

# Energieeffizientes Sanieren und Bauen mit Holz

## Ökologisches Potenzial, Status quo und Entwicklung im modernen Holzbau

Wolfgang Huß und Stefan Krötsch

**Viele – sehr viele Gründe sprechen dafür: Holz ist der Baustoff der Zukunft. Holz ist ein nachwachsender Rohstoff, der in großer Menge zur Verfügung steht. Betrachtet man den gesamten Lebenszyklus eines Gebäudes in Holzbauweise von der Erstellung bis zum Rückbau, so werden die ökologischen und ökonomischen Vorteile von keinem Gebäude anderer Bauweise erreicht. Und die weiteren Entwicklungen rund um den Baustoff Holz lassen heute noch kaum vorstellbare Nutzungen und Anwendungen erwarten. Allerdings fehlt noch bei vielen Architekten, Bauherren, Behörden und anderen wichtigen Entscheidungsträgern das Bewusstsein dafür, was im modernen Holzbau schon heute und erst recht in der Zukunft möglich ist.**



Foto: S. Müller-Naumann

Abbildung 1: Die Fassade dieses Gebäudes einer Münchener Wohnsiedlung der GWG aus den 1950er Jahren wurde mit vorgefertigten Fassadenelementen aus Holzwerkstoffen energetisch saniert.

Holz als Baustoff verfügt in Deutschland über ein enormes Potenzial, wie ein Rechenbeispiel zeigt, das im Rahmen der Ausstellung »Bauen mit Holz – Wege in die Zukunft« angestellt wurde, die von November 2011 bis Februar 2012 in der Pinakothek der Moderne in München zu sehen war: Deutschland verfügt über einen Holzvorrat von knapp 3.400 Millionen Kubikmetern. Der jährliche Zuwachs beträgt etwa 80 Millionen Kubikmeter, von denen etwa 70 Millionen geerntet werden und zehn Millionen im Wald verbleiben. Aus dem geernteten Holz könnten 45 Millionen Kubikmeter Holzbauprodukte hergestellt werden. Bei einem jährlichen Neubauvolumen von etwa 100 Millionen Kubikmetern Wohn- und 190 Millionen Kubikmetern Nichtwohngebäuden und bei einem durchschnittlichen Materialbedarf von 0,08 beziehungsweise 0,05 Kubikmetern Holzprodukten pro Kubikmeter umbautem Raum für Wohn- beziehungsweise Nichtwohngebäude ergibt sich folgende Erkenntnis: Bereits etwas mehr als ein Drittel

der deutschen Jahresholzernte würde ausreichen, um das gesamte jährliche Neubauvolumen Deutschlands in Holz zu errichten.

Obwohl dieses Zahlenwerk selbstverständlich rein theoretischer Natur ist – denn in vielen Fällen wäre Holz nicht das geeignete Material – zeigt sich dabei doch, dass sich der Baustoff nach wie vor im Dornröschenschlaf befindet und darauf wartet, »wach geküsst« zu werden.

### Holz – ein Baustoff mit vielen Vorteilen

Ein Großteil der aktuellen Entwicklungen und Trends baut auf den grundlegenden Vorteilen des Materials auf: Das geringe Gewicht bei hoher Tragfähigkeit, die wärmedämmenden Eigenschaften, die atmosphärischen und haptischen Qualitäten, die gesundheitliche Unbedenklichkeit des Naturmaterials, die leichte Bearbeitbarkeit, die Möglichkeiten der Vorfertigung und die damit verbundene Montagezeitersparnis.

Energieeffiziente Gebäude – bezogen auf den Betrieb der Gebäude – lassen sich ebenso aus Holz wie aus mineralischen Baustoffen herstellen. Ein Mauerwerk aus Kalksandstein mit einer außen liegenden Dämmschicht kann den Anforderungen an Passivhäuser in gleicher Weise genügen wie eine mit Zelluloseflocken gefüllte Holzrahmenbauwand. Für die Dämmung eines Flachdachs ist es fast unerheblich, ob sie auf einer Stahlbetondecke oder auf einem Brettsperrholzelement liegt. Dennoch ist die Liste der Gründe, die für den Baustoff Holz sprechen, lang. Man könnte an dieser Stelle anmerken, dass

- der Mehraufwand, ein Gebäude vom gesetzlichen Mindeststandard auf einen höheren Effizienzstandard zu verbessern, bei einer Holzrahmenbauwand geringer sein dürfte;
- der Kostenvergleich zwischen Holz- und Massivbauten oft daran krankt, dass häufig Gebäude von sehr unterschiedlichem Energiestandard miteinander verglichen werden;
- die Probleme, welche die Bauwirtschaft mit einer weiteren Effizienzsteigerung hat, nicht auf den Holzbau zutreffen;
- im Holzbau die Präzision durch Vorfertigung stetig zunimmt und somit auch weitere Effizienzsteigerungen durch verbesserte Ausführungsqualität zu erwarten sind;



Foto: H. Kaufmann

Abbildung 2: Für die Geschosdecken des Lifecycletowers in Dornbirn (Österreich) werden Hybridkonstruktion aus Holz und Stahlbeton eingesetzt, die in dieser Materialkombination die geforderten Eigenschaften für Brand- und Schallschutz erfüllen

- Holz durch seine sehr geringe Wärmeleitfähigkeit bei höchst effizienten Gebäudehüllen einfache konstruktive Möglichkeiten für die Ausbildung von Vordächern, Balkonen oder weiteren Durchdringungen der Dämmschicht anbietet, die im Massivbau zu umständlichen und aufwendigen Konstruktionen führen.

Der entscheidende Vorteil des Baustoffs Holz zeigt sich nicht beim Vergleich der Betriebsenergie, die ein Gebäude beispielsweise für Warmwasserbereitung, Heizung und Kühlung benötigt, sondern erst, wenn man den gesamten Lebenszyklus eines Gebäudes untersucht. Bezieht man auch die Erstellung und den Rückbau eines Gebäudes mit in die Betrachtung ein, erkennt man den einzigartigen Vorteil dieses biogenen Baustoffs:

Denn beim Wachstum des Baumes wird der Kohlenstoff des CO<sub>2</sub> aus der Atmosphäre in das Holz eingelagert, Sauerstoff wird freigesetzt. Der Atmosphäre wird also das klimaschädliche Gas CO<sub>2</sub> entzogen. Wenn es nicht durch Verbrennen oder Verrotten wieder freigesetzt wird, sondern der Kohlenstoff über lange Zeiträume im Holz eingelagert bleibt, wird das Klima nicht nur möglichst gering belastet, sondern im Gegenteil: aktiv entlastet. Das unterscheidet das ökologische Potenzial von Holz grundsätzlich von anderen Baustoffen: Üblicher Weise beschreibt ja der Begriff »umweltfreundlich« nur ein Produkt oder Verfahren, das weniger umweltschädlich ist als vergleichbare Alternativen. Durch die oben beschriebenen Eigenschaften von Holz verhält es sich genau gegenteilig dazu: Je mehr Holz dauerhaft in Gebäuden eingespeichert ist, desto wirksamer gelingt der Klimaschutz. Die Holzernte für den Baustoffbedarf schafft im Wald die freie Fläche für die stete Kumulation dieser Einspeicherung.

Der schichtweise Aufbau und die vorwiegend geschraubten Verbindungen von Holzkonstruktionen (Außenwände, Dächer etc.) begünstigen in der Instandhaltung den Austausch



Foto: H. Kaufmann

Abbildung 3: Die Hohlräume zwischen den Holzbalken sind für die Gebäudeinstallation genutzt. So konnten Deckenelemente einschließlich der technischen Gebäudeausstattung vorgefertigt und in kürzester Zeit vor Ort montiert werden.

einzelner Schichten oder Bauteile. Bei hinterlüfteten Fassaden, wie sie im Holzbau der Normalfall sind, können Fassadenbekleidungen und Fenster weitgehend unabhängig voneinander erneuert werden. Als Gegenbeispiel sei hier das Wärmedämmverbundsystem genannt, das den nachträglichen Austausch von Fenstern erheblich erschwert.

Am Ende seiner Nutzung ist ein klug konstruierter Holzbau mit einfachsten Mitteln und energiearm rückzubauen. Das biogene Material kann im besten Fall ohne Qualitätsverlust recycelt, zumindest aber als Holzwerkstoffbestandteil neu verwertet werden. Die thermische Verwertung sollte erst am Ende einer solchen kaskadenartigen Nutzung stehen.

Im Neubaubereich ist die Vorfertigung bis hin zur Raumpzellenproduktion möglich. Bei Bauaufgaben mit vielen gleichen Räumen wie etwa im Falle von Hotels ist diese Bauweise sinnvoll. Die komplette Montage im Werk garantiert eine hohe Verarbeitungsqualität. Das geringe Gewicht von Holz erlaubt den Transport ganzer Raumeinheiten. So konnten 2008 beim Bau des Ammerwaldhotels in Reutte 96 Hotelzimmer inklusive Badeinrichtung und Möblierung innerhalb von zehn Tagen montiert werden.

In der Bestandssanierung, der vordringlichen Architekturaufgabe unserer Zeit, sind die ersten erfolgreichen Versuche zu beobachten, den hohen Vorfertigungsstandard aus dem Neubaubereich auch auf diesen Bereich zu übertragen: Die energetische Fassadensanierung mit vorgefertigten Holzrahmenelementen, die mit Fenstern und Bekleidung komplett vorgefertigt auf der Baustelle innerhalb von wenigen Stunden gesetzt und befestigt werden, erlaubt die Minimierung der Belästigung von Nutzern und Nachbarn. Ein solches neues Kleid, das maßgeschneidert auf den penibel vermessenen Bestandsbau aufgebracht wird, bietet neben der energetischen Sanierung auch die Möglichkeit, architektonische Verbesserungen zu realisieren. Aufstockungen und horizontale Gebäu-



Foto: H. Kaufmann

Abbildung 4: Der Lifecycletower in Dornbirn stellt einen neuen lokalen Höhenrekord für Gebäude mit einer Primärkonstruktion aus Holz auf. Für die technischen Vorschritte im Rahmen dieses Pilotprojekts wurde es mit verschiedenen internationalen Architektur- und Forschungspreisen ausgezeichnet.

deckerweiterungen können in einem durchgängigen konstruktiven System realisiert werden. Auch neue Haustechnik und Komponenten zur aktiven Solarnutzung lassen sich perfekt integrieren. Diese Möglichkeiten werden in dem internationalen Forschungsvorhaben smartTES unter Beteiligung der Technischen Universität München zusammenfassend dargestellt (Informationen dazu unter [www.smarttes.com](http://www.smarttes.com)).

## Vorzeigebauwerke für mehrgeschossigen Holzbau

Ein weiteres Feld zahlreicher Entwicklungen ist der Brandschutz, der letztlich limitierende Faktor im Holzbau. Dabei geht es zum einen um die Entwicklung und Zulassung neuer Materialien und Konstruktionen, zum anderen um die Anpassung der – in Deutschland aus der Perspektive der vorherrschenden Massivbauweise heraus entwickelten – Baugesetzgebung an die Besonderheiten des Holzbaus. Derzeit sind in Deutschland viergeschossige Wohngebäude ohne weiteres machbar. Mit Konzepten, die kompensierende Maßnahmen anbieten, konnten jedoch schon sieben- und achtgeschossige Bauten realisiert werden. Als Beispiele können hier das Wohn- und Geschäftshaus in der Berliner Esmarchstraße von den Architekten Kaden & Klingbeil und das Gebäude von Schankula Architekten in Bad Aibling genannt werden. In Großbritannien erlauben die Baugesetze sogar Hochhäuser in Holz, ein erstes entstand mit dem Murray Grove Tower 2008 im Londoner Stadtteil Hackney.

Der japanische Architekt Shigeru Ban lotet in seinem neuer eröffneten sechsgeschossigen Bürogebäude in Zürich kompromisslos die Möglichkeiten eines materialreinen Holzbaus aus. Selbst die Verbindungen werden nach dem Vorbild traditioneller japanischer Handwerkskunst ohne jeden Stahlanteil aus komplex ineinandergreifenden Hartholzteilen hergestellt. Eine konträre Entwicklung jedoch lässt für die Zukunft mehr Nachahmungspotenzial erwarten: Bei der Konstruktion von Hybridgebäuden aus Holz und anderen Materialien soll jedes Material nach seinen Eigenschaften optimal eingesetzt werden und so Konstruktionen hoher Leistungsfähigkeit entstehen. Eine bereits häufig zu beobachtende Anwendung sind Gebäude, die aus einem tragenden Stahlbetonskelett mit optimalen Brand- und Schallschutzeigenschaften und einer hochwärmedämmenden Gebäudehülle aus Holz bestehen. Der Vorarlberger Holzbauspezialist Professor Hermann Kaufmann hat ein eigenes System entwickelt und den Holzbauanteil wesentlich erhöht: In einem Forschungsprojekt entstand die durchaus realistisch geplante Vision eines zwanziggeschossigen Holzgebäudes. Die Deckenkonstruktion besteht aus einer extrem dünnen Betonschicht und darunter liegenden verleimten Holzbalken, sie kann im Verbund hohe Spannweiten überbrücken. Stützen aus Brettschichtholz sind in der Lage, die hohen vertikalen Lasten aufzunehmen. Die Bauzeit könnte im Vergleich zu herkömmlichen Hochhäusern auf ein Drittel reduziert werden. Das System wurde in einem achtgeschossigen Bürogebäude 2012 in Dornbirn (Vorarlberg, Österreich) (Abbildungen 2–4) zum ersten Mal angewendet. Ein weiterer 120 m langer und fünfgeschossiger Prototyp wurde diesjährig als Bürogebäude im Montafon (Abbildung 5) fertiggestellt.



Foto: H. Kaufmann

Abbildung 5: Beim Bau der Illwerke Montafon konnten die beim Bau des Lifecycletowers gewonnenen Erkenntnisse umgesetzt werden. Auch hier besteht das Tragwerk der vorgefertigten Deckenelemente aus einer Holz-Beton-Verbundkonstruktion.

### Neue Verarbeitungsmethoden – neue Verwendungsmöglichkeiten

Holz als leicht und durch CNC-Fräsen auch maschinell gut zu verarbeitendes Material ist ideal geeignet, um die Möglichkeiten moderner Computerwerkzeuge zu erproben. Komplexe Geometrien wie Falterwerke, Schalen und weitere Freiformen können in einer lückenlos digitalen Datenkette projektiert und ausgeführt werden. Holz wird gebogen, gewebt und gefaltet.

Der Bereich der Materialentwicklung ist seit vielen Jahren sehr dynamisch und bringt immer neue Holzprodukte hervor. Massivholzkonstruktionen wie die Brettstapelbauweise, längsseitig dicht an dicht angeordnete und mit Holzdübeln leimfrei verbundene Brettlamellen oder auch Brettsperrholzelemente aus kreuzweise verleimten Brettschichten sind heute Standardlösungen für Wand- und Deckenkonstruktionen. Eine neuere Entwicklung ist die Verwendung von Buchenholz für tragende Konstruktionen. Buchenholz ist als nicht verleimtes Vollholz aufgrund seiner geringen Formstabilität bei Feuchtigkeitsänderung der Umgebung für Tragkonstruktionen nicht einsetzbar. Wird es jedoch richtig verleimt, entstehen hochfeste Träger oder Stützen. Diese können im Vergleich zu Bauteilen aus Nadelholz wesentlich schlanker dimensioniert werden. So bekommt die Buche, als dritthäufigste Baumart in Deutschland, eine neue, hochwillkommene Einsatzmöglichkeit. Auch andere biogene Materialien werden weiter entwickelt: So können aus Rohrkolben hochstabile und feuchteresistente Wärmedämmplatten hergestellt werden. Es entstehen für fast alle Anwendungen biogene Alternativen zu den bekannten Baustoffen aus fossilen Materialien.

### Letzte überwindbare Hindernisse

Einer sprunghaften Verbreitung des Holzbaus in allen Bereichen des Bauens stehen noch Hindernisse im Wege, die allesamt überwindbar sind: Das Bewusstsein über die Möglichkeiten des modernen Holzbaus ist bei der Mehrzahl der Entscheidungsträger noch nicht vorhanden. Hochwertiger Holzbau ist eine Disziplin, die ein profundes Fachwissen verlangt. Auf der Planungsseite gibt es bei Architekten und Ingenieuren in Deutschland bisher zu wenig Spezialisten. Die Holzbaubetriebe sind noch auf dem Weg dahin, den Bedarf insbesondere bei komplexen Bauaufgaben vollumfänglich abdecken zu können.

Ein hochwertiges Holzgebäude spart derzeit im Vergleich zu einem vergleichbaren Massivgebäude selten Kosten ein. Eine weitergehende Industrialisierung und höhere Stückzahlen würden jedoch Kostensenkungen ermöglichen. Da anspruchsvolle Holzgebäude im Moment noch weitgehend Prototypen sind, steckt viel Entwicklungsarbeit hinter jeder Planung. Mehr Standardisierung von Holzbauprodukten und Verbindungen würde die architektonische Vielfalt der Lösungen nicht einschränken, den Holzbau aber wirtschaftlich interessanter machen.

Die derzeitige Praxis des Baubetriebs besteht darin, dass Architekt und Fachplaner gemeinsam Planung und Ausschreibungen erstellen, die Holzbaubetriebe aber erst relativ spät zum Projekt hinzukommen. Eine wesentliche Effizienzsteigerung ist von Planungsteams zu erwarten, die mit einem Holzbauunternehmen bereits in einer frühen Entwurfsphase zusammenarbeiten. So können kostenintensive Umplanungen, die notwendig werden, um die Möglichkeiten des jeweiligen Holzbaubetriebes zu treffen, vermieden und die Planung von Anfang an zielgerichtet betrieben werden.

Es bleibt mit Spannung zu beobachten, wie weit das wachsende ökologische Bewusstsein der Gesellschaft, die neuen technischen und architektonischen Möglichkeiten und die schlichte Notwendigkeit der Energieeinsparung den Holzbau in die Zukunft tragen.

### Literatur

Nerdinger, W.; Kaufmann, H. (2011): Bauen mit Holz – Wege in die Zukunft. Prestel Verlag München

Dipl.-Ing. Wolfgang Huß und Dipl.-Ing. Stefan Krötsch sind ausgebildete Architekten und Mitarbeiter am Fachgebiet Holzbau der Technischen Universität München. [wolfgang.huss@tum.de](mailto:wolfgang.huss@tum.de), [stefan.kroetsch@tum.de](mailto:stefan.kroetsch@tum.de)