

HOLZHAUSKONZEPTE



NATURBAUSTOFFE

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Ernährung
und Landwirtschaft

CHARTA
FÜR HOLZ 2.0

KLIMA
WERTE
RESSOURCEN

G FNR
Fachagentur Nachhaltige Rohstoffe e.V.

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

IMPRESSUM

Herausgeber

Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V. (FNR)
OT Gülzow, Hofplatz 1
18276 Gülzow-Prüzen
Tel.: 03843/6930-0
Fax: 03843/6930-102
info@fnr.de
www.fnr.de

Gefördert durch das Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft
aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

Text

Prof. Dipl.-Ing. Architekt Ludger Dederich, Rottenburg/Bonn

Redaktion

Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V. (FNR),
Abteilung Öffentlichkeitsarbeit

Bilder

Titel: Marcus Bredt
Sofern nicht am Bild vermerkt: Ludger Dederich

Gestaltung/Realisierung

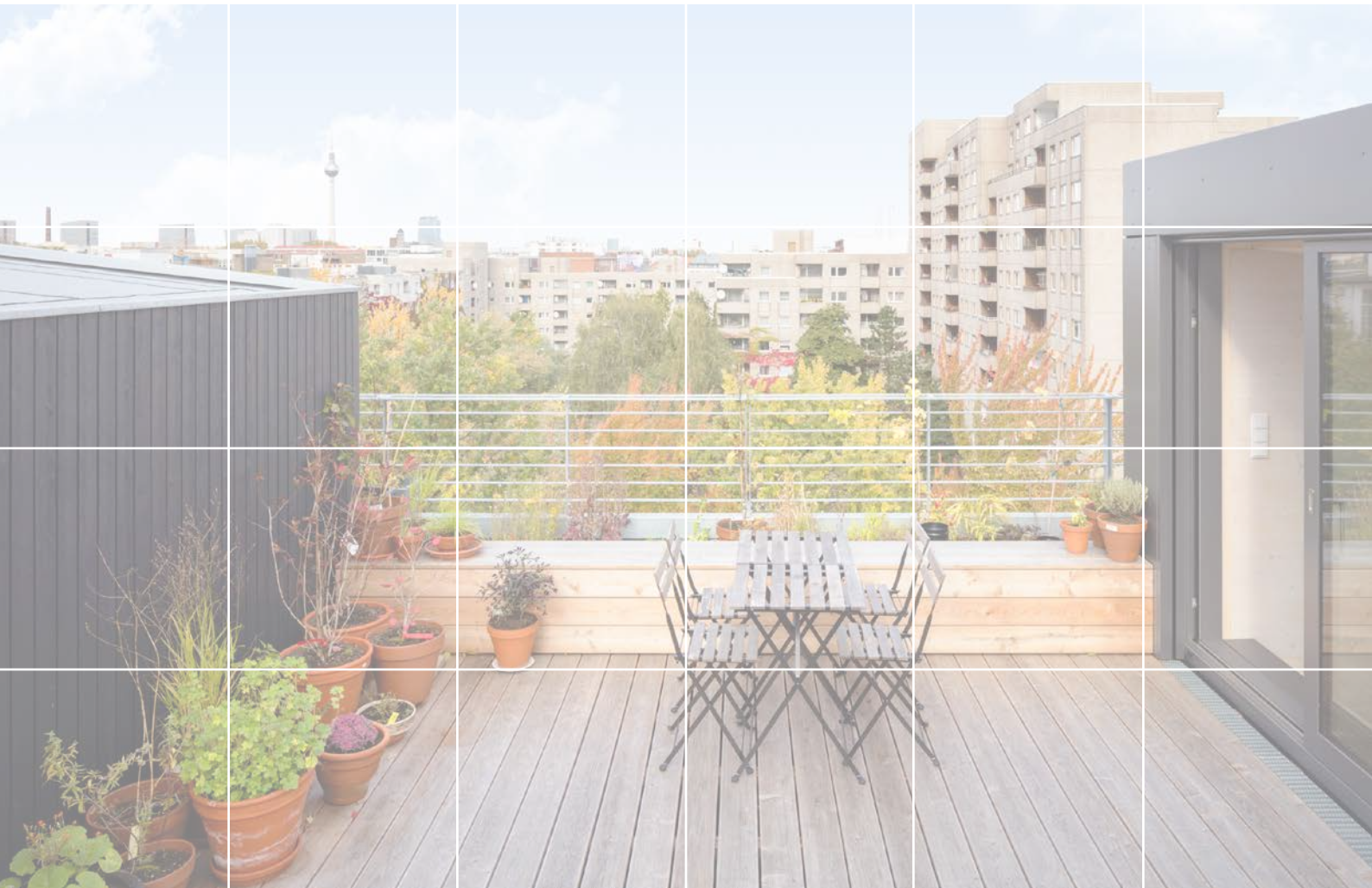
www.tangram.de, Rostock

Druck

www.mkl-druck.de, Ostbevern
Gedruckt auf 100 % Recyclingpapier mit Farben auf Pflanzenölbasis

Bestell-Nr. 528
4., aktualisierte Auflage
FNR 2021

HOLZHAUSKONZEPTE





VORWORT

Liebe Leserinnen und Leser,
zahlreiche neue Bauwerke aus Holz dokumentieren anschaulich das Zukunftspotenzial dieses klimafreundlichen Baumaterials. Wie etliche architektonische Leuchtturmprojekte weltweit und die steigende Zahl mehrgeschossiger Holzbauten in Deutschland zeigen, nimmt das Bauen mit Holz und anderen nachwachsenden Baustoffen immer mehr an Fahrt auf. In der Folge vollzieht sich ein spannender gestalterischer und bautechnischer Wandel.

Moderne Holzhäuser haben eine unvergleichliche Ästhetik, bieten hohen Wohnkomfort, überzeugen mit überragenden baubiologischen Eigenschaften und erfordern nur kurze Bauzeiten aufgrund hochgradiger Vorfertigung. Diese Bauwerke verbrauchen wenig Energie, schonen die Umwelt und helfen, Betriebskosten zu sparen.

Außerdem eignen sich Holzbausysteme vortrefflich für den Einsatz von Wärmedämmungen aus weiteren nachwachsenden Rohstoffen. Andere natürliche Bauweisen, etwa der Lehm- oder Strohballenbau, finden ihre ideale Ergänzung in der Holzkonstruktion. Besonders effektiv lässt sich Holz auch in der Bestandssanierung und bei der Aufstockung einsetzen.

Die Erkenntnis, dass klimafreundliche und ressourcenschonende Baustoffe nicht nur zeitgemäß sind, sondern spannende kreative Lösungen im Städtebau wie in ländlichen Regionen erlauben, findet ihren Niederschlag auch im Engagement der Bundesländer zur Förderung nachhaltiger Bauweisen.

Mit Produkten und Baukonstruktionen aus Holz lassen sich ebenso verlässliche, kosteneffiziente wie kreative Lösungen umsetzen. Sie tragen als Kohlenstoffspeicher zum Klimaschutz bei und sind recyclebar. Und nach Ende der Nutzungszeit können Holz und Naturfasern klimaneutral energetisch genutzt werden.

Die vorliegende Broschüre stellt ein wichtiges Nachschlagewerk zur baulichen Nutzung von nachwachsenden Rohstoffen dar. Die überarbeitete Auflage ermöglicht Interessierten einen umfänglichen Einblick in das Potenzial des Holzbaus und gibt Bauherren, Architekten und Ausführenden sowie Studierenden einen Überblick über die Holzbaustoffe und deren Einsatzmöglichkeiten bei Neubau und Sanierung.

Ihnen wünsche ich viel Erfolg bei der Planung und Realisierung Ihres Bauvorhabens!

Dr.-Ing. Andreas Schütte,
Geschäftsführer Fachagentur
Nachwachsende Rohstoffe e.V.



© FNR / M. Nast

INHALT

1	Einführung	4
	Holz als Baustoff Entwicklung des Holzbaus	
2	Entwurf	7
	Beteiligte Planung Flexibilität	
3	Holz und Holzprodukte	13
	Konstruktive Vollholzprodukte Plattenförmige Holzwerkstoffe Gipsgebundene Plattenwerkstoffe Dämmstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen	
4	Holzbauweisen	20
	Holzrahmenbauweise Holzskelettbau Holzmassivbauweise Blockhausbau Strohballenbauweise Mischbauweisen	
5	Gebäudehülle – Bauphysik – Haustechnik	32
	Wärmeschutz Luftdichtheit Passivhausbauweise Ausblick: Plusenergiehaus Brandschutz Schallschutz Feuchteschutz Holzschutz Innenraumklima Haustechnik im Holzbau	
6	Holzbau und Nachhaltigkeit	47
	Umweltpositive Stoffnutzung Energieeffizienz von Gebäuden Plusenergiebaustoff Holz Nachhaltigkeit fängt im Wald an	
7	Wohnwert	50
	Werthaltigkeit Innenausbau	
8	Einsatzmöglichkeiten	55
	Gebaute Beispiele Qualitätssicherung	
9	Anhang	59
	Literatur- und Quellenverzeichnis Adressen Weiterführende Informationen	

1 EINFÜHRUNG

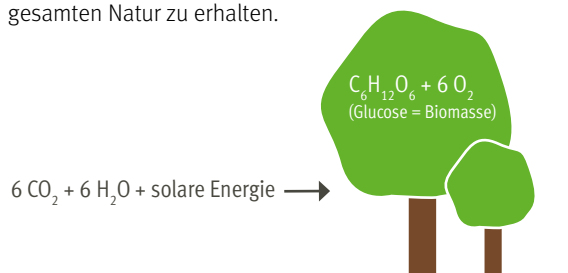
1.1 Holz als Baustoff

Von Anfang an hat der natürliche Roh- und Werkstoff Holz aufgrund seiner vielfältigen physikalischen, technischen, wirtschaftlichen, physiologischen und ästhetischen Vorzüge für die Menschen eine wichtige Rolle gespielt. Holz war lange Zeit der einzige Baustoff, aus dem sich Bauteile herstellen ließen, mit denen sich leichte Wände oder weit gespannte Decken und Dächer für menschengemachte Behausungen bauen ließen.



Pfahlbauten am Bodensee

Der Baustoff Holz entsteht kontinuierlich in der Fabrik Wald. Die Bäume entnehmen der Atmosphäre CO_2 und bilden daraus mithilfe von solarer Energie und Wasser über die Fotosynthese das Holz. Um 1 m^3 Holz zu bilden, setzt ein Baum eine Tonne CO_2 um und bindet je nach Holzart zwischen 250 (Fichte) und 300 (Eiche) kg Kohlenstoff. Folglich ist die Nutzung der Ressource Holz die beste Gewähr dafür, die natürlichen Lebensgrundlagen der Menschen und der gesamten Natur zu erhalten.



HOLZ

- ist der einzige nachwachsende Konstruktionsbaustoff: Holzhäuser bieten eine unvergleichliche Ästhetik, hohen Wohnkomfort und überragende baubiologische Vorzüge.
- ist ein nachhaltig bewirtschafteter und verfügbarer Rohstoff: Bauen mit Holz schont fossile Rohstoffe aus endlichen Lagerstätten.
- entzieht der Atmosphäre schädliches CO_2 und speichert Kohlenstoff: Holzhäuser sind wichtige Kohlenstoffspeicher, der Holzbau ist damit aktiver Klimaschutz.
- ist ein außergewöhnlich flexibler Werkstoff: Holzbau- stoffe und -bauteile bieten vielfältige Gestaltungsmöglichkeiten und können dabei den Wünschen des Bau- herrn individuell angepasst werden.
- ist bei geringem Gewicht sehr tragfähig: Tragende Bau- teile aus Holz ermöglichen leichte, fantasievolle Kon- struktionen und bieten eine gute Ausnutzung der über- bauten Fläche.
- ist leicht zu bearbeiten: Holzhäuser erfordern nur kur- ze Bauzeiten und bieten vielfältige Möglichkeiten für Eigenleistungen.
- ist natürlich wärmedämmend: Moderne Holzhäuser verbrauchen nur wenig Energie, das schont die Umwelt und spart Betriebskosten.
- schafft Wohlbefinden: Moderne Holzhäuser besitzen ein angenehmes und gesundes Wohnklima. Dabei erfüllen sie die gestiegenen Anforderungen an den Schallschutz.
- ist trocken eingebaut sehr langlebig: Moderne Holz- häuser benötigen bei richtiger Konstruktion keinen chemischen Holzschutz und sind dennoch langlebig und pflegeleicht.
- behält auch im Brandfall lange seine Stabilität: Mit einem passenden Brandschutzkonzept bieten Holz- häuser sicheren Brandschutz.



Wird Holz insbesondere als Bauholz langfristig genutzt, bleibt der im Holz gespeicherte Kohlenstoff und damit das entsprechende CO₂-Äquivalent während der gesamten Nutzungsdauer der Atmosphäre entzogen. Somit unterstützt die Holzverwendung die Reduzierung von CO₂ in der Atmosphäre und wirkt so dem Treibhauseffekt entgegen. Daher ist die Verwendung von Holz ein positiver Beitrag zur Umweltvorsorge. Diesen Sachverhalt hat eine Forschergruppe um Prof. Hans Joachim Schellnhuber, dem langjährigen Direktor des Potsdam-Instituts für Klimafolgenforschung, 2020 in dem Forschungsbericht „Buildings as a global carbon sink“ bestätigt. Ein weiterer Vorteil von Holz liegt darin, dass zur Herstellung von Schnittholz und auch von Holzwerkstoffen nur vergleichsweise wenig Energie benötigt wird.

Holz ist ein Material mit mannigfaltigen Verwendungsmöglichkeiten. Zusätzlich kommen der Herstellung von Holzprodukten die technologischen und dekorativen Eigenschaften der Holzarten sowie das jahrhundertealte Wissen der Fachleute zugute. Auswahl, Sortierung und Einsatz erfolgen zielgerichtet unter Berücksichtigung der natürlichen Eigenschaften des Rohstoffs Holz. Damit kann den vielfältigen Wünschen und Anforderungen der Verbraucher an das Endprodukt Haus entsprochen werden.

Der Vergleich der wichtigsten technischen Eigenschaften von Holz mit anderen Baustoffen spiegelt die guten Eigenschaften dieses Naturstoffs wider: Im Prinzip ist Holz ein mit Zellulosefasern bewehrter Verbundbaustoff mit hohem Hohlraumanteil – ein natürliches Hightech-Produkt. Bei gleicher Tragfähigkeit ist hochwertiges Holz leichter als Stahl.

Holz verfügt annähernd über die Druckfestigkeit von Beton, kann im Unterschied zu diesem zusätzlich Zugkräfte aufnehmen. Dank seines großen Hohlraumanteils hat Holz günstige Wärmedämmeigenschaften – das tragfähigste unter den wärmedämmenden Materialien! Daher werden beim Bauen mit Holz Wärmebrücken reduziert, was das Planen und Bauen insbesondere von energieeffizienten Gebäuden und Passivhäusern vereinfacht.

Das tradierte Wissen um den Baustoff Holz wird ergänzt durch zahlreiche Innovationen der letzten Jahrzehnte. Neue Holzwerkstoffe wurden entwickelt und beim Vollholz sind bei Sortierung und Klassifizierung durch die Einführung der maschinellen Festigkeitssortierung erhebliche Fortschritte hinsichtlich der Qualitätssicherung erzielt worden.

Unsere Sinne werden von Holz intensiv angesprochen. Holz vereinigt wie kein anderes Material Funktion und Sinnlichkeit in sich. Diesem Aspekt kommt beim Bauen unter den Bedingungen der Informations- und Kommunikationsgesellschaft eine wichtige ausgleichende Funktion zu: Je weiter unser Alltag technisiert wird, umso größer wird die Sehnsucht nach Kontakt mit natürlichen Dingen, nach einem Umfeld,

das wir als sympathisch, charakteristisch und gesund wahrnehmen. Eine der Stärken von Holz ist es, dass es eine sonst unerreichte Palette an ästhetischen Reizen bietet: Es fühlt sich behaglich an und lässt Räume gut klingen.

Bauwerke sind grundlegende Elemente unserer Kultur. Sie spiegeln seit jeher die gesellschaftlichen und kulturellen Werte der jeweiligen Zeit. An dem, was und wie wir heute bauen, werden wir von künftigen Generationen gemessen, werden diese erkennen können, wie wir uns den Herausforderungen unserer Zeit gestellt und sie bewältigt haben. Das Zusammenführen von Ökonomie und Ökologie ist unverändert die größte Herausforderung unserer Zeit. Durch die Verwendung des Baustoffes Holz wird dazu ein nennenswerter und sichtbarer Beitrag geleistet.

1.2 Entwicklung des Holzbaus

Ohne den Baustoff Holz wären der Bau von Fahrzeugen aller Art, der Schiffbau, die Entwicklung der Städte im Mittelalter und der Flugzeugbau zu Beginn des 20. Jahrhunderts nicht möglich gewesen. Erster Höhepunkt des handwerklichen Holzbaus sind die Fachwerkbauten des 16. und 17. Jahrhunderts, die den Hintergrund für die Romantik geliefert haben und dank ihrer Dauerhaftigkeit einen bedeutenden Teil unseres baukulturellen Erbes darstellen.

Der Fachwerkbau ist Ausgangspunkt für die Entwicklung des modernen Holzbaus. In Nordamerika Anfang des 19. Jahrhunderts zum Balloon Framing bzw. Platform Framing weiterentwickelt, wurde diese Bauweise in den 1920er-Jahren wieder nach Deutschland „reimportiert“. In der Folge wurden hierzulande zahlreiche Projekte des Neuen Bauens in Holzbauweise errichtet.



Saniertes Fachwerkgebäude am Hafenmarkt in Esslingen



Sommerhaus Albert Einsteins in Caputh (Baujahr 1929)

Nach 1945 wurde Holz vorwiegend als Baustoff für die Konstruktion von Dachtragwerken verwendet. Die seit den 1960er-Jahren angebotenen Fertighäuser auf der Grundlage standardisierter Hausentwürfe waren zunächst nicht marktrelevant. Als erkannt wurde, dass der bisherige technische Fortschritt mit einem gewaltig steigenden Ressourcenverbrauch erkauft wurde, der zu einer erheblichen Belastung der Umwelt geworden war und die natürlichen Lebensgrundlagen kommender Generationen gefährdet, wurde der Baustoff Holz wieder in den Blickpunkt einer breiten Öffentlichkeit gerückt. Nicht zuletzt vor diesem Hintergrund formulierten immer mehr Bauherren den Anspruch, umweltschonend und energiesparend, dabei individuell bauen zu wollen. Der Baustoff Holz entspricht aufgrund seiner Eigenschaft als natürlicher, nachwachsender Rohstoff dieser Maßgabe.

Mit der Entwicklung des Holzbaus seit Mitte der 1980er-Jahre hat das Bauen mit Holz, unterstützt durch die heute verfügbaren höheren Schnittholzqualitäten, leistungsfähigen Holzwerkstoffe und modernen Verbindungsmittel eine neue Wertschätzung erfahren und Holz wird als moderner Baustoff wahrgenommen.

Darüber hinaus gewährleistet die software- und maschinen-gestützte Vorfertigung von Holzbauteilen unter optimalen Bedingungen bereits in Handwerksbetrieben die für die Umsetzung komplexer Planungen erforderlichen Ausführungsqualitäten. Es ist nicht länger die Produktion des immer gleichen Teils, die die Wirtschaftlichkeit der Herstellung ausmacht. Vielmehr ist die individuelle Einerserie problemlos möglich.

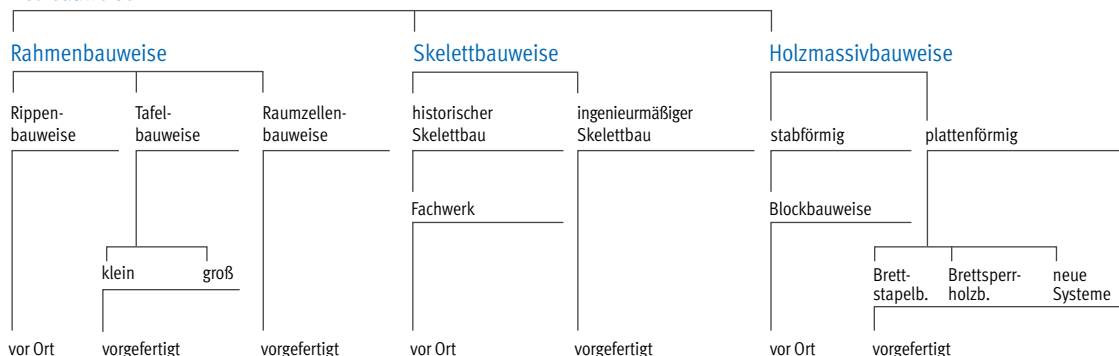
Diese Faktoren machen heute das Grundverständnis des Holzbaus aus, der, lange beschränkt auf kleine Gebäude, mittlerweile für verschiedene Nutzungen über das Wohnen hinaus Anwendung findet. Zumal gleichzeitig eine Vielfalt innovativer Systeme entwickelt wurde, die sich durch ihre spezifischen Leistungsmerkmale neue Anwendungsbereiche erschließen.

Neben den Einfamilien-, Doppel- und Reihenhäusern gibt es mittlerweile zahlreiche Projekte im innovativen mehrgeschossigen Wohnungsbau, dem Büro- und Gewerbebau sowie Schulen und Kindergärten in Holzbauweise. Gleichermaßen kann der Holzbau bei Aufgaben für das Bauen im Bestand, d. h. etwa bei Anbauten oder Aufstockungen, seine Leistungsfähigkeit unter Beweis stellen.

Mit den neuen Holzbausystemen änderten sich die architektonischen Gestaltungsprinzipien im Holzbau. War zu Beginn die Struktur eines Holzhauses durch das Fügen stabförmiger Elemente geprägt, so wurde spätestens mit den Anforderungen an die bauphysikalischen Eigenschaften der Gebäudehülle diese selber ein bildprägendes Element der Architektur. Die heute möglichen flächigen Tragwerke erlauben die Umsetzung von monolithisch und homogen gedachten Gebäudekonzepten, die bislang dem Massivbau vorbehalten waren.

ÜBERSICHT ZUR ENTWICKLUNG DER HOLZBAUWEISEN

Holzbauweise



Mischformen

Quelle: Hullmann, H. u.a. (Holzkonstruktionen in Mischbauweise – holzbau handbuch); IDH 2006

2 ENTWURF

Bauen ist grundsätzlich eine komplexe Aufgabe, bei der es darauf ankommt, in Zusammenhängen zu denken. Werden die Wünsche der Bauherrn in Beziehung gesetzt zum Umfeld, in dem das Gebäude stehen soll, und die Entscheidung zur Bauweise in Beziehung zur Nutzung gestellt, sind die Grundlagen für die optimale Umsetzung eines Vorhabens in Holzbauweise gegeben. Der Holzbau kann die Erwartungen, die Bauherrn an Ästhetik und Wohngesundheit, an Ökologie und Wirtschaftlichkeit ihres Hauses stellen, erfüllen. Dabei eröffnet er ein breites Spektrum an Gestaltungs- und Ausstattungsmöglichkeiten. Die Vorteile des Holzbaus liegen in der Tatsache begründet, dass dieser auf einen natürlich nachwachsenden Bau- und Werkstoff zurückgreift, der zusammen mit anderen Materialien ein technologisch ausgefeiltes System ergibt, das sich optimal individuellen Anforderungen anpassen lässt.

Hinsichtlich der Bauplätze erweitern Holzhäuser den Spielraum schon beim Kauf eines Grundstücks, da die Holzbauweise den Wünschen des Bauherrn exakt angepasst werden kann. In einem Holzhaus steht aufgrund geringerer Wanddicken mehr Wohnfläche zur Verfügung als in einem massiven Haus mit gleicher Grundfläche und gleichem Dämmstandard. Holzhäuser können problemlos auf vermeintlich ungünstig geschnittenen Grundstücken, in Hanglage oder aufgrund der leichten Bauweise bei schwierigen Bodenverhältnissen errichtet werden.

Holzbauten basieren ihrer Struktur nach grundsätzlich auf dem Systemgedanken. Bereits der Fachwerkbau des Mittelalters ist ein Holzbausystem. Das System Fachwerkbau wurde in zahlreichen, regional verschiedenen gestalterischen wie technischen Varianten umgesetzt.

Entsprechendes gilt für die modernen Holzbausysteme, die zum Vorteil der Nutzer miteinander kombiniert werden können. Dabei kann die Kombination bei entsprechendem Bedarf so weit gehen, dass für die Ausführung benachbarter Bauteile unterschiedliche Holzbausysteme genutzt werden können: Die Wände eines Wohnhauses können in Holzrahmenbauweise errichtet werden, die Geschossdecken dazu in Holzmassivbauweise.

2.1 Beteiligte

Das Team beim Bau eines Holzhauses bilden Bauherrnschaft, der Architekt und der Tragwerksplaner sowie der Holzbauunternehmer bzw. das Fertighausunternehmen, das mit seinen Architekten und Ingenieuren die Planungsleistungen übernehmen kann. Für den Bauherrn bestehen vielfältige Optionen: schlüsselfertige Komplettlösungen zum Festpreis, individuell geplante Wunschhäuser mit Kostenkontrolle durch den Architekten und die Möglichkeit, Eigenleistung zu erbringen. Eine kompetente Planung und Bauüberwachung macht sich langfristig bezahlt und hält die Kosten im Griff.

Es gibt kein Standardrezept für den Weg, auf dem die Bauherrnschaft ihre Partner finden kann. Empfehlenswert ist es, sich im Bekanntenkreis, in der Nachbarschaft und der Region nach entsprechenden Partnern und den mit diesen Partnern gemachten Erfahrungen zu erkundigen. Darüber hinaus besteht die Möglichkeit, Zeitschriften, Broschüren und Kataloge zu studieren, Musterhäuser und gebaute Objekte zu besichtigen (z. B. Referenzgebäudedatenbank auf baustoffe.fnr.de).

TABELLE 1: GRUNDSÄTZLICHE ASPEKTE ZUR AUSWAHL EINES BAUGRUNDSTÜCKS MIT AUSWIRKUNGEN AUF DIE ENTSCHEIDUNG PRO HOLZHAUS

Baurechtliche Vorgaben durch	
Bebauungsplan:	Geschossanzahl, Dachform, Gebäudeausrichtung
Infrastruktur:	Wohnumfeld, Einkaufsmöglichkeiten, Kindergärten, Schulen, Verkehrsanbindung
Standortnachteile/Störfaktoren:	Lärm- oder Geruchsbelästigung, Stromleitungen, Hochwassergefahr
Ausrichtung des Grundstücks:	Südausrichtung zur Nutzung solarer Wärme Gewinnung
Umfang der Erschließung:	Gas, Wasser, Abwasser, Strom, Telekommunikation
Bauliche Hindernisse:	Strauchwerk, Baumbestand, Unebenheiten, Altlasten
Bodenbeschaffenheit und -qualität:	Einfluss auf Gründungskosten, z. B. bei Fels oder Ton
Eigentumsrechtliche Belastungen:	Hypotheken, Vorkaufsrecht, Wegerecht o. Ä.

TABELLE 2: CHECKLISTE HOLZHAUSBAU

Grundstück	Bau	Finanzierung/Versicherung
Orientierung/Information		
		finanziellen Spielraum klären (Eigenkapital, Kreditrahmen), Finanzplanung mit Tilgungsplan
Planungspartner suchen		
Auswahl eines Grundstücks und Klärung bau- rechtlicher Bedingungen		
Planung/Vertragsabschlüsse		
Bebauungsplan einsehen	Entwurfsplanung/Baubeschreibung	Kostenplanung
Grunderwerb, Grunderwerbsteuer, Grundbucheintrag, Grundschuldbestellung	Bauantrag, Genehmigungs- und Förderanträge, Baugenehmigung	Finanzierungsangebote, Vergleich von Finanzierungsangeboten unter Berücksichtigung von Fördermitteln
		Auswahl der Finanzierung, Finanzierungszu- sage, Finanzierungsverträge, Darlehensvertrag
	Ausführungsplanung	Abschluss von Versicherungen für die Bauphase (Bauwesen-, Bauhaftpflicht- und ggf. Unfallversicherungen)
	Ausschreibung und Vergabe der Bauleistung	
Bauphase		
	Erd- und Erschließungsarbeiten, Fundamente, evtl. mit Keller	
	Montage der vorgefertigten Holzkonstruktion, Dachdeckung und Fenstereinbau	
	Fertigstellung der wind-, wasser- und luftdichten Gebäudehülle	
	Innenausbau, Haustechnik, Außenanlagen	

QUALIFIZIERTE PARTNER IM HOLZHAUSBAU

Viele Zimmereibetriebe und Fertighaushersteller haben sich in Güte- und Qualitätsgemeinschaften zusammengeschlossen. Über die Gütegemeinschaften wird die Zertifizierung mit dem „RAL-Gütezeichen Holzhausbau“ geregelt. Dieses Zertifikat belegt, dass der Betrieb besondere Anforderungen an die Herstellung beziehungsweise Montage erfüllt. Die Ausführungsqualität dieser Betriebe wird durch eine sogenannte Eigen- und Fremdüberwachung von unabhängigen Instituten regelmäßig überprüft (siehe auch Abschnitt „Qualitätssicherung“, Seite 58).



Gütezeichen an
vorgefertigtem
Holzbauteil

Zur erfolgreichen Umsetzung des Vorhabens muss sich die Bauherrschaft auf die entsprechenden Fachleute verlassen können. Die Partner sind die erste Quelle für Informationen und Beratung. Da alle Beteiligten über völlig unterschiedliche Hintergründe verfügen, ist zudem die beständige Abstimmung und Information der Projektbeteiligten untereinander während sämtlicher Entwurfs-, Planungs- und Umsetzungsschritte erforderlich. Ein Blick in die gesetzlichen Grundlagen, die Bauordnungen und die örtlichen Maßgaben (z.B. den Bebauungsplan) genügt, um zusätzlich festzustellen, wie wichtig für erfolgreiches Bauen das Zusammenspiel unterschiedlicher Fachleute ist.

Der Leistungsumfang und die Qualität der Ausstattung sowie die daraus resultierenden Kosten können und sollten zu einem frühen Zeitpunkt festgelegt werden. Dies ist aufgrund der konsequenten Planbarkeit von Holzhäusern vom Entwurf bis hin zur Fertigstellung möglich. Wohl können Änderungen immer berücksichtigt werden, doch riskiert man damit einige der Vorteile des modernen Holzbaus.

Die Bauherrschaft wird als zentraler Vertragspartner in alle Entscheidungen eingebunden, da die übrigen Beteiligten ihr gegenüber den vertraglichen Erfolg schulden. Dazu muss sich die Bauherrschaft frühzeitig über ihre Vorstellungen (sog. Raumprogramm mit dem daraus resultierenden Flächenbedarf) im Klaren sein und diese definieren. Überhaupt werden von der Bauherrschaft Entscheidungen erwartet. Unterbleiben diese, werden die Vorzüge des modernen Holzbaus ebenfalls eliminiert.

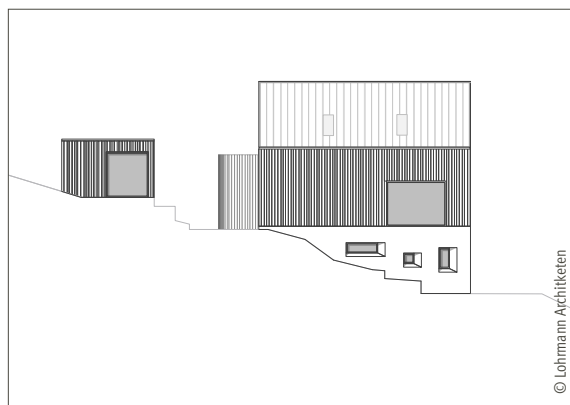
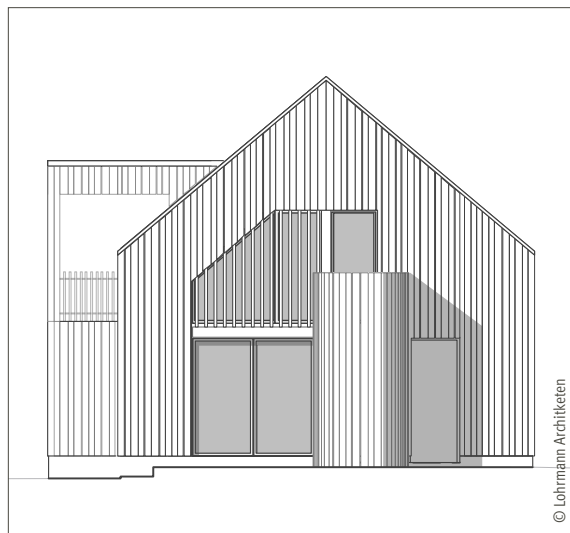
Der Architekt muss den Bauherrn von seiner Entwurfsabsicht überzeugen und zusammen mit dem Tragwerksplaner das geeignete Holzbausystem auswählen. Tragwerksplaner und Architekt müssen wie alle anderen Fachleute offen bleiben für die interdisziplinäre Denkweise. Gemeinsam werden projektspezifische Aspekte und die zu liefernde Qualität mit dem Holzbauunternehmen im Sinne der Bauherrschaft erarbeitet. Die Einhaltung des vereinbarten Standards müssen alle zusammen der Bauherrschaft gewährleisten.

Weitere Fachplaner sind bei entsprechenden Bauwerkstypen hinzuzuziehen. Die meisten Bauaufgaben können von dem Team aus Bauherrschaft, Architekt und Bauingenieur gut und effizient abgewickelt werden.

Für eine optimierte Planung im Holzbau ist es wichtig, dass alle Planungsdisziplinen früh in den Entwurfsprozess eingebunden werden. Die Vorteile der verfügbaren Werkstoffe und Systeme sollten bereits in den ersten Planungsphasen Eingang finden, um die Entwurfsidee möglichst wirtschaftlich umzusetzen. Neben dem Wissen um die Leistungsfähigkeit der Werkstoffe spielen die Randbedingungen eine Rolle, die sich aus Vorfertigung und betrieblichen Zusammenhängen ergeben.



Entwurfszeichnungen und realisierter Bau:
Gewinner im Bundeswettbewerb HolzbauPlus 2016



2.2 Planung

Die Vielzahl aktueller Gebäude beweist, dass sich das Gesicht der zeitgenössischen Holzbauarchitektur wandelt. So verleiht beispielsweise die Möglichkeit der freien Verteilung von Öffnungen den heutigen Holzgebäuden einen individuellen Charakter, was durchaus im Sinne der Auftraggeber liegen kann. Die Architektur von Holzhäusern nähert sich der Gestalt anderer Bauweisen an, was eine tatsächliche Erweiterung darstellt und gängige Vorurteile über den Holzbau widerlegt.

Dank der Variabilität der modernen Holzbausysteme können Vorhaben in allen Belangen individuell umgesetzt werden. Damit eröffnet der moderne Holzbau im Vergleich zu den traditionellen Holzbausystemen eine größere Bandbreite an gestalterischen Möglichkeiten. Die Ausrichtung nach der Himmelsrichtung, der Bezug zum Grundstück, das Raumprogramm, die Grundrisse sowie der Zuschnitt der Räume sind ebenso möglich wie die Gestaltung von Ausbau und Ausstattung nach den eigenen Vorstellungen. Zur Fassadengestaltung können Holz, Putze, Ziegel oder andere Bekleidungs-materialien verwendet werden. Gleichermaßen frei ist man bei der Ausgestaltung der Räume. Die Art der Oberflächen können in Abhängigkeit von den Funktionen und den persönlichen Vorlieben festgelegt werden. Entsprechendes gilt für die Wahl der Dacheindeckung.

Den Tragwerksplanern steht mit den modernen Holzbausystemen ein leistungsfähiges Spektrum an technischen Lösungen mit klaren Tragstrukturen zur Verfügung. Die Tragelemente lassen sich entsprechend ihrem Leistungspotenzial nutzungsspezifisch optimiert einsetzen. Da vor allem bauphysikalische Aspekte eine sehr enge Verzahnung mit den statischen Randbedingungen notwendig machen, erfordert die Entwicklung und der Standsicherheitsnachweis individueller, projektbezogener Details vernetztes Denken. Dem Ingenieur kommt das hohe Leistungspotenzial des Holzbaus bei der Berücksichtigung der Zusammenhänge entgegen. Wie bei anderen Bauweisen auch ist Erfahrung mit dem Bausystem selbst für die Auswahl der geeigneten Fachplaner im Team von Vorteil.

Der ausführende Betrieb setzt die Planung um. Ohne auf die vielfältigen Möglichkeiten und Zusammenhänge aus dem Wettbewerb einzugehen, kann die allgemeine Aussage getroffen werden, dass die frühzeitige Einbindung des ausführenden Betriebs in den Planungsprozess viele Vorteile mit sich bringen kann. Wenn in der Statik bereits die wichtigen Details unter Berücksichtigung von Schall-, Wärme- und Brandschutz beschrieben sind, hat der Architekt die Möglichkeit, im Rahmen der Ausschreibung im Anschluss umso zuverlässiger die Kosten zu erfassen. Der Betrieb erkennt an dieser Planungstiefe die Erfahrung und die aktuellen Bezüge

TABELLE 3: ÜBERSICHT HÄUFIG VERWENDETER UND KOMBINIERTER HOLZBAUSYSTEME

Flächige, tafelartige Systeme:	Holzrahmenbau	
	Holzmassivbau	
Lineare, aufgelöste Systeme:	Holzskelettbau	



Modernes Einfamilienhaus in Holzbauweise am Wiesenrand nach dem Vorbild einer alten Feldscheune.

zu Regelkonstruktionen, sodass verlässliche Aussagen zu den Baukosten die Folge sind.

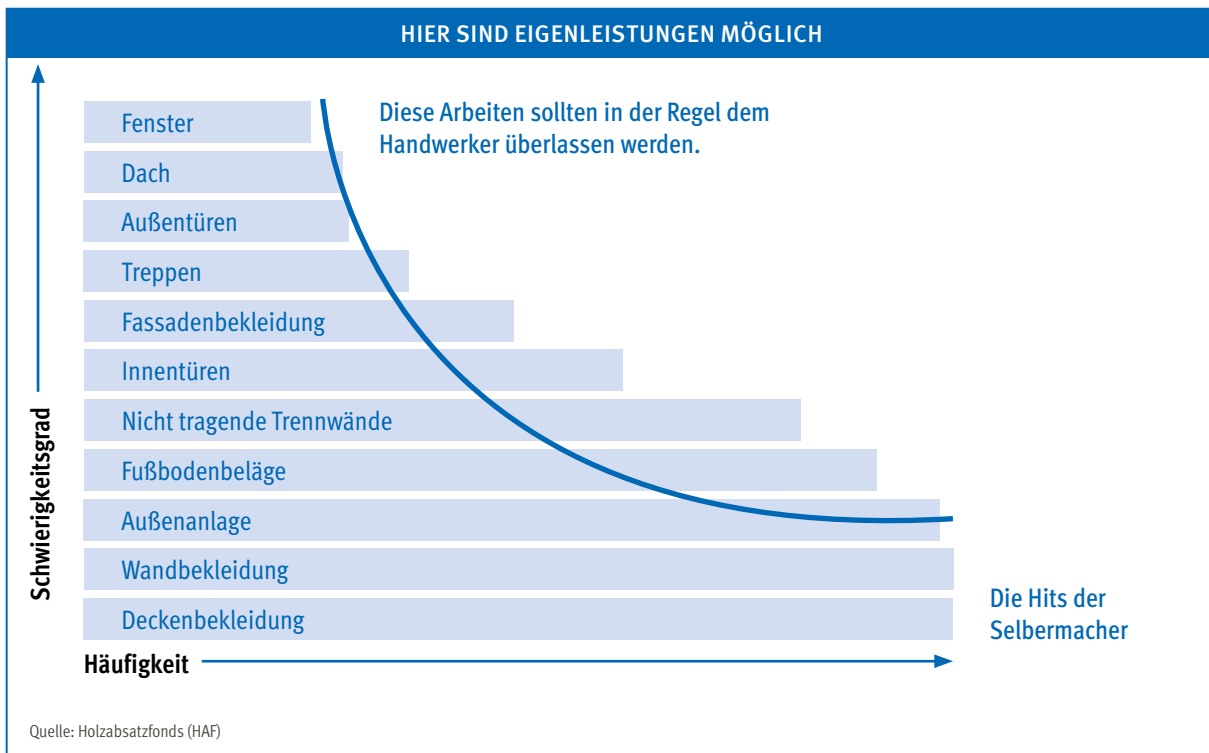
Holzhäuser können schlüsselfertig mit vereinbartem Festpreis für eine überschaubare Kalkulation oder mit unterschiedlich ausgeprägten Optionen für die Eigenleistung als Eigenkapital errichtet werden. Allerdings ist grundsätzlich und immer zu beachten, dass sich der Laie auf keinen Fall am konstruktiven System versuchen sollte. Im eigenen Inte-

resse sollte die Bauherrenschaft diesen Teil des Vorhabens immer vom Holzbauunternehmen erstellen lassen. Nur dieser sichert die sach- und fachgerechte Leistung! Vorsicht gilt ebenfalls beim Einbau der Komponenten für den Wärme- und Feuchteschutz, den Schall- sowie gegebenenfalls den Brandschutz. Diese Arbeiten sollten zumindest intensiv fachlich begleitet werden.

2.3 Flexibilität

Im Laufe der Jahre ändern sich oft Lebensumstände und Ansprüche: Aus dem Kinderzimmer soll ein Home-Office werden, ein Umbau betreutes Wohnen im Alter ermöglichen. Die demografische Entwicklung und die Anforderungen an die Mobilität der Menschen stellen starre Formen des Bauens in Frage und es wandeln sich die Anforderungen an ein Gebäude. Für Änderungen und Umnutzungen bietet der Holzbau innovative, leicht umsetzbare und praktikable Lösungen.

Dachausbau, Aufstockung, Anbau sowie Modernisierung sind jederzeit leicht möglich. Bei einem Haus, das in Holzbauweise erstellt wurde, besteht immer die Möglichkeit, die Konstruktion nachträglich zu verändern. So lassen sich zum Beispiel Wände unproblematisch entfernen oder versetzen. Aufgrund der trockenen Bauweise des Holzbaus verursachen Veränderungen weniger Schmutz und Feuchte. Installationen lassen sich leicht und sauber den neuen Gegebenheiten anpassen.



Dachaufstockungen werden vielfach erst durch die Vorteile der Holzbauweise möglich. Oftmals ist das bestehende Haus nicht für weitere Belastungen ausgelegt. Jede andere Bauweise wäre zu schwer. Doch das geringe Eigengewicht und die Festigkeit von Holz machen die Aufstockung möglich und gewährleisten eine ausreichende Tragfähigkeit auch über große Spannweiten. Der Einsatz funktionsoptimierter Bauteile in Holz- und Leichtbauweise geht in der Regel mit Flächengewinnen und einer höheren Nutzungsflexibilität einher. Diese vermeintlichen Nebenerscheinungen dieser Bauweise wurden in der Vergangenheit unterschätzt.

Bei Anbauten und dem Schließen von Baulücken ist es ebenfalls das geringe Gewicht, das kurze Bauzeiten ermöglicht, ohne dass zusätzliche Kosten bei der Umsetzung in Holzbauweise entstehen. Die Bauteile werden ungeachtet enger Zufahrten oder anderer Hindernisse einfach über bestehende Gebäude hinweg an ihren Bestimmungsort gehoben.



Verglaste Terrassenzugänge für mehr Lichteinfall



Im Holzbau üblich: schlüsselfertiges Bauen



Aufstockung Einfamilienhaus in Hamburg

3 HOLZ UND HOLZPRODUKTE

Holz ist ein aus Kohlendioxid und Wasser mittels Sonnenenergie gebildeter poröser Körper, der bei minimiertem Materialeinsatz eine hohe Tragfähigkeit aufweist. Die natürliche Vielfalt des Rohstoffs Holz erlaubt es, daraus Schnittholzprodukte in einer großen Bandbreite jeweils gewünschter Qualitäten und Eigenschaften herzustellen. Je nach dem vorgesehenen Verwendungszweck können die Gebrauchseigenschaften von Holz von Bedeutung sein im Hinblick auf:

- gestalterische Aspekte,
- die Tragfähigkeit der Bauteile,
- die Beständigkeit.

Prinzipiell müssen Bauprodukte – also auch Holzprodukte – ihren Anteil hinsichtlich der wesentlichen Anforderungen an bauliche Anlagen (Standicherheit, Brand-, Schall- und Wärmeschutz etc.) erfüllen, sollen diese im baurechtlichen Sinn verwendbar sein. Dazu gehört unmittelbar, dass die Bauprodukte eine entsprechende Kennzeichnung tragen. Die Maßgaben dazu sind in der europäischen Bauproduktenverordnung (BauPVO) mit dem Ziel formuliert, die Sicherheit von Menschen, Haustieren oder Gütern zu gewährleisten sowie die Umwelt zu schützen. Im Einzelnen sind Grundanforderungen an Bauprodukte und Bauwerke zu folgenden Bereichen formuliert:

- Mechanische Festigkeit und Standicherheit
- Brandschutz
- Hygiene, Gesundheit und Umweltschutz
- Sicherheit und Barrierefreiheit bei der Nutzung
- Schallschutz
- Energieeinsparung und Wärmeschutz
- Nachhaltige Nutzung der natürlichen Ressourcen

Die BauPVO regelt die Kennzeichnung von Bauprodukten durch die jeweiligen Hersteller. Bauprodukte, für die harmonisierte Normen existieren, dürfen nur in Verkehr gebracht werden, wenn der Hersteller eine Leistungserklärung für das Produkt erstellt und die CE-Kennzeichnung vorgenommen hat. Harmonisierte Produktnormen regeln Mindestanforderungen an Bauprodukte, die Herstellung, Art und Umfang der Überwachung sowie die Kennzeichnung. Für die Anwendung der Produkte können auf nationaler Ebene ergänzende Anwendungsregeln (Anwendungsnormen) formuliert sein. Diese Regeln können die Anwendung für Deutschland auf bestimmte technische Klassen und Leistungsstufen beschränken. Für die Verwendung von beispielsweise Vollholz ohne Keilzinkenstoß gelten neben anderen die Produktnorm DIN EN 14081-1 „Holzbauwerke – nach Festigkeit sortiertes Bauholz für tragende Zwecke mit rechteckigem Querschnitt“, die Wertennorm mit den Festigkeitsklassen DIN EN 338 „Bauholz für tragende Zwecke“, die Anwendungsnorm DIN 20000-5 „Anwendung von Bauprodukten in Bauwerken – Teil 5: Nach Festigkeit sortiertes Bauholz für tragende Zwe-

cke mit rechteckigem Querschnitt“ sowie weitere technische Grundlagen, die bauaufsichtlich eingeführt sind (u.a. DIN 4074-1 „Sortierung von Holz nach der Tragfähigkeit – Teil 1: Nadelschnittholz“). Darüber hinaus besteht die Verpflichtung zur CE-Kennzeichnung eines Bauprodukts, wenn dieses nicht oder nicht ganz von einer harmonisierten Norm erfasst wird und auf Antrag eines Herstellers für das Produkt eine Europäische Technische Bewertung (ETA = European Technical Assessment) ausgestellt ist.

Das CE-Zeichen (Conformité Européenne) dokumentiert die Übereinstimmung (Konformität) eines Produktes mit den Mindestanforderungen anzuwendender europäischer Normen oder Zulassungen auf Grundlage der BauPVO. Mit dem CE-Zeichen bestätigt der Hersteller, dass sein Produkt die Anforderungen der angegebenen Norm erfüllt und so im Sinne des Bauordnungsrechts brauchbar ist. Damit übernimmt der Hersteller die Produkthaftung für dieses Produkt.



Die Einhaltung der Regeln unterliegt beispielsweise im Rahmen der Produktion von Bauschnittholz einer kontinuierlichen Eigen- und Fremdüberwachung. In diesem Sinne muss Vollholz grundsätzlich mit der Sortierklasse und einer Kennung des Herstellers gekennzeichnet werden. Bei Vollholz gilt als Hersteller, wer das Holz sortiert hat. Dies wird normalerweise ein Sägewerk sein, dies kann aber auch ein Holzhandelsunternehmen oder ein Zimmereibetrieb sein. Bei geklebten Produkten, wie z.B. Vollholz mit Keilzinkung, Brettschichtholz oder Brettspertholz, kann die Übereinstimmung nur von dem Betrieb bestätigt werden, der das Produkt hergestellt hat. In den Mitgliedsstaaten prüfen Behörden der Marktüberwachung, ob die Bauprodukte auf Grundlage harmonisierter Regelungen zuverlässig sind, die deklarierten Leistungen erbracht und die Grundanforderungen an Bauwerke erfüllt werden.



Brettspertholzelement mit CE-Kennzeichnung

Für die Anwendung von Holz und Holzwerkstoffen als konstruktive Bauprodukte sind die weitergehenden Details im Wesentlichen in DIN EN 1995 „Bemessung und Konstruktion von Holzbauten“ (Eurocode 5 oder EC 5) ausgehend von einem europäischen Konsens geregelt. Der EC 5 ist als Norm zu verstehen, die ein Grundgerüst zur Regelung der wesentlichen Bereiche im modernen Holzbau darstellt. Die Norm enthält in ihrer in Deutschland eingeführten Fassung zusätzliche nationale Festlegungen zu Materialeigenschaften sowie zur Ausführung und Überwachung von u.a. Klebungen bei Holztragwerken, die im EC 5 bzw. in den dort einbezogenen Produktnormen nicht oder nach deutschen Anforderungsmaßstäben nur unzureichend geregelt sind.

Grundsätzlich wird zukünftig die Kennzeichnung von Bauprodukten mit dem CE-Zeichen die einzige für diese Produkte relevante sein. Zurzeit werden in Deutschland Ergänzungen zu den europäischen Bauproduktenregelungen diskutiert. Daher ist nicht absehbar, wie lange die aktuellen Randbedingungen tatsächlich Bestand haben werden. Doch da nur Produkte mit CE-Zeichen europaweit gehandelt werden dürfen, ist damit zu rechnen, dass nationale Zulassungen zeitnah in europäische umgewandelt werden.

Der zeitgemäße Holzbau wurde in den letzten Jahrzehnten so weit optimiert, dass die Bauweise hinsichtlich der objektiven Eigenschaften mehr als konkurrenzfähig ist. Architekten und Ingenieuren sei daher empfohlen, sich neben den Kenntnissen im Bereich der Konstruktion und Verarbeitung ständig einen Überblick über die aktuellen rechtlichen Vorgaben zu den zur Verfügung stehenden Produkten zu verschaffen. Zumal neben den klassischen Kriterien für den Einsatz, die Eignung und die Bewertung eines Baustoffes zunehmend ökologische Anforderungen wie Gesamtenergiebilanz, Emissionspotenzial, stoffliche Verwertung und Entsorgung an Bedeutung gewinnen.

3.1 Konstruktive Vollholzprodukte

Konstruktive Vollholzprodukte aus Nadelholz, wie Fichte und Tanne, Kiefer und Lärche oder Douglasie, sind leistungsfähige Materialien und Grundlage für den modernen Holzbau.

Als Baustoff mit einer verhältnismäßig geringen Rohdichte haben konstruktive Vollholzprodukte gute und berechenbare Festigkeits- und Verarbeitungseigenschaften. Vollholzprodukte wie Bauschnittholz oder Brettschichtholz sind dabei entsprechend gekennzeichnet und als normal entflammbar der Baustoffklasse „B2“ nach DIN 4102-1 zugeordnet bzw. als „D-s2, d0“ nach DIN EN 13501-1 klassifiziert.

TABELLE 4: BEZEICHNUNG VON SCHNITTHOLZPRODUKTEN AUS NADELHOLZ

	Dicke d	Breite b
Latte	≤ 40 mm	< 80 mm
Brett	≤ 40 mm	≥ 80 mm
Bohle	> 40 mm	> 3d

	Höhe h	Breite b
Brett (hochkant)	≥ 80 mm	≤ 40 mm
Bohle (hochkant)	> 40 mm	> 2d
Kantholz	b ≤ h ≤ 3b	> 40 mm

Heute existiert unter dem Gruppennamen **Konstruktive Vollholzprodukte** ein Sortiment genau definierter Bauprodukte. Zuvor gab es unter dem Oberbegriff Holz die pauschale Kategorie **Bauholz** sowie die mehr oder weniger spezifische Kategorie **Bauschnittholz** sowie **Brettschichtholz**.

In DIN 4074 „Sortierung von Holz nach der Tragfähigkeit – Nadel- und Laubschnittholz“ bzw. in DIN EN 338 „Bauholz für tragende Zwecke“ sind die Kriterien für die Sortierung nach der Tragfähigkeit von Produkten aus Nadel- bzw. Laubholz, die durch Sägen oder Spanen von Rundholz in Stamm-Längsrichtung hergestellt werden, geregelt. Schnittholz für tragende Zwecke repräsentiert den Basisstandard auf Grundlage der DIN 4074. Diese Norm regelt die Sortierung von Holz nach der Festigkeit. In einigen Punkten geht DIN-4074-Bauholz über das erforderliche Minimum der Anforderungen hinaus, sodass bei Bauschnittholz zwei Sortimente unterschieden werden, die sich hinsichtlich Trockensortierung, Lieferfeuchte und Maßtoleranzen unterscheiden. Die Oberfläche dieser Produkte ist sägerau.



DIN-4074-Bauholz

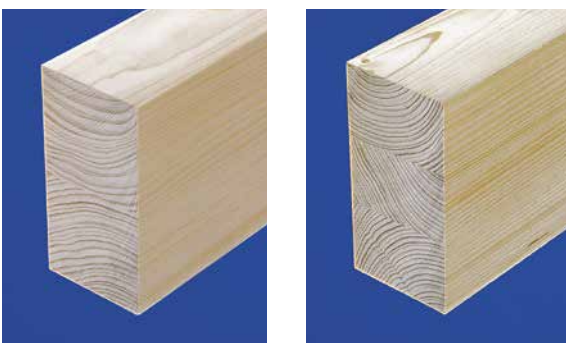
Normativ wird korrekt benannt „nach Festigkeit sortiertes Bauholz für tragende Zwecke mit rechteckigem Querschnitt“ im modernen Holzbau eingesetzt. Formal wird dabei zwischen Vollholz mit bzw. ohne Keilzinkung unterschieden. Beide Produkte sind dank ihrer Eigenschaften für den zeitgemäßen Holzbau unverzichtbare Voraussetzung. Es handelt sich um technisch getrocknete und festigkeitssor-

tierte Vollholzprodukte aus Nadelholz. Beide dürfen nur eine maximale Holzfeuchte von $15\% \pm 3\%$ aufweisen. Zudem gelten für diese Vollholzprodukte zusätzliche Bedingungen, u. a. bezüglich der Maßhaltigkeit – „Holz arbeitet“ war gestern. Abgesehen von weiteren Merkmalen wie Baumkante und Rissen, Astigkeit und Längskrümmung ist die Oberflächenbeschaffenheit geregelt. Unterschieden wird zwischen gehobelten und gefasten Produkten (z. B. KVH®-Si oder MH-Plus®) für den Einsatz im sichtbaren Bereich sowie egalisiertem und gefastem Konstruktionsvollholz (z. B. KVH®-NSi oder MH-Fix®) im nicht sichtbaren Bereich.



Vollholz mit Keilzinkung

Balkenschichtholz wird industriell hergestellt und besteht aus zwei bzw. drei flachseitig schichtverklebten Einzelquerschnitten. Diese u. a. DUO-Balken bzw. TRIO-Balken genannten Produkte erfüllen die Kriterien der üblichen Sortierklassen und haben ebenfalls eine Holzfeuchte von $15\% \pm 3\%$. In der Oberflächenqualität entsprechen sie dem Konstruktionsvollholz. Eingesetzt werden DUO-/TRIO-Balken bei der Notwendigkeit größerer Querschnitte aufgrund ihrer rissarmen Oberfläche und ihres dimensionsstabilen Vollholzcharakters aufgrund kaum sichtbarer Klebefugen.



DUO-Balken und TRIO-Balken

Brettschichtholz (BSH) wird auch als Leimholz bezeichnet. Hergestellt wird es als normativ geregeltes Produkt aus getrockneten, gehobelten und keilgezinkten Brettlamellen, die gestapelt miteinander verklebt werden. Die Anforderungen an die Maßhaltigkeit sind hoch. Seit einigen Jahren sind sehr hochwertige Festigkeitsklassen verfügbar, die neue Anwen-

dungsbereiche erschließen. Mit den großen Querschnitten, Längen und der freien Formgebung sowie seiner großen Festigkeit bei geringem Gewicht ist Brettschichtholz das Produkt für große Spannweiten sowie konstruktiv und gestalterisch besondere Lösungen für den Hallen- und Brückenbau, bei Türmen und sonstigen Sonderbauwerken. In den letzten Jahren wurde umfangreiche Entwicklungsarbeit mit dem Ziel geleistet, hybride BSH-Träger herzustellen, für die Nadel- und Laubholzlamellen (v. a. Buche) kombiniert eingesetzt werden.



Brettschichtholz

Brettsperrholz (BSP) ist ein relativ neues Vollholzprodukt, das als plattenförmiges, konstruktives Element für Wände, Decken und Dächer eingesetzt wird. BSP wird aus kreuzweise gestapelten Brettern hergestellt. Gesägte Bretter sind das Ausgangsmaterial. Die Brettlagen können untereinander verklebt, mit Nägeln, Klammern oder Holzdübeln verbunden sein. Insbesondere die Entwicklung von Brettsperrholz hat die gestalterischen Möglichkeiten des modernen Holzbaus deutlich erweitert. Zurzeit wird für dieses Produkt an den Möglichkeiten zur Verwendung von Laubholz gearbeitet.



Brettsperrholz

3.2 Plattenförmige Holzwerkstoffe

Holzwerkstoffe werden aus Holzspänen, -chips oder -fasern, aus Brettern oder Stäben, Furnieren oder Furnierstreifen mit geringen Leimanteilen oder ohne Zugabe von Bindemitteln hergestellt. Dabei werden auch Holzreste und unbelastete Gebrauchthölzer benutzt. Je stärker die Zerlegung bis hin zur Faser des Holzes erfolgt, desto mehr kann beim Zusammenfügen die Struktur vereinheitlicht werden. Herstellungsbedingt wird das Ausgangsmaterial vergütet und homogenisiert. Festigkeitsmindernde Holzmerkmale wie z.B. Äste, Risse und Drehwuchs, die bei naturgewachsenem Holz unvermeidbar sind, haben daher bei den Holzwerkstoffen keine bzw. nur eine untergeordnete Bedeutung.

Zur Verklebung der Ausgangsstoffe reicht das Spektrum von kunstharzgebundenen Holzwerkstoffen, die unter Hitze, Druck oder unter Einfluss von Mikrowellen hergestellt werden, hin zu mineralisch gebundenen Holzwerkstoffen. Im Zuge der Verfahren und abhängig von den Inhaltsstoffen ergeben sich Möglichkeiten der Imprägnierung, Färbung und letztlich der Klassifizierung in Holzwerkstoffklassen. Die Art der Verklebung hat Einfluss auf die Festigkeiten, Feuchte- und Emissionseigenschaften. Der Grenzwert der Formaldehydabgabe für die Emissionsklasse E1 wird bei allen Holzwerkstoffen (zum Teil weit) unterschritten.

Holzwerkstoffe sind als plattenförmige Bauteile in großen Dimensionen verfügbar und werden in unterschiedlichen Bereichen eingesetzt: als aussteifende Plattenbekleidung von Dächern und Decken, als Dämmplatten, als Funktionsschichten in Wänden und Dächern und als Fassadenbekleidung. Häufig verwendete Holzwerkstoffe sind Holzfaserplatten, OSB-Platten, Sperrholz und Spanplatten. In Form von Holzspan- und Holzfaserplatten sind Holzwerkstoffe seit über 60 Jahren im Einsatz. In Deutschland müssen seit 2004 alle Holzwerkstoffe das CE-Zeichen tragen.

Die Einsatzbereiche von Plattenwerkstoffen sind sehr vielfältig. Im modernen Holzbau werden OSB-Platten, Mehrschichtplatten oder Sperrholz für tragende und aussteifende Zwecke sowie für den Wärme-, Schall- und Brandschutz der Konstruktionen verwendet. Faserplatten werden aus bauphysikalischen Gründen je nach Dichte als wasserführende Ebene auf der Außenseite von Bauteilen (Dach bzw. Wand) oder als Dämmstoff in der Konstruktion eingesetzt. Die anderen Holzwerkstoffe, die z.B. im Möbelbau für Innentüren oder verschiedene Verkleidungen genutzt werden, bleiben hier unberücksichtigt.

OSB-Platten (Oriented Strand Board; nach DIN EN 300) verwerten den Rohstoff Holz zu fast 100 %. Flach- bzw. Schälspäne (engl.: strands) werden vor der Verklebung ausgerichtet (engl.: oriented). OSB/3-Platten sind wasserfest durch ein extrem formaldehydarmes Phenolharzpulver verklebt. Ein

Kleberanteil von ca. 2,2 % ergibt ein Emissionspotenzial, das nur bei 25 % des zulässigen Wertes E1 liegt. Bei OSB/4-Platten ist der Leimanteil etwas höher, sodass die Biegefestigkeit der Platte etwa ein Drittel höher ist als die einer OSB/3-Platte.

OSB-Platten (Oriented Strand Board; nach DIN EN 300) verwerten den Rohstoff Holz zu fast 100 %. Flach- bzw. Schälspäne (engl.: strands) werden vor der Verklebung ausgerichtet (engl.: oriented). OSB/3-Platten sind wasserfest durch ein extrem formaldehydarmes Phenolharzpulver verklebt. Ein Kleberanteil von ca. 2,2 % ergibt ein Emissionspotenzial, das nur bei 25 % des zulässigen Wertes E1 liegt. Bei OSB/4-Platten ist der Leimanteil etwas höher, sodass die Biegefestigkeit der Platte etwa ein Drittel höher ist als die einer OSB/3-Platte.



OSB-Platte



Massivholzplatten für tragende Zwecke bestehen aus drei oder fünf miteinander verklebten gesägten Brettern aus Nadelholz, wobei die benachbarten Brettlagen um 90° zueinander gedreht angeordnet sind. Handelsüblich sind Plattendicken zwischen 13 und 75 mm.



3- bzw. 5-Schicht-Platten



Ausgangsmaterial für das **Bau-Furniersperrholz** sind in der Regel aus Holz geschnittene sogenannte Schäl furniere. Aus Nadelholz- oder Buchenfurnieren hergestellt, kann es als tragendes und aussteifendes Element eingesetzt werden. Die Furniere werden kreuzweise (gesperrt) verlegt und ver-

leimt. Unter Druck und hohen Temperaturen entstehen fugenfreie Werkstoffe mit hoher Stand- und Verzugsfestigkeit.



Bau-Furniersperrholz

Furnierschichtholz (abgekürzt LVL für engl. Laminated Veneer Lumber) ist dem Furniersperrholz ähnlich. Es besteht ebenfalls aus 3 mm dicken Schäl furnieren, die mit versetzten Stößen als Träger parallel oder als Plattenwerkstoff mit zusätzlichen gesperrt angeordneten Lagen verklebt sind. So werden die natürlichen Holzmerkmale bei der Herstellung minimiert und verteilt. Einzelne Platten können zusätzlich zu unterschiedlichen Querschnittformen zusammengesetzt werden. Furnierschichtholz wird sowohl aus Nadel- als auch aus Laubholz angeboten. Die jüngste Innovation im Bereich der industriell gefertigten Holzwerkstoffe ist Furnierschichtholz aus Buche, mit dem dank der außergewöhnlich hohen Festigkeit und Steifigkeit wesentlich schlankere Bauteile als bislang im Holzbau üblich möglich sind.



Furnierschichtholz aus Nadelholz / Furnierschichtholz aus Buchenholz

Mittelharte Holzfaserplatten (HFM) und **mitteldichte Holzfaserplatten (MDF)** zeichnen sich durch einen sehr gleichmäßigen, feinen Aufbau über den Querschnitt aus. Durch Imprägnierung können die Platten parafinös hydrophobiert werden. Als weiche Holzfaserplatten werden Plattentypen bezeichnet, die eine Rohdichte von weniger als 400 kg/m^3 haben. Poröse Holzfaserplatten (HFD) werden zu Wärme- und Schalldämmzwecken eingesetzt. Je nach Produkt ergeben sich verschiedene Dichten, Massen und

damit Steifigkeiten. Hydrophobierte Holzfaserplatten sind der Schlüssel zu diffusionsoffenen Konstruktionen.



Harte Holzfaserplatte, mitteldichte Holzfaserplatte und weiche Holzfaserplatte

Holzwohle-Leichtbauplatten (HWL; umgangssprachlich: Sauerkrautplatte) bestehen aus Holzwohle, die mit Zement oder Magnesit gebunden und robust und langlebig sind. Je nach Einsatzzweck können auf Druck, Querkzug, Biegung bedingt belastbare Platten hergestellt werden, die Funktionen wie Wärmedämmung, Schall- und Brandschutz sowie als Putzträgerschicht übernehmen können.



Holzwohle-Leichtbauplatte

Zementgebundene Spanplatten verbinden positive Eigenschaften anderer Plattentypen. Zement als nicht brennbares Bindemittel sorgt für die Einstufung als nicht brennbarer Baustoff und eröffnet damit bei gleichzeitiger Zulassung als tragende und aussteifende Platte die Erstellung von Brandschutzkonstruktionen. Sie sind ohne chemische Zusätze schädlings- und verrottungssicher und können in Nassräumen oder in der Fassade Verwendung finden.



Zementgebundene Spanplatte

3.3 Gipsgebundene Plattenwerkstoffe

Für den Holzhausbau sind anorganische Bauprodukte wie Gipskartonplatten und Gipsfaserplatten unverzichtbarer Bestandteil einer trockenen Bauweise. Sie sind nicht nur Putzersatz für Wand- und Deckenflächen, sondern leisten auch Beiträge zum Brand-, Schall- und Feuchteschutz. Sie können auch zu tragenden oder aussteifenden Zwecken herangezogen werden. Gipsgebundene Plattenwerkstoffe sind grundsätzlich mit dem CE-Zeichen gekennzeichnet.

Gipskartonplatten sind Bauplatten, die aus einem Gipskern bestehen und mit einem dem Verwendungszweck entsprechenden Karton ummantelt sind. Gipskartonplatten sind mit dem CE-Zeichen gekennzeichnet. Je nach Verwendungszweck sind Gipskartonplatten in unterschiedlichen Anwendungstypen erhältlich. Dazu werden dem kartonummantelten Gipskern Zusätze beigemischt, mit denen sich bestimmte Eigenschaften – z. B. die Eignung zur Verwendung in Bädern und Feuchträumen – erzielen lassen.



Gipskartonplatte



Gipsfaserplatten bestehen aus Gips, der mit Zellulose- oder anderen Fasern als gleichmäßig verteilte „Bewehrung“ durchsetzt ist. Sie werden dadurch robuster und weisen größere Festigkeiten als Gipskartonplatten auf. Die besonderen Baustoffeigenschaften der Gipsfaserplatten werden überwiegend zur Erfüllung erhöhter Brand- und Schallschutzanforderungen genutzt. Gipsfaserplatten dürfen als aussteifende Beplankung von Decken-, Dach- und Wandbauteilen in Holzbauweise verwendet werden.



Gipsfaserplatte

3.4 Dämmstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen

Dämmstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen sind im alltäglichen Baugeschehen angekommen. Grundlage dieser Entwicklung war auch das Wissen um die Leistungsfähigkeit dieser Rohstoffe, die von den Menschen zu allen Zeiten genutzt wurden. Daher sind die Einsatzgebiete für diese Dämmstoffe eindeutig identifizierbar, ihre Bearbeitung ist unproblematisch, auf der Grundlage jüngster Forschungsvorhaben in ihren Einsatzgebieten erweitert und im Gegensatz zu den konventionellen sind diese Dämmstoffe wiederverwertbar oder kompostierbar.

Die wesentlichen, auch flächendeckend verfügbaren Dämmstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen sind:

- **Zellulosefaserdämmstoffe**, die überwiegend aus Altpapier hergestellt werden und gegenüber der Mineralfaser aufgrund der höheren Masse und besseren Wärmespeicherfähigkeit bei gleicher Dämmwirkung bessere Werte für den Schallschutz und den sommerlichen Wärmeschutz verzeichnen;
- **Holzfaserdämmstoffe**, die zu mindestens 85 % aus Holzfasern bestehen und die überwiegend für Zwecke der Wärme- und Schalldämmung in Wänden, Decken und Dächern genutzt werden, aber auch als Putzträgerplatten verwendet werden können.

Als weitere organische Dämmstoffe zählen Schafwolle, Flachs, Hanf, Jute, Seegras und Stroh zu den natürlichen Dämmstoffen aus nachwachsenden Rohstoffen. Schafwolle ist ein jährlich nachwachsender Dämmstoff, Flachs, Hanf, Jute, Seegras und Stroh liefern pflanzliche Fasern:

- **Schafwolle** unterscheidet sich durch die natürliche Kräuselung von anderen Faserdämmstoffen. Schafwolle kann zur Dämmung von Wänden, Dächern und Decken sowie zur Isolierung von Luftkanälen und Heizungsrohren eingesetzt werden.
- Dämmstoffe aus **Flachs** gehören zu den Dämmstoffen aus nachwachsenden Rohstoffen mit den besten Wärmedämmeigenschaften. Aus bautechnischer Sicht besitzen Dämmstoffe aus Flachs (und auch aus Hanf) eine hohe Formbeständigkeit, schrumpfen also nicht im eingebauten Zustand. Durch natürliche Bitterstoffe sind diese Dämmstoffe von Natur aus resistent gegen Schädlingsbefall durch Insekten oder Nagetiere.
- Seit 1996 darf **Hanf** wieder in Deutschland angebaut werden. Bei der Herstellung von Dämmplatten und Filzen werden Hanffasern zum Teil mit Flachs- oder Jute-

fasern vermischt. Mit einer Wärmeleitfähigkeit von 0,04–0,048 W/(m·K) haben Hanfdämmstoffe ebenfalls sehr gute Dämmeigenschaften.

- **Jute** ist die Faser von einjährigen tropischen Corchorus-Pflanzen aus Bangladesch und Indien. Für einen ersten Nutzungszyklus wird Jute zu Kakao- und Kaffeesäcken verarbeitet. Danach werden diesen Säcke zerfasert, die Fasern mittels Soda gereinigt und gleichzeitig für den Brandschutz gerüstet. Für die Aufbereitung zu einem Vlies dienen PET- oder auch PLA-Biokunststofffasern aus Pflanzenstärke als Stützfasern. Jute als Dämmstoff ist somit ein Upcycling-Produkt.



Einbau einer flexiblen Jute-Dämmmatte

- **Seegras** als Dämmstoff stammt aus zwei unterschiedlichen Herkunftsregionen: als sogenannte Neptun- oder Meerbälle aus dem Mittelmeer oder von den Unterwasserswiesen der Ostsee. In beiden Regionen wird der Rohstoff an den Stränden eingesammelt und bedarf anschließend kaum weiterer Aufbereitung. Da die Seegrasfasern auch noch im trockenen Zustand einen hohen natürlich bedingten Silikatgehalt aufweisen, verfügen sie über eine schlechte Entflammbarkeit sowie eine umfassende Resistenz gegen pflanzliche und tierische Schädlinge sowie Fäulnis.
- **Stroh** ist ein jährlich nachwachsender Rohstoff, der in unseren Breiten in ausreichenden Mengen in der Landwirtschaft anfällt. Stroh kann zu Ballen gepresst als dämmende Ausfachung von Holzbaukonstruktionen eingesetzt werden. Zur Herstellung von stabilen Strohballen eignet sich Weizen-, Dinkel- oder Roggenstroh. Eine chemische Behandlung der Strohballen ist bei fachgerechter Verwendung nicht notwendig.



Holzrahmenbau mit Strohdämmung

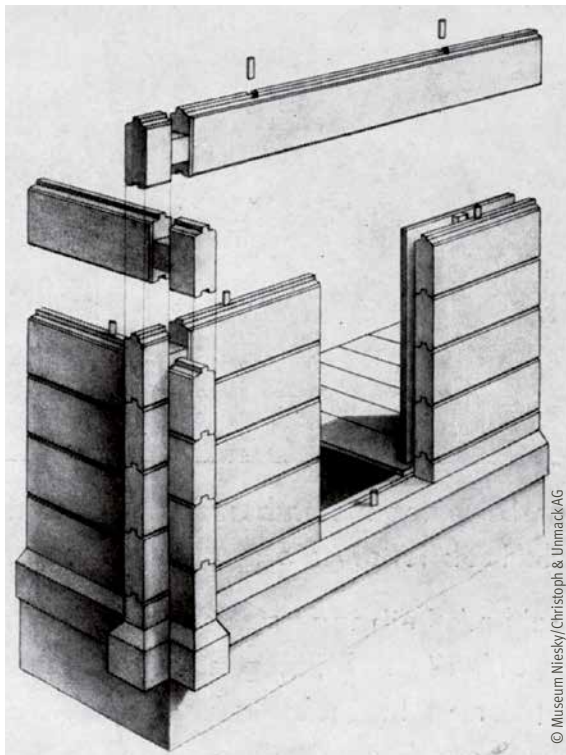


Beispiel einer Wanddämmung mit Zellulosefasern

Weitere Informationen finden Sie in den Veröffentlichungen „Marktübersicht: Dämmstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen“ und „Strohedämmte Gebäude“ der Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. unter: mediathek.fnr.de

4 HOLZBAUWEISEN

Die modernen Holzbauweisen sind aus dem Blockbau bzw. dem Fachwerkbau abgeleitet. Diese sind handwerklich geprägt und weisen einen geringen Vorfertigungsgrad auf. Die modernen Holzbauweisen basieren auf einer gegenüber den traditionellen Bauweisen weitreichenden Standardisierung und sind durch einen deutlich höheren Grad der Vorfertigung gekennzeichnet.



Blockbauweise zu Beginn des 20. Jahrhunderts

Die modernen Holzbauweisen sind offene Systeme. Sie bieten eine große Flexibilität in Bezug auf individuelle Ausführung und Kombination untereinander. Sie haben in der Regel kein zwingendes Planungsraaster. Planung und Umsetzung erfolgen projektbezogen. Durch die Entwicklung neuer Fertigungstechniken wie z.B. CNC-gesteuerter Abbundanlagen ist die Notwendigkeit der Massenproduktion für kostengünstiges und schnelles Bauen aufgehoben. Dank der Computertechnologie ist heute die Einerserie möglich, durch die auf die individuellen Wünsche der Bauherren eingegangen werden kann.

Die witterungsunabhängige, da werkstattgeschützte Vorfertigung garantiert eine gleichbleibend hohe Qualität. Die Bauteile passen auf den Millimeter und können schon ab Werk mit der nötigen Vorinstallation für die Haustechnik ausgestattet werden. Nicht nur die wind- und wasserdichte Gebäudehülle ist sehr schnell montiert, sondern zudem kann der Innenausbau zügig erfolgen. In Verbindung mit einem Innenausbau in Trockenbauweise sind keine Trocknungszeiten oder gar sogenanntes Trockenwohnen notwendig. Dies ermöglicht unvergleichbar kurze Bauzeiten und gesundes Wohnklima von Anfang an.

TABELLE 5: GELDWERTE VORTEILE DER HOLZBAUWEISE

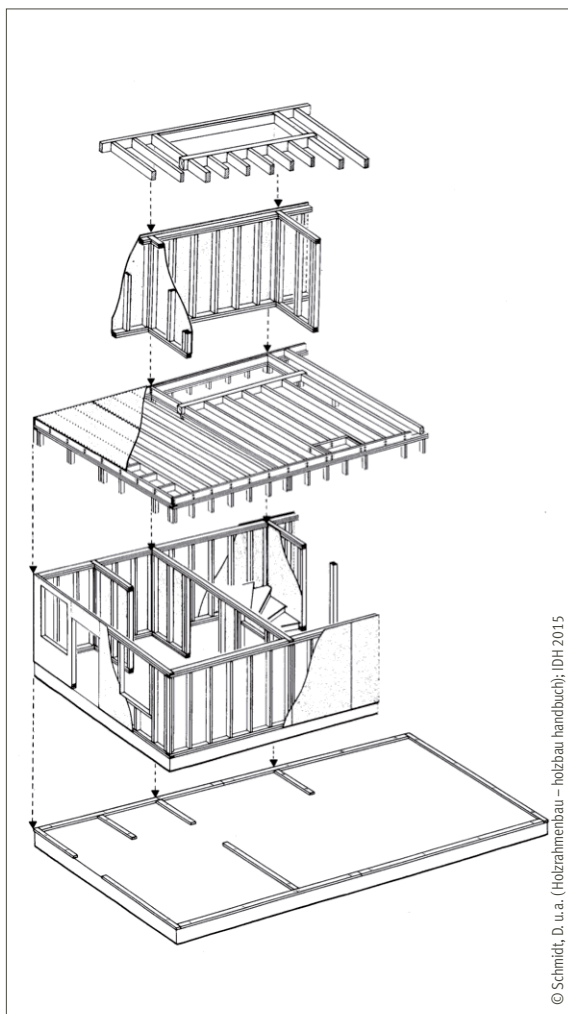
Hoher Vorfertigungsgrad	• gleichbleibende und garantierte Qualität, hervorragende Maßhaltigkeit • kurze Bauzeiten, hohe Terminalsicherheit • keine monatelange Doppelbelastung durch Mietzahlung und Baufinanzierung
Trockenbauweise	• keine oder nur sehr kurze Trocknungszeiten • schnelle Fertigstellung, kein „Trockenwohnen“ • Planungssicherheit durch garantierte Termine • kostengünstige Umbau- und Erweiterungsmöglichkeiten der vorhandenen Bausubstanz
Eigenleistung	• Es bestehen zahlreiche Möglichkeiten, Eigenleistung zu erbringen, wodurch Baukosten gesenkt werden können. • Eigenleistung kann bereits während der werkseitigen Vorfertigung erbracht werden, z.B. durch Einbau der Dämmung. • Nach Fertigstellung der wind- und luftdichten Gebäudehülle können viele Trocken- und Ausbauarbeiten selbst ausgeführt werden.
Raumgewinn	• Im Vergleich zu anderen Bauweisen kann bei gleichen Gebäudemaßen eine bis zu 10% größere Nettowohnfläche erzielt werden.

4.1 Holzrahmenbauweise

Der Holzrahmenbau ist ein sehr wirtschaftliches Bausystem. Das Tragwerk besteht aus regelmäßig angeordneten Holzstäben mit Schwellen und Rähm und ist beidseitig mit Holzwerkstoffen beplankt. Der dazwischen liegende Hohlraum wird komplett für die Wärmedämmung genutzt. Den einzelnen Komponenten sind je nach Eigenschaft verschiedene Funktionen zugewiesen:

- Rahmen: horizontale und vertikale Lastabtragung
- Beplankung außen bzw. innen: Aussteifung und Funktionsschicht (Brandschutz, Wind- bzw. Luftdichtung)

Dämmung im Hohlraum: Wärme-, Schall- und Brandschutz Der Holzrahmen wird zu einem feingliedrigen Holzgerippe zusammengesetzt und durch ein oberes und unteres Querholz gleichen Querschnitts begrenzt. Eine mindestens einseitig kraftschlüssig aufgebrachte Beplankung steift diesen Holzrahmen aus. Dessen Dicke ist von



Isometrische Darstellung des konstruktiven Systems im Holzrahmenbau

der statischen Beanspruchung und dem angestrebten Wärmedämmniveau abhängig. Das Rastermaß, d.h. der Achsabstand der Rippen, ergibt sich aus den Abmessungen der Beplankungen. Daher sind viele der im Holzhausbau verwendeten Baustoffe mit dem Rastermaß von 625 mm kompatibel.

Der Holzrahmenbau eröffnet eine größere Bandbreite an gestalterischen Möglichkeiten als die traditionellen Fachwerk- und Blockhausbauweisen. Gerade dem Holzrahmenbau ist es zu verdanken, dass die vormalige gestalterische Einengung heute zugunsten von Bauteilflächen aufgebrochen ist. Das Denken in Flächen schafft gänzlich neuartige Lösungen und eröffnet in der Entwurfsphase neue Möglichkeiten. Selbst nicht orthogonale und gekrümmte Formen sind dabei problemlos realisierbar. Aus architektonischer Sicht formuliert: Der Weg vom Stab zur Platte führt den Entwerfer vom Gitter zur Fläche und zum Volumen oder Raum.

Unterschieden wird zwischen dem konventionellen allgemeinen Holzrahmenbau und dem diffusionsoffenen Holzrahmenbau. Der konventionelle Holzrahmenbau ist ein Reimport aus Nordamerika, der diffusionsoffene Holzrahmenbau eine Entwicklung der letzten knapp 30 Jahre.

ALLGEMEINER HOLZRAHMENBAU

Der allgemeine Holzrahmenbau wurde in Nordamerika aus den traditionellen Fachwerkbauweisen der europäischen Einwanderer entwickelt. Mit der Entwicklung und Verbreitung der Holzwerkstoffplatten ging der Ersatz der Fachwerkstrebe durch die mittragende, aussteifende Beplankung einher. Üblicherweise werden in Nordamerika standardisierte Querschnitte der Abmessungen „two-by-four“ (2 × 4 Zoll) oder „two-by-six“ (2 × 6 Zoll) verwendet.

Der allgemeine Holzrahmenbau ist die Grundlage vieler stabförmiger Systeme, die sich nur durch die Verwendung spezieller, oft firmenbezogener Produkte unterscheiden. Dabei ist die Bauweise ein offenes System und nicht durch Patente oder Nutzungsrechte in der Anwendung eingeschränkt.

Die allgemeine Holzrahmenbaukonstruktion besteht bei den Wänden aus:

- (Rahmen-)Hölzern gleicher Abmessungen, heute mindestens 60 × 200 mm,
- unterschiedlichen Dämmstoffen,
- einer Dampfbremse (zugleich als luftdichte Ebene),
- einer Innenbekleidung,
- einer außen liegenden, aussteifenden Holzwerkstoffbeplankung,
- einer beliebigen Fassadenbekleidung (hinterlüftete Bekleidung oder zugelassenes WDVS).

Die Deckenkonstruktionen können mit sichtbarer Balkenlage, die oberseitig mit Sichtschalung oder Holzwerkstoffplatten beplankt sind, aber genauso gut als geschlossene Elemente ausgeführt werden. Auch Dachform und -konstruktion sind frei wählbar.

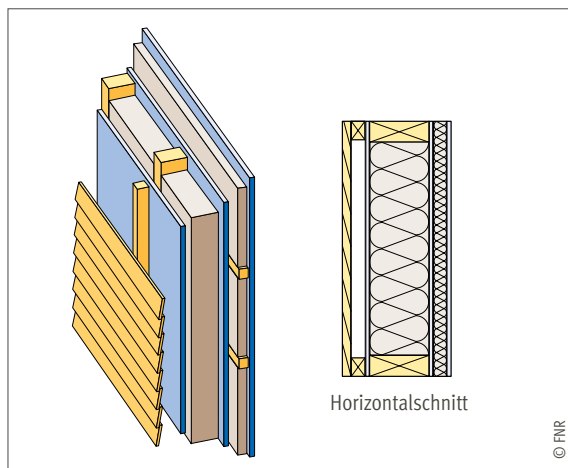
Zahlreiche Betriebe fertigen bis zu kompletten Wandelementen inkl. Fenster und Fassade vor. Bei der Auswahl der Betriebe sollte daher auf die Zugehörigkeit zu einer Qualitäts- oder Gütegemeinschaft geachtet werden. Geschlossene Elemente dürfen nur von Firmen mit Eigen- und Fremdüberwachung hergestellt werden.

DIFFUSIONSOFFENER HOLZRAHMENBAU

Der diffusionsoffene Holzrahmenbau ist eine Weiterentwicklung des allgemeinen Holzrahmenbaus und die hierzulande mittlerweile weiter verbreitete Bauweise. Diese wurde zu Beginn der 1990er-Jahre entwickelt und hatte ihre Ursprünge in der Bewegung des ökologischen Bauens. Grundgedanke ist, die dampfsperrende Kunststoffbahn auf der Innenseite der Bauteile zu vermeiden. Das wesentliche Merkmal des Systems ist daher die im Gegensatz zum konventionellen Holzrahmenbau innen liegende, tragende Holzwerkstoffbeplankung. Diese wird dadurch zum multifunktionalen Bauteil und übernimmt die Funktionen:

- Aussteifung,
- Dampfbremse,
- Luftdichtung (mit abgeklebten Stößen und Ecken).

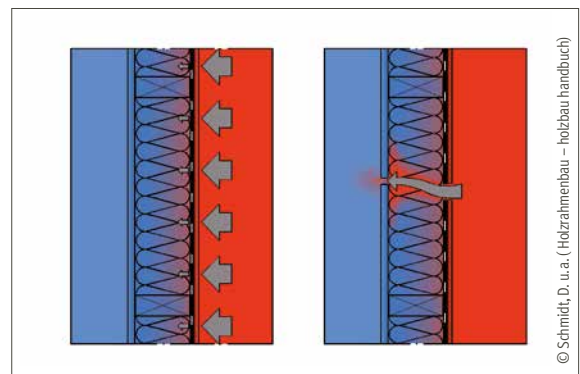
Die Konstruktionsregeln gleichen ansonsten denen für den allgemeinen Holzrahmenbau.



Holzrahmenbau mit Installationsebene

Diffusionsoffen meint, dass Bauteile zwar grundsätzlich luftdicht, aber nicht dampfdicht sind. Sie ermöglichen den kontrollierten Wasserdampftransport infolge von Diffusionsvorgängen durch das Bauteil hindurch. Derartige Konstruktionen sind möglich durch die Verwendung diffusionsoffener Bauprodukte auf der Bauteilaußenseite und die Anordnung

dampfbremsender Baustoffe statt dampfdichter Kunststofffolien auf der Raumseite. Auf Grundlage zuvor angestellter Berechnungen wird nachgewiesen, dass in der Konstruktion kein Kondensat anfällt. Dadurch erhalten die Bauteile insbesondere in Verbindung mit Dämmstoffen aus nachwachsenden Rohstoffen ein hohes Austrocknungsvermögen sowohl nach außen als auch nach innen, wodurch die Konstruktion robust gegenüber ungewollt auftretenden Feuchteinwirkungen wird. Umgangssprachlich würde man davon sprechen, dass die Konstruktion „atmungsaktiv“ ist. Die Funktionsweise diffusionsoffener Holzbaukonstruktionen entspricht den Membransystemen von Funktionstextilien.



Funktionsprinzip von Dampfdiffusion und Konvektion

Zusätzliche, optional gedämmte Installationsebenen bezwecken im diffusionsoffenen Holzrahmenbau den Schutz der luftdichten Ebene. Mit der Anordnung der hautechnischen Installationen innen vor der luftdichten Ebene wird vermieden, dass diese von den Installationen durchstoßen wird. So wird das Risiko der Konvektion von Innenraumluft in die Konstruktion hinein minimiert.



Hoher Vorfertigungsgrad im Holzrahmenbau

Auf der Außenseite der Rahmen ist beim diffusionsoffenen Holzrahmenbau eine diffusionsoffene Bekleidung aus feuchtegeschützten Holzwerkstoffplatten, Gipsfaserplatten oder Folien erforderlich. Diese Komponenten sind im allgemeinen Holzrahmenbau nicht üblich, ebenso wenig wie die anfänglich nur bei der diffusionsoffenen Bauweise hohlraumfrei eingebauten Dämmstoffe. Als solche wurden anfänglich nur Zellulosefasern oder Holzfasern verwendet, doch sind entsprechende Konstruktionen auch mit konventionellen Dämmstoffen möglich.

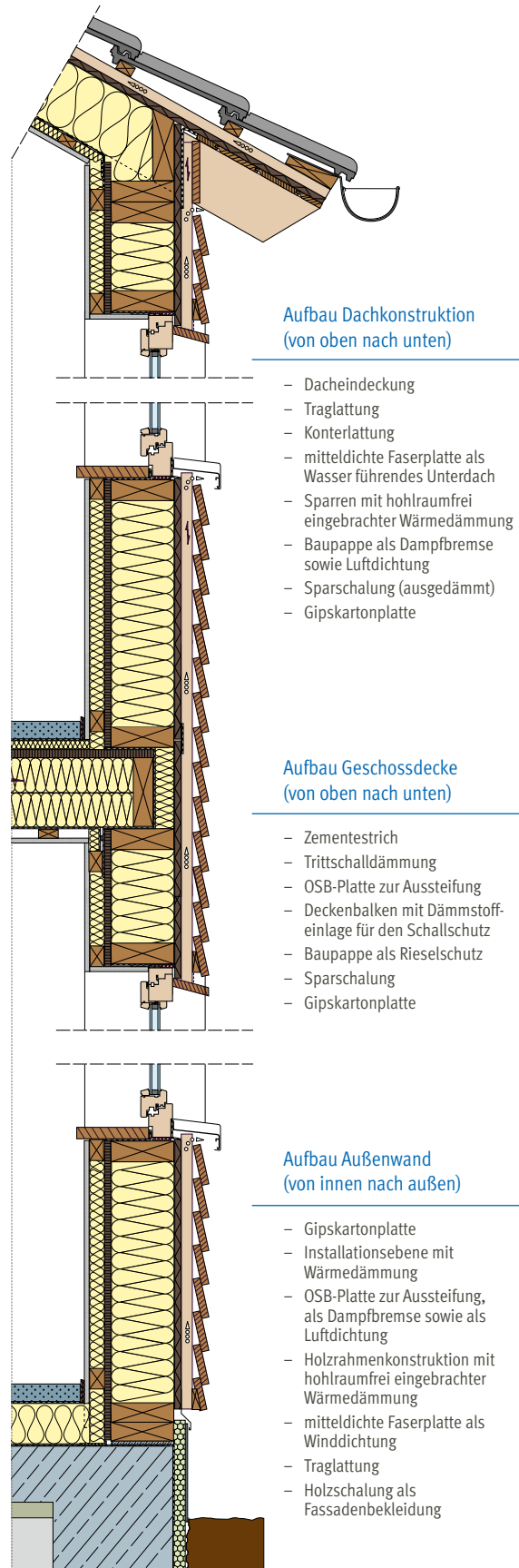
Der diffusionsoffene Holzrahmenbau ist gestalterisch ein völlig flexibles System. Unter Beibehaltung des Konstruktionsrasters sind alle Gebäudetypen realisierbar. Durch die Verwendung einer zusätzlichen Installationsebene werden die von der Energieeinsparverordnung geforderten Dämmstoffdicken zur Einhaltung des Wärmeschutzniveaus erreicht. Um mit dieser Bauweise Gebäude im Passivhausstandard realisieren zu können, bedarf es darüber hinaus weniger konstruktiver als vielmehr gebäudetechnischer Ergänzungen.

Aufgrund der weitgehenden Vorfertigung sind Eigenleistungen bei der Außenwand erst ab der Installationsebene sinnvoll. Sie wird vom Profi qualitätsgesichert errichtet. Damit ist eine klare Definition der Schnittstelle zwischen Eigenleistung und Handwerk möglich. Die Gefahr eines Werteverlustes durch Witterungseinflüsse ist ausgeschlossen und der weitere Ausbau kann unter komfortablen Randbedingungen erfolgen.

Die Bauweise findet zwischenzeitlich seit etwa zwei Jahrzehnten Anwendung und hat sich als äußerst robust erwiesen. Durch die Vielzahl bereitstehender Informationen und kontinuierliche Fortbildung der Planer und Ausführenden sowie die Vielfalt der verwendeten Bauprodukte ist Sicherheit bei Planung und Ausführung gewährleistet.



Holzrahmenbauweise



Fassadenschnitt: Prinzip der diffusionsoffenen Holzrahmenbauweise



Einfamilienhaus in Holzrahmenbauweise

Die Gestaltungsvielfalt reicht vom Typenhaus bis zum Haus auf der Basis individueller Planungen. Für die Verwendung der Bauweise bestehen in Deutschland keine Beschränkungen. Die Vorfertigung umfasst hier meist mehr Bauteilschichten als beim allgemeinen Holzrahmenbau. Die innen liegende, aussteifende Beplankung führt dazu, dass die Bauteile inklusive der Dämmung und der diffusionsoffenen Außenbeplankung hergestellt werden. Allein Einblas-Dämmsysteme (z.B. auf der Basis von Dämmstoffen aus nachwachsenden Rohstoffen) werden vor Ort verarbeitet. Sinnvoll ist außerdem die werkseitige Vorfertigung der Holz- oder Putzfassade und des Fenstereinbaus, da damit ein sofortiger, wirksamer Wetterschutz gegeben ist.

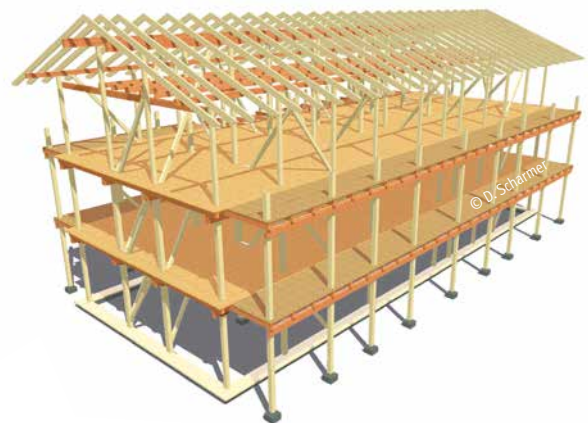
Für die Qualitätssicherung gelten die gleichen Aussagen wie zum allgemeinen Holzrahmenbau. Aufgrund seiner Robustheit gegen kurzfristigen Feuchteanfall, bedingt durch das gute Austrocknungsvermögen der Konstruktion, hat sich der diffusionsoffene Holzrahmenbau hervorragend bewährt. Der Verzicht auf dampfbremsende Kunststoffolien in der Konstruktion beschert einen Wohlfühl-Vorteil bei den Bauherren.

Fazit: Beide Holzrahmenbauweisen lassen die gleiche Kombinationsvielfalt hinsichtlich der Deckenkonstruktionen zu. Systemimmanent sind Holzbalkendecken, die analog zu den Außenwandbauteilen als Deckentafeln vorgefertigt und montiert werden. Darüber hinaus können Wände in Holzrahmenbauweise mit Brettstapel- oder Brettspertholzkonstruktionen, aber auch mit solchen in Holz-Beton-Verbundbauweise (HBV) kombiniert werden. Die Entscheidung für die jeweilige Kombination erfolgt nutzungs- und entwurfspezifisch (etwa bei Spannweiten > 6,50 m). Bei erhöhten Anforderungen an den Schallschutz bieten sich zunächst immer HBV-Bauteile an. Gleiches gilt prinzipiell auch für die Ausbildung der Dachkonstruktion. Allerdings sind dafür Brettstapel- oder HBV-Konstruktionen unüblich.

4.2 Holzskelettbau

Den Holzskelettbau prägt seine offene, lineare Tragstruktur, die aus über mehrere Geschosse durchlaufenden Stützen und waagerechten Trägern (Pfosten-Riegel-Konstruktion) besteht, welche in Achsen von bis zu fünf Metern angeordnet sind. Für diese Bauteile wird zumeist Brettschichtholz gewählt. Die vertikale Lastabtragung erfolgt ausschließlich über die Stützen, sodass alle Wände nicht tragend sind. Daher besteht die Möglichkeit, alle Wände ohne großen Aufwand zu verändern und die Grundrissgestaltung dieser Bauweise sehr flexibel zu halten. Der Skelettbau ist die typische Bauweise für das „offene Wohnen“ in Verbindung mit sehr transparenten Fassaden.

Ausgesteift wird das Holzskelett mit Holzwerkstoffen, hölzernen Streben oder Verspannungen. Bei dieser Bauweise wird die ausgezeichnete Wärmedämmung durch die Ergänzung der Tragstruktur um Elemente in Holzrahmenbauweise erzielt.



Grafische Darstellung eines Gebäudes in Holzskelettbauweise

Skelettbauten werden von zwei grundsätzlichen Elementen geprägt: Grundmodul und Raster. Das Grundmodul bringt die gestalterische Ordnung, die Standardisierung, und bestimmt die Stellung der tragenden Stützen und Trägerlagen, oft auch der nicht tragenden Ausbauelemente. Die Größe des Grundmoduls kann durch die verschiedensten Vorgaben für jedes Bauvorhaben jeweils selbst neu definiert werden. Ein Vielfaches des Moduls ergibt das Raster. In allen Bauteilen und Bauelementen und ihrer Anordnung spiegelt sich der Rhythmus des Rasters wider.

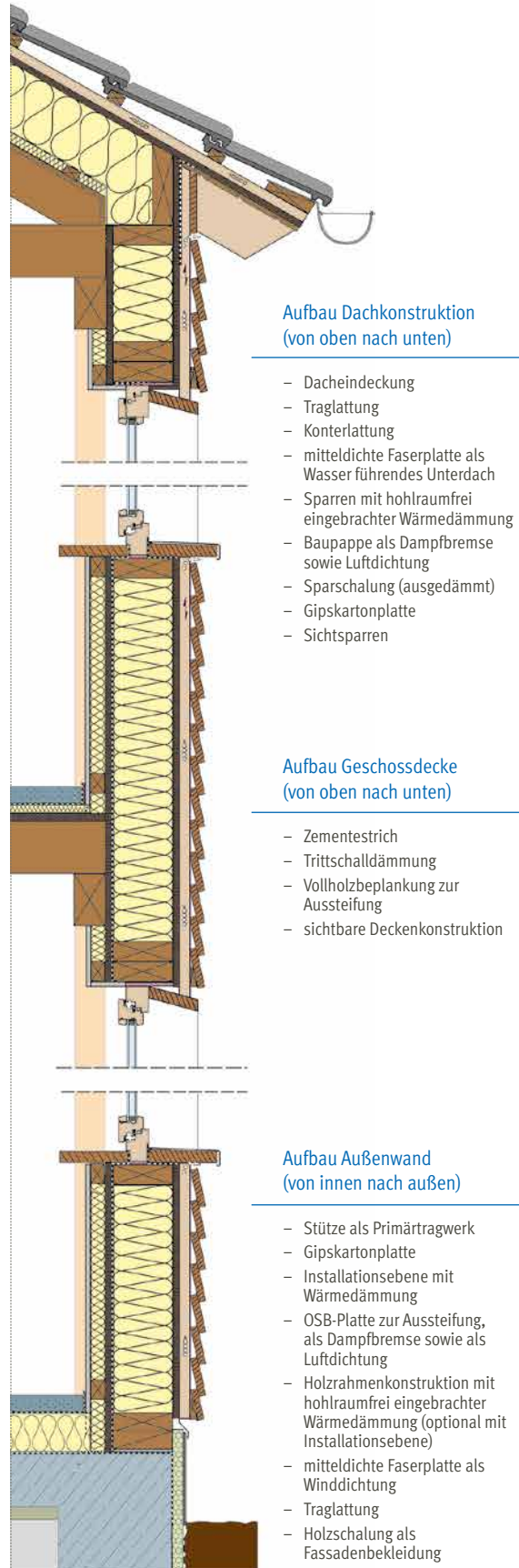
Das Raster ist an den Fensterformaten und den Abständen der konstruktiven Teile ablesbar. Die Fassadenbekleidung entspricht in ihrer Teilung den Vorgaben des Rasters. Das Raster ordnet die Vielfalt der Gestaltungsmöglichkeiten, ohne langweilen zu müssen. Es ist möglich, Innenwände an jeder beliebigen Stelle einzubauen, jedoch sollte man die Vorgaben des Rasters berücksichtigen und dem Grundraster entsprechend planen. Dies verringert den Planungsaufwand, reduziert die Anzahl unterschiedlicher Bauteile, senkt die Baukosten und verleiht dem Haus Großzügigkeit.

Im Skelettbau werden Primär- und Sekundärkonstruktion in verschiedenen Ebenen unterschieden. Beide sind mit Blick auf die individuelle Ausprägung des Gebäudes nicht nur konstruktive, sondern auch Gestaltungselemente. Weitere gestalterische Elemente sind die Holzverbindungen. An ihnen ist das technische Prinzip des Gebäudes ablesbar, während gleichzeitig die statischen Zusammenhänge sichtbar bleiben. In früheren Zeiten glaubte man übrigens, dass in den kraftableitenden Knoten die guten Geister des Hauses wohnen.

Während in der Vergangenheit beim Skelettbau in Holzbauweise die Trag- und die Ausfachungselemente in derselben Ebene standen, werden diese Bauteile nunmehr hintereinander angeordnet: Die tragenden Stützen des Skelettbaus stehen frei vor der Gebäudehülle, die sinnvollerweise als Holzrahmenelement das Traggerüst umhüllt. Auf diese Weise werden bauphysikalisch kritische Details vermieden und dennoch die Flexibilität des Konstruktionsprinzips gewahrt.



Modernes Design in Holzskelettbauweise



Fassadenschnitt: Prinzip der Holzskelettbauweise

4.3 Holzmassivbauweise

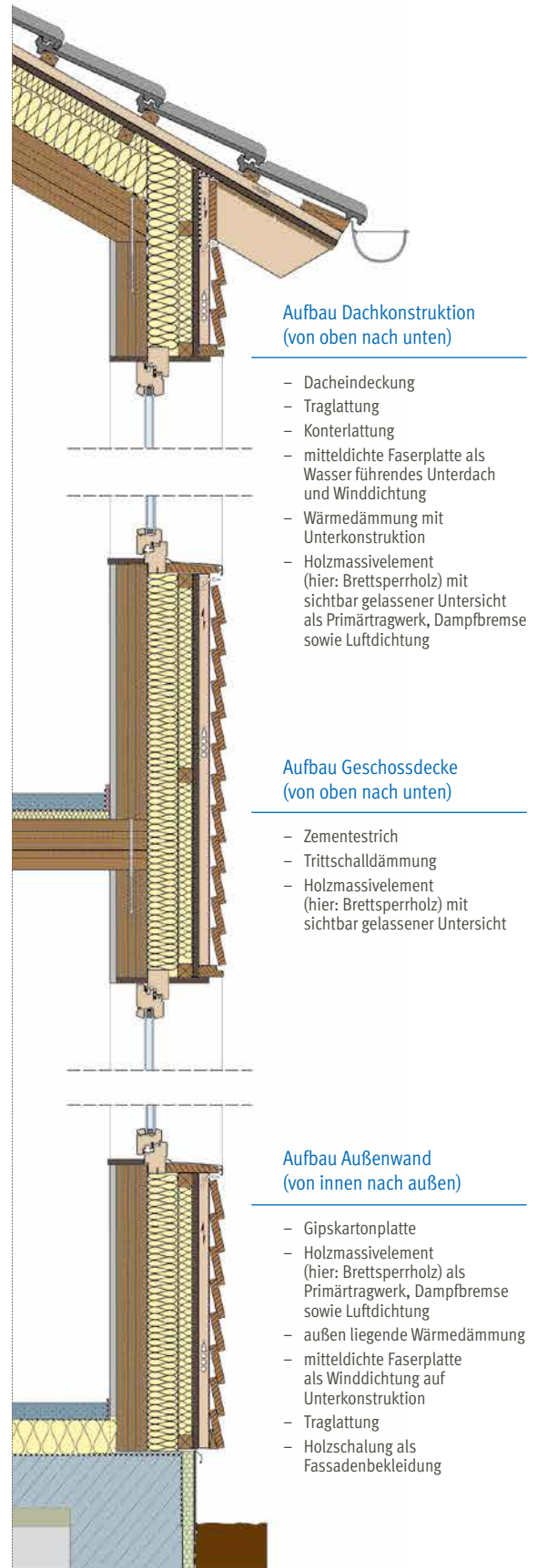
Beim Holzmassivbau handelt es sich um eine Bauweise mit großformatigen Holzbauteilen. Das Ausgangsmaterial sind gesägte Bretter. Die Brettlagen können untereinander verklebt, alternativ mit Nägeln, Klammern oder Holzdübeln verbunden sein. Bei Seitenverklebung der Brettlamellen ist keine Dampfbremse bzw. -sperrschicht erforderlich. Außenwände in Holzmassivbauweise werden mit zusätzlichen Dämmschichten kombiniert und nachträglich verputzt oder mit einer Holzfassade bekleidet. Bauteile aus Massivholz werden gerne auch als Deckensysteme in Holzrahmenbaukonstruktionen eingesetzt.

Im Unterschied zur Blockbauweise können mit den modernen Holzmassivbauweisen nicht nur Wand- und Deckenelemente, sondern auch Dachbauteile ausgebildet werden. Dabei unterscheidet man im Wesentlichen zwei Systeme: das Bauen mit Brettsperrholz (BSP) und das Bauen mit Brettstapelelementen.

Bauen mit Brettsperrholz

Brettsperrholz (BSP) besteht aus mindestens drei kreuzweise angeordneten Brettlagen und einem zur Schwerachse des Systems symmetrischen Aufbau der tragenden Lagen aus Nadelholz. BSP ist bislang nicht normiert, sodass die Produkte herstellerabhängig in Details variieren. Die vorhandenen Zulassungen ermöglichen Elemente mit einer Dicke von bis zu 50 cm bei maximal 27 Brettlagen. Die statische Bemessung von BSP-Konstruktionen ist auf der Grundlage der Bemessungsnorm DIN EN 1995 an die Modelle der Hersteller gebunden, welche die Objektplaner unterstützen.

Da BSP-Elemente leicht und in sich steif sind, kann die Anzahl und Länge der aussteifenden Wandscheiben reduziert werden. Es können Bauteile in einem Stück als geschosshohe und gebäudelange Elemente ausgebildet werden. Die gestalterische Freiheit ist nicht eingeschränkt, wenn es darum geht, eine Loch- oder eine Bandfassade umzusetzen. Applikationen als Dämmschichten, Vorsatzschalen und Fassadenelemente werden einfach an die BSP-Elemente geschraubt.



Fassadenschnitt: Prinzip der Holzmassivbauweise

Brettstapelbauweise

Schon im 18. und 19. Jahrhundert wurden Decken mit direkt nebeneinander liegenden Balken eingebaut. Bei Brettstapelelementen handelt es sich um plattenförmige Bauteile, die in der Regel aus stehend angeordneten und verleimten bzw. mit Nägeln, Schrauben oder Hartholzdübeln verbundenen Brettern bestehen. Die Elemente können einfach und wirtschaftlich hergestellt und unter Beachtung einiger konstruktiver Grundsätze vom Handwerksbetrieb auch vor Ort und in bestehenden Bauten eingesetzt werden. Brettstapelelemente werden vorwiegend für Geschossdecken eingesetzt. Um eine ausreichende Aussteifung von Brettstapelsystemen zu erzielen, ist eine einseitige Beplankung der Elemente oder die Anordnung von Diagonalen erforderlich.

Brettstapelbauteile können sichtbar eingesetzt oder gedämmt und ein- bzw. beidseitig beplankt werden. Der geringere konstruktive Aufbau der Brettstapeldecke gegenüber einer normalen Holzbalkendecke vermindert die Geschosshöhe. Und das im Vergleich zu Betonkonstruktionen geringere Gewicht wirkt sich positiv auf alle anderen lastabtragenden Bauteile aus.

Grundsätzlich kann mit der Brettstapelbauweise jeder Grundriss und jede Gebäudeform umgesetzt werden. Unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten sollten jedoch rechteckige Grundrisse möglichst in einem Raster entworfen werden. Die Spannrichtung der Decken sollte wenn möglich parallel zu Treppenöffnungen und zu Wänden mit großen Öffnungen verlaufen. Bei der Verwendung von BSH (Brett-schichtholz) zur Umsetzung von Brettstapelelementen ist

die Tragwerksplanung unkompliziert, da Fertigung und Bemessung von BSH ebenfalls anhand von Produktions- bzw. Bemessungsnormen geregelt sind und die Planung unabhängig vom Hersteller erfolgen kann.

Für Wände sind Bretthöhen zwischen 8 und 12 cm üblich, für Decken und Dächer je nach Spannweite zwischen 12 und 24 cm. Die Elemente können bis zu Breiten von ca. 2,40 m entsprechend den Transportmöglichkeiten vorgefertigt werden, sollten jedoch nicht länger als 12 m sein. Die Brett- bzw. Bohlendicke ist frei wählbar. Üblicherweise werden Holzdicken von 24–60 mm gewählt. Bei sichtbaren Konstruktionen werden oft Bretter und Bohlen mit einer Dicke von 32–45 mm verwendet.

Sowohl BSP- als auch Brettstapelelemente lassen sich als Grundlage für Holz-Beton-Verbunddecken verwenden. Derartige Deckenkonstruktionen sind in der Lage, größere Spannweiten als reine Holzbalkendecken zu überbrücken. Zusätzlich sind die Decken in dieser Ausführung weniger schwingungsanfällig. Es gibt zahlreiche Systeme, die am Markt vorgehalten werden. Neben solchen, bei denen der Einbau der Betonschicht auf der Baustelle erfolgt, werden auch vorgefertigte Verbundbauteile angeboten, die den Vorteil der zügigen Ausführung im Holzbau bestehen lassen, da trotz des Einsatzes mineralischer (nasser) Komponenten keine Trocknungszeiten abgewartet werden müssen.



Sichtbare Brettstapelelemente im FNR-Neubau

4.4 Blockhausbau

Der Blockhausbau ist die ursprüngliche Holzbauweise und hat die Entwicklung der frühen europäischen Holzbauarchitektur intensiv geprägt. Diese Holzbauweise mit stabförmigen Bauteilen ist in Europa weit verbreitet, findet man doch in Russland ebenso historische Bauten in dieser Systematik wie in der Alpenregion.

Nach wie vor ist der Blockhausbau in einzelnen Gebieten Europas, in denen Zimmerleute ihr Wissen um diese Bauweise vor allem mündlich über zahlreiche Generationen weitergegeben haben, die regionaltypische Bauweise. Dabei wurde der Blockhausbau technisch weiterentwickelt und den zeitgenössischen Bedürfnissen angepasst, sodass seine grundsätzliche Eigenart gewahrt werden konnte.

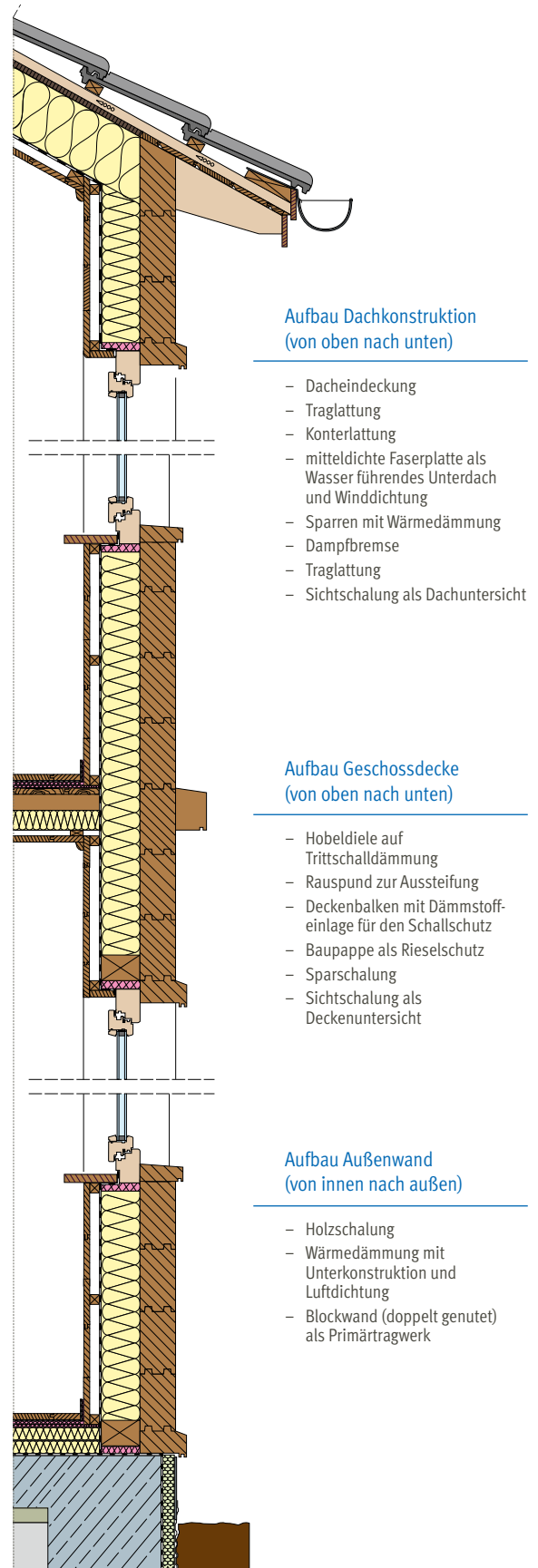
Wurden früher die Wände durch aufeinandergeschichtete Rundhölzer hergestellt, werden heute für Blockhausbauten getrocknete und ggf. verleimte Blockbohlen oder Blockbalken mit Nut-und-Feder-Verbindung verwendet.

An den Ecken und in Anschlussbereichen werden die teilweise zweischalig angeordneten Blockbohlen mittels Fingerzinken und Schwalbenschwanzverbindungen zum Zweck der Aussteifung der Tragkonstruktion verkämmt. Bedingt durch die massiven, horizontal aufeinandergestapelten Holzquerschnitte, treten unvermeidliche Setzungen durch Schwinden des Holzes auf, was bei der Planung durch sorgfältige Detailausbildung berücksichtigt werden muss. Die Besonderheiten dieses Bausystems stellen hohe Anforderungen an die Qualität bei der Planung und der Ausführung.

Die Anforderungen an den Wärmeschutz werden durch mehrschichtige, kerngedämmte Wandaufbauten oder zusätzliche innen bzw. außen liegende Dämmschichten erzielt. Von zentraler Bedeutung ist dabei, dass Blockhauskonstruktionen luftdicht ausgeführt sind und luftdicht bleiben, da undichte Fugen zu erheblichen Lüftungswärmeverlusten führen.



Einfamilienhaus in Blockbauweise in Finnland



Fassadenschnitt: Prinzip der Blockbauweise

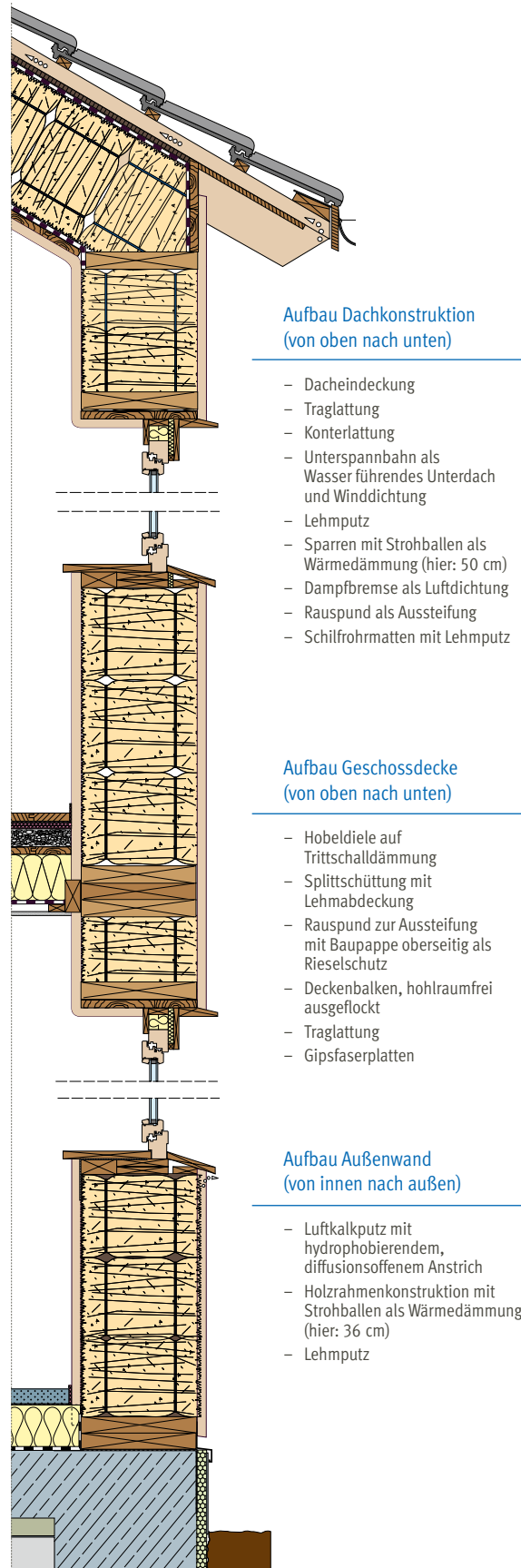
4.5 Strohballenbauweise

Hinsichtlich der Strohballenbauweise ist zwischen der lastabtragenden und der mit der Ständerbauweise kombinierten zu unterscheiden. Bei letzterer sind die Ballen als dämmende Ausfachung in einer Holzkonstruktion für Dach- und Außenwandkonstruktion angeordnet und damit eine wesentliche Komponente der Gebäudehülle. Da die lastabtragende Bauweise zurzeit in Deutschland aus baurechtlichen Gründen nur unter besonderen Bedingungen möglich ist, wird im Weiteren die kombinierte Holz-Stroh-Bauweise behandelt.

Strohballen als vergleichsweise weiche, elastische Bauprodukte aus nachwachsenden Rohstoffen werden für den Hausbau mit Tragwerken nach dem Prinzip des Holzrahmenbaus kombiniert. Dabei füllen die Strohballen die Gefache der Rahmenkonstruktion vollständig aus. Mittels der übrigen Komponenten des Holzrahmenbaus, insbesondere der aussteifenden Beplankung auf der Innenseite des Rahmens, werden die bauphysikalischen Funktionen wie Luftdichtheit gewährleistet. Mit Strohballen lassen sich einfach diffusionsoffene Konstruktionen realisieren.



Rohbaudetail eines Strohballenhauses



Fassadenschnitt: Prinzip der Strohballenbauweise

Für Strohballenbauteile sind nur solche Ballen geeignet, die eine Rohdichte zwischen 90 und 130 kg/m³ haben, um die notwendige mechanische Stabilität gewährleisten zu können. Weiterhin dürfen die Ballen, die als normal brennbare Baustoffe klassifiziert sind, nur eine Eigenfeuchte von maximal 18 % haben. Zusätzlich bedarf es maßhaltiger Abmessungen, da so im eingebauten Zustand Undichtigkeiten vermieden werden.

Für den Einsatz von Baustroh als Baustoff bzw. Dämmstoff in lastabtragenden Holzbauteilen für Wand- und Dachkonstruktionen liegt eine Europäische Technische Bewertung (ETA) vor, aus der die Strohbaurichtlinie 2019 des Fachverbands Strohballenbau Deutschland e.V. (FASBA) abgeleitet ist. Entsprechend ist die Bekleidung der Bauteile mit Lehm oder Kalkputz bzw. mit Plattenwerkstoffen geregelt.

Die Strohballen in den Wandkonstruktionen können innen direkt mit Lehm verputzt werden, auf den hölzernen Teilen des Tragwerks muss erst ein Putzträger montiert werden. Der mehrlagige Putzauftrag kann manuell oder maschinell erfolgen. Im Außenbereich sollte ein Direktverputz mit z.B. Luftkalkputz zum kapillaren Feuchteabtransport aufgebracht werden. Für stark bewitterte, z.B. nach Westen orientierte Außenwandflächen empfiehlt sich, diese mit einer hinterlüfteten Fassadenbekleidung aus Holz auszustatten.

Im Dachtragwerk werden die Strohballen hochkant zwischen die Sparren eingebaut. Aufgrund der konstruktiven Höhe der Strohballen sind für Sparren zusammengesetzte Querschnitte vonnöten, da Vollhölzer mit solchen Abmessungen nicht standardmäßig verfügbar sind.



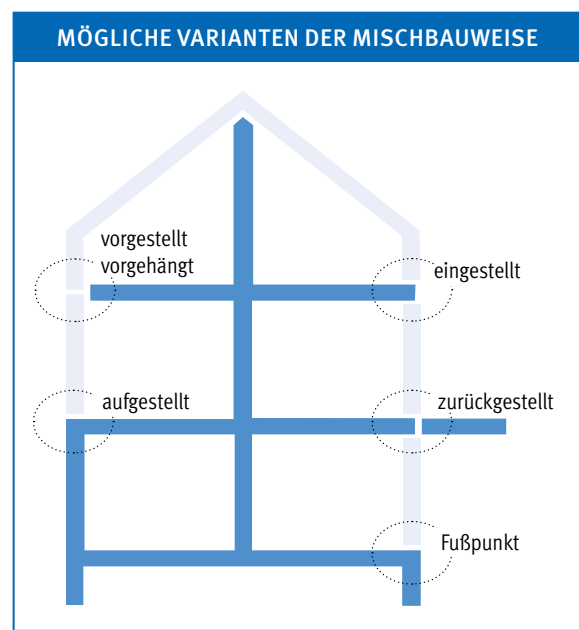
Modernes Einfamilienhaus in Strohballenbauweise

4.6 Mischbauweisen

Bei Mischbauweisen werden Holzbauweisen mit Mauerwerk, Stahlbeton- oder Stahlkonstruktionen kombiniert. Diese Bauweise findet Verwendung bei mehrgeschossigen Bauten, beim Bauen im Bestand und bei kleineren Vorhaben des Wohnungsbaus. Vorgefertigte Wandelemente in Holzrahmenbauweise werden beispielsweise im Rahmen von Komplett-sanierungen als neue, hochwärmedämmte Fassade an eine vorhandene Tragkonstruktion aus Stahlbeton angebracht.

Mischbauweisen als Kombination von Bauteilen aus Holz oder Holzwerkstoffen, tragend oder nicht tragend, mit solchen aus mineralischen oder metallischen Materialien sind in unterschiedlichsten Formen möglich. Die häufigste Form ist die Kombination von Bauteilen aus mineralischen Baustoffen mit nicht tragenden Elementen in Holzbauweise. Den Holzbauteilen kommt dabei im Wesentlichen die Funktion des Raumabschlusses nach außen zu (Dach und Außenwand), während Baustoffe wie Mauerwerk, Beton oder Stahl als Wände, Decken und Stützen tragende und aussteifende Funktionen im Inneren des Gebäudes übernehmen.

Die immer weiter erhöhten Anforderungen an den Wärmeschutz der Gebäudehülle führten dazu, dass viele der bis dahin üblichen Bauweisen von Außenwänden den Anforderungen nicht mehr gerecht wurden. Ein angemessener Wärmeschutz mit minimalen Wärmebrücken war teilweise nur noch schwer herstellbar. Hier liegt ein wichtiger Grund, warum sich Planer vermehrt mit Mischbauweisen und ganz besonders mit dem Holzbau auseinandersetzen, der einen optimalen Wärmeschutz im Hinblick auf die Gebäudehülle gewährleisten kann und zudem technisch wie ökonomisch günstig zu realisieren ist.

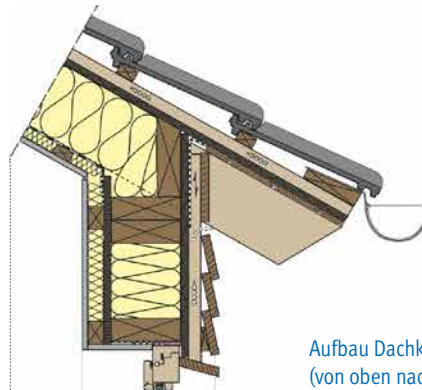




Sanierung des ehemaligen Kasernengebäudes in Bad Aibling mittels vorgestellter Holzrahmenelemente

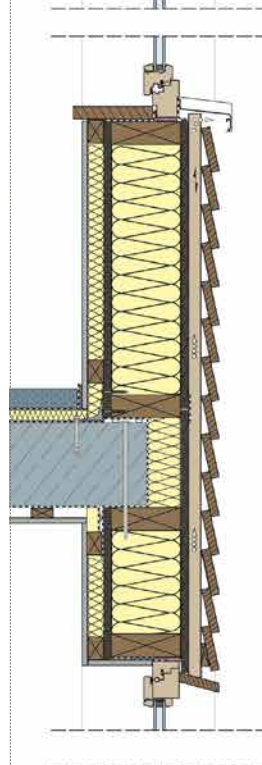
Die Kombination hochwärmegedämmter Außenwände in Holzbauweise mit speicherfähigen Innenwänden und Decken ist aus bauphysikalischer Sicht ideal. Die Außenwände können den Wärmeschutz übernehmen, der nahezu wärmebrückenfrei mit vergleichsweise geringem Aufwand bis zum sogenannten Passivhausstandard geführt werden kann. Die Innenbauteile aus Beton oder Mauerwerk bewirken eine gute Wärmespeicherung, die das Raumklima stabilisiert und zum sommerlichen Wärmeschutz beiträgt.

Die Holzbauteile, also primär Außenwandtafeln, aber auch Innenwände und Decken unterschiedlicher Konstruktion erlauben eine sehr hohe industrielle Vorfertigung, die bis zur Montage oberflächenfertiger und komplett vorinstallierter Bauteile reicht. Damit kann die Forderung nach deutlich kürzeren Bauzeiten mit den daraus resultierenden wirtschaftlichen Vorteilen erfüllt werden. Bei ein- bis dreigeschossigen Reihenhäusern wird die Mischbauweise häufig in der Form eingesetzt, dass das Kellergeschoss und die Haustrennwände aus Mauerwerk und/oder Beton, das übrige Gebäude wiederum in Holzbauweise hergestellt werden. Die Geschossdecken können alternativ als Massivholzbauteile, als Holz-Beton-Verbunddecken oder auch als konventionelle Betondecken hergestellt werden.



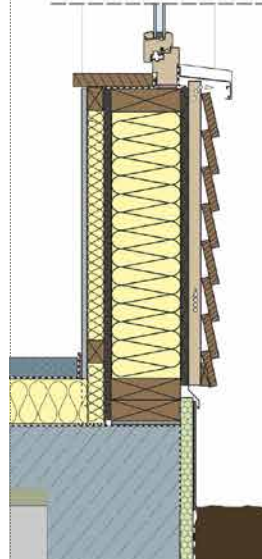
Aufbau Dachkonstruktion (von oben nach unten)

- Dacheindeckung
- Traglattung
- Konterlattung
- mitteldichte Faserplatte als Wasser führendes Unterdach
- Sparren mit hohlraumfrei eingebrachter Wärmedämmung
- Baupappe als Dampfbremse sowie Luftdichtung
- Sparschalung (ausgedämmt)
- Gipskartonplatte



Aufbau Geschossdecke (von oben nach unten)

- Zementestrich
- Trittschalldämmung
- Stahlbetondecke
- Traglattung
- Gipsfaserplatten



Aufbau Außenwand (von innen nach außen)

- Gipskartonplatte
- Installationsebene mit Wärmedämmung
- OSB-Platte zur Aussteifung, als Dampfbremse sowie als Luftdichtung
- Holzrahmenkonstruktion mit hohlraumfrei eingebrachter Wärmedämmung
- mitteldichte Faserplatte als Winddichtung
- Traglattung
- Holzschalung als Fassadenbekleidung

Fassadenschnitt: Prinzip der Mischbauweise

5 GEBÄUDEHÜLLE – BAUPHYSIK – HAUSTECHNIK

5.1 Wärmeschutz

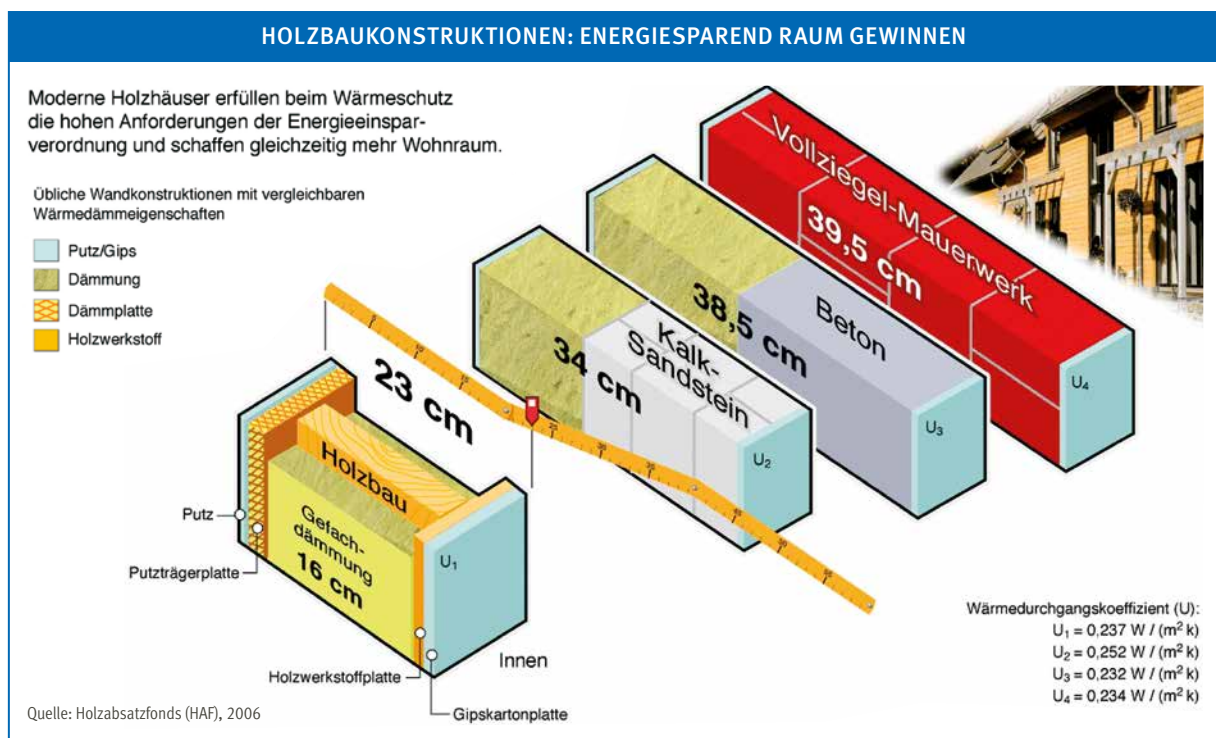
Die Bedeutung des Wärmeschutzes hat im Laufe der letzten Jahrzehnte erheblich zugenommen. In diesem Sinne wurden die gesetzlichen Anforderungen an den Wärmeschutz von Gebäuden beständig erhöht. Mit Ablösung der Wärmeschutzverordnung aus dem Jahr 1995 durch die im Jahr 2002 eingeführte Energieeinsparverordnung (EnEV) wurde das Niedrigenergiehaus zum baulichen Standard. Seitdem ist das Wärmeschutzniveau bis hin zu den Regelungen des Gesetzes

zur Einsparung von Energie und zur Nutzung erneuerbarer Energien zur Wärme- und Kälteerzeugung in Gebäuden (Gebäudeenergiegesetz – GEG) immer wieder angehoben worden. Ein positiver Nebeneffekt eines hohen Dämmstandards: Die Oberflächentemperaturen der Außenwände entsprechen nahezu der Raumtemperatur – ein sehr angenehmes Raumklima ist die Folge.

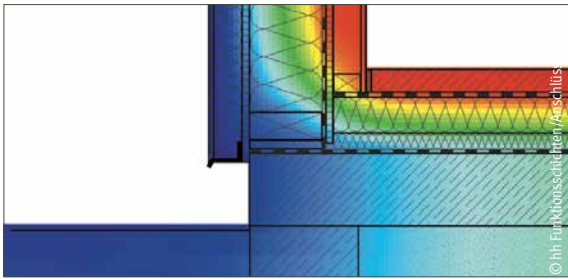
Mit dem GEG wurde ein neues gleichwertiges Verfahren zum Nachweis der Einhaltung der energetischen Anforderungen

TABELLE 6: TECHNISCHE AUSFÜHRUNG DES REFERENZGEBÄUDES NACH GEG, ANHANG 1 (AUSZUG)

Bauteil/System	Heizenergiebedarf in kWh/m²a	
	Eigenschaft	
Außenwand (einschl. Einbauten wie Rollladenkästen), Geschossdecke gegen Außenluft	Wärmedurchgangskoeffizient	$U = 0,28 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
Außenwand gegen Erdreich, Bodenplatte, Wände und Decken zu unbeheizten Räumen	Wärmedurchgangskoeffizient	$U = 0,35 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
Dach, oberste Geschossdecke, Wände zu Abseiten	Wärmedurchgangskoeffizient	$U = 0,20 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
Fenster, Fenstertüren	Wärmedurchgangskoeffizient	$U_w = 1,3 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
Dachflächenfenster, Glasdächer und Lichtbänder	Wärmedurchgangskoeffizient	$U_w = 1,4 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
Außentüren, Türen gegen unbeheizte Räume	Wärmedurchgangskoeffizient	$U_w = 1,8 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$



Vergleich der Dicken von Wandaufbauten bei gleichem Dämmstandard



Holzbaulösungen sind wärmebrückenoptimierte Konstruktionen

bei der Errichtung von Wohngebäuden (sog. Modellgebäudeverfahren für Wohngebäude) eingeführt. Eine weitere Änderung gegenüber der EnEV 2014/2016 ist die beim Neubau bestehende Pflicht zur Nutzung erneuerbarer Energien. Dieser Maßgabe wird u. a. anhand der Nutzung von gebäudenah erzeugtem Strom entsprochen. Neu sind zudem Flexibilisierungsoptionen hinsichtlich der Erfüllung der energetischen Neubaustandards. Diese betreffen die Anrechnungsmöglichkeiten des gebäudenah erzeugten Stroms aus erneuerbaren Energien sowie von gasförmiger Biomasse im Zuge der energetischen Bilanzierung. Die zur Berechnung des zulässigen Jahres-Primärenergiebedarfs anzuwendenden Primärenergiefaktoren sind direkt im GEG geregelt. Weiterhin ist neu, dass die sich aus dem Primärenergiebedarf oder Primärener-

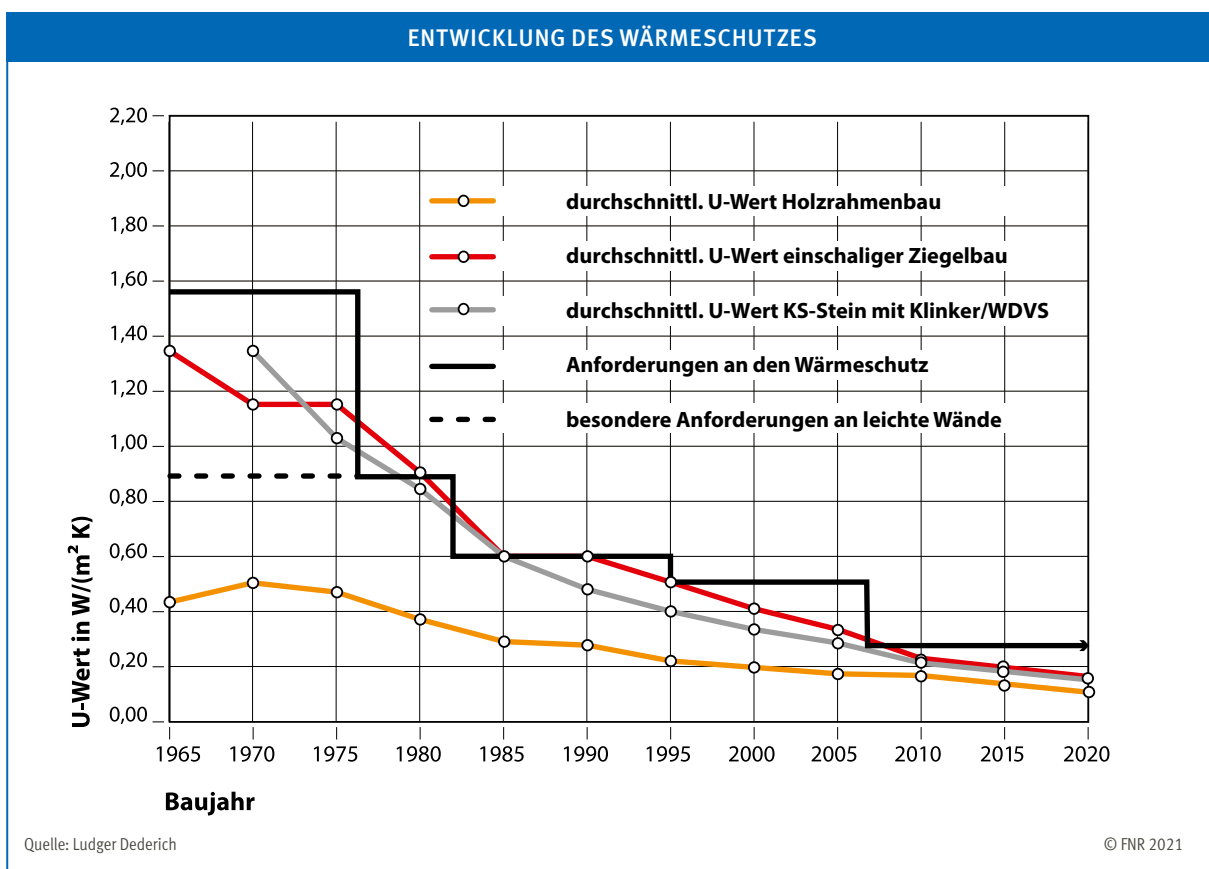
gieverbrauch ergebenden CO₂-Emissionen eines Gebäudes künftig zusätzlich in Energieausweisen anzugeben sind.

Unter den energiesparenden Bauweisen sind Holzhäuser in ökologischer wie ökonomischer Hinsicht führend. Moderne Holzbautechniken erreichen problemlos die Anforderungen des GEG und erfüllen die Maßgaben an KfW-Energiesparhäuser. In Kombination mit sinnvoller Haustechnik ergeben sich zudem geringe Betriebskosten.

Holz ist durch seine Materialstruktur naturgemäß bereits ein guter Dämmstoff. In Kombination mit Dämmstoffen, die im modernen Holzsystembau platzsparend zwischen Ständern oder als eigenständige Ebene im Wandaufbau untergebracht sind, werden im Holzbau hervorragende Wärmedämmeigenschaften erzielt. Darüber hinaus sind Holzhäuser durch eine innere luftdichte Ebene und eine außenseitige winddichte Ebene zuverlässig gegen Kaltluft einströmung und unerwünschte Wärmeverluste abgedichtet.

WINTERLICHER WÄRMESCHUTZ

Holzhäuser weisen einen überdurchschnittlichen Wärmeschutz auf. Beim Holzrahmenbausystem liegt die Dämmung zwischen der tragenden Holzkonstruktion, so dass



Entwicklung des Wärmeschutzes und dessen Anforderungen der Wärmeschutz



Große Dachüberstände sind ein konstruktiver Beitrag zum sommerlichen Wärmeschutz



Materialkombinationen schaffen Speichermasse im Holzhaus

im Vergleich zu anderen Bausystemen durch den geringen Flächenverbrauch sehr wirtschaftlich große Dämmdicken erzielt werden. Die Anforderungen der im Jahr 2002 eingeführten Energieeinsparverordnung wurden teilweise bereits von Holzkonstruktionen aus den 1980er-Jahren erfüllt.

Der U-Wert (Wärmedurchgangskoeffizient) ist eine physikalische Größe für den Wärmedurchgang durch ein Bauteil hindurch. Die Größenangabe erfolgt in Watt pro Quadratmeter Wandfläche und pro Grad Temperaturunterschied $[W/(m^2 \cdot K)]$. Je kleiner der U-Wert von Bauteilen der wärmedämmenden Gebäudehülle ist, umso geringer ist der Heizenergiebedarf des Gebäudes.

Die üblichen Konstruktionen der verschiedenen modernen Holzbauweisen erfüllen ohne zusätzliche Maßnahmen die im Zusammenhang mit dem winterlichen Wärmeschutz formulierten Maßgaben zur Begrenzung des Wärmedurchgangskoeffizienten von Bauteilen für die Gebäudehülle gemäß GEG.

SOMMERLICHER WÄRMESCHUTZ

Werden mehrere Randbedingungen ausreichend berücksichtigt, sind behagliche Innenraumtemperaturen im Sommer bei Berücksichtigung der Forderungen nach GEG möglich. Die Wärmedämmung der Gebäudehülle, die Speichermassen, die Nachtlüftung und die Sonnenschutzvorrichtungen (Verschattungen) sind die unerlässlichen Einflussfaktoren. Nicht mehr vergleichbar mit überhitzten Dachräumen aufgrund zu dünner Dachdämmung sind – unabhängig von der Bauweise – die Temperaturverhältnisse unter einem zeitgemäß wärmedämmten Dach. Moderne, hochgedämmte Gebäudehüllen in Holzbauweise reduzieren nicht nur den Wärmestrom von innen nach außen, im Sommer funktioniert das auch umgekehrt.

Mit steigendem Wärmeschutzstandard der Gebäudehülle sinken die Sommertemperaturen im Raum. Vorteilhaft für einen sommerlichen Wärmeschutz ist die Verwendung von Dämmstoffen mit hoher Rohdichte und hoher Wärmespeicherefähigkeit, zum Beispiel aus Zellulose oder Holzfasern.

Moderne Holzhäuser haben neben einem hohen Dämmstandard auch die erforderlichen Speichermassen, um den sommerlichen Wärmeschutz zu verbessern. Estriche, Einbauten, Gipsbauplatten und massive Holzbauteile reichen aus, um die erforderlichen Nachweise für den sommerlichen Wärmeschutz zu erhalten. Ein wesentlicher Einflussfaktor für den sommerlichen Wärmeschutz ist der Sonnenschutz der nach Süden und Westen orientierten verglasten Flächen, denn übermäßige Sonneneinstrahlung ist bei jeder Bauweise die Ursache für eine Überhitzung der Räume. Bewohnererfahrungen zeigen, dass die Behaglichkeit und das Raumklima in Holzgebäuden gute Werte erreichen, sowohl im Winter als auch in den Sommermonaten.

5.2 Luftdichtheit

Alle Gebäude sind auch gemäß GEG luftdicht auszuführen. Die Motivation für diese Forderung ist das Ziel der Energieeinsparung, da durch eine optimierte Gebäudedichtheit Lüftungswärmeverluste reduziert werden. Gleichzeitig ist die Luftdichtheit für den Schallschutz und im besonderen Maße für den Feuchteschutz einer Konstruktion von Bedeutung. Mit Blick auf den Feuchteschutz ist diese Anforderung im Holzbau schon lange ein fester Bestandteil, da Undichtheiten zur Konvektion warmer und feuchter Innenraumluft in die Konstruktion führen. Was im Holzbau Stand der Technik und bauphysikalisches Grundwissen darstellt, ist für andere Bauweisen oft noch technisches Neuland.



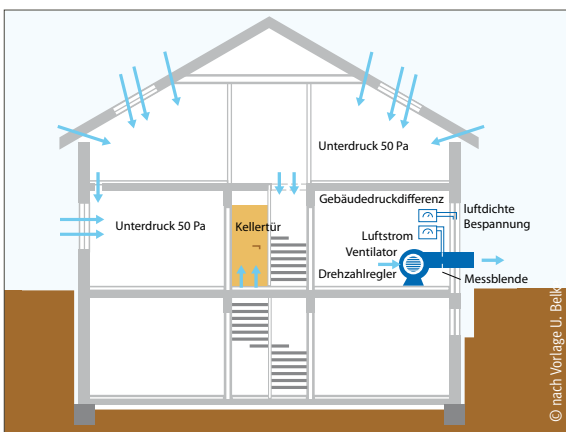
Dichte Leitungsführung durch die Luftdichtung

Bereits frühzeitig wurde im Holzhausbau mit der Messung der Luftdichtheit mit dem Blower-Door-Verfahren begonnen. Kenngröße für die Luftdichtheit ist die Luftwechselrate (n_{50} -Wert), die angibt, wie oft die Luft des gesamten Gebäudevolumens pro Stunde bei 50 Pa Unter- bzw. Überdruck ausgetauscht wird. Je kleiner diese Luftwechselrate ist, desto geringer ist die Gefahr von Feuchteschäden in den Bauteilen und desto besser ist der Wärme-, Schall- und Brandschutz der Konstruktion. Durch verbesserte Luftdichtheit wird zudem der ungewollte Lüftungswärmeverlust aufgrund von Leckagen reduziert. Bei den meisten Holzbaubetrieben ist die Messung der Luftdichtheit eine standardisierte Maßnahme zur Qualitätsüberwachung.

Die Forderung des GEG, die Gebäudehülle luftdicht auszubilden, ist mit folgenden maximal zulässigen Luftwechselraten bei 50 Pa Druckdifferenz (n_{50} -Werte) verknüpft:

- $3,0 \text{ h}^{-1}$ ohne raumluftechnische Anlagen,
- $1,5 \text{ h}^{-1}$ mit raumluftechnischen Anlagen,
- $0,6 \text{ h}^{-1}$ für Passivhäuser.

Nicht nur, um den unkontrollierten Luftwechsel in der Passivhausbauweise in befriedigender Weise unter die definierte



Funktionsprinzip zur Feststellung der Luftdichtheit

Schwelle des 0,6-fachen des eingeschlossenen Luftvolumens pro Stunde zu drücken, sind an allen Bauteilübergängen und Durchstoßpunkten eine sorgfältige Planung, Ausführung und vor allem eine gewissenhafte Bauleitung erforderlich. Überlappende Stöße von Baupapieren oder Folien müssen mit den jeweils für das System geeigneten Klebebändern oder Dichtschnüren verschlossen werden. Wand-Dach-Anschlüsse sind dabei nicht mehr auf herkömmliche Weise ausreichend luftdicht zu lösen, denn das fehlerfreie Umkleben eines jeden einzelnen über die Außenwand ausragenden Sparrenkopfes ist nahezu unmöglich. Das ist ein Grund für die häufig kurzen Traufen und Ortgänge von Passivhäusern.

5.3 Passivhausbauweise

Als „Passivhaus“ wird ein Gebäude bezeichnet, das in erster Linie aufgrund überdurchschnittlicher Wärmedämmeigenschaften in Kombination mit haustechnischen Anlagen sowohl im Winter als auch im Sommer keine herkömmliche Heizungs- oder Kühlleistung zur Deckung des Energiebedarfs benötigt. Derartige Häuser werden „passiv“ genannt, da der überwiegende Teil des Wärmebedarfs aus „passiven“ Quellen wie solarer Einstrahlung oder Erdwärme sowie Abwärme von Personen und technischen Geräten gedeckt wird.

Das Passivhauskonzept ist auf die absolute Minimierung der Wärmeverluste und auf die möglichst effektive Nutzung von solaren und anderen Wärmegewinnen ausgerichtet. Die Umsetzung basiert auf dem augenscheinlich komplexen, dabei höchst kreativen Zusammenwirken unterschiedlicher Aspekte. Dazu gehört, die technischen Installationen in einem Gebäude nicht nur als Verbrauchsstellen, sondern als Energiequellen zu betrachten. Die z. B. von Lampen und anderen Haushaltsgeräten abstrahlende Wärme kann dann zur Beheizung eines Gebäudes hinzugezogen werden, wenn dafür Sorge getragen ist, dass diese Energie auch im Haus verbleibt. Darüberhinaus ist der Einbau einer Lüftungsanlage und der damit verbundene Verzicht auf Fensterlüftung im Passivhaus unumgänglich.

Passivhäuser übertreffen die Mindestanforderungen an Wärmedämmeigenschaften und Energieverbrauch von Gebäuden deutlich. Die für die Passivhausbauweise üblichen Kennwerte sind nicht gesetzlich geregelt und somit nicht verbindlich. Die Kriterien wurden vom Passivhaus-Institut (PHI) in Darmstadt erarbeitet und festgelegt. Zudem wird der Nachweis (Passivhaus-Projektierungs-Paket des Passivhaus-Instituts, kurz PHPP) mit anderen Verfahren als den im GEG vorgegebenen erstellt. Die Entscheidung für die Passivhausbauweise trifft die Bauherrenschaft aus freien Stücken.

Um in der Gesamtbilanz eines Gebäudes die als Grenzwerte formulierten Kennwerte für ein Passivhaus erreichen zu können, sind laut PHI die in Tabelle 7 (Seite 36) aufgeführten Anforderungen zu erfüllen.

TABELLE 7: CHARAKTERISTIKA FÜR PASSIVHÄUSER

Jahresheizwärmebedarf	$< 15 \text{ kWh/m}^2\text{a}$
maximale Heizlast	$< 10 \text{ W/m}^2$
U-Werte opaker Bauteile	$< 0,15 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$
U-Werte von Fenstern	$< 0,8 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$
Wärmebrückenfreie Konstruktionen (PHI)	$< 0,01 \text{ W/(m} \cdot \text{K)}$
Luftdichtheit	$n_{50} < 0,6 \text{ h}^{-1}$
Abluft-Wärmerückgewinnung	Wirkungsgrad $> 75 \%$

Den konstruktiven Elementen kommt im Gesamtkonzept der Passivhausbauweise eine nicht zu unterschätzende Rolle zu. So ist allein das Thema der Vermeidung von Wärmebrücken in der Summe entscheidend für das Einhalten der Gesamtkriterien.

Unabhängig von einem konkreten Entwurf stehen zudem zwei Anforderungen an die Orientierung der Hauptfassade relativ zur Sonne und die Kompaktheit des Gebäudes an herausragender Stelle: Die Hauptfassade sollte möglichst nach Süden ($\pm 25^\circ$) orientiert und möglichst wenig verschattet sein, weil nur so die solaren Wärmegevinne im Winter einen nennenswerten Beitrag zur Energiebilanz des Gebäudes leisten können.

Auch für Gebäude im Bestand ist der Passivhausstandard ein mögliches Anforderungsniveau im Rahmen einer anstehenden energetischen Optimierung. Der U-Wert für Außenwände im sanierten Zustand verbessert sich dabei um den Faktor 10 gegenüber dem eines Gebäudes aus den 1960er- und 1970er-Jahren mit etwa $U = 1,2 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$. Dies bedeutet nichts weniger, als dass durch jeden Quadratmeter der Außenhülle im Passivhausstandard nur noch ein Zehntel der Wärme über die gleiche Fläche eines heute erst 40 Jahre alten Hauses verloren geht.

Ein Passivhaus ist in der Errichtung etwa 6–8 % teurer als herkömmliche Gebäude, hat aber dafür während seiner gesamten Standzeit im Betrieb verschwindend geringe Betriebskosten für Heizung und Warmwasserbereitung. Die höheren Kosten für zusätzliche Maßnahmen des Wärmeschutzes werden zum Teil schon durch den Wegfall der Heizungsanlage wieder kompensiert. Die Investition wird sich insgesamt je nach Steigerungsrate der zukünftigen Energiepreise in nur wenigen Jahren amortisieren.

5.4 Ausblick: Plusenergiehaus

Das Plusenergiehaus oder EffizienzhausPlus kann als die konsequente Weiterentwicklung des Passivhauses bezeichnet werden. Ziel des dahinterstehenden Konzeptes ist, dass ein Gebäude aufgrund einer hochintelligenten Verknüpfung von Baukonstruktion und den technischen Installationen deutlich mehr Energie produziert, als für seine Nutzung benötigt wird. Das Ziel ist im Grunde, alltagstaugliche energieautarke Gebäude zu entwickeln, die aktuell allerdings noch im Versuchsstadium stecken.



Effizienzhaus Plus in Berlin

TABELLE 8: GELDWERTE VORTEILE DER HOLZBAUWEISE

Bodenplatte/ Kellerdecke	• U-Werte von $0,15 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$ • für den Holzbau kann aufgrund des reduzierten Wärmebrückenanteils auf Dämmung unter der Bodenplatte oder unter der Kellerdecke (wenn als unbeheiztes Volumen) verzichtet werden
Außenwände	• U-Werte von $0,15 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$, wenn möglich von $0,12$–$0,10 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$ • Dämmstärken von 32–40 cm sind die Regel
Dach	• U-Werte von $0,15 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$, aufgrund des hohen Anteils an der Gebäudehülle besser noch von bis zu $0,10 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$
Fenster und Türen	• U-Werte von höchstens $0,8 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$ • besonders gut gedämmte Holzrahmenkonstruktionen mit Zwischenlagen aus druckfesten Schaumdämmstoffen oder mehreren hintereinander geschalteten Luftkammern und mindestens 3-fach-Verglasung • neue Entwicklungen mit U-Werten von $0,5$–$0,3 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$ bei passablen g-Werten (Maß der Lichtdurchlässigkeit) stehen kurz vor der Marktreife

5.5 Brandschutz

Holz brennt! Aber sicher und berechenbar! Holzhäuser erfüllen wie andere Gebäude die geltenden Brandschutzanforderungen. Das Risiko einer Brandentstehung ist in einem Gebäude in Holzbauweise nicht größer als bei anderen Konstruktionen, denn die Gefahr eines Gebäudebrandes hängt von der Einrichtung, dem Alter und der Nutzung eines Gebäudes ab.

Die Standsicherheit einer Holzkonstruktion bleibt im Brandfall einstweilen gewahrt, da sich an der Oberfläche des Bauteils aus Holz eine schützende Holzkohleschicht bildet. Die Schicht schützt den Kern über einen vergleichsweise langen Zeitraum, sodass er tragfähig bleibt. Ein plötzlicher Zusammenbruch ist bei einem Holzhaus deshalb nicht zu befürchten, weshalb insbesondere Feuerwehreute den Baustoff Holz positiv beurteilen. Holz entwickelt außerdem deutlich weniger giftige Brandgase als andere Baustoffe.

An den Einfamilienhausbau werden in der Regel keine besonderen Brandschutzanforderungen gestellt. Einzige generelle Forderung ist die Verwendung mindestens normal entflammbarer Baustoffe, zu denen die mit bauüblichen Abmessungen verwendeten Holz- und Holzwerkstoffprodukte uneingeschränkt gehören. Für Reihenhäuser und Mehrfamilienhäuser niedriger Höhe – mit einer Höhe des obersten Geschossfußbodens von maximal sieben Metern über der Geländeoberfläche – müssen die wesentlichen Bauteile feuerhemmend ausgeführt sein, sodass über mindestens 30 Minuten die Tragfähigkeit der Bauteile sichergestellt ist. Gebäude in Holzbauweise erfüllen diese Anforderungen in der Regel ohne zusätzliche Maßnahmen.

Praktisch alle angebotenen Holzbaukonstruktionen sind per se feuerhemmend ausgebildet. Damit sind sichtbare Holzkonstruktionen, wie z.B. Blockhäuser oder Holzrahmenbauten mit Oberflächen aus Holz, zulässig. Die meisten Holzbauten werden jedoch mit einer nicht brennbaren Innenbekleidung aus Gipsbauplatten ausgeführt. Auch höhere Brandschutzanforderungen z.B. für mehrgeschossige Gebäude bis zur Hochhausgrenze können mit Holzbauweisen realisiert werden.

Die Anforderungen an die Feuerwiderstandsdauer der Bauteile werden unterschieden nach Gebäudeklassen und sind in den Landesbauordnungen geregelt. Die Zuordnung einzelner Bauteile in die Feuerwiderstandsklassen erfolgt gemäß Teil 4 der DIN 4102 oder DIN EN 13501. Ist dies nach der Norm nicht möglich, muss der Feuerwiderstand der Bauteile anhand von Prüfzeugnissen belegt werden. Entsprechende Zertifikate werden von den Baustoffherstellern vorgehalten oder beigebracht.



Brandversuch für eine Deckenkonstruktion in Holzbauweise
(oben: Versuchsanordnung; unten: Deckenbalken nach 60 Minuten Brandbelastung)



Holzhaus Z8 Leipzig

RISIKO DER BRANDENTSTEHUNG

Statistische Auswertungen von Brandfällen belegen, dass sich das Brandentstehungsrisiko von Holzhäusern nicht von dem anderer Bauweisen unterscheidet. Die Wahrscheinlichkeit der Brandentstehung in Wohnhäusern korreliert nicht vorrangig mit der Brandlast aus der Gebäudekonstruktion, sondern ist abhängig von:

- der Wohnungsausstattung bzw. -einrichtung und deren Baustoffklasse (Vorhänge, Möbel etc.),
- dem Verhalten der Bewohner (ggf. leichtfertiger Umgang mit offenem Feuer oder gefährliche Hobbys),
- dem Grad und der Güte der technischen Installation.

Diese Zündquellen führen zunächst zur Entzündung der in der Nähe befindlichen Brandlast, also der Innenausstattung. Die größte Gefahr bei einem Brandereignis stellt die Entwicklung von Rauch und giftigen Brandgasen dar. Diese breiten sich sehr schnell über die in Einfamilienhäusern typischen offenen Grundrisse aus. Die Konstruktionen selbst sind (wenn überhaupt) erst wesentlich später am Brandgeschehen beteiligt. Diese Hauptgefahr wurde erkannt, sodass bereits in einigen Bundesländern unabhängig von der Bauweise Rauchmeldeeinrichtungen obligatorisch sind. Die frühzeitige Branderkennung trägt dazu bei, Brände auf ein Zimmer oder einen kleinen Gebäudebereich zu beschränken.

Von Anfang an werden mit Blick auf den Brandschutz bei Gebäuden in Holzbauweise bei einer Wertermittlung folgende Punkte beachtet:

- systemimmanent feuerhemmende Bauweise,
- verminderte Gefahr von Hohlraumbränden durch vollgedämmte Konstruktionen,
- luftdichte Konstruktionen zur Verminderung der Brandgasausbreitung,
- keine erhöhten Betriebskosten durch teurere Versicherungen,
- überwiegend nicht brennbare Oberflächen der Wände durch Gipsbauplatten,
- Brände sind bei schneller Branderkennung und -bekämpfung auf Raumbrand begrenzbare,
- Sanierung nach Zimmerbränden ist bei luftdichten Konstruktionen einfach und ohne erhöhte Kosten durchführbar.

5.6 Schallschutz

Die Aspekte des Wärme- und Brandschutzes haben direkten Einfluss auf die Bausubstanz und somit auf die technische Lebensdauer des Gebäudes. Der Bewohner stellt aber darüber hinaus weitere Anforderungen an ein Bauwerk. Dabei steht häufig der Schallschutz im Mittelpunkt. Der Schutz gegen Außenlärm und innere Lärmquellen ist ein wesentlicher Aspekt zeitgemäßer Wohnqualität geworden.

Gute Schalldämmwerte lassen sich grundsätzlich mit ein- oder mehrschaligen Bauteilen erreichen. Die Schalldämmung bei einschaligen Bauteilen hängt in erster Linie von ihrer Flächenmasse ab (Massegesetz). Da im Holzbau leichte Materialien Anwendung finden und die Flächenmasse der Bauteile gering ist, erreicht man bei Holzbauteilen hohe Schalldämmungen über zwei- oder mehrschalige Konstruktionen mit biegeweichen Schalen (Masse-Feder-Prinzip).

Somit sorgt weniger die Masse der Bauteile als vielmehr ein intelligenter Schichtenaufbau im Holzbau für Ruhe: Wand-, Decken- und Dachbauteile werden hinsichtlich Werkstoffauswahl und Schichtenanordnung so konzipiert, dass die Forderungen an den Schallschutz im Hochbau sicher erfüllt werden. Selbst die Anforderungen an den erhöhten Schallschutz lassen sich im Holzbau erfüllen. Maßnahmen zum Erzielen guter schalldämmender Eigenschaften sind u. a.:

- mehrschalige, entkoppelte Konstruktionen mit schweren, biegeweichen Bekleidungen und Hohlraumdämpfung aus geeigneten Dämmstoffen;
- Vermeidung von Schallnebenwegen z. B. über Installationen oder Undichtigkeiten durch sorgfältiges Ausdämmen und Herstellen luftdichter Ebenen.

ANFORDERUNGEN

Für Einfamilienhäuser sind in DIN 4109-5 „Schallschutz im Hochbau – Teil 5: Erhöhte Anforderungen“ gegenüber den in DIN 4109-1 festgelegten Mindestanforderungen weitergehende Anforderungen an den Schallschutz im Hochbau formuliert, die allerdings zwischen Bauherrn, Planern und ausführendem Unternehmen vereinbart werden müssen. Nach der aktuellen Rechtsprechung ist als Mindestanforderung für den Trittschallschutz von Decken ein Trittschallpegel von $L'_{n,w} \leq 63$ dB innerhalb des eigenen Wohnbereichs einzuhalten. Zu beachten ist, dass der Trittschallschutz einer Decke umso besser ist, je kleiner der (Norm-)Trittschallpegel $L'_{n,w}$ (dB) ist. Im Gegensatz dazu ist der Luftschallschutz zwischen trennenden Bauteilen umso besser, je größer das Luftschalldämmmaß R'_w (dB) ist.

Nicht jedes Holzgebäude weist einen schlechten Schallschutz auf, nur weil es ein Holzbau ist – und nicht jedes Massivgebäude weist einen guten Schallschutz auf, nur weil es gemauert ist. Bei der Planung der schallschutztechnischen Eigenschaften eines Hauses sollte und muss eine differenzierte Beurteilung erfolgen, für die eine große Zahl schalltechnisch bewerteter Holzbaukonstruktionen zur Verfügung steht.

Mit geschickter Materialwahl und richtigem Einbau sind hervorragende Ergebnisse zu erreichen. So kann bei Holzbalkendecken ein Schallschutz erreicht werden, der dem von Massivdecken praktisch nicht nachsteht. Dazu werden für das Erreichen einer guten Trittschall- und Luftschalldämmung verschiedene Materialkombinationen eingesetzt. Bereits durch

kleine Änderungen im Deckenaufbau werden erhebliche Verbesserungen erzielt. Wird z. B. statt einer Lattung eine Feder-schiene eingesetzt, um die unterseitige Bekleidung von der Tragkonstruktion zu entkoppeln, verbessert sich der Schallschutz um ca. 6 dB.

Empfohlen wird die Anwendung der Schallschutzniveaus „BASIS+“ oder „KOMFORT“ hinsichtlich der tiefen Frequenzen beim Trittschall gemäß Tabelle 9.

AKUSTIK

Holz ist für die Akustik ein bedeutender Werkstoff. Bereits der Wald hat – wie wir aus eigener Erfahrung wissen – ganz bestimmte akustische Eigenschaften. Japanische Wissenschaftler haben herausgefunden, dass sich der Wald in Bezug auf bestimmte akustische Parameter nicht so stark von einem guten Konzertsaal unterscheidet.

In der Raumakustik gilt es in der Regel, der von den Schallquellen produzierten Schallenergie entgegenzuwirken. Erst wenn sie zu stark ist und z. B. zu spät nach dem Direktschall eintrifft, werden Flächen eingesetzt, um den Schall zu absorbieren.

Um Schallabsorber für mittlere und höhere Frequenzen zu bauen, muss Holz mit anderen Materialien kombiniert und/oder stärker verarbeitet werden. Sehr häufig werden geschlitzte oder gelochte Holzplatten mit einer porösen Schicht, z. B. Holzweichfaserplatten, kombiniert.

Im Handel sind verschiedene ästhetisch sehr ansprechende Produkte erhältlich, die auf dem gleichen Prinzip basieren: Eine gelochte oder geschlitzte Platte befindet sich vor einem porösen Material, z. B. einer Weichfaserplatte. Der Loch respektive Schlitzanteil beträgt in der Regel zwischen 10 und 25 %. Die verschiedenen Absorbertypen können mit Plattenschwingern so kombiniert werden, dass sich im Raum die gewünschten Nachhallzeiten einstellen.

5.7 Feuchteschutz

Dringt Feuchte in ein Bauwerk ein, wird – unabhängig von Massiv- oder Holzbauweise – die Funktion der Bauteile beeinträchtigt. Der für alle Bauweisen erforderliche Feuchteschutz umfasst den Schutz vor Niederschlagsfeuchte und vor nutzungsbedingter Feuchteeinwirkung.

TABELLE 9: TECHNISCHE AUSFÜHRUNG DES REFERENZGEBÄUDES NACH GEG, ANHANG 1 (AUSZUG)

	1	Schallschutzniveau		
		2	3	4
	Bauteil/Übertragungsweg	DIN 4109-1:2018	BASIS+	KOMFORT
1	Wohnungstrennwand	$R'_w \geq 53 \text{ dB}$	$R'_w \geq 56 \text{ dB}$	$R'_w \geq 59 \text{ dB}$
2	Reihenhaustrennwand/ Gebäudeabschlusswand	$R'_w \geq 62 \text{ dB}$	$R'_w \geq 62 \text{ dB}$ $R'_w + C_{50-5.000} \geq 62 \text{ dB}^{1), 5)}$	$R'_w \geq 67 \text{ dB}$ $R'_w + C_{50-5.000} \geq 65 \text{ dB}^{1), 5)}$
3	Wohnungstrenndecke	$R'_w \geq 54 \text{ dB}$	$R'_w \geq 57 \text{ dB}$	$R'_w \geq 60 \text{ dB}$
4	Wohnungstrenndecke Trittschallpegel	$L'_{n,w} \leq 53 \text{ dB}^{3)}$	$L'_{n,w} \leq 50 \text{ dB}$ $L'_{n,w} + C_{l, 50-5.000} \leq 50 \text{ dB}^{2)}$	$L'_{n,w} \leq 46 \text{ dB}$ $L'_{n,w} + C_{l, 50-5.000} \leq 47 \text{ dB}^{2)}$
5	Dachterrassen und Loggien über Wohnräumen	$L'_{n,w} \leq 50 \text{ dB}$	$L'_{n,w} \leq 50 \text{ dB}$	$L'_{n,w} \leq 46 \text{ dB}$
6	Decken unter Laubengängen (in alle Richtung der Schallausbreitung)	$L'_{n,w} \leq 53 \text{ dB}$	$L'_{n,w} \leq 50 \text{ dB}$	$L'_{n,w} \leq 46 \text{ dB}$
7	Treppenlauf und -podeste	$L'_{n,w} \leq 53 \text{ dB}$	$L'_{n,w} \leq 50 \text{ dB}$	$L'_{n,w} \leq 46 \text{ dB}$
8	Außenlärm nach Lärmpegelbereich und Anforderung der DIN 4109			Anforderungen nach DIN 4109 inkl. Berücksichtigung $c_{tr, 50-5.000}$ für das opake Bauteil ⁴⁾
9	weitere Bauteile	nach DIN 4109-1:2018	nach DIN 4109-1:2018	nach DIN 4109-5:2019 ⁶⁾

1) ergänzender Luftschallanforderungswert nur an das Bauteil ohne Flanken

2) ergänzender Trittschallanforderungswert nur an das Bauteil ohne Flanken

3) Sonderregelung für Deckenkonstruktionen, die der DIN 4109-33:2016 zuzuordnen sind; ansonsten $L'_{n,w} \leq 50 \text{ dB}$

4) für Fensterflächenanteile über 30 % gesonderte Betrachtung, reine Bauteilanforderung

5) Anforderung an die Doppelschalenwand, beide Wände

6) nach jeweils gültiger Fassung



Montage eines Holzmassivbauteils mit integrierten Absorbern



Holz und Akustik: Symbiose der besonderen Art

- Spritzwasserschutz in Bädern durch die Verwendung geeigneter Dichtungssysteme für Rohrdurchführungen und Wandbeplankungen;
- luftdichte Gebäudehülle zur Vermeidung eines konvektiven Feuchteintrags durch Warmluftströmungen in die Konstruktion;
- diffusionsoffene Konstruktionen mit ausreichendem Rücktrochnungsvermögen (gemäß dem Konstruktionsprinzip: innen so diffusionshemmend wie nötig, außen so diffusionsoffen wie möglich).

Hinterlüftete Fassaden erzeugen eine durchgängige „Drainageebene“ vor der eigentlichen Konstruktion. Ungewollt eindringende Feuchte wird durch eine wasserführende Schicht unmittelbar auf der Konstruktion sicher abgeleitet. Diese Schicht wird aus diffusionsoffenen, wasserdichten Polyethylenvliesen oder paraffinierten Holzwerkstoffen hergestellt.

Auch Wärmedämmverbundsysteme (WDVS) und Putze sind bei Holzbauvorhaben möglich. Standardmäßige Dünnputze überzeugen gegenüber früher verwendeten Putzsystemen mit einer deutlich reduzierten Wasseraufnahme. WDVS benötigen eine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung und unterliegen exakten Prüfbedingungen und einer kontinuierlichen Eigen- und Fremdüberwachung. Da sie als Gesamtsystem mit Vorgaben zur Ausführung der Anschluss- und Eckdetails vertrieben werden, wird eine hohe Ausführungssicherheit erreicht.

5.8 Holzschutz

Hitze oder Kälte, große Temperaturschwankungen sowie die meisten chemisch aggressiven Schadstoffe können Holz nichts anhaben. Holzschutz bedeutet daher vor allem Schutz vor Feuchtigkeit. Bei Beachtung der Regeln des normativ geregelten baulich konstruktiven Holzschutzes benötigen Holzbaukonstruktionen keinen vorbeugenden Holzschutz mit Chemie. Dies gilt im Besonderen für die Verwendung von Holz im Innenbereich bei üblichem Wohnklima. Tragende Holzbauteile müssen kontrollierbar oder für Insekten unzugänglich sein.

TABELLE 10: QUALITÄTSMERKMALE FÜR EINEN WIRKSAMEN FEUCHTESCHUTZ

Schlagregensicherheit der Fassade, damit Regenwasser von der Tragkonstruktion ferngehalten wird	• hinterlüftete Fassadenbekleidungen aus Holz- oder Holzwerkstoffen • Wärmedämmverbundsysteme, z. B. aus Holzweichfaserdämmstoffen • ausreichender Abstand der Holzkonstruktion zum Erdreich (Sockelausbildung zum Spritzwasserschutz) • funktionale Anschlussdetails aller Übergänge und Laibungen nach Möglichkeit mit einer mechanisch bedingten Dichtigkeit mittels mechanischer und nicht aufgrund wartungsbedürftiger Dichtstoffe • Abdeckung von waagerechten Holzoberflächen und Hirnholzflächen im Außenbereich • Vermeidung von Kapillarwirkung bei dicht gestoßenen, bewitterten Bauteilen
Dichtigkeit der Gebäudehülle	• innenseitig luftdichte Gebäudehülle zur Vermeidung des Feuchteintrags in die Konstruktion durch Warmluftströmungen (Konvektion) • außenseitige winddichte Gebäudehülle zur Vermeidung von Kaltlufteinströmung

Im Außenbereich kommt es im Holzbau vor allem auf die planerische Vorsorge durch einen wirksamen konstruktiven Holzschutz an. Tragende Bauteile sind vor direkter Bewitterung zu schützen. Ist dies nicht möglich oder nicht gewünscht, muss Wasser schnell abfließen können und darf sich nicht anstauen. In Verbindung mit resistenten Holzarten (z. B. Lärche, Douglasie oder Eiche) können auch im Außenbereich sehr dauerhafte Konstruktionen ohne chemischen Holzschutz erzielt werden. Selbst die Schwelle auf der Betonsohle kann frei von chemischem Holzschutz bleiben, wenn resistente Kernhölzer, wie z. B. Lärche oder Douglasie, verwendet werden.

BAULICHER HOLZSCHUTZ

Der bauliche Holzschutz ist die Lebensversicherung eines Holzgebäudes. Der wesentliche Bestandteil ist ein ausreichender Feuchteschutz, der durch konstruktive Maßnahmen und die Luftdichtheit der Gebäudehülle sichergestellt wird.

Die Normenreihe der DIN 68 800 Holzschutz stellt den baulich konstruktiven über den chemisch vorbeugenden Holzschutz. Teil 2 dieser Norm enthält Konstruktionen und Regeln, bei deren Einhaltung die Bauteile in die Gebrauchsklasse 0 eingeordnet werden. Für diese Bauteile sind Maßnahmen des vorbeugenden Holzschutzes mit Chemie nicht zulässig. Bereits in der Fassung von 1990 wurde aufgrund der Erkenntnisse aus empirischen Untersuchungen die Gefährdungsklasse 0 als Option eingeführt. Mit der Novellierung der Norm im Jahr 2012 wurde der Einsatz von Holzschutzmitteln für den Wohnungsbau bzw. Gebäude mit wohnähnlicher Nutzung (Kindertagesstätten, Schulen, Hotels, Büro- und Verwaltungsgebäude usw.) endgültig ausgeschlossen. Die immer noch bestehende und fortdauernde technische Lebensdauer jahrhundertealter Holzbauwerke – von überdachten Brücken bis zu Fachwerkbauten – rechtfertigt diese Haltung.

Mit der Verwendung trockener Vollholzprodukte bei fachgerechter Bauausführung ist dauerhaft eine Holzfeuchte der tragenden Bauteile unterhalb von 20 % gewährleistet, wodurch die Gefahr eines Befalls mit holzerstörenden Pilzen nicht gegeben ist. Mit dem Einsatz diffusionsoffener Konstruktionen



Bauteilstoß mit eingelegtem Dichtungsprofil

kann zudem unplanmäßig eingedrungene Feuchte austrocknen, und die Holzbauteile können dauerhaft trocken bleiben.

5.9 Innenraumklima

In Gebäuden in Holzbauweise herrscht ein besonders angenehmes Raumklima: Aufgrund der hohen Oberflächentemperaturen gut gedämmter Holzhäuser fühlt man sich im Winter bereits bei niedrigeren Raumtemperaturen wohl. Holzhäuser kühlen aufgrund ihrer hervorragenden Dämmeigenschaften nur langsam aus, und nach längerer Abwesenheit wird die Wohlfühltemperatur schnell erreicht. Durch die natürliche Eigenschaft des Holzes – verstärkt durch die Kombination mit anderen, gleichermaßen wirkenden Baustoffen wie beispielsweise Lehm oder Kalk – Feuchtigkeit aufnehmen und speichern zu können und diese bei trockener Umgebung wieder abzugeben, wird die Raumluftfeuchtigkeit bei diffusionsoffener Bauweise der Gebäudehülle auf ein angenehmes Maß geregelt.

Mehr als 90 % ihrer Zeit verbringen Menschen in Europa im Innenraum. Entsprechend groß ist die Sensibilität vieler Menschen gegenüber möglichen oder vermuteten Beeinträchtigungen der Wohnumwelt durch luftverunreinigende Schadstoffe. Neben den eingesetzten Baumaterialien beeinflusst die Inneneinrichtung wesentlich die Qualität der Raumluft. Baustoffe und Ausbaumaterialien sowie Möbel, Farbanstriche, Klebstoffe etc. emittieren verschiedene Stoffe in die Innenraumluft. Ende der 1970er-Jahre ist der Holzbau durch Holzschutzmittel- und Formaldehydbelastungen in der Raumluft in die Diskussion gekommen. Holzschutzmittel sind seit Langem für den Innenbereich nicht nur nicht mehr gefordert, sondern dürfen dort nicht mehr eingesetzt werden (siehe auch Kap. 5.8 Holzschutz). Maßnahmen des Holzschutzes mit Chemie im Innenraum sind in keinem Fall notwendig.

Die Verwendung natürlicher Rohstoffe in Verbindung mit schonenden Produktionsverfahren hat diese Entwicklung unterstützt. So erfüllen moderne Holzwerkstoffplatten die gesetzlich geforderte Emissionsklasse E1 mit Emissionen von 0,1 ppm (Millionstel, engl. „parts per million“) Formaldehyd.



Innenraumqualität: Durchblicke und Ausblicke im Holzbau



Stampflehmwand im FNR-Neubau: Unterstützer des Holzbaus in Sachen Innenraumklima

Außerdem sind besonders emissionsfreie Produkte mit dem RAL-Umweltzeichen „Blauer Engel“ verfügbar (RAL-UZ 76). Zur Oberflächenbehandlung von Holz werden vielfach gesundheitsverträgliche und umweltschonende, wasser- oder ölbasierte Beschichtungssysteme eingesetzt, die nur noch optischen Zwecken dienen.

Die Vermeidung schädlicher Baustoffe allein führt allerdings noch nicht zu einer guten Raumluftqualität. Das Nutzerverhalten spielt die entscheidende Rolle. Ohne regelmäßige Lüftung kommt es zu einer Feuchteerhöhung in der Innenraumluft, die bei schlecht wärmegeprägten Konstruktionen unabhängig vom Baustoff und der Bauweise eine Schimmelpilzbildung zur Folge haben kann. Holzhäuser sind aufgrund ihres hohen Dämmstandards und der geringen Wärmebrücken weniger schimmelgefährdet als andere Bauweisen. Dennoch ist angesichts der standardmäßigen Luftdichtheit der Konstruktionen und ihrer Anschlüsse eine regelmäßige Lüftung mittels mechanischer Lüftungsanlagen erforderlich und sorgt zudem für die Abfuhr anderer Schadstoffe, die durch die anwesenden Menschen oder durch Einrichtungsgegenstände oder das Rauchen eingebracht werden.

5.10 Haustechnik im Holzbau

Der Holzhausbau bietet aufgrund der besonderen bauphysikalischen Eigenschaften sowie der fertigungstechnischen Möglichkeiten ein enormes Potenzial für den Einsatz rationaler, energiesparender und behaglichkeitsfördernder Haustechnik. Alle für den funktionellen Betrieb des Bau-

werks erforderlichen technischen Anlagen und Einrichtungen, die in einem Gebäude installiert und fest mit diesem verbunden sind, bilden die Haustechnik.

Die notwendigen gerätetechnischen Planungen zu Heizung, Lüftung, Pumpen, Solar- und Photovoltaikanlagen etc. sowie von Elektro- und Sanitärinstallationen bestimmen zugleich die Baukonstruktion. Sie haben Einfluss auf die Fügechnik, auf notwendige Schallentkopplungen, die Anordnung von Feuchtesperren, die Führung von Lüftungsleitungen oder die Anordnung von Installationsebenen. Daher gilt immer: Anlagentechnische Details sind frühzeitig zu planen!

Das wichtigste Ziel bei der Integration haustechnischer Installationen ist die Sicherstellung eines behaglichen Raumklimas im weitesten Sinne. Dazu sind viele Einflussfaktoren zu berücksichtigen:



Detailplanung: Elektroverteilerdose in Deckenkonstruktion

- thermische Behaglichkeit,
- lufthygienische Behaglichkeit,
- Raumausleuchtung durch Tages- oder Kunstlicht und
- geringe Schallemissionen usw.

Bei jedem Gebäudeentwurf ist es wirtschaftlich und zudem aus schall- und brandschutztechnischen Gründen von Vorteil, die haustechnischen Installationen zu bündeln und Sanitär- und Feuchträume neben- oder übereinander anzuordnen. Darüber hinaus ist auch bezogen auf diese Installationen das Prinzip der Vorfertigung möglich. Im System der Holzbauweise können Wand- und Schachtelemente werkseitig vom Installateur so umfassend wie möglich vorinstalliert werden. Dabei kommt dieser Vorgehensweise zugute, dass die Fertigung ohne störende Witterungseinflüsse sauberer und genauer als auf der Baustelle erfolgen kann. Im Zuge der Montage der Holzbaulemente muss der Installateur nur noch die Anschlüsse im Bereich der Elementstöße wie z. B. den Deckendurchdringungen herstellen und abschließend die Sanitärobjekte montieren.

Im Regelfall erfolgt die vertikale Leitungsführung für die Haustechnik im Holzbau in separaten Schächten, von wo aus die einzelnen Ebenen erschlossen werden. Die horizontalen Stränge werden in Abhängigkeit von Installationsart und -querschnitt im Fußbodenaufbau, in abgehängten Deckenkonstruktionen und im Bereich der Außenwände in der Installationsebene geführt. Dadurch wird eine Verletzung der luftdichten Gebäudehülle vermieden. Bei größeren Rohquerschnitten sollte die Installation in Vorwandkonstruktionen üblicher Ausführung in Trockenbauweise erfolgen.

Dabei ist mit Blick auf die Gewährleistung der angestrebten baulichen Qualität darauf zu achten, dass haustechnische Leitungen nicht ungeplant durch Holzbauteile wie z. B. Balken oder Stützen geführt werden. Insbesondere im Bereich der Haustechnik ist intensive Kooperation aller am Bau Beteiligten erforderlich, um das der Bauhermschaft geschuldete Ziel gemeinsam zu erreichen. Dazu gehört, dass sich die Bauhermschaft frühzeitig entscheidet, welchen Umfang die technische Gebäudeausrüstung haben soll und welchen Anforderungen und Erwartungen diese entsprechen soll.

HEIZUNG

Aufgrund der im Holzbau üblichen sehr guten Wärmedämmstandards ergibt sich eine geringe Heizlast, die meist in keinem Verhältnis mehr zu den marktüblichen Leistungen der Wärmeerzeuger steht. Für ein Wohnhaus mit ca. 150 m² Wohnfläche reicht meist eine Heizleistung von 5–7 kW aus. Dadurch ergeben sich Möglichkeiten für neue oder „wiederbelebte“ Heiztechniken. Weitere Standards wie der Passivhausstandard oder die im Rahmen der Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG) geförderten Konzepte ergeben erforderliche Heizleistungen von max. 1,5 kW.



Kein Problem: Heizen mit Holz im Holzhaus

Die im Holzbau konsequent gute Wärmedämmung von Außenbauteilen sorgt für behagliche Oberflächentemperaturen auf der Innenseite. Dabei ist auch die Qualität der Fenster von Bedeutung. Mit Zwei-Scheiben- oder Drei-Scheiben-Wärmeschutzverglasungen und gedämmten Rahmenkonstruktionen für die gesamte Fensterkonstruktion können U-Werte von 1,5 W/(m²·K) bis hin zu 0,8 W/(m²·K) erreicht werden. Bei einem mittleren U-Wert der Außenwand von 0,20 W/(m²·K) und Außentemperaturen von –20 °C und einer Raumtemperatur von 20 °C liegt die Oberflächentemperatur auf der Innenseite bei ca. 18,5 °C. Somit müssen kon-

TABELLE 10: ÜBLICHE FESTBRENNSTOFFE AUS NACHWACHSENDENDEN ROHSTOFFEN

Pellets	
Hackschnitzel	
Scheitholz	
Spänebriketts	

ventionelle Heizkörper nicht vor den Außenwänden platziert werden, da an Fenstern mit guter Wärmeschutzverglasung kein erheblicher Kaltluftabfall entsteht. Daher können durch kurze Installationswege in diesem Zusammenhang Kosten eingespart werden.

WÄRMEPRODUKTION MIT BIOMASSE, INSBESONDERE HOLZPELLETS

Entscheidend für die breite Nutzung von Biomasse ist die transportfähige, lagerfähige und für eine automatische Beschickung des Heizkessels geeignete Aufbereitung des Brennstoffes.

Heizzentralen mit Holzpellets als Brennstoff sind mit Leistungsbereichen, die einem modernen Holzhaus gerecht werden, problemlos verfügbar und lassen sich in jedes Holzhaus integrieren. So werden Anlagen angeboten, die den Jahresheizwärmebedarf allein decken, aber ebenso gut solche, die in Kombination mit anderen Energiequellen (Solarenergie, Erdwärme usw.) dazu ausgelegt sind, nur Bedarfsspitzen abzudecken.

Holzpellets werden aus naturbelassenen Hobelspänen oder Sägemehl erzeugt, die in der Holz verarbeitenden Industrie als Nebenprodukt anfallen. Die Pellets haben einen Durchmesser von ca. 4–10 mm und eine Länge von 20–50 mm (für Kleinanlagen sind Durchmesser von 6 mm und Längen

von maximal 30 mm üblich). Die Pellets weisen einen Heizwert von knapp 5 kWh/kg auf, sodass der Energiegehalt von einem Kilogramm Pellets in etwa dem von einem halben Liter Heizöl entspricht.

Pellets werden ohne Zugabe von Bindemitteln hergestellt, erlaubt sind lediglich max. 2 % Presshilfsmittel natürlicher Herkunft (z.B. Stärke). Die Bindung der Holzspäne zu Pellets erfolgt durch das holzeigene Lignin und durch hohen Druck während des Pelletiervorgangs. Hierbei werden die Späne durch eine Matrize gepresst. Im Anschluss daran werden die Pellets in der gewünschten Länge abgeschnitten und können anschließend als Klein-Sackware, in Big Bags oder lose per Tankwagen dem Verbraucher zugestellt werden.

Die Bereitstellung von Pellets aus trockenem Industrierestholz erfordert einen Energieaufwand von 2,7 % des Energiegehalts und ist im Vergleich zum Aufwand für die Bereitstellung fossiler Energieträger (Erdgas 10 %, Heizöl 12 %) gering.

Neben den geringeren Energieaufwendungen weisen Pellets insbesondere bezüglich der CO₂-Emissionen gegenüber fossilen Energieträgern deutliche Vorteile auf. Pellets werden im Gegensatz zu fossilen Energieträgern als CO₂-neutral bezeichnet. Das bedeutet, dass bei der Verbrennung der Pellets nur die Menge an Kohlenstoffdioxid freigesetzt wird, die das Holz beim Wachstum gespeichert hat



Holzspäne für Pellets



Heizen mit Holzpellets

und bei der Verrottung wieder freisetzen würde. Bei einem Jahreswärmebedarf von 16 MWh wird durch den Einbau einer neuen Pelletheizung der CO₂-Ausstoß im Vergleich zu einer Heizölheizung um rund 4,3 t/a reduziert (bzw. 2,5 t/a bei Austausch einer Gasheizung).

Den Vorteil der CO₂-Neutralität weisen auch andere Holzbrennstoffe auf. Neben Pelletkaminöfen und Pelletzentralheizungen kommen – je nach Wärmebedarf des Hauses – auch Scheitholzvergaserkessel oder Hackschnitzelheizungen in Frage.

TABELLE 12: CO₂-ÄQUIVALENTE VERSCHIEDENER ENERGIETRÄGER INKLUSIVE SÄMTLICHER VORKETTEN

Energieträger (Prozessbezeichnung) CO ₂ -Äq	
Stückholz (Holz-Stücke-Hzg. 100 %)	0,019 kg/kWh
Pellets (Holz-Pellets-Hzg. 100 %)	0,027 kg/kWh
Erdgas (Erdgas-Hzg. 100 %)	0,250 kg/kWh
Heizöl (Heizöl-Hzg. 100 %)	0,319 kg/kWh
Strom (Bundesmix; Stromnetz-lokal 2015)	0,565 kg/kWh

Weitere Informationen sind zu finden unter:
www.kea-bw.de/service/emissionsfaktoren

HEIZSYSTEME

Im Prinzip sind im Holzbau alle am Markt üblichen Raumheizsysteme einsetzbar. Dabei wird zwischen konvektiven Systemen und Flächenheizungen unterschieden. Bei konvektiven Heizsystemen wird an einer beheizten Fläche Luft erwärmt und mittels Bewegung der Luft im Raum verteilt. Die Bewegung der Luft kann auf Eigenkonvektion durch den thermischen Auftrieb beruhen wie beim Heizkörper oder auch mechanisch durch Ventilatoren unterstützt werden wie bei den Bodenkanalheizkörpern oder der Luftheizung. Bei Flächenheizsystemen erfolgt die Wärmeabgabe bei relativ niedrigen Temperaturen überwiegend durch Wärmestrahlung. Der Flächenbedarf ist naturgemäß wesentlich höher als bei Konvektionssystemen. Die Temperaturschichtung im Raum ist bei Flächenheizungen im Allgemeinen sehr homogen und wird als angenehm wahrgenommen.

LÜFTUNG

Die Anforderungen an das Innenraumklima in Verbindung mit luftdichten Konstruktionen bei erforderlicher Luftwechselrate bedingt eine kontrollierte Wohnraumlüftung in allen modernen Gebäuden. Folgende Funktionen haben Lüftungsanlagen daher zu erfüllen:

- vom Außenklima unabhängige Sicherstellung des hygienisch notwendigen Luftwechsels (d. h. auch bei geschlossenen Fenstern);
- Zuführung von Frischluft zur Begrenzung der CO₂-Konzentration in der Innenraumluft;
- Abführung von Schadstoffen, die im Gebäude entstanden sind;
- Gewährleistung der Luftfeuchtigkeit im behaglichen, damit im bauphysikalisch unkritischen Bereich zum Schutz vor Tauwasserausfall;
- Vermeidung von Außenklima abhängigen Zugerscheinungen;
- Energieeinsparung bei Anlagen mit Wärmerückgewinnung.

Durch Lüften wird der Innenraum mit frischer, sauerstoffreicher Luft versorgt, im Gegenzug werden Feuchtigkeit, Gerüche und andere Luftschadstoffe abtransportiert. Eine einfache Fensterlüftung verursacht große Wärmeverluste und kann je nach Windverhältnissen ungenügend sein. Grundsätzlich wird unterschieden in:

- zentrale Abluftanlagen mit dezentraler Zuluft und
- Lüftungsanlagen mit zentraler Zu- und Abluft.

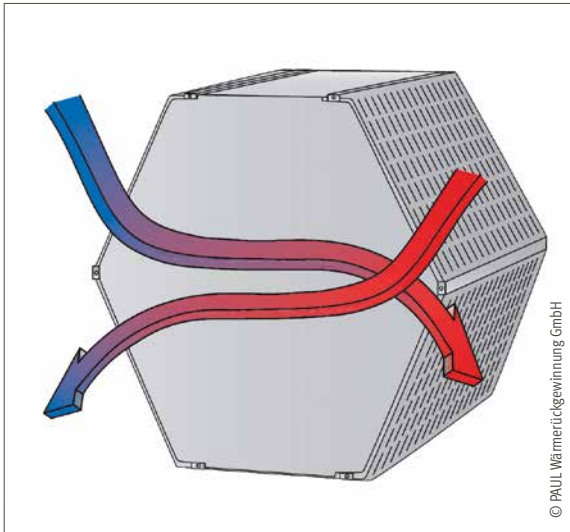
Als grundlegendes Anlagenprinzip hat sich die Querlüftung etabliert und in der Praxis bewährt. Diese ist gekennzeichnet durch:

- Absaugen der Luft aus Räumen mit hoher Belastung durch Schadstoffe und Feuchtigkeit, z. B. Bad, Küche, WC;
- Zuführen von Frischluft in Aufenthaltsräume (Wohnen, Schlaf- und Kinderzimmer).

Eine zentrale Abluftanlage saugt die verbrauchte Luft aus Küche, Bädern, WCs über ein Kanalnetz ab und bläst sie nach draußen. Frische Außenluft strömt über regelbare Ventile in der Außenfassade oder Zuluftventile für den Fenstereinbau nach. Überströmöffnungen an Türen ermöglichen das Zuführen der einströmenden Luft zu den Abluftbereichen. Der Vorteil dieser Anlagen liegt bei einem geringen Installationsaufwand und Stromverbrauch. Die Wartung und Kontrolle der Geräte ist leicht durchführbar.

Bei Lüftungsanlagen mit zentraler Zu- und Abluft wird sowohl die Abluft als auch die Frischluft über jeweils ein eigenes Kanalnetz transportiert. Die Vorteile dieses aufwendigeren Anlagenkonzepts sind:

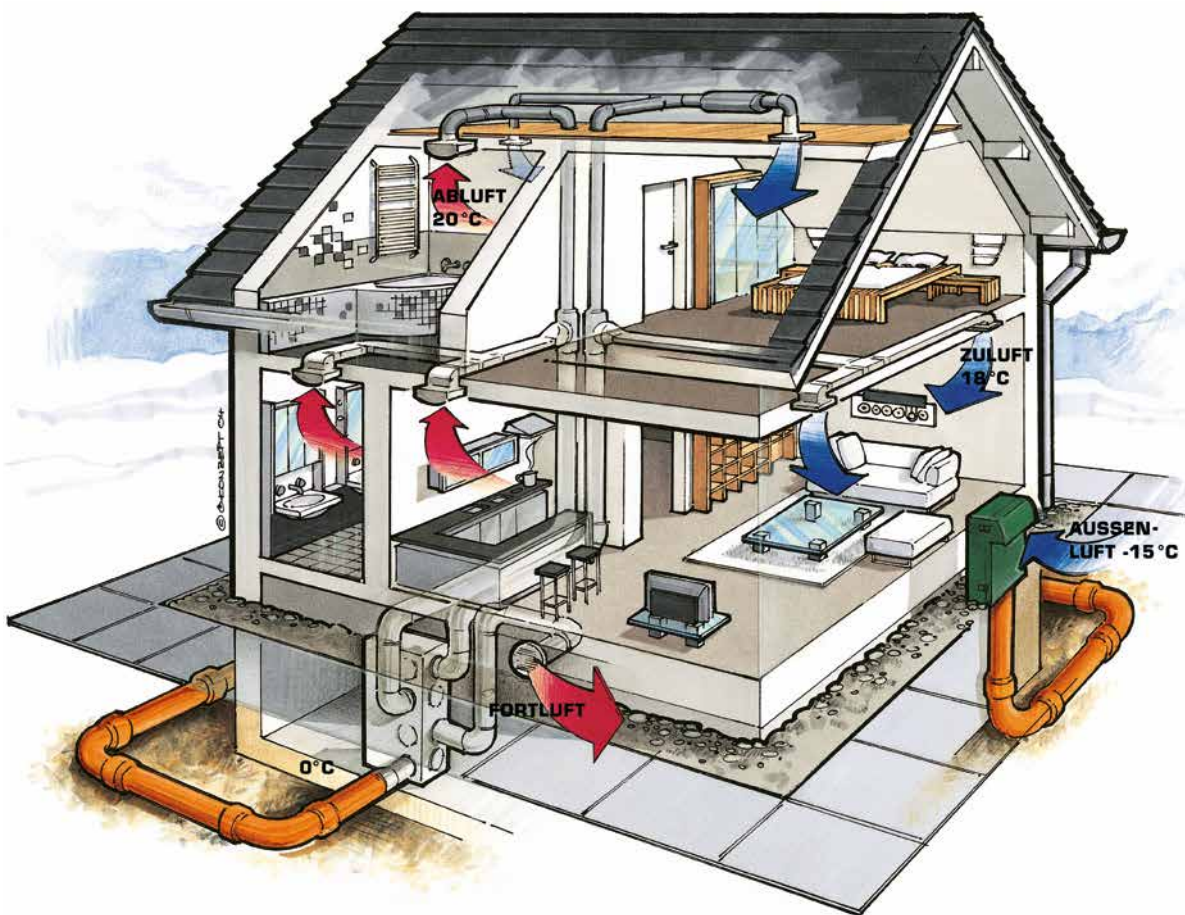
- Beibehaltung des Prinzips der Querlüftung und der Aufteilung in Abluft- und Zuluftzonen,
- Möglichkeit einer Luft-Luft-Wärmerückgewinnung,
- Vorwärmung der zugeführten Luft,
- geringe Anzahl der Durchdringungen der Gebäudehülle,
- zentrale und daher einfach zu kontrollierende Filtertechnik,
- Reduzierung der Heizlast des Gebäudes,
- Möglichkeit, einen Erdwärmetauscher zur Vorwärmung der Außenluft einzusetzen.



Das „Herz“ eines jeden Wärmerückgewinnungsgerätes ist der Wärmetauscher

Für spezielle Anwendungen sind dezentrale Lüftungssysteme erhältlich. Diese werden meist bei Nachrüstung z. B. für schallbelastete Räume als Einzelraumlüftung eingesetzt. Inzwischen sind Systeme mit Wärmerückgewinnung erhältlich. Für eine Wohnraumlüftung eines ganzen Hauses sind die Systeme nur bedingt konzipiert und einsetzbar.

Innovative Techniken zur Sicherung der Innenraumluftqualität sind nicht nur Stand der Technik oder vorgeschrieben, sondern zudem in die Struktur von Holzbauten problemlos integrierbar – unter der Voraussetzung, dass Festlegungen in diesem Sinne früh getroffen werden. Denn: Der Holzbau bietet für die Integration der Haustechnik in die Gebäudebauteile sehr gute Voraussetzungen. Holzbauteile besitzen konstruktionsbedingt ausreichende Hohlräume zur Aufnahme von technischen Komponenten. Gleiches gilt für die Installationen zur Nutzung solarer Energie, die mittlerweile Planungsstandard sind.



Kontrollierte Raumlüftung mit Wärmerückgewinnung

6 HOLZBAU UND NACHHALTIGKEIT

Kein anderer Baustoff schneidet in Ökobilanzen besser ab als der Baustoff Holz. Zu seiner herausragenden Plusenergiebilanz führen der geringe Energieaufwand bei der Herstellung und der hohe Anteil der über die Fotosynthese eingelagerten erneuerbaren Energie, die bei der Entsorgung energetisch genutzt werden kann.

6.1 Umweltpositive Stoffnutzung

Holz ist das beste Beispiel für eine nachhaltig umweltfreundliche Stoffnutzung: Neben der Plusenergiebilanz ist der Baustoff Holz im Gegensatz zu den mineralischen Baustoffen CO₂-Speicher – im Wald wie im verbauten Zustand. Bei der Fotosynthese entsteht als „Nebenprodukt“ frische Luft und die Wälder binden große Mengen Staub, die u. a. aus Produktionsprozessen anderer Bauprodukte kommen.

Ein Vorteil des Baustoffes Holz liegt darin, dass zur Herstellung von Schnittholz und auch von Holzwerkstoffen nur vergleichsweise wenig Energie benötigt wird: Allein aus den bei der Produktion von 1 m³ Brettschichtholz anfallenden Holzresten können mit einem modernen Heizkraftwerk 2.154 MJ Strom und 6.678 MJ Wärmeenergie gewonnen werden. Das ist mehr, als zur Trocknung von modernen Schnittholzprodukten, z. B. Konstruktionsvollholz, eingesetzt werden muss.

TABELLE 13: AUSSCHNITT AUS DER ENERGIEBILANZ ZUR HERSTELLUNG VON 1 m³ BRETTSCHICHTHOLZ

	Energie [MJ](E _{aq})
Energieverbrauch	
Forstliche Produktion	306
Rundholztransport (50 km)	200
Schnittholzherstellung	360
Transport (600 km, 50 % Lkw-Auslastung)	2.400
Brettschichtholzherstellung inkl. Schnittholzherstellung	4.275
Summe	7.541
Energieerzeugung	
Nutzung der Resthölzer	
– Elektrische Energie	2.154
– Thermische Energie	6.678
Summe	8.832
Energieüberschuss	1.291

6.2 Energieeffizienz von Gebäuden

Was die Gebäude betrifft, so sind die größten Einsparungen von Primärenergieinhalte (PEI) in der Energieversorgung und bei Bestandsbauten im Heizenergiebereich zu erreichen. An dritter und vierter Stelle fällt der Strom- und Warmwasserverbrauch ins Gewicht. Dem trägt auch das GEG Rechnung. In optimierten Gebäuden wie z. B. in Passiv- oder Plusenergiehäusern werden die PEI in den Baustoffen relevant. Sollen die Umweltbelastungen weiter gesenkt werden, lohnt es sich, bei den Baustoffen anzusetzen und auf nachwachsende Baustoffe wie Holz mit ausgewiesener Plusenergiebilanz oder Lehm mit immerhin sehr geringen Herstellungsaufwendungen zurückzugreifen. Die Ergebnisse von mehr als zwei Dutzend wissenschaftlicher Studien kommen zu eindeutigen Aussagen: Holz hat die Nase vorn.



© Goethezimmer GmbH/H. Appleby

Familienhotel Weimar

6.3 Plusenergiebaustoff Holz

Nachweisen lässt sich die Plusenergiebilanz beim Vergleich eines Gebäudes in Holzmassivbauweise (Brettstapelbauweise) mit einer mineralischen Variante, z. B. mit Ziegelwänden und Stahlbetondecken. Bilanziert wurde dabei der komplette Lebenszyklus von der Holzernte und dem Rohstoffabbau über die Nutzungsdauer bis hin zur thermischen Entsorgung der Holzbaustoffe in einem Heizkraftwerk bzw. Deponierung der mineralischen Baustoffe.

In die Rechnung eingegangen ist der erweiterte Rohbau, also alle Positionen der Kostengruppe 300, nicht jedoch die der Haustechnik. Nimmt man eine Nutzungsdauer von 50 Jahren an, ergeben sich signifikante Unterschiede zwischen den Bauweisen: Der Holzbau liegt in der Summe mit rund 43 kWh Primärenergie pro m² Energiebezugsfläche im Jahr günstiger als die Massivbauweise. Im Vergleich dazu beträgt der Jahresheizwärmebedarf eines Passivhauses 20 kWh/m² · a.

Zudem hat der Holzbau deutliche Umweltvorteile gegenüber der mineralischen Bauweise. Dies zeigt sich bei der Primärenergie welche erforderlich ist, um eine Außenwandkonstruktion einschließlich der Aufwendungen zur Bereitstellung der Bauteilkomponenten herzustellen. Dieser Wert ist der im Sinne der Nachhaltigkeit problematische. Dem steht positiv der Heizwert (Primärenergie) gegenüber. Dieser ist und bleibt in der Konstruktion und ihren Bestandteilen über die gesamte Nutzungsdauer enthalten und erhalten. Dieser regenerative Energieanteil wird bei der thermischen Verwertung am Ende der Nutzungsphase von Holz wieder freigesetzt, also nutzbar, und sorgt auf diese Weise für die positive Energiebilanz. Nur Holz und Dämmstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen können diese Plusenergiebilanz im Bereich der sogenannten erneuerbaren Primärenergie ausweisen. Die Daten basieren auf den Berechnungen der Studie ÖkoPot (2008) des Bundesministeriums für Bildung und Forschung sowie den Ökobilanzbasisdaten für Holz und Holzprodukte des Thünen-Instituts aus dem Jahr 2012.

Der Baustoff Holz ist einer der sehr wenigen Baustoffe, welche in großem Umfang immer wieder nachwachsen, über den gesamten Lebenszyklus betrachtet nachweislich eine Plusenergiebilanz ausweisen und als tragende und dämmende Baustoffe eingesetzt werden können. Zur Herstellung von Holzbauten ist deutlich weniger Energie erforderlich, als im Holz enthalten ist. Nach dem Rückbau und der Trennung der Komponenten von Holzbauteilen am Ende der Nutzung und deren thermischer Verwertung wird so viel Prozessenergie wieder frei, dass damit 2 bis 3 neue Gebäude in Holz errichtet werden können.

Von Vorteil ist beim Holzbau zudem die vergleichsweise geringe Masse von Holz. Daher können die Aufwendungen für die Logistik (Transport und Montage) bei Vorhaben in Holzbauweise klein gehalten werden. Insgesamt wird weniger Masse bewegt. Da die Holzbaukonstruktionen mittlerweile mit einem sehr hohen Vorfertigungsgrad an die Baustelle geliefert werden, können Bauzeiten und damit Belastungen für das benachbarte Umfeld insbesondere im hochverdichteten Stadtraum minimiert werden. Gleiches gilt für den Rückbau von Holzbaukonstruktionen. Auch dabei ist das geringe Gewicht von entscheidender Bedeutung und erleichtert die Demontage. Da zudem die Holzbaukonstruktionen mechanisch (mittels Nägeln, Schrauben oder Bolzen) miteinander oder mit anderen Bauteilen verbunden sind, ist der technische wie energetische Aufwand zur Recyclierbarkeit in Grenzen gehalten.

Nachhaltige Gebäude sind demnach schlicht Häuser mit einem möglichst hohen Anteil an nachwachsendem Holz. Dem Bau- und Werkstoff Holz kommt neben den anderen nachwachsenden Rohstoffen eine sprichwörtlich tragende Rolle zu, weil er als einzige dieser Ressourcen als konstruktiver Baustoff verwendet werden kann. Er ist darüber hinaus am Markt eingeführt und etabliert sowie technisch ausgereift und in allen Regionen verfügbar.

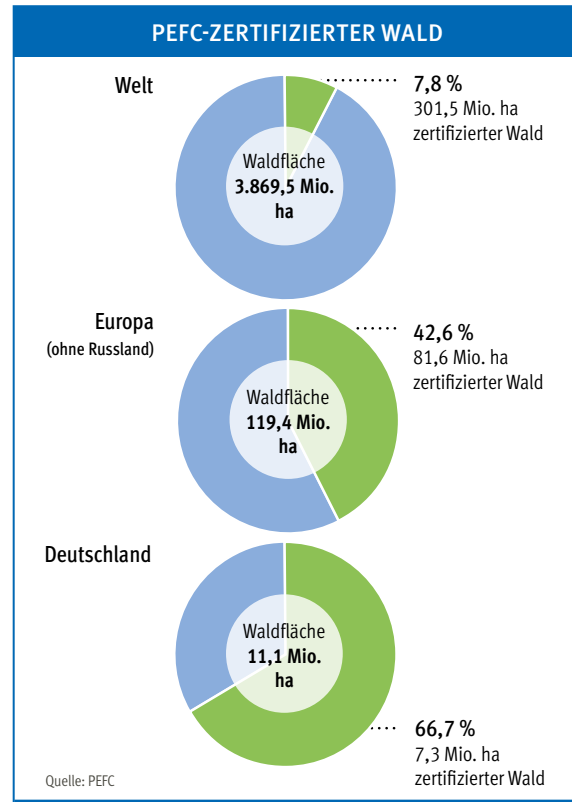


Buchenholz wird zukünftig im Baubereich eine Rolle spielen

6.4 Nachhaltigkeit fängt im Wald an

Die hierzulande praktizierte Forst- und Holzwirtschaft leistet in diesem Zusammenhang bereits seit langer Zeit ihren Beitrag. Die wirtschaftliche Nutzung des Waldes und seiner „Früchte“ wird streng an der Maßgabe der Nachhaltigkeit ausgerichtet. Das wurde erstmals im 17. Jahrhundert durch den Oberberghauptmann Carl von Carlowitz postuliert. So sind heute 70 % der Waldfläche nach dem internationalen Waldzertifizierungssystem PEFC (Programme for the Endorsement of Forest Certification Schemes) bzw. dem FSC (Forest Stewardship Council) zertifiziert, was sehr hohe Anforderungen an die Nachhaltigkeit der Bewirtschaftung stellt. Im Vergleich dazu: Weltweit sind insgesamt 7,5 % der Waldfläche zertifiziert.

Holz ist das beste Beispiel für die umweltpositive Stoffnutzung: Neben der Plusenergiebilanz ist der Baustoff Holz im Gegensatz zu den mineralischen Baustoffen CO₂-Speicher – im Wald wie im verbauten Zustand. Bei seiner Produktion entsteht als Emission frische Luft und in den Wäldern wird Staub gebunden. Darüber hinaus erhält bzw. schafft die Holznutzung heimische Arbeitsplätze, Erholungs- und Lebensräume. In den bisherigen Verfahren zur Bewertung der Nachhaltigkeit wird dies bislang nicht ausreichend berücksichtigt. Hier gilt es nachzubessern.



Zertifizierte Waldfläche im Vergleich (Stand: 2016)



7 WOHNWERT

Die Qualität des Wohnens und der spezifische Wohnwert eines Holzhauses resultieren aus der einzigartigen Kombination seiner Eigenschaften und seines Potenzials. Dies beginnt bei der Planung, die die Gestaltungswünsche und Nutzungsansprüche der Bewohner in optimaler Weise umsetzt. Die Orientierung nach der Himmelsrichtung, der Bezug zum Grundstück, der Grundriss, die Einteilung, das Raumangebot, der Ausbau und die Ausstattung lassen sich dank der Flexibilität der Holzbauweisen ganz individuell gestalten. Dabei gewinnen die schlanken Bauteile rund 10% Wohnfläche: Platz für ein Kinderzimmer oder einen Hauswirtschaftsraum. Die Holzhaus-Freiheit gilt auch für spätere Ideen und Bedarfsänderungen: Umbau, Ausbau und Erweiterung sind jederzeit leicht möglich.

Der Bauprozess und der Ausbau erfolgten weitestgehend mit trockenen Baustoffen, daher muss im Holzhaus vor oder nach dem Einzug nicht trockengeheizt werden. Die Nutzer kommen sofort in den Genuss des behaglichen Wohnklimas, das auf dem ausgezeichneten Wärmeschutz basiert. Die angenehm warmen Innenoberflächen der Außenbauteile mit sehr geringem Temperaturunterschied zwischen Raumluft und Wand oder Dachschräge vermeiden Strahlungszug und übermäßige interne Luftumwälzung. So stellt sich das Behaglichkeitsgefühl schon bei niedrigerer Raumtemperatur und geringerem Heizbedarf ein als bei Häusern mit großer Temperaturdifferenz zwischen Wand und Raum. Außerdem gibt

es auf den warmen Oberflächen keine Tauwasserbildung, dies beugt einem Schimmelbefall vor.

Weitere Pluspunkte sind die angenehme Fußwärme, etwa auf Dielenboden oder Parkett, ferner die Freiheit von Zugscheinungen infolge der guten Luft- und Winddichtung und nicht zuletzt der sommerliche Wärmeschutz. Ein Holzhaus heutiger Bauart ist mit den kaum gedämmten und gedichteten Behelfsbauten aus Kriegs- und Nachkriegszeiten in keiner Weise zu vergleichen.

Das Klima im Holzhaus wird außerdem von gemäßigten Änderungen der Luftfeuchte geprägt: Feuchtespitzen und extreme Trockenheit werden von den feuchteregulierenden Holzbauteilen und Gipswerkstoffen abgepuffert. Nicht an das Holzhaus gebunden, aber den Holzsystembauweisen besonders nahestehend ist die kontrollierte Be- und Entlüftung. Sie trägt zur Raumerwärmung bei, sorgt für richtig dosierten Luftwechsel ohne Zugscheinungen und filtert Staub und Pollen aus der Zuluft: für Allergiker eine Wohltat. Bei Führung der Zuluftleitung durch das Erdreich wird die Frischluft im Winter vorgewärmt und im Sommer gekühlt und die ausgezeichnete Luftqualität kommt den Bewohnern ungemindert zugute. Nicht in Messdaten zu erfassen sind die atmosphärischen Werte des Wohnens in einem Holzhaus: Mit seiner besonderen Ästhetik und der Ausstrahlung des natürlichen Werkstoffs sorgt es für unverwechselbare Wohnqualität.



Steigerung der Wohnqualität durch die Verwendung von Holz in allen Ausbauteilen (Anerkennung im Bundeswettbewerb HolzbauPlus 2016)



modernes Holzhaus in gewachsener Dorfstruktur

7.1 Werthaltigkeit

Werthaltig ist ein Gebäude nicht allein aus seiner technischen Qualität heraus. Ein wertbeständiges Haus muss höchsten Anforderungen an technische Bauqualität, individuellen Wohnwert und ökologisches Bauen entsprechen. Dabei nicht zu vernachlässigen ist die von kompetenten Fachleuten umgesetzte gestalterische Qualität. Diese lässt die dem Projekt eigene Güte auf den ersten Blick erkennbar werden.

Holzhäuser sind langlebige und wertbeständige Investitionen. Die durchschnittliche Gesamtnutzungsdauer eines Holzhauses liegt heute bei 80–100 Jahren, einige Hersteller garantieren eine Lebensdauer von 125 Jahren. Tatsächlich können Holzhäuser, wie historische Beispiele aus dem Mittelalter beweisen, mehrere hundert Jahre alt werden. Durch bautechnische Verbesserungen wurden die Holzbauweisen in den letzten 40 Jahren erheblich weiterentwickelt, sodass bei qualifizierter Planung und Ausführung im Vergleich zu herkömmlichen Bauweisen keine Unterschiede festzustellen sind.

Grundsätzlich unterliegen alle Bauweisen dem Anforderungsdruck an kostengünstiges Bauen durch materialoptimierte Konstruktionen. Das ist unabhängig von der Bauweise meist nicht mit maximalem Werterhalt zu vereinbaren.

TABELLE 14: ENTWICKLUNG DER WERTIGKEIT VON HOLZHÄUSERN BEZOGEN AUF DIE HERSTELLUNGSKOSTEN

1960–1972	Frei stehende Wohnhäuser (EFH/ZFH) in Holzbauweise in einfacher bis sehr guter Ausstattung erhalten einen Abschlag bis zu 20 % der Normalherstellungskosten von Massivgebäuden.
1973–1984	Holzhäuser erhalten im Mittel einen Abschlag von 14 %. Dabei kann noch zwischen Reihenhäusern (10 %) und frei stehenden Häusern (19 %) unterschieden werden.
ab 1985	Ab 1985 gibt es keinen Unterschied mehr in den Herstellungskosten im Vergleich zum Massivbau.

**TABELLE 15: QUALITÄTSENTWICKLUNG
IM HOLZHAUSBAU**

ab 1965	sehr guter winterlicher Wärmeschutz: aktuelle und zukünftige Anforderungen werden erfüllt
seit mind. 1985	guter sommerlicher Wärmeschutz
seit Anwen- dung Holz- rahmenbau/ Holztafelbau	baulich gut ausgebildete Fassaden mit durchgehendem Schutz der tragenden Holzkonstruktion gegen Niederschlag
seit 1978	Gebrauch von PCP im Innenraum untersagt; Lindan spielt beim Holzschutz keine Rolle mehr; gesteigerte Anforderungen an die Begrenzung der Formaldehydemissionen; Qualitätsgemeinschaften fordern darüber hinaus nochmals geringere Grenzwerte
seit 1980	nachweislich verbesserte und überdurch- schnittliche Luftdichtheit; guter bis sehr guter Schallschutz – auch bei Einfamilienhäusern
seit mind. 1989	eigen- und fremdüberwachte Qualität der meisten Holzhäuser gemäß „Holztafelbau- richtlinie“; Brandschutzanforderungen werden durch den Holzbau erfüllt; Bauteile sind feuerhemmend bis hochfeuerhemmend und meist durch nicht brennbare Materialien vor direkter Brandeinwirkung geschützt

7.2 Innenausbau

Nicht allein die konstruktiven Elemente prägen den Wohnwert eines Gebäudes. Wesentlichen Einfluss haben die Materialien, die in Kombination mit konstruktiven Bauteilen aus Holz die Raumwirkung ausmachen. Auf der Hand liegt die Entscheidung zugunsten von Holzfußböden, die als Parkett oder Dielenböden umgesetzt werden können.

Unabhängig davon, welche Holzfußböden und welche Holzart gewählt wird, zeichnen sich diese durch eine natürliche Lebhaftigkeit aus. Raumwirkungen werden mit der Wahl der Böden intensiv unterstützt.

Unterschieden werden folgende Fußböden:

- Stabparkett
- Mosaikparkett
- Muster- und Industrieparkett (Hochkantlamellen-Parkett)
- Dünnparkett
- Fertigparkett
- Holzpflaster/Stirnholz-Hobeldielen/Massivdielen

Dabei werden heute in Abhängigkeit vom Untergrund (Holzbalkendecke, Lagerhölzer, Fertigteil- oder Trockenestrich, Zementestrich), auf die der Boden gelegt werden soll, spezifische Befestigungs- oder Verklebungstechniken angeboten.



Innenausbau im Holzbau

Auch gibt es für die Erneuerung von Böden im Altbau Bestand bewährte Lösungen, mit denen zudem noch die Schallschutzeigenschaften verbessert werden können.

Holzfußböden sollten nur geölt oder gewachst werden, da auf diese Weise die positiven Eigenschaften des Holzes, wie Wasserdampfaufnahmefähigkeit, erhalten bleiben und die Lebensdauer durch einfache Pflege sehr lang erhalten werden kann. Geölte oder gewachste Böden erhalten zusammen mit den Gebrauchsspuren mit der Zeit eine Patina, die den individuellen Charakter der Böden noch verstärkt. Zudem können im Unterschied zu lackierten Böden geölte oder gewachste Oberflächen bei Beschädigungen leichter nachgearbeitet werden.

Weitere natürliche Materialien mit Eignung zur Belegung der Fußböden in Innenräumen sind:

- Linoleum
- Kork
- Teppiche

Diesen Materialien ist gemein, dass zu ihrer Produktion auf nachwachsende Rohstoffe zurückgegriffen wird. Damit sind diese Produkte nicht nur nachhaltig hergestellt, sondern es wird auch das Risiko, durch den Einbau von Ausstattungsmaterialien die Innenraumluft mit ungewollten Schadstoffen anzureichern, sehr gering gehalten.

Beispielsweise besteht Linoleum hauptsächlich aus Leinöl, Kork- und Holzmehl, Kalksteinmehl und Pigmenten sowie einem Jutegewebe als Trägerschicht. Die einzelnen Komponenten werden gemischt. Die Rohmasse wird erhitzt und unter Druck auf das Trärgewebe aufgewalzt. Während man in der Vergangenheit Linoleum in flächiger Verlegung gewohnt war, ist heute auch die Kombination kleinteiliger, dabei mehrfarbiger Flächen nicht mehr ungewöhnlich.



Wohnen mit Naturmaterialien



Umfassender Einsatz von Holz zur Gestaltung

Gleiches gilt für Materialien zur Gestaltung von Wänden und Decken. Natürliche Materialien wie Lehm, Kalkputz oder Papier- bzw. Naturfasertapeten ergänzen den natürlich-nachhaltigen Ansatz von Häusern in Holzbauweise perfekt. Dabei sind den individuellen gestalterischen Vorstellungen kaum Grenzen gesetzt. Doch auch im Bezug auf die Materialien und die Gestaltung der Wandflächen im Inneren eines Gebäudes gilt: Ohne konsequente Verwendung nachwachsender Materialien bereits für die Baukonstruktion bleibt der Einsatz natürlicher Materialien für die Gestaltung der Innenräume nur von begrenzter Wirkung für ein gutes Innenraumklima.

Aber auch Holz kann als Material zur Gestaltung der Oberflächen in Holzhäusern verwendet werden. Abgestimmt auf den Einsatzort und die Beanspruchung setzen Holz oder Holzprodukte gestalterisch keine Grenzen. Ganz das Gegenteil ist der Fall: Die Palette verfügbarer Produkte fordert und fördert Kreativität.

Weitergehende Informationen zur Gestaltung von Innenräumen mit natürlichen Materialien finden Sie in der FNR-Broschüre „Ausbauen und Gestalten mit nachwachsenden Rohstoffen“. Diese und andere Broschüren finden Sie unter: mediathek.fnr.de

Die nachhaltig bewirtschafteten Wälder im regionalen Umfeld liefern für die Verwendung im Innenbereich Holzarten, die allen ästhetischen Ansprüchen genügen können. Die hierzulande üblichen Holzarten bieten sich bei der Gestaltung von Fußböden, Wänden und Decken an. Für die Herstellung von Möbeln aller Art und Größe eignen sich diese Holzarten ohnehin.



Treppenkonstruktion aus Holz

TABELLE 16: HOLZARTEN, DIE FÜR DIE GESTALTUNG VON INNENRÄUMEN GEEIGNET SIND

Ahorn		Fichte	
Birke		Kiefer	
Buche		Kirschbaum	
Douglasie		Lärche	
Eiche		Nussbaum	
Erle		Robinie	
Esche		Tanne	

8 EINSATZMÖGLICHKEITEN

Holzbaulösungen werden seit einiger Zeit nicht allein für das Markt- und Nutzungssegment „Wohnungsbau“ entwickelt und angeboten. Für nahezu alle anderen Nutzungstypen gibt es zahlreiche gebaute Beispiele in Holzbauweise, mit denen das Leistungspotenzial des modernen Holzbaus

deutlich wird. Dabei bieten sich Holzbaulösungen nicht nur bei Herausforderungen im Neubau an. Gleichmaßen zeitgemäß sind die Lösungen, die mit Holzbaukonstruktionen im Gebäudebestand erreicht werden können.

8.1 Gebaute Beispiele

INDIVIDUELLER WOHNUNGSBAU



Projekt: Einstein-Haus
Ort: Caputh
Bauherr: Stadt Potsdam
Architekt: Konrad Wachsmann, Niesky

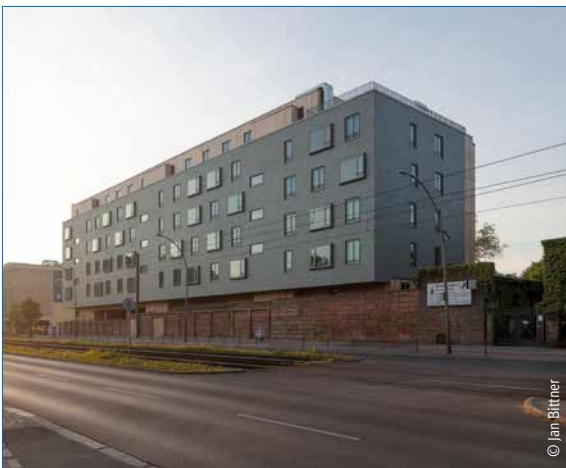
Für den Bewohner dieser Sommerresidenz, Albert Einstein, hat Architekt Konrad Wachsmann bereits 1929 zukunftsweisend auf Holz als Konstruktions- und Sichtbaustoff sowie auf natürliche Dämmstoffe wie z. B. Seegras zurückgegriffen.



Projekt: Haus Köris
Teilnehmer im Bundeswettbewerb HolzbauPlus 2020
Ort: Groß-Köris
Bauherr: Thomas Bold, Fred Pommerehn
Architekt: Zeller & Moye, Berlin

Haus Köris ist ein nachhaltiges Wohnhaus aus Holz, das um bestehende Bäume herum konzipiert wurde. Massivholzböden und -decken, sowie ein neuartiges Wandsystem aus Holzmodulsteinen, welches mit holzfaserbasiertem Dämmmaterial gefüllt ist, zeichnen den Bau aus. Die Fassade ist aus vertikal angeordneten Holzlatten aus regionalem Fichtenholz verkleidet.

GESCHOSSWOHNUNGSBAU



Projekt: Walden 48
Preisträger im Bundeswettbewerb HolzbauPlus 2020
Ort: Berlin
Bauherr: Walden 48 GbR, c/o Mauer Bauprojektmanagement
Architekt: Scharabi Architekten PartG mbB, Berlin

Der sechsgeschossige Neubau wurde in energieeffizienter Massivholzbauweise errichtet. Insgesamt bietet er Platz für 43 individuell geplante Wohnungen sowie eine Vielzahl an halböffentlichen Flächen wie die Gemeinschafts-Dachterrasse und den Gemeinschaftsgarten. Während die tragenden Wände des Holz-Hybridbaus aus Massivholz bestehen, wurden die Geschossdecken als Holz-Betonverbunddecken umgesetzt. Die Fassaden sind vollständig mit natürlichen Baustoffen bekleidet.



Projekt: Objekt LYNAR
Teilnehmer im Bundeswettbewerb HolzbauPlus 2020
Ort: Berlin
Bauherr: Wohnungsbaugenossenschaft
Architekt: schäferwenningerprojekt gmbh, Berlin

Das 7-geschossige Wohngebäude mit 98 Wohneinheiten und 7 gewerblich nutzbaren Einheiten wurde komplett in Holzbauweise errichtet. Durch die im Werk vorgefertigten Holzbauteile entstand der Neubau in serieller Bauweise. Dabei bildet eine Rahmenständerkonstruktion mit hinterlüfteter unbehandelter Vorhangsfassade aus Douglasie die Konstruktion der Außenwand. Decken, Stützen sowie Unterzüge sind aus Massiv-Brettschicht-holz. Die Innenwände sind aus Massiv-Brettspertholz.



Projekt: Wohnungsbau & Kita im Prinz-Eugen-Park
Anerkennung im Bundeswettbewerb HolzbauPlus 2020
Ort: München
Bauherr: GWG Städtische Wohnungsgesellschaft München mbH
Architekt: Rapp Architekten,
Dipl. Ing. (FH) Stefan Rapp Freier Architekt BDA

Der Neubau schafft Raum für 57 Wohnungen und für eine Kindertagesstätte mit 6 Gruppen. Die Kita ist eingeschossig im massiven Erdgeschoss des Gebäudes integriert, die Wohnungen sind mehrgeschossig über dem Sockelgeschoss platziert. Die Außenwände bestehen aus nichttragenden vorgefertigten Holzrahmenbauteilen. Die Fassade ist als gestülpte Brettschuppenverkleidung ausgebildet. Die Stülprichtung wechselt geschossweise, was den Baukörper gliedert und so Lichteffekte erzeugt.

GEWERBLICHES BAUEN



Projekt: Büro-Neubau Euregon AG
Preisträger im Bundeswettbewerb HolzbauPlus 2016
Ort: Augsburg
Bauherr: Euregon AG
Architekt: lattkearchitekten, Augsburg

Dieses Gebäude für einen Softwareentwickler wurde in Holzskelettbauweise aus Furnierschichtholz aus Buche (BauBuche) errichtet. Die hellen Oberflächen der Konstruktion mit sichtbaren Stützen und Deckenbalken aus Buche bestimmen den Raumeindruck. Die Gebäudestruktur ermöglicht eine weitgehend freie Flächennutzung. Der 2 m breite Balkon auf der Südseite ist Raumerweiterung, bietet eine geschützte Austrittsmöglichkeit nahe am Park und fungiert als Schutz vor direkter solarer Einstrahlung in einem. Zusätzlich schützt der Überstand die Fassadenbekleidung aus Holz, macht sie somit langlebiger und verlängert Wartungsintervalle.

ÖFFENTLICHES BAUEN



- Projekt:** Schulzentrum Odelzhausen – Neubau Grund-, Mittel- und Realschule
Preisträger im Bundeswettbewerb HolzbauPlus 2020
- Ort:** Odelzhausen
- Bauherr:** Zweckverband Grund- und Mittelschule Odelzhausen
- Architekt:** SCHANKULA Architekten, München

Das Schulgebäude mit vier Geschossen in Holzbauweise ist vorbildlich mit Holz in der Gebäudeklasse 5 umgesetzt worden. Insgesamt sind bei dem Gebäude 1.603 m³ Holz verbaut worden, wodurch ca. 1.600 t CO₂ gebunden worden sind. Eine HBV-Deckenkonstruktion mit einer Betonschicht, die aus Gründen der Bauakustik notwendig ist, fungiert gleichzeitig als Druckzone in diesem Verbundsystem. Die Verglasungen an den Außenwänden reichen bis zur Decke. Der vergrößerte Tageslichteintrag reduziert damit den Stromverbrauch.



- Projekt:** Neubau Evangelische Jesuskirche mit Gemeindezentrum Vohburg
Anerkennung im Bundeswettbewerb HolzbauPlus 2020
- Ort:** Vohburg
- Bauherr:** Ev.-Luth. Gesamtkirchengemeinde Ingolstadt
- Architekt:** abhd architekten denzinger und partner mbB, Neuburg/Donau

Der Neubau der Evangelischen Jesuskirche in Vohburg ist ein zweiteiliges Bauwerk, bestehend aus Sakralraum und angegliedertem Gemeindezentrum in Holzmassivbauweise. Die gesamte tragende Konstruktion ist aus dem nachwachsendem Rohstoff Holz gefertigt. Die konstruktiven Elemente, übernehmen nicht nur die statischen und raumbildenden Funktionen, sondern zeichnen sich als sichtbare Elemente zusätzlich im Raum ab. Auf eine weitere Verkleidung wird verzichtet, die sichtbare Tragwerkstruktur sorgt für eine stringente und spannende Raumwirkung.

TEMPORÄRE BAUWERKE MODULBAUWEISE



- Projekt:** CUBITY – Energy-Plus and Modular Future Student Living – Teilnehmer im Bundeswettbewerb HolzbauPlus 2018
- Ort:** Frankfurt am Main
- Bauherr:** Prof. Anett-Maud Joppien, Dipl.-Ing. M. Arch. BDA mit Studierenden, TU Darmstadt, FB Architektur, FG Entwerfen und Gebäudetechnologie
- Architekt:** wie Bauherr

Erstes Plus-Energie Studierenden-Wohnheim in Frankfurt Niederrad in Modulbauweise. Das Tragwerk von CUBITY ist bewusst sichtbar gelassen. Der Grundriss ist quadratisch. Die Hauptelemente der Tragkonstruktion sind konsequent in Holz ausgeführt. Die Außenwände sind sechs Meter hoch und bestehen aus einer elementierten Brettschichtholz-Fachwerkkonstruktion.



Projekt: Neubau Remise Immanuelkirchstraße
Teilnehmer im Bundeswettbewerb
HolzbauPlus 2020

Ort: Berlin

Bauherr: Suwelack SHC GmbH

Architekt: Jan Wiese Architekten mit Ralf Wilkening Architekt,
Berlin

Auf rund 650 m² sind in dem viergeschossigen Gebäude insgesamt drei Gewerbeeinheiten entstanden. Die Konstruktion des Gebäudes ist eine Hybridkonstruktion aus Holz und Beton. Die tragenden Wände sind aus Sichtbeton gefertigt, alle Decken des Gebäudes als Holz-Beton-Verbundkonstruktion ausgeführt. Die vorgefertigten Deckenträger sind aus Kiefernholz. Die gerasterte Fassade besteht aus Lärchenholz.

8.2 Qualitätssicherung

Holzbauten bewähren sich seit Jahrhunderten. Das gilt nicht nur für die zahlreichen Wohnhäuser in Fachwerkbauweise, sondern auch für Bauwerke mit größeren Spannweiten und Gebäudevolumen wie Holzbrücken oder Scheunen.

Bis zum Ende des 19. Jahrhunderts wurden Holzbauten fast ausschließlich aus Vollholz erstellt und durch handwerklich hergestellte zimmermannsgemäße Verbindungen zusammengefügt. Mit Beginn des 20. Jahrhunderts setzte die industrielle Fertigung geklebter Holzbauprodukte und metallischer Verbindungsmittel ein, auf denen der moderne Holzbau beruht. Rasch entwickelten sich unter Verwendung plattenförmiger Holzwerkstoffe die Vorläufer des heute üblichen Holzrahmenbaus und schon früh erreichten Konstruktionen aus dem 1906 patentierten Brettschichtholz Spannweiten von mehr als 50 m.

In Anlehnung an das baurechtliche Zertifizierungssystem zur Regelung von Bauprodukten wurde im Holzbau ein Gütesicherungsverfahren erarbeitet, das sich am System der statischen Qualitätssicherung orientiert. Grundbausteine dieses Systems sind eine kontinuierliche Eigenüberwachung sowie eine regelmäßige und unabhängige Fremdüberwachung entsprechend der sogenannten Holztafelbaurichtlinie. Viele Firmen sind darüber hinaus freiwillig Mitglieder in Güte- und Qualitätsgemeinschaften. Die Gütegemeinschaften regeln die Zertifizierung mit dem Gütezeichen Holzhausbau. Ergänzende Anforderungen werden für die Mitgliedsbetriebe seitens der Qualitätsgemeinschaften festgelegt. Diese beziehen sich z. B. auf die gesundheitliche Unbedenklichkeit der eingesetzten Bauprodukte. Dabei gelten die Güte- und Prüfbestimmungen immer nur in Verbindung mit den aktuel-

len gesetzlichen und normativen Anforderungen, die sich auf den Geltungsbereich der jeweiligen Gütesicherung beziehen. Eine vergleichbare Art der Qualitätsüberwachung fehlt bei konventionellen baustellengefertigten Bauprojekten weitgehend.

Als Bauherr sollte man darauf achten, dass die ausführende Firma über ein gesichertes Qualitätsmanagement verfügt, belegbar zum Beispiel durch die Mitgliedschaft in einer Qualitätsgemeinschaft. Eine noch größere Sicherheit wird durch einen „Gebäudebrief“ erreicht, der bei Fertigstellung eines Gebäudes dem Bauherrn ausgehändigt wird. Dieser enthält neben allen Bauplänen und der Baubeschreibung eine Volldeklaration aller verwendeten Baustoffe und Bauteile. Dadurch erhält der Bauherr eine hohe Qualitätssicherheit. Bei einem späteren Umbau oder Verkauf sind alle Datengrundlagen einschließlich der Spezifikation der verwendeten Baustoffe vorhanden, was zukünftig ein geldwerter Vorteil ist. Die Qualitätssicherungsstandards und die deklarierten Baustoffe sollten in der Wertermittlung berücksichtigt werden.

Einen wesentlichen Anteil an der Qualitätsverbesserung im Holzhausbau hat die sprunghafte Entwicklung der eingesetzten Werkstoffe und Holzbausysteme. Die seit über zehn Jahren marktübliche Verwendung von Konstruktionsvollholz wurde im Jahr 2000 von der Verdingungsordnung Bau (VOB) mit zusätzlichen Anforderungen für den Holzhausbau übernommen. Brettschichtholz wird heute aufgrund maschineller Festigkeitssortierung der Brett lamellen mit einer bis zu 1,5-fachen Festigkeit gegenüber früheren Produkten angeboten. Holzwerkstoffe wie OSB-Platten oder Furnierschichtholz sind feuchteunempfindlicher und tragfähiger als die in der Vergangenheit verwendeten Spanplatten. Neue große Plattenformate reduzieren zudem den Fugenanteil. Außerdem hat die Entwicklung neuer Holzbausysteme zur Optimierung und Qualitätsverbesserung von Holzbauten beigetragen.

9 ANHANG

9.1 Literatur- und Quellenverzeichnis

Albrecht, S.; Rüter, S. u. a.: ÖkoPot – Ökologische Potenziale durch Holznutzung gezielt fördern. Abschlussbericht zum BMBF-Projekt FKZ 0330545. Stuttgart 2008

Bachmann, W.; Dederich, L.: Die besten Einfamilienhäuser aus Holz. München 2013

Becker, K. u. a.: Theoretische und experimentelle Grundlagenuntersuchungen zum Brandschutz mehrgeschossiger Gebäude in Holzbauweise. Untersuchungsbericht Teil 1; zum DGfH-Forschungsvorhaben F-96/10 im Auftrag des Deutschen Instituts für Bautechnik, VHT, iBMB. TU-Braunschweig. Stuttgart. Juli 1997

Becker, K.; Radovic, B.: Baustoffe für den konstruktiven Holzbau. INFORMATIONSDIENST HOLZ spezial. Düsseldorf 2017

Blödt, A. u. a.: Schallschutz im Holzbau – Grundlagen und Vorbemessung, holzbau handbuch in der Schriftenreihe des INFORMATIONSDIENST HOLZ, Berlin 2019

Borsch-Laaks, R.: Effizienz-Tuning beim Heizwärmebedarf – An welchen Stellschrauben wird gedreht? In: die neue quadriga. Wolnzach 2002

Borsch-Laaks, R. u. a.: Holzbau für kommunale Aufgaben. INFORMATIONSDIENST HOLZ spezial. Bonn 2008

Bund Deutscher Zimmermeister (Hrsg.): Holzrahmenbau – Bewährtes Hausbau-System. Bonn/Karlsruhe 1985

Bund Deutscher Zimmermeister (Hrsg.): Mit Holz bauen – BDZ Jahrbuch 2006. München 2006

Cheret, P.; Schwaner, K.; Seidel, A.: Urbaner Holzbau – Chancen und Potentiale für die Stadt. Berlin 2013

Churkina, G. u. a.: Buildings as a global carbon sink, nature sustainability, Heidelberg 2020

Dehne, M.; Kruse, D.: Brandschutzkonzepte für mehrgeschossige Gebäude und Aufstockungen, holzbau handbuch in der Schriftenreihe des INFORMATIONSDIENST HOLZ, Berlin 2019

DIN Deutsches Institut für Normung e. V./Internationaler Verein für Technische Holzfragen e. V.: Holzschutz – Praxiskommentar zu DIN 68800 Teile 1 bis 4. Berlin 2013

DIN 4074-1 Sortierung von Holz nach der Tragfähigkeit – Teil 1: Nadelnschmittholz. Berlin 2012

DIN 4074-5 Sortierung von Holz nach der Tragfähigkeit – Teil 5: Sortierung von Holz nach der Tragfähigkeit. Berlin 2008

DIN 4108-2 Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden – Teil 2: Mindestanforderungen an den Wärmeschutz. Berlin 2013

DIN 20000-5 Anwendung von Bauprodukten in Bauwerken – Teil 5: Nach Festigkeit sortiertes Bauholz für tragende Zwecke mit rechteckigem Querschnitt. Berlin 2016

DIN 68800 Teile 1 bis 4: Holzschutz. Berlin 2012/2013/2019/2020

DIN EN 338 Bauholz für tragende Zwecke – Festigkeitsklassen. Deutsche Fassung EN 338:2009. Berlin 2016

DIN EN 1995, Eurocode 5: Bemessung und Konstruktion von Holzbauten. Berlin 2010

DIN EN 13168:2015-04 Wärmedämmstoffe für Gebäude – Werkmäßig hergestellte Produkte aus Holzwolle (WW). Deutsche Fassung EN 13168:2012 + A1:2015. Berlin 2015

DIN EN 13501-2 Klassifizierung von Bauprodukten und Bauarten zu ihrem Brandverhalten – Teil 2: Klassifizierung mit den Ergebnissen aus den Feuerwiderstandsprüfungen, mit Ausnahme von Lüftungsanlagen. Deutsche Fassung EN 13501-2:2018. Berlin 2019

DIN EN 14081-1 Holzbauwerke – Nach Festigkeit sortiertes Bauholz für tragende Zwecke mit rechteckigem Querschnitt – Teil 1: Allgemeine Anforderungen. Deutsche Fassung EN 14081-1:2016+A1:2019. Berlin 2019

DIN EN ISO 14040 Umweltmanagement – Ökobilanz – Grundsätze und Rahmenbedingungen (ISO 14040:2006). Deutsche und englische Fassung EN ISO 14040:2006. Berlin 2009

Eltrop, L. u. a.: Pelletheizungen. INFORMATIONSDIENST HOLZ. Bonn 2004 (holzbau handbuch)

Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V. (Hrsg.): Bauen mit nachwachsenden Rohstoffen – Konstruktionsdarstellung im Modell. Gülzow 2019

Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V. (Hrsg.): Baustoffe aus nachwachsenden Rohstoffen, Gülzow 2019

Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V. (Hrsg.): Ausbauen und Gestalten mit nachwachsenden Rohstoffen. Gülzow 2017

Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V. (Hrsg.): Marktübersicht: Dämmstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen. Gülzow 2019

Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V. (Hrsg.): Strohgedämmte Gebäude. Gülzow 2020

Fachverband Strohballenhaus Deutschland (Hrsg.): Strohbaurichtlinie SBR 2019, Verden 2019

Glos, P.: Holz – Potenziale des nachhaltigen Baustoffs. INFORMATIONSDIENST HOLZ spezial. Bonn 2008

Glos, P. u. a.: Holz als konstruktiver Baustoff. INFORMATIONSDIENST HOLZ. Bonn 2009 (holzbau handbuch, Reihe 4, Teil 1)

Hafner, A. u. a.: Treibhausgasbilanzierung von Holzgebäuden – Umsetzung neuer Anforderungen an Ökobilanzen und Ermittlung empirischer Substitutionsfaktoren (THG-Holzbau). Bochum 2017

Hauser, G.; Künzel, H.: Bauphysikalische Gesichtspunkte zum Raumklima. In: Gesundes Wohnen in Holz. München 1987

Horn, G.: Passivhäuser in Holzbauweise. Köln 2011

Hosser, D. u. a.: Theoretische und experimentelle Grundlagenuntersuchungen zum Brandschutz bei mehrgeschossigen Gebäuden in Holzbauweise. Forschungsauftrag der Deutschen Gesellschaft für Holzforschung unter Beteiligung des iMBB/MPA der TU Braunschweig sowie der VHT Heusenstamm; Stufe 1: Theoretische Grundlagenuntersuchungen; Stufe 2: Experimentelle Grundlagenuntersuchungen; Abschlussbericht Juli 2000

Hullmann, H. u. a.: Holzkonstruktionen in Mischbauweise. INFORMATIONSDIENST HOLZ. Bonn 2006 (holzbau handbuch, Reihe 1, Teil 1)

Kaufmann, H.; Nerdinger, W.: Bauen mit Holz – Wege in die Zukunft. München 2012

König, H.: Wege zum Gesunden Bauen. 9. Aufl. Stufen im Breisgau 1998

Kolb, J.: Holzbau mit System. Basel 2010

Kollmann, F.: Technologie des Holzes und der Holzwerkstoffe. Erster Band. Berlin 1951

Otto, F. u. a.: Funktionsschichten und Anschlüsse für den Holzhausbau. INFORMATIONSDIENST HOLZ. Bonn/München 2004 (holzbau handbuch, Reihe 3)

Peters, M.; Scheer, C. u. a.: Holz-Brandschutz-Handbuch. Berlin 2009

Rüter, S.; Diederichs, S.: Ökobilanz-Basisdaten für Bauprodukte aus Holz. Hamburg 2012

Schmidt, D. u. a.: Holzrahmenbau. INFORMATIONSDIENST HOLZ. Bonn 2015 (holzbau handbuch, Reihe 1, Teil 2)

Schwaner, K. (Hrsg.): Zukunft HOLZ – Statusbericht zum aktuellen Stand der Verwendung von Holz und Holzprodukten im Bauwesen und Evaluierung künftiger Entwicklungspotenziale. Biberach 2009

Seidel, A. u. a.: Bauen mit Brettspertholz. INFORMATIONSDIENST HOLZ. Wuppertal 2010 (holzbau handbuch, Reihe 4, Teil 7)

Tichelmann, K.; Pfau, J.: Entwicklungswandel Wohnungsbau: Neue Konzepte in Trocken- und Leichtbauweise. Braunschweig/Wiesbaden 2000

Tichelmann, K.: Bäder und Feuchträume im Holzbau und Trockenbau. INFORMATIONSDIENST HOLZ. Bonn 2007 (holzbau handbuch, Reihe 3, Teil 2)

Wachsmann, K.: Der Holzhausbau – Technik und Gestaltung. Neuausgabe: Zürich 1995

Winter, S.; Kehl, D.: Untersuchung zur Objektivierung der Bewertung des Verkehrswertes von Gebäuden in Holzbauweise im Vergleich zu anderen Bauweisen. Abschlussbericht. Leipzig 2001

Winter, S.; Schmidt, D.: Holzhäuser – Werthaltigkeit und Lebensdauer. INFORMATIONSDIENST HOLZ. Bonn 2008 (holzbau handbuch, Reihe 0, Teil 1)

9.2 Adressen

GÜTEGEMEINSCHAFTEN

Bundes-Gütegemeinschaft Montagebau und Fertighäuser e. V. (BMF)

Flutgraben 2
53604 Bad Honnef
www.guetesicherung-bau.de

Gütegemeinschaft Holzbau – Ausbau – Dachbau e. V. (GHAD)

Kronenstraße 55–58
10117 Berlin
www.ghad.de

Gütegemeinschaft Deutscher Fertigbau e. V. (GDF)

Hellmuth-Hirth-Straße 7
73760 Ostfildern
www.guete-gemeinschaft.de

Gütegemeinschaft Blockhausbau e. V. (DMBV)

Brienner Straße 54 b
80333 München
www.dmbv.de

QUALITÄTSGEMEINSCHAFTEN DER FERTIGHAUSINDUSTRIE

Qualitätsgemeinschaft Deutscher Fertigbau (QDF) im Bundesverband Deutscher Fertigbau e. V. (BDF)

Flutgraben 2
53604 Bad Honnef
www.bdf-ev.de

Deutscher Holzfertigbau-Verband e. V. (DHV)

Hellmuth-Hirth-Straße 7
73760 Ostfildern
www.d-h-v.de

ZimmerMeisterHaus (ZMH)

Stauffenbergstraße 20
74523 Schwäbisch Hall
www.zmh.com

9.3 Weiterführende Informationen

Unter www.informationsdienst-holz.de als der unabhängigen deutschsprachigen Internetpräsenz zum Planen und Bauen mit Holz werden für Bauinteressenten und Baufachleute die verfügbaren bzw. aktuellen Veröffentlichungen aus den Schriftenreihen des INFORMATIONSDIENSTES HOLZ und weitere Informationen vorgehalten. Darüber hinaus wird dort eine unternehmensunabhängige Fachberatung angeboten.

Empfehlenswerte deutschsprachige Fachveröffentlichungen zum modernen Holzbau sind zahlreich und lassen sich über die im Literatur- und Quellenverzeichnis gebündelte Fachliteratur hinaus in ihrer Vielfältigkeit kaum erfassen. Die vorliegende Broschüre sowie weitere Informationen zum Bauen mit nachwachsenden Rohstoffen, u.a. die Dokumentation „Neubau Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V.“, finden Sie unter: mediathek.fnr.de

Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V. (FNR)
OT Gülzow, Hofplatz 1
18276 Gülzow-Prüzen
Tel.: 03843/6930-0
Fax: 03843/6930-102
info@fnr.de
www.fnr.de

Gedruckt auf 100 % Recyclingpapier
mit Farben auf Pflanzenölbasis

Bestell-Nr. 528
mediathek.fnr.de
FNR 2021