

Der

BAUSTOFF RATGEBER

ERRICHTUNG

BETRIEB

NACHHALTIGKEIT

Praktische Entscheidungshilfen
für Bauherren



DER **BAU**
MEISTER

AUTOREN



Simon Jappel

MAG. SONJA MESSNER

Sonja Meßner, Jahrgang 1983, studierte Germanistik an der Karl-Franzens-Universität Graz. Nach Abstechern in andere Branchen widmet sie sich als Fachjournalistin seit 2007 allen Themen und Fragen rund um das Bauen und zeichnete zudem von 2013 bis 2023 als Chefredakteurin für die 14-täglich erscheinende Fachzeitschrift „Österreichische Bauzeitung“ verantwortlich.



Andreas Hafenscher

MAG. BERND AFFENZELLER

Bernd Affenzeller, Jahrgang 1974, absolvierte an der Universität Wien die Lehramtsstudien Geschichte, Psychologie und Philosophie. Parallel zu seiner Lehrtätigkeit entdeckte er seine Liebe zum Journalismus. 2004 wechselte er zum Report Verlag, wo er für sämtliche Fachmedien tätig war, bevor er beim „Bau & Immobilien Report“, den er seit 2014 als Chefredakteur leitet, seine berufliche Heimat fand.

RATGEBER FÜR BAUHERREN

Die Wahl der richtigen Baustoffe spielt bei jedem Bauprojekt eine entscheidende Rolle. Dabei bilden Themen wie Sicherheit, Nachhaltigkeit, Wertsicherung u. v. m. wichtige Parameter: Will ich ein Haus, welches energieautark ist? Möchte ich maximal flächenschonend bauen? Wie wichtig ist mir die Ökobilanz meines Bauprojektes? So vielfältig die Fragen sind, die sich Bauherren bei der Wahl der Baustoffe stellen (müssen), eines ist sicher: Den „einen“ richtigen Baustoff gibt es nicht. Diese Entscheidung ist immer abhängig von der Art des Bauprojektes und der Beschaffenheit der Bauteile bzw. den Funktionsanforderungen an diese.

Angesichts der vielen Faktoren, die es bei der Wahl der Baustoffe zu berücksichtigen gilt, sind viele Bauherren oft überfordert. Hier schafft der Baumeister Abhilfe. Aufgrund seiner profunden Ausbildung und seiner Praxiserfahrung ist der Baumeister mit Baumaterialien und allen Technologien, die bei der Verarbeitung von Baumaterialien zum Einsatz kommen, bestens vertraut. Der Baumeister ist befähigt, mit allen Baustoffen zu bauen. Bei der Wahl der Baustoffe zählt für ihn einzig das Interesse des Kunden. Je nach anstehender Aufgabe kann der Baumeister die geeigneten Baustoffe empfehlen.

Uns ist völlig bewusst, dass Bauherren gerne selber über eine gewisse Expertise verfügen wollen, anstatt sich ausschließlich auf eine Empfehlung ihres Ansprechpartners bei dem Bauprojekt zu verlassen. Das ist nachvollziehbar und vollkommen in Ordnung. Daher hat der Österreichische Baumeisterverband diesen Baustoff-Ratgeber entwickelt. Dieses Werk fasst die wichtigsten Studien und Expertisen aus der Praxis zusammen. Dabei betrachtet der Ratgeber den gesamten Lebenszyklus eines Bauprojektes.

Diese Broschüre wurde im Interesse der Bauherren entwickelt, um Ihnen einen Wegweiser bei der Wahl der richtigen Baustoffe zu bieten. Wir hoffen, dieses Werk erweist sich für Sie als eine wichtige Entscheidungsgrundlage, und wünschen Ihnen alles Gute bei Ihrem Bauprojekt.

Glück auf!



**Bmstr. Ing.
Robert
Jägersberger**
Obmann des
Österreichischen
Baumeister-
verbandes



INHALT

BAUMATERIALIEN

- 08 **Übersicht**
- 10 **Ziegel:** Traditioneller Baustoff mit Zukunft
- 14 **Beton:** Der Alleskönner
- 18 **Holz:** Nachhaltiger Baustoff
- 22 **Weitere Baustoffe:**
Lehm und Porenbeton

08

BAUMATERIALIEN

Adobe Stock/Ingo Bartussek



66

KREISLAUF- WIRTSCHAFT



Adobe Stock/ René Notenbomer



Adobe Stock/aboutmementimages

24

ERRICHTUNGSPHASE

ERRICHTUNGSPHASE

- 24 **Übersicht**
- 26 **Errichtung:**
Gut überlegt – gut gebaut
- 30 **Wirtschaftlichkeit:**
Gebaut für Jahrzehnte
- 34 **Flächenverbrauch:**
Mehr rausgeholt
- 38 **Aktuelle Vorgaben:** So energieeffizient muss Ihr Haus sein
- 40 **Gebäudekonzepte:**
Das Passivhaus
- 42 Das Nullenergiehaus
- 44 Das Plusenergiehaus

BETRIEBSPHASE

- 46 **Übersicht**
- 48 **Nachhaltigkeit:**
Nachhaltiges Zuhause
- 54 **Raumklima:**
Forschen für besseres Wohnen
- 58 **Sicherheit:**
Sicher ist sicher

LEBENSZYKLUS

- 64 **Übersicht**
- 66 **Recycling & Kreislaufwirtschaft:**
Baustoffe im Kreislauf
- 70 **Ökobilanz:**
Die Ökobilanz von Baustoffen
- 74 **Quellenverzeichnis**

HÄUSER BAUT MAN ZUM WOHNEN UND NICHT ZUM ANSCHAUEN; DESHALB HAT AUCH DIE ZWECKMÄSSIGKEIT DEN VORRANG VOR DER SCHÖNHEIT, AUSGENOMMEN, WO MAN BEIDES VEREINIGEN KANN.¹

Francis Bacon, (1561–1626), englischer Philosoph, Jurist und Staatsmann

Bauherrin oder Bauherr zu sein, ist wohl eine der einschneidendsten Entscheidungen im Leben, denn das Eigenheim ist viel mehr als nur vier Wände und ein Dach über dem Kopf. Es ist ein Rückzugsort vom hektischen Alltag, ein Raum, in dem die eigene Familie wächst, der Sicherheit gibt und zeitgleich auch eine Investitionsanlage ist.

Das eigene Heim ist für viele Österreicher*innen ein langgehegter Lebenstraum. Nicht umsonst gibt es im Volksmund den bekanntesten Spruch „In seinem Leben sollte man einen Baum pflanzen, ein Kind zeugen und ein Haus bauen“.

Zwischen 2010 und 2019 wurden in Österreich Ein- und Zweifamilienhäuser mit einer Nettogrundfläche von über 36 Millionen Quadratmeter errichtet (vgl. BMK, Berichte aus Energie- und Umweltforschung

48/2023, Bautechnologien für den Klimaschutz, S. 74). Und gerade auch nach den herausfordernden Pandemie-Jahren ist der Wunsch nach einem Haus mit Garten ungebrochen.

ANSPRÜCHE AN HÄUSER HABEN SICH VERÄNDERT

Die Ansprüche an das Bauwerk selbst haben sich in den letzten Jahrzehnten stark verändert. Langlebig, ökologisch, nachhaltig, energiesparend, flexibel, wirtschaftlich – das sind nur einige der vielen Eigenschaften, die sich Bauherr*innen vom Eigenheim wünschen. Und das auch zu Recht, denn es soll und wird schließlich mehrere Generationen beheimaten.

Alle angehenden Hausbauer stehen gleich zu Beginn vor einer Vielzahl an Fragen:

¹ Quelle: Bacon, Francis, „Essays oder praktische und moralische Ratschläge“ („The Essays or Counsels, Civill and Moral“), 1597 (1612 und 1625 um neue Essays erweitert).

Welche Bauweise ist für mich die richtige? Welche Gebäudekonzepte sind besonders nachhaltig, energieeffizient und langfristig wirtschaftlich? Welche Risiken gibt es in Bezug auf Brand, Überschwemmungen, Bauschäden und vieles mehr? Und welche Möglichkeiten habe ich, wenn das Haus nach einigen Jahrzehnten nicht mehr meinen Bedürfnissen entspricht?

Allem voran steht dabei jedoch immer die Entscheidung nach dem passenden Baumaterial. Denn dieses hat nicht nur Einfluss auf den eigenen Wohlfühlfaktor, sondern auch Auswirkungen auf Bauzeit, Ökobilanz, Langlebigkeit und vieles mehr.

KOMPAKTER ÜBERBLICK, VERSTÄNDLICH FORMULIERT

Informationsmaterial zu all diesen Themen gibt es mittlerweile in Hülle und Fülle. Doch anstatt Antworten zu liefern, sorgen Studien, Fachartikel und Expertisen mit technischem Fachvokabular häufig für viele zusätzliche Fragezeichen.

Der vorliegende Baustoff-Ratgeber soll deshalb Bauherr*innen einen leicht verständlichen und kompakten Überblick, gegliedert in vier große Themenbereiche, bieten und damit nicht nur helfen, die richtigen Entscheidungen zu treffen, sondern vor allem

auch die richtigen Fragen an Planer*innen und Ausführende zu stellen.

DEN GESAMTEN LEBENSZYKLUS IM BLICK

Vorgestellt werden nicht nur die gängigsten Baustoffe wie Ziegel, Beton und Holz sowie deren verschiedenen Materialeigenschaften, Herstellungsprozesse und Recyclingmöglichkeiten. Es wird auch der gesamte Lebenszyklus von Gebäuden beleuchtet – von der Errichtung über den Betrieb bis zu einem etwaigen Abbruch oder einer Umnutzung.

Der Ratgeber liefert Antworten auf zentrale Fragen der Nachhaltigkeit, des Wohnkomforts und der Sicherheit des zukünftigen Eigenheims. Gezeigt wird auch, welche rechtlichen Rahmenbedingungen und Vorgaben relevant sind, und natürlich auch, wie wirtschaftlich die verschiedenen Gebäudevarianten in Bau und Betrieb sind.

Doch eines vorweg: Einen einzig richtigen Baustoff gibt es nicht. Jeder Baustoff hat Vor- und Nachteile, und seine Eignung hängt stark von der konkreten Bauaufgabe und den Wünschen und Ansprüchen der Nutzer*innen ab. Der Ratgeber verfolgt das Ziel, den individuell passenden Baustoff zu finden und eine der wichtigsten Entscheidungen im Leben ein Stück weit einfacher zu machen. ■

WUSSTEN SIE, DASS ...

Nützliches und Wissenswertes über **BAUSTOFFE.**

ZIEGEL

... der Ziegel als ältester vorgefertigter Baustoff der Welt gilt? Und auch heute ist der Ziegel ein wichtiger Player im europäischen Baugeschehen, vor allem im Wohnbau. In Österreich entscheiden sich über 70 Prozent aller Hausbauer für diesen Baustoff.

BETON

... die Franzosen „c'est béton“ sagen, wenn auf etwas absolut Verlass ist? Auch im alten Rom wurde bereits mit Beton gearbeitet. Den Beweis für die Langlebigkeit des Baustoffs kann man ebendort heute bewundern. Wer das Pantheon in Rom besucht, steht vor einem Betonbau.

LEHM

... es im Jemen Lehmbauten gibt, die bis zu neun Stockwerke und 25 Meter hochragen und zum Teil 500 Jahre alt sind? Der Baustoff Lehm hat den Vorteil, dass er praktisch überall vorkommt. Zudem entsteht in der Produktion kein CO₂, wenn der Lehm nur gestampft und ihm kein Zement beigefügt wird.

HOLZ

... dass der Holzbau bis in die Neuzeit als einfachste, günstigste und am weitesten verbreitete Methode galt, um Wohn- und Nutzgebäude zu errichten? Erst ab dem 19. Jahrhundert wurden vor allem in den Städten die traditionellen Holzbauten zunehmend durch Mauerwerksbauten ersetzt. Seit der Jahrtausendwende erlebt Holz eine Renaissance.

PORENBETON

... Porenbeton vor circa 100 Jahren in Schweden entwickelt wurde? Mit Millionen eingeschlossener Luftporen verfügt der Baustoff nicht nur über hervorragende Wärmedämmeigenschaften, sondern punktet auch mit seiner sehr guten Ökobilanz und ausgezeichnetem Brandschutz.

VORFERTIGUNG

... mit wenigen Ausnahmen sämtliche Holzbaukonstruktionsarten einen hohen Vorfertigungsgrad erlauben? Damit können ganze Bauteile in der Fabrik unter gleichmäßigen, witterungsunabhängigen und kontrollierten Bedingungen vorgefertigt werden und danach auf der Baustelle rasch eingebaut werden.

KREISLAUFWIRTSCHAFT

... Beton ein echter Kreislaufweltmeister ist? Aufgrund seiner Zusammensetzung aus natürlichen Rohstoffen kann er immer wieder rückgebaut, aufbereitet und als Recyclingbeton weiterverarbeitet werden. Zudem vergrößert Beton beim Rückbau und Aufbrechen seine Oberfläche, und es kommt zu einer erhöhten Carbonatisierung, bei der CO_2 aus der Umgebungsluft im Beton dauerhaft eingeschlossen wird.

ENERGIEUNABHÄNGIGKEIT

... Gebäude aus Ziegel ganz ohne Heizung und Kühlung auskommen können? Das haben Baumschlager Eberle Architekten mit ihrer Unternehmenszentrale in Lustenau unter Beweis gestellt. Dabei kommt ein zweischaliger Wandaufbau aus jeweils 38 Zentimeter dicken Hochlochziegeln zum Einsatz. Die innere Schale sorgt für eine hohe Druckfestigkeit, während die äußere isoliert. Eine zusätzliche Wärmedämmung wird bei ganzjährig angenehmen Innentemperaturen von 22 bis 26 Grad Celsius obsolet.

ZIEGEL: TRADITIONELLER BAUSTOFF MIT ZUKUNFT



Ziegel ist der meistgenutzte Baustoff der österreichischen Hausbauer. Mehr als 70 Prozent entscheiden sich für das Naturprodukt aus Erde, Wasser, Feuer und Luft.

Der Ziegel gilt als einer der ältesten und bewährtesten Baustoffe der Welt. Die ersten Ziegelhäuser wurden bereits in der Jungsteinzeit errichtet. Die bislang ältesten nachgewiesenen Ziegel wurden in Jericho gefunden, sie stammen aus dem Jahr 7.500 vor Christus.

Ziegel kann aber nicht nur eine lange und erfolgreiche Geschichte vorweisen, auch heute spielt der Baustoff eine ganz zentrale Rolle in der Bauwirtschaft, insbesondere im Wohnbau.

HAUSBAUER SETZEN AUF ZIEGEL

In Österreich entscheiden sich über 70 Prozent aller Hausbauer für ein Ziegelhaus. Jedes Jahr werden in Österreich etwa 11.500

Einfamilienhäuser und 15.000 Wohnungen aus Ziegeln errichtet, das ergibt eine Stadt in der Größe von Innsbruck mit Wohnraum für rund 100.000 Menschen.

Diese starke Marktposition verdankt der Ziegel der einzigartigen Kombination günstiger Eigenschaften. Er ist wertbeständig, bietet eine gute Wärmedämmung und Wärmespeicherung, verfügt über hervorragenden Schall- und Brandschutz, eine gute Feuchtere-regulation und eine nahezu unbegrenzte Lebensdauer. Zusätzlich punktet er mit einer hohen Flexibilität bei Aus- und Umbauten, hervorragenden ökologischen Qualitäten und einem sehr behaglichen Wohlfühlklima.

Als Rohstoff kommen Lehm und Ton in Betracht. Der abgebaute Ton wird zur gleich-

Das Bürogebäude 2226 in Lustenau ist ein reiner Ziegelbau, der ohne zusätzliche Heizung oder Kühlung ganzjährig für angenehme Innentemperaturen zwischen 20 und 26 Grad Celsius sorgt.



Norbert Prommer Wienerberger

mäßigen Durchfeuchtung auf Zwischenhalten deponiert. Danach kommt der Ton in Aufbereitungsmaschinen, wo die Masse zerkleinert, gemischt und aufgeschlossen wird. Durch die Beimengung von Kohle, Sägespänen oder Papierschlamm entstehen beim Brennen des Ziegels Millionen kleinster geschlossener Luftbläschen. Diese Luftporen im Ziegel sorgen neben der Gestaltung des Lochbildes für seine hohe Wärmedämmung. In einer Strangpresse erhalten die Ziegel ihre spätere Form. Nach einer Trocknungsphase werden die Ziegel bei Temperaturen zwischen 900 °C und 1.200 °C gebrannt und schließlich wieder abgekühlt.

EINSATZGEBIETE DES ZIEGELS

Ziegel kommen in allen Bauteilen eines Gebäudes zum Einsatz – als Außenwände, tragende und nichttragende Innenwände, in Decken und Dächern ebenso wie als

Bodenbeläge und Mauern im Außenbereich. Außenwände können als einschalige, monolithische, als zweischalige Variante oder mit Wärmdämmverbundsystem ausgeführt werden.

Einschalige Außenwände bestehen abgesehen von Putz und Mörtel ausschließlich aus dem Baustoff Ziegel, der damit alle bauphysikalischen und statischen Anforderungen erfüllen muss. Die kapillare Ziegelstruktur ist so beschaffen, dass der Feuchtetransport durch die Wand nach außen rasch erfolgt und nicht zu anhaltender Minderung der Wärmedämmung führt. Die einschalige Wand kann problemlos errichtet werden und ist zugleich die kostengünstigste Lösung.

Das zweischalige Mauerwerk besteht aus zwei Mauerschalen aus Ziegel und einer wärmedämmenden Zwischenschicht. Jede dieser drei Schichten übernimmt einen ganz spezifischen Teil der vielfältigen Anforderun-

gen, die an eine Außenwand gestellt werden müssen.

Bei der Außenwand mit Wärmedämmverbundsystem wird eine zusätzliche Dämmschicht auf die Ziegel aufgebracht, meist geklebt. Der Ziegel übernimmt dabei die Funktionen der Lastabtragung, der Schalldämmung und der Wärmespeicherung, die Zusatzdämmung verringert den Wärmedämmwiderstand.

TRADITION TRIFFT INNOVATION

Während in der Vergangenheit Ziegel fast ausschließlich mit außenliegender Wärmedämmung verbaut wurden, setzen heute immer mehr private Bauherr*innen auf die monolithische Bauweise. Dass man auch bei der einschaligen Bauweise keine Abstriche beim Komfort machen muss, ist der Innovationskraft der führenden Hersteller zu verdanken. Fast alle großen Produzenten haben heute Ziegel im Angebot, bei denen die Wärmedämmung in Form von Mineralwolle oder Perliten bereits im Ziegel verfüllt ist und damit keine zusätzliche Dämmung mehr notwendig ist.

Dass ein Gebäude aus Ziegel sogar ganz ohne Heizung und Kühlung auskommen kann, haben Baumschlager Eberle Architekten mit der Unternehmenszentrale in Lustenau unter Beweis gestellt. Dabei kommt ein zweischaliger Wandaufbau aus jeweils 38 cm dicken Hochlochziegeln zum Einsatz. Die innere Schale sorgt für eine hohe Druckfestigkeit, während die äußere isoliert. Eine zusätzliche Wärmedämmung wird damit obsolet.

Darüber hinaus nehmen die Ziegelwände Feuchtigkeit aus der Raumluft auf und geben diese bei Trockenheit wieder an den Raum

ab. Dank ihres großen Speichervermögens sorgen die Ziegel für ein ausgewogenes und gesundes Raumklima und ganzjährig angenehmen Innentemperaturen von 22 bis 26 Grad Celsius.

Dem Trend zu kürzeren Bauzeiten folgend, werden Ziegelwände auch in vorgefertigten Elementen angeboten. Durch die in der Fabrik vorgefertigten Elemente wird eine konstant hohe Verarbeitungsqualität sichergestellt und durch die Wetterunabhängigkeit eine Zeitersparnis von 80 Prozent erreicht.

GUT ZUR UMWELT

Neben all seinen bautechnischen und bauphysikalischen Vorteilen gilt der Ziegel aber auch als ein sehr nachhaltiger Baustoff. Erde, Wasser, Luft und Feuer – mehr braucht es nicht für die Herstellung eines Ziegels. Mit einer Lebensdauer von mehreren Hundert Jahren ist der Ziegel schon per se nachhaltig. Ist ein Ziegelgebäude dennoch am Ende seines Lebens angekommen, werden die alten Mauersteine wiederverwertet. Ziegelbruch wird als Befestigungs- und Füllmaterial, als Feuchtigkeitsspeicher auf Gründächern und Parkanlagen sowie als Bodenbelag für Sportanlagen oder auch als Pflanzensubstrat genutzt.

KURZE TRANSPORTWEGE

Als regionales Produkt mit Auslieferungstrecken von in der Regel deutlich unter 100 Kilometern werden auch lange Transportwege und damit CO₂-Emissionen vermieden. Auch die bei der energieintensiven Herstellung unvermeidlichen CO₂-Emissionen werden durch Maßnahmen zur Dekarbonisierung der

Produktion, den Ersatz fossiler Brennstoffe und die Nutzung von Energiekreisläufen laufend reduziert. Und schließlich werden aus den aufgelassenen Tongruben und alten Abbaustätten neue Lebensräume für bedrohte Tier- und Pflanzenarten. ■



ZIEGEL

Die wichtigsten Eigenschaften im Überblick:



LANGLEBIGKEIT

Ziegelhäuser haben eine verschleißfreie Lebensdauer von über 100 Jahren und garantieren eine hohe Wertbeständigkeit.



HOHER WÄRMESCHUTZ

Moderne Ziegel übertreffen die Wärmeschutzanforderungen, weshalb eine zusätzliche Dämmung nicht nötig ist. Gespeicherte Wärme kann lange gehalten und zu einem späteren Zeitpunkt wieder abgegeben werden. So bleibt ein Haus aus Ziegeln im Winter angenehm warm und im Sommer wohltuend kühl.



HOHER SCHALL- UND BRANDSCHUTZ

Ziegel sind resistent gegen Feuer und bieten guten Schallschutz. Spezielle Schallschutzziegel sorgen dafür, dass Schallwellen beinahe zur Gänze absorbiert werden.



FEUCHTESCHUTZ

Ziegel können die Feuchtigkeit gut regulieren und sorgen so für ein behagliches Raumklima und trockene Wände.



NACHHALTIGKEIT

Ziegel sind ein regionales Naturprodukt aus den Elementen Feuer, Wasser, Luft und Erde mit geringem Transportaufwand. Ziegel können gut wiederverwertet werden. Durch die Rekultivierung der Abbaustätten entstehen neue Lebensräume für Tiere und Pflanzen.



BETON: DER ALLESKÖNNER

Beton ist der wohl vielseitigste Baustoff unserer Zeit. Brücken, Straßen, Wolkenkratzer, Tunnel oder Kraftwerke wären ohne Beton nicht zu realisieren. Auch im Wohnbau spielt der Baustoff seine Stärken aus. Dank seiner hohen Materialdichte und Wärmeleitfähigkeit eignet er sich hervorragend für die Heizung und Kühlung von Gebäuden und sorgt für ein angenehmes Wohnklima.

Wenn ein Franzose „c'est béton“ sagt, meint er, dass auf etwas absolut Verlass ist. Das gilt auch für den Baustoff Beton, nicht umsonst ist er der heute weltweit am häufigsten verwendete Baustoff. Begonnen hat der Siegeszug von Beton schon in der Antike. Die Römer errichteten mit einer Mischung aus Kalk, Ton, Vulkanasche und Wasser Brücken, Aquädukte und andere Bauwerke. Wer heute vor dem Pantheon in Rom steht, bewundert nichts anderes als einen Betonbau. Nachdem

Beton im Mittelalter und der Renaissance in Vergessenheit geraten und durch andere Baustoffe wie Naturstein ersetzt worden war, gewann er im 18. und 19. Jahrhundert durch neue Entwicklungen wieder an Bedeutung. Kalk und Ton wurden durch Sand und Kies ersetzt, und mit der Erfindung des Portland-Zements wurde Beton zum dominierenden Baustoff der Moderne. Mit dem Portland-Zement lassen sich Betone von hoher Festigkeit und Dauerhaftigkeit herstellen, die



Andreas Buchberger | Umdenkung Bau

Gebäude aus Beton sind langlebig, wertbeständig und entgegen einem weitverbreiteten Vorurteil auch nachhaltig.

zudem sehr schnell trocknen. Heute werden aus Beton Wolkenkratzer, Brücken, Straßen, Tunnel, Kraftwerke, Windräder oder Wohnhäuser errichtet. Kein anderer Baustoff ist so vielseitig wie Beton. Er ist beliebig formbar und kann enorme Lasten tragen, ist dabei aber einfach zu verarbeiten und relativ preiswert. Er ist unempfindlich gegenüber Witterungseinflüssen und Feuchtigkeit, brandbeständig und langlebig. Zudem lassen sich mit Bauteilen aus Beton große Spannweiten überbrücken, was ein hohes Maß an Flexibilität in der Raumgestaltung ermöglicht – auch im Hinblick auf die damit mögliche spätere Umnutzung von Räumen oder Gebäuden.

ANGENEHMES WOHNKLIMA

Beton eignet sich aber auch hervorragend für die Heizung und Kühlung von Gebäuden, denn aufgrund seiner hohen Materialdichte und Wärmeleitfähigkeit ist er ein hervorragender Energiespeicher. Die sogenannte Bauteilaktivierung macht sich diese Eigenschaften zunutze. Dabei werden wasserführende Rohrsysteme in Betondecken oder -wänden integriert, wo die Energie gespeichert und in Form von Wärme oder Kälte wieder abgegeben wird. Je nach Jahreszeit und Wassertemperatur können die Betonwände und -decken als Heiz- oder Kühlelemente zur Regulierung der Innenraumtemperatur genutzt werden.

UMWELT & NACHHALTIGKEIT

In der allgemeinen Diskussion gilt Beton oft als Klimasünder und wird auch gerne für die Bodenversiegelung verantwortlich gemacht. Dabei wird aber oft vergessen, dass mit Beton aufgrund seiner günstigen Eigenschaften platzsparendes Bauen in die Höhe wie auch in die Tiefe möglich ist.

Unstrittig ist aber die Tatsache, dass Beton in der Herstellung ein sehr energieintensiver Baustoff ist. Vor allem bei der Zementproduktion wird jede Menge CO_2 freigesetzt. Zement wird aus den Rohstoffen Kalkstein und Ton bzw. Mergel erzeugt, die gemeinsam zu Rohmehl vermahlen und dann bei Temperaturen von ca. 1.450°C zu Klinker verbrannt werden. Durch eine chemische Reaktion, die sogenannte Kalzinierung, wird der Kohlenstoff aus dem Kalkstein herausgetrieben, und es entsteht Kalk. Der Kohlenstoff verbindet sich mit dem Sauerstoff, und es entsteht CO_2 .



Adobe Stock/ Touch1976

Immerhin 4,5 Prozent der globalen Treibhausgasemissionen werden der Zement-erzeugung zugeschrieben.

Speziell die österreichischen Zement-hersteller sind sich ihrer Verantwortung aber durchaus bewusst und versuchen seit vielen Jahren, ihre Prozesse zu optimieren und den ökologischen Fußabdruck zu verkleinern. Heute gilt die heimische Zement-industrie in Umweltfragen als weltweit führend. So werden rund 80 Prozent der fossilen Energieträger durch Ersatzbrennstoffe wie Sägemehl, Altholz oder landwirtschaftliche Rückstände substituiert.

Bereits 2018 erreichte in Österreich her-gestellter Zement laut der Vereinigung der österreichischen Zementindustrie (VÖZ) mit 521 kg CO₂ pro Tonne jene Vorgabe, die auf europäischer Ebene für 2050 festgelegt wurde. Dazu kommen auch immer mehr Zemente auf den Markt, die einen signifikanten Anteil an Abbruchmaterial beinhalten. Langfristig

wird eine CO₂-neutrale Zementproduktion angestrebt. Dafür laufen zahlreiche For-schungsprojekte zur Abscheidung, Speiche-rung und Wiederverwendung von CO₂.

Aber auch schon heute kann Beton in Sachen Nachhaltigkeit punkten. So kann er aufgrund seiner Zusammensetzung aus natürlichen Rohstoffen immer wieder rückgebaut, auf-bereitet und als Recyclingbeton weiterver-arbeitet werden. Weil sich beim Rückbau und Aufbrechen von altem Beton seine Ober-fläche vergrößert, kommt es zudem zu einer erhöhten Carbonatisierung, bei der CO₂ aus der Umgebungsluft im Beton dauerhaft ein-gebunden wird. Zudem ist Beton ähnlich wie der Ziegel ein sehr regionaler Baustoff.

Er wird nicht nur regional hergestellt und verwendet, auch seine Rohstoffe werden regional gewonnen. Frischbeton fährt öster-reichweit von der Rohstoffgewinnung über die Herstellung bis zur Baustelle durch-schnittlich nur 18,2 Kilometer, auch auf die

Baustelle gelieferte Betonfertigteile folgen dem Prinzip der kurzen Wege.

LAUFEND INNOVATIV

Auch abseits des Umweltschutzes investiert die Zement- und Betonbranche viel in die Erforschung und Entwicklung neuer Produkte und Prozesse. Dazu zählt etwa der 3D-Druck, mit dem individuelle Betonstrukturen ohne Schalung schnell und kostengünstig realisiert werden können und in ersten Pilotprojek-

ten bereits ganze Häuser gedruckt wurden. Beim Carbonbeton ersetzt ein Geflecht von feinsten Kohlenstofffasern, die dünner als ein menschliches Haar sind, den Bewehrungsstahl und macht Betonteile um ein Vielfaches filigraner.

Weitere Forschungsprojekte beschäftigen sich mit Themen wie Leichtbeton, selbstverdichtendem Beton, Ultrahochleistungsbeton (UHPC), Gradientenbeton oder Recyclingbeton. ■

BETON

Die wichtigsten Eigenschaften im Überblick:



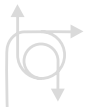
HOHE FESTIGKEIT

Beton ist in der Lage, große Drucklasten zu tragen. Durch die Zugabe von Bewehrungsstahl wird auch eine hohe Zugfestigkeit erreicht.



LANGE HALTBARKEIT

Beton ist sehr langlebig und kann Jahrhunderte überdauern, ohne dass es zu nennenswerten Schäden kommt.



GROSSE FLEXIBILITÄT

Beton kann in nahezu jede Form gegossen werden, die für ein Bauprojekt benötigt wird.



HOHER SCHALL- UND BRANDSCHUTZ

Beton ist nicht brennbar und hilft durch seine hohe Wärmedämmfähigkeit, das Eindringen von Wärme in ein Gebäude zu reduzieren. Außerdem ist Beton aufgrund seines Gewichts ein guter Schalldämmer.



NACHHALTIGKEIT

Beton ist ein regionaler Baustoff, der aus natürlichen Rohstoffen hergestellt wird und über ein hohes Recyclingpotenzial verfügt. Aufgrund der hohen Materialdichte ist er auch ein hervorragender Energiespeicher.

HOLZ: NACHHALTIGER BAUSTOFF



Der Baustoff Holz erlebt seit einigen Jahren eine echte Renaissance im Wohnbau. Holz überzeugt mit seinen ökologischen und bauphysikalischen Eigenschaften und erlaubt ein hohes Maß an Vorfertigung bei der Montage.

Neben dem Ziegel zählt Holz zu den ältesten Baustoffen der Welt. Wie beim Ziegel reichen die Ursprünge bis in die Jungsteinzeit zurück. Damals wurden Holzstämme, Äste und Grasbündel zu einfachen Strukturen zusammengesetzt, um damit Unterkünfte und Hütten zu errichten. Bis in die Neuzeit blieb der Holzbau die wohl einfachste, günstigste und am weitesten verbreitete Methode, um Wohn- und Nutzgebäude zu errichten. Erst ab dem 19. Jahrhundert wurden die traditionellen Holzbauten zunehmend durch Mauerwerksbauten ersetzt, vor allem in den Städten. Bis Mitte des 20. Jahrhunderts war Holz in Mitteleuropa weitgehend aus dem Materialkanon moderner Gebäudeträger verschwunden. Aber spätestens seit der Jahrtausendwende

erlebt Holz eine Renaissance, nicht zuletzt aufgrund seiner ökologischen Eigenschaften.

NACHHALTIGER BAUSTOFF

Als nachwachsender Rohstoff gilt Holz als besonders nachhaltig. Holzbauten verlängern den Kohlenstoffspeicher aus dem Wald und binden CO_2 über die Lebensdauer eines Gebäudes. Allerdings wird Holz am Ende der Nutzungsdauer in der Regel thermisch verwertet, also verbrannt, wodurch das zuvor gespeicherte CO_2 wieder freigesetzt wird. Nachhaltig ist der Baustoff Holz vor allem dann, wenn er aus nachhaltig bewirtschafteten Wäldern stammt und keine langen Transportwege zurücklegen muss. Zwar ist Österreich eines der walddreichsten Länder der EU,



Adobe Stock/askese

doch übersteigt der Holzbedarf das heimische Angebot bei weitem. Laut der Studie „Import & Export von Holzsortimenten“ des ehemaligen Bundesministeriums für Nachhaltigkeit und Tourismus wurden 2018 rund zwölf Millionen Festmeter Rund- und Schnittholz importiert, aber nur sieben Millionen Festmeter exportiert. Durch lange Transportwege kann sich je nach Herkunftsland der CO₂-Fußabdruck von Holz deutlich erhöhen.

VERSCHIEDENE BAUWEISEN

Im Holzbau unterscheidet man laut der proHolz-Edition 06 „Häuser aus Holz“ zwei verschiedene Richtungen: die stabförmige Rahmen- oder Skelettbauweise und die plattenförmige Massivholzbauweise.

Die Holzrahmenbauweise besteht aus schlanken Holzrahmen, die mit Span-, Grobspan- oder Gipsplatten beplankt werden, welche die Konstruktion auch aussteifen. Aufgrund der kleineren Holzquerschnitte braucht die-

se Bauweise geringere Stützenabstände. Die Lastabtragung erfolgt über Rahmentragwerk und Beplankung.

Bei der Skelettbauweise wird eine stabförmige Tragkonstruktion unter Verwendung nichttragender, raumabschließender Elemente errichtet. Das ermöglicht eine relativ große Variabilität in der Grundriss- und Fassadengestaltung. Die bekannteste historische Form der Skelettbauweise ist das Fachwerkhäus. Über Tragstützen aus Voll- oder Brett-schichtholz werden die Lasten abgeleitet, die Gebäudeaussteifung erfolgt über diagonale Streben in der Tragwerksebene oder durch nichttragende Wände.

Die Massivholzbauweise setzt auf großformatige, plattenförmige Vollholzelemente. Im Bereich der Wände und Decken werden kreuzweise übereinanderverleimte oder gedübelte Bretter, sogenannte Brettsperrholztäfel, verwendet. Bei Decken verwendet man auch hochkant dicht an dicht stehende



proHolz Austria, Bruno Klomfar

Dieses Sommerhaus in Wien-Pötzleinsdorf wurde mit dem „wienwood“ für herausragende Holzbauten in Wien ausgezeichnet.

Bretter, sogenannte Brettstapelelemente, die miteinander vernagelt, verleimt oder verdübelt werden. Die Vorteile der Massivbauweise liegen vor allem in der hohen Sichtqualität der Oberflächen, im guten Brandwiderstand und in der hohen Lastabtragung, weshalb sie vor allem im mehrgeschoßigen Holzbau zur Anwendung kommt.

RASCH ANS ZIEL

Mit wenigen Ausnahmen erlauben sämtliche Konstruktionsarten einen hohen Vorfertigungsgrad. Das bedeutet, dass ganze Bauteile in der Fabrik unter gleichmäßigen, witterungsunabhängigen und kontrollierten Bedingungen vorgefertigt und auf der Baustelle rasch eingebaut werden können. Die kurze Errichtungszeit, welche die Vorfertigung ermöglicht, wird zusätzlich durch kurze Aus-

trochnungszeiten begünstigt. Ein Holzhaus kann ohne die Gefahr der Feuchtigkeits- oder Schimmelbildung sofort nach seiner Fertigstellung bezogen werden. Auch Fertighäuser bestehen oft aus Holzkonstruktionen.

WÄRME-, SCHALL- UND BRANDSCHUTZ

Holz verfügt schon an sich über einen relativ guten Wärmedurchgangswiderstand. Für das bestmögliche Gesamtergebnis werden Holzbauteilen aber in aller Regel zusätzlich gedämmt. Bei der Rahmenbauweise wird die Dämmung zwischen Schwellen und Stehern der Tragstruktur angebracht, wodurch sehr schlanke Wandaufbauten möglich sind. Bei der Skelett- und Massivholzbauweise kann die zusätzliche Dämmschicht auch auf dem Wandaufbau aufgetragen werden.

Ein wichtiger Aspekt nicht nur, aber vor allem im mehrgeschoßigen Wohnbau ist der Schallschutz. Durch das geringe Eigengewicht von Holz kann die Schallausbreitung oft nicht ausreichend gedämpft werden. Entkoppelt man einzelne Bauteile oder Geschoße aber voneinander und verwendet biege- weiche und schallschluckende Beplankungen oder bildet Fugen aus, können sowohl Trittschall als auch Luftschall ausreichend unter Kontrolle gebracht und die gesetzlich geregelten Vorgaben an den Schallschutz auch in Mehrfamilienhäusern eingehalten werden. Ein äußerst emotionales Thema bei Holzbauten ist der Brandschutz. Die Angst vor brennenden Holzhäusern sitzt bei vielen Menschen tief und hatte zumindest früher durchaus seine Be-

rechtigung. Heute gelten bezüglich des Brand- schutzes für alle Baustoffe strenge Sicher- heitskriterien, die – bei sorgfältiger Planung und Ausführung – natürlich auch von der Holz- bauweise erfüllt werden. Auch in Bezug auf die Dauerhaftigkeit von Holzbauten kann laut der Interessenvertretung proHolz bei richtiger Pla- nung und Ausführung, speziell im exponierten Außenbereich, eine ähnlich lange Lebensdauer wie bei Massivbauten erreicht werden. Allgemein gilt, dass Holz anders als Ziegel und Beton deutlich geringere Fehlertoleranzen in der Ausführung erlaubt. Darüber hinaus ist auch festzuhalten, dass es den reinen Holzbau nicht gibt. Jeder Holzbau braucht einen Keller oder ein massives Fundament, auf dem er er- richtet wird. ■

HOLZ

Die wichtigsten Eigenschaften im Überblick:



VORFERTIGUNG

Unabhängig von der Art des Holzbaus können weite Teile eines Gebäudes in der Fabrik witterungsunabhängig vorgefertigt werden und auf der Baustelle schnell verarbeitet werden.



NACHHALTIG

Holz ist ein nachwachsender Rohstoff, der bis zu seinem wirtschaftlichen Lebensende CO₂ aus der Atmosphäre bindet.



LEICHT

Durch das geringe Eigengewicht sind Holzkonstruktionen gut für Aufstockungen geeignet.



TROCKEN

Durch die für den Holzbau charakteristische Trockenbauweise können neu- errichtete Gebäude ohne Austrocknungszeit sofort bezogen werden.

ALTERNATIVE BAUSTOFFE



In der Nähe von Kufstein wurde eine geförderte Wohnhausanlage aus Porenbeton errichtet.

Neben den klassischen Baustoffen Ziegel, Beton und Holz können im Ein- und Mehrfamilienhausbau auch weniger bekannte Nischenplayer wie Porenbeton, Lehm oder Stahl zum Einsatz kommen. In der Praxis spielen sie aber eher eine untergeordnete Rolle.

Porenbeton ist ein mineralischer Baustoff, der vor rund 100 Jahren in Schweden entwickelt wurde. Hergestellt wird Porenbeton aus Sand, Kalk, Zement und Wasser, wobei aus einem Kubikmeter Rohstoffe rund fünf Kubikmeter Porenbeton entstehen. Dank Millionen eingeschlossener Luftporen verfügt Porenbeton über hervorragende Wärmedämmeigenschaften. Zudem ist Porenbeton nicht brennbar, er bietet höchste Temperatur- und Explosionsdämpfung, und es gibt keine Rauchgasentwicklung.

Laut Herstellern werden Steine mit einem hohen Anteil an Luftporen für Außenwände verwendet, die ohne zusätzliche Dämmung auskommen. Steine mit weniger Luftporen und mehr Masse werden für alle Arten von Innen-

und Trennwänden genutzt. Auch Decken und Dächer können mit Porenbeton hergestellt werden. Im Herstellungsprozess anfallende Materialreste können wieder in den Produktionskreislauf eingebracht werden. Durch unterschiedliche Güteklassen und Formate ist Porenbeton vielseitig einsetzbar. Neben Wohn- und Wirtschaftsbauten kommt er auch bei Schächten oder Verblendungen im Sanitärbereich zum Einsatz.

LEHM ALS BAUSTOFF

Lehm hat den Vorteil, dass er praktisch überall vorkommt. Zudem entsteht in der Produktion kein CO₂, wenn der Lehm nur gestampft und kein Zement beigefügt wird. Beim Stampflehmbau wird erdfeuchte, relativ magere



Adobe Stock/roostler

Wände aus Lehm können Temperaturen ähnlich gut speichern wie jene aus Ziegel.

Lehmmasse in die Schalung eingeschüttet und lagenweise verdichtet. Zum Schutz vor Erosion werden nach jeder dritten Lage Mörtelleisten, Stein- oder Ziegelplatten an der Schalungsaußenkante eingebracht und miteingestampft. Eines der Hauptprobleme des Lehmbaus ist die Erosion, die aber bei sachgemäßer Anwendung gut unter Kontrolle gehalten werden kann. Zur Erosion kommt es immer dann, wenn Wasser abfließt. Fließt etwa an einer Fassade Wasser ab, besteht die Gefahr, dass Lehm mitgerissen wird. Je langsamer das Wasser abläuft, desto geringer das Risiko, Material zu verlieren.

Aktuelle Untersuchungen der TU Wien zeigen auch, dass Wände aus Lehm Temperatur ähnlich gut speichern können wie Ziegel. Wird im Winter ein Raum kurz gelüftet, ist er danach sehr schnell wieder warm, weil die Wände nicht auskühlen. Zudem kann Lehm problemlos Feuchtigkeit aufnehmen und wieder abgeben. Selbst wenn man in einem

Lehmhaus Wäsche trocknet, ändert sich die Luftfeuchtigkeit kaum. Gleichzeitig lassen sich mit Wänden aus Lehm gute Dämmwerte erzielen – zum Beispiel, wenn man sie mit Dämmmaterial aus Stroh kombiniert.

Eine große Hürde für den Lehmbau ist heute allerdings noch die baubehördliche Bewilligung. Während es in Deutschland bereits gesetzliche Normen für Lehmbau gibt, fehlen diese in Österreich noch. Durch ein aktuelles EuGH-Urteil könnte nun aber Bewegung in die Sache kommen. Dieses besagt, dass Bauaushub, der zu einem großen Teil aus Lehm besteht, nicht automatisch als Abfall angesehen wird und entsorgt werden muss, sondern weiterverarbeitet werden kann, etwa zu Lehmbauprodukten.

Ein weiterer Exot im Ein- und Zweifamilienhausbau ist der Stahl. Damit lassen sich zwar schöne Entwürfe umsetzen, und auch ist seine Energieeffizienz gut, in der Praxis ist Stahl aber ein absoluter Nischenplayer. ■

WUSSTEN SIE, DASS ...

Nützliches und Wissenswertes für die
ERRICHTUNGSPHASE.

BAUMATERIALIEN

... die Wahl des Baustoffes deutliche Auswirkungen auf die Errichtungsphase hat? Beispielsweise ist die Bauzeit eines Holzhauses dank der Vorfertigung deutlich kürzer, bei Änderungswünschen in der Bauphase oder bei Wassereintritt hat der Massivbau die Nase vorn.

KOSTEN

... Baumaterialien rund 50 bis 60 Prozent der Errichtungskosten ausmachen? Der Rest entfällt auf Arbeitskosten und Logistik. Bei schwankenden Baustoffkosten kann dies zu Beginn durchaus zu spürbaren Unterschieden führen. Allerdings zeigen Lebenszyklusanalysen, dass bei einer typischen Nutzungsdauer von 100 Jahren die ursprüngliche Wahl der Baustoffe kaum Unterschiede bei den Kosten bewirkt.

WINDDICHTHEIT

... eine winddichte Außenhülle das A und O eines Bauwerks ist? Gerade in diesem Bereich kann es bei nichtsachgemäßer Umsetzung zu Bauschäden wie beispielsweise Schimmelbildung kommen. Bei Umbauten oder Aufstockungen sollte deshalb besonderes Augenmerk auf die Wiederherstellung der Luftdichtheit der Gebäudehülle gelegt werden.

ROBOTIK

... mittlerweile Bauroboter in kürzester Zeit Ziegelhäuser errichten können? Ende 2021 realisierte ein vollautomatisierter Bauroboter im Rahmen eines Pilotprojekts in Australien ein Wohnhaus in nur drei Tagen.

KELLER

... Keller bei Bauherr*innen aus Kostengründen mittlerweile aus der Mode gekommen sind? Dabei lässt sich mit einem Keller ergänzende Wohnfläche – beispielsweise bei begrenzten Bebauungshöhen oder in Hanglagen – generieren, ohne zusätzliche Flächenversiegelung zu betreiben. Somit stellt der Keller nicht nur finanziell eine Investition in die Zukunft dar.

GEBÄUDERICHTLINIE

... in Österreich seit 2021 laut der EU-Gebäuderichtlinie in der Fassung 2010/31/EU (Stand 2018) nur noch Niedrigstenergiegebäude gebaut werden dürfen? Um laut Wohnbauförderung als Niedrigstenergiegebäude gelten zu können, müssen Einfamilien- oder Reihenhäuser die Energiekennzahl von 30 Kilowattstunden pro Quadratmeter und Jahr unterschreiten.

GEBÄUDEKONZEPTE

... sich massive Baustoffe durch die Summe ihrer technischen und ökologischen Eigenschaften hervorragend für die Umsetzung von innovativen Gebäudekonzepten wie Passivhaus, Nullenergiehaus oder Plusenergiehaus eignen, bei denen die Optimierung der Energieeffizienz und der Einsatz erneuerbarer Energiequellen im Vordergrund stehen? Innovative Gebäudekonzepte mit massiven Baustoffen vereinen optimal Bautechnik mit Haustechnik unter einem Dach.

GEPLANTE EU-VORGABEN

... laut der geplanten neuen EU-Gebäuderichtlinie neue Gebäude ab dem Jahr 2030 so errichtet werden sollen, dass sie völlig emissionsfrei sind? Außerdem sollen die am schlechtesten abschneidenden 15 Prozent des Gebäudebestands so modernisiert werden müssen, dass sie bis 2030 statt der Einstufung G mindestens das Niveau F gemäß dem Ausweis für die Gesamtenergieeffizienz erreichen. Für öffentliche Bauten sollen die Vorgaben bereits ab 2027 gelten.



Adobe Stock/aboutmomsimages

Stein auf Stein ist in der Ziegelbauweise noch Usus, einzelne Anbieter versuchen sich aber mittlerweile auch an vorgefertigten Ziegelwänden.

GUT ÜBERLEGT – GUT GEBAUT

Die Frage, für welchen Baustoff man sich entscheidet, hat wesentliche Auswirkungen auf die Errichtungsphase. Sorgfältige Planung von befähigten Expert*innen sollte aber immer eine Grundvoraussetzung darstellen.

Zeit, Kosten, Raumgefühl und noch vieles mehr spielen bei der Entscheidung für einen Baustoff eine zentrale Rolle. Die Materialwahl hat aber auch Auswirkungen auf die Errichtungsphase. Im Folgenden die wesentlichen Unterschiede im Überblick:

ERRICHTUNG MIT MASSIVEN BAUSTOFFEN

Beim Massivbau werden die wesentlichen Grundkomponenten wie Sand, Ziegel, Beton, Bindemittel und Wasser zur Baustelle transportiert und vor Ort verarbeitet. Das Rohbaugewicht eines Massivbaus beträgt ca.

das Sechsfache eines Holzbauwerks. Auch wenn der Transportaufwand nicht eins zu eins vom Rohbaugewicht abgeleitet werden kann, bedeutet ein Massivbau eine erheblich höhere Baustellenverkehrsbelastung als ein Holzbau (vgl. Mooslechner-Expertise 2022, S. 17).

Da beim Massivbau zur Verarbeitung der Baustoffe große Mengen Wasser verwendet werden, benötigt der Rohbau eine längere Abbinde- und Austrocknungszeit. Diese einzuhalten, ist vor allem in der kalten Jahreszeit empfehlenswert, denn bei zu frühem Beginn der Ausbauarbeiten kann es unter Umständen zu feuchtem Raumklima und Schimmelpilz-

befall kommen. Was während der Bauphase zwar einen vermeintlichen Nachteil darstellt, wird aber in der Betriebsphase des Gebäudes zum Vorteil, denn im Gegensatz zum Holz schadet mineralischen Systemen ein Wasserangriff, z.B. durch Regenwasser oder einen internen Wasserschaden, kaum, und auch Trocknungsarbeiten gestalten sich relativ unproblematisch.

Ein weiterer Vorteil des Massivbaus ist die Planungsflexibilität in der Bauphase. Änderungen – beim Grundriss sowie in der Haustechnik – sind auch in der Rohbauphase noch möglich.

schritt macht aber auch im Massivbau nicht halt. Um Bauzeiten zu verkürzen und Personalengpässen entgegenzuwirken, haben einzelne Hersteller bereits vorgefertigte Wandelemente aus Ziegeln im Angebot. Mit dem Produkt sollen Ein- und Mehrfamilienhäuser sowie Gewerbebauten, Lager- und Produktionshallen bis zu einer begrenzten Höhe in kurzer Bauzeit errichtet werden können. Werksseitig können dabei alle notwendigen

EIN VORTEIL DES MASSIVBAUS IST DIE PLANUNGSFLEXIBILITÄT IN DER BAUPHASE.

VORFERTIGUNG MIT ZIEGEL UND BETON

Zwar ist gerade beim Ziegelbau Stein auf Stein noch die vorrangige Bauweise, der Fort-

Zuschnitte wie Dachschrägen und Türauslässe maßgenau vorproduziert werden, was den Aufwand auf der Baustelle erheblich



Adobe Stock/alexandre zveiger

Beton punktet nicht nur mit seinen konstruktiven Eigenschaften, immer häufiger wird er auch als architektonisches Element eingesetzt.

minimieren soll. Auf heimischen Baustellen haben sich vorgefertigte Ziegelwände allerdings noch nicht durchgesetzt.

Anders sieht es da schon bei Betonfertigteilen aus. Neben Treppen und Stützen sind ebenso Wände – auch als Sandwichelemente inklusive Dämmung oder mit integrierter Bauteilaktivierung – oder im Werk vorgefertigte Betondecken mittlerweile auf den Baustellen üblich. Gerade im mehrgeschoßigen Wohnbau, bei dem sich viele Elemente wiederholen, bringt die industrielle Vorfertigung auch beim Massivbau wesentliche Bauzeitverkürzungen und Produktivitätssteigerungen.

ERRICHTUNG IN HOLZBAUWEISE

Ganz ohne Beton geht es auch beim Holzbau nicht – zumindest das Fundament muss immer aus dem massiven Baustoff bestehen. Während in den USA und Kanada Holzhäuser hauptsächlich in der Timber-Frame-Bauweise vor Ort auf der Baustelle errichtet werden, dominiert in Deutschland, Österreich und der Schweiz die Vorfertigung. Dabei werden die wesentlichen Wand- und Deckensysteme – bei Bedarf inklusive Dämmschicht, Fenstern, Sonnenschutz, haustechnischer Installationen o. Ä. – in der Werkhalle vorproduziert und mit-

phase eines Holzrohbaus ist erheblich kürzer als die eines Massivbaus, allerdings sollten bei diesem Vergleich die beim Holzbau längeren Vorlaufzeiten für Werksplanung, Bemusterung und Vorfertigung nicht außer Acht gelassen werden.

Beim Holzbau handelt es sich um ein Trockenbausystem. Das bedeutet, dass während der Montage großes Augenmerk auf den Wetterschutz gelegt werden muss, denn das Eindringen von Wasser in den Systemaufbau muss unbedingt vermieden werden. Wird die in den Systemkern eingebaute Wärmedämmung durchnässt, muss diese in der Regel im Schadensbereich ausgetauscht werden – andernfalls ist ein Bauschaden programmiert.

Änderungen sind beim Holzbau im Wesentlichen nur in der Planungsphase möglich. Nach der Fertigstellung der Wand- und Deckenelemente bergen Planungsänderungen auf der Baustelle ein hohes Risiko für Bauschäden, z. B. bei der Luftdichtheit.

SCHADENSRISIKO DURCH AUSFÜHRUNGSFEHLER

Sowohl beim Holz- als auch beim Massivbau ist ein ausgeprägtes Expertenwissen gefragt. Um Bauschäden zu verhindern, ist eine mangelfreie Ausführung in allen Details die zentrale Voraussetzung. Die energetischen Vorgaben der Europäischen

BEI DER MONTAGE DER VORGEFERTIGTEN HOLZELEMENTE MUSS BESONDERES AUGENMERK AUF WETTERSCHUTZ GELEGT WERDEN.

tels Lkws auf die Baustelle geliefert (vgl. Mooslechner-Expertise 2022, S. 18). Die Aufstell-

Union erfordern von Neubauten eine luftdichte Außenhülle. Gerade in diesem Be-



Adobe Stock/Franz Pfluegl

Änderungen sind beim Holzbau im Wesentlichen nur in der Planungsphase möglich.

reich kann es bei nichtsachgemäßer Umsetzung zu Bauschäden kommen. Leckagen beim Massivbau bewirken – vor allem im Winter erkennbaren – Warmluftaustritt. Das führt zwar nicht zwangsläufig zu Schäden an massiven Wänden und Decken, allerdings können biologische Materialien wie z.B. Holz, Lehm oder organische Dämmstoffe in Mitleidenschaft gezogen werden. Die Schadenszonen können – sofern Wand- und/oder Deckenflächen nicht verkleidet

sind – in der Regel problemlos repariert werden.

Auch bei Holzbauten kann die mangelhafte Ausführung von Baufugen und Anschlüssen zu Leckagen führen, wodurch im Bereich der Wärmedämmung Kondensat entstehen kann. Wird das Problem nicht zeitnah behoben, führt dies zu Materialzerstörung der Holzelemente. Reparaturmaßnahmen sind vergleichsweise aufwendig sowie kostenintensiv. ■

DIE WESENTLICHEN UNTERSCHIEDE IN DER ERRICHTUNG

MASSIVBAU

- Herstellung auf der Baustelle
- Schweres Gewicht = mehr Baustellenverkehrsbelastung
- Längere Austrocknungszeit
- Unempfindlich bei Wassereintritt und Feuchtigkeit o. Ä.
- Hohe Planungsflexibilität noch in der Bauphase

HOLZBAU

- Kürzere Bauzeit, jedoch längerer Vorfertigungsvorlauf im Werk
- Leichteres Gewicht = geringere Baustellenverkehrsbelastung
- Schadensanfällig bei Feuchtigkeit und Wassereintritt
- Änderungen nur in Planungsphase möglich

GEBAUT FÜR JAHRZEHNTE



Adobe Stock/Cora Müller

Wertbeständigkeit und eine lange Lebensdauer sind zentrale Anforderungen an das Gebäude von heute. Die Baumaterialien liegen dabei im Ergebnis nicht weit auseinander.

Optimierte Konstruktionstechnologien,

Bauabläufe und Materialstrukturen erlauben bei neuen Einfamilienhäusern, unabhängig von der Bauweise, bereits eine Gesamtnutzungsdauer von 80 bis 100 Jahren. Für ein durchschnittliches Haus aus Beton oder Ziegel ist das einfach zu erreichen, aber auch qualitativ hochwertige Massivholzhäuser können laut der Interessenvertretung proHolz mittlerweile die Lebensdauer von Massivbauten erreichen. Die wahre, relevante Kenngröße eines Gebäudes ist laut Bauökolog*innen die gewollte Nutzungsdauer, und diese ist weniger vom Material als vom Nutzerverhalten hinsichtlich der Wartung, Sanierung und Pflege abhängig. Die Kosten für den Hausbau variieren natürlich, hängen ab von Faktoren

wie Größe und Komplexität des Gebäudes, Lage und Beschaffenheit des Geländes, klimatischen Besonderheiten, Sonnenstunden im Winter, Verfügbarkeit erneuerbarer Energieträger, Preisstabilität von Energieträgern, der Möglichkeit zur Eigenversorgung, der Nutzung von Ressourcen sowie natürlich verbauten Materialien. Beim Holzbau sind jedoch Änderungen in der Vorfertigungsphase sowie die Behebung von Baumängeln aufwendiger und damit kostenintensiver.

ÖKOLOGIE UND ÖKONOMIE

In der Regel machen die Materialkosten rund 50 bis 60 Prozent der Baukosten aus, der Rest entfällt auf Arbeitskosten und Logistik. Gerade bei den Baustoffen sind die Preisent-



Adobe Stock/megakunstfoto



Adobe Stock/vaskese

wicklungen maßgebend. Produktions- und Lieferkettenunterbrechungen aufgrund der Corona- und der Ukraine-Krise haben die Kosten für einzelne Baumaterialien zeitweise um über 50 Prozent steigen lassen. Infolge der hohen Energiekosten und der Inflation werden die Preise für Baumaterialien nicht so rasch sinken. Allerdings ergibt ein Gebäudevergleich der Onlineplattform „Nachhaltig Wirtschaften“ des Klimaschutzministeriums (BMK) auf Basis der Lebenszyklusanalyse eines beispielhaften Einfamilienhauses mit einer für Österreich typischen Größe und einer Nutzungsdauer von 100 Jahren, dass die ursprüngliche Wahl der Baustoffe kaum Einfluss auf die Gesamtkosten hat. Als entscheidend stellen sich vielmehr das Haustechnikkonzept sowie die Wahl der eingesetzten Komponenten und Energieträger heraus. Der Energieverbrauch bildet einen wesentlichen Part der Kosten, daher muss auf diesen das Hauptaugenmerk bei Planung und Auslegung der

Gebäude gerichtet werden. Angesichts der Ressourcenknappheit ist nachhaltiges Bauen gefordert, denn seit dem Nachkriegswirtschaftswachstum in den 1950er-Jahren hat der gesellschaftliche Bedarf an Material und Energie rasant zugenommen. Zwischen 1950 und 2015 ist der globale Materialverbrauch laut der Studie „Ressourcennutzung in Österreich 2020. Band 3“ des BMK von 13 Milliarden Tonnen pro Jahr auf 89 Milliarden Tonnen gestiegen.

ZUKUNFT MIT BETON

Massivbauten gelten als wertbeständig und langlebig, was in Zeiten steigender Kosten ein wesentlicher Faktor ist. Selbst nach ihrem Abriss haben sie ökonomisches Gewicht. Insgesamt können von den anfallenden mineralischen Bauabfällen rund 90 Prozent stofflich verwertet und einer erneuten Nutzung und damit einem weiteren Lebenszyklus zugeführt werden. Neben der Wertbeständigkeit sind



Adobe Stock/Bellamy

Baustoff Beton

Einige Argumente für Beton: dauerhaft, widerstandsfähig, thermisch aktivierbar, hoher Schallschutz, feuerbeständig, recyclingfähig, hohe Speicherfähigkeit.

der effiziente Materialeinsatz sowie in Zeiten der Energiekrise die Wärmespeicherfähigkeit im Massivbau von Vorteil.

Beton ist der meistverbaute Werkstoff der Welt. Mithilfe der Bauteilaktivierung kann ein ausgeklügeltes Energiesystem erzielt werden, denn Kühlung gewinnt angesichts des Klimawandels immer mehr an Bedeutung. Hier bildet die Bauteilaktivierung eine wirtschaftliche Lösung, die in Kombination mit Wärmepumpen und Photovoltaik ein energieautarkes System ermöglicht. Zementbasierte Baustoffe sind auch eine Lösung bei der Forderung nach Ressourceneffizienz. Mittels 3D-Drucks können materialoptimierte Decken erzeugt werden, die 35 Prozent weniger Beton und Bewehrung benötigen.

ZUKUNFT MIT ZIEGEL

Massivhäuser erfordern eine längere Bauzeit – nicht übersehen werden darf hier im Zeitalter von Building Information Modeling

und Digitalisierung die zunehmende Vorfertigung auch beim Ziegelbau. In Australien ersetzt bereits ein Ziegelroboter die menschliche Arbeitskraft. Durch rasche Austrocknung und geringen Feuchtegehalt des Materials erreichen Ziegelbauten sehr rasch den optimalen Wärmeschutz, zudem wird die passive Sonnenenergie durch Erwärmung, Speicherung und spätere Abgabe der Wärme genutzt, wodurch Heizkosten gespart werden können. Temperaturschwankungen werden durch Auf- oder Abgabe von Wärme und Feuchtigkeit ausgeglichen – im Winter bleibt das Haus warm, im Sommer angenehm kühl. Ziegelbauten überzeugen auch durch minimale Instandhaltung und lange Lebensdauer. TBE-Studien (Tiles & Bricks Europe, Anm.) beweisen, dass ein aus gebranntem Ton gebautes Gebäude eine durchschnittliche Lebensdauer von etwa 150 Jahren hat und Überflutungen oder Muren besser standhält als andere Konstruk-



Adobe Stock/Nyia

Baustoff Holz

Einige Argumente für Holz: klimaschonend, nachwachsend, schafft Vielfalt in der Gestaltung, besonders geeignet für Vorfertigung.



Adobe Stock/Superingo

Baustoff Ziegel

Einige Argumente für Ziegel: wertbeständig, langlebig, optimaler Schall- und Brandschutz, gute Statik, winddicht.

tionsarten. Die Stärken des Ziegels liegen besonders in seiner regionalen Produktion.

ZUKUNFT MIT HOLZ

Bautechnische Faktoren wie hohe Vorfertigung und geringes Gewicht sowie hohe Verfügbarkeit – weil nachwachsender Rohstoff – sind einige der ökonomischen Vorteile, die für Holz als Baustoff sprechen. Die Vorfertigung trägt in Europa wesentlich dazu bei, die Baukosten zu senken. Amerikanische und kanadische Holzhäuser werden dagegen zu 90 Prozent in der Timber-Frame-Bauweise erstellt, bei der die Baustellenfertigung dominiert.

Schnelles und präzises Bauen ist ein weiterer bautechnischer Vorteil der Holzvorfertigung. Bauteile und Module wie Wände, Decken und ganze Zimmer aus Holz können präzise und witterungsunabhängig im Werk vorgefertigt und müssen auf der Baustelle

nur noch zusammengefügt werden. Das bringt neben kurzen Bauzeiten auch lärm- und störungsarme Baustellen sowie eine hohe Passgenauigkeit. In der Produktion hat sich seit den 1980er-Jahren viel geändert. Aktuelle Maßnahmen des konstruktiven Holzschutzes erlauben es, langlebige Holzhäuser ohne chemische und schädliche Holzschutzmittel wie PCP zu errichten. Dahinter liegen komplizierte bauphysikalische Zusammenhänge und Konstruktionsdetails, die Erfahrung und Fachwissen erfordern. Der Feuchteschutz nimmt im Zusammenhang mit der Lebensdauer eines Hauses unabhängig vom Baustoff eine zentrale Stellung ein. Dringt Wasser ins Mauerwerk, löst es in mineralischen Baustoffen Salze heraus, dringt es in Holzbauteile ein, kann sich ein holzerstörender Pilz bilden. Der Pilz ist sogar in der Lage, Beton und Ziegel zu überwachsen und zu durchdringen. ■



iStock/Ben-Schoneville

Beton ist dank seiner hohen Druckfestigkeit der für den Kellerbau am häufigsten verwendete Baustoff.

MEHR RAUSGEHOLT

Grundstückspreise und die sich über die Jahre wandelnden Bedürfnisse stellen Bauherr*innen und Hausbesitzer*innen vor neue Herausforderungen. Mit durchdachter Planung und der richtigen Baustoffwahl lässt sich aber mehr Nutzfläche heraus-holen – nicht nur beim Neubau, sondern auch noch im Bestand.

Die Grundstückspreise in Österreich stiegen in den vergangenen Jahren exponentiell an. Vor allem in Ballungsräumen sind Baugrundkosten im vierstelligen Bereich pro Quadratmeter keine Seltenheit mehr. Deshalb gilt es häufig, aus weniger vorhandener Fläche das Optimum herauszuholen.

Da sich die Nutzungsdauer von Gebäuden über mehrere Jahrzehnte erstreckt, sollten die sich wandelnden Bedürfnisse bereits im Vorfeld mitgedacht werden.

ZUSÄTZLICHE NUTZFLÄCHE IM UNTERGESCHOSS

Jahrzehntelang war der Bau eines Untergeschoßes Standard bei der Errichtung von Ein- beziehungsweise Zweifamilienhäusern. Seit einigen Jahren verzichten Bauherr*innen und auch Bauträger aus Kostengründen immer häufiger auf die Errichtung eines Kellers. Allerdings wird dadurch auf wesentliche Nutzfläche verzichtet, die ohne zusätzliche Flächenversiegelung realisiert werden

könnte. Zudem ist der Verkaufswert von Häusern mit Keller um bis zu einem Viertel höher als von nichtunterkellerten Gebäuden. Die Unterkellerung stellt somit auch eine Investition in die Zukunft dar.

Bei der Baustoffwahl für Keller hat Holz jedoch eindeutig das Nachsehen. Zwar gibt es mittlerweile einzelne Anbieter, die sich an Holzkellern versuchen, allerdings stellen Feuchtigkeit und Grundwasser nach wie vor wesentliche Herausforderungen beim Bau eines Kellergeschoßes dar, weshalb sich hier Massivbaustoffe in den vergangenen Jahrhunderten erfolgreich durchgesetzt haben.

KELLER AUS MAUERWERK

Traditionell wurden Keller jahrhundertlang gemauert. Dafür kamen und kommen auch heute noch Mauersteine aus Ziegel bzw. Steine aus Naturstein, Kalksandstein, Beton oder Porenbeton zum Einsatz. Die Errichtung eines Mauerwerkskellers geht relativ zügig vonstatten, zudem kann der Keller auch noch während des Baus an geänderte Bedürfnisse angepasst werden. Beim Bau selbst ist darauf zu achten, dass die Wände dick genug ausgeführt werden, um den statischen Erfordernissen gerecht zu werden. Außerdem muss statt gewöhnlichem Mörtel Zementmörtel verwendet werden. Um das Eindringen und Aufsteigen von Feuchtigkeit zu verhindern, müssen waagrechte und senkrechte Sperrschichten eingebaut werden – auch eine Drainage ist anzulegen. Als Außenab-

dichtung wird in der Regel Bitumen – als Anstrich oder als Schweißbahnen – eingesetzt. Bei einem gemauerten Keller kann zwar problemlos eine hochwertige Außenabdichtung hergestellt werden, doch falls bei der Gebäudeabdichtung ein Fehler gemacht wurde, kann es schwierig werden, die undichte Stelle zu finden. Die nachträgliche Freilegung von Kellerwänden gestaltet sich zudem in der Regel äußerst aufwendig und kostenintensiv. Bei Dichtbetonkellern besteht dieses Problem nicht, da Risse in der Kellerwand auch von innen verpresst werden können.

KELLER AUS BETON

Beton ist dank seiner hohen Druckfestigkeit der am häufigsten zum Kellerbau verwendete Baustoff. Die Kellerwände eines Betonkellers können entweder aus Betonfertigteilen oder

DIE UNTERKELLERUNG BRINGT
EINE WERTSTEIGERUNG DER
IMMOBILIE MIT SICH UND STELLT
SOMIT AUCH EINE INVESTITION
IN DIE ZUKUNFT DAR.

aus Beton, der vor Ort in eine Schalung gegossen wird, errichtet werden. Auch der Betonkeller muss gegen drückendes Wasser abgedichtet werden. Dies ist in drei verschiedenen Varianten möglich:

- **Weißer Wanne:** Eine Weiße Wanne ist ein Keller ohne Außenabdichtung. Sie wird aus wasserundurchlässigem Beton, auch WU-Beton genannt, hergestellt. Auf-

grund ihrer Konstruktion benötigen Weiße Wannen prinzipiell keine zusätzlichen Abdichtungen. Als zusätzlicher Schutz können aber erdseitig Frischbetonverbundfolien eingebracht werden.

- **Braune Wanne:** Bei Braunen Wannen wird eine Abdichtung aus Geotextilmatten mit Bentonitfüllung errichtet. Bentonit ist ein natürlich vorkommender, hochquellfähiger Ton, der nur in einer dünnen Schicht aufgetragen werden muss, um eine stark abdichtende Wirkung gegenüber Wasser zu erreichen.
- **Schwarze Wanne:** Bei einer Schwarzen Wanne wird die Abdichtung entweder aus einer wasserundurchlässigen Bitumen-dickbeschichtung oder aus Bitumen- oder Kunststoffbahnen an der Kelleraußenseite hergestellt.

Welche Kellerbauweise die passende ist, hängt auch entscheidend von der geplanten Nutzung ab. Ein Wohnkeller muss in Sachen Dämmung, Installationen und Raumklima anderen Anforderungen gerecht werden als beispielsweise ein Lagerraum oder eine Werkstatt. Deshalb sollte man sich bereits vor der Planung über den Verwendungszweck des Untergeschoßes Gedanken machen und sich von Expert*innen beraten lassen.

MEHR PLATZ DANK AUFSTOCKUNG

Das Optimum aus der verfügbaren Fläche herauszuholen, ist ein zentrales Thema für Bauherr*innen. Im Vergleich zum Baustoff Holz ist mit massiven Baustoffen eine höhere Anzahl an Stockwerken zu realisieren, wodurch weniger Fläche verbraucht wird.

Auch im Zuge des Gebäudelebenszyklus ändern sich immer wieder die Bedürfnisse der Bewohner*innen. Oft sollen beispielsweise zusätzliche Wohnbereiche bzw. Wohneinheiten für die nächste Generation geschaffen werden. Mögliche Lösungsansätze sind der Anbau oder die Aufstockung der Bestandsgebäudes. Während ein Anbau konstruktiv als eigenes Bauwerk zu betrachten ist, müssen bei der Erweiterung der Geschoßanzahl einige Dinge berücksichtigt werden. Wie und auch in welchem Umfang eine Aufstockung möglich ist, hängt unter anderem auch von der Bauweise des Bestandsgebäudes ab.

MASSIVBAU IM VORTEIL

Vor allem bei zukünftig angedachten Aufstockungsmaßnahmen ist die Massivbauweise von Vorteil, denn tragende Wände sind aufgrund statischer Vorgaben wie z.B. Mindestdicken, überdimensioniert (vgl. Mooslechner-Expertise 2022, S. 21). Dem Aufstocken um ein Stockwerk stehen meist keine statischen Einschränkungen entgegen. Die Schaffung neuer Wand- und Deckendurchbrüche wie auch der Verschluss nicht mehr benötigter Öffnungen sind handwerklicher Standard – auch die Dichtheit der Gebäudehülle kann nach Beendigung der Baumaßnahmen ohne Probleme wieder hergestellt werden.

Die Aufbauten selbst können in Massiv- oder in Leicht- bzw. Holzbauweise ausgeführt werden. Sollten aber doch Gewichtseinschränkungen notwendig sein und/oder die Bauzeit verkürzt werden, ist dem Leicht- bzw. Holzbau der Vorzug zu gegeben.



iStock/Bramislav

Bei der Aufstockung von Bestandsbauten müssen sowohl statische Begebenheiten als auch die Dichtheit der Gebäudehülle berücksichtigt werden.

AUFGEPASST BEIM HOLZBAU

Etwas aufwendiger gestalten sich Um- und Aufbaumaßnahmen bei Holzrahmen- sowie Holzmassivbauten. Bei bereits montierten Objekten dürfen keine Holzteile wie Riegel, Unterzüge, Deckenbalken etc. geschwächt oder abgeschnitten werden, da dadurch die Tragfähigkeit beeinflusst werden und es zu Verformungen kommen kann (vgl. Benutzerfibel-Holzhaus, herausgegeben von Holzbau-

Meister Salzburg, S. 22). Das Vorhandensein der Elementpläne, aus denen Lage, Dimension und Verlauf der Holzriegel sowie Ausführung und Dimensionierung der Holzmassivelemente hervorgehen,

sollten daher eine Grundvoraussetzung für die konstruktive Aufbereitung der Baumaßnahmen sein.

Eingriffe in die Dichtheit der bestehenden Gebäudehülle stellen beim Holzbau zudem ein größeres Risiko im Hinblick auf künftige

WIE UND IN WELCHEM UMFANG
EINE AUFSTOCKUNG MÖGLICH IST,
HÄNGT UNTER ANDEREM AUCH
VON DER BAUWEISE DES
BESTANDSGEBÄUDES AB.

Bauschäden dar. Es empfiehlt sich daher, Dichtheitstests – wie z.B. den sogenannten Blower-Door-Test – sowohl raumbezogen als auch gebäudebezogen durchführen zu lassen. ■



Adobe Stock/Mediaparts

Seit 2021 müssen in Österreich Neubauten als Niedrigstenergiegebäude errichtet werden.

SO ENERGIEEFFIZIENT MUSS IHR HAUS SEIN

Wie energieeffizient können Gebäude mittlerweile sein, und welche Energiekennzahlen sind die vorgeschriebenen Mindestkennzahlen? Auch damit sollten sich angehende Bauherr*innen auseinandersetzen.

In Österreich müssen alle neuerrichteten Gebäude dem Niedrigstenergiehausstandard entsprechen. Der Standard dafür wurde in der EU-Richtlinie 2010/31/EU für Niedrigstenergiehäuser (Nearly Zero Energy Building) definiert. In der Novelle der Gebäuderichtlinie von 2018 wurde von der EU vorgegeben, dass seit 2021 praktisch alle neuen Gebäude diesen Standard erfüllen müssen.

Die Richtlinie lässt den einzelnen Mitgliedstaaten einen gewissen Gestaltungsspielraum in der Frage, wie dieser Standard in der nationalen Gesetzgebung umgelegt wird – in Österreich z.B. mit dem OIB-Dokument zur Definition des Niedrigstenergiegebäudes und

zur Festlegung von Zwischenzielen in einem „Nationalen Plan“. Aber was bedeuten diese EU-Vorgaben nun in der Praxis?

GEFORDERTE ENERGIEKENNZAHL

Der Begriff „Niedrigstenergiehaus“ ist ursprünglich als Steigerung des „Niedrigenergiehauses“ gebräuchlich und beschreibt eine ausgezeichnete thermische Gebäudequalität, die den Passivhausstandard nicht ganz erreicht oder nicht erreichen will. Laut der Definition der Richtlinie 2010/31/EU ist ein Niedrigstenergiegebäude ein Gebäude, das eine sehr hohe Gesamtenergieeffizienz aufweist. Der fast bei null liegende oder sehr

geringe Energiebedarf sollte zu einem ganz wesentlichen Teil durch Energie aus erneuerbaren Quellen – einschließlich Energie aus erneuerbaren Quellen, die am Standort oder in der Nähe erzeugt wird – gedeckt werden. Für Österreich gelten seit Anfang 2021 folgende Standards: Ein Einfamilien- oder Reihenhäuser, das eine Energiekennzahl von 30 Kilowattstunden pro Quadratmeter und Jahr unterschreitet, gilt als Niedrigstenergiegebäude. Im – für alle Neubauten verbindlichen – Energieausweis, entspricht dieser Wert der Kategorie A und A+. Zum Vergleich: Der Energieverbrauch eines Passivhauses liegt bei nur 15 kWh pro Quadratmeter und Jahr.

KOMPAKTE BAUWEISE

Für die erfolgreiche Umsetzung des Niedrigstenergiehausstandards ist vor allem eine thermisch optimierte Gebäudehülle ausschlag-

gebend, sprich die Dämmung der Decken, Außenwände und Fenster ist erforderlich. Auch die Bauweise selbst kann zur Energieeffizienz eines Hauses beitragen. Unter anderem empfiehlt es sich laut OIB-Richtlinie 6, die Gebäudeoberfläche durch eine kompakte Bauweise möglichst gering zu halten. Auf Details wie Erker, Loggien oder Dachgauben ist also eher zu verzichten. Mit der optimalen Ausrichtung des Gebäudes lassen sich zudem die Sonneneinstrahlung nutzen und der Energieverbrauch zusätzlich senken. Der Wärmebedarf für Raumheizung sollte durch den Einsatz erneuerbarer Energie wie Pelletsöfen, Photovoltaik, thermischer Solarenergie oder Erdwärme gedeckt werden, in der Stadt auch durch Fernwärme. ■

**NOVELLE DER EU-GEBÄUDE-
RICHTLINIE IN ARBEIT**

Der Entwurf der neuen EU-Gebäuderichtlinie, die im März 2023 vom Europäischen Parlament mehrheitlich angenommen wurde, sieht das Zero Emission Building, zu Deutsch: Nullemissionsgebäude, vor. Zwar stehen die Details für die Umsetzungen im jeweiligen nationalen Recht noch nicht fest, dennoch zeichnet sich bereits jetzt ab, dass auf Haus- und Immobilieneigentümer*innen in den nächsten Jahren je nach Alter und Beschaffenheit der Gebäude hohe Kosten zukommen werden. Schließlich müssen ab 2030 die Gebäude den vorgeschlagenen Verschärfungen entsprechen.



Niedrigstenergiehäuser entsprechen im Energieausweis der Kategorie A bzw. A+.

DAS PASSIVHAUS

Lange kritisch beäugt, hat sich die Passivhausbauweise mittlerweile zum fixen Standard im Haus- und Wohnungsbau entwickelt. Die wichtigsten Merkmale und Eigenschaften im Überblick.

Den Ursprung nahm die Passivhausbauweise in den 1990er-Jahren, als sie erstmals unter der wissenschaftlichen Leitung des Bauphysikers Dr. Wolfgang Feist bei einer Reihenhausanlage in Darmstadt umgesetzt wurde. Die Häuser werden „passiv“ genannt, weil der überwiegende Teil des Wärmebedarfs aus „passiven“ Quellen wie Sonneneinstrahlung, Abwärme von Personen und technischen Geräten gedeckt wird. Das Ergebnis ist ein niedriger Energieverbrauch. Die Passivhausbauweise funktioniert mit unterschiedlichen Baumaterialien und ist nicht auf einen Gebäudetyp beschränkt – mittlerweile hat sich das Konzept sowohl bei Ein- und Mehrfamilienhäusern als auch bei Bürobauten und Co als wichtiger Standard etabliert. Selbst in der Sanierung können mit entsprechenden Maßnahmen die Kennwerte eines Passivhauses erreicht werden.

EIGENSCHAFTEN EINES PASSIVHAUSES

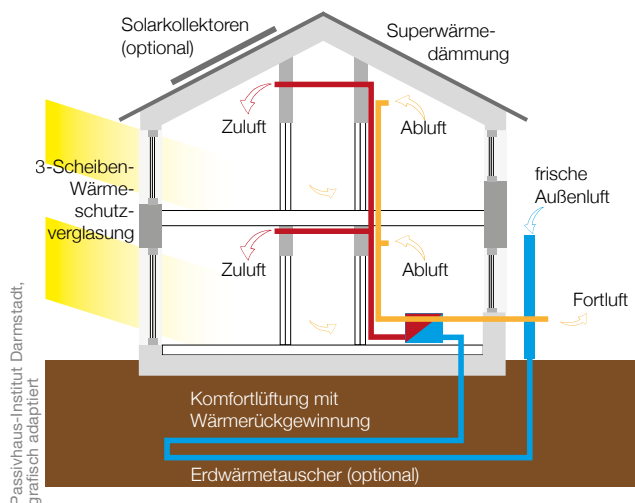
Neben dem geringen Energieverbrauch punkten Passivhäuser auch mit einer konstanten Raumtemperatur. Pollen und Staub werden durch die obligatorische Lüftungsanlage gefiltert, was die Luftqualität spürbar verbessert. Auch das Risiko von Wasser- und Schimmelschäden ist gering, zudem sind die

laufenden Betriebskosten niedrig. Sollte das Heizsystem ausfallen, kühlt das Gebäude nur sehr langsam aus.

Dem sind rund 20 Prozent höhere Baukosten im Vergleich zu einem herkömmlichen Neubau entgegenzusetzen, bedingt durch aufwendige Lüftungstechnik und hochpreisige Materialien sowie Komponenten im Bereich der Haustechnik.

GEFORDERTE ENERGIEKENNZAHL UND HEIZLASTEN

Um die Passivhauskriterien zu erfüllen, darf der Heizwärmebedarf (HWB), auch Energiekennzahl (EKZ) genannt, $15 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$ nicht



überschreiten. Berechnet werden muss der HWB dafür entsprechend den Vorgaben des Passivhaus-Projektierungspakets (PHPP), eines Planungstools für Architekten und Fachplaner. Alternativ zum maximalen HWB von 15 kWh/(m²a) kann das Gebäude auch auf eine Heizwärmelast von 10 W/m² optimiert werden. Wird dieser Wert erreicht, kann eine Beheizung über die Komfortlüftung erfolgen. Dadurch kann ein weiteres Wärmeverteilungssystem entfallen, was wiederum Kosten reduziert (vgl. www.passivhaus-austria.org). Anstelle des früher geforderten Primärenergiebedarfs (PE) von ≤ 120 kWh trat mit der Einführung der neuen Klassen aber der Gesamtbedarf „Erneuerbarer Primärenergie“ (Primary Energy Renewable, PER) in den Vordergrund. Bei einem **Passivhaus Classic** liegt dieser Wert bei maximal 60 kWh/(m²a). Ein **Passivhaus Plus** ist effizienter: Es darf nicht mehr als 45 kWh/(m²a) erneuerbare Primärenergie benötigen. Zudem muss es – bezogen auf die überbaute Fläche – mindestens 60 kWh/(m²a) Energie erzeugen. Beim **Passivhaus Premium** ist der Energiebedarf sogar auf 30 kWh/(m²a) begrenzt, die Energieerzeugung muss mindestens 120 kWh/(m²a) betragen (vgl. Tagungsband zur 19. internationalen Passivhaustagung 2015 in Leipzig).

DICHTE GEBÄUDEHÜLLE NOTWENDIG

Typisch für die Passivbauweise ist außerdem eine Gebäudehülle mit hoher Luft- und Winddichtheit. Die Einhaltung dieses Kriteriums muss mittels eines Gebäudedrucktests, auch Blower-Door-Test genannt, überprüft wer-

den. Dabei wird in dem Gebäude Über- oder Unterdruck erzeugt, wodurch die Luft bei undichten Stellen entströmt. Als bestanden gilt der Test, wenn das Messergebnis den n50-Wert von 0,6 h⁻¹ nicht übersteigt. Schwachstellen in der Gebäudehülle, die bei einem Blower-Door-Test ersichtlich werden, können allerdings noch nachträglich ausgebessert werden (vgl. www.passivhaus-austria.org). ■

PASSIVHAUS IN MASSIV- ODER HOLZBAUWEISE?

Das Passivhauskonzept ist sowohl als Massivbau als auch als Holzbau zu realisieren. Die wichtigsten Unterschiede im Überblick:

PASSIVHAUS – MASSIVBAU

- + Wände fungieren als Wärmespeicher
- + Luftdichtheit einfach zu erreichen
- + Stabilität und Belastbarkeit
- + Besserer Schall- und Brandschutz
- Hoher Primärenergiebedarf bei der Herstellung
- Längere Bauzeit auf der Baustelle im Vergleich zum Holzbau

PASSIVHAUS – HOLZBAU

- + Kurze Bauzeit durch vorgefertigte Teile
- + Fugen (Wärmebrücken) leicht zu dämmen
- + Gute Ökobilanz
- Fehleranfälliger bei Wärme- und Feuchteschutz
- Einbau einer Dampfbremse notwendig
- Risiko eines Schädlingsbefalls



Das Nullenergiehaus erzeugt im Jahresmittel genauso viel Strom, wie es verbraucht.

DAS NULLENERGIEHAUS

Um steigende Energiekosten zu senken, kann man auch Häuser bauen, die ihre Energie selbst produzieren. Das Nullenergiehaus im Überblick.

Die logische Steigerung des Passivhauses (siehe Seiten 40–41) ist das Nullenergiehaus. Es verbraucht aber nicht null Energie, wie der Name vielleicht vermuten ließe. Vielmehr bedeutet dieses Gebäudekonzept, dass das Haus im Zuge einer Jahresbilanz genau so viel Energie verbraucht, wie es durch Erzeugungsanlagen für erneuerbare Energie am Gebäude (z. B. Solarthermie- oder Photovoltaikanlagen) erzeugt. Dabei muss aber das Gebäude selbst nicht energieautark sein. Es darf etwa auch grüner Strom aus dem Netz in der dunklen Jahreszeit zu Einsatz kommen, solange die Menge durch eine „Überproduk-

tion“ an selbsterzeugter und ins Netz eingespeister Energie ausgeglichen wird.

Wie auch bei anderen Gebäudetypen ist eine hohe Energieeffizienz und somit ein geringer Energiebedarf ein wichtiger Aspekt beim Bau von Nullenergiegebäuden, weshalb sie oft in einem hocheffizienten Gebäudestandard wie z. B. im Passivhausstandard errichtet werden (vgl. Energieinstitut Vorarlberg, www.energieinstitut.at).

BAULICHE ANFORDERUNGEN

Ein Nullenergiehaus kann problemlos als Ein- oder Zweifamilienhaus sowie auch als Bun-

galow realisiert werden. Zu den typischen Merkmalen des Gebäudetyps gehören:

- große Fensterflächen Richtung Süden, die auch bei tiefstehender Sonne unverschattet sind,
- ein geringes A/V-Verhältnis (Verhältnis von Oberfläche zu Volumen),
- qualitativ hochwertige Dämmung der Gebäudehülle mit Materialien, die einen niedrigen Wärmedurchgangskoeffizienten besitzen,
- Fenster mit Dreifachverglasung,
- weitgehende Luftdichtheit.

Bei der Planung des Gebäudes sollten Architekt*innen und Baumeister*innen auf diese Vorgaben sowie auf die Lage des Grundstücks entsprechend Rücksicht nehmen.

Der größte Vorzug eines Nullenergiehauses besteht darin, dass die Eigentümer – wenn überhaupt – nur in sehr geringem Maße Energie von einem externen Versorger beziehen müssen. Dementsprechend niedrig fallen die Energiekosten und die Abhängigkeit vom Lieferanten aus. Dem stehen jedoch deutlich höhere Errichtungskosten aufgrund hochwertiger Bauteilkomponenten und Gebäudetechnik wie z. B. Photovoltaikanlage, Speicher und Wärmepumpe gegenüber.

SPEICHERMÖGLICHKEITEN

Ein zentraler Bestandteil von Nullenergiehäusern ist eine entsprechende Wärmespeicherlösung. Hierfür eignen sich z. B. Wasserwärmespeicher, die jedoch für eine autarke Wärmeversorgung sehr groß dimensioniert werden müssen.

Als Alternative zum Warmwasserspeicher kann auch das Erdreich als Wärmespeicher

genutzt werden. Überschüssige Wärmeenergie wird über Erdsonden an das Erdreich übergeben und kann im Winter zur Heizung des Gebäudes wieder entzogen werden. Da die Wärmepumpe die Temperatur des Erdreiches von 10 °C auf das Niveau der Heizungsanlage von etwa 35 °C „hochpumpen“ muss, ist eine zusätzliche Stromversorgung notwendig. Der Erdwärmespeicher kann nur in Kombination mit einer Photovoltaikanlage und einem Batteriespeicher autark verwendet werden. ■

NULLENERGIEHAUS VS. NULLEMISSIONSHAUS

Ein Nullenergiehaus darf nicht 1:1 gleichgesetzt werden mit dem Nullemissionshaus, das nach der geplanten neuen EU-Gebäuderichtlinie ab 2030 zum Standard für Neubauten werden soll. Gleich wie beim Nullenergiehaus zeichnet sich das Nullemissionshaus durch eine sehr hohe Energieeffizienz und Nutzung von erneuerbaren Energiequellen aus. Neu hinzu kommt jedoch, dass neben der Gesamtenergieeffizienz auch die Treibhausgasemissionen berücksichtigt werden. Diese Emissionen entstehen durch die Nutzung nicht-erneuerbarer Energiequellen und bei Prozessen der Rohstoffgewinnung, Herstellung, Transport, Wartung, Abriss und Entsorgung (vgl. Elbers, Ulrike (2022): Ressourcenschonendes Bauen – Wege und Strategien der Tragwerksplanung. In: Bautechnik 99(1), S. 57–64).



2022 wurde im 14. Wiener Gemeindebezirk das bemerkenswerte Plusenergie-Wohnbauprojekt – aufgeteilt auf zwei Bauplätze – „(Tante) Käthes Grätz!“ und „Wientalterrassen“ fertiggestellt.

DAS PLUSENERGIEHAUS

Mehr Energie produzieren, als man verbraucht? Mit diesem Ansatz ist das Plusenergiehaus das Optimum, wenn es um Energieeffizienz geht.

Das Plusenergiehaus ist eine Weiterentwicklung des Nullenergiehauses und produziert über das Jahr gesehen mehr Energie, als seine Bewohner*innen benötigen. Zwar wurden schon seit vielen Jahren Best-Practice-Beispiele dokumentiert, doch gibt es nach wie vor keinen einheitlichen Standard, ab wann man von einem Plusenergiegebäude sprechen kann. Konsens herrscht aber in folgenden Punkten:

- Ein Plusenergiegebäude produziert mehr Energie, als es verbraucht.
- Das Gebäude ist in das Versorgungsnetz eingebunden, d. h. je nach Anforderungs- oder Ertragslage bezieht oder liefert das Gebäude Strom. Insgesamt wird aber mehr Energie abgegeben (bezogen auf Monate oder das Jahr).

• Das Plus an Energie ist ausschließlich auf Basis erneuerbarer Energie zulässig.

GRUNDLAGEN EINES PLUSENERGIEHAUSES

Die Grundlage für die Errichtung eines Plusenergiegebäudes bildet die hohe Effizienz der Gebäudehülle. Die thermische Energie für Heizung und Warmwasserbereitung sollte ebenso wie die Stromversorgung möglichst

umfassend auf Basis erneuerbarer Energieträger (z.B. Photovoltaik, Solar- oder Geothermie etc.) bereitgestellt werden. Zudem sollte bei allen im Gebäude verwendeten Geräten auf die höchste Energieeffizienz geachtet werden.

Aber Achtung: Bei der Planung eines Plusenergiehauses müssen auch die Rahmenbedingungen berücksichtigt werden. Nicht jedes Grundstück eignet sich, um erneuerbare Energien voll auszunutzen. Die Ausrichtung des Gebäudes sowie die Dachneigung sind zum Beispiel maßgeblich dafür verantwortlich, wie viel Strom mit einer Solaranlage erzeugt werden kann. Ein Plusenergiehaus wird in der Regel südseitig gebaut, damit über die hohe Sonneneinstrahlung möglichst viel Energie gewonnen werden kann.

Aktuell wird in Österreich im Rahmen eines Pilotprojekts bereits an der Weiterentwicklung des Plusenergiekonzepts in Richtung eines „Plusenergiestandards 2.0“ gearbeitet. Dies betrifft zum Beispiel die (verstärkte) Nutzung von grundlastfähiger erneuerbarer Energie direkt am Standort, die Verstärkung des Fokus auf Energiespeicherung oder die Integration der Mobilität der Gebäudenutzer*innen in das Gebäudekonzept (vgl. Plusenergie-Bürogebäude 2.0 – viadonau Unternehmenszentrale, www.nachhaltigwirtschaften.at).

FÜR ALLE BAUWEISEN UND GEBÄUDE TypEN GEEIGNET

Prinzipiell kann heutzutage fast jedes Haus zu einem Plusenergiehaus ausgebaut werden, egal ob Massivbau oder Holzfertig- bzw.

Holzmassivbauweise. Wichtig ist, dass die nötigen Technologien, Dämmungen und Heizsysteme installiert werden. Anders als beim Konzept des nachhaltigen Bauens wird beim Plusenergiehaus die sogenannte graue Energie, also etwa die Energie für die Herstellung und Entsorgung von Baustoffen, nicht in die Energiebilanz miteinbezogen. Daher sind nicht alle Plusenergiegebäude auch automatisch in allen Bereichen umweltfreundlich.

KOSTEN: ES HÄNGT DAVON AB

Ob sich ein Plusenergiegebäude gegenüber einem Standardgebäude rechnet, hängt von verschiedenen Faktoren ab. Bei den Berechnungen sollten auf jeden Fall die Kosten für die verbesserte Gebäudehülle und Lüftungsanlage im Passivhausstandard sowie die Kosten für Plusenergie- und Stromsparkomponenten wie hocheffiziente Geräte und Beleuchtungskörper berücksichtigt werden. Generell gilt: Je höher der energetische Standard ist, desto teurer wird es. ■

ENERGIEQUELLEN EINES PLUSENERGIEHAUSES

- Solarkollektoren, die die Sonnenstrahlung in Wärmeenergie transferieren
- Wärmepumpe zur Wärmeengewinnung (Erdreich, Grundwasser, Umgebungsluft)
- Blockheizkraftwerk (zum Beispiel mit Biogas aus Reststoffen)
- Windgenerator (Kleinwindenergieanlage)

WUSSTEN SIE, DASS ...

Nützliches und Wissenswertes für die
BETRIEBSPHASE.

THERMISCHE BAUTEILAKTIVIERUNG

... mit der thermischen Bauteilaktivierung Gebäude mit geringem Energieeinsatz geheizt und gekühlt werden können? Dabei werden wasserführende Rohrleitungen in Wänden oder Decken verlegt und die Speichermassen der massiven Bauteile zur Temperaturregulierung genutzt.

ERDBEBENSICHERHEIT

... erdbebensicheres Bauen schon bei der Planung anfängt? So sind Häuser mit einfachem, möglichst symmetrischem Aufbau und tiefem Schwerpunkt bebensicherer als hohe Türme oder Konstruktionen mit verschachtelten Grundrissen wie U- oder T-Formen. Generell gilt: je kompakter, umso sicherer.

BRANDSCHUTZ

... Holz nicht zwingend die schlechteste Lösung ist? Zwar haben nichtbrennbare Baustoffe wie Beton, Stein oder Ziegel einen Startvorteil, der Brandwiderstand von Massivholz kann jedoch – wenn die Bauteile ausreichend stark dimensioniert wurden – dank des zusätzlichen Schutzes durch die Verkohlung des Holzes signifikant gesteigert werden. Einen weiteren Schutz können auch Ummantelungen mit nichtbrennbaren Platten wie Gipskartonplatten, Gipsfaserplatten oder Lehmplatten bilden. Zudem gilt das Verhalten von Holz im Brandfall als berechenbar. Vorsicht ist bei Stahlträgern oder Stahlstützen angesagt: Diese können im Brandfall innerhalb weniger Minuten die Festigkeit verlieren.

ZIEGEL MIT INTEGRIERTER DÄMMUNG

... es erst seit rund 20 Jahren Ziegel mit integriertem Dämmstoff gibt? Die mit Mineralwolle verfüllten Ziegel verbessern nicht nur die Wärmedämmung, sondern vor allem auch die Schalldämmung.

SOMMERLICHE ÜBERHITZUNG

...die Kühlung von Gebäuden immer mehr an Bedeutung gewinnt? Laut dem Forschungsprojekt „Cool Buildings“ der Zukunftsagentur Bau (ZAB) sind passive Maßnahmen wie Abschattungseinrichtungen, Balkone, Vordächer, Nachtlüftung sowie die Speicherfähigkeit der Gebäudemasse die wesentlichen Stellschrauben zur Vermeidung der sommerlichen Überhitzung. Auch Aspekte wie die Fenstergröße und die Orientierung von Gebäuden spielen eine wesentliche Rolle.

SCHLECHTES RAUMKLIMA

... dass laut Studien jede dritte Person in Österreich in einem ungesunden Raumklima lebt? Neben der Verwendung von gesunden, natürlichen und unbehandelten Baustoffen verbessern vor allem regelmäßiges Lüften und viel Tageslicht das Raumklima und den Wohnkomfort deutlich. So kann die Ausrichtung des Hauses und vor allem die Anordnung und Platzierung der Fenster einen großen Unterschied machen.



Die thermische Bauteilaktivierung nutzt die Speichermasse des Betons, um ein Gebäude mit einem geringen Energieeinsatz zu heizen und zu kühlen.

NACHHALTIGES ZUHAUSE

Der Nachhaltigkeitsgedanke spielt auch im Hausbau eine immer wichtigere Rolle. Laut einer repräsentativen Umfrage von Market-agent ist acht von zehn Hausbauern eine nachhaltige Bauweise wichtig. Die Frage, welcher Baustoff dafür am besten geeignet ist, lässt sich aber nicht eindeutig beantworten.

Eine aktuelle Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie (BMK) hat die drei zentralen Baustoffe Ziegel, Holz und Beton auf deren Nachhaltigkeitspotenzial hin untersucht. Dabei kommen die Autor*innen zu dem Schluss, dass es „keine ausschließlich zu empfehlende Bauweise gibt“. Jeder Baustoff habe seine Stärken und Schwächen, die Eignung des einzelnen Baustoffs hänge auch stark von der konkreten Bauaufgabe, der regionalen Verfügbarkeit der Ressourcen und den Wünschen und Ansprüchen der Nutzer*innen ab. Ein Überblick über das Nachhaltigkeitspotenzial von Ziegel, Holz und Beton:

NACHHALTIGER BETON

Die Herstellung von Beton, insbesondere die Zementproduktion, ist, wie an anderer Stelle ausgeführt, äußerst energie- und treibhausgasintensiv. Was dabei aber oft übersehen wird, ist, dass Beton im Laufe des Lebenszyklus durch die Carbonatisierung einen signifikanten Teil des im Herstellungsprozess emittierten CO_2 wieder dauerhaft speichert. Die Carbonatisierung ist eine chemische Reaktion, die ohne äußeres Zutun abläuft. Das aufgenommene CO_2 wird in Verbindung mit dem im Beton vorhandenen Calciumhydroxid und Wasser zu Kalkstein. Damit ist eine neuerliche Freisetzung des aus der Luft aufgenommenen CO_2 ausgeschlossen.

In einem Artikel der Fachzeitschrift „Nature Geoscience“ kommen 19 internationale Wissenschaftler*innen zu dem Schluss, dass weltweit ca. 43 Prozent der CO₂-Prozess-emissionen der Zementherstellung von 1930 bis 2013 durch die Carbonatisierung von Beton im selben Zeitraum gebunden wurden. Eine besondere Stärke von Beton ist seine große Speichermasse. Diese Eigenschaft macht sich die thermische Bauteilaktivierung (TBA) zunutze, mit der Gebäude sowohl gekühlt als auch geheizt werden können. Bei der TBA werden wasserführende Rohrleitungen in Wänden oder Decken verlegt und die Speichermassen der Betonbauteile zur Temperaturregulierung genutzt. In gut gedämmten Gebäuden reichen aktivierte Deckenflächen in der Regel zum Kühlen und Heizen ohne weitere Systeme aus. Besonders nachhaltig ist die TBA dann, wenn sie mit erneuerbaren Energiequellen wie Wind, Sonne und Erdwärme kombiniert wird. Ist überschüssige Sonnen- oder Windenergie verfügbar, wird diese direkt oder mithilfe einer Wärmepumpe in den Betondecken eingelagert, diese werden dann um zwei bis drei Grad Celsius erwärmt. Sinkt die Temperatur im Raum, gibt die thermisch aktivierte Betondecke die Energie an den Raum gleichmäßig ab. So funktioniert das System selbstregulierend.

Ein weiterer Nachhaltigkeitsaspekt ist die Langlebigkeit. Expert*innen zufolge können Betonbauten weit über hundert Jahre mit nur geringem Erhaltungsaufwand ohne Nutzungsverlust betrieben werden. Durch seine bauphysikalischen Eigenschaften bietet Beton auch größtmögliche Flexibilität. Decken

aus Beton ermöglichen aufgrund ihrer hohen Tragfähigkeit große Spannweiten und damit flexible Raumaufteilungen durch nichttragende Innenwände.

Beton kann auch zu 100 Prozent recycelt werden. Hauptsächlich werden recycelte Gesteinskörnungen im Straßenbau und zur Verschüttung verwendet, wodurch Primärbaustoffe wie Kies, Splitt, Sand und natürliche Gesteinskörnungen ersetzt werden. Das gewonnene Rezyklat kann aber auch als Kiesersatz wieder zu Beton verarbeitet werden. Je nach Betonklasse können 15 bis 50 Prozent Recyclinganteile eingesetzt werden.

Ein Paradebeispiel für eine funktionierende Kreislaufwirtschaft ist das Projekt Carbon-2ProductAustria (C2PAT) von OMV, Verbund, Borealis und Holcim. Dabei wird CO₂ aus einem Zementwerk abgeschieden, der gewonnene Kohlenstoff wird zur Grundlage in der Fertigung von Kunst- und Kraftstoffen.

NACHHALTIGES HOLZ

Als nachwachsender Rohstoff hat der Baustoff Holz in der allgemeinen Wahrnehmung in Sachen Nachhaltigkeit einen Startvorteil. Bäume entziehen der Luft beim Wachstum das Treibhausgas Kohlendioxid. Der Kohlenstoff aus dem CO₂ wird im Holz gespeichert, durch chemische Reaktionen aus Wasser und CO₂ entsteht Sauerstoff (O₂), der wieder an die Umgebung abgegeben wird. Jeder Kubikmeter Holz bindet so laut der Interessenvertretung proHolz rund eine Tonne CO₂. Laut der eingangs erwähnten BMK-Studie hat Holz tatsächlich das Potenzial, im „Lebenszyklus weitgehend treibhausneutral im Ökosystem zu wirken“. Allerdings nur

dann, wenn der im Holz gebundene Kohlenstoff nicht durch Treibhausgasemissionen im Zuge der Holzgewinnung, des Transports und der Verteilungslogistik, der Trocknung und Verarbeitung überkompensiert wird.

Laut proHolz sind aktuell rund 3.600 Millionen Tonnen CO₂ in Österreichs Wäldern gebunden. Das entspricht etwa der 45-fachen Menge des jährlichen CO₂-Ausstoßes in Österreich von etwa 80 Millionen Tonnen CO₂. Heute wächst in Österreichs Wäldern mehr Holz nach, als genutzt wird, dennoch muss aufgrund der Exportlastigkeit der heimischen Industrie Holz importiert werden, um den Bedarf zu decken. Eine wirkliche Chance auf Treibhausgasneutralität hat Holz nur dann, wenn die in den Wäldern gebildete Kohlenstoffsенке erhalten bleibt oder sogar vergrößert wird. Je mehr Holz ohne Wiederaufforstung entnommen wird oder minderwertig – etwa als Brennholz – genutzt wird, desto schneller schrumpft die Senke. Je länger Holz im Kreislauf gehalten wird, desto nachhaltiger ist der Baustoff. Denn am Ende des

Lebenszyklus eines Holzprodukts wird das gespeicherte CO₂ wieder freigesetzt. Generell verfügt Holz über eine hohe Kreislauffähigkeit. Das gilt vor allem für Massivholzelemente, die demontiert und zu ähnlichen oder neuen Bauteilen zusammengesetzt werden können. Als Re-Use-Materialien können sie mit geringerem Energieaufwand durch den wegfallenden Recyclingprozess wieder neu eingebaut werden. Damit das funktionieren kann, ist es wichtig, dass die Verbindungen möglichst simpel mit kleinen und einfachen Werkzeugen demontierbar sind. „Prioritär müssen verbolzendes, geschraubte oder genagelte Lösungen gewählt werden. Die chemischen, nicht wieder anschließbaren Verbindungen müssen vermieden werden“, heißt es in der Studie „Rückbau und Wiederverwendung von Holzbauten“. Unbehandeltes Holz kann bedenkenlos recycelt und wiederverwendet werden, weil die Schadstoffbelastung gering ist. Bei verarbeitetem Holz z. B. wie Leimholz ist die Schafstoffbelastung vom konkreten Produkt und von der Bearbeitung abhängig.



Adobe Stock/Petair

Unbehandeltes Holz kann bedenkenlos recycelt und wiederverwendet werden.

NACHHALTIGER ZIEGEL

Bei der Mehrheit der in Österreich errichteten Ziegelbauten kommt zur Erhöhung der Dämmleistung ein Wärmedämmverbundsystem zum Einsatz. Weil das in der Regel aus nicht biologisch abbaubarem Styropor besteht, versuchen die Ziegelhersteller Alternativen zu entwickeln. Durch Innovationen bei Ziegelprodukten in Sachen Dämmleistung und Rezyklierbarkeit öffnen sich neue Verwendungsmöglichkeiten für Ziegel im monolithischen Hochbau oder semimonolithischen Hochbau mit im Ziegel eingebrach-

Die Ziegelindustrie entwickelt Innovationen wie ein Trockenstapelsystem, bei dem die Fassadenziegel ohne Mörtel auskommen und damit einfach rückbaubar sind.



Wienerberger nv/isa

ten Dämmstoffen. Damit wird nicht nur die Wärmedämmung verbessert, sondern auch die Schalldämmung.

Wird auf den Vollwärmeschutz gänzlich verzichtet, braucht es laut der BMK-Studie jedoch „vergleichsweise mächtigere wandbildende Ziegelkonstruktionen“ mit Ziegeltiefen bis zu 50 Zentimetern oder gegebenenfalls zwei Ziegelreihen mit einem Mauerwerk mit insgesamt 80 Zentimeter Tiefe. Dennoch stellt die Rückbesinnung zu monolithischen Bauweisen wie in der Gründerzeit laut der Studie eine „werthaltige Zukunftsstrategie und sinnvolle Alternative dar“.

Ist die Wärmedämmung im Ziegel integriert oder wird auf eine monolithische Bauweise gesetzt, entfällt auch viel Wartungsaufwand. So muss etwa über die Lebensdauer nicht die gesamte Dämmschicht, sondern lediglich die oberste Putzschicht ergänzt werden.

Abstriche muss man bei Ziegeln mit integrierter Wärmedämmung aber bei der Recyclingfähigkeit machen. Während unverfüllte

Vollziegel sehr gut recycelt werden und sogar ausgebaut und wiederverwendet werden können, gibt es bei den gefüllten Ziegeln aufgrund ihres noch relativ jungen Alters noch kaum Erfahrungswerte bezüglich der Wiederverwendung. Es gibt allerdings schon erste Entwicklungen, bei denen der massive, wärme gedämmte Hochlochziegel recycelt wird, indem die Mineralwolle-Stecklinge beim Zerkleinern der Ziegel durch ein mechanisches Verfahren mit Luftströmen getrennt werden. Sauberer Ziegelabbruch kann in der Ziegelproduktion verwendet werden, ohne die Qualität zu beeinträchtigen. Gebrochene Ziegel können außerdem im Straßen- und Wegebau sowie fein gemahlen als Sand auf Tennisplätzen eingesetzt werden. Zudem arbeitet die Ziegelindustrie an Innovationen wie einem Trockenstapelsystem, bei dem die Fassadenziegel ohne Mörtel auskommen und damit einfach rückbaubar sind. Wie bei Beton kann der Bedarf zur Gänze mit heimischer Produktion gedeckt werden. ■

DIE BAUSTOFFE IM NACHHALTIGKEITS-CHECK

	Versorgung des Gebäudes mit erneuerbaren Energieträgern	Inlandswertschöpfung	
Ziegel	Das Ziel ist gut erreichbar. Ein gut durchdachtes Energiekonzept und eine thermische Gebäudesimulation tragen dazu bei.	Hohe Inlandserträge, die benötigten Rohstoffe sind weitgehend regional verfügbar. Das Ziel ist hinsichtlich der Wertschöpfung erreichbar, Österreich befindet sich in einer sehr starken Marktposition. Die Ziegelindustrie ist im Bauwesen sehr stark vertreten.	
Beton	Das Ziel ist gut erreichbar und wird durch die thermische Bauteilaktivierung wesentlich unterstützt.	Hohe Inlandserträge, die benötigten Rohstoffe sind weitgehend regional verfügbar. Das Ziel ist hinsichtlich der Wertschöpfung erreichbar, Österreich befindet sich in einer sehr starken Marktposition. Die Betonindustrie ist wie die Ziegelindustrie im Bauwesen sehr stark vertreten.	
Holz	Das Ziel ist gut erreichbar, Bauteilaktivierung als besonders vorteilhafte Energieversorgungsstrategie ist bis dato aber wenig etabliert und nur in Hybridbauweise realisierbar (oder über Deckensegel oder Fußbodenheizung).	Hohe Inlandserträge, die benötigten Rohstoffe sind weitgehend regional verfügbar. Das Ziel ist hinsichtlich der Wertschöpfung erreichbar, Österreich befindet sich in einer sehr starken Marktposition. Kritisch zu bewerten ist die Tatsache, dass das in Österreich verwendete/produzierte Bauholz zu relativ hohen Anteilen aus dem Ausland importiert wird.	

Quelle: „Bautechnologien für den Klimaschutz: Monitoring innovativer Bauformen mit besonderer Relevanz für den Klimaschutz in Österreich“; Hrsg. Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie

Kreislauffähigkeit	Reduktion des Primärenergiebedarfs und von Treibhausgasemissionen bei den Baustoffen	Gebäude als Energiespeicher
<p>Ziegelabbruchmaterial kann in der Produktion mit einem Massenanteil von 15 bis 30 Prozent wiederverwertet werden. Auch im Straßen- und Wegebau ist die Verwertung möglich. Potenzial besteht noch in der tatsächlichen Umsetzung, speziell was die Beimischung des Abbruchmaterials im Herstellungsprozess neuer Ziegelprodukte betrifft.</p>	<p>Das Ziel ist gegenwärtig noch wenig umgesetzt. Vor allem der Einsatz fossiler Energien beim Brennvorangang ist Teil der Forschung, um zukünftig Emissionen zu reduzieren.</p>	<p>Das Ziel ist gut erreichbar. Durch die bereits gedämmten Ziegel kann Wärme gut gehalten und durch die gebrannte Tonmasse gespeichert werden.</p>
<p>Massivbaustoffe werden (im Down-cycling) umfassend wieder in den Wirtschaftskreislauf eingebracht und damit in kaskadische Nutzungen implementiert. Hier kann Verbesserungspotenzial erschlossen werden, wenn der Vorfertigungsgrad erhöht wird (Wiederverwendung von Bauteilen) und verstärkt Recyclingbeton zum Einsatz kommt.</p>	<p>Das Ziel ist gegenwärtig noch wenig umgesetzt, wenngleich die nationale Zementindustrie hinsichtlich ihrer Emissionseffizienz weltweit eine führende Position einnimmt.</p>	<p>Das Ziel ist sehr gut erreichbar.</p>
<p>Kaskadische Nutzung, hohe Wiederverwendbarkeit und Verwertbarkeit: In der Regel erfolgt derzeit die thermische Verwertung, kaskadische Nutzung und Wiederverwendbarkeit haben jedoch hohes Potenzial.</p>	<p>Das Ziel ist aufgrund der weitgehenden CO₂-Neutralität von Holz als Baustoff in sehr gutem Ausmaß erreichbar.</p>	<p>Das Ziel ist aufgrund der fehlenden Massen nur sehr eingeschränkt erreichbar.</p>

FORSCHEN FÜR BESSERES WOHNEN



Ob gesundes Wohnen, sommerliche Überhitzung oder ein Black-out bei Minusgraden: Seit 2014 werden im Viva-Forschungspark in Wopfing in zwölf Forschungshäusern verschiedene Baustoffe getestet und unterschiedliche Szenarien simuliert.

Der Viva-Forschungspark wurde 2014 eröffnet und ist Europas größte Forschungseinrichtung für vergleichende Baumaterialuntersuchungen. Das Hauptziel besteht darin, die Auswirkungen verschiedener Baumaterialien auf die Lebensqualität zu messen und zu bewerten.

Alle Häuser sind gleich groß und bestehen aus jeweils einem Raum, einem Fenster und einer Tür. Die Häuser wurden aus verschiedenen Baumaterialien wie Beton, Ziegelsteinen, Porenbeton oder Massivholz mit verschiedenen Innen- und Außenbeschichtungen errich-

tet. Um sicherzustellen, dass für alle Häuser dieselben Außenbedingungen gelten, wurden sie in einem speziellen Raster angeordnet, damit etwa alle im selben Ausmaß Sonnenschein abbekommen.

Ein Haus wurde speziell für die Messung der Außenbedingungen wie Temperatur, Wind oder Luftfeuchte vorgesehen. Es erhält ein Rechenzentrum, das Rohdaten von allen anderen Häusern fortlaufend erfasst.

In jedem der anderen Häuser sind 33 Sensoren verbaut. Im Rahmen einer zweijährigen Versuchsanordnung wurden mehr als fünf

Mit zwölf gleich großen Häusern werden die Auswirkungen unterschiedlicher Baumaterialien auf die Lebensqualität untersucht.



Millionen Daten erfasst und in Zusammenarbeit mit dem Department für Umwelthygiene und Umweltmedizin der Medizinischen Universität Wien, dem österreichischen Institut für Baubiologie und -ökologie (IBO) und der FH Burgenland ausgewertet. Das Ergebnis zeigt, dass Häuser mit guter Außendämmung und Innenmasse die Energie am besten speichern und kurzfristige Temperaturschwankungen optimal ausgleichen können. Bei Bauphysik- und Behaglichkeitsevaluierungen schneidet das ungedämmte Haus in fast allen Fällen schlechter ab als die gedämmten Häuser. Zudem verbraucht ein ungedämmtes Haus rund 250 Prozent mehr an Energie (siehe Kasten rechts).

Neben diesem Großversuch werden im Viva-Forschungspark aber auch laufend verschie-

DIE ZENTRALEN ERKENNTNISSE

Zwei Jahre lang haben Wissenschaftler aus Bauphysik, Bauchemie und Medizin im Viva-Forschungspark in Wopfing, Niederösterreich, über fünf Millionen Daten analysiert und bewertet, mit folgenden Ergebnissen:

BAUSTOFFE: Häuser mit guter Außendämmung und Innenmasse speichern Energie am besten und gleichen kurzfristige Temperaturschwankungen optimal aus.

DÄMMUNG: Bei fast allen Bauphysik- und Behaglichkeitsevaluierungen schneidet das ungedämmte Haus schlechter ab als die gedämmten Häuser. Zudem verbraucht ein ungedämmtes Haus rund 250 Prozent mehr an Energie.

INNENRAUMKLIMA: Innenputze liefern bereits mit einer dünnen Schicht (1,5–2 cm) einen markanten Beitrag zur Pufferfähigkeit des Innenraumklimas.

GESUNDHEIT UND BEHAGLICHKEIT: Bei der Frage nach den gesundheitlichen Auswirkungen unterschiedlicher Bauweisen und Baustoffe auf den Menschen wurden die gedämmten Häuser – allen voran die gedämmten Häuser aus Ziegel und Beton – am besten bewertet.



Die Ergebnisse des Viva-Forschungsparks zeigen, dass der Puffereffekt massiver, schwerer Wände auch im Winter für konstantere Innenraumtemperaturen und bessere Wohnbehaglichkeit sorgt.

dene Einzelszenarien wie ein Blackout im Winter oder sommerliche Überhitzung getestet.

SZENARIO: SOMMERLICHE ÜBERHITZUNG

Weil sich der Klimawandel auch in unseren Breiten immer stärker bemerkbar macht, ist man im Viva-Forschungspark der Frage nachgegangen, wie man Häuser ohne Klimaanlagen umweltfreundlich und kostengünstig kühl halten kann. Dabei hat sich gezeigt, dass sowohl die Wärmedämmung als auch die Speichermasse der Wandkonstruktion entscheidenden Einfluss auf die Innenraumtemperatur haben.

Die Wärmedämmung sorgt dafür, dass ein Großteil der Sommerhitze tagsüber draußen bleibt. Messungen im Sommer 2022, dem

bis dahin viertwärmsten Sommer in Österreichs Messgeschichte, haben gezeigt, dass im massiv gebauten und mit passenden Wärmedämmverbundsystem (WDVS) ausgestatteten Haus an keinem einzigen Tag die maximal empfohlene Wohlfühltemperatur von 24 Grad Celsius im Innenraum überschritten wurde. Somit wäre an keinem Tag eine Klimaanlage notwendig gewesen.

Massive Wände können eindringende Restwärme besser puffern, zudem brauchen sie länger, um sich zu erwärmen. Und beim Lüften in den kühleren Nachtstunden geben sie die tagsüber aufgenommene Wärmeenergie auch wieder ab.

Dieser Effekt sorgt für konstantere Innenraumtemperaturen und ein generell angenehmeres Innenraumklima.

SZENARIO: BLACKOUT

Nachdem in den letzten Jahren die Angst vor einem massiven Blackout, einem europaweiten Stromausfall über mehrere Tage, deutlich zugenommen hat, wurde im Viva-Forschungspark simuliert, was genau sich im Winter ohne Heizung innerhalb von 48 Stunden abspielen würde. Dazu wurde mitten im Winter in allen Häusern des Forschungsparks die Heizung ausgeschaltet. Die anfängliche Innentemperatur betrug 21 Grad Celsius, die Außentemperatur lag bei minus zwölf Grad. Auch in diesem Szenario schnitt die Kombination aus Wärmedämmung und großer Speichermasse am besten ab (siehe Tabelle unten).

Die Messungen belegen, dass massive, schwere Wände die Heizwärme speichern und sie erst durch den Ausfall der Heizung langsam wieder abgeben. Dieser Puffereffekt sorgt für konstantere Innenraumtemperaturen

und im Winter für Behaglichkeit. Je „leichter“ die Bauweise der Wandkonstruktion ist, desto niedriger waren die gemessenen Innenraumtemperaturen, obwohl alle Wandbildner die exakt gleiche Dämmung und auch gleiche Dämmwirkung aufwiesen.

In den gedämmten Häusern mit Massivwänden lagen die Innentemperaturen nach zwei Tagen zwischen 15 und 17 Grad Celsius. Auch die Wandoberflächentemperaturen lagen in diesem Bereich. Beim gedämmten Holzblockhaus sanken die Innen- und Wandtemperatur auf 13 Grad, bei der gedämmten Holzständerwand sogar auf elf Grad Raum- und sieben Grad Wandtemperatur.

Am schlechtesten schnitt das ungedämmte Ziegelhaus mit 25 cm Ziegelwandstärke ab. Allerdings entspricht diese Bauweise nicht mehr dem heutigen Baustandard, sondern simuliert den klassischen unsanierten Altbestand der 1960er-Jahre. ■

TEMPERATURENTWICKLUNG IM WINTER

Simulierter zweitägiger Heizungsausfall bei -12 Grad

Wandbildner	Dämmung	Innentemperatur Ausgangswert	Innentemperatur nach 2 Tagen	Wandtemperatur nach 2 Tagen
25er-Ziegel	Nein	21 °C	4 °C	1 °C
Holzständerwand	Ja	21 °C	11 °C	7 °C
50er-Ziegel gefüllt	Ja	21 °C	13 °C	12 °C
Holzblockhaus	Ja	21 °C	13 °C	13 °C
25er-Ziegel	Ja	21 °C	15 °C	15 °C
Beton	Ja	21 °C	17 °C	17 °C

Quelle: Viva-Forschungspark

Gedämmte Massivbauhäuser halten bei einem Heizungsausfall die Temperatur im Winter am besten im Raum konstant.



Adobe Stock/Wasan

SICHER IST SICHER

Auch wenn man es niemandem wünscht: Äußere Einflüsse wie Naturgewalten oder Feuer können nicht immer verhindert werden. Welche Schäden Erdbeben, Wasser und Co anrichten können und welche Maßnahmen man im Vorfeld dagegen ergreifen kann.

Sicherheit und Geborgenheit sind die zentralen Werte, die ein neues Eigenheim vermitteln soll. Mit vielen technischen Lösungen lassen sich Gebäude in Sachen Einbruchschutz, Brandschutz oder auch in puncto Kindersicherheit nachrüsten.

Aber schon bereits bei der Planung und beim Bau eines Hauses können Entscheidungen getroffen werden, um gegen Naturgewalten, Wetterereignisse und Feuer gut gerüstet zu sein.

WIND- UND SCHNEELASTEN

Eine wichtige Rolle bei der Planung des Hauses spielt die Lage. Denn diese entscheidet, mit welchen Schnee- und Windlasten gerechnet werden muss, um den Vorgaben der jeweiligen Bauordnungen zu entsprechen. Je höher die Schneelast, desto massiver müssen die Tragwerke sein. In den Bergen müssen Gebäude mehr aushalten, in Wien und im Osten des Landes naturgemäß weniger.

Auf der öffentlich zugänglichen Website www.hora.gv.at (HORA steht für Natural Hazard Overview & Risk Assessment Austria) des Umweltwarndienstes des Bundesministeriums für Landwirtschaft, Regionen und Tourismus kann das Risiko von Naturkatastrophen für die eigene Region bzw. sogar das eigene Grundstück geprüft werden. Unter Berücksichtigung der regional unterschiedlichen Gegebenheiten und der Wiederkehrwahrscheinlichkeit von Großereignissen leiten sich auch die unterschiedlichen Vorgaben und Grenzwerte in den bundesländer-spezifischen Bauordnungen ab. Österreich ist bei den Berechnungen vergleichsweise konservativ – ergänzend dazu wird zudem noch ein zusätzlicher Sicherheitsaufschlag als Reserve miteinberechnet.

Der Massivbau ist in Sachen Traglasten dem Holzbau gegenüber im Vorteil, d. h. es können schlankere Bauteile mit weniger Material realisiert werden. Dennoch sollten von Fachexperten geplante und ausgeführte Gebäude baustoffunabhängig den jeweiligen Bauordnungen und Normen entsprechen, sodass es in puncto Risikobetrachtung keinen Unterschied gibt.

Wichtige Normen:

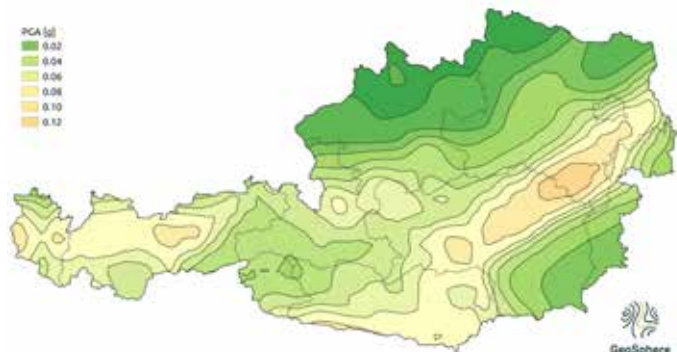
- **Schneelasten:** ÖNORM B 1991-1-3: 2022-05-15
- **Windlasten:** ÖNORM B 1991-1-4: 2023-04-1

ERDBEBENRISIKO IN ÖSTERREICH

Weitere Außeneinflüsse, die die Sicherheit von Gebäuden beeinflussen können, sind Erdbeben. In Österreich werden laut Geosphere Austria (ehemals Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik) jährlich zwischen 40 und 50 Erdbeben wahrgenommen; instrumentell registriert werden jährlich jedoch über tausend Erdbewegungen. Die meisten Beben machen sich durch ein deutliches Rütteln bemerkbar, doch etwa alle zwei bis drei Jahre muss in Österreich auch mit leichten Gebäudeschäden durch ein stärkeres Erdbeben gerechnet werden. Schwere Schäden an Gebäuden ($IO > 8^\circ$ EMS) kommen bedeutend seltener vor, hier beträgt die durchschnittliche Wiederkehrperiode etwa 120 Jahre.

Trotz dieser im europäischen Vergleich geringen Häufigkeit können Erdbeben zu Gebäudeschäden führen. Aus diesem Grund regelt die europaweite Verordnung Euro-

Erdbebensicheres Bauen ist in Österreich in der ÖNORM B 1998-1 geregelt. Zentrales Element ist dabei die Erdbebengefährdungskarte von Geosphere Austria.



code 8 sowie nationale Standards die Bauvorschriften im Bereich der Erdbebensicherheit. In den Regelwerken wurde festgelegt, dass ein erdbebengerecht gebautes Gebäude auf eine Erschütterung ausgelegt sein muss, die durchschnittlich einmal innerhalb von 500 Jahren zu erwarten ist.

Zwar zählt Österreich in diesem Punkt längst nicht zu stark gefährdeten Regionen, grundsätzlich können jedoch beinahe überall in Österreich Erdbeben vorkommen. Laut aktueller Gefährdungskarte von Geosphere Austria wurden in der Mur-Mürz-Furche, im Semmering-Gebiet und im Wiener Becken die größten Gefährdungswerte ermittelt.

GENERELL GILT FÜR ERDBEBEN-SICHERES BAUEN: JE KOMPAKTER, UMSO SICHERER. GEDRUNGENE BAUWERKE SIND STABILER ALS VERSCHACHELTE GRUNDRISSSE.

ERDBEBENSICHERES BAUEN

Erdbebensicheres Bauen fängt schon bei der Planung an. So sind Häuser mit einfachem, möglichst symmetrischem Aufbau und tiefem Schwerpunkt bebensicherer als hohe Türme oder Konstruktionen mit verschachtelten Grundrissen wie U- oder T-Formen. Generell gilt: je kompakter, umso sicherer. Gedrungene Bauwerke sind relativ starre Körper, welche die Bodenbewegungen bei Erdbeben in vielen Fällen einfach mitmachen. Ihre Eigenschwingung ist dabei relativ gering, weshalb sie nicht so schnell einstürzen.

Wichtig ist zudem eine hohe Steifigkeit der Bauwerke. Ein Haus, das nur aus Außenmauern besteht, wird sich bei einer horizontalen Bewegung der Erde eher verformen als eines, das mit Zwischenwänden ausgesteift ist. Ideal sind Aussteifungswände, die über mehrere Geschoße verlaufen. Unsymmetrische, versetzte Wandordnungen sind zu vermeiden. Auch ein Kern aus Stahlbeton erhöht die Steifigkeit. Planerisch lässt er sich zum Beispiel gut mit einem Treppenhaus oder einem Fahrstuhlschacht verbinden.

Schwere Gebäude aus Beton oder Mauerwerk geraten nicht so schnell in Schwingungen und gelten als relativ erdbebensicher.

Eignet sich aber doch ein Beben, dann sind wesentlich größere Trägheitskräfte im Spiel, die zu Schäden und Einstürzen führen können. Der leichtere Baustoff Holz erlaubt hingegen vor allem in der Holzständerbauweise relativ große Verformungen,

bevor die Konstruktion einstürzt. Zusätzliche Beplankungen der Holzständer können zudem seitliches Abknicken oder Kippen des Tragwerks erschweren (vgl. Grimm, Roland: „Was versteht man unter erdbebensicherem Bauen?“, www.baustoffwissen.de).

ÜBERSCHWEMMUNGEN UND WASSEREINTRITT

Auch Wasser – sei es aufgrund eines Wasserschadens oder eines Wassereintritts von außen – kann im Zuge des Gebäudelebenszyklus eine Gefahr für die Bausubstanz dar-



Adobe Stock/cegli

Schimmelbildung ist nach einem Wassereintritt eine gängige Gefahr. Während beim Massivbau für die Sanierung Lüftungsgeräte und Trocknungsmaßnahmen oft reichen, gestaltet sie sich beim Holzbau häufig aufwendiger.

stellen. Wie man darauf am besten reagiert und welche Maßnahmen zu setzen sind, hängt wiederum von der Wahl der Baustoffe und Bauweisen ab.

Da im Massivbau wesentliche Abbindevorgänge auf Reaktionen unter Einbindung von Wasser stattfinden, stellt der Wassereintritt keine nennenswerte Gefährdung im Hinblick auf die Baukonstruktion da. Der Schaden entsteht eher im Bereich des Ausbaus und der Einrichtung. Dennoch sollte der Auslöser des Wasserschadens unverzüglich behoben werden und Trocknungsmaßnahmen, beispielsweise mit Ventilatoren und Lüftungsgeräten, eingeleitet werden, um Schimmelbildung zu vermeiden.

Bei Neubauten kann feuchtes Mauerwerk auch durch Ausführungsmängel wie z.B. fehlerhafte Dämmung, Risse oder fehlende Vertikal- bzw. Horizontalsperren so-

wie steigenden Grundwasserspiegel und Starkregeneignisse entstehen. Trocknungsmaßnahmen wie zusätzliche Abdichtung oder Mauerwerksinjektionen von ausgebildeten Professionisten können hier Abhilfe schaffen. Dank der gestiegenen Produktqualität und des hohen Know-hows in der Ausführung kommt feuchtes Mauerwerk bei von Profis realisierten Gebäuden jedoch nur noch selten vor.

Etwas komplizierter gestaltet sich das Thema Wasser bei Holzbausystemen. Der Feuchtegehalt des Materials sollte rund 15 Vol% betragen mit einer Schwankungsbreite zwischen zwölf und 20 Prozent. Je höher die Holzfeuchte, desto größer ist die Gefahr, dass Holz von holzerstörenden Pilzen und Insekten angegriffen wird. Eine Sanierung ist in der Regel nur durch den Austausch der betroffenen Bauteile möglich.

Bei Wasserschäden im Holzbau sollte deshalb sofort reagiert und der Schadensbereich freigelegt werden. Wegen der Gefährdungssituation des Wand- und/oder Deckenbereichs (Stichwort Tragfähigkeit) sollten Trocknungs- und Sanierungsmaßnahmen unter Einbeziehung eines Holzbau-Meisters geplant und durchgeführt werden (vgl. Mooslechner-Expertise, 2022, S. 19). Bei besonders belasteten Bereichen sind die Systemaufbauten rückzubauen. Durchnässte Materialien wie z.B. Faserdämmstoffe müssen zudem ausgetauscht werden, da deren Funktionsfähigkeit durch eine Durchfeuchtung nachhaltig eingeschränkt wird.

BRANDSCHUTZ

Eine der Hauptsorgen von Bauherr*innen ist neben dem Wasser das Feuer. Deshalb spielt der Brandschutz häufig eine zentrale Rolle bei der Entscheidung für das Baumaterial.

Für eine bessere Einschätzung sollte man auf folgende Dinge achten:

Die einzelnen Bauteile werden nach ihrem Brandverhalten beurteilt und in Brandwiderstandsklassen (R30 bis R180) eingeteilt. Damit wird beschrieben, wie lange ein Bauteil einem Brand widerstehen kann, ohne seine Funktion zu verlieren. R30 (R steht für „resistance“) bedeutet, dass ein Bauteil 30 Minuten einem Brand widersteht und die Tragfähigkeit nicht verliert. R180 bedeutet, dass das Bauteil im Brandfall mindestens 180 Minuten standsicher bleibt (siehe Kasten).

Abhängig von der jeweiligen Gebäudeklasse müssen unterschiedlich strenge Brandschutzvorgaben eingehalten werden. Laut OIB-Richtlinie 2, in der die Brandschutzvorgaben geregelt sind, sind Ein- und Zweifamilienhäuser in der Gebäudeklasse 1 einzureihen, womit keine besonderen Brandschutzanforderungen notwendig sind.

BRANDSCHUTZKATEGORIEN

Im Wohnbau wird unterteilt in:

- **Feuerhemmend R30:** Brandwiderstand min. 30 Minuten)
- **Hochfeuerhemmend R60:** Brandwiderstand min. 60 Minuten
- **Feuerbeständig R90:** Brandwiderstand min. 90 Minuten

Das Brandverhalten der Baustoffe wird in der ÖNORM EN 13501-1 in folgende Brennbarkeitsklassen (A1-F) unterteilt:

- **A1 + A2 – kein Beitrag zum Brand,** z. B. Beton, Ziegel, Stein, Stahl, Schaum-

glas, Kalk-, Lehm-, Gips-, Zementputz, Gipskartonplatten, Lehmbauplatten)

- **B + C – (sehr) begrenzter Beitrag zum Brand,** z. B. Wärmedämmverbundsysteme, Kunstharzputz)
- **D + E – hinnehmbarer Beitrag zu Brand / hinnehmbares Brandverhalten,** z. B. Holz und Holzwerkstoffe, PVC
- **F – keine Leistung in Hinblick auf Flammwidrigkeit feststellbar,** z. B. Stroh, Papier, Zelluloseflocken oder auch Schaumstoffe)



Adobe Stock/Katarzyna

Das Brandverhalten von Baustoffen spielt für viele Bauherr*innen eine zentrale Rolle bei der Entscheidung zwischen Massiv- und Holzbau.

VERHALTEN DER BAUTEILE IM BRANDFALL

Massivbauten haben im Vergleich zur Leichtbauweise beim Thema Brandschutz schon aufgrund der Materialeigenschaften die Nase vorn. Beton, Porenbeton, Ziegel oder Stein können ohne weitere Prüfung der Brennbarkeitsklasse A1 zugeordnet werden und tragen auch nicht zur Brandlast und Rauchentwicklung bei.

Ziegelwände zählen oft schon ab einer Dicke von 115 Millimetern zur Brandwiderstandsklasse R90, bei Hochlochziegeln mit einem hohen Lochanteil muss die Wandstärke erhöht werden, um eine vergleichbare Feuerbeständigkeit zu erreichen. Betonwände und Betondecken sind bei normaler Betondeckung meist hochfeuerhemmend R60, mit einer höheren Betondeckung lässt sich auch

der Brandschutz noch weiter erhöhen. Bauteile aus Holz wiederum (z.B. Holzständerwände oder Holzbalkendecken) gelten „normal entflammbar“. Der Brandwiderstand von Massivholz kann jedoch, wenn die Bauteile ausreichend stark dimensioniert wurden, dank des zusätzlichen Schutzes der Verkohlung signifikant gesteigert werden. Einen weiteren Schutz können auch Ummantelungen mit nichtbrennbaren Platten wie Gipskartonplatten, Gipsfaserplatten oder Lehmplatten bilden.

Aufgepasst bei Stahlträgern oder Stahlstützen: Diese können im Brandfall innerhalb weniger Minuten die Festigkeit verlieren. Um den Brandwiderstand zu erhöhen, sollte das tragende Stahlbauteil zusätzlich z.B. durch spezielle Brandschutzanstriche oder Ummantelungen geschützt werden. ■

WUSSTEN, SIE DASS ...

Nützliches und Wissenswertes über **KREISLAUFWIRTSCHAFT UND LEBENSZYKLUS VON BAUSTOFFEN UND GEBÄUDEN.**

EMISSIONEN UND ENERGIEVERBRAUCH

... der Bau- und Gebäudesektor für ein Drittel des globalen Energieverbrauchs und für 38 Prozent der CO₂-Emissionen verantwortlich ist? Die Entwicklung energieeffizienter und umweltschonender Gebäude stellt deshalb eine der zentralen Herausforderungen dar.

HOLZBEDARF

... der österreichische Bedarf an Holz das Inlandsangebot um bis zu 50 % übersteigt? Laut der Studie „Import & Export von Holzsortimenten“ des ehemaligen Bundesministeriums für Nachhaltigkeit und Tourismus wurden im Jahr 2018 rund zwölf Millionen Festmeter Rund- und Schnittholz importiert, aber nur sieben Millionen Festmeter exportiert.

UMWELTSCHUTZWELTMEISTER

... die österreichische Zementindustrie Weltmeister bei Umwelt- und Klimaschutz ist? Nirgendwo anders wird bei der Herstellung von Zement weniger CO₂ emittiert. Auch die Ersatzbrennstoffrate von 80 Prozent ist die mit Abstand höchste weltweit. Bis 2050 will die österreichische Zementindustrie die Emissionen entlang der Wertschöpfungskette von Zement und Beton auf null reduzieren.

RESSOURCENVERBRAUCH

... der Ressourcenverbrauch der Bauwirtschaft etwa 200 Millionen Tonnen beträgt? 60 Prozent entfallen auf nichtmetallische Mineralstoffe wie Beton und Ziegel, 24 Prozent sind biomassebasiert (Holz), 13 Prozent fossile Energieträger und drei Prozent metallische Erze.

NUTZER*INNENVERHALTEN

... die Bewohner*innen selbst den größten Einfluss auf den Energieverbrauch des Gebäudes haben? Zahlreiche Studien belegen, dass unangepasstes Nutzerverhalten sogenannte Rebound-Effekte verursachen kann, wodurch der tatsächliche Energieverbrauch den berechneten Energiebedarf deutlich übersteigen kann.

RECYCLING

... die Kreislaufwirtschaft im Hochbau ziemlich komplex ist? Um Reststoffe als Basis für qualitativ hochwertige, schadstofffreie Recyclingbaustoffe verwenden zu können, ist eine sortenreine Trennung und Aufbereitung erforderlich. Die Zunahme von Verbundmaterialien erschwert den sortenreinen Rückbau im Hochbau beträchtlich.

WIEDERVERWERTUNG

... es beim Bauen nicht immer neue Ziegel sein müssen? Nach dem Entfernen der Mörtelreste sind recycelte Ziegel für Renovierungen oder Neubauten nutzbar, sie werden auch als Splitt in der Produktion von Fertigteilwänden beigemischt. Ist eine Wiederverwendung nicht mehr möglich, kann der Abbruch zu Schamottezuschlag vermahlen werden, der als Rohstoff für die Herstellung neuer feuerfester Steine verwendet wird.

BAUSTOFFE IM KREISLAUF

Der Bau- und Gebäudesektor zählt zu den größten Ressourcenkonsumenten: Ihm werden zwei Drittel des Abfallaufkommens zugeschrieben, ein Drittel des Energieverbrauchs und 38 Prozent der CO₂-Emissionen. Der Kreislaufwirtschaft im Bauwesen kommt daher große Bedeutung zu.

Der Baukreislauf beginnt mit der Planungsphase und endet mit Wiederverwendung und Recycling. Dazwischen finden sich die Phasen Ausschreibung und Vergabe, Errichtung, Übergabe/Abnahme sowie Nutzung und Betrieb des Gebäudes. Ziel ist das Schließen von Energie- und Materialkreisläufen, um Rohstoffe und Energien, die zum Erstellen und beim Betrieb eines Bauwerkes benötigt werden, wirkungsvoller zu nutzen und die Abfallproduktion zu minimieren oder zu vermeiden. Bereits in den 1960er-Jahren wurde das Konzept der Lebenszykluskostenrechnung für

RECYCLING

Derzeit machen Bau- und Abbruchabfälle laut dem Verband Österreichischer Entsorgungsbetriebe (VOEB) 16,4 Prozent des Gesamt- abfallaufkommens in Österreich aus, das sind insgesamt 11,4 Millionen Tonnen pro Jahr. Davon werden rund 70 Prozent recycelt und der Kreislaufwirtschaft als Recyclingbaustoffe wieder zugeführt. Bislang waren die üblichen Szenarien am Nutzungsende für Holz die Verbrennung mit Energierückgewinnung, für Stahlbeton und Ziegel das Recycling, für Gipsbauplatten die Deponierung und für Dämm-

stoffe die Verbrennung bzw. Deponierung. Während die Recyclingquote im Tiefbau laut dem Klima- und Energiefonds bereits bei etwa 80 Prozent liegt, erreicht sie im Hochbau erst etwa 40

KREISLAUFWIRTSCHAFT IST BEREITS EIN ZENTRALES THEMA IM MASSIVBAU.

die Beurteilung der Wirtschaftlichkeit großer Investitionen im Baubereich angewendet. Die Lebenszykluskostenrechnung gilt aber nicht nur für große Gebäude, auch Ein- und Mehrfamilienhäuser profitieren davon.

Prozent. Die übliche Verwertung von Betonabbruch ist die Verfüllung von Hohlräumen im Straßenunterbau, was einem Downcycling entspricht. In geringem Umfang wird Beton als Zuschlag für neuen Beton einge-



Adobe Stock/Elroi

Bau- und Abbruchabfälle machen rund 16,4 Prozent des Gesamtabfallaufkommens in Österreich aus. Rund 70 Prozent davon werden recycelt. Für qualitativ hochwertige Recyclingbaustoffe sind eine sortenreine Trennung und Aufbereitung nötig.

setzt, dem sogenannten Recyclingbeton. Es ist dringend erforderlich, Stoffkreisläufe zu schließen und die Effizienz des Materialeinsatzes sowie den Einsatz erneuerbarer Ressourcen deutlich zu erhöhen. Um Reststoffe als Basis für qualitativ hochwertige, schadstofffreie Recyclingbaustoffe verwenden zu können, ist eine sortenreine Trennung und Aufbereitung erforderlich. Die Zunahme von Verbundmaterialien erschwert den sortenreinen Rückbau im Hochbau beträchtlich. Lösungen wären der Einsatz CO₂-reduzierter Baustoffe, etwa Beton mit Portlandzement-freien bzw. -armen Bindemitteln, der Einsatz von Baustoffen auf Basis nachwachsender Rohstoffe, die Nutzung von Recyclingbaustoffen und materialeffizienter, vorgefertigter Bausysteme, die deutliche Erhöhung des Sekundärrohstoffanteils in Baustoffen sowie der Einsatz fortschrittlicher Technologien

Kreislaufwirtschaft am Bau wird erleichtert durch:

- Flexibilität durch modulare, vorgefertigte Elemente
- Industriell vorgefertigte Module
- Intelligente Verbindungstechnik
- Materialexperimente mit recycelbaren Rohstoffen
- Dokumentation im Sinne der Erfassung aller beim Bau verwendeten Materialien
- Funktionsintegration, d.h. die Zusammenfassung mehrerer Funktionen in einem einschaligen Bauteil (z.B. Wärme-, Feuchte-, Schall- und Brandschutz in einem Bauteil aus wärmedämmenden Mauersteinen mit Innen- und Außenputz)

bei der Produktion nachhaltiger Baustoffe. Wichtig ist bei Beton der Re-Use-Gedanke, also die Umnutzung von Gebäuden, umgesetzt z.B. in Otto Wagners Postsparkasse, der Urania oder beim Demuth-Gebäude in der Kaiserstraße in Wien. Ein Beispiel aus der Schweiz: Beim Projekt NEST in Dübendorf bei Zürich sind nahezu alle Teile des Gebäudes modularartig austauschbar und können damit jederzeit an veränderte Nutzungsbedürfnisse angepasst werden.

MASSIVER KREISLAUF

Kreislaufwirtschaft ist zentrales Thema in der Zementindustrie. Ein Blick auf 2021: Insgesamt wurden über 75 Prozent der fossilen Energieträger durch Ersatzbrennstoffe wie Sägemehl, Altholz, Gummiabfälle, heizwertreiche Fraktionen und landwirtschaftliche Rückstände substituiert – pro Tonne Zement wurden bereits 447 Kilogramm alternative Materialien einer neuerlichen Verwertung zugeführt. Entstehende Treibhausgase sollen

zu neuen Werkstoffen verarbeitet werden – Stichwort Carbon-to-Product: Mithilfe von grünem Wasserstoff wird abgeschiedenes CO₂ zu Kohlenwasserstoffen verarbeitet und für die Herstellung von Kraftstoffen sowie die Erzeugung hochwertiger Kunststoffe genutzt. Für den Baustoff Beton gibt es eine beinahe 100-prozentige Kreislaufwirtschaft, jährlich fallen in Österreich rund drei Millionen Tonnen Altbeton an. Nach dem Rückbau von Betonbauteilen und dem Transport zur Betonrecyclinganlage gelangt er in eine Brechanlage, wo der Betonabbruch den sogenannten End-of-Waste-Status erreicht. Der Output am Ende des Brechvorgangs kann als Sekundärmaterial die Primärmaterialien Sand und Splitt/Schotter ersetzen. Die Betonnorm sieht je nach Art und verwendeter Menge der rezyklierten Gesteinskörnung vor, welche Betonsorten damit hergestellt werden dürfen und in welchen Anwendungsbereichen sie eingesetzt werden können. Anders als in Deutschland (erst ab 2 mm Korngröße zulässig) und damit so wie in der Schweiz ist in Österreich die Verwendung der kompletten feinen rezyklierten Gesteinskörnung zulässig, also ab >0 mm. Mineralische Recyclingbaustoffe werden vor allem für Tragschichten, Schüttungen und als Zuschlagstoffe für andere Materialien verwendet.

In Österreich werden etwa eine Million Tonnen Mauerziegel jährlich produziert. Um Deponierung zu vermeiden, ist eine aufwendige Sortierung und Vorbehandlung des Bauschutts erforderlich. Nach dem Entfernen der Mörtelreste sind recycelte Ziegel für Renovierungen oder Neubauten nutzbar, sie werden auch als Splitt in der Produktion von Fertigteilwänden

BEST PRACTICE

Ziel der Europäischen Union ist es u. a., 30 Prozent der natürlichen Gesteinskörnungen durch rezyklierte Materialien zu ersetzen. Ein gelungenes Beispiel ist der TriTech-ÖkoBeton von Hasenöhrl. Dabei werden gebrannter Ziegel, Altbeton und Mauerwerksabbruch zerkleinert, gemahlen, gesiebt und gesichtet. Das so erzeugte Rezyklat wird in einem patentierten Verfahren mit den Naturgesteinskörnungen vermengt und zu Recyclingbeton verarbeitet..



Wopfinger Transportbeton

Altbeton wird für lose Schüttungen im Unterbau eingesetzt und für die Herstellung von neuem Beton verwendet. Primäre Rohstoffe wie Kies und Sand werden hierbei eingespart.

beigemengt. Ist eine Wiederverwendung nicht mehr möglich, kann der Abbruch zu Schamottezuschlag vermahlen werden, der als Rohstoff für die Herstellung neuer feuerfester Steine verwendet wird. Die gesamte Wiederverwendbarkeit bei Ziegeln beläuft sich laut Branche auf etwa 90 Prozent.

HOLZKREISLAUF

Holzbauteile werden in den drei Kategorien Vollholzprodukte, Holzwerkstoffe und hybride Holzbauteile wie Holz-Beton-Verbund zum Bauen eingesetzt. Sind Wände, Decken und Dach eines Holzhauses ohne Leim und Metalle gefertigt, kommt die Entsorgung einer hochwertigen Rückführung in das Ökosystem gleich. Allerdings wird das bei der Photosyn-

these gebundene CO₂ am Ende des Kreislaufs wieder freigesetzt. Aus dem rückgebauten Baustoff entsteht Rohstoff für z.B. neue Span- und Faserplatten oder Papier. Mit Upcycling kann Holz neues Leben eingehaucht werden – es entstehen neue Wand- und Deckenverkleidungen, Fußböden, Türen, manchmal sogar neue Möbelstücke. Mit der Recyclingholzverordnung wurden Qualitätsstandards für das Recycling von Altholz geschaffen. Vermehrt soll bereits beim Anfall des Altholzes auf eine getrennte Sammlung der verschiedenen Altholzqualitäten geachtet werden. Ein Recycling beschichteter und imprägnierter oder mit Leim verbundener Hölzer ist nicht mehr möglich – es wird energetisch verwertet. ■



Adobe Stock/2ragon

DIE ÖKOBILANZ VON BAUSTOFFEN

Wer selber baut, kann auch selber über das Nachhaltigkeitsniveau seines Eigenheims entscheiden. Jeder Baustoff hat seine Vor- und Nachteile. Die schlechte Bilanz, die dem Massivbau mitunter nachgesagt wird, stimmt in der Regel nicht.

Der Bau- und Gebäudesektor ist für ein Drittel des globalen Energieverbrauchs und für 38 Prozent der CO₂-Emissionen verantwortlich, weshalb der Entwicklung energieeffizienter und umweltschonender Gebäude große Bedeutung zukommt. Vergleichende Materialanalysen gibt es bereits weltweit. Ökobilanzen unter Baustoffen sind allerdings schwierig, oft werden einzelne Lebenszyklusphasen nicht betrachtet, wodurch Ergebnisse fehlerhaft und unterschiedlich ausfallen. Mit Beton wird

meist nur Zement in Verbindung gebracht, auf den rund acht Prozent der globalen CO₂-Emissionen zurückzuführen sind. Betrachtet man jedoch den gesamten Lebenszyklus, zeigt sich, dass die Wahl der Baustoffe nur zu geringen Unterschieden im Gesamtergebnis führt, das heißt, einen guten oder schlechten nachhaltigen Baustoff gibt es nicht. Massivhäuser sind über ihre durchschnittliche Nutzungsdauer von 80 Jahren mindestens gleich umweltschonend – bei einzelnen Kriterien

sogar deutlich günstiger. Als entscheidend für das Ergebnis werden das Haustechnik-konzept, die Wahl der eingesetzten Komponenten und Energieträger bzw. der grundsätzliche Energiestandard des Gebäudes sowie die Gebäudenutzung gesehen. Zahlreiche Studien belegen, dass hinsichtlich des Energieverbrauchs die Nutzer selbst den größten Einfluss haben. Unangepasstes Nutzerverhalten kann sogenannte Reboundeffekte verursachen, der tatsächliche Energieverbrauch kann den berechneten Energiebedarf deutlich übersteigen. Dieser Mehrverbrauch erreicht mitunter bis zu 100 Prozent des berechneten Energiebedarfs für die Heizwärmebereitstellung, 60 Prozent Mehrverbrauch sind keine Seltenheit (vgl. Sölkner

2012). Das International Institute for Sustainable Development in Kanada plädiert angesichts vergleichbarer Treibhausgas-

effekte unterschiedlicher Baukonstruktionen dafür, die Anstrengungen auf die Energieeffizienz zu fokussieren und möglichst langlebige Gebäude zu errichten. Dass die Ökobilanzen von Massivbau und Holz sehr eng beieinanderliegen, beweisen auch internationale Lebenszyklusstudien wie jene vom Technical Research Institute of Sweden. Je höher die Energieeffizienz eines Gebäudes ist, desto geringer sind die Umweltauswirkungen über den Lebenszyklus.

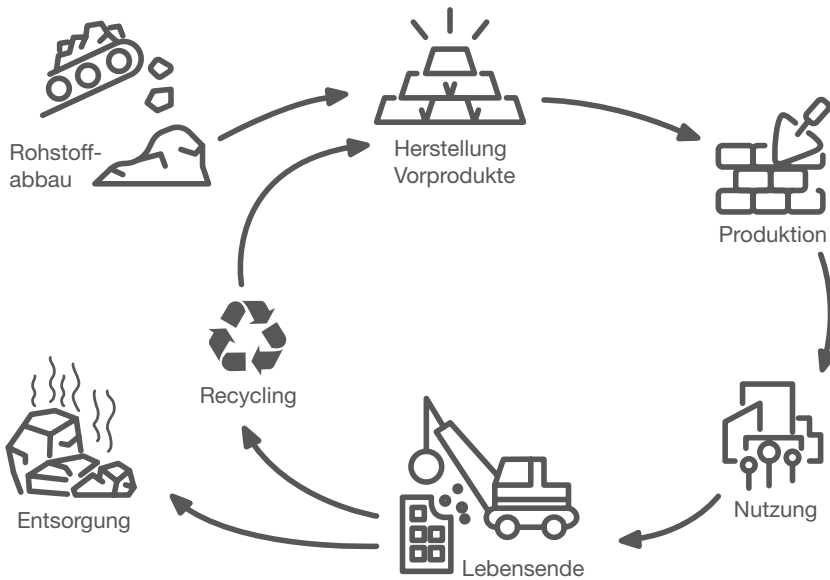
ÖKOBILANZ IM MASSIVBAU

Die lange Nutzungsdauer der Gebäude ist ein wesentlicher Vorteil des Massivbaus. Die Materialien sind beständiger als Holz, da-

durch kommt es seltener zu Reparaturen, Renovierungen und anderen für die Ökobilanz relevanten Ausbesserungsarbeiten. Solarer Wärmegegewinn über die Fenster lässt sich mit Massivwänden und -decken besser speichern. Den CO₂-Emissionen bei der Zementherstellung muss das Phänomen der Carbonatisierung entgegengestellt werden, ein Vorgang im Beton, bei dem Kohlendioxid aus der Umgebungsluft dauerhaft als CaCO₃, Kalkstein, gebunden wird. Das entspricht etwa einem Viertel der mit der Herstellung verbundenen Treibhausgasemission. Weiters sind regionale Abbaugelände für Sand, Kies und Ton entscheidend, die in der Nähe der Produktionsstätten liegen und für kurze

DIE LANGE NUTZUNGSDAUER IST EIN WESENTLICHER VORTEIL DES MASSIVBAUS.

Transportwege sorgen sollen – ein zentraler Faktor im Baustandard Brick Bauhaus 2050. Auch die Forschungsinitiative Nachhaltig Massiv fordert, die Ökobilanz von Bauprodukten über das Werkstor des Herstellers hinaus zu betrachten: „Umweltwirkungen erhöhen sich (...) aufgrund von Transporten um 5 bis 20 Prozent beim Wirkungsindikator Global Warming Potential um bis zu 65 Prozent.“ Ist der Abbau abgeschlossen, werden die Flächen vielfach für Biotope und als Freizeitgebiete genutzt. Die Landwirtschaft profitiert vom Projekt Clim Ziegel, das Recyclingziegel-sand als Klimawandelanpassungsmaßnahme einsetzt. Nachhaltig erzeugte Betonmixturen aus mineralischen Rest- und Abfallstoffen



Im Bauwesen wird die Ökobilanzierung als Planungs- und Optimierungstool genutzt, um die Umweltwirkungen eines Projekts zu verringern. Das Fehlen eines Moduls in der Berechnung kann zu deutlichen Unterschieden im Ergebnis führen.

können künftig zementbasierten Beton ersetzen, geforscht wird an der Reduktion des Zementanteils durch Einsatz von bei Wasserzugabe verfestigend wirkendem Ziegelstaub. Studienergebnisse zeigen die hohe Relevanz von Haustechnik und Energiestandard auf die Umweltauswirkungen von Gebäuden.

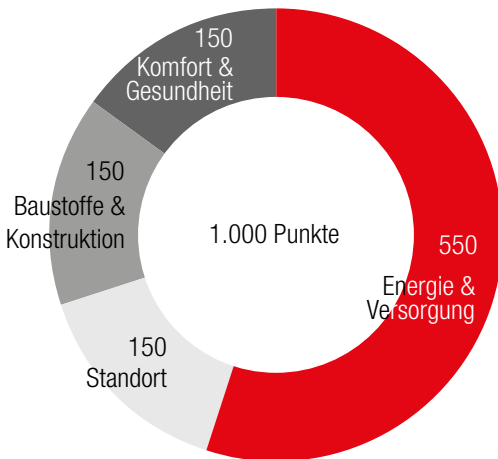
ÖKOBILANZ HOLZ

Unbestritten sind die positiven Faktoren von Holz bei der Speicherung von CO₂. Auch der Energieverbrauch im Herstellungsprozess fällt gering aus. Zusätzlich lässt sich Holz einfach weiterverwerten. Bezüglich der Langlebigkeit verliert der Baustoff Holz jedoch im Vergleich zu massiven Baustoffen. Um Schäden an einem Haus aus Holz durch Witterung und Feuchtig-

keit zu vermeiden, muss das Material zusätzlich behandelt werden. Lange Transportwege sind einer der Negativfaktoren bei Holz. Der globalisierte Verkehr ist der drittgrößte Verursacher des Klimawandels weltweit, der Güterverkehr nimmt ungebrochen zu. Der österreichische Bedarf an Holz übersteigt das Inlandsangebot bei weitem. Laut der Studie „Import & Export von Holzsortimenten“ (2018) des ehemaligen Bundesministeriums für Nachhaltigkeit und Tourismus wurden rund zwölf Millionen Festmeter Rund- und Schnittholz importiert, aber nur sieben Millionen Festmeter exportiert. In den meisten Ökobilanzen spielen die Transporte jedoch keine große Rolle. Vielfach unbeachtet ist das Lebensende der Werkstoffe. Verrottet Holz oder wird es verbrannt, wird das während



Der „klima:aktiv“-Kriterienkatalog dokumentiert und bewertet die energetische und ökologische Qualität von Gebäuden in vier Bewertungskategorien. Der Fokus liegt auf „Energie und Versorgung“ mit 550 möglichen Punkten. Je 150 Punkte gibt es für „Standort“, „Baustoffe und Konstruktion“ sowie „Komfort und Gesundheit“.



der Wachstumsphase des Baums gespeicherte CO₂ freigesetzt. Um die Klimaziele zu erreichen, setzt die Immobilienbranche vermehrt auf Holz-Hybrid-Bau. ■

WEITERE ÖKOLABELS

Der **OI3-Index** ist ein Werkzeug zur Darstellung der ökologischen Auswirkungen von Gebäuden, das Eingang in die Berechnung des Energieausweises sowie in die Wohnbauförderung einzelner Bundesländer gefunden hat. Ein weiteres Gebäudevergleichsprojekt ist **natureplus**. Das **IBO-Prüfzeichen** bewertet nach strengen baubiologischen sowie bauökologischen Kriterien und betrachtet den gesamten Lebenszyklus eines Produkts. Das Label **klima:aktiv-Haus** ist eine vom Klimaschutzministerium erstellte Nachhaltigkeitszertifizierung. Das Zertifizierungssystem **BREEAM** wurde 1990 in England entwickelt. **NKW** ist die Zertifizierung der Deutschen Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen für kleinere private Gebäude.

QUELLENVERZEICHNIS

STUDIEN, BERICHTE, RICHTLINIEN UND NORMEN

- Austrian Standards (Hrsg.): ÖNORM EN 1998-1. Eurocode 8: Auslegung von Bauwerken gegen Erdbeben. Teil 1: Grundlagen, Erdbebeneinwirkungen und Regeln für Hochbauten (konsolidierte Fassung). 2013.
- Austrian Standards (Hrsg.): ÖNORM B 1991-1-3. Eurocode 1: Einwirkung auf Tragwerke. Schneelasten Teil 1–3: Allgemeine Einwirkungen – Schneelasten – Nationale Festlegungen zur ÖNORM EN 1991-1-3, nationale Erläuterungen und nationale Ergänzungen. 2022.
- Austrian Standards (Hrsg.): Windlasten: ÖNORM B 1991-1-4. Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke – Teil 1–4: Allgemeine Einwirkungen – Windlasten – Nationale Festlegungen zu ÖNORM EN 1991-1-4 und nationale Ergänzungen. 2023.
- Austrian Standards (Hrsg.): ÖNORM B 4710-1. Beton – Festlegung, Eigenschaften, Herstellung, Verwendung und Konformität – Teil 1: Regeln zur Umsetzung der ÖNORM EN 206 für Normal- und Schwerbeton. 2018.
- Bacon, Francis, „Essays oder praktische und moralische Ratschläge“ („The Essays or Counsels, Civill and Moral“), 1597 (1612 und 1625 um neue Essays erweitert).
- Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie (Hrsg.): Berichte aus Energie- und Umweltforschung 24/2021. Anforderungen an die Kreislauffähigkeit von Massivbaustoffen. 2021.
- Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie (Hrsg.): Berichte aus Energie- und Umweltforschung 48/2023. Bautechnologien für den Klimaschutz. Monitoring innovativer Bauformen mit besonderer Relevanz für den Klimaschutz in Österreich.
- Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie (Hrsg.): Berichtssreihe „Ressourcennutzung in Österreich“, Band 3. 2020.
- Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie (Hrsg.): „Die Bestandsaufnahme der Abfallwirtschaft in Österreich“, 2023
- Ehem. Bundesministerium für Nachhaltigkeit und Tourismus (Hrsg.): Holzeinschlag in Österreich – Teil 4: Import & Export von Holzsortimenten. 2018.
- Elbers, Ulrike: Ressourcenschonendes Bauen – Wege und Strategien der Tragwerksplanung. In: Bautechnik 99(1). 2022.
- EU-Richtlinie 2010/31/EU des Europäischen Parlaments und des Rates vom 19. Mai 2010 über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden.
- EU-Richtlinie 2018/844 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 30. Mai 2018 zur Änderung der Richtlinie 2010/31/EU über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden und der Richtlinie 2012/27/EU über Energieeffizienz.
- Forschungsverein Steine-Keramik des Fachverbands der Stein- und keramischen Industrie (Hrsg.): „Österreichische Massivbaustoffherstellung. Impulsgeber für Regionen“, 2016
- Institut für Kunstgeschichte, Bauforschung und Denkmalpflege TU Wien: „Lehmbau: Alte Technik mit großer Zukunft“, 2023
- Jung, Pirmin: „Rückbau und Wiederverwendung von Holzbauten“, Rain 2022
- Kolb, Bernhard: „Beton – Ökobilanz. Forum Nachhaltiges Bauen“, 2021
- Krick, Benjamin: Classic, Plus und Premium. Die neuen Passivhausklassen und wie sie erreicht werden können. In: Feist, Wolfgang (Hrsg.): Tagungsband zur 19. internationalen Passivhaustagung 2015 in Leipzig. 2015.
- Mooslechner, Heinrich: Fachtechnische Expertise zu Massivbau und Holzbau bei der Errichtung von Gebäuden der Gebäudeklasse GK1 bis GK3. 2022.
- Nature Geoscience DOI: 10.1038/NGEO2840; „Substantial global carbon uptake by cement carbonation“; S. 880ff
- Österreichisches Institut für Bautechnik (Hrsg.): ÖIB-Richtlinie 2. Brandschutz. 2023
- ProHolz (Hrsg.): „Bauen mit Holz“, Edition 06, 2009

WEBSITES UND ORGANISATIONEN

- Austrian Cooperative Research (ACR), www.acr.ac.at
- Bauhütte Leitl-Werke GmbH, www.leitl.at
- BauMassiv, www.baumassiv.at (Stand: September 2023)
- Baustoff-Recycling-Verband (BRV), www.br.v.at
- BauKarussell, www.baukarussell.at
- bauXund forschung und beratung gmbh, www.bauxund.at
- Baumit GmbH, www.baumit.at
- Beton Dialog Österreich, www.baustoffbeton.at (Stand: Juli 2023)
- BML, Natural-Hazard Overview & Risk Assessment Austria, www.hora.gv.at (Stand September 2023)
- BMK, www.nachhaltigwirtschaften.at (Stand Oktober 2023)
- Eidgenössische Materialprüfungs- und Forschungsanstalt (Empa) www.empa.ch
- Energieinstitut Vorarlberg, www.energieinstitut.at (Stand September 2023)
- Fachverband Steine-Keramik – Initiative Ziegel, betreut durch die Initiative Sonnenhaus Österreich, www.brickbauhaus2050.at (Stand Juli 2023)
- Geosphere Austria, www.geosphere.at (Stand September 2023)
- Holcim, www.holcim.at
- IBO – Österreichisches Institut für Bauen und Ökologie, www.ibo.at
- Infina Credit Broker GmbH, www.infina.at
- Klima:aktiv, www.klimaaktiv.at
- Klima- und Energiefonds, www.klimafonds.gv.at
- Kommunalkredit Public Consulting, www.publicconsulting.at
- Lehm Ton Erde Baukunst, www.lehmtonerde.at (Stand: September 2023)
- Passivhaus Austria / PHI Österreich GmbH www.passivhaus-austria.org (Stand September 2023)
- Proholz Austria, www.proholz.at (Stand Juli 2023)
- Rudolf Müller Mediengruppe www.baustoffwissen.de (Stand September 2023)
- Technische Universität Wien, www.tuwien.at
- Technische Universität Graz, www.tugraz.at
- Verband Österreichischer Ziegelwerke, www.ziegel.at (Stand August 2023)
- Vereinigung der österreichischen Zementindustrie (VÖZ), www.zement.at
- Werner Sobek AG, www.wernersobek.at
- Xella, www.xella.at (Stand: September 2023)

IMPRESSUM

Herausgeber

Österreichischer Baumeisterverband
Verein zur Förderung des österreichischen Baugewerbes
Schaumburggasse 20
1040 Wien
Telefon: 05 90900 52 22
office@baumeisterverband.at
www.baumeisterverband.at

Grundlegende Richtung des Mediums:

Förderung des österreichischen Baugewerbes
UID: ATU41115609
ZVR-Zahl: 012060724

Redaktion: Mag. Bernd Affenzeller, Mag. Karin Legat, Mag. Sonja Meßner,

Layout: Doris Zemann

Lektorat: Armin Baumgartner

Druck: Riedeldruck

Coverbild: Fotomontage Adobe Stock/Yurii Andreichyn, Adobe Stock/ Stillfx, pixabay, freepik/FWStudioimage.com

Wien, 02/2024

Copyright und Haftung:

Alle Angaben in dieser Publikation erfolgen trotz sorgfältiger Bearbeitung ohne Gewähr, eine Haftung des Herausgebers und der Autor*innen ist ausgeschlossen.



PRAXIS-HANDBUCH

Nachhaltig, effizient, kostengünstig:
der passende Baustoff für Ihr Bauprojekt

