

ALTBAUSANIERUNG mit nachwachsenden Rohstoffen



NATURBAUSTOFFE

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Ernährung
und Landwirtschaft

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

IMPRESSUM

Herausgeber

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

✂ FNR_eV

▶ Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe (FNR)

📧 fnr_ev

in Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V. (FNR)

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

Text

Bernhard Kolb (Blok Verlag München)
Die Verantwortung für den Inhalt liegt allein bei dem Autor.

Redaktion

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

Bilder

Titel: Steffen Spitzner
Sofern nicht an Bild oder Zeichnung vermerkt: Bernhard Kolb

Gestaltung/Realisierung

Kern GmbH, Bexbach

Druck

Kern GmbH, Bexbach

Gedruckt auf 100% Recyclingpapier mit Farben auf Pflanzenölbasis

Bestell-Nr. 662
6., aktualisierte Auflage
FNR 2024

VORWORT

Liebe Leserinnen, liebe Leser,
bei Umbau und Sanierung von Altbauten können Bau- und Dämmmaterialien aus nachwachsenden Rohstoffen nachhaltig zur Aufwertung Ihrer Immobilie beitragen. Erfahrene Bauherren, Planer und Bauausführende schätzen die klimafreundlichen Naturbaustoffe nicht allein wegen ihrer bauphysikalischen Verträglichkeit mit den üblichen Baumaterialien. Holzkonstruktionen erfüllen alle gesetzlichen Anforderungen und sorgen mit ihren vielfältigen Gestaltungsmöglichkeiten für Komfort und Wohlfühl. Naturdämmstoffe senken überdies merklich die Heizkosten. Ein Altbau lässt sich so durchaus klimafreundlich gestalten, wenn die einmal errichtete Bausubstanz soweit wie möglich weitergenutzt, mit nachwachsenden Baustoffen ergänzt, gedämmt und am besten obendrein mit erneuerbaren Energien beheizt wird.

In dieser 6. aktualisierten Auflage der Broschüre „Altbau- sanierung mit nachwachsenden Rohstoffen“ entdecken Sie neben der bewährten Darstellung der Nutzungsmöglichkeiten natürlicher und wiederentdeckter Bau- und Dämmstoffe einige Neuigkeiten. Dazu gehört eine Auflistung der Anforderungen aus dem novellierten Gebäudeenergiegesetz (GEG) beim Umstieg auf das Heizen mit erneuerbaren Energien. Auch Fördermöglichkeiten für das Heizen mit „Erneuerbaren“ zeigen wir Ihnen auf.

Darüber hinaus können Sie sich über Wärmeschutzmaßnahmen an der Gebäudehülle informieren und sich mit der Kreislauffähigkeit und Stoffbilanz der Sanierung von Altbauten vertraut machen.

Sechs neue Anwendungsbeispiele für die Sanierung mit nachwachsenden Rohstoffen, Fotos und beschriftete Zeichnungen sowie übersichtliche Tabellenangaben komplettieren die Broschüre.

Ich wünsche Ihnen eine anregende Lektüre.



Dr.-Ing. Andreas Schütte
Geschäftsführer Fachagentur
Nachwachsende Rohstoffe e. V. (FNR)





INHALT

TEIL 1: VORBEREITUNG

1	Einführung	8
	Werterhaltung bei alten Häusern Wirtschaftliche Überlegungen Von der Wiege bis zur Bahre – wie kreislauffähig ist die heutige Bauwirtschaft? Typische Schäden an Bauteilen Gesundheitscheck Nachhaltigkeit Eigenleistung am Bau Auswahl und Einkauf von Baustoffen Auswahlkriterien Geprüfte Baustoffe	
2	Wärmedämmstoffe	19
	Flachmatten Hanfmatten Korkplatten Holzfaserdämmplatten Schafwoll-Dämmmatten Schilfrohrdämmplatten Baustrohballendämmung Zellulosedämmung (lose) Perlite-Schüttung Schaumglasplatten und Schüttung	
3	Wärmeschutz und Heizwärmebedarf	33
	Transmissionswärmeverluste Lüftungswärmeverluste Verbesserung des Wärmeschutzes GEG Wann muss ein Gebäude nach GEG saniert werden? Energieausweis Energiebedarfsausweis Energieverbrauchsausweis Energieeffizienzklasse eines Wohngebäudes Heizwärmebedarf Energieberater Förderprogramme	
4	Wärmeschutzmaßnahmen an der Gebäudehülle	38
	Außendämmung Kerndämmung Innendämmung Kellerdämmung Dämmung der obersten Geschossdecke Dachdämmung	
5	Gebäudetypologie	49



© Goethezimmer GmbH/H. Appleby



© Aleksandr Bryndev/Adobe Stock



© WEM Wandheizung

TEIL 2: AUSFÜHRUNG

6	Erdberührte Bauteile Trockenes Haus Erdberührte Böden	66
7	Außenwand und Fassade Außendämmung mit WDVS Außendämmung mit Vorhangfassade verputzt Außendämmung mit Vorhangfassade holzverschalt	79
8	Außenwand mit Innendämmung Innovative Innendämmsysteme Installationen bei Vorsatzschale aus plattenförmigen Dämmstoffen	92
9	Bauen mit Lehm und Kalk Lehm – ein wiedererdeckter Baustoff Lehmputze Lehm-Wandflächenheizung Wandanstrich mit Sumpfkalk	109
10	Bauen mit Holz Gebäude als Klimafaktor Holzbeschaffenheit Holzschäden Holzschutzmaßnahmen Holzeinschlag Holzsortierung	117
11	Holzfassaden Unterschiedliche Formen Resistenzklassen Konstruktionsdetails für Holzfassaden Oberflächenbehandlung Verfahren ohne Oberflächenbehandlung	125
12	Holzfenster Fenstersysteme Fensterkonstruktion Holzfenster aufarbeiten	130
13	Holzböden Holzauswahl Verlegearten Holzböden in alten Häusern Wärmeschutz, Schallschutz, Feuchteschutz Holzböden renovieren Oberflächenbeschichtung	136
14	Dach und Dachausbau Dachklima Dachausbau Dacheindeckung	145
15	Wissenswertes Anwendungsbeispiele zum Bauen mit nachwachsenden Rohstoffen	159
16	Anhang Literatur- und Quellenverzeichnis Adressen Danksagung	171
17	Weitere Informationen	174



TEIL 1: VORBEREITUNG



1 EINFÜHRUNG

„Es war Liebe auf den ersten Blick.“ So oder ähnlich begründen Hauskäufer gern ihre Entscheidung für ihr Traumhaus, und das, obwohl das Gebäude möglicherweise schon stark in die Jahre gekommen ist. Ein Stück Kulturgeschichte eben, vom Leben gezeichnet, nicht vergleichbar mit den Neubauten von der Stange, wie sie allerorts aus dem Boden schießen. Wobei nichts gegen den Neubau spricht. Man kann nach seinen eigenen Vorstellungen planen, und in den ersten Jahren lebt es sich dort in der Regel sorgenfrei, verschont von Modernisierungs- und Reparaturmaßnahmen.

Mit dem Erwerb eines alten Hauses verhält es sich dagegen wie beim Gebrauchtwagenkauf: Was Liebe auf den ersten Blick war, kann sich später als wahre Sparkasse entpuppen. Viel hängt davon ab, wie das Objekt in der Vergangenheit behandelt wurde. Wurde das Haus nur abgenutzt oder hat es über die Jahre kontinuierliche Pflege erfahren? Die Aufmerksamkeit, die einem Bauwerk gewidmet wurde, spiegelt sich immer in seinem Zustand wider.

Hat das Haus bereits stark an baulicher Qualität verloren bzw. genügt es den Anforderungen an zeitgemäßes Wohnen nicht mehr, muss es entsprechend umgebaut oder erneuert werden. Je nach Brisanz und Umfang der vorliegenden Mängel kann der bauliche Eingriff von kleinen Reparaturarbeiten bis zum Totalumbau reichen. Sind dabei tiefgreifende Baumängel oder auch Komfortmängel zu beseitigen, spricht man von einer Sanierung.

Sanieren heißt heilen. Will man die alte Bausubstanz nicht verfallen lassen, sondern erhalten, was erhaltenswert ist, muss mit Augenmaß saniert werden. Sofern die Bausubstanz im Kern intakt ist, genügen manchmal wenige Reparaturen oder kleine Umbauten, um vernachlässigte Räume oder Bauteile wieder nutzbar zu machen. Droht die Mängelliste umfangreicher zu werden, muss ein Bausachverständiger (Architekt) sich erst einmal einen Überblick über den Bauzustand verschaffen. Dann erst kann über das weitere Vorgehen entschieden werden.

Einfluss nehmen kann der Eigentümer, wo es um Ausrichtung der Bauweise, Einsatz der Gebäudetechnik und Auswahl der Baustoffe geht. Hier greifen die Profis gewohnheitsgemäß zu Standardlösungen. Das muss nicht immer der beste Weg sein. Nach unserer Auffassung passen z. B. zu einem alten Haus besser Baumaterialien, die nicht durch industrielle Prozesse bis zur Unkenntlichkeit verfälscht sind und nicht auch noch aus den entlegensten Teilen der Welt stammen. Heraus kommt sonst ein unpersönliches Bauwerk, das genauso gut in Island oder China stehen könnte, in einer historisch gewachsenen Baulandschaft aber wie ein Fremdkörper wirkt.



Nicht leicht unter ein Dach zu bringen: Zeitgemäßes Wohnen unter Wahrung der baugeschichtlichen Vorgaben mit Berücksichtigung notwendiger Energiesparmaßnahmen

Viele Altbauten, insbesondere ländliche Bauten, dokumentieren heute noch, wie der Mensch einst viel stärker in der Natur verwurzelt war. So stand auch die Behausung in engem Bezug zu ihren Bewohnern und Erbauern, aber auch zur Umgebung. Die natürlichen Baumaterialien, die man aus der unmittelbaren Umgebung bezog, gaben dem jeweiligen Haustyp seinen unverwechselbaren Charakter. Natur und Architektur standen im Einklang miteinander.

Ein Haus, das sich über die Jahre in seiner Bauweise bewährt hat und in seiner Grundsubstanz noch gesund ist, sollte deshalb möglichst in seinem ursprünglichen und

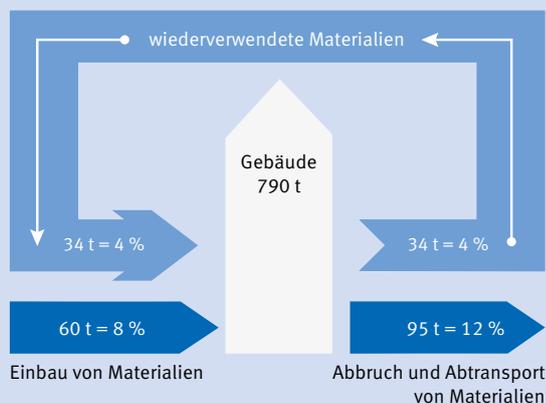
naturgemäßen Charakter erhalten bleiben. Für eine einfühlsame und werterhaltende Sanierung sind die sogenannten natürlichen Baustoffe eine gute Wahl. Damit werden jene Baustoffe bezeichnet, die aus der Natur stammen und keine aufwendigen Produktionsprozesse und Transportwege erfordern. Naturgemäß liegen sie dem Menschen näher und tragen zum Erhalt seiner Umwelt bei. Naturgemäßes Bauen und Gestalten beschränkt sich aber nicht auf die Auswahl der Baustoffe und Bauweisen, sondern bedeutet darüber hinaus auch:

- Rücksichtnahme auf die natürlichen Gegebenheiten der Landschaft, des Klimas und der Witterung,
- Vermeidung von Umweltbelastungen bei Rohbau- und Ausbaumaßnahmen, soweit technisch möglich,
- maßvolle Anwendung von Wärme-, Schall- und Feuchtigkeitsschutz,
- maßvolle Anwendung von Haushaltstechnologien,
- harmonische Raumgestaltung in Abstimmung von Licht, Farbe und Form,
- Vermeidung von Baustoffen und Bauweisen, die sich nachweislich schädlich auf die menschliche Gesundheit auswirken,
- Einsatz von Baustoffen und Bauweisen, die eine nachhaltige, kreislauffähige Bauwirtschaft ermöglichen.

STOFFBILANZ EINER ALTBAUSANIERUNG

Intakte Bauteile wie Ziegelmauerwerk, Dachgebälk, Heizkörper, Türen etc. blieb bei diesem Gebäude, einem Mehrfamilienhaus aus dem Jahre 1920, erhalten. Sogar die alten Dachziegel fanden nach Abbürsten und Reinigen wieder Verwendung. Innen wurde das Gebäude wärmetechnisch auf den neuesten Stand gebracht.

ALTE BAUSUBSTANZ ERHALTEN, RESSOURCEN SCHONEN, BAUABFÄLLE VERMEIDEN



Oft ist der Weg weit, bis ein altes Haus in neuem Glanz erstrahlt.

Werterhaltung bei alten Häusern

Abriss oder Sanierung? Jahrzehntlang war die Bauwirtschaft mit Abrissen schnell bei der Hand. Seit 1945 wurde durch Abriss mehr wertvolle Bausubstanz rücksichtslos vernichtet als im Zweiten Weltkrieg. Und heute? Jährlich fallen in Deutschland ca. 230 Millionen Tonnen Bauschutt an, was etwa 50% des gesamten Abfalls ausmacht.

In einem „Abrissmoratorium“ fordert der Bund Deutscher Architekten (BDA) deshalb:

- Nicht der Erhalt von Gebäudestrukturen ist erklärungsbedürftig, sondern ihr Abriss.
- Die Zerstörung und der Abtransport von brauchbarem Baumaterial ist nicht mehr zeitgemäß.
- An die Stelle von Abriss rücken Erhalt, Sanierung, Umbau und Weiterbauen im Bestand.
- Jeder Abriss bedarf einer Genehmigung unter der Maßgabe des Gemeinwohls, also der Prüfung der sozialen und ökologischen Umweltwirkungen.



Komplett aus nachwachsenden Rohstoffen erbaut: Wohnstallhaus der Jungsteinzeit ca. 3.500 v. Chr. (Rekonstruktion/UNESCO Welterbe)

Wirtschaftliche Überlegungen

Sie stehen beim Bauherrn, wenn es um die Sanierung alter Bausubstanz geht, meist ganz oben. Es gibt eine Grenze, wann ein Gebäude noch erhaltenswert ist. Diese Grenze zu ziehen, ist Aufgabe eines Bausachverständigen. Allein vom desolaten Aussehen eines Gebäudes sollte man sich aber nicht abschrecken lassen. Der schlechte Bauzustand kann auf eine lange Vernachlässigung zurückzuführen sein. Ist die Bausubstanz im Kern noch intakt, spart man sich im Vergleich zu einem Neubau schon einmal die Rohbaukosten. Und die Umwelt freut sich über weniger Abfälle.

Mit gutem Willen und Blick fürs Detail ist von der alten Bausubstanz häufig mehr brauchbar als auf den ersten Blick erkennbar. Hier lohnt es sich auf jeden Fall, sein Gebäude selbst genauer unter die Lupe zu nehmen. Denn so manches, was beim Handwerker im Eifer des Gefechtes ruckzuck im Abfallcontainer landet, kann durchaus noch erhaltenswert sein. Sich selbst ein genaues Bild vom Zustand des Hauses

zu machen, kann nie schaden und sollte nicht allein den Experten überlassen werden. Eine gezielte Bestandsaufnahme beginnt mit einem Rundgang ums Haus. Dabei wird der Gebäudezustand mit einer Bestands- und Mängelliste, am besten unter Zuhilfenahme einer Kamera, dokumentiert.

Von der Wiege bis zur Bahre – wie kreislauffähig ist die heutige Bauwirtschaft?

Laut einer UN-Studie ist der Bausektor bundesweit für rund 50% des Mülls verantwortlich. Mengen- und gewichtsmäßig den größten Anteil stellen dabei Mauerwerks- und Betonabfälle. An sich handelt es sich bei diesen „Abfällen“ um wertvolle Ressourcen, aus denen neue Baumaterialien entstehen könnten. In der Vergangenheit hat dies auch gut funktioniert: Bauschutt, der aus Gebäuden stammt, die vor den Sechzigerjahren des vorigen Jahrhunderts errichtet wurden, lässt sich trennen und recyceln. Seit dem Einzug der Kunststoffe im Bauwesen hat sich die Situation jedoch

radikal verändert: Der Abbruch eines Gebäudes mit all den Elektroleitungen, Kunststoffrohren, Dichtungsschäumen, aufgeklebten Dämmsystemen, Folien, kunststoff-modifizierten Mörteln und Putzen bildet undefinierbare Stoffgemische, die in Containern für sog. Baumischabfälle landen. Das sind Bauabfälle, bei denen eine sortenreine Trennung nicht möglich und bei denen eine Wiederverwertung ausgeschlossen ist.

Wie soll unter solchen Voraussetzungen eine kreislauffähige Bauwirtschaft nutzbringend funktionieren?

Wie tiefgreifend sich die Veränderungen selbst auf scheinbar Nebensächliches auswirken, sei an einem Beispiel erläutert: Für das Verarbeiten von Wärmedämmverbundsystemen sind Klebemörtel unverzichtbar. Sie kommen tonnenweise nicht nur zum Verkleben der Platten zum Einsatz, sondern auch als Haftschicht für den Oberputz. Beim Verarbeiten dieser „Mörtel“ passiert es schnell, dass auch Kleberspuren an der Arbeitskleidung zurückbleiben. Wie stark die Haftkraft solcher Kleber ist, zeigt sich selbst nach zig Waschmaschinengängen noch an den Restspuren in der Kleidung. Fatalerweise sind die Mikroplastik-Teilchen des „Mörtels“ mit der Wäsche noch nicht aus der Welt geschafft, im Gegenteil, sie finden sich im Abwasser wieder. Und ob sie sich dort jemals vollständig herausfiltern lassen, hängt ganz von der Leistungsfähigkeit hocheffizienter Reinigungssysteme ab.

Was auf die Klebemörtel zutrifft, gilt auch für die Mehrzahl aller Farben, Lacke, Schäume, Mörtel, Putze, Abdichtungsmittel, Isolierungen, Grundierungen etc.: Trennbarkeit und Recycling der kontaminierten Verbundstoffe nach Stand der Technik nicht möglich. Und weil solche Stoffe nicht oder nur schlecht verrotten, belasten sie die Umwelt auf Jahrzehnte, wenn nicht Jahrhunderte hinaus. Hier setzen die Naturbaustoffe an: Sie entstammen der Natur und sie lassen sich am Ende der Nutzungsphase wieder an die Natur zurückgeben – ohne Altlasten zu verursachen. Weitere Vorteile: Sie weisen meist die bessere CO₂-Bilanz auf und sie wachsen nach, die Verfügbarkeit an Ressourcen ist nachhaltig regelbar. Dennoch gilt auch hier: Nachwachsende Rohstoffe stehen nicht unbegrenzt zur Verfügung. Beim Bauen mit diesen Ressourcen muss gleichermaßen sparsam und sorgsam umgegangen werden. Ebenso ist auf stoffliche Reinheit zu achten, um Baumaterialien sortenrein trennbar und damit recyclingfähig und wiederverwendbar zu halten. Nur so lassen sich Stoffkreisläufe künftig nutzbringend schließen. Die Broschüre „Altbausanierung mit Nachwachsenden Rohstoffen“ versucht, hier Antworten zu finden.



Container mit Baumischabfällen

Typische Schäden an Bauteilen

Es folgt eine Mängelliste mit Detailpunkten, auf die bei einer Bauwerksbegehung geachtet werden sollte. Nicht eingegangen wird hier auf den Zustand des Tragwerks. Dafür ist ausschließlich der Fachmann zuständig.

Außenwände

- Risse und undichte Fugen, durch die Wasser dringen kann
- Risse in tragenden Teilen
- Rostende Stahlträger, Risse oder Betonabplatzungen vorwiegend bei Loggien und Balkonen
- Betonabplatzungen an Sichtbetonflächen und rostende Stahleinlagen
- Feuchte Kellerwände bei fehlender Abdichtung nach außen
- Aufsteigende Feuchtigkeit durch fehlende Horizontalabdichtung der Wände
- Ungenügender Wärmeschutz der Außenwände
- Kondensatprobleme innen durch in die Außenwand einbindende Bauteile und an Gebäudeecken
- Wärmebrücken durch zu dünne Fensterbrüstungen

Innenwände

- Zu dünne Innenwände aus Bauplatten bzw. dünne, tragende Holz- oder Stahlfachwerkwände mit Ziegelausmauerung
- Mangelhafter Schall- und Wärmeschutz durch dünne Wohnungstrennwände
- Mangelhafter Brandschutz durch dünne Treppenhauswände
- Schadhafte Wandputz mit Ablösung größerer Putzflächen

Außenwandbekleidung

- Gerissener oder hohl liegender Wandputz, Abplatzungen im Sockelbereich durch Feuchtigkeit und Schlagregen
- Beschädigte, gerissene und abplatzende Stuckteile
- Schadhafte Abdeckungen von vorstehenden Teilen
- Ausgewaschene, aussandende Fugen von Ziegel-Sichtmauerwerk



Schadhafte Putzoberfläche

- Schadhafte vorgehängte Plattenbekleidungen mit unzureichender Unterkonstruktion, Verankerung und Wärmedämmung
- Schlechte Wärmedämm-Putzsysteme mit Ablösungen und Rissbildung

Fenster und Außentüren

- Verfaulte Holzteile an Fensterflügeln und Fensterblendrahmen
- Undichte, verzogene Holzfensterrahmen infolge unzureichender Beschichtung
- Anstrichsysteme erneuerungsbedürftig
- Schadhafte Fensterbeschläge und Schließteile
- Schadhafte Rollläden und Klappläden, Fensterbankabdeckungen
- Fenstersysteme mit unzureichendem Wärme- und Schallschutz
- Undichte, verzogene Außentüren mit Defekten an Beschlägen/Schloss
- Ungedämmte Metallfensterrahmen mit Kondensatproblemen innen
- Versprödete Abdichtungen, dadurch Zugluft aufgrund von mangelhaftem Andruck von Fenster- und Türflügeln

Dach

- Unterdimensionierte Dachstühle mit gelösten Holzverbindungen
- Schädlingbefall durch Hausbock an freiliegenden Holzteilen
- Erodierte Balkenköpfe in ungedämmten Außenwänden
- Morsche Dachgesimse unter auskragenden Dachüberständen
- Schadhafte Dachdeckung, fehlende Unterspannbahn unter der Deckung
- Fehlende oder ungenügende Wärmedämmung der Decken im Dachraum und der Dachflächen gegen Außenluft
- Baufällige Kaminköpfe über Dach, Versottung der Kaminzüge



Geschädigtes Dach



Unausgebauter Dachbodenbereich

- Schadhafte Dachaufbauten wie Gauben, Ziergiebel ohne Dämmung
- Unbrauchbarer Verputz unter schrägen Dachflächen
- Schadhafte Dachrinnen, Fallrohre und Dachanschlüsse

Geschosdecken

- Unterdimensionierte, durchgebogene Holzbalkendecken
- Abgefaulte Holzbalkenköpfe am Auflager im Mauerwerk
- Gering dimensionierte Stahlträger/Betondecken oder Stahlbetondecken
- Abplatzungen bei Betondecken, vorwiegend im Kellerbereich
- Schadhafte Spalierlatten-Deckenputz mit größeren Ablösungen
- Schwammbefall am Holz der Decken bei eindringender Feuchtigkeit
- Durchrostende Stahlträger der Kappendecken im Keller
- Wärmebrücken an auskragenden Betonplatten (Balkonen) mit Kondensatanfall
- Auffrierende Fliesen- und Plattenbeläge auf Balkonen und Loggien

Fußböden, Innentüren

- Durchgetretene Holzdielen mit großer Fugenbreite
- Schadhafte Holzfußleisten
- Schadhafte Verbundestriche auf Massivdecken mit Rissen und Löchern
- Schadhafte Fliesen-, Platten- und Linoleum- bzw. Teppichbeläge
- Mangelhafter Trittschallschutz durch Verbundestriche
- Durchfeuchtetes, schadhaftes Ziegelpflaster des Kellerbodens
- Verzogene, undichte Füllungstüren mit Defekten an Beschlägen/Schloss

Geschosstreppen

- Durchgetretene, an der Vorderkante abgenutzte Holztreppenstufen
- Angefaulte Treppenteile infolge eingedrungener Feuchtigkeit
- Schadhafte und fehlende Teile von Holztreppengeländern
- Befall der Holzteile durch tierische oder pflanzliche Schädlinge
- Mangelhafter Brandschutz durch fehlenden unterseitigen Verputz bei Holztreppen
- Mangelhafter Brand- und Schallschutz durch verglaste Wohnungseingänge
- Schadhafte Platten- und Kunststeinbeläge auf Massivtreppenstufen
- Zu große Stababstände an Treppengeländern

Sanitärinstallation

- Unbrauchbare oder schadhafte Wasser- und Entwässerungsleitungen
- Verstopfte Abwasser-Grundleitungen im Kellerboden
- Unterdimensionierter Wasser- und Kanalanschluss
- Unbrauchbare oder erneuerungsbedürftige Einrichtungsgegenstände für Bad, WC und Küche
- Fehlende Warmwasserbereitung für Badezimmer

Heizung

- Einzelofenheizung an zahlreichen Kaminzügen für Kohle, Öl und Gas
- Unterdimensionierte Hausanschlüsse für Gas
- Überdimensionierte, gemauerte Kaminzüge mit Versotungsgefahr
- Zentralheizungen mit erneuerungsbedürftigen Wärmeerzeugern und Heizflächen
- Heiz-Rohrleitungen überdimensioniert für Schwerkraftheizung
- Fehlende zeitgemäße Regeleinrichtungen für die Heizanlagen

Elektroinstallation

- Unbrauchbare oder erneuerungsbedürftige Elektroleitungen, Dosen, Schalter und Brennstellen
- Unbrauchbare oder erneuerungsbedürftige Absicherungen, Verteilungen und Unterverteilungen
- Unterdimensionierter Elektrohausanschluss

Quelle: Ministerium für Stadtentwicklung, Wohnen und Verkehr NRW

Der Gebäudecheck dient vor allem dazu, Bauschäden und Mängel so detailliert wie möglich zu erheben. Anhand der Liste kann eine Kostenaufstellung sowie ein Zeitplan für den Arbeitsablauf erarbeitet werden. Sowohl bei den Kosten als auch bei der Zeit sollte man zusätzlich einen Puffer einplanen, denn mit Unvorhergesehenem ist bei jeder Altbausanierung zu rechnen.



Schimmelbefall im Wohnbereich

Gesundheitscheck

Viele Menschen leiden heute an Allergien. Die Ursachen sind häufig im häuslichen Umfeld zu finden: Wohngifte, Elektromog, PCP, PCB, Formaldehyd, Lösemittel, Schimmel, krank machender Lärm. Die Debatte um gesundes Bauen und Wohnen wird seit Jahrzehnten geführt. Aus gutem Grund: Inzwischen hat jeder vierte Deutsche ein geschädigtes Immun-, Nerven- oder Hormonsystem, jeder dritte ist Allergiker. Viele der sensibilisierten Menschen reagieren besonders empfindlich auf Schadstoffe in Wohnräumen.

Wie aber lassen sich Krankheitsauslöser aus dem Wohnumfeld erkennen? Hier wird ein komplexes Thema berührt, das viele Fachgebiete von der Architektur über die Baubiologie, die Physik und Chemie bis hin zur Medizin umfasst. Indizien für krank machende Faktoren sind vom Laien meist nicht zu erkennen, bestenfalls stützen sie sich auf Vermutungen. Um gezielt Auslöser gesundheitlicher Probleme aufzudecken, bedarf es geschulter Bausachverständiger und Innenraumanalytiker bzw. Innenraumhygieniker. Sie nehmen Raumluft- und Materialproben und führen Messungen durch. Krank machende Schadstoffe im Haus können vielerlei Ursachen haben, die Palette reicht von Gerüchen aus chemischen Verbindungen über Stäube bis zu biologischen und physikalischen Faktoren wie z.B. Elektromog. Im Rahmen einer Innenraumbegehung werden zunächst die Verdachtsmomente zusammengetragen und eine Untersuchungsstrategie erarbeitet. Nach der Innenraumanalyse mit anerkannten Untersuchungsmethoden weiß der Bewohner genau, welche Schadfaktoren sich in seinen vier Wänden verbergen. Mit diesem Gutachten hilft der Innenraumanalytiker dem Bausachverständigen bei der Festlegung der Sanierungsmaßnahmen. Und für den Erkrankten kann der Wohnmediziner dann weitere Schritte zur richtigen Behandlungsmethode wählen und wirksame Rezepte verordnen.

Bei der Begehung einer zu erwerbenden Immobilie kann der aufmerksame Betrachter möglicherweise schon anhand von auffälligen Spuren erste Indizien für Schadstoffbelastungen finden. Anzeichen, dass eine „Kontamination“ der Wohnung mit Schadstoffen vorliegt oder Baumängel zu gesundheitlichen Beeinträchtigungen führen, lassen sich manchmal

schon mit bloßem Auge oder mit der Nase erkennen. Phänomene, die nichts Gutes erahnen lassen, sind – ohne Anspruch auf Vollständigkeit – in der folgenden Tabelle dargestellt:

INNENRAUMCHECK

Relative Luftfeuchtigkeit über 70 %

„chemischer“ Geruch

„muffiger“ Geruch

kalte, zugige Räume

trockene, staubige Luft, relative Luftfeuchtigkeit unter 45 %

beschlagnete Fenster

feuchte Stellen an Boden/Wand/Decke

Schimmelpilzbefall an Boden/Wand/Decke

Schimmelpilzbefall hinter Möbeln, Verkleidungen, Fußleisten etc.

Schwarzstaubablagerungen (Fogging)

Totalelektrifizierung im Haushalt

versiegelte Oberflächen durch dichte Beschichtungen

elektrostatische Aufladung

Nachhaltigkeit

Eine Sanierung sollte nicht nur dazu dienen, ein Gebäude in seinen Bau- und Wohnfunktionen wieder instand zu setzen, sondern auch dazu, es zukunftsfähig zu gestalten. Mit vorausschauender Planung und einer hohen Qualität der Bauausführung wird die Lebensdauer des Gebäudes für einen langen Zeitraum gesichert, sodass in absehbarer Zeit keine Veränderungen am Bauwerk mehr notwendig sind. Zum anderen muss sich eine Gebäudemodernisierung auf eine an Ressourcen immer knapper werdende Welt einstellen. Eine nachhaltige Modernisierung beinhaltet daher auch immer eine Minimierung des Energiebedarfes, zum einen durch Verbesserung des Wärmeschutzes, zum anderen durch Einsatz effizienter Energieerzeuger. Eine zukunftsfähige Altbausanierung und -modernisierung hat also ein ganzes Bündel von Maßnahmen zu berücksichtigen:

- rohstoff- und flächensparendes Bauen,
- Verwendung möglichst schadstofffreier bzw. -armer Materialien,
- Einsatz von möglichst naturnahen Baustoffen,
- Einsatz von nachwachsenden und recyclingfähigen Rohstoffen,
- Minimierung des Energiehaushaltes mit dem Ziel einer möglichst weitgehenden Unabhängigkeit von fossilen Ressourcen und
- Senkung des CO₂-Ausstoßes durch Einsatz von nachwachsenden und erneuerbaren Energien



Sanierter Fachwerkbau

Eigenleistung am Bau

Haben Sie sich selbst schon einmal einen Überblick über fällige Baumaßnahmen verschafft und Kostenangebote eingeholt? Dann kam Ihnen angesichts der Baupreise vielleicht der Gedanke, die eine oder andere Arbeit selbst in die Hand zu nehmen. Selber bauen ist keine Zauberei. Wer z. B. schon einmal Malerarbeiten mit Erfolg hinter sich gebracht hat, kann sich auch an das Verlegen von Bodenbelägen wagen. Als nächster Schritt ist vielleicht die Dachdämmung dran. Falls es kniffliger werden sollte: Anleitungen und Hilfen finden Selbsterbauer heute zur Genüge im Internet. Kurse in Baumärkten und Volkshochschulen geben Tipps und machen aus dem blutigen Laien im Handumdrehen einen Beinahe-Profi – aber eben nur beinahe! Gerade Altbausanierung ist kein Freizeitspaß, selbst wenn die Baumarktwerbung etwas anderes verspricht. Je älter das Gebäude, desto mehr sind Baukenntnisse, Bau Erfahrung und handwerkliches Können erforderlich.

Deshalb gilt auch für die vorliegende Broschüre: Sie kann Alternativen zu baumarktüblichen Produkten und Baukonstruktionen aufzeigen. Beim entscheidenden Schritt, der Anwendung vor Ort, dienen solche Handreichungen nur als Vorabinformation. Um die notwendigen Bauschritte richtig anzuwenden, müssen sie auf die jeweilige Bausituation abgestimmt werden.

Gut angelegt ist dagegen jenes Honorar, das der Selbsterbauer für einen Bausachverständigen ausgibt, der zwischendurch das Werk inspiziert. So verschafft man sich Gewissheit und ist vor (für den Experten vorhersehbaren) bösen Überraschungen gefeit.

Sich selbst beim Bau einzubringen, seine eigenen Fähigkeiten und Grenzen kennenzulernen, kann eine heilsame Selbsterfahrung sein. Man spart sich teure Selbstfindungskurse und nebenbei auch noch das Fitnessstudio. Ist eine Bausanierung schließlich erfolgreich abgeschlossen, kann der Selbsterbauer die Früchte seiner Arbeit genießen. Und wer das Haus oder die Wohnung auch selbst bewohnt, hat ein Leben lang vor Augen, was er einmal geleistet hat.

Man sollte sich aber auch nicht zu viel zumuten. Wer mitten im Berufsleben steht und Familie hat, überlässt die wesentlichen Bauarbeiten besser Fachfirmen. Im Übrigen gilt: Auch kleinere Nebenarbeiten helfen Kosten und Zeit sparen, wie z. B. Baustelle säubern, Bauschutt wegschaffen, Material besorgen. Gerade Letzteres kann eine sinnvolle Unterstützung für den Handwerker sein, insbesondere wenn es sich um Naturbaustoffe handelt, die im üblichen Baumarktsortiment fehlen.

Auswahl und Einkauf von Baustoffen

Zu den wichtigsten Vorbereitungen eines anstehenden Gewerkes gehört die sorgfältige Auswahl der Baustoffe. Dazu ist es hilfreich, eine Materialliste für Menge und Art der Baustoffe aufzustellen. Das ist auch der Zeitpunkt, sich zu überlegen, welche Alternativen zu den konventionellen Baustoffen infrage kommen. Sowohl in den Baumärkten als auch beim Baustoffhändler sind Naturbaustoffe nur in begrenztem Umfang vorrätig oder müssen bestellt werden. Eher wird man schon bei auf Naturbaustoffe spezialisierten Baustoffhändlern oder auch im Internet fündig. Auf jeden Fall sollte man hier vorausschauend planen. Es empfiehlt sich, bei größeren Abnahmemengen von mehreren Händlern Angebote einzuholen. Durch Preisvergleiche lässt sich dann der eine oder andere Euro sparen. Von vornherein sollte man auch fragen, was mit Restmengen geschieht, die nicht mehr verbaut werden. Wohlwollende Händler nehmen diese zurück. Bleibt man stattdessen auf Resten sitzen, müssen diese entsorgt werden – was weder kostenmäßig noch ökologisch Sinn macht.

Noch ein Wort zu Baumärkten: Das entspannte Schlendern durch die Baumärkte gehört zu meinen liebsten Freizeitvergnügen. Dort findet sich auch immer Brauchbares, was irgendwann einmal verbaut werden könnte. Das Angebot ist riesig, und manchmal ist man schier überfordert – vor allem angesichts der vielen Chemie, die für zeitgemäßes Bauen notwendig scheint. Hier kann sich jeder komplett zum unerbittlichen Kampf gegen Insekten, Rost, Frost, Schimmel- und Feuchteschäden etc. ausrüsten. In jedem gut sortierten Baumarkt finden sich auch die Imprägnier-, Dicht-, Sperr- und Lösemittel, die Härter und Weichmacher, das ganze Arsenal an Bauchemie. Um hier den Überblick zu behalten,

wäre vermutlich ein komplettes Fachstudium nötig. Auffallend ist, dass so manches Mittelchen, das früher offen im Regal stand, inzwischen in Vitrinen gesperrt werden muss – Bauschäume zum Beispiel. Offensichtlich sind sie nicht ganz so harmlos, wie die sehr klein gedruckten Gefahrstoffhinweise vermuten lassen.

Auswahlkriterien

Altbauten unterscheiden sich in Material und Konstruktion in der Regel von heutigen Neubauten. Ihre Herstellung wurde geprägt durch Baustoffe und Techniken, die aus dem modernen Bauen zum Teil verschwunden sind. Es wurden hauptsächlich lokal verfügbare Materialien vegetativen und mineralischen Ursprungs verwendet, wie z. B. Naturstein, Lehm, Ziegel, Kalk, Holz, Stroh und Reet.

Die positiven Eigenschaften dieser Baustoffe, z. B. weitgehende Schadstofffreiheit, Hygroskopizität, keine elektrostatische Aufladung der Oberfläche sowie Diffusionsfähigkeit, tragen zu einer in der Regel hohen baubiologischen Qualität bei.

Im Baugewerbe stand in den letzten Jahrzehnten die Entwicklung neuer Baustoffe, Konstruktionsprinzipien und Fertigungsmethoden im Vordergrund. Statt handwerklicher Qualität waren rationelle Fertigung, preisgünstige und „pflegeleichte“ Stoffe gefragt. Bewertung und Prüfung im Rahmen bauaufsichtlicher Zulassungsverfahren beziehen sich noch immer auf die bautechnischen und bauphysikalischen Kriterien. Tests zu gesundheitlichen Auswirkungen der neuen Stoffe fanden lange Zeit nur nach aufgetretenen Schädigungen statt. Bis die Stoffe, die Erkrankungen auslösen, erkannt werden, können aber Jahrzehnte vergehen. So sind Jahrzehnte vergangen, bis schwer gesundheitsschädigende Stoffe wie Asbest oder PCP endlich vom Markt verschwanden. Aber noch sind gefährliche Stoffe vielfach verbaut. Sie müssen meist unter großem Aufwand aus Bauwerken entfernt werden. Schon für die Bauplanung gilt deshalb die Devise, gefährliche Stoffe von vornherein zu vermeiden.

Zur Beschaffung unbedenklicher Baustoffe folgen deshalb hier ein paar Anregungen:

- nachwachsende und natürliche Rohstoffe aus der Region bevorzugen (kurze Lieferwege belasten die Umwelt zudem weniger),
- einfach verarbeitete Materialien auswählen (keine Verbundstoffe),
- evtl. gebrauchte Bauteile wieder aufbereiten,
- nach anerkannten Baulabels geprüfte Materialien bevorzugen.



© Kzenoni/Adobe-Stock



© Blue Planet Studio/Adobe Stock

„Umweltzeichen Kompakt – geprüfte Baustoffe“ – Gütezeichen für Produkte mit nachwachsenden Rohstoffen, zusammengestellt vom IÖW im Auftrag der FNR

Geprüfte Baustoffe

Um Auswahlkriterien zur Umwelt- und Gesundheitsverträglichkeit von Baustoffen anzubieten, haben sich Einrichtungen und Institute etabliert, die anhand von Richtlinien Baustoffe überprüfen und zertifizieren. Dutzende von Labels und Prüfzeichen werben inzwischen um den Verbraucher, Planer und Verarbeiter. Selbst für den Kundigen dürfte es kaum noch möglich sein, hier den vollständigen Überblick zu behalten.

Was sollte der Verbraucher von einem zertifizierten Baustoff erwarten können? Im Idealfall zeichnet sich ein Bauprodukt durch vorteilhafte Eigenschaften in Bezug auf Umwelt, Gesundheit und Nachhaltigkeit aus. Eine seriöse Produktbeurteilung schließt somit folgende Kriterien mit ein:

- Verfügbarkeit der Rohstoffe,
- Umweltbelastungen während Produktion und Abbau der Ressourcen,
- Umweltbelastungen/Energiebedarf/Transport/Fabrikation,
- Umwelt- und Gesundheitsbelastungen während des Einbaus,
- Belastungen während der Nutzungsdauer und auch bei späterem Rückbau/Entsorgung, – Recyclingfähigkeit/Wiederverwendung.

Eine umfassende Emissionsprüfung sollte, wie bei einer Volldeklaration der Inhaltsstoffe, ebenso Hinweise auf eventuelle natürliche Allergene offenlegen. Einen Überblick glaubwürdiger Gütezeichen für Bauprodukte bieten unter anderem die APUG-Studie des Ministeriums für Umwelt-, Naturschutz und Verkehr des Landes Nordrhein-Westfalen. Hilfreich sind in diesem Zusammenhang auch die Publikationen zum gesunden Wohnen, insbesondere was die Themen Modernisierung von Häusern und Wohnungen betrifft. (www.umwelt-und-gesundheit.nrw.de/apug-nrw/publikationen)

Nicht nur Verbraucher, auch Planer, Handwerker und Baustoffhändler haben ein berechtigtes Interesse daran, bei der Beschaffung von Baustoffen auf Produkte zurückzugreifen, die nach anerkannten wissenschaftlichen Kriterien hinsichtlich Umwelt- und Gesundheitsverträglichkeit sowie Gebrauchstauglichkeit geprüft und zertifiziert sind.

Stellvertretend für die Vielzahl von Prüfzeichen wird nachfolgend eine kleine Auswahl an bekannten Zeichen, Siegeln und Prüfinstituten vorgestellt.

natureplus

Die Hauptaufgabe des Vereins *natureplus* besteht darin, die Öffentlichkeit bezüglich des Verbraucher- und Umweltschutzes im Bauwesen zu informieren. Eine konkrete Orientierungshilfe bei der ökologischen Auswahl von Baustoffen wird dem Verbraucher und Bauprofi mit der Vergabe des *natureplus* Umweltzeichens geboten. Dieses Label zeichnet einen Baustoff nach fairen und unabhängigen Kriterien in seiner ganzheitlichen ökologischen Qualität aus, erfasst über den gesamten Lebenslauf von der Wiege bis zur Bahre. In der vorliegenden Broschüre wird gesondert auf Baustoffe mit diesem Label hingewiesen.

Gelistet sind *natureplus*-zertifizierte Baustoffe auf der Internetseite www.natureplus.de. Leider wird dem Verbraucher oft detektivischer Spürsinn abverlangt, wenn es darum geht, im Sortiment großer Hersteller herauszufinden, welche *natureplus*-Artikel sie vertreiben. Es scheint, solche Artikel werden schamhaft versteckt, um die sonstige Produktpalette nicht zu diskreditieren. Langer Atem kann zusätzlich erforderlich sein, um die zertifizierten Produkte dann tatsächlich über einen Baustoffhändler geliefert zu bekommen.

FSC

Das FSC-Zertifikat ist ein Zertifikat, das vom Weltforstrat FSC (Forest Stewardship Council) vergeben wird. Im FSC-Modell gibt es zwei unterschiedliche Zertifizierungsmodelle: Waldzertifikate und Produktkettenzertifikate. Produktkettenzertifikate erhalten Hersteller von FSC-zertifizierten Holz- und Papierprodukten. Damit auf dem Endprodukt das FSC-Zeichen erscheinen darf, müssen alle Stationen der Produktseite, beim Forstbetrieb beginnend bis zum letzten Verarbeitungsschritt, nach FSC-Standards zertifiziert sein. Von FSC akkreditierte Zertifizierungsfirmen stellen regelmäßig sicher, dass alle zertifizierten Betriebe die Anforderungen der entsprechenden FSC-Standards erfüllen. Das Label hat jedoch keine Aussagekraft über die Schadstoffbelastung oder Wohngesundheit des fertigen Produkts.

www.fsc-produkte.de

Blauer Engel

Der *Blaue Engel* ist seit über 40 Jahren das Umweltzeichen der Bundesregierung. Mit dem Blauen Engel wird garantiert, dass ein Produkt die Umwelt und das Klima weniger belastet und dabei hohe Ansprüche zum Schutz der Gesundheit erfüllt – und dies bei gleicher Gebrauchstauglichkeit und Qualität. Eine gute Vorab-Orientierung bietet der Blaue Engel z. B. bei der Auswahl emissionsarmer Farben, Kleber, Dichtstoffe und Bodenbeläge. www.blauer-engel.de

Baubook

Unter der österreichischen Internetadresse www.baubook.at findet der Anwender eine umfassende Datenbank für nach Umwelt- und Gesundheitskriterien bewerteten Baustoffen. Die große Mehrzahl der aufgelisteten Baustoffe ist auch in Deutschland erhältlich. Soweit Herstellerinformationen verfügbar sind, enthalten die Produkt-Steckbriefe konkrete Angaben zu umwelt- und gesundheitsgefährdenden Inhaltsstoffen. Die Seiten werden fortlaufend aktualisiert, so sind auch Prüfzeichen (z. B. *natureplus*-Siegel) im Steckbrief zum jeweiligen Produkt aufgelistet. Eine Bewertung nach Ökobilanzkriterien wie Energieaufwand, CO₂-Emissionen und Versauerungspotenzial wird ebenfalls durchgeführt. Des Weiteren bietet die Plattform einen umfangreichen Bauteilkatalog, der es erlaubt, gängige Baukonstruktionen nach Ökobilanzkriterien zu beurteilen.

PEFC

PEFC (Programme for the Endorsement of Forest Certification Schemes) wurde ursprünglich als europäisches System gegründet und ist heute eine globale Organisation mit dem Ziel einer weltweit nachhaltigen Forstwirtschaft. Mit über acht Millionen Hektar Waldfläche – das sind rund drei Viertel der deutschen Wälder – ist PEFC die größte unabhängige Institution, um eine umfassende Nachhaltigkeit in den Wäldern sicherzustellen. Gesundheitliche Kriterien für Holzprodukte spielen bei der Vergabe dieses Gütezeichens keine Rolle. www.pefc.de

QNG-Siegel

Das „Qualitätssiegel Nachhaltiges Gebäude“ ist ein Qualitätssiegel des Bundesministeriums für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen für Gebäude. Voraussetzung für die Vergabe des Siegels ist ein Nachweis der Erfüllung allgemeiner und besonderer Anforderungen an die ökologische, soziokulturelle und ökonomische Qualität von Gebäuden. Die Erfüllung der Anforderungen ist durch eine unabhängige Prüfung nach Baufertigstellung anhand der abgeschlossenen Planungs- und Bauprozesse und auf Grundlage der Überprüfung ausgewählter realisierter Qualitäten nachzuweisen. Das Qualitätssiegel wird in den Anforderungsniveaus „PLUS“ und „PREMIUM“ verliehen. www.nachhaltigesbauen.de

2 WÄRMEDÄMMSTOFFE

Ohne schwerpunktmäßig auf eine Verbesserung des Wärmeschutzes einzugehen, ist eine Gebäudesanierung heute unter nachhaltigen Gesichtspunkten nicht mehr denkbar vertretbar. Die Kunst, dabei Bauwerksschutz und Wärmeschutz bestmöglich in Einklang zu bringen, stellt eine Herausforderung für den Bauherren, Planer und Ausführenden dar. Will man bei der Materialwahl auch dem Klimaschutz Rechnung tragen, sind zukunftsfähige Lösungen weg von erdölbasierten hin zu regenerativen Rohstoffen und Energieträgern gefragt. Gerade bei den Wärmedämmstoffen kommt jenen Materialien wachsende Bedeutung zu, die sich möglichst klimaneutral erzeugen lassen und dennoch eine vergleichbar gute Dämmwirkung erzielen. Holz, Kork oder Schilfrohr haben sich schon seit Längerem als Dämmstoffe bewährt, in jüngerer Zeit sind weitere Materialien hinzugekommen, beispielsweise Stroh, Hanf, Flachs, Wolle oder Gras.

Die Herstellung dieser Dämmstoffe verbraucht in der Regel weniger Energie als die von Glas- und Steinwolle oder Polystyrol. Die meisten Naturdämmstoffe stammen aus heimischer Land- und Forstwirtschaft oder können künftig hierzulande erzeugt werden, wenn die Nachfrage zunimmt. Das bedeutet kurze Wege, weniger Import-Abhängigkeit und neue Chancen für den ländlichen Raum.



Außenwanddämmung: Korkeinschüttung mit Holzwolle-Dämmplatten auf Unterkonstruktion

Anwendung

Bei richtiger Anwendung leisten Dämmstoffe einen wichtigen Beitrag zu einem thermisch und hygienisch einwandfreien Wohnklima. Eine schlecht gedämmte oder ungedämmte Außenwand strahlt nach innen Kälte ab, eine gut gedämmte speichert die Raumwärme und gibt sie als Strahlungswärme ab. So wird eine ausgeglichene Wärmeverteilung im Raum erreicht. Aus bauphysikalischer Sicht verringern warme Oberflächen das Risiko von Kondensatproblemen. Sie helfen, Feuchteschäden bzw. Schimmelbefall zu vermeiden. Denn sinkt raumseits die Oberflächentemperatur von Außenwänden zu weit ab, kann sich Feuchtigkeit niederschlagen. Warme Wände garantieren damit auch trockene Wände.

Schutz gegen Kälte und Hitze

Der Einsatz von Dämmstoffen schützt im Winter vor Kälte und im Sommer vor Hitze. Kennzeichen für die Dämmleistung eines Baustoffes ist die Wärmeleitfähigkeit λ . Hier schneiden leichte Dämmstoffe mit geringer Rohdichte und einem hohen Maß an Lufteinschlüssen am besten ab. Zum sommerlichen Hitzeschutz können solche Dämmstoffe aber eher in geringem Maße beitragen. Aufgrund des Klimawandels spielen heute Dämmstoffe, die auch vor Hitze schützen, in unseren Breiten mit immer heißeren Sommern eine zunehmend wichtige Rolle.

Maß für den sommerlichen Wärmeschutz ist die sogenannte Phasenverschiebung. Diese bezeichnet den Zeitraum zwischen dem Auftreten der höchsten Temperatur auf der Außenoberfläche eines Bauteils und dem Erreichen der höchsten Temperatur auf der Innenseite. Das Durchwandern der Wärme durch das Bauteil benötigt Zeit, je länger dies dauert, desto besser der sommerliche Hitzeschutz. Die Phasenverschiebung wird mit der Wärmespeicherzahl angegeben. Dabei gilt als Faustregel: Je höher die Rohdichte, desto länger die Phasenverschiebung und desto höher die Wärmespeicherzahl. Dämmstoffe auf Basis nachwachsender Rohstoffe wie z.B. Kork-, Schilf-, Hanf- oder Holzfaserdämmplatten haben eine höhere Dichte und Wärmespeicherkapazität, sie bieten damit einen besseren sommerlichen Hitzeschutz. Auch das Feuchteverhalten von Naturfaserdämmstoffen ist als überdurchschnittlich zu bewerten, da sie in der Lage sind, Feuchtigkeit zu transportieren oder zeitweise zu binden, ohne Dämmkraft einzubüßen.

Sommerlicher Hitzeschutz

Sommerlicher Wärmeschutz: Je flacher die innere Amplitude, desto weniger Wärme kommt durch das Bauteil nach innen. Eine Phasenverschiebung von 12 Stunden bedeutet, dass die Wärmemenge, die noch durch das Bauteil nach innen gelangt, um 12 Stunden zeitversetzt innen ankommt. Es gilt also: Je größer die Amplitudendämpfung, umso besser.

WÄRMEDÄMMSTOFFE AUF EINEN BLICK

Dämmstoff	Wärmeleitfähigkeit Bemessungswert λ W/(m·K)	Rohdichte ρ kg/m ³	Wasserdampf- Diffusionswiderstand μ	Wärmekapazität c J/kg·K	Baustoff- klasse nach DIN 4102-1	Brandverhalten nach DIN EN 13501-1
Flachmatten	0,039	30–40	1–2	1.550–2.300	B2	E
Hanf (Stopfwole)	0,045	50–60	1–2	2.200	B2–B1	E, C-s2, d0
Hanfmatten	0,043	30–110	1–2	1.600–2.300	B2	E
Holzfaser (lose)	0,040	30–45	1–2	2.100	B2	E
Holzfaserplatten	0,038	40–55	1–3	2.100	B2	E
Holzfaserplatten	0,040	110–270	2–5	2.100	B2	E
Holzspäne	0,045	90–360	2	k. A.	B2	E
Holzwoleplatten	0,090	330–500	2–5	2.100	B1	B, s1, d0
Korkplatte (exp.)	0,040	120	5–10	1.800	B2	E
Korklehmplatte	0,080	200–300	10	1.254	B2–B1	E
Schafwolle	0,036	20–90	1–2	1.300–1.730	B2	E
Schilfplatten	0,065	150	3–6,5	1.200	B2	E
Seegras	0,045	65–75	1–2	2.502	B2	E
Strohballen	0,052	85–115	2	2.000	B2	E
Zelluloseflocken	0,039	28–65	1–2	2.100–2.544	B2	E bis B-s2, d0
Zelluloseplatten	0,042	70–145	2–3	2.000	B2	E
Konventionelle Dämmstoffe zum Vergleich						
Polystyrol (exp.)	0,035	11–30	20–100	1.400	B2–B1	E
Steinwoleplatten	0,035	15–130	1–2	830–1.000	A1	A1

Quelle: FNR – eigene Zusammenstellung auf der Basis der Herstellerangaben

λ : Wärmeleitfähigkeit in W/(m·K)

Gibt die Größe des Wärmestroms an, der pro Sekunde durch 1 m² einer 1 m dicken Schicht bei einer Temperaturdifferenz von 1 K übertragen wird. Werte, die kleiner als 0,050 W/(m·K) sind, garantieren gute wärmedämmende Eigenschaften.

ρ : Rohdichte in kg/m³

Masse eines Stoffes in kg bezogen auf einen Kubikmeter.

μ : Wasserdampfdiffusionswiderstandszahl

Gibt an, um wie viel der Widerstand einer Stoffschicht bezogen auf die Wasserdampfdurchlässigkeit größer ist als die gleich dicke Luftschicht. Bauteile mit niedrigen μ -Werten sind vorteilhaft, da sie ein Abtrocknen eingedrungener Raumluftfeuchte ermöglichen.

c : Spezifische Wärmekapazität in J/kg·K

Gibt die Energiemenge an, die benötigt wird, um 1 kg eines Stoffes um 1 °C zu erwärmen. Stoffe bzw. Bauteile mit großen c -Werten weisen ein träges Temperaturverhalten auf, d. h., Dämmstoffe mit hohen c -Werten leisten einen guten sommerlichen Wärmeschutz.

Baustoffklasse

Gibt das Brandverhalten eines Baustoffs an. B1 ist schwer, B2 ist normal entflammbar.

Brandverhalten nach DIN EN 13501-1

Ist durch entsprechende Hinweise zur Rauchentwicklung (s = smoke, Klassen s1, s2, s3) und zum brennenden Abtropfen/Abfallen (d = droplets, Klassen d0, d1, d2) weiter spezifiziert.

WÄRMEDÄMMSTOFFE – ANWENDUNG

Dämmstoff	Dach	WDVS ¹	Wand	Boden/Decke	Trittschall-dämmung	Perimeter-dämmung
Flachmatten	X		X ^{4,5}	X	X	
Hanfmatte	X		X ^{4,5}	X	X	
Hanf (lose)	X		X ^{4,5}	X		
Dämmung aus Hobelspänen (lose)	X		X ^{4,5}	X		
Holzfaserdämmplatten	X	X	X ^{1,2}	X	X	
Holzfaserdämmplatten (flexibel)	X		X ^{4,5}	X		
Holzfaser (lose)	X		X ^{4,5}	X		
Holzwoleleichtbauplatten	X	X	X ^{1,2}	X	X	
Korkschröt (expandiert)	X		X ^{4,5}	X		
Korkplatten	X	X	X ^{4,5}	X	X	
Perlite-Schüttung	X		X ⁶	X	X	
Schafwoll-Dämmmatte	X		X	X	X	
Schaumglasplatten			X ^{1,2}			X
Schilfrohrplatten	X	X	X ^{1,2}	X		
Dämmung aus Baustrohballen	X		X ⁴	X		
Dämmung aus Wiesengras (lose)	X		X	X		
Zelluloseflocken (lose)	X		X ^{4,5}	X		
Konventionelle Dämmstoffe im Vergleich						
Polystyrolplatten	X	X	X	X	X	X
Steinwoll-Dämmmatte	X	X	X	X	X	

Quelle: FNR – eigene Zusammenstellung auf der Basis der Herstellerangaben

¹ Für Wärmedämm-Verbundsysteme (= verputzte Fassadendämmung) geeignet.

² Für Innendämmung von Außenwänden geeignet.

³ Für Feuchträume geeignet.

⁴ Für Vorsatzschale außen geeignet.

⁵ Für Vorsatzschale innen geeignet.

⁶ Für Kerndämmung geeignet.

Wärmeleitfähigkeit

Für die Wahl des geeigneten Dämmstoffes stellt die Wärmeleitfähigkeit der angebotenen Produkte eines der wichtigsten Kriterien dar: Bei der U-Wert-Berechnung der Bauteile müssen die Dämmstandards festgelegt werden, dabei ist die vom Hersteller angegebene Wärmeleitfähigkeit für die Dicke der Dämmung entscheidend. Hier ist genau auf die Bezeichnung der ausgewiesenen Werte zu achten und zwischen dem Nennwert der Wärmeleitfähigkeit $\lambda \cdot D$ und dem Bemessungswert der Wärmeleitfähigkeit λ zu unterscheiden. Für den Wärmeschutznachweis gemäß Gebäudeenergiegesetz (GEG) ist der Bemessungswert λ zu verwenden.



Brandverhalten

Ähnlich wie bei den Benennungen der Wärmeleitfähigkeit findet derzeit auch bei der Klassifizierung des Brandverhaltens eine Umstellung auf ein europäisches System statt. Für eine Übergangsfrist erlaubt die Bauregelliste die parallele Anwendung der alten Baustoffklassen nach DIN 4102-1 und der DIN EN 13501-1. Die konsequente Umsetzung der neuen Regeln erfolgt durch die Bundesländer. Die jeweils aktuellen Vorschriften sind zu beachten.

Dämmstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen sind vorwiegend den Baustoffklassen B1 (schwer entflammbar) oder B2 (normal entflammbar) zugeordnet. Beim Einsatz in der Altbauanierung mit Gefahrenquellen wie z.B. veralteten Elektroinstallationen ist deshalb besonders sorgfältig zu prüfen, wo und wann Dämmstoffe der jeweiligen Bauproduktgruppe zum Einsatz kommen.

BRANDVERHALTEN

Bauaufsichtliche Benennung	Baustoffklasse nach DIN 4102-1	Europäische Klasse nach DIN EN 13501-1	Zusatzanforderungen	
			kein Rauch	kein brennendes Abtropfen/Abfallen
nicht brennbar	A1	A1	X	X
	A2	A2-s1, d0	X	X
schwer entflammbar	B1	B; C-s1, d0	X	X
		B; C-s3, d0		X
		B; C-s1, d2	X	
		B; C-s3, d2		
normal entflammbar	B2	D-s3, d0, E		X
		D-s3, d2		
		E-d2		
leicht entflammbar	B3	F		

Quelle: FNR – eigene Zusammenstellung auf der Basis der Herstellerangaben

s1: geringe Rauchentwicklung (s = smoke)

s2: mittlere Rauchentwicklung

s3: hohe Rauchentwicklung

d0: kein brennendes Abtropfen/Abfallen innerhalb von 600 Sekunden (d = droplets)

d1: kein brennendes Abtropfen/Abfallen länger als 10 Sekunden

d2: weder d0 noch d1

Flachsmatten

<p>Wärmedämmwirkung Bemessungswert der Wärmeleitfähigkeit $\lambda \approx 0,040 \text{ W/m} \cdot \text{K}$</p>		
<p>Sommerlicher Hitzeschutz Spezifische Wärmekapazität $c \approx 1.550\text{--}2.300 \text{ J/kg} \cdot \text{K}$</p>		
<p>Wasserdampfdurchlässigkeit Wasserdampfdiffusionswiderstandszahl $\mu = 1\text{--}2$</p>	<p>hoch</p>	

Flachskurzfasern aus der Pflanze Faserlein werden mechanisch verfilzt und zu Dämmplatten oder -platten verarbeitet. Flachs enthält natürliche Bitterstoffe, wodurch er von Natur aus resistent ist gegen Schädlingsbefall durch Insekten oder Nagetiere. Flachsdämmplatten sind zugfest und dehnbar und haben eine hohe Formbeständigkeit im eingebauten Zustand. Brandschutzklasse B2 wird durch den Zusatz von brandhemmenden Stoffen (Soda, Borsalze u. ä.) erreicht.

Eingesetzt werden die Dämmplatten und Einblasdämmung für Wände, Decken- und Dachdämmung, die Flachsstreifen, Vliese und Schüttung vor allem im Fußbodenbereich, das Stopfmateriale für Fenster- und Türabdichtungen. In der Perimeterdämmung kann Flachs, wie die meisten Naturdämmstoffe, nicht angewendet werden.

Hersteller: NFF-Naturfaser Fölser, Dämmflachs, Vicarius



Flachsblüten



Ausfachung von Ständerwerk mit Flachsmatten

Hanfmatten

Wärmedämmwirkung Bemessungswert der Wärmeleitfähigkeit $\lambda \approx 0,040 \text{ W/m} \cdot \text{K}$		
Sommerlicher Hitzeschutz Spezifische Wärmekapazität $c \approx 1.650 \text{ J/kg} \cdot \text{K}$		
Wasserdampfdurchlässigkeit Wasserdampfdiffusionswiderstandszahl $\mu = 1-2$	hoch	

Die Hanffasern werden zu Dämmplatten oder Stopfdämmung verarbeitet, die verholzten Schäben zu Schüttdämmstoff oder festen Platten. Hanf kann als Dämmstoff für Wand, Dach und Boden eingesetzt werden. Die Diffusionseigenschaften von Hanf garantieren eine gute Feuchtigkeitsregulierung und ein angenehmes Raumklima. Hanf ist gut hautverträglich und lässt sich staubarm verarbeiten. Da Hanffasern kein Eiweiß enthalten, entfällt eine Behandlung gegen Motten und Käfer. Hanf bietet außerdem einen besseren sommerlichen Hitzeschutz als z. B. künstliche Mineralfasern. Klare Vorteile für Dämmplatten aus Hanf ergeben sich auch aus der Ökobilanz (Quelle: „natureplus Dämmstoffstudie“).

Als neuere Entwicklung sind seit einigen Jahren Hanfplatten für die Fassadendämmung auf dem Markt. Sie lassen sich wie herkömmliche Dämmplatten auf dem Mauerwerk befestigen und verputzen.

Das Zuschneiden der Hanfmatten* quer zur Faser ist mit Schere und Messer nur bedingt möglich, der Hersteller empfiehlt dazu einen Elektro-Fuchsschwanz. Für größere Bauvorhaben kann der Dämmstoff auf Maß zugeschnitten direkt vom Hersteller bezogen werden.

Hersteller: Bioformtex GmbH, Capatect Baustoffindustrie GmbH, Hanffaser Uckermark eG, Inthermo GmbH, Thermo-Hanf, Meha, Bafa (Hanfschäben)



Dachdämmung mit Hanffasermatten



Innendämmung mit Hanfstopfwolle und verputzbarer Holzfaserplatte

* Auch mit natureplus-Zertifikat erhältlich.

Korkplatten

Wärmedämmwirkung (Korkplatten) Bemessungswert der Wärmeleitfähigkeit $\lambda \approx 0,045 \text{ W/m} \cdot \text{K}$		
Sommerlicher Hitzeschutz (Korkplatten) Spezifische Wärmekapazität $c \approx 1.670 \text{ J/kg} \cdot \text{K}$		
Wasserdampfdurchlässigkeit (Korkplatten) Wasserdampfdiffusionswiderstandszahl $\mu = 5-15$	hoch	

Korkplatten werden unter Zufuhr von heißem Wasserdampf unter Druck gebacken. Durch die hohen Temperaturen expandieren die Zellen, das natürliche Harz Suberin tritt aus und verklebt die Zellen. Dies reicht in der Regel aus, um das Korkgranulat zu stabilen Blöcken zu verbinden, welche später zu Dämmplatten geschnitten werden. Eine weitere Aufarbeitung gegen Brand, Schimmel und Schädlinge ist wegen der natürlichen Beständigkeit des Materials nicht erforderlich.

Kork wird vorwiegend aus Portugal importiert und steht als Dämmstoff nur in begrenztem Maße zur Verfügung. Für Dämmarbeiten an Wand, Decke und Dach wurde Kork deshalb weitgehend von Holzfaserdämmplatten verdrängt. Im ökologischen Hausbau beliebt ist dagegen Recyclingkork, ein Granulat aus Flaschenkorken, das als Schüttdämmstoff eingesetzt wird. Für die Trittschalldämmung wird gerne Rollenkork verwendet.

Hersteller: Euro-Kork, Hebo (Korkdämmstoffe, Korkböden), Cortex (Korkböden), Ziro (Korkböden), Röfix Corktherm (WDVS Kork-Fassadendämmplatte), Haacke Cellco GmbH



Einfacher Zuschnitt von Korkdämmplatten



Korkdämmplatten als Fassadendämmung

Holzfaserdämmplatten

Wärmedämmwirkung Bemessungswert der Wärmeleitfähigkeit $\lambda \approx 0,045 \text{ W/m} \cdot \text{K}$		
Sommerlicher Hitzeschutz Spezifische Wärmekapazität $c \approx 1.950 \text{ J/kg} \cdot \text{K}$		
Wasserdampfdurchlässigkeit Wasserdampfdiffusionswiderstandszahl $\mu = 2-5$	hoch	

Nadelholzreste werden zu Faserstoffen aufbereitet und zu Platten verpresst. Holzfaserdämmplatten werden in verschiedenen Formaten, Dicken und Kantenausbildungen angeboten. Es gibt sowohl Systeme für den Dachausbau als auch für die Wand- und Deckendämmung. Speziell ausgerüstete Holzfaserdämmplatten können auch verputzt werden, sie eignen sich damit als Wärmedämm-Verbundsystem zur Außen- und Innendämmung von Außenwänden.

Neben Zellulose und Hanf zählen Holzfaserdämmstoffe* inzwischen zu den im Sanierungsbereich am häufigsten eingesetzten Dämmstoffen aus nachwachsenden Rohstoffen. Holzfaser als Einblasdämmstoff schneidet laut einer Studie unter den gängigen Wärmedämmstoffen in der Gesamt-Ökobilanz am günstigsten ab (Quelle: „natureplus Dämmstoffstudie“). Derselben Studie zufolge sind auch – gegenwärtige Entsorgungspraxis vorausgesetzt – im Trockenverfahren hergestellte **feste Holzfaserdämmplatten** eine ökologisch sinnvolle Alternative zu den gängigen WDV-Systemen aus Polystyrol oder Steinwolle. Nicht zuletzt beweisen **flexible Holzfaserplatten** gegenüber Dämmplatten aus Glaswolle ihren hohen Stellenwert in der Gesamt-Ökobilanz.

Hersteller: Agepan, Best Wood Schneider®, Celit, DHD Doser, Fibris S. A., Gutex®, Hofatex, Homatherm, Inthermo, Kronoply, Pavatex, Steico, Unger Diffutherm

* Auch mit natureplus-Zertifikat erhältlich.



Wärmebrückenfreie Aufsparrendämmung mit wasserabweisenden Holzfaserdämmplatten



Einbringen einer flexiblen Dämmmatte

Schafwoll-Dämmmatten

<p>Wärmedämmwirkung Bemessungswert der Wärmeleitfähigkeit $\lambda \approx 0,035-0,040 \text{ W/m} \cdot \text{K}$</p>		
<p>Sommerlicher Hitzeschutz Spezifische Wärmekapazität $c \approx 1.680 \text{ J/kg} \cdot \text{K}$</p>		
<p>Wasserdampfdurchlässigkeit Wasserdampfdiffusionswiderstandszahl $\mu = 1-5$</p>	<p>hoch</p>	

Nur gewaschene und aufbereitete Rohwolle wird zur Herstellung von Dämmmatten* verwendet. Für den nötigen Mottenschutz kommen verschiedenartige Mottenschutzmittel zum Einsatz. Wer sicher gehen will, dass es sich beim Mottenschutz um ein unbedenkliches Mottenschutzmittel handelt, kann auf *natureplus*-zertifizierte Schafwolle zurückgreifen.

Schafwollprodukte werden in Rollenform mit unterschiedlicher Breite, Länge und Dicke angeboten und kommen als Wand- und Deckendämmung zum Einsatz. Die natürliche Kräuselung der Schafwolle schafft Volumen und ermöglicht einen hohen Luftschluss, was zu hervorragenden Dämmeigenschaften sowohl beim Wärmeschutz als auch beim Schallschutz führt. Schafwollämmstoffe können auch zur Schadstoffbindung und -senkung, etwa bei Formaldehydbelastung in Gebäuden, eingesetzt werden.

Verarbeitung Dach/Wand: Der Dämmstoff wird angetackert oder mit Klemmleisten befestigt. Genügend Steifigkeit vorausgesetzt, können Matten auch zwischen Ständerwerk eingeklemmt werden.

Hersteller: Alchimea Naturwaren, Baur Vliesstoffe (Klimalan, Thermalan), Fritz Doppelmayr (Doschawolle), Isolena, Villgrater Natur, Daemwool Naturdämmstoffe, Fisolan AG, Fiwo



Dachdämmung mit Schafwollmatten



Fußbodendämmung mit Schafwollmatten

* Auch mit *natureplus*-Zertifikat erhältlich.

Schilfrohrdämmplatten

Wärmedämmwirkung Bemessungswert der Wärmeleitfähigkeit $\lambda \approx 0,055 \text{ W/m} \cdot \text{K}$		
Sommerlicher Hitzeschutz Spezifische Wärmekapazität $c \approx 1.200 \text{ J/kg} \cdot \text{K}$		
Wasserdampfdurchlässigkeit Wasserdampfdiffusionswiderstandszahl $\mu = 2$	hoch	

Die Schilfhalm werden mit verzinktem Draht zu Platten oder Matten gebunden, die keine weiteren Zusätze enthalten. Schilf ist weitestgehend resistent gegen Feuchtigkeit, besitzt ein hohes Raumgewicht und wirkt durch den hohen Luftgehalt wärme- und feuchtigkeitsausgleichend. Gerade auch im Sommer führt dies zu gutem Innenraumklima. Schilfrohrplatten eignen sich, ebenso wie Holzfaserdämmplatten, für Wärmedämm-Verbundsysteme. Die Platten werden direkt auf die Fassade gedübelt und anschließend verputzt. Aus Altbauten sind Schilfrohrmatten auch als einlagige Putzträgermatten bekannt, vor allem an Holzbalkendecken und Dachschrägen.

Inzwischen werden jedoch aufgrund der besseren Verarbeitungseigenschaften und der besseren Dämmwerte immer häufiger Holzfaserdämmstoffe anstelle von Schilfrohr verwendet.

Rückbau: bei drahtgebundenen Schilfrohrplatten stellt die Entsorgung ein Problem dar; sofern nicht verputzt, lassen sich die Platten eventuell sortenrein ausbauen und wiederverwenden.

Geringes Rohstoffaufkommen, als Massendämmstoff nicht geeignet.

Hersteller: Claytec, Hasit, Schilfrohr-Sterfilnger



Zuschnitt von Schilfdämmplatten mit Handkreissäge



Mit Schilfplatten gedämmter Innenraum



Aufdachdämmung mit Schilfrohrdämmplatten

Baustrohballendämmung

Wärmedämmwirkung Bemessungswert der Wärmeleitfähigkeit $\lambda \approx 0,052\text{--}0,080 \text{ W/m} \cdot \text{K}$		
Sommerlicher Hitzeschutz Spezifische Wärmekapazität $c \approx 2.000 \text{ J/kg} \cdot \text{K}$		
Wasserdampfdurchlässigkeit Wasserdampfdiffusionswiderstandszahl $\mu = 2$	hoch	

Stroh als Abfallprodukt aus dem Getreideanbau eignet sich in idealer Weise für die Dämmstoffherstellung, da hierfür nur ein geringer Primärenergieeinsatz nötig ist. Verwendung finden vor allem gebündelte Strohballen, aber auch gehäckseltes Stroh als Einblasdämmung oder Strohbauplatten. Strohballen müssen als Dämmstoff eine Dichte von $90\text{--}110 \text{ kg/m}^3$ aufweisen.

Fachgerecht hergestellt und eingebaut sind Baustrohballen sicher vor Schädlings- und Schimmelbefall geschützt und bedürfen keiner chemischen Behandlung. Beim Neubau werden Strohballen in der Regel als dämmende Ausfachung in ein Holzständerwerk eingesetzt und verputzt oder verkleidet. Aber auch bei der Altbausanierung lassen sich Strohballen im Wand-, Dach- und Fußbodenbereich in vorgefertigte Gefachkonstruktionen einsetzen. Besonders während des Einbaus der Strohballen sind wegen leichter Entzündbarkeit des Materials Vorkehrungen zum Brandschutz zu treffen. Dies kann z. B. durch zügiges Verputzen offener Flächen mit Lehmputz erreicht werden.

Stroh ist auch als Einblasdämmung und Dämmplatte erhältlich. Hervorzuheben sind die ausgewogenen Eigenschaften bei sommerlichem Hitzeschutz und winterlichem Wärmeschutz. Aufgrund seiner hohen Verfügbarkeit und der guten Dämmwerte ist Stroh ein idealer Massendämmstoff. Circa 20% der Strohernte hierzulande werden nicht benötigt; damit könnten theoretisch bis zu 350.000 Einfamilienhäuser pro Jahr gebaut werden.

Infos:

- Fachverband Strohballenbau e. V. (www.fasba.de)
- Herstellung, Beratung, Planung: Baustroh GmbH (www.baustroh.de)
- Strobaurichtlinie SBR-2019
- www.iso-stroh.net
- <https://istraw.tech/einblasdaemmung/>



Feuerhemmend (F-30) mit 1 cm Lehmputz



Ausfachung von vorgefertigten Holzelementen mit Strohballen ab einer Dicke von 40 cm



Stroh zwischen einer Holzrahmenkonstruktion (außen)

Zellulosedämmung (lose)

Wärmedämmwirkung Bemessungswert der Wärmeleitfähigkeit $\lambda \approx 0,040 \text{ W/m} \cdot \text{K}$		
Sommerlicher Hitzeschutz Spezifische Wärmekapazität $c \approx 1.800 \text{ J/kg} \cdot \text{K}$		
Wasserdampfdurchlässigkeit Wasserdampfdiffusionswiderstandszahl $\mu = 1-2$	hoch	

Hinter der Bezeichnung Zellulose verbirgt sich nichts anderes als Altpapier von Tageszeitungen als Hauptrohstoff. Das Altpapier wird in Mühlen unter geringem Energieeinsatz. Für die Verwendung am Bau müssen die Dämmflocken mit Zusatzstoffen behandelt werden. In der Vergangenheit waren die hierfür geeignete Zusatzstoffe wegen ihrer Gesundheits- bzw. Umweltproblematik viel diskutiert. Inzwischen finden sich jedoch zahlreiche Zelluloseprodukte, die ein Umweltzeichen tragen, im Idealfall das *natureplus*-Zertifikat.

Beim Einbau wird das lose Material in vorbereitete Hohlräume von Dach-, Wand- und Deckenkonstruktionen mit einem Spezialgerät eingeblasen. Dies ist Aufgabe einer Fachfirma, nur so kann gewährleistet werden, dass sich insbesondere im Mauerwerks- und Schrägdachbereich das Material ausreichend verdichtet und nicht nachträglich setzt.

Zellulose bietet in ausgewogenem Maße sowohl winterlichen Wärmeschutz, als auch sommerlichen Hitzeschutz. Durch die Verwendung von Recyclingmaterial weist Zellulose eine günstige Ökobilanz aus und auch vom Preis-/Leistungsverhältnis her ist der Dämmstoff vergleichbar günstig. Durch das hohe Rohstoffaufkommen (Tageszeitungspapier aus Remittenden) eignet sich Zellulose als Massendämmstoff.

Hersteller: Ciur A.S., Climacell®, Dämmstatt, Flocomobil, Isofloc®, Isocell, Homatherm, Thermofloc®, Peter Seppele, Climatizer, Klimatex, Clima-Super



Befüllen der Zellulosemaschine



In einen vorbereiteten Dachhohlraum wird Zellulose eingeblasen.



Einblasdämmung als Wärme- und Luftschalldämmung unter Fußböden

Perlite-Schüttung

<p>Wärmedämmwirkung Bemessungswert der Wärmeleitfähigkeit $\lambda \approx 0,050\text{--}0,070 \text{ W/m} \cdot \text{K}$</p>		
<p>Sommerlicher Hitzeschutz Spezifische Wärmekapazität $c \approx 1.000 \text{ J/kg} \cdot \text{K}$</p>		
<p>Wasserdampfdurchlässigkeit Wasserdampfdiffusionswiderstandszahl $\mu = 3\text{--}5$</p>	<p>hoch</p>	

Rohes Perlitgestein ist ein vulkanisch bei Temperaturen über 1.000°C entstandenes „Naturglas“. Zur Herstellung von Bläh-Perlit* wird das Rohgestein zerkleinert und bei 800–1.000°C bis auf das 20-Fache des ursprünglichen Volumens aufgebläht. Das Granulat ist unverrottbar und feuchteregulierend. Perlite dient am Bau beispielsweise als Ausgleichsschüttung unter dem Estrich. In feuchtegefährdeten Bereichen sollte hydrophobiertes oder bituminiertes Granulat verwendet werden.

Weitere Anwendungsbereiche: Kerndämmung bei zweischaligem Mauerwerk, als Füllung von Hochlochziegeln und als Füll- und Zuschlagstoff in Leichtmörteln und Wärmedämmputzen. Perlite ist auch als Wärmedämmplatte erhältlich und wird bei der Innendämmung eingesetzt. Die Platte ist der Wärmeleitgruppe 045 zugeordnet und dient wegen ihrer feuchtigkeitsregulierenden Eigenschaften vor allem zur Innendämmung von Wänden und Decken, wobei hier auf eine Dampfbremse verzichtet werden kann.



Perlite verzahnt sich zu einer nachverdichtungs-freien, stabilen Ausgleichs- und Tragschicht.



Innendämmung mit Perliteplatten

* Als Bläh-Perlite und Perliteplatte auch mit natureplus-Zertifikat erhältlich.

Schaumglasplatten und Schüttung

Wärmedämmwirkung (Schaumglasplatten) Bemessungswert der Wärmeleitfähigkeit $\lambda \approx 0,045 \text{ W/m} \cdot \text{K}$	●●●●○	
Sommerlicher Hitzeschutz (Schaumglasplatten) Spezifische Wärmekapazität $c \approx 1.100 \text{ J/kg} \cdot \text{K}$	●●○○○	
Wasserdampfdurchlässigkeit (Schaumglasplatten) Wasserdampfdiffusionswiderstandszahl $\mu = \infty$	dampfdicht	

Schaumglasplatten

Die in Deutschland vertriebenen Schaumglasplatten* werden ohne Einsatz von Bindemitteln vorwiegend aus Altglas und den natürlichen Rohstoffen Sand, Dolomit und Kalk hergestellt. Mit Kohlenstoff geschäumt erhält Schaumglas seine guten Wärmedämmeigenschaften. Dank seiner geschlossenen Glaszellen ist der Dämmstoff vollständig wasser- und dampfdicht sowie druckfest, schädlingsresistent und unbrennbar. Schaumglasplatten eignen sich vornehmlich für Dämmarbeiten im Erdreich, für Fundamente, Bodenplatten sowie für druckbelastete Flachdächer und Terrassen.

Aufgrund des Herstellungsprozesses ist der Energieaufwand für Schaumglasplatten sehr hoch, gleichzeitig gelten die Platten aber als die einzige ökologisch vertretbare Alternative für bauliche Anwendungen speziell im Feuchte- und Nässebereich. Von Vorteil ist dabei auch die hohe statische Belastbarkeit.

Rückbau: Wann immer die bauliche Situation es zulässt, sollten Schaumglasplatten trocken verlegt werden, um einen zerstörungsfreien Rückbau der Platten zu ermöglichen.

Hersteller: Foamglas, Glapor, Ecoglas Technopor, Versio

Schaumglasschotter

Schaumglasschotter (oder Glasschaumschotter) besteht aus aufgeschäumtem und anschließend zerkleinertem Glas. Es ist absolut unempfindlich gegen Feuchtigkeit, kapillarbrechend und sehr druckfest. Ideal geeignet als Perimeterdämmung unter Fundament bzw. Bodenplatte. Schaumglasschotter muss nach dem Einbringen verdichtet werden. Ökologie: hoher Herstellungsenergieaufwand, vergleichsweise geringe Dämmleistung.

Hersteller: Geocell, Glapor, Ecoglas

* Als Schaumglasplatte auch mit natureplus-Zertifikat erhältlich.



Befestigung von Glasschaumplatten an der Außenwand im Fundamentbereich



Einschlänmen von Schaumglasplatten in Bitumenbett



Auffüllen eines Hohlräumtes mit Glasschaumschotter

3 WÄRMESCHUTZ UND HEIZWÄRMEBEDARF

Das Gebäudeenergiegesetz und die Klimaschutzgesetze sowie kommunalen Wärmeplanungsgesetze des Bundes und der Länder stellen grundlegend geänderte Anforderungen an die Planung und Errichtung von Gebäuden sowie deren Energie- bzw. Wärmeversorgung. Die Minimierung von klimaschädlichen Treibhausgasemissionen leitet fortan das Handeln bei Planung, Baustoff- und Konstruktionswahl, Errichtung und Betrieb/Nutzung von Gebäuden.

Transmissionswärmeverluste

Die relevante Kenngröße zur Beurteilung der Transmissionswärmeverluste durch Bauteile ist deren Wärmedurchgangskoeffizient, der sogenannte U-Wert. Je kleiner der U-Wert der Gebäudehülle ist, desto besser ist der Wärmeschutz. Hier sollte im Interesse nachhaltiger Konstruktionen auf Dämmstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen, wie z.B. Stroh, Holzfaser, Hanf zurückgegriffen werden. In älteren, unsanierten Ein- und Zweifamilienhäusern liegt der U-Wert der Gebäudehülle häufig wesentlich über $1,0 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$. Die Wärmeverluste über die Gebäudehülle machen etwa 70 % des gesamten Heizwärmebedarfs aus. Die im Gebäudeenergiegesetz (GEG) geforderten U-Werte müssen bei der Sanierung von Außenbauteilen bestehender Gebäude berücksichtigt werden.

Lüftungswärmeverluste

Der Austausch der Raumluft durch Außenluft bewirkt Lüftungswärmeverluste, da in der Heizperiode die zugeführte kalte Außenluft auf Zimmertemperatur gebracht werden muss. Bei Altbauten liegen diese Wärmeverluste etwa bei 30 % der gesamten Wärmeverluste. Bei energetisch modernisierten Altbauten ist dies anders. Der Anteil an Lüftungswärmeverlusten kann durch stark herabgesetzte Transmissionswärmeverluste auf über 60 % ansteigen.

Bei einer Gebäudesanierung ist dafür Sorge zu tragen, unkontrollierte Lüftungswärmeverluste durch Undichtigkeiten in der Gebäudehülle, wie z.B. undichte Fenster oder Türen zu vermeiden. Die Gebäudehülle sollte deshalb möglichst luftdicht ausgebildet werden. Bewusst durchgeführtes Lüften (Fensterlüftung) oder der Einbau einer kontrollierten Be- und Entlüftung führt zur Aufrechterhaltung der erforderlichen Luftqualität ebenfalls zu Lüftungswärmeverlusten. Durch Einsatz von Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung, die kontrolliert den Luftaustausch regeln, können zudem Energie eingespart werden.

Verbesserung des Wärmeschutzes

Der Wärmeschutz eines Gebäudes kann mithilfe von bauphysikalischen und anlagentechnischen Maßnahmen verbessert werden. Nach bauphysikalischen Anforderungen sollte die Hülle des Gebäudes so ausgebildet sein, dass nur wenig Wärmeenergie von innen nach außen transportiert wird. Demgemäß müssen Außenbauteile einen entsprechenden Wärmeschutz aufweisen. Dies erreicht man durch den Einsatz von Baustoffen, deren Wärmeleitfähigkeit gering ist. Im Winter schränkt die Dämmung die Wärmeverluste durch die Gebäudehülle ein und bewirkt somit eine Heizenergie- und Brennstoffeinsparung. Im Sommer verhindern gut wärmegeämmte Bauteile eine Überhitzung der Räume. Das Raumklima bleibt behaglich.

Als Wärmeschutzmaßnahmen werden empfohlen:

- Dämmung der Außenwände
- Dämmung der Decke zum unbeheizten Dachraum
- Dämmung der Decke zum unbeheizten Keller
- Dämmung der Dachschrägen
- Austausch alter Fenster und Fenstertüren durch dreifachverglaste Fenster
- Dämmung der Wände zu unbeheizten Räumen

Wer sich zu einer oder mehreren dieser Sanierungsmaßnahmen entschließt, sollte sich grundsätzlich vorab beim Bauamt erkundigen, welche gesetzlichen Verpflichtungen für einzelne Sanierungsschritte vorliegen. Diese sind im Gebäudeenergiegesetz (GEG) festgeschrieben.

GEG

Das Gebäudeenergiegesetz (GEG) regelt den zulässigen Jahres-Primärenergiebedarf von Gebäuden. Es bestimmt Anforderungen an die energetische Qualität von Gebäuden, an die Erstellung und die Verwendung von Energieausweisen sowie an den Einsatz erneuerbarer Energien in Gebäuden (www.gesetze-im-internet.de/ggeg/).

Wann muss ein Gebäude nach GEG saniert werden?

Bei geplanten baulichen Veränderungen sollten sich Bauherren und Immobilieneigentümer grundsätzlich die gesetzlich vorgeschriebenen energetischen Sanierungspflichten

genau anschauen. Werden beim Bauen im Bestand Änderungen an der wärmeübertragenden Umfassungsfläche vorgenommen, sind bestimmte Anforderungen an den maximalen Wärmedurchgangskoeffizienten (U-Wert in $W/(m^2 \cdot K)$) einzuhalten. Über die sogenannten Nachrüstpflichten gibt die nachfolgende Tabelle Auskunft:

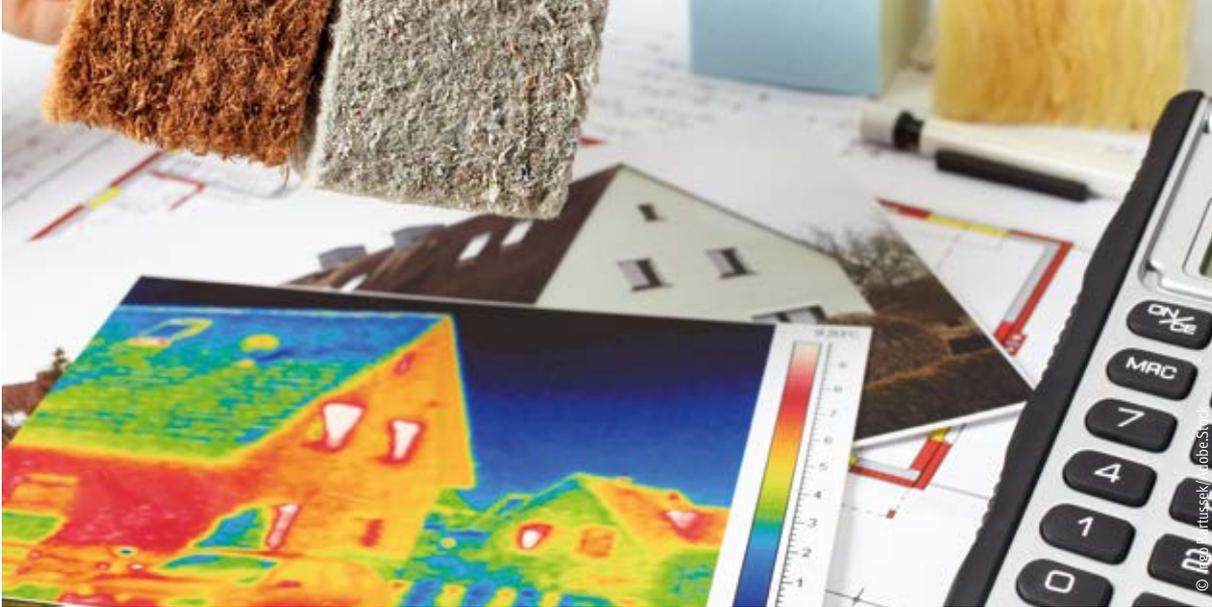
ANFORDERUNGEN AN U-WERTE FÜR BESTANDSGEBÄUDE GEMÄSS GEG 2020, 2023

Die unten angegebenen Werte müssen eingehalten werden bei Änderungen von Außenbauteilen von mehr als 10 % der gesamten Fläche der jeweiligen Bauteilgruppe des Gebäudes.

Bauteil	Maßnahmen bei Wohngebäuden (Sollinnentemperatur $\geq 19^\circ C$)	Max. Wärmedurchgangskoeffizient U-Wert $W/(m^2 \cdot K)$
Außenwände	Ersatz oder erstmaliger Einbau; Anbringen von Bekleidungen (Platten oder plattenartige Bauteile), Verschalungen, Mauervorsatzschalen oder Dämmschichten auf der Außenseite einer bestehenden Wand; Erneuerung des Außenputzes einer bestehenden Wand. (Werden Bekleidungen angebracht oder der Außenputz erneuert, ist die Maßnahme nur dann notwendig, wenn die Wand vor dem 31.12.1983 errichtet oder erneuert wurde.)	0,24
Fenster, Fenstertüren	Ersatz oder erstmaliger Einbau; Einbau zusätzlicher Vor- oder Innenfenster	1,30
	Bei Dachflächenfenstern	1,40
	Bei Sonderverglasungen	2,00
	Bei Ersatz der Verglasung oder verglaster Flügelrahmen	1,10
	Bei Ersatz der Sonderverglasung	1,60
Dachflächen, Dachgauben Oberste Geschossdecken, Abseitenwände	<ul style="list-style-type: none"> Ersatz oder erstmaliger Einbau Ersatz oder Neuaufbau einer Dachdeckung einschließlich der darunterliegenden Lattungen und Verschalungen Aufbringen oder Erneuerung von Bekleidungen oder Verschalungen oder Einbau von Dämmschichten auf der kalten Seite von Wänden Aufbringen oder Erneuerung von Bekleidungen oder Verschalungen oder Einbau von Dämmschichten auf der kalten Seite von obersten Geschossdecken 	0,24
Flachdächer (Dachflächen mit Abdichtung)	Ersatz einer Abdichtung, die flächig das Gebäude wasserdicht abdichtet, durch eine neue Schicht gleicher Funktion (bei Kaltdachkonstruktionen einschließlich der darunterliegenden Lattungen)	0,20
Wände und Decken gegen Erdreich, unbeheizte Räume (außer Dach)	<ul style="list-style-type: none"> Ersatz oder erstmaliger Einbau Anbringen oder Erneuern von außenseitigen Bekleidungen oder Verschalungen, Feuchtigkeitssperren oder Drainagen Anbringen von Deckenbekleidungen auf der Kaltseite 	0,30
	<ul style="list-style-type: none"> Aufbau oder Erneuerung von Fußbodenaufbauten auf der beheizten Seite 	0,50
Decken von unten	<ul style="list-style-type: none"> Ersatz oder erstmaliger Einbau Anbringen oder Erneuern von außenseitigen Bekleidungen oder Verschalungen, Feuchtigkeitssperren oder Drainagen Anbringen von Deckenbekleidungen auf der Kaltseite 	0,24

Quelle: Bayerische Ingenieurekammer-Bau: GEG 2020 und Änderungen GEG 2023

Anmerkungen: Mit der Novellierung des Gebäudeenergiegesetzes (GEG) wurde die technische Machbarkeit bei Wänden, Decken und erdberührten Bauteilen ausgedehnt: Einbau einer begrenzten höchstmöglichen Dämmschichtdicke (mit Wärmeleitfähigkeit max. $0,035 W/(m \cdot K)$) erfüllt die Anforderungen bzw. Einblasdämmungen oder Dämmungen aus nachwachsenden Rohstoffen mit Wärmeleitfähigkeit max. $0,045 W/(m \cdot K)$. Ersatz von Verglasungen: Hinweise auf technische Begrenzung Rahmen (Verzicht auf Glasanforderung, wenn Rahmen nicht geeignet), Gläser mit U-Wert von max. $1,3 W/(m^2 \cdot K)$ erfüllen dann die Anforderungen.



Da der Katalog an Forderungen im GEG sehr umfangreich ist und Bauherren mit den Details oft nicht vertraut sind, empfiehlt es sich, einen Experten (Energieberater, Architekt) hinzuzuziehen. Im übrigen lohnt es sich selten, lediglich Einzelmaßnahmen wie z. B. die Erneuerung der Fenster umzusetzen. Was die Gebäudehülle angeht, sollten Änderungen im Sinne der Nachhaltigkeit zum Ziel haben, den gesamten Energiehaushalt des Gebäudes für die nächsten Jahrzehnte auf ein bestmögliches Minimum zu reduzieren. Und das funktioniert nur, wenn auch die gesamte Außenfläche eines Gebäudes wärmetechnisch optimiert wird. Und weil die Realisierung solcher baulicher Veränderungen sehr teuer werden kann, ist es ratsam, schon vor dem ersten Bauschritt nach Finanzierungsmitteln durch Förderprogramme zu suchen. Auch dabei kann wieder der Energieberater oder Architekt helfen.

Energieausweis

Der Energieausweis ist ein wirksames Instrument, um sich einen Überblick über den energetischen Zustand eines Gebäudes zu verschaffen. Er bietet standardisierte Informationen über die energetische Qualität vom Gebäude sowie der Anlagentechnik und erleichtert damit den Vergleich verschiedener Objekte. Energieausweise haben in der Regel eine Gültigkeitsdauer von 10 Jahren. Es wird zwischen Energiebedarfs- und Energieverbrauchsausweisen unterschieden.

Bei sanierten Gebäuden im Falle einer gesamtenergetischen Bilanzierung wird der Energiebedarfsausweis nach Fertigstellung des Gebäudes erstellt. Der Eigentümer hat sicherzustellen, dass der Energieausweis unverzüglich nach Fertigstellung des Gebäudes ausgestellt und übergeben wird.

Bei Verkauf, Vermietung, Verpachtung oder Leasing muss der Verkäufer oder der Immobilienmakler den zugehörigen Energieausweis bereits bei der Besichtigung vorlegen oder zumindest gut sichtbar auslegen oder aushändigen.

Energiebedarfsausweis

Für die Erstellung eines bedarfsorientierten Energieausweises sind die energetische Qualität der Gebäudehülle sowie der Gebäudetechnik detailliert zu ermitteln (Wärmeverluste über die Hüllfläche, Energiebedarf für Heizwärme, Lüftungsanlagen, Kühlung und Heizanlageneffizienz). Der Vorteil eines bedarfsorientierten Energieausweises besteht darin, dass die tatsächliche bauliche Qualität untersucht werden muss und damit auch Schwachstellen besser erkannt und dargestellt werden können. Ein weiterer Vorteil liegt in der Verwendung normativer Randbedingungen für das Gebäude, für die Gebäudetechnik und für das Nutzerverhalten, woraus eine objektive Darstellung der energetischen Qualität des Gebäudes und Vergleichbarkeit resultiert.

Energieverbrauchsausweis

Für die Erstellung eines verbrauchsorientierten Energieausweises wird der End- und Primärenergieverbrauch (Basis: Wärme und Strom) über einen Zeitraum von 36 Monaten ermittelt. Es sind der Endenergieverbrauch für Heizung und Warmwasser sowie ggf. die Kühlung zu berücksichtigen. Die Verbrauchsdaten sind entweder aus den Brennstofflieferungen oder vom Aussteller des Energieausweises zu ermitteln. Der Vorteil des Verbrauchsausweises besteht darin, dass dieser mit einem relativ geringen Aufwand erstellt werden kann und er somit der kostengünstigere Nachweis ist. Nachteil ist, dass das Nutzerverhalten eine wesentliche Rolle spielt und dies in die Bewertung eingeht. Heizen und lüften Bewohner beispielsweise überdurchschnittlich stark, führt dies unter Umständen zu einer schlechteren Bewertung, im Gegensatz dazu können sparsame Bewohner eines Gebäudes von schlechter baulicher Qualität zu einer besseren Bewertung verhelfen.

ENERGIEEFFIZIENZKLASSEN IN ENERGIEAUSWEISEN FÜR WOHNGEBÄUDE AB MAI 2014

Energieeffizienzklasse	Endenergiebedarf oder Endenergieverbrauch	Ungefähre jährliche Energiekosten pro Quadratmeter Wohnfläche
A+	unter 30 kWh/(m ² a)	weniger als 2 Euro
A	30 bis unter 50 kWh/(m ² a)	2 Euro
B	50 bis unter 75 kWh/(m ² a)	3 Euro
C	75 bis unter 100 kWh/(m ² a)	4 Euro
D	100 bis unter 130 kWh/(m ² a)	6 Euro
E	130 bis unter 160 kWh/(m ² a)	7 Euro
F	160 bis unter 200 kWh/(m ² a)	9 Euro
G	200 bis unter 250 kWh/(m ² a)	11 Euro
H	über 250 kWh/(m ² a)	13 Euro und mehr

Quelle: Verbraucherzentrale NRW

Energieeffizienzklasse eines Wohngebäudes

Sind alle Daten zum Energieverbrauch eines Gebäudes ermittelt, wird eine qualitative Einstufung des Gebäudes nach Effizienzklassen von A+ bis H vorgenommen. Die Darstellung der Effizienzklassen reicht vom nicht modernisierten Wohngebäude der Effizienzklasse H mit einem spezifischen Endenergiebedarf von mehr als 250 kWh/(m²a) bis zu einem Niedrigstenergiegebäude mit einem spezifischen Endenergiebedarf von unter 30 kWh/(m²a).

Heizwärmebedarf

Zur Deckung des Heizwärmebedarfs ist auf Anlagentechnik bzw. Anlagenkombinationen zur Versorgung mit erneuerbarer Wärme zu orientieren. Ist in Ihrem Quartier ein Ausbau der Nahwärmeversorgung geplant oder sind Gebäude auch künftig aus dezentraler Heizung zu versorgen? Neben Biomasseanlagen, wie Pellets-, Scheitholz- und Hackschnitzelkessel, kommen Wärmepumpen in Betracht. Eine Kombination von Biomasseanlagen bzw. Wärmepumpen mit Solarthermie wird empfohlen. Auch Kombinationen von Wärmepumpen mit Biomasseanlagen, wie z.B. Pelletöfen, sind geeignet, um in Wintermonaten eine effiziente Wärmeversorgung zu ermöglichen.

Energieberater

Energieberater sind qualifizierte Fachleute, die in einer Zusatzausbildung nachweislich Kenntnisse zu energieeffizientem Bauen und Sanieren erworben haben. In der Regel handelt es sich dabei um Architekten, Ingenieure oder auch Handwerker. Der Berater sollte auf jeden Fall von den Produktherstellern unabhängig und ökologisch orientierten Al-

ternativen gegenüber aufgeschlossen sein. Er muss darüber hinaus in der Lage sein, das Gebäude in seiner Gesamtheit einschließlich Heizungsanlage und Warmwasserbereitung beurteilen zu können.

Beabsichtigt der Bauherr, für energetische Modernisierungsmaßnahmen Fördergelder aus öffentlicher Hand zu beanspruchen, muss er noch vor Baubeginn einen vom Energieberater verfassten Antrag auf Fördermittel stellen. Die Fördereinrichtungen verfügen über Listen, in denen zertifizierte Energieberater mit entsprechender Zusatzausbildung eingetragen sind (www.energie-effizienz-experten.de).

Im Wesentlichen enthält der Antrag eine energetische Bestandsaufnahme des Gebäudes mit Errechnung des Energiebedarfes im unsanierten Zustand. Dazu werden Maßnahmen vorgeschlagen (z.B. Wärmeschutz, Heizungsanlage, Einsatz erneuerbarer Energien), mit denen der von der Fördereinrichtung geforderte Energiestandard erreicht werden soll. Die Umsetzung der Maßnahmen muss die bautechnischen Vorgaben des Gebäudeenergiegesetzes (GEG) erfüllen.

Förderprogramme

Wer ein bestehendes Haus sanieren möchte, bekommt für wenig Geld eine erste Einschätzung bei der Energieberatung der Verbraucherzentrale. Der Staat fördert u. a. die energetische Sanierung mit Krediten und Zuschüssen. Am höchsten ist die Förderung für energetische Sanierung im Rahmen der Bundesförderung für energieeffiziente Gebäude (BEG). Für die energetische Sanierung einer Bestandsimmobilie können Hausbesitzer zinsvergünstigte Kredite bekommen, für die Sanierung auch Zuschüsse. Die Kredite vergibt die **KfW** über die Hausbank, Zuschüsse erhält man über das Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (**Bafa**).

Die Förderung müssen Hausbesitzer beantragen, bevor sie einen Liefer- und Leistungsvertrag oder Kaufvertrag unterschrieben haben. Nur Planungs- und Beratungsleistungen dürfen sie bereits vorab in Anspruch nehmen. Die Arbeiten müssen von Fachleuten ausgeführt werden und die Begleitung durch Energie-Effizienz-Experten ist meist zwingend. Ratsam ist es, sich bereits vor Beginn der Baumaßnahmen von einem unabhängigen Experten beraten zu lassen. Wer ein bestehendes Haus sanieren möchte, bekommt für wenig Geld eine erste Einschätzung bei der **Energieberatung der Verbraucherzentrale**.

Beachten Sie bitte besonders:

- welche Personen Anträge für das Förderprogramm stellen dürfen,
- was genau gefördert wird,
- die Kumulierbarkeit mit anderen Förderprogrammen oder Zuschüssen,

- die Konditionen der Förderung (bei Krediten z. B. Laufzeit, Zinssätze, Tilgung, Sicherheiten),
- die Auszahlungsbedingungen.

Lassen Sie sich von Ihrem Energieberater bestätigen, dass die von ihm empfohlenen Maßnahmen die Anforderungen des von Ihnen beanspruchten Förderprogramms erfüllen (dass z. B. die Dicke des aufzubringenden Dämmstoffs ausreichend ist).

Fördereinrichtungen finden Sie im Internet unter den Adressen: www.foerderdatenbank.de (staatliche Förderprogramme sowie Förderprogramme einzelner Bundesländer, Kommunen und Energieversorgungsunternehmen) www.baufoerderer.de www.kfw.de www.bafa.de

CHECKLISTE ZUR VORBEREITUNG UND DURCHFÜHRUNG VON ENERGETISCHEN MASSNAHMEN BEI DER ALTBAUSANIERUNG

Allgemein
Baulicher Zustand erfasst und bewertet?
Unabhängige Energieberatung genutzt?
Über Fördermittel informiert?
Energieverbrauchskennwert bestimmt?
Bei umfangreicher Sanierung: Experten eingeschaltet?
Notwendigkeit einer Baugenehmigung geklärt?
Für die Einholung der Angebote eine Beschreibung der auszuführenden Maßnahmen erstellt?
Mindestens drei Angebote eingeholt?
Angebote über Baustoffe aus regenerativer Erzeugung eingeholt?
Bauvertrag abgeschlossen?
Bei mehreren Gewerken: Bauleitung vorhanden?
Qualitätskontrolle vorgesehen?
Gebäudehülle
Beheizte Räume und Lage der Wärmedämmung festgelegt?
Anforderungen an GEG bezüglich der U-Werte eingehalten?
Nachrüstverpflichtungen nach GEG geprüft?
Fenster in der Dämmebene angeordnet oder Laibungen gedämmt?
Dämmung an Mauerkronen und unter dem Dachkasten nicht vergessen?
Luftdichtung im Dach und im Anschluss zu Außenwänden lückenlos ausgeführt?
Vor Innendämmung oder Dämmung zweischaliger Außenwände Fachplaner zurate gezogen?
Aufarbeitung der alten Fenster geprüft?
Dämmung und Dichtung von Rollladenkästen bedacht?
Sonnenschutz für große Fensterflächen (besonders nach Süden) und von Dachfenstern bedacht?
Bei Feuchtigkeit im Keller Fachmann zurate gezogen?

Quelle: B. Kolb – eigene Zusammenstellung auf der Basis der Deutsche Energie-Agentur (dena)

4 WÄRMESCHUTZMASSNAHMEN AN DER GEBÄUDEHÜLLE

In schlecht gedämmten Häusern kann es an strengen Wintertagen mitunter ungemütlich werden. Trotz aufgedrehter Heizung entweicht die Wärme schneller als gewollt über das Dach, über ungedämmte Außenwände und zugige Fenster. Diese Wärmeverluste lassen sich erheblich verringern, wenn die Gebäudehülle möglichst lückenlos gedämmt und luftdicht ausgeführt wird.

Sollen die Außenhaut eines Gebäudes oder Teile davon modernisiert werden, ist zuerst zu entscheiden, welche Räume beheizt werden, also innerhalb des gedämmten Bereiches liegen sollen. Werden Keller oder Dach als Aufenthaltsräume genutzt und deshalb geheizt, sollten sie innerhalb der gedämmten Hülle liegen. Unbeheizte Räume wie Dachboden, Keller oder Garage sollten besser außerhalb der gedämmten Hülle gehalten werden. Zu bedenken ist dann aber, dass dort im Winter eventuell Frost herrscht (Wasserleitungen!).

Um Energie zu sparen, muss die Wärmedämmschicht die beheizten Räume möglichst lückenlos vor dem unbeheizten Bereich bzw. der Außenluft schützen. Jede Lücke bildet eine Wärmebrücke, erhöht die Gefahr der Schimmelbildung an dieser Stelle und steigert die Energieverluste.

Auch energieeffiziente Fenster mit moderner 3-Scheiben-Verglasung und gedämmten Rahmen tragen erheblich dazu bei, die Wärmeverluste der Gebäudehülle zu minimieren.

Außenwände

Die Außenwand eines Hauses ist starken Temperaturschwankungen und Witterungseinflüssen ausgesetzt. Das kann zu Abnutzungen der Fassade und einem unansehnlichen Äußeren führen. Wenn dann z. B. der Putz erneuert werden muss oder sonstige größere Renovierungsarbeiten anstehen, ist es an der Zeit, eine Fassadendämmung einzuplanen.

Zunächst ist die Konstruktion des Mauerwerkes zu prüfen. Nicht jede Dämmung eignet sich für jeden Wandaufbau. Und nicht zuletzt spielt auch die Optik eine Rolle: Eine Außenwanddämmung bietet oft die Chance, die Fassade aufzuwerten. In bestimmten Fällen, z. B. bei Sichtfachwerk oder bei historischen Fassaden, kann nur der Experte entscheiden, ob bzw. wann eine Außendämmung realisierbar ist. Im Folgenden sind typische Wandaufbauten mit Vorschlägen zur Verbesserung des Wärmeschutzes aufgeführt. Die errechneten U-Werte ersetzen jedoch nicht eine exakte Berechnung für jeden Einzelfall. Dazu sind die genauen bauphysikalischen Kennwerte der Wandkonstruktion sowie die vorherrschenden klimatischen Bedingungen am Ort einzubeziehen.

Wer zusätzliche Unterstützung bei der Planung der Wärmedämmung sucht, dem sei der U-Wert-Rechner auf der Webseite von Ubakus.de empfohlen. Hier erhält man Auskunft über die Höhe des Wärmeverlusts, evtl. zu erwartende Feuchtigkeitsprobleme, die Ökobilanz und vieles mehr.

GEG-ANFORDERUNGEN AN AUSSENWÄNDE

Anforderungen	Gesetzliche Mindestanforderung gemäß GEG
Anbringen von Platten oder plattenartigen Bauteilen, Verschalungen, Mauervorsatzschalen oder Dämmschichten auf der Außenseite einer bestehenden Wand, neuer Außenputz	$U \leq 0,24 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
Vorhangfassaden in Pfosten-Riegel-Konstruktion	$U \leq 1,50 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
Bei Sonderverglasung	$U \leq 2,30 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
Wände gegen Erdreich, Außenwände unbeheizter Räume	$U \leq 0,30 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
Abseitenwände z. B. Kniestock	$U \leq 0,24 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$

Quelle: Bayerische Ingenieure-Kammer: GEG 2020 und Änderungen GEG 2023

Anmerkungen: Die oben angegebenen Werte müssen eingehalten werden bei Änderungen von Außenbauteilen von mehr als 10 % der gesamten Fläche der jeweiligen Bauteilgruppe des Gebäudes.

Bei Einbau einer begrenzten höchstmöglichen Dämmschichtdicke mit Wärmeleitfähigkeit max. $0,35 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ bzw. bei Einbau von Einblasdämmungen oder Dämmungen aus nachwachsenden Rohstoffen mit max. $0,045 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ gilt die Anforderung als erfüllt.

Bei Anbringen von Bekleidungen oder Erneuerung des Außenputzes ist Maßnahme nur notwendig, wenn Wand vor dem 31.12.1983 errichtet oder erneuert wurde.

Außendämmung

Bei der Außendämmung wird die Dämmschicht auf die Außenfläche der Wand aufgebracht. Sie schützt das Haus vor Witterungseinflüssen und Wärmeverlusten. Eine Außendämmung empfiehlt sich insbesondere bei einem einschaligen Wandaufbau (z. B. massives Mauerwerk oder Holzständerkonstruktion). Der beste Anlass für eine Außendämmung sind Fassadenarbeiten, die ohnehin anstehen, wie die Erneuerung des Putzes oder Anstrichs oder auch der Einbau neuer Fenster.

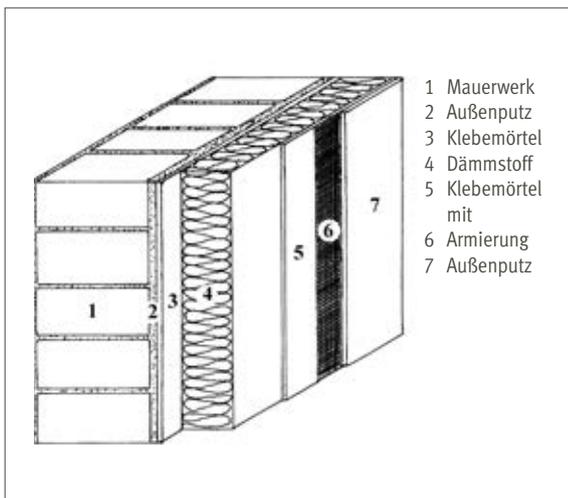
Bei der Außendämmung ist zu bedenken, dass die Mauerstärke bis zu 20 cm anwächst. Zum Schutz der Dämmung ist deshalb für genügend Dachüberstand zu sorgen. Dieser lässt sich je nach Konstruktion eventuell ohne Neueindeckung des Daches erweitern. Ansonsten müssen Vorkehrungen getroffen werden, damit Niederschlagswasser nicht die Dämmung von oben hinterlaufen kann. Im Zuge der Dämmmaßnahmen sind ggf. auch Dachrinnen, Dachabläufe und Fensterbretter zu versetzen oder zu erneuern.

Es gibt zwei erprobte Konstruktionen zur Außendämmung:

- das Wärmedämm-Verbundsystem (WDVS) und
- die Vorhangfassade (hinterlüftete oder nicht hinterlüftete Fassade mit Verkleidung z. B. aus Holz).

Dämmen mit WDVS

Beim Wärmedämm-Verbundsystem (WDVS) werden die Dämmplatten direkt auf den Altputz oder das Mauerwerk aufgeklebt. Lose Putzstellen und staubige Anstriche sind vorher zu entfernen bzw. auszubessern. Feuchtes Mauerwerk muss trockengelegt werden, im erdberührten und erdnahen Bereich sind geschlossenzellige Dämmplatten aus extrudiertem Polystyrol (XPS) oder Schaumglas einzusetzen. Wird hier aus ökologischen Gründen Kork, Mineralschaum oder gar Holzfaser verwendet, führt das zu dauerhafter Durchfeuchtung des Dämmstoffes und damit zu Bauschäden.



Außendämmung mit Wärmedämm-Verbundsystem (WDVS)

Anschlüsse an Fenstern und Außentüren werden fachgerecht mit hinterlegten vorkomprimierten Bändern im Verbund mit speziellen, am Rahmen aufgeklebten Anschlussprofilen abgedichtet. Auch zwischen Fensterbank und Dämmstoff wird stets mit Kompriband abgedichtet. Dagegen sind dauerelastische Verfugungen mit Acrylmasse oder Silikon im Anschlussbereich wegen der geringen Haltbarkeit ein schlechter Kompromiss. Bei Flankenablösung des Dichtstoffes wird die Fassade von Wasser hinterlaufen und kann nicht mehr richtig abtrocknen.

Wärmedämm-Verbundsysteme (WDVS) werden vom Hersteller als Komplettpakete angeboten, d. h., Dämmstoff, Klebemörtel, Putz und Anstrich sind aufeinander abgestimmt und sollten nicht auf eigene Faust, z. B. um Billigangebote zu nutzen, aus unterschiedlichen Produktlinien zusammengewürfelt werden. Ansonsten erlischt die Herstellergarantie. Dies ist insbesondere auch bei den Verbundsystemen mit Dämmstoffen wie Kork, Mineralschaum, Holzfaser, Hanf u. a. zu berücksichtigen.

Kunststoffe in WDVS

Bei den aktuell verwendeten Wärmedämm-Verbundsystemen wird viel Kunststoff eingesetzt. Das gilt für Armierungsgewebe, Profile für Kanten, Sockel, Mauerwerksanschlüsse, Dichtungsbänder, Klebemörtel, Putze, Anstriche. Speziell die Klebemörtel und Putze, sowohl Silikat- als auch Silikonharzputze, sind in der Regel mit Kunstharzdispersionen vergütet und gleichen eher Kunstharzmassen als herkömmlichen mineralischen Mörteln. Ein untrügliches Zeichen für die Klebekraft solcher „Vergütungsmittel“ besteht darin, dass solche Putze und Klebemörtel auf der Arbeitskleidung dutzende Waschgänge überstehen können. Kunstharze sind nötig, weil Putze und Klebemörtel einerseits im Interesse ausreichender Diffusionsfähigkeit nur wenige Millimeter dick sein dürfen, andererseits als Putz- bzw. Kleberuntergrund stabil auf dem Dämmstoff haften müssen. Das bedeutet, herkömmliche Putzarten in mehreren Zentimetern Dicke und zusammengesetzt aus rein mineralischen Bestandteilen können nicht aufgetragen werden, weil sie sowohl aufgrund ihres hohen Gewichtes als auch von der Haftfähigkeit her für WDVS nicht geeignet sind.

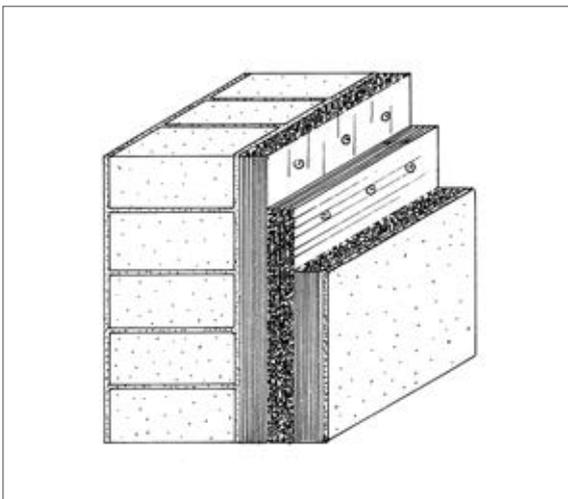
WDVS mit Polystyrol

Mit einem Anteil von 80% ist Polystyrol (EPS) der am häufigsten eingesetzte Dämmstoff bei WDV-Systemen. Polystyrol ist ein Erdölprodukt und wurde bis Ende 2014 mit dem Brandschutzmittel HBCD ausgerüstet. Die Auswirkungen von HBCD auf Mensch und Umwelt gelten als höchst bedenklich. Für die als „giftiger Abfall“ eingestuft millionenfach verbauten Altplatten ist – Stand heute – bis auf weiteres eine praktikable stoffliche Verwertung ausgeschlossen. Seit 2015 wird HBCD durch das Flammschutzmittel Polymer-FR ersetzt.

Alternativen zu Polystyrol

Für WDV-Systeme mit Polystyrol gibt es Alternativen, z. B. Dämmplatten aus Holzfaser, Hanf oder Mineralschaum. Auf der Basis von Holzfaser bzw. Hanf wurden Spezialplatten entwickelt, die eine gute Dämmwirkung aufweisen und sich verputzen lassen. Die Platten haben ein höheres Gewicht, lassen sich aber ansonsten ähnlich gut verarbeiten wie Polystyrol. Für Leichtbauweisen im Holzbau sind Holzweichfaserplatten der ideale Wärmedämmstoff, da sie genügend Masse einbringen, klimaausgleichend und schalldämpfend wirken.

Auch Kork- oder Schilfrohrplatten können für den Vollwärmeschutz eingesetzt werden. Diese Dämmstoffe müssen jedoch als Nischenprodukt angesehen werden, da es nicht möglich sein wird, die für einen Massendämmstoff benötigten Mengen bereitzustellen. Ein Vorteil der Schilfrohrplatte: Die Platte dient als Dämmstoff und gleichzeitig als Putzträger. Verputzt werden kann in traditioneller Weise mit Frischmörtel (z. B. Luftkalkmörtel). Zudem spart man sich den Dämmstoffklebemörtel, weil die Platten in der Regel mechanisch am Mauerwerk befestigt werden. Allerdings ist der Dämmwert der Platten geringer, Holzfaserdämmplatten beispielsweise dämmen wesentlich effizienter.



Außenwanddämmung mit Schilfrohrplatten ein- oder mehrlagig

Eine weitere Alternative ist die Mineralschaumplatte. Damit sie auf der Putzfläche kraftschlüssig verklebt werden kann, benötigt die Platte einen möglichst planebenen Untergrund – was bei älteren Fassaden häufig nicht gegeben ist (Unebenheiten <10 mm). Das starre Material lässt sich nicht so gut anformen wie andere, „weichere“ Dämmstoffe. Im Handel sind Mineralschaumplatten mit *natureplus*-Zertifikat erhältlich.

WDVS und Algenbildung

Auf der Oberfläche von verputzten Außendämmungen bilden sich rascher Algen als an herkömmlichen, nicht gedämmten Fassaden. Die dunklen Flecken und Fahnen sind unschön, beeinträchtigen aber die Bausubstanz nicht und werden nicht als Bauschaden anerkannt. Betroffen sind vor allem Nordfassaden, besonders wenn sie im Schatten von hohen Bäumen liegen und nicht durch ein ausladendes Dach geschützt sind. Auffallend häufig ist auch Meeres- und Seenähe die Ursache von verstärkter Algenbildung. Wenig Sonne, viel Feuchtigkeit hauptsächlich durch Tau- und Niederschlagswasser sowie Nahrung durch organische Stoffe (Pollen, aber auch Kunststoffsubstanzen aus Anstrich und Putz) bilden den idealen Nährboden für Algenbewuchs.

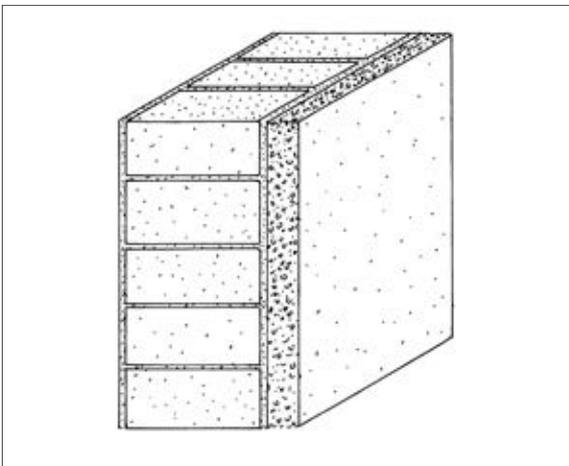
Als vorbeugend gegen Algenbewuchs wirken möglichst glatte Putzoberflächen, an denen sich keine Verunreinigungen anlagern können und Regenwasser ungehindert abgleitet. Von der Industrie empfohlen werden auch Anstrichsysteme mit dem sogenannten Lotuseffekt. Die Haut solcher Anstriche ist zwar diffusionsfähig, aber so beschaffen, dass Verunreinigungen nicht auf der Oberfläche haften und dadurch mit dem Regen abgewaschen werden. Wie sich diese mit Nanotechnologie ausgestatteten Anstrichsysteme auf die Umwelt auswirken, ist noch unklar.

Wirksam gegen Algenbewuchs sind auch Algizide in Anstrich- und Putzsystemen, allerdings nur befristet, solange sie nicht vom Regen ausgewaschen werden. Irgendwann gelangen die giftigen Substanzen ins Erdreich, ins Grundwasser oder über die Kanalisation in Flüsse und Seen. Will man den jüngeren Forschungsergebnissen des *Dahlberg-Institutes* Glauben schenken, wonach diese Mittel nicht zu dauerhaftem Erfolg führen, sind die Maßnahmen wohl nicht erste Wahl. (Das Dahlberg-Institut sieht den einzigen Ausweg für WDV-Systeme aus der Algen-Misere in einer Fassadenheizung – was allerdings den Energiesparbemühungen zuwiderläuft.)

Ein einfaches Mittel gegen Algenbewuchs liefert die Natur selbst in Form eines Fassadenkleides mit Kletterpflanzen. Das Blattwerk verhindert Kondensatbildung auf dem Putz, schützt die Fassade und erfreut das Auge. Weniger Probleme mit Algenbildung bereiten auch Dämmsysteme, die mehr Masse einbringen, d. h. bessere Wärmespeicher sind, wie z. B. Holzfaserdämmplatten. Besser gegen Algenbewuchs schützen nicht zuletzt rein mineralische Putzschichten und Anstrichsysteme auf Silikat- oder Kalkbasis. Da Algen und Pilze in der Regel einen möglichst neutralen Untergrund bevorzugen, bietet der hohe alkalische pH-Wert keinen Nährboden für Pilze und Algen. Auch konventionelle Dickschichtputze mit hohem Kalkanteil sind im Vorteil gegenüber den millimeterdünnen WDV-Systemen. Die sorptionsfähige und dampfdiffusionsoffene Putzoberfläche sorgt für einen besseren Feuchtigkeitsausgleich.

Wärmedämmputze

Sie sind eine Alternative zum Wärmedämm-Verbundsystem (WDVS). Hergestellt aus Sand, Kalk und Zement, enthalten Wärmedämmputze in der Regel Kunststoffbindemittel und als wärmedämmende Zuschläge Polystyrolkügelchen. Daneben finden sich auch rein mineralische Wärmedämmputze mit anorganischen Zuschlägen aus Perlite, Blähglas oder Blähton. Je nach Produkt lassen sich Wärmedämmputze bis zu einer Schichtdicke von 20 cm auftragen. Im Vergleich mit den gängigen WDV-Systemen ist der Wärmedämmwert solcher Putze deutlich geringer. Auf denkmalgeschützten Fassaden mit plastischen Ausformungen, bei denen keine großen Veränderungen im Erscheinungsbild möglich sind, können Wärmedämmputze in Schichten von wenigen Zentimetern Dicke aber schon eine Hilfe sein.



Außendämmung mit Wärmedämmputz

So lässt sich beispielsweise auf einem historischen 36 cm dicken Vollziegelmauerwerk schon mit 4 cm dickem 055 Wärmedämmputz der U-Wert halbieren – ohne das Fassadenbild groß zu verändern und viel Außenraum zu beanspruchen. Erreichbar ist mit einer solchen Maßnahme ein U-Wert von ca. $0,60 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$. Vom dem nach GEG-Gesetz geforderten U-Wert von $\leq 0,24 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ ist man damit allerdings noch weit entfernt. Neben den marktüblichen Polystyrol-Dämmputzen sind Wärmedämmputze u. a. mit dem Zuschlag Perlite und dem *natureplus*-Zertifikat ab einem Wärmeleitwert von $\lambda = 0,055 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ erhältlich.

Vorhangfassade

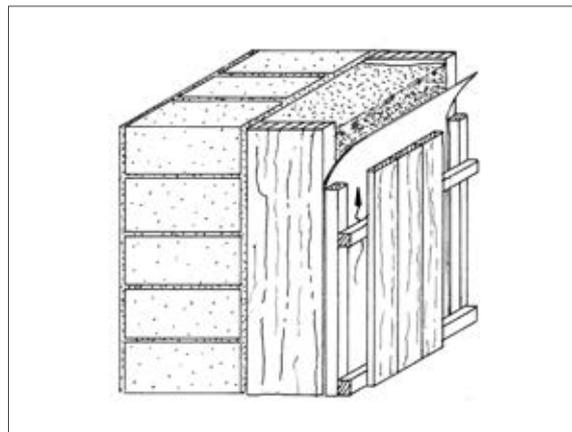
Bei der Vorhangfassade verwendet man anstelle einer verputzten Thermohaut eine Verkleidung beispielsweise aus Holzbrettern oder -platten, die mit einer Tragekonstruktion aus Holz oder Metallprofilen an der Außenwand befestigt wird. In die Zwischenräume der Unterkonstruktion wird der Dämmstoff geklemmt oder eingeblasen. Als Dämmmaterial infrage kommt hier die gesamte Palette aus nachwachsenden Rohstoffen von Holzfaser bis Zellulose. Geschützt gegen Witterungseinflüsse

wird die Konstruktion mit einer reißfesten und wasserdichten Unterdeckbahn. Anschließend wird eine Hinterlüftungsebene von 3–4 cm mittels Lattung hergestellt, auf die dann die Holzverkleidung genagelt oder geschraubt wird.

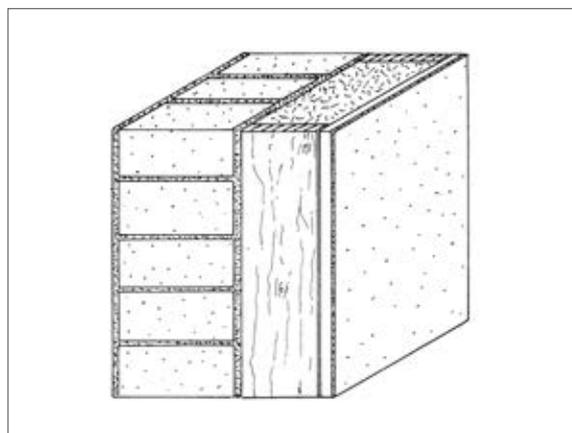
Statt einer Holzverkleidung können auf der Unterkonstruktion z. B. auch Holzfaserdämmplatten befestigt werden. Diese lassen sich verputzen, sodass sich der Charakter eines massiven Mauerwerks ergibt. Außerdem wird durch die Platten eine zusätzliche Dämmwirkung erzielt. Wird der Hohlraum hinter den Platten mit einem Schüttstoff wie z. B. Zellulose oder Stroh ausgeblasen, ist eine lückenlos dichte, wärmebrückenfreie Dämmebene herstellbar.

Vorhangfassaden gelten durch ihre Trennung in konstruktive Teile, Wärmeschutz und Witterungsschutz als bauphysikalisch zuverlässige Bauweise. Weitere Vorteile:

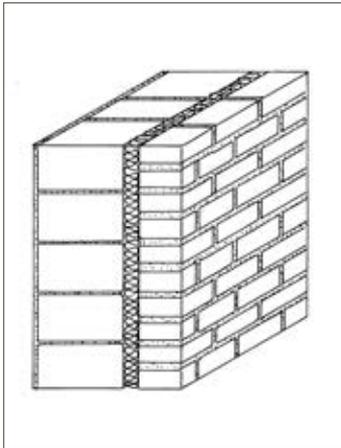
- überwiegend natürliche Baustoffe einsetzbar
- Selbstbau ist möglich
- geringer Pflegeaufwand
- langlebige Konstruktion
- ideal auf unebenen Flächen oder Altputzen in schlechtem Zustand



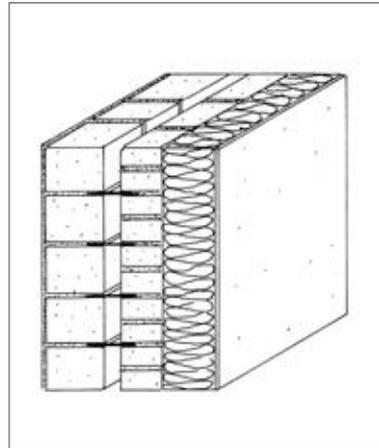
Vorhangfassade mit Holzverkleidung hinterlüftet



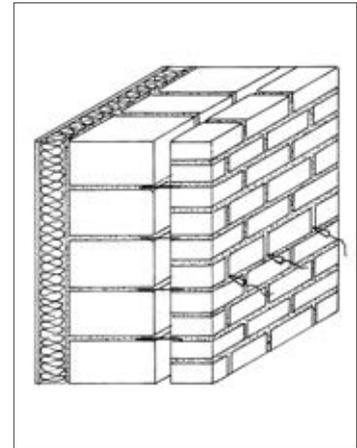
Vorhangfassade mit verputzter Fassadenplatte



Zweischaliges Mauerwerk mit Kerndämmung



Zweischaliges Mauerwerk mit Außendämmung



Zweischaliges Mauerwerk mit Innendämmung

Kerndämmung

Besteht eine Außenwand aus zweischaligem Mauerwerk und soll das Fassadenbild (z. B. Klinkerfassade) erhalten bleiben, so bietet sich eine Kerndämmung an. Dafür blasen oder schütten Spezialfirmen den Dämmstoff in den Hohlraum zwischen den Mauerwänden. Für die Kerndämmung verbleibt zwischen den Wänden konstruktionsbedingt meist nur ein schmaler Spalt von wenigen Zentimetern. Allgemein gilt: Wenn Kerndämmung, dann nur mit „dauerhaft wasserabweisenden Dämmstoffen“. Auf keinen Fall sollte man sich bei der Expertise nur auf den Rat des ausführenden Fachbetriebs verlassen. Bei Planung einer Kerndämmung ist der Architekt oder Fachplaner gefragt. Durch unsachgemäße Kerndämmung können Bauschäden entstehen, vor allem, weil die vorher gegebene Hinterlüftung der Außenwand wegfällt und weil über Mauerwerksöffnungen Schlagregen in die Wand eindringen kann. Außerdem verbleiben an Fensterlaibungen und Übergängen zwischen den Schalen häufig Wärmebrücken.

Ist eine Kerndämmung z. B. aus bauphysikalischen Gründen nicht möglich, bleibt noch die Außen- oder Innendämmung als Alternative. Vor Durchführung ist auch hier dringend der Rat von Experten gefragt.



Nachträgliche Einblasdämmung bei zweischaligem Mauerwerk

Innendämmung

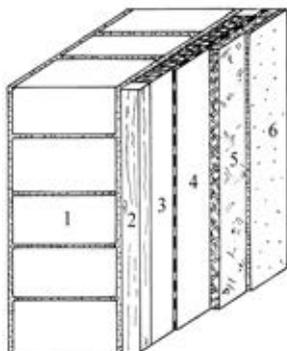
Eine Innendämmung kommt infrage, wenn eine Außendämmung nicht möglich ist, weil etwa das bestehende Fassadenbild erhalten bleiben soll oder weil Grundstücksgrenzen beachtet werden müssen. Anwendungsbereiche sind z. B. schützenswerte Denkmäler mit historisch wertvollen Fassaden. Erhalten bleiben sollten aber auch Fassaden mit eigenem Gepräge, etwa mit Schmuckreliefs oder Untergliederungen, oder Backsteinfassaden mit Ziermauerwerk und insbesondere Sichtfachwerkbauten. Kleine und große Eigenheiten, die früher jedem Haus ein eigenes Gesicht gaben, verschwinden derzeit landesweit unter dicken Dämmmänteln aus Styropor und hinterlassen ein trauriges, gesichts- und geschichtsloses Einerlei. Dann doch lieber von innen dämmen.

Eine Innendämmung ist im Vergleich zur Außendämmung immer die bauphysikalisch schlechtere Lösung. Das Problem heißt Tauwasser, das auf der Innenseite der Wand anfällt. Unsachgemäße Innendämmung kann erhebliche Bauschäden durch Feuchtigkeit verursachen. Um die Kondensation von Feuchtigkeit hinter der Dämmschicht zu vermeiden, ist für die klassische Innendämmkonstruktion (Vorsatzschale) in der Regel raumseitig eine (feuchtevariable) Dampfbremse erforderlich.

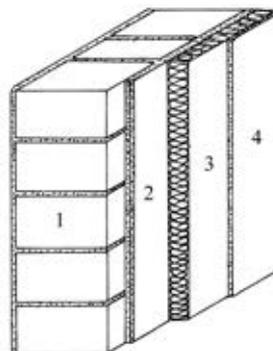
Spezielle Dämmstoffentwicklungen kommen auch ohne Dampfsperre aus. Calciumsilikat-, Mineralschaum- oder Perliteplatten sind sowohl dampfdiffusionsfähig als auch kapillaraktiv. Insbesondere die Calciumsilikatplatten sind selbst schwierigen hygrothermischen Situationen gewachsen, die Platten haben allerdings ihren Preis. „Starre“ Platten aus Calciumsilikat, Mineralschaum oder Perlite eignen sich nur für Massivbauten, nicht für Fachwerk.

Bei Verwendung von Dämmstoffen wie Calciumsilikat-, Mineralschaum- oder Perliteplatten gilt: Ausschließlich Systemkom-

Innendämmsysteme



- 1 Außenwand
- 2 Holzunterkonstruktion in Stärke der Dämmschicht
- 3 Dämmmatte (Hanffaser, Flachsfaser, Holzfaser flexibel u. a.)
- 4 Dampfbremse
- 5 Holzwolleleichtbauplatte
- 6 Innenputz



- 1 Außenwand
- 2 Haftschrift (Kleber), z. B. Lehmörtel
- 3 Dämmplatte, z. B. Holzfaserdämmplatte
- 4 Innenputz, z. B. Lehmputz

Innendämmsystem mit Dämmmatte zwischen den Konstruktionshölzern eingeklemmt mit Dampfbremse. Verkleidung z. B. mit Gipskarton, Holzverschalung, Holzwolleleichtbauplatte verputzt o. Ä.

Innendämmsystem mit Dämmplatte, vollflächig verklebt. Dämmstoff je nach Bausituation als Holzfaserdämmplatte, Perliteplatte, Mineralschaumplatte, Calciumsilikatplatte o. Ä. Raumseitig Putzschale mit Lehm- oder Kaalkputz.

ponenten des Herstellers verwenden und Herstellerhinweise beachten. Dies gilt auch für Holzfaserdämmplatten als Innendämmung.

Gerade für die Fachwerksanierung konnten sich in jüngster Zeit als Innendämmung spezielle Holzfaserdämmplatten in Kombination mit Lehm durchsetzen. Bei solchen feuchtepuffernden bzw. kapillaraktiven Innendämmsystemen kann je nach baulicher Situation eine raumseitige Dampfsperre entfallen, eine Vor-Ort-Beratung mit Bauteilanalyse ist jedoch Pflicht.

Die Wahl der Dämmstoffdicke orientiert sich bei Innendämmungen maßgeblich an den Faktoren „Maximum an Dämmung“ und „Minimum an Raumverlust“. Dazu die Energieagentur NRW: „Schon mit einer Dämmstärke von 6 cm kann der Wärmeverlust um mehr als 50 % reduziert werden – auch wenn die Wärmebrückeneffekte durch fehlende Dämmung bei den Decken- und Wandanschlüssen mit berücksichtigt werden. Mit einer Verdoppelung auf 12 cm ist nur noch wenig mehr herauszuholen.“ In Zahlen ausgedrückt: Gegenüber der ungedämmten Wand können 6 cm Dämmung ca. 55 % und 12 cm ca. 65 % Energie einsparen. Bei stark schlagregenbeanspruchten Fassaden (Fachwerk) sollten grundsätzlich dün-

ne Dämmschichten eingesetzt werden, um eine schnelle Rücktrocknung der Wand zu ermöglichen.

Vorteile der Innendämmung:

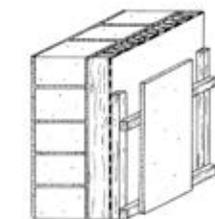
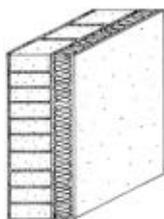
- Fassade (Außenansicht) bleibt original erhalten
- schnelleres Aufheizen auf Raumtemperatur möglich
- Anbringung witterungsunabhängig, also auch im Winter möglich
- Natureplus-zertifizierte Baustoffe einsetzbar

Nachteile der Innendämmung:

- Dämmstoffdicke begrenzt wegen Platzverlust
- Wohnfläche wird reduziert
- Wärmebrücken sind de facto unvermeidlich
- etwas reduzierte Wärmespeicherfähigkeit der Außenwand
- nur bedingt selbstbaueeignet (fachliches Wissen zur Taupunktproblematik und handwerkliche Erfahrung mit luftdichten Konstruktionen sind Voraussetzung)

Bei Innendämmung ist auch zu beachten, dass durch die Reduzierung des innenseitigen Wärmeflusses die Außenwand stärker auskühlt als ohne Dämmung. Im Extremfall können Wasserleitungen in der Außenwand einfrieren.

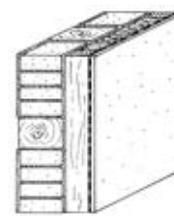
Mauerwerk



Innendämmung mit Dämmplatte

Innendämmung mit Vorsatzschale

Fachwerk



Innendämmung mit Dämmplatte verputzt

Innendämmung mit Einblasdämmung und Vorsatzschale

Kellerdämmung

Ob der Keller gedämmt werden soll, hängt von seiner künftigen Nutzung ab. Dient er als Heizraum, Bar oder Hobbyraum, werden Wände und Boden gedämmt. Soll der Keller unbeheizt bleiben, empfiehlt sich die Dämmung der Kellerdecke.

Dämmung von Kelleraußenwänden

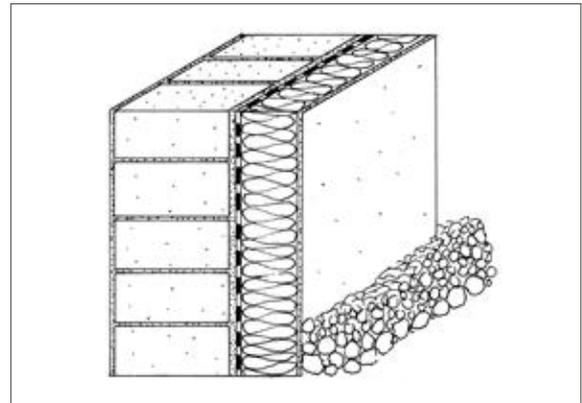
Zur Vorbereitung der Kelleraußenwanddämmung wird bei normaler Baufeuchte, nicht bei drückendem Wasser oder Grundwasser, auf die trockene und saubere Wand zunächst eine vertikale Sperrschicht aus zementhaltiger Schlämme oder aus Polymerbitumen-Dickbeschichtung aufgebracht. Darauf kann die Dämmschicht geklebt werden. Wie bereits erwähnt, kommen hier nur feuchteresistente und druckfeste Dämmplatten infrage, z.B. extrudierte Polystyrolschaumplatten (XPS) oder Schaumglas. Diese sogenannte Perimeterdämmung dämmt nicht nur gut, sondern hält dank ihrer geschlossenzelligen Struktur auch von außen eindringende Feuchtigkeit von der Wand ab. Sie ist auch als Wärme- sowie Feuchtigkeitsschutz bei nicht beheizten Kellern sinnvoll. Die Dämmplatten müssen entsprechend den einschlägigen Normen und Verarbeitungsrichtlinien angebracht und mit Armierungsgewebe verputzt werden.

Schaumglasplatten werden mit lösemittelfreiem Bitumenkleber vollflächig auf die Wandfläche geklebt. Zwingend notwendig dazu ist ein ebener Untergrund – im Altbau eher eine Seltenheit. Entweder wird auf die Wand ein Glattnstrich mit Ausgleichsputz aufgezogen oder man entscheidet sich für XPS-Platten die punktförmig mit Kleberbatzen befestigt werden. Auf diese Weise lässt sich unebener Untergrund leichter ausgleichen. Es sei darauf hingewiesen, dass eine nachträgliche Kellerdämmung von außen sehr aufwendig ist: Das Grundstück muss aufgegraben und die Kellerwände müssen freigelegt werden.

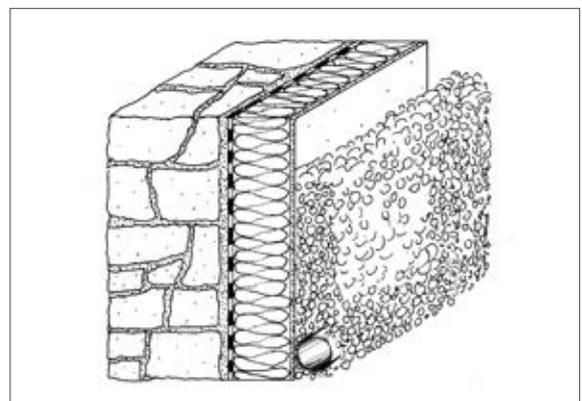
Dämmung des Kellerbodens

Die Dämmung des Kellerbodens richtet sich nach der künftigen Nutzung der Kellerräume und der zur Verfügung stehenden Raumhöhe. Soll der Keller unbeheizt bleiben, empfiehlt sich die Wärmedämmung der Kellerdecke. Bei beheiztem Keller wird der Boden gedämmt, dabei sollte man gleichzeitig auch eine Dämmung der Kelleraußenwände mit einplanen.

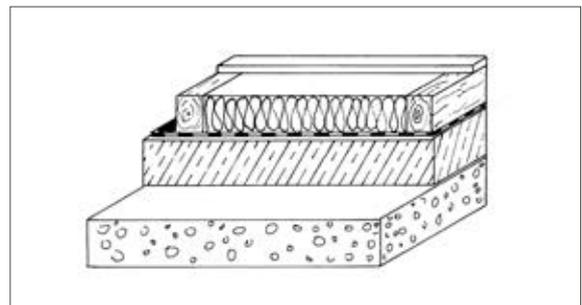
Falls bereits eine Bodenplatte aus Beton vorhanden ist, kann diese als Grundlage für den weiteren Aufbau des gedämmten Fußbodens dienen. Fehlt eine Bodenplatte, müssen alte Böden entfernt und der Boden neu aufgebaut werden. Dies beginnt stets mit einer kapillarbrechenden Schicht aus Kies, um zu unterbinden, dass eine direkte Berührung mit dem Erdreich stattfindet und Feuchtigkeit in den Fußboden aufsteigt. Der Kies kann z. B. auch durch Schaumglasschotter ersetzt werden. Er ist Wärmedämmung, Tragschicht und Schutz gegen aufsteigende Feuchtigkeit in einem.



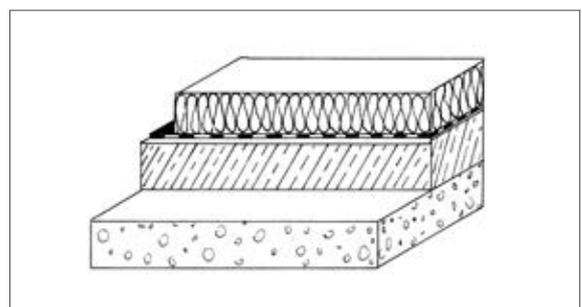
Ziegelmauerwerk mit Perimeterdämmung



Natursteinmauerwerk mit Perimeterdämmung



Hohlraumdämmung (z. B. als Schüttdämmung) über Betonplatte



Dampfdichte Dämmplatte auf Betonsohle z. B. aus Schaumglas

GEG-ANFORDERUNGEN AN KELLER- UND DECKENDÄMMUNG

Maßnahmen	Wärmedurchgangskoeffizient
Wände und Decken gegen Erdreich, unbeheizte Räume: <ul style="list-style-type: none"> • Ersatz oder erstmaliger Einbau • Anbringung oder Erneuerung von außenseitigen Bekleidungen oder Verschalungen, Feuchtigkeitssperren oder Drainagen • Anbringung von Deckenbekleidungen auf der Kaltseite 	$U \leq 0,30 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
Decken nach unten: <ul style="list-style-type: none"> • Ersatz oder erstmaliger Einbau • Anbringen oder Erneuern von außenseitigen Bekleidungen, Verschalungen, Feuchtigkeitssperren oder Drainagen • Anbringen von Deckenbekleidungen auf der Kaltseite 	$U \leq 0,24 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$

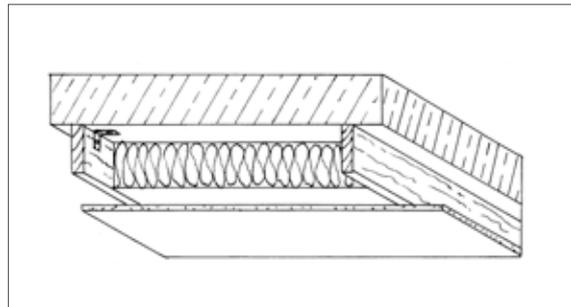
Quelle: Bayerische Ingenieure-Kammer: GEG 2020 und Änderungen GEG 2023

Hinweise: Mit der Novellierung des Gebäudeenergiegesetzes (GEG) wurde die technische Machbarkeit bei Wänden, Decken und erdberührten Bauteilen ausgedehnt: Einbau einer begrenzten höchstmöglichen Dämmschichtdicke (mit Wärmeleitfähigkeit max. $0,035 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$) erfüllt die Anforderungen bzw. Einblasdämmungen oder Dämmungen aus nachwachsenden Rohstoffen mit Wärmeleitfähigkeit max. $0,045 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$.

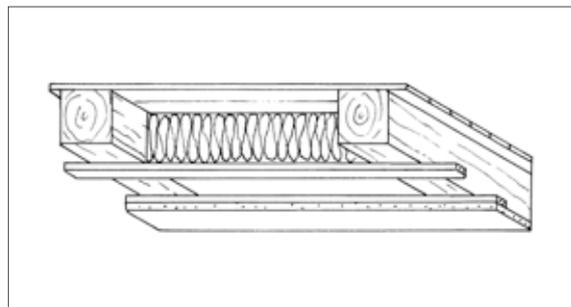
Dämmung der Kellerdecke

Bleibt der Keller unbeheizt und macht sich der Fußboden im Erdgeschoss durch Fußkälte bemerkbar, empfiehlt sich die Dämmung der Kellerdecke von unten, vorausgesetzt, der Keller bietet ausreichend Stehhöhe. Die Dämmstärke richtet sich auch danach, inwieweit sich Türen und Fenster noch öffnen lassen und vorhandene Leitungen überdämmt werden müssen. Die Dämmung der Kellerdecke von unten ist eine Arbeit, die sich der versierte Heimwerker durchaus zutrauen kann.

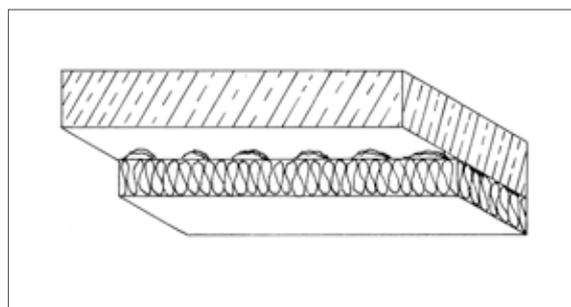
Müssen Leitungen, z. B. Heizungsrohre, Wasser- oder Elektroinstallation, in die Dämmebene eingebunden werden, empfiehlt sich eine Holzunterkonstruktion. In die Zwischenräume können beispielsweise Hanf- oder Flachsplatten eingeklemmt werden. Auch eine Einblasdämmung mit Zellulose kommt infrage. Auf glatte ungestörte Deckenflächen lassen sich Mineralschaumplatten aufkleben. Die Platten sind nicht brennbar (Heizkeller Fluchtwege!). Ein Putz oder eine Verkleidung kann entfallen, solange keine hohen Ansprüche an die Oberflächenstruktur gestellt werden. Eine weitere Alternative für die Deckendämmung sind Holzfaserdämmplatten.



Betondecke, Dämmung unterseitig



Holzbalkendecke mit Vollsparrendämmung



Dämmplatten unterseitig aufgebracht und verdübelt

Dämmung der obersten Geschossdecke

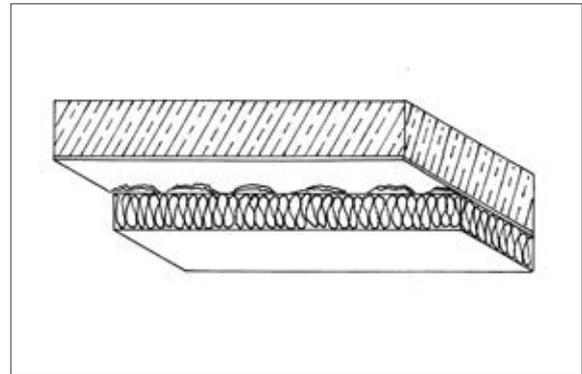
In zahlreichen Altbauten finden sich Dachböden, die eine zu geringe Raumhöhe aufweisen, um nachträglich ausgebaut zu werden. Sofern das Dach nicht gedämmt ist, bildet in solchen Fällen die oberste Geschossdecke die Grenze zur Außenluft. Im Winter gleichen sich im nicht ausgebauten Dachbereich die Temperaturen an die der Außenluft an. Grund genug, die Wärmedämmung der obersten Geschossdecke den erhöhten Anforderungen an den Wärmeschutz anzupassen. Am einfachsten und kostengünstigsten lässt sich die oberste Geschossdecke nachträglich von oben dämmen. Falls der Dachboden nicht begehbar sein muss, können hier Dämmplatten oder -platten, am besten kreuzweise in zwei Lagen, ausgelegt werden. Falls Laufstege erforderlich sind (z. B. zum Schornstein), lassen sich diese mit Kanthölzern und einem Plattenbelag oder Brettern herstellen.

Ist genügend Raumhöhe für die Dämmung vorhanden, sollten Sie möglichst nicht an Dämmstoff sparen. Der Gesetzgeber schreibt für die oberste Geschoßdecke einen U-Wert von $0,24 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ vor. Das ist beispielsweise mit einer 16 cm dicken Schicht aus Holzfaser oder Zellulose zu erreichen.

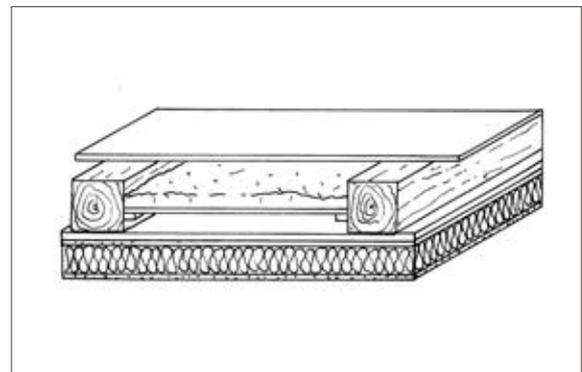
Soll der Dachboden auf der gesamten Fläche begehbar sein, wird eine Unterkonstruktion aus Kanthölzern hergestellt, abgestimmt auf die Dämmstoffmaße und das begehbare Plattenmaterial. Werden die Hohlräume mit Zellulose ausgeblasen, erhält man eine preisgünstige Geschoßdeckendämmung. Eine weitere Dämmvariante besteht aus druckstabilen Holzfaserdämmplatten, die Gehbelag und Dämmmaterial in einem sind. Die Platten müssen dicht an dicht verlegt werden und sind gegen Verrutschen zu sichern, damit keine offenen Fugen entstehen. Kreuzweises Verlegen in zwei Lagen ist vorteilhaft. Um den Schornstein herum ist mit nicht brennbarem Dämmstoff zu dämmen (Kaminkehrer fragen).

Während sich die nachträgliche Dämmung auf der Oberseite der Geschossdecke auch gut für den Selbstbau eignet, ist eine Dämmung auf der Deckenunterseite oder eine Zwischensparrendämmung prinzipiell aufwendiger. Bauphysikalisch gesehen übernimmt die Dämmung der Deckenunterseite die Aufgabe einer Innendämmung und erfordert deshalb auf der Warmseite eine Dampfbremse. Gleiches gilt auch für die nachträgliche Zwischensparrendämmung.

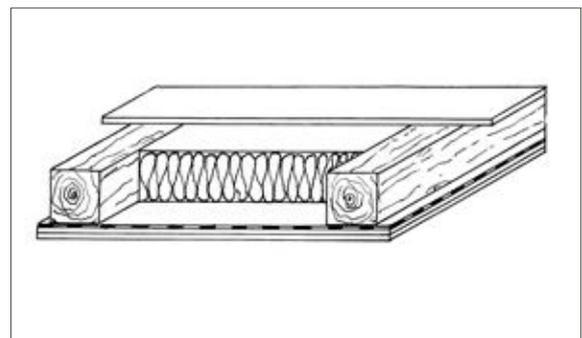
Bei allen nachträglichen Dämmarbeiten an der obersten Geschossdecke ist auf eine luftdichte Schicht unter dem Dämmstoff zu achten. Diese Funktion kann eine an Stößen und Anschlüssen luftdicht verklebte Dampfsperre oder eine Massivdecke oder Estrichplatte übernehmen. Auf jeden Fall muss verhindert werden, dass warme Raumluft durch Ritzen in den Dachraum entweicht und an kalten Stellen kondensiert. Dies würde nicht nur zu Wärmeverlusten führen, sondern könnte auch Feuchteschäden nach sich ziehen.



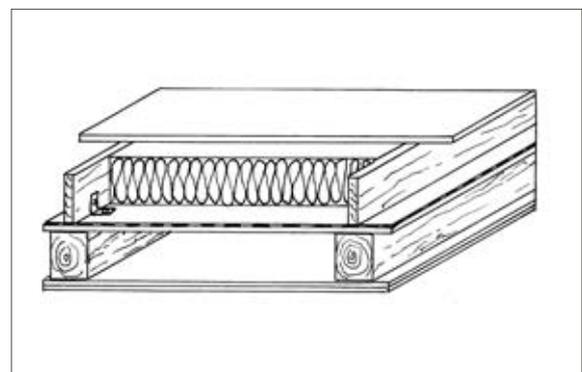
Betondecke, Dämmung unterseitig aufgeklebt und verdübelt



Holzbalkendecke, Dämmung unterseitig



Holzbalkendecke mit Vollsparrendämmung



Holzbalkendecke, Dämmung oberseitig mit Dämmmatten oder Einblasdämmung

Dachdämmung

Anlass für eine Dachdämmung kann beispielsweise ein geplanter Dachausbau oder die Erneuerung der Dacheindeckung sein. Mit einem gut gedämmten Dach wird nicht nur Energie gespart: Sofern die Fläche unterm Dach nutzbar ist, entsteht auch neuer attraktiver Wohnraum.

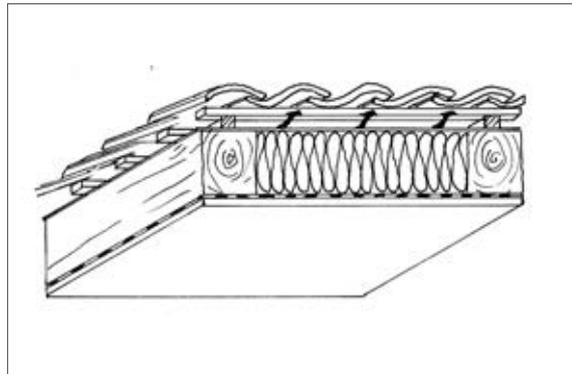
Die Dachschrägen werden üblicherweise zwischen den Sparren gedämmt. Häufig reicht im Altbau wegen der geringen Sparrenhöhe der Hohlraum zwischen den Sparren nicht aus, um eine Dämmdicke von mehr als 16 cm einzubringen und damit dem vom Gesetzgeber geforderten U-Wert von $\leq 0,24 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ gerecht zu werden. Dann sind Kombinationen mit Aufsparrendämmung oder Untersparrendämmung empfehlenswert. Mit einer Untersparrendämmung besteht außerdem die Möglichkeit, Installationen (Rohre, Kabel, Steckdosen, Befestigungen mit Schrauben und Nägeln) unterzubringen, ohne die Luftdichtigkeitsschicht zu verletzen. Ein luftdichter Abschluss zur Raumseite ist besonders wichtig, da er verhindert, dass feuchte Luft in die Dämmstofflagen eindringt. Nach außen übernimmt eine diffusionsoffene Unterdeckbahn den Schutz vor Wind und Regen.

Bei einem erstmaligen Ausbau des Dachgeschosses ist eine Vollsparrendämmung mit Untersparrendämmung in der Regel die einfachste Variante. Bei einem bewohnten Dachgeschoss kann die Aufsparrendämmung von Vorteil sein, da sich die Dämmarbeiten von außen durchführen lassen und die Bewohner dadurch nicht beeinträchtigt werden.

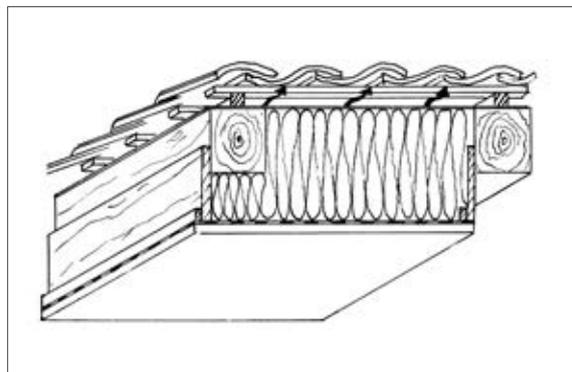
Prädestiniert für die Aufsparrendämmung sind insbesondere Holzfaserdämmplatten. Sie bieten nicht nur einen guten Wärmeschutz, sondern auch einen exzellenten sommerlichen Hitzeschutz. Weitere Vorteile der Aufsparrendämmung: Durch die ungestörte Dämmebene entstehen keine Wärmebrücken.

Für die Hohlraumdämmung empfehlenswert ist die Einblasdämmung mit Holzfaser oder Zellulose. Das Einblasverfahren mit Zelluloseflocken wird von zertifizierten Fachbetrieben ausgeführt. Wer selbst Hand anlegen will, kann die Hohlräume so weit vorbereiten, dass nur noch das Einblasen dem Fachbetrieb überlassen wird. Die Dämmung mit einem Einblasgerät erfolgt lückenlos und setzungsfrei.

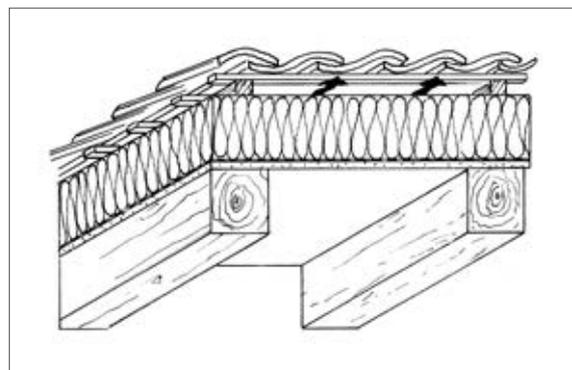
Welche Dämmvariante auch immer Sie wählen: Eine Hinterlüftung der Dacheindeckung muss stets gewährleistet sein.



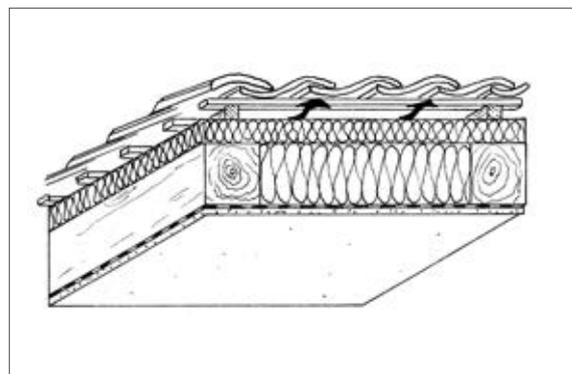
Vollsparrendämmung



Vollsparrendämmung + Untersparrendämmung



Aufsparrendämmung



Vollsparrendämmung + Aufsparrendämmung



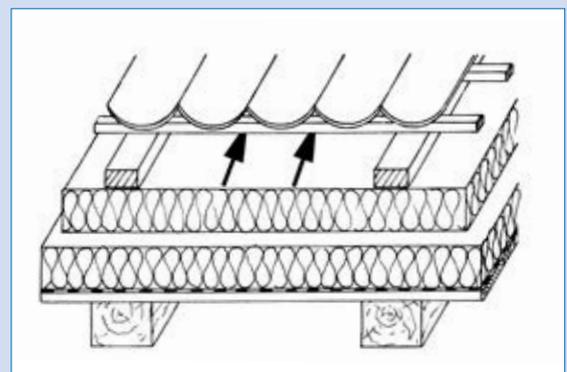
Ein Dachausbau schafft Platz im Haus.

GESETZLICHE EMPFEHLUNGEN UND VERORDNUNGEN ZUR DACHDÄMMUNG

Das Gebäudeenergiegesetz (GEG) schreibt eine Dachdämmung vor, wenn beispielsweise unter dem Dach neuer Wohnraum entstehen soll oder wenn das Dach neu eingedeckt wird. Bleibt der Dachraum dagegen kalt, muss für eine entsprechende Wärmedämmung der obersten Geschoßdecke gesorgt werden.

Im Gebäudeenergiegesetz (GEG) ist für das geneigte Dach ein U-Wert $0,24 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ vorgeschrieben. Bei Nichtausbau des Dachraumes gilt dieser Wert auch für die oberste Geschoßdecke. Flachdächer müssen einen U-Wert $0,20 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ erreichen.

Mit Blick auf den Klimawandel sollte eine fachgerechte Sanierung sowohl den winterlichen Wärmeschutz, als auch den sommerlichen Hitzeschutz berücksichtigen. Bei intensiver Sonneneinstrahlung heizen sich in der Regel dunkle Dachflächen wesentlich schneller auf als z. B. Fassadenflächen. Da Dächer im Allgemeinen Leichtbaukonstruktionen sind und meist mit Dämmstoffen geringer Dichte gedämmt werden, können unter dem Dach Temperaturen von 30°C und mehr entstehen. Hilfreich sind hier wärmspeichernde Dämmstoffe mit höherer Dichte wie z. B. Holzfaserdämmplatten. Mit einer Kombination aus „leichten“ wärmedämmenden Schichten auf der Außenseite und „schweren“ Dämmstoffen auf der Raumseite lässt sich der sommerliche Hitzeschutz optimieren (mehr dazu unter www.ubakus.de „Berechnung des Hitzeschutzes“).



Die Unterseite der Dacheindeckung muss stets gut durchlüftet sein.

5 GEBÄUDETYPOLOGIE

Jedes Gebäude hat seinen eigenen Charakter und seine eigene Geschichte. Altbauten prägen das Gesicht von Städten, Dörfern und Siedlungen. Im Laufe der verschiedenen Bauepochen haben sich typische Baustile und Konstruktionen herausgebildet. Je nach landschaftlichen und witterungsbedingten Eigenheiten wurde im Norden und Westen Deutschlands anders gebaut als im Süden oder Osten. Notzeiten zwangen zum reduzierten und einfachen Bauen, in wirtschaftlich guten Zeiten überwogen üppige und aufwendige Bauweisen. So mag es nicht verwundern, dass ein 100 Jahre altes Bauwerk von der Grundsubstanz her bis heute über eine höhere Bauqualität verfügt als beispielsweise ein Nachkriegsbau.

Generell lässt sich feststellen, dass in den vergangenen Epochen dem Wärmeschutz von Gebäuden eine untergeordnete Bedeutung beigemessen wurde. Kalten Räumen begegnete man lange Zeit nicht durch Verbesserung des baulichen Wärmeschutzes, sondern durch eine stärker dimensionierte Heizanlage. Bis die erste Ölkrise 1973 zum Umdenken zwang. Mit Einführung der I. Wärmeschutzverordnung im Jahre 1979 wurden in den Bauordnungen erstmals wärmeschutztechnische Standards für den Neubau eingeführt. Es folgten in den Jahren 1987 und 1995 zwei Novellierungen der Verordnung mit weiter verbesserten Standards. Im Jahr 2002 wurde sie durch die Energieeinsparverordnung (EnEV) abgelöst. Seit 2020 gilt das Gebäudeenergiegesetz (GEG), das beim Bauen im Bestand hohe Anforderungen an den maximalen Wärmedurchgangskoeffizienten (U-Wert) stellt und damit dem Wärmeschutz von Gebäuden eine zentrale Bedeutung einräumt.

Um Schwachstellen typischer älterer Bauweisen aufzudecken und Maßnahmen zur Verbesserung des Wärmeschutzes aufzuzeigen, werden in der nachfolgenden Übersicht Bauwerke der verschiedenen Epochen mit ihren typischen konstruktiven Merkmalen in ihrem Bestand aufgeführt. Die Übersicht bietet für einzelne Bauteile wärmeschutztechnisch verbesserte Standards an. Sie erhebt weder den Anspruch auf direkte Übertragbarkeit noch auf Vollständigkeit. Im Einzelfall ist stets wie bei jeder energetischen Modernisierung die Beurteilung durch einen Fachmann (Energieberater) vor Ort notwendig. Dies gilt im Besonderen auch für zweischalige Bauweisen und die Innendämmung von Außenwänden. Die Übersicht geht auch nicht auf die Art der Beheizung ein, da sich in nahezu keinem Gebäude, das älter als 25 Jahre ist, noch die ursprünglichen Wärmeerzeuger und Heizungsanlagen befinden.

Historischer Gebäudebestand vor 1918

Bei Gebäuden, die bis 1918 errichtet wurden, handelt es sich konstruktionsmäßig um Massivbauten oder Fachwerkhäuser. Aus jener Zeit stammende Bauten in massiver

Ziegelbauweise finden sich heute noch in großer Zahl und oftmals gut erhalten im historisch gewachsenen Kern deutscher Städte und Gemeinden. Sie wurden aus 30–51 cm (bei vier Geschossen) starkem Ziegelmauerwerk errichtet. Die durch viele Erker, Balkone und Ziegelornamentik verzierten Fassaden sind in rot gebranntem Backstein oder als verputzte Fassaden ausgeführt und mit Dekor- und Strukturelementen aus Sandstein und Stuck versehen. Fenster sind häufig in Sandsteingewände eingefügt. Meist kommt bei solchen Fassaden nur eine Innendämmung infrage.

Die Gebäude sind in der Regel unterkellert. Die Kellerdecken wurden in der Regel als gemauertes Kappengewölbe oder später als scheinrechte Kappe aus Schüttnbeton mit Holzdielenaufbau ausgeführt.

Dachschrägen waren im Urzustand nicht gedämmt und nicht ausgebaut. Die obersten Geschossdecken sind in der Regel Holzbalkendecken mit Einschub, vorherrschend mit Sand-, Lehm- oder Schlackenfüllung. Die Deckenunterseite ist mit Putz auf einer Schilfrohrmatte als Putzträger verkleidet.

Die Einfachverglasung bei den Fenstern ist inzwischen zum großen Teil gegen Zweischeibenverglasung ausgetauscht.

Bei den Fachwerkhäusern handelt es sich typischerweise um Außenwandkonstruktionen, bei denen Fachwerk und Gefache sichtbar sind. Das Fachwerk der Gebäude ist 12–16 cm stark, die Gefache sind überwiegend mit ungebranntem Lehmziegel oder Strohlehm ausgefüllt und in der Regel verputzt (Kalk- oder Lehmputz). Sofern der Fachwerkcharakter der Fassade erhalten bleiben soll, kommt hier zur Verbesserung des Wärmeschutzes nur eine Innendämmung infrage.

Gebäude nach dem Ersten Weltkrieg (1919–1948)

Der Einfamilienhausbau dieser Epoche ist zum einen geprägt durch den Bau von freistehenden 1,5-geschossigen Häusern mit Satteldach. Diese typischen „Siedlungshäuser“ wurden zumeist in geschlossenen Gebieten in Stadtrandlage errichtet.

Auffällig für jene Epoche sind auch größere Reihensiedlungen mit zumeist 2-geschossigen Gebäudezeilen. Dominiert wird diese Epoche im Bereich des Geschosswohnungsbaus durch die überwiegend von Wohnungsbaugesellschaften und -genossenschaften erbauten Siedlungen mit 3- bis 5-geschossigen Mehrfamilienhäusern.

Die Gebäude bestehen meist aus massiven Außenwänden, zum Teil aber auch bereits aus zweischaligem Mauerwerk mit einer Luftschicht in der Mitte. Neben dem reinen Ziegel- oder Backsteinmauerwerk kommen zunehmend auch

Hohlblocksteine aus Bims oder anderen Leichtzuschlägen in Stärken zwischen 25 und 38 cm zum Einsatz. Holzbalkendecken werden erstmals durch Stahlbetondecken ersetzt.

Die Kellerdecken sind in der Regel als schiefe Kappen- decke, im Mehrfamilienhausbau auch zunehmend als Ort- betondecke mit Dielung ausgeführt.

Dachschrägen und oberste Geschossdecken werden nicht ge- dämmt. Dachschrägen unter ausgebauten Dächern sind teil- weise mit Holzwoleleichtbauplatten verkleidet und verputzt.

Gebäude der Nachkriegszeit (1949–1959)

Die Gebäude dieser Zeit sind durch einfache Bauweise ge- prägt. In den ersten Nachkriegsjahren werden in Wohnge- bäuden Vollziegel für Außenwände eingesetzt, später auch Gitter- oder Lochziegel. Immer häufiger kommen Hohl- blocksteine aus Natur- oder Hüttenbims zur Anwendung. Bei Einfamilien- und Reihenhäusern finden sich tendenziell etwas aufwendigere Konstruktionen, wie z. B. zweischaliges Mauerwerk oder geringfügige Wärmedämmungen.

Die Kellerdecken werden häufig als Ortbetondecken mit schwimmendem Estrich und Trittschalldämmung ausgeführt.

Dachschrägen unter ausgebauten Dächern werden in der Regel mit Holzwoleleichtbauplatten verkleidet und verputzt. Die obersten Geschossdecken sind bei nicht ausgebauten Dächern teilweise noch als Einschubdecken mit Schlacken- füllung oder Glaswolle dämmung ausgeführt. Häufig werden insbesondere im Mehrfamilienhausbau bereits Ortbetonde- cken ausgeführt.

Die Fenster sind einfachverglast oder als Kasten- bzw. Ver- bundfenster ausgeführt.

Gebäude der 1960er-Jahre

Als Reaktion auf den sich abzeichnenden Rückgang der staatlichen Wohnungsbauförderung in den frühen 1960er- Jahren entstehen verdichtete Siedlungskonzepte und neue Bauformen wie z. B. Hochhäuser. Es wird zunehmend mit neuen Formen und Materialien experimentiert. Beton, Stahl und Glas werden als Gestaltungsmittel eingesetzt, der Be- tonbau, aus Frankreich und Amerika kommend, setzt sich verstärkt durch. Um dem Wohnraummangel entgegenzu- treten, entstehen in Ostdeutschland und vereinzelt auch in Westdeutschland zunehmend Wohnbauten in Plattenbau- weise. Es werden in Fabriken vorgefertigte Plattenteile aus Beton nach dem Baukastenprinzip zusammengesetzt. Fas- saden erhalten Plattenverkleidungen aus Spaltklinker, As- bestzement oder Waschbeton. Das Flachdach, ausgebildet als Kalt- oder Warmdach, setzt sich verstärkt durch.

Außenwände bestehen entweder aus beidseitig verputz- ten, 24–30 cm dicken Hohlblocksteinen oder aus zwei-

schaligem Mauerwerk mit Luftschicht und Vormauerschale. Zunehmend werden auch Gitter- und Hochlochziegel im Mauerwerksbau eingesetzt.

Bei Gebäuden mit geneigtem Dach wird die oberste Ge- schossdecke aus Beton hergestellt und mit Verbundestrich und unterseitigem Putz versehen. Die Dachschrägen wer- den raumseitig mit Holzwoleleichtbauplatten verkleidet und verputzt, zwischen den Sparren finden sich häufig noch 3–4 cm Mineralfasermatten als Dämmung. Die Kellerde- cken bestehen im Wesentlichen aus Ortbetondecken mit schwimmendem Estrich.

Gebäude der Jahre 1970–1976

Nach Abschluss des Wiederaufbaus werden zum Ende der 1960er-Jahre neue industrielle Bauweisen entwickelt (Sandwichkonstruktionen, Verbundbauweise etc.). Unter dem Eindruck der ersten Ölkrise des Jahres 1973 ist die Dekade durch wärmetechnische Verbesserungen gekenn- zeichnet. Zunächst führt dies zu einer häufigeren Übererfü- llung der DIN 4108, später werden die ergänzenden Bestim- mungen zur DIN 4108 eingehalten.

Die Außenwände werden mit 24–30 cm starken Gitter- ziegeln oder Lochziegeln unterschiedlicher Rohdichte er- stellt, zum Ende der 1970er-Jahre auch zweischalig mit Hochlochziegeln oder Kalksandstein, z. T. mit Wärmedämm- Verbundsystem oder seltener (weil teurer) auch monoli- thisch mit Gasbetonstein oder Porenziegeln. Unter den viel- fältigen Außenwandkonstruktionen sind häufig auch noch Bauweisen aus 17,5–24 cm starken Hohlblocksteinen an- zutreffen, verblendet mit einer Vormauerschale oder Vor- hangfassade. Ebenso können die Außenwände aus Ortbe- ton hergestellt und mit einer Vorhangfassade versehen sein. Beide Varianten haben entweder 3–4 cm Wärmedämmung oder eine bis zu 6 cm starke Luftschicht.

Die Kellerdecken werden in der Regel als Ortbetondecken mit schwimmendem Estrich auf 3–4 cm Dämmung ausgeführt.

Die Dachschrägen sind mit Gipskartonplatten oder Profil- bretttern verkleidet, zwischen den Sparren sind ca. 6 cm Mi- neralfaser eingebracht. Bei der Ausführung der Leichtbau- konstruktionen wurde in der Regel nicht auf Winddichtigkeit geachtet, sodass der Wärmeverlust durch das Bauteil sich gegenüber dem rechnerischen U-Wert nahezu verdoppeln kann.

Flachdächer, die einen stärkeren Anteil am Gebäudestand haben, sind als Kalt- oder Warmdächer in sowohl leichter als auch massiver Bauweise ausgeführt. Die Dämmstoffstärken überschreiten 6 cm nur selten.

Bei den Fenstern setzt sich anstelle der Einfachverglasung zunehmend die Isolierverglasung (z. B. Thermopane) durch.



© heiko119/Adobe Stock

Historische Fachwerkbauten im städtischen Raum

Besonderheiten – Häuser mit historischem Wert

Eine aufwendig verzierte Fassade an einem Haus aus der Gründerzeit, ein Gebäude im Bauhausstil oder schönes Fachwerk mit farbig abgesetzten Balken: Aus gutem Grunde stehen viele dieser Gebäude unter besonderem Schutz. Sie machen Geschichte erfahrbar und stiften regionale Identität. Baukulturelle Qualität und wärmeschutztechnische Modernisierung erscheinen da auf den ersten Blick manchmal unvereinbar.

Dennoch, gerade hier hat die Rückbesinnung auf traditionelle Bauweisen und Materialien und eine Hinwendung zu neuen Bauweisen und natürlichen und regenerativ erzeugten Baustoffen in den letzten Jahren einen Aufschwung erlebt. Die Broschüre geht in ihrem Praxisteil näher auf praktische Lösungen für die einzelnen Bauteile ein.

DARSTELLUNG VERSCHIEDENER GEBÄUDETYPEN

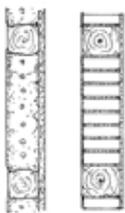
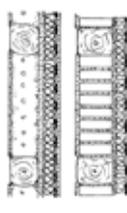
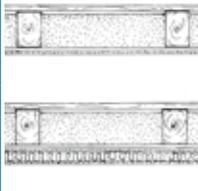
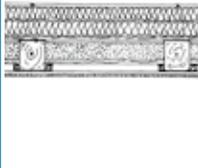
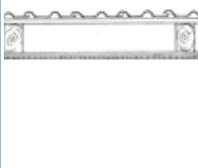
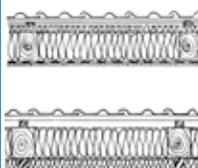
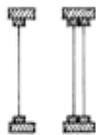
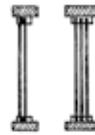
Gebäudetyp:

Fachwerkbau (mit sichtbarer Konstruktion)

Baujahr:

bis 1918



Bauteil	Bauteilskizze	Beschreibung Bestand	U-Wert Bestand in $W/(m^2 \cdot K)$	Bauteilskizze	Beschreibung Maßnahme	U-Wert neu in $W/(m^2 \cdot K)$
Außenwand		12–16 cm Fachwerkkonstruktion, Gefache aus Mauerziegeln oder Faserlehm, zum großen Teil verputzt	1,2–2,8		Innendämmung mit 6 cm Dämmschicht, mit Dampfbremse und Deckschicht*	0,45
Kellerdecke		Lagerhölzer mit Sandschüttung auf einschub, Dielung	1,13		EG-Fußboden: Einblasdämmung	0,29
					unbeheizter Keller: Kellerdecke von unten mit 8 cm Dämmplatten + bekleben	
Oberste Geschossdecke		Holzbalkendecke mit Einschub und Füllung aus Sand oder Strohlehm, Dielung, von unten Verputzt	1,21		Dachbodenfläche mit 14 cm Dämmplatten belegen, begehbar	0,24
Dachschräge		Satteldach ohne Dämmung von unten verputzte Holzwolle-Leichtbauplatte	1,16		Dämmung 20 cm zwischen/unter/über Sparren, winddicht mit Dampfbremse (bei Ausbau)	0,21
Fenster		Einfachfenster	5,2		Fenstertausch* mit 3-fach-Wärmeschutzverglasung	1,1
		Verbundfenster	3,2			

Quellen: Institut Wohnen und Umwelt GmbH, www.iwu.de

U-Wert-Berechnung mit 045 Dämmstoff aus nachwachsenden Rohstoffen, angepasst an GEG-Anforderungen (U-Werte gerechnet mit www.ubakus.de)

* Vor-Ort-Beratung erforderlich!

Gebäudetyp:

Fachwerkbau mit Putzfassade
Mehrfamilienhaus

Baujahr:

bis 1918



Bauteil	Bauteilskizze	Beschreibung Bestand	U-Wert Bestand in W/(m ² • K)	Bauteilskizze	Beschreibung Maßnahme	U-Wert neu in W/(m ² • K)
Außenwand		16 cm Fachwerk mit Lehmausfachung, mit Verkleidung	1,64		Vorhangfassade mit 16 cm Dämmung	0,24
		16 cm Fachwerk mit Faserlehm, verputzt	2,00		Innendämmung 6 cm Zellulose mit Dampfbremse und Deckschicht*	0,67
		16–25 cm Fachwerk mit Ziegelausfachung	1,53–2,00		Innendämmung 6 cm Dämmplatte mit Dampfbremse und Deckschicht*	0,52
Kellerdecke		Einschubdecke mit Lehmschlag und Sandschüttung, Dielung	1,10		6 cm Dämmung unterseitig	0,42
		gemauerte Kappendecke mit Sandschüttung, Dielung	0,80–1,35		6 cm Dämmung mit flexiblen Holzfaserdämmplatten oder Schüttdämmung von oben	0,49
Oberste Geschossdecke		Einschubdecke mit Sandfüllung oder Strohlehm, Dielung, unterseitig Verputz auf Rabitzträger	1,16		oberseitig 14 cm Dämmung, Trockenestrich	0,24
Dachschräge		Sparschalung mit Putz auf Putzträger	2,56		Dachausbau: 16 cm Zwischensparrendämmung + 6 cm Aufsparrendämmung, winddicht mit Dampfbremse	0,20
Fenster		Kastenfenster, Einfachverglasung	2,9		innen 3-fach-Wärmeschutzverglasung (Denkmalschutz)*	1,1–1,3

Quellen: Institut Wohnen und Umwelt GmbH, www.iwu.de

U-Wert-Berechnung mit O45 Dämmstoff aus nachwachsenden Rohstoffen, angepasst an GEG-Anforderungen (U-Werte gerechnet mit www.ubakus.de)

* Vor-Ort-Beratung erforderlich!

Gebäudetyp:
Mehrfamilienhaus

Baujahr:
bis 1918



Bauteil	Bauteilskizze	Beschreibung Bestand	U-Wert Bestand in $W/(m^2 \cdot K)$	Bauteilskizze	Beschreibung Maßnahme	U-Wert neu in $W/(m^2 \cdot K)$
Außenwand		Vollziegel-mauerwerk 51/38/25 cm unverputzt	1,22–2,00		WDVS: 16 cm Dämmplatten auf Altputz, gewebe- armerter Neuputz	0,24
		Vollziegel-mauerwerk 51/38/25 cm verputzt	1,18–1,91		Bei Erhalt der Fassade: Innendämmung 6 cm Dämmplatten mit Dampfbremse und Deckschicht*	0,50
Kellerdecke		Kappendecke aus Beton mit Sandschüttung, oberseitig Dielung auf Lagerhölzern	1,01		Kellerdecke unbeheizter Räume von unten mit 10 cm Dämmplatten bekleben + Deckschicht	0,30
Oberste Geschossdecke		Einschubdecke mit Sand- oder Schlackenfüllung, unterseitig Verputz auf Rohr- oder Drahrabitzträger	1,21		Dachbodenfläche mit 14 cm Dämmplatten belegen, begehrbar mit Trockenestrich	0,24
Dachschräge		Satteldach ohne Dämmung, Sparschalung mit Putz auf Rohrputzträger	2,19		20 cm Dämmung zwischen + unter Sparren, winddicht mit Dampfsperre bei Ausbau	0,21
Fenster		Kastenfenster mit Einfachverglasung	2,8		innen 3-fach-Wärme-schutzverglasung (Denkmalschutz)*	1,1–1,3

Quellen: Institut Wohnen und Umwelt GmbH, www.iwu.de

U-Wert-Berechnung mit 045 Dämmstoff aus nachwachsenden Rohstoffen, angepasst an GEG-Anforderungen (U-Werte gerechnet mit www.ubakus.de)

* Vor-Ort-Beratung erforderlich!

Gebäudetyp:
Mehrfamilienhaus

Baujahr:
bis 1918



Bauteil	Bauteilskizze	Beschreibung Bestand	U-Wert Bestand in $W/(m^2 \cdot K)$	Bauteilskizze	Beschreibung Maßnahme	U-Wert neu in $W/(m^2 \cdot K)$
Außenwand		30/38 Vollziegelmauerwerk, verputzt ab 1900 zunehmend auch Hohlsteinmauerwerk	1,46–1,71		WDVS: 16 cm Dämmplatten auf Altputz, gewebearmierter Neuputz	0,24
Kellerdecke		gemauertes Kappengewölbe mit Schüttung, oberseitig Dielung auf Lagerhölzern	1,12		Kellerdecke unbeheizter Räume von unten mit 10 cm Dämmplatten bekleben + Deckschicht* Alternativ: Decke abhängen und 10 cm Einblasdämmung	0,30
		Kappendecke aus Beton mit Sandschüttung, oberseitig Dielung auf Lagerhölzern	1,20			0,30
Oberste Geschossdecke		Einschubdecke mit Sand- oder Schlackenfüllung, Dielung von oben, unterseitig Verputz auf Rohr- oder Drahrabitzträger	1,16		Dachbodenfläche mit 16 cm Dämmplatten belegen, begehrbar mit Trockenestrich	0,24
Dachschräge		Satteldach ohne Dämmung, Sparschalung mit Putz auf Putzträger	2,56		20 cm Dämmung zwischen + unter Sparren, winddicht mit Dampfbremse bei Ausbau	0,21
Fenster		Fenster mit Einfachverglasung	5,2		Fenster neu mit 3-fach-Wärmeschutzverglasung*	1,1–1,3
		Verbundfenster	3,2			
		Kastenfenster	2,8			

Quellen: Institut Wohnen und Umwelt GmbH, www.iwu.de

U-Wert-Berechnung mit 045 Dämmstoff aus nachwachsenden Rohstoffen, angepasst an GEG-Anforderungen (U-Werte gerechnet mit www.ubakus.de)

* Vor-Ort-Beratung erforderlich!

Gebäudetyp:
Einfamilienhaus
Mauerwerksbau

Baujahr:
1919–48



Bauteil	Bauteilskizze	Beschreibung Bestand	U-Wert Bestand in $W/(m^2 \cdot K)$	Bauteilskizze	Beschreibung Maßnahme	U-Wert neu in $W/(m^2 \cdot K)$
Außenwand		25–38 cm Vollziegelmauerwerk, verputzt	1,5–1,9		WDVS: 16 cm Dämmplatten auf Altputz oder Mauerwerk, gewebe- armierter Neuputz	0,24
		17,5–38 cm Bimshohlblockmauerwerk, verputzt	0,99–1,35			0,20–0,24
Kellerdecke		Kappendecke aus Beton mit Sand- oder Schlackenschüttung, oberseitig Dielung auf Lagerhölzern	0,80–1,25		Kellerdecke unbeheizter Räume von unten mit 12 cm Dämmplatten bekleben + Deckschicht	0,28
Oberste Geschossdecke		Einschubdecke Sand- oder Schlackenfüllung, Dielung von oben, unterseitig Verputz auf Rohr- oder Drahrabitzträger	1,16		Dachbodenfläche mit 20 cm Dämmplatten belegen, begehbare mit Trockenestrich	0,18
Dachschräge		Satteldach ohne Dämmung, Sparschalung mit Putz auf Putzträger	2,56		18 cm Dämmung, ggf. Aufdoppelung der Sparren mit 4–6 cm Holzfaserdämmplatte wasserabweisend, Dampfbremse innen	0,23
Fenster		Fenster mit Einfachverglasung,	5,2		Fenster neu mit 3-fach-Wärmeschutzverglasung*	1,1–1,3
		Verbundfenster	3,2			
		Kastenfenster	2,8			

Quellen: Institut Wohnen und Umwelt GmbH, www.iwu.de

U-Wert-Berechnung mit O45 Dämmstoff aus nachwachsenden Rohstoffen, angepasst an GEG-Anforderungen (U-Werte gerechnet mit www.ubakus.de)

* Vor-Ort-Beratung erforderlich!

Gebäudetyp:
Reihenhaus

Baujahr:
1919–48



Bauteil	Bauteilskizze	Beschreibung Bestand	U-Wert Bestand in W/(m ² · K)	Bauteilskizze	Beschreibung Maßnahme	U-Wert neu in W/(m ² · K)
Außenwand		25/30 cm Vollziegelmauerwerk, verputzt oder unverputzt	1,8–1,40		WDVS: 16 cm Dämmplatten auf Altputz oder Mauerwerk, gewebe-armierter Neuputz	0,24
Kellerdecke		Kappendecke aus Beton mit Sandschüttung, oberseitig Dielung auf Lagerhölzern	1,01		Kellerdecke unbeheizter Räume von unten mit 14 cm Dämmplatten belegen + Deckschicht	0,28
Oberste Geschossdecke		Einschubdecke mit Sand- oder Schlackenfüllung, Dielung von oben, unterseitig Verputz auf Rohr- oder Drahrabitzträger	1,12		Dachbodenfläche mit 16 cm Dämmplatten belegen, begehrbar mit Trockenestrich	0,20
Dachschräge		Satteldach ohne Dämmung, Sparschalung mit Putz auf Putzträger	2,56		Dachausbau: 20 cm Dämmung zwischen + unter Sparren, winddicht mit Dampfbremse bei Ausbau	0,21
		leicht geneigtes Flachdach, belüftet (Kaltdach)	1,4		Kaltdach: Dämmung des Belüftungsraums (18 cm); Sanierung mit Dampfbremse*	0,21
Fenster		Fenster mit Einfachverglasung	5,2		Fenster neu mit 3-fach-Wärmeschutzverglasung*	1,1–1,3
		Verbundfenster	3,2			
		Kastenfenster	2,8			

Quellen: Institut Wohnen und Umwelt GmbH, www.iwu.de

U-Wert-Berechnung mit 045 Dämmstoff aus nachwachsenden Rohstoffen, angepasst an GEG-Anforderungen (U-Werte gerechnet mit www.ubakus.de)

* Vor-Ort-Beratung erforderlich!

Gebäudetyp:
 Mehrfamilienhaus
 (Modernisierung mit Passivhaustechnologien*)

Baujahr:
 1919–48



Bauteil	Bauteilskizze	Beschreibung Bestand	U-Wert Bestand in $W/(m^2 \cdot K)$	Bauteilskizze	Beschreibung Maßnahme	U-Wert neu in $W/(m^2 \cdot K)$
Außenwand		40 cm Vollziegelmauerwerk, verputzt	1,4		WDVS: 20 cm Dämmplatten auf Altputz, gewebearmierter Neuputz	0,15
Kellerdecke		Stahlbetonträgerdecke mit eingehängten Betonhohlkörpern, ungedämmt	0,88		Kellerdecke unbeheizter Räume von unten mit 14 cm Dämmplatten bekleben + Deckschicht	0,19
Obere Geschossdecke		Fehlbodendecke im nicht ausgebauten Dachgeschoss	0,87		Dachbodenfläche mit 25 cm Dämmplatten belegen, begehrbar mit Zementestrich	0,12
Fenster		Kastenfenster mit Einfachverglasung auf Außen- und Innenseite	3,0		Passivhausfenster mit 3-fach-Wärmeschutzverglasung, Einbau mit 7 cm Rahmenüberdeckung der Außendämmung*	0,85

Quelle: Schulze Darup: MFH-Sanierung zum 3-Literhaus

* Kontrollierte Lüftung einplanen; Vor-Ort-Beratung erforderlich!

Gebäudetyp:
Einfamilienhaus

Baujahr:
1949–59



Bauteil	Bauteilskizze	Beschreibung Bestand	U-Wert Bestand in W/(m ² · K)	Bauteilskizze	Beschreibung Maßnahme	U-Wert neu in W/(m ² · K)
Außenwand		24 cm Hohlblockmauerwerk, verputzt	0,93		WDVS: Dämmplatten 14 cm auf Altputz, gewebebewehrter Neuputz	0,23
		24 cm Hochlochziegelmauerwerk (HLZ), verputzt	1,40–1,60			0,26
Kellerdecke		Hohlsteindecke, oberseitig Dielung auf Lagerhölzern oder Estrich ohne Dämmung	1,1		Kellerdecke unbeheizter Räume von unten mit 12 cm Dämmplatten bekleben + Deckschicht	0,28
Oberste Geschossdecke		Holzbalkendecke mit Schlackefüllung	0,67		20 cm Dämmung, Trockenestrich	0,18
		Holzbalkendecke ohne Einschub mit 4 cm Dämmung	0,70			14 cm Dämmung, Trockenestrich
Dachschräge		Sparschalung mit Putz auf Rohrrabitzträger	2,56		20 cm Dämmplatten zwischen + unter Sparren, winddicht mit Dampfbremse (bei Ausbau)	0,23
		Sparschalung mit 2,5 cm Holzwoleleichtbauplatten	2,06			
Fenster		Fenster mit Einfachverglasung	5,2		Fenster neu mit 3-fach-Wärmeschutzverglasung*	1,1–1,3
		Verbundfenster	3,2			
		Kastenfenster	2,8			

Quellen: Institut Wohnen und Umwelt GmbH, www.iwu.de

U-Wert-Berechnung mit 045 Dämmstoff aus nachwachsenden Rohstoffen, angepasst an GEG-Anforderungen (U-Werte gerechnet mit www.ubakus.de)

* Vor-Ort-Beratung erforderlich!

Gebäudetyp:
Reihenhaus

Baujahr:
1949–59



Bauteil	Bauteilskizze	Beschreibung Bestand	U-Wert Bestand in $W/(m^2 \cdot K)$	Bauteilskizze	Beschreibung Maßnahme	U-Wert neu in $W/(m^2 \cdot K)$
Außenwand		30 cm Hohlblockmauerwerk, verputzt	0,98		WDVS: 14 cm Dämmplatten auf Altputz, gewebearmierter Neuputz	0,24
		Ziegelmauerwerk mit Schalenfuge und Verblender (17,5 cm HLz, 11,5 cm Vz)	1,8		Innendämmung: 8 cm Dämmschicht mit Dampfbremse und Deckschicht*	0,69
Kellerdecke		Fertigbalkendecke, oberseitig Estrich	1,48		Kellerdecke unbeheizter Räume von unten mit 12 cm Dämmplatten bekleben + Deckschicht	0,28
		Ortbetondecke mit Estrich, ohne Dämmung	2,03			0,30
Oberste Geschossdecke		Holzbalkendecke mit Schlackefüllung	0,67		18 cm Dämmung, Trockenestrich	0,18
		Hohlsteindecke, oberseitig Estrich ohne Dämmung	1,48		18 cm Dämmung, Trockenestrich	0,19
		Ortbetondecke ohne Estrich	2,8		18 cm Dämmung, Trockenestrich	0,21
Dachschräge		Sparschalung mit 2,5 cm Holzwoleleichtbauplatten	2,06		20 cm Dämmplatten zwischen + unter Sparren, winddicht mit Dampfsperre (bei Ausbau)	0,20
Fenster		Fenster mit Isolierverglasung	2,40		Fenster mit 2-fach- oder 3-fach-Wärmeschutzverglasung*	1,1–1,3

Quellen: Institut Wohnen und Umwelt GmbH, www.iwu.de

U-Wert-Berechnung mit O45 Dämmstoff aus nachwachsenden Rohstoffen, angepasst an GEG-Anforderungen (U-Werte gerechnet mit www.ubakus.de)

* Vor-Ort-Beratung erforderlich!

Gebäudetyp:
Einfamilienhaus

Baujahr:
1960–69



Bauteil	Bauteilskizze	Beschreibung Bestand	U-Wert Bestand in W/(m ² · K)	Bauteilskizze	Beschreibung Maßnahme	U-Wert neu in W/(m ² · K)
Außenwand		24 oder 30 cm Hohlblockmauerwerk aus Natur- oder Hüttenbimsbeton, verputzt	1,1–1,3		16 cm Wärmedämm-Verbundsystem auf Altputz, gewebearmierter Neuputz	0,20–0,23
		24 cm Hochlochziegel, verputzt	1,4			
		24 oder 30 cm Vollziegel, verputzt	1,7–1,9			
Kellerdecke		Ortbetondecke mit schwimmendem Estrich auf 2–4 cm Dämmung	1,3–1,5		12 cm Dämmung, unterseitig geklebt oder gedübelt	0,28
		Ortbetondecke, oberseitig Estrich ohne Dämmung	1,9		oder 10 cm Dämmung bei Erneuerung des Bodenbelags oberseitig	0,30
Oberste Geschossdecke		Ortbetondecke mit Estrich ohne Dämmung	1,4		20 cm Dämmung oberseitig, begehbare Bodenbelag	0,20
Dachschräge		4–6 cm Dämmung zwischen Sparren, unterseitig Gipskartonplatten oder Profildreher	0,7–1,1		20 cm Aufsparrendämmung oder Auf- und Zwischensparrendämmung bei Dacherneuerung	0,24
					20 cm Dachdämmung zwischen/unter Sparren	
Fenster		Fenster mit Isolierverglasung	2,40		Fenster mit 3-fach-Wärmeschutzverglasung*	1,1–1,3

Quellen: Institut Wohnen und Umwelt GmbH, www.iwu.de

U-Wert-Berechnung mit 045 Dämmstoff aus nachwachsenden Rohstoffen, angepasst an GEG-Anforderungen (U-Werte gerechnet mit www.ubakus.de)

* Vor-Ort-Beratung erforderlich!

Gebäudetyp:
Reihenhaus

Baujahr:
1960–69



Bauteil	Bauteilskizze	Beschreibung Bestand	U-Wert Bestand in $W/(m^2 \cdot K)$	Bauteilskizze	Beschreibung Maßnahme	U-Wert neu in $W/(m^2 \cdot K)$
Außenwand		30 cm Ziegelsplitt- oder Bims-hohlblocksteine, verputzt	1,2		16 cm Wärmedämm-Verbundsystem auf Altputz, gewebearmierter Neuputz	0,20–0,23
		Holzspansteine mit Beton verfüllt	1,2			
		30 cm Gitterziegel, verputzt	1,2			
Kellerdecke		Ortbetondecke mit schwimmendem Estrich auf 2–4 cm Dämmung	0,8–1,1		12 cm Dämmung, unterseitig geklebt	0,28
						oder 6 cm bei Erneuerung des Bodenbelags oberseitig
Oberste Geschossdecke		Flachdach: Ortbeton + 2 cm WD + Dachhaut + Kiesschüttung	0,65		20 cm Dämmung oberseitig, neue Dachhaut*	0,20
Dachschräge		4–6 cm Dämmung zwischen Sparren, unterseitig Gipskartonplatten	0,7–1,1		20 cm Aufsparrendämmung bei Erneuerung der Dacheindeckung	0,24
					20 cm Dachdämmung zwischen/unter Sparren	
Fenster		Fenster mit Isolierverglasung	2,4		Fenster mit 3-fach-Wärmeschutzverglasung*	1,1–1,3

Quellen: Institut Wohnen und Umwelt GmbH, www.iwu.de

U-Wert-Berechnung mit O45 Dämmstoff aus nachwachsenden Rohstoffen, angepasst an GEG-Anforderungen (U-Werte gerechnet mit www.ubakus.de)

* Vor-Ort-Beratung erforderlich!

Gebäudetyp:
Einfamilienhaus

Baujahr:
1970–76



Bauteil	Bauteilskizze	Beschreibung Bestand	U-Wert Bestand in W/(m ² · K)	Bauteilskizze	Beschreibung Maßnahme	U-Wert neu in W/(m ² · K)
Außenwand		24 oder 30 cm Hochlochziegel, verputzt	1,1–1,3		WDVS: 16 cm Dämmplatten auf Altputz, gewebebewehrter Neuputz	0,20–0,22
		24 oder 30 cm Hochlochziegel mit 2–4 cm Dämmung, verputzt	0,6–0,9			
		30 oder 36 cm Porenziegel oder Porenbetonstein, verputzt	0,5–0,7			
Kellerdecke		Ortbetondecke mit schwimmendem Estrich, mit 2–4 cm Dämmung	1,1–1,3		12 cm Dämmung unterseitig geklebt	0,28–0,30
					oder bei Erneuerung des Bodenbelags 8 cm Dämmung oberseitig	
Oberste Geschossdecke		Holzbalkendecke mit 4–6 cm Dämmung, unterseitig Gipskartonplatten auf Sparschalung	0,50		oberseitig 18 cm Dämmung, begehbare Bodenbelag	0,18
Dachschräge		10 cm alukaschierte Dämmung zwischen Sparren, unterseitig Gipskartonplatten oder Profildreher	0,42		26 cm Dämmung zwischen/unter Sparren bei Dachausbau	0,18
Fenster		Fenster mit Isolierverglasung	2,80		Fenster mit 3-fach-Wärmeschutzverglasung	1,1–1,3

Quellen: Institut Wohnen und Umwelt GmbH, www.iwu.de

U-Wert-Berechnung mit 045 Dämmstoff aus nachwachsenden Rohstoffen, angepasst an GEG-Anforderungen (U-Werte gerechnet mit www.ubakus.de)

* Vor-Ort-Beratung erforderlich!



TEIL 2: AUSFÜHRUNG



6 ERDBERÜHRTE BAUTEILE

Trockenes Haus

Ein trockenes und warmes Haus ist die Grundvoraussetzung für gesundes und komfortables Wohnen. Bei alten Häusern finden sich häufig Mängel, verursacht durch Feuchtigkeit in Wänden und Böden. Dies hat zur Folge, dass sich die Raumluftfeuchte erhöht. Die Raumtemperatur wird dabei subjektiv als niedriger empfunden. Dann muss die Heizung aufgedreht werden, um die richtige Wohlfühltemperatur zu erreichen. Bei erhöhter Raumluftfeuchte entwickeln sich leichter Pilze und Keime. Diese greifen nicht nur die Baustoffe an, sondern können auch Krankheiten, z. B. Allergien, auslösen. Anlass genug also, den Feuchtigkeitsproblemen auf den Grund zu gehen.

Ein dichtes Dach gewährt bereits seit Jahrhunderten den Schutz vor Feuchtigkeit von oben. Gegen Feuchtigkeit aus dem Erdreich halfen lange Zeit Kompromisslösungen. Früher waren weder Sperrfolien noch Bitumenmassen oder Dichtungsanstriche bekannt. In aufwendiger gebauten Häusern diente der Keller als Abstandszone zum Erdreich, erst darüber begann der Wohnbereich. Bei einfach gebauten, nicht unterkellerten Gebäuden wurde der Erdgeschossfußboden dagegen auf eine Trockenschicht aus Sand oder Kies gelegt.

Notgedrungen wurde früher akzeptiert, dass Fundamente und Kellermauern durch Kontakt mit der Erdschicht Feuchtigkeit aufnehmen. Die Beschaffenheit des Erdreichs spielte dabei eine wesentliche Rolle: Lehmbige Böden binden von Natur mehr Wasser als sandige und schottrige Böden. Anstehendes Grundwasser oder Hanglagen mit drückendem Wasser können ebenfalls Ursache für durchfeuchtete Fundamente oder Kellermauern sein.

ANZEICHEN FÜR EIN FEUCHTES MAUERWERK

Für den Laien ist es nicht leicht, die Ursachen für feuchte Mauern zu erkennen. Bestimmte äußere Anzeichen weisen jedoch auf zu viel Feuchte im Mauerwerk hin:

- relative Luftfeuchtigkeit in den Räumen des Erdgeschosses regelmäßig über 70 %,
- muffiger, „kalter“ Geruch in den Räumen,
- Putzschäden, abblättrende Farbe, mürbes Mauerwerk,
- dunkle Stellen bzw. Verfärbungen im Sockelbereich,
- Salz- oder Sulfatausblühungen,
- häufig beschlagene Fenster.

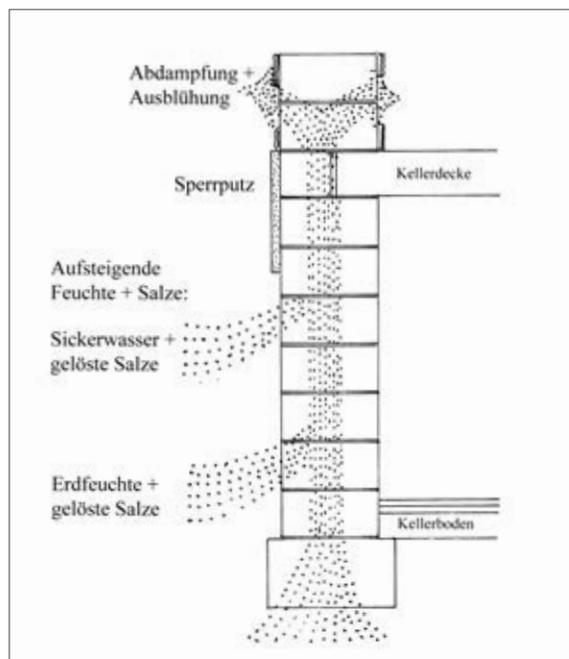
Schäden durch Feuchtigkeit an Mauerwerk und Putz können durch mechanische, biologische und chemische Verwitterung auftreten. Sind Anstrich, Putz oder Mauerwerk bereits stark geschädigt, sollten Sie zuallererst, bevor Sie eine Sanierungsfirma beauftragen, einen Bausachverständigen zurate ziehen. Er kann am ehesten beurteilen, woher die Schäden kommen und wie sie zu beseitigen sind. Nicht selten treten Schäden als eine Kombination verschiedenster Ursachen auf, selbst mit einem Fehlschlagen der Sanierungsversuche muss gerechnet werden.

Die Durchfeuchtung von Mauern kann verschiedene Gründe haben. Die wesentlichsten sind:

- aufsteigende Feuchtigkeit,
- seitlich eindringende Feuchtigkeit (Sickerwasser, drückendes Hangwasser, Spritzwasser, Oberflächenwasser),
- Kondensfeuchtigkeit.

Aufsteigende Feuchtigkeit

Erdfuchtigkeit, aber auch Nässe, die sich auf zu dichtem Untergrund staut, und Oberflächenwasser, das nicht schnell genug abfließen kann, wird von den Fundamenten und Kellermauern aufgesogen. Besonders Mauerwerk aus Ziegeln oder Sandstein, die über ein ausgeprägtes Kapillarsystem verfügen, transportieren die Feuchtigkeit über kleinste Hohlräume (Kapillaren) in Wandzonen oberhalb des Erdreichs. Je feiner die Hohlräume, desto höher steigt das Wasser.



Durchfeuchtetes Mauerwerk muss von Grund auf saniert werden. Partielle Ausbesserungsarbeiten mit Sperrputzen oder Dichtungsanstrichen verschlimmern den Zustand eher.

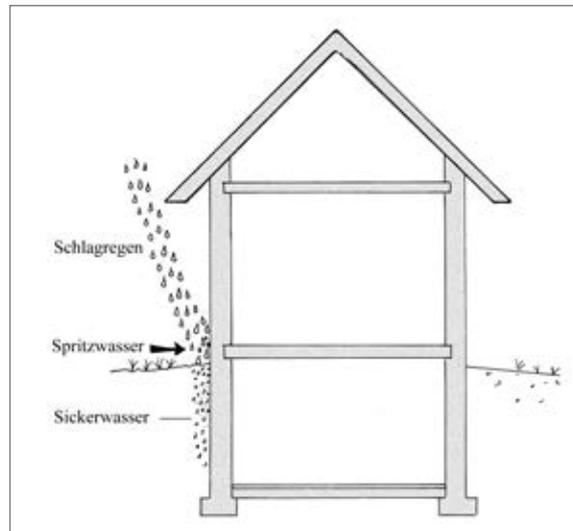
Häufig erkennt man den „Pegelstand“ aufsteigender Feuchtigkeit an einer horizontal auf der Wand verlaufenden Markierungslinie mit weißlichen Ausblühungen.

Wird das geschädigte und feuchte Mauerwerk, ohne es trockenzulegen, mit Sperrputz oder Sperranstrich ausgebessert oder schlimmer noch mit Polystyrolplatten gedämmt, steigt die Feuchtigkeit im Mauerwerk weiter an. Bevor deshalb halbherzig mit Oberflächenkosmetik Schäden überdeckt werden, sollte man die Ursachen ergründen. Erst nach sorgfältiger Analyse können die Feuchteschäden wirksam behoben werden.

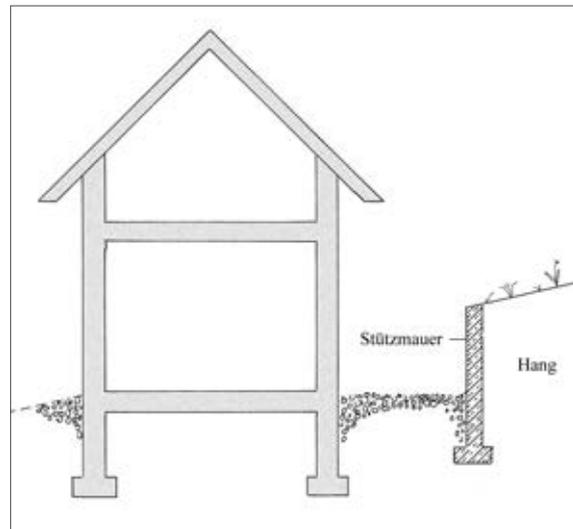
Seitlich eindringende Feuchtigkeit

Nässe kann von der Seite ins Mauerwerk eindringen, wenn eine senkrechte Abdichtung gegen Erdreich fehlt oder diese beschädigt ist. Im Sockelbereich wird das Mauerwerk vor allem durch Spritzwasser und Oberflächenwasser beeinträchtigt, möglicherweise noch mit Streusalz vermischt. Hier hilft ein Kiesstreifen ums Haus. Der Spritzwasserbereich reicht bei glatten Böden (z. B. Asphalt oder Beton) bis ca. 50 cm Höhe, bei Kiesschüttung bis auf ca. 30 cm. Muss der Sockelputz erneuert werden, sind hierfür zementbasierte Putze oder Sanierputze einzusetzen. Wird der Sockelbereich zusätzlich gedämmt, kommen hierfür nur feuchteresistente Dämmmaterialien infrage. Mit Noppenbahnen, einer Kiesspackung bis zur Fundamentsohle und einer Drainageleitung ums Haus wird das Trockenlegungssystem vervollständigt.

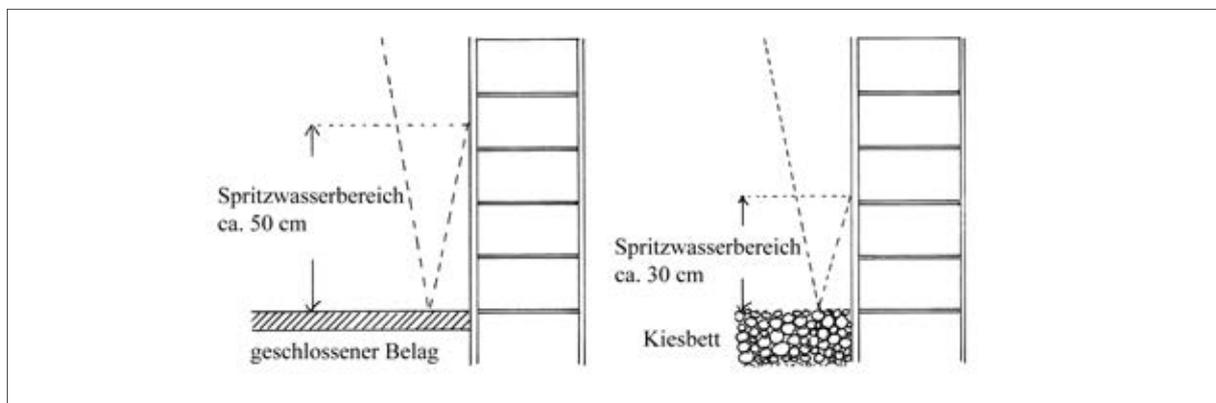
Bei äußeren Einflüssen durch Nässe und Feuchtigkeit gilt der Grundsatz: Alle Nässe weg vom Haus. Steht das Haus beispielsweise in einer Senke und sammelt sich Oberflächenwasser bei starken Regengüssen tümpelartig ums Haus, muss das Gelände neu angelegt werden, und zwar mit Gefälle vom Haus weg. Ähnliches gilt bei drückendem Hangwasser: Hier hilft ein Graben, der Abstand schafft, damit betroffene Mauern nicht unmittelbar dem Druck des Hangwassers ausgesetzt sind. Einen Graben mit Stützmauer kann man mit etwas Geschick und viel Muskel- oder Maschinenkraft eventuell selbst anlegen.



Beeinträchtigung des Mauerwerks durch Schlagregen, Spritzwasser und Sickerwasser



Abgrabung und Stützmauer bieten Schutz gegen Staunässe in Hanglage.

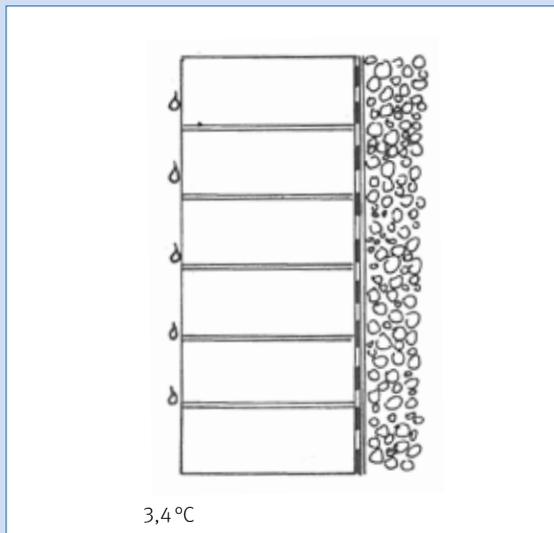


Spritzwasser im Sockelbereich: Spezielle zementhaltige Sockelputze oder eine Verkleidung aus Steinplatten schützen das Mauerwerk im Sockelbereich vor seitlich eindringender Feuchtigkeit.

KONDENSWASSERBILDUNG AN DER INNENSEITE EINER KELLERWAND

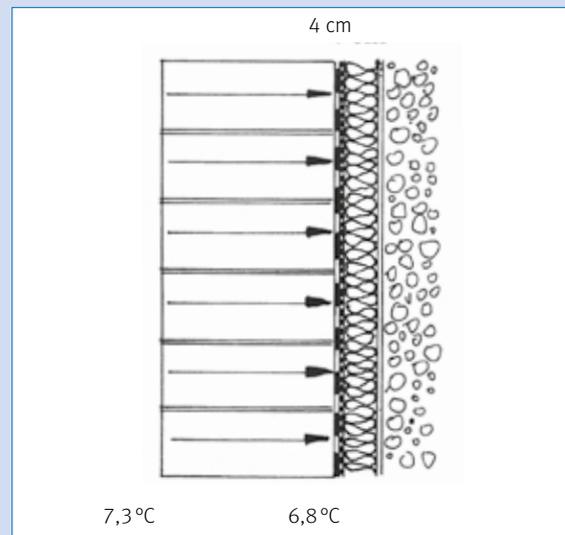
Kelleraußenwand mit Dichtung ohne Dämmung

Die bautechnisch notwendige dichte Beschichtung auf der Außenseite der Kellerwand dichtet zwar gegen äußere Feuchtigkeitseinflüsse wirksam ab. Sie liegt aber auf der kalten, aus bauphysikalischer Sicht falschen Seite. Sofern das Mauerwerk durch Kondensfeuchte belastet ist, behindert die Absperrung eine Austrocknung der Wand.



Kelleraußenwand mit Dichtung und Dämmung

Um ein starkes Temperaturgefälle zwischen außen und innen und damit Tauwasserbildung zu vermeiden, ist in diesem Fall eine Wanddämmung auf der Außenseite sinnvoll. Wie hier in einer Versuchsanordnung der TU Graz gezeigt, können schon 4 cm Dämmung auf der Kelleraußenwand helfen, zuverlässig der Tauwasser- und Schimmelbildung auf der Wandinnenseite zu begegnen. Die Wandoberflächentemperatur hat sich der Raumlufttemperatur weitgehend angepasst, es fällt kein Oberflächenkondensat an.



Kondensfeuchte

Kondensfeuchte war vor allem in früheren Zeiten in schlecht gebauten Häusern mit dünnem Mauerwerk ein bekanntes Problem. In krassen Fällen zeigte sich die Kondensfeuchte als Eisbildung an den Wänden immer dann, wenn draußen frostige Temperaturen herrschten. An der Innenseite der unterkühlten Außenwand bildete sich durch Ausfall von Tauwasser aus warmer Raumluft eine Eisschicht. Eine solche Wand wirkte im Prinzip wie eine einzige Wärme- bzw. Kältebrücke. Abhilfe schafft hier z. B. eine Außendämmung. Davor muss aber sichergestellt sein, dass das Mauerwerk nicht durch aufsteigende Erdfeuchte belastet ist. Sonst wirkt sich das Aufbringen eines Vollwärmeschutzes (WDVS) eventuell katastrophal aus. Hatte man vorher bereits im

Erdgeschoss Feuchteprobleme, kann nach Aufbringen der Dämmung die Feuchtigkeit bis ins Obergeschoss vordringen. Dieser Effekt verstärkt sich noch, wenn die Kellerwände von innen abgedichtet werden, um etwa einen Kellerraum nutzbar zu machen.

Dieses nachträgliche Bewohnbarmachen von feuchten Kellerräumen ist inzwischen regelrecht zur Mode geworden. In vielen Fällen werden die Wände mit dampfdichten Sperrschichten versiegelt. Nur was hinter diesen Sperrschichten passiert, bleibt dem Auge verborgen und äußert sich irgendwann als Feuchteschaden auf der Wandaußenseite oder weiter oben im Wohnbereich des Gebäudes in Form von Wandnässe und Schimmelbildung.

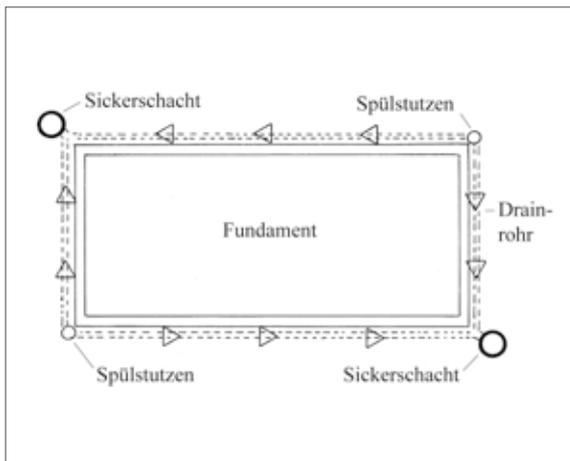
Trockenlegungsverfahren

Das Trockenlegen erdberührter Wände ist kostspielig, zeit- und arbeitsaufwendig. Es lohnt sich deshalb nur, wenn starke Feuchtigkeitsschäden am Mauerwerk vorhanden sind und das gesamte Wohngebäude dadurch in Mitleidenschaft gezogen wird. Unerlässlich ist es auch, wenn ein Keller bewohnbar gemacht oder kulturell wertvolle Bausubstanz erhalten werden soll.

Ziel einer Trockenlegung muss sein, Nässe und Bodenfeuchtigkeit wirksam vom Mauerwerk fernzuhalten und zu verhindern, dass immer wieder Feuchtigkeit aus dem Erdreich in die Mauern nachziehen kann. Für das Trockenlegen von Mauern gibt es mechanische, chemische und physikalische Verfahren. Nicht immer sind allerdings teure und arbeitsaufwendige Radikalkuren notwendig, manchmal helfen auch Maßnahmen, die man eventuell selbst durchführen kann.

Drainage

Eine Drainage hat die Aufgabe, Regenwasser und angestautes Oberflächenwasser zu sammeln und abzuleiten. Ist rund ums Haus bereits ein mit Kies verfüllter Graben vorhanden, versickert das Oberflächenwasser bis zur Fundamentsohle und staut sich dort. Hier können geschlitzte Drainagerohre das Wasser aufnehmen und in einen Sickerschacht einleiten.



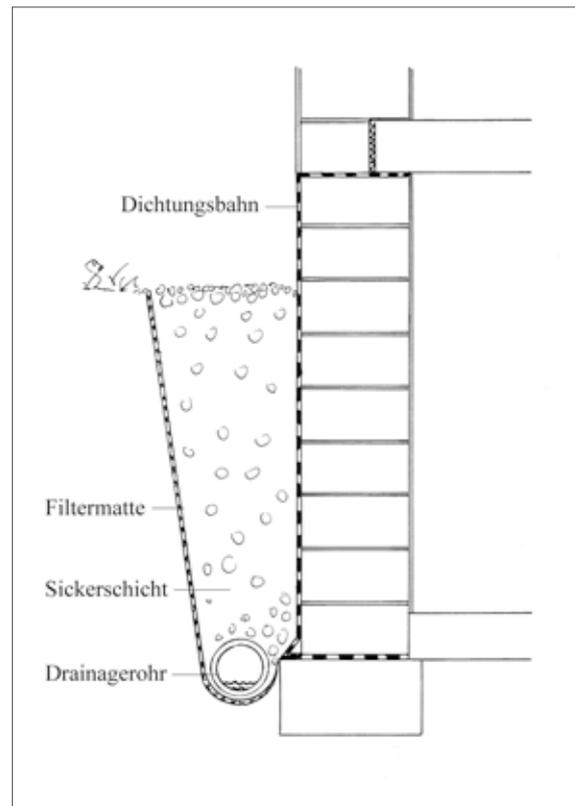
Schematische Darstellung eines Drainagesystems

Die Entscheidung für oder gegen ein Drainagesystem sollte sich in erster Linie nach der Beschaffenheit des Bodens richten. Ist der Boden lehmig oder humusreich oder bildet sich temporär Stauwasser, ist ein Drainagesystem sinnvoll. Besteht das Erdreich dagegen aus Kies oder Sand, versickert das Oberflächenwasser von selbst bis in tiefere Bodenschichten. In einem solchen Fall erübrigt sich die Drainage.

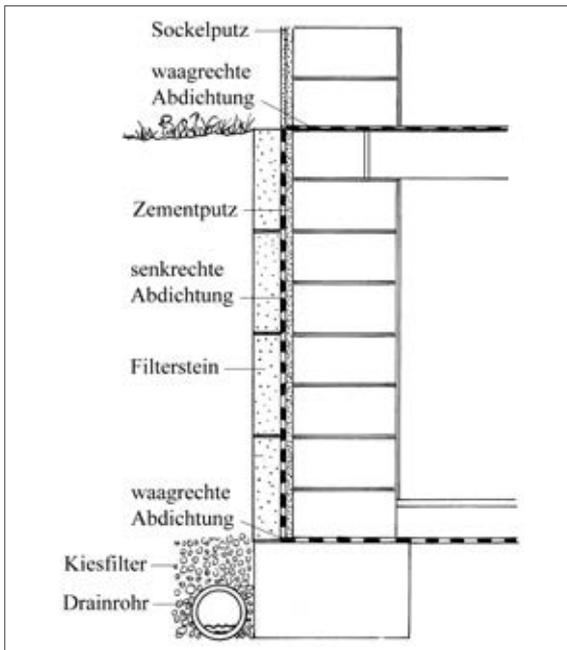
Um eine Drainageanlage verlegen zu können, muss um das Haus herum aufgegraben werden, aber nicht bei allen Wänden gleichzeitig (das kann die Standsicherheit des Gebäudes gefährden). Vorsicht gilt auch bei Kellergewölben (Einsturzgefahr!). Eigenleistung ist hier möglich, nicht nur beim Freilegen der Wände. Wer nicht per Hand ausschaufeln will – was echte Knochenarbeit ist – leiht sich für die Aushubarbeiten einen Minibagger aus. Vor Verlegen der Drainage sollte die Wand erst einmal einige Wochen austrocknen.

DRAINAGELEITUNGEN

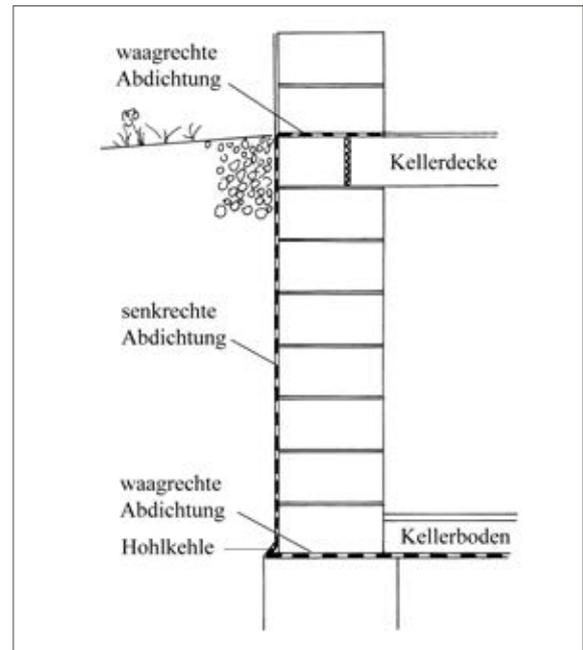
Drainageleitungen bestehen in der Regel aus einem geschlitztem PVC-Schlauch (Ø 10 cm) oder Betonrohr. Sie werden am Grund des Sickergrabens mit 1–3 % Gefälle zum Sickerschacht hin verlegt. Beim Verfüllen des Sickergrabens ist darauf zu achten, dass die Wand nicht beschädigt wird. Hier helfen Schutzmatte, beispielsweise Noppenbahnen, vor der Wand. Noppenbahnen haben sich gleichzeitig auch als Schutzschicht zur Feuchtigkeitsisolierung bewährt. Mit einem aufkaschierten Vlies aus Geotextil begünstigen sie zusätzlich die Versickerung von Oberflächenwasser.



Bei sehr sandigen, humusreichen und tonigen Böden muss die Sickerschicht mit einer Filtermatte gegen das Einschwemmen von Erde geschützt werden.



Drainage mit Filtersteinen. Ein nur eingeschränkt funktionierendes Drainagesystem, denn die Filtersteine verstopfen mit der Zeit und verlieren so ihre Durchlässigkeit.



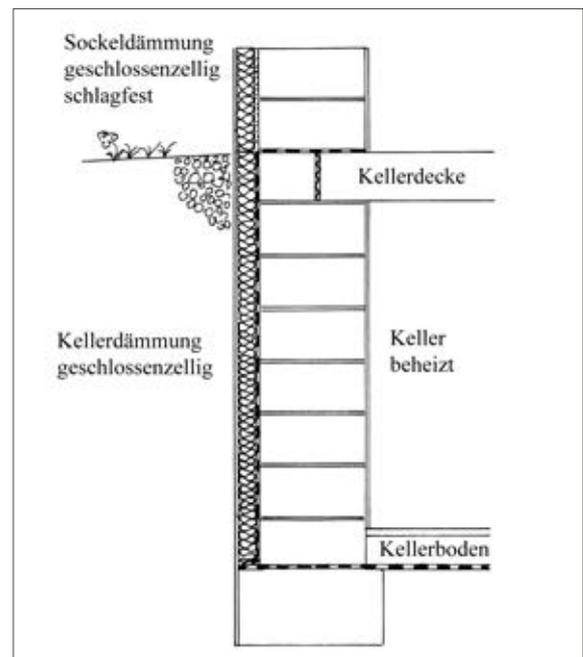
Sofern eine waagrechte Abdichtung vorhanden ist, muss diese nahtlos an die senkrechte Abdichtung anschließen.

Senkrechte Abdichtung

Falls ohnehin ein Erdaushub vorgesehen ist, sollten Sie den Zustand der Kellerwände bzw. Fundamentmauern überprüfen. Maroder Putz ist abzuschlagen, das Mauerwerk zu säubern und auszubessern. Dafür sind Zementputze geeignet, bei sehr altem Ziegelmauerwerk eventuell auch Trasskalkputz. Die Auswahl des Putzsystems in Abstimmung mit dem Untergrund sollte man möglichst einem erfahrenen Maurer überlassen, insbesondere wegen des richtigen Mischverhältnisses von Sand (richtige Korngrößen!) und Bindemittel (Zement, Trasszement, Trasskalk, hydraulischer Kalk). Auch die fachgerechte Ausführung dieser Putze, abgestimmt auf Mauerwerk, Unter- und Oberputz, verlangt Erfahrung.

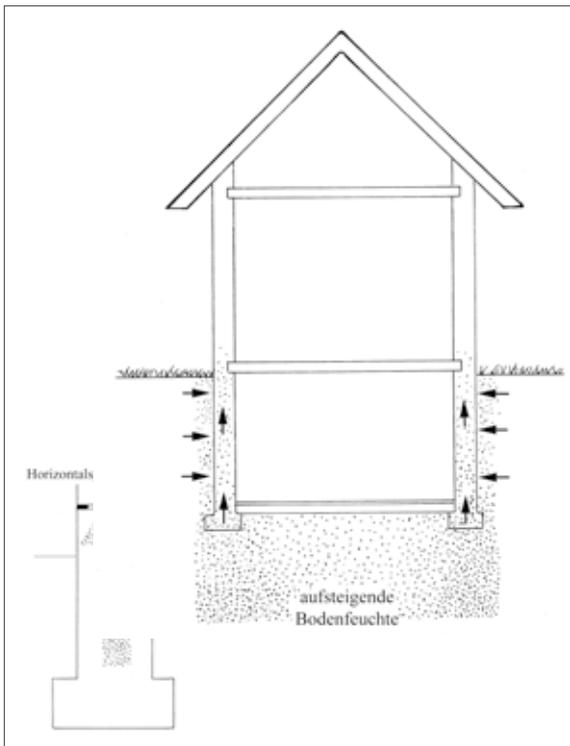
Natürlich hält der Baustoffhandel für diese Zwecke auch fertig Gemischtes parat, und wenn man ohnehin vorhat, das Mauerwerk anschließend mit einer Sperrschicht abzudichten, ist dies die richtige Wahl. Eine solche Sperrschicht besteht aus Bitumenanstrich oder Bitumenspachtelmasse, auf die entweder eine Dichtungsbahn (z.B. Bitumenschweißbahn mit Gewebeeinlage) aufgebracht wird oder man stellt Noppenbahnen vor die Wand. Auch für die Sperrschicht hält der Baustoffhandel Komplettsysteme inklusive Verarbeitungsanleitung parat. Die bituminöse Abdichtung bildet auf dem Mauerwerk eine dampfdichte Schicht, d. h., auf der Innenseite muss die Wand diffusionsoffen bleiben!

Bituminöse oder anderweitig kunststoffmodifizierte Abdichtungen bilden auf der Wand unlösbare Verbindungen. Ein Problem für den Rückbau, denn eine sortenreine Trennung



Bei beheizten Kellern wird die Außenwand gedämmt. Das Dämmmaterial ist zugleich Schutz gegen Feuchtigkeit aus angrenzendem Erdreich.

des Mauerwerks wird auf diese Weise verhindert. Der kontaminierte Bauschutt lässt sich z.B. nicht mehr zur Betonherstellung verwenden und muss kostspielig entsorgt werden. Das kann nicht im Sinne einer nachhaltigen Kreislaufwirtschaft sein. Die sortenreine Trennbarkeit von Funktionsschichten muss dringend gelöst werden, ansonsten gehen wertvolle Ressourcen unwiederbringlich verloren.



Fehlt die Horizontalsperre, kann Bodenfeuchte durch die Kapillarwirkung ungehindert in der Wand aufsteigen.

Waagrechte Abdichtung

Durchfeuchtetes Mauerwerk nachträglich trockenulegen, gehört zu den schwierigen und aufwendigen Aufgaben einer Bauwerkssanierung. Nicht immer kann eindeutig festgestellt werden, welche Ursachen der Durchfeuchtung zugrunde liegen. Nicht selten kommen mehrere Quellen infrage. Und eindeutige Lösungen zur Schadensbehebung sind manchmal nicht möglich.

Auf die Trockenlegung von Bauwerken gegen aufsteigende Feuchtigkeit hat sich ein ganzer Industrie- und Handwerkszweig spezialisiert. Doch Vorsicht: Gerade in der Kunst des Mauertrockenlegens versucht sich auch so manches schwarze Schaf. Es fehlt an zertifizierten Verfahren und Richtlinien und es wird viel versprochen, aber wenig garantiert. Und wenn Garantien gegeben werden, dann nur für einen begrenzten Zeitraum.

Immerhin, bei den chemischen Verfahren gibt es Mittel, die nach WTA-Richtlinien zertifiziert sind. Das bedeutet aber nur, dass sich diese Mittel zur Trockenlegung von Mauerwerk eignen. Das alleine ist noch keine Erfolgsgarantie. Bevor Sie sich deshalb für ein Trockenlegungsverfahren bzw. eine Fachfirma entscheiden: Lassen Sie sich Referenzen zeigen, vor allem von Objekten, die schon vor geraumer Zeit, also vor mehr als zwei Jahrzehnten saniert wurden. Auch sanierte Kommunalbauten können eine Referenz sein.



Aufsteigende Bodenfeuchte, Staunässe, Salzausblühungen, Algen- und Moosbewuchs – Faktoren aus diversen Quellen wirken auf das Mauerwerk ein.

Mauertrennung („Abschneiden“)

Für den nachträglichen Einbau einer waagrechten Sperrschicht wurden mehrere Verfahren entwickelt. Je nach Objekt und Schadensbefund wird eine geeignete Sanierungsmaßnahme ausgewählt. Ein altes und bewährtes Verfahren zur horizontalen Mauerwerksabdichtung ist das „Abschneiden“. Dabei werden abschnittsweise (ca. 1 m) in Höhe einer horizontalen Mauerfuge zwei bis drei Steinlagen aus dem Mauerwerk gebrochen. In die Lagerfuge wird eine Dichtungsbahn eingelegt und das Mauerwerk mit neuen Steinen ergänzt und mit Dichtungsmörtel geschlossen. Bei sorgfältiger Ausführung funktioniert diese Horizontalsperre absolut wirksam, sie ist jedoch recht arbeitsaufwendig, und es besteht die Gefahr von Setzungsrisse. Im Großen und Ganzen bleibt das Mauerwerk bei dieser Trockenlegungsmethode in seinem natürlichen Gefüge erhalten. In der Regel werden im Zuge der „Abschneidens“ gleichzeitig auch schadhafte und stark versalzene Mauerteile im Sockel- und Fundamentbereich mit erneuert, sodass sich die Bausubstanz nachhaltig verbessert.

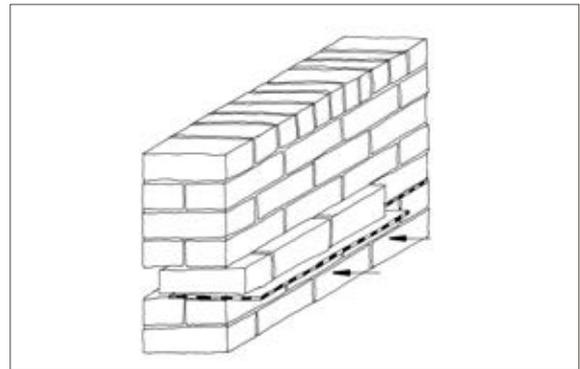
Wesentlich schneller funktioniert das Trennverfahren mit einer „Mauersäge“. Hierbei wird die Lagerfuge in einer Stärke von 1–2 cm ausgefräst und in die gesäuberte Fuge eine Dichtungsbahn eingelegt. Die Überlappungen der Bahnen müssen sorgfältig verklebt werden. Setzungsrisse sind auch bei diesem Verfahren nicht auszuschließen.

Ramm-Riffelblech-Verfahren

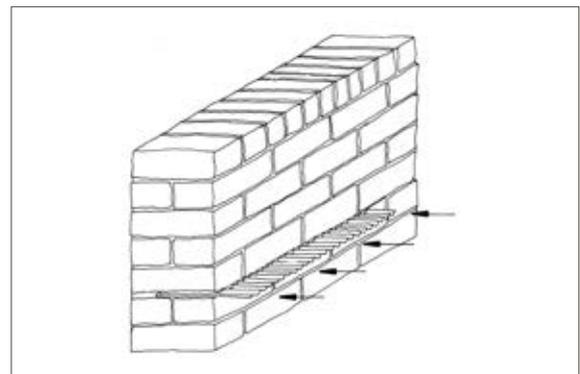
Als weitere Methode zur horizontalen Abdichtung hat sich das Stahlblechverfahren etabliert. Sofern eine durchgehende Lagerfuge vorhanden ist, kann das Blech (2 mm dicke gewellte Platte) in diese Fuge eingetrieben werden. Die durchgehende Fuge ist nicht unbedingt erforderlich. Weicher Tuffstein kann ebenfalls durchstoßen werden, nicht aber hartes Gestein, wie z. B. Granit.

Injektionsverfahren

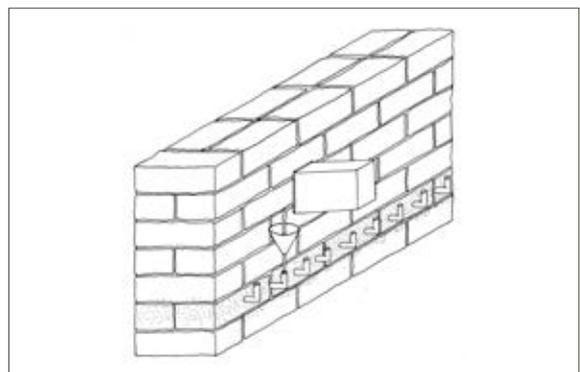
Ebenfalls ein gängiges Verfahren zur Mauertrockenlegung ist die Mauertränkung mit poren dichtenden Chemikalien. Im Abstand von 10 cm werden Löcher gebohrt, in diese wird Kunstharz, Paraffin oder Silikat eingebracht. Die eingebrachten Stoffe wirken porenverschließend und hydrophobierend (wasserabweisend). Problematisch ist die nicht selten vorhandene hohe Sättigung der Steinporen mit Wasser, sodass das Dichtmaterial nicht überallhin gelangt, und die Sperre deshalb unvollständig bleibt. Daher sind vor der Bohrlochtränkung Feuchtemessungen im Mauerwerk unerlässlich. Gut kontrollieren lässt sich die Wirkungsweise der Bohrlochtränkung, so die Erfahrung des Autors, mit eingefärbter Kieselsäure. Der beigefärbte Farbstoff zeigt untrüglich an, ob sich in der Wand ein horizontal geschlossenes Dichtungsband erzeugen lässt.



Horizontalsperre mit Dichtungsbahn



Horizontalsperre mit gewelltem Stahlblech



Horizontalsperre mithilfe der Bohrlochtränkung



Vorbereitung zur Bohrlochtränkung

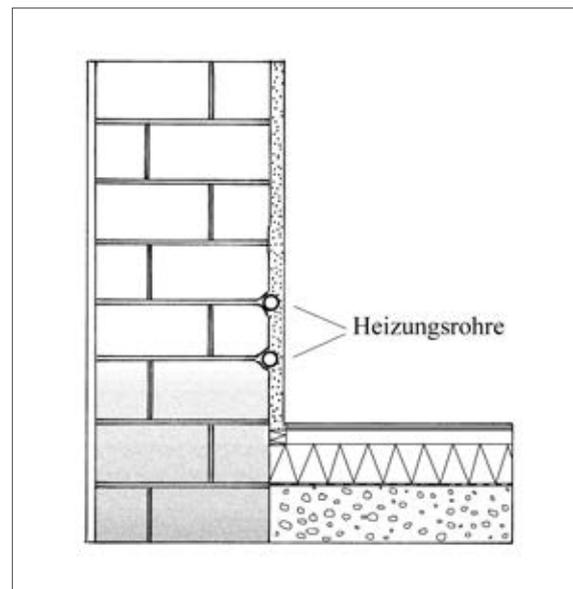
Bei allen Verfahren wird das Mauerwerk durch Erschütterungen (Einrütteln der Stahlplatten, Stemmen und Schlagbohren) stark in Mitleidenschaft gezogen, was nicht jedem Altbau gleichermaßen gut bekommt. Als „sanfte“ Trockenlegungsverfahren bieten sich deshalb elektrophysikalische Methoden an. Entweder mithilfe von Elektroden auf der Mauer oder mithilfe eines elektrischen Feldes (Funkwellen) sollen die Wassermoleküle am Aufsteigen gehindert werden. Obwohl die Funktion im Labor nachgewiesen ist, bleibt die Wirksamkeit in der Praxis umstritten. Bei Interesse sollten Sie sich Referenzobjekte von länger zurückliegenden Sanierungen zeigen lassen.

Thermische Trockenlegung

Die thermische Trockenlegung wird vor allem bei historischen Gebäuden angewendet. Die Wirkungsweise als Horizontalsperre beruht auf der Austrocknung der Wände durch Wärme. Dazu werden knapp über dem Fußboden Heizrohre an den Außenwänden verlegt. In den meisten Fällen genügt dazu eine Ringleitung mit Durchmesser 18 mm entlang aller Außenwände. Eine intakte Bauteilheizung verhindert das Aufsteigen der Feuchtigkeit durch Austrocknung. Inwieweit die Bauteilheizung auch bei sehr versalzene und stark durchfeuchtetem Mauerwerk hilft, ist umstritten. Nachteil ist auch, dass die Heizung ganzjährig betrieben werden muss, was unter dem Gebot der Energieeinsparung nur in Verbindung mit einer Solarheizung diskutabel erscheint.

Nach der Trockenlegung: Geschädigter Putz sollte vollständig und großzügig über die geschädigten Stellen hinaus entfernt werden. Nach Durchtrocknung der feuchten Stellen

kann neu verputzt werden. Die Verwendung von Sanierputz ist auf jeden Fall empfehlenswert. Dieser muss nach Herstellerangaben in mehreren Lagen aufgebracht werden. Sanierputze sind diffusionsoffener und können gelöste Salze bis zu einem gewissen Sättigungsgrad binden. Dieser Prozess kann sich über viele Jahrzehnte hinziehen, bis dann eines Tages doch wieder Salze an der Putzoberfläche austreten. Wird also feuchtes Mauerwerk nicht von Grund auf saniert, helfen auch Sanierputze nicht wirklich weiter. Bei Sanierputzen kann auf *natureplus*-zertifizierte Produkte zurückgegriffen werden.



Bauteilheizung zur Mauertrockenlegung



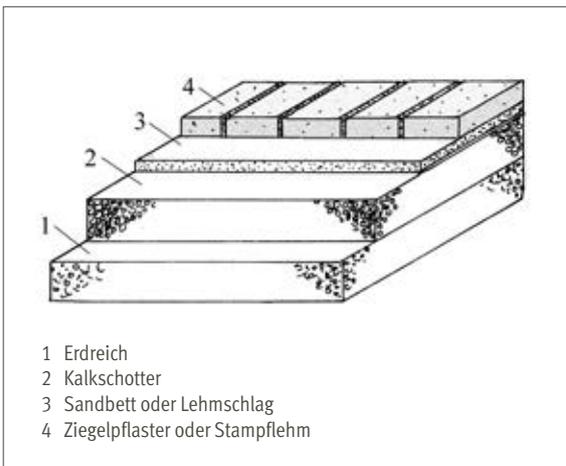
Bauteilheizung zur Trockenlegung von Außenwänden

Erdberührte Böden

In nicht unterkellerten Gebäuden schließen Böden an die Erdschicht an. Direkter Erdkontakt ist jedoch im modernen Wohnungsbau unerwünscht. Deshalb wird der Boden in der Regel mit einer kapillarbrechenden Kiesschicht, einer Betonplatte und einer waagrechten Feuchtigkeitssperre vom Erdreich getrennt.

Falls in unterkellerten Gebäuden eine einfache Lösung für den Bodenaufbau gesucht wird und der Kellerraum nicht zum Wohnen, sondern nur für untergeordnete Zwecke dient, genügt in Anlehnung an traditionelle Bauweisen ein Naturboden. Dazu werden alte Bodenschichten abgetragen (aber nicht tiefer als bis zur Fundamentsohle) und eine Schicht aus Kies oder Kalkschotter eingebaut. Darauf kann ein Ziegelpflaster im Sandbett oder ein Stampflehboden eingebracht werden. Gut geeignet ist ein solcher Boden für einen Vorratsraum zur Einlagerung von Frischvorräten wie Obst und Gemüse.

Ein Naturboden benötigt keine Abdichtung und keine Wärmedämmung – im Gegenteil: Der Naturboden steht in Kontakt mit dem Mutterboden und soll dazu beitragen, ein natürliches, kühl-feuchtes Kellerklima aufrechtzuerhalten.



Erdberührter Fußboden für Naturkeller oder unbeheizte Lagerräume, einfacher Bodenaufbau, bei Rückbau sortenreine Trennung der Bodenschichten möglich

Zu Wohnzwecken eignet sich ein derart einfach gestalteter Bodenaufbau jedoch nicht. Die hohe Raumluftfeuchte eines Naturkellers wirkt sich auf die Bausubstanz des Gebäudes eher negativ aus. Umgekehrt ist für einen Naturkeller z. B. die Nähe zu einem Heizkeller nicht ideal. Ein Naturboden schützt auch nur bedingt vor Ungeziefer und Schädlingen. Sollen die Eigenschaften eines Naturkellers uneingeschränkt zur Geltung kommen, bringt man ihn besser außerhalb des Hauses in einem separaten Anbau unter.



In manch altem Gebäude noch anzutreffen: Fußboden direkt auf Erdreich verlegt. Dann muss der Erdboden zunächst ausgehoben und danach mit einer kapillarbrechenden Schicht verfüllt werden.

Die bauregelkonforme Version (DIN 18195-4) eines erdberührten Bodens sieht eine Bodenplatte aus Beton vor, die immer dann unbedingt abgedichtet werden muss, wenn das darüber befindliche Stockwerk, in der Regel der Keller, als Aufenthaltsraum für Personen genutzt wird.

Sofern der Raum beheizt sein soll, wird über der Betonplatte eine feuchtigkeitsresistente und druckbelastbare Wärmedämmung aufgebracht. Schaumglasplatten kommen hier als Alternative zu geschlossenzelligen Polystyrolplatten infrage. Die Platten werden vollflächig in lösemittelfreies Bitumen eingeschlämmt und bilden eine dampfdichte, feuchtigkeits-sperrende Schicht. Auch trockenes Verlegen der Schaumglasplatten ist möglich, allerdings besteht hier ein Restrisiko durch Feuchtebelastungen über offene Fugen. Dafür lassen sich die Platten sortenrein ausbauen. Falls eine ebene Grundlage für das Verlegen von Trittschallschutz- oder Trockenestrichplatten geschaffen werden muss, wird auf die Schaumglasplatten eine Schicht von 3–5 cm aus feuchteresistentem und selbstverdichtendem Perlite aufgebracht. Praktisch: In dieser Schicht können auch Installationsrohre etc. untergebracht werden. Der weitere Aufbau erfolgt je nach gewünschtem Bodenbelag, z. B. mit einem Trocken- oder Nassestrich (Anwendungsbeispiel 1).

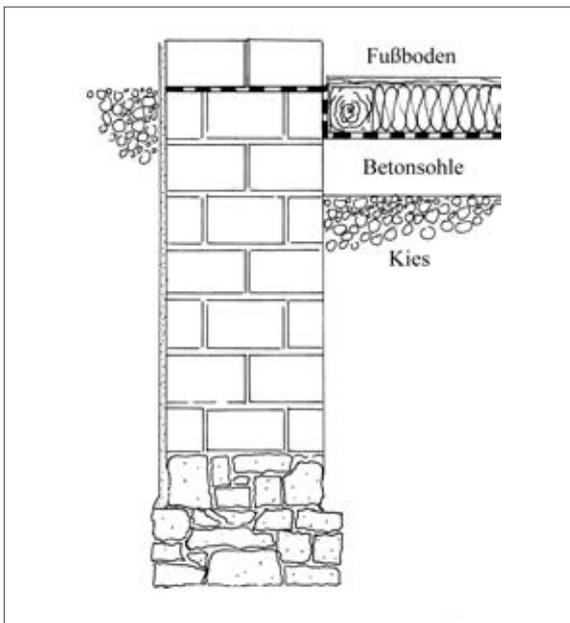
Im Neubau werden heute erdanliegende Böden grundsätzlich gegen aufsteigende Bodenfeuchte abgedichtet. Dafür steht eine große Auswahl an Dichtungsmitteln und feuchte-resistenten Wärmedämmstoffen die gleichzeitig mit abdichtend wirken zur Auswahl. Bei einer einfühlsamen Altbausanierung müssen die neuen Baustoffe jedoch nicht immer die beste Lösung sein.

Die auf den folgenden Seiten vorgestellten Konstruktionsbeispiele greifen z. T. Lösungen aus einschlägigen Handbüchern und Internetforen auf, die hier ohne Gewähr wiedergegeben werden. Dies betrifft vor allem Bodenaufbauten, die zwar diffusionsoffen gestaltet sind, aber keine Sicherheit z. B. bei nur kurzfristig auftretenden Feuchtebelastungen von unten bieten. Vorschlag 2 ist ein Beispiel für einen



Schaumglasschotter als kapillarbrechende Wärmedämm- und Tragschicht

Bodenaufbau, der in allen Schichten diffusionsfähig ist und auf eine Sperre gegen aufsteigende Bodenfeuchtigkeit verzichtet: Schaumglasschotter auf Erdreich, Perlite als Ausgleichsschicht, darauf z.B. Holzwoleleichtbauplatte + Parkett. Dieser Bodenaufbau ist nicht bauregelkonform, er sollte auch nur angewendet werden, wenn ein trockener Unterbau aus wasserdurchlässigem Boden dauerhaft gewährleistet ist. Dabei gilt auch: Je dicker die Packung aus Schaumglasschotter, desto wirksamer die kapillarbrechenden Eigenschaften. Mit einem 30 cm dicken Schotterbett ist man da eher auf der sicheren Seite als mit lediglich 6 cm.



Falls bereits eine Fundamentplatte aus Beton vorhanden ist: Bodenabdichtung und Wandabdichtung sind stets sorgfältig miteinander zu verbinden. Abgedichtet wird mit Schweißbahnen.

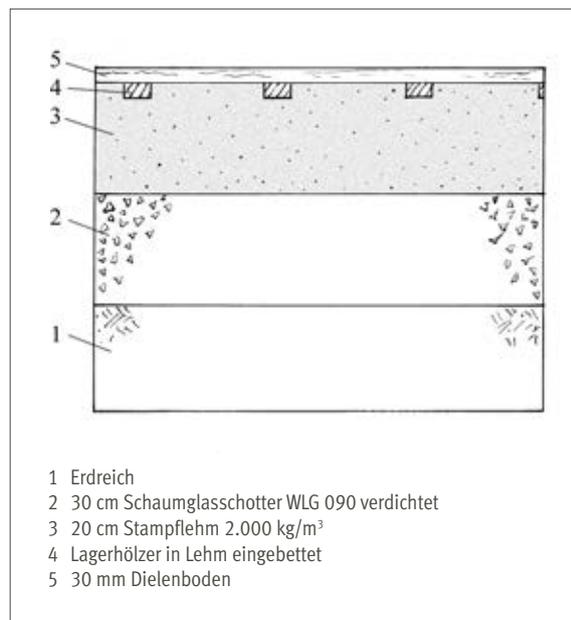
EINFACHER BODENAUFBAU

Boden für untergeordnete Nutzung wie z.B. Keller oder Werkstatt, ressourcenschonend und für Selbstbau geeignet: 5–10 cm gewaschenen Kies auf gewachsenem Boden aufbringen, Oberfläche einnivellieren und leicht verdichten, auf PE-Folie ca. 5 cm Zementestrich mit Richtlatte gleichmäßig verteilen und abziehen. Weiterer Bodenaufbau mit Fliesen etc. möglich.

Der Bodenaufbau ist auch als Sauberkeitsschicht für eine folgende Bodenplatte geeignet. Weiteren Schichtaufbau bei Einsatz von Wärmedämmstoffen zur Sicherheit mit Bauteilrechner www.ubakus.de auf Feuchteanfall prüfen.



© BaufachKolb



- 1 Erdreich
- 2 30 cm Schaumglasschotter WLK 090 verdichtet
- 3 20 cm Stampflehm 2.000 kg/m³
- 4 Lagerhölzer in Lehm eingebettet
- 5 30 mm Dielenboden

Bodenaufbau mit Dielenboden für untergeordnete Räume

ANWENDUNGSBEISPIEL 1: DÄMMUNG VON ERDBERÜHRTEN BÖDEN IN BEHEIZTEN RÄUMEN

		U-Werte mit Schaumglasplatten WLG 040 als wärmedämmende und abdichtende Tragschicht							
		Dicke in mm	60	80	100	120	140	160	200
Bodenaufbau siehe Bild	U-Wert in $W/(m^2 \cdot K)$		0,42	0,38	0,30	0,26	0,23	0,21	0,18

•Hinweise

- Regelkonform bei entsprechender Dämmschichtdicke
- robuste, feuchteresistente Konstruktion
- keine zusätzliche Dichtungsschicht erforderlich
- als Tragschicht geeignet zum weiteren Aufbau
- für Nass- oder Trockenestrich
- Dämmstoff teurer als Lösungen mit PU- oder Polystyrol-Dämmung
- Schaumglasplatten mit *natureplus*-Zertifizierung erhältlich
- Schaumglasplatten, sofern technisch zulässig, trocken verlegen
- Rückbau: bei Einschlämmen der Schaumglasplatten in Bitumenlösung sortenreine Trennung der Systemkomponenten nicht möglich



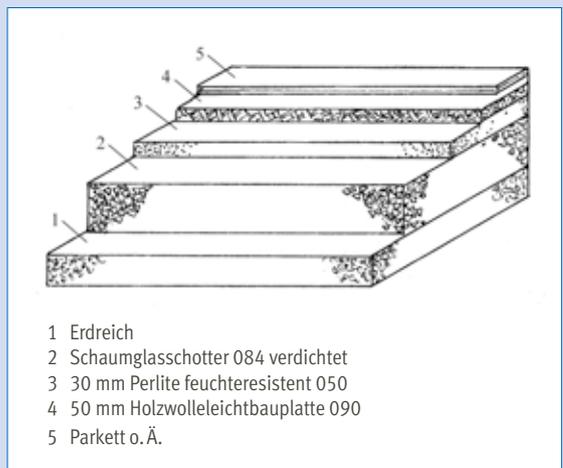
Konventioneller Bodenaufbau auf bestehender Betonplatte als Tragschicht

ANWENDUNGSBEISPIEL 2: DÄMMUNG VON ERDBERÜHRTEN BÖDEN IN BEHEIZTEN RÄUMEN

		U-Werte mit Schaumglasschotter WLG 084 als wärmedämmende und kapillarbrechende Tragschicht							
		Dicke in mm	150	200	250	300	350	400	500
Bodenaufbau siehe Bild	U-Wert in $W/(m^2 \cdot K)$		0,31	0,26	0,23	0,20	0,18	0,16	0,14

•Hinweise

- diffusionsoffen
- keine zusätzliche Kapillarschicht erforderlich
- vielseitig als Tragschicht einsetzbar zum weiteren Aufbau für Nass- oder Trockenestrich
- Dämmstoff teurer als Polystyrol u. Ä.
- anstehender Boden muss gut wasserdurchlässig sein
- nicht bei Auftreten von Stau- oder Schichtenwasser anwendbar
- Schaumglasschotter herstellbar aus 100% Altglas
- hoher Herstellungsenergieaufwand, vergleichsweise geringe Wärmedämmleistung
- Rückbau: sortenreine Trennung und Wiederverwendung der Systemkomponenten mit Einschränkungen möglich



Bodenaufbau ohne Horizontalsperre

Anwendungsbeispiel 3 sieht einen Stampflehmboden als Nutzfläche vor. Eine wesentlich robustere und pflegeleichtere Oberfläche bietet sich, wenn in die Lehmschicht Holzlatten eingebettet und darauf z. B. ein Dielenboden verlegt wird. Dieser Schichtenaufbau vereint im Massivlehm alle raumklimatischen Vorteile und ist bauphysikalisch weitgehend unproblematisch, d. h. tauwasserfrei.

ANWENDUNGSBEISPIEL 3: DÄMMUNG VON ERDBERÜHRTEN BÖDEN IN BEHEIZTEN RÄUMEN

	U-Werte mit Schaumglasschotter WLG 084 als wärmedämmende und kapillarbrechende Tragschicht							
	Dicke in mm	150	200	250	300	350	400	450
Stampflehm- boden 100 mm $\lambda = 0,93 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$	U-Wert in $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$	0,46	0,36	0,30	0,26	0,22	0,20	0,18

•Verarbeitung Stampflehmboden

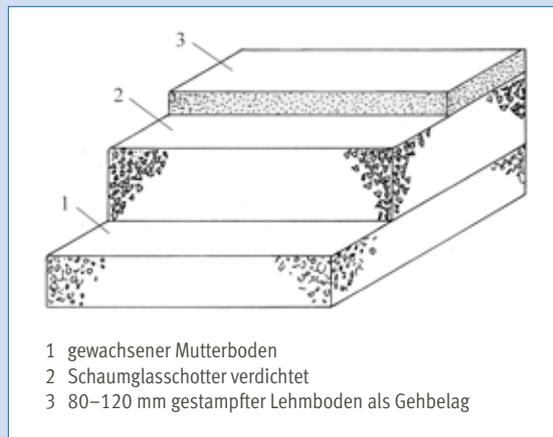
Stampflehm wird als Fertigmischung erdfeucht auf den saubereren, planebenen, tragfähigen und unnachgiebigen Untergrund aufgebracht. Die Schichtenstärke sollte 8 cm nicht unterschreiten und maximal 12 cm dick sein. Die erste Vorverdichtung erfolgt per Hand; anschließend wird die Fläche mit einer Rüttelplatte mehrmals verdichtet. Ein Nacharbeiten nach der Verdichtung ist nicht mehr möglich.

Trocknungszeit bei 10 cm Schichtdicke 5–8 Wochen.

Nach dem vollständigen Durchtrocknen der Fläche kann der Fußboden mit einem Fußbodenöl oder z. B. dem conluto-Estrichbodenset behandelt werden. Da Stampflehm-böden viel Erfahrung und handwerkliches Know-how erfordern, sollte man sich bzgl. der Verarbeitungsdetails an den Hersteller wenden.

Hinweise

- wärmespeichernd und feuchteausgleichend
- diffusionsoffen
- keine Sperrbahn erforderlich
- Naturbaustoffe einsetzbar
- Mehrfachfunktion von Schaumglasschotter als wärmedämmende und kapillarbrechende Tragschicht
- nicht bauregelkonform
- hoher Herstellungsenergieaufwand für Schaumglasschotter bei vergleichsweise geringem Dämmwert
- Schaumglasschotter aus 100% Altglas herstellbar
- bedingt ungezieferresistent
- Dämmstoff teurer als Polystyrol u. Ä.
- anstehender Boden muss gut wasserdurchlässig sein
- nicht bei Auftreten von Stau- oder Schichtenwasser anwendbar
- nicht im Kapillarsaum des Grundwassers zulässig
- Rückbau: Bodenschichten mit Einschränkungen trennbar und wiederverwendbar



Gestampfter Lehm auf Schaumglasschotter

ANWENDUNGSBEISPIEL 4: DÄMMUNG VON ERDBERÜHRTEN BÖDEN IN BEHEIZTEN RÄUMEN

	Dicke in mm	U-Werte mit Wärmedämmlehm						
		100	120	140	160	180	200	220
Kork-Leichtlehm 085 (300 kg/m ³)	U-Wert in W/(m ² · K)	0,62	0,54	0,48	0,43	0,40	0,36	0,33

•

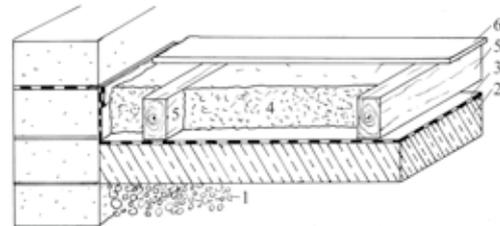
Verarbeitung Wärmedämmlehm

Angelehnt an historische Dämmstoffe wurde der Wärmedämmlehm speziell für Fachwerkwände entwickelt. Aufgrund seiner feuchteregulierenden Eigenschaften eignet er sich auch für Füllungen in Fußböden, eine funktionierende Bodenabdichtung vorausgesetzt. Wärmedämmlehm vereint die hervorragenden Dämmeigenschaften von expandiertem Naturkork mit der erforderlichen Kapillarleitfähigkeit von Kieselgur und Lehm.

Der Wärmedämmlehm wird in vorbereitete Holzkonstruktion gefüllt und verdichtet. Wärmedämmlehm reguliert den Feuchtegehalt innerhalb der Konstruktion und sorgt damit auch für ein ausgeglichenes Raumklima.

Hinweise

- feuchteregulierend
- frei von Kondensat- und Schimmelbildung
- wärmeregulierend
- Naturbaustoffe einsetzbar
- Schüttung vielseitig verwendbar
- Korkgranulat eingeschränkt verfügbar
- Korkgranulat auch als Recyclingkork verfügbar
- Rückbau: Bodenschichten z. T. trennbar und wiederverwendbar



- 1 Kiesschicht
- 2 Betonplatte auf Folie
- 3 Abdichtung
- 4 Leichtlehmschüttung mit Korkgranulat
- 5 Lagerhölzer
- 6 Bodenbelag z. B. Dielenboden

Bodenaufbau auf vorhandener Betonplatte mit Kork-Leichtlehmschüttung als wärme- und feuchteregulierende Schicht. Eine Einbauhöhe von 14 cm erfüllt bereits die GEG-Anforderungen an erdberührte Böden im Bestand $\leq 0,50 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$.

7 AUSSENWAND UND FASSADE

Außendämmung mit WDVS

Außenwände haben neben ihrer Funktion als Wetterschutz auch die Aufgabe, ein Gebäude nach außen ästhetisch zu präsentieren. Eigenheiten wie eine Backsteinfassade oder eine Holzfassade geben dem Äußeren ein unverwechselbares Gepräge. Was solche Eigenheiten betrifft, vollzieht sich im Erscheinungsbild der Häuserlandschaft derzeit ein tiefgreifender Wandel, der im Wesentlichen den Maßnahmen zur Energieeinsparung geschuldet ist. Unter dem Mantel des sogenannten Vollwärmeschutzes verschwinden Eigenheiten individuell gestalteter Fassaden, um einem neutralen Einheitslook zu weichen.

Handwerklich gestaltete Oberflächen prägten einst Erscheinungsbild und Details historischer Fassaden. Schon scheinbar Unwesentliches wie das Strukturbild eines Wandputzes gehörte zur Visitenkarte eines Hauses. Damit stellte der Handwerker sein Können öffentlich unter Beweis. Die persönliche Handschrift des Meisters sollte erkennbar sein. Im Zuge der Wandgestaltung mit Wärmedämm-Verbundsystemen bleibt für die persönliche Note kaum noch Gelegenheit. Der Putz wird nicht mehr angeworfen und mit der Kelle geformt, sondern mit dem Glätter aufgetragen und glatt gestrichen. Der Wandputz besteht auch nur noch aus wenigen Millimetern Dicke, Baumärkte bieten ihn im Set mit sonstigem Dämmzubehör an, Anleitung zum Selbermachen inklusive. Dank der Zusatzstoffe klebt der Putz zuverlässig auf der Kleberschicht und die Kleberschicht zuverlässig auf dem Dämmstoff. Der Vorteil: Ein solcher Putz kann von jedermann ausgeführt werden, der geübten Hand eines gelernten Maurers bedarf es dazu nicht.

Die Kehrseite dieser Entwicklung: Verputzte Wärmedämm-Verbundfassaden sehen überall gleich aus. Variationsmöglichkeiten der Putzstruktur bewegen sich im engen Rahmen der verfügbaren Korngrößen von 0–3 mm. Auf einer Thermohaut ist beispielsweise ein grobkörniger Rauputz mit einer prägnanten Oberflächenstruktur technisch nicht möglich. Die glatte Kleberschicht des Wärmedämm-Verbundsystems bietet nur wenig Halt und so fällt der Dickputz wegen schlechter Bindung und zu viel Eigengewicht wieder von der Wand. Fazit: Traditionelle Putzsysteme und gängige Wärmedämm-Verbundsysteme vertragen sich nicht miteinander.

Es steht außer Frage, dass nur wenige Gebäude aus der Zeit vor 1990 die Anforderungen des Gebäudeenergiegesetzes (GEG) erfüllen können. Über schlecht gedämmte Außenwände geht viel Energie verloren, eine nachträgliche Wärmedämmung schafft hier wirksam Abhilfe. Aber durch die aufgebrauchte Dämmschicht werden auch die ursprünglichen Proportionen der Fassade verändert. Nicht immer lässt sich das äußere Erscheinungsbild eines Gebäudes auf diese Weise ästhetisch verbessern. Sorge bereiten auch die Millionen von Kubikmetern des Massendämmstoffs Polystyrol, die eines Tages entsorgt werden müssen. Dennoch gibt es Wege, mit der richtigen Materialwahl und dem Verständnis für gebäudetypische Eigenheiten eine Bestandsverbesserung zu erreichen, auch unter Berücksichtigung der zweifellos notwendigen Energieeinsparmaßnahmen. Diese Wege bedeuten oftmals einen Mehraufwand an Kosten, Zeit und Arbeitskraft. Zu Beginn jeder energetischen Sanierung sollte man sich deshalb die Fragen stellen:

1. Dämmen mit Polystyrol oder nicht doch lieber mit einem umweltverträglicheren Dämmstoff?
2. Wenn eine Außendämmung nicht möglich ist oder zu viel Aufwand bedeutet oder das Erscheinungsbild der Fassade erhalten bleiben soll: Kann die Innendämmung ein gleichwertiger Ersatz sein?
3. Ist eine nachträgliche Wärmedämmung der Außenwände verpflichtend oder gibt es Ersatzmaßnahmen (z. B. bessere Fenster, neues Heizsystem, alternative Energiequellen, verstärkte Dach- und Bodendämmung)?
4. Können Fassaden trotz Wärmedämm-Maßnahmen statt mit Dünnschichtputzen traditionell mit Mittel- oder Dickschichtputzen verputzt werden?
5. Welche Dämmsysteme bieten sich für den Einsatz von Eigenleistung an?
6. Gibt es Dämmsysteme, die sich beim Rückbau sortenrein trennen und eventuell wiederverwenden lassen?

Mit den nachfolgend vorgestellten Beispielen werden praxistaugliche Lösungen vorgestellt. Die Durchführbarkeit der erörterten Maßnahmen wird anhand von Bildmaterial aus dem Baustellenalltag dokumentiert.

ANWENDUNGSBEISPIEL 1: AUSSENWAND DÄMMEN MIT WÄRMEDÄMPPUTZ

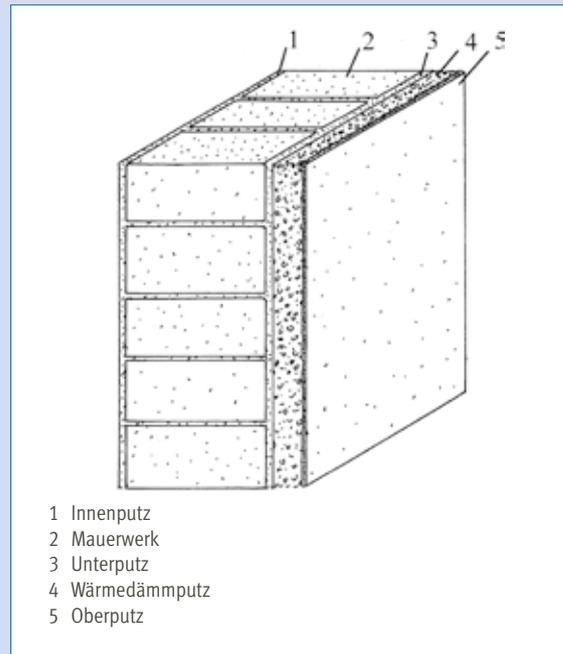
	U-Werte in $W/(m^2 \cdot K)$ mit Wärmedämmputz							
	Dicke in mm	0	20	30	40	50	60	80
Mauerwerk Vollziegel (Rohdichte = 1.600 kg/m^3) mit Wärmedämmputz WLG 055 (Hasit CalceClima, polystyrolfrei)	240	1,8	1,13	0,94	0,80	0,70	0,62	0,51
	300	1,6	1,03	0,87	0,75	0,66	0,59	0,48
	360	1,4	0,94	0,80	0,70	0,62	0,56	0,46
Mauerwerk Vollziegel (Rohdichte = 1.600 kg/m^3) mit Wärmedämmputz WLG 067 („Röfix“, natureplus-zertifizierter Kalk-Wärmedämmputz)	240	1,8	1,22	1,03	0,89	0,79	0,70	0,58
	300	1,6	1,20	0,94	0,83	0,74	0,66	0,55
	360	1,4	1,00	0,87	0,77	0,69	0,62	0,52

Hinweise

- als natureplus-zertifizierter Wärmedämmputz verfügbar
- Rundungen und Unebenheiten der Fassade 1:1 übertragbar
- modellierbar zu Lisenen, Kassettenmustern etc. (anstelle von Polystyrolprofilen)
- monolithischer Wandaufbau bleibt erhalten
- gute Diffusionsfähigkeit
- rein mineralisch
- keine Problemabfälle
- Baustoffklasse B1 – schwer entflammbar
- bezüglich Dämmeffizienz nicht gleichwertig mit markt-gängigen WDV-Systemen
- nur von versierten Putzern zu verarbeiten
- Rückbau/Entsorgung: bei Einsatz von rein mineralischem Wärmedämmputz zusammen mit Mauerwerk sortenreiner Bauschutt



Wärmedämmputze kommen dann zur Anwendung, wenn der ursprüngliche Außenputz ohnehin erneuert werden muss und zum Erhalt des Fassadenbildes ein WDV-System nicht infrage kommt.



Zeichnerische Darstellung einer Außenwand mit Wärmedämmputz



Aufbringen eines Wärmedämmputzes mittels Putzmaschine

ANWENDUNGSBEISPIEL 2: AUSSENWAND DÄMMEN MIT HOLZWEICHFASERPLATTEN

	U-Werte in $W/(m^2 \cdot K)$ mit Holzweichfaserplatten WLG 042						
	Dicke in mm	0	100	120	140	160	200
Mauerwerk Kalksand-Lochstein (Rohdichte = 1.800 kg/m^3)	240	2,3	0,36	0,31	0,27	0,24	0,19
Mauerwerk Vollziegel (Rohdichte = 1.600 kg/m^3)	240	1,8	0,34	0,30	0,26	0,23	0,19
Mauerwerk Hochlochziegel (Rohdichte = 1.000 kg/m^3)	240	1,4	0,33	0,28	0,25	0,22	0,18
Mauerwerk Hohlblockstein (Rohdichte = 650 kg/m^3)	240	0,9	0,29	0,25	0,23	0,20	0,17

Hinweise

- als *natureplus*-zertifizierter Plattendämmstoff verfügbar
- verbesserter Schallschutz
- gute Diffusionsfähigkeit
- verringerte Neigung zu Algen- und Schimmelpilzbildung
- wärmespeichernd, guter sommerlicher Wärmeschutz
- WDVS-geeignete plattenförmige Dämmstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen wie Holzfaser, Hanf, Stroh verfügbar
- Dämmwirkung nur unwesentlich geringer als mit Polystyrol oder Mineralfaser
- teurer als WDV-Systeme mit Polystyrol
- Ökologie: Kunststofffreie Klebe- und Putzsysteme derzeit nicht verfügbar
- Rückbau: sortenreine Trennung von Dämmstoff, Putz und Befestigungsmitteln (Kleb mortel, Armierung, Putzschienen, Dübel etc.) bei geklebten WDV-Systemen derzeit technisch nur eingeschränkt möglich
- Bei Rückbau keine Problemabfälle

Beispiel

Sanierung und Aufstockung einer Doppelhaushälfte in Rheinfelden: Putzfassade gedämmt mit 16 cm Holzweichfaserplatten; U-Wert alt: $1,58 \text{ W}/(m^2 \cdot K)$, U-Wert neu: $0,25 \text{ W}/(m^2 \cdot K)$; Architektin: Monika Süssle, Rheinfelden



© Diffutherm



© M. Süssle

ANWENDUNGSBEISPIEL 3: AUSSENWAND DÄMMEN MIT BAUSTROHBALLEN

	U-Werte in $W/(m^2 \cdot K)$ mit Baustrohballendämmung in Halmrichtung WLG 052				
	Dicke in mm	0	280	350	480
Mauerwerk Vollziegel (Rohdichte = 2.000 kg/m^3)	240	1,7	0,17	0,14	0,10

	U-Werte in $W/(m^2 \cdot K)$ mit Baustrohballendämmung quer zur Halmrichtung WLG 080				
	Dicke in mm	0	380	460	–
Mauerwerk Vollziegel (Rohdichte = 2.000 kg/m^3)	240	1,7	0,19	0,16	–

Hinweise

- Naturbaustoffe einsetzbar
- keine Problemabfälle
- Passivhausstandard erreichbar
- sehr preisgünstiger Dämmstoff
- hoher Aufwand für Vorarbeiten
- Maßnahmen zum Brandschutz
- Schutz vor Durchfeuchtung
- Schutz vor Ungezieferbefall

Beispiel

Einfamilienhaus in Luckenwalde: Fassade gedämmt mit 30 cm Baustrohballen; Befestigung der Strohballe mit Ösenschrauben, Zurrgurten und Holzlatten; Lehmverputz und Holzverkleidung; zusätzliche Maßnahmen: Unterbau aus Schaumglasschotter, darauf Dämmziegelmauerwerk mit Korkgranulathinterfüllung; Dachverlängerung; Planung und Ausführung: arcana Baugesellschaft, Luckenwalde

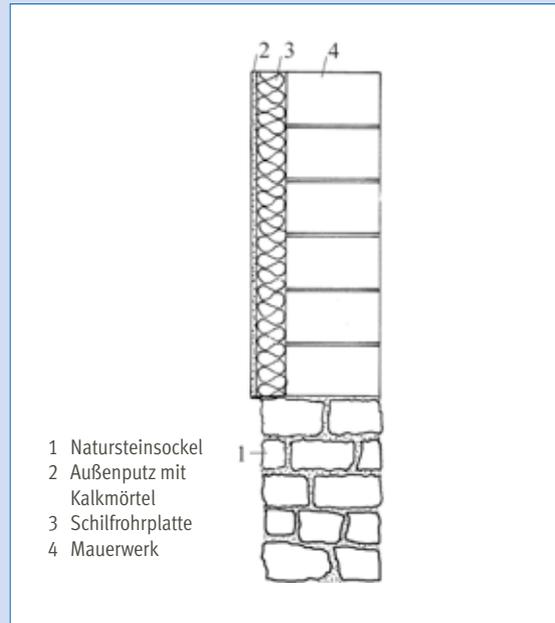


ANWENDUNGSBEISPIEL 4: AUSSENWAND DÄMMEN MIT SCHILFROHRPLATTEN

	U-Werte in $W/(m^2 \cdot K)$ mit Schilfrohrplatten WL 055				
	Dicke in mm	0	50	100	150
Mauerwerk Vollziegel (Rohdichte = 1.800 kg/m ³)	240	2,1	0,76	0,56	0,41
	360	1,6	0,69	0,51	0,38
Mauerwerk Kalksandstein (KS) (Rohdichte = 1.400 kg/m ³)	115	2,8	0,86	0,60	0,43
	240	2,0	0,74	0,54	0,40
Mauerwerk Hohlblock-/Leichtbetonstein (Rohdichte 600 kg/m ³)	240	1,6	0,40	0,33	0,27

•Hinweise

- geeignet insbesondere zur wärmeschutztechnischen Verbesserung alter, erhaltenswerter Bausubstanz
- Dämmung mit nachwachsendem Rohstoff
- Schilfrohrplatte an Rundungen anformbar
- verputzbar mit reinen Kalkputzen auch in Mittel- und Dickschicht
- verringerte Neigung zur Algenbildung
- Verarbeitung aufwendiger als mit gängigen WDV-Systemen
- Dämmeffizienz vergleichsweise geringer
- Ökologie: keine kunststoff-modifizierten Klebemörtel und Putze erforderlich
- Rückbau: sortenreine Trennung von Putz- und Dämmschicht nur eingeschränkt möglich
- Bei Rückbau keine Problemabfälle



Zeichnerische Darstellung einer Außenwanddämmung mit Schilfrohrplatten



ANWENDUNGSBEISPIEL 5: AUSSENWAND OHNE ZUSATZDÄMMUNG

	U-Werte in $W/(m^2 \cdot K)$ ohne zusätzliche Wärmedämmung	
	Dicke in mm	
Mauerwerk Vollziegel (Rohdichte = 2.000 kg/m^3)	240	2,4
	300	2,1
	360	1,8
Mauerwerk Hochlochziegel (Rohdichte = 1.000 kg/m^3)	240	1,3
	300	1,1
	360	0,93

Hinweise

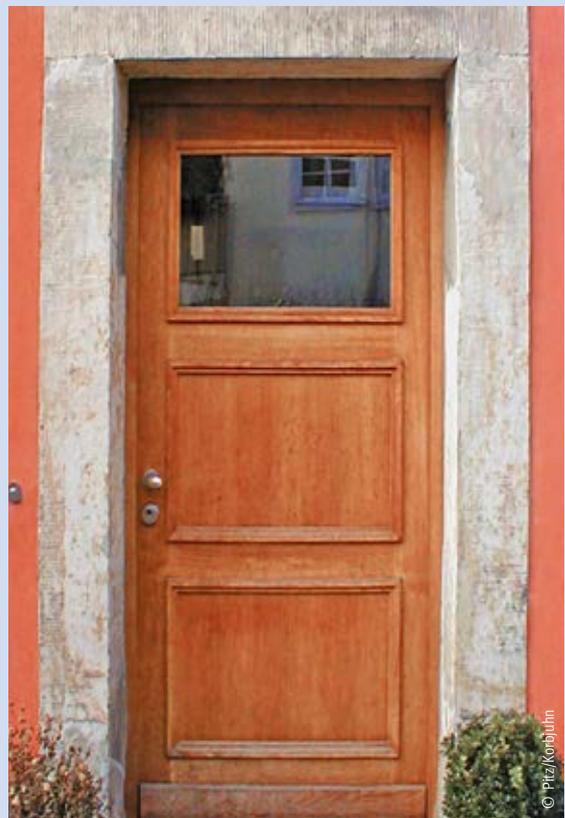
- Revitalisierung der bestehenden Gebäudesubstanz unter Vermeidung von Fremdstoffen
- Vermeidung von Problemabfällen
- geringes Aufkommen an Bauabfällen
- Aufrechterhaltung der bewährten, langlebigen Konstruktion
- geringer Wartungs- und Pflegeaufwand
- Heizwärmeverbrauch nicht optimiert, Vorgaben nach GEG 2020 für Außenwände und Dach nicht erfüllt

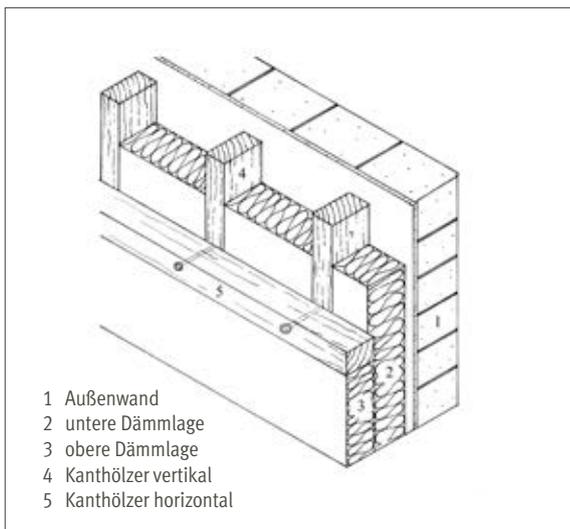
Beispiel

Einfamilienhaus in Dresden: Um die Sandsteingewände zu erhalten, verzichtete Familie Pitz auf eine Außendämmung. Innendämmung kam aus Platzgründen nicht infrage. Mit Wärmeschutzverglasung und neuer Dach- und Fußbodendämmung und zusammen mit dem bis zu 70 cm dicken Mauerwerk wurde zwar kein Niedrigenergiehaus-Standard, aber dennoch ein angemessener Gesamt-U-Wert des Gebäudes erreicht (Verbrauch $15 \text{ l/m}^2 \cdot \text{a}$). Bei der Sanierung stand die behutsame Erneuerung unter weitestgehender Wiederverwendung der bestehenden Bausubstanz im Vordergrund. Architekten: Pitz/Korbjuhn, Dresden



Revitalisierung eines Einfamilienhauses aus dem Jahre 1876/1955





Selbstbaueignete Vorhangfassade mit Einklemmdämmung zweilagig, Kanthölzer kreuzweise verlegt

Außendämmung mit Vorhangfassade verputzt

Die gedämmte Vorhangfassade setzt sich aus vier Komponenten zusammen:

- Dämmung
- Unterkonstruktion
- Befestigungsmittel
- Außenverkleidung mit oder ohne Hinterlüftung

Planung und Ausführung einer gedämmten und verputzten Vorhangfassade sind üblicherweise Aufgabe eines Fachbetriebes. Langlebigkeit, Tragfähigkeit und Standsicherheit der Konstruktion sowie Brandschutzanforderungen und genehmigungspflichtige Bauvorgaben sind zu beachten.

Traggerüst

Zunächst wird die Trägerwand gegen aufsteigende Feuchtigkeit bis min. 30 cm ab fertigem Terrain mit einer Perimeterdämmung aus Polystyrol XPS oder Schaumglas geschützt.

Bevorzugte Dämmweise für die Vorhangfassade ist die Einblasdämmung. Diese Dämmweise gewährleistet eine kompakte und lückenlose Dämmschicht. Die tragende Unterkonstruktion sollte sich dabei dem Einblssystem anpassen, d. h., ein leichtes, aber stabiles Tragsystem mit möglichst geringem Wärmebrückeneffekt ist zu bevorzugen. Der Handel bietet dafür vorgefertigte Systembauteile wie z. B. Lignotrend oder Lambdaplus. Stegträger liefert aber auch die Zimmerei vor Ort. Die mit einer Deckschicht aus reißfester und winddichter Unterspannbahn oder Holzfaserdämmplatten geschaffenen Hohlräume werden lückenlos mit Einblasdämmung verfüllt. Wird dagegen mit Matten gedämmt, sind diese passgenau in die Unterkonstruktion einzubringen.



Reihenhaus in Tübingen, gedämmt mit verputzter Vorhangfassade und 16 cm Zellulose-Einblasdämmung. Beplankung mit Holz- wolle-Leichtbauplatten.

gen. Die Matten müssen satt an der Fassade anliegen, um Hinterströmungen mit Kaltluft zu vermeiden.

Bei kleineren Bauvorhaben lässt sich die tragende Konstruktion auch in Eigenleistung herstellen, solange die Fassade eben ist und keine größeren Höhenausgleiche erforderlich sind. Dazu werden (möglichst schmale) Kanthölzer mit Winkeln an der Fassade angebracht. Werden in einer zweiten Lage Kanthölzer kreuzweise verlegt, lassen sich die durch das Tragholz entstandenen Wärmebrücken reduzieren.

Dennoch, gegenüber der Einblasdämmung bleibt die Dämmung mit Dämmplatten immer im Nachteil. Kritische Punkte sind:

- höherer Anteil an Wärmebrücken
- dauerhaft lückenloser Anschluss der Dämmung an angrenzende Bauteile fraglich



Traggerüst aus vorgefertigten Holzleiterelementen



Tragsystem aus vorgefertigten Doppelstegträgern – für Einblas- und Einklemdämmung gleichermaßen geeignet

Anschlüsse an bestehende Bauteile wie z.B. Fenster und Türen, aber auch Gebäudeecken etc. sind bei Vorhangfassaden problematisch und erfordern hohe Aufmerksamkeit an die Luftdichtigkeit, damit Kaltluft nicht die Dämmschicht hinterströmt, was den Dämmeffekt deutlich reduzieren würde. Bauliche Erfahrung mit luftdichten Anschlüssen und richtiger Einsatz von Abdichtungsmitteln muss hier vorausgesetzt werden.

Zur Wahl des Dämmstoffes: Vorhangfassaden eignen sich in herausragender Weise für den Einsatz von Dämmstoffen aus nachwachsenden Rohstoffen. Sie bieten damit eine echte Alternative zu den gängigen WDV-Systemen. Laut einer von *natureplus* veröffentlichten Studie* schneidet Holzfaser als Einblasdämmung in der Gesamt-Ökobilanz aller untersuchter Wärmedämmstoffe am besten ab, gefolgt von Zellulose. Beide Dämmstoffe sind dank ausgereifter und zertifizierter Einblastechik prädestiniert für eine zuverlässige und auch preisgünstige Hohlraumdämmung. Bei den flexiblen Dämmstoffen können sich vor allem Hanf- oder Jutefasermatten mit einer vorteilhaften Gesamt-Ökobilanz auszeichnen, des weiteren Holzfasermatten.

Oberflächengestaltung

Vorhangfassaden werden in herkömmlicher Weise mit Holz verschalt, sie können aber auch verputzt werden. Als Putzträgerplatte dient beispielsweise eine Holzfaserdämmplatte oder eine Holzwolle-Leichtbauplatte oder eine Fermacell-HD-Fassadenplatte. Holzwolle-Leichtbauplatten und insbesondere Holzfaserdämmplatten tragen, sofern ohne Hinterlüftung, zur Verbesserung des U-Wertes bei. Die Plattenmaterialien dienen

* Quelle: www.natureplus.de „Dämmstoffstudie“



Holzwole- und Holzfaser-Dämmplatte

als Trägerschicht für den Außenputz. Die Holzwolle-Leichtbauplatte kann zudem – anstelle eines dünnen WDVS-Putzes – konventionell mit Mittel- oder Dickschichtmörtel verputzt werden. Somit bleibt man in der Wahl der Putzstruktur flexibel und kann die Putzhaut beliebig dem alten Fassadenbild anpassen. Alle drei Varianten sorgen für mehr Masse in der äußeren Wandschicht. Sie wirken damit schalldämmend und beugen der Algenbildung vor. Bei den verputzten Wandverkleidungen ist eine Hinterlüftung nicht immer sinnvoll, zur Sicherheit muss aber in jedem im Einzelfall eine Tauwasserberechnung erfolgen.

Die Alternative zur verputzten Fassade ist eine Verschalung aus Holzbrettern, Holzschindeln oder Holzplatten.



Fassadendetail in Holz

Mit Vorhangfassaden befassen sich die Anwendungsbeispiele 6–9.

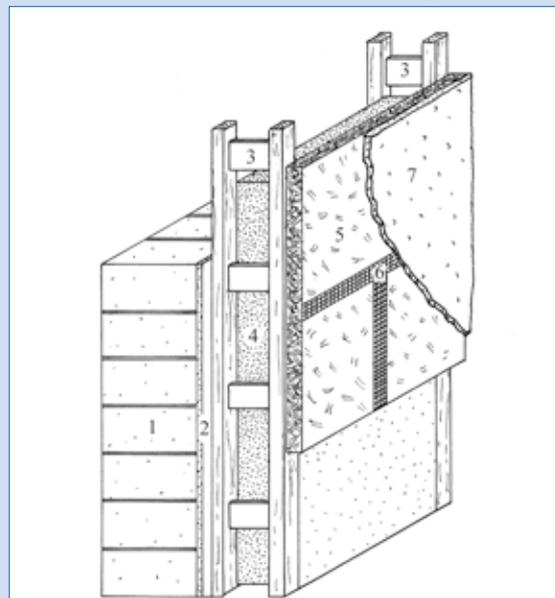
ANWENDUNGSBEISPIEL 6: AUSSENWAND DÄMMEN MIT VERPUTZTER VORHANGFASSADE

	U-Werte in $W/(m^2 \cdot K)$ mit Wärmedämmstoff WLK 040 ¹						
	Dicke in mm	120	140	160	200	250	300
Mauerwerk (Vollziegel) mit Vorhangfassade, nicht hinterlüftet + 25 mm Holzwolle-Leichtbauplatte 090 als Putzträger (1.600 kg/m ³)	240	0,32	0,29	0,22	0,18	0,18	0,15
	360	0,34	0,30	0,25	0,21	0,17	0,15
Mauerwerk (Vollziegel) mit Vorhangfassade, nicht hinterlüftet + 35 mm Holzfaserdämmplatte 045 als Putzträger (1.600 kg/m ³)	240	0,27	0,24	0,22	0,19	0,16	0,14
	360	0,26	0,23	0,21	0,18	0,16	0,14

¹ Gerechnet mit 15% Holzanteil. Möglicher Dämmstoff in der Dämmebene: Holzfaser-, Stroh- oder Zellulose-Einblasdämmung; alternativ flexible Holz-, Hanf- oder Flachsfasermatte, Korkgranulatschüttung etc.

Hinweise

- natureplus-zertifizierte Dämmstoffe und Tragsysteme einsetzbar
- lückenlose, nahezu wärmebrückenfreie Dämmkonstruktion erreichbar
- bei Einsatz eines geeigneten Putzträgers Putzgestaltung in Struktur und Material frei wählbar (z. B. Kalk-Mittel- oder -Dickschichtputz anstelle von WDVS-Dünnschichtputz)
- wegen besserer Hohlraumfüllung Einblasdämmung gegenüber Dämmung mit flexiblen Matten bevorzugen
- Zusätzlicher Wärmedämmeffekt bei Verwendung von Holzfaserdämmplatte als Deckschicht
- verbesserter Schallschutz
- problemlose Überbrückung von Unebenheiten der Außenwand
- je nach Tragsystem Dämmschichtdicken bis 30 cm möglich
- erhöhte Wärmespeicherkapazität, verringerte Neigung zu Algenbefall
- langlebige Konstruktion, geringer Wartungs- und Pflegeaufwand
- bedingt selbstbaueeignet: Einblasdämmung und Ausbildung des Tragsystems sind Gewerke der Fachfirma
- Rechennachweis bzgl. Lastabtragung, Hinterlüftung und Tauwasseranfall empfohlen
- im Vergleich zu geklebten WDV-Systemen erhöhter Arbeits- und Kostenaufwand
- Ökologie: keine kunststoff-modifizierten Klebemörtel und Putze erforderlich
- Rückbau: im Vergleich zu geklebten WDV-Systemen sortenreine Trennbarkeit der Systemkomponenten (mit Ausnahme Putz bzw. Putzträgerplatte) möglich



- 1 Außenwand
- 2 Außenputz (Bestand)
- 3 Traggerüst (hier Lignotrend-Leitersystem)
- 4 Wärmedämmung z. B. als Einblasdämmung
- 5 Putzträgerplatte (hier „Heraklith“) ohne Hinterlüftung
- 6 Fugenüberdeckung mit Jutestreifen oder Drahtgeflecht oder Armierung vollflächig
- 7 Außenputz als Dünn-, Mittel- oder Dickschichtputz

Darstellung einer Außenwanddämmung mit verputzter Vorhangfassade

ANWENDUNGSBEISPIEL 7: AUSSENWAND DÄMMEN MIT VERPUTZTER VORHANGFASSE

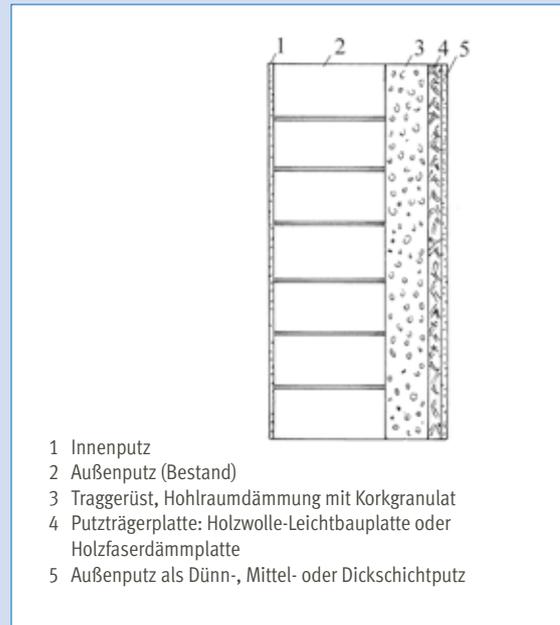
		U-Werte in $W/(m^2 \cdot K)$ mit Korkgranulat WLK 050						
		Dicke in mm	0	80	100	120	140	160
+ 50 mm Holz- wolle- Leichtbauplatte WLK 050	Mauerwerk Vollziegel (Rohdichte = 1.600 kg/m^3)	240	0,90	0,37	0,33	0,29	0,26	0,23
		360	0,78	0,35	0,31	0,27	0,25	0,22
	Mauerwerk Hochlochziegel (Rohdichte = 1.000 kg/m^3)	240	0,79	0,35	0,31	0,27	0,25	0,23
		360	0,65	0,32	0,29	0,26	0,23	0,21
	Mauerwerk Hohlblock-/Leichtbetonstein (Rohdichte 650 kg/m^3)	300	0,61	0,31	0,28	0,25	0,23	0,21

Hinweise

- durchgehend Naturbaustoffe einsetzbar
- bei Wahl eines geeigneten Putzträgers (Schilfrohr-/Holz-
wolle-Leichtbauplatte) Außenputz in Dicke und Struktur
frei gestaltbar, dafür Einbußen bei der Dämmeffizienz
- problemlose Überbrückung von Unebenheiten der
Außenwand
- je nach Tragsystem Dämmschichtdicken bis 30 cm
möglich
- erhöhte Wärmespeicherkapazität, verringerte Neigung
zu Algenbildung
- langlebige Konstruktion, geringer Wartungs- und
Pflegebedarf
- Leichtbau-Tragsystem empfohlen
- Rechennachweis bzgl. Lastabtragung, Hinterlüftung
und Tauwasseranfall empfohlen
- Ökologie: keine kunststoff-modifizierten Klebemörtel
und Putze erforderlich
- Rückbau: im Vergleich zu geklebten WDV-Systemen
sortenreine Trennbarkeit der Systemkomponenten (mit
Ausnahme Putz bzw. Putzträgerplatte) möglich

Beispiel

Wohnhaus in Gottsdorf bei Luckenwalde: Ausbau eines
ehemaligen Stallgebäudes; Vorhangfassade mit 12 cm
Korkgranulat-Dämmung („Recy“-Kork = recycelte Flaschen-
korken) und 5 cm Holz-
wolle-Leichtbauplatte; Außenputz
2,5 cm Lehm; zusätzliche Maßnahmen: Unterbau aus
Schaumglasschotter, darauf Dämmziegelmauerwerk mit
Korkgranulathinterfüllung; Planung und Ausführung: arca-
na Baugesellschaft, Luckenwalde



Darstellung einer Außenwanddämmung mit verputzter
Vorhangfassade



Vorhangfassade mit Heraklithplatte und Korkschtüttung. Abdichten
der Fugen zwischen Mauerwerk und Tragsystem mit Hanf- oder
Flachszipf wird empfohlen, um ein Hinterströmen der Konstruk-
tion mit Kaltluft sicher auszuschließen.



Einfamilienhaus in Apfeltrach: Hinterlüftete Vorhangfassade (rechts) mit Holzverschalung und Zellulosedämmung, Zellulose aufgesprüht in Konterlattung (links) 2 • 6 cm

Außendämmung mit Vorhangfassade holzverschalt

Im Prinzip sind Vorhangfassaden sowohl in verputzter als auch in verschalter Form vom Aufbau her identisch. Als Erstes ist wiederum ein geeignetes Traggerüst vor der Außenwand zu erstellen. Planung und Ausführung einer gedämmten und holzverschalteten Vorhangfassade können Sie bis zu Dämmstärken von ca. 12–14 cm selbst in die Hand nehmen, vorausgesetzt, Ihnen steht ein beratender Fachmann zur Seite. Beratung ist gefragt bezüglich Hinterlüftung, Langlebigkeit, Tragfähigkeit und Standsicherheit der Konstruktion, aber ebenso bei der Auswahl von Befestigungsmitteln. Auch Brandschutzanforderungen und genehmigungspflichtige Bauvorgaben sind zu beachten. Zudem ist Holzbaufachwissen nötig bei Konstruktionsdetails im Bereich der Öffnungen, Gebäudeecken, Durchdringungen, Dachanschlüsse etc.

Traggerüst

Zunächst wird die Außenwand ab Geländeoberkante gegen aufsteigende Feuchtigkeit und Spritzwasser bis min. 50 cm bei geschlossener, bzw. min. 30 cm bei offener Bodenoberfläche mit einer Perimeterdämmung aus Polystyrol XPS oder Schaumglas geschützt. Als Schutz vor Spritzwasser muss die Holzverschalung genügend Abstand zur Geländeoberkante wahren um Holzflächen nicht zusätzlicher Feuchtebelastung auszusetzen.

Je nach Dämmweise und Dämmstärke sind verschiedene Tragkonstruktionen möglich. Die herkömmliche Version einer gedämmten Holzfassade besteht aus kreuzweise verlegten Holzlatten oder Kanthölzern, die an die Wand gedübelt werden. Als Befestigungsmittel sind rostfreie, dauerhaft tragfähige Schrauben zu verwenden. Je nach Querschnitt

der Holzlatten können Dämmplatten in entsprechender Dicke kreuzweise in zwei Lagen eingebracht werden. Die erste Lage Dämmstoff muss dabei vollflächig auf der Wand aufliegen und darf nicht von Kaltluft hinterströmt werden. Bei sehr unebenen Wänden helfen evtl. handelsübliche Dämmstoffdübel, die den Dämmstoff luftlagenfrei andrücken. Zwischen den Hölzern werden die Dämmstoffmatten mit leichtem Pressdruck an den Flanken eingeklemmt. Auch hier ist auf hohlraumfreies Verlegen zu achten. Wegen der notwendigen Einpassung und Anformung sind für diese Dämmarbeiten nur genügend steife, aber dennoch flexible klemmfähige Matten geeignet. Bezüglich ihrer ausgeglichenen Ökobilanz sind hier Dämmstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen wie z. B. Hanf-, Flachs- oder Holzfasermatten gegenüber den herkömmlich verbauten Glaswolleplatten klar im Vorteil (Quelle: „natureplus Dämmstoffstudie“).

Abstand und Querschnitt der Traghölzer orientieren sich an der Bahnenbreite und Dicke des Dämmstoffes. Des Weiteren ist zu beachten, dass sich mit Zunahme der Masse an Konstruktionsholz der Dämmwert der Vorhangfassade verringert und größere Wärmebrücken entstehen. Auch wegen der statischen Beanspruchung sollten bei stärkeren Dämmdicken entweder zugelassene vorgefertigte Tragsysteme der Systemhersteller verwendet oder ein Zimmereibetrieb mit dem Erstellen eines leichten Traggerüsts beauftragt werden.

Hinweis: Das Dämmen mit Matten oder Platten ist gegenüber der Einblas- oder Schüttdämmung ein Kompromiss, der eher dann Sinn macht, wenn der Aspekt einer kompletten Eigenleistung im Vordergrund steht.

Mit dem Erstellen des Traggerüsts für die Dämmung wird gleichzeitig die Grundlage für eine Holzfassade geschaffen.

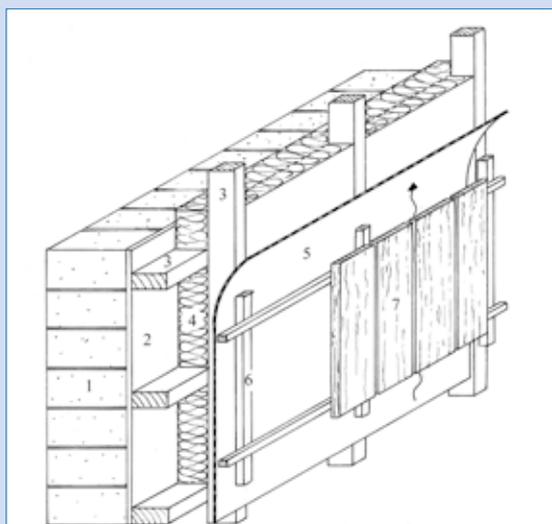
ANWENDUNGSBEISPIEL 8: AUSSENWAND DÄMMEN MIT HINTERLÜFTETER VORHANGFASSADE

	U-Werte in $W/(m^2 \cdot K)$ mit Wärmedämmstoff WL040 ¹							
	Dicke in mm	0	100	140	160	200	250	300
Mauerwerk Vollziegel (1.600 kg/m ³) gedämmte Vorhangfassade mit hinterlüfteter Holzverschalung	240	1,6	0,36	0,28	0,25	0,21	0,17	0,15
	360	1,3	0,34	0,27	0,24	0,20	0,17	0,14
Mauerwerk Porenbeton (500 kg/m ³) gedämmte Vorhangfassade mit hinterlüfteter Holzverschalung	240	0,35	0,23	0,19	0,18	0,15	0,13	0,12
	300	0,40	0,20	0,17	0,16	0,14	0,12	0,11

¹ Gerechnet mit 15 % Holzanteil. Möglicher Dämmstoff in der Dämmebene: flexible Holzfaser-, Hanffaser-, Flachsfasermatte, u.a.
Bei Einblasdämmung Konterlattung nicht erforderlich. Möglicher Einblasdämmstoff in der Dämmebene:
Holz-, Flach-, Hanf-, Stroh-, Zellulose, Neptutherm u. a.

Hinweise

- natureplus-zertifizierte Dämmstoffe einsetzbar
- breite Auswahl an Gestaltungsmitteln aus Holz und Holzwerkstoffen (Bretter profiliert oder glattkant, Schindeln, Latten, Tafeln etc.)
- auch auf unebenen Flächen oder Altputzen in schlechterem Zustand anwendbar
- Einblasdämmung wegen luftlagener Hohlraumfüllung bevorzugen
- bei Dämmung mit flexiblen Matten: Dämmstofflagen kreuzweise anordnen, dadurch Verringerung von Wärmebrücken
- zusätzliche Wärmedämmschicht mit feuchteresistenter, verputzbarer Holzfaserdämmplatte, dadurch Wegfall einer Unterdeckbahn
- verbesserter Schallschutz
- je nach Tragsystem Dämmschichtdicken bis 30 cm möglich
- leichte vorgefertigte Tragsysteme zur Reduzierung von Wärmebrücken bevorzugen
- langlebige Konstruktion
- bedingt selbstbaueeignet
- bei kleineren Objektflächen kann Wartungs- und Pflegeaufwand selbst übernommen werden
- bei Hochbauten: Nachweis hinsichtlich Brand- und Standsicherheit erforderlich
- im Vergleich mit WDVS-Fassadendämmung erhöhter Arbeits- und Kostenaufwand
- lückenlos dichte Dämmung in Anschlussbereichen (Fenster, Türen, Ecken etc.) erschwert
- Gefahr des Hinterströmens der Dämmebene mit Kalt vor allem in Anschlussbereichen
- sofern oberflächenbehandelt, regelmäßiger Wartungs- und Pflegeaufwand erforderlich
- Ökologie: keine kunststoff-modifizierten Klebemörtel und Putze erforderlich
- Rückbau: im Vergleich zu geklebten WDV-Systemen sortenreine Trennbarkeit der Systemkomponenten möglich



- 1 Außenwand
- 2 Außenputz Bestand
- 3 Traggerippe horizontal + vertikal
- 4 Wärmedämmung als Mattendämmstoff in zwei Lagen kreuzweise zwischen Rahmenholz eingelegt
- 5 diffusionsoffene, wasserabweisende Folie ($sd \leq 0,3 \text{ m}$), winddicht verlegt
- 6 Traglattung horizontal + vertikal (mit Hinterlüftung)
- 7 Holzverkleidung

Hinterlüftete und gedämmte Vorhangfassade mit kreuzweise verlegten Latten oder Rahmenhölzern; Dämmmatten zwischen den Rahmenhölzern hohlraumfrei eingeklemmt

ANWENDUNGSBEISPIEL 9: AUSSENWAND DÄMMEN MIT VORGEFERTIGTER VORHANGFASSADE

	U-Werte in $W/(m^2 \cdot K)$ mit vorgefertigter Vorhangfassade				
	Dicke in mm	0	100	200	400
Mauerwerk Granit (Rohdichte = 2.800 kg/m^3) mit Zellulose-Einblasdämmung WLK 040	240	2,7	0,41	0,23	0,12
Mauerwerk Vollziegel (Rohdichte = 1.600 kg/m^3) mit Zellulose-Einblasdämmung WLK 040	240	1,6	0,37	0,21	0,13
Mauerwerk Hochlochziegel (Rohdichte = 1.000 kg/m^3) mit Zellulose-Einblasdämmung WLK 040	240	1,2	0,35	0,20	0,11
Mauerwerk Porenbetonstein (Rohdichte = 700 kg/m^3) mit Zellulose-Einblasdämmung WLK 040	240	0,7	0,28	0,18	0,10

Hinweise

- natureplus-zertifizierte Dämmstoffe einsetzbar
- luftdichte, hochwärmedämmende Konstruktion im Passivhausstandard ausführbar
- Dämmschichtdicken frei wählbar
- breite Materialauswahl für die Außenansicht aus Holz und Holzwerkstoffen z.B. Bretter (profiliert oder glattkant), Schindeln, Lat Platten (verputzt oder unverputzt)
- bezüglich Luftdichtigkeit und Maßhaltigkeit nur geringe Fehlertoleranz möglich
- Einsatz von Abdichtungsmitteln (Folien, Bänder) erforderlich
- nicht für jede Fassadensanierung geeignet
- Rückbau: bessere Ausgangsposition als bei geklebten WDV-Systemen, aber sortenreine Trennbarkeit der Systemkomponenten wegen luftdichter Verklebungen nur eingeschränkt möglich

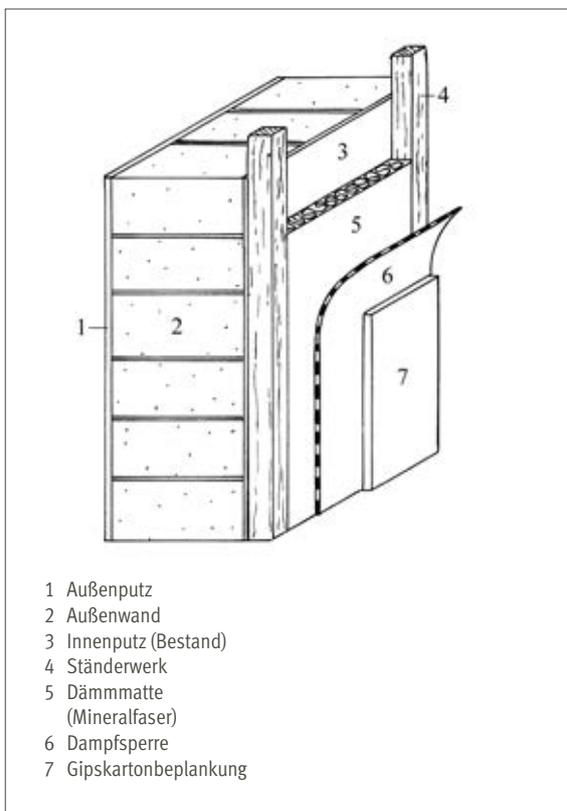
Beispiel

Einfamilienhaus in Pettenbach: Umbau zum Passivhaus mit hochwärmedämmter Vorhangfassade aus vorgefertigten Holzelementen; Dämmung mit 40 cm Zellulose; U-Wert der Passivhaus-Außenwand $\leq 0,15 W/(m^2 \cdot K)$; Architekt: Günter Lang, Wien



8 AUSSENWAND MIT INNENDÄMMUNG

Während Außendämmungen sich als Wärmeschutzsystem seit Jahrzehnten bestens bewährt haben, wurden zuverlässige bzw. fehlertolerante Innendämmsysteme erst in jüngerer Zeit entwickelt. Knackpunkt bei der Innendämmung ist Wasserdampf, der auf der kalten Außenwand zu Tauwasser kondensiert. Wird die Außenwand raumseitig gedämmt, staut sich das Tauwasser an der kalten Wandoberfläche und durchfeuchtet allmählich Wand und Dämmschicht. In der Vergangenheit wurde versucht, mit einer Dampfsperre das Problem zu lösen. Die Standardkonstruktion dazu bestand aus einer Ständerwand aus Holz- oder Metallprofilen und zwischengeklebten Mineralwolleplatten, davor eine Dampfsperre mit Gipskartonbeplankung. Unter bautechnischen und bauphysikalischen Aspekten ist eine solche Konstruktion risikoreich und fehleranfällig: Einbindende Zwischenwände, Decken, Fensterlaibungen, Rohrdurchführungen, Steckdoseneinsätze etc. erfordern in der Ausführung der Systemanschlüsse ein hohes Maß an Genauigkeit und Ausführungsqualität, um eine geschlossene Dichtungsebene zu erreichen. Neuere Entwicklungen wie feuchtevariable Dampfbremsen und vor allem Dämmstoffe, die schadlos Feuchtigkeit aufnehmen, ermöglichen dagegen heute risikofreie Innendämmungen. Eine bevorzugte Stellung nehmen dabei Dämmstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen ein.



„Klassisches“ Innendämmsystem mit Vorsatzschale



Bei Vorgaben des Denkmalamtes bzgl. Fassadengestaltung oder bei Überschreiten der Grundstücksgrenzen kommt häufig nur eine Innendämmung der Fassade infrage

Innovative Innendämmsysteme

Weiterentwicklungen gerade im Bereich der Naturbaustoffe führen heute zu sicheren, praktikablen und ökologisch einwandfreien Dämm Lösungen. Diese Innendämmsysteme gewährleisten eine höhere Fehlertoleranz in der Anwendung und gute Trocknungsmöglichkeiten während der Nutzung. Unter den Dämmstoffen hervorzuheben sind hier Einblasdämmstoffe aus Holzfaser oder Zellulose sowie speziell für die Innendämmung entwickelte Holzfaserdämmplatten in Kombination mit Lehmbaustoffen. Aber auch traditionelle Innendämmtechniken haben noch ihren Platz gerade im Bereich der Sanierung von historischen Fachwerkbauten.

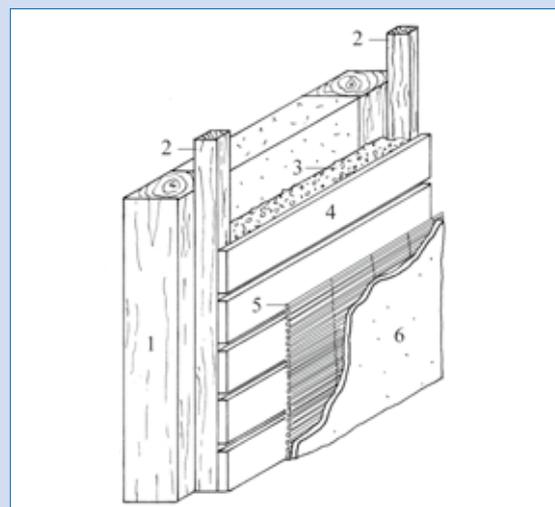
BEISPIEL: INNENSCHALE AUS LEICHTLEHM

Hinweise

- Innenschale aus Leichtlehm (Zuschlagstoffe Stroh, Holzspäne, Hanfschäben, Korkschröt, Blähton)
- Leichtlehm Mischung zwischen Außenwand und verlорener Schalung*
- Vorteilhaft als Ausgleich von unebenen Wandflächen und als Füllung von Hohlräumen, Spalten, etc.
- Hoher Feuchtigkeitseintrag in der Bauphase
- Lange Trocknungsphase und Gefahr der Rissbildung
- Begrenzte Wärmedämmfähigkeit
- Dämmvariante sollte ausschließlich dem Fachwerkbau vorbehalten bleiben
- Fachberatung unbedingt notwendig
- Ökologie: keine kunststoff-modifizierten Klebemörtel und Putze erforderlich
- Rückbau: zerstörungsfreier Ausbau der Systemkomponenten erschwert



Innenschale aus Leichtlehm: Schilfrohrgewebe als verlorene Schalung auf Holzlattung.



- 1 Fachwerk
- 2 Aufdoppelung
- 3 Hanfdämmlehm leicht verdichtet hinter Sparschalung
- 4 Sparschalung Holz (sollte nach dem Verdichten des Dämmlehms zur Durchtrocknung der Dämmschicht wieder entfernt werden)
- 5 Schilfrohrputzträger (70 Halme/lfm)
- 6 Innenputz (Lehm, Trasskalk oder Kalk)

Innendämmung mit Wärmedämmlehm

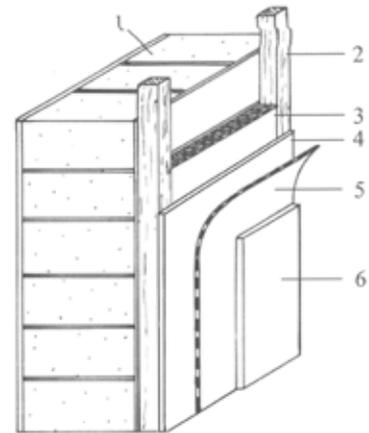


* bei Verwendung von Fertigware Herstellerangaben beachten

BEISPIEL: VORSATZSCHALE MIT EINBLASDÄMMUNG

Hinweise

- Einfaches und relativ fehlertolerantes Innendämmsystem
- Konstruktionsweise auch im Fachwerkbau einsetzbar
- Zur Vorbereitung der Vorsatzschale lose Putzflächen entfernen und Putz ausgleichen
- durchgehende Risse und Öffnungen in der Fassade abdichten, um bei Schlagregen eine Durchfeuchtung der Dämmung zu vermeiden
- dampfdichte Schichten wie z.B. Fliesen, Sperrputze, Lackanstriche entfernen
- Ständerwerk in Holz statt Metall ausführen
- Wegen günstiger sorptiver/kapillaraktiver Eigenschaften Dämmstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen empfehlenswert, 1. Priorität Holzfaser, 2. Priorität Zellulose*
- Zum Ausgleich von Unebenheiten Einblasdämmung gegenüber flexiblen Dämmmatten bevorzugen
- Dämmstoffe aus Mineralfaser wegen ungünstiger sorptiver Eigenschaften eher vermeiden
- Dämmstärke 6 – max. 8 cm die Regel
- Feuchtevariable Dampfbremse verwenden
- Dampfbremse an Anschlüssen sorgfältig abdichten
- OSB-Platten als Beplankung wegen schlechter Rücktrocknung der Dämmung vermeiden
- Raumverlust durch Dämmschale einplanen
- bei Kenntnis von Taupunktproblematik und Erfahrung bei der Ausbildung von luftdichten Anschlüssen auch in Eigenleistung realisierbar
- *Natureplus*-zertifizierte Baustoffe einsetzbar
- Optimierung der Ökobilanz durch Einsatz des Dämmstoffes Holzfaser/Zellulose* oder anderer biogener Dämmstoffe
- Ökologie: keine kunststoff-modifizierte Klebemörtel und Putze erforderlich
- Fachberatung insbesondere bei Verzicht auf Dampfbremse und bei Fachwerkbauten notwendig
- Rückbau: sortenreine Trennbarkeit der Systemkomponenten bei luftdichter Verklebung der Dampfbremse nur eingeschränkt möglich



- 1 Mauerwerk verputzt
- 2 Ständerwerk
- 3 Einblasdämmung (Holzfaser, Zellulose o.Ä.)
- 4 Gipskartonplatte
- 5 feuchtevariable Dampfbremse
- 6 Gipskartonplatte



Holzständerwerk in Vorbereitung zur Einblasdämmung

* Quelle: „natureplus Dämmstoffstudie“ statischer Nachweis zur Lastabtragung erforderlich

BEISPIEL: INNENDÄMMUNG MIT HOLZFASERDÄMMLATTEN

Hinweise

- bei unebenen und schiefen Wänden Wandausgleich für planebene, flucht- und lotrechte Kopplungsschicht erforderlich
- Dämmplatte kraftschlüssig ohne Luftlagen anschließen
- Dämmstärke von 6 – max. 8 cm
- Als Innenputz Lehm- oder Kalkputz verwenden
- Eigenleistung möglich
- Natureplus-zertifizierte Baustoffe einsetzbar
- Kombinierbar mit Wandheizung und Lehmputz
- Ökologie: keine kunststoff-modifizierten Klebemörtel und Putze erforderlich
- Rückbau: sortenreine Trennung der Systemkomponenten (Dämmplatte, Klebemörtel, Putz mit Armierung, Putzleisten, Verdübelung, Dichtungsband, etc.) nur eingeschränkt möglich.



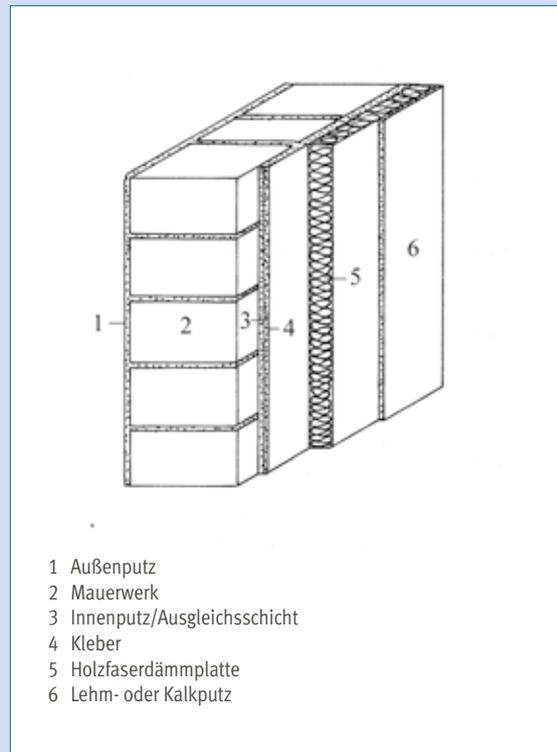
Lehmmörtel vollflächig mit Zahnkelle auftragen.



Tellerdübel einschlagen.



Dämmplatte stumpf an Balken stoßen.



- 1 Außenputz
- 2 Mauerwerk
- 3 Innenputz/Ausgleichsschicht
- 4 Kleber
- 5 Holzfaserdämmplatte
- 6 Lehm- oder Kalkputz

Innendämmung mit Holzfaserdämmplatten



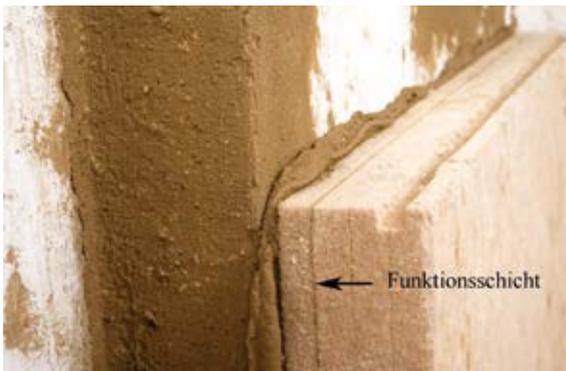
Kompriband einlegen für Anschluss an Sparren.



Armierungsgewebe in Kalk- oder Lehmputz einarbeiten.

Die Holzfaserdämmplatte nutzt die kapillare Leitfähigkeit sowie die hygroskopischen Eigenschaften der Holzfaser aktiv für den Feuchtetransport und beugt so wirkungsvoll einer Kondensatbildung vor. Für die Kontrolle des Feuchtedurchgangs kann eine speziell entwickelte mineralische Funktionsschicht im Innern der Dämmplatte sorgen. Aber auch ohne Funktionsschicht ist die Holzfaserplatte imstande, den anfallenden Wasserdampf abzubremesen und die Wassermoleküle zu speichern. Diese werden anschließend durch die kapillare Leitfähigkeit der Holzfaser wieder rückverteilt und in den Raum zurückgegeben. Durch die positiven hygroskopischen Eigenschaften bieten mit Holzfaserplatten gedämmte Wände ein hohes Trocknungspotenzial für bestehende Bauteile.

Für den weiteren Aufbau der Wandschichten empfehlen sich Lehmbaumstoffe. Sie können Feuchte aus der Luft aufnehmen und zwischenspeichern (sorbieren), sie ergänzen und unterstützen damit die Wirkweise der Holzfaserdämmplatte. Gelangt einmal Regen- oder Tauwasser ins Bauteil, so wird es kapillar zu den Verdunstungsflächen abgeleitet.



Befestigen der Holzfaserdämmplatte mit einem Lehm-Kleber. Deutlich erkennbar: integrierte Funktionsschicht im wandseitigen Drittel der Dämmplatte.



*Lehmbau Neuhaus, Ronneburg
Mit Lehmfarbe und Lehmfeinputz, Laibungen gerundet
(= Vermeidung von Putzleisten)*

Insbesondere beim Fachwerkbau mit hohem Fugenanteil kann bei Schlagregenbeanspruchung Wasser von der Außenseite der Wand bis in die Dämmschicht vordringen. Wird die Dämmschicht raumseitig von einer Dampfsperre begrenzt, bleibt die Feuchtigkeit in der Wand eingeschlossen, was langfristig zu Bauschäden führt. In einer solchen Situation verhalten sich Schichten ohne Dampfsperre, insbesondere Kombinationen aus Holz und Lehm, in Bezug auf den Feuchteausgleich sehr viel günstiger. Das gilt auch für Systeme mit Holzfaserdämmplatten. Die tatsächliche Witterungsbelastung einer Fassade lässt sich aber immer nur am konkreten Einzelfall sachgerecht beurteilen. Dies ist Aufgabe eines Fachberaters.

Der Einbau der Holzfaserdämmplatten erfolgt im vollflächigen kapillaren Kontaktschluss, Hohlräume sind unbedingt zu vermeiden! Um dies zu gewährleisten, muss die Kopplungsfläche planeben hergestellt werden.

Innenputz

Unebenheiten, aber auch schiefe Wände, wie im Altbau häufig anzutreffen, müssen vor Anbringen der Holzfaserdämmplatte mit Lehm- oder Kalkgrundputz ausgeglichen werden. Dickere Ausgleichsschichten werden mit Strohlehm hergestellt. Die Ausgleichsschicht dient gleichzeitig als Kopplungsschicht zum Verkleben der Dämmplatte. Sie muss vor Anbringen der Holzfaserdämmplatte genügend durchgetrocknet sein. Erst dann kann die Holzfaserdämmplatte vollflächig in einem Kleberbett aus Lehm aufgebracht werden. Je nach Herstellerangaben sind die Platten zusätzlich mit Dübeln (Mauerwerk) oder Klammern (Holzbau) zu befestigen. Die raumseitige Oberfläche der Holzfaserdämmplatte ist so ausgebildet, dass darauf direkt ein Putzsystem, am besten Lehm- oder Kalkputz, aufgebracht werden kann.

Lehmputz: In zwei Arbeitsgängen auftragen: Erste Schicht (min. 3 mm) inkl. Armierungsgewebe, das knapp unter der Oberfläche vollflächig eingebettet wird, immer vollflächig auftragen. Die zweite Schicht (min. 3 mm) über dem Armierungsgewebe erst applizieren, wenn die erste komplett ausgetrocknet ist. Die Verarbeitungstemperatur darf nicht unter 5 °C liegen und der Raum muss kontinuierlich sehr gut gelüftet werden. Empfohlen werden folgende zwei Aufbauvarianten:

- Zwei Schichten Lehmfeinputz (z. B. mit Flachfasern) oder Lehmoberputz (z. B. mit Strohfasern); anschließender Anstrich mit Mineral-, Kasein- oder einer Lehmfarbe.
- Eine Schicht Lehmfeinputz mit Flachfasern als Zusatzstoff, dann eine Schicht Lehmdehlputz, welcher in verschiedenen Farbtönen erhältlich ist (Tipps im Internet unter claytec, conluto, maxit u. a.)



© Kramp & Kramp, Lemgo

Dachgeschossausbau im Fachwerkhaus

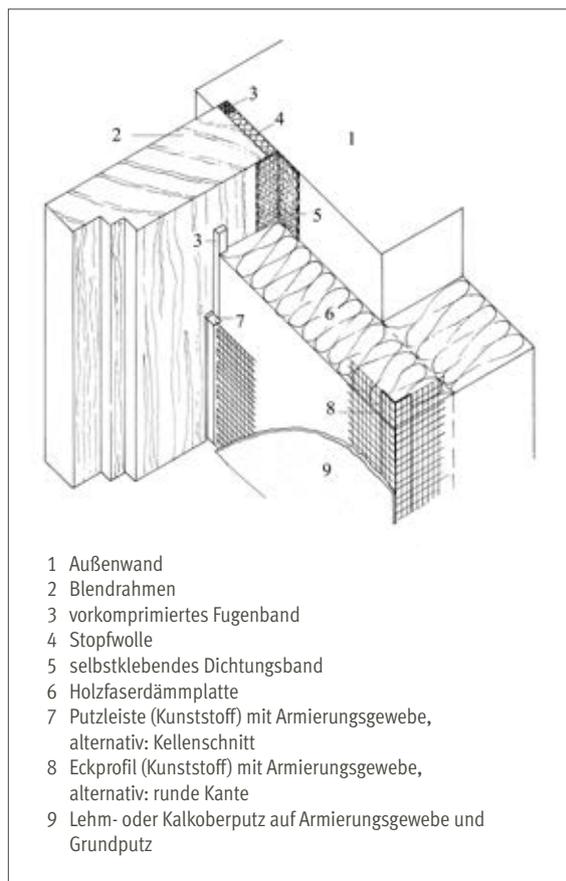
Die Oberfläche der Holzfaserdämmplatte darf nicht tapeziert werden. Anstriche müssen auf das Putzsystem abgestimmt und diffusionsoffen sein. Durch den diffusionsoffenen Aufbau mit Lehm- oder Kalkputz wird eine optimale Sorption der Raumluftfeuchtigkeit erreicht und eine angenehme warme Atmosphäre geschaffen.

Innenputze erfordern eine handwerklich sorgfältige Ausführung. Spalten und Fugen müssen mit Mörtel verstrichen werden. Im Anschlussbereich zwischen Dämmstoff und einbindenden Balken ist ein vorkomprimiertes Fugenband einzulegen und beizuputzen. Putz und Balken werden voneinander mit Trennfix getrennt.

Einbaudetails Innendämmung

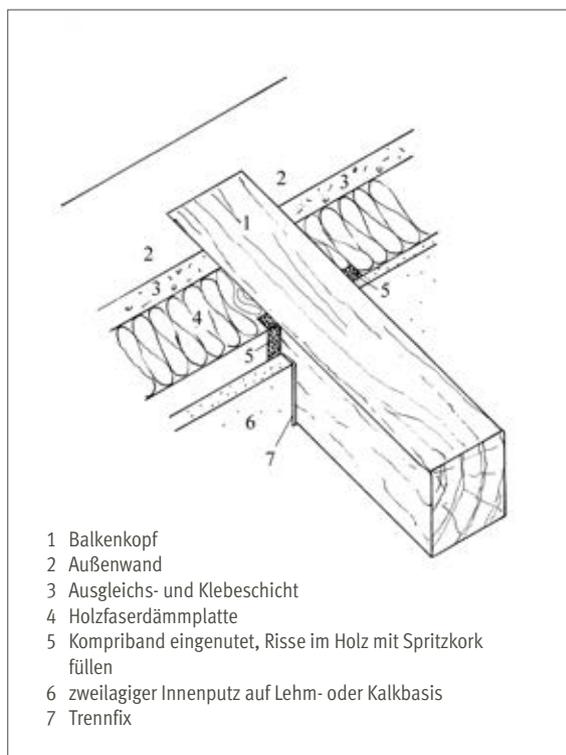
Laibungsdämmungen sollten immer mit maximaler Dämmdicke ausgeführt werden, um Wärmebrücken zu reduzieren. In der Laibung darf die Dämmung um maximal 20 mm dünner als die auf der Wandfläche montierte Dämmung sein (z. B. bei 80 mm Dämmplatte an den Wänden dürfen die Dämmplatten der gleichen WLG nicht dünner als 60 mm sein). So entsteht keine ungünstige Temperaturverschiebung und Schimmelpilzgefahr in der Laibung. Steht in der Laibung nur wenig Platz zur Verfügung, kann auf Dämmstoffe mit sehr niedrigem Wärmeleitwert wie z. B. Aerogelmatten zurückgegriffen werden. Plattenstöße bei Anschluss an Fensterrahmen sowie bei Innen- und Außenecken sind stumpf und passgenau auszuführen.

Die Dämmplatte muss luftdicht an einbindende Balken anschließen. Dazu Kompriband einlegen, Dämmplatte stumpf und passgenau an Balken stoßen. Alternativ: Flexibles Fugendichtband oder dünnen Streifen flexible Holzfaserdämmung in Breite der Dämmplatte um den Balken wickeln. Im Anschlussbereich Risse im Holz mit Spritzkork füllen. Putz mit Trennfix von Holz trennen.



- 1 Außenwand
- 2 Blendrahmen
- 3 vorkomprimiertes Fugenband
- 4 Stopfwole
- 5 selbstklebendes Dichtungsband
- 6 Holzfaserdämmplatte
- 7 Putzleiste (Kunststoff) mit Armierungsgewebe, alternativ: Kellenschnitt
- 8 Eckprofil (Kunststoff) mit Armierungsgewebe, alternativ: runde Kante
- 9 Lehm- oder Kalkoberputz auf Armierungsgewebe und Grundputz

Anschluss Dämmplatte an Fensterrahmen



- 1 Balkenkopf
- 2 Außenwand
- 3 Ausgleich- und Klebeschicht
- 4 Holzfaserdämmplatte
- 5 Kompriband eingenetet, Risse im Holz mit Spritzkork füllen
- 6 zweilagiger Innenputz auf Lehm- oder Kalkbasis
- 7 Trennfix

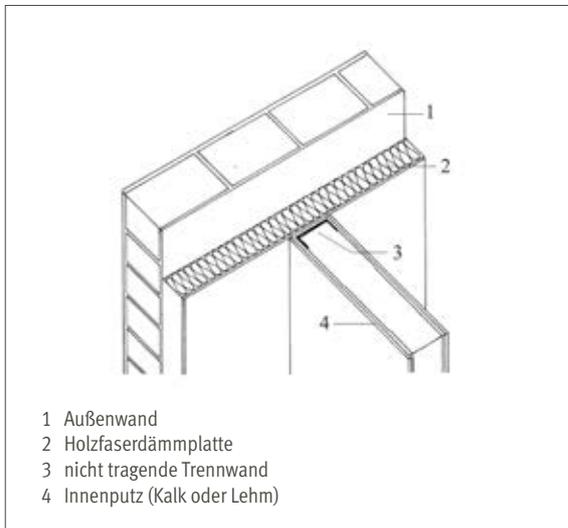
Anschluss Innendämmung an Balkenkopf

Einbindende Bauteile im Massivbau

Wenn es unter anderem die Statik erlaubt, sollten einbindende Bauteile (Trennwände, Decken usw.), wenn immer möglich, von Außenwänden thermisch abgekoppelt werden. Dadurch werden Wärmebrücken beseitigt, und Schimmelpilzgefahr sowie Schalleitung lassen sich unterbinden.

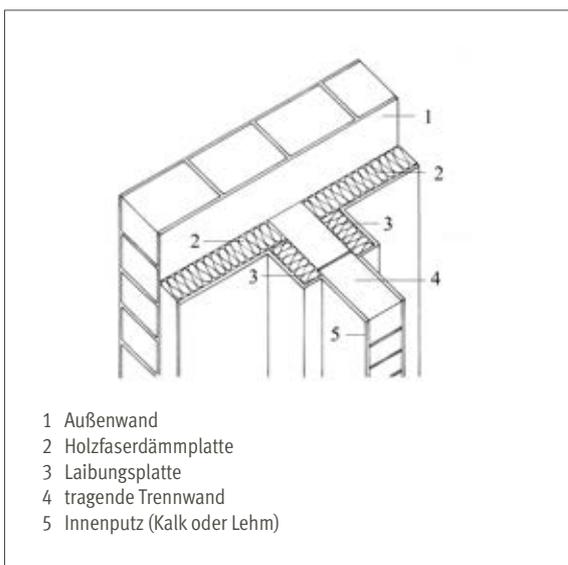
Bei einbindenden Bauteilen aus Massivbaustoffen, die nicht durchbrochen werden können, ist ein Dämmen mit Laibungsdämmplatten oder -keilen sinnvoll.

Hersteller von Holzfaserdämmplatten geben Empfehlungen, wann eine Laibungsdämmung erforderlich ist (z. B. Gutex Pavatex, Steico).



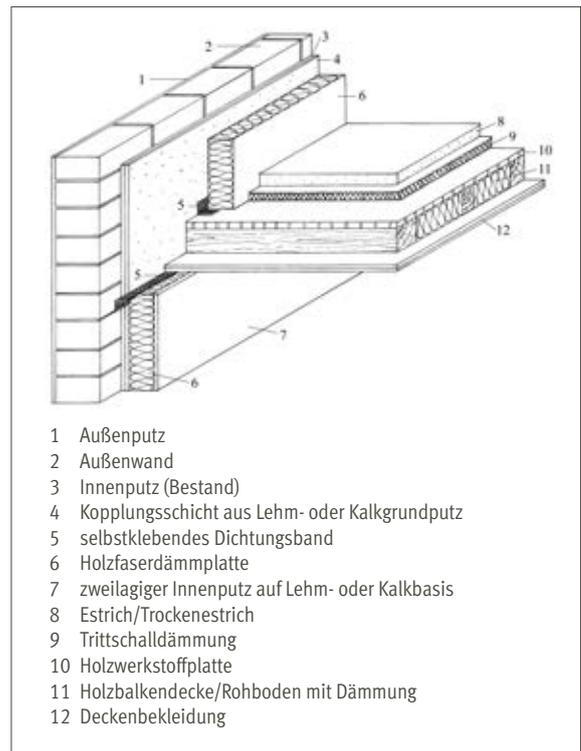
- 1 Außenwand
- 2 Holzfaserdämmplatte
- 3 nicht tragende Trennwand
- 4 Innenputz (Kalk oder Lehm)

Außenwand mit nicht tragender Trennwand



- 1 Außenwand
- 2 Holzfaserdämmplatte
- 3 Laibungsplatte
- 4 tragende Trennwand
- 5 Innenputz (Kalk oder Lehm)

Außenwand mit tragender Trennwand und Laibungsdämmplatte



- 1 Außenputz
- 2 Außenwand
- 3 Innenputz (Bestand)
- 4 Kopplungsschicht aus Lehm- oder Kalkgrundputz
- 5 selbstklebendes Dichtungsband
- 6 Holzfaserdämmplatte
- 7 zweilagiger Innenputz auf Lehm- oder Kalkbasis
- 8 Estrich/Trockenestrich
- 9 Trittschalldämmung
- 10 Holzwerkstoffplatte
- 11 Holz balkendecke/Rohboden mit Dämmung
- 12 Deckenbekleidung

Dämmung über zwei Geschosse (nicht geöffnete Holz balkendecke)

Einbindende Bauteile im Holzbau

Da die Wärmeleitfähigkeit von Holz geringer ist als beispielsweise von Beton, kann auf die zusätzliche Dämmung in den Raum verzichtet werden. Vorhandene Hohlräume zwischen oberer Beplankung und Unterdecke bzw. einem Einschubboden sollten ausgedämmt werden.

Um Wärmebrücken zu reduzieren, den Estrich inkl. Dämmung zurückschneiden und Holzfaserdämmplatte direkt auf die Decke stellen. Bei bestehender Ausgleichsschüttung Dämmplatte direkt auf den Rohboden bzw. Estrich stellen.

Bei unebenen Untergründen einen dünnen Streifen Naturfaser-Dämmstoff oder ein breites Fugendichtband verwenden.



© Holzbau H. Neuhäus

Dämmstärken

Für den nachträglichen Einbau von Innendämmungen bestehen gemäß GEG im Gegensatz zur Außendämmung keine Vorgaben. Wie bereits erläutert, hat sich für die Innendämmung eine Dämmstoffstärke von 6–8 cm als guter Kompromiss erwiesen.

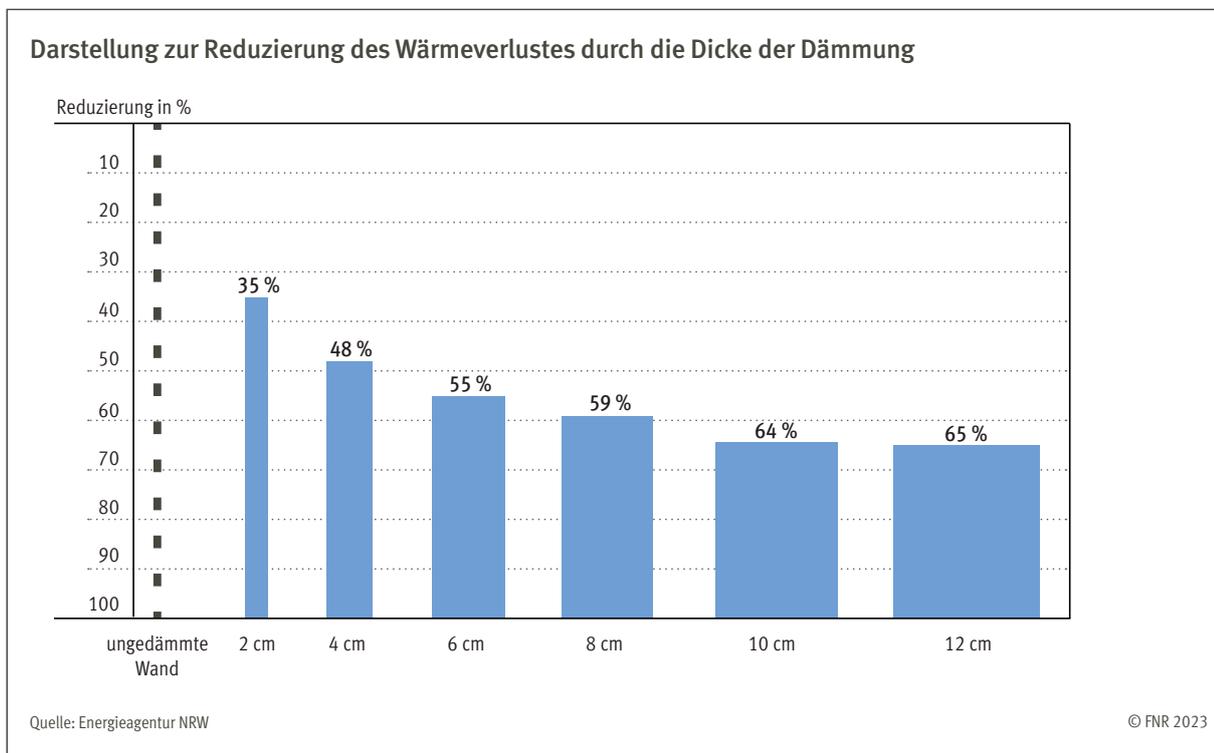
Geringere Dicken sind aus wirtschaftlichen Gründen nicht sinnvoll. Größere Dicken, haben sich, anders als bei der Außendämmung, in Relation zum Wärmeverlust als weniger effizient erwiesen, da über die unvermeidbaren Wärmebrücken (Innenwände, Decken etc.) Wärme abfließt. Zur Dicke der Dämmschicht äußert sich die Energieagentur NRW wie folgt: „Schon mit einer Dämmdicke von 6 cm kann der Wärmeverlust über die Außenwand um mehr als 50% reduziert werden – auch dann, wenn die Wärmebrückeneffekte durch fehlende Dämmung bei Decken- und Wandanschlüssen mitberücksichtigt werden.“*

Bei günstigen baulichen Voraussetzungen können selbst im Fachwerkbau durchaus wesentlich höhere Dämmstärken eingebaut werden. Hierzu liegen bereits positive Langzeiterfahrungen vor.** Soll eine innenseitig gedämmte Außenwand Passivhauswerte von (U_f) 0,15 W/(m²•K) erreichen,

sind Dämmstärken von 30 cm und mehr erforderlich. Als Anwendungsbereich kommt hier vorrangig der Massivbau und weniger der Sichtfachwerkbau infrage. Bewährt hat sich dabei die Einblasdämmung aus Holzfasern bzw. Zellulose in Kombination mit einer feuchtevariablen Dampfbremse. Hohe Dämmstärken bringen nicht nur einen erheblichen Verlust an Wohnraum mit sich, sondern bedürfen auch der intensiven Vorplanung und einer fachlichen Baubegleitung (siehe Beispiele S. 107).

Innendämmung mit Matten, Fasern und Steinen

Auf den folgenden Seiten werden Baubeispiele für die Innendämmung aus der Sanierungspraxis vorgestellt. Die Innendämmung mit Holzfaserdämmplatten wird in den Anwendungsbeispielen 1 und 3 behandelt. Ähnlich geeignet als Plattenmaterial für diesen Zweck sind Schilfrohrdämmplatten (Anwendungsbeispiel 4 und 5). Das Beispiel 6 zeigt Varianten mit Leicht- und Massivlehmstein. Der Schwerpunkt liegt hier mehr auf der Verbesserung von Schallschutz, Wärmespeicherung und Raumklima. In den Beispielen 2 und 7 wird die Innendämmung mit Vorsatzschale und Einblasdämmung vorgestellt, im Beispiel 8 handelt es sich um dieselbe Dämmvariante, allerdings mit dem Ziel Passivhausstandard.



Reduzierung der Wärmeverluste über die Außenwand bei Innendämmung mit Dämmstoff WLG 045 (z. B. Holzfaserdämmplatte)

* Quelle: Hessisches Ministerium für Umwelt, Energie, Landwirtschaft und Verbraucherschutz

** Robert Borsch-Laaks

ANWENDUNGSBEISPIEL 1: INNENDÄMMUNG MIT DÄMMPLATTEN

	U-Werte in $W/(m^2 \cdot K)$ mit Holzfaserdämmplatte WL 045				
	Dicke in mm	0	40	60	80
Fachwerkwand, Ausfachung mit Lehm (Rohdichte 1.200 kg/m^3) ¹	125	2,1	0,73	0,55	0,44
Fachwerkwand, Ausfachung mit Vollziegel (Rohdichte 2.000 kg/m^3) + 60 mm Strohlehm $\lambda = 0,25 \text{ W/(m} \cdot \text{K)}$	125	1,7	0,68	0,52	0,42

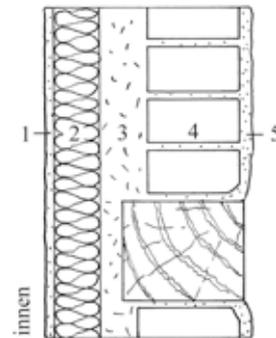
¹ Gerechnet mit 15 % Holzanteil.

Hinweise

- Sichtfachwerk bleibt erhalten
- Innendämmung mit *natureplus*-zertifiziertem Dämmstoff durchführbar
- bei 6 bis max. 8 cm Dämmdicke fehlertolerantes System („gutmütige“ Funktionsweise bzgl. Tauwasserbildung)
- günstiges Raumklima
- kapillaraktive, sorptions- und diffusionsfähige Bauweise ohne Dampfsperre/Dampfbremse
- bei dicken Kopplungsschichten lange Trocknungszeit erforderlich
- Winddichtigkeit durch Putzschale herstellen
- Schlagregenproblematik bei stark bewitterten Fassaden
- luftlagenfreier Anschluss der Dämmplatten erforderlich
- wegen Wärmebrücken bei einbindenden Bauteilen Fachberatung vor Ort erforderlich
- Einbau von einbindenden Bauteilen sowie Steckdosen etc. in Dämmschicht luftdicht ausführen
- Ökologie: keine kunststoff-modifizierten Klebemörtel und Putze erforderlich
- Rückbau: sortenreine Trennung der Systemkomponenten (Dämmplatte, Kleber, Putz mit Armierung, Putzleisten, Verdübelung etc.) nur eingeschränkt möglich

Beispiel

Fachwerkhaus in Liebenau-Ersen: Sichtfachwerk mit Innendämmung aus 6 cm Strohlehm und 6 cm Holzfaserdämmplatte; Innenputz mit Lehmmörtel; Baubegleitung des Pilotprojektes mit Messprogramm zu Tauwasserbildung und Schlagregenbeanspruchung; Architekt: Richard Betz, Liebenau-Ersen



- 1 Lehmputz 15 mm
- 2 Holzfaserdämmplatte 60 mm
- 3 Strohlehm 60 mm
- 4 Ziegelausfachung 120 mm
- 5 Kalkputz MG P Ic 20 mm



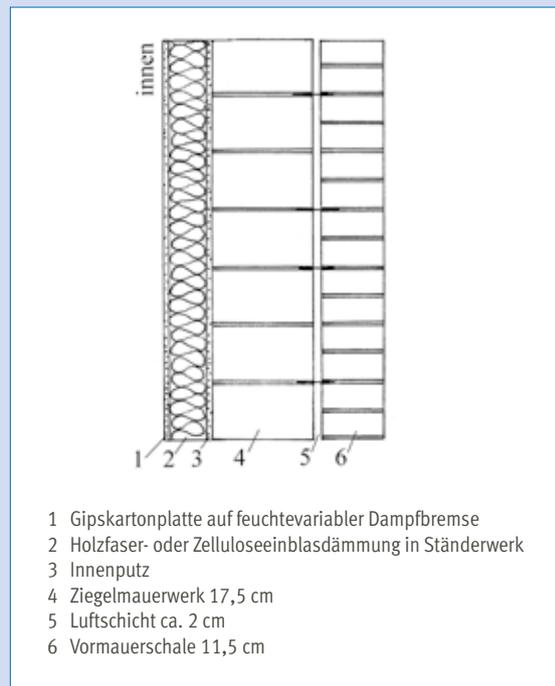
ANWENDUNGSBEISPIEL 2: INNENDÄMMUNG MIT EINBLASDÄMMUNG

	U-Werte in $W/(m^2 \cdot K)$ mit Zelluloseeinblasdämmung WL040						
	Dicke in mm	0	40	60	80	100	120
Mauerwerk zweischalig mit Luftschicht Ziegelmauerwerk 175 mm, Verblender 115 mm	300	1,8	0,70	0,53	0,44	0,38	0,33
Mauerwerk einschalig Vollziegel (Rohdichte = 2.000 kg/m^3)	240	2,2	0,80	0,61	0,47	0,38	0,31
Fachwerkwand, Ausfachung mit Lehmziegel (Rohdichte 1.500 kg/m^3) ¹	125	2,5	0,77	0,57	0,46	0,38	0,32

¹ Gerechnet mit 15 % Holzanteil.

Hinweise

- Ansicht der Ziegelfassade bleibt erhalten
- Innendämmung mit *natureplus*-zertifiziertem Dämmstoff durchführbar
- bei zweischaliger Bauweise mit Innendämmung Fachberatung vor Ort empfohlen
- hohe Ausführungsqualität zum dichten Einbau der Dampfbremse erforderlich
- bei hinterlüftetem Sichtmauerwerk Schlagregenproblematik beachten
- bei Dämmdicke > 6 cm sorgfältige objektbezogene Detailplanung erforderlich
- Einzelnachweis des Feuchteschutzes empfohlen
- Optimierte Ökobilanz durch Einsatz des Dämmstoffes Holzfaser oder Zellulose*
- Ökologie: keine kunststoff-modifizierten Putze und Plattenkleber erforderlich
- Rückbau: sortenreine Trennung der Systemkomponenten bei luftdichter Verklebung der Dampfbremse nur eingeschränkt möglich



Ziegelsichtige Gebäudefassaden mit innenseitiger Dämmung



* Quelle: „natureplus Dämmstoffstudie“

ANWENDUNGSBEISPIEL 3: INNENDÄMMUNG MIT DÄMMPLATTEN

	U-Werte in $W/(m^2 \cdot K)$ mit Holzfaserdämmplatte WLG 045				
	Dicke in mm	0	40	60	80
Fachwerkwand, Ausfachung mit Lehm (Rohdichte 1.200 kg/m^3) ¹	125	2,1	0,73	0,55	0,44
Fachwerkwand, Ausfachung mit Vollziegel (Rohdichte 2.000 kg/m^3) + 60 mm Strohlehm $\lambda = 0,25 \text{ W/(m} \cdot \text{K)}$	125	1,7	0,68	0,52	0,42

¹ Gerechnet mit 15 % Holzanteil.

Hinweise

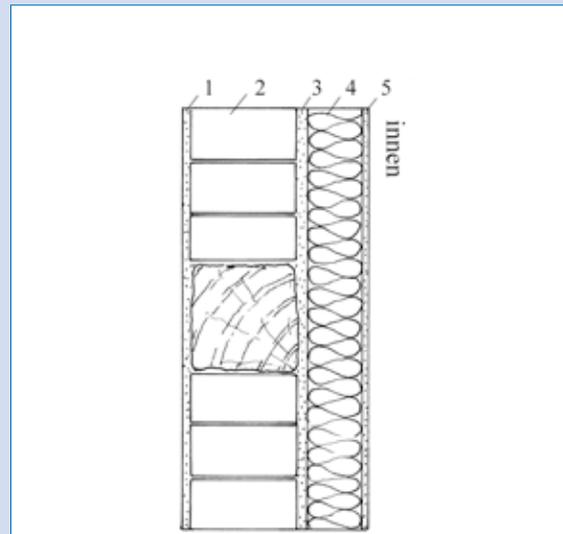
- Innendämmung mit *natureplus*-zertifiziertem Dämmstoff durchführbar
- bei 6 – max. 8 cm Dämmdicke fehlertolerantes System („gutmütiges“ Funktionsprinzip)
- behagliches Raumklima
- kapillaraktive, diffusions- und sorptionsfähige Bauweise ohne Dampfsperre
- handwerklich sorgfältige Ausführung bei luftlagenfreiem Anschluss der Dämmplatte erforderlich
- wegen Wärmebrücken bei einbindenden Bauteilen Fachberatung vor Ort erforderlich
- Kombinierbar mit Wandheizung und Lehmputz
- Ökologie: keine kunststoff-modifizierten Putze und Plattenkleber erforderlich
- Rückbau: sortenreine Trennung der Systemkomponenten (Dämmplatte, Kleber, Putz mit Armierung, Putzleisten, Verdübelung etc.) nur eingeschränkt möglich

Beispiel

Umgebaute Scheune in Bad Wimpfen

Fachwerkwand: z. T. 11,5 cm Lehmstein neu, z. T. Lehm-/Holzstaken alt; Innendämmung aus 80 mm Holzfaserplatten (Pavadentro) und Kalk-/Lehmputz

Planung: Haberbeck Schlempp, Basel



- 1 Außenputz
- 2 Fachwerkwand
- 3 Lehmörtel aufgespritzt als Ausgleichs- und Dichtungsschicht
- 4 Holzfaserdämmplatte
- 5 Innenputz Lehm



Instandsetzung des Fachwerks unter denkmalpflegerischen Gesichtspunkten. Innendämmung mit 8 cm Holzfaserdämmplatte und Kalk-/Lehmputz



Leben im Denkmal: die umgebaute Scheune bietet Wohnraum mit viel Atmosphäre

ANWENDUNGSBEISPIEL 4: INNENDÄMMUNG MIT DÄMMPLATTEN

	U-Werte in $W/(m^2 \cdot K)$ mit Schilfrohrdämmplatten WLG 060						
	Dicke in mm	0	50	60	80	100	120
Fachwerkwand, Ausfachung mit Lehm (Rohdichte 1.200 kg/m^3) ¹	125	2,1	0,72	0,64	0,53	0,45	0,39
Mauerwerk Vollziegel (Rohdichte = 1.800 kg/m^3)	240	2,4	0,74	0,66	0,54	0,46	0,40
Mauerwerk Hochlochziegel (Rohdichte = 1.200 kg/m^3)	240	1,53	0,68	0,61	0,51	0,44	0,38
Mauerwerk Hohlblockstein (Rohdichte = 700 kg/m^3)	240	1,1	0,58	0,53	0,45	0,39	0,35

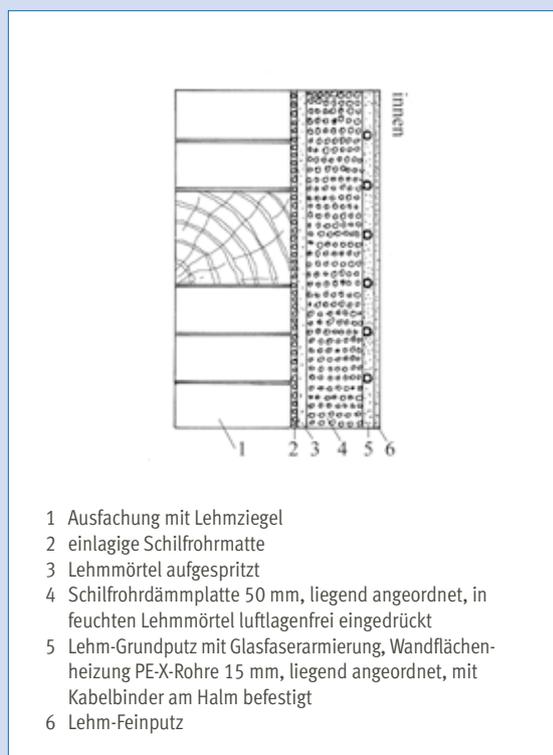
¹ Gerechnet mit 15 % Holzanteil.

Hinweise

- Ansicht der historischen Fassade bleibt erhalten
- Innendämmung mit Naturbaustoffen durchführbar
- Schilfrohrdämmplatte anformbar an Bögen und Rundungen
- kombinierbar mit Wandheizung und Lehmputz
- Dämmleistung und Sorptionsfähigkeit geringer als mit Holzfaserdämmplatten
- luftlagenfreie Ankoppelung der Dämmplatte erforderlich
- rechnerischer Nachweis des Tauwasserschutzes dringend empfohlen
- Ökologie: keine kunststoff-modifizierte Plattenkleber und Putze erforderlich
- Rückbau Wandflächenheizung in Lehm: Trennbarkeit technisch machbar (im Gegensatz zu Fußbodenheizung in Fließestrich)
- Rückbau Dämmsystem mit verputzten Schilfrohrplatten

Beispiel

Biohotel Amtshof in Langenargen: Umbau eines Baudenkmals mit Naturbaustoffen; Bestand: Bruchsteinmauerwerk, Fachwerkwände; Innendämmung mit Schilfrohrplatten; Architekt: Albrecht Weber, Langenargen



Innenausbau mit Schilfrohrplatten und Wandheizung



Einschlänmen der Heizrohre in Lehmgrundputz auf Schilfrohrplatten

ANWENDUNGSBEISPIEL 5: INNENDÄMMUNG MIT DÄMMLATTEN

	U-Werte in $W/(m^2 \cdot K)$ mit Schilfrohrdämmplatten WL060 inkl. 2 cm Schilfrohrplatten als Außendämmung					
	Dicke in mm	0	50	60	80	100
Fachwerkwand, Ausfachung mit Leichtlehmstein (Rohdichte 1.200 kg/m^3) ¹	160	1,60	0,69	0,61	0,51	0,38
Mauerwerk Vollziegel (Rohdichte = 2.000 kg/m^3)	240	1,20	0,57	0,52	0,44	0,38
Mauerwerk Hochlochziegel (Rohdichte = 1.000 kg/m^3)	240	0,84	0,48	0,44	0,38	0,33
Mauerwerk Hohlblockstein (Rohdichte = 650 kg/m^3)	240	0,78	0,46	0,42	0,37	0,32

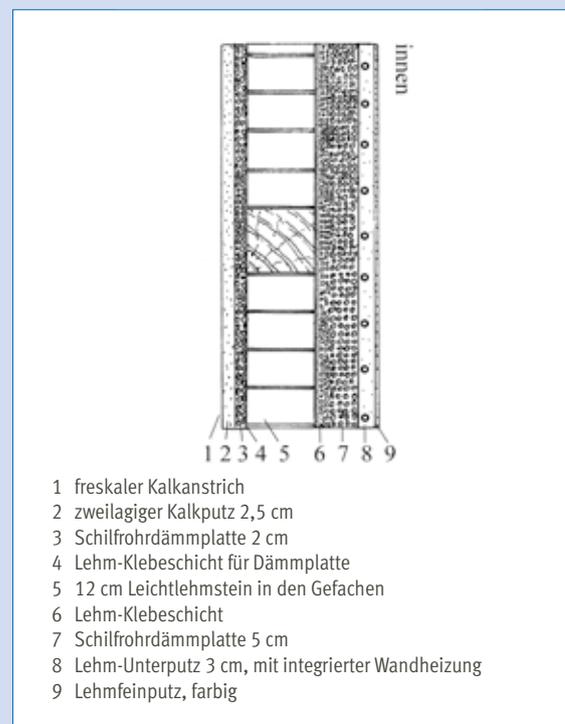
¹ Gerechnet mit 15 % Holzanteil.

Hinweise

- Innendämmung mit Naturbaustoffen durchführbar
- Schilfrohrdämmplatte anformbar an Bögen und Rundungen
- kombinierbar mit Wandheizung und Lehm- oder Kalkputz
- luftlagenfreie Ankoppelung der Dämmplatte erforderlich
- Dämmleistung und Sorptionsfähigkeit deutlich geringer als bei Holzfaserdämmplatten
- bei Verzicht auf Wandheizung rechnerischer Nachweis des Tauwasserschutzes dringend empfohlen
- Geringer Herstellungsaufwand für Schilfrohrplatten
- In Kombination mit Wandheizung und Lehm- oder Kalkputz behagliches Raumklima
- Ökologie: keine kunststoff-modifizierten Plattenkleber und Putze erforderlich
- Rückbau Wandflächenheizung in Lehm: Trennbarkeit praktikabel (im Gegensatz zu Fußbodenheizung in Fließestrich)
- Rückbau Dämmsystem mit verputzten Schilfrohrplatten: sortenreine Trennbarkeit der Schichten (Schilfrohr mit Drahtbindung, Armierungsgewebe, Putzleisten etc.) nach Stand der Technik nur eingeschränkt möglich
- keine Dampfsperre erforderlich, Winddichtigkeit wird durch Putzschale hergestellt

Beispiel

Ehemaliges Floßherrenhaus in Koblenz am Rhein: verputzter Fachwerkbau mit 5–6 cm Innendämmung, Wandheizung und Lehmputz; Sanierung nach handwerklich-denkmalpflegerischen und ökologisch-energetischen Gesichtspunkten; Planung und Ausführung: G. Meurer, Natürliches Bauen, Koblenz



ANWENDUNGSBEISPIEL 6: INNENSCHALE MIT LEHMSTEINEN

	U-Werte in $W/(m^2 \cdot K)$ mit Lehmstein 2DF 1500 $\lambda = 0,68 W/(m \cdot K)$				
	Dicke in mm	0	60	80	100
Außenwand 240 mm Beton, Kerndämmung Perlite WLG 050, Innenschale Lehmstein (Rohdichte = 1.500 kg/m^3)	240/ ca. 400–470	2,1	0,60	0,48	0,40

	U-Werte in $W/(m^2 \cdot K)$ mit Leichtlehmstein 2DF 700 $\lambda = 0,21 W/(m \cdot K)$				
	Dicke in mm	0	115		
Mauerwerk 240 mm Ziegel (Rohdichte = 1.600 kg/m^3) Innenputz Lehm, Leichtlehmstein (Rohdichte 700 kg/m^3)	240/ca. 400	1,82	0,85	–	–
Mauerwerk 360 mm Ziegel (Rohdichte = 1.600 kg/m^3) Innenputz Lehm, Leichtlehmstein (Rohdichte 700 kg/m^3)	360/ca. 520	1,36	0,74	–	–
Mauerwerk 300 mm Naturstein (Rohdichte = 2.200 kg/m^3) Innenputz Lehm, Leichtlehmstein (Rohdichte 700 kg/m^3)	300/ca. 460	2,82	1,02	–	–

Hinweise

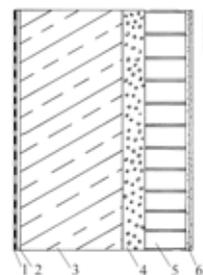
- Naturbaustoffe einsetzbar
- Verbesserung von Schallschutz und Wärmespeicherung
- diffusionsfähiger und kapillaraktiver Feuchtepuffer
- behagliches Raumklima
- Baufeuchte, längere Trocknungszeiten berücksichtigen
- Rechennachweis empfohlen bei einbindenden Deckenbalken und Zwischenwänden
- bei Auflagerung auf Deckenbalken statischer Nachweis der Lastabtragung erforderlich
- Verankerung mit Außenwand berücksichtigen
- geringe Dämmeffizienz, hoher Platzbedarf

Beispiel

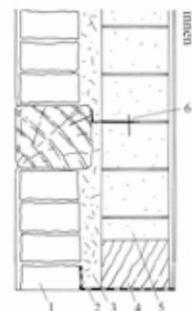
Jugendstilvilla in Konstanz: Sanierung und Umbau eines denkmalgeschützten Gebäudes; Außenwand Untergeschoss – nachträgliche Kerndämmung und Innenschale aus Lehmvollstein; Architekt: Albrecht Weber, Langenargen



Lehmsteinwand



- 1 senkrechte Abdichtung
- 2 Ausgleichputz
- 3 Kellerwand (Bestand)
- 4 Perlite bituminiert 6–9 cm
- 5 Lehmvollziegel 1.500 kg/m^3
- 6 Lehmputz zweilagig mit Armierungsgewebe



- 1 Ziegelausfachung
- 2 evtl. Abdichtung
- 3 Lehmausgleichs- und Dichtungsschicht, hohlraumfrei
- 4 evtl. Holzbalken zur Lastabtragung
- 5 Lehmstein
- 6 Montageband oder Drahtanker zur Wandsicherung

Innenwand aus Lehmsteinen im Fachwerkbau

ANWENDUNGSBEISPIEL 7: INNENSCHALE MIT EINBLASDÄMMUNG

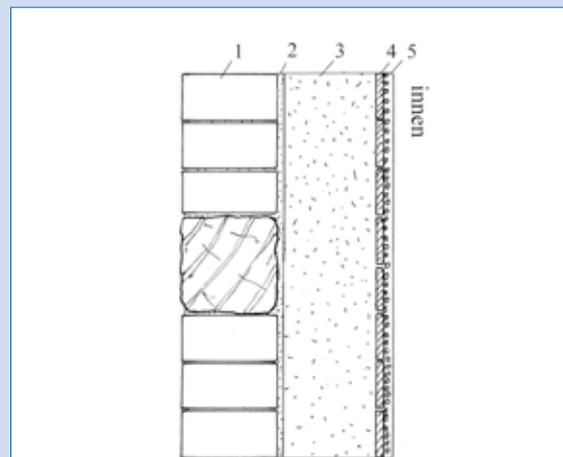
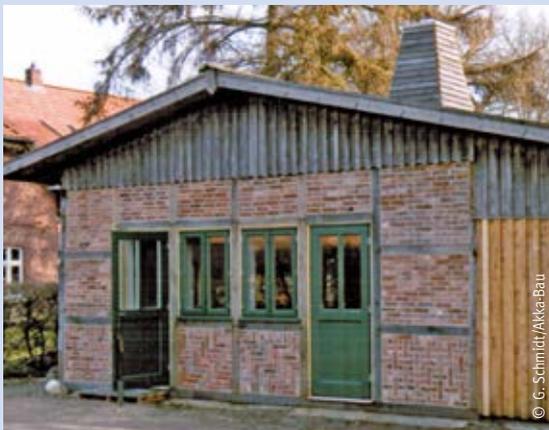
	U-Werte in $W/(m^2 \cdot K)$ mit Zellulose-Einblasdämmung WLG 040					
	Dicke in mm	0	60	80	100	120
Fachwerkwand, Ausfachung mit Vollziegel (Rohdichte = 1.600 kg/m^3)	125	2,0	0,53	0,43	0,36	0,30
Mauerwerk Vollziegel	240	1,6	0,52	0,42	0,36	0,31
Lehmstein-Mauerwerk, Hochlochziegel mit LM21/36 (Rohdichte = 750 kg/m^3)	240	1,0	0,43	0,36	0,31	0,27
Mauerwerk, Bims-Hohlblockstein (Rohdichte = 550 kg/m^3)	300	0,82	0,38	0,32	0,28	0,24

Hinweise

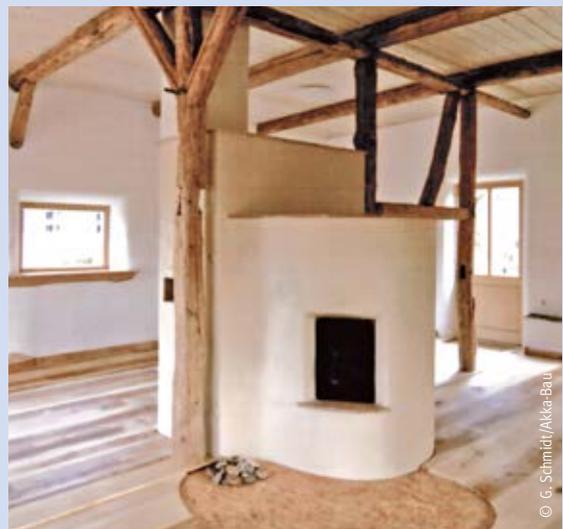
- Sichtfassade bleibt erhalten
- *natureplus*-zertifizierte Dämmstoffe einsetzbar
- Innendämmsystem für Massiv- und Leichtbauweise gleichermaßen geeignet
- diffusionsfähiger und kapillaraktiver Schichtenaufbau
- Rechennachweis empfohlen bei einbindenden Bauteilen und Verzicht auf Dampfbremse
- Dämmschicht in Ständerwerk hohlraumfrei ausführen
- Einblasdämmung mit Holzfaser oder Zellulose: optimales Innendämmsystem hinsichtlich Ökobilanz und Preis-Leistungsverhältnis
- Auf Luftdichtigkeit der Bauteilanschlüsse achten
- Feuchtevariable Dampfbremse empfehlenswert
- Ökologie: keine kunststoff-modifizierten Klebemörtel und Putze erforderlich
- Rückbau: bei reiner Trockenbauweise und ohne verklebte Dampfbremse Schichten gut trennbar

Beispiel

Umbau einer Fachwerkscheune zum Bürogebäude: Innendämmung der Fachwerkwände mit Zellulose-Einblasdämmung; Innenseitig Rauspundschalung und Lehmputz auf Schilfrohrmatte; Planung und Ausführung: Günter Schmidt, Akka-Bau, Mechterzen



- 1 Ziegelausfachung
- 2 Lehmausgleichs- und Abdichtungsschicht
- 3 Zellulose-Einblasdämmung zwischen Holzständerwerk 6/12 cm
- 4 Holzschalung
- 5 Lehmputz auf Schilfrohrmatte als Putzträger

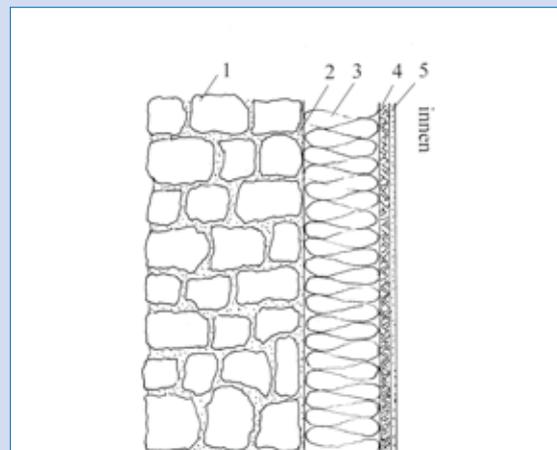


ANWENDUNGSBEISPIEL 8: VORSATZSCHALE MIT EINBLASDÄMMUNG IM PASSIVHAUSSTANDARD

	U-Werte in $W/(m^2 \cdot K)$ mit Zellulose-Einblasdämmung WL0 040 mit 50 mm Holzwolle-Leichtbauplatte und 20 mm Lehmputz					
	Dicke in mm	0	200	250	300	350
Mauerwerk Bruchstein (Rohdichte = 2.800 kg/m^3)	600	0,82	0,16	0,13	0,12	0,10
Mauerwerk Vollziegel (Rohdichte = 1.800 kg/m^3)	300	0,84	0,16	0,14	0,12	0,10
Mauerwerk Hochlochziegel (Rohdichte = 1.000 kg/m^3)	240	0,85	0,16	0,14	0,12	0,10
Mauerwerk Hohlblockstein (Rohdichte = 550 kg/m^3)	300	0,57	0,13	0,11	0,11	0,10

Hinweise

- Ansicht der Fassade bleibt erhalten
- Passivhausdämmstandard mit *natureplus*-zertifiziertem Dämmstoff realisierbar
- bei Passivhausstandard Dämmdicken bis 35 cm notwendig
- Hohlräume in Dämmschicht unbedingt vermeiden
- bauphysikalisch problematisch bei einbindenden Bauteilen
- wegen Platzverlust Innendämmung im Passivhausstandard nur bei großzügigem Raumangebot sinnvoll
- **Verzicht auf Dampfbremse** bei großen Dämmdicken grenzwertig!
- Generell bei Innendämmung auf Niedrigenergiestandard Baubegleitung und Rechennachweis erforderlich
- Ökologie: keine kunststoff-modifizierten Klebemörtel und Putze erforderlich
- Rückbau: bei reiner Trockenbauweise und ohne Dampfbremse Trennbarkeit der Schichten technisch machbar, bei verputzten Wandschichten sortenreine Trennbarkeit erschwert



- 1 Natursteinwand 60–70 cm
- 2 Kalkputz 2–3 cm
- 3 Zellulose-Einblasdämmung 30–34 cm
- 4 Holzwolle-Leichtbauplatte (Heraklith) 5 cm
- 5 Lehmputz 2 cm

Beispiel

Sanierung eines ehemaligen Gutshofes mit Passivhaus-elementen*; Architekten: Herwig und Andrea Ronacher, Hermagor (Österreich)



Zur Unterbindung von Wärmebrücken alte Deckenbalken im Wandbereich gekappt und mit dem Tragwerk der Innendämmung neu aufgeständert.

* Quelle: Endbericht-Energie-Plus-Haus-Weber.pdf (2020)

Installationen bei Vorsatzschale aus plattenförmigen Dämmstoffen

Bei der Innendämmung mit plattenförmigen Dämmstoffen sind Wasser- und Elektroinstallationen in der Dämmschicht nach Möglichkeit zu vermeiden. Als Alternative kann der Einsatz eines Sockelprofils oder das Verlegen von Installationen in angrenzende Seitenwände empfohlen werden. Sind Elektroinstallationen in der Dämmebene unumgänglich, muss auf Folgendes geachtet werden:

- Minimale Plattendicke 60 mm, die Funktionsschicht sollte nach Möglichkeit nicht durchstoßen werden.
- Nur Einzel- oder Doppeldosen verwenden. Mehrfach- oder Kombidosen ergeben zu große Wärmebrücken.
- Die luftdichten Unterdosen werden vollständig seitlich und hinten in einen geeigneten Kleber (z. B. Knauf SM700 Klebe- und Armiermörtel) eingebettet.
- Bohrlochdurchmesser = 68 mm, Einlasstiefe bei 60 mm Holzfaserdämmplatte = 36 mm. Bei einer Einlasstiefe von 36 mm hat die Dose einen Überstand von 10 mm, der vom Putz aufgenommen wird. Bei dickeren Dämmplatten kann die Dose oberflächenbündig eingelassen werden.
- Installationsrohre sind ausschließlich auf der Warmseite der Funktionsschicht zu führen.
- Nur eine luftdichte Leitungsverlegung (Kabel, keine Rohre!) darf von der Kalt- auf die Warmseite der Innendämmung führen.

Wärmeschutz-Anforderungen bei raumseitiger Innendämmung

Wer sein Gebäude im Zuge einer energetischen Modernisierung mit einer raumseitigen Innendämmung versehen will, findet auch im neuen GEG weiterhin keine konkreten Anforderungen dafür.

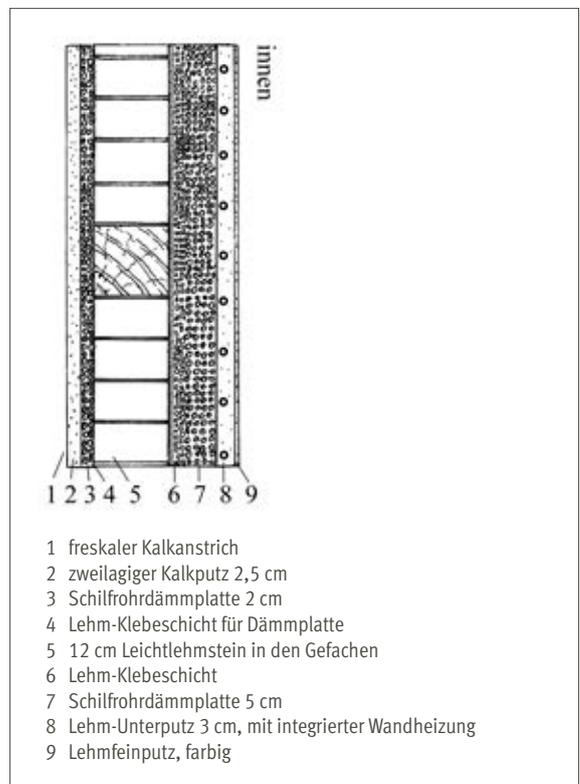
Der Fachverband Innendämmung e.V. (FVID) empfiehlt jedoch für Außenwände, die nachträglich mit einer Innendämmung versehen werden, die folgenden Anhaltswerte für den Wärmedurchgangskoeffizienten (U_{\max}):

$U_{\max} = 0,50 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ für massive Außenwände

$U_{\max} = 0,65 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ für Sichtfachwerkwände



Einschlämmen der Heizrohre in Lehmgrundputz auf Schilfrohrplatten

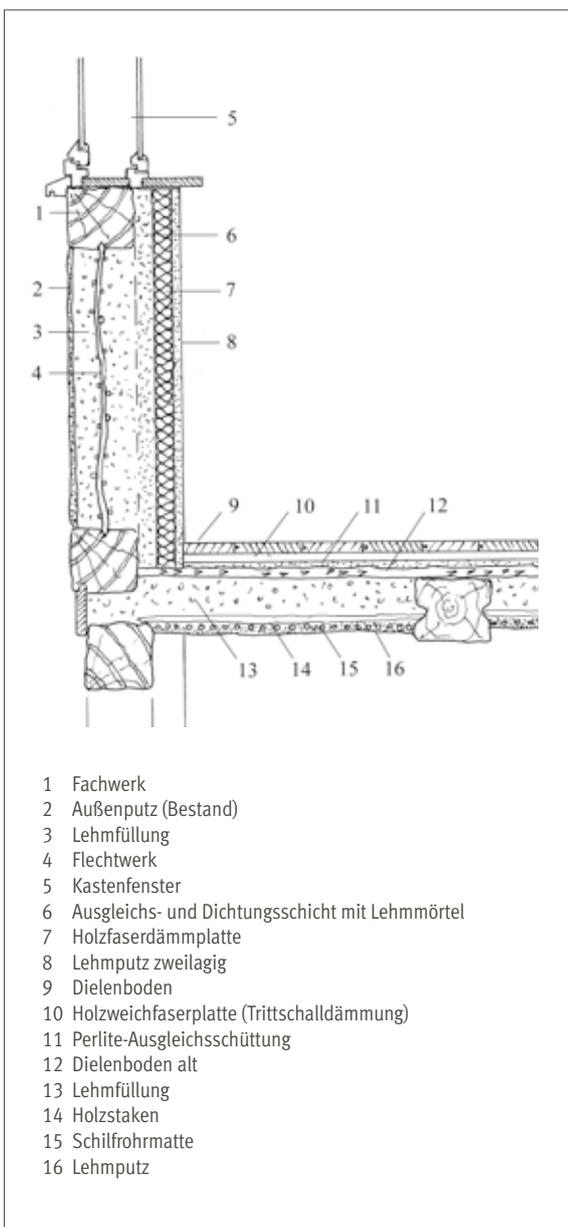


Mit Lehmörtel angesetzte Innendämmung aus Schilfrohrplatten

9 BAUEN MIT LEHM UND KALK

Lehm – ein wiederentdeckter Baustoff

Dass Lehm als Baustoff lange Zeit in Vergessenheit geraten war, liegt vor allem an seiner Eigenschaft, bei Durchfeuchtung stark zu quellen und bei Austrocknung stark zu schrumpfen. Lehmwände sind daher feuchtigkeitsgefährdet und müssen vor Regen und aufsteigender Bodenfeuchte geschützt werden. Sie gelten als feuerbeständig und weisen eine relativ gute Schalldämmung auf. In Verbindung mit einem hochdiffusionsfähigen Putz- und Anstrichsystem erfüllen sie eine ideale Hautfunktion und gelten als entgiftend



Anwendung von Lehmstoffen im traditionellen Fachwerkbau

für bakterienangereicherte Raumluft. Diese positiven Eigenschaften dürfen bei Renovierungsarbeiten von Lehmbauten auf keinen Fall durch Aufbringen ungeeigneter Putze, Anstriche oder Verkleidungen beeinträchtigt werden. Eine gute Verträglichkeit besteht dagegen mit Kalk, Ziegel und vor allem Holz. Die konservierende Eigenschaft von Lehm wird insbesondere im Fachwerkbau seit Jahrhunderten geschätzt.

Lehmstoffe erleben derzeit – vorwiegend in Verbindung mit dem Fachwerkbau, aber auch im Ausbau (z.B. bei der Wandgestaltung) – eine echte Renaissance. Traditionelle Bauweisen werden wieder aufgegriffen, neu entwickelte Lehmstoffe kommen hinzu. Zusammen mit den überlieferten Baustoffen erweitert sich der Anwendungskreis des Lehmbaus dadurch um ein Vielfaches.

Lehm findet heute seine Anwendung als bzw. für:

- nicht tragendes Ausbau- und Ausfachungsmaterial
- Fachwerkerneuerung (z. B. mit Stroh- und Leichtlehm)
- Dämmung von Holzbalkendecken und Dächern (Leichtlehm)
- schalldämmende und wärmespeichernde Schicht in Wänden und Decken
- feuchtespeichernde Pufferschicht bei Innendämmung
- Innen- und Außenwände (für Außenwände wasserabweisender Außenputz und zusätzliche Wärmedämmung erforderlich; tragende Bauweisen nur in Einzelfällen mit Einzelnachweisen ausführbar)
- Innenputz und Dekormauerwerk (Stampflehmwände)
- Ummantelung von Heizsystemen



Lehm findet heute bei der Revitalisierung von Fachwerkhäusern genauso wieder Verwendung wie in allen Bereichen des Innenausbaus.

EIGENSCHAFTEN VON LEHMBAUSTOFFEN

Der Baustoff Lehm hat eine Reihe besonderer Eigenschaften

Lehm trocknet an der Luft aus und wird dadurch fest.

Im Gegensatz zu Beton mit dem Bindemittel Zement oder zu Kalk- und Gipsmörteln kann trockener Lehm durch Wasserzugabe wieder plastisch gemacht werden. Der beliebig oft wiederholbare Erhärtungs- und Erweichungsmechanismus ist eine Eigenschaft, die ein Recycling des Materials mit wenig zusätzlicher Energie ermöglicht. Er stellt eine besondere ökologische Qualität von Lehm als Baustoff dar. Der Anwender sollte daher bedenken, dass der Erweichungsprozess durch zusätzliche Bindemittel diese Plastizität mindern kann.

Lehm begünstigt das Raumklima. Lehm ist sorptionsfähig. In der Luft enthaltener Wasserdampf lagert sich an Porenwänden im Lehmteil ab. Bei Veränderungen des Innenraumklimas wird der Wasserdampf wieder an die Raumluft abgegeben. Mit diesem Anlagern und Abgeben sind Austauschprozesse verbunden. Lehmstoffe sind mit Luftfiltern vergleichbar – sie wirken ausgleichend auf das Innenraumklima. Lehm „atmet“. Eine Bauhülle aus Lehm hat deshalb positive Auswirkungen auf die Raumnutzer. Lehm hat unbestritten positive gesundheitliche Eigenschaften. Wenn man die Offenporigkeit von Lehmstoffen nicht durch die Verwendung von Ölfarbanstrichen oder Anbringen von wasserdampfdurchlässigen Bekleidungen im Innenraum einschränkt, sind sie im Vergleich zu vielen anderen Baustoffen weitgehend schimmelresistent. Eine Voraussetzung dafür ist, dass die Lehmwände trocken sind. Nass eingebaute Lehmstoffe sollen daher rasch trocknen können, damit jede, auch nur temporäre Schimmelbildung vermieden wird.

Lehm transportiert Feuchte. Lehmstoffe haben eine hohe kapillare Leitfähigkeit bei niedriger Ausgleichsfeuchte. Sie sind daher besonders gut geeignet für die Ausfachungen bei der Sanierung von Fachwerkbauten. Man kann mit ihnen darüber hinaus Innendämmungen ausführen, für die keine Dampfbremsen notwendig sind.

Lehm speichert Wärme. Das Wärmespeichervermögen schwerer Lehmteile bewirkt eine Harmonisierung von Lufttemperaturschwankungen in Innenräumen von Gebäuden, die in leichter Bauweise errichtet wurden.

Lehmregeln. In Deutschland kommen für nicht genormte und auf der Baustelle hergestellte Lehmstoffe die erstmals 1998 formulierten Lehmregeln zur Anwendung (Lehmregeln, 1999, Dachverband Lehm e.V.). Im Jahre 2013 wurden für bestimmte Produkte die Lehmregeln von DIN-Normen abgelöst. Diese sind derzeit in einer überarbeiteten Fassung von 2018 für einzelne Produkte verfügbar und ermöglichen eine eindeutige Formulierung der Leistungsbeschreibung in der Ausschreibung von Lehmstoffen und Lehmteilen und stehen für Qualitätssicherung.

DIN 18942: Lehmstoffe
 DIN 18945: Lehmsteine
 DIN 18946: Lehmmauermörtel
 DIN 18947: Lehmputzmörtel
 DIN 18948: Lehmplatten

Für nicht genormte und auf der Baustelle hergestellte Lehmstoffe gelten weiterhin die 1998 erstmals veröffentlichten Lehmregeln.

ANWENDUNGSBEREICHE VON LEHMBAUSTOFFEN

	Stampflehm	Wellerlehm	Strohlehm	Leichtlehm	Lehm-schüttung	Lehmmörtel	Lehmsteine	Lehm-platten
	ungeformte Lehmstoffe						geformt	
Fußboden	X				X			
Wand, tragend	X	X				X	X	
Wand, nicht tragend	X	X	X	X		X	X	X
Decken, Dach			X	X	X		X	X
Trockenbau							X	X
Putz			X	X		X		

Quelle: Dachverband Lehm e.V., www.dachverband-lehm.de

Ausfachung

Das Verfüllen von Feldern bei Fachwerkbauten kann mit unterschiedlichen Techniken erfolgen. Die traditionelle Ausfachung ist die mit Holzstaken und Weidenruten. Als eine Art Flechtwerk ausgeführt, werden diese mit Strohlehm beworfen und aufgefüllt. Eine Reparatur dieser Gefache ist ohne weiteres möglich und erspart oft unnötig hohe Sanierungskosten.

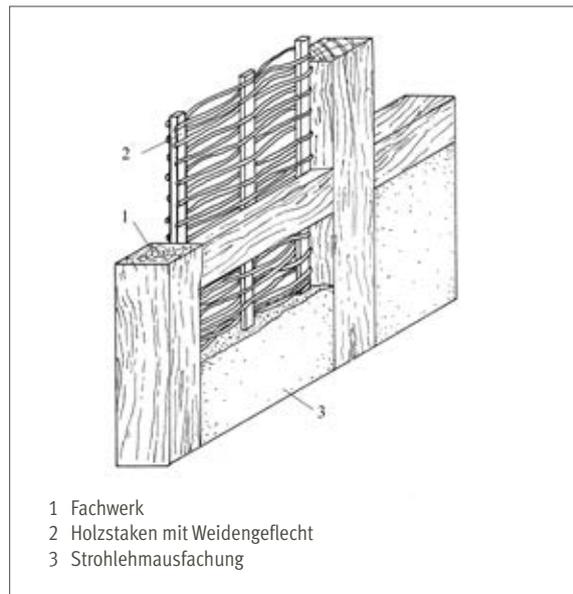
Die Neuausfachung von Fachwerkfeldern erfolgt heutzutage in der Regel mit Lehmsteinen. Sie ermöglichen ein schnelles und rationelles Arbeiten und sorgen für geringe Trocknungszeiten. Im Außenfachwerk werden hier vorzugsweise Leichtlehmsteine verwendet, die sich durch ihre Witterungsbeständigkeit auszeichnen. Für Innenwände und Holzbalkendecken bei allen Arten von Leichtbauten sind schwere Lehmsteine eine optimale Möglichkeit, den Schallschutz zu verbessern und Masse für die Wärmespeicherung einzubringen.

Lehmbauplatten

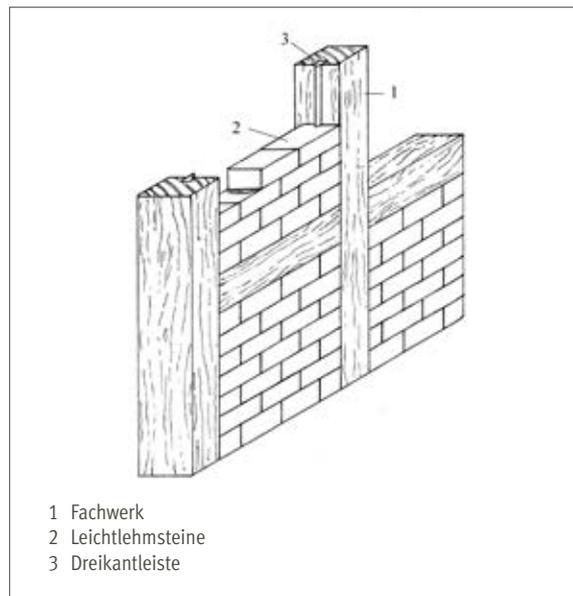
Lehmbauplatten sind eine Neuentwicklung aus Lehm und Faserstoffen. Sie eignen sich wie gängige Gipskartonplatten zur Beplankung von Ständerwerken und Lattenkonstruktionen, um damit Trennwände, Vorsatzschalen oder abgehängte Decken herzustellen. Vorteil: Hohe Schallschutzwirkung und Wärmespeicherkapazität, hohe Feuchtesorptionsfähigkeit. Nachteil: Teurer als handelsübliche Gipskartonplatten, im regionalen Handel nicht immer verfügbar.



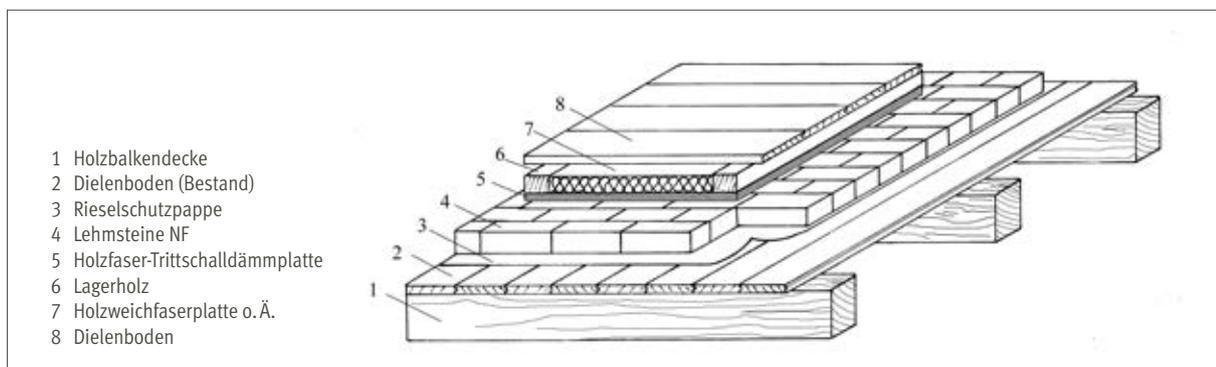
Ablängen einer Lehmbauplatte



Traditionelle Ausfachung mit Strohlehm und Geflecht



Neuausfachung mit Lehmstein-Mauerwerk



Verbesserung von Schallschutz und Wärmespeicherung an Holzbalkendecken



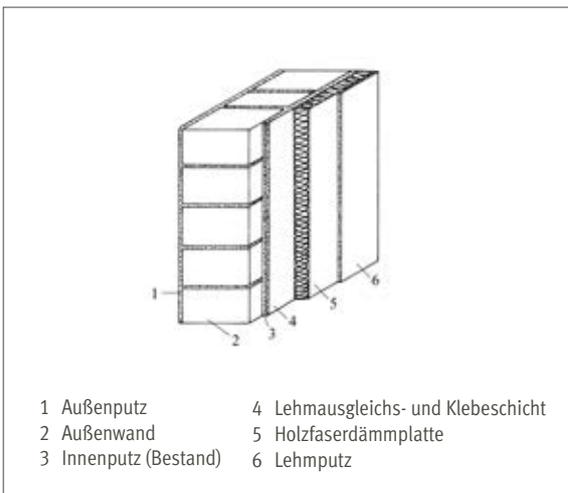
Lehmputz auf Mauerwerk

Innenseitige Wanddämmung mit Lehmbaustoffen

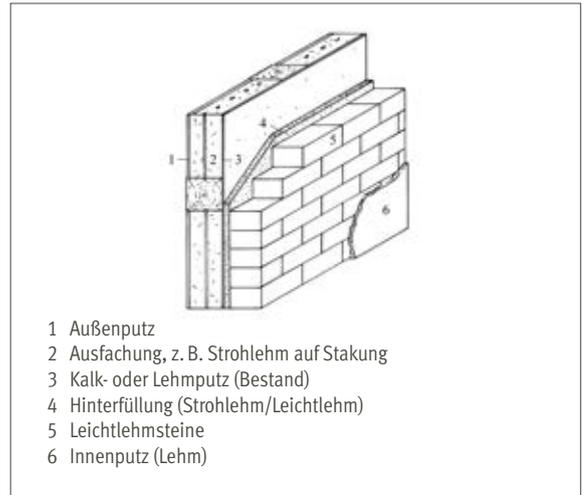
Bei Gebäuden, die in ihrer Außenansicht unverändert bleiben sollen, wird die innenseitige Dämmung eingesetzt. Hierdurch wird nicht nur eine Verbesserung der Wärmedämmung, sondern auch der Winddichtigkeit und des Schallschutzes erreicht.

Je nach Voraussetzungen und Anforderungen gibt es dabei die Möglichkeit, mit Dämmplatten, Leichtlehmsteinen oder Leichtlehm-mischungen zu arbeiten. Bei der Abwägung, welche Art der Innenschale gewählt wird, spielen viele Faktoren eine Rolle. Trocknungszeiten, Wandstärke, Dämmwerte, Fundamente oder Verarbeitung sind nur einige Punkte, die eine Entscheidung für die eine oder andere Technik beeinflussen.

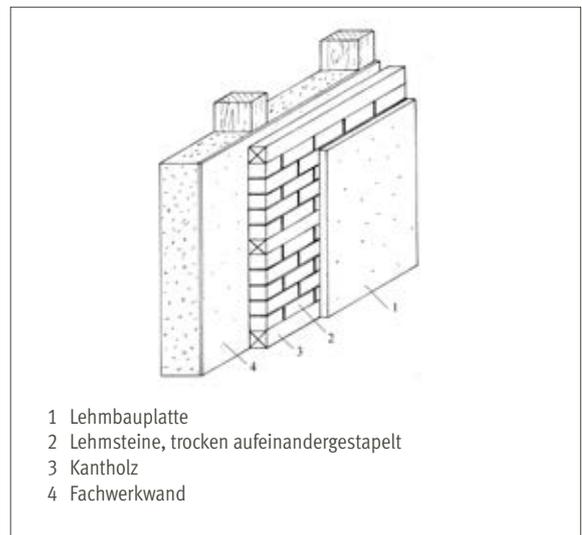
Am stärksten konnte sich bei Innendämmsystemen, auch im Bereich Fachwerkbau, die Holzfaserdämmplatte durchsetzen. Die Kontakt- und Ausgleichsschicht zur Wand bildet ein Lehmkleber, der Innenputz kann ebenfalls aus Lehm bestehen. Mit dem Zusammenspiel aus Holz und Lehm lassen sich sowohl Wärmedämmung als auch Wärmespeicherung und Raumluftqualität verbessern.



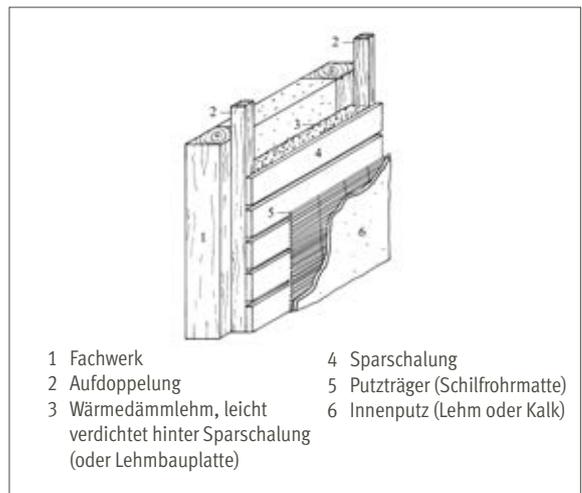
Schichtenaufbau eines Innendämmsystems aus Holzfaser und Lehmbaustoffen



Gemauerte Innenschale aus Leichtlehmsteinen



Innenschale aus trocken aufeinander gestapelten Lehmsteinen



Innenschale mit Wärmedämmlehm



Auftrag des Grundputzes



Auftrag des Oberputzes auf Grundputz



Aufbringen des Lehmputzes mittels Putzmaschine



Reine Lehmputze bestehen lediglich aus Lehm, Sand und Wasser. Nach dem Austrocknen sorgen sie für ein gesundes Raumklima und wirken als Feuchteausgleich.

Lehmputze

In vielen Altbauten finden sich an Wänden und Decken jahrhundertalte alte Lehmputze, die in ihrer Substanz völlig unbeschädigt sind, jedoch z. B. bei Umbauarbeiten nur notdürftig geflickt wurden. Diese Lehmputze lassen sich ohne großen Kostenaufwand mit einem Lehmunterputz ausbessern und anschließend mit einem Lehmoberputz überarbeiten. Die fertigen Oberflächen werden direkt gestrichen oder mit einem weiteren Finish behandelt.

Rein mineralische Lehmputze sind für ebene Untergründe sowohl in Neu- als auch in Altbauten geeignet. Die technischen Anforderungen an Lehmputze regelt die aktuelle Ausgabe der Lehmbauregeln des Dachverbandes Lehm e.V. erstmals. Neben Rohdichte und Schwindmaß wird eine Druckfestigkeit der Kategorie CSII (1,5–5,0 N/mm²) gemäß DIN EN 998-1 entsprechend gefordert. Qualitätvolle Lehmputze erreichen

gut 2 N/mm². Für die Haftfestigkeit fordert das technische Merkblatt des Verbandes mindestens 0,05 N/mm². Die Abriebfestigkeit wird anhand eines speziell entwickelten Prüfverfahrens bestimmt.

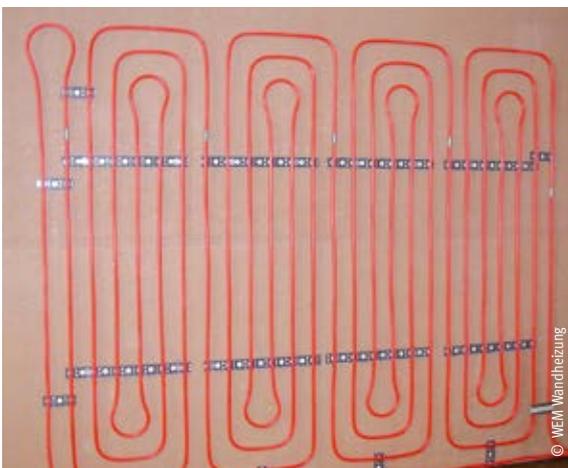
Die Werte belegen, dass Lehmbaumstoffe ganz ohne Brennvorgang und ohne Zugabe chemischer Bindemittel die für ihren Verwendungszweck ausreichenden Festigkeiten aufweisen. Lehmputze werden fast immer offenporig belassen, was sich sehr positiv auf das Raumklima auswirkt. Durch den leichten Zugang von Gasmolekülen korrespondiert die innere Oberfläche des Mörtelgefüges mit der Raumluft. Dazu kommt die Aktivität der Tonmineralien. Echte Lehmputze erzielen ihre optimale Wirkung für ein gesundes Raumklima – im Speziellen beim Feuchteausgleich – mit einer Putzstärke von 10–15 mm.



Heizrohrsystem auf Schilfrohmatten



Aufspritzen des Lehm-Grundputzes auf ein frei verlegtes Rohrsystem



Rohrmontage Klimaregister



Deckenheizung und -kühlung mit in Lehm-Platten integriertem Rohrsystem (WEM-Klimaplatte)

Lehm-Wandflächenheizung

Ein großer Vorteil von Flächenheizungen ist der hohe Strahlungswärmeanteil. Strahlungswärme ist gesünder als zirkulierende Warmluft, die vom Heizkörper aufsteigt und sich überall im Raum verteilt. Eine Flächenheizung in Kombination mit den raumklimatisch positiven Eigenschaften von Lehm schafft daher ideale Voraussetzungen für ein behagliches und gesundes Wohnklima das mit der Wärmestrahlung eines Kachelofens vergleichbar ist.

Für Wandheizungen sind Fertigsysteme wie das WEM-Klimaelement-System im Handel. In diese Lehmheizplatten sind Befestigungspunkte mit Unterlegscheiben integriert, über die sie in Trockenbauweise mit der Unterkonstruktion (z. B. Ständerwerk, OSB-Platten) verschraubt werden. Im Massivbau ist das „nasse“ Einbetten von Heizrohren in Lehmputz wirtschaftlicher. Bei beiden Bauweisen ist eine ausreichend gedämmte Außenwand ratsam. Beim Rückbau lassen sich die einzelnen Elemente nach ausreichender Durchfeuchtung des Lehms sortenrein trennen.



Wandheizung mit Klimaelement. Deckschicht mit Lehmputz auf Armierungsgewebe.

Baukalkprodukte

Reine Kalkprodukte sind eine sinnvolle Alternative zu den konventionellen, fertig abgemischten und abgepackten Putzen, Farben und Mörteln. Viele Hersteller bieten reine Kalkmörtel und -putze fertig gemischt als Sackware an, welche alle den Normen und Anforderungen der Güteüberwachung entsprechen.

Luftkalke sind das klassische Bindemittel für Mauerputze. Sie benötigen zum Abbinden das Kohlendioxid aus der Luft. Reine Luftkalkputze werden heute vorzugsweise nur noch im Bereich des Denkmalschutzes eingesetzt. Dazu braucht es viel Erfahrung in der Anwendung und genaue Kenntnisse der jeweiligen Untergrundbeschaffenheit. Mörtel mit reinem Kalk als Bindemittel sind zäh-elastisch und deshalb weniger anfällig für Risse. Sie ermöglichen eine gute Dampfdiffusion. Feuchtigkeit aus dem Mauerwerk und Niederschlag wird durch die hohe Kapillarität leicht an die Oberfläche transportiert und abgedampft. Kalkputz zieht aber auch Wasser und ist deshalb für erdberührte Bereiche ungeeignet.

Als Sumpfkalk wird Kalk bezeichnet, der als Branntkalk zunächst mit Wasser gelöscht wird, bevor er für Bauzwecke einsatzfähig ist. In früheren Zeiten hatte jeder Bauer seine eigene Kalkgrube. Dort konnte der Sumpfkalk über Jahre reifen und so der überlieferten Lehrmeinung nach qualitativ immer besser werden. Mit Kalk wurde gemauert und verputzt, aber auch gestrichen; beispielsweise wurden Ställe regelmäßig mit Kalkschlämme desinfiziert.



Mit Wasser angemischt ergibt Sumpfkalk eine ökologisch und baubiologisch einwandfreie Wandfarbe.

Haltbarkeit von Sumpfkalk:

- Solange der Kalk von einer Wasserschicht überzogen ist und nicht einfriert, ist er unbegrenzt haltbar.
- Mauermörtel sollte mindestens 12 Stunden einsumpfen.
- Sumpfkalk für Putzmörtel sollte zwischen 48 Stunden und 3 Jahren alt sein, je nach Anwendung.
- Luftkalk für Malerarbeiten soll min. 9 Monate alt sein.

Hydraulische Kalke entstehen durch Mischen von Calciumhydroxid und geeigneten Stoffen wie Calciumsilikat und Calciumaluminaten. Zur Erhärtung ist keine Luftzufuhr notwendig. Stattdessen ermöglichen hydraulische Stoffe, sogenannte Hydraulefaktoren wie Silikate, Aluminat und Eisenoxide, die Erhärtung selbst unter Wasser. Je hydraulischer ein Kalk wird, desto größer wird seine Widerstandskraft gegenüber aggressiven Wässern. Während seine Festigkeit, seine Schwindneigung und seine Dichte zunehmen, nehmen die Fähigkeit des kapillaren Wassertransportes, die Diffusionsfähigkeit, die Elastizität usw. ab.

Hergestellt wird Baukalk durch Brennen von Kalkstein, Dolomitstein oder Kalksteinmergel. Je nach Art des Abbindeprozesses unterscheidet man Luftkalke und hydraulisch erhärtende Kalke.

Luftkalke sind gelöschte Kalke, welche an der Luft durch Aufnahme von Kohlendioxid (Carbonatbildung), aber nicht unter Wasser erhärten. Diese als Sumpfkalke bezeichneten Kalke sind in Wasser beliebig lange lagerfähig. Luftkalke haben eine geringere Festigkeit als hydraulische Kalke, sind aber stattdessen elastischer und geschmeidiger als diese.

Hydraulisch erhärtende Kalke (aus Kalkmergel) erhärten je nach Gehalt an hydraulischen Bestandteilen oder -zusätzen nach gewisser Lagerungs- bzw. Abbindezeit auch unter Wasser.



Kalkfarbe ist weniger abriebfest als handelsübliche Dispersionsfarbe. Ein Schuss Leinölfirnis verbessert die Festigkeit.



Kalk als Anstrichmittel wirkt geruchsbindend und trägt zur Verbesserung der Raumluft bei. Der ehemalige Lagerraum stand jahrelang leer. Durch den Anstrich mit reiner Kalkfarbe ließ sich der muffige Geruch dauerhaft beseitigen.



Freskomalerei aus dem 7. Jahrhundert: Pigmentierte Kalkfarben, auf frischen Kalkputz aufgetragen, überdauern Jahrhunderte auch ohne Kunststoff-Vergütung.

Wandanstrich mit Sumpfkalk

Aus Sumpfkalk lässt sich u. a. ein unschlagbar preiswertes und baubiologisch einwandfreies Anstrichmittel herstellen. Um Sumpfkalk zu erhalten, muss nicht erst Weißfeinkalk (Sackware) gelöscht werden. Das wäre umständlich und kommt nur dann infrage, wenn hochwertige Wandfarbe für Anstrichtechniken auf gekalkten Fassaden oder für z. B. Wandfresken hergestellt werden soll. Fertigen Sumpfkalk gibt es in jedem besseren Baumarkt als Kübelware zu einem günstigeren Preis als jede Dispersionsfarbe.

Ob man dem Kalk Zusatzmittel wie Molke oder Quark beibemischt, ist für den normalen Hausgebrauch eher kein Thema, solange Kalk als Innenanstrich eingesetzt wird. Für Außenanstriche müssen der Kalkmilch dagegen zur Wetterbeständigkeit Hydrophobierungsmittel zugesetzt werden. Geeignete Rezepturen richten sich u. a. nach der Beschaffenheit des Untergrundes und der örtlichen Situation. Reine Kalkfarbe ohne Zusatzmittel hat im Außenbereich nichts verloren. Sie saugt bei Beregnung Wasser an, wird unschön fleckig und fördert die Durchfeuchtung der Wand.

Um den Sumpfkalkteig für unsere Zwecke, den Innenanstrich, gebrauchsfertig herzurichten, muss er mit Wasser angerührt werden, am besten mithilfe eines Elektro-Quirls. Das Mischverhältnis ist eher Gefühlssache, zu viel Wasser ergibt schlechte Deckfähigkeit, zu wenig Wasser führt zu Rissen und schlechter Streichfähigkeit. Grobe Faustregel: Grundierung im Mischverhältnis Sumpfkalk zu Wasser etwa 1 : 6 bis 1 : 7.

Anstrichtechnik: In verschiedenen Foren liest man immer wieder von Gerätschaften wie Bürste oder Pinsel, die für den Auftrag eines Kalkanstrichs nötig seien. Das mag auf

Außenanstriche oder spezielle Freskotechniken zutreffen. Für den normalen Hausgebrauch, also im Innenbereich, genügt die Rolle. Die Rolle satt in die Kalkmilch eintauchen, leicht abstreifen und zunächst aufwärts die Wand hochrollen, sodass die Tünche vor der Rolle hergeschoben wird. Dann die Farbe kreuzweise verteilen und wieder Kalkmilch aufnehmen. An Decken mit weniger Farbe arbeiten, um Spritzer zu vermeiden.

Als Untergründe eignen sich Wandputze aus Lehm, Kalk oder Zement, auch alte Dispersionsfarbenanstriche. Ungeeignet sind stark saugende Untergründe wie z. B. Gipsputz oder Gipskartonplatten. Hier sollte vorgrundiert und mit einem Probeanstrich getestet werden, ob sich der Kalkanstrich genügend verfestigt.

Die nächste Schicht, die bei guter Deckkraft des Erstanstriches bereits den Schlussanstrich bildet, wird im Verhältnis 1 : 5 aufgetragen. Wie stark die Farbe deckt, lässt sich nur nach ausreichend Trocknungszeit feststellen. Den Zweitanstrich sollte man also erst aufbringen, wenn der Erstanstrich (Grundierung) angetrocknet ist. Dem Schlussanstrich wird Leinölfirnis (ebenfalls im Baumarkt erhältlich) zugesetzt, pro Liter Farbe ein Schuss (Schnapsglas) Leinölfirnis gut in die Farbe einrühren. Leinölfirnis erhöht die Abriebfestigkeit und Wasserbeständigkeit des Anstrichs. Sobald sich im Farbkübel Leinölfirnis (gelbe Flecken) auf der Oberfläche zeigt, muss die Farbe zwischendurch wieder gründlich aufgerührt werden.

In engen Räumlichkeiten, wo man häufiger in Wandkontakt kommt, ist Kalk nicht die richtige Wandfarbe. Nachteilig ist auch: Hat man sich einmal für das Kalken entschieden, müssen Renovierungen ebenfalls wieder mit Kalkfarbe ausgeführt werden.

10 BAUEN MIT HOLZ

Holzanbau und Holzgewinnung funktionieren in Deutschland bereits seit Jahrhunderten nach Regeln der Nachhaltigkeit, d. h., es wird dem Wald nur so viel Holz entnommen, wie auch nachwächst. Schon von der Waldbewirtschaftung her ist Holz also prädestiniert als Baustoff für nachhaltiges Bauen. Eine Vielzahl weiterer Gründe spricht dafür, bei der ökologisch orientierten Altbausanierung Holz stets in die Stoffauswahl mit einzuplanen:

- Holz kann aus heimischen Wäldern bezogen werden und lässt sich als Baustoff mit einem vergleichsweise niedrigen Energieaufwand verarbeiten.
- Ausgeglichene CO₂-Bilanz: Der Baustoff Holz speichert Kohlendioxid, das er als Pflanze aufgenommen hat, über viele Jahrzehnte im Bauwerk. Zum Ende seiner Lebensphase kann Holz als Brennstoff genutzt werden, Holz liefert damit mehr Energie, als es für die Herstellung benötigt. Bei der Verbrennung wird nur so viel CO₂ frei, wie die Pflanze in der Wachstumsphase aufgenommen hat.
- Die Tragfähigkeit von Holz ist hoch. Die Druckfestigkeit entspricht der von Stahlbeton. Die Biegefestigkeit ist in Relation zum Eigengewicht zehnmal höher als die von Stahl. Holz kann damit energieaufwendig hergestellte Baustoffe ersetzen.
- Offenporige Oberflächenbehandlung vorausgesetzt, kann Holz in beträchtlichem Maß Luftfeuchtigkeit speichern und bei Trockenheit wieder abgeben. Dadurch erzeugt es ein ausgeglichenes, physiologisch angenehmes Raumklima.
- Holz ist mehrfach verwendbar. Altes Bauholz ist bestens abgelagert und eignet sich gut für Ausbesserungsarbeiten.
- Holz ist leicht zu bearbeiten und damit selbstbaueeignet.

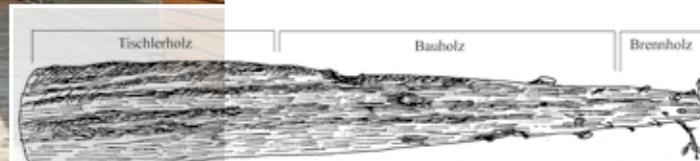
Bei all den Vorzügen gilt aber auch: Holz steht als Rohstoff nicht unbegrenzt zur Verfügung; es kann auch in Zukunft nicht zu dem einen Universalbaustoff werden, mit dem sich alles Bauen auf der Erde bewältigen lässt. Holz ist selbst im waldreichen Deutschland bereits ein knappes Gut. Ca. 50% des hierzulande eingesetzten Holzes stammt nicht aus heimischen Wäldern. Es kommt aus den benachbarten Alpenregionen, aus Kanada oder Skandinavien sowie aus Teilen Osteuropas, wo Raubbau nicht auszuschließen ist. Deshalb gilt umso mehr:

- Verwendung von Holz am Bau intelligent planen
- Neue Tragwerkssysteme für Dachstühle etc. unter der Leitlinie „Optimierung des Holzeinsatzes“ entwickeln
- Trennbarkeit von Hölzern ermöglichen bzw. verleimte Hölzer und Holzwerkstoffe vermeiden, um Bauholz weiterverwendbar zu machen (Bauholz gilt bislang als Abfall und wird in Verbrennungsanlagen thermisch entsorgt).
- Neue Baustoffe aus Holzabfällen“ entwickeln.*

Gebäude als Klimafaktor

Gebäude sind für rund ein Drittel unseres gesamten Energie- und Ressourcenverbrauchs verantwortlich. Daher rücken im Zuge der aktuellen Klimaschutzdiskussion die Auswirkungen auf Umwelt und Klima immer mehr in den Fokus. Mit Passiv- oder Nullenergiehäusern gelingt es, den Energiebedarf für die Versorgung von Gebäuden in der Nutzungsphase zu minimieren. Das macht aber nur einen Teil der insgesamt von Gebäuden verbrauchten Energie und der benötigten Ressourcen aus.

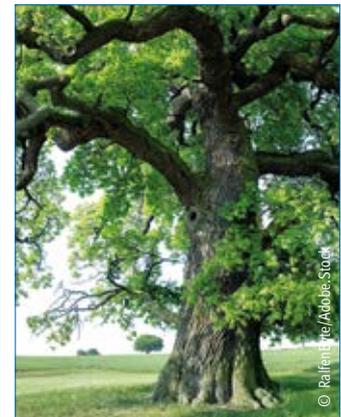
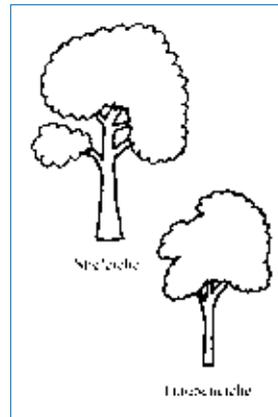
Über ihren gesamten Lebenszyklus betrachtet, entstehen erhebliche Aufwendungen und damit verbundene Umweltwirkungen, die zum Großteil durch die verwendeten Baumaterialien bedingt sind. Statt also immer weiter Gebäude abzureißen und neue Gebäude hochzuziehen, sollten die in bestehenden Gebäuden enthaltenen Ressourcen über einen weiten Zeitraum genutzt werden. Wo neuer Wohnraum benötigt wird, sollten Nachverdichtungen wie z.B. Aufstockungen oder Anbauten in die Planung miteinbezogen werden. Sowohl bei der Bestandspflege als auch beim Erweiterungs- und Neubau kann Holz mit seinen vielfältigen Materialeigenschaften einen wesentlichen Beitrag leisten.



* zur Vertiefung des Themas siehe: Werner Sobek „17 Thesen zur Nachhaltigkeit“

EICHE

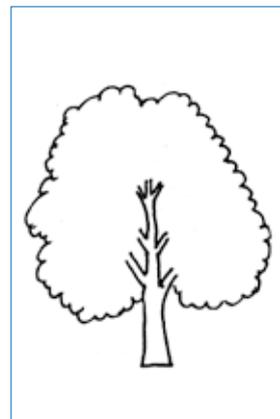
Eichenholz ist ein kurzfaseriges, sehr hartes und schweres Holz. In frischem Zustand kann es mit normalem Werkzeug abgebunden werden, nach längerer Lagerung wird es außerordentlich fest und ist schwer zu bearbeiten. Es ist sowohl für Durchbiegung als auch in der Knickebene bei Stützen und Ständern hochbelastbar. Der starke Gerbsäuregehalt zusammen mit der Härte macht Eichenholz in trockenem Zustand sehr widerstandsfähig gegen Schädlinge. Eisenmetalle sind vor Korrosion durch Gerbsäure zu schützen. Unter dem Angriff dauernder Nässe ist auch Eichenholz der Verrottung preisgegeben.



Art	Stieleiche (<i>Quercus robur</i>) Traubeneiche (<i>Quercus petraea</i>)
Raumgewicht	waldfrisch: 1,00 kg/m ³ lufttrocken: 0,69 kg/m ³
Eigenschaften	Hartes, auch im Freien und im Wasser gelagert, dauerhaftes und widerstandsfähiges Holz (nur das Kernholz). Leicht bearbeitbar, mit geeigneten Methoden imprägnierbar. Der Splint kann selten mitverwendet werden.
Struktur	Splintholz gelblich weiß, Kernholz gelbbraun, oft graubraun. Jahresringe gut erkennbar. Textur je nach Wuchsstandort unterschiedlich ausgeprägt. Holz ring- und grobporig, matt glänzend.
Verwendung	Bau- und Konstruktionsholz, sowohl innen wie außen, im Hoch- und Tiefbau, Wasserbau, Brückenbau, Möbel, Furniere, Stützpfeiler, Parkett, Schindeln.

BUCHEN

Buchenholz ist zwar hart, aber wenig widerstandsfähig gegen Bruch, es schwindet stark und ist damit auch starken Verwindungen ausgesetzt. Als Konstruktionsholz ist es deshalb ungeeignet. Durch seine hohe Abriebfestigkeit wird Buchenholz als Parkett und für Treppenstufen geschätzt.



Art	Rotbuche (<i>Fagus sylvatica</i>)
Raumgewicht	waldfrisch: 1,00 kg/m ³ lufttrocken: 0,72 kg/m ³
Eigenschaften	Hartes, gut biegbares und je nach Wuchsbedingungen gut bearbeitbares Holz. Die schlechte Dauerhaftigkeit im Freien kann durch leicht mögliche Imprägnierung verbessert werden.
Struktur	Splint und Kern meist gleichfarbig hellgrau und nicht zu unterscheiden. Jahresringe sichtbar. Oft rotbrauner falscher Kern.
Verwendung	Faser- und Papierholz, Furniere, Sperrholz, Möbel, Parkett, Treppen.

FICHTE

Fichtenholz ist mittelschwer und weich. Es zeigt im Verhältnis zum relativ geringen Gewicht günstige Festigkeits- und Elastizitätseigenschaften, worauf sich die hervorragende Eignung als Bau- und Konstruktionsholz gründet. Zudem schwindet es nur wenig und zeigt nach der Trocknung ein überwiegend gutes Stehvermögen. In jeder Hinsicht problemlos zu verarbeiten. Anteilsmäßig stellt die Fichte in deutschen Wäldern knapp ein Drittel des Bestandes. Wegen der Vielseitigkeit, der guten Verarbeitbarkeit und nicht zuletzt wegen des vergleichsweise günstigen Preises ist Fichte das am häufigsten verwendete Bauholz. Das Verwendungsspektrum reicht von Konstruktionsholz über Bodenbeläge und Wandverkleidungen bis zu Holzwerkstoffplatten und Dämmstoffen.



Art	Rotfichte (<i>Picea abies</i>) Rottanne
Raumgewicht	waldfrisch: 0,84 kg/m ³ lufttrocken: 0,47 kg/m ³
Eigenschaften	Sehr weiche, leichte, aber tragfeste und gut bearbeitbare Holzart, schwer zu imprägnieren, ungeschützt im Freien nicht dauerhaft.
Struktur	Splint und Kern nicht zu unterscheiden, Jahresringe leicht erkennbar, Frühholz hellgelblich, Spätholz rötlich gelb, Übergang von Früh- zu Spätholz allmählich, Harzkanäle, Holz mit Seidenglanz.
Verwendung	Innenkonstruktionen, Brettschichtholz, Decken, Wände, Möbel, Zaunpfähle, Papier- und Zellulose-Rohstoff, Sperrholz, Fassaden, Schindeln. Der Witterung ausgesetztes Fichtenholz ist zu schützen.

KIEFER

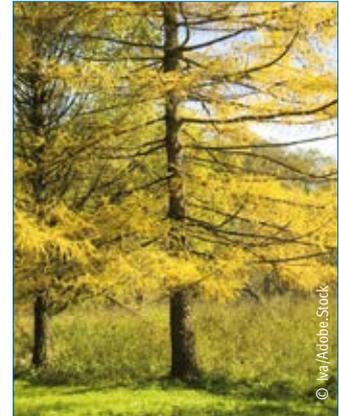
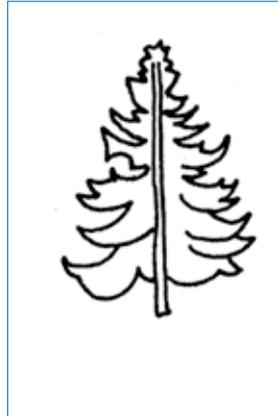
Kiefernholz ist mittelschwer, mäßig hart und harzhaltig. Es weist gute Festigkeits- und Elastizitätseigenschaften auf, schwindet nur wenig und zeigt gutes Stehvermögen. Im Außenbereich, z. B. bei Einsatz als Rahmenmaterial für Fenster, neigt Kiefernholz zur Verbläuung und muss deshalb entsprechend chemisch vorbehandelt werden. Wegen seiner lebhaften Maserung beliebt ist Kiefernholz vor allem als Dielenboden und als Wandbekleidung im Innenraum.



Art	Kiefer (<i>Pinus silvestris</i>)
Raumgewicht	waldfrisch: 0,85 kg/m ³ lufttrocken: 0,52 kg/m ³
Eigenschaften	Föhrenholz lässt sich leicht und rasch trocknen. Weiche und gut bearbeitbare, verleimte Holzart, leicht zu imprägnieren. Im Freien ungeschützt nicht dauerhaft (anfällig für Pilze).
Struktur	Splint hellgelblich weiß, Kern rötlich, Jahresringe gut erkennbar, scharfer Übergang vom hellen Frühholz zum dunkleren Spätholz, viele Harzkanäle, Holztextur (Zeichnung) je nach Wuchsort verschieden intensiv, Holz matt glänzend mit leichtem Balsamgeruch.
Verwendung	Konstruktionsholz innen und außen (imprägniert), Möbel (massiv oder furniert), Böden, Vertäfelungen, Fensterrahmen, Kisten, Pfähle, Holzwolle, Rohstoff für Spanplatten.

LÄRCH

Schwerstes und zugleich (nach der Eibe) härtestes einheimisches Nadelholz. Das Holz ist harzhaltig, hat gute Festigkeits- und Elastizitätseigenschaften und schwindet nur mäßig. Lärchenholz wird vor allem als Fassadenverkleidung geschätzt. In Deutschland und Europa sind die Lärchenholzbestände begrenzt, was sich u. a. gegenüber Fichte in einem höheren Holzpreis ausdrückt.



Art	Europäische Lärche (<i>Larix decidua</i>) Japanische Lärche
Raumgewicht	waldfrisch: 0,80 kg/m ³ lufttrocken: 0,59 kg/m ³
Eigenschaften	Weiche Holzart, leicht bearbeitbar, dauerhaft, Splint mäßig, Kern schlecht imprägnierbar.
Struktur	Splint gelblich, Kern hellrötlich braun, Jahresringe deutlich erkennbar, Spätholz markant braun, Harzkanäle im Holz, prägnante Textur, matt glänzend.
Verwendung	Konstruktionen und Verkleidungen innen und außen, Wasserbau, Fassaden, Möbel, Fensterrahmen, Furniere, Schindeln.

Holzbeschaffenheit

Langsam gewachsenes, feinjähriges Holz, also solches mit engen Jahresringen, ist fester und widerstandsfähiger als Holz mit groben, weiten Jahresringen. Auch der Stammausschnitt (Kernholz, Halbholz, Viertelholz) sowie der Anteil des Splintholzes sind für Haltbarkeit und statische Festigkeit eines Holzbalkens oder eines Brettes wichtig. Splintholz ist weich und hat einen hohen Wasseranteil. Der zulässige Splintholzanteil ist für Bauholz in Güteklassen eingeteilt.

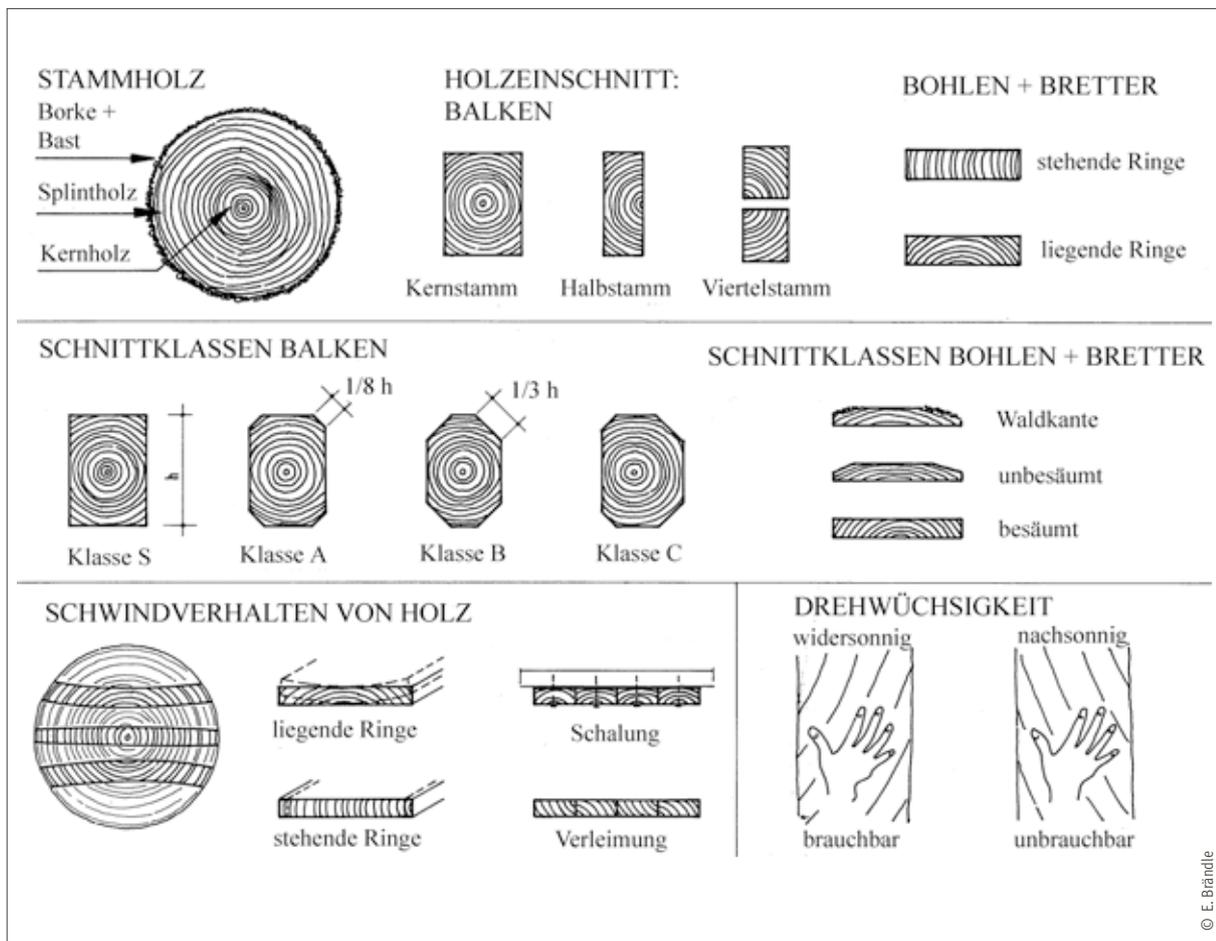


Gesunder Stammausschnitt

Kernholz ist fest und schwindet gleichmäßig. Risse gehen nicht durch den ganzen Querschnitt. Halb- und Viertelstämmen (Halbholz, Viertelholz) schwinden ungleichmäßiger, Risse können den ganzen Balkenquerschnitt durchdringen. Als Innenwände fanden sie im Blockbau, im Fachwerk- und Ständerbohlenbau in untergeordneten oder kostengünstig errichteten Bauten trotzdem Verwendung. Bretter und Bohlen mit stehenden Jahresringen haben eine höhere Biegefestigkeit als solche mit liegenden Ringen. Sie neigen weniger zu Verwindungen.

Holz quillt und schwindet quer zur Faserrichtung bei Temperatur- und Feuchtigkeitseinwirkung. Dies muss konstruktiv berücksichtigt werden. Das Schwindverhalten von Holz hängt von seiner Zellstruktur, seinem Wachstum und seinem Wassergehalt ab. Schnell gewachsenes Holz mit weiten Jahresringen enthält mehr Wasser und ist deshalb beim Austrocknen einem größeren Schwindungsprozess ausgesetzt. Holz mit engen Jahresringen enthält weniger Feuchtigkeit und schwindet deshalb geringer. Schwindvorgänge können sich über lange Zeit hinziehen. In beheizten Innenräumen wechseln sich Schwinden und Quellen jahreszeitlich bedingt ab. Im Winter schwindet das Holz bei trockener Raumluft, im Sommer quillt es mit zunehmender Raumluftfeuchte.

Schwinden und Quellen, das sogenannte Arbeiten, bedeutet beim Holz immer auch eine Formveränderung. Zapfen und Holzverbindungen werden dünner und damit locker. Kernholzstämmen schwinden in den Randzonen, die in das Splintholz reichen, stärker als im Kern. Bretter und Bohlen mit vorwiegend liegenden Jahresringen schwinden an der Außenseite (linke Seite) stärker als an der Kernseite (rechte Seite). Sie wölben sich entgegen den Jahresringen. Verwindungen infolge von Schwinden oder Drehwuchs führen nicht nur zu Formänderungen, sondern können auch zur Lockerung und zum Ausreißen von Holzverbindungen führen. Beim Betreten von verwundenen Fußbodenbrettern erzeugen gelockerte Holzverbindungen die bekannten Knarzgeräusche.

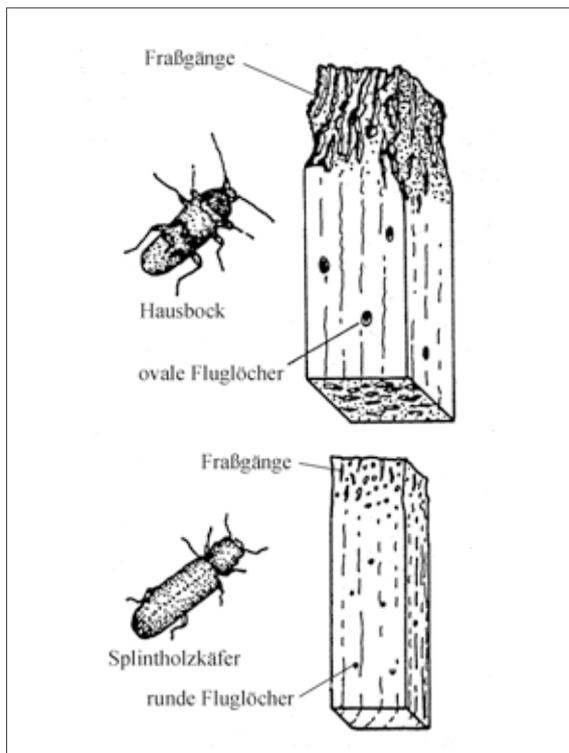


Vielfältige Arten der Holzverwendung

Holzschäden

Schäden am Bauholz entstehen in erster Linie durch unsachgemäßen Einbau, ständigen Feuchtigkeitsanfall und mangelnde Durchlüftung. Dauerfeuchtung des Holzes führt nicht nur zu Fäulniserscheinungen, sondern bietet auch idealen Nährboden für Pilz- und Insektenbefall. Angemorschte bis verrottete Holzbauteile machen den Hauptanteil der Schä-

den an Holzbauten aus. Dabei verliert das Holz von der Oberfläche her seine Festigkeit, es wird bräunlich und lässt sich in Spänen oder mullartigen Brocken ablösen. Ursache ist ein Befall mit pflanzlichen Schädlingen oder mit Fäulnispilzen im Holz. Tierische Schädlinge (Hausbock, Splintholzkäfer) zerstören das Holz zunächst unter der Oberfläche mit ausgedehnten Fraßgängen. Beim Abklopfen des Holzes sind derartige Hohlräume am dumpfen Klang festzustellen.



Holzschäden durch Schädlinge

Fäulnispilze breiten sich meist schneller aus, und die Zerstörung ist eher sichtbar. Tierische Schädlinge greifen im Allgemeinen weniger schnell um sich. Weil der Schaden aber unter der Holzoberfläche bleibt, wird der Befall erst erkannt, wenn er schon größere Ausmaße erreicht hat. Konstruktionshölzer, die von Schädlingen befallen sind, büßen mindestens einen Teil ihrer Tragfähigkeit ein. Dadurch kommt es zur Durchbiegung der Balken, in extremen Fällen zum Bruch.

Ursache des Schädlingsbefalls, der zur Vermorschung führt, ist immer Feuchtigkeit, die nicht schnell genug abtrocknen kann. Aufsteigende Erdfeuchte aus Fundamenten, Erdaufschüttungen oder Erdberührung des Holzes in Hanglagen sind Gefahrenpunkte. Auch Feuchtigkeit von schadhafte Dächern und Dachrinnen oder von unsachgemäßen Zu- und Ableitungen führen zur Vermorschung des Holzes. An Stellen, wo Wasser stehen bleibt, wird sich auf Dauer Fäulnis ausbrei-

ten, so z. B. bei Balkonen oder auskragenden Balkenköpfen sowie in Fugen und Rissen an Türen und Fenstern.

In Räumen mit hoher Dampfbildung (Feuchträume), unter dichten Putzschichten auf Holz oder außenseitigen Vormauerungen, hinter luftdichten Verkleidungen wie kunststoffbeschichteten Platten oder Dachpappe, unter dichten Farbanstrichen, Fußbodenbelägen aus PVC und Gummi bildet sich Schwitzwasser, das nicht mehr abtrocknen kann. Gefährdet durch Kondenswasser sind auch Balkenköpfe, die in stark wärmeleitenden Außenwänden aus Mauerwerk oder Beton einbinden. Mit zunehmender Vermorschung der Balkenköpfe reduziert sich die Tragfähigkeit der Balken.

Holzschutzmaßnahmen

Wenn durch Pilzbildung oder Insektenfraß bereits Schäden am Holz vorliegen, muss nicht mehr tragfähiges Holz durch Bohlen verstärkt oder gegen gesundes Holz ausgetauscht werden. Um weitere Schädigungen auszuschließen, müssen vor Einbau neuer Hölzer bereits alle Schadensherde und -quellen beseitigt sein.

Für geschädigte, aber noch tragfähige Hölzer ist bekämpfender Holzschutz die Regel. Holzschutzmittel enthalten giftige Wirkstoffe. Dennoch gibt es giftige und weniger giftige Mittel. Die Entscheidung, wann ein Holzschutzmittel und welche Wirkstoffe einzusetzen sind, sollte man, allein schon aus Gründen der Gewährleistung, Fachleuten überlassen. Das gilt auch für das Einbringen von Holzschutzmitteln (Desinfektionsbetrieb oder qualifizierte Zimmerei).

Bei Bauteilen, die mit der Innenraumluft in Verbindung stehen, sollte aus gesundheitlichen Gründen auf chemischen Holzschutz verzichtet werden. Liegt der Verdacht vor, dass Hölzer in früheren Zeiten mit Holzschutzmitteln behandelt wurden und nun die Raumluft belasten, kann man sich mit einer Materialprobe an die Interessengemeinschaft für Holzschutzmittelgeschädigte wenden (www.ihg-ev.de).

Heißluftverfahren

Ein wirksames, aber ungiftiges Verfahren zur Schädlingsbekämpfung vor allem in Dachstühlen ist das Heißluftverfahren. Es nutzt die Empfindlichkeit aller Holzschädlinge gegen hohe Temperaturen und Trockenheit. Mit speziellen Luftheizgeräten werden die gefährdeten Räume aufgeheizt. Der Heizprozess muss so lange anhalten, bis die Temperatur auch in den Holzkernen 60°C erreicht hat. Ein mit Heißluft behandeltes Holz entzieht den Schädlingen auch durch Austrocknen die Lebensgrundlage. Das Verfahren wird von qualifizierten Lizenzfirmen bereits seit Jahren erfolgreich durchgeführt. Es hat keine schädlichen Nachwirkungen, weder für Menschen noch für Bienen, Fledermäuse oder Vögel.

Konstruktiver Holzschutz

Vorbeugen ist besser als heilen. Wer beim Bauen mit Holz einige einfache Regeln beachtet, beugt Holzschäden vor und sichert auf lange Zeit die Wertigkeit des Holzes. Holzbauwerke können Jahrhunderte überdauern, viele Zeugnisse alter Holzbaukunst befinden sich heute noch in tadellosem Zustand. Damit Sonne, Regen, Wind und Temperaturschwankungen der Holzkonstruktion nichts anhaben, sind die Wahl der richtigen Holzart sowie ein ausreichender Schutz vor dauerhafter Durchfeuchtung wesentliche Voraussetzungen.

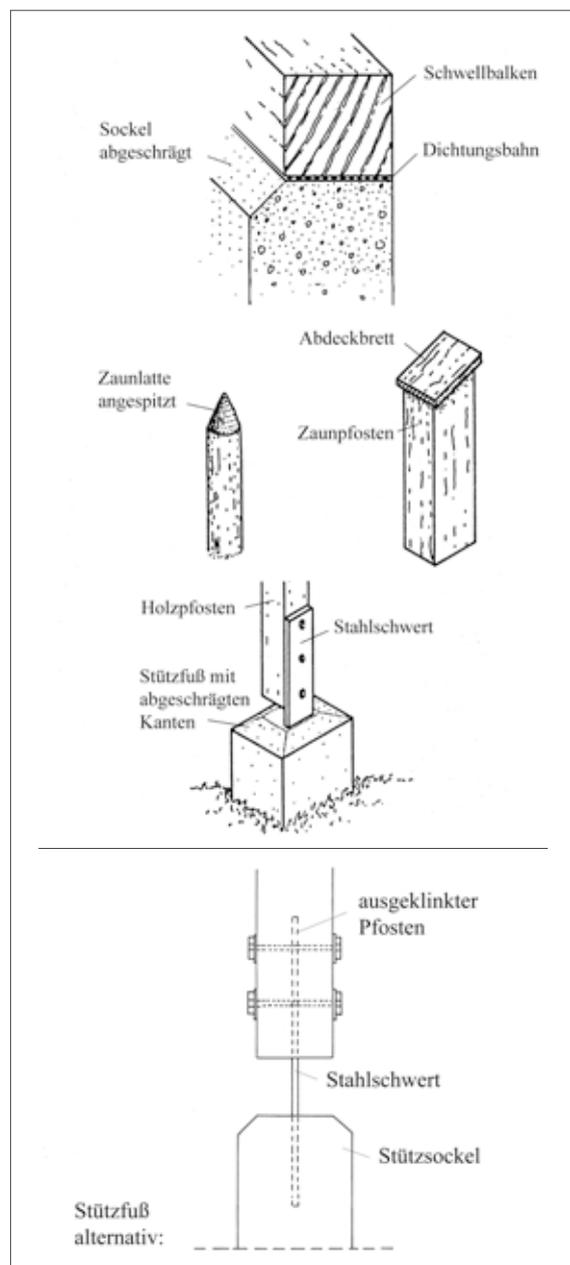
Konstruktiver Holzschutz beginnt mit der richtigen Konzeption des Gebäudes und des Holzeinsatzes. Die wichtigste Maßnahme besteht darin, stehendes Wasser in Holzbauteilen zu verhindern. Holz, das einmal nass geworden ist, soll rasch wieder austrocknen können. Holzbauteile, die häufiger nass werden, sollen in Holzarten ausgeführt werden, die gegen Witterungseinflüsse resistenter sind. Besonders wichtige Bauteile, beispielsweise des Tragwerkes, können mit schützenden und notfalls auswechselbaren Holzelementen abgedeckt werden.

Zu den konstruktiven Holzschutzmaßnahmen zählen:

- Geeignete, gut gelagerte Hölzer mit geringer Holzfeuchte (< 18 %) wählen. Hölzer mit einer höheren Feuchte bis zu 30 % sollten nur dort eingebaut werden, wo mit baldiger Austrocknung zu rechnen ist (etwa beim Dachstuhl).
- Niederschlagswasser rasch ableiten – am besten in Fahr- richtung des Holzes.
- Freiliegende Hirnholzflächen wegen ihrer Wasserauf- nahme mit Abdeckungen aus Metall schützen.
- Bei in Außenwänden eingebauten Holzteilen durch Hin- terlüftung und den Einbau von Wärmedämmung der Ge- fahr von Tauwasserbildung entgegenwirken.
- Staunässe auf horizontalen Holzflächen durch Überda- chung oder Schrägstellung vermeiden.
- Holzteile, die an Bauteile mit kapillarer Wasseraufnah- me grenzen, mit Sperrschicht entkoppeln.
- Während der Bauzeit Holzbauteile durch geeignete provi- sorische Abdeckmaßnahmen schützen.
- Holzverkleidungen außen und in Nassräumen hinterlüften.
- Holzverkleidungen außen mindestens 30 cm über Bo- denkante, d. h. außerhalb des Spritzwasserbereichs an- setzen.
- Die untere Kante senkrechter Holzverkleidungen als Tropf- kante ausbilden.
- Holzstützen im Gelände auf Stützfüße stellen.
- Maßhaltige Bauteile wie Türen und Fenster außen mit einem wasserabweisenden Anstrich schützen.



Ein ausladendes Dach schützt das Holz vor Witterung.



Konstruktive Holzschutzmaßnahmen



Holzeinschlag

Vorbeugender Holzschutz beginnt schon im Wald. Wer die Möglichkeit hat, Holz aus heimischen Wäldern zu beziehen, kann bereits im Vorfeld viel zur Qualitätserhaltung des Holzes beitragen. Bauholz sollte stets im Spätherbst oder Winter geschlagen werden. Dazu sollten nur wirklich reife Bäume mit möglichst engringigem Holz ausgewählt werden. Das Holz muss lange genug luftig und ohne Rinde gelagert werden. All diese Faktoren haben Einfluss auf die Härte, auf den Gehalt an Eiweiß und Vitamin B des Holzes und damit auf die mehr oder weniger günstigen Lebensbedingungen für Schädlinge.

Strittig ist, ob die alte Regel, Holz im Winter nur zu bestimmten Mondphasen zu schlagen, zu besserer Holzqualität führt. Zumindest konnten Holzwissenschaftler der Eidgenössischen Materialprüfanstalt in Zürich bis heute keinen schlüssigen Beweis für einen Zusammenhang zwischen Mondphasen und Holzqualität finden.



Bretter und Bohlen für Bauholz wurden früher mindestens zwei Jahre trocken und luftig gelagert. Heute wird Bauholz industriell in Trockenkammern getrocknet. Nur wertvollen Hölzern bleibt auch heute noch die Lufttrocknung vorbehalten.

Holzsortierung

Schon beim Einkauf sollte man sich Holz sehr genau ansehen, damit es beim Verarbeiten hinterher keine bösen Überraschungen gibt. Ein häufig anzutreffender Mangel sind verdrehte oder verkrümmte Schnitthölzer. Wer schon einmal in Folie eingeschweißte Bretter oder Latten ausgepackt hat, dem ist vielleicht das eine oder andere unter Spannung stehende Holzteil förmlich entgegengesprungen. In den Regalen der Baumärkte lagern solche von aufmerksamen Kunden aussortierten Stücke oft Ewigkeiten, bis sich dann doch noch ein Vorbeieilender erbarmt.

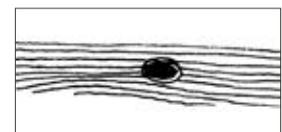
Beim Holzhändler wird Nadel-schnittholz (Kantholz, Bohlen, Latten) nach A- und B-Klasse sortiert. Holzware der A-Sortierung ist weitgehend frei von größeren Rissen, Durchfallästen, Dreh- oder Krümmwuchs. Auch Rothärte ist weitgehend ausgeschlossen. Rotstreifiges Holz ist zwar hart und widerstandsfähig, nur widersteht es auch jedem Versuch, einen Nagel einzuschlagen. Stark von Rothärte betroffenes Holz erkennt man u.a. an seinem höheren Gewicht. Äste stören besonders, wenn sie gehäuft auf engem Raum auftreten. Dann setzen sie die Tragfähigkeit und Biegefähigkeit des Holzes herab. Durchfalläste müssen entfernt und ergänzt werden.



Drehwüchsiger Baumstamm



Umwallter, gut ins Stammholz eingewachsener Ast



„Durchfallast“

11 HOLZFASSADEN

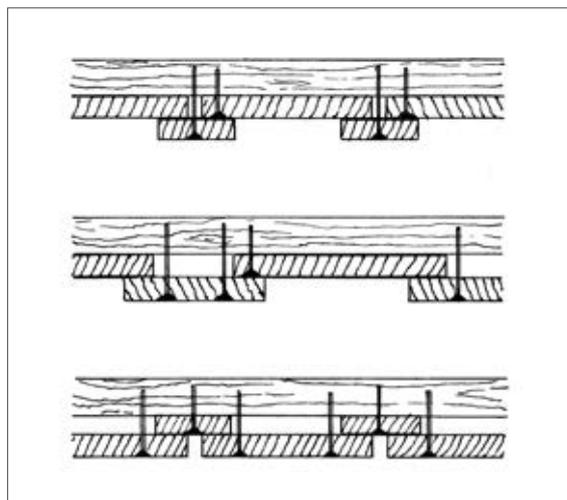
Die Bekleidung von Fassaden mit einer Holzverschalung hat eine lange Tradition. Eigenschaften wie Langlebigkeit, geringer Wartungsaufwand und zuverlässiger Schutz der Außenwände vor Witterungseinflüssen werden heute wie früher geschätzt. Mit der Vielfalt von neuen Holzprodukten haben sich die gestalterischen Möglichkeiten stark erweitert. Auch die moderne Architektur hat sich der Holzfassade angenommen, vorwiegend in Form von Lamellenbekleidungen. Hier dient die Holzverkleidung meist nicht mehr als Witterungsschutz, sondern eher als dekoratives Element.

Unterschiedliche Formen

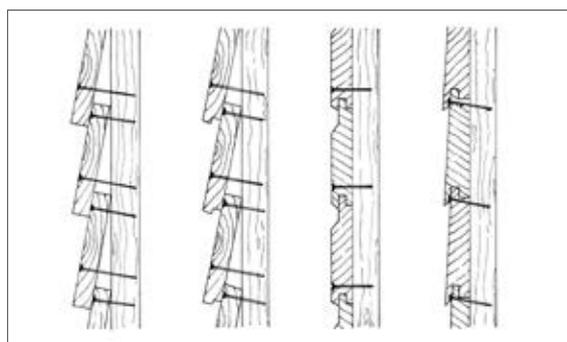
Glattkant- und Profilbretter

Die häufigste Verkleidungsart ist die mit sägerauen oder gehobelten Brettern. Wegen der Gefahr der Verwerfung wird eine maximale Brettbreite von 12 cm empfohlen. Die Dicke liegt zwischen 19 und 24 mm. Übliche Brettlängen sind 4 m, 4,5 m und 5 m. Sie haben die Wahl zwischen einfachen Glattkantbrettern und Profilbrettern.

Aus Sicht des konstruktiven Holzschutzes ist die senkrechte Anordnung der Bretter günstiger als die waagrechte. Bei der waagrechten Anordnung bildet sich an der unteren Brettkante stets eine Tropfnase, das Holz trocknet hier langsamer ab. Werden Profilbretter waagrecht verlegt, ist außerdem darauf zu achten, dass die Feder immer nach oben und die Nut immer nach unten zeigt. Nur so ist ein ausreichender Schutz vor Durchfeuchtung des Holzes gewährleistet.



Vertikale Holzfassade mit Boden-Deckel-Schalung



Horizontale Holzfassade mit Stülpchalung oder Profilbrettern



Holzfassade mit Boden-Deckel-Schalung

Holzschindeln

Schindeln werden aus Vollholz mit unterschiedlichen Abmessungen und Formen gespalten oder gesägt. Gespaltene Schindeln sind dabei witterungsresistenter als gesägte. Hergestellt werden die Schindeln in Längen von 120–800 mm, sie fallen in unregelmäßigen Breiten zwischen 50 und 350 mm an. Der Querschnitt ist meist keilförmig.



Historische Dachverkleidung mit Holzschindeln

Lamellenverkleidung

Im modernen Holzbau werden häufig auch Lamellenverkleidungen als äußerste Wandschicht eingesetzt. Sie dienen zumeist als Sonnen- und/oder Sichtschutz und sind oft großen Glasflächen vorgelagert. Sie bestehen aus waagrecht liegenden oder schräg montierten Brettern, Platten oder Leisten, die zum Teil auch aus mehrlagig verleimten Querschnitten zusammengesetzt sind.

Die Gliederung ist funktionsbedingt überwiegend horizontal. Als Unterkonstruktion kommen Holz, Aluminium oder verzinkter Stahl in Betracht. Die Lamellenverkleidung ist nicht wasserdicht, bietet also keinen Schutz vor Bewitterung, die dahinterliegende Wand muss daher wetterfest ausgeführt werden.



Waagrecht angeordnete Holzlamellenfassade an einem Neubau



Unbehandelte Holzverschalung mit vertikal verlaufenden Brettern

Resistenzklassen

Bleibt die Holzfassade auf Dauer ohne Oberflächenbehandlung, dann verändert sie allmählich ihre ursprüngliche Farbe und Oberflächenstruktur. Das Holz wird grau durch Abwitterung, Besiedelung mit Mikroorganismen und Verschmutzung. Dies gilt ohne Ausnahme für alle Holzarten. Die oberflächlichen Veränderungen beeinflussen jedoch die Festigkeit des Holzes nicht.



Dachaufstockung als Holzbau mit Holzfassade

Für Fassaden eignen sich besonders diejenigen Holzarten, die eine geringe Saugfähigkeit für Wasser und eine zumindest mittlere Dimensionsstabilität aufweisen. An die natürliche Dauerhaftigkeit sind keine besonderen Anforderungen zu stellen, weil Fassadenbekleidungen gut durchlüftet sind, eher dünne Querschnitte haben und Hirnholzanschnitte geschützt sind (bzw. sein sollten).

Kardinalfrage: Fichte oder Lärche?

Unabhängig von der Holzart: Schon nach ca. zwei Jahren Wetterexposition sind unbehandelte Hölzer in nahezu gleichem Maße vergraut. Es lohnt sich daher nicht, angeblich „wetterresistente“ (und zumeist teure) Hölzer den bewährten einheimischen Nadelhölzern vorzuziehen, d.h. für Fassadenbekleidungen beispielsweise die (meist) importierte Lärche statt der heimischen Fichte einzusetzen.

Welche Holzart auch immer Sie wählen – wird die Fassade konstruktiv richtig ausgeführt, erreicht eine unbehandelte Holzfassade eine Lebensdauer von vielen Jahrzehnten.

RESISTENZKLASSEN NACH DIN 68364 (EN 350)

Holzart ¹	Natürliche Dauerhaftigkeit ²	Saugfähigkeit für Wasser	Dimensionsstabilität
Nadelhölzer			
Douglasie	3–4	sehr gering	mittel
Fichte	4	gering	mittel
Hemlock	4	mittel	mittel
Lärche	3–4	gering	mittel
Kiefer/Föhre	3–4	gering	mittel
Tanne (Weißtanne)	4	mittel	mittel
Redwood, kalifornisches	2	mittel	groß
Western Redcedar	2	gering-mittel	groß
Laubhölzer			
Buche	5	sehr groß	gering
Edelkastanie	2	gering	mittel
Eiche	2	gering	mittel
Esche	5	groß	gering
Robinie (falsche Akazie)	1–2	sehr gering	mittel

¹ Nur Kernholz.

² 1 = sehr dauerhaft, 2 = dauerhaft, 3 = mäßig dauerhaft, 4 = wenig dauerhaft, 5 = nicht dauerhaft.



Ehemalige Scheune zum Wohnhaus umgebaut: Die neue, mit Leisten überdeckte und naturbelassene Holzverschalung folgt dem alten Vorbild.

Konstruktionsdetails für Holzfassaden

Die Lebensdauer einer Holzfassade hängt ganz wesentlich von einer einwandfreien Planung, Konstruktion und handwerklichen Ausführung ab. Wichtigstes Kriterium ist, dass sämtliche Hölzer nach Befeuchtung rasch abtrocknen können. Gerade im Anschlussbereich von Fenstern, Türen oder Gebäudeecken dürfen keine Angriffspunkte entstehen, die über einen längeren Zeitraum durchfeuchtet sind. Sonst tritt Fäulnis ein. Durch holzerstörende Pilze verliert das Holz

seine Festigkeit. Weder chemischer Holzschutz noch resistente Hölzer können diesen Prozess auf Dauer aufhalten.

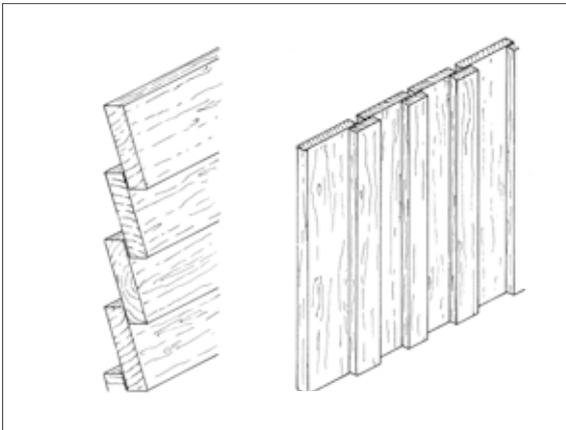
Wie bereits erläutert, ist der biogene Zersetzungsprozess nicht zu verwechseln mit dem Vergrauen des Holzes. Dies ist ein natürlicher Vorgang, der bei allen Hölzern im Freien auftritt, der aber keinen Einfluss auf die Festigkeit des Holzes hat und deshalb auch die Lebensdauer des Holzes nicht wesentlich beeinträchtigt.

Konstruktiver Holzschutz dagegen hat einen entscheidenden Einfluss auf die Lebensdauer. Zu den konstruktiven Holzschutzmaßnahmen zählen:

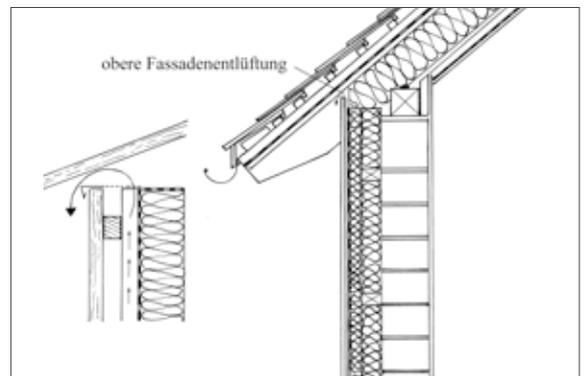
- genügend Dachüberstand einplanen (≥ 30 cm),
- Niederschlagswasser rasch ableiten, am besten in Faserichtung des Holzes,
- untere Kante senkrechter Holzverschalungen als Tropfkante ausbilden,
- bei vertikalen Stößen waagrechter Bretter mindestens 1 cm Fugenbreite einhalten,
- Holzfassaden gut hinterlüften, mit Lüftungsschlitzen unten und oben (auch an Fenster- und Türöffnungen),
- Holz aus Spritzwasserbereich heraushalten.



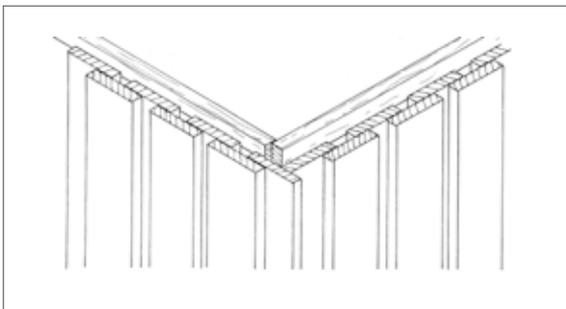
Belüftungsbleche im Sockelbereich: Stülpschalung in handwerklich sauberer Eckausbildung. So haben die Stirnseiten der Bretter Luft zum Trocknen.



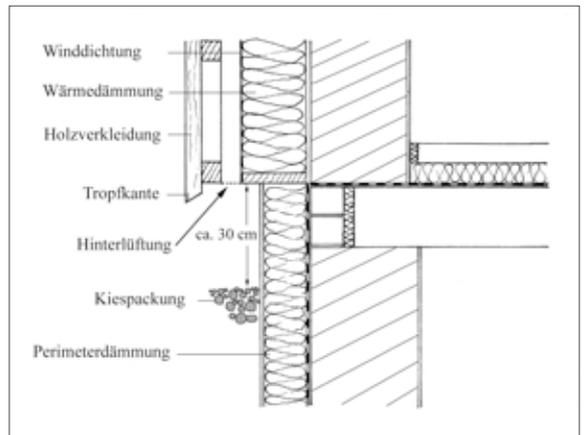
Natürlicher Holzschutz: Die vertikale Anordnung der Bretter sorgt für schnelleren Abfluss des Regenwassers und bessere Trocknung.



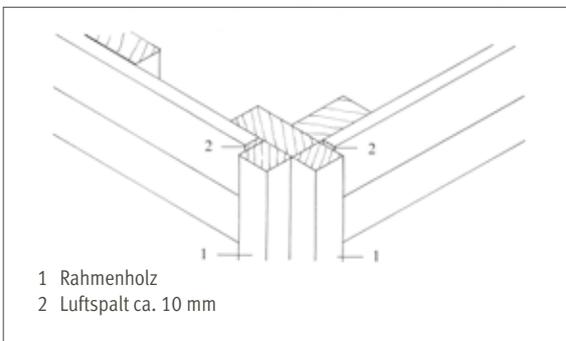
Dachanschluss mit Entlüftung



Eckausbildung bei vertikaler Holzverschalung



Spritzwasserbereich bei Kiesschüttung ca. 30 cm Höhe, bei glatten Böden und starker Bewitterung bis zu 50 cm Höhe



Eckausbildung bei waagrechter Holzverschalung

Oberflächenbehandlung

Vorausgesetzt, die Konstruktion und handwerkliche Ausführung der Holzfassade sind einwandfrei und die Umgebungsbedingungen lassen eine längerfristige Durchfeuchtung nicht erwarten, ist eine Gefährdung des Holzes durch holzerstörende Pilze nicht zu erwarten. Chemischer Holzschutz ist damit überflüssig und, wenn man die Auswirkungen auf die Umwelt bedenkt, gänzlich unerwünscht.

Dem Wetter ausgesetzt, verliert eine unbehandelte Fassade schon innerhalb weniger Monate den Farbton frisch geschnittenen Holzes. Sie verfärbt sich je nach Exposition: Bräunung bei regengeschützten, Vergrauung bei beregneten Partien. Eine dunkler werdende und sich oftmals unregelmäßig verfärbende Fassade ist nicht jedermanns Geschmack. Dann muss zum Farbtopf gegriffen werden. Allerdings ist zu bedenken: Wer sich für einen Farbanstrich entscheidet, muss auch dabei bleiben, d. h., ohne laufenden Unterhalt geht es nicht. Bei lasierender Oberflächenbehandlung ist an direkt beanspruchten Süd- und Westseiten alle zwei bis vier Jahre ein Renovierungsanstrich nötig. Kommen auch noch Gerüstkosten zu den Anstricharbeiten hinzu, kann eine oberflächenbehandelte Holzfassade teuer werden. Unbehandelt belassene Holzfasaden benötigen dagegen praktisch keinen Unterhalt.

Lasuranstriche sollten als UV-Schutz pigmentiert sein. Ein hellerer Farbton ist günstiger als ein dunkler, zumal der Farbton von Anstrich zu Anstrich ohnehin etwas nachdunkelt. Zu dunkle Farbtöne sollten vermieden werden. Insbesondere an stark sonnenbeschienenen Fassaden bildet das Holz sonst schnell Risse. Für sämtliche Holzlacke und -lasuren gilt, dass stets auf vollständige Deklaration der Inhaltsstoffe zu achten ist.



Holzlasuren gibt es in vielen Farbtönen.

Lasuranstriche sind transparent, d. h., die natürliche Holzmaserung bleibt erkennbar. Lasuren sind gut dampfdurchlässig und ermöglichen ein rasches Austrocknen des Holzes. Bei Lackfarben ist die Beschichtung deckend ausgeführt. Lackfarben müssen nicht so häufig erneuert werden wie Lasuren. Die Vorbereitungen für einen Erneuerungsanstrich sind jedoch aufwendiger. Aufgeplatzte und abblätternde Lackschichten müssen entfernt, Risse ausgebessert und der alte Farbanstrich aufgeraut werden.

Was die Gewährleistung von Standzeiten betrifft, kann man von Herstellerseite nicht mit großen Versprechungen rechnen. Schließlich hängt die Haltbarkeit der Fassadenfarben von sehr vielen Faktoren ab – nicht zuletzt auch von der Qualität der Verarbeitung.

Verfahren ohne Oberflächenbehandlung

Wird eine Holzfassade neu errichtet, bestehen Alternativen zur Oberflächenbehandlung:

Bei der thermischen Behandlung ab Werk wird das Holz unter kontrollierten Bedingungen erhitzt, um physikalische Eigenschaften und die Widerstandsfähigkeit zu verbessern.

Bei der Vorpatinierung wird das Holz der Witterung sowie Bläuepilzen ausgesetzt, um die Vergrauung der Oberfläche zu beschleunigen und zu vereinheitlichen.



Farbige Akzente in naturbelassener Lärchenholzfassade, Fensterrahmen und Fensterläden deckend gestrichen

12 HOLZFENSTER

Bei der Sanierung von Gebäuden ist oftmals zu entscheiden, ob die Instandsetzung vorhandener Fenster noch lohnt oder ob ein Ersatz durch Neufenster sinnvoller ist. Stehen Aspekte des Wärmeschutzes im Vordergrund, genügen Fenster der Baujahre 1980 und älter längst nicht mehr den Vorgaben des Gebäudeenergiegesetzes (GEG). Sowohl bei der Verglasung sowie den Rahmenprofilen als auch bei der Luftdichtigkeit sind im Fensterbau große Fortschritte erzielt worden. Einfache Isolierglasfenster haben sich über die Jahre zu hochkomplexen technologischen Bausystemen entwickelt, die Funktionen wie Wärmeschutz, Schallschutz, Sonnenschutz, Brandschutz, Lichtdurchlässigkeit und Luftdichtigkeit gleichermaßen unter einen Hut bringen. Speziell für Passivhäuser wurden hochwärmegedämmte Fenster entwickelt, bei denen der Wärmegegewinn im ganzjährigen Mittel die Wärmeverluste mehr als ausgleicht.

Doch bevor ein altes Fenster vorschnell ausgetauscht wird, muss die bauliche Situation vor Ort von einem Fachmann begutachtet werden. Denn oft ist bei Einbau neuer Fenster auch die Wärmedämmung der Außenwände zu verbessern, um Kondensatbildung bzw. Schimmelbildung an Innenwänden von vornherein auszuschließen.

Fenstersysteme

Was als Passivhausstandard für Fenster und Außentüren bereits eingeführt ist, wird in absehbarer Zukunft generell Stand der Technik im Neubau sein. Zu den technischen Standards zählen heute Dreischeibenverglasungen genauso wie wärmegedämmte Rahmenprofile. Passivhausfenster erreichen U-Werte $\leq 0,85 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$. Noch sieht das Gebäudeenergiegesetz (GEG) für den Einbau neuer Fenster einen U_w -Wert von $1,3 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ vor. Fenster, die älter als 30 Jahre sind, liegen in der Regel bei U_w -Werten $\geq 2,0 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ und sollten zur Verbesserung des Wärmeschutzes baldigst ausgetauscht werden.

Für baukulturell wertvolle ältere Fenster aus Holz bietet sich daneben die Möglichkeit, durch Überarbeiten und Einsatz neuer Fenstertechnologie sowohl Wärmedämmung als auch Schallschutz und Luftdichtigkeit zu verbessern ein Vorteil gegenüber Fenstern aus Kunststoff- oder Metallrahmen, die sich in der Regel nicht aufarbeiten lassen!



Fenster geben der Fassade ihr Gesicht. Das Verhältnis der Fenster zu den Wandflächen muss ausgewogen sein. Beim Altbau sollte sich insbesondere die Sprosseneinteilung der Fenster im Maßstab der Fassade wiederfinden.



Schnitt durch ein Passivhausfenster mit Holzrahmen (Sigg-Fenster): Dreifachverglasung, wärmegedämmte Rahmenprofile, zwei bis drei Dichtungsebenen und die Ausbildung des Scheibenrandverbundes als „warme Kante“ zeichnen ein Holzfenster von hoher Qualität aus.

U-WERTE VON FENSTERSYSTEMEN NACH BAUART UND BAUJAHR

Durchschnittliche U-Werte in $W/(m^2 \cdot K)$	4,20 (4,65–3,50)	2,55 (2,68–2,36)	1,41 (1,72–1,10)	1,15/0,80 (1,49–0,74)	
Fenster und Türen mit Holzrahmen	Bauart	Einfachverglasung	Doppelverglasung (Isolierverglasung)	Zweifach-Wärmeschutzverglasung	Dreifach-Wärmeschutzverglasung/Passivhausstandard
	Alter	vor 1977	vor 1984	1984 bis heute	heute im Niedrigenergiehaus/Passivhaus

Fensterkonstruktion

Man unterscheidet bei älteren Fenstern zwischen:

- Einfachfenster
- Verbundglasfenster
- Kastenfenster

Handelsüblich sind heute **Einfachfenster**, bei denen der Fensterflügel aus einem einzigen Rahmen besteht.

Bei **Verbundglasfenstern** werden zwei Rahmen aneinandergeklinkt; man kann die beiden Rahmen beispielsweise zum Fensterputzen auseinandernehmen. Verbundglasfenster finden im modernen Fensterbau keine Anwendung mehr.

Kastenfenster bestehen aus zwei durch den Kastenrahmen getrennt voneinander angeordneten Fensterflügeln, dem Außen- und dem Innenflügel. Kastenfenster finden sich vor allem noch in denkmalgeschützten Gebäuden. Sie lassen sich meist mit wenig Aufwand instand setzen und können hervorragende Schallschutz- und Wärmeschutzwerte erreichen. Der Kastenrahmen aus Holz sorgt zudem für einen bauphysikalisch günstigen Bauteilanschluss im Laibungsbereich, was Bauschäden durch Feuchtigkeit und Schimmelbildung vorbeugt.

Art des Rahmens

Folgende Rahmenarten sind gebräuchlich:

- Holzrahmen
- Kunststoffrahmen (PVC)
- Metallrahmen (vorwiegen Aluminium)

Holzfenster haben gegenüber Kunststofffenstern zunehmend einen schweren Stand, denn Kunststofffenster sind langlebig und beanspruchen kaum Pflege. Trotzdem spricht viel für das Holzfenster: Es lässt sich selbst nach langjähriger Nutzung oder bei Beschädigung im Gegensatz zu Fenstern aus Kunststoff oder Metall leicht und vor allem wirtschaftlich reparieren bzw. restaurieren. Regelmäßige Pflege und Wartung sichern eine lange Lebensdauer. Abdeckungen aus Aluminium- oder PVC-Profilen an wetterexponierten Teilen wie z. B. Wetterschenkeln wirken zusätzlich lebensverlängernd. Hochwertige Lacke und Lasuren tragen überdies zum Schutz der Rahmen bei.

Geeignete Holzarten für Rahmenprofile sind Kiefer, Lärche und Fichte; für hochwertige Rahmen z. B. bei Brandschutzfenstern wird auch Eiche eingesetzt. Vorsicht bei Fenstern aus Tropenholz (Meranti, Mahagoni u. a.): Hier sollte zumindest ein FSC-Zertifikat vorliegen.

Art der Verglasung

Folgende Fensterverglasungen trifft man an:

- Einfachverglasung
- Zweifachverglasung mit Isolierverglasung oder Infrarotbeschichtung (Wärmeschutzverglasung)
- Dreifachverglasung mit Isolierverglasung oder Infrarotbeschichtung (Wärmeschutzverglasung)

Der Unterschied zwischen Isolierverglasung und Wärmeschutzverglasung lässt sich durch den Feuerzeugtest feststellen: Feuerzeug vor die Scheibe halten, sodass die Spiegelungen der Flamme in den Scheiben sichtbar werden. Es zeigen sich bei zwei Scheiben vier Spiegelbilder (jeweils auf der vorderen und hinteren Oberfläche beider Scheiben). Haben alle Spiegelbilder die gleiche Farbgebung, ist es Isolierglas. Zeigen sich ein oder zwei Flammenspiegelbilder mit Grün- oder Rotstich, handelt es sich um beschichtetes Glas. Beim Wärmedämmeffekt bringt die Infrarotbeschichtung eine wesentliche Verbesserung gegenüber normalem Isolierglas. Die sogenannte Wärmeschutzverglasung ist heute Stand der Technik.

GEG-ANFORDERUNGEN AN FENSTER UND TÜREN

Fenster und Fenstertüren: Ersatz oder erstmaliger Einbau; Einbau zusätzlicher Vor- oder Innenfenster	$U_E 1,3 W/(m^2 \cdot K)$
Dachflächenfenster	$U_E 1,4 W/(m^2 \cdot K)$
Fenster, Fenstertüren: bei Ersatz der Verglasung oder verglasten Flügelrahmen	$U_E 1,1 W/(m^2 \cdot K)$
Außentüren (erstmaliger Einbau)	$U_E 1,8 W/(m^2 \cdot K)$
Fenster, Fenstertür: bei Ersatz der Sonderverglasung	$U_E 1,6 W/(m^2 \cdot K)$

Quelle: Bayerische Ingenieure-Kammer: GEG 2020 und Änderungen GEG 2023

Hinweis: Ersatz von Verglasungen: Hinweise auf technische Begrenzung Rahmen (Verzicht auf Glasanforderung, wenn Rahmen nicht geeignet), Gläser mit $U_E 1,3 W/(m^2 \cdot K)$ erfüllen dann die Anforderungen.

Fenstereinbau

Vor dem Fenstereinbau ist die Wandöffnung so weit vorzubereiten, dass im Bereich Bauteilanschluss ein Luftspalt von ca. 1 cm verbleibt. Laibungsflächen, die Risse und Vertiefungen aufweisen, werden mit dem Glättspachtel beigeputzt. Auf den Fensterstock ist umlaufend ein vorkomprimiertes Dichtungsband aufzukleben. Nach dem Aufquellen dichtet dieses Band den Luftspalt ab. Verbleiben Hohlräume, werden diese mit Hanfwolle ausgestopft.



So nicht: Fenstereinbau im Schnellverfahren mittels Bauschaum. Anschlussfugen lassen sich auch umweltfreundlich mit Baumwolle, Hanf- oder Flachswollezopf ausstopfen. Aber: Die Bauteilfuge ist normgemäß mit vorkomprimiertem Dichtungsband, Klebeband, Acryl- oder Silikonfuge luftdicht zu schließen (siehe Bild unten). Ein Schwachpunkt beim Rückbau, denn ein sortenreines Trennen der Komponenten ist praktisch ausgeschlossen.



Abdichtung und Überbrückung von Bauteilanschlüssen mit speziellem Klebeband, das eingeputzt werden kann.

Beschichtung

Fenster sind extremen Witterungseinflüssen ausgesetzt. Fenster aus Holz bestehen aus maßhaltigen Bauteilen, deren Schutz und Pflege unbedingt erforderlich ist. Sowohl für Lacke als auch für Lasuren stehen zertifizierte Beschichtungssysteme zur Auswahl. Die bewährte Lösung ist Weißlack. Dunkle Farben sollten vermieden werden. Unter Sonnenstrahlung heizt sich das Holz sonst stärker auf und reißt. Die Beschichtung soll die Holzbauteile nachhaltig schützen und eine langjährige Beständigkeit des Oberflächenschutzes garantieren. Daneben darf aber eine regelmäßige Pflege und Kontrolle der Fenster nicht vernachlässigt werden. Ratsam ist es, jährlich einmal, am besten vor Beginn der Heizperiode, einen prüfenden Blick auf den Witterungsschutz von Farbe oder Lasur zu werfen. Meist finden sich nur ein paar kleinere Stellen abgeplatzter oder schlecht sitzender Farbe, die sich leicht ausbessern lassen. Wartet man dagegen Jahre mit der Renovierung, sind aus den kleinen Schäden große geworden, weil Feuchtigkeit ins Holz gedrungen ist und nur noch schlecht oder gar nicht mehr heraustrocknet. Dann wird ein noch junges Fenster schnell zum Sanierungsfall. Dabei waren schon unsere Vorfahren in der Lage, Holzfenster über viele Jahrzehnte und sogar Jahrhunderte zu erhalten.

Solche Schätze gilt es auch weiterhin zu pflegen und an die Nachwelt weiterzugeben.

Holzfenster aufarbeiten

Es ist in jedem Fall angeraten, zuerst eine Aufarbeitung der alten Holzfenster zu prüfen. Gut erhaltene Holzrahmen brauchen oft nur neue Scheiben. Das Gebäudeenergiegesetz (GEG) schreibt hier einen Ersatz von Fenstern und Fenstertüren und bei Einbau zusätzlicher Vor- oder Innenfenster einen U_w -Wert von $1,3 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ vor. Bei Ersatz der Verglasung oder verglasten Flügelrahmen ist ein U -Wert von $1,1 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ einzuhalten. In Ausnahmefällen, z. B. wenn die Rahmenbreite für 3-fach Isolierverglasung nicht ausreicht, kann der U_g -Wert max. $1,3 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ betragen. Da moderne Zweifach- und Dreifach-Isoliervergläser wesentlich dicker sind als Einflügelrahmen, müssen die Rahmen häufig ausgefräst und aufgedoppelt werden. In jedem Fall sollten auch Dichtungen zwischen Blendrahmen und Flügel nachgerüstet werden. Aufgeklebte Dichtungsbänder aus dem Baumarkt halten nur sehr begrenzt. Wesentlich solider sind Falzdichtungen, die in die eingefräste Nut eingelegt werden. Bei Kastenfenstern werden nur die inneren Flügel mit Dichtungen versehen, damit der Kastenraum von außen durch die Undichtigkeiten der Außenflügel belüftet bleibt.

Schließen dagegen die äußeren Flügel dicht, sollten die Laibungen im Kastenraum mit einer Wärmedämmschicht versehen werden. Sonst kann sich durch anfallendes Tauwasser mit der Zeit Schimmel an den Laibungswänden bilden.

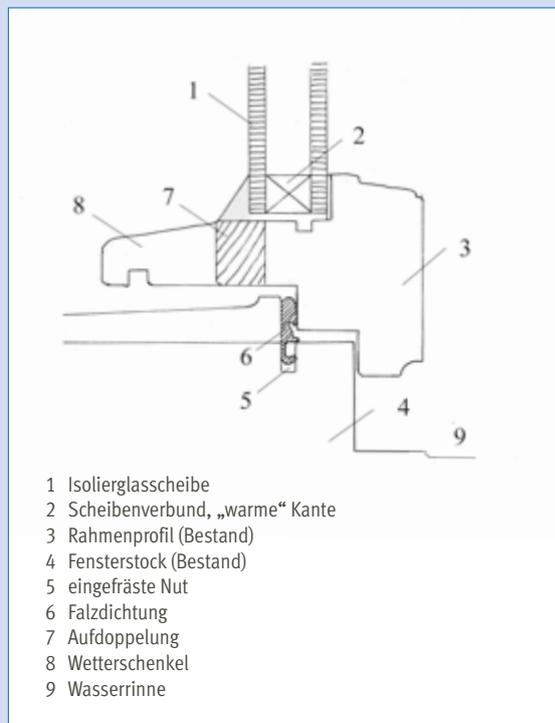
ANWENDUNGSBEISPIEL 1: EINSCHIEBENGLASFENSTER INSTANDSETZUNG UND THERMISCHE VERBESSERUNG

	U-Wert alt	U-Wert neu
Instandsetzung und thermische Verbesserung mit Zweifach-Wärmeschutzisolierverglasung	4,2 W/(m ² · K)	≥ 1,3 W/(m ² · K) (Rechenwert)

Beispiel

Ausgangssituation: Die Fenster mit ihren sehr schmalen Profilen sind mit einer Einfachscheibe verglast.

Aufgabe und Ausführung: Erhaltung und energetische Verbesserung der historischen Holzfenster. Instandsetzen der Fenster und Beschläge, Dichtungseinbau, Aufdoppelung der Fensterflügel außenseitig für Isolierglasscheiben, Verglasung mit Dreieckfase, Beschichtungsarbeiten. Planung und Ausführung: Zoller & Prantl, Haiming, Tirol



- 1 Isolierglasscheibe
- 2 Scheibenverbund, „warme“ Kante
- 3 Rahmenprofil (Bestand)
- 4 Fensterstock (Bestand)
- 5 eingefräste Nut
- 6 Falzdichtung
- 7 Aufdoppelung
- 8 Wetterschenkel
- 9 Wasserrinne

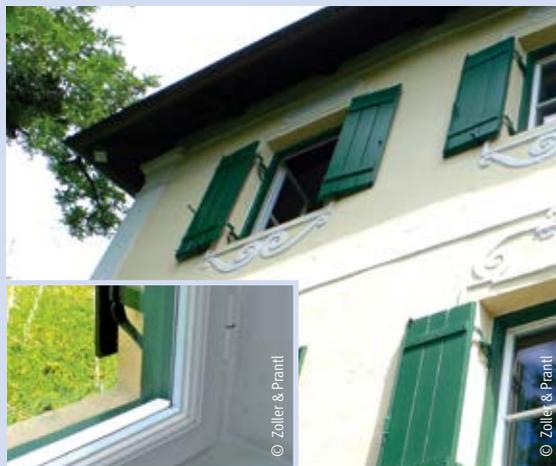
Thermische Verbesserung eines bestehenden Einfachglasfensters mit Isolierglasscheibe

ANWENDUNGSBEISPIEL 2: VERBUNDFENSTER MIT SYSTEMUMBAU

	U-Wert alt	U-Wert neu
Renovieren der bestehenden Verbundfenster mit Systemumbau auf Isolierglasfenster	3,5 W/(m ² · K)	≥ 1,3 W/(m ² · K) (Rechenwert)

Beispiel

Aus zwei mach eins: Renovieren der bestehenden Verbundfenster mit Systemumbau auf Isolierglasfenster. Durch diese Lösung wird ein Fensteraustausch verhindert, und die Fenster können inkl. Beschläge und Fensterläden vollständig erhalten werden. Die vorgeschriebenen Werte für die thermische Verbesserung der Fenster werden problemlos erreicht. Planung und Ausführung: Zoller & Prantl, Haiming, Tirol

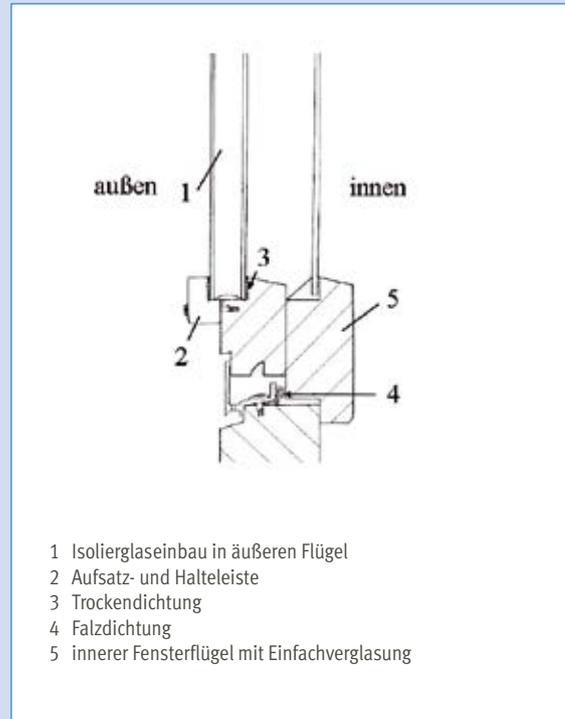


ANWENDUNGSBEISPIEL 3: VERBUNDFENSTER MIT ISOLIERGLASEINBAU

	U-Wert alt	U-Wert neu
Einbau eines Isolierglasfensters im äußeren Flügel	3,5 W/(m ² · K)	≥ 1,3 W/(m ² · K) (Rechenwert)

Beispiel

Einbau eines Isolierglasfensters im äußeren Flügel des Verbundfensters. Die Halteleisten der neuen Scheibe dienen gleichzeitig als Aufdoppelung. Die innere Scheibe bleibt im Original als Einfachglas bestehen. Planung: Umweltzentrum Tübingen



- 1 Isolierglaseinbau in äußeren Flügel
- 2 Aufsatz- und Halteleiste
- 3 Trockendichtung
- 4 Falzdichtung
- 5 innerer Fensterflügel mit Einfachverglasung

Thermische Verbesserung durch außen liegende Isolierverglasung

ANWENDUNGSBEISPIEL 4: KASTENFENSTER INSTANDSETZUNG

	U-Wert alt	U-Wert neu
Instandsetzung Kastenfenster mit Wärmeschutz-Isolierglaseinbau, Dichtung, Wetterschutz	2,4 W/(m ² · K)	≥ 1,12 W/(m ² · K) (Rechenwert)

Beispiel

Instandsetzung und Renovierung der Kastenfenster mit Isolierglaseinbau, Dichtung, Wetterschutz und Beschichtung. Fenster dieser Bauart erreichen hervorragende Wärmeschutz- und Schallschutzwerte. Planung und Ausführung: Zoller & Prantl, Haiming, Tirol



ANWENDUNGSBEISPIEL 5: KASTENFENSTER INSTANDSETZUNG

	U-Wert alt	U-Wert neu
Denkmalschutzgerechte Instandsetzung der Außenflügel und Fensterläden, Einbau von neuen Innenflügeln mit Isolierglaseinbau und Dichtung; Wetterschutz, Beschichtung	2,4 W/(m ² · K)	≥ 1,12 W/(m ² · K) (Rechenwert)

Beispiel

Die bis auf die Barockzeit zurückweisenden Kastenfenster sind im Außenflügel denkmalschutzgerecht mit den Originalrahmen und -beschlägen restauriert und mit einem neuen Innenflügel aus Wärmeschutzglas mit Rahmendichtung und dicht schließenden Beschlägen modernisiert. Planung: Peter Schell, Plieningen



ANWENDUNGSBEISPIEL 6: FENSTERRENOVIERUNG MIT ISOLIERVERGLASUNG UND FENSTERFLÜGEL-NACHBAU

	U-Wert alt	U-Wert neu
Thermische Fensterrenovierung mit Isolierverglasung und Fensterflügel-Nachbau	4,2 W/(m ² · K)	≥ 1,5 W/(m ² · K) (Rechenwert)

Beispiel

Sanierungskonzept: Erhaltung der alten Futterstöcke und Fensterläden, Nachbau von neuen Fensterflügeln in heimischer Lärche Natur geölt, Beibehaltung der alten Profile und Rahmenbreiten, Anschlag mit Fitschenbändern.

Ausführung: Instandsetzen der Futterstöcke, Dichtungseinbau, Verändern der Stockfälze und Wasserablaufprofile, Verglasung mit Dreiecksfase, Wärmeschutzisoliertes Glas-Außenscheibe mit welligem Goetheglas zur Erhaltung des alten Erscheinungsbildes. Planung und Ausführung: Zoller & Prantl, Haiming, Tirol



13 HOLZBÖDEN

Holz eignet sich ideal als Bodenbelag. Mit glatt geschliffener und natürlich behandelter Oberfläche sind Holzböden pflegeleicht, strapazierfähig und altersbeständig. Sie haben die Eigenschaft, Feuchtigkeit aus der Raumluft aufzunehmen und zu puffern. Bei zu trockener Raumluft wird die Feuchtigkeit aus dem Holz langsam wieder abgegeben.

Holzauswahl

Für Holzfußböden stehen sowohl Nadel- als auch Laubhölzer zur Wahl. Bei den Nadelhölzern sind Fichte, Kiefer und Lärche am gebräuchlichsten. Nadelhölzer werden vorwiegend für Dielenböden aus Nut- und Federbrettern eingesetzt. Harthölzer wie Eiche, Buche oder Ahorn sind die klassischen Hölzer für Parkettböden. Sie eignen sich z. B. für Verlegearten als Schiffsboden-, Fischgrät oder Mosaikparkett. Ein Auswahlkriterium für die Holzstärke ist der Brinell-Grad, je höher die Kennzahl, desto härter das Holz.

HÄRTEGRADE VON HOLZARTEN

Holzart	Härtegrad nach Brinell
Fichte/Tanne	1,2
Kiefer	1,8
Lärche	2,2
Birke	2,8
Erle	2,8
Ahorn (europäisch)	2,9
Eiche	3,4
Buche	3,5
Esche	3,7
Bergahorn (europäisch)	4,0
Robinie (Akazie)	4,2
Bambus	4,5

Nadelschnittholz wird nach A- und B-Klasse sortiert. Holzware der A-Sortierung ist weitgehend frei von Rissen, Durchfallästen und Dreh- oder Krümmwuchs. Gute Qualität zeichnet sich zudem durch einen geringen Astanteil aus.

Verlegearten

Dielenböden werden auf eine Unterkonstruktion aus Lagerhölzern genagelt oder geschraubt, wobei sich im Zeitalter des Akkuschraubers das Schrauben durchgesetzt hat. Wichtig ist das „Dichtholen“ der Bretter, um die Bretter fugenfrei anzuschließen. Auf Dauer lässt sich die Fugenbildung



Neu hergerichteter Holzdielenboden



Verlegung von Stabparkett in Kleberbett

jedoch nie ganz vermeiden, weil das Holz infolge Feuchte-schwankungen stets „arbeitet“.

Parkettböden werden in der Regel auf einem plattenförmigen Untergrund verlegt, entweder als Klebeparkett oder als Nut- und Federsystem durch einfaches Aneinanderschließen der Parkettelemente (z. B. Klickparkett). Ob Dielenboden oder Parkett – Holzböden sollten immer schwimmend verlegt und, um Trittschallübertragung zu vermeiden, nicht mit der Rohdecke direkt verbunden sein. Dies erleichtert auch die spätere Trennbarkeit der Fußbodenschicht.



Gut erhaltener und gepflegter Holzdielenboden: Fugenbildung und Ergänzungen gehören zu einem in Würde gealterten Dielenboden.

Holzböden in alten Häusern

Fußböden sind die am meisten beanspruchten Bauteile eines Hauses. Von vielen Füßen getreten, dem Schmutz und der Nässe ausgesetzt, sind sie beispielsweise in nicht unterkellerten Räumen auch noch von unten durch Fäulnis bedroht. Ein guter Unterbau ist deshalb sehr wichtig für die Langlebigkeit eines jeden Holzbodens. In alten Häusern liegen Holzböden nicht selten auf schwachen Lagerhölzern in einer Schüttung aus Kies oder Bauschutt. Die Lagerhölzer sind teilweise oder ganz vermorscht. Fehlt eine Abdichtung gegen Bodenfeuchtigkeit und sind Holzböden zusätzlich mit Belägen aus Linoleum oder PVC abgedeckt, kann das feuchte Holz nicht mehr austrocknen. Modergeruch kündigt dann die unvermeidliche Holzzerstörung an. Auch über alten Kellern und Gewölben sehen Holzböden häufig kaum besser aus, weil hier in der Regel ebenfalls keine Feuchtigkeitsdichtung von unten und keine ausreichende Unterlüftung vorhanden ist.

Zur Erneuerung des Bodens werden Dielen und Parkettböden, sofern noch brauchbar, möglichst zerstörungsfrei ausgebaut. Gesunde Bretter lagert man zur Wiederverwendung trocken und luftig. Alte Dielen- und Parkettböden stellen ein wertvolles Kulturgut dar und sollten nicht einfach entsorgt werden. Einzelne beschädigte Bretter lassen sich ergänzen. Der Hauptvorteil von Holzböden ist: Sie können abgeschlif-

fen werden und sind mit einer Oberflächenbehandlung aus Öl oder Wachs wieder über viele Jahre voll gebrauchsfähig.

Wärmeschutz, Schallschutz, Feuchteschutz

Je nach Lage im Gebäude müssen Holzböden mitsamt Unterbau auf die jeweilige bauliche Situation ausgerichtet werden. Im erdberührten Bereich sind neben wärmeschutztechnischen auch feuchtetechnische Gesichtspunkte zu beachten. Dies gilt auch für Holzböden in Bädern und auf obersten Geschossdecken. Bei Zwischendecken stehen schallschutztechnische Aspekte im Vordergrund. Hier liegt auch das Hauptproblem alter Holzbalkendecken. Balkendecken mit Bretterboden lassen sich in den Feldern zwischen den Sparren (Fehlboden) bis zu einem gewissen Grad gegen Luft- und Trittschall dämmen. Dabei sollen die Felder möglichst vollständig mit schallschluckendem Dämmstoff gefüllt werden. Auch ein Einschub aus Sand- oder Lehmschüttung (trocken) mindert die Schallübertragung. Sowohl verbesserte Schall- als auch Wärmedämmung erreicht man z. B. mit einer Hanf-Lehmschüttung.

Bei den Dämmmaßnahmen zwischen den Balken bleiben die Deckenbalken dennoch Schallbrücken. Steht genügend Raumhöhe zur Verfügung, kann auf der Deckenoberseite

eine zweite Bodenebene mit trittschalldämmender Zwischenschicht aufgebaut werden. Kann der Boden nicht wesentlich erhöht werden, muss er herausgenommen und neu auf Filzdämmstreifen aufgelagert werden. Die Maßnahme erhöht den Bodenaufbau um lediglich ca. 15 mm.

Am effektivsten werden Schallübertragungen von Holzbalkendecken durch eine abgehängte Decke reduziert. Diese Maßnahme setzt unterseitig genügend Raumhöhe voraus. Der Luftraum über der neuen Deckenverkleidung wird mit Schalldämmmatten z.B. aus Hanffaser ausgelegt. Auf Luftdichtigkeit der Konstruktion ist zu achten.

Besondere Aufmerksamkeit erfordert die Deckenkonstruktion, wenn außen liegende Wände mit einer Innendämmung versehen werden. Hier sollte, auch wenn keine Bodensanierung ansteht, der Raum zwischen den Sparren geöffnet und die Innendämmung an die untere und obere Dämmschicht hohlraumfrei angekoppelt werden. So lassen sich Wärmebrücken sicher ausschließen (siehe Bild unten).

Bei erdberührten Böden bewohnter Räume steht neben der Wärmedämmung die Abdichtung gegen Bodenfeuchte im Vordergrund. Hier muss, um erst einmal eine ausreichende Abschottung gegen das Erdreich zu gewährleisten, vor Neuverlegung des Bodens das Erdreich etwa einen halben Meter tief ausgehoben (ausgekoffert) werden. Die weiteren Schritte sind im Kapitel „Erdberührte Böden“ (S. 70) als Anwendungsbeispiele für Bodenaufbauten in beheizten Räumen aufgeführt. Hier werden auch verschiedene Dämmvarianten und für Risikofreudige Bodenaufbauten ohne Einbau einer Feuchtigkeitssperre vorgestellt.

Wird das Bodenniveau angehoben, bringt das meist auch Änderungen bei Anschlüssen zu benachbarten Räumen, bei Türschwellen, Türblättern und Türstöcken mit sich. Hier ist im Einzelfall abzuwägen, ob ein so großer Eingriff in das

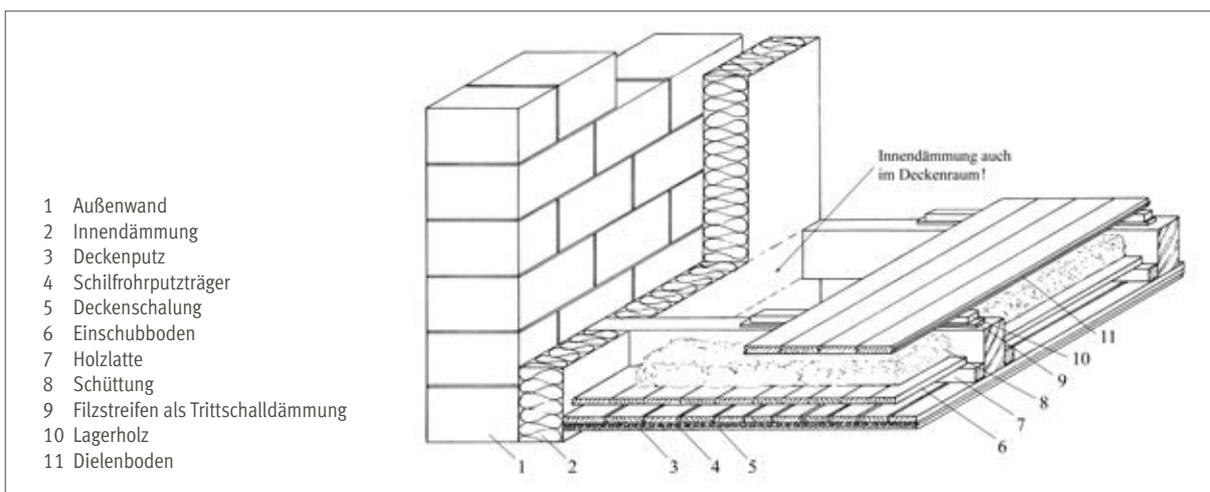
Raumgefüge überhaupt lohnt. Soll vor allem die Trittschalldämmung verbessert werden, kann man mit einem dicken Teppichboden manchmal mehr ausrichten als mit einer aufwendigen Schallentkoppelung. Auch lose ausgelegte Teppiche können schon weiterhelfen.



Hohlraumfüllung mit Lehm-Trockenschüttung



Hohlraumfüllung mit Perlite, Abdeckung mit OSB-Platten



Vermeidung von Wärmebrücken im Anschlussbereich der Holzbalkendecke



Der Autor beim Abschleifen eines Dielenbodens, der jahrzehntelang unter einem PVC-Boden begraben lag.

© Bernhard Kolb

Holzböden renovieren

Weist der Holzboden keine irreparablen Schadstellen auf, kann er gegebenenfalls abgeschliffen und neu beschichtet werden. Fachmärkte verleihen Bodenschleifmaschinen, sodass man sich an das Abschleifen auch selbst wagen kann. Ein reines Vergnügen ist diese Arbeit allerdings nicht. Die beim Abschleifen freigesetzten Feinstäube lassen sich durch Absaugvorrichtungen nur bedingt einfangen. Buchen- und Eichenstaub stehen zudem im Verdacht, krebserregend zu sein. Atemschutz ist auf jeden Fall erforderlich. Zudem sollte man mit dem Streichen der Wände warten, bis der Boden fertig ist. Mit der Wandfarbe lassen sich dann die Staubablagerung an Wänden und Decken sicher binden.

Oberflächenbeschichtung

Der fertig abgeschliffene Holzboden braucht Schutz, damit Flecken aus Wasser, Fett, Öl oder Wein und sonstiger Schmutz keine unschönen Spuren hinterlassen. Früher löste man das Problem mit Versiegelungslacken. Doch solche Lacke verschließen die Holzporen und machen damit die besonderen Eigenschaften von Holz zunichte. Selbst konventionelle Bodenleger arbeiten deshalb heute mit Ölen und Hartwachsen, die dem baubiologisch geschulten Renovierer schon lange bekannt sind. Geeignete Mittel bieten die Biofarben-Hersteller an, aber auch die konventionelle Farbenindustrie hat Hartwachs-Öle im Sortiment. Auf die vollständige Deklaration der Inhaltsstoffe sollten Sie in jedem Fall Wert legen. Reduzierte Anteile an Lösemitteln und Eignung für Kinderspielzeug (Speicheltest) sind ein gutes Zeichen.



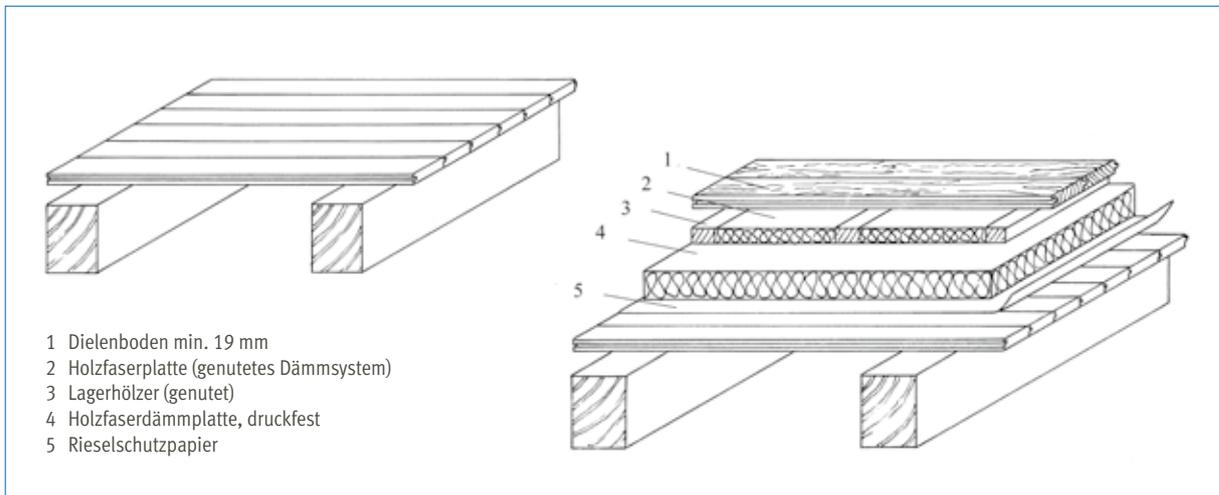
Auftrag von Fußbodenöl auf neuer Holzdielung

© Ibiografia/Adobe Stock

ANWENDUNGSBEISPIEL 1: HOLZBODEN AUF HOLZBALKENDECKE

Maßnahme:

Verbesserung von Wärmeschutz und Schallschutz



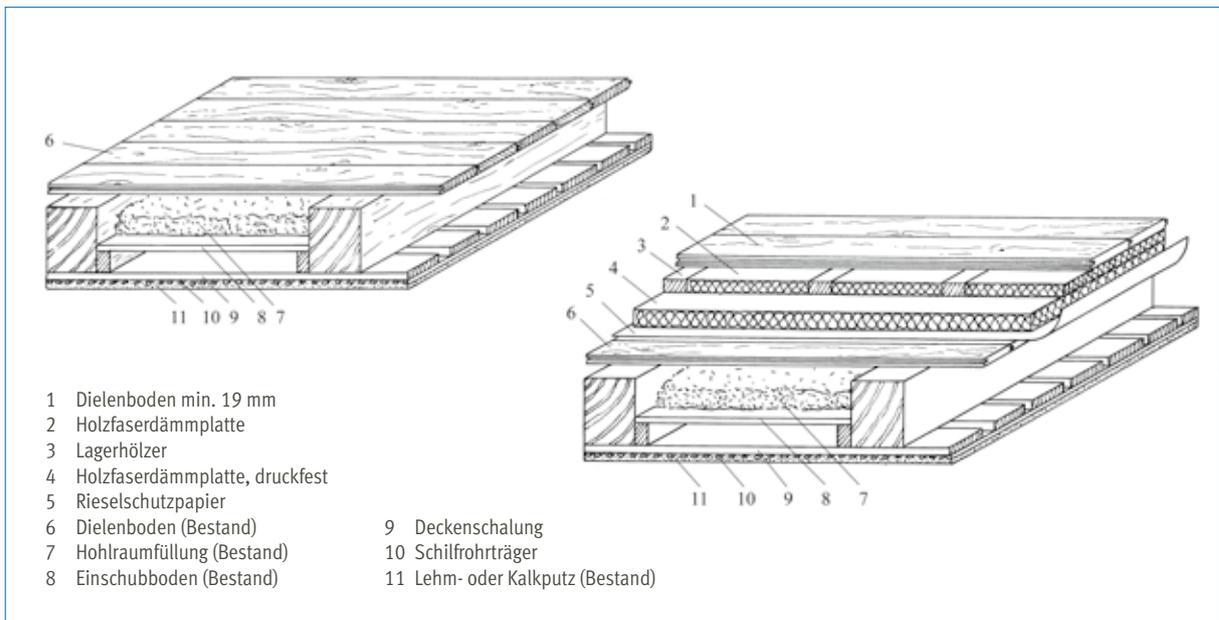
Rohboden: Holzbalkendecke mit Dielenboden (links)

Wärme- und schalltechnische Verbesserung auf der Deckenoberseite (rechts) Systemkomponenten bei Rückbau sortenrein trennbar

ANWENDUNGSBEISPIEL 2: HOLZBODEN AUF HOLZBALKENDECKE

Maßnahme:

Verbesserung von Wärmeschutz und Schallschutz



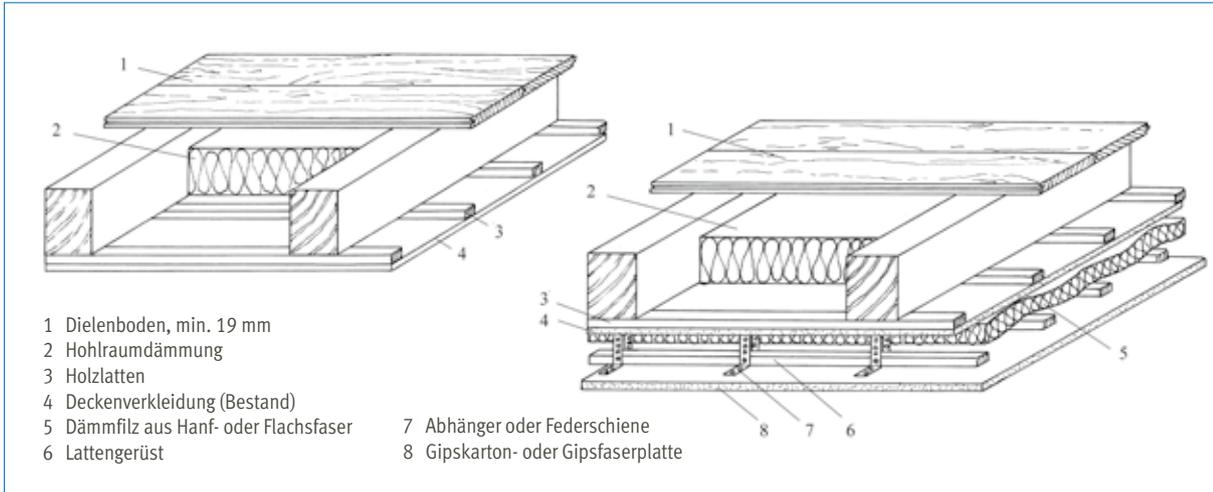
Rohboden: Holzbalkendecke im Bestand mit Einschub und Deckenverkleidung (links) Wärme- und schalltechnische Verbesserung

auf der Deckenoberseite (rechts) Neu eingebaute Systemkomponenten bei Rückbau sortenrein trennbar

ANWENDUNGSBEISPIEL 3: HOLZBODEN AUF HOLZBALKENDECKE

Maßnahme:

Verbesserung von Wärmeschutz und Schallschutz



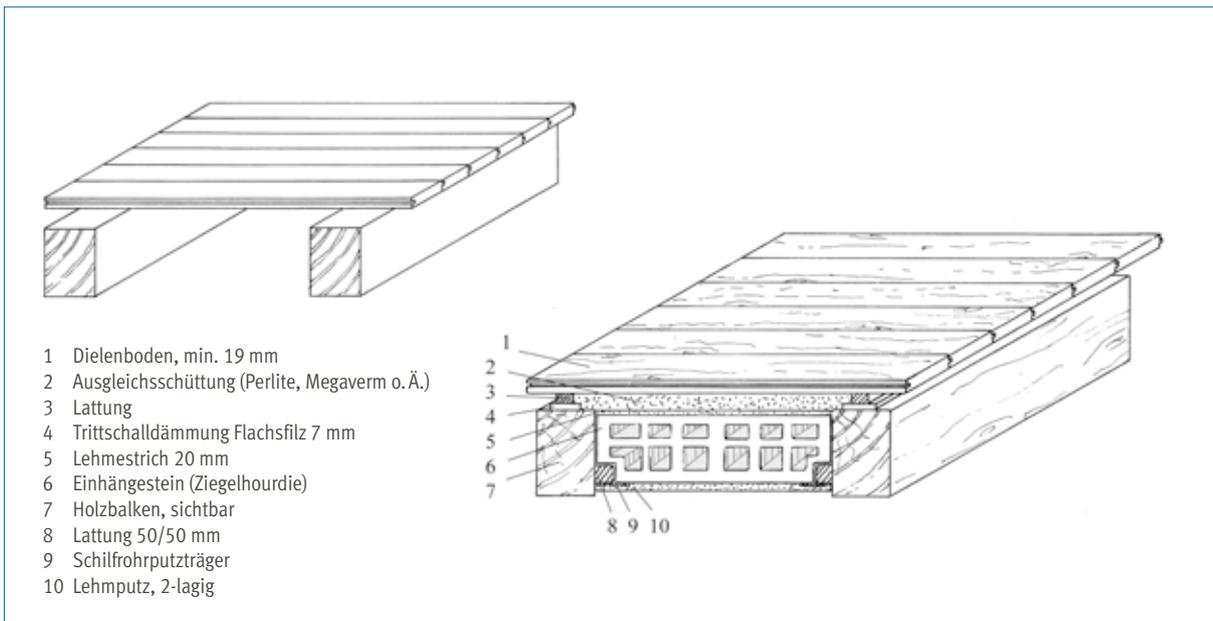
Rohboden: Holzbalkendecke mit Hohlraumdämmung und Gipskartondecke (links)

Verbesserung von Schallschutz und Wärmeschutz auf der Deckenunterseite (rechts) Systemkomponenten bei Rückbau sortenrein trennbar

ANWENDUNGSBEISPIEL 4: HOLZBODEN AUF HOLZBALKENDECKE

Maßnahme:

Schalltechnische Verbesserung, Einbringen von Speichermasse



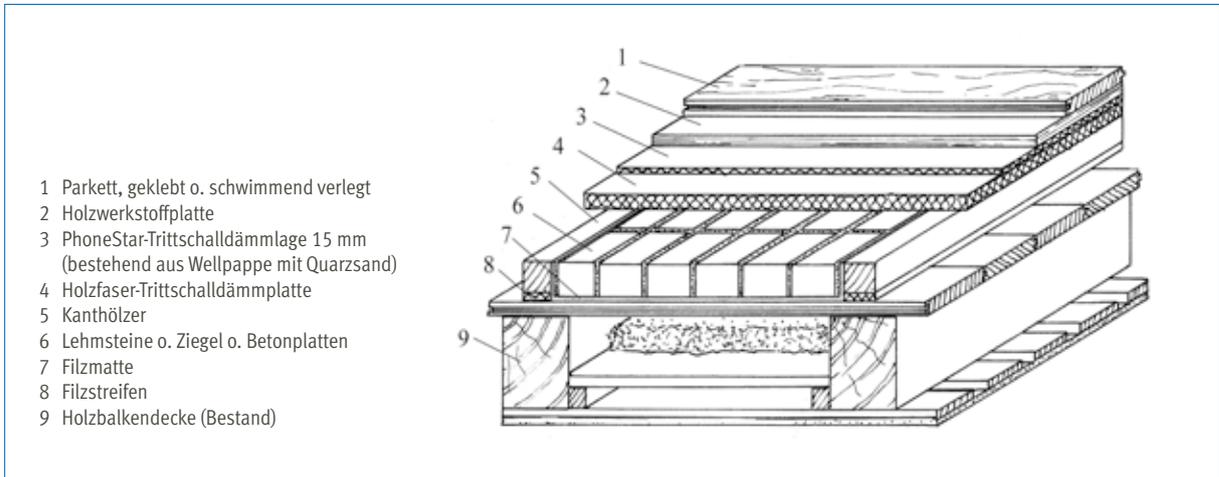
Rohboden: Holzbalkendecke mit Dielenboden (links)

Schall- und wärmeschutztechnische Verbesserung mit Deckeneinhängesteinen aus Lehm oder Ziegel/Hourdis (rechts), statische Lastabtragung der Deckenkonstruktion muss gewährleistet sein Systemkomponenten bei Rückbau sortenrein trennbar

ANWENDUNGSBEISPIEL 5: HOLZBODEN AUF HOLZBALKENDECKE

Maßnahme:

Schall- und wärmeschutztechnische Verbesserung, Einbringen von Speichermasse



Verbesserung von Tritt- und Luftschallschutz, Einbringen von Speichermasse auf Deckenoberseite Systemkomponenten bei Rückbau sortenrein trennbar.



Einbau der Lehmsteine auf Rieselschutzmatte, Fugenbreite ca. 5 mm



Einbau der Lehmsteine auf Hanffilzmatte (= schalltechnische Verbesserung)



Auffüllen der Fugen mit Quarzsand

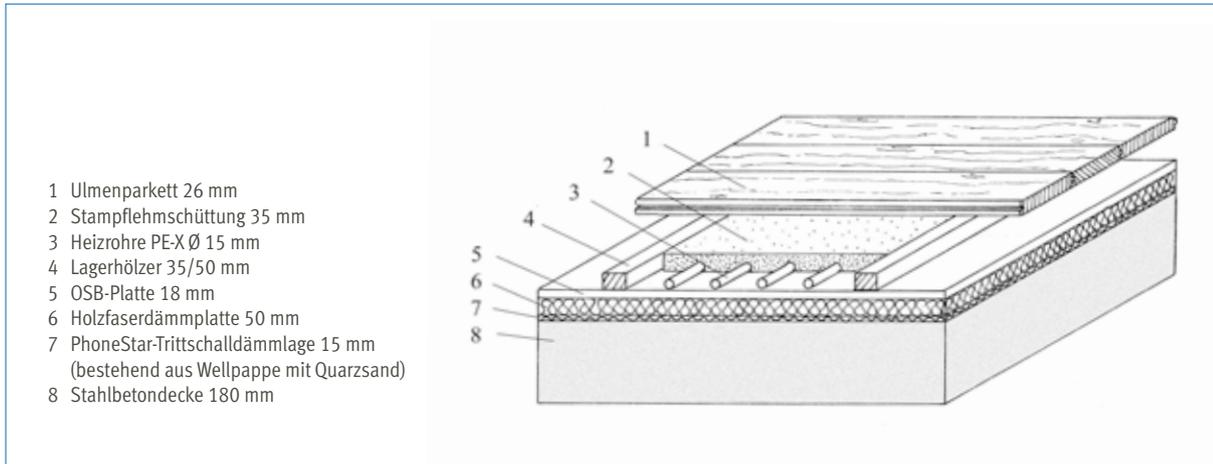


Dielenboden auf Lehmsteindecke

ANWENDUNGSBEISPIEL 6: HOLZBODEN AUF BETONDECKE

Maßnahme:

Holzboden mit Fußbodenheizung in Stampflehm auf Betondecke



Betondecke mit Fußbodenheizung und Parkettboden auf Lagerhölzern

Vorteil: Beim Rückbau lassen sich die Heizrohre aus dem Lehmbett sortenrein lösen, was bei herkömmlicher, in Estrich gegossener Fußbodenheizung nicht praktikierbar ist.

Vorteile:

- Einsatz von Naturbaustoffen
- kurze Trocknungszeiten
- keine Abdichtungsfolie, kein zementhaltiger Nassestrich
- behagliches Raumklima
- trennbares Fußboden-Heizsystem (Alternative zu Fußbodenheizung in Fließestrich)

Der Stampflehm (z. B. Claytec, conluto), angeliefert im Big-bag, wird erdfeucht in die Bodengefache eingebracht und händisch verdichtet. Hohlrumbildung ist zu vermeiden. Zur optimalen Wärmeübertragung Lehmbohlen flächenbündig abziehen bis Unterkante Dielenboden. Architekt: Albrecht Weber, 88085 Langenargen



Ulmenmassivparkett auf Fußbodenheizung in Stampflehm

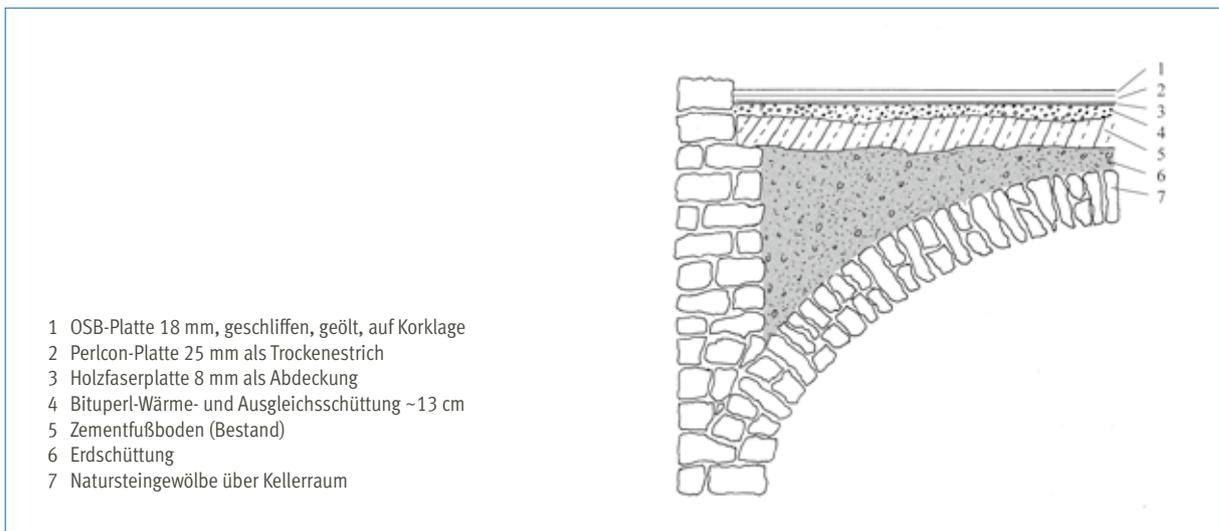


Bezugsfertig schon nach wenigen Tagen

ANWENDUNGSBEISPIEL 7: GEWÖLBEDECKE MIT HOLZBODEN

Maßnahme:

Verbesserung des Wärmeschutzes

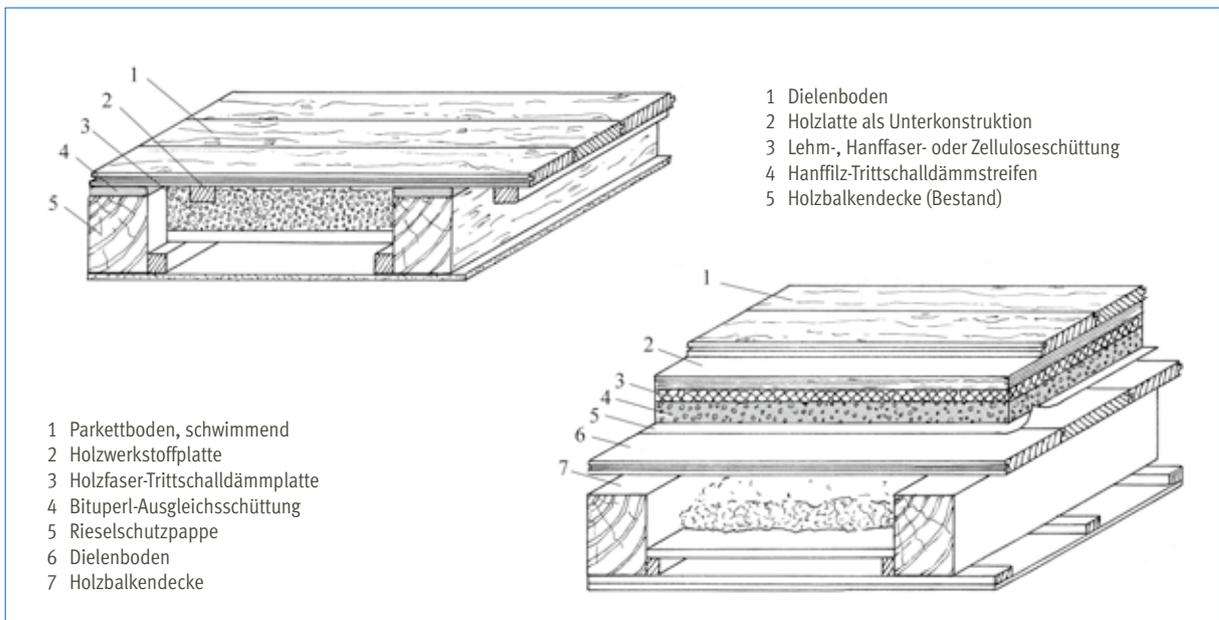


Holzbo­den über Kellergewölbe Einbauschi­chten bei Rückbau sortenrein trennbar.

ANWENDUNGSBEISPIEL 8: HOLZBALKENDECKE MIT HOLZBODEN

Maßnahme:

Bodenaufbau bei geringer Konstruktionshöhe oder unebener Holzbalkendecke



*Schalltechnische Verbesserung mit Trittschalldämmstreifen als Holzbodenaufleger bei minimaler Konstruktionshöhe (links)
Niveaueingleichung mit Schüttdämmstoff (bis 60 mm) bei unebener Holzbalkendecke (rechts) Systemkomponenten bei Rückbau sortenrein trennbar*

14 DACH UND DACHAUSBAU

Qualität und Zustand eines Daches bestimmen wesentlich den Wohnwert eines Hauses. Schäden am Dach haben immer Folgen für den ganzen Bau. Das Dach ist von allen Teilen des Gebäudes den stärksten Beanspruchungen durch Regen, Schnee und Wind ausgesetzt, es hat Temperaturschwankungen zwischen Tag und Nacht von 60 °C und mehr auszuhalten. Das ist auch die Hauptursache für die Art der Schäden am Dach und für seine Schadenanfälligkeit. Dachschäden führen sehr schnell zu Durchfeuchtung und damit zu einer fortschreitenden Zerstörung der übrigen Baumasse. Die Dachsanierung muss deshalb Vorrang vor allen anderen Arbeiten haben. Aber auch ein intaktes Dach muss regelmäßig kontrolliert werden und bedarf der Pflege.

In aller Regel besteht das geneigte Dach aus Dachtragwerk (Dachstuhl) und der Dachhaut (z. B. Ziegeldeckung auf Latten oder Brettern). Bevor ein Dach ausgebaut wird, sollten alle Bestandteile des Daches auf Schäden und Mängel inspiziert werden. Für den Dachstuhl ist der Zimmermann zuständig, für die Dachhaut der Dachdecker.

Dachklima

Früher dienten Dachräume lediglich als klimatische Pufferzone über den Wohnräumen. Heute bieten die großen, oft stützenfreien Dachräume großzügige Wohnmöglichkeiten, die eventuell auch gewinnbringend vermietet werden können. Ausgebaut zum Wohnraum werden ganz andere Ansprüche an Klima und Komfort im Dach gestellt. Winddichtigkeit, Wärmeschutz, Heizmöglichkeiten für gleichbleibende Wohntemperaturen, dazu die Dampfentwicklung in den bewohnten Räumen verändern das Dachklima grundlegend. Die gesamte Dachkonstruktion wird mit hohen Temperaturspannungen zwischen innen und außen belastet.

Dachausbau

Zur Wärmedämmung sollten nur sehr gut diffusionsfähige kapillaraktive Dämmstoffe verwendet werden. Grobporiges Material ist in der Lage, aufgenommene Kondensfeuchte bei guter Belüftung schnell wieder abzugeben. Besonders geeignet sind Materialien aus Holz-, Hanf- oder Flachsfaser. Nicht geeignet sind offenporige Schaumdämmstoffe, sie nehmen die Kondensfeuchte wie ein Schwamm auf, ohne sie wieder abzugeben.

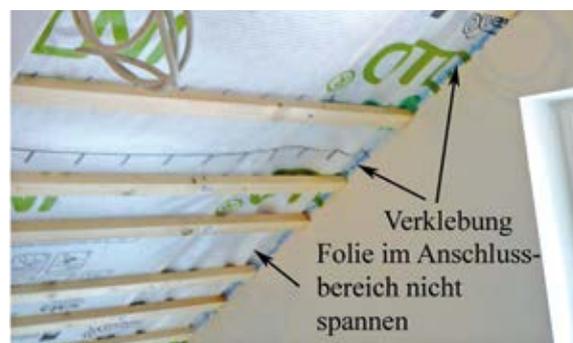
Unterm Dach immer wichtiger wird auch ein ausgeglichenes Wohnklima bei sommerlicher Hitze. Hier bieten wärmespeichernde Dämmstoffe wie die Holzweichfaserplatte große Vorteile. Sie bremsen mit ihrer großen Masse den

Durchfluss der Wärme weit besser ab als z. B. leichte Kunstschäume. Die tagsüber eingespeicherte Wärme wird über Nacht langsam wieder abgegeben, sodass das gefürchtete Barackenklima mit hohen Temperaturschwankungen, wie sie bei Dachräumen in Leichtbauweise sonst üblich sind, nicht aufkommen kann. Um den sommerlichen Hitzeschutz zu optimieren, sollten schwere, wärmespeichernde Bauteile möglichst raumseits angebracht werden.

Für die Innenverkleidung sind alle Trockenbauweisen mit hohen Diffusionswerten wie Gipskarton- oder Lehmbauplatten den Ausmauerungen vorzuziehen, die zu viel Nässe in den Dachraum bringen. Auch Putzarbeiten sollten sicherheits halber nur ausgeführt werden, wenn gleichzeitig eine Wandflächenheizung geplant ist. Tapeten und Farben auf Plattenwänden müssen ebenfalls gut dampfdurchlässig sein.

Dampfbremse

Die Feuchtigkeitssperre (Dampfbremse, Dampfsperre) auf der Innenseite der Ausbauschale wird von vielen Handwerkern und Planern nach wie vor als unerlässlich angesehen. Davor angebrachte feuchtepuffernde und zugleich wärmespeichernde Verkleidungen aus dicken Gips- oder Lehmbauplatten helfen beim Klimaausgleich. Eine ganz wesentliche Verbesserung gegenüber den Dampfsperren aus dicken Plastikfolien sind sogenannte feuchtevariable Dampfbremsen (pro clima, Isocell, Steico, Pavatex, Unger-Diffutherm u. a.). Im Gegensatz zur Dampfsperre unterbinden sie die Dampfdiffusion nicht vollständig. Ähnlich wie die Membran für Funktionswäsche können sie ihre Dampfdurchlässigkeit in Abhängigkeit von der herrschenden Luftfeuchtigkeit ändern. Damit erschweren sie das Eindringen von Feuchtigkeit im Winter und begünstigen das Austrocknen der Konstruktion im Sommer.



Dachdämmung mit Holzfaser- oder Zellulose-Einblasdämmung und feuchtevariabler Dampfbremse. Bahnenstöße mit Klebeband abgeklebt und unter Dachlatten angeordnet. Luftdichter Anschluss der Bahnen an Anschlußwand mit Systemkleber oder eingeputztem Dichtungsband. Problematisch: Beim Rückbau erschweren bzw. verhindern Verklebungen das sortenreine Trennen der Luftdichtungskomponenten.



Raumseitiges Anbringen einer feuchteadaptiven („intelligenten“) Dampfbremse



Anschluss an OSB-Platte mit Klebeband



Mauerwerksanschluss: Einputzen des Dichtungsbandes mit Glattstrich



Befestigung einer Unterspannbahn auf der Außenseite der Sparren

Wie bei allen Leichtbaukonstruktionen kommt der richtigen Anordnung der Dampfbremse und deren luftdichtem Einbau größte Bedeutung zu. Zunächst die Anordnung: Eine Dampfbremse liegt grundsätzlich auf der warmen Seite der Dämmschicht. Sie ist nicht zu verwechseln mit der Unterdeckbahn. Diese wird generell diffusionsoffener als die Dampfbremse ausgeführt und liegt auf der kalten Seite der Dämmkonstruktion. Die Unterdeckbahn dient gleichzeitig als Notdach zum Schutz der Wärmedämmschicht vor Witterungseinflüssen, z.B. vor auskühlenden Winden oder Flugschnee. Werden Holzfaserdämmplatten gleichzeitig als Unterdach eingesetzt, entfällt die Unterdeckbahn, weil diese Dämmplatten bereits eine spezielle wasserabweisende Beschichtung aufweisen.

Dampfbremsen müssen mit größter Sorgfalt eingebaut werden. Sämtliche Bauteilanschlüsse an Wänden, Durchdringungen, Dachfenstern etc. sind luftdicht auszuführen. Kann warme Luft in die Dämmkonstruktion eindringen, kondensiert

sie an kalten Stellen. Auf Dauer führt der Kondenswasseranfall zu Schimmelbildung und Bauschäden an tragenden Holzteilen. Ob dem Laien auf Anhieb die mängelfreie Ausführung der Dampfbremsschicht gelingt, ist fraglich. Zumindest sollten Kenntnisse der Dichtungsmittel und ihrer Anwendung vorhanden sein. Es muss auch berücksichtigt werden, dass Holzdachstühle keine starren Bauteile sind und deshalb immer etwas Bewegungsspielraum bei den Dichtungsanschlüssen mit einzuplanen ist. Zu straff eingespannte Dampfbremsbahnen können sonst schnell Risse bilden.

So hilfreich die Dichtungssysteme bei der luftdichten Abdichtung der Dämmkonstruktion sind, so problematisch ist die sortenreine Trennung der verklebten Komponenten beim Rückbau. Bisher ist keine Lösung in Sicht, wie mit Klebern, Schäumen und sonstigen Dichtungsmitteln verunreinigter Bauschutt zu einer wieder nutzbaren Ressource werden kann.

Nachträgliche Wärmedämmung

Bei bewohnten Dachräumen ist verstärkter Wärmeschutz besonders effektiv, da hier die Energieverluste, gemessen an der Gesamthülle des Hauses, mit 40 % am größten sind. Wärmedämmung lässt sich nachträglich von außen oder von innen einbauen. Dämmarbeiten von außen sind wesentlich aufwendiger, weil das Dach abgedeckt und ein Arbeitsgerüst aufgestellt werden muss. Sie rentieren sich dann, wenn beispielsweise die Dacheindeckung erneuert wird, Schäden am Dachstuhl zu reparieren sind oder unter und zwischen den Sparren wenig Dämmraum vorhanden ist. Die Dämmung von außen ermöglicht eine solidere, dichtere und dauerhaftere Dämmhülle als die Dämmung von innen. Verschiedene Dämmvarianten sind dabei möglich:

- nur Aufsparrendämmung, wobei der Dachstuhl von innen sichtbar bleibt,
- Kombination mit Zwischensparrendämmung,
- Kombination mit Zwischensparrendämmung und Untersparrendämmung.

Wesentlich weniger aufwendig lassen sich nachträgliche Dämmarbeiten am Dach von innen ausführen. Hier ist auch Eigenleistung möglich. Gedämmt wird zwischen den Sparren. Falls der Dämmraum für den nötigen Dämmwert von $U\ 0,24\ \text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ nicht ausreicht (was im Altbau häufig vorkommt), kann z.B. unterhalb der Sparren eine weitere Dämmebene eingezogen werden. Diese Dämmschicht dient gleichzeitig als Installationsebene. Sie reduziert zudem die Wärmebrückeneffekte der Dachsparren.

Wie dick die Dämmschicht ausfallen soll, richtet sich im Wesentlichen nach der baulichen Situation vor Ort und der Wärmeleitgruppe des gewählten Dämmstoffes. Falls Sie unter den nachfolgenden Anwendungsbeispielen für Ihr Anliegen kein vergleichbares Beispiel finden, können Sie auf der Internetseite www.ubakus.de mit einer großen Auswahl an natürlichen Dämmstoffen reale Dämmsituationen durchspielen. Was der Gesetzgeber an U-Werten für die Dachdämmung fordert, finden Sie in nachfolgender Tabelle.



Einblasen von Dämmstoff



Aufbringen einer Aufsparrendämmung

GEG-ANFORDERUNGEN AN BESTEHENDE DÄCHER UND DACHRÄUME BEI ÄNDERUNGEN

Bauteile	Maßnahmen bei Wohngebäuden und Nichtwohngebäuden GEG 2020	U-Wert des Bauteils in $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
Dachflächen, Dachgauben, oberste Geschoßdecken, Abseitenwände	Ersatz oder erstmaliger Einbau Ersatz oder Neuaufbau einer Dachdeckung incl. der darunterliegenden Lattungen u. Verschalungen Aufbringen oder Erneuerung von Bekleidungen oder Verschalungen oder Einbau von Dämmschichten auf der kalten Seite von Wänden Aufbringen oder Erneuerung von Bekleidungen oder Verschalungen oder Einbau von Dämmschichten auf der kalten Seite von obersten Geschoßdecken	0,24
Dachflächen mit Abdichtung (Flachdächer)	Ersatz einer Abdichtung, die flächig das Gebäude wasserdicht abdichtet, durch eine neue Schicht gleicher Funktion (bei Kaltdachkonstruktionen einschließlich darunter liegender Lattungen)	0,20
Flachdächer	$\leq 0,20$	$\leq 0,14$

Quelle: Bayerische Ingenieure-Kammer: GEG 2020 und Änderungen GEG 2023



Dämmung der Zwischendecke mit Einblasdämmstoff



Ausfüllen der Installationsebene mit Holzfasermatten



Einbau von oben mit klemmbaren Holzfasermatten

Dämmstoffe

Die Dachdämmung gehört zu den beliebtesten Arbeiten in Eigenleistung. Bevorzugtes Dämmmaterial: Stein- oder Glaswolle. Zum Klassiker Mineralwolle ist inzwischen eine Reihe von Dämmstoffen hinzugekommen, die sich von der Verarbeitung ebenso gut für die Dachdämmung eignen und noch dazu nicht hautreizend sind. Dämmstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen wie Hanf, Holz oder Flachs können als flexible Matten oder Platten zwischen die Sparren geklemmt werden, steife Holzfaserplatten eignen sich als begehbare und wasserresistenter Dämmstoff für die Aufdachdämmung und als verputzbare Innenbekleidung. Einige der Dämmstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen sind *natureplus*-zertifiziert, Zellulose und vor allem Holzfaser als Einblasdämmstoff verfügen über eine günstige Gesamt-Ökobilanz (Quelle: „*natureplus* Dämmstoffstudie“).

Einblasdämmungen werden prinzipiell von Fachbetrieben ausgeführt, der versierte Selbsterbauer kann jedoch den Dämmraum so weit vorbereiten, dass die Fasern nur noch maschinell eingeblasen werden müssen – was sich dann selbst bei großen Baustellen oft in einem einzigen Tag erledigen lässt. Die Einblasdämmung wird auch deshalb immer beliebter, weil sie sich nicht selten ohne große Veränderung der Dachkonstruktion von der Raumseite her durchführen lässt.

Neben Zellulose und Holz wurde in jüngster Zeit als Einblasdämmung eine Holz-Lehm-Mischung (Jasmin-Holzlehm) entwickelt. Der Dämmstoff besteht aus Holzspänen und Lehmehl und ist frei von jeglichen Zusätzen. Neben dem Wärmeschutz gewährleistet dieser Dämmstoff auch einen ausgezeichneten sommerlichen Hitzeschutz. Inzwischen bietet der Markt eine Vielzahl an weiteren biogenen und umweltverträglichen Einblasdämmstoffen, so z. B. aus Stroh, Hanf, Flachs, Kork, Rohrkolben, Neptunbällen und Holzspänen.

Anwendungsbeispiele für die Dachdämmung

Die nachfolgend vorgestellten Anwendungsbeispiele sind so ausgewählt, dass sie sich prinzipiell mit natürlichen Dämmstoffen durchführen lassen.

Für den Anwender entscheidend ist sicher, von welcher Einbauseite her er die nachträgliche Dachsanierung durchführt. Die Musterbeispiele nehmen deshalb in erster Linie auf diesen Aspekt Bezug. Wer partout auf eine Dampfbremse verzichten will: Die Herstellerfirmen der Naturfaserdämmstoffe halten für Anwender (neben telefonischer Beratung) entsprechende Kataloge mit Konstruktionsbeispielen bereit. Mit dem Simulationsrechner www.ubakus.de lässt sich auch ad hoc ein praxisnaher Feuchtenachweis führen.

Die in den Tabellen aufgeführten U-Werte sowie Angaben zum Hitzeschutz verstehen sich, wie immer, als grobe Anhaltspunkte, die im Praxisfall vor Ort durch einen Fachmann zu überprüfen sind. Für den exakten rechnerischen Nachweis des Tauwasserschutzes müssen sämtliche Daten der bestehenden Dachkonstruktion erfasst werden. Dies betrifft auch den Holzanteil. In den Anwendungsbeispielen wurde der Holzanteil mit 10 % angenommen (Ausnahme Aufsparrendämmung).

ANWENDUNGSBEISPIEL 1: ZWISCHENSPARRENDÄMMUNG + UNTERSARRENDÄMMUNG (SANIERUNG VON INNEN)

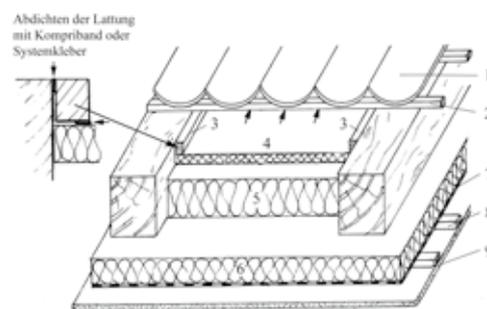
	Zwischensparrendämmung flexible Dämmung aus Hanf, Flachs, Holzfaser o. Ä. WLG 038 Dicke in mm	Untersparrendämmung Holzfaserdämmplatte WLG 045 Dicke in mm	U-Wert in W/(m ² · K)	Hitzeschutz in Std.
35 mm Holzfaserdämmplatte als Unterdach WLG 044	80	40	0,27	10
	100	40	0,24	11
	120	40	0,22	12
	80	60	0,24	11
	100	60	0,22	12
	120	60	0,20	13
	80	80	0,24	11
	100	80	0,22	12
	120	80	0,20	13

Dachdämmung von innen, Einbau eines Unterdaches unter Aufrechterhaltung der Dachbelüftung.

Ausgangssituation: gut durchlüftetes Kaldach, einfacher Dachaufbau; im Bestand weder Unterdach aus Holzschalung noch Unterdeckbahn vorhanden.

Hinweise

- Alternative für die Dachdämmung von der Raumseite her
- Gefahr der Dämmstoffdurchfeuchtung durch eindringenden Flugschnee etc.
- Einsatz von Naturdämmstoffen aufgrund ausgewogenem Verhältnis von Wärmeschutz und Hitzeschutz vorteilhaft
- *Naturplus*-zertifizierte Dämmstoffe einsetzbar
- Dampfbremse evtl. verzichtbar (Fachberatung erforderlich)
- Bei fehlender Sparrenhöhe Dämmdicke durch Untersparrendämmung erhöhbar
- Systemkomponenten bei Rückbau trennbar



- 1 Dacheindeckung (Bestand)
- 2 Ziegellattung (Bestand)
- 3 Lattung an Sparren mit Luftdichtung
- 4 Holzfaserdämmplatte als Unterdach (wetterfest)
- 5 Dämmstoffmatte flexibel Hanf, Flachs, Holzfaser o. Ä.
- 6 Holzfaserdämmplatte
- 7 Dampfbremse (evtl. verzichtbar)
- 8 Lattung (Dämm- oder Installationsebene)
- 9 Gipskartonplatte

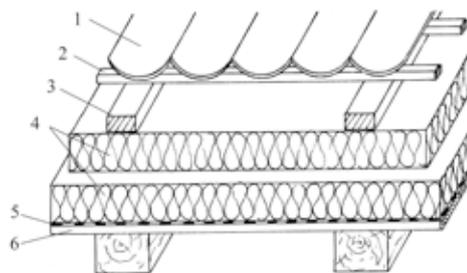
Dachaufbau bei fehlender Unterspannbahn: Ergänzung mit vollflächiger Untersparrendämmung zur Minimierung von Wärmebrücken

ANWENDUNGSBEISPIEL 2: AUFSPARRENDÄMMUNG (SANIERUNG VON AUSSEN)

Aufsparrendämmung Holzfaserdämmplatte WLG 045 Dicke in mm	U-Wert in $W/(m^2 \cdot K)$	Hitzeschutz in Std.
120	0,32	9,3
140	0,28	11
160	0,25	12
180	0,23	13
200	0,20	14
220	0,19	16
240	0,17	17
260	0,16	18
280	0,15	19

Hinweise

- Durchgehend homogene, wärmebrückenfreie Dämmschicht möglich
- Einsatz von Naturdämmstoffen aufgrund ausgewogenem Verhältnis von Wärmeschutz und Hitzeschutz vorteilhaft
- Dampfbremse evtl. verzichtbar (Fachberatung erforderlich)
- Passivhausstandard erreichbar
- Systemkomponenten trennbar und bei Ausbau wiederverwendbar
- *Natureplus*-zertifizierte Dämmstoffe einsetzbar
- Maßnahme im Altbau nur bei anstehender Erneuerung des Daches sinnvoll
- Dämmschichten bei Rückbau sortenrein trennbar



- 1 Dacheindeckung
- 2 Ziegellattung
- 3 Konterlattung
- 4 Holzfaserdämmplatte oder Sparrenaufdoppelung mit Einblasdämmung
- 5 Dampfbremse
- 6 Sichtschalung

ANWENDUNGSBEISPIEL 3: ZWISCHENSPARRENDÄMMUNG + AUFSPARRENDÄMMUNG

Zwischensparrendämmung Naturfaserdämmstoff ¹ WLK 040 Dicke in mm	Aufsparrendämmung Holzfaserdämmplatte ² WLK 044 Dicke in mm	U-Wert in W/(m ² · K)	Hitzeschutz in Std.
120	60	0,25	9,7
140	60	0,23	10
160	60	0,21	11
120	80	0,23	11
140	80	0,21	12
160	80	0,19	12
120	100	0,21	12
140	100	0,19	13
160	100	0,18	14

¹ flexible Dämmstoffmatten aus Hanf, Flachs, Holzfaser u. Ä. oder Holz-/Zellulose-Einblasdämmung

² Unterdach wetterfest.

Nachträglicher Einbau einer Dampfbremse bei Dämmung von oben

Bei vielen älteren Dachkonstruktionen wurde auf eine Dampfbremse verzichtet. Sollen diese Dächer heute nach GEG gedämmt werden, wird der nachträgliche Einbau einer Luftdichtungsschicht notwendig. Spezielle robuste Luftdichtbahnen (z. B. PAVATEX LDB 0.02) werden dabei direkt auf der Sparrenoberseite verlegt (Bild rechts zeigt eine ältere, umständlichere Form der Abdichtung) und bilden eine begehbare und kurzfristig wetterfeste Ebene.

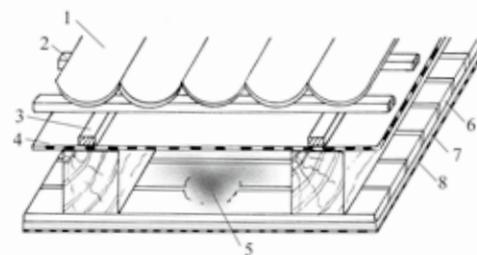
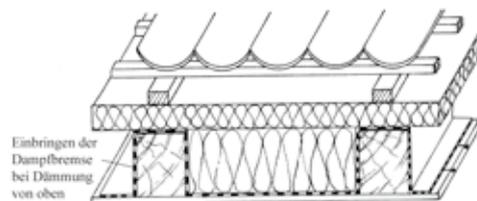
Für die Zwischensparrendämmung empfehlen sich flexible Holzfaserplatten mit relativ hoher Rohdichte.

Vorteil: Sanierung kann in bewohntem Zustand vorgenommen werden.

Nachteil: Bei Eingriffen von oben muss jeweils das Dach abgedeckt werden.

Nachträgliche Zwischensparrendämmung ohne Eingriff in die Dachkonstruktion

Voraussetzung: Unterdach aus Holzschalung oder dampfdurchlässige Unterdeckbahn. Ausdämmen der Hohlräume mit Einblasdämmung. Bei fehlender Dampfbremse PE-beschichtete Dampfbremstapete glatt oder in Raufaseroptik (z. B. pro clima Santa) von unten auf Innenbekleidung anbringen (Rechennachweis erforderlich). Wichtig: Eine Hinterlüftung der Dachdeckung muss stets gewährleistet sein.



- 1 Dacheindeckung
- 2 Ziegellattung
- 3 Konterlattung
- 4 Holzschalung o. Bitumenunterdach o. Unterdeckbahn
- 5 Zellulose-Einblasdämmung
- 6 Sparschalung o. Lattung
- 7 Innenbekleidung Putz o. Gipskartonplatte (Bestand)
- 8 Dampfbremstapete

ANWENDUNGSBEISPIEL 4: ZWISCHENSPARRENDÄMMUNG + AUFSPARRENDÄMMUNG (SANIERUNG VON AUSSEN)

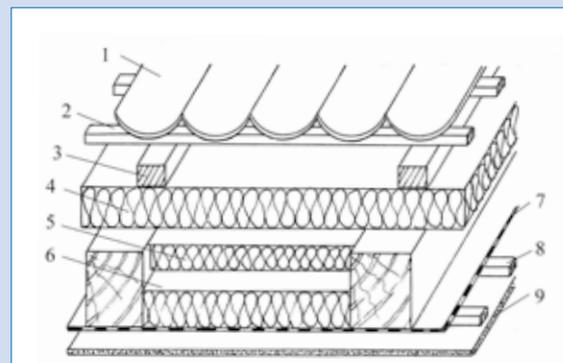
	Zwischensparrendämmung Naturfaserdämmstoff ¹ WLG 040 Dicke in mm	Aufsparrendämmung Holzfaserdämmplatte ² WLG 045 Dicke in mm	U-Wert in W/(m ² · K)	Hitzeschutz in Std.
+ Bestand 80 mm alukaschierte Mineralwolle WLG 040	40	0	0,33	6,7
	60	0	0,29	7,3
	80	0	0,25	8,2
	40	60	0,23	8,5
	60	60	0,21	9,0
	80	60	0,19	9,5
	40	80	0,22	11
	60	100	0,18	13
	80	120	0,15	15

¹ Hanf, Flachs, Holzfaser flexibel, Schafwolle o. Ä.

² Unterdach wetterfest.

•Hinweise

- Sanierung von außen bei Altbestand aus alukaschierte Glaswolle-Randleistenmatte als Zwischensparrendämmung
- Luftdichtigkeit der bestehenden Luftdichtungsebene muss gewährleistet sein
- Freier Hohlraum zwischen den Sparren kann mit Dämmstoff ergänzt werden
- Durch Aufsparrendämmung homogene, wärmebrückenfreie Dämmebene
- Mit Aufsparrendämmung Passivhausstandard erreichbar
- Natureplus-zertifizierte Dämmstoffe einsetzbar
- Vermeidung von Bauabfällen, alte Dämmschichten können bestehen bleiben
- neu eingebaute Dämmstoffe bei Rückbau sortenrein trennbar



- 1 Dacheindeckung
- 2 Ziegellattung
- 3 Konterlattung
- 4 Holzfaserdämmplatte Unterdach
- 5 Naturfaserdämmstoff als Ergänzung
- 6 Glasfaser-Randleistenmatte (Bestand)
- 7 Dampfsperre (Bestand)
- 8 Unterkonstruktion (Installationsebene) evtl. Zusatzdämmung
- 9 Innenbekleidung Gipskartonplatte o. Ä.

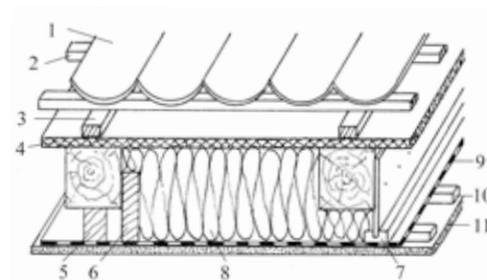
Gegebenenfalls Luftdichtigkeit der Randleistenmatten durch Abkleben sicherstellen.

ANWENDUNGSBEISPIEL 5: ZWISCHENSPPARRENDÄMMUNG + AUFSPPARRENDÄMMUNG (SANIERUNG VON INNEN UND AUSSEN)

Zwischensparrendämmung Zellulose-Einblasdämmung WLG 040 Dicke in mm	Aufsparrendämmung Holzfaserdämmplatte Unterdach WLG 045 Dicke in mm	U-Wert in W/(m ² · K)	Hitzeschutz in Std.
180	0	0,25	8,7
200	0	0,23	9,3
220	0	0,21	9,9
180	60	0,19	13
200	60	0,17	14
220	60	0,16	15
180	80	0,17	15
200	100	0,15	17
220	120	0,13	18

Hinweise

- Erweiterung des Dämmraumes durch Aufdoppelung der Sparren
- Einblasdämmung empfehlenswert, um ein lückenloses Ausdämmen des Dämmraumes zu erreichen
- Einblasdämmung bevorzugt mit Naturdämmstoff; 1. Priorität Holzfaser (weitere empfehlenswerte Alternativen: Stroh, Hanf, Hanf-Lehm, Kork, Seegrass u. a.), 2. Priorität Zellulose*
- Dampfbremse evtl. verzichtbar (Rechennachweis erforderlich)
- Mit Zusatzdämmung Passivhaus-Standard erreichbar
- *Naturplus*-zertifizierter Dämmstoff einsetzbar
- Rückbau: bei Einbau einer Dampfbremse wegen luftdichter Verklebungen sortenreine Trennbarkeit der Systemkomponenten nur eingeschränkt möglich



- 1 Dacheindeckung
- 2 Ziegellattung
- 3 Konterlattung
- 4 Holzfaserdämmplatte Unterdach
- 5 Aufdoppelung mit Kantholz
- 6 alternativ: Aufdoppelung mit seitlicher Bohle
- 7 alternativ: Aufdoppelung mit Leichtbauträger
- 8 Zellulose-Einblasdämmung
- 9 Dampfbremse faserverstärkt, feuchteadaptiv
- 10 Unterkonstruktion
- 11 Innenbekleidung Gipskartonplatte o. Ä.

Während die ersten fünf Anwendungsbeispiele die allgemeinen und technisch möglichen Verbesserungen bei der Sanierung eines Daches darstellten, zeigen die folgenden vier Beispiele die Umsetzung der Theorie an konkreten Beispielen aus der Bau- praxis mit Einsatz von Dämmstoffen aus nachwachsenden Rohstoffen.

* Quelle: „natureplus Dämmstoffstudie“

ANWENDUNGSBEISPIEL 6: ZWISCHENSPARRENDÄMMUNG

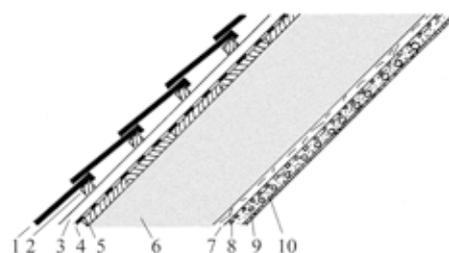
Zwischensparrendämmung Holz-Lehm-Einblasdämmung WLG 045 Dicke in mm	U-Wert in $W/(m^2 \cdot K)$	Hitzeschutz in Std.
120	0,39	8,7
140	0,34	9,7
160	0,30	11
200	0,25	13
260	0,20	16

Baustoffdaten Holz-Lehm-Dämmstoff Jasmin:

- Zusammensetzung: 75 % Hobelspäne aus Fichtenholz, 25 % Lehmehl
- WLG 045
- Dampfdiffusions-Widerstandszahl $\mu = 2$
- spez. Wärmekapazität $c (J/kg \cdot K) = 2.150$
- Baustoffklasse B 2 (normal entflammbar) ohne zusätzliche Flammschutzmittel
- Rohdichte = 80 kg/m^3

Beispiel

Biohotel Amtshof in Langenargen: Umbau eines Baudenkmal mit natürlichen Baustoffen; Dachsanierung mit Holz-Lehm-Einblasdämmung, Wandheizung und Lehmputz; Architekt: Albrecht Weber, Langenargen



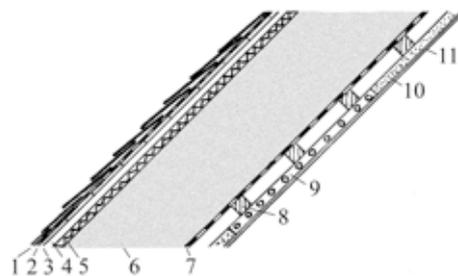
- 1 Dacheindeckung
- 2 Ziegellattung
- 3 Konterlattung
- 4 Luftdichtungs-/Unterspannbahn
- 5 Holzschalung 22 mm
- 6 Holz-Lehm-Einblasdämmung 200–260 mm
- 7 OSB-Platte
- 8 Schilfrohr-Putzträger 70 Halme/m² waagrecht verlegt
- 9 Wandheizung PE-X-Rohr $\varnothing 15 \text{ mm}$
- 10 Lehmputz

ANWENDUNGSBEISPIEL 7: ZWISCHENSPARRENDÄMMUNG + AUFSPARRENDÄMMUNG

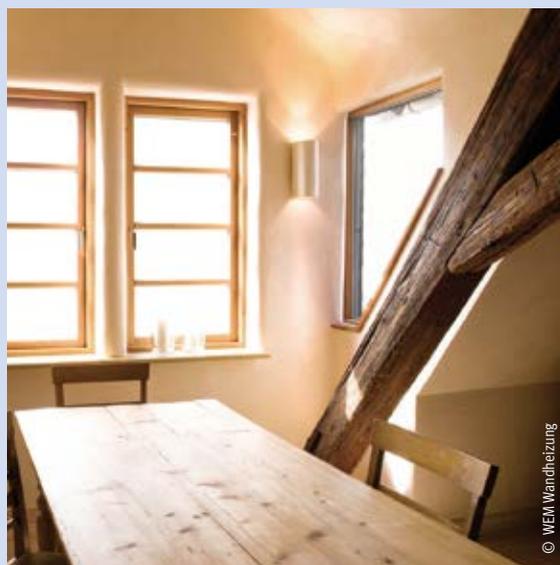
Zwischensparrendämmung Zellulose-Einblasdämmung WLG 040 Dicke in mm	Aufsparrendämmung Holzfaserdämmplatte WLG 040 Dicke in mm	U-Wert in $W/(m^2 \cdot K)$	Hitzeschutz in Std.
140	22	0,31	8,5
180	22	0,22	9,8
220	22	0,19	11
140	35	0,24	9,3
180	35	0,20	11,0
220	35	0,18	12,0
140	60	0,21	11
180	60	0,18	12
220	60	0,16	14

Beispiel

Ehemaliges Floßherrenhaus in Koblenz am Rhein (erbaut 1679–1681): Dachsanierung mit Zollosedämmung, Wandheizung und Lehmputz; Planung und Ausführung: Gerd Meurer, Natürliches Bauen, Koblenz



- 1 Naturschiefer-Dacheindeckung
- 2 Bitumenpappe besandet
- 3 Schalung Raupund 22 mm
- 4 Lattung 22/48 mm
- 5 Holzweichfaserplatte WLG 040 22 mm
- 6 Zellulose-Einblasdämmung 220 mm
- 7 Dampfbremssappe $s_d = 3,0$ m
- 8 Lattung 48/24 mm
- 9 Wandheizung WEM-Klimaelement 25 mm
- 10 WEM-Lehmputzplatte als Ausgleich 25 mm
- 11 Lehmputz 5 mm



ANWENDUNGSBEISPIEL 8: ZWISCHENSPARRENDÄMMUNG + AUFSPARRENDÄMMUNG

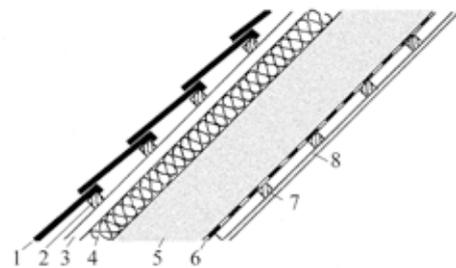
Zwischensparrendämmung Zellulose-Einblasdämmung WLG 040 Dicke in mm	Aufsparrendämmung Holzfaserdämmplatte WLG 045 Dicke in mm	U-Wert in $W/(m^2 \cdot K)$	Hitzeschutz in Std.
120	60	0,23	11
140	60	0,21	12
160	60	0,19	13
120	80	0,21	13
140	80	0,19	13
160	80	0,18	14
120	120	0,17	15
140	120	0,16	16
160	120	0,15	16

•Beispiel

Dachausbau mit Holzfaserplatten und Zellulose-Einblasdämmung. Planung und Ausführung: Bernhard Kolb

Hinweise

- Sanierung nur bei Öffnung des Daches realisierbar
- Mit U-Wert $\leq 0,24 W/(m^2 \cdot K)$ GEG-Anforderungen erfüllt
- Passivhausstandard erreichbar
- Ausgewogenes Verhältnis von winterlichem Wärme- und sommerlichem Hitzeschutz
- Einblasdämmung bevorzugt mit Naturdämmstoff; 1. Priorität Holzfaser (weitere empfehlenswerte Alternativen: Hanf, Hanf-Lehm, Kork, Seegrass, Stroh u. a.), 2. Priorität Zellulose*
- Natureplus-zertifizierte Dämmstoffe verfügbar
- Rückbau: bei Einbau einer Dampfbremse wegen luftdichter Verklebungen sortenreine Trennbarkeit der Systemkomponenten nur eingeschränkt möglich



- 1 Dacheindeckung
- 2 Ziegellattung
- 3 Konterlattung
- 4 Holzweichfaserplatte 60 mm
- 5 Zellulose-Einblasdämmung 160 mm
- 6 Dampfbremse, feuchtevariabel
- 7 Lattung
- 8 Gipskartonplatte 12,5 mm



© Bernhard Kolb



© Bernhard Kolb

* Quelle: „natureplus Dämmstoffstudie“

ANWENDUNGSBEISPIEL 9: ZWISCHENSPARRENDÄMMUNG + AUFSPARRENDÄMMUNG

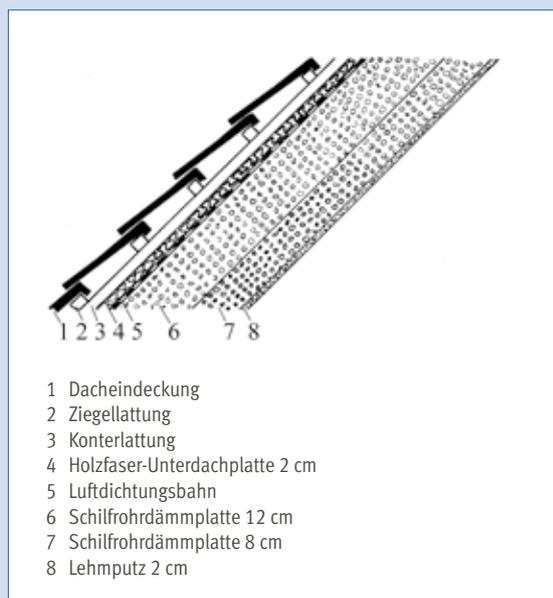
	Aufsparrendämmung Schilfrohrdämmplatten WLG 055 Dicke in mm	Zwischensparrendämmung Schilfrohrdämmplatten WLG 055 Dicke in mm	U-Wert in $W/(m^2 \cdot K)$	Hitzeschutz in Std.
mit Unterdach/20 mm Holzfaserdämmplatte WLG 045	120	0	0,40	6,8
	160	0	0,31	8,3
	200	0	0,26	9,8
	120	80	0,27	10
	160	80	0,23	12
	200	80	0,20	13

Beispiel

Altes Schulhaus in Murrhardt-Murrhärle: Dachdämmung mit Schilfrohrplatten, Innenputz mit Lehm; umlaufende Sockelheizung im Dachgeschoss; Planung: Rolf Canters, Murrhardt-Murrhärle



Aufsparrendämmung mit 120 mm Schilfrohrplatten



80 mm Schilfrohrplatten als Zwischensparrendämmung und Putzträger für Lehmputz (der zugleich als Brandschutz dient)

Hinweise

- Schilfrohrdämmplatte anformbar an Bögen und Rundungen (z. B. bei Gauben)
- Unterdeckbahn oder wasserableitende Holzfaserdämmplatte erforderlich
- Verbesserung von Schallschutz und Wärmespeicherung
- Dämmleistung und Sorptionsfähigkeit geringer als bei Holzfaserdämmplatten
- Geringer Herstellungsaufwand für Schilfrohrplatten
- Ökologie: keine kunststoff-modifizierte Klebemörtel und Putze erforderlich
- Rückbau Dämmsystem mit verputzten Schilfrohrplatten: sortenreine Trennbarkeit und zerstörungsfreier Ausbau sowie Wiederverwendung nur eingeschränkt möglich



Dacheindeckung mit naturroten Falzziegeln



Dacheindeckung mit naturroten Biberschwanzziegeln, Gaubeneindeckung mit Edelstahlblech

Dacheindeckung

Für die Dacheindeckung steht eine große Anzahl an Materialien zur Auswahl:

- Tonziegel
- Betonsteine
- Faserzementplatten
- Metallbleche
- Pappen, Folien

Dazu kommen Rohmaterialien aus der Natur wie:

- Holzschindeln
- Reet, Stroh
- Natursteinplatten (Schiefer, Kalk, Granit etc.)

Bei einer Dacherneuerung kommen in der Regel wieder die bereits verlegten Materialien zum Einsatz. Sind bei einem Ziegeldach nur einzelne Platten beschädigt, lassen sich diese austauschen, ohne dass gleich das ganze Dach entsorgt werden muss. Für nahezu jedes Plattenformat findet sich beim Baustoffhändler adäquater Ersatz.

Ziegeldach

Klassisches Eindeckungsmaterial für ältere Bauwerke sind Biberschwanddachziegel. Weil für deren Verlegung eine Dachneigung von mindestens 40° erforderlich ist, wurden Falzziegel entwickelt, die auch bei 18° Dachneigungen noch ein dichtes Dach ergeben. Dachziegel aus gebranntem Ton sind u. a. mit dem *natureplus*-Siegel erhältlich.

Neben Dachziegeln aus gebranntem Ton haben sich Dachplatten aus Beton durchgesetzt. Sie sind ähnlich lange haltbar wie Tonziegel und auch ästhetisch kaum noch von Tonziegeln zu unterscheiden. Allerdings enthalten Betondachsteine meist Kunststofffasern als Bindemittel, was eine sortenreine Trennung bei der Entsorgung erschwert.

Mitentscheidend für eine lange Lebensdauer von Platteneindeckungen ist eine gute Hinterlüftung. Seit Dachräume unter Satteldächern ausgebaut und gedämmt werden, ist die natürliche Belüftung der Dachhaut von innen stark eingeschränkt. Der Belüftungsraum hat sich auf den schmalen Spalt zwischen Unterdach (Unterspannbahn) und Dachhaut reduziert, gebildet aus Lattung und Konterlattung. Für eine

funktionierende Belüftung müssen dann Öffnungen an der Traufe sorgen, versehen mit Insektengitter als Schutz gegen unliebsame Gäste. Ebenso sind am First entsprechend ausgeformte Bauteile für den Luftauslass anzubringen.

Dächer sind der Bewitterung ausgesetzt und das sieht man ihnen mit der Zeit an. Tonziegel werden vor allem von der Schwarzalge heimgesucht, Betondachsteine von Flechten und Moos. Vielen Bauherren ist ein schönes, stets geschniegelt und gestriegelt aussehendes Dach sehr wichtig. Im Internet finden sich deshalb seitenweise gut gemeinte Tipps und Tricks, wie ein Dach mit Chemikalien und Dampfstrahler attackiert, oder schlimmer noch mit Lacken beschichtet und auf Hochglanz gebracht werden kann. Der Umwelt tut dies nicht gut, und von großer Dauer ist die Verschönerungsaktion auch nicht.

Pfiffige Hersteller bieten engobierte oder glasierte Ziegel an, die optisch immer wie neu aussehen sollen. Doch diese Oberflächenbeschichtungen können sich auf das Feuchteverhalten des Ziegels negativ auswirken, bauphysikalisch funktionieren sie wie eine Dampfbremse – und das auf der Außenseite, also der falschen Seite des Bauteils. Typische Frostschäden wie Abplatzungen sind dann die Folge. Deshalb sollte man besser der Natur ihren Lauf lassen, d. h. den naturroten Tonziegel ohne Beschichtung bevorzugen und in Würde altern lassen.

Blecheindeckung

Bleche finden sich an nahezu jedem Dach in Form von Blechanschlüssen an Gauben, Giebeln, Kaminen sowie als Schutzüberzug von Giebel- und Traufbrettern und für Dachwasserabläufe. Wegen seiner Haltbarkeit gilt Kupferblech als altbewährtes Material, daneben Zinkblech. Beide Materialien geben an das Dachablaufwasser Metallionen ab, die sich dann in der Umwelt anreichern. Vor allem Kupferionen werden von den Gesundheitsbehörden nicht gern im Trinkwasser gesehen. Wesentlich neutraler verhält sich Blech aus rostfreiem Edelstahl. Mit einem hauchdünnen Zinnüberzug versehen wird es für Dacheindeckungen und -abläufe unter der Markenbezeichnung „Uginox“ angeboten. Der Zinnüberzug nimmt dem Edelstahl seinen aufdringlichen Glanz und verhilft dem Metall rasch zu einer silbergrauen Patina, weshalb Uginox zunehmend auch von Denkmalschützern akzeptiert wird.

15 WISSENSWERTES

Historische Baumaterialien und ihre Weiterentwicklung

In viel stärkerem Maße als heute wurden bei historischen Bauten örtlich vorhandene, bodenständige Materialien verwendet. Allein schon aus Kostengründen schieden Baustoffe aus entfernten Gegenden wegen der langen Transportwege aus. Nur Betuchte konnten sich beispielsweise Marmor aus Italien leisten. Mit den lokal verfügbaren Baustoffen und dem tradierten Fachwissen der ansässigen Handwerker entstanden den örtlichen Gegebenheiten angepasste Baukörper. Heute ist dieses Wissen zum Teil verloren gegangen, neu entwickelte Bautechniken mit neu kreierten Baustoffen treten an die Stelle traditioneller Bauweisen. Sollen alte Bauweisen nun wiederbelebt oder ergänzt oder Bauteile materialgerecht ausgebessert werden, sind Kenntnisse im Umgang mit den tradierten Bauweisen und Baumaterialien erforderlich.

Naturstein

Natursteine wie z.B. Granit, Bims, Sandstein oder Kalkstein wurde für Fundamente, Sockel, Keller und Formsteine verwendet; auch Außenmauern, Treppen und Bodenbeläge wurden daraus hergestellt. Natursteine sind massiv, d. h., sie haben eine hohe Rohdichte, sind gute Wärmespeicher, aber auch gute Wärmeleiter, sodass gegen den Außenbereich wärmeschutztechnische Maßnahmen erforderlich sind.

Fast alle Natursteine, mit Ausnahme von Basalten, sind der Zerstörung durch Umwelteinflüsse und Verschmutzungen mehr ausgesetzt als jedes andere Baumaterial. Die natürlichen Bausteine werden nach ihrer Entstehung eingeteilt.



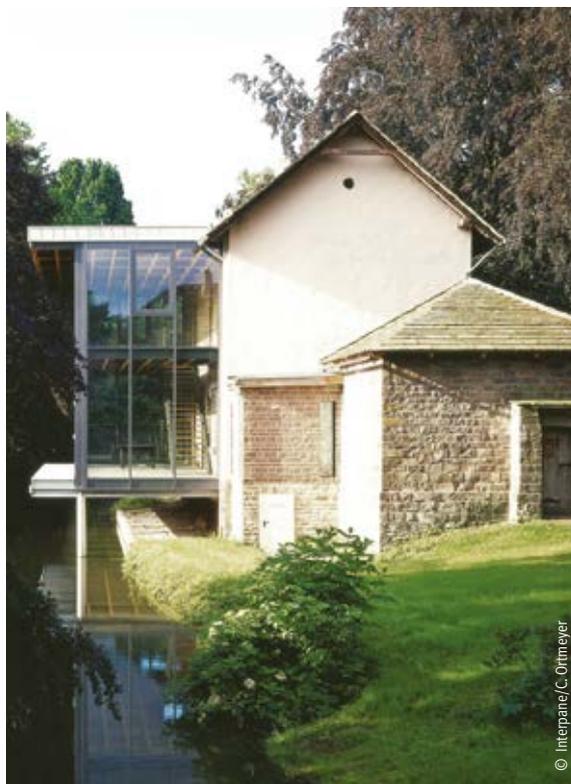
Gemauerte Bruchsteinwand



Bruchsteinwand, Steine trocken aufgesetzt



Mauerwerk aus Tuffstein, Fenster- und Türstürze aus gebranntem Ziegel



Natursteinmauerwerk, teilweise verputzt; Dacheindeckung mit Buntsandsteinplatten



Lehm lässt sich vielerorts schon beim Aushub der Baugrube finden.



Stroh ist hierzulande im Überfluss vorhanden.

Lehm

Als Ton bezeichnet man die Verwitterungsrückstände tonerdehaltiger Silikate, besonders der Feldspate. Lehm ist ein durch Eisenverbindungen gelb bis braun gefärbter sandhaltiger Ton.

Ungebrannter Lehm wurde als natürlicher Baustoff in vielen Kulturen verwendet. Er war in Mitteleuropa bis ins 19. Jahrhundert noch ein weit verbreiteter Baustoff. Zum Ende des 19. Jahrhunderts wurde die Lehmbauweise endgültig durch Mauerwerks- und Betonbau verdrängt. Die traditionelle Lehmbauweise ist heute auf wenige Bauten (z. B. Denkmalschutz) beschränkt oder wird mit neuen Techniken ausgeführt. Historische Anwendungsbereiche für Lehmstoffe sind:

- Lehmsteinbau, Lehmstampfbau, Mauerwerk mit Lehmörtel;
- Ausfachung von Holzfachwerk;
- Füllungen in Holzbalkendecken und Dächern;
- Lehmputz, Lehmörtel.

Faserlehm oder Strohlehm (Rohdichte 1.200–1.700 kg/m³) ist für vorgefertigte Bauteile geeignet, wie z. B. Lehmsteine, Lehmbauplatten, Geschossdecken.

Leichtlehm (Rohdichte 300–1.200 kg/m³) ist ein Gemisch aus Lehm und leichten Gesteinskörnungen (Blähglas, Blähglimmer, Blähperlit, Blähton, Naturbims) mit anderen Beigaben und wird heute für unbelastete Wände oder Decken sowie Skelettbauten eingesetzt.

Lehmstroh (Rohdichte 150–300 kg/m³) kann für dämmende Ausfachungen (Fachwerkbau) eingesetzt werden.

Derzeit laufen vielversprechende Forschungsprojekte zur Ausweitung des Einsatzes von Lehm als Substitution von Bindemitteln wie Zement oder Gips in Bauplatten, Estrichen und vieles mehr. Lehmputze und Plattenelemente (auch mit integrierter Wand- oder Deckenheizung und -kühlung) haben sich bereits etablieren können. Einer der Vorteile von in Lehm eingebetteten Bauteilen ist die gute Trennbarkeit: Systemelemente wie z. B. Heizungsrohre, Kabel, Schaltdosen, Armierungsgewebe oder Putzleisten lassen sich aus dem angefeuchteten Lehm wieder sortenrein trennen. Bei Bauteilen mit Kalk- Gips- oder Zementbindung ist dies nicht der Fall.

Stroh

Stroh fällt bei der Getreideverarbeitung in Form von geballen als Abfallprodukt an. Wachsende Bedeutung erlangen Strohballen als preiswertes Dämmmaterial nicht nur bei der Wand- und Deckendämmung von Gebäuden. Hier können die Strohballen einfach in vorbereitete Hohlräume geschichtet werden und erreichen Dämmwerte auf dem Niveau eines Passivhauses. Auch als Einblasdämmung ist Stroh ein zukunftsfähiges, vielseitig einsetzbares und kostengünstiges Dämmmaterial mit wachsendem Marktanteil.



Reetdachdecker bei der Arbeit



Schilfrohrplatten als Innendämmung und Putzträger

Schilfgras, Reet

Seit alters finden mit Draht geflochtene Schilfrohrmatten als Putzträger für leichte Wand- und Deckenkonstruktionen Anwendung. Wiederbelebt wird Schilfgras auch als Dacheindeckung vor allem im Norden Deutschlands, wo es in einer langen Tradition das typische Reetdachhaus prägt. Wegen der relativ hohen Brandgefahr wurde die Reetdeckung von der Ziegeldeckung verdrängt. Insbesondere bei der ökologischen Altbausanierung werden heute vermehrt wieder gebundene Schilfrohrplatten eingesetzt. Die Platten können im Außen- und Innenbereich als Wärmedämmstoff verwendet werden und dienen gleichzeitig als Putzträger.

Ziegel

Gebannter Ton ist der älteste künstlich hergestellte Werkstoff (erste Ziegel in ägyptischen Bauwerken ca. 3.500 v. Chr.). Im deutschsprachigen Raum wurde der Ziegelbau von den Römern eingeführt. Er verdrängte seither nach und nach die ur-

sprüngliche Holz- bzw. Holz-Lehm-Bauweise. Der Einsatz des Ziegels als Wand- und Dachbaustoff ist lokal unterschiedlich durch das Rohstoffvorkommen geprägt. So wird im gesamten norddeutschen Raum, sofern sich kein Natursteinvorkommen findet, der Ziegel als universeller Wandbaustoff und als Deckungsmaterial eingesetzt.

Ziegel werden aus Ton, Lehm oder tonigen Massen mit oder ohne Zusatzstoffe geformt, getrocknet und gebrannt. Dabei beeinflusst die Brenntemperatur die Eigenschaften des Ziegels. Klinker wird bis zur Sintergrenze gebrannt, wodurch eine glasartige Struktur entsteht. Damit ist die Wasseraufnahme des Steines deutlich reduziert. Klinker eignen sich deshalb bevorzugt als Vorsatzschale gegen Schlagregen. In regenreichen Gebieten prägen daher Klinkerfassaden heute noch das städtebauliche Erscheinungsbild. Aufgrund der geringen Wärmedämmeigenschaften verschwinden Klinkerfassaden in den letzten Jahren zunehmend unter einem uniformen Dämmmantel.



Verschiedene Ziegelformate



Unverputztes Ziegelmauerwerk

Porosierte Ziegel

Porosierte Mauerziegel sind Leichtziegel und werden durch Zugabe von Porosierungsstoffen hergestellt. Sie besitzen gegenüber Mauerziegeln verbesserte Wärmedämmeigenschaften und können in entsprechender Stärke auch bei einschaligem Mauerwerk die GEG-Anforderungen erfüllen. Bei diesen hoch dämmenden Ziegeln ist zusätzlich ein mineralischer Dämmstoff (z.B. Perlit) fest in das Kammer-system des Steines miteingebunden. Bei Abbruch entsteht somit ein sortenreiner Bauschutt, der frei von Fremdstoffen aus geklebten Dämmsystemen ist.

In der Vergangenheit standen die Porosierungsmittel vielfach in der Kritik. Als Porenbildner beim Ziegelbrand kommen Polystyrolkugeln, Holzfasern, Sägemehl und/oder Papierfasern zum Einsatz. Sie bilden Hohlräume, was zur verbesserten Wärmedämmung der Ziegel führt. Rückstände aus der Verbrennung sind im Ziegel nicht nachweisbar. Eine Reihe porosierter Ziegel mit integrierter Dämmung tragen das Label anerkannter Baustoffzertifizierer, u. a. das *natureplus*-Zeichen.

Kalksandstein

Kalksandsteine werden aus den Rohstoffen Kalk und Sand hergestellt, unter Wasserzusatz nach intensivem Mischen verdichtet, geformt und unter Dampfdruck gehärtet. Kalksandsteine weisen ein geringes Wärmedämmvermögen (hohe Wärmeleitfähigkeit) auf. Eine Ausnahme ist Kalksand-Leichtstein. Wesentliche Bedeutung kommt den KS-Steinen wegen des guten Schallschutzes und der hohen Wärmespeicherkapazität zu.

Porenbetonstein

Rohmaterialien sind quarzhaltiger Sand, Kalk und Zement. Die Ausgangsstoffe werden geschäumt und unter Dampfdruck gehärtet. Die leichten Steine und Platten lassen sich auch vom versierten Laien verarbeiten und sind im Altbau u. a. als ergänzender Wärmeschutz bei der Innendämmung einsetzbar. Einige Porenbetonprodukte tragen das *natureplus*-Siegel.

Beton

Beton ist einer der ältesten Baustoffe der Welt. Schon die Römer errichteten daraus beeindruckende Bauwerke, wie z. B. Viadukte und Kuppeln. Sie fertigten ihren Beton aus gebranntem Kalk, Wasser und Sand. Heute wird Beton aus Zement, Kies, Sand und Wasser hergestellt. Hierzulande gehört Beton zu den jüngeren Baustoffen. Seit dem ausgehenden 19. Jahrhundert findet er sich im Wohnungsbau vor allem in Fundamenten, Bodenplatten und Geschossdecken. Die Stahlbetondecke löste u. a. die traditionelle Holzbalkendecke ab.

Beton verdankt seinen schlechten Ruf seiner grauen, kalten Anmutung. Doch Beton ist ein so vielseitiger Werkstoff, dass sich Nachteile durch technische und ästhetische Gestaltungsmittel jederzeit ausgleichen lassen. Nicht leugnen lässt

sich hingegen die Tatsache, dass die Beton- bzw. die Zementherstellung weltweit zu den größten Erzeugern von Treibhausgasen zählt. Für 5–7% aller CO₂-Emissionen ist die Zementproduktion verantwortlich. Damit sind Zementfabriken nach Kraftwerken und Fahrzeugen drittgrößter CO₂-Emittent. Hauptsächlich stammt das Kohlendioxid aus dem Kalkstein selbst (beim Erhitzen entweicht CO₂ = Dekarbonisierung), der Rest kommt aus dem Schornstein (aus Brennstoffen). Zur Minderung der CO₂-Emissionen sowie zur Schonung der Ressourcen sind also dringend Alternativen gefragt. Es muss aber auch angemerkt werden, dass Beton bzw. zementgebundene Oberflächen im Laufe der Jahre durch Carbonatisierung je nach Dicke des Bauteils bis zu 95% des ursprünglich emittierten Kohlendioxids wieder einbinden können.

Betonsparende Bauweisen

Betonbauteile sind häufig überdimensioniert, weil exakte statische Berechnungen fehlen. Auch Zusatzstoffe und Zusatzmittel zur Qualitätsverbesserung des Betons können Masse einsparen. Eine noch junge Technologie „streckt“ den Beton mit Hohlkörpern aus Recyclingkunststoff (www.cobix.ch). Das spart nicht nur Betonmasse, sondern auch Baustahl. Betone für Außen- und Innenwände können durch Mauerwerk oder besser noch durch Holzbauweisen ersetzt werden. Zementestrich lässt sich durch Trockenbauelemente aus natürlichen und nachwachsenden Rohstoffen ersetzen, was gleichzeitig einer besseren Trennbarkeit der Bodenschichten dient.

Nicht selten fallen alte, noch funktionsfähige Holzbalkendecken dem Abbruch zum Opfer und werden durch zeitgemäße Betondecken ersetzt. Dabei können auch Holzbalkendecken so aufgewertet werden, dass sie schall- und brandschutztechnisch hohe Anforderungen erfüllen.

Nicht ersetzen lässt sich Beton dagegen bei Gründungen, Fundamenten und Bodenplatten. Hier, wie immer wieder zu hören, aus ökologischen Gründen Beton z. B. durch Ziegel zu ersetzen, ist kontraproduktiv und zieht eher Bauschäden nach sich, als dass es dem Bauwerk oder der Ökologie nützt.

Öko-Beton

Bei der Herstellung von sogenanntem Öko-Beton wird der Zementanteil im Beton durch Ersatzstoffe so weit wie möglich reduziert. Mit hydraulischen Grundkomponenten wie Hüttensand und Flugasche können bis zu 90% des Zementanteils substituiert werden. Zudem werden dadurch Ressourcen geschont, da diese Ersatzstoffe bei der Stahlerzeugung bzw. der Rauchgasentschwefelung quasi als Abfallprodukte anfallen. Eine weitere Alternative zum herkömmlichen Zement ist sogenannter Öko-Zement.

Ökozement-Beton

Gegenüber herkömmlichem Zement können die CO₂-Emissionen bei der Herstellung von Öko-Zement erheblich gesenkt werden. Das neuartige Bindemittel Celitement® funk-

tioniert auf dieselbe Weise wie bisher bekannte Zemente: Es verbindet Kies, Sand und Wasser zu einem qualitativ hochwertigen Zement. Bei seiner Herstellung können die CO₂-Emissionen um bis zu 50 % gesenkt werden. Dank der kalkarmen Celitelemente haben Betone einen niedrigen pH-Wert. Das erlaubt es möglicherweise, den teuren Rohstoff Stahl, der bisher zur Stabilisierung des Betons notwendig ist, zumindest teilweise durch nachwachsende Rohstoffe wie z. B. Zellulosefasern zu ersetzen.

Recycling-Beton

Mit dem Abbau von Kies und Sand für die Betonherstellung ist ein großer Landschafts- und Ressourcenverbrauch verbunden. Vielerorts grenzen Kies- und Sandgruben an schützenswerte Landschaften, eine Erweiterung der Abbauflächen bereitet Probleme. Andererseits fallen jährlich Hunderttausende Tonnen Beton- und Mauerwerksabbruch an. Da liegt es nahe – allein schon zur Entlastung der überquellenden Bauschuttdeponien – den Abbruch als Ersatz für Naturkies zu nutzen. Sowohl aus reinem Betongranulat als auch aus Granulat aus Mischabbruch (Mauersteine, Mörtel, Putz etc.) lassen sich Betone für nahezu alle Anwendungen im Hochbau herstellen. Probleme bereiten die seit den 1960er Jahren vermehrt eingesetzten Kunststoffe im Bauwesen, so enthalten in Abdichtungsmitteln, Klebern, Putzen, Mörteln, Schäumen, Leitungssystemen etc. Ein sortenreines Trennen und Wiederverwerten von Bauschutt wird damit weitgehend ausgeschlossen. Von einem Umdenken in Richtung funktionierende Kreiswirtschaft ist die heutige Bauwelt noch weit entfernt.

Zement

Zement wird durch Brennen aus Kalkstein und Ton hergestellt. Anwendung findet er vor allem zur Herstellung von Beton, Zementmörtel und Zementputz. Zementmörtel besitzt eine hohe Festigkeit und Witterungsbeständigkeit. Anwendungsbereiche sind vor allem Fundamentmauern und



Mit reinem Kalkmörtel verputzte Fassade

Sockel. Hier bietet Zement den Vorteil, selbst unter Wasser zu erhärten und fest gebunden zu bleiben. Ansonsten sorgt Zement auch in Kalkzementmörteln und -putzen für mehr Festigkeit.

Kalk (Baukalk)

Er kann aus Luftkalk oder hydraulischen Kalken hergestellt werden. Luftkalk wird aus Kalkstein gewonnen, der bei 900°C gebrannt wird. Beim Brennen entweicht Kohlendioxid, man erhält Calciumoxid. Beim Löschen mit Wasser entsteht Sumpfkalk (Calciumhydroxid). Luftkalk erhärtet, indem er sich mit dem Kohlendioxid aus der Luft verbindet. Was die CO₂-Abgabe beim Brennen und die CO₂-Aufnahme beim Erhärten anbelangt, ist die CO₂-Bilanz bei Luftkalk ausgeglichen. Luftkalk lässt sich somit umweltverträglicher herstellen als Zement und hydraulischer Kalk.

Gips

Rohstoffbasis für Gipsprodukte ist Naturgips oder REA-Gips. Zur Schonung der natürlichen Gipsressourcen bzw. der schützenswerten Gipskarstlandschaften sollte REA-Gips bevorzugt werden. Wie wissenschaftliche Untersuchungen beweisen, gibt es keine Vorbehalte bezüglich der Reinheit von REA-Gips. Leider erhält der Verbraucher keinen Hinweis, aus welchen Quellen der Rohstoff des jeweiligen Gipsproduktes stammt. Angebotene Zertifizierungen für REA-Gips haben die Hersteller bislang ausgeschlagen, um Naturgipsprodukte nicht zu diskreditieren.



Gips findet bevorzugt im Innenbereich Anwendung.



Holz hat eine lange Tradition als Konstruktions- und Ausbaustoff.

Mit dem Kohleausstieg bis 2030 endet auch die Verfügbarkeit von REA-Gips. Dann verstärkt auf den Abbau von Naturgips zu setzen, wäre im Sinne nachhaltiger Ressourcenpolitik kontraproduktiv. Stattdessen ist die Industrie aufgefordert, neue Produkte beispielsweise auf der Basis Lehm zu entwickeln.

Gips findet eine breit gefächerte Anwendung in Bauprodukten, z.B. als Putzgips, Stuckgips, Ansetzgips, Estrichgips, Fugen- und Spachtelgips sowie für Gipskartonplatten/Gipsfaserplatten und Wandbauplatten. Vermeiden sollte man die Anwendung von Gipsprodukten in Bereichen, die von Durchfeuchtung bedroht sind.

Holz

Holz ist ein vielseitiger und seit Jahrhunderten eingesetzter Baustoff. Traditionell verwendet als Konstruktionsbaustoff wird Holz vor allem als Tragwerk bei Dächern und Decken sowie im Fachwerkbau eingesetzt. Im Innenausbau, bei Fenstern und als Wand- und Deckenverkleidung sowie bei Bodenbelägen bewährt sich Holz ebenfalls seit alters und kann sich, auch dank moderner Verarbeitungstechniken, weiterhin ungebrochen am Markt behaupten. Selbst ganze Hochhäuser lassen sich heute in Holzbauweise errichten.

Mit der Einführung von verleimten Holzwerkstoffen hat sich das Anwendungsspektrum des Rohstoffes Holz deutlich erweitert, nicht zuletzt bei plattenförmigen Werkstoffen. So fortschrittlich diese Entwicklung auch sein mag, am Ende der Nutzungsphase lässt sich verleimtes Altholz nur energetisch verwerten, d.h. es wird verbrannt. Noch fehlt eine wirksame Strategie höherwertiger Verwertung. Immerhin in Ansätzen wird bereits daran gearbeitet, neue Holzbaustoffe zu entwickeln, die ohne Bindemittel auskommen.

Dennoch, vom Massivholzbalken bis zur Holzfaser – in seiner Vielseitigkeit ist der Baustoff Holz aus dem ökologisch orientierten Hausbau nicht mehr wegzudenken. Die nachfolgend aufgeführten Projektbeispiele geben einen Einblick in die Welt des nachhaltigen Bauens, wobei neben Holz auch andere nachwachsende Rohstoffe eine Rolle spielen.



Holz als Bodenbelag und als Massivholzdecke

Anwendungsbeispiele zum Bauen mit nachwachsenden Rohstoffen

BEISPIEL 1

Umbau und Sanierung eines ehemaligen Stallgebäudes zu Büros, Werkstatt und Lagerraum

- Baumaterialien vorwiegend Holz, Stroh, Lehm, Wolle
- Außenwände und Decke zum Dachraum mit 38 cm Strohbällen gedämmt
- U-Wert Außenwände: $0,13 \text{ (W/m}^2 \cdot \text{K)}$ – $0,15 \text{ (W/m}^2 \cdot \text{K)}$
- U-Wert Decke zum Dachraum: $0,13 \text{ (W/m}^2 \cdot \text{K)}$
- Haustechnik: Wärmepumpe, PV-Anlage, Solarthermie, Eisspeicher
- Architekt: Georg Bechter, Hittisau



Zweigeschossiger Wintergarten als Erholungs- und Verbindungszone



Fußboden aus gestampfter Erde, verfeinert zu „Lehmterrazzo“, Wände mit Lehmputz, Beplankung der Akustikdecken mit 9 mm Schafwollefilz.



Diagonal überkreuzte Holzlattung aus heimischer Bergfichte



Lehmputz aus der eigenen Baugrube.



Einbringen der 38 cm dicken Strohbällen in bestehendes Riegelwerk

BEISPIEL 2

Anbau an bestehendes Einfamilienhaus mit Wohn- und Arbeitsräumen

- Baumaterialien vorwiegend Holz, Stroh, Lehm
- Holzrahmenbau mit Massivholzdecken, Aussteifung der Wände mit Diagonalschalung aus sägerauen Holzbrettern (anstelle von verleimten Holzplatten)
- Dämmung von Außenwänden und Dach mit 35 cm Strohballen
- Architekt: Andi Breuss



Mit gleicher Materialqualität das Alte erhalten und Neues hinzufügen



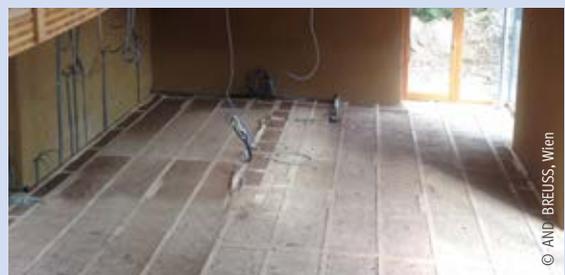
Holzfassade aus unbehandelten Lärchenlatten; Sicht- und Sonnenschutz aus nach oben und unten aufgehenden Fassadenelementen aus Holzlatten (anstelle von Kunststoffalousien)



35 cm Strohballen aus dem benachbarten Getreidefeld als effiziente und diffusionsoffene Dämmung



3–4 cm Lehmputz als feuchte- und wärmespeichernde Schicht sowie als Brand- und Schallschutz und zur Herstellung der Luftdichtigkeit ohne Dichtfolien und Kleber.



Lehmestrich mit integrierter Fußbodenheizung; Eichenboden verschraubt auf Lagerhölzern, eingebettet in Lehmestrich (anstelle von Klebparkett)

BEISPIEL 3

Sanierung Einzeldenkmal mit Anbau

- Ausbaumaterialien: Holzleichtlehm, Holzfaserplatten, Zellulose, Lehmputz
- Innendämmung mit 8 cm Holzfaserplatten,
- Dämmung Fassade mit 12 cm Holzleichtlehm
- U-Wert 0,44 ($\text{W}/\text{m}^2 \cdot \text{K}$)
- Dachdämmung 20 cm Zellulose U-Wert 0,24 ($\text{W}/\text{m}^2 \cdot \text{K}$)
- Kastenfenster Eiche geölt mit raumseitig Isolierverglasung U-Wert 1,2 ($\text{W}/\text{m}^2 \cdot \text{K}$)
- Lehmverputzte Innenwände mit Wandheizung
- Wärmeerzeugung: Sole-Wärmepumpe mit Tiefenbohrung
- Architekten: qbatur, Quedlinburg



Durchblick zum Hinterhof



Das denkmalgeschützte Fachwerkhaus mit Anbau steht im Zentrum der UNESCO Welterbe-Stadt Quedlinburg.



Hoffassade: Innendämmung mit 8 cm Holzfaserdämmplatte, Wandheizung mit 3 cm Lehmputz



Straßenfassade: Innenschale mit 12 cm Schüttdämmung aus Holzleichtlehm, Lehmputz auf Schilfrohmatten

BEISPIEL 4

Atelieranbau als Erweiterung eines bestehenden Wohnhauses

- Baumaterialien vorwiegend Massivholzplatten, Holzfaserdämmung, Zellulose
- Wände 10 cm Brettsperrholztafeln mit 12 cm Holzfaserdämmung,
- Decke 12 cm Brettschichtholz,
- Dach Aufsparrendämmung 6 cm Holzfaserplatte und Zwischensparrendämmung 16 cm Zellulose
- Fußbodenheizung in Trockenestrich
- Architekt: Walter Stolz, Rosenheim



Holzfassade aus sägerauen Fichtenbrettern, hinterlüftet, vor Bewitterung durch vorstehendes Dach geschützt, in Anpassung an bestehendes Gebäude anthrazitfarben lasiert

- Gestaltung als Beitrag zur Nachhaltigkeit:
- Anpassung des Baukörpers an ländliche, regionale Bauformen
- Einheitlichkeit der Materialität in Anbau und Bestand
- Erscheinungsbild geprägt durch den Baustoff Holz in Anlehnung an freistehende Stadel der Umgebung
- Vertikale Anordnung der Bretterschalung, gestoßen ohne Zwischenraum, dadurch ruhige und flächige Oberflächentextur
- Westseite: Klar strukturierte Segmenteinteilung der Holzfassade, dezent in das Fassadenbild integrierte Außentür
- im Vorgriff auf den Vergrauungseffekt einheitlich anthrazitfarben lasierte Bretterschalung, dadurch Vermeidung unschöner Verfärbung des Holzes



Das Atelierhaus (im Bild links) fügt sich wie selbstverständlich in den Gebäudekontext ein.



Plattenförmige Bauweise mit Brettsperrholztafeln als tragende Wand und Brettschichtholz als tragende Decke

Vorteil: hoher Vorfertigungsgrad, schnelle und weitgehend trockene und unkomplizierte Errichtung des Gebäudes, vereinfachte Adaption an bestehendes Gebäude. Bauweise besonders geeignet für Zubauten, Aufstockungen und Sanierungen.

BEISPIEL 5

Dachausbau in einem denkmalgeschützten Mehrfamilienhaus

- Ausbaumaterialien vorwiegend Vollholz, Holzfaserdämmstoff, Massivholzschalung, Massivholzboden, Lehmestrich, Lehmputz
- Dach U-Wert 0,17 ($\text{W}/\text{m}^2 \cdot \text{K}$)
- Außenwand U-Wert $\approx 0,22$ ($\text{W}/\text{m}^2 \cdot \text{K}$)
- Boden Terrasse U-Wert 0,13 ($\text{W}/\text{m}^2 \cdot \text{K}$)
- Fußbodenheizung in Lehmestrich
- Architekt: Andi Breuss



Holzbauteile vorgefertigt, dadurch deutliche Verkürzung der offenen Bauzeit



Ausbau nach dem Prinzip:

- Holz für tragende, dämmende und beplankende Bauteile
- Lehm als Luftdichtigkeitsschicht sowie Wärmespeicher, Feuchtigkeitsregulator, Schall- und Brandschutz
- Tragende Bauteile in Vollholz
- Bodendielen und Schalungen in Massivholz
- Möglichst weitgehende Vermeidung von verleimten Holzwerkstoffen
- Bodendielen in Weißtanne sägerau, unbehandelt, verschraubt auf Lagerhölzern, dadurch Vermeidung von Klebeparkett
- Fußbodenheizung in Lehmestrich

- Außenwände Holzfaserdämmung, innen Lehmputz oder Beplankung mit Weißtanne
- Trennwände als Holzständerkonstruktion mit Lehmausfachung bzw. Lehmputz
- Verlegung aller Installationen und Schaltstellen auf Innenwände, dadurch Erhalt einer luftdichten Ebene der Außenwände
- Herstellung der luftdichten Ebene mit Lehmputz, dadurch Vermeidung von Dichtfolien, -bändern und Klebern
- Dach Zwischensparrendämmung mit 28 cm Holzfasersplatten

BEISPIEL 6

Dachausbau in einem über 100 Jahre alten Bestandshaus

- Ausbaumaterialien vorwiegend Holz, Holzfasermatten, Holzwerkstoffplatten, Jutedämmung
- Neuer Holzdachstuhl
- Dachdämmung mit Holzfaser- und Jutematten
- Innenausbau in Lärche massiv und 3-Schichtplatten in Fichte
- Architekten: heunddu (Elias Walch, Christian Hammer)



Türen, Fenster, Außentreppe in Lärchenholz

Dachstuhl neu, Zwischensparrendämmung mit 24 cm Holzfasermatten, Beplankung mit Holzwerkstoffplatten, Installationsebene aufgrund besserer Verarbeitung über Kopf mit 5 cm flexiblen, aber dennoch genügend steifen Jutematten



Böden in heimischer Lärche, Oberflächen nur geseift
Wand- und Deckenbekleidungen in 3-Schichtplatten aus Fichte, Oberfläche weiß lasiert, um das Nachdunkeln des Holzes zu vermeiden und damit einer drückenden Raumwirkung entgegenzuwirken. Ursprünglich war geplant, die Oberflächen nach traditionellem Verfahren zu kalkan, doch der Arbeitsvorgang erschien zu komplex, sodass auf eine ökologisch unbedenkliche, transparent weiße Lasur zurückgegriffen wurde.

16 ANHANG

Literatur- und Quellenverzeichnis

- AGÖF:** Ökologisches Bauen. Tagungsband der Arbeitsgemeinschaft Ökologischer Forschungsinstitute e.V., Bremen 1999.
- AGÖF:** Umwelt, Gebäude & Gesundheit. Tagungsband der Arbeitsgemeinschaft Ökologischer Forschungsinstitute e.V., Nürnberg 2001.
- Ahnert, R.; Krause, K. H.:** Typische Baukonstruktionen von 1860–1960. Band 1–3. Berlin: Verlag Bauwesen, 2000–2002.
- Balay, F. et al.:** Fachkunde Bau (mit CD-ROM). Für Maurer/-innen, Beton- und Stahlbauer/-innen, Zimmerer/-innen und Bauzeichner/-innen. München: C. H. Beck, 2001.
- Brändle, E.:** Bauernhaussanierung. München; Wien; Zürich: BLV-Verlagsgesellschaft, 1988.
- Bruckner, H.; Schneider, U.:** Naturbaustoffe. Düsseldorf: Werner Verlag, 1998.
- Bruyere, C.; Inwood, R.:** Bauen mit der Natur. Frankfurt a. M.: Verlag Dieter Fricke GmbH, 1983.
- dena – Deutsche Energie-Agentur (Hrsg.):** Modernisierungsratgeber Energie. Berlin 2010.
- Deutsches Fachwerkzentrum Quedlinburg e. V.:** Hilfe, ich hab ein Fachwerkhaus – Leitfaden für Bauherren und am Fachwerk Interessierte. Quedlinburg 2009.
- Drexel, T.:** Alte Häuser sanieren. München: Verlag Callwey, 1998.
- Dreyer, J. (Hrsg.):** Nachhaltige Instandsetzung. WTA-Schriftenreihe, Heft 20. Freiburg; Zürich: Aedificatio Verlag, 1999.
- Feist, W. (Hrsg.):** Einsatz von Passivhaustechnologien bei der Altbau-Modernisierung. Protokollband Nr. 24, Darmstadt: Passivhaus Institut, 2003.
- Feist, W. (Hrsg.):** Faktor 4 auch bei sensiblen Altbauten: Passivhauskomponenten + Innendämmung. Protokollband Nr. 32, Darmstadt: Passivhaus Institut, 2005.
- Gabriel, I.; Ladener, H. (Hrsg.):** Vom Altbau zum Niedrigenergiehaus- und Passivhaus. Staufen: ökobuch Verlag, 2008.
- Gänßmantel, J. (Hrsg.):** Ökologie und Bauinstandsetzen. WTA-Schriftenreihe, Heft 21. Freiburg; Zürich: Aedificatio Verlag, 2000.
- Gerner, M.:** Fachwerk; Entwicklung, Gefüge, Instandsetzung. München: DVA, 1998.
- Haas-Arndt, D.; Ranft, F.:** Altbauten sanieren – Energie sparen. Karlsruhe: Fraunhofer IRB Verlag, 2009.
- Häfele, G.; Oed, W.; Sabel, L.:** Hauserneuerung. Staufen: ökobuch-Verlag, 2008.
- Häfele, G.; Oed, W.; Sambeth, B. M. (Hrsg.):** Baustoffe und Ökologie. Tübingen; Berlin: Ernst Wasmuth Verlag, 1996.
- Hauser, G.; Höttges, K.; Otto, F.; Stiegel, H.:** Energieeinsparung im Gebäudebestand. Bauliche und anlagentechnische Lösungen. Hrsg.: Gesellschaft für rationelle Energieverwendung e.V., Böhl-Iggelheim: Baucom Verlag für Marketing und Kommunikation, 2002.
- Hessisches Ministerium für Umwelt, Energie, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (Hrsg.):** Wärmedämmung von Außenwänden mit der Innendämmung. Wissenswertes über die nachträgliche Dämmung bei Altbauten. Ausgabe 06/2005, Überarbeitung 11/2012, Wiesbaden 2012.
- IBO – Österreichisches Institut für Baubiologie und -ökologie:** Ökologie der Dämmstoffe. Wien; New York: Springer Verlag, 2000.
- IBO – Österreichisches Institut für Baubiologie und -ökologie:** Ökologischer Bauteilkatalog. Wien; New York: Springer Verlag, 2000.
- IHG – Interessengemeinschaft der Holzschutzmittelgeschädigten e. V.:** Sanierungsmaßnahmen in formaldehyd- und holzschutzmittelverseuchten Wohnungen und Häusern. Engelskirchen: Selbstverlag, 1991.
- Institut Wohnen und Umwelt GmbH:** Deutsche Gebäudetypologie – Systematik und Datensätze, 2. Auflage, Dezember 2003.
- Institut für Energie-Effiziente Architektur mit Internet-Medien; Tuschinski M.:** EnEV-online. <http://www.enev-online.de/>
- Katalyse e. V.:** Das Umweltlexikon. Köln: Verlag Kiepenheuer & Witsch, 1985.
- Keppler, M.; Lemcke, T.:** Mit Lehm gebaut. München: Blok Verlag, 1986.
- Kohl A.; Bastian K.; Neizel E.:** Baufachkunde 1. Grundfachkunde Bau. Stuttgart: B. G. Teubner Verlag, 1976.
- Kohl A.; Bastian K.; Neizel E.:** Baufachkunde 2. Fachkunde für Maurer Teil 1. Stuttgart: B. G. Teubner Verlag, 1976.
- Kolb, B.:** Handbuch für Natürliches Bauen. Karlsruhe: Verlag C. F. Müller, 1984.
- Kolb, B.:** Beispiel Biohaus. Karlsruhe: Verlag C. F. Müller, 1985.
- Kolb, B. (Hrsg.):** Bauen und Sanieren mit natürlichen Baustoffen. Kissing: Weka Baufachverlage, 1989.
- Kolb, B.:** Sonnenklar Solar. München: Blok Verlag, 1991.
- Kolb, B. (Hrsg.):** Wintergärten und Glasanbauten im Detail. Augsburg: Weka Baufachverlage, 1994.
- Kolb, B. (Hrsg.):** Aktueller Praxisratgeber für umweltverträgliches Bauen. Loseblattsammlung. Augsburg: Weka Baufachverlage, 1991–2001.
- Kolb, B.:** Nachhaltiges Bauen in der Praxis. München: Blok Verlag, 2004.
- Kolb, B.:** Zukunft Bauen – Altbauten fit machen für morgen. München: Blok Verlag 2005.
- König, H. et al.:** Legep-Software, Werkzeug für die integrierte Lebenszyklusanalyse. WEKA MEDIA GmbH & Co. KG

König, H.: Wärmedämmung vom Keller bis zum Dach. Schriftenreihe der Verbraucherverbände. Bonn 1996.

König, H.: Das Dachgeschoss 4. Aufl., Staufen: ökobuch Verlag, 1998.

König, H.: Wege zum gesunden Bauen. Staufen: ökobuch Verlag, 1998.

König, H.; Weissenfeld, P.: Holzschutz ohne Gift. Staufen: ökobuch Verlag, 2001.

Künzel, H.: Dachdeckung und Dachbelüftung. Untersuchungsergebnisse und Folgerungen für die Praxis, Stuttgart: Fraunhofer IRB Verlag, 1996.

Landesinstitut für Bauwesen und angewandte Bauschadensforschung NRW: Bauteilkosten im ökologisch orientierten Bauen. Aachen 1992.

Landesinstitut für Bauwesen und angewandte Bauschadensforschung NRW: Umweltbewusste Bauteil- und Baustoffauswahl. Aachen 1992.

Landesinstitut für Bauwesen und angewandte Bauschadensforschung NRW: Baustoffe unter ökologischen Gesichtspunkten. Aachen 1993.

Landesinstitut für Bauwesen und angewandte Bauschadensforschung NRW: Kostengünstig ökologisch planen und bauen. Aachen 1997.

Lorenz-Ladener, C.: Naturkeller. Staufen: ökobuch Verlag, 1990.

Meyer-Bohe, W.: Baukonstruktionen im Hochbau. Wiesbaden; Berlin: Bauverlag, 1987.

Ministerium für Stadtentwicklung, Wohnen und Verkehr NRW (Hrsg.): Typische Schadenspunkte an Wohngebäuden. Düsseldorf 1987.

Minke, G.: Lehm-Handbuch. Staufen: ökobuch Verlag, 1999.

Mittag, M.: Baukonstruktionslehre. Braunschweig: Verlag Friedrich Vieweg & Sohn, 2000.

Neufert, E.: Bauentwurfslehre. Braunschweig: Verlag Friedrich Vieweg & Sohn, 2000.

Neufert, P.; Neff, L.: Gekonnt planen – richtig bauen. Braunschweig: Verlag Vieweg & Sohn, 1997.

Niemeyer, R.: Der Lehm-Bau. Staufen: ökobuch Verlag, 1982.

Rathmanner, J.: Altbau-Sanierung – Gebäude richtig und nachhaltig sanieren. Graz; Stuttgart: Leopold Stocker Verlag, 2011.

Rau, O.; Braune, U.: Der Altbau. 8. Aufl., Leinfelden-Echterdingen: Verlagsanstalt A. Koch, 2013.

RWE Energie (Hrsg.): Bau-Handbuch. Essen: Energie-Verlag, 2002.

Rauch, M.: Gebaute Erde. 3. Aufl., Verlag Detail Business Information, 2022.

Schober, K. P. et al.: Fassaden aus Holz. Wien: proHolz Austria, 2010.

Scholz W.: Baustoffkenntnis. Düsseldorf: Werner Verlag, 1995.

Sahel, H. P.: Baukunst & Gesundheit. Aarau: AT Verlag, 1990.

Stiftung Warentest: Wohnen ohne Gift. Verein für Konsumenteninformation. Wien 1995.

Sobek, W. (Frank Heinlein): Recyclable by Werner Sobek, Verlag av edition, 2019.

Sobek, W.: 17 Thesen zur Nachhaltigkeit (www.wernersobek.com/de/themen/17_thesen/).

Volhard, F.: Bauen mit Leichtlehm. Birkhäuser Verlag Berlin, 2021.

Volhard, F.; Röhlen, U.: Lehm-Bau Regeln. Dachverband Lehm e.V., 3. Aufl., Wiesbaden: Vieweg Verlag, 1998.

Wagner, A.: Energieeffiziente Fenster und Verglasungen. Köln: TÜV-Verlag, 2000.

Wendehorst R.: Baustoffkunde. Hannover: Curt R. Vincentz Verlag, 1975.

WTA-Merkblatt 4-7-02: Nachträgliche mechanische Horizontalsperre. Stuttgart: Fraunhofer IRB-Verlag, 2000.

WTA-Merkblatt 2-7-01: Kalkputze in der Denkmalpflege. Stuttgart: Fraunhofer IRB-Verlag, 2002.

WTA-Merkblatt 4-4-04: Mauerwerksinjektion gegen kapillare Feuchtigkeit. Stuttgart: Fraunhofer IRB-Verlag, 2004

WTA-Merkblatt 4-6-05: Nachträgliches Abdichten erdberührter Bauteile. Stuttgart: Fraunhofer IRB-Verlag, 2005.

WTA-Merkblatt 8-5-18: Fachwerkinstandsetzung nach WTA V: Innendämmungen. Stuttgart: Fraunhofer IRB-Verlag, 2018.

WTA-Merkblatt 8-10-20/D: Fachwerkinstandsetzung nach WTA X: Wärmeschutz bei Fachwerkgebäuden. Stuttgart: Fraunhofer IRB-Verlag, 2020.

WTA-Merkblatt 2-10-06/D: Opferputze. Stuttgart: Fraunhofer IRB-Verlag, 2006.

WTA-Merkblatt 8-14-14/D: Ertüchtigung von Holzbalkendecken nach WTA II: Balkenköpfe in Aussenwänden. Stuttgart: Fraunhofer IRB-Verlag, 2014.

Zwiener, G.: Ökologisches Baustoff-Lexikon. Karlsruhe: Verlag C. F. Müller, 2006.

Adressen

Fraunhofer-Institut für Holzforschung (WKI)

Bienroder Weg 54 E
38108 Braunschweig

Fraunhofer-Institut für Bauphysik (IBP)

Fraunhoferstraße 10
83626 Valley

Fraunhofer-Zentrum für energetische Altbausanierung und Denkmalpflege Benediktbeuern

Don-Bosco-Straße 1
83671 Benediktbeuern

Fraunhofer IRB – Bauforschung

Nobelstraße 12
70569 Stuttgart

Deutsche Bundesstiftung Umwelt (DBU)

An der Bornau 2
49090 Osnabrück

Deutsche Stiftung Denkmalschutz (DSD)

Schlegelstraße 1
53113 Bonn

Institut für Baubiologie + Nachhaltigkeit (IBN)

Erlenastraße 24
83022 Rosenheim

Institut Wohnen und Umwelt GmbH (IWU)

Rheinstraße 65
64295 Darmstadt

Dachverband Lehm e. V. (DVL)

Postfach 1172
99409 Weimar

Verband Dämmstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen e. V. (VDNR)

Heinz-Fangman-Straße 2
42287 Wuppertal

Deutsche Energie-Agentur GmbH (dena)

Chausseestraße 128 a
10115 Berlin

Deutsches Fachwerkzentrum Quedlinburg e. V.

Blasiistraße 11
06484 Quedlinburg

Vereinigung der Landesdenkmalpfleger c/o Landesamt für Denkmalpflege Hessen

Schloss Biebrich
65203 Wiesbaden

Wissenschaftlich-Technische Arbeitsgemeinschaft für Bauwerkserhaltung und Denkmalpflege e. V. (WTA)

WTA – Geschäftsstelle
Ingolstädter Straße 102
85276 Pfaffenhofen

Danksagung

Ohne die Hilfe von Fachleuten, die in ständigem Austausch zu den vielschichtigen Themen des nachhaltigen Bauens stehen, wäre diese Broschüre nicht zustande gekommen.

Ein besonderer Dank gilt folgenden Personen, Institutionen und Firmen:

- arcana Baugesellschaft, Luckenwalde
- Architekturbüro Albrecht Weber, Langenargen
- Architekturbüro Richard Betz, Liebenau-Ersen
- Architekturbüro Brauner, Worms
- Architekturbüro Dr. Burkhard Schulze-Darup, Nürnberg
- Architekturbüro Herwig und Andrea Ronacher, Hermagor
- Deutsches Fachwerkzentrum Quedlinburg e. V.
- eza! Energie- und Umweltzentrum Allgäu
- Lehmbau Bernd Hepperle, Neidlingen
- Lehmbau Heinrich Neuhaus, Ronneburg
- Gerd Meurer, Natürliches Bauen, Koblenz
- Manuel Haus, Umweltzentrum Tübingen

17 WEITERE INFORMATIONEN

Informationen zum Thema Bauen und Heizen mit nachwachsenden Rohstoffen:
baustoffe.fnr.de / heizen.fnr.de

Literatur der FNR



Holzhauskonzepte



Strohgedämmte Gebäude



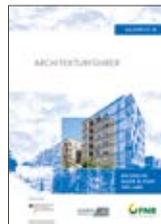
Baustoffe aus nachwachsenden Rohstoffen



Dämmstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen



Wohnen und Leben mit Holz – Einfluss von Holzemissionen auf die Wohngesundheit



Architekturführer



Ausbauen und Gestalten mit nachwachsenden Rohstoffen



Heizen und Heizkessel im Gebäudebestand



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

Folgen Sie uns:    

Gedruckt auf 100 % Recyclingpapier
mit Farben auf Pflanzenölbasis

Bestell-Nr. 662
FNR 2024

