbau, Statik und Werkstoffmechanik und am Institut für Massivbau der TU Darmstadt. Die Promotion erfolgte im Stahl-Beton-Verbundbau im Jahr 1997. Im Jahr 2000 wurde er auf die Professur für Stahlbau und Holzbau der Universität Leipzig berufen. Seit 2003 ist Stefan Winter Ordinarius für Holzbau und Baukonstruktion an der TUM. Von 2009 bis 2012 erfolgte eine gleichzeitige Berufung auf ein Finnish Distinguished Professorship an der Aalto Universität in Helsinki.*

Anmerkungen

1 Pestel Institut (2015): Kurzstudie Modellrechnung zu den langjährigen Kosten und Einsparungen eines Neustarts des sozialen Wohnungsbaus sowie Einschätzung des aktuellen und mittelfristigen Wohnungsbedarfs.
2 Studie Wohnungsbautag 2017: Wohnraumbedarf in Deutschland und den regionalen

Wohnungsmärkten Endbericht; Prognos AG Europäisches Zentrum für Wirtschaftsforschung und Strategieberatung; 31.05.2017
3 Winter, Stefan/Lechner, Markus et al.: Bauen mit WEITBLICK - Systembaukasten für den industrialisierten sozialen Wohnungsbau, Abschlussbericht, TU München, München 2018; www.bauen-mit-weitblick.tum.de
4 Bärthel, Jan: Industrielles Bauen. Leitfaden für KMU-Geschäftsführer Zürich 2002.
5 Kohlhasse, Nils: Strukturieren und Beurteilen von Baukastensystemen, Düsseldorf 1997.
6 Borowski, Karl-Heinz: Das Baukastensystem in der Technik, Berlin/Göttingen/Heidelberg 1961