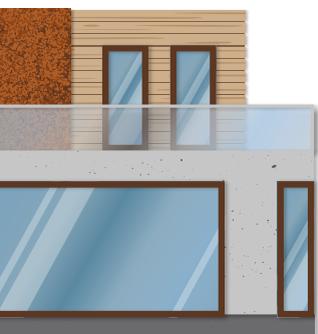




„Dem
Material-Mix
gehört die **Zukunft**“



NACHHALTIGES BAUEN MIT
HOLZ, STAHL UND BETON
VON DR. STEFAN FUCHS



FOTOS: MARKUS BREIG, IRINA WESTERMANN, MAGALI HAUSER

Trotz der Forschung an innovativen Baumaterialien werden die Baustoff-Klassiker noch lange nicht wegzudenken sein: Holz, Stahl und Beton. Durch eine intelligente Kombination der drei Materialien kann Bauen zukünftig nachhaltiger werden.

Der Anteil der mit Holz errichteten Wohngebäude ist im Südwesten inzwischen auf ein gutes Drittel gestiegen. Der Baustoff Holz liegt im Trend. Er entspricht einer Sehnsucht vieler Menschen, denn er wird mit Natürlichkeit und Behaglichkeit assoziiert. Zudem fördert die Landesregierung Baden-Württemberg klimafreundliches Bauen mit dem regenerativen Baustoff. Im Vergleich zu Nordame-

rika, wo Eigenheime aus Holz die Regel sind, werden die Möglichkeiten des modernen Holzbaus hierzulande jedoch noch nicht ausgeschöpft. Vor allem in den Innenstädten und bei Industrie- und Geschäftsgebäuden ist Holzbau immer noch eine Seltenheit. Allerdings werden bereits heute über 90 Prozent des in unseren Wäldern nachwachsenden Rohholzes entnommen. Auch Holz ist eine nicht beliebig zur Verfügung stehende Ressource.

Keine Nachhaltigkeit ohne Langlebigkeit
Tatsächlich speichert Holz als nachwachsender Baustoff CO₂ aus der Atmosphäre und ist damit klimaneutral. Im Sinne eines effektiven



FOTO: AMADEUS BRAMSIEPE



FOTO: IRINA WESTERMANN



FOTO: IRINA WESTERMANN

Dr. Carmen Sandhaas vom KIT Holzbau und Baukonstruktionen beschäftigt sich damit, wie Holz möglichst effizient und langlebig als Baustoff eingesetzt werden kann

Dr. Carmen Sandhaas from the KIT Timber Construction and Structural Design Group is concerned with how wood can be used as a building material as efficiently and durably as possible

de in allen konstruktiven Details so bauen, dass die Holzstruktur nicht verrotten kann. Die Fachwerkhäuser aus dem Mittelalter zeigen, wie man eine Lebensdauer von hunderten von Jahren erreichen kann. Sie sind in der Regel auf einem Steinsockel errichtet, weil die Feuchtigkeit in der Nähe des Erdbodens am größten ist. In manchen Fällen besteht das gesamte Erdgeschoss aus mineralischen Baustoffen“, sagt Sandhaas. „Einheimisches Holz muss dabei jedoch durch entsprechende Dachüberstände geschützt werden. Unter dem Dach vorstehende Balken sollten abgeschrägt verbaut werden, damit kein Wasser ins Stirnholz eindringen kann. Bei Brückenbauten kennt man schon lange sogenannte Opferbretter, die die tragende Konstruktion schützen und regelmäßig erneuert werden. Unser Forschungsprojekt ‚Musterdetails für den baulichen Holzschutz‘ entwickelt in diesem Sinne detaillierte Richtlinien, um die Langlebigkeit zu garantieren.“

Weg vom Holzpurismus

Ein weiteres Forschungsvorhaben am KIT Holzbau und Baukonstruktion bemüht sich um eine möglichst große Wandelbarkeit von Gebäuden. „Auch das ist ein Beitrag zur Langlebigkeit. Gemeinsam mit Kolleginnen und Kollegen der TU Kaiserslautern entwickeln wir ein Gebäude, das sein Leben als Parkgarage beginnt und dann irgendwann zum Wohngebäude wird“, erläutert Sandhaas. „Dafür eignen sich Hybridbauten besonders gut. Wir müssen weg von einem dogmatischen Purismus, der alles nur aus Holz bauen will.“ So bietet es sich beispielsweise bei einem zehngeschossigen Wohnhaus an, den Treppenhaukern aus Stahlbeton zu errichten und darum herum mit Holz zu bauen. Für ein hohes Gebäude erreiche man so die notwendige Stei-

Klimaschutzes muss das Holz aber in möglichst langlebigen Gebäuden verbaut werden, damit das darin gespeicherte Klimagas so spät wie möglich wieder freigesetzt wird.

Das ist ein Aspekt, der für Dr. Carmen Sandhaas, Koordinatorin und Geschäftsführerin des KIT Holzbau und Baukonstruktion an der Versuchsanstalt für Stahl, Holz und Steine (VAKA) des KIT, im gegenwärtigen Holzbauboom oft vergessen wird. „Dazu muss man das Gebäu-



FOTO: IRINA WESTERMANN

HOLZ

*Dr. Tim Zinke vom KIT
Stahl- und Leichtbau
und Dr. Carmen
Sandhaas im Holzlabor
der Versuchsanstalt für
Stahl, Holz und Steine
des KIT: „Die Zukunft
liegt in der Kombi-
nation von Materialien“*

*Dr. Tim Zinke of KIT's
Steel and Lightweight
Structures Group and
Dr. Carmen Sandhaas in
the wood laboratory of
the Research Center for
Steel, Timber, and
Masonry at KIT: „The
future lies in the combi-
nation of materials“*



figkeit mit sehr viel weniger Material, sagt sie. Die Hybridbauweise sei auch ideal für die notwendige Nachverdichtung in den Städten. „Viele der älteren Gebäude sind für den Ausbau mit weiteren Stockwerken statisch nicht ausgelegt. Durch das geringere Gewicht kann mit Holz dennoch zusätzlicher Wohnraum geschaffen werden“, erklärt Sandhaas.

Abfallvermeidung

Knappe Ressourcen verlangen nicht nur effizienten Materialeinsatz in der Konstruktion, auch der Verarbeitungsprozess muss in diesem Sinne optimiert werden. Das Forschungs-

projekt „Segmentlamellenholz“ ist für Carmen Sandhaas ein Beispiel dafür, wie man Materialverluste bereits im Sägewerk gering halten kann. Gegenüber der traditionellen Bretterherstellung lasse sich die Ausbeute um 20 Prozent steigern, wenn man aus dem Stamm trapezartige Kuchenstücke säge, die man dann gegeneinander gedreht wieder zu Brettern verleime. Die Kombination von Baumaterialien sei auch eine Strategie des schonenden Umgangs mit den Ressourcen, sagt sie. Nutze man konsequent die Vorteile des jeweiligen Materials, könne man den Verbrauch jedes einzelnen Baustoffes minimieren.

ANZEIGE



Wir bieten Startups
und innovativen Köpfen
den Raum
für ihre Ideen!



IHK

Technologiefabrik
Karlsruhe

80 ansässige Startups
6.500 Jobs geschaffen
385 betreute Startups bisher
97% Erfolgsquote

Haid-und-Neu-Str. 7
76131 Karlsruhe
Telefon 0721-174 271
info@technologiefabrik-ka.de
www.technologiefabrik-ka.de





FOTO: IRINA WESJERMANN

Geschlossener Stahlkreislauf

Ähnlich wie beim Holz ist beim Baustahl die Quote der direkten Wiederverwendung von konstruktiven Elementen aus Rück- oder Umbauten relativ gering. Gerade einmal elf Prozent des recycelten Stahls finden den Weg in einen zweiten Lebenszyklus, ohne den Prozess der Wiedereinschmelzung durchlaufen zu haben. „Man wird keinen gebrauchten Brückenträger wieder in eine Brücke einbauen. Nach 70 oder 100 Jahren ist die Gefahr zu groß, dass die Bauteile inhärente Schäden aufweisen. Was stattfindet, ist eine Art Downcycling, beispielsweise durch die Verwendung in landwirtschaftlichen Gebäuden, wo die Anforderungen nicht so hoch sind“, erklärt Dr. Tim Zinke, Verantwortlicher für Lebenszyklusanalysen und für die Modellierung von Gebäudeinformationen am KIT Stahl- und Leichtbau. „Dafür ist die Sammelrate bei Baustahl beeindruckend. Mit 99 Prozent ist der Kreislauf beim Stahlschrott praktisch geschlossen. Wenn man sich vor Augen führt, dass nahezu die Hälfte der weltweiten Stahlproduktion auf dem Bau eingesetzt wird, ist das zugleich ein bedeutender Beitrag zur Ressourcenschonung und zur Energieeffizienz“, ergänzt Zinke. Tatsächlich braucht man im Vergleich zur Verhüttung aus Eisenerzen nur

The Future Belongs to the Mix of Materials

Sustainable building with wood, steel, and concrete

TRANSLATION: MAIKE SCHRÖDER

Wood, steel, concrete – many researchers at KIT study the use of these three materials in buildings, roads, or bridges. As in most other scientific disciplines, sustainability plays an increasingly important role. When resources become scarcer and, hence, more expensive, it is even more important to find out how buildings can be made more durable and the materials needed more recyclable. Quite a few approaches to achieving these goals are pursued at KIT.

Wood is in line with the current trend, but not available in unlimited amounts. For this reason and for effective climate protection, buildings should be durable for long periods. “All construction details of a building have to be such that a wooden structure cannot rot,” says Carmen Sandhaas, Coordinator and Managing Director of the Timber Construction and Structural Design Group of KIT’s Research Center for Steel, Timber, and Masonry. Research covers optimization of durability, transformability, and processing. Like wood, structural steel is reused to only a small extent. However, its 99 percent collection rate is impressive. Reusing steel scrap is worthwhile. Compared to smelting from iron ores, only one fifth of the energy is needed to produce new steel from it. “Probably, we will only use steel from disassembled buildings in fifty years from now,” predicts Dr. Tim Zinke, who is responsible for life cycle analysis and modeling of building information in the Steel and Lightweight Structures Group. Zinke is convinced that “the future belongs to the combination of materials.” As regards concrete structures in building materials, there also is a clear trend towards hybrid high-tech materials. To solve corrosion problems in reinforced concrete, combinations of concrete and wood and of concrete and fabric fibers are being tested. Professor Frank Dehn, Head of the Institute of Concrete Structures and Building Materials and of the Materials Testing and Research Institute (MPA), thinks that extending service life is an indirect, but highly effective way to enhance sustainability. However, this requires a better understanding of materials. The cement binder is the weak spot of concrete from the ecological perspective. Global cement production in the amount of four billion tons is responsible for eight percent of all CO₂ emissions. Work at KIT focuses on enhancing the sustainability of production and on replacing the cement in concrete with alternative materials. ■

Contact: carmen.sandhaas@kit.edu, tim.zinke@kit.edu, frank.dehn@kit.edu



FOTO: LEAW197340 / STOCK.ADOBE.COM

STAHL

ein Fünftel der Energie, um aus Stahlschrott neuen Stahl herzustellen, was allerdings die Schrottpreise auf dem Weltmarkt nach oben treibt. „Wenn wir genug Stahlschrott hätten, könnten wir Stahl sehr viel energieeffizienter herstellen. Möglicherweise werden wir uns in 50 Jahren ausschließlich aus dem Rückbau der Bestandsgebäude bedienen. Das wird den Stahlmarkt fundamental verändern“, prognostiziert Zinke.

Kombimaterialien

„Die Zukunft liegt in der Kombination von Materialien“, davon ist der Stahlbau-Experte überzeugt. „Wir haben begrenzte Mengen Stahl, aber auch Holz ist nicht unbegrenzt verfügbar. Wenn wir jetzt alles aus Holz bauen wollten, müssten wir mehr abholzen, als die Wälder hergeben.“ Auch die Stahlproduktion lasse sich nicht beliebig hochfahren, sagt Zinke. „Deshalb sehen wir im Mix der Materialien die Zukunft. Wenn wir die Eigenschaften der unterschiedlichen Materialien so kombinieren, dass sie sich gegenseitig optimieren, können wir mit weniger Material gleiche Tragfähigkeiten erreichen, Ressourcen einsparen und einen Beitrag zur Nachhaltigkeit leisten.“ Der gute alte Stahlbeton demonstriert dieses Modell bereits seit der Mitte des 19. Jahrhunderts. Heute kommt eine Vielzahl innovativer Kombinationen hinzu. „HoStaBau“ (Holz-Stahl-Hybridbauweise) ist ein Forschungspro-

Dr. Tim Zinke ist Verantwortlicher für Lebenszyklusanalysen und koordiniert die Forschungsprojekte am KIT Stahl- und Leichtbau

Dr. Tim Zinke is responsible for life cycle analyses and coordinates the research projects in KIT's Steel and Lightweight Structures Group

jekt des KIT Stahl- und Leichtbau in Kooperation mit dem KIT Holzbau und Baukonstruktionen. Dabei werden Stahlträger von Holz in verschiedenen Dicken ummantelt. Stahl ist im Verhältnis zum Eigengewicht sehr tragfähig. Bei optimierten leichten Profilen kann aber ein sogenanntes Biegedrillknicken eintreten. Das heißt, der Stahlträger biegt sich unter senkrechtem Druck zur Seite. Dieses Verbiegen kann eine Ummantelung oder Verschraubung mit Holz verhindern. Überraschenderweise übernimmt das Holz in dieser Kombination auch die Rolle des Brandschutzes. Im Feuer bildet sich auf der Ummantelung eine millimeterdicke Schicht Holzkohle, die das weitere Eindringen der Flammen verhindert.



FOTO: AMADEUS BRAMSLEPE



FOTO: IRINA WESTERMANN

Der Wiederverwertungs-Kreislauf ist beim Stahlschrott nahezu geschlossen. Trotzdem ist Stahl nur begrenzt verfügbar

The recycling loop is virtually closed for steel scrap. Nevertheless, steel is only available in limited quantities

ANZEIGE

Berufsstand mit Relevanz

01

02

Themen rund um den Wohnungs- und Städtebau haben Hochkonjunktur, denn Klimafolgen und gesellschaftlicher Wandel stellen uns heute vor große Herausforderungen. Als Expertinnen und Experten für Bau- und Verfahrenskultur leisten die Mitglieder der Architektenkammer Baden-Württemberg in den Bereichen Architektur, Innen- und Landschaftsarchitektur sowie Stadtplanung einen großen Beitrag mit der Gestaltung qualitätsvoller und resilienter Lebensräume für zukunftsfähige Städte und ländliche Räume. Bei der Wahrnehmung dieser Verantwortung unterstützt die Architektenkammer ihre Mitglieder und vertritt die Interessen gegenüber Politik und Öffentlichkeit. Ob Führen der Berufsbezeichnung, Bauvorlagerecht, Beratungsleistungen, Fortbildungsangebote oder Altersversorgung: Mitglieder haben viele Vorteile.

03

Gerne informieren wie Sie über den Berufseinstieg und Ihre Eintragung in die Architektenliste.

Besuchen Sie uns im Internet: www.akbw.de.
 Wir freuen uns auf Sie.

04

wissen, was möglich ist.
 die Architekten.

Architektenkammer Baden-Württemberg
 Danneckerstraße 54 70182 Stuttgart
 Telefon 0711 2196-0 | www.akbw.de





FOTO: MARKUS BREIG

Professor Frank Dehn,
Leiter des Instituts für
Massivbau und Bau-
stofftechnologie so-
wie der Material-
prüfungs- und
Forschungsanstalt
(MPA) des KIT

Professor Frank Dehn,
Head of the Institute
of Concrete Structures
and Building Materials
and the Materials
Testing and Research
Institute (MPA
Karlsruhe) at KIT

Hightech im Massivbau

Auch den erprobten Mix aus Stahl und Beton entwickeln Forschende in neuen Projekten weiter. So experimentiert man am KIT Stahl- und Leichtbau mit Stahlstützen, die von einer losen Ummantelung aus Edelstahlblech umgeben sind. Sie wird mit Beton verfüllt. Die dabei entstehende unregelmäßige Form kann nach bionischen Kriterien, das heißt nach Prinzipien, die von der Natur abgeschaut wurden, durch entsprechende Computerprogramme optimiert werden.

Im Bereich des Massivbaus zeigt die Entwicklung hybrider Materialien ebenfalls einen deutlichen Trend Richtung Hightech. Und auch ihr Einsatz soll die Nutzungsdauer von Gebäuden verlängern. Um die Korrosionsprobleme des Stahlbetons zu lösen, werden auch Kombinationen von Beton und Holz oder von Beton und Textilfasern erprobt. Nimmt man beispielsweise Carbon als alternatives Bewehrungsmaterial anstelle von Stahl, ließe sich die durchschnittliche Nutzungsspanne nahezu verdoppeln. Die Nutzungsdauer zu verlängern, hält auch Professor Frank Dehn, Leiter des Instituts für Massivbau und Baustofftechnologie sowie der Materialprüfungs- und Forschungsanstalt (MPA) des KIT, für einen zweiten, zwar indirekten, aber enorm effektiven Pfad zur Nachhaltigkeit. Voraussetzung dafür sei aber ein besseres Verständnis des Materials. „Wir brauchen eine Art Geburtsurkunde jedes Bau-

werks, in der die Zusammensetzung der Materialien detailliert dokumentiert wird. Dann kann man rückverfolgen, wie sich die Bauteile über die Zeit verändern“, sagt Dehn. An seinem Institut werden numerische Modelle entwickelt, in die diese Daten eingebracht werden. Sie erlauben äußerst genaue Prognosen zu den Alterungsprozessen.

Zementersatz

Das Bindemittel Zement ist die ökologische Achillesferse des Massenbaustoffs Beton. Zement ist mit einer Weltproduktion von 4 Milliarden Tonnen für 8 Prozent der CO₂-Emissionen verantwortlich. Das entspricht nahezu dem Vierfachen dessen, was der gesamte Luftverkehr verursacht. Ursache ist nicht nur der hohe thermische Aufwand bei der Herstellung von Beton, zwei Drittel entfallen auf rohstoffbedingte Emissionen während des Herstellungsprozesses. In einem von der Dres. Edith und Klaus Dyckerhoff-Stiftung geförderten Projekt erforschen Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler am Institut für Massivbau und Baustofftechnologie des KIT, ob man durch eine mechanische und thermische Aufarbeitung von Betonbrechsand den Zement im Beton ganz oder teilweise ersetzen kann. Betonbrechsand entsteht als Feinfraktion beim Zermahlen von Altbeton aus dem Rückbau. In einem anderen Forschungsprojekt des Instituts wird bereits der Einsatz dieser Partikel mit einer Körnungsgröße von unter zwei Millimetern als Ersatz für den knappen Sand und Kies in der Betonherstellung geprüft. „Sollte es gelingen, ihn als Bindemittlersatz aufzuarbeiten, wäre dies ein eindrucksvolles Beispiel für Upcycling“, sagt Dehn. Ansonsten ist auch bei mineralischen Baustoffen eher Downcycling die Regel. Die sortenreine Sortierung beim Rückbau stelle eine hohe Hürde dar. Der Leiter des Massivbauinstituts hat aber die Hoffnung, dass hier künftig künstliche Intelligenz zum Einsatz kommen könnte. „Im Gebäude- und



FOTO: LYDIA ALBRECHT

Infrastrukturbau haben wir noch reichlich Luft nach oben, da liegen die Recyclingraten mit 50 Prozent weit unter denen im Straßenbau“, sagt er. „Mithilfe von automatisierter Materialerkennung ließe sich das mit einem vertretbaren Aufwand machen.“

Ideal im Sinne der Kreislaufwirtschaft wäre auch im Bereich des Betons eine direkte Verwendung ganzer Bauteile. Beispielsweise eine Betonwand oder Betondecke, die, aus einem abgerissenen Gebäude ausgebaut, Platz in einem neuen Bauwerk findet. „Voraussetzung dafür ist, dass man so konstruiert und die Bauteile so fertigt, dass sie eins zu eins umgenutzt werden können, und man sicher sein kann, dass der Bestandsbeton noch genügend tragfähig ist.“ Für Frank Dehn könnten auch hier die Computersimulationen zur Verifizierung der Langlebigkeit des Betons eine Rolle spielen, die an seinem Institut entwickelt werden. Er ist davon überzeugt, dass die Bezahlbarkeit des Bauens die wichtigste soziale Komponente der Nachhaltigkeit darstellt. „Wir werden auf den Massenbaustoff Beton auch in Zukunft nicht verzichten können, weil er im Vergleich zu anderen Baustoffen für eine Mehrheit der Menschen erschwinglich ist. Technologische Wolkenskuckucksheime wird es unter diesem Aspekt nicht geben können.“ ■

Kontakt: carmen.sandhaas@kit.edu,
tim.zinke@kit.edu,
frank.dehn@kit.edu

Einen Podcast mit Professor Frank Dehn zum Netzwerk solid UNIT, welches an nachhaltigem Betonbau forscht, finden Sie unter: www.sek.kit.edu/2203_5941.php
For a Podcast (in German) with professor Frank Dehn on the solid UNIT network, which conducts research on sustainable concrete construction, click: www.sek.kit.edu/2203_5941.php

FOTO: GÜNTER ALBERS/
STOCK.ADOBE.COM

BETON