

baustoffe.fnr.de

HOLZHAUSKONZEPTE



NATURBAUSTOFFE

Gefördert durch:

Bundesministerium für
Ernährung, Landwirtschaft
und Verbraucherschutz

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

FNR
Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V.

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.nachwachsende-rohstoffe.de
www.fnr.de

Gefördert durch das Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz 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: Fotolia, FNR/D. Hagenguth, J. Wollenweber, K. Guenter, Kaden Klingbeil Architekten – B. Borchardt
Sofern nicht am Bild vermerkt: Ludger Dederich

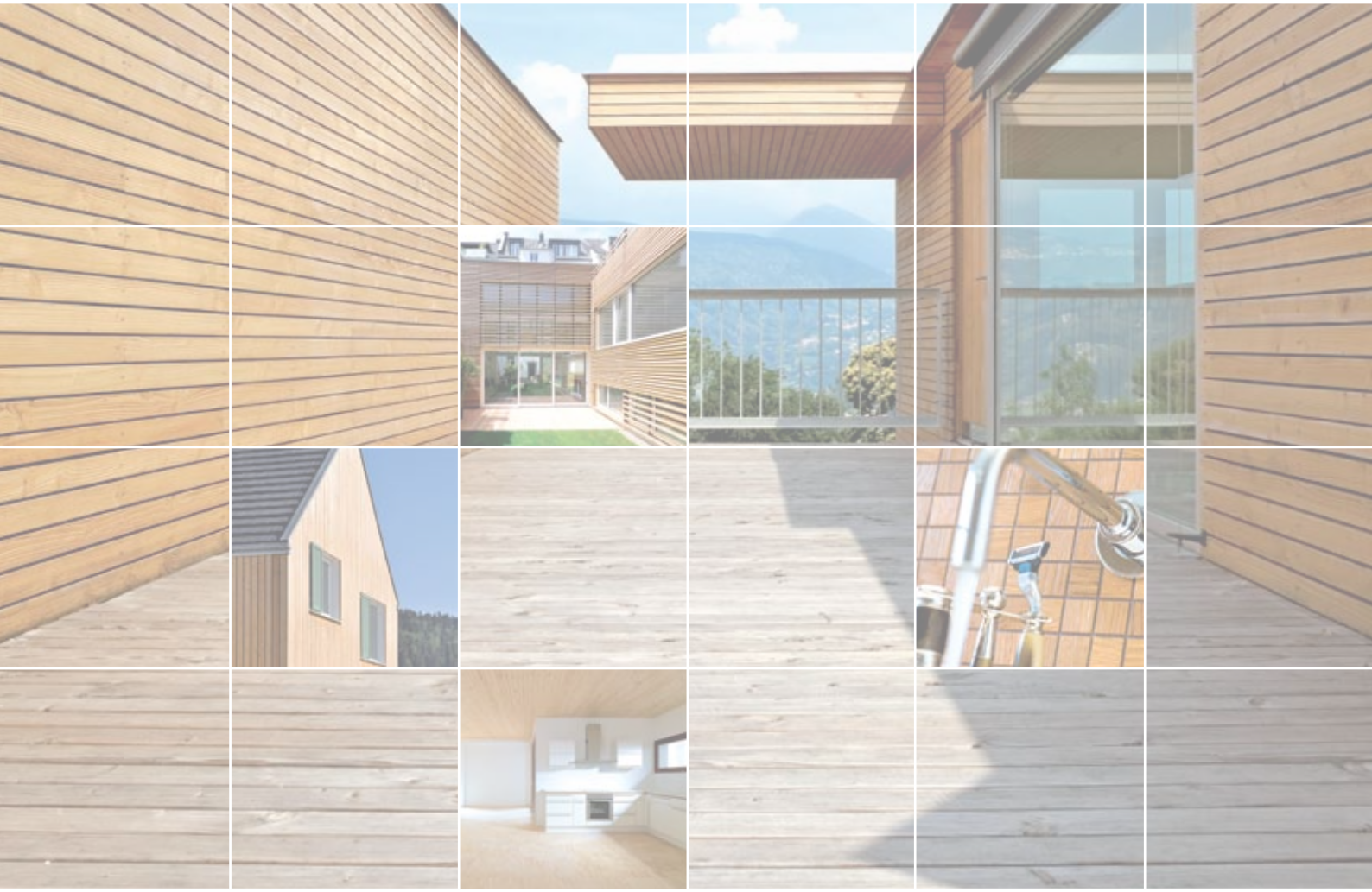
Gestaltung/Realisierung
www.tangram.de, Rostock

Druck
www.druckerei-weidner.de, Rostock

Gedruckt auf 100 % Recyclingpapier
mit Farben auf Pflanzenölbasis

Bestell-Nr. 528
FNR 2013

HOLZHAUSKONZEPTE





VORWORT

Auf Basis einer jahrhundertelangen mitteleuropäischen Tradition hat sich in Deutschland besonders in den vergangenen Jahren eine moderne und selbstbewusste Holzbaukunst entwickelt. Zahlreiche neue Bauten veranschaulichen eindrücklich die vielfältigen Einsatzmöglichkeiten des Baustoffes Holz und beeinflussen damit den gestalterischen Wandel in der Holzbauarchitektur.

Der 2011 fertiggestellte Neubau für die Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe hat gleichfalls dazu beigetragen. Neben Holzrahmenbau und Brettstapelelementen sowie der charakteristischen Fassade aus Recycling-Holz wurden in dem Gülzower Verwaltungsgebäude viele weitere nachwachsende Baustoffe verwendet.

Moderne Holzhäuser haben eine unvergleichliche Ästhetik, hohen Wohnkomfort, überragende baubiologische Eigenschaften und erfordern nur kurze Bauzeiten in Folge einer hochgradigen Vorfertigung. Sie bieten vielfältige Möglichkeiten für Eigenleistungen, verbrauchen nur wenig Energie, schonen die Umwelt und helfen, Betriebskosten zu sparen. Holzbausysteme eignen sich vortrefflich für den Einsatz von Wärmedämmungen auf pflanzlicher oder tierischer Basis. Weitere natürliche Bauweisen wie der Lehm- oder Strohballenbau finden ihre ideale Ergänzung in der Holzkonstruktion. Besonders effektiv lässt sich Holz auch in der Bestandssanierung einsetzen.

Mit Produkten und Baukonstruktionen aus Holz lassen sich verlässliche, kosteneffiziente wie kreative Lösungen umsetzen. Sie sind recycelbar und tragen als Kohlenstoffspeicher zum Klimaschutz bei. Nach Ende ihrer Nutzungszeit kann das Holz klimaneutral energetisch genutzt werden.

Allen Bauherren, Architekten und Bauausführenden wünsche ich viel Freude und Erfolg bei Planung und Realisierung ihres nächsten Bauvorhabens und hoffe, dass die vorliegende Broschüre die eine oder andere hilfreiche Anregung dazu gibt.



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



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 19
Holzrahmenbauweise | Holzskelettbau | Holzmassivbauweise | Brettstapelbauweise | Blockhausbau | Strohballenbauweise | Mischbauweisen

5 Gebäudehülle – Bauphysik – Haustechnik 31
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

9 Anhang 59
Literatur- und Quellenverzeichnis | Adressen | Weiterführende Informationen

1 EINFÜHRUNG

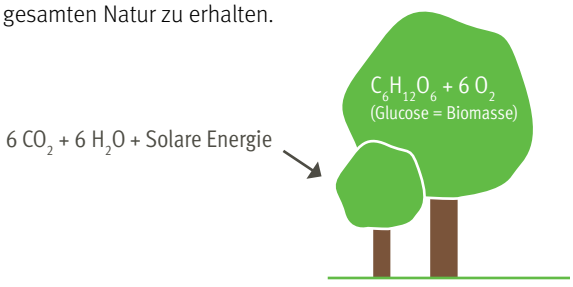
1.1 Holz als Baustoff

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 „künstliche“ 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 solarer Energie und Wasser über die Photosynthese das Holz. Um 1 m^3 Holz bilden zu können, setzt ein Baum eine Tonne CO_2 um und bindet je nach Holzart zwischen 200 (Fichte) und 350 (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 haben eine unvergleichliche Ästhetik, hohen Wohnkomfort und überragende baubiologische Vorzüge zu bieten.
- ist ein nachhaltig verfügbarer Rohstoff: Bauen mit Holz schont fossile Rohstoffe aus endlichen Lagerstätten.
- entzieht der Atmosphäre schädliches CO_2 und speichert es als Kohlenstoff: Holzbau ist aktiver Klimaschutz.
- ist ein außergewöhnlich flexibler Werkstoff: Holzbaustoffe und -bauteile bieten vielfältige Gestaltungsmöglichkeiten und können dabei den Wünschen des Bauherrn exakt angepasst werden.
- ist bei geringem Gewicht sehr tragfähig: Tragende Bauteile aus Holz ermöglichen leichte, fantasievolle Konstruktionen und bieten eine gute Ausnutzung der bebauten Fläche.
- ist leicht zu bearbeiten: Holzhäuser erfordern nur kurze Bauzeiten und bieten vielfältige Möglichkeiten für Eigenleistung.
- 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 des Schallschutzes.
- ist trocken eingebaut sehr langlebig: Moderne Holzhäuser benötigen bei richtiger Konstruktion keinen chemischen Holzschutz und sind dennoch langlebig und pflegeleicht.
- behält auch im Brandfall lange seine Stabilität: In Kombination mit anderen Materialien bieten Holzhäuser sicheren Brandschutz.



Wird Holz langfristig genutzt, insbesondere als Bauholz, bleibt der im Holz gespeicherte Kohlenstoff und damit das entsprechende CO_2-Äquivalent während der Nutzungsdauer der Atmosphäre entzogen. Somit unterstützt die Holzverwendung die Speicherung von CO_2 und wirkt so dem Treibhauseffekt entgegen. Daher ist die Verwendung von Holz ein positiver Beitrag zur Umweltvorsorge. 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 kommt der Herstellung von Holzprodukten die technologischen und dekorativen Eigenschaften der Holzarten sowie das jahrhunderte alte Wissen der Fachleute zugute. Auswahl, Sortierung und Einsatz erfolgen zielgerichtet unter Berücksichtigung der Natürlichkeit 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 – es ist ein natürliches „High-Tech"-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 – es ist das tragfähigste unter den wärmedämmenden Materialien! Daher werden beim Bauen mit Holz Wärmebrücken reduziert, was das Planen und Bauen insbesondere von Niedrigenergie- und Passivhäusern vereinfacht.

Das tradierte Wissen um den Baustoff Holz wird ergänzt durch zahlreiche Innovationen in den letzten Jahren. 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 im Zeitalter einer ausufernden Informations- und Kommunikationsgesellschaft eine wichtige, ausgleichende Bedeutung zu: Je weitergehend unser Alltag technisiert wird, um so größer wird die Sehnsucht nach Kontakt mit natürlichen Dingen, nach einem Umfeld, das wir als sympathisch und charakteristisch wahrnehmen. Eine der Stärken von Holz ist es, dass es eine sonst unerreichte Palette an ästhetischen Reizen bietet: Es fühlt sich warm an und lässt Räume gut klingen.

Das Bauen ist ein wesentliches Element unserer Kultur. Bauten spiegeln seit jeher die gesellschaftlichen und kulturellen Werte der jeweiligen Zeit wieder. An dem, was und wie wir heute bauen, werden wir von künftigen Generationen gemessen, wird von diesen zu erkennen sein, wie wir uns den Herausforderungen unserer Zeit gestellt und sie bewältigt haben. Das Zusammenführen von Ökonomie und Ökologie ist die größte Herausforderung unserer Zeit. Durch die Verwendung des Baustoffes Holz wird dazu ein nennenswerter, sichtbarer und dabei nachhaltiger 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 am 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 einen bedeutenden Teil des baukulturellen Erbes darstellen.

Ausgangspunkt für die Entwicklung des modernen Holzbaus ist der Fachwerkbau. In Nordamerika Anfang des 19. Jahrhunderts zum „balloon framing" bzw. „platform framing" weiter entwickelt, 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



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 maschinengestützte 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 Einer-Serie möglich.

Diese Faktoren machen heute das Grundverständnis des Holzbaus aus, der, lange beschränkt auf kleine Gebäude, mittlerweile für unterschiedlichste 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 bereits zahllose Projekte im mehrgeschossigen Wohnungsbau, im 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 ermöglichen die Umsetzung von monolithisch und homogen gedachten Gebäudekonzepten, die bislang dem Massivbau vorbehalten waren.



Aufstockung Bebelallee in Hamburg

2 ENTWURF

Bauen ist grundsätzlich eine komplexe Aufgabe, bei der es darauf ankommt, in Zusammenhängen zu denken. Werden die Wünsche der Bauherren 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 Bauherren 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.

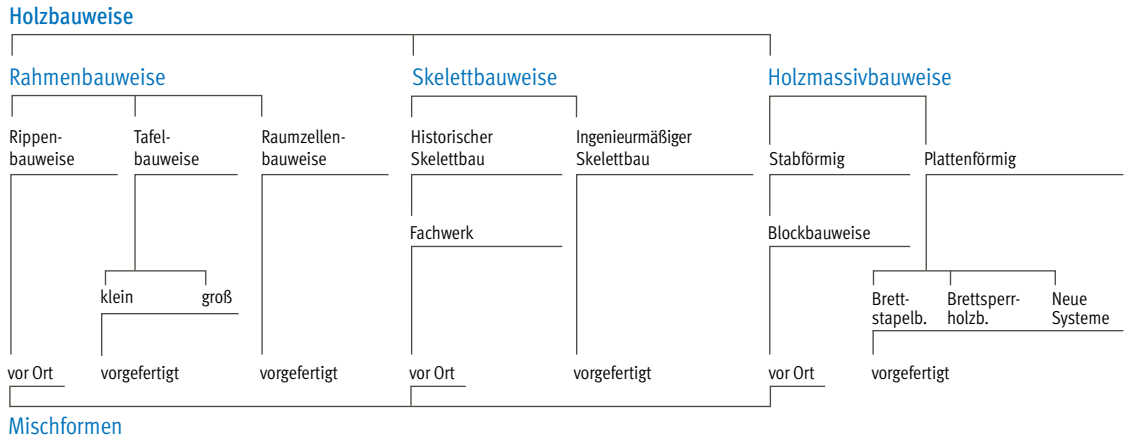
Entsprechendes gilt für die modernen Holzbausysteme, die zum Vorteil der Nutzer miteinander kombiniert werden können. Dabei kann die Kombination bei entsprechendem Bedarf so weit gehen, dass für die Ausführung benachbarter Bauteile unterschiedliche Holzbausysteme genutzt werden können: Die Wände eines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

2.1 Beteiligte

Das Team beim Bau eines Holzhauses bildet die Bauherrnschaft, der Architekt und der Tragwerksplaner sowie der Holzbauunternehmer bzw. das Fertighausunternehmen, das mit seinen Architekten und Ingenieuren die Planungsleistungen übernehmen kann. Für den Bauherren 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. Referenzgebäudeliste auf http://baustoffe.fnr.de).

ÜBERSICHT ZUR ENTWICKLUNG DER HOLZBAUWEISEN



Quelle: holzbau handbuch, Holzkonstruktionen in Mischbauweise

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

Baurechtliche Vorgaben aus	
Bebauungsplan:	Geschossanzahl, Dachform, Gebäudeausrichtung
Infrastruktur:	Wohnumfeld, Einkaufsmöglichkeiten, Kindergärten, Schulen, Verkehrsanbindung
Standortnachteile/Störfaktoren:	Lärm- oder Geruchsbelästigung, Stromleitungen, Hochwassergefahr
Ausrichtung des Grundstücks:	Südausrichtung zur Nutzung solarer Wärmegewinnung
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 Grundstückes und Klärung baurechtlicher Bedingungen		
	Planung/Vertragsabschlüsse	
Bebauungsplan einsehen	Entwurfsplanung/Baubeschreibung	Kostenplanung
Grunderwerb, Grunderwerbssteuer, Grundbucheintrag, Grundschuldbestellung	Bauantrag, Genehmigungs- und Förderanträge, Baugenehmigung	Finanzierungsangebote, Vergleich von Finanzierungsangeboten unter Berücksichtigung von Fördermitteln
		Auswahl der Finanzierung, Finanzierungszusage, 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	
	Fertigstellen 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 Kapitel/Abschnitt „Qualitätssicherung“, Seite 58).

Zur erfolgreichen Umsetzung des Vorhabens muss sich die Bauherrnschaft 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.

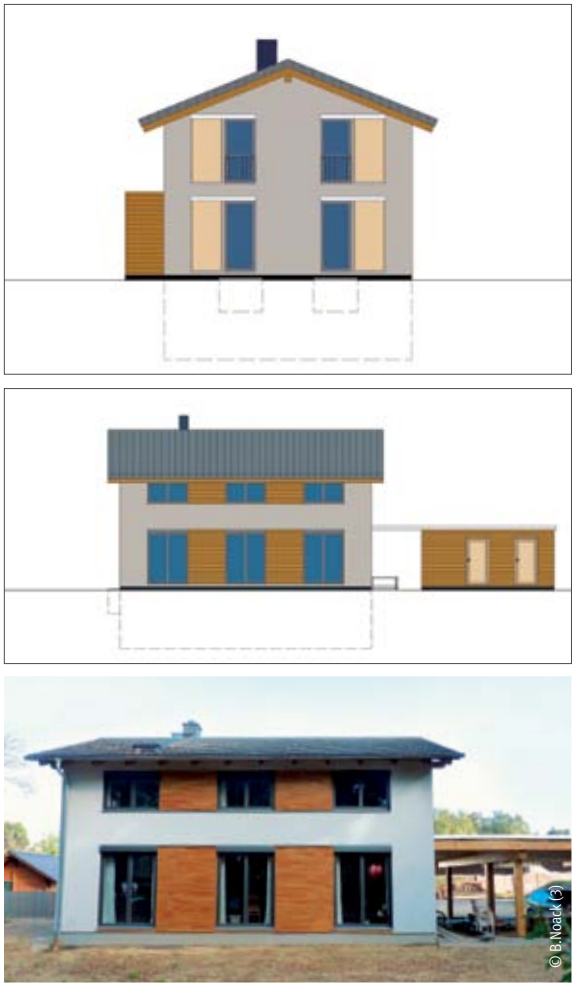
Den Leistungsumfang und die Qualität der Ausstattung sowie die daraus resultierenden Kosten können und sollten zu einem frühen Zeitpunkt festgelegt werden. Dies ist aufgrund der konsequenten Planbarkeit von Holzhäusern vom Entwurf bis hin zur Fertigstellung möglich. Wohl sind Änderungen immer möglich,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

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

Der Architekt muss den Bauherren 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 Bauherrnschaft erarbeitet. Die Einhaltung des vereinbarten Standards müssen alle zusammen der Bauherrnschaft gewährleisten.



Gütezeichen an vorgefertigtem Holzbauteil



Gebaute Realität zu den Entwurfszeichnungen (oben)

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

Für eine optimierte Planung im Holzbau ist 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 sich aus Vorfertigung und betrieblichen Zusammenhängen ergebenden Randbedingungen eine Rolle.

2.2 Planung

Die Vielzahl neuer 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 den Holzbau aus gängigen Klischees befreit.

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 ist ebenso möglich wie die Gestaltung von Ausbau und Ausstattung nach den eigenen Vorstellungen. Zur Fassadengestaltung können Holz, Putze, Ziegel oder anderen Bekleidungsmaterialien verwendet werden. Gleichermaßen frei ist man bei der Ausgestaltung der Räume. Die Art der Oberflächen können in Abhängigkeit der Funktionen und der persönlichen Vorlieben festgelegt werden. Entsprechendes gilt für die Dacheindeckung.

Den Tragwerksplanern steht mit den modernen Holzbausystemen ein breites Spektrum an technischen Lösungen mit meist 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 statische Nachweis individueller, projektbezogener Details vernetztes Denken. Dem Ingenieur kommt das hohe Leistungspotenzial des Holzbaus bei der Berücksichtigung der Zusammenhänge entgegen. Wie

TABELLE 3: ÜBERSICHT HÄUFIG VERWENDETER UND KOMBINIERTER HOLZBAUSYSTEME

Flächige, scheibenartige Systeme:	Holzrahmenbau	 © Digitalstock
	Holzmassivbau	 © W. Strasser
Lineare, aufgelöste Systeme:	Holzskelettbau	 © BEFRA Hausbau GmbH



Schlüsselfertiges Bauen ist im Holzhausbau ein häufig geübtes – daher zuverlässiges Projektmodell

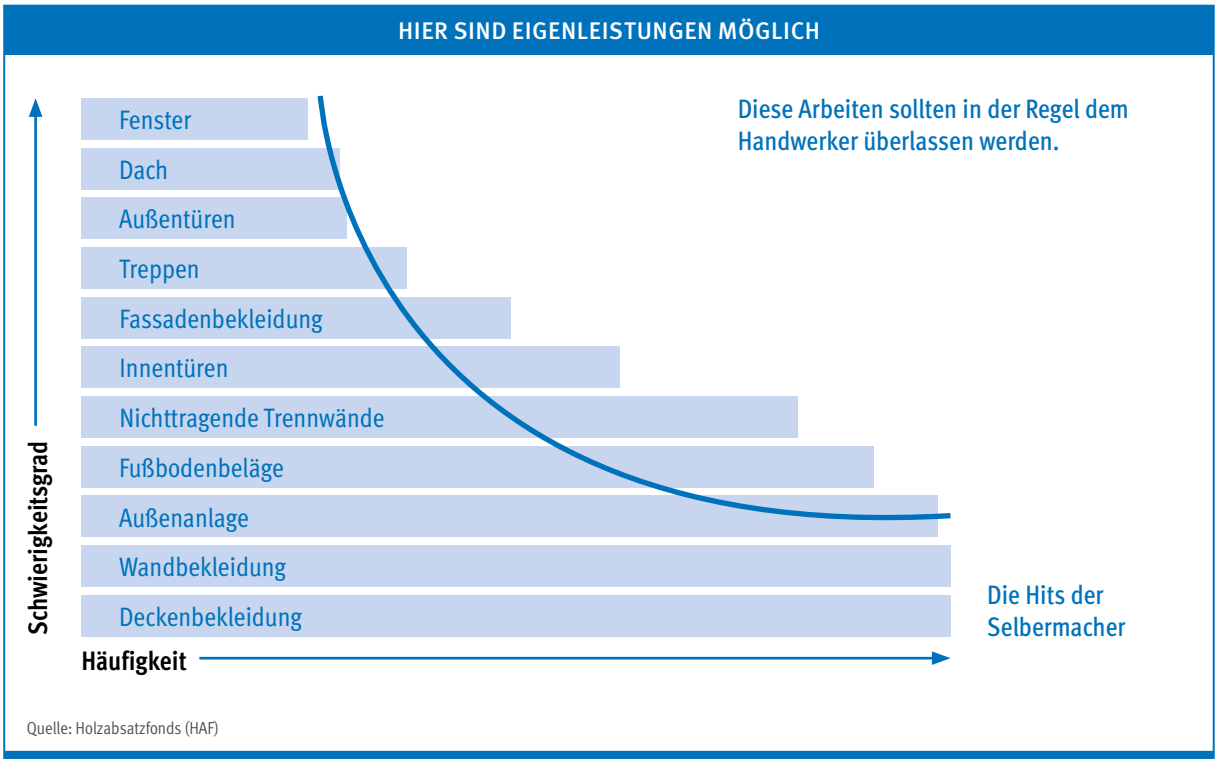
bei anderen Bauweisen auch, ist Erfahrung mit dem Bausystem selbst für die Auswahl der „richtigen" Fachplaner im Team von Vorteil.

Der ausführende Betrieb setzt die Planung um. Ohne auf die vielfältigen Möglichkeiten und Zusammenhänge aus dem Wettbewerb einzugehen, kann durchaus die allgemeine Aussage getroffen werden, dass die frühzeitige Einbindung des ausführenden Betriebs in den Planungsprozess viele Vorteile mit sich bringt. 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 zu Regelkonstruktionen, sodass verlässliche Kosten 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 Interesse sollte die Bauherrnschaft 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: Das Kinderzimmer soll Home Office werden, ein Umbau betreutes Wohnen im Alter ermöglichen. Die demografische Entwicklung und die Anforderungen an die Beweglichkeit 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.





Verglaste Terrassenzugänge sorgen für mehr Lichteinfall in den Wohnraum



Dachaufstockung in Holz

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. Durch die trockene 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 mehr für größere Belastungen ausgelegt. Jede andere Bauweise wäre zu schwer. Doch das geringe Eigengewicht und die Festigkeit von Holz machen es 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 sogenannten „Soft-Skills“ 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.



Anbau in Holzbauweisen

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 Rohstoffes Holz erlaubt es, daraus Schnittholzprodukte in einer großen Bandbreite jeweils gewünschter Qualitäten und Eigenschaften herzustellen. Je nach dem vorgesehenen Verwendungszweck können folgende Gebrauchseigenschaften von Bedeutung sein:

- im Hinblick auf gestalterische Aspekte,
- im Hinblick auf die Tragfähigkeit der Bauteile,
- im Hinblick auf die Beständigkeit.

Bauprodukte, die wesentliche Anforderungen an bauliche Anlagen (Standsicherheit, Brand-, Schall- und Wärmeschutz etc.) erfüllen – also auch Holzprodukte –, müssen im baurechtlichen Sinn verwendbar sein und eine entsprechende Kennzeichnung tragen. Im Einvernehmen mit den obersten Bauaufsichtsbehörden der Länder werden dazu die Bauregellisten vom Deutschen Institut für Bautechnik regelmäßig aktualisiert und veröffentlicht.

Für die Verwendung von Holz im Bauwesen sind die 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 in Bezug genommenen Produktnormen nicht oder nach deutschen Anforderungsmaßstäben nur unzureichend geregelt sind.

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) erforderlich sein. Diese Regeln können die Anwendung für Deutschland auf bestimmte technische Klassen und Leistungsstufen beschränken. Grundsätzlich sind Produkte nach europäischen Produktnormen mit dem CE-Zeichen zu kennzeichnen. Für die Verwendung von bspw. Vollholz ohne Keilzinkenstoß gelten neben dem EC 5 die Produktnorm zur Sortierung nach der Festigkeit für tragende Zwecke DIN EN 14081-1 „Holzbauwerke – nach Festigkeit sortiertes Bauholz für tragende Zwecke mit rechteckigem Querschnitt“, die Wertenorm mit den Festigkeitsklassen DIN EN 338 „Bauholz für tragende Zwecke“, die Anwendungsnorm DIN 20000-5 „DIN 20000-5 Anwendung von Bauprodukten in Bauwerken – Teil 5: Nach Festigkeit sortiertes Bauholz für tragende Zwecke 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“).

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

CE

Die Einhaltung der Regeln unterliegt 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. Damit übernimmt der Hersteller die Produkthaftung für dieses Produkt. 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. keilgezinktem Bauschnittholz (u. a. Konstruktionsvollholz (KVH), Brettschichtholz (BS-Holz) oder Brettsperrholz, kann die Übereinstimmung nur von dem Betrieb bestätigt werden, der das Produkt hergestellt hat.

Die Kennzeichnung von Bauprodukten mit dem CE-Zeichen wird mittelfristig die einzige für Bauprodukte relevante sein. Zur Zeit werden in Deutschland einzelne Bauprodukte (so



Brettsperrholz mit Ü-Zeichen

teilweise Brettsperrholz) mit dem Ü-Zeichen versehen, da diese auf der Basis einer deutschen allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung hergestellt und daher vom Hersteller mit dem Übereinstimmungszeichen (Ü-Zeichen) gekennzeichnet werden. Bauprodukte auf der Basis einer europäisch technischen Zulassung tragen das CE-Zeichen. Da jedoch nur Produkte mit CE-Zeichen europaweit gehandelt werden dürfen, ist damit zu rechnen, dass die nationalen 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 zur Verfügung stehenden Produkte zu verschaffen. Denn neben den klassischen Kriterien für den Einsatz, die Eignung und die Bewertung eines Baustoffes erlangen zunehmend ökologische Anforderungen wie Gesamtenergiebilanz, Emissionspotenzial, stoffliche Verwertung und Entsorgung an Bedeutung.

3.1 Konstruktive Vollholzprodukte

Konstruktive Vollholzprodukte aus Nadelholz wie Fichte, Kiefer, 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 Konstruktionsvollholz oder Brettschichtholz sind dabei entsprechend gekennzeichnet und nach Bauregelliste B als normal entflammbar der Baustoffklasse „B2“ nach DIN 4102-1 zugeordnet bzw. „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.

Bauschnittholz 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, so dass bei Bauschnittholz zwei Sortimente unterschieden werden, die sich hinsichtlich Trockensortierung, Lieferfeuchte und Maßtoleranzen unterscheiden. Die Oberfläche dieser Produkte ist sägerau.



Bauschnittholz

Konstruktionsvollholz ist dank seiner Eigenschaften für den zeitgemäßen Holzbau unverzichtbare Voraussetzung. Es darf nur eine maximale Holzfeuchte von 15 % ± 3 % aufweisen. Zudem gelten für Konstruktionsvollholz 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 gehobeltem und gefastem Konstruktionsvollholz (KVH-Si) für den Einsatz im sichtbaren sowie egalisiertem und gefastem Konstruktionsvollholz (KVH-NSi) für den Einsatz im nichtsichtbaren Bereich.



Konstruktionsvollholz

Balkenschichtholz wird gemäß einer allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung hergestellt und besteht aus zwei bzw. drei schichtverklebten Einzelquerschnitten. Diese DUO-Balken bzw. TRIO-Balken genannten Produkte erfüllen die Kriterien der üblichen Sortierklassen und haben ebenfalls eine Holzfeuchte von 15 % ± 3 %. In der Oberflächenqualität entsprechen sie dem Konstruktionsvollholz. Eingesetzt werden DUO-/TRIO-Balken bei der Notwendigkeit größerer Querschnitte mit ihrer rissarmen Oberfläche und ihres 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 Anwendungsbereiche 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.



Brettschichtholz

Brettsperrholz (BSP) ist ein sehr junges Vollholzprodukt, das als plattenförmiges, konstruktives Element für Wände, Decken und Dächer eingesetzt werden wird. Brettsperrholz 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.

3.2 Plattenförmige Holzwerkstoffe

Holzwerkstoffe werden aus Holzspänen, -chips oder -fasern, aus Brettern oder Stäben, Furnieren oder Furnierstreifen mit geringen Leimanteilen oder auch 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 Holzfehler wie z. B. Äste, Risse und Drehwuchs, die bei naturgewachsenem Holz unvermeidbar sind, haben daher bei den Holzwerkstoffen keine bzw. nur eine untergeordnete Bedeutung.

Zum Verkleben 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 Inhaltsstoffe ergeben sich Möglichkeiten der Imprägnierung, Färbung, letztendlich der Klassifizierung in Holzwerkstoffklassen. Die Art der Verklebung hat Einfluss auf die Festigkeiten, Feuchte- und Emissionseigenschaften. Der Wert 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 den unterschiedlichsten 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 muss das CE-Zeichen für alle Holzwerkstoffe seit 2004 verwendet werden.

Die Einsatzbereiche von Plattenwerkstoffen sind sehr vielfältig. Im modernen Holzbau werden OSB, 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 geforderten Wertes E1 liegt.





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-Schichtplatten

Ausgangsmaterial für das **Bau-Furniersperrholz** sind i. d. R. aus Holz geschnittene „dünne Blätter", sogenannte Schälfurniere. Aus Nadelholz- oder Buchenfurnieren hergestellt, kann es als tragendes und aussteifendes Element eingesetzt werden. Die Furniere werden kreuzweise verlegt und verleimt. Unter Druck und hohen Temperaturen entstehen fugenfreie Werkstoffe mit hoher Stand- und Verzugsfestigkeit.




Bau-Furniersperrholz

Dem Furniersperrholz ähnlich ist das **Furnierschichtholz** (abgekürzt LVL = laminated veneer lumber). Es besteht ebenfalls aus Schälfurnieren, die parallel oder rechtwinklig zueinander verklebt sind. Einzelne Platten können zusätzlich zu unterschiedlichen Querschnittformen zusammengesetzt werden.




Furnierschichtholz

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 oder (seltener) bituminös hydrophobiert werden. Als weiche Holzfaserplatten werden Plattentypen bezeichnet, die eine Rohdichte von weniger als 400 kg/m³ haben. **Poröse Holzfaserplatten** (HFD) werden zu Wärme- und Schalldämmzwecken eingesetzt. Je nach Produkt ergeben sich verschiedene Dichten, Massen und damit Steifigkeiten. Hydrophobierte Holzfaserplatten (paraffiniert, bituminiert) sind der Schlüssel zu diffusionsoffenen Konstruktionen.





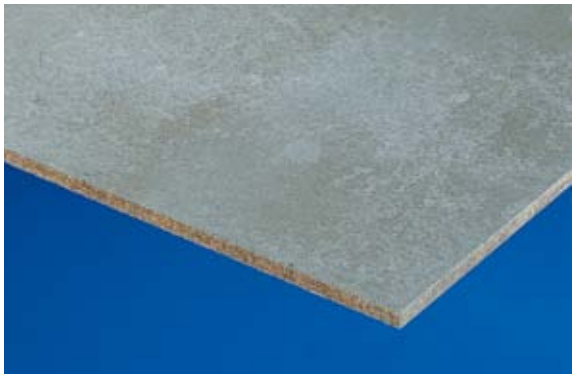
Harte Holzfaserplatte, mitteldichte Holzfaserplatte und weiche Holzfaserplatte

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



Holzwolle-Leichtbauplatte

Zementgebundene Spanplatten verbinden positive Eigenschaften anderer Plattentypen. Zement als nichtbrennbares 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 der Wand- und Deckenflächen, sondern leisten auch Beiträge zum Brand-, Schall- und Feuchteschutz. Sie können auch zu tragenden oder aussteifenden Zwecken herangezogen werden.

Gipskartonplatten sind Bauplatten, die aus einem Gipskern bestehen und mit einem dem Verwendungszweck entsprechenden Karton ummantelt sind. Gipskartonplatten sind mit dem Ü-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



Beispiel einer Wanddämmung mit Zellulosefasern



Einbau einer flexiblen Hanfdämmmatte

3.4 Dämmstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen

Dämmstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen sind in der Mitte des Baugeschehens angekommen. Grundlage dieser Entwicklung war ebenfalls 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, die Bearbeitung unproblematisch und im Gegensatz zu den konventionellen sind diese 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 verwendet werden, aber auch als Putzträgerplatten verwendet werden können.

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

- **Schafwolle** unterscheidet sich durch die natürliche Kräuselung von anderen Faserdämmstoffen. Schafwolle kann als 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.

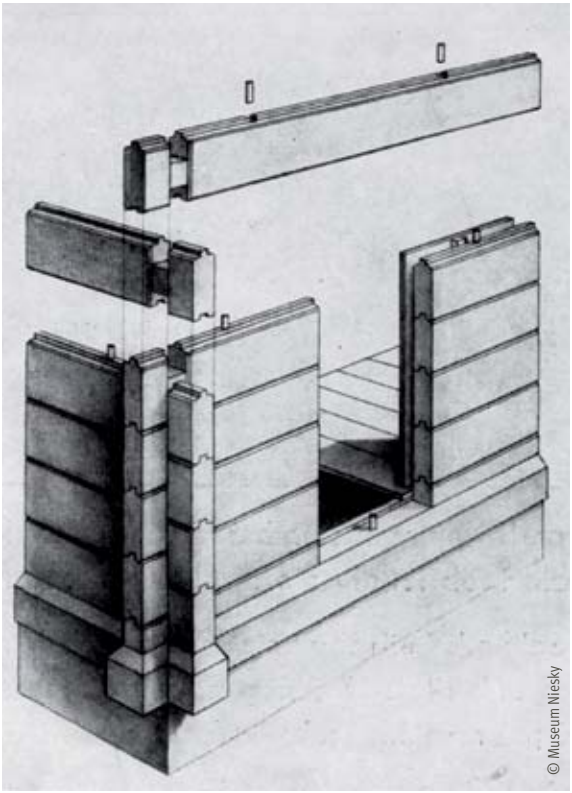
- Seit 1996 darf **Hanf** wieder in Deutschland angebaut werden. Bei der Herstellung von Dämmplatten und Filzen werden Hanf- und Flachsfasern zum Teil miteinander vermischt. Mit einer Wärmeleitfähigkeit von 0,04–0,048 W/(m·K) haben Hanfdämmstoffe ebenfalls sehr gute Dämmeigenschaften.

- **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.

Weitere Informationen finden Sie in der Veröffentlichung „Dämmstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen“ und „Strohgedämmte Gebäude“ der Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V. unter: http://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 weit reichenden 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 Planungsraster. 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 Einer-Serie möglich, durch die auf die individuellen Wünsche der Bauherren eingegangen werden kann.

Die witterungsunabhängige Vorfertigung garantiert gleich bleibend 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 bedarf es keiner Trocknungszeiten oder gar eines „Trockenwohnens“. Dies ermöglicht unvergleichbar kurze Bauzeiten und gesundes Wohnklima von Anfang an.

TABELLE 5: GELDWERTE VORTEILE DER HOLZBAUWEISE

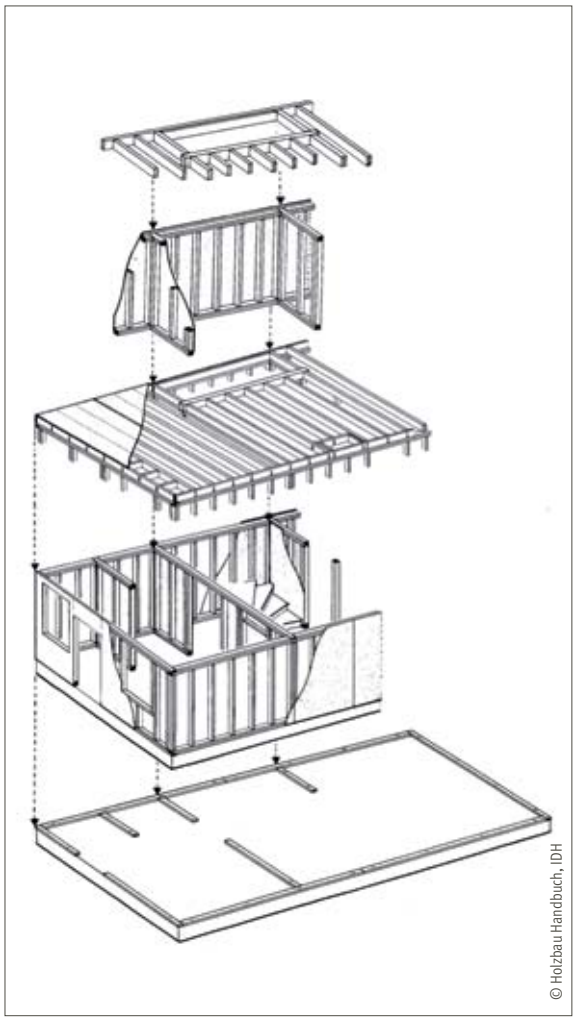
Hoher Vorfertigungsgrad	• gleich bleibende und garantierte Qualität, hervorragende Maßhaltigkeit • kurze Bauzeiten, hohe Terminsicherheit • keine monatelange Doppelbelastung durch Mietzahlung und Baufinanzierung
Trockenbauweise	• keine oder nur sehr kurze Trockenzeiten • schnelle Fertigstellung, kein „Trockenwohnen“ • Planungssicherheit durch garantierte Termine • kostengünstige Umbau- und Erweiterungsmöglichkeiten der vorhandenen Bausubstanz
Eigenleistung	• Es bestehen zahlreiche Möglichkeiten, Eigenleistung zu erbringen, wodurch Baukosten eingespart 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 Grundrissabmessungen eine bis zu 10 % größere Nettowohnfläche erzielt werden.

4.1 Holzrahmenbauweise

Der Holzrahmenbau ist ein sehr wirtschaftliches Bausystem. Das Tragwerk besteht aus regelmäßig angeordneten Holzständern 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 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.



Isometrische Darstellung des konstruktiven Systems im Holzrahmenbau

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 glatten Oberflächen 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 25 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 Querschnitte der Abmessungen „two-by-four“ (2 x 4 Zoll) oder „two-by-six“ (2 x 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 als ein offenes System und nicht durch Patente oder Nutzungsrechte geschützt.

Die allgemeine Holzrahmenbaukonstruktion besteht bei den Wänden aus:

- Hölzern (Rahmen) gleicher Abmessungen, heute mindestens 60 x 200 mm,
- mit unterschiedlichen Dämmstoffen,
- Dampfbremse (zugleich als luftdichte Ebene),
- Innenbekleidung,
- außen liegender, aussteifender Holzwerkstoffbeplankung,
- beliebiger Fassadenbekleidung (hinterlüftete Bekleidungen oder zugelassene 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.

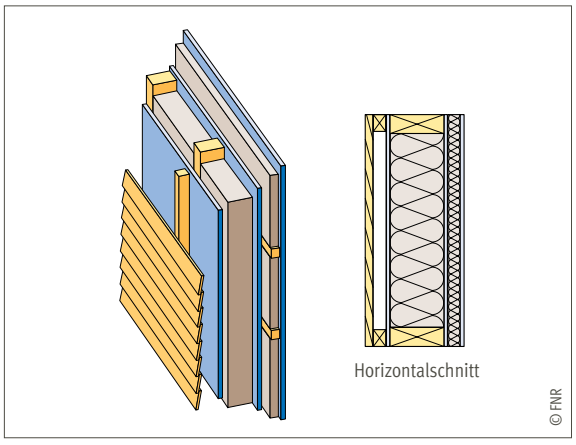
Zahlreiche Betriebe fertigen bis zu fertigen Wandelementen inkl. Fenster und Fassade vor. Bei der Auswahl der Betriebe sollte daher auf die Zugehörigkeit zu einer Qualitäts- oder Gütegemeinschaft geachtet werden. Geschlossene Elemente dürfen nur von Firmen mit Eigen- und Fremdüberwachung hergestellt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

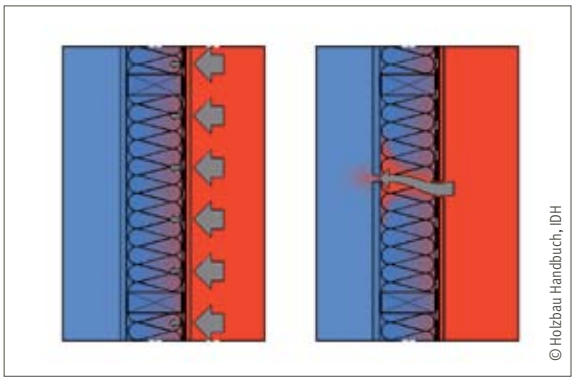
- Aussteifung,
- Dampfbremse,
- Luftdichtung (mit abgeklebten Stößen und Ecken).

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 dichter Kunststofffolien auf der Raumseite. Auf Grundlage zuvor angestellter Berechnungen wird nachgewiesen, dass in der Konstruktion kein Kondensat anfällt. Dadurch erhalten die Bauteile ein hohes Austrocknungsvermögen sowohl nach außen als auch nach innen, wodurch die Konstruktion robust gegenüber ungewollt auftretenden Feuchteeinwirkungen wird. Umgangssprachlich würde man davon sprechen, dass die Konstruktion „atmungsaktiv“ ist.



Funktionsprinzip von Dampfdiffusion und Konvektion

Zusätzliche, optional gedämmte Installationsebenen bezwecken im diffusionsoffenen Holzrahmenbau den Schutz der luftdichten Ebene. Mit der Anordnung der haustechnischen 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.



Montage vorgefertigter diffusionsoffener Holzrahmenbauelemente

Auf der Außenseite der Rahmen ist beim diffusionsoffenen Holzrahmenbau eine diffusionsoffene Bekleidung aus Feuchte geschützten 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 waren anfänglich nur Zellulosefasern oder Holzfasern verwendet worden, doch sind entsprechende Konstruktionen auch mit konventionellen Dämmstoffen möglich.

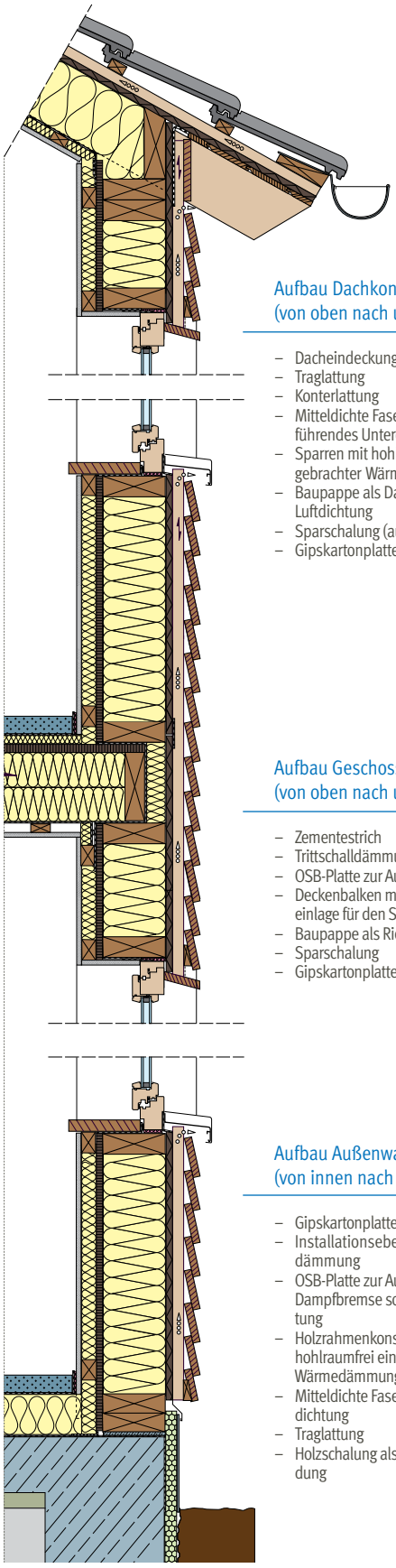
Der diffusionsoffene Holzrahmenbau ist gestalterisch ein völlig flexibles System. Unter Beibehaltung des Konstruktionsrasters sind alle Gebäudetypen realisierbar. Da meist eine zusätzliche Installationsebene verwendet wird, ist durch die erhöhten Dämmstoffdicken das geforderte Wärmeschutzniveau auf Basis der Energieeinsparverordnung (EnEV) als systemimmanenter Standard anzusehen. 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 mehr als zwei Jahrzehnten Anwendung und hat sich als äußerst robust erwiesen. Durch die Vielzahl bereit stehender Informationen und kontinuierlicher Fortbildung der Planer und Ausführenden sowie der verwendeten Bauprodukte ist Sicherheit bei Planung und Ausführung gewährleistet.



Holzrahmenbauweise



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
- OSB-Platte zur Aussteifung
- Deckenbalken mit Dämmstoffeinlage für den Schallschutz
- Baupappe als Rieselschutz
- Sparschalung
- Gipskartonplatte

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

Prinzip-Fassadenschnitt diffusionsoffene Holzrahmenbauweise



Unterschiedlich gestaltete Hausfassade

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 innenliegende, 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 örtlich verarbeitet. Sinnvoll ist außerdem die werkseitige Vorfertigung der Holz- oder Putzfassade und des Fenstereinbaus, da damit ein sofortiger, wirksamer Wetterschutz gegeben ist.

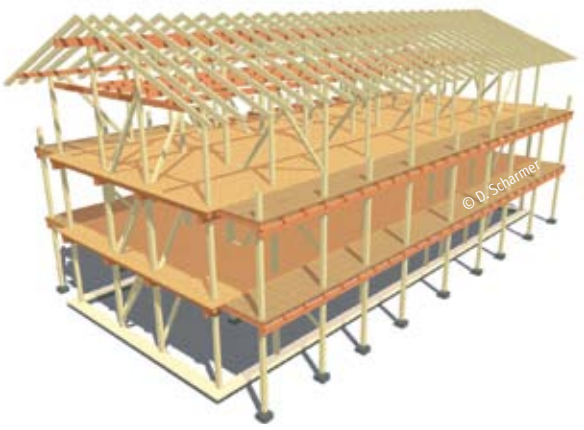
Zur Qualitätssicherung gelten die gleichen Aussagen wie zum allgemeinen Holzrahmenbau. Aufgrund seiner Robustheit gegen kurzfristigen Feuchteanfall, bedingt durch das gute Austrocknungsvermögen der Konstruktion, hat sich der diffusionsoffene Holzrahmenbau hervorragend bewährt. Der Verzicht auf dampfbremsende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

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 Brettsperrholzkonstruktionen, aber auch mit solchen in Holz-Beton-Verbund-Bauweise (HBV) kombiniert werden. Die Entscheidung für die jeweilige Kombination erfolgt nutzungs- und entwurfsspezifisch (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 konstruktive Ausbildung der Dachkonstruktion. Allerdings sind bei diesen 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 (Posten-Riegel-Konstruktion) besteht, die 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 nichttragend sind. Daher besteht die Möglichkeit, alle Wände ohne großen Aufwand verändern zu können 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 nichttragenden 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 wieder.

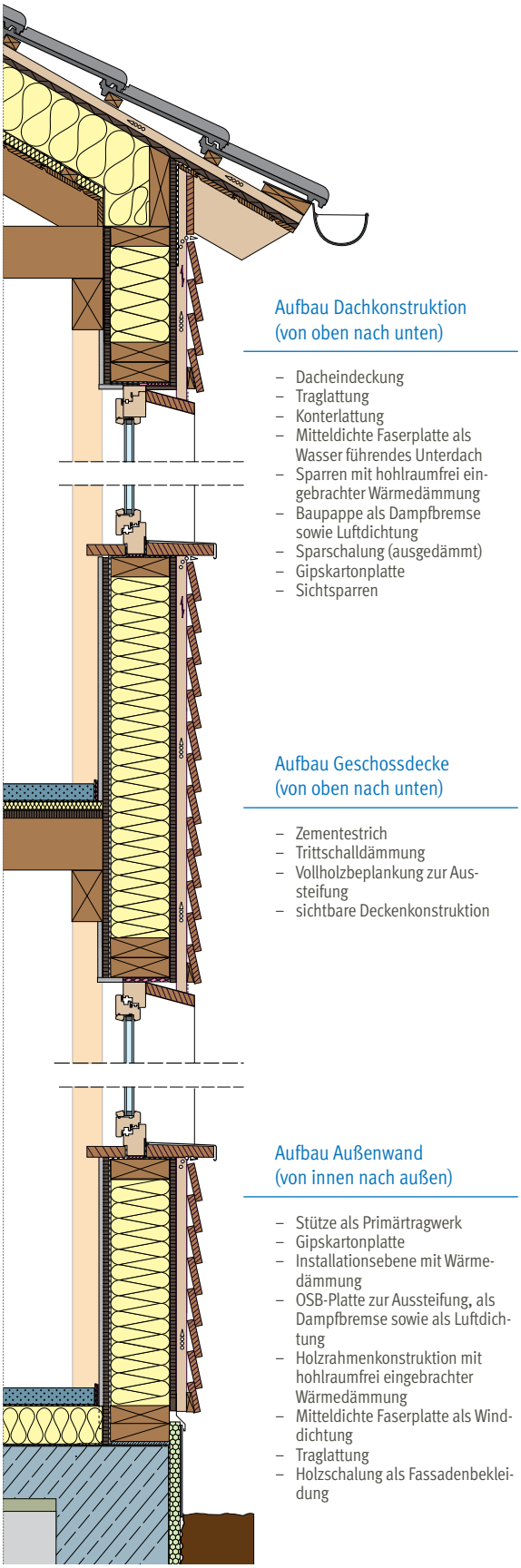
Das Raster ist in den Fensterformaten und den Abständen der konstruktiven Teile ablesbar. Die Fassadenbekleidung entspricht in ihrer Teilung den Vorgaben des Rasters. Das Raster ordnet die Vielfalt der Gestaltungsmöglichkeiten, ohne langweilen zu müssen. Es ist möglich, Innenwände an jeder beliebigen 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 der gleichen 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 Skelettbauweise



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
- Sichtsparren

Aufbau Geschossdecke (von oben nach unten)

- Zementestrich
- Trittschalldämmung
- Vollholzbeplankung zur Aussteifung
- sichtbare Deckenkonstruktion

Aufbau Außenwand (von innen nach außen)

- Stütze als Primärtragwerk
- 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

Prinzip-Fassadenschnitt Holzskelettbauweise

4.3 Holzmassivbauweise

Beim Holzmassivbau handelt es sich um eine Bauweise aus 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. -sperre 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.

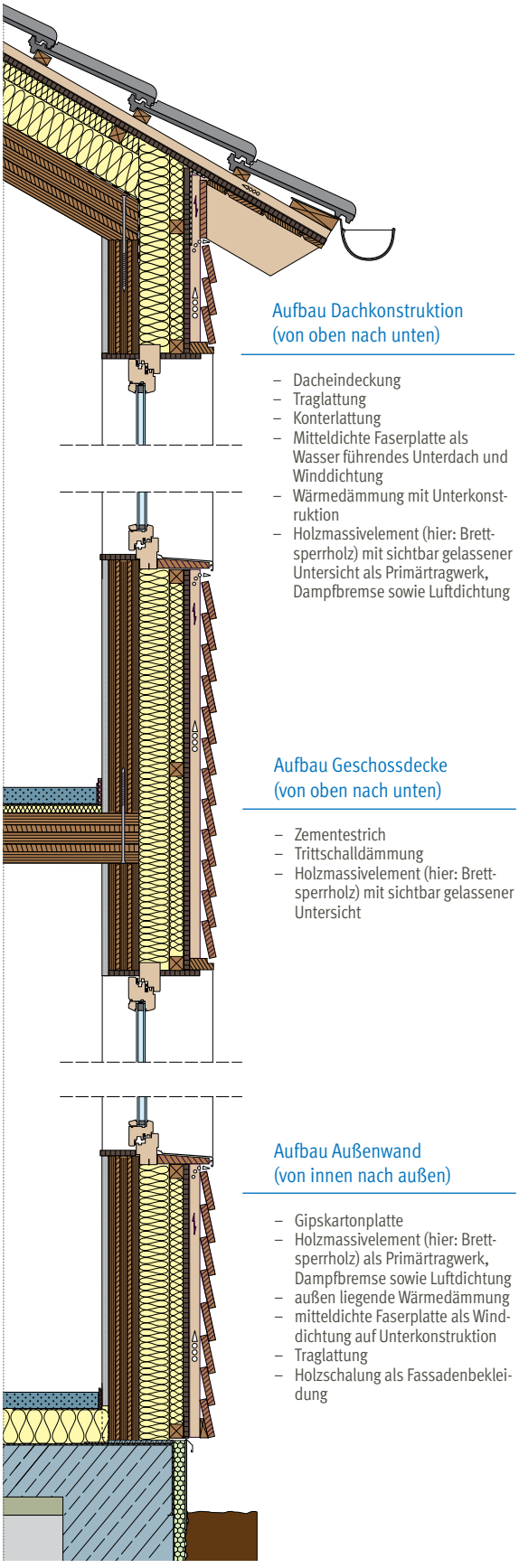
Im Unterschied zur Blockbauweise können mit den modernen Holzmassivbauweisen nicht nur Wand- und Deckenelemente sondern auch Dachbauteile ausgebildet werden. Dabei unterscheidet man im Wesentlichen zwei Systeme: das Bauen mit Brettsperrholz (BSP) und das Bauen mit Brettstapelelementen.

BSP ist normativ nicht geregelt, sodass diese 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 an die Modelle der Hersteller gebunden, welche die Objektplaner unterstützen. Bei der Verwendung von Brettschichtholz (BSH) zur Umsetzung von Brettstapelelementen ist die Tragwerksplanung unkompliziert, da Fertigung und Bemessung von BSH in der DIN 1052 geregelt sind und unabhängig vom Hersteller erfolgen kann.

Ergänzt um zusätzliche Dämmschichten sind die Holzmassivkonstruktionen mehr als ausreichend leistungsfähig.

Bei der Holzmassivbauweise stehen aufgrund der verwendeten Holzmenge größere speicherwirksame Massen mit positiven Auswirkungen auf den sommerlichen Wärmeschutz zur Verfügung. Da die Wärmeleitfähigkeit von Holz gering ist, können Phasenverschiebungen in Kombination mit Holzfaserdämmstoffen von mehr als 24 Stunden erreicht werden.

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.



Aufbau Dachkonstruktion (von oben nach unten)

- Dacheindeckung
- Traglattung
- Konterlattung
- Mitteldichte Faserplatte als Wasser führendes Unterdach und Winddichtung
- Wärmedämmung mit Unterkonstruktion
- Holzmassivelement (hier: Brettsperrholz) mit sichtbar gelassener Untersicht als Primärtragwerk, Dampfbremse sowie Luftdichtung

Aufbau Geschossdecke (von oben nach unten)

- Zementestrich
- Trittschalldämmung
- Holzmassivelement (hier: Brettsperrholz) mit sichtbar gelassener Untersicht

Aufbau Außenwand (von innen nach außen)

- Gipskartonplatte
- Holzmassivelement (hier: Brettsperrholz) als Primärtragwerk, Dampfbremse sowie Luftdichtung
- außen liegende Wärmedämmung
- mitteldichte Faserplatte als Winddichtung auf Unterkonstruktion
- Traglattung
- Holzschalung als Fassadenbekleidung

Prinzip-Fassadenschnitt Holzmassivbauweise

4.4 Brettstapelbauweise

Schon im 18. und 19. Jahrhundert wurden Decken mit direkt nebeneinanderliegenden Balken eingebaut. Bei Brettstapelelementen handelt es sich um plattenförmige Bauteile, die i. d. R. 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 ausgeführt werden. Brettstapelelemente werden vorwiegend für Geschossdecken eingesetzt. Um eine ausreichende Aussteifung von Brettstapelsystemen bewerkstelligen zu können, ist eine einseitige Beplankung der Elemente oder die Anordnung von Diagonalen erforderlich.



Sichtbare Brettstapelelemente im FNR-Neubau

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. Aus wirtschaftlichen Gesichtspunkten sollten jedoch rechtwinklige Grundrisse möglichst in einem Raster entworfen werden. Die Spannrichtung der Decken sollte wenn möglich parallel zu Treppenöffnungen und zu Wänden mit großen Öffnungen verlaufen.

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. Bei Verwendung dieser bleibt die im Holzbau zügige Ausführung bestehen, da keine Trocknungszeiten abgewartet werden müssen.

4.5 Blockhausbau

Der Blockhausbau ist die ursprüngliche Holzbauweise und hat die Entwicklung der frühen europäischen Holzbauarchitektur stark geprägt. Diese Bauweise 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 weiter gegeben haben, die regionaltypische Bauweise. Dabei wurde der Blockhausbau technisch weiter entwickelt und den zeitgenössischen Bedürfnissen angepasst, sodass seine grundsätzliche Eigenart gewahrt werden konnte.

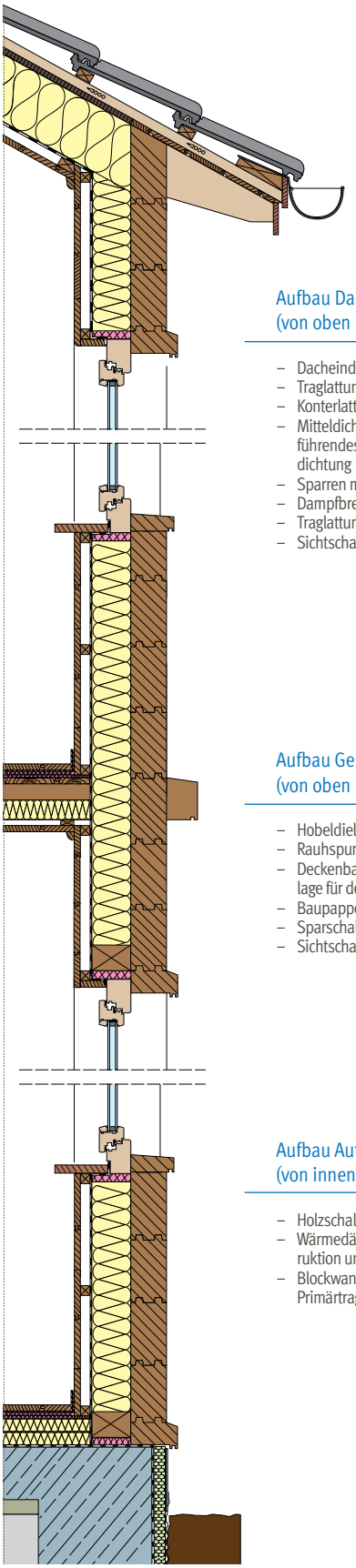
Wurden früher die Wände durch aufeinander geschichtete Rundhölzer hergestellt, werden heute für Blockhausbauten getrocknete und ggf. verleimte Blockbohlen oder Blockbalken mit Nut- und Feder-Verbindung verwendet.

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



Aufbau Dachkonstruktion (von oben nach unten)

- Dacheindeckung
- Traglattung
- Konterlattung
- Mitteldichte Faserplatte als Wasser führendes Unterdach und Winddichtung
- Sparren mit Wärmedämmung
- Dampfbremse
- Traglattung
- Sichtschalung als Dachuntersicht

Aufbau Geschossdecke (von oben nach unten)

- Hobeldiele auf Trittschalldämmung
- Rauhspund zur Aussteifung
- Deckenbalken mit Dämmstoffeinlage für den Schallschutz
- Baupappe als Rieselschutz
- Sparschalung
- Sichtschalung als Deckenuntersicht

Aufbau Außenwand (von innen nach außen)

- Holzschalung
- Wärmedämmung mit Unterkonstruktion und Luftdichtung
- Blockwand (doppelt genutet) als Primärtragwerk

Prinzip-Fassadenschnitt Blockbauweise

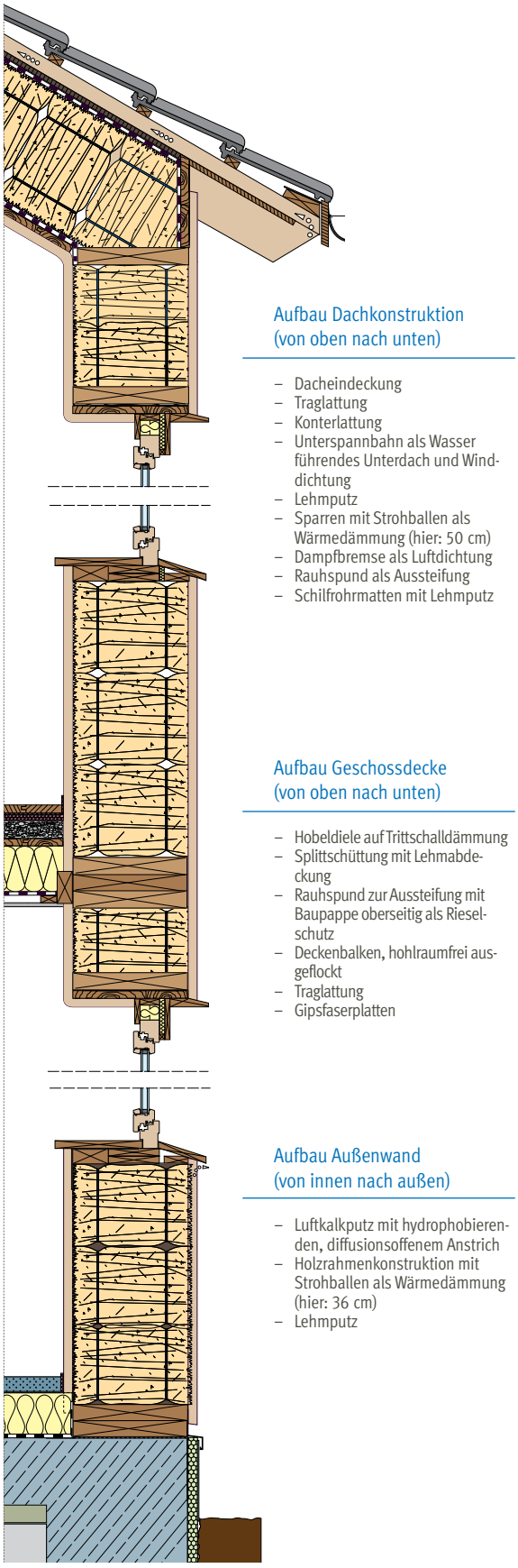
4.6 Strohballenbauweise

Hinsichtlich der Strohballenbauweise ist zwischen der lasttragenden und jener mit der Ständerbauweise kombinierten zu unterschieden. 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 lasttragende Bauweise z. Zt. in Deutschland aus baurechtlichen Gründen nicht möglich ist, wird im Weiteren die kombinierte Holz-Stroh-Bauweise behandelt.

Für Strohballenbauteile sind nur solche Ballen geeignet, die den Anforderungen eines bestimmten allgemeinen bauaufsichtlichen Prüfzeugnisses (AbP-Nr.: P-BAY08-H.2-01/03 nach Bauregelliste A, Teil 2, lfd. Nr. 2.10.1, aus Kapitel 3.2) genügen. Diese Ballen weisen eine Rohdichte zwischen 90–130 kg/m³ auf, um die notwendige mechanische Stabilität gewährleisten zu können. Weiterhin dürfen die Ballen, die als normal brennbare Baustoffe (Baustoffklasse B2 nach DIN 4102-4) klassifiziert sind, nur eine Eigenfeuchte von 15 % haben und zu keinem Zeitpunkt nach der Herstellung von mehr als 18 % übersteigen. Weiterhin bedarf es maßhaltiger Abmessungen, da so im eingebauten Zustand Undichtigkeiten vermieden werden.



Rohbaudetail eines Strohballenhauses



Aufbau Dachkonstruktion (von oben nach unten)

- Dacheindeckung
- Traglattung
- Konterlattung
- Unterspannbahn als Wasser führendes Unterdach und Winddichtung
- Lehmputz
- Sparren mit Strohballen als Wärmedämmung (hier: 50 cm)
- Dampfbremse als Luftdichtung
- Rauhspund als Aussteifung
- Schilfrohrmatten mit Lehmputz

Aufbau Geschossdecke (von oben nach unten)

- Hobeldiele auf Trittschalldämmung
- Splittschüttung mit Lehmabdeckung
- Rauhspund zur Aussteifung mit Baupappe oberseitig als Rieselschutz
- Deckenbalken, hohlraumfrei ausgeflockt
- Traglattung
- Gipsfaserplatten

Aufbau Außenwand (von innen nach außen)

- Luftkalkputz mit hydrophobierenden, diffusionsoffenem Anstrich
- Holzrahmenkonstruktion mit Strohballen als Wärmedämmung (hier: 36 cm)
- Lehmputz

Prinzip-Fassadenschnitt Strohballenbauweise

Strohballen als vergleichsweise weiche, elastische Bauprodukte aus nachwachsenden Rohstoffen werden für den Hausbau mit Tragwerken im Sinne des Holzrahmenbaus kombiniert. Dabei füllen die Strohballen den Hohlraum 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.

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 Außenwandflächen (z. B. nach Westen orientierte) 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.



Vorfertigung von Außenwandbauteilen in Strohballenbauweise



Modernes Einfamilienhaus in Strohballenbauweise

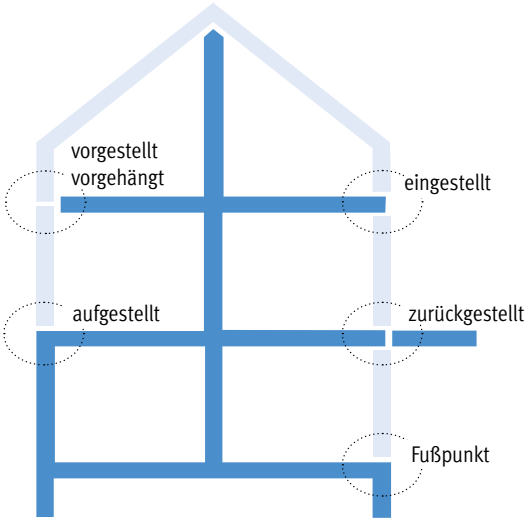
4.7 Mischbauweisen

Bei Mischbauweisen werden Holzbauweisen mit Mauerwerk, Stahlbeton oder Stahl kombiniert. Diese Bauart findet Verwendung bei mehrgeschossigen Bauten, beim Bauen im Bestand und bei kleineren Vorhaben des Wohnungsbaus. Vorgefertigte Wandelemente in Holzrahmenbauweise werden beispielsweise im Rahmen von Komplettsanierungen als neue, hoch wärmegedämmte Fassade an eine vorhandene Tragkonstruktion aus Stahlbeton angebracht.

Mischbauweisen als Kombination von Bauteilen aus Holz oder Holzwerkstoffen, tragend oder nichttragend, mit solchen aus mineralischen oder metallischen Materialien sind in unterschiedlichsten Formen möglich. Die häufigste Form ist die Kombination von Bauteilen aus mineralischen Baustoffen mit nichttragenden 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 verschärften Anforderungen an den Wärmeschutz der Gebäudehülle führten dazu, dass viele der bis dahin üblichen Bauweisen von Außenwänden den Anforderungen nicht mehr gerecht werden konnten. 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 auseinander setzen, der einen optimalen Wärmeschutz im Hinblick auf die Gebäudehülle gewährleisten kann und zudem technisch wie ökonomisch günstig zu realisieren ist.

MÖGLICHE VARIANTEN DER MISCHBAUWEISE

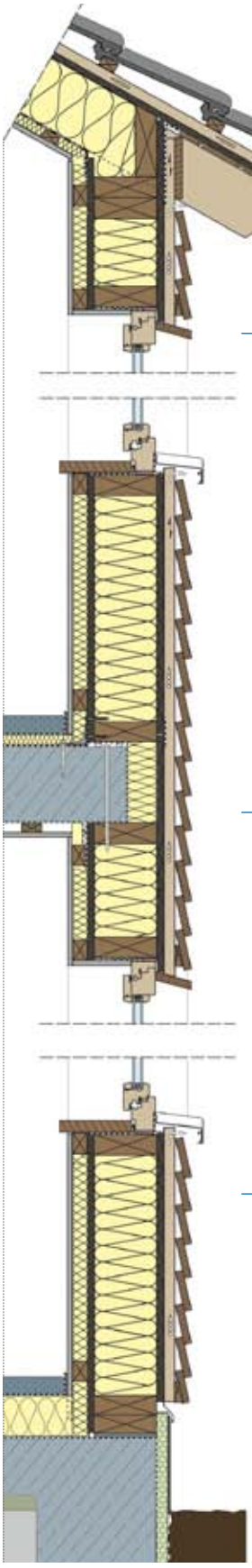




Sanierung ehemaliges Kasernengebäude in Bad Aibling mittels vorgestellter Holzrahmenelemente

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 1- bis 3-geschossigen 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 gem. Statik
- 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

Prinzip-Fassadenschnitt Mischbauweise

5 GEBÄUDEHÜLLE – BAUPHYSIK – HAUSTECHNIK

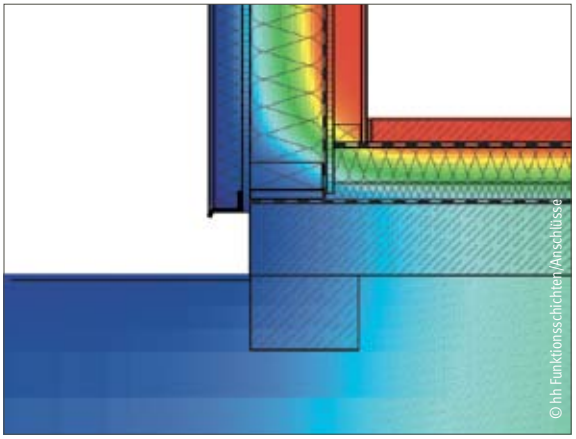
5.1 Wärmeschutz

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 verschärft. Mit Ablösung der Wärmeschutzverordnung aus dem Jahr 1995 durch die in 2002 eingeführte Energieeinsparverordnung (EnEV) wurde das Niedrigenergiehaus zum baulichen Standard. Mit der Energieeinsparverordnung 2009 ist das Wärmeschutzniveau nochmals angehoben worden. Ein weiterer positiver Nebeneffekt eines hohen Dämmstandards: Die Oberflächentemperaturen der Außenwände entsprechen nahezu der Raumtemperatur – ein sehr angenehmes Raumklima ist die Folge.

Hinsichtlich energiesparender Bauweisen sind Holzhäuser in ökologischer wie ökonomischer Hinsicht führend. Moderne Holzbauweisen erreichen problemlos das Anforderungsniveau der EnEV und erfüllen die Maßgaben an KfW-Energiesparhäuser. In Kombination mit sinnvoller Haustechnik ergeben sich zudem geringe Betriebskosten.

TABELLE 6: ENTWICKLUNG DES MITTLEREN HEIZENERGIEBEDARFS IN DEUTSCHLAND

	Heizenergiebedarf in kWh/m²a
EnEV 2012 (Entwurfsfassung)	30
EnEV 2009	50
EnEV 2007 als Umsetzung der EU-Richtlinie	70
EnEV 2002/2004	70
3. Wärmeschutzverordnung (1995–2002)	100
2. Wärmeschutzverordnung (1984–1995)	150
1. Wärmeschutzverordnung (ab 1978)	› 200



Holzbaudetails sind optimiert und damit energiesparend

HOLZBAUKONSTRUKTIONEN: ENERGIE SPAREND RAUM GEWINNEN

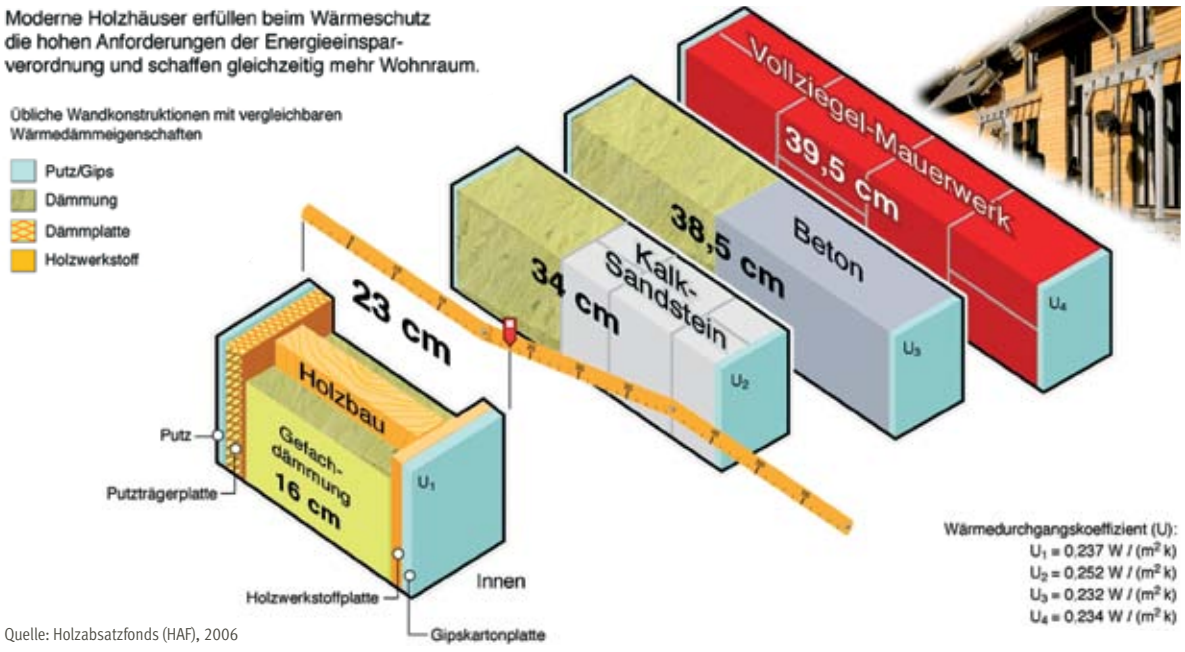
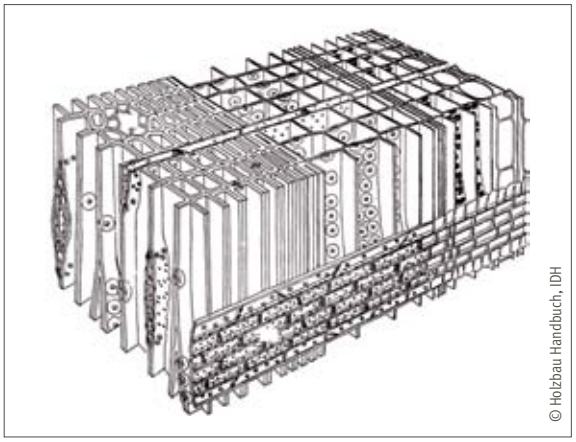


Abbildung 3: Vergleich der Dicken von Wandaufbauten bei gleichem Dämmstandard



Holz ist der einzige Dämmstoff, der konstruktiv belastet werden kann

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 Kaltlufteinströmung und unerwünschte Wärmeverluste abgedichtet.

WINTERLICHER WÄRMESCHUTZ

Holzhäuser weisen einen überdurchschnittlichen Wärmeschutz auf. Bei dem Holzrahmenbausystem liegt die Dämmung zwischen der tragenden Holzkonstruktion, sodass 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/(m²·K)]. Je kleiner der U-Wert von Bauteilen der wärmedämmenden Gebäudehülle ist, umso geringer ist der Heizenergiebedarf des Gebäudes.

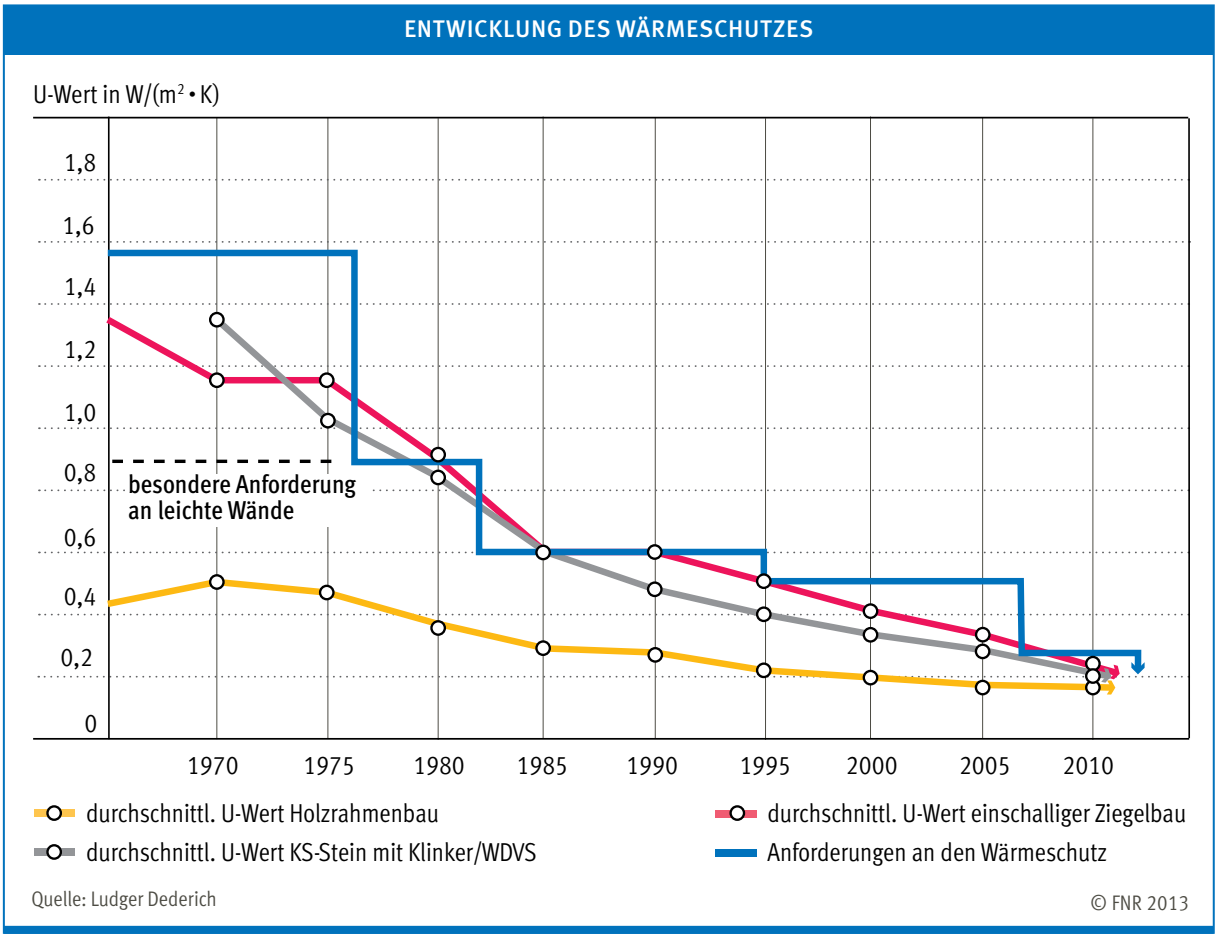


Abbildung 4: Entwicklung des Wärmeschutzes und dessen Anforderungen an den Wärmeschutz



Große Dachüberstände sind ein konstruktiver Beitrag zum sommerlichen Wärmeschutz



Materialkombinationen schaffen Speichermasse im Holzhaus

SOMMERLICHER WÄRMESCHUTZ

Werden mehrere Randbedingungen ausreichend berücksichtigt, sind behagliche Innenraumtemperaturen im Sommer möglich. Die Wärmedämmung der Gebäudehülle, die Speichermassen, die Nachtlüftung und die Sonnenschutzeinrichtungen (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 wärmegedämmten Dach. Moderne, hochgedämmte Gebäudehüllen in Holzbauweise reduzieren nicht nur den Wärmestrom von innen nach außen, im Sommer funktioniert dieser auch umgekehrt.

Mit steigendem Wärmeschutzstandard der Gebäudehülle sinken die Sommertemperaturen im Raum auf ein erträgliches Maß. Vorteilhaft für einen sommerlichen Wärmeschutz ist die Verwendung von Dämmstoffen mit hoher Rohdichte und hoher Wärmespeicherfähigkeit, zum Beispiel Zellulose oder Holzweichfaserdämmungen.

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 erfüllen. 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 nach der geltenden Energieeinsparverodnung (EnEV) luftdicht auszuführen. Die Motivation für diese Forderung ist das Ziel der Energieeinsparung, da durch eine höhere 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.

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), welche die Anzahl des Luftaustauschs des gesamten Gebäudevolumens je Stunde bei 50 Pa Unter- oder Überdruck angibt. 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.

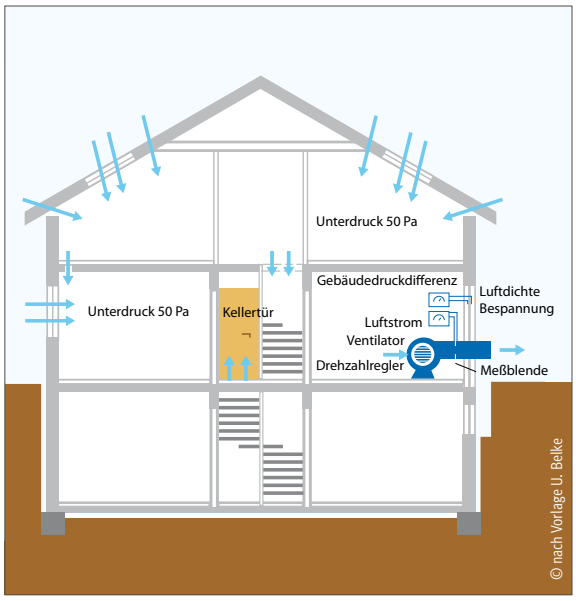


Dichte Leitungsführung durch die Luftdichtung

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

- 3,0 h^{-1} ohne raumlufttechnische Anlagen,
- 1,5 h^{-1} mit raumlufttechnischen Anlagen,
- 0,6 h^{-1} für Passivhäuser.

Nicht nur um den unkontrollierten Luftwechsel in der Passivhausbauweise in befriedigender Weise unter die definierte Schwelle von weniger als dem 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 auskragenden Sparrenkopfes ist nahezu unmöglich. Das ist ein Grund für die häufig kurzen Traufen und Ortgänge von Passivhäusern.



Funktionsprinzip zur Feststellung der Luftdichtigkeit

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 Heizenergiebedarfs 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.

Die Idee des Passivhauskonzepts ist auf die absolute Minimierung der Wärmeverluste und auf die möglichst effektive Nutzung von solaren und anderen Wärmegewinnen ausgerichtet. Dieses umzusetzen funktioniert 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. Darüber hinaus ist der Einbau einer Lüftungsanlage im Passivhaus und das damit verbundene Erfordernis, auf Fensterlüftung zu verzichten, 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 rechtlich bindend. Die Kriterien wurden vom Passivhaus-Institut (PHI) in Darmstadt erarbeitet und festgelegt. Ebenso wird der Nachweis (Passivhaus-Projektierungs-Paket des Passivhaus-Instituts, kurz PHPP) mit anderen Verfahren als den in der EnEV vorgegebenen erstellt. Die Entscheidung für die Passivhausbauweise trifft die Bauherrnschaft 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 aufgeführten Anforderungen zu erfüllen.

TABELLE 7: CHARAKTERISTIKA FÜR PASSIVHÄUSER

Jahresheizwärmebedarf	< 15 kWh/m²a
maximale Heizlast	< 10 W/m²
U-Werte opaker Bauteile	< 0,15 W/(m² · K)
U-Werte von Fenstern	< 0,8 W/(m² · K)
Wärmebrückenfreie Konstruktionen	phi < 0,01 W/(m · K)
Luftdichtheit	n_{50} < 0,6 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 (± 25°) orientiert und möglichst wenig verschattet sein, weil nur so die solaren Wärmegewinne im Winter einen nennenswerten Beitrag zur Energiebilanz des Gebäudes beitragen 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 W/(m² · 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 Warmwasser. 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 Energiepreisentwicklung in nur wenigen Jahren amortisieren.



Anbau in Holzbauweise an ein bestehendes Gebäude



TABELLE 8: GELDWERTE VORTEILE DER HOLZBAUWEISE

Bodenplatte/ Kellerdecke	• U-Werte von 0,15 W/(m² · 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 W/(m² · K), wenn möglich von 0,12–0,10 W/(m² · K) • Dämmstärken von 32–40 cm sind die Regel
Dach	• U-Werte von 0,15 W/(m² · K), aufgrund des hohen Anteils an der Gebäudehülle besser noch von bis zu 0,10 W/(m² · K)
Fenster und Türen	• U-Werte von höchstens 0,8 W/(m² · 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 W/(m² · K) bei passablen g-Werten (Maß der Lichtdurchlässigkeit) stehen kurz vor der Marktreife



Plusenergiehaus als Beitrag der TU Darmstadt zum Solar Decathlon 2009

5.4 Ausblick: Plusenergiehaus

Das Plusenergiehaus kann als die konsequente Weiterentwicklung des Passivhauses bezeichnet werden. Ziel des dahinter stehenden 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.





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

5.5 Brandschutz

Holz brennt! Aber sicher und berechenbar! Holzhäuser erfüllen wie andere Bauweisen auch 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 brennenden 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 Feuerwehrleute den Baustoff Holz sympathisch finden. Holz entwickelt außerdem deutlich weniger giftige Brandgase als andere Baustoffe.

Für den Einfamilienhausbau werden i. d. R. 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 tragende Bauteile feuerhemmend ausgeführt sein, sodass über mindestens 30 Minuten die Tragfähigkeit der Bauteile sichergestellt ist. Holzbauweisen erfüllen diese Anforderungen i. d. R. ohne besondere Maßnahmen.

Praktisch alle angebotenen Holzbaukonstruktionen sind per se im System feuerhemmend ausgebildet. Damit sind sichtbare Holzkonstruktionen, wie z. B. Blockhäuser oder Holzrahmenbauten mit Oberflächen aus Holz, zulässig. Die meisten Holzbauten werden jedoch mit einer nichtbrennbaren Innenbekleidung aus Gipsbauplatten ausgeführt. Auch höhere Brandschutzanforderungen z. B. für mehrgeschossige Gebäude bis zu 5 Geschossen können mit Holzbauweisen realisiert werden.

Die Anforderungen an die Feuerwiderstandsdauer der Bauteile werden unterschieden nach Gebäudeklassen und sind in den Landesbauordnungen geregelt. Die Zuordnung



Mehrgeschossiges Holzhaus H8 in Bad Aibling

einzelner Bauteile in die Feuerwiderstandsklassen erfolgt gemäß Teil 4 der DIN 4102. Ist dies nach der Norm nicht möglich, muss der Feuerwiderstand der Bauteile durch Prüfzeugnisse belegt werden. Entsprechende Zertifikate werden seitens der Baustoffhersteller vorgehalten oder beigebracht.

RISIKO DER BRANDENTSTEHUNG

Statistische Auswertungen von Brandfällen belegen, dass sich das Brandentstehungsrisiko von Holzhäusern nicht von anderen Bauweisen unterscheidet. Die Wahrscheinlichkeit der Brandentstehung im Wohnungsbau 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 beteiligen sich (wenn überhaupt) erst wesentlich später am Brandgeschehen. Diese Hauptgefahr wurde erkannt, sodass bereits in einigen Bundesländern unabhängig von der Bauweise Rauchmeldeeinrichtungen vorgeschrieben werden. 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 Holzbauwiese bei einer Wertermittlung folgende Punkte beachtet:

- systemimmanent feuerhemmende Bauweise,
- verminderte Gefahr von Hohlraumbränden durch vollgedämmte Konstruktionen,
- luftdichte Konstruktionen vermindern die Brandgasausbreitung,
- keine erhöhten Betriebskosten durch teurere Versicherungen,
- überwiegend nichtbrennbare Oberflächen der Wände durch Gipsbauplatten,
- Brände sind bei schneller Branderkennung und -bekämpfung auf Raumbrand begrenzbar,
- 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 Bestandteil 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 Beiblatt 2 der DIN 4109 „Schallschutz im Hochbau“ Empfehlungen für Decken und Innenwände im eigenen Wohnbereich formuliert, die mit den Bauherren vereinbart werden können. Infolge der aktuellen Rechtsprechung ist als Mindestanforderung für den Trittschallschutz von Decken heute 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 um so besser, je größer das Luftschalldämm-Maß 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 stehen.

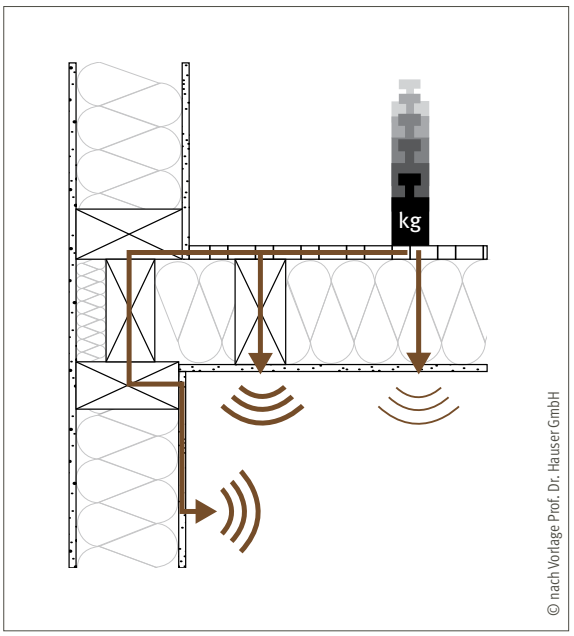
Mit geschickter Materialwahl und richtigem Einbau sind hervorragende Ergebnisse zu erreichen. So kann bei Holzbalkendecken ein Schallschutz erreicht werden, der dem von Massivdecken praktisch nicht nachsteht. Dazu werden für das Erreichen einer guten Tritt- und Luftschalldämmung verschiedene Materialkombinationen eingesetzt. Bereits durch kleine Änderungen im Deckenaufbau werden erhebliche Verbesserungen erzielt. Wird z. B. statt einer Lattung eine Federschiene eingesetzt, um die unterseitige Bekleidung von der Tragkonstruktion zu entkoppeln, verbessert sich der Schallschutz um ca. 6 dB.

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 entgegen zu wirken. 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.



Schallwege innerhalb von Konstruktionen



Holz und Akustik: Symbiose der besonderen Art



Montage eines Holzmassivbauteils mit integrierten Absorbern



Eckausbildung einer hinterlüfteten Fassadenbekleidung

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.

Von besonderer Bedeutung sind:

- Witterungsschutz durch hinterlüftete Fassadenbekleidungen oder durch Putzoberflächen, z. B. Wärmedämmverbundsysteme (WDVS).
- Funktionale Anschlussdetails an Laibungen und Bauteilübergängen. Die Dichtigkeit sollte mechanisch, ggf. ergänzt durch Dichtungsbänder, und nicht durch wartungsbedürftige Dichtstoffe hergestellt werden.
- Spritzwasserschutz in Bädern durch die Verwendung geeigneter Dichtungssysteme für Rohrdurchführungen und Wandbeplankungen.
- Luftdichte Gebäudehülle zur Vermeidung eines konvektiven Feuchteeintrags durch Warmluftströmungen in die Konstruktion.
- Diffusionsoffene Konstruktionen mit ausreichendem Rücktrocknungsvermögen gemäß dem Konstruktionsprinzip: innen so diffusionshemmend wie nötig, außen so diffusionsoffen wie möglich.

TABELLE 9: QUALITÄTSMERKMALE FÜR EINEN WIRKSAMEN FEUCHTESCHUTZ

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

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 aufgrund der gegenüber früher verwendeten Putzsysteme 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 oder 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.

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



Bauteilstoß mit eingelegtem Dichtungsprofil

Holzschutz. Die Norm enthält Konstruktionen und Regeln, bei deren Einhaltung die Bauteile in die Gefährdungsklasse 0 eingeordnet werden und damit keinen vorbeugenden Holzschutz mit Chemie benötigen. Bereits in der Fassung von 1990 wurde dem Stand der Erkenntnisse aus empirischen Untersuchungen Rechnung getragen und die Gefährdungsklasse 0 eingeführt. Die immer noch bestehende und fortdauernde technische Lebensdauer jahrhundertealter Holzbauwerke – von überdachten Brücken bis zu Fachwerkbauten – beweist dies.

Mit der Verwendung trockener Vollholzprodukte und einer fachgerechten Bauausführung ist dauerhaft eine Holzfeuchte der tragenden Bauteile unterhalb von 20 % gewährleistet, wodurch die Gefahr eines Befalls mit holzzerstörenden Pilzen nicht gegeben ist. Mit dem Einsatz diffusionsoffener Konstruktionen 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, denn: Durch die 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, Feuchtigkeit sorptiv 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 Beein-



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

trächtigungen 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 werden seit langem im Innenbereich nicht mehr gefordert und werden deshalb auch dort nicht mehr eingesetzt. Daher hat der Holzschutz mit Chemie gegenüber dem baulichen Holzschutz in den vergangenen Jahren erheblich an Bedeutung verloren.

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 (parts per million). 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 alleine führt allerdings noch nicht zu einer guten Raumluftqualität. Das Nutzerverhalten spielt die entscheidende Rolle. Ohne regelmäßige Lüftung kommt es zu einer Feuchteerhöhung der Innenraumluft, die bei schlecht wärmegedämmten 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 eingetragen werden.



Ohne Licht keine Innenraumqualität: Durchblicke und Ausblicke im Holzbau

5.10 Haustechnik im Holzbau

Der Holzhausbau bietet aufgrund der besonderen bauphysikalischen Eigenschaften sowie der fertigungstechnischen Möglichkeiten ein enormes Potenzial für den Einsatz rationeller, energiesparender und behaglichkeitsfördernder Haustechnik. Alle für den funktionellen Betrieb des Bauwerks erforderlichen technischen Anlagen und Einrichtungen, die in einem Gebäude installiert und fest mit diesem verbunden sind, umfasst 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 Fügetechnik, 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, wie:

- 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 Holzbauelemente muss der Installateur nur noch die Anschlüsse im Bereich der Elementstöße wie z. B. den Deckendurchdringungen herstellen und abschließend die Sanitärobjekte montieren.



Auch Details werden geplant: Anordnung einer Elektroverteilerdose in Deckenkonstruktion

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 Bauherrnschaft geschuldete Ziel gemeinsam zu erreichen. Dazu gehört, dass sich die Bauherrnschaft 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 von der KfW geförderten Konzepte ergeben erforderliche Heizleistungen von max. 1,5 kW.

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



Kein Problem: Heizen mit Holz im Holzhaus

TABELLE 10: ÜBLICHE FESTBRENNSTOFFE AUS NACHWACHSENDEN ROHSTOFFEN

Pellets	
Hackschnitzel	
Scheitholz	
Spänebriketts	

WÄRMEPRODUKTION MIT BIOMASSE, INSBESONDERE HOLZPELLETS

Entscheidend für die breite Nutzung der 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 holzverarbeitenden 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.

TABELLE 11: PELLETCHARAKTERISTIKA

	gemäß EN*plus*-A1	gemäß EN*plus*-A2
Durchmesser[1]	6–8 mm	6–8 mm
Länge	3,15–40 mm[1]	3,15–40 mm[1]
Feinanteil (≤ 3,15 mm)[2]	≤ 1 %	≤ 1 %
Wassergehalt	≤ 10 %	≤ 10 %
Aschegehalt[3]	≤ 0,7 %	≤ 1,5 %
Schüttdichte	≥ 600 kg/m³	≥ 600 kg/m³
Heizwert (Q)	4,6 ≤ Q ≥ 5,3 kWh/kg	4,5 ≤ Q ≥ 5,3 kWh/kg
Presshilfsmittel	max. 2 %	max. 2 %
Mechanische Festigkeit	≥ 97,5 %	≥ 97,5 %

[1] *1 % der Pellets dürfen max. 45 mm lang sein.*
[2] *Feinanteil an der letztmöglichen Stelle vor Übergabe der Ware, bzw. beim Eintreffen von Sackware beim Endverbraucher*
[3] *Aschegehalt wird mit einem neuen Analyseverfahren ermittelt (Veraschungstemperatur von 550 °C). Ein Aschegehalt von 0,7 % entspricht einem Aschegehalt von 0,5 % nach altem Analyseverfahren (Veraschungstemperatur von 815 °C)*

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.

Im Vergleich zur Bereitstellung fossiler Energieträger (Erdgas 10 %, Heizöl 12 %) ist der Energieaufwand für die Herstellung und Bereitstellung der Pellets aus trockenem Industrierestholz mit 2,7 % des Energieinhaltes im Vergleich gering.

Neben den geringeren Energieaufwendungen weisen Pellets insbesondere bezüglich der CO_2-Emissionen gegenüber fossilen Energieträgern deutliche Vorteile auf. Pellets werden im Gegensatz zu fossilen Energieträgern als CO_2-neutral bezeichnet. Das bedeutet, dass bei der Verbrennung der Pellets nur die Menge an Kohlenstoffdioxid freigesetzt wird, die der Baum zuvor beim Wachsen aufgenommen hat und bei der Verrottung wieder freisetzen würde. Bei einem Jahreswärmebedarf von 16 MWh wird durch den Einbau einer neuen Pelletheizung der CO_2-Ausstoß im Vergleich zu einer Heizölheizung um rund 4,3 t/a reduziert werden (bzw. 2,5 t/a bei Austausch einer Gasheizung).



Holzspäne für Pellets



Heizen mit Holzpellets

Den Vorteil der CO_2-Neutralität weisen auch andere Holzbrennstoffe auf. Dennoch existieren einige Vorteile (z. B. niedrige Emissionen von CO_2 und Staub im Teillastbereich), die den im Vergleich zu Hackschnitzeln und Scheitholz geringfügig höheren Energieaufwand der Pelletherstellung sinnvoll machen. Dies ist vor allem auf die durch Normen garantierte gleichbleibende Zusammensetzung und Qualität (z. B. Restfeuchte) sowie den automatisierten Verbrennungsprozess zurückzuführen.

TABELLE 12: CO_2-EMISSIONEN VERSCHIEDENER ENERGIETRÄGER INKLUSIVE DER VORKETTEN

Scheitholz	9 kg/MWh
Pellets	68 kg/MWh
Erdgas	228 kg/MWh
Heizöl	342 kg/MWh
Elektroheizung	681 kg/MWh

Weitere Informationen sind zu finden unter: www.depv.de

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 leisten:

- vom Außenklima unabhängige Sicherstellung des hygienisch notwendigen Luftwechsels (d. h. auch bei geschlossenen Fenstern),
- Zuführung von Frischluft zur Begrenzung der CO_2-Konzentration in der Innenraumluft,
- Abführung von Schadstoffen, die im Gebäude entstanden sind,
- Gewährleistung der Luftfeuchtigkeit im behaglichen, damit im bauphysikalisch unkritischen Bereich zum Schutz von Tauwasserausfall,
- Vermeidung von Außenklima abhängigen Zugerscheinungen,
- Energieeinsparung bei Anlagen mit Wärmerückgewinnung.

Die Forderung der EnEV, die Gebäudehülle luftdicht auszubilden, ist mit folgenden, maximal zulässigen Luftwechselraten bei 50 Pa Druckdifferenz verknüpft:

- 3,0 (1/h) ohne raumlufttechnische Anlagen,
- 1,5 (1/h) mit raumlufttechnischen Anlagen,
- bei Passivhäusern wird eine Luftwechselrate von 0,6 (1/h) gefordert.

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.

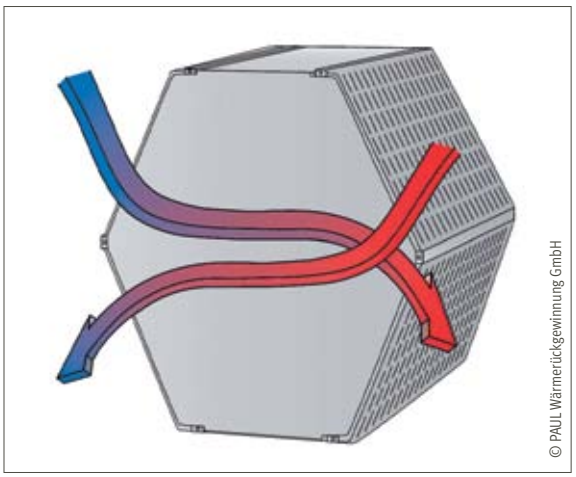
Grundsätzlich wird in:

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

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 Zuluftventilen für den Fens-



Das „Herz" eines jeden Wärmerückgewinnungsgerätes ist der Wärmetauscher

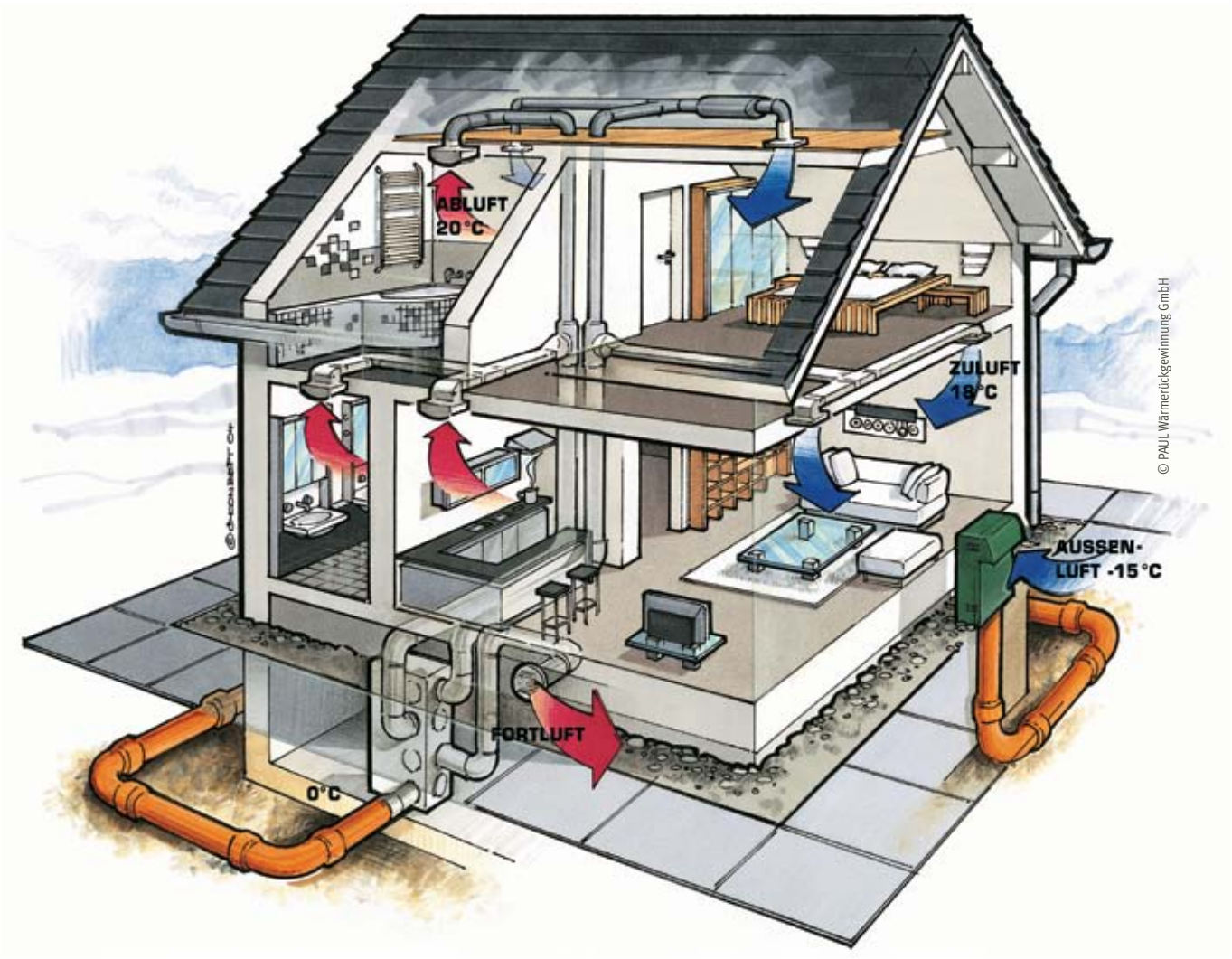
tereinbau nach. Überströmöffnungen an Türen ermöglichen das Zuführen der einströmenden Luft zu den Abluftbereichen. Der Vorteil dieser Anlagen liegt bei einem geringen Installationsaufwand und Stromverbrauch. Die Wartung und Kontrolle der Geräte ist leicht durchführbar.

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.

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 Innenraumluft-Qualität 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 der Herstellung und der hohe Anteil der über die Photosynthese 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 CO_2-Speicher – im Wald wie im verbauten Zustand – bei der Photosynthese 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 12: AUSSCHNITT AUS DER ENERGIEBILANZ ZUR HERSTELLUNG VON 1 m³ BRETTSCHICHTHOLZ

	Energie [MJ(E_{eq})]
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 Primärenergie (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 die EnEV Rechnung, die kontinuierlich höhere Anforderungen an Neu- und Umbauten stellt. In optimierten Gebäuden wie z. B. in Passiv- oder Plusenergiehäusern werden die PEI in den Baustoffen relevant. Sollen die Umweltbelastungen weiter gesenkt werden, ist es lohnend, 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.



Familienhotel Weimar

6.3 Plusenergiebaustoff Holz

Nachweisen lässt sich die Plusenergiebilanz beim Vergleich eines Gebäudes in Holzmassivbauweise (Brettstapel) 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.

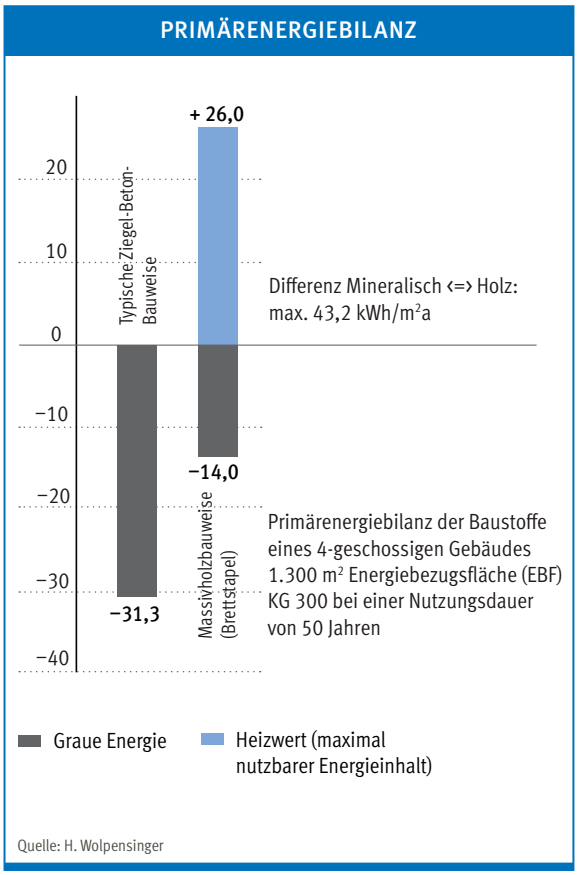


Abbildung 5: Siedlungs-Energiebilanz

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/m²a.

Zudem hat der Holzbau deutliche Umweltvorteile gegenüber der mineralischen Bauweise. Dies lässt sich am Beispiel der Primärenergie einer Außenwandkonstruktion darstellen: Abbildung 6 zeigt die „Graue Energie“, die erforderlich ist, um einschließlich der Aufwendungen zur Bereitstellung der Bauteilkomponenten eine Außenwandkonstruktion 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 seinen 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 „Primärenergie$_{erneuerbar}$“ ausweisen. Die Daten basieren auf den Berechnungen der Studie ÖkoPot (2008) des Bundesministeriums für Bildung und Forschung.

Der Baustoff Holz ist einer der wenigen Baustoffe, der in großem Umfang immer wieder nachwächst, der über den gesamten Lebenszyklus betrachtet nachweislich eine Plusenergiebilanz ausweist und als tragender und dämmender Baustoff eingesetzt wird. 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 thermischen Verwertung wird so viel Prozessenergie wieder frei, dass damit 2–3 neue Gebäude in Holz errichtet werden können.

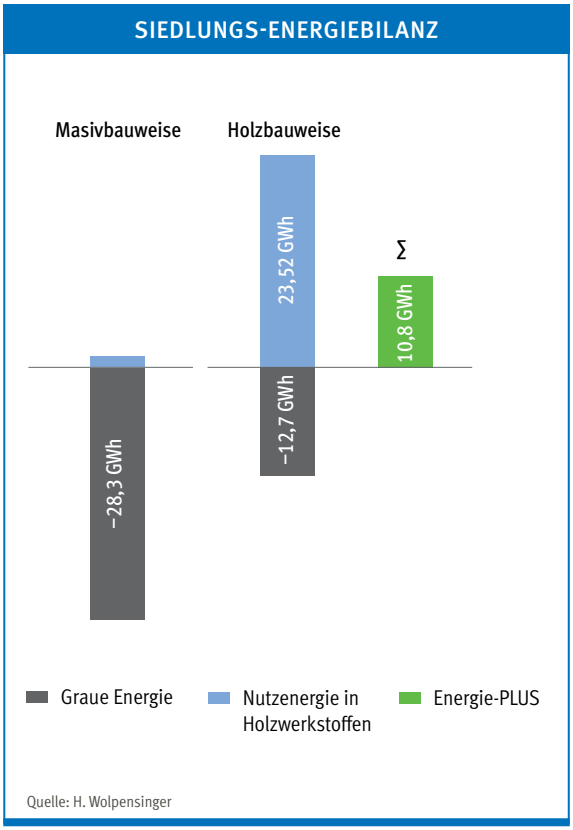


Abbildung 6: Primärenergieinhalte von Außenwandkonstruktionen

Von Vorteil ist beim Holzbau zudem seine vergleichsweise geringe Masse. Aufgrund dieser können die Aufwendungen der Logistik (Transport und Montage) bei Vorhaben in Holzbauweise klein gehalten werden. Insgesamt wird weniger Masse bewegt. Zumal 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 Fall des Rückbaus von Holzbaukonstruktionen. Auch in diesem Zusammenhang 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 einziger dieser Ressourcen als konstruktiv verwendet werden kann. Er ist darüber hinaus am Markt eingeführt und etabliert, sowie technisch ausgereift in allen Regionen verfügbar.

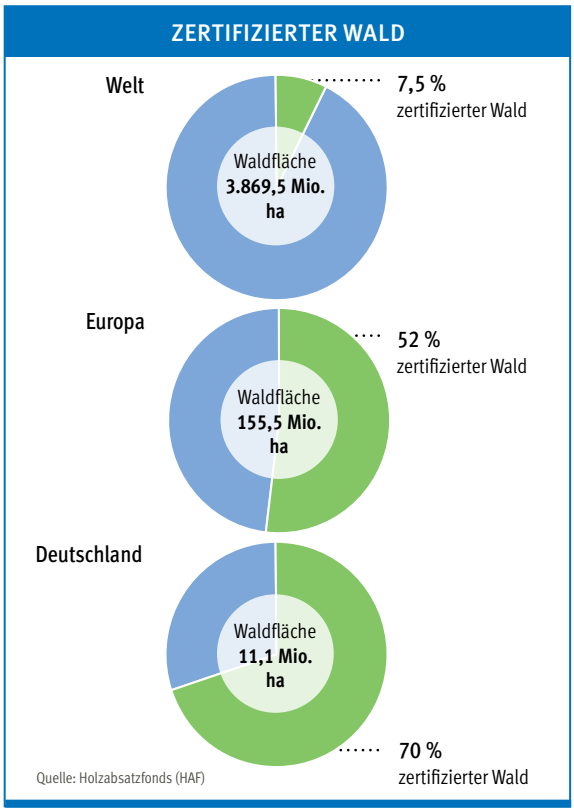


Abbildung 7: Zertifizierte Waldfläche im Vergleich (Stand: 2007)

6.4 Nachhaltigkeit fängt im Wald an

Die hierzulande praktizierte Forst- und Holzwirtschaft leistet in diesem Zusammenhang bereits seit langer Zeit ihren Beitrag. Nachhaltig zu agieren ist streng beachtete Maßgabe im wirtschaftlich ausgerichteten Umgang mit dem Wald und der Nutzung seiner „Früchte“. Das wurde erstmals im 17. Jahrhundert durch den Oberberghauptmann Carl von Carlowitz postuliert. So sind heute 70 % der Waldfläche nach PEFC oder FSC 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 CO_2-Speicher – im Wald wie im verbauten Zustand. Bei seiner Produktion entsteht als Emission frische Luft und Staub wird in den Wäldern 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.



7 WOHNWERT

Die Qualität der Wohnfunktion 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 erfolgt weitestgehend mit trockenen Baustoffen, daher braucht im Holzhaus vor oder nach dem Einzug nicht trockengeheizt zu werden. Die Nutzer kommen sofort in den Genuss des behaglichen Wohnklimas. Dessen Basis wird vom ausgezeichneten Wärmeschutz gelegt. 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 Zugerscheinungen infolge der guten Luft- und Winddichtung und nicht zuletzt der sommerliche Wärmeschutz. Ein Holzhaus heutiger Generation 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 nahe stehend ist die kontrollierte Be- und Entlüftung. Sie trägt zur Raumerwärmung bei, sorgt für richtig dosierten Luftwechsel ohne Zugerscheinungen 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. Die ausgezeichnete Luftqualität kommt den Bewohnern ungemindert zugute: das Holzhaus ist frei von chemischem Holzschutz. Nicht in Messdaten zu erfassen sind die atmosphärischen Werte des Wohnens in einem Holzhaus: Mit seiner besonderen Ästhetik und der Ausstrahlung des natürlichen Werkstoffs besitzt es unverwechselbare Wohnqualität.



Steigerung der Wohnqualität durch den Einbau von Holzparkett



Zeitlose Architektur in Holzbauweise im Dialog mit historischer Holzbauarchitektur

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 gestalterische Qualität, die, umgesetzt von kompetenten Fachleuten, dem Projekt eigene Güte auf den ersten Blick erkennbar werden lässt.

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.

TABELLE 13: ENTWICKLUNG DER WERTIGKEIT VON HOLZHÄUSERN BEZOGEN AUF DIE HERSTELLUNGSKOSTEN

1960–1972	Freistehende 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 freistehenden Häusern (19 %) unterschieden werden.
ab 1985	Ab 1985 gibt es keinen Unterschied mehr in den Herstellungskosten im Vergleich zum Massivbau.

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: QUALITÄTSENTWICKLUNG IM HOLZHAUSBAU

ab 1965	sehr guter winterlicher Wärmeschutz: heutige und zukünftige Anforderungen werden erfüllt
seit mind. 1985	guter sommerlicher Wärmeschutz
seit Anwendung Holzrahmenbau/ 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 überdurchschnittliche Luftdichtheit; guter bis sehr guter Schallschutz – auch bei Einfamilienhäusern
seit mind. 1989	eigen- und fremdüberwachte Qualität der meisten Holzhäuser gemäß „Holztafelbaurichtlinie“; Brandschutzanforderungen werden durch den Holzbau erfüllt; Bauteile sind feuerhemmend bis hochfeuerhemmend und meist durch nichtbrennbare 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 zu konstruktiven Bauteilen aus Holz die Raumwirkung ausmachen. So entspricht für die Auswahl der Bodenbeläge die im Holzhaus mögliche Bandbreite der am Markt angebotenen Produkte. 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



Offene und helle Gestaltung des Wohnbereiches

Dabei werden heute in Abhängigkeit der Untergründe (Holzbalkendecken, Lagerhölzer, Fertigteil- oder Trockenestriche, Zementestriche), auf die die Böden gelegt werden sollen, spezifische Befestigungs- oder Verklebungstechniken angeboten. Auch gibt es für die Erneuerung von Böden im Altbaubestand bewährte Lösungen, mit denen zudem noch die Schallschutzeigenschaften verbessert werden können.

Holzfußböden sollten nur geölt oder gewachst werden, da auf diese Weise die Pflege des Bodens vereinfacht wird. Geölte oder gewachste Böden erhalten auf diese Weise 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 zudem ist das Risiko, durch den Einbau von Ausstattungsmaterialien die Innenraumluft mit ungewollte 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 Trägergewebe aufgewalzt.



Linoleumbelag in individueller Gestaltung



Umfassender Einsatz von Holz zur Gestaltung

Während man in der Vergangenheit Linoleum in flächiger Verlegung gewohnt gewesen ist, ist die Kombination kleinteiliger, dabei mehrfarbiger Flächen im Sinne einer homogenen Gestaltung von Innenräumen nicht mehr ungewöhnlich.

Weitergehende Informationen zu Fußböden aus natürlichen Rohstoffen finden Sie in der FNR-Broschüre „Natürliche Fußböden aus nachwachsenden Rohstoffen“.

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 nachhaltig nachwachsender Materialien bereits für die Baukonstruktion bleibt der Einsatz von 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 „Innenwandgestaltung mit nachwachsenden Rohstoffen“. Diese und andere Broschüren sind kostenlos erhältlich unter: http://mediathek.fnr.de



Treppenkonstruktion aus Holz

Die nachhaltig bewirtschafteten Wälder in unserem 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.

TABELLE 15: ÜBERSICHT DER FÜR DIE GESTALTUNG VON INNENRÄUMEN GEEIGNETEN HOLZARTEN

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

© Holzabsatzfonds (14)

8 EINSATZMÖGLICHKEITEN

Holzbaulösungen werden seit einiger Zeit nicht allein nur 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. Gleichermaßen zeitgemäß sind die Lösungen, die mit Holzbaukonstruktionen im Gebäudebestand erreicht werden können.

INDIVIDUELLER WOHNUNGSBAU



Projekt: Einstein-Haus

Bauherr: Stadt Potsdam
Ort: Caputh
Architekt: Konrad Wachsmann, Niesky



Projekt: Wiederaufbau Leibgeding

Bauherr: Familie Schele
Ort: St. Georgen
Architekt: Schneider Architekten, St. Georgen



Projekt: Strohhaus Liepe

Bauherr: Familie Fink/Hoffmann
Ort: Liepe
Architekt: Stroh Unlimited – Friederike Fuchs, Berlin

GESCHOSSWOHNUNGSBAU



Projekt: Wohn- und Geschäftshaus Esmarchstraße 3 „e3“

Bauherr: e3 Bau GbR
Ort: Berlin
Architekt: Kaden Klingbeil Architekten, Berlin

ÖFFENTLICHES BAUEN



Projekt: Neubau Sprachheilschule

Bauherr: LK Darmstadt
Ort: Griesheim
Architekt: Buxbaum Architekten, Darmstadt



Projekt: Neubau Apostelin-Junia-Kirche

Bauherr: Alt-Katholische Gemeinde
Ort: Augsburg
Architekt: lattkearchitekten, Augsburg



Projekt: Neubau Bürogebäude für die FNR

Bauherr: Land Mecklenburg-Vorpommern,
Betrieb für Bau und Liegenschaften (BBL M-V)
Ort: Gülzow
Architekt: matrix architekten, Rostock

Informationen zum Neubau der FNR finden sie in der Broschüre: „Neubau Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V.“ unter http://mediathek.fnr.de

NACHVERDICHTUNG



Projekt: Aufstockung Ford-Siedlung

Bauherr: LEG NRW
Ort: Köln
Architekt: Archplan, Münster

TEMPORÄRE BAUWERKE, MODULBAUWEISEN



Projekt: Gründer Cube

Bauherr: Verein Zukunft Hanse
Ort: Lübeck
Architekt: Mißfeldt Kraß Architekten, Lübeck



Projekt: BAUnatour

Bauherr: BMELV/FNR
Ort: deutschlandweite Dauerausstellung zum Bauen mit nachwachsenden Rohstoffen
Architekt: Palowski Architekten, Berlin

MISCHBAUWEISEN NEUBAU



Projekt: Neubau des Umweltbundesamtes in Dessau

Bauherr: Bundesrepublik Deutschland
Ort: Dessau
Architekt: sauerbruch hutton, Berlin

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.

Alle Unternehmen, die im Holzhausbau geschlossene Wandelemente produzieren, unterliegen einer Eigen- und 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. Eine vergleichbare Art der Qualitätsüberwachung ist im gesamten Bauwesen einmalig.

Als Bauherr sollte man darauf achten, dass die ausführende Firma über ein gesichertes Qualitätsmanagement verfügt, nachweislich 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 Brettlamellen 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

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, Juli 1997

Borsch-Laaks, R.: Effizienz-Tuning beim Heizwärmebedarf – An welchen Stellschrauben wird gedreht? In: die neue quadriga, Wolznach 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.: Urbanes Bauen – Chancen und Potentiale für die Stadt. Berlin 2013

Dehne, M. u. a.: Brandschutzkonzepte für mehrgeschossige Gebäude und Aufstockungen in Holzbauweise. INFORMATIONSDIENST HOLZ spezial, Bonn 2005

DIN Deutsches Institut für Normung e. V.: DIN EN 338 Bauholz für tragende Zwecke – Festigkeitsklassen. Deutsche Fassung EN 338:2009, Berlin 2010

DIN Deutsches Institut für Normung e. V.: Normenreihe DIN EN 1995, Eurocode 5: Bemessung und Konstruktion von Holzbauten. Berlin 2010

DIN Deutsches Institut für Normung e. V.: DIN 4074-1 Sortierung von Holz nach der Tragfähigkeit – Teil 1: Nadelschnittholz. Berlin 2012; DIN 4074-5 Sortierung von Holz nach der Tragfähigkeit – Teil 5 Sortierung von Holz nach der Tragfähigkeit – Teil 5: Laubschnittholz. Berlin 2008

DIN Deutsches Institut für Normung e. V.: DIN 4108-2 Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden – Teil 2: Mindestanforderungen an den Wärmeschutz. Berlin 2013

DIN Deutsches Institut für Normung e. V.: Wärmedämmstoffe für Gebäude – Werkmäßig hergestellte Produkte aus Holzwolle (WW) – Spezifikation. Deutsche Fassung EN 13168:2012, Berlin 2013

DIN Deutsches Institut für Normung e. V.: 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 13501-2:2007+A1:2009, Berlin 2010

DIN Deutsches Institut für Normung: DIN EN ISO 14040 Umweltmanagement – Ökobilanz – Grundsätze und Rahmenbedingungen (ISO 14040:2006). Deutsche und Englische Fassung EN ISO 14040:2006, Berlin 2009

DIN Deutsches Institut für Normung e. V.: DIN EN 14081-1 Holzbauwerke – Nach Festigkeit sortiertes Bauholz für tragende Zwecke mit rechteckigem Querschnitt – Teil 1: Allgemeine Anforderungen. Deutsche Fassung EN 14081-1:2005+A1:2011, Berlin 2011

DIN Deutsches Institut für Normung e. V.: DIN 20000-5 Anwendung von Bauprodukten in Bauwerken – Teil 5: Nach Festigkeit sortiertes Bauholz für tragende Zwecke mit rechteckigem Querschnitt. Berlin 2012

DIN Deutsches Institut für Normung e. V.: Normenreihe DIN 68800 Holzschutz. Berlin 2011

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

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

Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V. (Hrsg.): Bauen mit nachwachsenden Rohstoffen – Konstruktionsdarstellung im Modell. Gülzow 2012

Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V. (Hrsg.): Dämmstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen. Gülzow 2012

Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V. (Hrsg.): Strohgedämmte Gebäude. Gülzow 2013

Glos, P. u. a.: holzbau handbuch Holz als konstruktiver Baustoff. INFORMATIONSDIENST HOLZ, Bonn 2009

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

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

Holtz, F. u. a.: holzbau handbuch Schallschutz – Wände und Dächer. INFORMATIONSDIENST HOLZ, Bonn 2004

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 iBMB/MPA der TU Braunschweig sowie der VHT Heusenstamm; Stufe 1: Theoretische Grundlagenuntersuchungen; Stufe 2: Experimentelle Grundlagenuntersuchungen; Abschlussbericht Juli 2000

Hubweber, C.; Schmidt, D. u. a.: holzbau handbuch Holzrahmenbau. INFORMATIONSDIENST HOLZ, Bonn 2009

Hullmann, H.; Rautenstrauch, K.: holzbau handbuch Holzkonstruktionen in Mischbauweise. INFORMATIONSDIENST HOLZ, Bonn 2006

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

König, H.: Wege zum Gesunden Bauen. Staufen 1985/1998

Kolb, J.: Holzbau mit System. Basel, Zürich, München 2008/2010

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

Otto, F.; Ringeler, M. u. a.: holzbau handbuch Funktionsschichten und Anschlüsse für den Holzhausbau, INFORMATIONSDIENST HOLZ, Bonn/München 2004
Peters, M.; Scheer, C. u. a.: Holz Brandschutz Handbuch. Berlin 2009
Rüter, S.; Diederichs, S.: Ökobilanz-Basisdaten für Bauprodukte aus Holz. Hamburg 2012
Schwaner, K. (Hrsg.): Zukunft HOLZ – Statusbericht zum aktuellen Stand der Verwendung von Holz und Holzprodukten im Bauwesen und Evaluierung künftiger Entwicklungspotentiale. Biberach 2009
Seidel, A.; Mestek, P. u. a.: holzbau handbuch Bauen mit Brettsperrholz, INFORMATIONSDIENST HOLZ, Wuppertal 2010
Tichelmann, K.; Pfau, J.: Entwicklungswandel Wohnungsbau: Neue Konzepte in Trocken- und Leichtbauweise. Braunschweig/Wiesbaden 2000
Tichelmann, K.; Jakob, P.: Bäder und Feuchträume im Holzbau und Trockenbau. Merkblatt INFORMATIONSDIENST HOLZ, Bonn 2007
Wachsmann, K.: Der Holzhausbau – Technik und Gestaltung. 1930/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.; Kehl, D.; Schmidt, D.: holzbau handbuch Holzhäuser – Werthaltigkeit und Lebensdauer. INFORMATIONSDIENST HOLZ, Bonn 2008

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)
Briennerstraßen 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 interessierte Bauinteressenten und Baufachleute die verfügbaren bzw. aktuellen Veröffentlichungen aus den Schriftenreihen des **INFORMATIONSDIENST 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.

Informationen zum Neubau der FNR finden sie in der Broschüre: „Neubau Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V." unter http://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.nachwachsende-rohstoffe.de
www.fnr.de

Gedruckt auf 100 % Recyclingpapier
mit Farben auf Pflanzenölbasis

Bestell-Nr. 528
FNR 2013

FNR
Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V.