

Klima- und Energiemodellregion

ERHOLUNGSREGION JUGGLAND



*Dämmstoffe richtig
eingesetzt*

KONTAKT

HELMUT WAGNER:

+43664 54 53 704

WAGNER@ENERGIE-HAUSTECHNIK.AT

Dieses Projekt wird aus Mitteln des Klima- und Energiefonds gefördert und im Rahmen des Programmes „Klima- und Energiemodellregionen“ durchgeführt.“

Mehr Informationen gibt es bei Modellregionsmanager Helmut Wagner.

Dämmstoffe richtig eingesetzt

Eignung, Anwendung und Umweltverträglichkeit
von Dämmstoffen



Dämmstoffe richtig eingesetzt

Eignung, Anwendung und Umweltverträglichkeit von Dämmstoffen

Impressum

Medieninhaber, Verleger und Herausgeber:

Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie
Radetzkystraße 2, 1030 Wien
bmk.gv.at, +43 (0) 1 711 62-650

Autor:innen:

Barbara Bauer, Franz Dolezal, Gerhard Enzenberger, Astrid Scharnhorst, Tobias Steiner –
IBO – Österreichisches Institut für Baubiologie und -ökologie;
Gudrun Buschbacher, Eva-Marieke Lems – Die Umweltberatung, Wien;
Naghme Altmann-Mavaddat, Jan Höllrigl, Lorenz Strimitzer, Stefan Weiss –
Österreichische Energieagentur

Fotonachweise:

Cover – Ingo Bartussek/stock.adobe.com,
Seite 8 – minicel73/stock.adobe.com, Seite 40 – ExQuisine/stock.adobe.com,
Seite 96 – Ingo Bartussek/stock.adobe.com, Seite 144 – mhp/stock.adobe.com

Layout: Jürgen Brües/altanoite.com

Druck: Donau Forum Druck, 1230 Wien

Gedruckt nach der Richtlinie „Druckerzeugnisse“

des Österreichischen Umweltzeichens: Donau Forum Druck GmbH, UW 785



Wien, 2022

Inhalt

1 Grundlagen	8
1.1 Warum nachhaltig bauen?.....	10
1.2 Nachwachsende Rohstoffe als Dämmung.....	11
1.3 Kosten und Nutzen.....	13
1.3.1 Betrachtung am Beispiel.....	14
1.3.2 Dämmstärken.....	14
1.3.3 Wirtschaftlichkeit von Dämmung.....	16
1.4 Rahmenbedingungen und Standards.....	17
1.4.1 Rechtliche Rahmenbedingungen.....	17
1.4.2 Förderungen.....	19
1.4.3 Der klimaaktiv Gebäudestandard.....	21
1.5 Bauphysikalische Grundlagen.....	22
1.5.1 Wärmeschutz.....	23
1.5.2 Feuchteschutz.....	28
1.5.3 Schallschutz.....	29
1.5.4 Brandschutz.....	32
1.5.5 Innendämmung.....	35
1.6 Dämmstoffe in der Kreislaufwirtschaft.....	36
2 Dämmstoffe	40
2.1 Produktkennzeichnung und -zertifizierung.....	43
2.1.1 EPD/Umweltproduktdeklaration.....	43
2.1.2 Anwendungsgebiete von Dämmstoffen.....	44
2.1.3 Ökologische Produktzertifizierung.....	45
2.2 Wahl des Dämmstoffes und mögliche Einsatzbereiche.....	49
2.3 Dämmstoffporträts.....	52
2.3.1 Dämmstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen.....	54
Flachs.....	54

Hanf	56
Holzfaser	58
Jute	60
Kork	62
Schafwolle	64
Stroh	66
Zellulose	68
2.3.2 Dämmstoffe aus mineralischen Rohstoffen.....	70
Aerogel	70
Blähton und Blähglas	72
Calciumsilikat	74
Expandierter Perlit (Blähperlit)	76
Mineralfaser (Glaswolle, Steinwolle)	78
Mineralschaum	80
Schaumglas	82
2.3.3 Dämmstoffe aus synthetischen Rohstoffen.....	84
Expandiertes Polystyrol (EPS)	84
Extrudiertes Polystyrol (XPS)	88
Phenolharz (Resolharz)	90
Polyurethan-(PUR-)Hartschaum	92
2.3.4 Dämmstoffe im Überblick.....	94
3 Umsetzung.....	96
3.1 Strategien für erfolgreiche Bauvorhaben mit niedrigen Betriebskosten.....	98
3.1.1 Multidisziplinärer Planungsansatz.....	98
3.1.2 Die richtigen Planungsschritte.....	98
3.1.3 Das richtige Heizsystem.....	102
3.1.4 Praktische Ausführung Außenwanddämmung.....	103
3.1.5 Praktische Ausführung der Innendämmung.....	106

3.1.6 Aufbauten bei Altbau.....	109
Betonhohlsteinmauer, saniert (Hanffaser-WDVS)	109
Ziegelmauerwerk, saniert und hinterlüftet (Hanffaser)	110
Außensaniertes Steildach mit Neueindeckung (Holzfaser und Schafwolle)	111
Innensaniertes Steildach mit bestehendem Unterdach und Deckung (Schafwolle)	112
Oberste Geschoßdecke, saniert (Doppelbaumdecke mit Blähperlit-Schüttung)	113
Oberste Geschoßdecke, saniert (Holzbalkendecke mit Zellulosefasern)	114
Kellerdecke, saniert (Stahlbeton mit Mineralwolle)	115
3.1.7 Aufbau bei Altbau-Innendämmung.....	116
Vollziegelmauerwerk, saniert mit Innendämmung	116
3.1.8 Aufbauten bei Neubau.....	117
Brettsperrholz-Außenwand, hinterlüftet	117
Erdberührte Beton-Schalstein-Außenwand	118
Hochlochziegel-Außenwand, WDVS aus Hanffaserdämmstoff	119
Holzständer-Außenwand, hinterlüftet	120
Plattenfundament, oberseitig gedämmt, Holzfußboden auf Staffeln	121
Holzsparren-Steildach	122
Holzsparren-Steildach mit Aufsparrendämmung	123
Doppel-T-Träger-Flachdach	124
3.2 Projektdokumentation.....	125
3.2.1 Umsetzungsbeispiele Wohngebäude.....	126
Einfamilienhaus „Haus am Gießen“, Tirol Zellulosedämmung	126
Wohnanlage Friedrich-Inhauser-Straße, Salzburg Zellulosedämmung	128
3.2.2 Umsetzungsbeispiele Nichtwohngebäude.....	130
Veranstaltungszentrum Maria Laach, Niederösterreich Strohdämmung	130
„Haus des Lernens“, St. Pölten, Niederösterreich Strohdämmung	132
3.3 Ökologischer Vergleich von Dämmstoffen.....	134

3.3.1 Methodik.....	134
3.3.2 Ergebnisse des ökologischen Vergleichs.....	137
3.3.3 Diskussion.....	142
4 Service.....	144
4.1 Energieberatung in Österreich.....	146
4.2 Förderstellen für Neubau und Sanierung.....	147
4.3 Weitere klimaaktiv Angebote.....	148
4.4 Weiterführende Links.....	149
5 Über klimaaktiv.....	150
Tabellenverzeichnis.....	151
Abbildungsverzeichnis.....	152
Abkürzungen.....	153

1 Grundlagen





Das folgende Kapitel befasst sich mit den Grundlagen der Dämmung, das heißt den Argumenten für ökologisches Bauen, der Nutzung nachwachsender Rohstoffe als Dämmung, den Kosten und dem Nutzen, den rechtlichen Rahmenbedingungen und Standards wie auch dem klimaaktiv Gebäudestandard.

1.1 Warum nachhaltig bauen?

Beim ökologischen Bauen stehen die Wechselbeziehungen des Menschen zu seiner Umwelt im Vordergrund. Die Gebäude sollen sich nach Möglichkeit in natürliche Stoffkreisläufe eingliedern. Auch künftigen Generationen soll eine intakte und lebenswerte Umwelt hinterlassen werden. Dazu kommt, dass nach wie vor laut Angaben der Statistik Austria rund 50% des Energieverbrauchs eines Haushaltes für die Heizung aufgewendet werden. Wesentliche Aspekte des ökologischen Bauens sind somit die Senkung des Energieverbrauchs und die Recyclingfähigkeit beim Rückbau.

Energieeffizienz durch Dämmung wird mehrfach belohnt

Ob bei Neubau oder Sanierung – Wärmedämmung ist die maßgebliche Methode, um Energie- und Kosteneinsparung, Wertsteigerung der Immobilie, verbessertes Wohlbefinden, Schutz vor Bauschäden, aber auch Umweltschutz miteinander zu vereinen.

Gesetzliche Anforderungen und Förderungen

Die Anforderungen an den Wärmeschutz wurden in den letzten Jahren wesentlich erhöht. Die gesetzlichen Mindestbestimmungen bei Neubau und Sanierung sind in der OIB-Richtlinie 6 angeführt (oib.or.at). Förderungen für die Sanierung von Gebäuden weisen teilweise noch strengere Auflagen auf. Im Neubau von Gebäuden für betriebliche oder öffentliche Zwecke gibt es Förderungen für Dämmmaßnahmen, wenn die OIB-Richtlinien deutlich unterschritten werden.

Wohlbefinden und Schutz vor Schimmel

Eine gute Wärmedämmung ist eine Grundvoraussetzung für ein behagliches Wohnklima. Tritt im Winter trotz hoher Raumlufttemperatur ein unbehagliches Gefühl auf, wird das meist durch niedrige Oberflächentemperaturen von Wänden, Fenstern oder/und dem Boden verursacht. An kalten Wänden kann sich an der Oberfläche zudem Kondensat bilden und die Gefahr der Schimmelbildung nimmt zu. Mit wärmedämmenden Maßnahmen hingegen steigt die Wandoberflächentemperatur und das Risiko für Schimmelschäden sinkt. Dadurch ist außerdem eine geringere Raumlufttemperatur erforderlich, um sich behaglich zu fühlen. Der Heizwärmebedarf kann somit reduziert werden.

Auch dem zunehmenden Problem der sommerlichen Überwärmung kann durch Dämmmaßnahmen entgegengewirkt werden. Die Dämmung sorgt für eine Reduktion der Wärmeeinträge im Sommer und hält Räume länger kühl.

Umweltaspekte und Nachhaltigkeit

Der aus Dämmmaßnahmen resultierende geringere Verbrauch an Energie für Beheizung oder Kühlung trägt in der Nutzungsphase eines Gebäudes zum Schutz unserer Umwelt bei. Die Umweltauswirkungen können durch den Einsatz von Dämmstoffen aus nachwachsenden Rohstoffen (NAWARO) weiter verringert werden, wie im Kapitel „Ökologischer Vergleich von Dämmstoffen“ gezeigt wird. Unter nachwachsenden Rohstoffen werden generell Produkte der Land- und Forstwirtschaft verstanden, welche nicht als Nahrungs- oder Futtermittel Verwendung finden. Dies schließt Nebenprodukte und Reststoffe mit ein. Einige dieser Dämmstoffe, zum Beispiel Zellulosedämmstoffe, werden in Österreich bereits häufig eingesetzt.

Die Verwendung von NAWARO-Dämmstoffen wird durch Förderungen zusätzlich unterstützt.

Tipp:

Materialien wie Kalkputz, naturbelassenes Holz, Lehm, Dämm- und Baustoffe aus Naturfasern haben eine regulierende Wirkung auf die Luftfeuchtigkeit im Innenraum.

Soziale Aspekte

Der Schutz und die Erhaltung der Umwelt ist in unser aller Verantwortung. Ökologisches und nachhaltiges Bauen berücksichtigt obendrein auch soziale Aspekte wie den Gesundheitsschutz. Ein weiterer sozialer Aspekt betrifft den konfliktfreien Abbau der Rohstoffe und eine verstärkte regionale Wertschöpfungskette.

1.2 Nachwachsende Rohstoffe als Dämmung

Warum das Dämmen mit Materialien aus nachwachsenden Rohstoffen sinnvoll, sicher und nachhaltig ist, zeigen wir Ihnen anhand spezifischer, für Dämmstoffe relevanter Eigenschaften beispielhaft auf.

Feuchtebeständigkeit

Dämmstoffe aus NAWARO verfügen aufgrund ihres Sorptionsverhaltens über eine gute Aufnahme- und Abgabefähigkeit von Feuchtigkeit. Sie besitzen eine günstige kapillare Leitfähigkeit, wodurch an einer Stelle anfallende Feuchtigkeit abtransportiert werden kann und somit keine größere lokale Ansammlung von Feuchtigkeit entsteht. Solange

die Feuchtigkeit im Material nicht zu hoch wird, wird der Dämmwert nur geringfügig beeinträchtigt.¹

Diffusionsfähigkeit

NAWARO-Dämmstoffe zeichnet eine hohe Durchlässigkeit von Wasserdampf aus. Entstandene Feuchtigkeit kann somit auch innerhalb des Bauteils wieder verdunsten beziehungsweise abziehen. Fäulnis oder Schimmel können nur auftreten, wenn der Gesamtgehalt der Feuchte zu hoch wird.²

Generell gilt es beim Bauteilbau darauf zu achten, dass entstandene Feuchtigkeit gut abziehen kann (zum Beispiel Hinterlüftung der Fassade beziehungsweise Unterlüftung der Eindeckung beim Schrägdach).

Schimmel- und Schädlingsresistenz

Dämmstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen sind entweder von Natur aus resistent gegen Schimmel- und Schädlingsbefall (zum Beispiel durch natürliche Bitterstoffe im Flachs, Fehlen von Proteinen oder Eiweißen in Hanf oder Jute) oder werden dementsprechend behandelt (zum Beispiel Reduktion des Feuchtegehalts bei Stroh auf maximal 15%, Behandlung von Schafwolle gegen Mottenbefall).³

Brandschutz

Achten Sie bei der Auswahl des Dämmstoffs auf eine Klassifizierung nach Norm DIN EN 13501-1, denn darin wird das Brandverhalten der Materialien beurteilt.

Dämmstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen halten nachgewiesenermaßen einem Feuer ausreichend lange stand und es kommen ergänzend günstige Eigenschaften der Rohstoffe zum Tragen (zum Beispiel bildet eine Zellschichtdämmung bei einem Brand eine schützende Holzkohleschicht). Der größte Vorteil von NAWARO-Dämmstoffen beim Brandschutz ist jedoch, dass keine hochgiftigen Rauchgase auftreten und keine schlagartige Brandausbreitung durch schnelle Hohlraumbildung entsteht.⁴

Verarbeitung

Dämmstoffe aus natürlichen Materialien sind um ein Vielfaches angenehmer zu verarbeiten, da sie keine hautreizenden Feinfasern abstauben und auch im verbauten Zustand keine Schadstoffe emittieren. NAWARO-Dämmstoffe sind in der Regel in Form von Platten- und Rollware oder Einblasdämmung einfach und freundlich zu verarbeiten.

1 [fnr.de/fileadmin/allgemein/pdf/broschueren/Brosch_Daemmstoffe_2020_Web_StandAktualisiert.pdf](https://www.fnr.de/fileadmin/allgemein/pdf/broschueren/Brosch_Daemmstoffe_2020_Web_StandAktualisiert.pdf), Seite 9 und folgende

2 Ebenda, Seite 10

3 Ebenda, Seite 31, Seite 58

4 Ebenda, Seite 11, Seite 80

Entsprechende Zertifikate (zum Beispiel Österreichisches Umweltzeichen, IBO, nature-plus) helfen bei der Auswahl.⁵

Entsorgung

Großer Vorteil von Dämmstoffen aus nachwachsenden Rohstoffen ist die einfache und kostengünstige Entsorgung, da hauptsächlich natürliche Materialien verwendet werden. Kompostierung beziehungsweise Recycling ist möglich, insofern die einzelnen Komponenten trennbar miteinander verbunden sind.⁶

1.3 Kosten und Nutzen

Angesichts der Klimaerwärmung ist eine Verbesserung der thermischen Hülle von Gebäuden das Gebot der Stunde, um den Heizenergieverbrauch maßgeblich zu reduzieren. Auch durch eine Erneuerung des Heizsystems sind Einsparungen möglich, da neue Anlagen effizienter arbeiten und somit weniger Energie verbrauchen. Unabhängig davon, ob der Energieträger des Heizsystems (zum Beispiel auf erneuerbare Energie) umgestellt wird oder nicht, ist das Einsparpotenzial durch einen Heizungstausch deutlich geringer als durch eine thermische Sanierung. Große Energieeinsparungen erfolgen demnach ausschließlich durch eine Verbesserung der thermischen Hülle.

Aus Erfahrungswerten und Berechnungen ergeben sich folgende Einsparungen durch die Dämmung beziehungsweise Verbesserung folgender Bauteile:

Tabelle 1: Richtwerte der Energieeinsparung pro Bauteilsanierung

Quelle: Die Umweltberatung

Bauteil	Energieeinsparung
Dach oder oberste Geschoßdecke	10–20 %
Außenwände	20–35 %
Kellerdecke	5–10 %
Fenstertausch	5–10 %

5 fnr.de/fileadmin/allgemein/pdf/broschueren/Brosch_Daemmstoffe_2020_Web_StandAktualisiert.pdf, Seite 17

6 Ebenda, Seite 20

1.3.1 Betrachtung am Beispiel

Die Bandbreite der Energieeinsparungen ergibt sich aus dem Baualter und Baumaterial des Ausgangsgebäudes. Um die erzielbare Einsparung anschaulicher zu machen, betrachten wir ein Beispielhaus mit einer Bruttogrundfläche (BGF) von 150 m², das 1980 erbaut wurde.

Das Haus ist wie folgt aufgebaut:

- Außenwand: 29 cm Leichtbetonhohlstein verputzt
- Oberste Geschoßdecke: 30 cm Massivbeton mit Beschüttung und Betonestrich
- Kellerdecke: 30 cm Massivbetondecke mit Betonestrich

Um den thermischen Zustand eines Gebäudes bewerten zu können, betrachtet man den U-Wert seiner Bauteile. Dieser U-Wert, auch Wärmedurchgangskoeffizient genannt, gibt an, wie viel Wärme pro Quadratmeter Bauteilfläche entweichen kann (pro 1 Kelvin Temperaturunterschied) und wird in Watt pro Quadratmeter-Kelvin (W/m²K) gemessen. Je kleiner der U-Wert eines Bauteils ist, desto weniger Energie (= Wärme) kann durch ihn verloren gehen.

Betrachtet man die Bauteile des Beispielhauses, so weisen diese folgende U-Werte auf:

- Außenwand: 1,5 W/m²K
- Oberste Geschoßdecke: 1,7 W/m²K
- Kellerdecke: 1,6 W/m²K

Wie viel Dämmung man nun auf den Bauteil aufbringt beziehungsweise welche Fenster man auswählt, hängt von zwei Faktoren ab:

- Wie gut dämmt das Material, das ich verwende?
- Welchen U-Wert möchte ich erreichen?

Der Lambda-Wert (λ -Wert) eines Materials gibt an, wie gut dieses dämmt. Er wird in Watt pro Meter-Kelvin (W/mK) gemessen. Je kleiner der Wert ist, desto besser dämmt das Material. Durchschnittliche Dämmstoffe haben heute einen Wert von 0,035 W/mK. Der angestrebte U-Wert kann beispielsweise von der Bauordnung oder von Förderkriterien abhängen. Wird ein Gebäude komplett saniert oder möchte man eine Förderung erhalten, müssen die Bauteile bestimmte U-Werte erreichen.

1.3.2 Dämmstärken

Die folgende Tabelle geht von den U-Werten des Beispielhauses aus und zeigt, mit welchen Dämmstärken welche U-Werte erzielt werden. Die zu erreichenden U-Werte stammen einerseits aus der Bauordnung (OIB-RL 6, 2019) und andererseits aus der

Förderungsvoraussetzung des Landes Vorarlberg, das aktuell eines der strengsten Förderkriterien in Österreich hat (Stand Juni 2022).

Tabelle 2: Vergleich der U-Werte und Dämmstoffstärke unterschiedlicher Baustandards; verwendeter Dämmstoff hat Lambda-Wert von 0,035 W/mK

	Bestand		OIB-RL 6; größere Sanierung ohne Sanierungskonzept	Förderungsanforderung Einzelbauteilsanierung Vorarlberg		Förderungsanforderung Einzelbauteilsanierung Bonus-Stufe Vorarlberg	
	U-Wert [W/m ² K]	U-Wert [W/m ² K]	Dämmstärke [cm]	U-Wert [W/m ² K]	Dämmstärke [cm]	U-Wert [W/m ² K]	Dämmstärke [cm]
Außenwand	1,5	0,266	11	0,21	15	0,15	21
Dach/oberste Geschoßdecke	1,7	0,152	21	0,15	22	0,13	25
Kellerdecke	1,6	0,304	10	0,30	10	0,23	14

Einsparung durch Dämmung

Anhand der folgenden Faustformeln kann überschlagsmäßig ermittelt werden, wie viel Wärme durch einen Bauteil geht:

Tabelle 3: Wärmeverluste pro Quadratmeter und Bauteil
Quelle: Die Umweltberatung

Wärmeverluste durch Bauteile pro m ² und Jahr	in kWh
Außenwand	U-Wert x 100
Oberste Geschoßdecke	U-Wert x 90
Kellerdecke	U-Wert x 50

Umgelegt auf das Beispielhaus, das auf Basis der Förderungsanforderungen von Vorarlberg saniert wird, ergeben sich folgende Werte:

Tabelle 4: Wärmeverluste am konkreten Beispielhaus

Quelle: Die Umweltberatung

Bauteil	Wärmeverlust alt [kWh pro m ² und Jahr]	Wärmeverlust neu [kWh pro m ² und Jahr]	Einsparung [kWh pro m ² und Jahr]
Außenwand	$1,5 \times 100 = 150$	$0,21 \times 100 = 21$	$150 - 21 = 129$
Oberste Geschoßdecke	$1,7 \times 90 = 153$	$0,15 \times 90 = 13,5$	$153 - 13,5 = 139,5$
Kellerdecke	$1,6 \times 50 = 80$	$0,30 \times 50 = 15$	$80 - 15 = 65$

1.3.3 Wirtschaftlichkeit von Dämmung

Betrachtet man nun die oberste Geschoßdecke, das Bauteil mit dem größten Einsparungspotenzial pro Quadratmeter beim Beispielhaus, kommt man überschlagsmäßig auf folgende Wirtschaftlichkeitsberechnung:

Angenommen werden Kosten von 55 € pro m² Dämmung und Energiekosten von 0,1 € pro kWh Gas (Stand Juni 2022).

Pro Jahr werden Energiekosten in Höhe von 13,95 € pro m² Bauteil eingespart (wenn mit Gas geheizt wird). Das bedeutet in einer vereinfachten Abschätzung, dass sich die Investition für die Dämmung innerhalb von vier Jahren durch die niedrigeren Energiekosten amortisiert.

Für detailliertere Berechnungen ist der Amortisations- und Wirtschaftlichkeitsrechner für Bauteile der baubook GmbH unter baubook.at/awr zu empfehlen.

Tipp:

Effizienzsteigerungen und Energieeinsparungen können durch kontraproduktives Nutzerverhalten eingeschränkt oder aufgehoben werden. Vermeiden Sie solche sogenannten Rebound-Effekte durch bewusstes und achtsames Nutzerverhalten.

1.4 Rahmenbedingungen und Standards

Im folgenden Kapitel sollen rechtliche Rahmenbedingungen, allgemeine Hinweise zu Förderungen sowie Standards und insbesondere der klimaaktiv Gebäudestandard vorgestellt werden.

1.4.1 Rechtliche Rahmenbedingungen

OIB-Richtlinie 6

Bauen ist in den Bundesländern unterschiedlich geregelt. Die Bauvorschriften sind in den Landesbauordnungen festgelegt, dies betrifft sowohl gestalterische und raumordnende Vorschriften als auch solche im technischen Bereich. Im Zuge der Harmonisierung der bautechnischen Vorschriften in Österreich wurden Richtlinien vom Österreichischen Institut für Bautechnik (OIB) erstellt. Die Verankerung dieser Vorschriften in den Landesgesetzen ist im Gange. Die OIB-Richtlinie 6 (siehe unten) wurde jedoch in allen Bundesländern in der einen oder anderen Form übernommen. Die OIB-Richtlinien sind öffentlich verfügbar unter oib.or.at.

Die heutigen Vorgaben der Bauordnung beziehungsweise der OIB-Richtlinie 6 sind maßgebend für den Neubau. Bei der Sanierung ist es sinnvoll, sich an diesen Bestimmungen zu orientieren. Wenn Sanierungsförderungen in Anspruch genommen werden, sind diese Anforderungen unumgänglich.

Nationaler Plan

Gemäß Artikel 9 der Richtlinie 2010/31/EU des Europäischen Parlaments und des Rates vom 19. Mai 2010 über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden wurde in Österreich ein „Nationaler Plan“ bezüglich der Mindestanforderungen an die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden entwickelt. Die wesentlichen Inhalte sind:

- Ausführliche Darlegung der praktischen Umsetzung der österreichischen Definition des Niedrigstenergiegebäudes unter Berücksichtigung der österreichischen Gegebenheiten auf Basis des Heizwärmebedarfs (in kWh/m²a) einschließlich numerischer Indikatoren für den Primärenergiebedarf (in kWh/m²a) und die Kohlendioxidemissionen (in kg/m²a), ausgedrückt und festgelegt durch die Anforderungen für 2020
- Zwischenziele für die Verbesserung der Gesamtenergieeffizienz neuer Gebäude für 2014 (Inkrafttreten mit 1.1.2015), 2016 (1.1.2017), 2018 (1.1.2019) und 2020 (1.1.2021) für den Neubau und größere Renovierungen für Wohngebäude und Nichtwohngebäude

In Umsetzung der **Richtlinie 2010/31/EU** ist ein Niedrigstenergiegebäude ein Gebäude, das die Anforderungen des „Nationalen Plans“ ab 1.1.2021 erfüllt (OIB-Dokument zur

Definition des Niedrigstenergiegebäudes und zur Festlegung von Zwischenzielen in einem Nationalen Plan gemäß Artikel 9 (3) zu 2010/31/EU vom 20.2.2018).

Bei Neubauten und größerer Renovierung von Wohngebäuden (Gebäudekategorie 1 bis 3) sowie Nichtwohngebäuden (Gebäudekategorie 4 bis 12) werden ab Inkrafttreten beziehungsweise ab 1.1.2021 spezifische Anforderungen an die Energiekennzahlen auf Basis des Heizenergie- oder Heizwärmebedarfs gestellt [HWB in kWh/m²a]. Ebenso gelten spezifische Grenzwerte auf Basis des Wärmedurchgangskoeffizienten [U-Werte in W/m²K] als Anforderungen an wärmeübertragende Bauteile wie Wände, Fenster und Türen im Neubau (Gebäudekategorie 1 bis 12) bei konditionierten Räumen (siehe OIB-Richtlinie 6, Ausgabe April 2019).

Der **Energieausweis** gibt Auskunft über die Gesamtenergieeffizienz und besteht aus einer strukturierten Auflistung der U-Werte gemäß der OIB-Richtlinie 6 mit festgelegtem Layout sowie einem technischen Anhang. Dieser beinhaltet unter anderem die verwendeten Normen und Richtlinien, angewendete normgemäße Vereinfachungen, nachvollziehbare Ermittlungen der geometrischen, bauphysikalischen und haustechnischen Eingabedaten sowie Maßnahmen und Empfehlungen für größere Renovierungen zur Reduktion des Endenergiebedarfs des Gebäudes (siehe auch **Renovierungsausweis** gemäß Artikel 2a, littera 1c der oben genannten Richtlinie vom 19.5.2010 über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden, in der Fassung der Richtlinie [EU] 2018/844 vom 30.5.2018).

Abbildung 1:
Beispiel Energieausweis, eine ausführliche Beschreibung der Kennzahlen finden Sie in der nachfolgenden Informationsbox; Bild: Tobif82/stock.adobe.com



Die Energieeffizienz von Gebäuden richtig einschätzen –

Kennzahlen im Energieausweis:

- HWB_{Ref,SK} – Der **Heizwärmebedarf** beschreibt den erforderlichen Referenzenergiebedarf eines Gebäudes zur Herstellung und Beibehaltung einer Raumtemperatur von 22°C ohne Wärmerückgewinnung (Ref = Referenz; SK = Standortklima). | *Aspekt Wärmeschutz*
- PEBSK – Der **Primärenergiebedarf** umfasst die Gesamtheit des Energiebedarfs eines Gebäudes inklusive des Aufwands zur Herstellung und zum Transport des verwendeten Energieträgers und dient der ganzheitlichen Betrachtung des Energieflusses und Einschätzung der Energieversorgungseffizienz. | *Aspekt Ressourcen*
- CO₂-eq_{SK} – **Kohlenstoffdioxidemissionen** (CO₂-Äquivalente), die dem gesamten Endenergiebedarf zuzurechnen sind, inklusive der Emissionen, die bei der Erzeugung und dem Transport des Energieträgers entstehen | *Aspekt Klimaschutz*
- f_{GEE,SK} – Der **Gesamtenergieeffizienzfaktor** beschreibt die Gebäudeeffizienz inklusive aller haustechnischen Anlagen und setzt den Energiebedarf eines Gebäudes zu einem Referenzwert in Beziehung. Ein Haus der Energieeffizienzklasse A++ hat einen Faktor von unter 0,55, wohingegen schlecht sanierte Häuser einen Wert von über 2,50 aufweisen. | *Aspekt Energieeinsparung*

1.4.2 Förderungen

Die Wohnbaupolitik sieht vor, die Sanierungsraten von Gebäuden zu steigern und höhere energetische Standards wirtschaftlich möglich zu machen. Die Fördermittel sind so ausgelegt, dass sie schrittweise mit der Qualität der Sanierung steigen. Die Förderungen sind in den einzelnen Bundesländern unterschiedlich gestaltet und werden von den jeweiligen Landesstellen verwaltet. Mit der jährlich verlängerten **Sanierungsoffensive** (aktuell 2023/2024) werden thermische Gebäudesanierungen unterstützt und damit weitere wesentliche Schritte zur Klimaneutralität Österreichs 2040 gesetzt. Unterschieden werden: **thermische Gebäudesanierungen** für Private (Ein-/Zweifamilienhäuser, mehrgeschoßiger Wohnbau), Betriebe (Einzelmaßnahmen im Rahmen der Umweltförderung sowie umfassende Sanierungen) und Gemeinden (Einzelmaßnahmen sowie umfassende Sanierungen).⁷

Gleichfalls wird die stark nachgefragte Förderaktion „**Raus aus Öl und Gas**“ für Private im Rahmen der bundesweiten Sanierungsoffensive jährlich neu aufgelegt. Privaten, aber auch Betrieben soll damit der Umstieg von fossil-basierten auf nachhaltig betriebene Raumheizungen erleichtert werden. Ebenso ist für den mehrgeschoßigen Wohnbau mit

⁷ Mehr Informationen unter umweltfoerderung.at/info-sanierungsoffensive-2023/2024

mindestens drei Wohneinheiten eine Antragstellung von Gebäudeeigentümer:innen beziehungsweise deren bevollmächtigter Vertretung wie beispielsweise der Hausverwaltung möglich.⁸

Im Rahmen der **Gebäudesanierung für Betriebe** werden Maßnahmen zur Verbesserung des Wärmeschutzes von überwiegend betrieblich genutzten Gebäuden gefördert, die älter als 20 Jahre sind. Beispiele für förderungsfähige Projektteile sind Leistungen zur Reduktion des Heizwärmebedarfs gemäß Energieausweis, wie beispielsweise die Dämmung der Außenwände, untersten und oberen Geschoßdecken, erdanliegenden Fußböden, Sanierung oder Austausch von Fenstern und Außentüren, der Einbau von Lüftungsgeräten mit Wärmerückgewinnung, außen liegende Verschattungssysteme zur Reduktion des Kühlungsbedarfs sowie Dach- und Fassadenbegrünungen bei gleichzeitiger umfassender thermischer Sanierung oder an bereits sanierten Bestandsgebäuden in Ortskernen.⁹

Analog werden Einzelmaßnahmen zur thermischen **Gebäudesanierung für Gemeinden** angeboten, das heißt Maßnahmen zur Dämmung der obersten Geschoßdecke und des Daches sowie die Sanierung beziehungsweise der Austausch von Fenstern, Außentüren und Toren öffentlicher Gebäude, die älter als 20 Jahre sind. Einreichen können alle österreichischen Gemeinden. Die Förderung wird als einmaliger, nicht rückzahlbarer Investitionskostenzuschuss vergeben.¹⁰

Die Bundesförderung gilt für ganz Österreich. Eine zusätzliche Inanspruchnahme von Landesförderungen ist möglich. Diese Förderung variiert stark je Bundesland hinsichtlich der Voraussetzungen und Förderhöhen. Im Kapitel „Service“ finden Sie Informationen zu den Anlaufstellen je Bundesland.

Tipp:

Informieren Sie sich über laufende Landesförderungen auf den entsprechenden Webseiten regionaler Fördergeber. Weitere Informationen dazu finden Sie im Förderratgeber der Österreichischen Energieagentur: energyagency.at/foerderungen.

8 Mehr Informationen unter umweltfoerderung.at/privatpersonen/raus-aus-oe

9 Mehr Informationen unter umweltfoerderung.at/betriebe

10 Mehr Informationen unter umweltfoerderung.at/gemeinden

1.4.3 Der klimaaktiv Gebäudestandard

Das Programm klimaaktiv Gebäude des Bundesministeriums für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie (BMK) unterstützt das Ziel der Klimaneutralität 2040 in Österreich. Der Bauwirtschaft kommt im Klimaschutz besondere Bedeutung zu, denn bei Neubau oder Sanierung eines Gebäudes werden Entscheidungen für die nächsten Jahrzehnte getroffen – zu Wohnkomfort, Ressourcenverbrauch, Energiebedarf und langfristiger Leistbarkeit. Bereits jetzt bauen und sanieren wir die Gebäude, in denen wir noch weit über das Jahr 2050 leben werden. Das BMK hat den klimaaktiv Gebäudestandard als Herzstück des Programms entwickelt, um klimafreundliche Neubauten und Sanierungen voranzutreiben. Er steht für Gebäude, die besonders hohen Anforderungen an Energieeffizienz und Ökologie sowie professioneller Ausführung entsprechen. Er ist für Wohnbauten und Dienstleistungsgebäude verfügbar und gibt konkrete Hilfestellung für Immobilienentwicklung, Architektur- und Bauschaffende, Wohnbauträger und Wohnbauförderstellen der Bundesländer sowie für alle, die ein Haus bauen, sanieren oder nutzen.

Ob Wohnbauten, Bürogebäude, Verkaufsstätte, Hotel, Krankenhaus oder Schule – die technischen Anforderungen sind ebenso unterschiedlich wie die Nutzung der Gebäude. Für alle gilt: Qualitativ hochwertige Sanierungen und energieeffiziente Neubauten sind ein wesentlicher Baustein für den Klimaschutz, aber auch für das Kosten-Nutzen-Verhältnis eines (Ihres) Bauvorhabens. Der klimaaktiv Gebäudestandard – europaweit die anspruchsvollste, aber auch erfolgreichste Qualitätsauszeichnung – wurde in Österreich bereits für über 1260 Gebäude, der Großteil davon Wohngebäude, angewendet. Im Mittelpunkt des Bewertungssystems stehen Energieeffizienz und erneuerbare Energieträger; dies gilt nicht nur für den Betrieb des Gebäudes, sondern auch für dessen Herstellung. Weitere Bewertungsaspekte berücksichtigen Gesundheit bei Verarbeitung und Nutzung sowie Komfort und Umweltverträglichkeit der verwendeten Baustoffe. Wirtschaftlichkeit und Leistbarkeit über die Lebensdauer des Gebäudes werden ebenso betrachtet wie Standortqualität und Maßnahmen für eine umweltverträgliche Mobilität.

Der klimaaktiv Kriterienkatalog fasst alle Kriterien des Gebäudestandards zusammen. Die Kriterien sind öffentlich zugänglich und kostenlos verfügbar. Der klimaaktiv Gebäudestandard ist nach einem 1000-Punkte-System aufgebaut, anhand dessen die Gebäude bewertet und verglichen werden können.

Die Bewertung der Gebäude erfolgt in drei Qualitätsstufen:

- **Gold:** Gebäude, die alle Muss-Kriterien erfüllen und mindestens 900 Punkte erreichen
- **Silber:** Gebäude, die alle Muss-Kriterien erfüllen und mindestens 750 Punkte erreichen
- **Bronze:** Gebäude, die alle Muss-Kriterien erfüllen

Voraussetzung für die Auszeichnung eines Gebäudes mit dem klimaaktiv Standard ist der erfolgreiche Abschluss der Online-Gebäudedeklaration. Sowohl Wohngebäude als auch Dienstleistungsgebäude, ob Neubau, Sanierung oder Sanierung im Denkmalschutz, werden auf der Online-Plattform klimaaktiv.baudock.at deklariert.

Anmeldung und Deklaration eines Gebäudes sind kostenlos. Zur Unterstützung bei der klimaaktiv Gebäudedeklaration gibt es Erläuterungen zu einzelnen Kriterien, Berechnungstools, Formblätter für Bestätigungen sowie Merkblätter, Qualitätslinien und weitere Informationen auf klimaaktiv.at/bauen-sanieren.

Die klimaaktiv Gebäudedatenbank

Inspirierende Beispiele finden Sie in der klimaaktiv Gebäudedatenbank. Alle Gebäude, die entsprechend den klimaaktiv Kriterien geplant oder errichtet wurden, und auch alle mit dem Staatspreis Architektur und Nachhaltigkeit ausgezeichneten Projekte sind in der Datenbank dokumentiert. Zu finden sind die unterschiedlichsten Gebäude in allen Bundesländern, zum Beispiel Einfamilienhäuser, Schulen, Hotels und Gemeindezentren. Die umfangreiche Sammlung an Praxisbeispielen aus Österreich wird laufend erweitert.

Tipp:

In der Datenbank sind alle seit 2004 geprüften Wohn- und Dienstleistungsgebäude gelistet. Die komfortablen Filter- und Sortierfunktionen helfen, die jeweils passenden Objekte nach Bundesland, Bautyp, Planung oder Fertigstellung, Beteiligten und anderen Parametern zu finden.

Siehe mehr dazu unter: klimaaktiv-gebaut.at.

1.5 Bauphysikalische Grundlagen

Dämmen steigert nicht nur Behaglichkeit und Komfort. Bei fachgerechter Planung und Ausführung wird das Risiko für Bauschäden deutlich reduziert und die Dauerhaftigkeit des Gebäudes beziehungsweise der Bausubstanz erhöht. Durch Wärmeschutz werden der Energiebedarf für Beheizung und damit verbundene Umweltbelastungen maßgeblich

verringert. Wenn ein Gebäude saniert wird, können vormals schlecht nutzbare Räume durch eine Wärmedämmung einer hochwertigen Nutzung zugeführt werden.

Bei der Auswahl von Dämmstoffen, aber auch bei Bauprodukten allgemein, ist zwischen bautechnischen und bauphysikalischen Aspekten einerseits und bauökologischen und gesundheitlich relevanten Produkteigenschaften andererseits zu unterscheiden. Bauphysikalische Fragestellungen werden in Gesetzen und Normen behandelt und geregelt wie zuvor beschrieben (siehe Kapitel „Rechtliche Rahmenbedingungen“). Bei der Wahl des richtigen Dämmstoffes sind neben der Wärmeleitfähigkeit und dem Diffusionswiderstand, also den Eigenschaften, die das wärme- und feuchtetechnische Verhalten beschreiben, weitere essenzielle Baustoffeigenschaften zu berücksichtigen, wie Herstellungs-, Verarbeitungs-, Wartungs-, Rezyklierungs- und Entsorgungseigenschaften.

Die Anforderungen an den mindesterforderlichen Wärmeschutz bei Neubau und Sanierung werden – vor dem Hintergrund diverser EU-Richtlinien und nationaler Strategiepläne zur Reduktion der Treibhausemissionen – in erster Linie in der OIB-Richtlinie definiert. Dort werden zum einen gebäudebezogene Anforderungen an den Wärmeschutz definiert und zum anderen auch Mindestanforderungen an einzelne Bauteile wie Außenwände oder Fenster vorgeschrieben. Auch wenn der dort definierte gebäudebezogene Dämmstandard und die verschärften Anforderungen für die Sanierung von Einzelbauteilen (zum Beispiel wenn in einem Bestandsgebäude nur die oberste Geschoßdecke gedämmt wird) sehr engagierte Zielvorgaben darstellen, werden darüber hinausgehende ambitionierte Wärmedämmstandards durch Förderungen unterstützt oder im Rahmen von Zertifizierungssystemen ausgezeichnet (siehe Kapitel „Produktkennzeichnung und -zertifizierung“).

Nachfolgend werden einige für die Auswahl eines Dämmsystems oder Dämmstoffes relevanten bauphysikalischen Eigenschaften wie Wärmeleitfähigkeit und Diffusionswiderstand angesprochen. Insbesondere bei der raumseitigen Applikation – also beim Einsatz als Innendämmung –, aber auch beim Einsatz in der thermischen Sanierung von Bestandsgebäuden sind weitere feuchtetechnische Materialeigenschaften beziehungsweise Konstruktionseigenschaften relevant.

Die Auswahl des richtigen Dämmstoffes erfolgt also neben den physikalischen oder ökologischen Gesichtspunkten und dessen Funktion (Wärme, Feuchte, Schallschutz, Brandschutz, Raumakustik) in erster Linie in Abhängigkeit der Konstruktion sowie der Lage im Gebäude oder Bauwerk.

1.5.1 Wärmeschutz

Grundsätzlich kann die Funktion des Wärmeschutzes eines Bauteils – zum Beispiel einer Außenwand – auf vielfältige Weise realisiert werden. Beispielsweise kann ein Wärmedämmverbundsystem die Funktion der Wärmedämmung übernehmen, während

eine massive Holz-, Ziegel- oder Betonkonstruktion die Lastabtragung und Aussteifung übernimmt. Alternativ dazu können diese Funktionen kombiniert werden, wie bei einer monolithischen Bauweise, wo ein Bauprodukt die Funktion der Wärmedämmung und des Wandbildners übernimmt, oder wie bei einer Rahmenbauweise, wo die Dämmung hauptsächlich zwischen den Trag- und Aussteifungselementen appliziert wird. Gleiches – also der bewusste Materialeinsatz in der Konstruktion durch Kombination, Schichtung oder Trennung – gilt sinngemäß auch für den Feuchte-, Schall- und Brandschutz.

Wärmedurchgangskoeffizient U

Der U-Wert gibt an, wie viel Wärmeenergie durch 1 m² eines Bauteiles bei einer Temperaturdifferenz von 1 Kelvin (zwischen innen und außen) „verloren“ geht (Einheit W/m²K). Je kleiner der U-Wert einer Wandkonstruktion, desto besser dämmt der Bauteil.

Beispiel: Zwischen Sonnenschutzkasten und Wandbildner ist die maximale Dämmstoffdicke in der Regel sehr begrenzt. Hier erlaubt die OIB-Richtlinie 6 kleinflächig – wenn Kondensatbildung und Schimmelbildung ausgeschlossen werden können – eine Überschreitung der bauteilbezogenen Anforderung bis zum Doppelten des Anforderungswertes, also maximal $2 \times 0,35 \text{ W/m}^2\text{K} \rightarrow 0,7 \text{ W/m}^2\text{K}$. Um diese Anforderung zu erfüllen, sind je nach Wandbildner beispielsweise bei 16 cm Tragkonstruktion folgende Dämmstoffe in den jeweiligen Dicken mindestens erforderlich:

- Mindestens 4 cm Dämmstoff mit Lambda 0,033 W/mK
- Mindestens 3,2 cm Dämmstoff mit Lambda 0,026 W/mK
- Mindestens 3 cm Dämmstoff mit Lambda 0,023 W/mK

Bei der Dämmstoffwahl beziehungsweise Produktwahl ist festzustellen, dass die Auswahlmöglichkeit für Dämmstoffe mit höheren Wärmeleitfähigkeiten wie hier von 0,033 W/mK größer ist als bei sehr geringen Dämmstoffwerten. Auch sind die typischen Plattendicken zu beachten, so wird der Dämmstoff mit einer Wärmeleitfähigkeit von 0,026 W/mK nicht in 32 mm Dicke im Handel verfügbar sein. Sind also aus konstruktiven Gründen nur 3 cm möglich, ist ein Dämmstoff mit 0,023 W/mK erforderlich, um den erforderlichen Mindestwärmeschutz einzuhalten.

Nachfolgend noch einige Beispiele, um je nach Ziel der Dämmmaßnahme ein Gefühl für die erforderlichen Dämmdicken zu vermitteln:

1. Beispiel: Bestandswand Ziegel mit 48 cm Wanddicke. Soll im Rahmen einer umfassenden Sanierung die Dämmung raumseitig appliziert werden, also eine Innendämmung zur Anwendung kommen, so ist bereits bei 8 cm Dämmstoffdicke mit Lambda 0,045 die bauteilbezogene Mindestanforderung des U-Werts von 0,035 W/m²K eingehalten. In dieser Dämmdicke bieten sich insbesondere diffusionsoffene, feuchtetolerierende Dämmsysteme an.

Wird nur ein Bauteil thermisch ertüchtigt, so ist die Anforderung für Außenwände von maximal 0,35 W/m²K um 24 % zu unterschreiten, also ein U-Wert von 0,26 W/mK einzuhalten. Am Beispiel einer Außendämmung mit einer Wärmeleitfähigkeit von 0,039 W/mK wird diese Anforderung an den bauteilbezogenen Mindestwärmeschutz mit 12 cm Dämmdicke eingehalten.

2. Beispiel: Im Rahmen einer umfassenden Sanierung ist auch hier bereits mit etwa 8 cm die bauteilbezogene Anforderung an den Mindestwärmeschutz eingehalten. Allerdings sind, um die gebäudebezogenen Anforderungen an den Wärmeschutz zu erfüllen, für die Bauteile in der Regel deutlich niedrigere U-Werte erforderlich als die in der OIB-Richtlinie maximal angeführten. Typische Zielwerte liegen hier bei 0,12 W/m²K. Um in unserem Beispiel einen U-Wert von 0,12 W/m²K zu erreichen, sind je nach Dämmstoff folgende Dämstoffdicken erforderlich. Die notwendige Dämmdicke nimmt mit abnehmender Wärmeleitfähigkeit ab (siehe Tabelle 5) beziehungsweise es werden bei gleicher Dämmdicke bei Dämmstoffen mit geringerer Wärmeleitfähigkeit niedrigere U-Werte realisiert.

Tabelle 5: Erforderliche Dämmstärken zur Erreichung bestimmter Wärmeleitfähigkeiten

Quelle: IBO

Wärmeleitfähigkeit	erforderliche Dämmdicke
0,039 W/mK	28 cm
0,033 W/mK	24 cm
0,031 W/mK	22 cm

Wärmeleitfähigkeit λ

Die Wärmeleitfähigkeit eines Bau- oder Dämmstoffes wird durch seine Wärmeleitfähigkeit λ (Lambda) in W/m K ausgedrückt. Je kleiner der λ -Wert ist, desto geringer ist die Wärmeleitfähigkeit eines Baustoffes und desto bessere Wärmedämmeigenschaften besitzt er. Typische Werte liegen bei erdölbasierten Dämmstoffen bei 0,022 bis 0,036, bei Dämmstoffen auf Basis nachwachsender Rohstoffe bei 0,038 bis 0,45 und bei Dämmstoffen auf mineralischer Basis bei 0,042 bis 0,06.

Sommerliche Überwärmung

Um sommerliche Überwärmung zu reduzieren oder ganz zu vermeiden, ist dieses Thema bereits in der Planungsphase zu berücksichtigen. Die wesentlichen Parameter dabei stellen die Orientierung der Fenster, die Abschattungsvorrichtungen und die Lüftungsmöglichkeiten dar. Bei kurzen Hitzephasen kann auch eine höhere Speichermasse einen gewissen Beitrag leisten.

Die Fähigkeit von Bauteilen, Wärme zu speichern (speicherfähige Masse), hilft Temperaturschwankungen auszugleichen. Grundsätzlich gilt als Faustregel: Schwere Baustoffe sind bessere Wärmespeicher als leichte.

Das bedeutet: Dämmstoffe sind in der Regel keine guten Wärmespeicher. Werden sie raumseitig appliziert, kommt hinzu, dass sie die deutlich schwerere speicherwirksame Masse der Tragkonstruktion abdämmen, wodurch diese nicht mehr als thermischer Puffer zur Verfügung steht. Dieses Abdämmen kann sich ungünstig auf die Vermeidung sommerlicher Überwärmung auswirken, kann allerdings auch sehr positive Effekte haben, beispielsweise die Reduktion niedriger Oberflächentemperaturen in kritischen Raumkanten zum Beispiel bei erdberührten Außenwänden. Aber auch das Aufheizverhalten wird durch eine raumseitig applizierte Dämmung günstig beeinflusst. Abhängig vom Luftwechsel kann ein Abdämmen der schweren speicherwirksamen Tragkonstruktion auch zu einer geringfügigen Verbesserung hinsichtlich der Vermeidung sommerlicher Überwärmung führen.

Tipp 1:

Bei der Planung auf die Ausrichtung und die Größe der Fenster achten. Besonders ungünstig wirken sich Südost- und Südwest-Orientierung auf die sommerliche Überwärmung aus. Hier helfen wie auch bei Ost- und West-Orientierung Vordächer nur noch bedingt aufgrund der tiefer stehenden Sonne.

Tipp 2:

Unbedingt in der Nacht (bei niedrigeren Temperaturen) lüften und dabei eine Querlüftungsmöglichkeit (von gegenüberliegenden Fassaden) vorsehen.

Tipp 3:

Schon bei der Planung das sommerliche Temperaturverhalten potenziell ungünstiger Räume ermitteln und Außenjalousien (hochwirksam) oder zumindest Innenjalousien (weniger wirksam) vorsehen. Hilfreich sind auch Vordächer (vor allem südseitig), aber ganz besonders große Laubbäume, die im Winter ihre Blätter abwerfen, dadurch Energiegewinne ermöglichen, im Sommer aber mit ihrem Laub vor Sonneneinstrahlung schützen und durch Verdunstung kühlend wirken.

Planungshinweise aus der Sicht des Wärmeschutzes

Beim Wärmeschutz sind neben der Dämmstoffdicke der Außenhülle vor allem die Kubatur, Lage und Zonierung des Baukörpers entscheidende Parameter für den Heizenergiebedarf. Hier gelten folgende Grundsätze:

- Kompakter Baukörper: möglichst wenige Vor- und Rücksprünge, Erker oder Dachgaupen; als Maß für die Kompaktheit eines Gebäudes dient die charakteristische Länge l_c – sie ist der Quotient aus dem Verhältnis des beheizten Volumens (V) zu dessen umschließender Oberfläche (A), also V/A
- chaffung von Raumzonen: Nebenräume, Eingangsbereich und Stiegenhaus mit niedrigeren Raumtemperaturen im Norden, Wohnräume im Süden/Südwesten, Schlafbereiche im Osten, Kinderzimmer gegen Süden/Südwesten
- Wärmedämmung mindestens entsprechend Niedrigenergiehausstandard
- Nutzung der Solarenergie durch große Fenster nach Südosten bis Südwesten (positive Energiebilanz der Fenster durch hohe Einstrahlungsgewinne), kleine Fensterflächen im Norden
- Fenster mit drei Scheiben Wärmeschutzverglasung
- Beschattung durch konstruktive Maßnahmen (Balkone, Vordächer et cetera) oder außen liegende Beschattungssysteme
- Vorraum als Windfang ausgebildet
- Vermeidung von Wärmebrücken bei etwaigen auskragenden Balkonen, Deckenrosten, Fensterlaibungen und Rohrleitungen in Außenwänden (außen oder innen verlegt)

Luftdichte Bauweise

Luftdichtheit ist eine entscheidende Größe für Energieeffizienz bei Gebäuden. Undichtigkeiten in der Gebäudehülle wie zum Beispiel in der Dampfbremse oder bei Fensteranschlüssen, Dachfenstern, Kamindurchführungen durch die Dachhaut, Lüftungssträngen oder Anschlüssen an Giebelwänden et cetera führen zu:

- großen Wärmeverlusten,
- Gefahren von Bauschäden durch Kondensatbildung in der Konstruktion,
- einem zu trockenen Raumklima im Winter,
- einem reduzierten Schallschutz und
- unkontrolliertem Luftwechsel.

Für die Luftdichtheit von Gebäuden gibt es Anforderungen, deren Einhaltung mit einer Differenzdruckmessung überprüft werden kann. Dabei wird mithilfe eines Ventilators, der in einen Tür- oder Fensterrahmen eingebaut wird, im Gebäudeinneren eine Druckdifferenz von 50 Pascal erzeugt. Der vom Ventilator geförderte Luftvolumenstrom entspricht dem Gesamtvolumenstrom durch alle Undichtheiten im Gebäude. Daraus kann man den Dichtheitswert ($nL50$) des Hauses ablesen. Der maximal zulässige Luftwechsel für ein

Niedrigenergiehaus liegt bei einmal pro Stunde (nL50 = maximal 1/h), für ein Passivhaus bei nL50 von maximal 0,6/h.

Dieser Test sollte vor dem Anbringen der Innenverkleidungen durchgeführt werden, da ansonsten keine Ausbesserung an der Dampfbremse mehr durchgeführt werden kann. Zum Thema Luftwechselrate sind unter anderen die ÖNORM EN ISO 9972, ÖNORM B 8110 und die OIB-RL 6 zu beachten.

Tipp:

Kontaktadressen von Anbietern sogenannter „Blower-Door-Tests“ (Druckdifferenzmessungen) können Sie bei den Energieberatungsstellen in Ihrem Bundesland erfragen. Kontakte unter klimaaktiv.at/energieberatung

1.5.2 Feuchteschutz

In besonders feuchtebelasteten Einsatzbereichen, wie bei erdberührten Außenwänden oder Bodenplatten, aber auch im Sockelbereich der Außenwände, am Dach, bei Terrassen oder Gründächern müssen Dämmstoffe verwendet werden, die feuchteunempfindlich sind oder durch andere Bauteilschichten, zum Beispiel durch eine über dem Dämmstoff liegende Abdichtung, vor Feuchte geschützt werden.

Mineralische Dämmstoffe verhalten sich in der Regel unempfindlicher gegenüber Feuchte als Dämmstoffe auf Basis nachwachsender Rohstoffe. Bei erdölbasierten Dämmstoffen kann zwischen geschlossenzelligen Dämmstoffen – die für einen Einsatz im feuchtebelasteten Bereich geeignet sind – und offenzelligen Dämmstoffen unterschieden werden.

Grundsätzlich befinden sich Konstruktionen im ständigen Austausch von Wärme und Feuchte mit dem anliegenden Außen- und Innenklima. Das bedeutet, in der Konstruktion stellt sich durch Wärmetransport und Wärmespeichervorgänge eine Wärmeverteilung ein. Gleiches gilt auch für die Feuchte. In der Konstruktion darf es zu keiner kontinuierlichen Auffeuchtung kommen; das heißt, Feuchte, die in die Konstruktion eindringt (beispielsweise über den Eintrag durch Dampfdiffusion aus dem Innenraum), muss über den Jahresverlauf gesehen auch wieder austrocknen können. Darüber hinaus ist aber zu beachten, dass für Schimmelpilzbildung in der Konstruktion oder an Oberflächen und Verrottungsprozesse oft schon sehr kurze Dauern kritischer Feuchtezustände ausreichen, um Schadensverläufe zu initiieren.

Generell führt eine Wärmedämmung immer zu höheren Temperaturen an den Bauteiloberflächen, wodurch das Risiko von Schimmelbildung und Oberflächenkondensat deutlich reduziert wird.

Befindet sich noch erhöhte Feuchte in der Tragkonstruktion, wie dies bei Neubaufeuchte, aber auch bei erdberührtem Bestandsmauerwerk der Fall sein kann, so spielen die feuchtetechnischen Eigenschaften des Dämmstoffes eine besondere Rolle, da der Dämmstoff den Transport der Feuchtigkeit wesentlich beeinflusst. Bei Dämmstoffen mit hohem Diffusionswiderstand (μ -Wert) wird durch eine Dämmung der Feuchtetransport und damit auch das Austrocknungspotenzial gegenüber sehr diffusionsoffenen Dämmstoffen deutlich reduziert.

Diffusionsoffene Dämmstoffe unterstützen die Austrocknung, müssen aber selbst davor bewahrt werden, durch Auffeuchtung Schaden zu nehmen. In der Bauphase und der frühen Nutzungsphase können sich Feuchteinträge aus der Konstruktion mit denen aus der Nutzung ungünstig überlagern.

Für die bauphysikalische Nachweisführung wird von einer Normnutzung ausgegangen. Eine Abweichung davon, zum Beispiel bei einer niedrigeren Temperatur im Schlafzimmer, ist bei höherem Dämmstandard weniger kritisch. Bei guter Dämmung ist die Gefahr von Schimmelpilzbildung an Außenwänden, speziell wenn Möbel davorgestellt werden, und die Auswirkung von kurzfristig hoher Raumluftheuchte deutlich geringer.

1.5.3 Schallschutz

Lärm beeinträchtigt das Wohlbefinden und kann Gesundheitsschäden verursachen, wenn er länger anhält. Er belastet den Organismus und kann zu chronischen Erkrankungen führen.¹¹ Generell fühlen sich mehr als 33% der Österreicher:innen in ihrer Wohnung durch Lärm gestört.¹² Dabei liegt der Anteil des Verkehrslärms an allen Lärmstörungen mit 49% etwa gleichauf mit dem Nachbarschaftslärm. Ferner steigen auch die Beschwerden über haustechnische Anlagen, die unter anderem aus Gründen des Klimaschutzes vermehrt eingebaut werden (Stichwort Luftwärmepumpe). Unsere Gebäude können uns auch vor unerwünschtem Schall schützen, den wir als Lärm empfinden.

Lärmursachen

Weil Lärm (definiert als störender Schall) verschiedenste Ursachen haben kann, kommen auch verschiedene Übertragungswege und daraus resultierende Gegenmaßnahmen in Betracht.

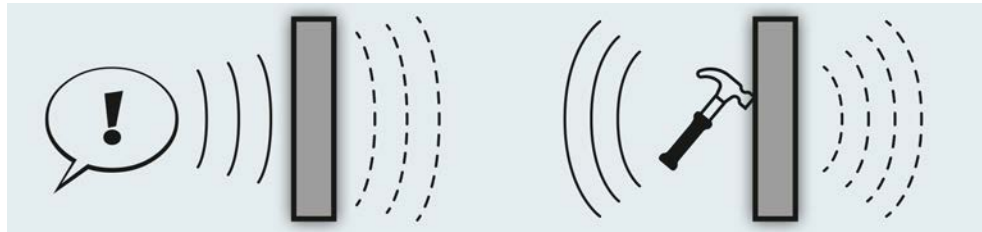
So ist der Körperschall in erster Linie als Trittschall bekannt, der beim Gehen in der darüberliegenden Wohnung auftreten kann. Aber auch die Haustechnik, schlecht montierte Küchenkästen oder eine zuschlagende Tür können Lärm verursachen. Luftschall

11 WHO 2018, World Health Organisation Europe: Night Noise Guidelines for Europe, Copenhagen 2009, ISBN 978 92 890 4173 7

12 Statistik Austria 2019: Umweltbedingungen, Umweltverhalten. Ergebnisse des Mikrozensus

wiederum kann als Verkehrslärm von außen kommen oder ebenfalls im Gebäude durch die Bewohner:innen selbst oder deren Geräte entstehen.

Abbildung 2:
Luftschall und Körperschall;
Quelle: altanoite



Schallschutz beginnt natürlich schon im frühen Planungsstadium. Großen Einfluss haben der Bauplatz und die Umgebungssituation. Außerdem können besonders zu schützende Räume (vor allem Schlafzimmer) straßenabgewandt oder fern des Aufzuges situiert werden. Letztlich bleibt aber noch der bauliche Schallschutz, der baugesetzlich vorgeschrieben¹³ und im Zuge der Planung auch entsprechend nachzuweisen ist. Dabei muss festgehalten werden, dass die Einhaltung der Anforderungen keine Garantie für absolute Ruhe ist, sondern einen Kompromiss zwischen Errichtungs-(Kosten-)aufwand und dem Ruhebedürfnis von durchschnittlich empfindlichen Bewohner:innen darstellt.

Schutz vor Außenlärm

Gegen den Außenlärm, vorwiegend Verkehrslärm (Straßen-, Schienen- und Luftverkehr), schützen uns natürlich die Außenbauteile. Das sind nicht nur die Außenwände, sondern auch Fenster und Dächer (etwa bei Fluglärm), welchen jedoch zumeist weniger Aufmerksamkeit geschenkt wird. So wird die Bedeutung der Schalldämmung der Außenwand oft überschätzt, obwohl üblicherweise Fenster und andere Einbauten (Rollladenkästen, Lüftungseinrichtungen et cetera) die wesentlicheren akustischen Schwachstellen darstellen. Der Einfluss der Wand auf das resultierende Schalldämmmaß, das sich aus allen Fassadenelementen zusammensetzt, ist für gewöhnlich gering.¹⁴

Schalltechnisch hochwertige Außenbauteile können ferner unerwünschte Nebenwirkungen haben. Denn aufgrund des reduzierten Grundgeräuschpegels werden die Innengeräusche verstärkt wahrgenommen. Eine Fenstersanierung mit Schallschutzfenstern kann daher im Mehrfamilienhaus plötzlich zu Nachbarschaftskonflikten führen.

13 OIB-RL 5, Schallschutz. Österreichisches Institut für Bautechnik, Wien 2019

14 Neusser und Dolezal 2022: Prognose der Schalldämmung von Außenwänden mit Wärmedämm-Verbundsystem – Entwicklung des Prognoseverfahrens als Beitrag zur Überarbeitung der ÖNORM B 8115-4. Bauphysik. onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/bapi.202200005

Tipp 1:

Sollte Verkehrslärm oder generell Außenlärm bei Ihnen ein absehbares Thema sein, so sparen Sie nicht bei den Fenstern und deren Einbau. Schallschutzfenster kosten kaum mehr, sind aber gegebenenfalls eine lohnende Investition. Das bewertete Schalldämmmaß (R_w) des Fensters sollte über 40 dB liegen (sofern nicht höhere Werte nach OIB-RL 5 aufgrund der Außenlärmsituation gefordert sind). Nachgewiesen wird dies durch ein Prüfzertifikat für die Verglasung. Oft ist dieser Wert auf dem Abstandhalter zwischen den Scheiben angeführt. Bitte beachten Sie, dass 3-Scheiben-Verglasungen nicht automatisch besseren Schallschutz aufweisen als 2-Scheiben-Verglasungen.

Tipp 2:

Wenn Sie Zugang zu Schallschutz-Kennwerten Ihres Gebäudes haben, so bedenken Sie, dass diese in der logarithmischen Größe dB angegeben sind. Eine Verbesserung von 3 dB bedeutet, dass nur noch die halbe Luftschallenergie passiert.

Tipp 3:

Je höher der Luftschallwert des Bauteils (bewertetes Schalldämmmaß R_w oder bewertete Standard-Schallpegeldifferenz $D_{nT,w}$), umso höher ist der Schallschutz.

Schutz vor Lärm im Gebäude

Vor allem im Mehrfamilienhaus ist Schall im Gebäude ein Problem, weshalb es auch nur hierfür Anforderungen in der OIB-RL 5 gibt. Im Einfamilienhausbau geht es im Normalfall in erster Linie um den Schallschutz der Außenbauteile. Wer ruhebedürftig ist, sollte auch hier auf den Trittschallschutz der Zwischendecke (zum Beispiel des Kinderzimmers) und auf akustisch wirksamere Innentüren achten.

Gesetzliche Anforderungen gibt es jedoch nur für Gebäude mit mehreren Nutzungseinheiten und diese sind durchaus als streng zu bezeichnen. Die Umsetzung erfordert, je nach Bauweise, eine sorgfältige Planung und Vorbemessung durch Fachplaner:innen. Weiters steht mit der ÖNORM B 8115-5¹⁵ ein Regelwerk mit Schallschutzklassen zur Verfügung, die auf privatrechtlicher Basis individuell vereinbart werden können.

15 ÖNORM B 8115-5:2021 Klassifizierung. Österreichisches Normungsinstitut, Wien

Dämmstoffe für den Schallschutz

Die Wahl des Dämmstoffes ist nicht nur für den Wärmeschutz (und die Nachhaltigkeit), sondern auch für den Schallschutz eines Bauteils von Bedeutung. So existieren für viele Schalldämmaufgaben auch biobasierte Dämmstoffe: angefangen mit Hanfdämmplatten und Holzweichfaserplatten für Wärmedämmverbundsysteme an Außenwänden über Hohlraumdämmungen in Ständerwänden, Dachschrägen und Tramdecken aus Zellulosefasern oder Stroh bis hin zu Holzweichfaserplatten unter schwimmenden Estrichkonstruktionen. Ihre schalldämmende Wirkung ist durchaus vergleichbar – bei Wärmedämmverbundsystemen ist die Hanfdämmplatte sogar akustisch signifikant besser.¹⁶ Als Hohlraumdämmung sind aufgrund der dämpfenden Wirkung fasrige Dämmstoffe, unabhängig von Herkunft und Material, generell die effektivere Wahl. Als Trittschalldämmplatte sind Holzweichfaserplatten aufgrund der höheren dynamischen Steifigkeit akustisch etwas ungünstiger als Trittschalldämmplatten aus Mineralfaser oder Polystyrol.¹⁷

Schallschutztechnische Verbesserungsmaßnahmen

Theoretisch ist eine akustische Verbesserung von Bauteilen fast immer möglich, allerdings oft nur schwer oder gar nicht in die Praxis umzusetzen. Das trifft vor allem dann zu, wenn das Gebäude bereits in Betrieb ist. So ist es gesetzlich nicht zulässig, mit einer abgehängten Decke gegen Trittschalllärm vorzugehen, wenn die Mindestraumhöhe dadurch unterschritten würde. Ebenso schwierig ist es, den oberen Nachbarn zu einer Verbesserung seiner Estrichkonstruktion zu animieren, da dies zumeist schwere bauliche und kostspielige Eingriffe bedeutet. Einfacher umzusetzen ist da oft schon eine Vorsatzschale (einige Zentimeter starke Vorsatzkonstruktion mit Hohlraumdämmung) vor einer Wohnungstrennwand oder der Tausch bestehender alter Fenster gegen Schallschutzfenster oder Schallschutzverglasung.

1.5.4 Brandschutz

Die Brandschutzbestimmungen sind in den bautechnischen Vorschriften der Länder auf Basis der OIB-Richtlinie 2 geregelt. In Tabelle 1a sind die Anforderungen an das Brandverhalten (Brandklassen A bis E) in Abhängigkeit zu den Gebäudeklassen (GK 1 bis 5), die die Gebäudehöhe definieren, festgelegt.

Bauprodukte und -arten können nach ihrem Brandverhalten klassifiziert werden. Hierfür gibt es ein auf europäischer Ebene einheitlich geregeltes Prüfverfahren (EN 13501-1). Dabei werden die Bauprodukte unter Berücksichtigung ihrer praktischen Anwendung betrachtet. Aus diesem Grund sind Produktkennzeichnungen und Klassifizierungen von Einzelkomponenten und Systemen zu unterscheiden. So haben zum Beispiel die Dämm

16 Dolezal und Kumer 2019: Simplified model for sound insulation of cross laminated timber walls with external thermal insulation composite systems. Proceedings of internoise. Madrid 2019. ISBN 978-84-87985-31-7

17 Informationsdienst Holz 2019: Schallschutz Holzbau – Grundlagen und Vorbemessung. holzbau handbuch, Reihe 3, Teil 3, Folge 1. 1. Auflage

materialien Hanf oder EPS (expandiertes Polystyrol, bekannt unter dem Handelsnamen Styropor) allein betrachtet die Brandverhaltensklasse D beziehungsweise E. In einem Wärmedämmverbundsystem (WDVS) erreichen sie jedoch eine bessere Klassifizierung, da die äußere Putzschicht die maßgebliche Ebene für das Brandverhalten darstellt.

In der ÖNORM EN 13501-1 (Klassifizierung von Bauprodukten und Bauarten) werden sieben Euroklassen unterschieden: A1, A2, B, C, D, E und F. Weitere Unterteilungen untersuchen Brandnebenscheinungen wie Rauchentwicklung (s = smoke: Klassen s1, s2 und s3) oder brennendes Abtropfen/Abfallen (d = droplets: Klassen d0, d1 und d2) von Baustoffen.

Die im urbanen Raum oft vorkommende Bauweise von direkt an der Grundstücksgrenze aneinander gebauten Bauwerken zieht in der Regel ab der Gebäudeklasse (GK) 2 bei brandabschnittsbildenden Wänden und Decken eine Feuerwiderstandsklasse „REI 90 und A2“ oder „EI 90 und A2“ nach sich. Dies bedeutet, dass auch der Dämmstoff in diesen Wandaufbauten die Klasse A2 erfüllen muss. Dies wird in der Praxis nur durch bestimmte Produkte aus Glas- oder Steinwolle erfüllt.

Zur groben Orientierung kann man festhalten: Mineralische Dämmstoffe fallen zumeist in die Klasse A1 oder A2, organische zumeist in die Klasse E. Trotzdem können keine pauschalen Aussagen über einzelne Produktgruppen gemacht werden, da die Klassifizierung stark vom Bindemittelanteil und der Kompaktheit des Baustoffes abhängt, sodass immer der Einzelnachweis entscheidend ist.

In der Praxis sieht es so aus, dass nachwachsende Rohstoffe in den Gebäudeklassen 4 und 5 nicht zur Anwendung kommen. Einzig Hanf schafft es als WDVS bis zur Gebäudeklasse 4 und ist damit auch für den städtischen Raum eine interessante Alternative. Ansonsten kommen NAWARO-Dämmstoffe vor allem im Einfamilienhausbau und bei der Sanierung von Einfamilienhäusern zum Einsatz.

Die ÖNORM B 6000 enthält ferner für die einzelnen Dämmstoffarten Verweise auf die jeweiligen Produktnormen sowie Übersichtstabellen über die Verwendungsgebiete. Sie ist für alle werksmäßig hergestellten Dämmstoffe anzuwenden, welche für den Wärme- und/oder Schallschutz im Hochbau verwendet werden.

Tipp:

Klassifizierte Baustoffe/Bausysteme sind unter baubook.at/zentrale, dataholz.eu und baumassiv.at zu finden.

Feuerwiderstandsklassen

Die ÖNORM EN 13501-2 unterscheidet folgende Kriterien für die Beschreibung des Feuerwiderstands eines Bauteils oder Produkts, unabhängig von dessen Funktion im Gebäude:

- Tragfähigkeit (R)
- Raumabschluss (E)
- Wärmedämmung (I)

Für jedes dieser Kriterien wird die Leistungszeit in Minuten mit einer der folgenden Zahlen angegeben: 10, 15, 20, 30, 45, 60, 90, 120, 180, 240, 360. Ein Bauteil, dessen Tragfähigkeit im Brandfall für 120 Minuten, dessen raumabschließende Funktion für 60 Minuten und dessen Wärmedämmung für 30 Minuten erhalten bleibt, würde zum Beispiel der Feuerwiderstandsklassifizierung R 120/RE 60/REI 30 entsprechen, wird aber mit REI 30 angegeben.

Besitzt eine Wandkonstruktion beispielsweise die Klassifikation EI 30, so bedeutet dies, dass sie einem Normbrand 30 Minuten lang so viel Widerstand entgegensetzt, dass die eigene Formstabilität und die Hitzeisolierung in ausreichendem Maß gegeben sind.

Die allgemeinen Anforderungen an den Feuerwiderstand von Bauteilen sind in Tabelle 1b der OIB-RL 2 angegeben. Neben den Brandschutzanforderungen an die Dämmung und Bauteile sind auch Bestimmungen bezüglich Flucht- und Rettungswege, Brandüberschläge oder Anleiterbarkeit zu beachten.

Brandschutz in der Sanierung

Bei nachträglichen Dachgeschoßausbauten von Gebäuden mit einem Fluchtniveau von nicht mehr als 22 m werden geringere Brandschutzanforderungen gestellt (zum Beispiel Holz R 60 anstatt R 90), deshalb sind hier – zum Ausgleich – ausschließlich nicht brennbare Dämmmaterialien einzusetzen. Dachschrägen in mehrgeschoßigen Wohnbauten dürfen ebenfalls nur mit nicht brennbaren Dämmmaterialien versehen werden, um den erforderlichen Brandschutz zu gewährleisten.

Bei der Sanierung der obersten Geschoßdecke können auch bei GK 4 oder 5 NAWARO-, EPS- oder PUR-Dämmstoffe (Polyurethan-Hartschaum ist ein druckbelastbarer Dämmstoff aus geschäumtem Kunststoff) eingesetzt werden, wenn es eine nicht brennbare Schicht unterhalb der Dämmebene gibt oder diese durch vollflächig verlegte Brandschutzplatten abgedeckt ist. Bei Gründerzeithäusern ist diese Schicht oft in Form eines Ziegelbodens im Dachstuhl bereits vorhanden. Die Belange des Brandschutzes sind rechtzeitig bei der Planung zu berücksichtigen. Ansprechpartner sind die Brandverhütungsstellen der Länder.

Tipp:

Die Einhaltung der Brandschutzbestimmungen liegt auch in Ihrem eigenen Interesse, denn es geht um Ihre Gesundheit und Sicherheit. Darüber hinaus kann es bei Nichteinhaltung der Anforderungen im Brandfall Probleme mit dem Versicherungsschutz geben.

1.5.5 Innendämmung

Die Themen zu Innendämmung umfassen bauphysikalische und bautechnische Aspekte, Ökologie und Nachhaltigkeit, Gesundheit, rechtliche und wirtschaftliche Belange, Klimawandel sowie den Umgang mit erhaltenswürdiger Bausubstanz. Innendämmung ist nachhaltig und bringt Ausgleich zwischen sozialen, ökonomischen und ökologischen Zielsetzungen; sie ist ressourcenschonend und geht maßvoll mit bestehenden Gebäuden, Energie und Rohstoffen um. Sie reagiert robust auf technologische, ökologische, ökonomische sowie soziale Veränderungen und ist überdies gesundheitsfördernd. Zusammen mit weiteren Sanierungsmaßnahmen steigert Innendämmung den thermischen Komfort und schützt vor Überhitzung im Sommer. Sie ist daher integraler Bestandteil energieeffizienten, klimagerechten Bauens und ist sorgfältig bis ins Detail zu planen und professionell auszuführen.

Wird eine Dämmung raumseitig appliziert, so sind insbesondere aus bauphysikalischer Sicht einige Dinge zu beachten. Weiters ist ein wärme- und feuchtetechnischer Nachweis erforderlich, um zu zeigen, dass es zu keiner unzulässig hohen Auffeuchtung in der Konstruktion durch Dampfdiffusion kommt.

Diffusionsoffene Innendämmsysteme haben den Vorteil, dass weiterhin eine Austrocknung des Mauerwerks beziehungsweise eine Feuchtepufferung durch die Konstruktion möglich ist. Allerdings erfolgt auch kontinuierlich ein Eintrag von Raumluftfeuchte in die Konstruktion. Die maximale Dämmstoffdicke ist damit abhängig von den klimatischen Bedingungen, also dem Standort, aber auch abhängig vom Raumklima (geringe, mittlere, erhöhte Feuchtelast). Je nach Wandbildner und Dämmstoff sind hier Dämmdicken von 6, 8, 10 oder 12 cm möglich.

Sollen höhere Dämmdicken realisiert werden, kommen Systeme mit raumseitiger Dampfbremse zur Anwendung. Die Funktion der Dampfbremse kann dabei durch eine Folie, aber auch durch Werkstoffplatten mit diffusionsbremsender Wirkung erreicht werden. Wichtig ist dabei insbesondere der dauerhafte und dichte Anschluss der Dampfbremse an Fenster, Decken, Innenwände und Boden sowie Elektroinstallationen. Bei Holzbalkendecken stellt der Anschluss der Dampfbremse an die Holzbalken eine besondere Herausforderung dar. Auch ist zu beachten, dass es durch hohe Dämmdicken zu einer deutlichen Abkühlung im Bereich der im Außenmauerwerk liegenden Holzbalkenköpfe und damit gegebenenfalls zu kritischen Feuchtezuständen und Verrottungsprozessen in

den Balkenköpfen, also der Tragkonstruktion, kommen kann. Bei Stahlbetonrippendecken ist dies in der Regel unkritisch.

Das Feuchteverhalten der eingesetzten Dämmstoffe beziehungsweise das Konzept zum Feuchteschutz ist bei Innendämmung von besonderer Bedeutung. Ist ansonsten bei feuchtebelastetem Mauerwerk mit bauschädlichen Salzen zu rechnen, so sind die Dämmmaßnahmen darauf abzustimmen, um bauschädliche Salze schadfrei einlagern zu können.

Nicht immer ist das Konzept diffusionsoffener Konstruktionen möglich, beispielsweise wenn die Feuchtelast zu hoch ist oder mit der Dämmmaßnahme gleichzeitig auch Abdichtungsmaßnahmen erforderlich sind (etwa bei einer erdberührten Kellerwand). Wird raumseitig ein diffusionsdichter Dämmstoff appliziert – damit die Oberflächentemperaturen erhöht, die Wärmeverluste reduziert und der Eintrag von Feuchte aus dem Erdreich ausgeschlossen werden –, so bleibt die Wand dahinter feucht. Überdies wird sich der Feuchtehorizont (Feuchtelast, Austrocknung) verlagern, gegebenenfalls in Bereiche des Erdgeschoßes, die vorher keine Feuchteprobleme hatten, da die Feuchtigkeit bereits über das Kellermauerwerk austrocknen konnte. Es ist also zu beachten, dass jede durchgeführte bauliche Maßnahme, aber auch Änderungen in der Raumnutzung Auswirkungen auf angrenzende Bereiche haben können.

1.6 Dämmstoffe in der Kreislaufwirtschaft

Weltweit begrenzte Rohstoffe für stetig wachsende Bedürfnisse, große Energieverbräuche und Aufwände für Transporte – sie haben zu einem Umdenken in der Abfallwirtschaft geführt. Produkte sollen länger verwendet werden und erst nach mehreren Zyklen der Wiederverwendung als Bauteil oder Baustoff beziehungsweise nach Wiederverwertung als Sekundärrohstoff letztendlich verbrannt oder deponiert werden. So können mit der neuen Kreislaufwirtschaft Ökosysteme durch geringeren Rohstoffbedarf geschützt, die Rohstoffabhängigkeit reduziert und Deponievolumen eingespart werden.

Klimaschutz im Bauen bedeutete bisher lediglich, den Energieverbrauch in der Nutzungsphase eines Gebäudes zu senken. Gebäude zu dämmen ist der einfachste Weg dazu. Um den finanziellen und ökologischen Aufwand von Dämmmaßnahmen abzuschätzen, wird die Energie zur Herstellung eines Dämmstoffes den Energieeinsparungen beim Heizen und Kühlen gegenübergestellt. Dies ist in einem nachhaltigen Wirtschaftssystem jedoch zu kurz gegriffen. Schließlich wird auch das langlebigste Dämmsystem irgendwann zu Abfall und sei es zu Asche.

Produkte zu verbrennen vernichtet zwar die darin enthaltenen Rohstoffe, es reduziert allerdings auch das Volumen von Abfällen am Ende des Lebenszyklus und damit den

Deponiebedarf und es dient zur Gewinnung von Wärme, was Diskussionsgegenstand der Energiewende sein dürfte.

Wie können Dämmstoffe möglichst lange genutzt werden?

Grundsätzlich sollten Materialien verwendet werden, die keine Schadstoffe enthalten oder als sogenannte Störstoffe eingestuft sind. Damit werden Gefahren und Unannehmlichkeiten bei der Verarbeitung, bei der Nutzung im Betrieb und der Wiederverwendung sowie -verwertung verringert. Weiters sind für die Kreislaufwirtschaft oder zumindest die kaskadische bzw. Mehrfachnutzung, Konstruktionen, Befestigungen und Beschichtungen nötig, die einerseits überarbeitbar und andererseits leicht rückbaubar sind.

Die Leitprinzipien der Kreislaufwirtschaft sind im Circular Economy Plan der EU beschrieben, für das Bauwesen bedeutet das in Anlehnung an den klimaaktiv Gebäudestandard:

- Vermeiden – **Reduce**: Maßnahmen zur Verringerung von Abfallmengen; zum Beispiel schlanke Konstruktionen, optimierte Raumgrößen, Vor-Ort-Verwendung von Aushub, Sand und dergleichen
- Wiederverwenden – **Re-Use**: möglichst gleichwertige Weiterverwendung von Materialien, Bauteilen oder eingesetzten Technologien
- reduktorientierte Verwertung – **Recycling**: Aufbereitung von Materialien zur Wiederverwendung in Produkten oder Technologien in vergleichbaren oder geringwertigeren Produkten
- Sonstige Verwertung: energetisch-thermische Verwertung, Verfüllung
- Deponierung, sofern die oben genannten Prinzipien nicht anwendbar sind

Für Dämmstoffe heißt dies insbesondere, Dämmsysteme, die sortenrein zurückgebaut werden können, und Produkte aus Bioökonomie- und Recyclingrohstoffen zu bevorzugen.

Bioökonomiedämmstoffe

Land- und forstwirtschaftlich erzeugte Produkte und biogene Reststoffe, die als Material für die Herstellung von Dämmkomponenten genutzt werden, können die Abhängigkeit von fossilen Rohstoffen und Energieträgern verringern. Eine Vielzahl an Dämmelementen wird aus nachwachsenden Rohstoffen hergestellt.

Der in ihnen gespeicherte Kohlenstoff (Holz besteht zu etwa 50% aus Kohlenstoff, der während des Wachstums des Baumes der Atmosphäre entzogen wurde) bleibt beim Einbau über einen längeren Zeitraum gebunden, als wenn das Material sofort verbrannt wird oder es natürlich verrottet.

Recyclingrohstoffe

Rohstoffe, die aus Materialien gewonnen werden, die bereits Produkte waren, werden als Recycling- oder Sekundärrohstoffe bezeichnet. Meist sind es mineralische Stoffe, aber

auch Metalle, nachwachsende Rohstoffe und Kunststoffe, die wiederaufbereitet und anstelle von neuem Material verwendet werden. Produktionsabfälle, die im Werk wiederverwendet werden, wirken sich zwar positiv auf die Prozessoptimierung aus, sparen aber keine Rohstoffe im Sinne der Kreislaufwirtschaft ein. Dämmstoffe aus Recyclingrohstoffen bestehen zum Beispiel aus Jutefasern, Jeans, Altglas oder Altpapier.

Rückbaubare Konstruktionen

Abseits von der Materialherkunft müssen bereits im Produktdesign und beim Planen der Konstruktion die Abfallvermeidung auf der Baustelle und die Wiederverwendung mitgedacht werden. Einblasdämmstoffe zum Beispiel aus Zellulose und Schüttungen etwa aus geblähten Mineralien wie Glasschaumkugeln, Perlite oder lehmummantelten Holzspänen können abgesaugt und ohne Aufbereitung wiederverwendet werden.

Auch geklemmte Dämmstoffmatten aus Schaf- oder Mineralwolle, aus Holz- oder Zellulosefasern zwischen Sparren oder in einer Holzriegelkonstruktion können bei einem selektiven Rückbau wiedergewonnen werden. Schwierig wird der Rückbau bei Wärmedämmverbundsystemen, wo Dämmplatten aus Mineralschaum, Holzfasern, Steinwolle oder geschäumten Kunststoffen (EPS, PUR/PIR) verklebt, verdübelt, genetzt und beschichtet werden. Rückbau, Trennung und Aufbereitung sind aufwendiger und mit Materialverlust verbunden. Bei diesem System stellt vor allem die Befestigung an der tragenden Wandkonstruktion die Herausforderung bei der Trennung dar.¹⁸ Die Montage in Modulen könnte hier Abhilfe schaffen.

Wärmedämmverbundsysteme mit dem Österreichischen Umweltzeichen müssen einen Nachweis für die Entsorgung nach dem Gebrauch erbringen, um eine optimale Abfallökobilanz und eine Maximierung der Kreislaufwirtschaft zu ermöglichen. Abfallrechtliche Bestimmungen sehen mittlerweile bei größeren Bauvorhaben eine Schad- und Störstofferkennung sowie die Vorbereitung zur Wiederverwendung vor. Der European Green Deal mit dem Circular Economy Action Plan (CEAP)¹⁹ fördert Kreislaufwirtschaft und beeinflusst tiefgreifend die Rahmenbedingungen, etwa in der Bauprodukte-²⁰ oder der Taxonomieverordnung²¹. Weitere Vorgaben aus der Recycling-Baustoffverordnung, der ÖNORM B 3151 Rückbau von Gebäuden als Standardabbruchmethode, der Deponieverordnung, der

18 Graubner und Hulin 2013: Analyse der Trennbarkeit von Materialschichten hybrider Außenbauteile bei Sanierungs- und Rückbaumaßnahmen. Forschungsbericht Fraunhofer IRB Verlag, Stuttgart

19 Europäische Kommission 2020: Circular Economy Action Plan (CEAP). Ein neuer Aktionsplan für die Kreislaufwirtschaft – Für ein saubereres und wettbewerbsfähigeres Europa. Brüssel

20 Bauprodukteverordnung (EU) Nr. 305/2011 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 9. März 2011 zur Festlegung harmonisierter Bedingungen für die Vermarktung von Bauprodukten und zur Aufhebung der Richtlinie 89/106/EWG des Rates

21 Taxonomieverordnung (EU) 2020/852 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 18. Juni 2020 über die Einrichtung eines Rahmens zur Erleichterung nachhaltiger Investitionen und zur Änderung der Verordnung (EU) 2019/2088

Abfallverzeichnisverordnung et cetera werden zur Erreichung der Umweltziele adaptiert. Wer also heute einen schadstofffreien, wiederverwendbaren und sortenreinen Dämmstoff einsetzt, wird in Zukunft keine Probleme betreffend Entsorgung haben.

2

Dämmstoffe



Dämmstoffe sind ein wichtiger Faktor zur Senkung des Heizwärmebedarfs eines Gebäudes. Die sich daraus ergebenden Vorteile sind, dass man aus diversen Heizsystemen wählen kann und zusätzlich das Klima schont, da insgesamt weniger Energie verbraucht wird.

Dämmstoffe erfüllen mehrere wichtige Faktoren für Gebäude. Einerseits verhindert ein Dämmstoff den Wärmedurchgang von innen nach außen, sprich, die warme Luft im Gebäudeinneren bleibt auch dort beziehungsweise sie kann nur marginal nach außen fließen. Andererseits funktioniert das Prinzip auch in umgekehrter Richtung, nämlich wenn es im Sommer außen heiß ist und es im Gebäudeinneren möglichst kühl bleiben soll. Im Prinzip geht es darum, dass durch die Dämmung im Winter die Wände innenseitig möglichst warm und im Sommer möglichst kühl bleiben. Das bedeutet, dass eine Dämmung den Wohnkomfort steigert und gleichzeitig die Heiz- und Kühlkosten senkt.

Jeder Dämmstoff weist eine gewisse Wärmeleitfähigkeit auf, die mit λ (Lambda) in W/mK angegeben wird. Je kleiner dieser Wert ist, desto besser ist die Dämmfähigkeit des Materials. Die Wärmeleitfähigkeit hängt mit der Dichte des Materials zusammen. Je dichter ein Material ist, desto besser kann Wärme geleitet werden. Ein Dämmstoff ist also so konzipiert, dass die Dichte möglichst gering ist und demnach die Wärme schlecht weitergeleitet wird.

Der U-Wert ist der sogenannte Wärmedurchgangskoeffizient und wird in W/m²K angegeben. Der U-Wert steht somit im direkten Zusammenhang zur Dämmstoffstärke und der Temperaturdifferenz zwischen Innen- und Außenseite. Oder anders formuliert: Der Wärmedurchgangskoeffizient U gibt die Wärmeleistung an, die durch 1 m² Bauteilfläche bei einem Temperaturunterschied von 1 Kelvin vom warmen zum kalten Bereich fließt. Je kleiner der U-Wert, desto weniger Wärmeverluste gibt es durch ein Bauteil.

Dämmstoffe gibt es in unterschiedlichsten Materialien und Ausführungen. Im Folgenden wird auf Produktnormen und -zertifizierungen sowie auf die richtige Wahl eines Dämmstoffs eingegangen. Ergänzend werden die einzelnen Dämmstoffe eingehend beschrieben und bewertet.

2.1 Produktkennzeichnung und -zertifizierung

Produktnormen sind Standards, die in sogenannten Normungsgremien erstellt werden. Sie dienen dazu, Produkte zu vereinheitlichen und vergleichbar zu machen. Allgemein gilt für Dämmstoffe als Produktgruppe die EN ISO 10456. Für die einzelnen Dämmstoffe gibt es folgende zugehörige Produktnormen:

Tabelle 6: Produktspezifische Normen und Dämmstoffbezeichnungen

Quelle: Biodatenbank.at; Die Umweltberatung

Vorhandene Produktnormen und Dämmstoffbezeichnungen	
Mineralwolle (MW – Mineral Wool)	ÖNORM EN 13162
Expandiertes Polystyrol (EPS – Expanded Polystyrene Foam)	ÖNORM EN 13163
Expandiertes Polystyrol (XPS – Extruded Polystyrene Foam)	ÖNORM EN 13164
Polyurethan-Hartschaum (PUR – Polyurethane Foam)	ÖNORM EN 13165
Phenolharz-Hartschaum (PF – Phenolic Foam)	ÖNORM EN 13166
Schaumglas (CG – Cellular Glass)	ÖNORM EN 13167
Holzwohle-Leichtbauplatte (WW – Wood Wool oder HWLP)	ÖNORM EN 13168
Blähperlit (EPB – Expanded Perlite)	ÖNORM EN 13169
Expandierter Kork (ICB – Insulation Cork Board)	ÖNORM EN 13170
Holzfaserdämmstoff (WF – Wood Fibre)	ÖNORM EN 13171
Wärmedämmstoffe – Konformitätsbewertung	ÖNORM EN 13172

2.1.1 EPD/Umweltproduktdeklaration

EPD ist die Abkürzung für Environmental Product Declaration, auf Deutsch Umweltproduktdeklaration. Die EPD beschreibt Bauprodukte hinsichtlich ihrer Umweltwirkungen und ihrer funktionalen sowie technischen Eigenschaften. Die Umweltwirkungen werden mittels Ökobilanzberechnungen erstellt. Daher bilden EPDs eine wichtige Grundlage für Nachhaltigkeitsbewertungen von Produkten und in weiterer Hinsicht von Gebäuden. EPDs finden Verwendung als Stützpfeiler für diverse Gebäudezertifizierungssysteme, wie zum Beispiel **klimaaktiv**, ÖGNB (Österreichische Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen), ÖGNI (Österreichische Gesellschaft für Nachhaltige Immobilienwirtschaft) beziehungsweise DGNB (Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen), BREEAM (Building Research Establishment Environmental Assessment Methodology) oder LEED (Leadership in Energy and Environmental Design).²²

²² ibu-epd.com/epd-programm

2.1.2 Anwendungsgebiete von Dämmstoffen

Die Anforderungen an Dämmstoffe sind in der DIN 4108-10 Wärmeschutz und Energieeinsparung in Gebäuden zusammengefasst.

Neben der Dämmleistung eines Dämmstoffes müssen weitere Eigenschaften wie die Brandschutzklasse, Wasseraufnahmefähigkeit, Rezyklierbarkeit oder der Energieaufwand bei der Herstellung herangezogen werden. Weil die Eigenschaften je nach Dämmstoff variieren können, sind die jeweiligen Dämmstoffe daher auch für unterschiedliche Anwendungsbereiche geeignet.

Tabelle 7: Anwendungsbereiche von Dämmstoffen aufgezeigt nach DIN 4108-10

Quelle: Die Umweltberatung

Anwendungsgebiet	Kurzzeichen	Einsatzbereich
Dach, Decke	DAD	Außendämmung von Dach oder Decke, witterungsgeschützt, unter Deckung
	DAA	Außendämmung von Dach oder Decke, witterungsgeschützt, unter Abdichtung
	DUK	Außendämmung eines Umkehrdaches ^{23*} , der Bewitterung ausgesetzt
	DZ	Zwischensparrendämmung
	DI	Unterseitige Innendämmung der Decke oder des Daches, abgehängte Decke
	DEO	Innendämmung unter Estrich ohne Schallschutzanforderungen
	DES	Innendämmung unter Estrich mit Schallschutzanforderungen
Wand	WAB	Außendämmung der Wand hinter Bekleidung
	WAA	Außendämmung der Wand hinter Abdichtung
	WAP	Außendämmung der Wand unter Putz
	WZ	Dämmung von zweischaligen Wänden
	WH	Dämmung von Holzrahmen- und Holztafelbauweise
	WI	Innendämmung der Wand
	WTR	Dämmung von Rauntrennwänden
Perimeter	PW	Außen liegende Wärmedämmung (Perimeterdämmung) von Wänden gegen Erdreich (außerhalb Abdichtung)
	PB	Außen liegende Wärmedämmung unter Bodenplatten gegen Erdreich (außerhalb Abdichtung)

* Bei Umkehrdächern liegt die Dämmschicht über der Feuchtigkeitsabdichtung

2.1.3 Ökologische Produktzertifizierung

Eine ökologische Produktzertifizierung wird nur auf Antrag des Produktherstellers vergeben und ist für diesen auch mit Kosten verbunden. Demnach wird ein Gütezeichen oder eine Produktzertifizierung und Aufnahme in eine Produktdatenbank nicht per se vergeben.

Es gilt zu unterscheiden zwischen Zertifikaten öffentlicher Stellen, wie dem Österreichischen Umweltzeichen, und Zertifikaten privater Institutionen sowie Herstellersiegeln. Detaillierte Informationen zu den Gütezeichen und Produktdatenbanken finden Sie auf den jeweiligen Webseiten.

Tipp:

Achten Sie auf Gütezeichen, die das gesamte Produkt bewerten, also auch das verwendete Material. Deklarationen vom Hersteller selbst stellen kein unabhängiges Gütezeichen und keine unabhängige Zertifizierung dar.

Prinzipiell gilt: Die Kriterien der Produktzertifizierungen müssen für Konsument:innen einsehbar sein und es muss klar ersichtlich sein, welche Interessensvertretungen bei der Kriterienerstellung beteiligt sind. Wenn es für ein bestimmtes Produkt kein Prüfzeichen gibt, sollte man zumindest die Informationen des Herstellers kritisch hinterfragen und bei Expert:innen nachfragen oder im baubook-Katalog nachsehen.

Neben den technischen Bewertungen sind vor allem die ökologischen Bewertungen der Dämmstoffe von Interesse. Unabhängige Gütezeichen geben Auskunft darüber, denn mittels transparenter Kriterien werden Herstellungsverfahren, Rezepturen und Lieferketten berücksichtigt und bewertet. Generell zeichnen sich zertifizierte Produkte durch eine besonders hohe Qualität in Bezug auf Nachhaltigkeit aus.

Das Österreichische Umweltzeichen

Das Österreichische Umweltzeichen wird an Produkte, Tourismusbetriebe, Bildungseinrichtungen, Kulturbetriebe (Museen, Theater, Kinos, Filmproduktion) sowie Green Meetings und Green Events vergeben. Es soll einerseits eine Orientierungshilfe für umweltfreundliche Kaufentscheidungen bieten, andererseits soll es der Wirtschaft und dem Handel als Motivation dienen, weniger umweltbelastende Produkte herzustellen und anzubieten.

Umweltzeichen sind Kennzeichnungen von Produkten mit besonders guter Umweltleistung. Es werden bestimmte Anforderungen an das Produkt gestellt, die meist so gewählt sind, dass nur ein bestimmter Prozentsatz des Produktangebots auf dem Markt dieses Zeichen erhalten kann. Das ist ein essenzieller Unterschied zu den Umweltprodukt-



deklarationen (EPDs), die für alle Produkte ohne Anspruch an bestimmte Umweltleistungen vergeben werden.

Umweltzeichen eignen sich sehr gut für den Nachweis der Schadstofffreiheit und -armut von Bauprodukten. Je nach Ausdifferenziertheit des Umweltzeichenprogramms werden weitere Anforderungen gestellt, welche für die Bewertung der Kreislauffähigkeit von Materialien von Bedeutung sind.

In Österreich gibt es für Dämmstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen das Umweltzeichen UZ 44. Diese müssen gewissen qualitativen, gesundheitlichen und ökologischen Kriterien genügen. Es werden dazu Grenzwerte eingezogen, wie etwa für das Treibhauspotenzial, das Versauerungspotenzial der Böden und das Verknappungspotenzial von fossilen Energieträgern.

Des Weiteren gibt es die Umweltzeichen für Hartschaum-Dämmstoffe aus polymeren Rohstoffen UZ 43 sowie Mineralische Wärmedämmstoffe UZ 45.

Mehr Informationen unter umweltzeichen.at.

baubook-Plattform

Baubook ist eine Onlinedatenbank für Bauprodukte. Mittels dieser Datenbank soll ökologisches Bauen und Sanieren vereinfacht werden. Sie erleichtert die Nachweisführung im Rahmen von ökologischen Ausschreibungen, Gebäudezertifizierungen und Fördersystemen. Die Baustoffdatenbank liefert validierte Daten für die Berechnung von Energie- und Ökologiekennzahlen für Planer:innen.

Hersteller können ihre Bauprodukte im baubook eintragen lassen. Die Bauprodukte werden zu ökologischen Kriterien, bauphysikalischen und -ökologischen Kennwerten sowie weiteren produktgruppenabhängigen Eigenschaften deklariert. Die Vollständigkeit und Plausibilität der Daten wird von baubook überprüft, für die Richtigkeit der Angaben haftet der Hersteller. Ergänzt werden die Angaben mit einer Produktbeschreibung, mit Bildern, Sicherheitsdatenblättern und technischen Merkblättern sowie weiteren Herstellerinformationen und gegebenenfalls Händlerdaten.²⁴

IBO-Passivhaus-Bauteilkatalog

Der IBO-Passivhaus-Bauteilkatalog bietet sowohl für den Neubau als auch für Sanierungen Hilfestellungen an. Die Kataloge sind in Form von Planungswerkzeugen konzipiert, um so bestehende Lösungen systematisch aufzuarbeiten. Ein Teil dieses Bauteilkatalogs

²⁴ baubook.info/de

ist online abrufbar, und zwar in Form von Passivhausbauteilen, die adaptiert und verglichen werden können.²⁵

IBO-Prüfzeichen

Beim IBO-Prüfzeichen wird der gesamte Lebenszyklus eines Bauproduktes berücksichtigt und ganzheitlich untersucht. Erst wenn das Produkt den strengen baubiologischen und bauökologischen Anforderungen entspricht, wird es mit dem IBO-Prüfzeichen ausgezeichnet. Zu jedem zertifizierten Produkt wird auch ein umfassender Prüfbericht erstellt.²⁶



natureplus

Ziel von natureplus ist die Förderung des nachhaltigen Bauens und Wohnens. Natureplus ist als Verein strukturiert und arbeitet mit Expert:innen europaweit zusammen.



Um Verbraucher:innen und Bauprofis in Europa eine klare Orientierung bei der Wahl von Bauprodukten zu geben, hat natureplus e. V. das natureplus-Umweltzeichen entwickelt. Der natureplus-Verein definiert die inhaltlichen Kriterien und Grundlagen des natureplus-Labels. Eine unabhängige Kriterienkommission gewährleistet die transparente, fachlich korrekte und diskriminierungsfreie Festlegung der Anforderungen. Die betroffenen Hersteller und andere Interessensgruppen werden durch Anhörungen an der Erstellung der Vergaberichtlinien beteiligt.

Das natureplus-Umweltzeichen beruht auf drei Säulen:

- Saubere und effiziente Produktion
- Schutz von Umwelt und Gesundheit
- Nachhaltigkeit von Ressourcen

Mit einer Volldeklaration der Inhaltsstoffe, mit Schadstoffbeschränkungen und -verboten, Materialanalysen und einem Schwerpunkt auf Produkten aus nachwachsenden oder mineralischen Rohstoffen aus nachhaltigen Quellen oder aus Sekundärrohstoffen werden die wichtigsten Voraussetzungen für Kreislaufführung abgedeckt. Die Produktinformationen sind in der natureplus-Database abrufbar.

Mehr Informationen unter natureplus.org.

25 baubook.at/phbtk

26 ibo.at/materialoekologie/produkte-mit-ibo-pruefzeichen

Tabelle 8: Auswahl weiterer Kennzahlen zur objektiven ökologischen Bewertung von Dämmstoffen

Quelle: Die Umweltberatung

Kennzahl/ Eigenschaft	Wert	Einheit	Hinweis
OI3-Index Herstellungs- indikator – Maßzahl für öko- logischen Fußab- druck	OI3		Je geringer der Index, desto ökologischer ist der Energieverbrauch von der Rohstoffgewinnung bis zum fertigen Produkt (ohne Vertrieb, Transport, Einbau, Entsorgung). Der nicht erneuerbare Primärenergieinhalt, das Versauerungspotenzial (AP) sowie das Treibhausgaspotenzial (Global Warming Potential, GWP) fließen in gleichem Maße in die Bewertung ein. Der OI3-Index wird übrigens auch im klimaaktiv Gebäudestandard berücksichtigt.
Primärenergie- inhalt erneuerbar/ nicht erneuerbar	PEle/ PEIne	MJ/kg	Gesamtenergieeinsatz bei der Herstellung: je niedriger, desto besser

2.2 Wahl des Dämmstoffes und mögliche Einsatzbereiche

Dämmstoffe können je nach Ausgangsstoff grob in drei Kategorien eingeteilt werden:

- Dämmstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen (NAWARO)
- Dämmstoffe aus mineralischen Rohstoffen
- Dämmstoffe aus synthetischen Rohstoffen

Für die Auswahl des passenden Dämmstoffes sind folgende Kriterien ausschlaggebend:

Tabelle 9: Auswahlkriterien von Dämmstoffen

Quelle: Die Umweltberatung

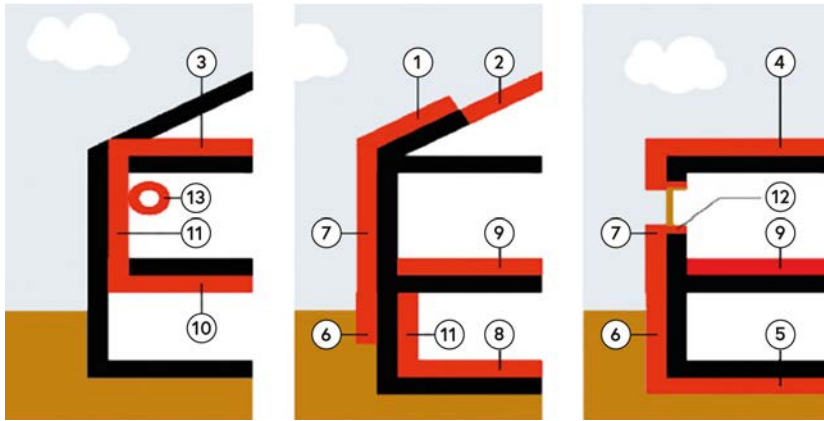
Physikalische Kriterien	Wärmeleitfähigkeit λ → notwendige Materialstärke Wasserdampfdiffusionswiderstand μ
Ökonomische Kriterien	Materialstärke Materialpreis Verfügbarkeit
Ökologische Kriterien	Verfügbarkeit der Rohstoffe Energiebedarf und Umweltbelastung bei der Herstellung Transportaufwand Entsorgung, Recycling
Gesundheitliche Kriterien	Raumklima und Behaglichkeit Schimmelvermeidung Ausgasung von Schadstoffen

Alle hier aufgelisteten Dämmstoffe werden in den (folgenden) Porträts genauer beschrieben:

Tabelle 10: Lieferformen Dämmstoffe und mögliche Einsatzbereiche

Quelle: Die Umweltberatung

		Satteldach			Flachdach		Fundament
		1	2	3	4a	4b	5
		Dämmung auf den Sparren (durchgeschraubt)	Dämmung zwischen den Sparren	Dämmung der obersten Geschoßdecke	Warmdach	Umkehrdach	Dämmung unter der Bodenplatte
Dämmstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen	Flachs		●	●			
	Hanf		●	●			
	Holzfaserdämmstoffe	●	●	●	●		
	Jute		●	●			
	Kork	●	●	●	●		
	Schafwolle		●	●			
	Stroh		●	●			
	Zellulose		●	●			
Mineralische Dämmstoffe	Aerogel						●
	Blähton/Blähglas			●			
	Calciumsilikat						
	Expandierter Perlit (Blähperlit)			●			
	Mineralschaum						
	Mineralfaser (Glaswolle, Steinwolle)	●	●	●	●		
	Schaumglas	●				●	●
Synthetische Dämmstoffe	Expandiertes Polystyrol (EPS)	●		●	●		
	Extrudiertes Polystyrol (XPS)	●		●	●	●	●
	Phenolharz (Resolharz)	●		●	●		
	Polyurethan-(PUR-)Hartschaum	●		●	●	●	



	Fassade			Boden/Kellerdecke			Innen/Fugen/Rohr		
6	7a	7b	7c	8	9	10	11	12	13
Perimeterdämmung außerhalb der Abdichtung	Wärmedämmverbundsystem	hinterlüftete Fassade	zwischen Holzständern	Kellerfußboden	Trittschalldämmung	Dämmung der Kellerdecke	Innen-dämmung	Ausstopfen von Fugen et cetera	Rohr-dämmung
		•	•		•		•	•	
	•	•	•		•		•	•	
	•	•	•		•		•		
	•			•	•		•		
		•	•		•			•	•
		•	•		•			•	
	•	•	•	•	•	•	•	•	
				•	•		•		
•				•			•		•
•	•	•			•	•			•
•	•			•	•	•			
	•						•		
	•								•

2.3 Dämmstoffporträts

Materialien, die Wärme schlecht leiten, enthalten viele Luft einschüsse; dadurch sind sie leicht und sie dämmen gut. Das gelingt mit **Schafwolle** ebenso wie mit **Glaswolle**, **Kork** und **Mineralschaum**. Es gilt, das für den jeweiligen Zweck geeignete Material zu finden. Wichtige Kennwerte sind der U-Wert und die Feuchtigkeitsbeständigkeit, aber auch Eigenschaften wie die Rückbaubarkeit und Wiederverwendbarkeit beziehungsweise -verwertbarkeit müssen berücksichtigt werden.

Neben **kunststoffbasierten Materialien** wie **PU**, **EPS** und **XPS** werden Dämmstoffe üblicherweise aus **mineralischen** und **nachwachsenden Rohstoffen** hergestellt. Sie alle haben ihre Vor- und Nachteile:

Nachwachsende Baustoffe sind für gewöhnlich klimafreundlicher; die Herstellungsprozesse benötigen weniger Energie. Wenn Verarbeitungsabfälle in die Umwelt gelangen, gliedern sie sich einfacher in den Naturkreislauf ein.

Die Herstellung von **Kunststoffen** basiert meist auf der Verwendung von Erdöl, dessen Ersatz durch pflanzliche Öle wegen der Nahrungsmittelkonkurrenz umstritten ist. Der Herstellungsprozess ist ökologisch sehr aufwendig, jedoch wird für solche Dämmstoffe wenig Grundmaterial benötigt. Die unbeabsichtigte Freisetzung von Kunststoffpartikeln zum Beispiel auf der Baustelle führt zur Anreicherung von Mikroplastik in der Umwelt.

Mineralische Dämmstoffe wiederum sind nicht brennbar und verrotten nicht; ihre Ausgangsstoffe sind Altglas oder Gesteine wie etwa Basalt, Feldspat, Vermiculit oder auch Schlacken.

Weitere Materialien – altbekannte oder solche, die zwar laut Norm Dämmstoffe sind, jedoch einen U-Wert über 0,40 (W/m² K) aufweisen – haben ihre Berechtigung, werden aber hier nicht im Detail behandelt. Darunter fallen **Holzwohleplatten** (auch als Sauerkrautplatten bezeichnet) mit einem U-Wert von 0,9, deren Stärke weniger in der Dämmwirkung als vielmehr im Schallschutz, der Wärmespeicherung und der Verwendungsmöglichkeit als Putzträger liegt. Ähnlich verhält es sich mit **Kalkhanfsteinen**.

Auch **Schilf** ist als Dämmmaterial gut geeignet und es kann gut in feuchtebelasteten Bereichen eingesetzt werden. Schilf wird in Österreich geerntet, die Mengen sind jedoch gering und das Haupteinsatzgebiet ist die Dachdeckung auf historischen Gebäuden.

Hochleistungsdämmstoffe mit außerordentlich guten Dämmwerten wiegen ihren hohen Preis durch Platzeinsparung auf. Dazu gehören **Vakuumdämmungen** (VIP – Vacuum Insulation Panels; das sind luftdicht ummantelte maßgefertigte Elemente), **Dämmplatten auf der Basis von synthetisch amorpher Kieselsäure** mit kleinen Porenstrukturen (APM

– Advanced Porous Materials) und **Aerogele**. Sanierungen, barrierefreie Terrasseneingänge oder Fensterlaibungen werden damit umgesetzt.

Lehummantelte Holzspäne sind als brandbeständige Schüttung relativ neu am Markt. Die Verwendung von Reststoffen begründet die gute Ökobilanz solcher Produkte, sie sind schadstofffrei und gut rückbaubar.

Dämmstoffe werden in verschiedenen **Konstruktionen** eingesetzt. Rückbaubare Konstruktionen sind günstiger für eine Wiederverwendung, werden jedoch an Fassaden oft als Wärmedämmverbundsystem angebracht. Diese weisen in ihren Umwelteigenschaften erhebliche Unterschiede auf. Besonders wichtig ist die Verarbeitung, denn schlecht ausgeführte Montagen verursachen nicht nur hohen Wartungs- und Sanierungsaufwand während der Nutzung, sondern können auch die erhofften Effekte für Klima, Energie und Umwelt zunichtemachen. Eine Ausbildung für Verarbeiter:innen soll Abhilfe schaffen. Das Österreichische Umweltzeichen für Wärmedämmverbundsysteme UZ 79 prüft nicht nur die Umweltverträglichkeit der einzelnen Komponenten, sondern verlangt überdies die sachgerechte Planung und Ausführung.

Neben den bekannten Massendämmstoffen gibt es viele **Alternativen**. Im Folgenden werden Dämmstoffe detaillierter beschrieben, die in Österreich relativ leicht erhältlich und für die gängigen Einsatzzwecke gebräuchlich sind. Weitere Auswahlkriterien für die Auflistung waren möglichst kurze Transportwege, vorzugsweise regional verfügbare Ausgangsmaterialien, zumindest aber aus der EU, und die Wiederverwertung von Preconsumer- und vor allem Postconsumer-Abfällen, seien es Textilien oder Altglas.

Im **Sinne der Kreislauffähigkeit** ist außerdem zu beachten, ob Produkte für eine **Wiederverwendung**, zumindest aber für ein **Recycling ohne Qualitätsverlust** geeignet sind. Gesetzliche Vorgaben sind im Umbruch. Nach derzeitiger Lage unterliegen mineralische Baustoffe der Recyclingbaustoffverordnung und müssen zumindest wiederverwertet werden. Organische Stoffe etwa aus natürlichen Fasern oder künstlichen Schäumen, die nicht wiederverwend- oder verwertbar sind, werden der thermischen Abfallbehandlung zugeführt. Eine Kompostierung ist auch für Naturfasern ohne Zusatzstoffe derzeit nicht vorgesehen, auch wenn manche Produkte speziell in industriellen Kompostierwerken dafür geeignet wären. Dass gesundheits- und umweltgefährdende Substanzen vermieden werden sollen, versteht sich von selbst – Umweltzeichen wie etwa das Österreichische Umweltzeichen oder natureplus bieten auch dafür wertvolle Orientierung.

Technische Werte können abhängig vom Hersteller stark von den hier angegebenen Literaturwerten abweichen. Brandschutzwerte beziehen sich auf die Einzelstoffe, im Verbund können auch deutlich bessere Werte erzielt werden.

2.3.1 Dämmstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen

Nachfolgend werden Dämmstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen porträtiert. Diese umfassen Flachs, Hanf, Holzfaser, Jute, Kork, Schafwolle, Stroh und Zellulose.



Flachs

Herstellung

Flachs wird in Europa vor allem in Frankreich, Belgien und den Niederlanden, aber auch auf kleineren Flächen in Österreich und Italien angebaut. Flachsdämmung wird in Österreich im Waldviertel hergestellt. Auch in Deutschland und in der Tschechischen Republik gibt es Produktionsstätten. Für die Herstellung von Flachsdämmstoffen werden die Kurzfasern verwendet. Sie werden mit circa 10% Flammschutzmittel versetzt, wofür zunehmend Ammoniumpolyphosphate, die als unbedenklich gelten, verwendet werden.

Die Fasern werden mechanisch verfilzt und zu Vliesen verdichtet. Diese werden entweder mit Bindemittel (zum Beispiel Kartoffelstärke, circa 10%) oder Zweikomponenten-Stützfasern (auf Basis von Polyester, Polypropylen (PP) und/oder Polyethylen (PE), auch BICO-Faser genannt, bis zu 18%) zu Dämmmatten verbunden und auf Format geschnitten.

Eigenschaften

Die Fasern sind sehr zugfest und dehnbar. Sie können ausgesprochen gut Feuchtigkeit aufnehmen und besitzen eine hohe Wärmespeicherkapazität. Durch die enthaltenen Bitterstoffe und Wachse sind die Fasern resistent gegen Schädlingsbefall, Fäulnis und Schimmelbildung.

Tabelle 11: Infobox zum Dämmstoff Flachs

Quelle: Praxishandbuch Innendämmung

(alle angegebenen Werte produktunabhängig und ohne Gewähr)

Infobox	
Wärmeleitfähigkeit λ_r (Bemessungswert)	0,040 W/(m*K)
Wasserdampf-Diffusionswiderstand μ	1–2
Dichte ρ	20–40 kg/m ³ (Matten)
Wärmespeicherkapazität C	1.300–2.200 J/(kg*K)
Brandverhalten (Euroklasse)	E

Lieferformen und Einsatzbereiche

Flachs wird in Form von Dämmplatten, Filz oder Streifen, als Stopfwohle und Schütt- oder Einblasdämmstoff angeboten. Dämmplatten und Einblasdämmung werden vor allem in Holzkonstruktionen von Außenwänden, Steildächern und Decken eingesetzt. Dämmfilze werden als Trittschalldämmung verwendet und Stopfwohle ist zum Ausstopfen von Fugen und Hohlräumen bei Fenstern, Türen und Installationen geeignet.

Ökologie und Recyclingfähigkeit/Rückbaufähigkeit

Flachs zählt zu den heimischen nachwachsenden Rohstoffen. Die relevanten Anbaugelände liegen vor allem im Waldviertel. Die Umweltbelastungen des Herstellungsprozesses sind gering.

Flachsdämmung, die in die Konstruktion eingeklemmt oder lose verlegt wird, kann weiterverwendet werden, wenn sie sauber, trocken und unbeschädigt ist. Mechanisch befestigte Dämmplatten, die nicht unbeschädigt ausgebaut werden können, sind stofflich verwertbar und können zum Beispiel als Stopfwohle wiederverwendet werden.

Als Flammschutzmittel wurden in der Vergangenheit vielfach Borsalze verwendet. Da einige typischerweise eingesetzte Borate (zum Beispiel Dinatriumtetraborat oder Dinatriumoctaborat) in der EU-Chemikalienverordnung (REACH) inzwischen als reproduktionstoxisch (Kategorie 1B, H360FD) eingestuft sind und in der REACH-Kandidatenliste für besonders besorgniserregende Stoffe (Substances of very high concern, SVHC) aufgeführt werden, werden diese kritischen Borate tendenziell durch nicht eingestufte Alternativen wie beispielsweise Ammoniumpolyphosphate ersetzt.

Flachsdämmstoffe ohne Borsalzverbindungen und Stützfasern sind biologisch abbaubar. Flachsdämmung kann in Abfallbehandlungsanlagen verbrannt werden.

Hanf

Herstellung

Hanf wird in Europa vor allem in Frankreich auf größeren Flächen, aber unter anderem in Deutschland, Österreich und den Niederlanden auch auf kleineren Flächen angebaut. Hanfdämmung wird in Österreich im Weinviertel hergestellt. Weitere Produktionsorte befinden sich in Deutschland und in der Tschechischen Republik.

Hanf ist eine schnellwachsende, robuste, anspruchslose und aufgrund von Bitterstoffen besonders schädlingsresistente Kulturpflanze. Der Herstellungsprozess ist ähnlich wie bei Flachs. Als Flammenschutzmittel werden 3 bis 5% Ammoniumphosphate oder Soda eingesetzt. Kritische Borsalzverbindungen werden nicht verwendet. Dämmfilze kommen ohne weitere Stabilisierung aus. Dämmplatten benötigen hierfür circa 10 bis 15% Stützfasern, wobei synthetische Zweikomponenten-Fasern (siehe Flachs) oder Stützfasern auf Basis von Pflanzenstärke (Polylactid/Polymilchsäure, PLA) eingesetzt werden. Als Nebenprodukt der Faseraufbereitung fallen Hanfschäben an, die entweder gesondert zu Schüttmaterial oder aufbereitet zu Platten verarbeitet werden.

Eigenschaften

Hanffasern sind wie Flachsfasern äußerst reißfest und feuchtigkeitsbeständig. Sie haben sehr gute Schallschutzeigenschaften und eine hohe Wärmespeicherkapazität. Hanffasern enthalten kein Eiweiß und sind dadurch resistent gegen Schädlingsbefall. Sie sind weiters durch natürliche Bitterstoffe und Wachse gut gegen Fäulnis, Schädlinge und Schimmelbildung geschützt.



Tabelle 12: Infobox zum Dämmstoff Hanf

Quelle: Praxishandbuch Innendämmung

(alle angegebenen Werte produktunabhängig und ohne Gewähr)

Infobox	
Wärmeleitfähigkeit λ_r (Bemessungswert)	0,040 W/(m*K)
Wasserdampf-Diffusionswiderstand μ	1–2
Dichte ρ	20–40 kg/m ³ (Matten)
Wärmespeicherkapazität C	1.300–2.200 J/(kg*K)
Brandverhalten (Euroklasse)	E

Lieferformen und Einsatzbereich

Hanf ist in Form von Dämmmatten, Dämmfilz und Stopfwole sowie lose als Einblasdämmstoff erhältlich. Dämmmatten und Einblasdämmung werden vor allem in Holzkonstruktionen von Außenwänden, Steildächern und Decken eingesetzt. Auch Wärmedämmverbundsysteme und Akustikdämmsysteme mit Hanfdämmung sind am Markt erhältlich. Dämmfilze werden als Trittschalldämmung verwendet und Stopfwole ist zum Ausstopfen von Fugen und Hohlräumen bei Fenstern, Türen und Installationen geeignet. Lehmumantelte Hanfschäben werden im Decken- und Fußbodenbereich als Hohlraumdämmung, als druckbelastbare Dämmung oder Ausgleichsschüttung eingesetzt.

Ökologie und Recyclingfähigkeit/Rückbaufähigkeit

Hanfdämmstoffe werden aus Nebenprodukten des Hanfanbaus ressourcenschonend hergestellt. Die Umweltbelastungen des Herstellungsprozesses sind gering.

Lose Hanffasern sollten aufgrund der hohen Staubbelastung abgesaugt werden; sie können weiterverwendet werden, wenn sie sauber, trocken und unbeschädigt sind. Dies gilt auch für Hanfdämmung, die in die Konstruktion eingeklemmt oder lose verlegt wird. Mechanisch befestigte Dämmmatten, die nicht unbeschädigt ausgebaut werden können, sind stofflich verwertbar und können zum Beispiel als Stopfwole wiederverwendet werden.

Hanfdämmstoffe ohne Borsalzverbindungen und Stützfasern sind biologisch abbaubar. Hanfdämmung kann in Abfallbehandlungsanlagen verbrannt werden.



Holzfaser

Herstellung

Holzfaserplatten werden bis zu 96% aus Resthölzern der Sägeindustrie wie Fichten-, Tannen- oder Kiefernholz erzeugt. Das Holz wird zu Hackschnitzeln zerkleinert sowie thermisch und mechanisch zu feinen Holzfasern aufgeschlossen. Die Festigkeit ist durch die holzeigenen Naturharze gegeben, die durch Aluminiumsulfat aktiviert werden. Die Platten werden im Nass- oder Trockenverfahren hergestellt. Im Nassverfahren wird mit Wasser ein Brei ohne weitere Klebstoffe oder Bindemittel angerührt, der anschließend getrocknet wird, was viel Energie benötigt. Das Trockenverfahren braucht bis zu 40% weniger Energie, dabei dienen Polyurethan-Klebstoffe (PUR-Harze), PMDI-Kleber (Polymeres Diphenylmethandiisocyanat) oder Zweikomponenten-Stützfasern als Bindemittel.

Für feuchteresistente Platten werden je nach Einsatzgebiet Hydrophobierungsmittel (Bitumen, Wachs, Paraffine sowie Bitumenersatz auf Naturharzbasis) zugesetzt. Auch Flammschutzmittel werden in seltenen Fällen hinzugefügt. Werden dickere Platten benötigt, werden im Trockenverfahren die Schichten mittels Weißleim miteinander verklebt. Holzfaserdämmplatten, die im Nassverfahren hergestellt werden, enthalten bis auf geringe Mengen Aluminiumsulfat ausschließlich Holzfasern. Hergestellt werden die Platten in ganz Mitteleuropa, vorwiegend in Deutschland und der Schweiz, aber auch zum Beispiel in Belarus, Polen und Frankreich.

Eigenschaften

Holzweichfaserplatten können sehr gut Feuchtigkeit aufnehmen und sind wasserdampfdurchlässig. Sie haben als Trittschalldämmung, Dach, Fassade und Unterdeckplatte für einen Dämmstoff eine hohe Dichte, was zur Folge hat, dass die Wärmedämmung einerseits zwar gut, aber nicht ausgezeichnet ist und andererseits durch die hohe Wärmespeicherkapazität hervorragend gegen sommerliche Überhitzung wirkt. Dazu kommen gute Schallschutzeigenschaften.

Die Speicherwirksamkeit der Platten ist vor allem im Dachausbau wichtig, da sie eine gute Phasenverschiebung der Wärmespitzen bringt. Die leichten Produkte (50–60 kg) sind oft mit dem Zusatz „flex“ gekennzeichnet und haben einen konkurrenzfähigen Dämmwert von 0,037–0,041. In feuchtegefährdeten Bereichen sind hydrophobierte Platten vorzusehen. Dabei sind Paraffine oder Naturharzemulsionen dem Bitumenzusatz vorzuziehen.

Tabelle 13: Infobox zum Dämmstoff Holzfaser

Quelle: Praxishandbuch Innendämmung

(alle angegebenen Werte produktunabhängig und ohne Gewähr)

Infobox	
Wärmeleitfähigkeit λ_r (Bemessungswert)	0,038–0,055 W/(m*K)
Wasserdampf-Diffusionswiderstand μ	1–2 (lose) 2–10 (Matten/Platten)
Dichte ρ	30–60 kg/m ³ (lose) 10–190 kg/m ³ (Matten/Platten)
Wärmespeicherkapazität C	1.600–2.100 J/(kg*K)
Brandverhalten (Euroklasse)	E

Lieferformen und Einsatzbereich

Holzfaserdämmstoffe werden vor allem als Platten mit verschiedenen Kantenausformungen, vereinzelt auch als lose Dämmstoffe angeboten. Holzfaserdämmplatten können im Innen- und Außenbereich verwendet werden (Wand, Boden, Decke und Dachausbau). Für das Dach werden hydrophobierte Dämmplatten als Unterdeckung oder zur Dämmung von Flachdächern eingesetzt, druckfeste Platten für Aufsparrendämmung. Auch für Zwischensparren- und Untersparrendämmung sind Holzfaserdämmplatten gut geeignet.

Im Innenraumbereich finden sie Einsatz zur Dämmung der oberen Geschoßdecke und Bodenplatten (Massivbau), in Kombination mit Polsterhölzern als Fußbodenunterkonstruktion, als Luft- und Trittschalldämmung (Holzbau) sowie für leichte Trenn- und Schallschutzwände. Für die Außenwand kann Holzfaser in Form von Wärmedämmverbundsystemen sowie bei vorgehängten Fassaden eingesetzt werden.

Ökologie und Recyclingfähigkeit/Rückbaufähigkeit

Holzfaser werden aus Sägeresthölzern und Hackschnitzeln hergestellt. Der Energieverbrauch im Nassverfahren zur Herstellung ist relativ hoch. Die Umweltbelastung durch Abwasser bei der Herstellung wird durch geschlossene Kreisläufe minimiert. Im Trockenverfahren wird weniger Energie, dafür mehr an Bindemittel verwendet. Unabhängig von Herstellungsverfahren ist die Verwendung eines nachwachsenden Sekundärrohstoffes ökologisch gesehen sinnvoll. Transportwege können kurz sein.

Aus chemischer Sicht sind Holzfasern, die im Nassverfahren hergestellt werden, unbehandeltes Holz und daher wenig problematisch. Holzfaserdämmplatten aus dem Trockenverfahren enthalten jedoch Bindemittel.

Die Oberflächen von Wärmedämmverbundsystemen mit Holzweichfaserplatten kühlen nicht so stark aus wie bei besser dämmenden Materialien, was die Kondensatbildung und damit die Nahrungsgrundlage für Algen- und Pilzbewuchs verringert. Damit kann die Anwendung von Bioziden in der Beschichtung vermieden werden.

Beim Rückbau unbeschädigte Holzfaserdämmplatten können wieder eingebaut werden. Auch ein stoffliches Recycling ist prinzipiell denkbar. Üblicherweise werden sie jedoch in einer thermischen Abfallbehandlungsanlage entsorgt.

Jute

Herstellung

Jutedämmstoffe werden aus alten Jutesäcken produziert, die für den Transport von Kakao- und Kaffeebohnen verwendet wurden. Für die Herstellung werden die Säcke maschinell zerkleinert und die Fasern anschließend gereinigt. Hierfür wird Soda eingesetzt, das gleichzeitig auch als Brandschutzmittel dient. Anschließend werden die Fasern zu Vliesen verwoben. Dämmplatten aus Jute benötigen zur Stabilisierung Stützfasern, wobei sowohl PLA-Stützfasern als auch Zweikomponenten-Stützfasern auf Basis von Polyethylen (siehe Flachs) eingesetzt werden.

Jutedämmung wird von einem österreichischen Unternehmen mit PLA-Fasern und mit Polyethylenterephthalat-(PET-)Fasern angeboten. Die Produkte bestehen zu 82 bis 86% aus Jute, 11 bis 13% aus Stützfasern (bei PLA-Fasern 12%) und 3 bis 5% aus Soda. Darüber hinaus ist ein Kombiprodukt aus Jute und Hanf verfügbar, wobei der Juteanteil reduziert und durch 25% Hanf ersetzt sowie der Sodaanteil auf 3% reduziert wird. Ein ähnliches Produkt ist auch am deutschen Markt verfügbar.

Eigenschaften

Jutefasern sind sehr reiß- und zugfest sowie biologisch abbaubar. Sie können sehr gut Feuchte aufnehmen und verfügen über eine hohe Wärmespeicherkapazität.



Tabelle 14: Infobox zum Dämmstoff Jute

Quelle: Herstellerangaben in bautechnischen Zulassungen und technischen Datenblättern, Ökologisches Baustofflexikon
(alle angegebenen Werte ohne Gewähr)

Infobox	
Wärmeleitfähigkeit λ_r (Bemessungswert)	0,038–0,041 W/(m*K)
Wasserdampf-Diffusionswiderstand μ	1–2,4 (lose)
Dichte ρ	22–42 kg/m ³
Wärmespeicherkapazität C	2.300 J/(kg*K)
Brandverhalten (Euroklasse)	E

Lieferformen und Einsatzbereiche

Jutedämmstoffe werden in Form von Dämmmatten zur Schall- und Wärmedämmung in Dach, Wand, Decke und Boden eingesetzt. Hauptanwendungsbereiche sind Zwischensparrendämmung und Hohlraumdämmung in Holzrahmen- oder Holztafelkonstruktionen, Dämmung in Vorsatzschalen oder Deckenunterkonstruktionen, Hohlraumdämmung zwischen der Unterkonstruktion von Fußböden sowie in Innen- oder Trennwänden. Auch Stopfwole ist verfügbar.

Ökologie und Recyclingfähigkeit/Rückbaufähigkeit

Jutedämmstoffe werden aus Sekundärrohstoffen ressourcenschonend hergestellt. Da Jutedämmmatten passgenau in die Konstruktion geklemmt oder lose verlegt werden, ist ein zerstörungsfreier Rückbau und eine Weiterverwendung möglich, sofern das Material sauber, trocken und unbeschädigt ist.

Jutefasern und Jutedämmstoffe mit PLA-Fasern sind biologisch abbaubar, solche mit Kunststofffasern jedoch nicht. Jutedämmung kann in Abfallbehandlungsanlagen verbrannt werden.



Kork

Herstellung

Kork ist ein nachwachsender Rohstoff und wird aus der Rinde der Korkeiche gewonnen. Korkeichen können bis zu 150 Jahre Kork liefern. Die wichtigsten Anbaugelände liegen in Portugal, weitere in Spanien, Italien und Nordwestafrika. Kork zum Dämmen gibt es als „natur“ oder „expandiert“ (auch „Backkork“ genannt).

Korkdämmplatten werden ohne weitere Bindemittel aus expandiertem Kork hergestellt. Die Korkrinde der Äste wird zermahlen. Das Korkgranulat wird in Druckbehältern mit circa 370°C heißem Wasserdampf gebacken. Dabei expandiert der Kork um 20 bis 30 % seines Volumens und wird durch das korkeigene Harz gebunden. Fettsäuren, die Nahrung für Bakterien sein könnten, werden damit ausgetrieben. Korkschnitzschrot wird auch aus rezyklierten Flaschenkorken oder Abfällen aus der Korkbodenproduktion hergestellt. Expandierter Korkschnitzschrot ist ein Nebenprodukt des expandierten Backkorks.

Tabelle 15: Infobox zum Dämmstoff Kork

Quelle: Praxishandbuch Innendämmung, Herstellerangaben aus bauaufsichtlichen Zulassungen und technischen Datenblättern (alle angegebenen Werte ohne Gewähr)

Infobox	
Wärmeleitfähigkeit λ_r (Bemessungswert)	0,040–0,060 W/(m*K)
Wasserdampf-Diffusionswiderstand μ	5–18 (Platten) 1 (Schüttung)
Dichte ρ	100–150 kg/m ³ (Platten) 100 kg/m ³ (Schüttung)
Wärmespeicherkapazität C	1.300–2.200 J/(kg*K)
Brandverhalten (Euroklasse)	E

Eigenschaften

Kork speichert mehr Wärme als zum Beispiel Mineralfaserdämmstoffe. Dämmplatten aus Kork sind relativ unempfindlich gegen Feuchtigkeit und verlieren bei Feuchteeinwirkung nur wenig ihrer Dämmwirkung. Kork ist formbeständig, behält seine Elastizität und ist aufgrund seiner Masse auch schalltechnisch als gut zu bewerten. Er ist unempfindlich gegen Insekten sowie Pilze und beständig gegen Nagetiere.

Lieferformen und Einsatzbereiche

Verfügbar sind Platten, Rollen (expandierter Kork) oder Granulat (expandierter und nicht expandierter Kork). Korkplatten gibt es als Teil eines Wärmedämmverbundsystems (Korkfassade). Als Trittschalldämmung unter Estrichkonstruktionen können Korkplatten verwendet werden. Rollenkork ist für den Einsatz unter Laminat- oder Parkettböden geeignet.

Korkschröt wird lose als Ausgleichsschüttung oder wärmedämmende Füllschüttung gegeben. Das Material kann zur Wärmedämmung als Füllmaterial im Boden zum Beispiel zwischen Polsterhölzern, auf Betondecken und in Zwischenräumen in jeder gewünschten Höhe eingesetzt werden.

Bei offenliegendem Einsatz ist bei Naturkorkschröt circa 2 % Naturkalk mit einzubringen, um einen vollständigen Schutz gegen Nagetiere zu erhalten. Bei expandiertem Korkschröt kann die Kalkzugabe aufgrund des hohen Staubanteils entfallen.

Ökologie und Recyclingfähigkeit/Rückbaufähigkeit

Dämmstoffe aus Kork sind Nebenprodukte der Flaschenkorkerzeugung. Der Anbau der Korkeiche ist aus ökologischer Sicht vorteilhaft, denn sie begünstigt den Bestand von landestypischer Fauna und Flora. Das traditionelle Handwerksgewerbe sichert zahlreiche Arbeitsplätze. Die Schälung der Rinde erfolgt etwa alle zehn Jahre und ist gesetzlich nach Richtlinien der nachhaltigen Forstwirtschaft reglementiert. Bei der Herstellung wird sehr wenig Energie benötigt, allerdings sind die Transportwege meist lang.

Korkdämmstoff wird aufgrund seiner natürlichen Eigenschaften oftmals ohne Zusatzstoffe hergestellt. Saubere und unbehandelte Korkabfälle können daher als Granulat wieder zu Dämmplatten verarbeitet, kompostiert oder zur Auflockerung von Böden verwendet werden. Da Kork meist aus Mittelmeerländern fertig geliefert wird, gibt es in Österreich keine Hersteller.

Je nach Anwendungsbereich können Korkdämmstoffe mit Bodenbelagsklebern (Polyurethan-Kunsthharze, Phenol-, Melamin- oder pflanzliche Harze) oder mit mineralischen Putzen und Klebern aus dem Wärmedämmverbundsystem verunreinigt sein. Sie sind dann nicht mehr für ein Recycling geeignet und werden in Abfallbehandlungsanlagen verbrannt.



Schafwolle

Herstellung

Schafwolle, die zu Dämmmaterial verarbeitet wird, fällt als Nebenprodukt in der europäischen Schafhaltung ein- bis zweimal jährlich an. Die Rohwolle wird gewaschen und zu Vlies kardiert. Dieses dünne Vlies wird in verschiedenen Verfahren zu einem großen Sortiment unterschiedlicher Rohdichte vernadelt.

Je nach Hersteller werden keine oder naturstoffbasierende beziehungsweise synthetische Stützfasern sowie Wollschutzmittel hinzugefügt. Die tierische Faser ist anfällig für den Befall mit Kleidermotten sowie Teppichkäfern und muss daher für die Anwendung als Dämmstoff unbedingt geschützt werden. Als in der EU zugelassenes Biozid wird dafür Permethrin verwendet. Es gibt auch biozidfreie Wolle, deren Schutz durch ein patentiertes Verfahren der oberflächlichen Faserveränderung erzielt wird.

Eigenschaften

Schafwolldämmstoff eignet sich gut für Holzkonstruktionen, da er sich dem Arbeiten des Holzes anpasst und bis zu einem Drittel seines Eigengewichtes an Feuchtigkeit aufnehmen kann, ohne wesentlich an Dämmwirkung zu verlieren.

Schafwolle weist sehr gute Wärme- und Schalldämmeigenschaften auf. Sie ist wasserdampfdurchlässig und kurzfristig feuchteresistent. Untersuchungen zeigen, dass Schafwolle aufgrund des hohen Keratingehaltes neben Luftfeuchtigkeit auch Schadstoffe (wie Formaldehyd) aus der Raumluft aufnehmen und neutralisieren kann.

Schafwolldämmstoff hat im Vergleich zu anderen natürlichen Fasern einen hohen Flammpunkt, es entzündet sich erst bei 560 °C. Flammschutzmittel werden nur bei sehr leichten Produkten eingesetzt. Einzelne Produkte haben Nachweise für einen Brandschutz D-s2, d0 für Dämmwolle und C-s2, d0 für Filz.

Tabelle 16: Infobox zum Dämmstoff Schafwolle

Quelle: Praxishandbuch Innendämmung

(alle angegebenen Werte produktunabhängig und ohne Gewähr)

Infobox	
Wärmeleitfähigkeit λ_r (Bemessungswert)	0,038–0,055 W/(m*K)
Wasserdampf-Diffusionswiderstand μ	1–2
Dichte ρ	15–30 kg/m ³
Wärmespeicherkapazität C	1.700 J/(kg*K)
Brandverhalten (Euroklasse)	E

Lieferformen und Einsatzbereiche

Schafwolle wird als Dämmmatte, Dämmfilz, Klemmfilz, Fensterzopf, Trittschalldämmung und als Stopfwole angeboten. Nicht einsetzbar ist Wolle in Bereichen mit hoher statischer Belastung.

Dämmmatten oder Klemmfilze werden zur Zwischensparrendämmung und Dämmung in Holzständerkonstruktionen in Innen- und Außenwänden eingesetzt. Weitere Einsatzbereiche sind vorgehängte Fassaden hinter Holzverschalungen und zwischen Polsterhölzern in Fußbodenkonstruktionen. Weiters gibt es Schafwolle als Trittschalldämmung in Streifen- oder Mattenform sowie Stopfmateriale für Fugen (Fenster, Türzargen) und Hohlräume (Alternative zu Montageschaum).

Ökologie und Recyclingfähigkeit/Rückbaufähigkeit

Extensive Schafhaltung ist ein Beitrag zum Erhalt der Kulturlandschaft. In Mitteleuropa ist Schafwolle ein Nebenprodukt der Schafhaltung und es ist sinnvoll, die Wollüberschüsse zu einem langlebigen Produkt zu verarbeiten. Der Energieaufwand zur Herstellung des Dämmstoffes ist vergleichsweise gering. Die Produktionsbedingungen für Schafwoll-dämmstoffe sind positiv zu bewerten. Produkte, die ohne Kunststoffgitter auskommen und kein Biozid als Fraßschutzmittel benötigen, sind zu bevorzugen.

Schafwolle ist wiederverwendbar, jedoch sollte der Insektenschutz überprüft werden. Einige Hersteller nehmen sie zurück und verarbeiten sie wieder zu Stopfwole oder Dämmplatten. Ein Einsatz als Düngemittel ist für Wolle ohne Biozide und Kunststofffasern denkbar. Als Entsorgungsweg ist nach der derzeitigen gesetzlichen Lage die Verbrennung vorgesehen.

Stroh

Herstellung

Stroh ist ein Nebenprodukt der Landwirtschaft und daher in großen Mengen regional in Österreich verfügbar. Für die Herstellung von Baustrohballen werden die Halme nach der Ernte direkt am Feld zu Kleinballen gepresst.

Für Stroheinblasdämmung wird das Stroh nach der Ernte zu Großballen gepresst und zwischengelagert. Im Werk wird es gereinigt, zu Fasern definierter Größe aufbereitet, entstaubt und verpackt.

Strohbauplatten werden aus losem Stroh unter Druck- und Wärmeeinwirkung hergestellt, wobei die stroheigenen Lignine aktiviert werden und als Bindemittel wirken. Zusätzliche Bindemittel sind nicht nötig. Gelegentlich wird Kalk in geringen Mengen zur Erhöhung des pH-Wertes zugegeben. Die Oberfläche bleibt unbehandelt oder wird mit Karton belegt.

Eigenschaften

Für die Qualität ist entscheidend, dass eine ausreichende Dichte erreicht wird, der Feuchtegehalt unter 15 % liegt, um Schimmelbildung zu vermeiden, und dass der Fremdanteil (Beikraut) gering ist. Eine hohe und gleichmäßige Dichte sorgt für eine gute Wärmedämmwirkung, den Brand- und Schallschutz sowie den Schutz vor Schädlingsbefall. Bei Transport, Lagerung und Verarbeitung muss der Feuchtegehalt weiter kontrolliert werden. Baustrohballen und Stroheinblasdämmung sind erprobte, qualitätsgesicherte und bauaufsichtlich zugelassene Bauprodukte. Bei Planung und fachgerechter Verarbeitung unterstützen die Fachverbände ASBN in Österreich (Austrian Strawbale Network) und fasba in Deutschland (Fachverband Strohhallenbau) sowie das Netzwerk istraw.

Tabelle 17: Infobox zum Dämmstoff Stroh

Quelle: Herstellerangaben in bautechnischen Zulassungen und technischen Datenblättern, FNR-Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe) Marktübersicht Dämmstoffe, ÖNORM B 8110-7 2013 (alle angegebenen Werte ohne Gewähr)

Infobox	
Wärmeleitfähigkeit λ_r (Bemessungswert)	0,049–0,085 W/(m*K)
Wasserdampf-Diffusionswiderstand μ	1,3–2,8 (lose) 1,1–2,3 (Ballen)
Dichte ρ	105–141 kg/m ³ (lose) 95–167 kg/m ³ (Ballen)
Wärmespeicherkapazität C	2.100 J/(kg*K) (lose) 1.600–2.000 J/(kg*K) (Ballen)
Brandverhalten (Euroklasse)	E



Lieferformen und Einsatzbereiche

Strohdämmung ist in Österreich in Form von Platten, Ballen oder als Einblasdämmung erhältlich. Ballen und Einblasdämmung werden in den Zwischenraum von Holzständerkonstruktionen im Wand-Decken- und Dachbereich eingebracht. Mit Strohbällen können zudem lastabtragende Wände ohne weitere Tragkonstruktion errichtet werden, jedoch sind hierfür Einzelgenehmigungen erforderlich. Platten werden als Innendämmung auf die jeweilige Unterkonstruktion der Außenwand montiert. Eine Dämmplatte für den Außenbereich ist derzeit in Entwicklung. Für den Innenausbau werden Wandelemente oder Putzträgerplatten, zum Teil mit Kartonskaschierung, als Alternative zu Gipsplatten und anderen Bauplatten hergestellt.

Strohdämmung ermöglicht einen hohen Vorfertigungsgrad und ist daher auch für den Einsatz in Fertigteilen oder -häusern sehr gut geeignet, ebenso wie für den klassischen Zimmermannsbau. Einblasdämmung wird von holzverarbeitenden Partnerbetrieben entweder werkseitig oder von Fachunternehmen vor Ort in die jeweilige Holzkonstruktion eingeblasen. In beiden Fällen wird dadurch sichergestellt, dass die Bauteile lückenlos und auf das erforderliche Setzmaß gefüllt sind und die Staubbelastung durch effiziente, industrielle Absaugtechnik minimiert wird. Ballen und Platten sind einfach zu verarbeiten, sodass ein hoher Eigenleistungsanteil möglich ist.

Ökologie und Recyclingfähigkeit/Rückbaufähigkeit

Stroh ist regional gut verfügbar und die Transportwege sind meist gering, wobei die Lieferdistanzen mit Zunahme des Vorfertigungsgrades tendenziell steigen. Da außerdem keine oder allenfalls mineralische Zusatzstoffe enthalten sind und nur geringe Herstellungsenergie erforderlich ist, sind Strohdämmungen insgesamt von sehr guter bauökologischer Qualität.

Saubere, unbeschädigte Strohbälle können sortenrein ausgebaut und wiederverwendet werden. Dasselbe gilt für die Einblasdämmung, die abgesaugt werden kann. Bei verputzten Strohdämmplatten ist ein zerstörungsfreier Rückbau und damit die Weiterverwendung der Platten unwahrscheinlich.

Stroh ist biologisch abbaubar und ohne Zusatzmittel könnte er kompostiert werden. Zur Entsorgung kann er in Abfallbehandlungsanlagen verbrannt werden.



Zellulose

Herstellung

In Österreich verfügbare Zellulosedämmung stammt überwiegend aus österreichischer Produktion, aus der Schweiz oder der Tschechischen Republik. Das Ausgangsmaterial ist in der Regel Altpapier, aber es sind auch vereinzelt Produkte aus Rohzellulose (Holz) am Markt erhältlich. Zellulosedämmung wird in einem mehrstufigen Aufbereitungsverfahren hergestellt. Dabei wird Altpapier zerkleinert, mit pulverförmigen Flammschutzmitteln vermischt und zerfasert. Als Flammschutzmittel werden als nicht besorgniserregend eingestufte Borate und die als unbedenklich geltenden Ammoniumpolyphosphate in Mengen zwischen 5 und 15 % eingesetzt (siehe Flachs). Rindenharz (Fungotannin) wird fallweise zum Schutz vor Schimmelbildung zugegeben. Die Zelluloseflocken werden anschließend von Feinanteil befreit, verdichtet und in Säcken verpackt.

Dämmplatten werden gefertigt, indem die vorbereiteten Zelluloseflocken nach Zugabe von Bindemittel (Ligninsulfonat, Aluminiumsulfat oder Tallharz) beziehungsweise Stützfasern auf Basis von Kunststoffen oder Stärke (siehe Flachs) unter Dampfeinwirkung zu Platten gepresst werden.

Tabelle 18: Infobox zum Dämmstoff Zellulose

Quelle: Praxishandbuch Innendämmung

(alle angegebenen Werte produktunabhängig und ohne Gewähr)

Infobox	
Wärmeleitfähigkeit λ_r (Bemessungswert)	0,037–0,045 W/(m*K)
Wasserdampf-Diffusionswiderstand μ	1,2
Dichte ρ	30–60 kg/m ³ (lose) 60–90 kg/m ³ (Platten)
Wärmespeicherkapazität C	1.700–2.000 J/(kg*K)
Brandverhalten (Euroklasse)	E

Eigenschaften

Zellulosefasern sind dampfdiffusionsfähig, feuchtigkeitsausgleichend und gut schalldämmend. Bei fachgerechtem Einbau ist Zelluloseeinblasdämmung setzungssicher sowie luft- und winddicht.

Lieferformen und Einsatzbereiche

Zellulosedämmung ist als Einblasdämmung, als Schüttdämmung und in Plattenform erhältlich. Einblasdämmung wird im Holzrahmenbau in Fassaden, Wänden, Zwischendecken und Dächern als Hohlraumdämmung verwendet, sollte aber nur von Fachbetrieben verarbeitet werden. Diese verfügen über die nötige Erfahrung und Einblasttechnologie, um die Dämmung passgenau und setzungssicher einzubringen. Dies stellt auch eine möglichst staubarme Verarbeitung sicher. Wie alle anderen Arten von Einblasdämmung auch ermöglicht Zellulosedämmung einen hohen Vorfertigungsgrad, da sie werkseitig besonders leicht und effizient in Holzfertigelemente eingebracht werden kann.

Bei offenen Konstruktionen wie zum Beispiel einseitig offenen Ständerwänden oder auf Mauerwerk hinter Vorsatzschalen, wo Einblasen nicht möglich ist, kann Zellulose im Feuchtsprühverfahren aufgetragen werden. Die Flocken werden dazu mit Wasser und – falls erforderlich – mit Kleber vermengt und aufgesprüht.

Dämmplatten werden vorwiegend in Steildächern, Trennwänden oder Außenwänden zwischen die Sparren oder die Holzständerkonstruktion geklemmt. Auch der Einsatz in ausreichend hinterlüfteten Außenwänden ist möglich.

Als nicht druckfeste Dämmschüttung können Zellulosefasern zwischen Polsterhölzern von Fußbodenkonstruktionen oder auf obersten Geschoßdecken lose aufgeschüttet beziehungsweise aufgeblasen werden.

Ökologie und Recyclingfähigkeit/Rückbaufähigkeit

Wird Zellulosedämmung ressourcenschonend aus Altpapier gefertigt, ist der Primärenergieeinsatz und damit die Umweltbelastung bei der Herstellung besonders gering. Da Zellulosedämmung eingeblasen, geklemmt oder lose verlegt wird, sind ein zerstörungsfreier Rückbau (Absaugen, manueller Ausbau) und eine Wiederverwendung möglich. Letztere kann aufgrund von Alterungsprozessen, der Feuchteempfindlichkeit et cetera beschränkt sein und ist im Einzelfall zu bewerten.

Als Flammschutzmittel wurden in der Vergangenheit vielfach Borsalze verwendet. Da einige typischerweise eingesetzte Borate (zum Beispiel Dinatriumtetraborat oder Dinatriumoctaborat) in der EU-Chemikalienverordnung (REACH) inzwischen als reproduktionstoxisch (Kategorie 1B, H360FD) eingestuft sind und in der REACH-Kandidatenliste für besonders besorgniserregende Stoffe (Substances of very high concern, SVHC) aufgeführt werden, werden diese kritischen Borate tendenziell durch nicht eingestufte Alternativen wie beispielsweise Ammoniumpolyphosphate ersetzt. Zellulose, die mit den mittlerweile als reproduktionstoxisch eingestuften Boraten behandelt wurde, ist heute als gefährlicher Abfall zu verbrennen.

Eine Kompostierung ist nach derzeitiger Gesetzeslage nicht möglich, ein Einsatz als Düngemittel mit Einzelzulassung denkbar. Die Entsorgung erfolgt durch Verbrennen in Abfallbehandlungsanlagen.

2.3.2 Dämmstoffe aus mineralischen Rohstoffen

Im Folgenden werden mineralische Dämmstoffe wie Aerogel, Blähton und Blähglas, Calciumsilikat, expandiertes Perlit, Mineralfaser, Mineralschaum und Schaumglas porträtiert.

Aerogel

Herstellung

In Hochleistungsdämmstoffen für das Bauwesen finden Aerogele aus amorpher Kieselsäure (Silica) Verwendung. Aerogele werden in einem nasschemischen Verfahren in den USA, Deutschland und Asien hergestellt. Ein gelartiger Stoff aus organischen oder anorganischen Ausgangsstoffen wird unter hohem Druck und hoher Temperatur getrocknet, wobei sich ein Netzwerk von Nanoporen bildet, durch das das Gel sein Volumen behält. Es entstehen transluzente Partikel oder Granulate von wenigen Millimetern Größe mit sehr großer Oberfläche. Ihr Aussehen wird manchmal mit den Worten „wie gefrorener Rauch“ beschrieben.

Für das Bauwesen werden Silica-Aerogele verwendet. Sie sind leichte, poröse Schäume, die hervorragend thermisch isolieren. In der Praxis sind sie für ihr sprödes Verhalten bekannt, weshalb sie meist mit Fasern oder mit organischen beziehungsweise Biopolymeren verstärkt werden. Als Dämmstoff im Bauwesen werden sie Putzen als Zuschlagsstoff beigemischt oder mit anderen Materialien kombiniert zu Matten oder Platten konfektioniert.

Eigenschaften

Anorganische Aerogele sind nicht brennbar, tropfen im Fall eines Brandes nicht und können ihre Dämmeigenschaften trotzdem aufrechterhalten. Ihre Dämmwirkung ist besonders hoch.



Tabelle 19: Infobox zum Dämmstoff Aerogel

Quelle: Praxishandbuch Innendämmung

(alle angegebenen Werte produktunabhängig und ohne Gewähr)

Infobox	
Wärmeleitfähigkeit λ_r (Bemessungswert)	0,018–0,021 W/(m*K) (lose) 0,014–0,017 W/(m*K) (Matten)
Wasserdampf-Diffusionswiderstand μ	2–3 (lose) 11 (Matten)
Dichte ρ	115–130 kg/m ³
Wärmespeicherkapazität C	1.000–1.500 J/(kg*K)
Brandverhalten (Euroklasse)	E

Lieferformen und Einsatzbereiche

Erhältlich sind Dämmmatten und Dämmplatten mit Aerogelen auf Polyester-Glasfaser als Trägermaterial, Verbundplatten aus Gipswerkstoffen, Mineralwolle und Aerogel, doppelschalige Verbundelemente aus glasfaserverstärkten Polyesterharzen gefüllt mit Aerogelen, aber auch Aerogelgranulat zum Einblasen oder Aerogelzuschlagsstoff zur Herstellung von Wärmedämmputzen.

Wegen der deutlich höheren Kosten werden Aerogeldämmstoffe dort eingesetzt, wo wenig Platz ist, etwa in der Sanierung, oder wo die erzielbaren Preise für nutzbaren umbauten Raum durch Platzgewinn die Kosten des Dämmstoffes aufwiegen.

Ökologie und Recyclingfähigkeit/Rückbaufähigkeit

Das Herstellungsverfahren von Hochleistungsdämmstoffen aus Kieselsäure ist sehr energieintensiv. Die Transportwege für die Ausgangsstoffe können weit sein.

Umweltfreundlichere Herstellungsprozesse für Aerogele auf Ligninbasis befinden sich in Entwicklung.

Im Hinblick auf potenzielle Risiken für Gesundheit und Umwelt ist anzumerken, dass Silica in Form von Aerogel oder pyrogener Kieselsäure keine Nanopartikel enthalten. Die Bezeichnung „Nano-“ bezieht sich auf die Größe der Poren in den Materialien.

Bei zerstörungsfreiem Ausbau ist eine Wiederverwendung des Materials denkbar, beim Einsatz als Zuschlagsstoff ist eine konventionelle Entsorgung als Mineralschutt wahrscheinlich auch in Zukunft möglich. Silikat-Aerogele gelten als ungiftig und unbedenklich. Anorganische Aerogele werden wie Kunststoffe behandelt.

Blähton und Blähglas

Herstellung

Ausgangsmaterial von Blähton ist blähfähiger Ton, der im Tagebau gewonnen wird. Der Ton wird etwa ein Jahr gelagert, dann im Drehrohrofen bei circa 1.200°C gebrannt. Dabei verbrennen die organischen Bestandteile des Tons. Es entsteht Kohlendioxid, welches den Ton kugelförmig aufbläht. Als Trennmittel wird Kalksand zugegeben. Während des Brennprozesses versintert die Oberfläche.

Blähglas wird aus Altglas hergestellt, das sortiert, gereinigt und aufgemahlen wird. Das Glasmehl wird mit Binde- und Blähmitteln (zum Beispiel Kohlenstaub, Zucker) vermischt, granuliert und bei circa 850°C kugelförmig aufgebläht.

Die Gesteinskügelchen werden in die gewünschten Fraktionen gesiebt. Für bestimmte Anwendungen mit Druckbelastung wird Blähton auch gebrochen.

Eigenschaften

Blähton- und Blähglasschüttungen sind diffusionsoffen, nicht brennbar, schädlingsresistent sowie frostbeständig und sie verrotten nicht. Im Vergleich zu anderen Dämmstoffen weisen Blähton und Blähglas allerdings eine deutlich geringere Dämmwirkung auf. Sie sind aber bei entsprechender Ausführung sehr gut belastbar und haben eine gute Schalldämmwirkung.

Tabelle 20: Infobox zum Dämmstoff Blähton und Blähglas

Quelle: ÖNORM B 8110-7 2013, Herstellerangaben aus bauaufsichtlichen Zulassungen und technischen Datenblättern (alle angegebenen Werte bezogen auf ungebundene Dämmschüttungen und ohne Gewähr)

Infobox	
Wärmeleitfähigkeit λ_r (Bemessungswert)	0,089–0,16 W/(m*K) (Blähton) circa 0,07 W/(m*K) (Blähglas)
Wasserdampf-Diffusionswiderstand μ	2–3 (lose) 11 (Matten)
Dichte ρ	230–500 kg/m ³ (Blähton) 170–450 kg/m ³ (Blähglas)
Wärmespeicherkapazität C	1.000 J/(kg*K)
Brandverhalten (Euroklasse)	A1

Lieferformen und Einsatzbereiche

Blähton und Blähglas sind als Sackware erhältlich, werden aber auch in Big Bags, lose oder im Silowagen geliefert. Das Material wird in verschiedenen Körnungen und für ver

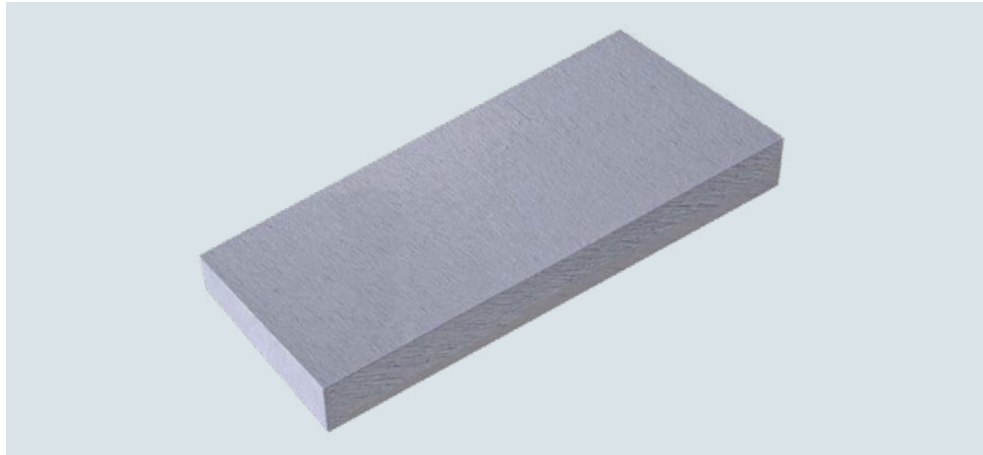


schiedene Einsatzbereiche angeboten. Als leichte Gesteinskörnung werden Blähton und Blähglas in Leichtbetonen und in monolithischen Außenwandkonstruktionen verwendet. Unter Fundamentplatten oder zur Hinterfüllung im Außenbereich wird eine Mischung gebrochener und runder Blähtonkörnung eingesetzt, die feuchtebeständig und besonders druckbelastbar ist. In Kombination mit Zement wird Blähton als gebundene Ausgleichschüttung auf Massiv- oder Holzbalkendecken in Trockenestrichsystemen oder unter Nassestrich, aber auch als Gefälleausgleich unter Außenflächen eingesetzt und ist damit eine mineralische Alternative zu gebundenen EPS-Schüttungen. Im Innenbereich werden Blähton und Blähglas als lose Hohlräume schüttung zum Beispiel in Geschoßdecken zwischen Polsterhölzern oder als Ausgleichsschüttung auf Gewölbedecken verwendet. In gebrochener Form dient Blähton als belastbare Ausgleichsschüttung in Bodenaufbauten von Holz- und Massivdecken. Blähglas wird auch in Dämmmörteln und -putzen eingesetzt und zu offenporigen Absorberplatten weiterverarbeitet.

Ökologie und Recyclingfähigkeit/Rückbaufähigkeit

Blähtondämmung besteht ausschließlich aus Ton, dessen Abbau mit den entsprechenden Umweltwirkungen verbunden ist. Die Herstellung ist energieintensiv und verursacht die für Brennprozesse üblichen Emissionen. Der Energieverbrauch bei der Blähglasproduktion ist durch die Verwendung von Altglas geringer. Zugleich werden durch den Einsatz eines Sekundärrohstoffs natürliche Ressourcen geschont.

Ungebundenes Schüttmaterial kann abgesaugt und für den gleichen Zweck weiterverwendet werden, sofern das Material sauber, trocken und unbeschädigt ist. Alternativ ist die Verwendung als Leichtzuschlag in Leichtbetonen, bei Blähton auch als Schüttung im Straßenbau möglich. Blähglas kann stofflich verwertet, also aufgeschmolzen und wieder zu Blähglas verarbeitet werden. Als Zuschlagsstoff sind Blähton und Blähglas im Materialverbund gebunden und werden als mineralische Baurestmasse der Verwertung oder Entsorgung zugeführt. Da Blähton mineralischen Ursprungs ist und ohne Zusatzmittel hergestellt wird, kann davon ausgegangen werden, dass langfristig keine schädigenden Stoffe in die Umwelt gelangen.



Calciumsilikat

Herstellung

Calciumsilikatplatten werden je nach Herstellungsverfahren aus den Rohstoffen Quarzsand (Siliciumdioxid) und Kalk (Calciumoxid) sowie Zement und Gips beziehungsweise Flugasche, Zellulosefasern und Wasser hergestellt.

Die Rohstoffe werden gemischt und in Form gegossen. Durch Zugabe von 0,004% Aluminium entwickelt sich in der alkalischen Lösung Wasserstoff, der Luftporen bildet. Der poröse Werkstoff härtet bei 190°C und unter Druck fünf bis zwölf Stunden aus. Nach dem Trocknen werden Platten zugeschnitten. Produziert wird in Europa, zum Beispiel in Deutschland und in Italien.

Eigenschaften

Die vielen Poren machen die Platten nicht nur diffusionsoffen, sondern auch kapillaraktiv (Wasser- und Dampftransport durch kleinste Poren), weswegen sie besonders für Innendämmungen geeignet sind, auch wenn der Dämmwert nicht überragend ist. Calciumsilikatplatten werden ohne Dampfbremse verlegt. Sie sind bei einem pH-Wert von circa 10 leicht alkalisch und bieten keinen Nährboden für Schimmelpilze. Sie verrotten nicht, sind fäulnisresistent, alterungs- und formbeständig sowie robust gegen Insekten und Nagetiere. Calciumsilikatplatten sind nicht brennbar und im Brandfall entstehen obendrein keine toxischen Gase.

Tabelle 21: Infobox zum Dämmstoff Calciumsilikat

Quelle: Praxishandbuch Innendämmung

(alle angegebenen Werte produktunabhängig und ohne Gewähr)

Infobox	
Wärmeleitfähigkeit λ_r (Bemessungswert)	0,060–0,09 W/(m*K)
Wasserdampf-Diffusionswiderstand μ	2–7
Dichte ρ	180–400 kg/m ³
Wärmespeicherkapazität C	850–1.200 J/(kg*K)
Brandverhalten (Euroklasse)	A1, A2-s1, d0

Lieferformen und Einsatzbereiche

Calciumsilikat wird in Form von Platten oder Dämmkeilen geliefert. Mit Calciumsilikatplatten werden Wände und Decken im Innenausbau gedämmt. Vor allem bei denkmalgeschützten oder stark strukturierten Fassaden, die keine sinnvolle Außendämmung zulassen, oder zur thermischen Sanierung einzelner Wohnungen in mehrgeschoßigen Häusern kommen diese Platten zum Einsatz. Außerdem werden sie auch zur Sanierung von feuchtem Mauerwerk, zur Schimmelbekämpfung, als Innendämmung im Keller oder zur Salzsanierung verwendet.

Ökologie und Recyclingfähigkeit/Rückbaufähigkeit

Die mineralischen Rohstoffe kommen meist aus lokalen Vorkommen. Für die Herstellung wird jedoch viel Energie benötigt. Ein Großteil des für den Produktionsprozess notwendigen Wassers wird in einem geschlossenen Kreislauf geführt.

Ein sortenreiner Rückbau und die Weiterverwendung von Calciumsilikatplatten sind theoretisch möglich. Sie werden als Innendämmung jedoch vollflächig verklebt, damit eventuell in der Konstruktion auftretendes Wasser durch die Kapillaren entweichen kann. In diesem Fall ist ein zerstörungsfreier Rückbau unwahrscheinlich. Es sind jedoch keine Dampfbremsen nötig. Denkbar ist auch das stoffliche Recycling. In der Regel werden sie jedoch deponiert.

Expandierter Perlit (Bläherperlit)

Herstellung

Vulkanisches Perlitgestein, auch als Naturglas bezeichnet, wird zerkleinert und kurzfristig hohen Temperaturen von rund 1.000°C ausgesetzt. Dabei verwandelt sich das ins Gestein eingeschlossene Wasser in Dampf und das Material expandiert rein physikalisch bis zum Zwanzigfachen seines ursprünglichen Volumens. Zum Einsatz in feuchtigkeitsbelasteten Bereichen erfolgt eine Hydrophobierung durch Verschließen des Kornes mit Silikonölen beziehungsweise eine Ummantelung mit Bitumen oder Naturharzen. Abgebaut wird Perlit in Süd- und Südosteuropa sowie in Amerika. Die Herstellung des Dämmmaterials erfolgt unter anderem in Österreich.

Das Granulat kann zu Platten verarbeitet werden. Bindemittel sind Zellulosefasern, Stärke oder mineralische Fasern, Wasserglas und Kieselsäure.

Eigenschaften

Die Wärmedämmwirkung von expandierten Perliten ist gut. Das Material ist diffusions-offen, nicht biologisch abbaubar und beständig gegen Ungeziefer, Wasser und Chemikalien. Besonders hervorzuheben ist die Fähigkeit, Feuchtigkeit zu aufnehmen, wenn sie nicht hydrophobiert sind. Bestimmte Perlitqualitäten weisen gute schalltechnische Eigenschaften auf. Expandierte Perlite sind überdies nicht brennbar. Sie eignen sich als gepresste Platte auch für druckbelastete Bereiche.



Tabelle 22: Infobox zum Dämmstoff Blähperlite

Quelle: Praxishandbuch Innendämmung

(alle angegebenen Werte produktunabhängig und ohne Gewähr)

Infobox	
Wärmeleitfähigkeit λ_r (Bemessungswert)	0,042–0,055 W/(m*K)
Wasserdampf-Diffusionswiderstand μ	2–8 (lose) 5–8 (Platten ohne Bitumen)
Dichte ρ	65–150 kg/m ³ (lose) 100–150 kg/m ³ (Platten)
Wärmespeicherkapazität C	850–1.000 J/(kg*K)
Brandverhalten (Euroklasse)	C-s1, d0 bis D-s1, d0 (Platten)

Lieferformen und Einsatzbereiche

Blähperlite werden als Platten oder lose Schüttungen (Granulat) angeboten. Sie werden als leichte Dämmschüttung für unbelastete Dämmung von Hohlräumen eingesetzt (zum Beispiel Kerndämmung bei zweischaligem Mauerwerk, Vollsparrendämmung oder Dämmung von Geschoßdecken). Belastbare Dämmschüttung unter Nassestrich und hochbelastbare Dämmschüttung unter Trockenestrich sind weitere Anwendungsbeispiele.

Blähperlite wird ferner häufig als Ausgleichs- und Füllschüttung zwischen Polsterhölzern zur Wärmedämmung von Fußböden eingesetzt. Geschlossenporige expandierte Perlite sind obendrein als Zuschlagsstoff für Leichtmörtel und diffusionsoffene Dämmputze für die Innen- und Außendämmung geeignet.

Ökologie und Recyclingfähigkeit/Rückbaufähigkeit

Vulkanischer Perlite ist als Rohstoff weltweit vorhanden. In der Produktion der Dämmstoffe sind keine Stoffe beteiligt, die gesundheitsgefährdend sind. Bei Rohstoffen aus Übersee ist vor allem der lange Transportweg kritisch zu sehen. Die Produktion von Silikonölen ist umweltbelastend, deren Einsatzmenge ist aber gering.

Sortenrein getrennt sind Perliteschüttungen gut für einen Wiedereinbau geeignet. Sie können auch als Zuschlagsstoff für Beton dienen. Aufgrund des mineralischen Ursprungs sind Blähperlite deponierbar, wobei bituminierte Perlite entsprechend thermisch vorbehandelt werden müssen.

Mineralfaser (Glaswolle, Steinwolle)

Herstellung

Unter dem Begriff Mineralfaser, oft auch Mineralwolle, werden Dämmstoffe aus Glas- und Steinwolle zusammengefasst. Glaswolle besteht zu einem Teil aus Fasern von neu gewonnenen Glasmaterialien (Quarzsand, Soda, Dolomit, Kalkstein, Bortrioxid, Feldspat, Natriumsulfat) und zu 60 bis 80 % aus Altglas oder Abfällen aus der Produktion. Steinwolle besteht in etwa zur Hälfte aus Gesteinsfäden von Mineralien (Diabas, Basalt, Dolomit, Kalkstein, Zement oder Koks). Für die andere Hälfte werden Gesteins-, Zement- und Ascheabfälle der Produktion verwertet.

Das Gestein beziehungsweise die Glasrohstoffe werden bei circa 1.400°C geschmolzen (Altglas bei niedrigeren Temperaturen), um daraus künstliche Mineralfasern zu spinnen. Um Formstabilität zu erreichen, werden die Fasern mit einem Bindemittel meist auf Phenol-Harnstoff-Formaldehyd-Basis versetzt, das im Heißluftstrom aushärtet. Der Bindemittelanteil beträgt je nach notwendiger mechanischer Festigkeit 5 bis 7 % bei Glaswolle, bei Steinwolle 1 bis 3,5 %. Das Bindemittel ergibt die typische Gelbfärbung der Glaswolle, braune Glaswolle wird mit einem stärkebasierenden Bindemittel hergestellt. Für wasserabweisende Eigenschaften (zum Beispiel bei Fassadendämmplatten) werden Silikonöle oder andere Mineralöle zugegeben. Diese Öle binden auch die Faserstäube. Hergestellt werden Stein- und Glaswolle auch in Europa, oft in Deutschland.

Eigenschaften

Glas- und Steinwolle haben sehr gute Schall- und Wärmedämmeigenschaften und sind alterungs- sowie formbeständig. Die Wärmeleitfähigkeit steigt bei geringer Durchfeuchtung stark an. Mineralfaserdämmstoffe müssen daher besonders gut vor Feuchte geschützt werden. Sie sind wasserdampfdurchlässig, resistent gegen Schädlinge und verrotten nicht. Im Brandfall verflüchtigt sich das Bindemittel ab circa 200°C und es ist daher mit Formaldehyddämpfen zu rechnen. Die Rauchentwicklung ist hingegen sehr gering.

Tabelle 23: Infobox zum Dämmstoff Mineralfaser

Quelle: Praxishandbuch Innendämmung

(alle angegebenen Werte produktunabhängig und ohne Gewähr)

Infobox	
Wärmeleitfähigkeit λ_r (Bemessungswert)	0,032–0,041 W/(m*K)
Wasserdampf-Diffusionswiderstand μ	1–2
Dichte ρ	15–100 kg/m ³ (Glaswolle) 30–150 kg/m ³ (Steinwolle)
Wärmespeicherkapazität C	840–1.000 J/(kg*K) (Glaswolle) 600–840 J/(kg*K) (Steinwolle)
Brandverhalten (Euroklasse)	A1, A2-s1, d0



Lieferformen und Einsatzbereiche

Mineralfaserdämmstoffe werden als Matten (Rollen) oder Platten, Filze, lose als Schüttung oder als Blaswolle und Stopfwolle sowie mit Aluminiumkaschierung für Haustechnikisolierungen geliefert.

Mineralfaserdämmstoffe werden für alle Anwendungsbereiche außer für erdberührte Wände und Umkehrdachdämmung angeboten und haben große Bedeutung als Wärme-, Kälte-, Schall- und Brandschutz. Auch Rohre, Behälter, Klima- und Heizungsgeräte können damit gedämmt werden. Sie werden als Trittschalldämmplatten, zum Beispiel unter schwimmenden Estrichen, und als Fassadendämmplatten als Teil eines Wärmedämmverbundsystems verwendet.

Ökologie und Recyclingfähigkeit/Rückbaufähigkeit

Die Umweltbelastung bei der Herstellung liegt vor allem im Energieverbrauch, um die mineralischen Ausgangsstoffe aufzuschmelzen (die Verwendung von Altglas ist durch den geringeren Schmelzpunkt weniger energieintensiv). Auch die Herstellung des Bindemittels sowie der in geringen Mengen zugesetzten Silikonöle ist energieintensiv. Phenolformaldehydharze wirken sich für gewöhnlich nicht auf die Qualität der Innenraumluft aus, es gibt aber auch formaldehydfreie Produkte. Mineralwolle wird nicht in Österreich produziert.

Glaswolle und Steinwolle können technisch gesehen wiederverwendet und als Zuschlagsstoff verwertet werden. Verbundelemente wie etwa Mineralwolle mit Aluminiumbeschichtung für die Isolierung von Haustechnikrohren oder mit Vlies kaschiert für hinterlüftete Fassaden sind nicht sortenrein und daher schlechter zu recyklieren.

Mineralfaserdämmstoffe, die vor 1998 in Österreich hergestellt wurden, sind als künstliche Mineralfasern (KMF) eingestuft gesondert zu behandeln. Auch heutige Mineralfaserdämmstoffe ohne gefahrenrelevante Eigenschaften gelten als Störstoffe für die Verwertung von mineralischen Baurestmassen und müssen getrennt gesammelt werden.

Derzeit sind für KMF-Abfälle keine geeigneten stofflichen Verwertungsverfahren in Österreich bekannt. Manche Hersteller bieten jedoch kostenpflichtig die Abholung und Wiederwertung eigenen Materials sowohl von Baustellenabfällen als auch von Rückbaumaßnahmen an.

Nach österreichischem Abfallrecht ist eine Lagerung auf Deponien für nicht gefährliche Abfälle noch bis Ende 2026 zulässig, sofern diese Produkte nicht gefährlich kontaminiert sind.



Mineralschaum

Herstellung

Mineralschaumplatten werden aus Quarzsand, Zement und Kalk europaweit hergestellt. Die mineralischen Einsatzstoffe werden mit Wasser und einem porenbildenden Zusatzstoff (zum Beispiel auf Aluminiumbasis) vermischt. Der Rohstoffmischung wird auch ein Hydrophobierungsmittel (zum Beispiel Silikonöle) in sehr geringen Mengen zugesetzt, um die Wasseraufnahme der Platten zu reduzieren. Die aufgeschäumte Masse wird zum Gären und Vorreifen in Formen gegossen. Die Mineralschaummasse wird danach in Blöcke geschnitten, die unter Dampfdruck gehärtet und auf die gewünschten Plattenformate zugeschnitten werden. Die Mineralschaumplatten werden abschließend getrocknet.

Eigenschaften

Mineralschaumplatten sind leicht, nicht brennbar, diffusionsoffen, sehr porös, aber formstabil und druckfest. Sie sind feuchtetolerant und kapillarleitfähig; das heißt, das Dämmmaterial kann kurzfristig anfallende Feuchtigkeit aus der Raumluft temporär aufnehmen und zu einem späteren Zeitpunkt wieder abgeben. Dauerhafter Feuchtebelastung etwa bei permanentem Tauwasseranfall, Bauschäden oder Havarie halten die Platten jedoch nicht stand.

Tabelle 24: Infobox zum Dämmstoff Mineralschaum

Quelle: Praxishandbuch Innendämmung

(alle angegebenen Werte produktunabhängig und ohne Gewähr)

Infobox	
Wärmeleitfähigkeit λ_r (Bemessungswert)	0,040–0,045 W/(m*K)
Wasserdampf-Diffusionswiderstand μ	3–6
Dichte ρ	115–130 kg/m ³
Wärmespeicherkapazität C	1.300 J/(kg*K)
Brandverhalten (Euroklasse)	A1

Lieferformen und Einsatzbereiche

Mineralschaumplatten werden im Außenbereich als Fassadendämmung in Wärmedämmverbundsystemen oder als Aufdachdämmung eingesetzt. Sie werden außerdem als unterseitige Deckendämmung von Tiefgaragen, Kellerdecken oder Durchfahrten verwendet und als Innendämmung, insbesondere zur Sanierung und im Bereich des Denkmalschutzes, eingesetzt. Hier bietet sich die Kombination mit Lehmputz als besonders diffusionsoffene und ökologische Lösung an.

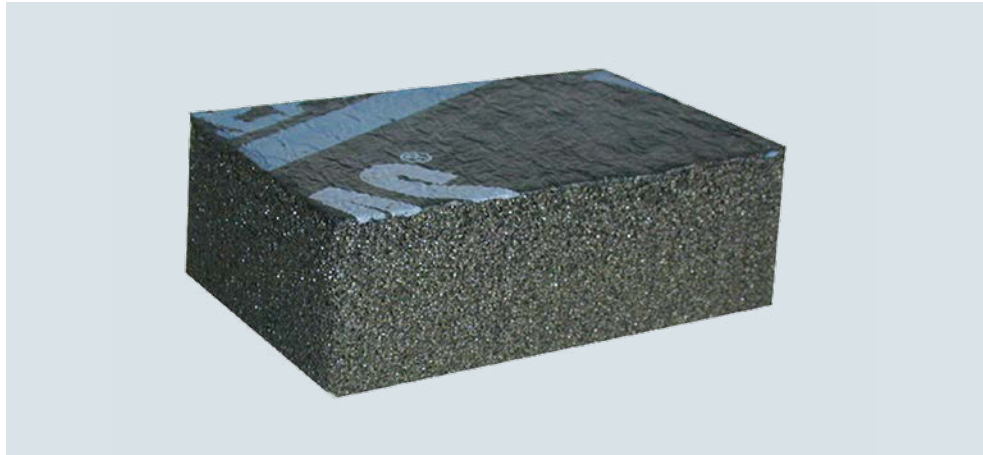
Mineralschaumplatten werden vollflächig mit dem Untergrund verklebt. Dies unterstützt die kapillaraktive Wirkung der Platten. Eine zusätzliche Verdübelung kann fallweise erforderlich sein, zum Beispiel bei nicht tragfähigen oder sandenden Bestandsuntergründen. Die Verarbeitungshinweise des jeweiligen Herstellers sind in jedem Fall genau zu beachten. Der Einbau durch geschultes Fachpersonal wird empfohlen.

Ökologie und Recyclingfähigkeit/Rückbaufähigkeit

Mineralschaumplatten bestehen nahezu vollständig aus mineralischen Rohstoffen, deren Abbau mit den entsprechenden Umweltwirkungen verbunden ist. Bei der Erzeugung der Platten wird weniger Energie aufgewendet als bei anderen mineralischen Dämmprodukten. Bei dem Dämmmaterial selbst kann davon ausgegangen werden, dass langfristig keine schädigenden Stoffe in die Umwelt gelangen.

Aufgrund der geringen Dichte, hohen Porosität und vollflächigen Verklebung ist ein zerstörungsfreier Rückbau und damit die Weiterverwendung der Platten unwahrscheinlich. Sortenrein rückgebaute Plattenreste können aufgemahlen werden und im Produktionsprozess ähnlicher Produkte, wie zum Beispiel bei Porenbetonsteinen, anteilig Sand als Zuschlagsstoff ersetzen.

Granuliert können Mineralschaumplatten anderen Baustoffen wie Kalksandstein und Dämmputzen zugesetzt werden. Das Granulat ist auch für Schüttungen oder als Verfüllmaterial geeignet. Mineralschaum ist grundsätzlich inert und kann problemlos deponiert werden.



Schaumglas

Herstellung

Schaumglasdämmstoffe werden in Belgien, Deutschland, Österreich und der Tschechischen Republik aus den Glasrohstoffen Quarzsand, Dolomit, Natrium-/Calciumkarbonat und Eisenoxid hergestellt. Nach Verfügbarkeit wird auch Altglas (vorwiegend Auto- oder Fensterscheiben) in größeren Mengen eingesetzt.

Aus den Rohstoffen wird bei Temperaturen von circa 1.100 bis 1.250°C eine Glasschmelze hergestellt, die nach dem Erkalten zu Glaspulver vermahlen wird. Dieses wird mit einem Treibmittel auf Kohlenstoffbasis vermischt (zum Beispiel Koks, Magnesium- oder Calciumcarbonat, Zucker, Glycerin oder Glykol) und in Edelstahlformen oder im Endlosstrang auf 850 bis 1.000°C erhitzt. Dabei bildet sich Kohlendioxid und es entsteht eine geschlossene Zellstruktur, die in einem kontrollierten Abkühlprozess aushärtet und anschließend auf die gewünschten Plattenformate zugeschnitten werden kann. Schaumglasschotter wird ähnlich hergestellt, aber bei niedrigeren Temperaturen von nur circa 900°C. Während des Abkühlungsprozesses entstehen Spannungen, sodass die Platte in Schotterstücke zerbricht.

Oft wird die Bezeichnung Blähglas synonym zu Schaumglas verwendet. Blähglas unterscheidet sich jedoch vom Format, den technischen Eigenschaften und dem Anwendungsbereich deutlich von Schaumglas (siehe Blähton und Blähglas).

Eigenschaften

Durch die geschlossenzellige Struktur ist Schaumglas dampf- und wasserdicht sowie alterungsbeständig. Die Dämmprodukte sind druckfest (Ausnahme: hohe Punktlasten), nicht brennbar, verrottungsbeständig und resistent gegen Schädlingsbefall und Fäulnis. Schaumglasschotter ist außerdem frostsicher und kapillarbrechend, womit das Aufsteigen von Feuchte eingeschränkt wird; das heißt, dieser unterbricht die Weiterleitung von Feuchtigkeit oder Grundwasser. Schaumglasplatten sind aufgrund der angeschnittenen offenen Randporen frostanfällig, was mit Kaschierungen verhindert werden kann.

Lieferformen und Einsatzbereiche

Schaumglas ist in Form von Platten oder als Schotter verfügbar. Für den Industriebereich werden auch Formteile gefertigt. Aufgrund der hohen Feuchteresistenz und Druckfestigkeit wird Schaumglas vor allem im Außenbereich als Perimeterdämmung unter der Bodenplatte oder an erdberührten Außenwänden, als Flachdach- oder Gefälledämmung sowie auf genutzten Dächern (zum Beispiel Parkdecks, Terrassen) eingesetzt.

Tabelle 25: Infobox zum Dämmstoff Schaumglas

Quelle: Praxishandbuch Innendämmung (alle angegebenen Werte produktunabhängig und ohne Gewähr)

Infobox	
Wärmeleitfähigkeit λ_r (Bemessungswert)	0,037–0,060 W/(m*K)
Wasserdampf-Diffusionswiderstand μ	∞
Dichte ρ	15–25 kg/m ³
Wärmespeicherkapazität C	800–900 J/(kg*K)
Brandverhalten (Euroklasse)	A1

Schaumglasplatten werden auch als Außendämmung in Wärmedämmverbundsystemen oder als Innendämmung angeboten. Aus bauökologischer Sicht sind im Bereich WDVS und Innendämmung diffusionsoffene Systeme zu bevorzugen, wenn nicht besondere technische Anforderungen an Brand- oder Feuchteschutz den Einsatz von Schaumglasplatten notwendig machen.

Bei horizontalen Bauteilen können Schaumglasplatten vollflächig in Bitumen beziehungsweise Kaltkleber oder lose im Sandbett verlegt werden. Die Verlegeart ist abhängig von der jeweiligen Belastung und gewählten Konstruktion. So können Schaumglasplatten zum Beispiel unter Bodenplatten auf Magerbeton lose verlegt werden. Unter Bodenplatten auf Unterbeton oder auf Flachdächern mit Gefälle werden sie hingegen verklebt. Dies ist ebenso bei der Verwendung als Außen- oder Innenwanddämmung erforderlich.

Schaumglasschotter wird vor allem als lastabtragende Wärmedämmung unter Bodenplatten eingesetzt und übernimmt dabei gleichzeitig die Drainagefunktion der Rollierung. Beim Einbau sind die Boden- und Feuchtigkeitsverhältnisse vor Ort (zum Beispiel drückendes Wasser, bindiger Boden) unbedingt zu berücksichtigen, da diese Einfluss auf die Dämmwirkung haben.

Ökologie und Recyclingfähigkeit/Rückbaufähigkeit

Schaumglasdämmungen basieren auf mineralischen Rohstoffen, deren Abbau mit den entsprechenden Umweltwirkungen verbunden ist. Die Herstellung ist mit einem hohen Energiebedarf verbunden, der bei Verwendung von Altglas aufgrund niedrigerer Schmelztemperaturen geringer ist. Zudem werden durch den Einsatz eines Sekundärrohstoffs natürliche Ressourcen geschont. Es kann davon ausgegangen werden, dass durch das Dämmmaterial langfristig keine schädigenden Stoffe in die Umwelt gelangen. Schaumglasplatten und Schaumglassschotter sind daher eine mineralische Alternative zu XPS-Dämmplatten.

Bei gutem Zustand ist Schaumglas für den gleichen Zweck wiederverwendbar oder kann sortenrein wieder in die Produktion zurückgeführt werden. Dies trifft allerdings nur auf Schotter und lose verlegte Platten zu. Bei in Bitumen verlegten oder verklebten Schaumglasplatten ist ein zerstörungsfreier Ausbau jedoch unwahrscheinlich. Sortenreines Schaumglas kann prinzipiell als Schüttmaterial oder Zuschlagsstoff weiterverwendet werden. Schaumglas kann deponiert werden, bei organischen Verunreinigungen mit Bitumen ist eine thermische Behandlung notwendig.

2.3.3 Dämmstoffe aus synthetischen Rohstoffen

Im Folgenden werden die synthetischen Dämmstoffe expandiertes Polystyrol, extrudiertes Polystyrol, Phenol- und Resolharz und Polyurethan-Hartschaum porträtiert.

Expandiertes Polystyrol (EPS)

Herstellung

Die aus Erdöl und Erdgas gewonnenen Grundstoffe Benzol und Ethen werden zu Styrol verarbeitet, welches bei etwa 200°C zu expandierbarem Polystyrol polymerisiert wird. Den kompakten Polystyrolkugeln werden Treibmittel wie etwa Pentan oder CO₂ und Flammschutzmittel zugefügt. Bei etwa 100°C wird das Polystyrol mit Wasserdampf auf ein Vielfaches des ursprünglichen Volumens aufgeschäumt, das Treibmittel verdampft dabei, es entsteht das expandierte Polystyrol (EPS) in beliebigen Formen.

Blöcke werden zu Platten aufgeschnitten und es werden verschiedenste Formteile, unter anderem Stuckelemente, produziert. Als Flammschutzmittel wird in Europa für die Anwendung in Gebäuden 1 bis 5 Masse-% einer Borverbindung hinzugefügt. Graues EPS mit besserer Dämmwirkung enthält überdies 3,5 bis 10 Masse-% Grafit.

Die Herkunft des Erdöls ist üblicherweise nicht nachverfolgbar. Die Granulate stammen überwiegend aus Deutschland, die Aufschäumung erfolgt in Österreich in mehreren Werken.

Eigenschaften

EPS hat sehr gute Wärmedämmeigenschaften. Um Spechtlöchern vorzubeugen, kann eine Panzerarmierung helfen. EPS verrottet nicht, allerdings ist es wenig UV-beständig; das heißt, es hat eine geringe Resistenz gegen Ultraviolettstrahlung, welche als Maß für die Witterungsbeständigkeit gilt. Das Material hat einen hohen Dampfdiffusionswiderstand und eine geringe Fähigkeit, Wasserdampf aufzunehmen und wieder abzugeben. Gelochte EPS-Fassadenplatten weisen in Kombination mit geeigneten Klebern und Putzen eine höhere Dampfdiffusionsfähigkeit auf.



Tabelle 26: Infobox zum Dämmstoff expandiertes Polystyrol

Quelle: Praxishandbuch Innendämmung

(alle angegebenen Werte produktunabhängig und ohne Gewähr)

Infobox	
Wärmeleitfähigkeit λ_r (Bemessungswert)	0,031–0,040 W/(m*K)
Wasserdampf-Diffusionswiderstand μ	20–100
Dichte ρ	15–250 kg/m ³
Wärmespeicherkapazität C	1.210–1.500 J/(kg*K)
Brandverhalten (Euroklasse)	E

Lieferformen und Einsatzbereiche

EPS wird als Granulat für lose und gebundene Schüttungen oder in Form von Platten mit verschiedenen Kantenausformungen und Dämmkeilen angeboten. Vorwiegend wird es als Teil von Wärmedämmverbundsystemen (WDVS) an Fassaden eingesetzt. Bei Verwendung als Vollwärmeschutz muss darauf geachtet werden, nur geprüfte und behördlich zugelassene Systeme zu verwenden, um Bauschäden zu vermeiden.

EPS darf je nach Bauordnung an Fassaden im mehrgeschoßigen Wohnbau nicht oder nur unter Einhaltung bestimmter Brandschutzanforderungen eingesetzt werden. Im Sockelbereich und zur Perimeterdämmung (zur Keller- und Außendämmung) kommen hydrophobierte EPS-Dämmplatten (EPS-P, auch Automatenplatten genannt) zum Einsatz. Auch für die Dachdämmung können EPS-Platten verwendet werden. Als Umkehrdachdämmung kommen hydrophobierte Platten mit Stufenfalz zur Anwendung. Eine Flachdachdämmung erfolgt in Kombination mit Gefälledämmplatten. EPS wird auch als Trittschalldämmung verwendet.

Ökologie und Recyclingfähigkeit/Rückbaufähigkeit

Die Gewinnung, der Transport und die Verarbeitung von Erdöl und seinen Raffinerieprodukten ist mit Risiken für die Umwelt verbunden. Der komplexe, mehrstufige Herstellungsprozess ist mit einer Reihe gesundheitsgefährdender Zwischen- und Nebenprodukte verbunden. Der geringe Materialeinsatz von nur 15 bis 60 kg pro Kubikmeter wirkt sich in der ökologischen Betrachtung der Herstellung günstig aus. Bei der Herstellung und Verarbeitung muss darauf geachtet werden, dass möglichst wenige der losen Kügelchen in die Umwelt freigesetzt werden. Es ist möglich, Rezyklat oder biobasiertes Material zuzusetzen.

In der Nutzungsphase kann es auf Wärmedämmverbundsystemen bei übermäßiger, anhaltender Oberflächenfeuchte (Tauwasser/Kondensat und Schlagregen) zu mikrobi

ellem Bewuchs der Fassade kommen. Durch bauliche Maßnahmen wie große Dachüberstände und diffusionsoffene, hydrophile Beschichtungssysteme mit Dickputzen und Fassadenfarben auf Silikatbasis kann die Oberflächenfeuchte verringert und auf biozid ausgerüstete Beschichtungsprodukte verzichtet werden.



Verschnitt von der Baustelle und Verpackungsabfälle, also sauberes, sortenrein gesammeltes Polystyrol, wird vorzugsweise zu Rezyklat und als Dämmschüttung verarbeitet oder als Zuschlagsstoff in Estrichen, Mörteln, Ziegeln und Beton verwendet. Die Verwendung als Granulat zur Bodenauflockerung ist angesichts der Mikroplastikproblematik nicht mehr zeitgemäß.

Die Wiederverwendung von Wärmedämmverbundsystemen mit EPS ist wegen des Verbundes mit den verschiedensten Materialien kaum möglich. Strip-Verfahren für die sortenreine Trennung werden bereits vereinzelt angeboten.

Abbruchmaterial aus früheren Jahren muss wegen des in Europa erst seit 2019 endgültig verbotenen Hexabromcyclododecan (HBCD) gesondert behandelt werden. Das als Flammschutzmittel eingesetzte HBCD gilt als persistent (wird in der Umwelt nicht abgebaut), bioakkumulierend (reichert sich in Organismen an) und giftig für Wasserorganismen nach der Europäischen Chemikalienverordnung (REACH).

Chemisches und stoffliches Recycling von EPS-Dämmstoffplatten ist derzeit und auch in den nächsten Jahren wegen mangelhafter Wirtschaftlichkeit der Reinigung verschmutzter EPS-Abfälle bei hohen spezifischen Transportkosten vermutlich nicht im großen Maßstab möglich. Polystyrol kann in Abfallbehandlungsanlagen verbrannt werden.

Extrudiertes Polystyrol (XPS)

Herstellung

Polystyrol-Hartschaumplatten werden für spezielle Anwendungsfälle als extrudiertes Polystyrol (XPS) angeboten. Rohstyrol wird, wie auch bei der Herstellung für EPS, über mehrere Stufen aus Erdöl erzeugt. Flüssigem Polystyrol werden Flammschutzmittel und Farbpigmente beigemischt. Die Mischung wird mit Treibgasen aufgeschäumt (extrudiert) und über Breitschlitzdüsen in Plattenform verpresst. Heutzutage kommen vor allem CO₂ und Mischungen mit 2 bis 3% Ethanol zur Anwendung. In Österreich sind treibhauswirksame, vollständig (FKW) oder teilweise halogenierte (HFKW) Fluorkohlenwasserstoff-Verbindungen seit 2008 mit immer noch gültigen Ausnahmen verboten (HFKW-FKW-SF₆-Verordnung, BGBl. 447/2002). Erste Wahl sollten CO₂-geschäumte XPS-Platten sein.

Eigenschaften

XPS hat sehr gute Wärmedämmeigenschaften. Wegen der geschlossenzelligen Schaumstruktur und der beidseitigen Schaumhaut der Platten ist die Wasseraufnahme extrem gering. Sie sind lösungsmittelbeständig und verrotten nicht. Die Druckfestigkeit ist hoch. XPS-Platten sind je nach Hersteller meist in Pastellfarben eingefärbt. Ihre Oberfläche ist glatt, sie werden aber auch geriffelt angeboten.



Tabelle 27: Infobox zum Dämmstoff extrudiertes Polystyrol

Quelle: Praxishandbuch Innendämmung

(alle angegebenen Werte produktunabhängig und ohne Gewähr)

Infobox	
Wärmeleitfähigkeit λ_r (Bemessungswert)	0,028–0,042 W/(m*K)
Wasserdampf-Diffusionswiderstand μ	50–250
Dichte ρ	20–50 kg/m ³
Wärmespeicherkapazität C	1.300–1.700 J/(kg*K)
Brandverhalten (Euroklasse)	E

Lieferformen und Einsatzbereiche

XPS wird als XPS G (glatt) und XPS R (rau) in Platten mit verschiedenen Kantenausformungen angeboten. Es wird für Anwendungen im Nassbereich und bei hoher Druckbeanspruchung eingesetzt, wie zum Beispiel zur Dämmung von Umkehrdächern (Dächer, bei denen die Dämmschicht über der Feuchtigkeitsabdichtung liegt), Gründächern, Terrassen, Kelleraußenwänden und Böden. XPS darf je nach Bauordnung an Fassaden im mehrgeschoßigen Wohnbau nicht oder nur unter Einhaltung bestimmter Brandschutzanforderungen eingesetzt werden.

Ökologie und Recyclingfähigkeit/Rückbaufähigkeit

Die Herstellung von Polystyrol-Dämmstoff ist im Vergleich zu natürlichen Dämmstoffen umweltbelastend (siehe auch EPS). Baustellenverschnitte werden von einzelnen Herstellern zurückgenommen. Grundsätzlich können XPS-Dämmungen bei zerstörungsfreiem Ausbau wiederverwendet werden. Jedoch werden die Platten oft verklebt.

Aus heutiger Sicht stellt sich außerdem als problematisch dar, dass in Zukunft XPS-Dämmplatten mit unterschiedlichsten Treibmitteln (voll- und teilhalogenierte chlorierte Fluorkohlenwasserstoffe FCKW und HFCKW sowie HFKW aus Altbestand und HFKW oder CO₂) anfallen werden, bei denen nach heutigem Stand ein Recycling für die nächsten Jahre praktisch ausgeschlossen werden kann. Auch das bis 2016, mit Ausnahmen bis 2019, verwendete Flammenschutzmittel HBCD muss aus dem Stoffkreislauf ausgeschleust werden. Neuere Dämmungen können granuliert als Schüttung oder Zuschlagsstoff zu Mörtel verwendet werden. Verbrennung stellt nach wie vor die häufigste Entsorgungsförm dar.



Phenolharz (Resolharz)

Herstellung

Die Ausgangsprodukte Phenol und Formaldehyd werden aus fossilen Rohstoffen wie Erdöl oder Erdgas gewonnen. Die Rohstoffe Phenolharz, Härter (zum Beispiel Schwefelsäure, Phosphorsäure oder Salzsäure) und Treibmittel (hauptsächlich Mischungen aus Pentan und Chlorpropan sowie Pentan und Isobutan) werden vorzugsweise im kontinuierlichen Verfahren als Bandware geschäumt. Zur Fixierung wird der zunächst viskose Schaum mit Glasvliesen kaschiert. Nach dem Aushärten und Trocknen können die Kanten profiliert werden. Die Dämmstoffplatten werden in der Regel auf beiden Seiten mit Glasvlies, aber auch mit Alukaschierungen versehen. Eine andere Bezeichnung ist „Dämmstoffplatten auf Resolharzbasis“ beziehungsweise Resolschaumplatten. Phenolharze werden in Europa etwa in Deutschland, Frankreich oder Polen erzeugt, der Dämmstoff selbst auch in Österreich.

Eigenschaften

Phenolharzschaum weist außergewöhnlich gute Wärmedämmeigenschaften auf und ist alterungs- und formbeständig. Zur Verbesserung des Flammschutzes können Bor- oder Phosphatverbindungen zugefügt sein. Phenolharz ist beständig gegen Säuren, Laugen, UV-Strahlung, Schädlinge, Fäulnis und Schimmel. Im Brandfall tropft und schmilzt es nicht und entwickelt nur geringe Rauchmengen. Es gilt als schwer entflammbar.

Tabelle 28: Infobox zu Dämmstoffen auf Harzbasis

Quelle: Praxishandbuch Innendämmung

(alle angegebenen Werte produktunabhängig und ohne Gewähr)

Infobox	
Wärmeleitfähigkeit λ_r (Bemessungswert)	0,021–0,024 W/(m*K)
Wasserdampf-Diffusionswiderstand μ	30–260
Dichte ρ	35–45 kg/m ³
Wärmespeicherkapazität C	1.500 J/(kg*K)
Brandverhalten (Euroklasse)	C-s1/s2, d0

Lieferformen und Einsatzbereiche

Phenolharzdämmstoffe werden als Platten, kaschiert mit Glasfaservlies oder Aluminium, PUR oder EPS und mit verschiedenen Kantenausformungen angeboten.

Phenolharzdämmstoffe haben eine sehr feine geschlossene Zellstruktur und bieten eine sehr hohe Dämmleistung. Durch die guten Wärmedämmeigenschaften kann die Aufbaustärke im Wärmedämmverbundsystem minimiert werden und es sind dünnere Außenwände möglich. Bei der thermischen Sanierung von Altbauten kann die schlanke Dämmung den Charakter des Gebäudes gut erhalten und teure Umbauarbeiten (Dachüberstand et cetera) werden vermieden. Phenolharzdämmplatten sind bei einer Fassadendämmung als Teil eines Wärmedämmverbundsystems einsetzbar, nicht jedoch bei erdberührten Wänden und im Sockelbereich.

Ökologie und Recyclingfähigkeit/Rückbaufähigkeit

Während der Herstellung von Phenolharz werden diverse chemische Stoffe verwendet, die gesundheitsschädlich sein können. Die Ausgangsstoffe werden vorwiegend aus Erdöl in komplexen Verfahrensschritten hergestellt. Lignin, ein Sekundärrohstoff aus der Papierherstellung, der ebenfalls geeignet ist, wird noch wenig verwendet.

Ausgebaute und saubere Platten können theoretisch wieder eingebaut werden. Als Teil eines Wärmedämmverbundsystems ist der zerstörungsfreie Ausbau jedoch nicht möglich. Aufgrund der geringen Mengen, die bei Ein- und Ausbau anfallen, wird der Stoff derzeit nicht rezykliert. Phenolharzdämmung kann in Abfallbehandlungsanlagen verbrannt werden.



Polyurethan-(PUR-)Hartschaum

Herstellung

Ausgangsprodukte für die komplexe Prozesskette dieses Dämmstoffes sind Polyisocyanate und mehrwertige Alkohole (Polyole). Damit das Gemisch schäumt, werden Treibmittel verwendet. Früher waren das Treibmittel wie die Ozonschicht zerstörende FCKW, die heute verboten sind. International kommen teilfluorierte Treibgase wie HFKW oder FKW zum Einsatz. In Österreich wird ausschließlich mit Pentan beziehungsweise CO₂ geschäumt.

Zur Erzielung bestimmter Produkteigenschaften werden jeweils unterschiedliche chemische Verbindungen zugesetzt, zum Beispiel Flammenschutzmittel (circa 10%; beispielsweise Phosphorsäureester wie Tris(2-chlorisopropyl)phosphat (TCPP) und Tris(2-chlorethyl)phosphat (TCEP)). Als weitere chemische Zusatzstoffe werden Organozinnverbindungen, tertiäre Amine (als Katalysatoren), Tenside (als Emulgatoren), Füllstoffe, Alterungsschutzmittel, Pigmente, antistatische Mittel, Biozide und Trennmittel genannt. Deckschichten wie Glasvliese, Aluminiumfolien oder Polymerbitumen-Dichtungsbahnen werden für besondere Verwendungsarten auf die Platten aufgebracht.

In den letzten Jahren gibt es eine Entwicklung hin zu Polyisocyanurat-(PIR-)Dämmstoffe. Diese sind PUR-Dämmstoffe mit höherem Polyisocyanat-Anteil. Der Anteil an Flammschutzmittel kann bei diesen weniger brennbaren PIR-Dämmplatten auf 5% reduziert werden.

Eigenschaften

PUR ist ein geschlossenzelliger Schaumstoff und hat sehr gute Dämmwerte. Die besten Dämmwerte hat gasdiffusionsdichter PUR-Hartschaumstoff, der beidseitig mit einer 0,05 mm dicken Aluminiumfolie oder dünnem Mineralvlies beschichtet und damit dampfdicht ist. Er ist lösemittelbeständig.

Die Schallschutzeigenschaften sind wegen der hohen dynamischen Steifigkeit sehr schlecht. In Kombination mit eigenen Akustikplatten in Sandwichpaneelen können die

schalldämpfenden Eigenschaften wesentlich erhöht werden. PUR-Hartschaum-Dämmmaterial ist in verschiedenen Brennbarkeitsklassen erhältlich. Im Brandfall kann starker Qualm entstehen.

Tabelle 29: Infobox zum Dämmstoff Polyurethan-Hartschaum

Quelle: Praxishandbuch Innendämmung, ÖNORM B 8110-7 2013

(alle angegebenen Werte sind produktunabhängig und ohne Gewähr)

Infobox	
Wärmeleitfähigkeit λ_r (Bemessungswert)	0,023–0,029 W/(m*K)
Wasserdampf-Diffusionswiderstand μ	40–200
Dichte ρ	31–33 kg/m ³
Wärmespeicherkapazität C	1.400–1.500 J/(kg*K)
Brandverhalten (Euroklasse)	E, D-s2-d0, C-s3-d0

Lieferformen und Einsatzbereiche

Geliefert werden Platten mit verschiedenen Kantenausformungen, Sandwichpaneele und Formteile. Einsatzgebiete für PUR-Dämmplatten sind vor allem Aufdach- (als Aufsparrendämmung), Steildach-, Flachdach- oder Fußbodendämmung sowie Dämmung von Kelleraußenwänden und Geschoßdecken. Für Kessel-, Rohr- und Boilerdämmung werden auch spezielle Elemente wie Halbrundschaalen angeboten. Der bedeutendste Einsatz ist die Dämmung von industriellen Hallen.

Ökologie und Recyclingfähigkeit/Rückbaufähigkeit

Während der Herstellung werden Isocyanate – oft solche, die in Verdacht stehen, Krebs zu erzeugen – mit Polyolen vermischt, die vorwiegend aus Erdöl, aber auch aus pflanzlichen Ölen stammen. Der fertige Dämmstoff enthält keine krebserregenden Stoffe. Das Flammschutzmittel TCPP ist umstritten, es kann Reizwirkungen der Haut und Schleimhäute hervorrufen. Bessere Alternativen wären Triethylphosphat (TEP) oder Blähgraft. Falls PUR/PIR in Brand gerät, kann neben anderen giftigen Brandgasen hochtoxische Blausäure entstehen.

Werden Polyurethan-Hartschaumplatten zerstörungsfrei ausgebaut, sind sie wiederverwendbar. Vorsicht ist beim Rückbau von älteren Produkten geboten, sie können die für das Ozonloch verantwortlichen FCWK oder HFCKW enthalten und müssen gesondert verbrannt werden.

Verbundelemente können bei entsprechender Befestigung zerstörungsfrei ausgebaut und wiederverwendet werden. Üblich ist jedoch, dass unbedenkliche Platten stofflich rezykliert werden. Sie werden granuliert und mittels Polyurethankleber (PU-Kleber) wieder zu neuen Platten oder Formteilen zusammengefügt. Platten mit Kaschierungen werden ebenfalls geschreddert und stofflich verwertet. Die Entsorgung erfolgt in Abfallbehandlungsanlagen.

2.3.4 Dämmstoffe im Überblick

Tabelle 30: Dämmstoffe im Überblick

Quelle: IBO

		λ in W/mK	μ^a	PENRT (nicht erneuerbare Primärenergie, gesamt) in MJ/kg ^b	GWP-T (globales Erwärmungspotenzial, gesamt) in CO ₂ -eq/kg	Dichte in kg/m ³
Dämmstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen	Flachs	0,040 ^a	1 ÷ 2	31,44–35,1	0,22–0,49	20–40
	Hanf	0,040 ^a	1 ÷ 2	12,46–17,28	-0,50– -0,70	20–40
	Holzfaserdämmstoffe	0,038 ÷ 0,055 ^a	1 ÷ 10	1,74–14,77	-0,74– -1,43	30–190
	Jute	0,038 ÷ 0,055 ^a	1 ÷ 2,4	keine Angabe	keine Angabe	22–42
	Kork	0,040 ÷ 0,060 ^a	1 ÷ 18	0,31–6,45	-1,22	100–200
	Schafwolle	0,038 ÷ 0,045 ^a	1 ÷ 2	19,33	0,6	15–30
	Stroh	0,049 ÷ 0,085 ^c	1,3 ÷ 2,8	0,80	-1,25	95–167
	Zellulose	0,037 ÷ 0,045 ^a	1 ÷ 2	6,87–19,15	-0,23– -0,457	30–90
Mineralische Dämmstoffe	Aerogel	0,014 ÷ 0,021 ^a	2 ÷ 11	keine Angabe	keine Angabe	115–130
	Blähton/Blähglas	0,07 ÷ 0,160 ^c	2 ÷ 3	0,77 nur Blähton	0,23–0,300	170–500
	Calciumsilikat	0,060 ÷ 0,090 ^a	1 ÷ 7	keine Angabe	keine Angabe	180–400
	Expandierter Perlit (Blähperlit)	0,042 ÷ 0,055 ^a	2 ÷ 8	6,45–14,96	0,297	65–150
	Mineralschaum	0,032 ÷ 0,041 ^a	1 ÷ 2	21,34–45,73	1,74–2,42	15–150
	Mineralfaser (Glaswolle, Steinwolle)	0,040 ÷ 0,045 ^a	3 ÷ 6	12,73	1,01	115–130
	Schaumglas	0,037 ÷ 0,060 ^a	∞	40,92	2,42	15–25
Synthetische Dämmstoffe	Expandiertes Polystyrol (EPS)	0,031 ÷ 0,040 ^a	20 ÷ 100	98,9	4,21	15–25
	Extrudiertes Polystyrol (XPS)	0,028 ÷ 0,042 ^a	50 ÷ 250	93,56	4,24	20–50
	Phenolharz (Resolharz)	0,021 ÷ 0,024 ^a	30 ÷ 60	131,43	5,01	35–45
	Polyurethan-(PUR-)Hartschaum	0,023 ÷ 0,029 ^a	40 ÷ 200	94,04	4,31	31–33

Alle angegebenen Werte sind produktunabhängig und ohne Gewähr (Stand Dezember 2022).

























































































a Praxishandbuch Innendämmung (alle angegebenen Werte sind produktunabhängig und ohne Gewähr) b baubook-Richtwerte für Baumaterialien

d Da außer den Schüttungen alle Dämmstoffe für Wandaufbauten verwendet werden können, wurde als Vergleichswert ein U-Wert von 0,150 W/m²K

e Da die Dämmstoffe unterschiedliche Dichten haben, wurden die ΔOI3-Punkte (nur Herstellung) für eine Dämmstärke, welche für einen U-Wert von

ÖUZ = Österreichisches Umweltzeichen NA+ = natureplus IBO = IBO-Prüfzeichen

ÖUZ = Österreichisches Umweltzeichen; NA+ = natureplus; IBO=IBO-Prüfzeichen

Brandverhaltensklasse (EN 13501-1) ^a	Gütesiegel	Typische erforderliche Dämmstoffstärke für $U \approx 0,150 \text{ W/m}^2\text{K}$ (in cm) ^{b,d}	Typischer Richtwert $\Delta OI3$ für $U \approx 0,150 \text{ W/m}^2\text{K}$ (in Punkten/m ²) ^{b,e}	Platten/Matten	Schüttung	Einblas-/Stopfware	Sandwich, Paneele, Zuschlagsstoffe	siehe Seite
		je niedriger, desto besser	je niedriger, desto besser					
E		 27	 19					52
E	ÖUZ	 27	 19					54
E	NA+	 31	 12					56
E		 31	 8					58
E	NA+	 33	 7					60
E, D, C	NA+	 28	 10					62
E		 45	 -2					64
E	ÖUZ, NA+	 27	 7					66
E		 12	 166					68
A1	ÖUZ, IBO	 77	 21					70
A1, A2		 50	keine Angabe					72
A1, A2	NA+	 32	 13					74
A1, A2		 24	 15					76
A1	NA+	 24	 26					78
A1	ÖUZ, NA+	 32	 132					80
E		 24	 20					82
E	ÖUZ	 23	 35					84
C		 15	 42					86
E, D, C		 17	 30					88

(Stand: Dezember 2022) c Herstellerangaben in bautechnischen Zulassungen und technischen Datenblättern

^b $U \approx 0,150 \text{ W/m}^2\text{K}$ herangezogen, welcher für eine Passivhauswand typisch ist.

^e $U \approx 0,150 \text{ W/m}^2\text{K}$ ausreicht, angenommen. Dies ist aussagekräftiger, als die $\Delta OI3$ -Punkte auf die Masse bezogen zu vergleichen.

3

Umsetzung



3.1 Strategien für erfolgreiche Bauvorhaben mit niedrigen Betriebskosten

3.1.1 Multidisziplinärer Planungsansatz

Um Gebäude mit niedrigen Energieverbräuchen zu kreieren, müssen diese mit höchster Sorgfalt geplant und ausgeführt werden. Auch die Wirtschaftlichkeit der Sanierung beziehungsweise des Neubaus spielen in diesen Prozess hinein. Demnach besteht hier die Notwendigkeit eines integralen Planungsansatzes, um die vielfältigen Einflussgrößen ganzheitlich zu erfassen. Dies funktioniert nur, wenn alle Beteiligten im Planungsprozess möglichst frühzeitig miteinbezogen werden.

Eine Verbreitung und Anwendung des integralen Planungsansatzes ist bei größeren Projekten eine Grundvoraussetzung für energieeffizientes Bauen. Eine deutliche Reduktion des Energiebedarfs von Gebäuden erfordert die Einbindung unterschiedlichster Technologien.

Tipp 1:

Treten Sie frühzeitig in Kontakt mit Fachplaner:innen, um ein größtmögliches Einsparpotenzial zu erreichen.

Tipp 2:

Wägen Sie genau ab, welche und wie viele komplexe technische Lösungen (zum Beispiel Smarthome, Regelungstechnik) Sie verwenden wollen. Komplexe Systeme brauchen Know-how und Nutzer:innenwissen und können bei fehlerhafter Anwendung zu einem höheren Energieverbrauch führen.

3.1.2 Die richtigen Planungsschritte

Sanierung von Gebäuden: Bestandsaufnahme

Es ist bei Sanierungsobjekten ratsam, bereits in einer frühen Planungsphase eine firmenunabhängige und individuelle Energie- oder Umweltberatung hinzuzuziehen. Diese unterstützt bei der Erarbeitung von konkreten Verbesserungsvorschlägen, die nötig sind, um den Wohnkomfort zu maximieren und gleichzeitig die Energiekosten zu senken.

Definition von Zielen

In diesem Schritt legen Sie die Ziele der Sanierung fest:

- Liegen Bauschäden vor, die behoben werden müssen?
- Welche Maßnahmen sind notwendig, um die momentan vorgeschriebenen gesetzeskonformen Wohnstandards zu erfüllen?

- Wollen Sie Förderungen in Anspruch nehmen? Wenn ja, welche Voraussetzungen und Kriterien sind diesbezüglich zu erfüllen?
- Wollen Sie den Wohnkomfort steigern? Wenn ja, in welchen Bereichen?
- Wollen Sie die laufenden Energiekosten senken?
- Wollen Sie Ihr Wohnobjekt zukunftssicher machen?
- Wollen Sie finanzielle Mittel sinnvoll investieren und den Wert der Immobilie erhalten oder sogar steigern?

Tipp:

Verwenden Sie den klimaaktiv Gebäudestandard als Ihren Leitfaden zu einem nachhaltigen und energieeffizienten Haus. Vereinbaren Sie anhand der klimaaktiv Kriterien die Anforderungen mit Ihrem Planungsteam. So stellen Sie sicher, dass Ihre Wünsche berücksichtigt werden. Mit den Qualitätskriterien von klimaaktiv können die Voraussetzungen für Förderungen, Richtlinien und Vorgaben des Bundes, aber auch der Länder nachgewiesen werden. Mehr Infos unter klimaaktiv.at/bauen-sanieren.

Prüfung von Dämmmaßnahmen

Ein wesentlicher Schritt bei der Sanierung von Bestandsgebäuden ist die Prüfung, welche Dämmmaßnahmen möglich und notwendig sind. Eine umfassende Dämmung von Wohnobjekten senkt den Heizenergiebedarf maßgeblich, womit in einem zweiten Schritt Veränderungen am Heizsystem vorgenommen werden können.

Sind die Maßnahmen zu einer vollständigen Dämmung finanziell zu aufwendig, kann auch über deren schrittweisen Einbau nachgedacht werden (zum Beispiel Dämmung der untersten und obersten Geschoßdecke im ersten Schritt). Nach jeder Dämmmaßnahme kann eine Berechnung des neuen Heizenergiebedarfs und danach eine Anpassung des Heizsystems erfolgen. Dämmstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen sollten dort, wo sie technisch einsetzbar sind, aus ökologischen Gründen bevorzugt werden. Berücksichtigen Sie bei der Materialwahl von Fassaden beispielsweise auch die Lebenszykluskosten.

Tabelle 31: Auswahl des richtigen Dämmstoffes je nach Einsatzgebiet und Zielsetzung

Dämmstoffauswahl	
Nachwachsend	Flachs
	Hanf
	Holzfaser
	Kork
	Schafwolle
	Stroh
	Zellulose
	Jute
Mineralisch	Blähton
	Calciumsilikat
	Expandierter Perlit (Blähperlite)
	Mineralfaser (Glaswolle, Steinwolle)
	Mineralschaumplatte
	Schaumglas
	Aerogel
Synthetisch	Expandiertes Polystyrol EPS
	Extrudiertes Polystyrol XPS
	Phenolharz (Resolharz)
	Polyurethan-(PUR-)Hartschaumplatte

Fachgerechter Einbau

Jede Dämmung verändert das Verhalten des betreffenden Bauteils. Beim Einbau der Wärmedämmung müssen konstruktive Fehler vermieden werden, damit es zu keinen Bauschäden wie beispielsweise Kondensat im Bauteil, Undichtheiten oder Wärmebrücken kommt. Die meisten Dämmstofffirmen bieten für ihre Produkte Konstruktionsvorschläge und Verarbeitungsrichtlinien an.

Anpassung des Heizsystems

Nach jeder Dämmmaßnahme kann eine Berechnung des neuen Heizenergiebedarfs und danach eine Anpassung des Heizsystems erfolgen. Dazu ist eine Neuberechnung des aktuellen Heizenergiebedarfs notwendig. Je niedriger die berechnete Heizlast ist, desto mehr Möglichkeiten ergeben sich in der Regel in der Auswahl von Heizsystemen. Eine gute Dämmung ermöglicht oft Einsparungen durch kleiner dimensionierte Heizanlagen, denn überdimensionierte Heizkessel verbrauchen mehr Energie.

Tipps für Sanierungsobjekte:

- Nach der Erstberatung empfehlen wir, für die weitere Planung und Ausführung **unbedingt Baufachleute zu konsultieren**, da gerade bei der Althausanierung schwer vorhersehbare Probleme auftreten können (Statik, Bauphysik et cetera). Auch die Einhaltung der Bauvorschriften muss in der Planung berücksichtigt und in der Ausführung gewährleistet werden.
- Setzen Sie **zuerst Dämmmaßnahmen** um, bevor Sie an eine Veränderung des Heizsystems denken.
- Prüfen Sie, welche **Fördermaßnahmen** es bezüglich Dämmung und Heizungsumstellung auf erneuerbare Energien aktuell gibt.
- Von Dämmversuchen **auf eigene Faust ist unbedingt abzuraten!** Halten Sie sich an bauphysikalisch bewährte Konstruktionen und wenden Sie sich an Fachbetriebe sowie Güteschutzgemeinschaften des Baugewerbes.
- Nehmen Sie sich Zeit für die **Auswahl der richtigen Professionist:innen**. Holen Sie mehrere vergleichbare Angebote ein und suchen Sie firmenunabhängige Beratungsstellen auf.
- Planende, die auch die Ausführung übernehmen, oder Professionist:innen, die ebenfalls die Planung durchführen, kommen unweigerlich in einen Interessenskonflikt. Beauftragen Sie daher **firmenunabhängige Planer:innen und Bauleiter:innen**, die Ihre Interessen als Auftraggeber gegenüber ausführenden Firmen vertreten.

Neubau von Gebäuden

Analog zur Sanierung empfiehlt sich auch in der Neubauplanung ein ähnliches Vorgehen. Definieren Sie, welche Energiewerte erreicht werden sollen, ob in Massiv- oder in Leichtbauweise gebaut werden soll, welche Energieversorgung sinnvoll ist et cetera. Des Weiteren überlegen Sie, welche Maßnahmen zur Erreichung der angestrebten Ziele nötig sind. Beachten Sie, dass während der Planungs- und Bauphase in etwa 20 % der gesamten Lebenszykluskosten eines Gebäudes anfallen.

Tipps für Neubauten:

- Bedenken Sie, dass von Ihnen jetzt eingebaute Materialien **viele Jahre Ihr Wohlbefinden beeinflussen** werden und welche Konsequenzen sich bei deren Rückbau und Entsorgung ergeben könnten.
- Man baut (meist) nur einmal. Nehmen Sie sich Zeit, Ihre **Gewohnheiten zu studieren**. Tägliche Abläufe sollten so leicht wie möglich von der Hand gehen. Stimmen Sie auch die Größe des Gebäudes auf Ihre Bedürfnisse ab und berücksichtigen Sie dabei mögliche Veränderungen in Ihren Lebensumständen.
- Entwerfen Sie dann Ihr Konzept **gemeinsam mit einem Planer oder einer Planerin und einer unabhängigen Umwelt- und Energieberatung**, damit alle wichtigen Zusammenhänge von Beginn an beachtet werden.
- Achten Sie auf die **Qualitätssicherung nach Einbau** aller Dämmmaßnahmen. Ein Blower-Door-Test dient nicht nur bei Passivhäusern der Qualitätssicherung. Mittels dieses Tests können bei allen Neubauten undichte Bereiche (Fensteranschlüsse et cetera) und Leckagen in der Gebäudehülle noch in der Bauphase aufgespürt und behoben werden.

3.1.3 Das richtige Heizsystem

Zur Erreichung eines günstigen Primärenergiebedarfs muss das Gebäude ganzheitlich betrachtet werden, denn die Wahl der Dämmung und der Dämmstärken steht immer im Zusammenhang mit der Wahl des Heizsystems.

Einen guten Überblick über klimafreundliche Heizsysteme in Abhängigkeit von der Gebäudequalität bietet die klimaaktiv Heizungs-Matrix. Verschiedene Heizsysteme basierend auf erneuerbaren Wärmetechnologien werden auf ihre Eignung in Häusern je nach Gebäudeklasse kategorisiert – von Dunkelgrün als „sehr empfehlenswert“ bis Rot als „nicht empfehlenswert“. Die Einordnung der Heizungssysteme in das Ampelsystem der Heizungs-Matrix erfolgte anhand eines umfangreichen Kriterienkatalogs, wobei der Heizkomfort, die Investitionskosten und die CO₂-Emissionen im Betrieb hoch gewichtet wurden.

Mehr unter: klimaaktiv.at/heizungsmatrix.

Tipps:

Mit dem „Raus aus Öl Heizrechner“ finden Sie passende Alternativen zu Ihrem fossilen Heizsystem, online unter klimaaktiv.at/hexit. klimaaktiv bietet Ihnen außerdem zum Thema Heizungstausch viele hilfreiche Tools unter klimaaktiv.at/erneuerbare-tools.

3.1.4 Praktische Ausführung Außenwanddämmung

Wärmebrücken vermeiden

Von einer Wärme- oder Kältebrücke spricht man, wenn ein gut wärmeleitender Bauteil, zum Beispiel eine Betonplatte, Wärme von innen nach außen transportieren kann. Dieser „Kühlrippeneffekt“ führt zu einer lokalen Abkühlung von Innenflächen.

Feuchte Raumluft kann hier kondensieren. Typische Schadensbilder sind eine Dunkel- färbung der Wandoberfläche im Bereich der Abkühlung und Schimmelpilzbefall. Um diese Probleme zu vermeiden, wurden zahlreiche Detaillösungen entwickelt und in der Literatur beschrieben.

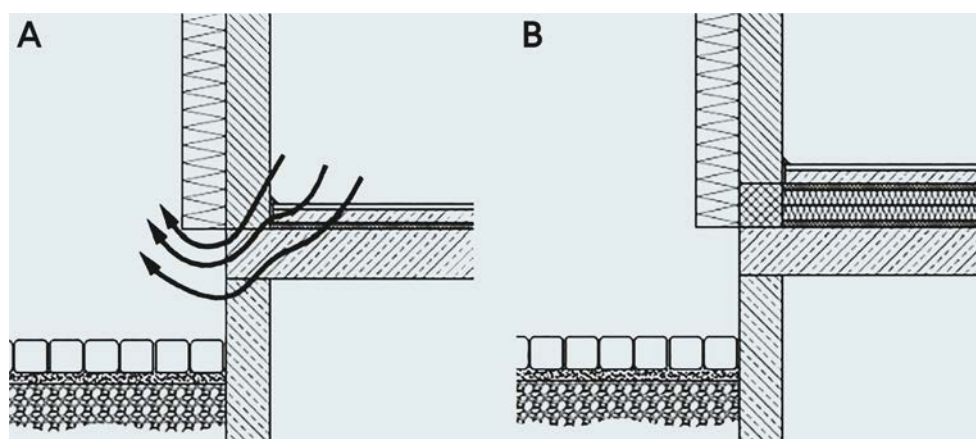


Abbildung 3:
Wärmebrücke bei Keller-
anschluss und Sockeldäm-
mung mit XPS/ Schaumglas:
Entstehung der Wärme-
brücke (Bild A),
Verringerung der Wärme-
brücke zum Beispiel durch
einen schlechter wärme-
leitenden Porenbetonstein
(Bild B);
Quelle: IBO

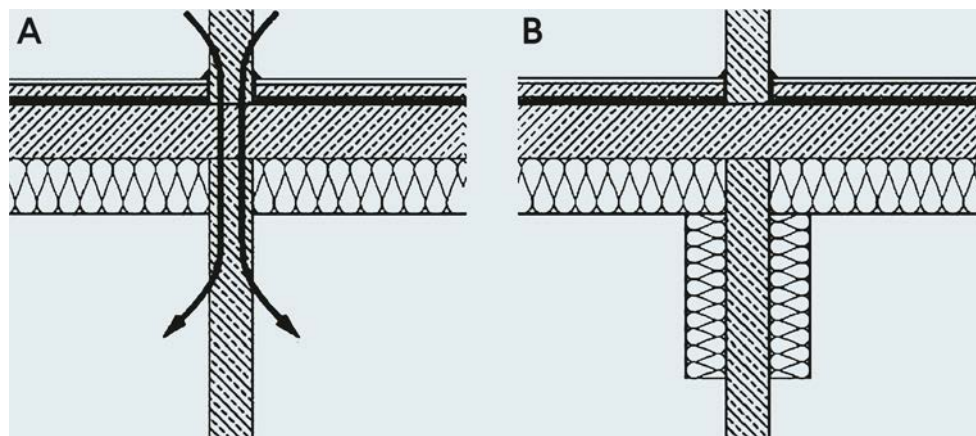
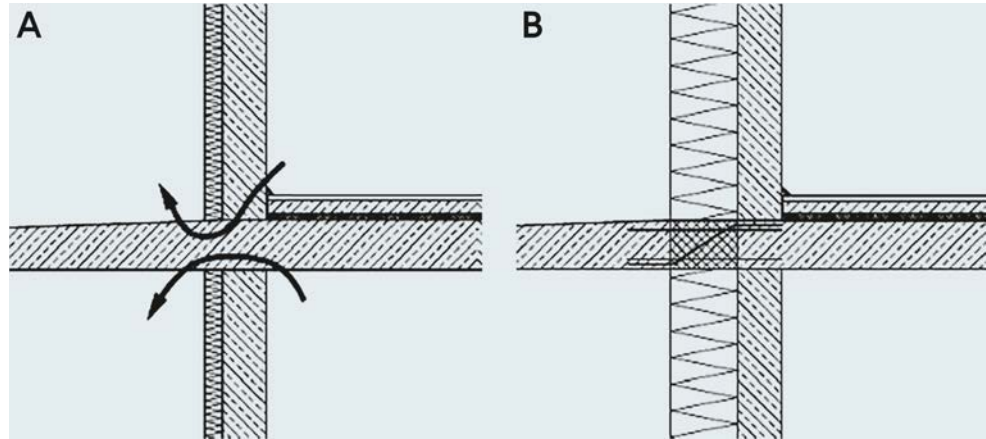


Abbildung 4:
Verringerung der Wärme-
brücke im Kellerbereich;
Quelle: IBO

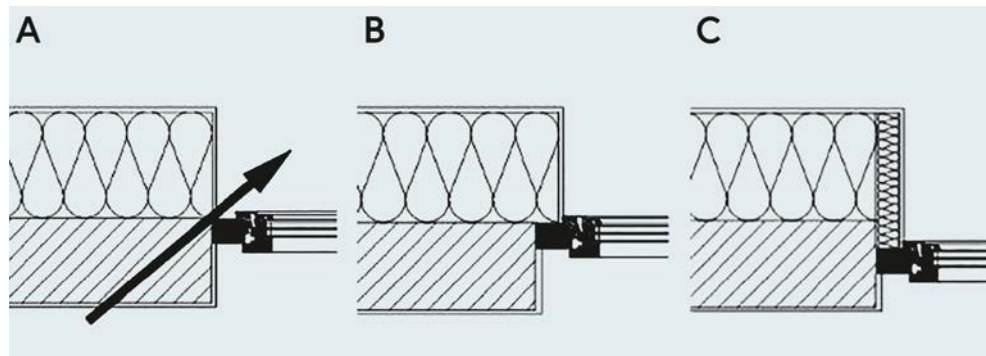
Balkone mit auskragender Betonplatte sind sehr schwer sanierbar. Fallweise ist das Abschneiden der Balkone und das Anbringen einer neuen vorgehängten Konstruktion die beste Lösung (siehe dazu auch folgende Abbildung).

Abbildung 5:
Überdämmung der Balkonplatte: typische Wärmebrücke zum Beispiel bei einer Balkonplatte aus den 60er-Jahren (Bild A); Balkon mit Isokorb zur Abschwächung der Wärmebrücke (Bild B);
Quelle: IBO



Um eine Wärmebrücke bei Fensteranschlüssen zu vermeiden, ist es sinnvoll, eine Außenwanddämmung über die Fensterstöcke zu ziehen.

Abbildung 6:
Wärmebrücke bei Fensteranschluss (Bild A), Überdämmung des Fensterstocks an Außenkante (Bild B), Überdämmung des Fensterstocks in der Laibung (Bild C); Quelle: IBO



Wärmedämmverbundsysteme

Wärmedämmverbundsysteme bestehen aus Dämmstoffplatten, die mit Klebemörtel und erforderlichenfalls mit Dübel an der Grundwand befestigt und anschließend verputzt werden.

Für Wärmedämmverbundsysteme stehen folgende Dämmstoffe zur Verfügung:

- Polystyrol EPS-F
- Steinwollefassadenplatten
- Backkorkplatten
- Mineralschaumplatten
- Hanffassadenplatten
- Holzweichfaserplatten

Die Funktion eines Wärmedämmverbundsystems kann nur bei systemkonformer Ausschreibung und Ausführung gewährleistet werden. Die Verarbeitung ist in österreichischen Normen sowie durch Herstellerangaben geregelt.

Verarbeitungsrichtlinien mit Detailzeichnungen für An- und Abschlüsse sind 2019 unter dem Titel „VAR 2019 Verarbeitungsrichtlinie für Wärmedämmverbundsysteme“ von der Qualitätsgruppe Wärmedämmsysteme veröffentlicht worden und werden laufend aktualisiert.

Gängige Dämmstärken betragen heute 20 cm und darüber. Geringere Dämmstärken sind nicht sinnvoll, denn der Taupunkt kann dann in der Konstruktion dahinter liegen und zu Feuchte- und Frostschäden führen. Die Verklebung erfolgt mit einem durchgehenden Randwulst und drei bis vier Klebepunkten auf der Platte oder vollflächig. Mindestens 40 % der Plattenfläche müssen mit Kleber abgedeckt sein.

Neben der geklebten sind auch rein mechanische Befestigungen möglich (zum Beispiel auch mit Schienensystemen). Das erspart bei kritischen nichttragfähigen Untergründen eine aufwendige Untergrundvorbehandlung.

Eine Verdübelung ist bei Renovierungen prinzipiell für alle Wärmedämmverbundsysteme erforderlich. Auch beim Neubau ist eine Verdübelung in den meisten Fällen sinnvoll. Die Dübel müssen frost- und witterungsbeständig sein und genügend ins tragende Mauerwerk reichen. Als Alternative kommen in manchen Fällen auch Klebeanker infrage. Bei starkem Wind wirken enorme Kräfte auf die Wärmedämmfassade, deshalb sollte keinesfalls bei der Qualität der Dübel gespart werden. Bestehen Zweifel an der Haltbarkeit des Altputzes, ist es ratsam, diesen abzuschlagen.

Zur Endbeschichtung stehen kunstharz-, silikat-, silikonharz- und mineralisch-gebundene (Kalk-Zement-)Dünnschicht-Deckputze zur Verfügung. Silikatputz als Schlussbeschichtung bietet im Vergleich zu Kunstharzputz bessere Resistenz gegen Schmutz sowie Mikroorganismen und weist eine bessere Wasserdampfdiffusionsfähigkeit auf.

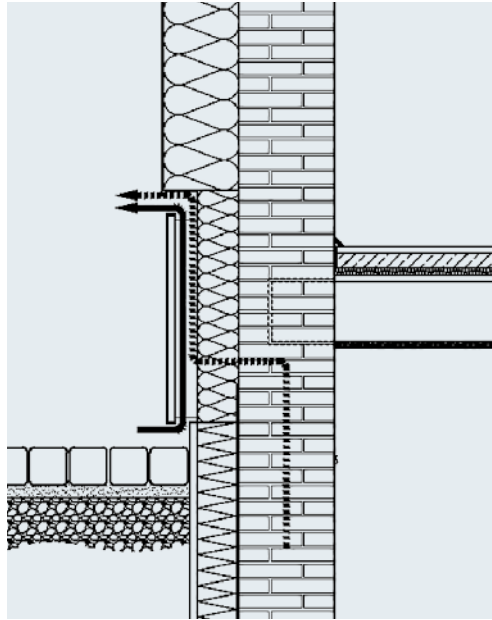
Vorgehängte Fassade

Vorgehängte Fassaden werden häufig mit und seltener ohne Hinterlüftung ausgeführt. Dämmstoff und Fassadenbekleidung werden an einer Holz- oder Metallkonstruktion angebracht, die auf dem Mauerwerk befestigt ist. Als Dämmstoff ist eine Vielzahl an Materialien denkbar: Fassadendämmplatten aus Mineralfaser, Schafwolle, Hanf, Flachs, Zellulosefaser oder expandierten Perliten. Der Dämmstoff wird außenseitig mit einer diffusionsfähigen Unterspannbahn vor Feuchtigkeit (bei hinterlüfteten Fassaden auch vor Wind) geschützt.

Die hinterlüftete Fassadenkonstruktion bietet die besten Voraussetzungen für die Abgabe von Feuchtigkeit, denn die Hinterlüftung führt Bau-, Mauer- und Wohnfeuchte über den

Belüftungsraum ab. Voraussetzung ist eine funktionsfähige Hinterlüftung. Verstopfte oder unzureichend durchgängige Hinterlüftungen können trotz richtigem Schichtaufbau zu Tauwasserbildung führen. In der Praxis wird diese Konstruktion meist im Sockelbereich ausgeführt, damit die aufsteigende Feuchte im Sockelbereich entweichen kann.

Abbildung 7:
Sockelentfeuchtung –
Hinterlüftete Fassade zum
Abtransport von
Feuchtigkeit; Quelle: IBO



Wärmedämmputze

Dämmputze sind eine Möglichkeit zur Verbesserung der Dämmwirkung des Mauerwerks. Die Dämmwirkung von Dämmputzen liegt mit λ -Werten von 0,07 bis 0,2 W/mK meist signifikant schlechter als bei Wärmedämmverbundsystemen. Bei herkömmlichen Wärmedämmputzsystemen sind nur wenige Zentimeter Auftragsdicke möglich. Sinnvolle Einsatzbereiche finden sich in historischen Gebäuden, die ohne horizontale Feuchtigkeitsabspernung (zum Beispiel über dem Fundament oder unter der Kellerdecke) gebaut sind. Die Problematik der aufsteigenden Feuchtigkeit im Verhältnis zum WDVS ist gemindert oder geringer. Wassertransportfähige, diffusionsoffene Wärmedämmputze werden auch bis zu einer Stärke von 15 Zentimetern zur Außendämmung von historischen Gebäuden angewandt. Diese Systeme sind dank ihrer chemischen und bauphysikalischen Eigenschaften auch als Innendämmungen verwendbar.

3.1.5 Praktische Ausführung der Innendämmung

Hat ein altes Gebäude eine sehr stark gegliederte Fassade, steht unter Denkmalschutz oder ist eine Außendämmung aus anderen Gründen ausgeschlossen, kommt für die thermische Sanierung nur eine Dämmung an der Innenseite infrage. Innendämmung eignet sich auch für Keller, die zu Wohnzwecken umgebaut werden, oder zur Modernisierung von Einzelwohnungen in mehrgeschoßigen Gebäuden, wenn keine Außendämmung geplant ist.

Die Wärmeverluste durch die Außenwände lassen sich dadurch um 50 bis 70 % reduzieren. Der U-Wert einer typischen Altbauwand von $1,5 \text{ W/m}^2\text{K}$ kann durch 5 cm Innendämmung auf $0,6 \text{ W/m}^2\text{K}$ gesenkt werden. Das bedeutet eine merkbare Verbesserung der Behaglichkeit, weil die Innenwandtemperatur um bis zu 4°C ansteigt. Achtung: Durch Innendämmung kühlen Außenwände stärker aus und Frost dringt tiefer in das Mauerwerk ein. Gefährdete Leitungsrohre müssen gut wärmegeklämt oder im Winter geleert werden, um Frostschäden und Tauwasserbildung zu vermeiden.

Bei der Planung und Ausführung einer Innendämmung ist besondere Sorgfalt geboten: Bei mangelhafter Ausführung und Materialwahl können Bauschäden durch das Eindringen der Raumluftfeuchte in die Außenwandkonstruktion und durch Kondensation an der kalten Seite der Dämmschicht (zwischen Dämmung und Außenwand) entstehen. Materialzerstörung, Schimmelpilzbildung und im Extremfall Frostabsprengung können die Folge sein. Eine Beratung und Berechnung durch Bauphysiker:innen ist daher dringend anzuraten.

Tipp:

Will man Wärmebrücken vermeiden, darf man bei Innendämmungen die Fenster- und Türailbungen nicht vergessen. Auch die Anschlüsse der Außenwände an Decken und Zwischenwände sollten ein Stück weit mitgedämmt werden (eventuell mit Dämmkeilen).

Dampfdiffusionsoffene Innendämmung ohne Dampfbremse

Durch die hohe kapillare Saugfähigkeit und den äußerst geringen Dampfdiffusionswiderstand können diffusionsoffene Dämmstoffe anfallendes Kondensat gut verteilen und vorübergehend speichern (Verwolkung). Bei abnehmender Luftfeuchtigkeit können sie die Feuchtigkeit rasch wieder abgeben. Darüber hinaus wirkt ihr hoher pH-Wert schimmelhemmend. Wichtig ist es daher, für eine ausreichende richtige Lüftung zu sorgen. Geeignete Dämmstoffe sind derzeit als Platten (Calciumsilikatplatten) oder als Dämmputz (expandierter Obsidian) erhältlich. Diffusionsoffene Innendämmkonstruktionen stellen unter bestimmten Voraussetzungen eine gute Möglichkeit dar, Räume thermisch zu sanieren und ihren Wohnkomfort zu steigern. Zugleich bieten sie sich auch für eine schrittweise Sanierung in Eigenleistung an.

Bewährt haben sich ebenso Korkplatten mit einem in Kunststoffgewebe gebetteten Gips-Kalk-Dünnputz. Dämmkork hat einen ähnlichen Dampfdiffusionswiderstand wie Ziegelmauerwerk.

Achtung: Innendämmung bedarf besonderer Materialien und Konstruktionen.

Unter bestimmten Voraussetzungen sind auch Innendämmkonstruktionen ohne Dampfbremsen zulässig: Die Außenwand muss aus Mauerwerk bestehen, der Dämmstoff verputzt und der Aufbau nach außen diffusionsoffen sein (das heißt offener Außenputz, hinterlüftete Fassade oder Sichtmauerwerk).

Innendämmung mit dampfdichtem Dämmmaterial

Ein anderer für Innendämmung geeigneter Dämmstoff ist Schaumglas, das praktisch dampfdicht ist. Die Verklebung der Platten kann jedoch zur Belastung der Raumluft mit organischen Verbindungen führen und ist deshalb nicht großflächig anzuraten.

Innendämmung mit Dampfbremse oder Dampfsperre

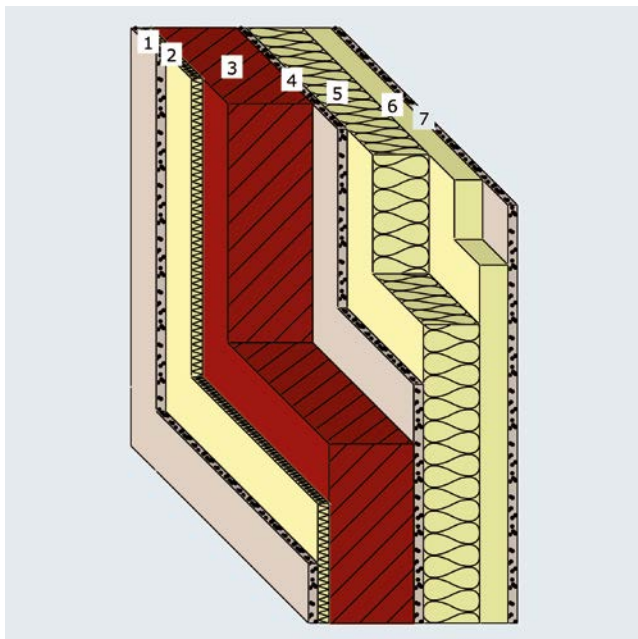
Konstruktionen, die bauphysikalische Probleme hervorrufen (zum Beispiel Systeme, bei denen Dämmstoffe an den Innenwänden direkt verklebt werden; mehrschichtige Aufbauten mit Dampfbremsen und Dampfsperren et cetera), sind nur unter ganz wenigen bestimmten Gegebenheiten zielführend. Eine Beratung durch Bauphysiker:innen ist dringend empfohlen und eine fachgerechte Ausführung unumgänglich, um Bauschäden zu vermeiden.

Hinweis:

Die folgenden Beispiele der Kapitel 3.1.6 bis 3.1.8 für die wärmetechnische Gebäudesanierung wurden mit Daten aus baubook.info zusammengestellt. Dabei gilt: d ... Dicke in Zentimeter (cm); λ ... Wärmeleitfähigkeit in Watt pro Meter und Kelvin (W/mK); U ... Wärmedurchgangskoeffizient (Wärmedämmwert) in Watt pro Quadratmeter und Kelvin (W/m²K); $\Delta OI3$... Ökoindex OI3 in Punkten pro Quadratmeter (Pkt/m²). Mehr dazu unter archiphysik.at.

3.1.6 Aufbauten bei Altbau

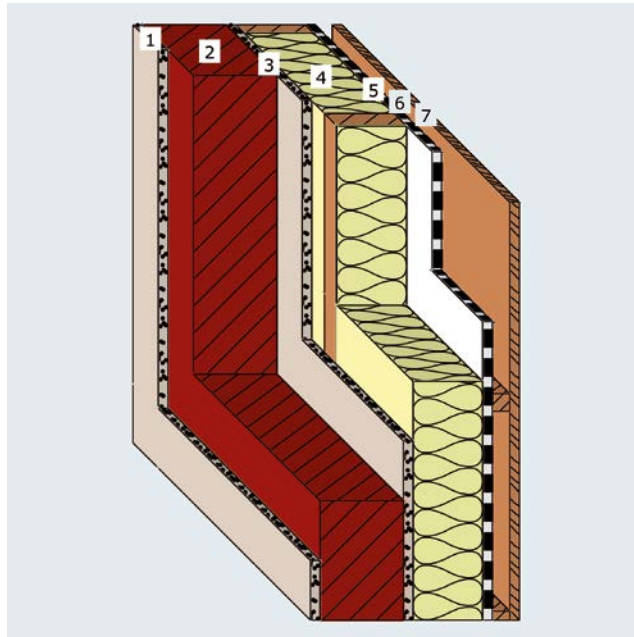
Betonhohlsteinmauer, saniert (Hanffaser-WDVS)



Quelle: IBO-baubook

	Schicht (von innen nach außen)	d (cm)	λ (W/mK)	U (W/m ² K)	ΔOI_3 (Pkt/m ²)
1	Kalkzementputz	1,50	0,910		3
2	Holzwohle-Leichtbauplatten magnesitgebunden	4,00	0,110		3
3	Betonhohlstein aus Normalbeton	30,00	1,000		22
4	Kalkzementputz	1,50	0,910		3
5	Hanffaserdämmplatten	20,00	0,045		8
6	Hanffaserdämmplatten	10,00	0,045		7
7	Silikatputz armiert	0,50	0,800		9
		67,50		0,133	55

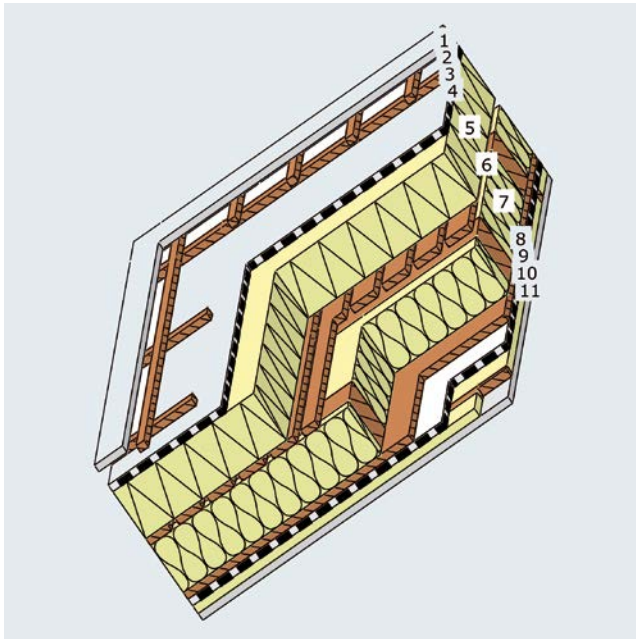
Ziegelmauerwerk, saniert und hinterlüftet (Hanffaser)



Quelle: IBO-baubook

	Schicht (von innen nach außen)	d (cm)	λ (W/mK)	U (W/m ² K)	$\Delta OI3$ (Pkt/m ²)
1	Zementinnenputz	2,00	1,000		6
2	Hohlziegelmauerwerk	24,00	0,340		69
3	Zementaußenputz (Bestand)	2,00	1,000		6
4	Schnittholz dazwischen Hanffaser	20,00	0,045 0,120		7 0
5	Windbremse diffusionsoffen	0,10	0,170		1
6	Schnittholz dazwischen Luft	5,00	0,313 0,120		0 0
7	Holzschalung gehobelt	2,50	0,160		-1
		55,60		0,196	87

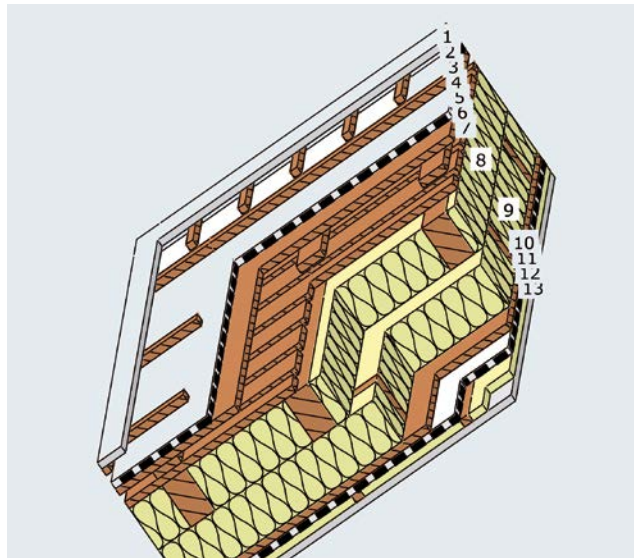
Außensaniertes Steildach mit Neueindeckung (Holzfaser und Schafwolle)



Quelle: IBO-baubook

	Schicht (von außen nach innen)	d (cm)	λ (W/mK)	U (W/m ² K)	ΔOI_3 (Pkt/m ²)
1	Dachziegel Ton	3,00	1,000		17
2	Schnittholz dazwischen Luft (Altbestand)	3,00	0,200 0,120		0 0
3	Schnittholz, dazwischen Luft	3,00	0,200 0,120		0 0
4	Unterdachbahn diffusionsoffen	0,02	0,500		1
5	Holzfaserdämmung	24,00	0,046		26
6	Schnittholz dazwischen Luft	3,00	0,176 0,120		0 0
7	Schnittholz, dazwischen Schafwolldämmung	24,00	0,040 0,120		8 -1
8	Holzschalung (Altbestand)	2,00	0,120		0
9	Polyethylen-(PE-)Dampfbremse	0,02	0,500		1
10	Schnittholz dazwischen Schafwolldämmung	4,00	0,040 0,120		2 0
11	Gipsbauplatte	1,25	0,250		2
		67,29		0,088	55

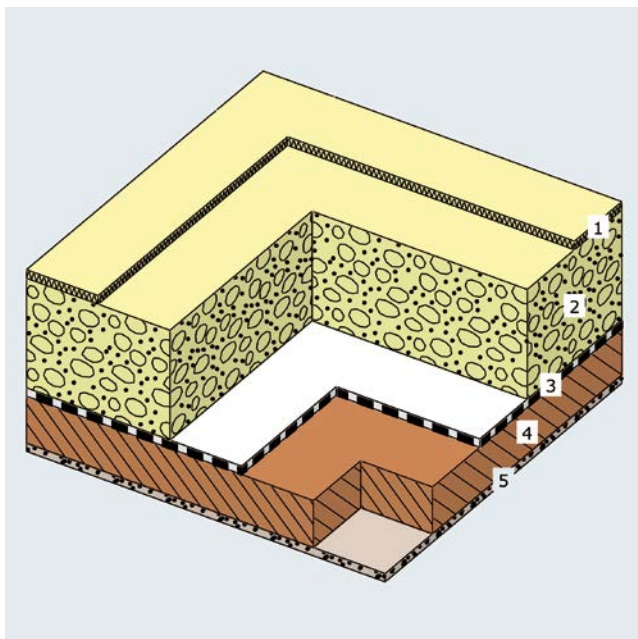
Innensaniertes Steildach mit bestehendem Unterdach und Deckung (Schafwolle)



Quelle: IBO-baubook

	Schicht (von außen nach innen)	d (cm)	λ (W/mK)	U (W/m ² K)	$\Delta OI3$ (Pkt/m ²)
1	Dachziegel Ton	3,00	1,000		17
2	Schnittholz dazwischen Luft (Altbestand)	3,00	0,200 0,120		0 0
3	Schnittholz dazwischen Luft	4,00	0,250 0,120		0 0
4	Unterdachbahn	0,10	0,230		2
5	Holzschalung (Altbestand)	2,00	0,120		0
6	Schnittholz dazwischen Luft (Altbestand)	4,00	0,250 0,120		0 0
7	Schnittholz dazwischen Luft (Altbestand)	2,00	0,120 0,120		0 0
8	Schnittholz dazwischen Schafwolldämmung	24,00	0,118 0,120		9 -1
9	Schnittholz dazwischen Schafwolldämmung	24,00	0,040 0,120		10 0
10	Holzschalung (Altbestand)	2,00	0,120		0
11	PE-Dampfbremse	0,02	0,170		0
12	Schnittholz dazwischen Schafwolldämmung	4,00	0,040 0,120		2 0
13	Gipsbauplatte	1,25	0,250		2
		73,37		0,085	40

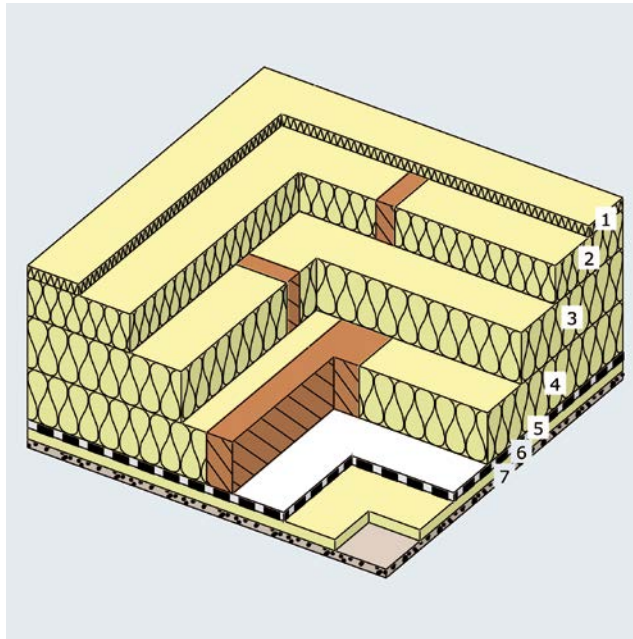
Oberste Geschoßdecke, saniert (Doppelbaumdecke mit Blähperlit-Schüttung)



Quelle: IBO-baubook

	Schicht (von oben nach unten)	d (cm)	λ (W/mK)	U (W/m ² K)	$\Delta OI3$ (Pkt/m ²)
1	Porenverschlussplatte	3,50	0,100		4
2	Blähperlit-Schüttung	47,00	0,060		18
3	PE-Dampfbremse	0,20	0,500		6
4	Doppelbaumdecke	20,00	0,120		-9
5	Kalkputz auf Schilfstruktur	2,00	0,670		5
		72,70		0,099	23

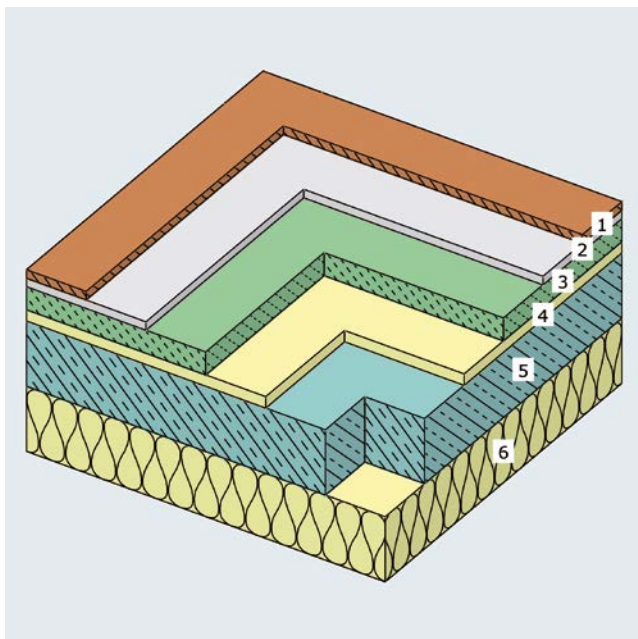
Oberste Geschoßdecke, saniert (Holzbalkendecke mit Zellulosefasern)



Quelle: IBO-baubook

	Schicht (von oben nach unten)	d (cm)	λ (W/mK)	U (W/m ² K)	$\Delta OI3$ (Pkt/m ²)
1	Porenverschlussplatte	3,50	0,100		4
2	Schnittholz dazwischen Zellulosefasern	12,00	0,038 0,120		0 0
3	Schnittholz dazwischen Zellulosefasern	16,00	0,038 0,120		1 0
4	Holzbalken (Bestand) dazwischen Zellulosefasern	16,00	0,038 0,120		0 -1
5	PE-Dampfbremse	0,10	0,500		3
6	Leichtbauplatte zementgebunden	3,50	0,110		3
7	Kalkzementputz	1,50	0,910		3
		52,60		0,095	13

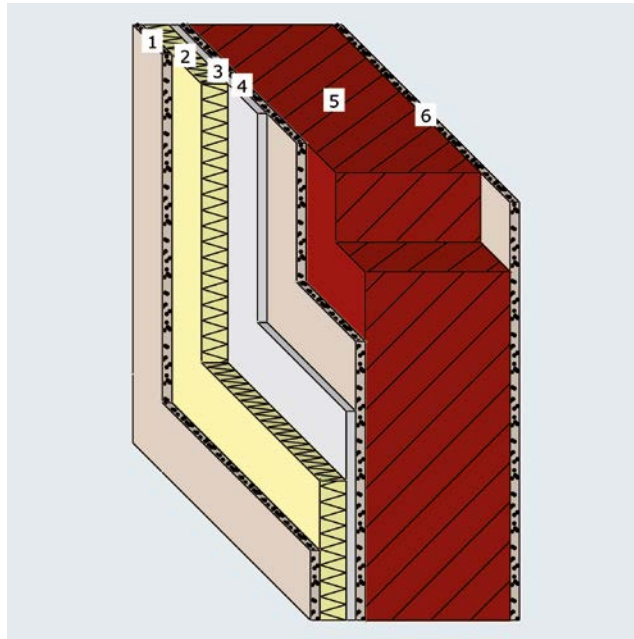
Kellerdecke, saniert (Stahlbeton mit Mineralwolle)



Quelle: IBO-baubook

	Schicht (von oben nach unten)	d (cm)	λ (W/mK)	U (W/m ² K)	$\Delta OI3$ (Pkt/m ²)
1	Parkett	2,00	0,160		8
2	Kunstharzkleber	0,02	0,900		4
3	Zementestrich	7,00	1,330		16
4	Trittschalldämmung	3,50	0,033		14
5	Stahlbeton	20,00	2,300		61
6	Mineralfaser-Kerndämmplatte (KDP)	20,00	0,032		27
		52,70		0,126	130

3.1.7 Aufbau bei Altbau-Innendämmung Vollziegelmauerwerk, saniert mit Innendämmung



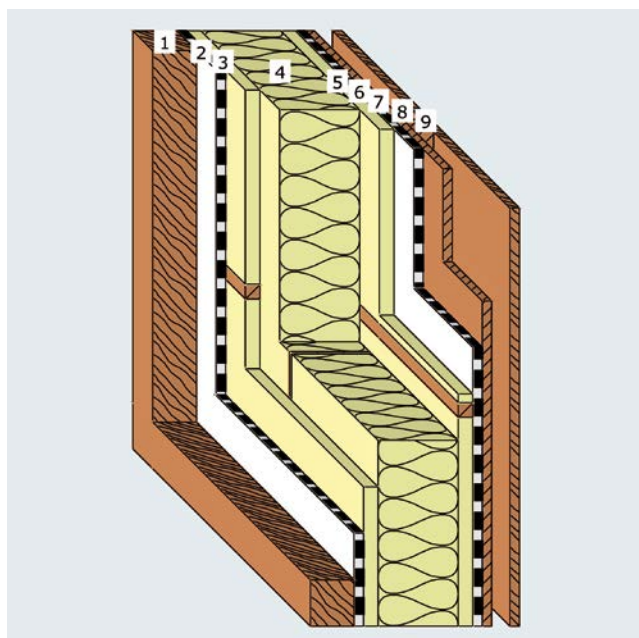
Quelle: IBO-baubook

	Schicht (von innen nach außen)	d (cm)	λ (W/mK)	U (W/m ² K)	$\Delta OI3$ (Pkt/m ²)
1	Innenputz mineralisch (armiert)	1,00	0,800		9
2	Mineraleämmplatte	8,00	0,046		8
3	Mineralischer Kleber	1,00	1,000		6
4	Kalkputz (Bestand)	2,00	0,470		3
5	Vollziegelmauerwerk (Bestand)	44,00	0,870		199
6	Kalkzementputz (Bestand)	2,00	0,910		6
		58,00		0,400	225

3.1.8 Aufbauten bei Neubau

Die folgenden Beispiele für Wärmedämmung wurden mit Daten aus baubook.info zusammengestellt.

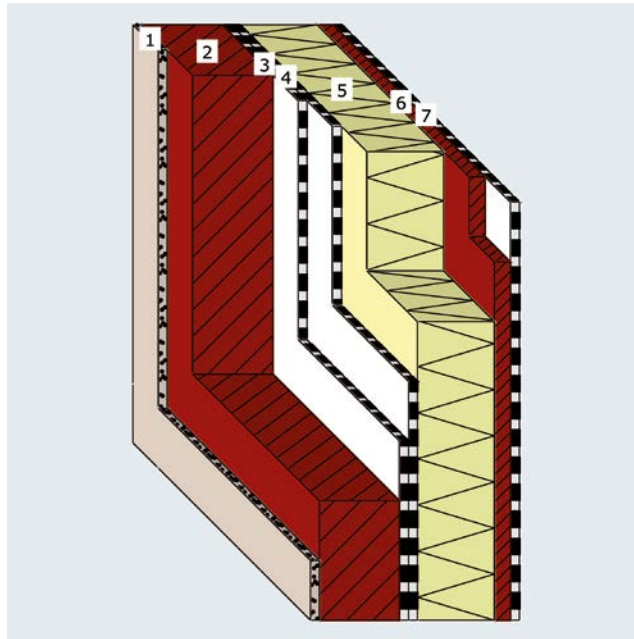
Brettsper Holz-Außenwand, hinterlüftet



Quelle: IBO-baubook

	Schicht (von innen nach außen)	d (cm)	λ (W/mK)	U (W/m ² K)	ΔOI_3 (Pkt/m ²)
1	Brettsper Holz verdübelt	12,00	0,120		3
2	PE-Dampfbremse	0,02	0,500		1
3	Schnittholz dazwischen Zellulosedämmung	4,00	0,041 0,120		1 0
4	Oriented-Strand-Board-(OSB-)Platten dazwischen Zellulosedämmung	22,00	0,041 0,120		7 1
5	Schnittholz dazwischen Zellulosedämmung	4,00	0,041 0,120		1 0
6	PE-Folie diffusionsoffen	0,01	0,500		0
7	Holzschalung	2,40	0,120		0
8	Schnittholz dazwischen Luft	5,00	0,278 0,120		0 0
9	Holzschalung gehobelt	2,50	0,130		1
		51,93		0,113	14

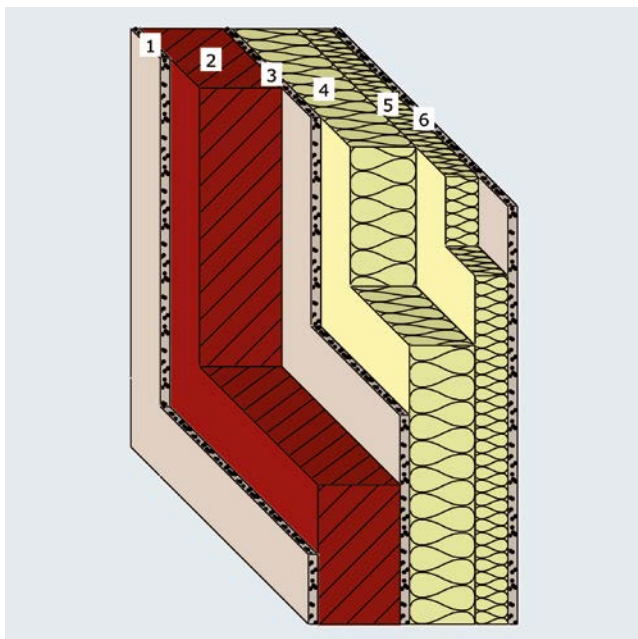
Erdberührte Beton-Schalstein-Außenwand



Quelle: IBO-baubook

	Schicht (von innen nach außen)	d (cm)	λ (W/mK)	U (W/m ² K)	$\Delta OI3$ (Pkt/m ²)
1	Lehmputz	1,50	0,810		1
2	Betonhohlsteine aus Normalbeton	25,00	1,000		18
3	Polymerbitumen-Dichtungsbahn	0,78	0,230		19
4	Bitumenanstrich	0,24	0,230		7
5	Polystyrol (XPS)	24,00	0,042		45
6	Beton-Drainsteine	5,00	1,000		4
7	Polypropylen-(PP-)Vlies	0,02	0,220		0
		56,54		0,161	94

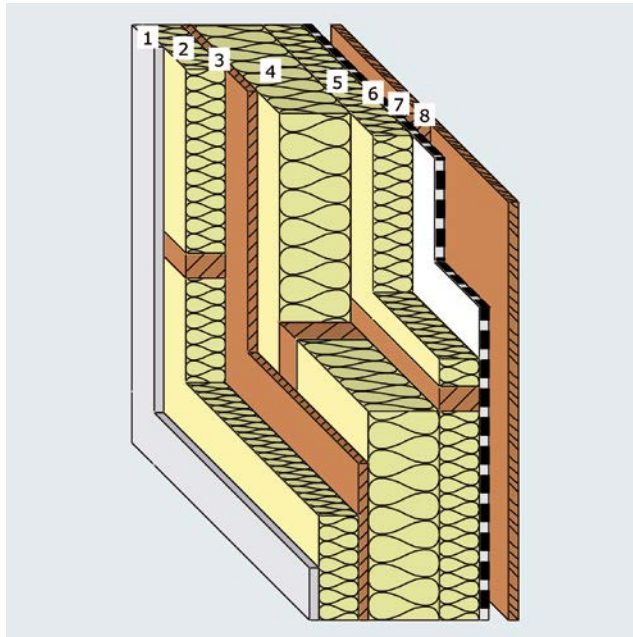
Hochlochziegel-Außenwand, WDVS aus Hanffaserdämmstoff



Quelle: IBO-baubook

	Schicht (von innen nach außen)	d (cm)	λ (W/mK)	U (W/m ² K)	$\Delta OI3$ (Pkt/m ²)
1	Lehmputz	1,50	0,810		1
2	Hochlochziegel porosiert	25,00	0,260		57
3	WDVS-Kleber	0,50	0,910		1
4	Hanffaserdämmplatte	20,00	0,045		14
5	Hanffaserdämmplatte	10,00	0,045		7
6	Silikatputz armiert	0,50	0,800		4
		57,50		0,128	84

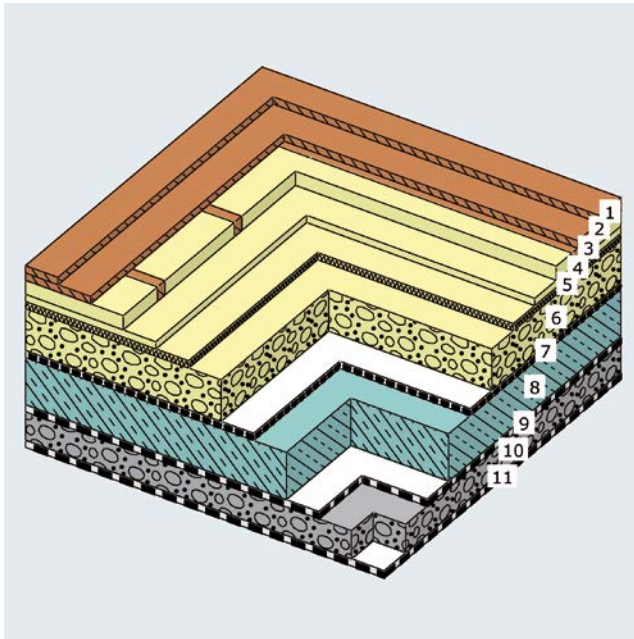
Holzständer-Außenwand, hinterlüftet



Quelle: IBO-baubook

	Schicht (von innen nach außen)	d (cm)	λ (W/mK)	U (W/m ² K)	$\Delta OI3$ (Pkt/m ²)
1	Gipsfaserplatte	1,25	0,400		6
2	Schnittholz dazwischen Schafwolldämmung	10,00	0,040 0,120		4 0
3	OSB-Platte	1,80	0,130		4
4	Schnittholz dazwischen Hanfdämmung	18,00	0,045 0,120		6 -1
5	Schnittholz dazwischen Hanfdämmung	10,00	0,045 0,120		4 0
6	PE-Windbremse, diffusionsoffen	0,02	0,510		0
7	Schnittholz dazwischen Luft	5,00	0,278 0,120		0 0
8	Holzschalung gehobelt	2,50	0,120		1
		48,57		0,121	24

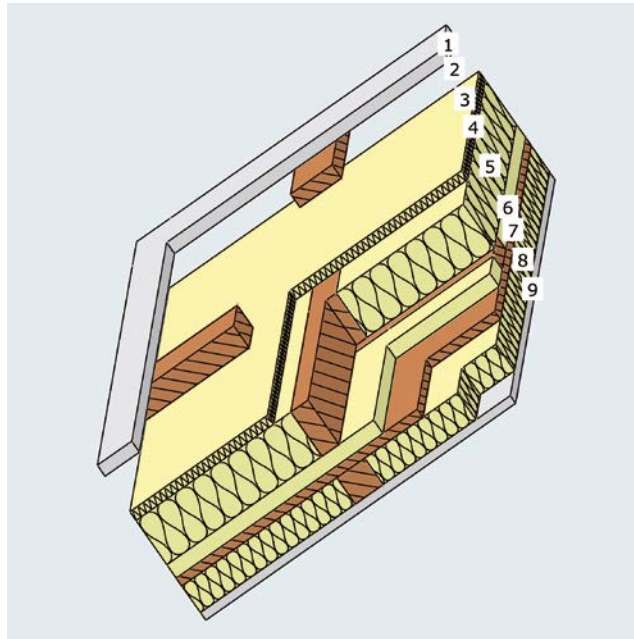
Plattenfundament, oberseitig gedämmt, Holzfußboden auf Staffel



Quelle: IBO-baubook

	Schicht (von oben nach unten)	d (cm)	λ (W/mK)	U (W/m ² K)	$\Delta OI3$ (Pkt/m ²)
1	Massivparkett	1,00	0,160		4
2	Unterboden Holz	2,40	0,120		0
3	Schnittholz dazwischen Schafwolldämmung	7,50	0,040 0,120		3 0
4	Trittschalldämmung	1,50	0,035		5
5	Holzfaser WF-T	2,00	0,046		2
6	Schüttdämmstoff aus expandiertem Perlit	22,00	0,060		8
7	Aluminium-Bitumendichtungsbahn	0,39	0,230		13
8	Normalbeton mit Bewehrung 1%	25,00	2,300		76
9	Baupapier	0,03	0,170		0
10	Kiesschüttung	15,00	0,700		3
11	PP-Vlies	0,02	0,220		0
		76,84		0,144	114

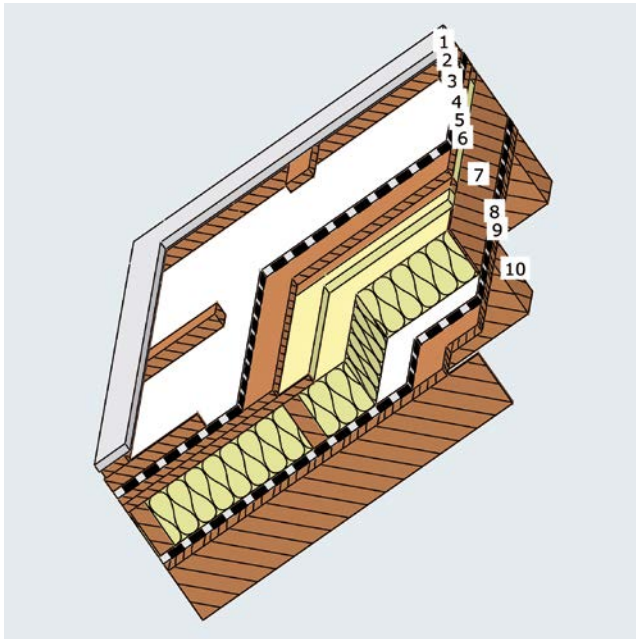
Holzsparren-Steildach



Quelle: IBO-baubook

	Schicht (von außen nach innen)	d (cm)	λ (W/mK)	U (W/m ² K)	$\Delta OI3$ (Pkt/m ²)
1	Dachziegel Ton	2,50	1,000		14
2	Schnittholz dazwischen Luft	3,00	0,200 0,120		0 0
3	Schnittholz dazwischen Luft	5,00	0,313 0,120		0 0
4	Holzfasерplatte, porös, bituminiert	2,00	0,057		5
5	Schnittholz dazwischen Hanffaser	10,00	0,045 0,120		4 0
6	Schnittholz dazwischen Hanffaser	3,00	0,045 0,120		1 0
7	OSB-Platte	1,80	0,130		4
8	Schnittholz dazwischen Schafwolldämmung	6,00	0,040 0,120		2 0
9	Gipsfasерplatte	1,25	0,400		6
		34,55		0,203	36

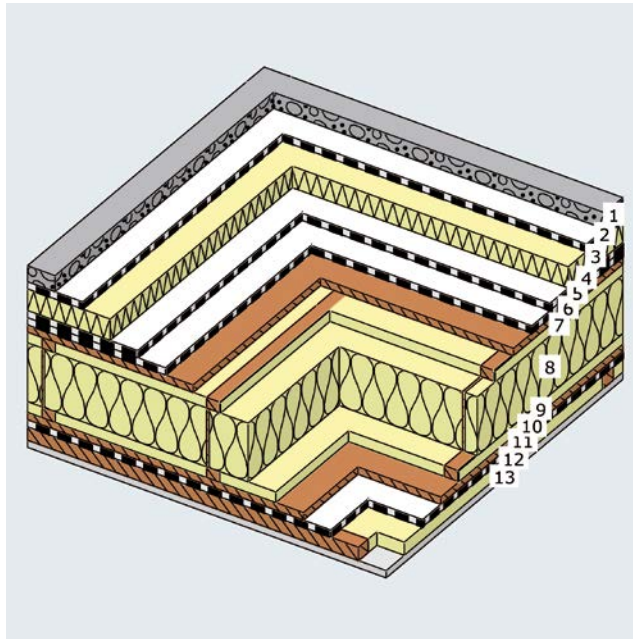
Holzsparren-Steidach mit Aufsparrendämmung



Quelle: IBO-baubook

	Schicht (von außen nach innen)	d (cm)	λ (W/mK)	U (W/m ² K)	$\Delta OI3$ (Pkt/m ²)
1	Dachziegel Ton	2,50	1,000		14
2	Schnittholz dazwischen Luft	3,00	0,200 0,120		0 0
3	Schnittholz dazwischen Luft	5,00	0,313 0,120		0 0
4	Dachauflegebahn diffusionsoffen	0,10	0,500		5
5	Holzschalung	2,40	0,120		0
6	Schnittholz dazwischen Hanffaser	3,00	0,045 0,120		1 0
7	Schnittholz dazwischen Hanffaser	18,00	0,450 0,120		7 0
8	PE-Dampfbremse	0,02	0,500		1
9	Holzschalung gehobelt	2,50	0,120		1
10	Schnittholz dazwischen Luft	20,00	1,563 0,120		0 -1
		56,62		0,186	26

Doppel-T-Träger-Flachdach



Quelle: IBO-baubook

	Schicht (von außen nach innen)	d (cm)	λ (W/mK)	U (W/m ² K)	$\Delta OI3$ (Pkt/m ²)
1	Kiesschüttung	6,00	0,700		1
2	PP-Vlies	0,10	0,220		1
3	Polystyrol (XPS)	8,00	0,038		15
4	PE-Abdichtung	0,20	0,500		7
5	PP-Vlies	0,20	0,220		3
6	OSB-Platte	1,80	0,130		4
7	OSB dazwischen Zellulosedämmung	4,00	0,041 0,130		1 1
8	Furniersperrholz dazwischen Zellulosedämmung	22,00	0,041 0,140		5 1
9	OSB dazwischen Schafwolldämmung	4,00	0,041 0,130		1 1
10	OSB-Platte	1,80	0,130		4
11	PE-Dampfbremse	0,02	0,500		1
12	Schnittholz dazwischen Schafwolldämmung	5,00	0,040 0,120		2 1
13	Gipsfaserplatte	1,25	0,400		6
		54,37		0,093	54

3.2 Projektdokumentation

Die Datenbank klimaaktiv-gebaut.at ist eine umfangreiche Sammlung von Vorzeigeprojekten Österreichs und umfasst derzeit über 980 Wohngebäude sowie 280 Dienstleistungsgebäude. Im Folgenden finden Sie einige Umsetzungsbeispiele für verschiedene Gebäudekategorien, die Ihnen bei Ihrem eigenen Projekt sowohl bei der Sanierung als auch im Neubau als Orientierung dienen können.

3.2.1 Umsetzungsbeispiele Wohngebäude

Einfamilienhaus „Haus am Gießen“, Tirol | Zellulosedämmung

Das „Haus am Gießen“ ist ein Einfamilienhaus aus den 50er-Jahren, welches im Rahmen der Sanierung um einen Zubau in Holzriegelbauweise erweitert und in zwei Wohneinheiten getrennt wurde. Im Rahmen der Sanierung wurde großer Wert auf beste Dämmung, ökologische Materialien, emissionsarme Baustoffe und hocheffiziente Haustechnik inklusive Energiemonitoring gelegt.

Tabelle 32: Einfamilienhaus „Haus am Gießen“ in Tirol, Gebäudedaten

Quelle: klimaaktiv-gebaut.at

Standort	Tirol
Funktion	Ein-/Zweifamilienhaus
Bautyp	Sanierung
Fertigstellung	2020
Bauträger	Privat
Architekt:innen	Architektin DI Christina Krimbacher
Anzahl der Geschoße/Wohneinheiten	3 Geschoße/2 Nutzungseinheiten
Konditionierte Bruttogrundfläche (BGF)	262 m ²
Heizsystem Raumheizung	Wärmepumpe
Heizwärmebedarf (HWB) pro Quadratmeter BGF und Jahr	34,1 kWh/m ² BGFa
Nachwachsender Dämmstoff	Zellulose

Abbildung 8:
Einfamilienhaus „Haus am
Gießen“ in Tirol, Außen-
ansicht;
Bild: Markus Regensburger,
Zweiraum





Abbildung 9:
Einfamilienhaus „Haus am Gießen“ in Tirol, Innenansicht;
Bild: Markus Regensburger, Zweiraum GmbH

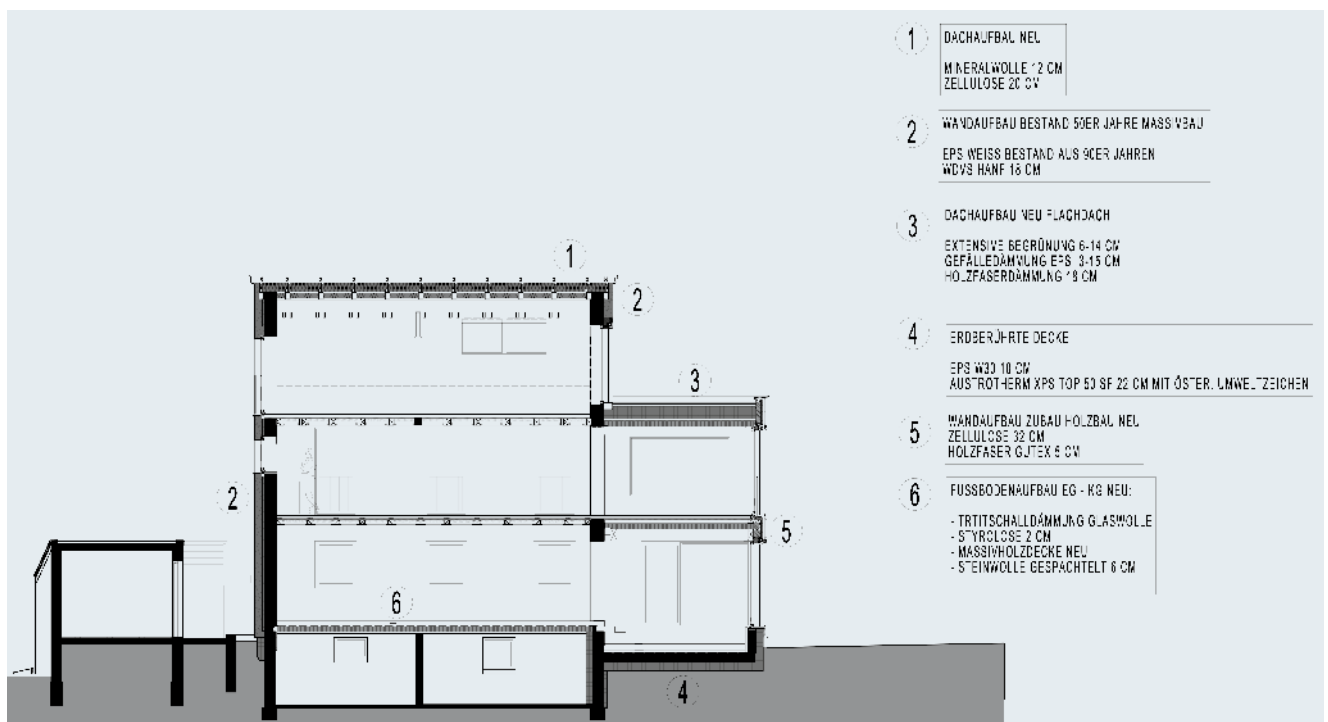


Abbildung 10:
Einfamilienhaus „Haus am Gießen“ in Tirol,
Aufbaudetails;
Quelle: Christina Krimbacher

Weitere Informationen zum Objekt finden Sie unter: klimaaktiv-gebaut.at.

Wohnanlage Friedrich-Inhauser-Straße, Salzburg | Zellulosedämmung

Die Friedrich-Inhauser-Straße in Salzburg zeigt eine Wohnanlage mit Zellulosedämmung. Die Sanierung der Wohnanlage aus den 1980ern macht deutlich, dass der Ausstieg aus Fossilen mit leistbarem Wohnen vereinbar ist. Die Gebäude der dafür verantwortlichen Wohnbaugesellschaft Heimat Österreich erreichen den klimaaktiv Gold Standard, die gesamte Siedlung den klimaaktiv Silber Standard. Ziel des Sanierungskonzepts war es, den Kohlendioxidausstoß der Wohnanlage auf ein Minimum zu reduzieren. Statt mit Gas werden die Wohnungen nach der Sanierung zu 100 % aus erneuerbaren Energieträgern versorgt. Dabei kommen Photovoltaik, Wärmerückgewinnung aus Abwasser und Raumluft sowie eine Pelletheizung mit Pufferspeicher zum Einsatz. Durch Aufstockung wurden aus den ehemals 75 Wohnungen nun 99 Wohneinheiten. Es wurden dabei überwiegend nachwachsende Rohstoffe als Baustoffe verwendet und der Energieverbrauch der Gebäude konnte durch ein Fassadendämmsystem aus Zellulose zugleich erheblich reduziert werden. Neben einer thermischen Sanierung mit innovativer Wärmeversorgung wurde auch das Mobilitätskonzept grundlegend modernisiert.

Tabelle 33: Wohnanlage Friedrich-Inhauser-Straße in Salzburg, Gebäudedaten

Quelle: klimaaktiv-gebaut.at

Standort	Salzburg
Funktion	Wohnungsanlage/Mehrfamilienhaus
Bautyp	Sanierung
Fertigstellung	2021
Bauträger	Heimat Österreich gemeinnützige Wohnungs- und Siedlungsgesellschaft m. b. H.
Architekt:innen	Architekt DI Ing. Christoph Scheithauer
Anzahl der Geschoße/Wohneinheiten	4 Geschoße/12 Nutzungseinheiten
Konditionierte Bruttogrundfläche (BGF)	1246 m ²
Heizsystem Raumheizung	Fern- und Nahwärme erneuerbar, Wärmepumpe
Heizwärmebedarf (HWB) pro Quadratmeter BGF und Jahr	28,6 kWh/m ² BGFa
Nachwachsender Dämmstoff	Zellulose

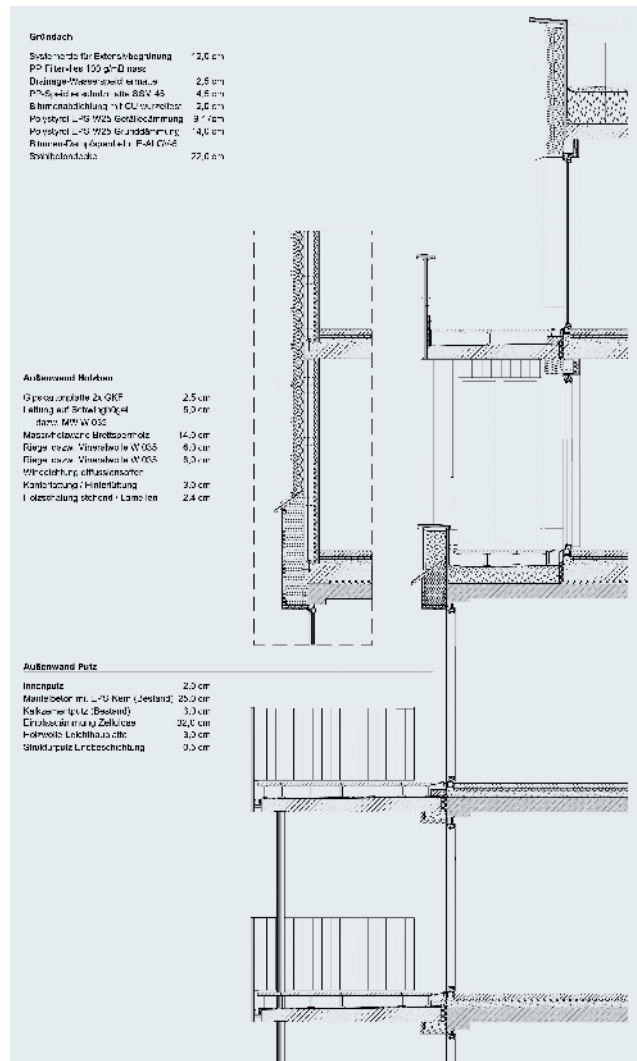


Abbildung 11: Wohnanlage Friedrich-Inhauer-Straße in Salzburg, Aufbaudetails; Quelle: cs-architektur, Christoph Scheithauer und Stijn Nagels



Abbildung 12: Wohnanlage Friedrich-Inhauer-Straße in Salzburg, Außenansicht vorne; Bild: Atelier Wortmeyer



Abbildung 13: Wohnanlage Friedrich-Inhauer-Straße in Salzburg, Außenansicht seitlich; Bild: Atelier Wortmeyer

Weitere Informationen zum Objekt finden Sie unter: klimaaktiv-gebaut.at.

3.2.2 Umsetzungsbeispiele Nichtwohngebäude

Veranstaltungszentrum Maria Laach, Niederösterreich | Strohdämmung

Vom schlichten Pfarrstadel zum modernen Veranstaltungszentrum – der Stadel der Pfarre Maria Laach am Jauerling wurde durch Zu- und Umbau zu einem vielfältig nutzbaren Veranstaltungszentrum mit den thermischen Qualitäten eines Passivhauses umgewandelt und erreichte den klimaaktiv Gold Standard. Als ökologischer Holzbau wurde die Sanierung mit besonderem Schwerpunkt auf Regionalität und Einbindung der Nutzer:innen realisiert. So wurde das gesamte für den Umbau notwendige Holz in den kircheneigenen Wäldern im Umkreis von sechs Kilometern beschafft und in der lokalen Säge direkt im Ort verarbeitet und getrocknet. Auch das für die Wärmedämmung eingesetzte Stroh stammt aus der Region. Die ehrenamtliche Mithilfe der Bevölkerung hat maßgeblich zum Gelingen des Projekts beigetragen, welches Denkmalschutz und moderne Architektur in ausgezeichneter Weise vereint. Die Heizung und Warmwasserbereitung erfolgen durch das Fernwärmeheizwerk, welches von der lokalen Hackschnitzelgemeinschaft versorgt wird. Zudem unterstützt die pfarreigene PV-Anlage bereits seit 1992 die Energieversorgung zusätzlich.

Tabelle 34: Veranstaltungszentrum Maria Laach in Niederösterreich, Gebäudedaten
Quelle: klimaaktiv-gebaut.at

Standort	Niederösterreich
Funktion	Dienstleistungsgebäude
Bautyp	Sanierung
Fertigstellung	2021
Bauträger	Pfarrkirche, Pfarrgemeinderat und Pfarrgemeinde Maria Laach am Jauerling
Architekt:innen	AH3 Architekten ZT GmbH
Anzahl der Geschoße/Wohneinheiten	2 Geschoße
Konditionierte Bruttogrundfläche (BGF)	411,62 m ²
Heizsystem Raumheizung	Fern- und Nahwärme erneuerbar
Heizwärmebedarf (HWB) pro Quadratmeter BGF und Jahr	38,4 kWh/m ² BGFa
Nachwachsender Dämmstoff	Strohdämmung



Abbildung 14: Veranstaltungszentrum Maria Laach am Jauerling in Niederösterreich, Außenansicht;
Bild: AH3 Architekten ZT GmbH



Abbildung 15: Veranstaltungszentrum Maria Laach am Jauerling in Niederösterreich, Innenansicht;
Bild: AH3 Architekten ZT GmbH

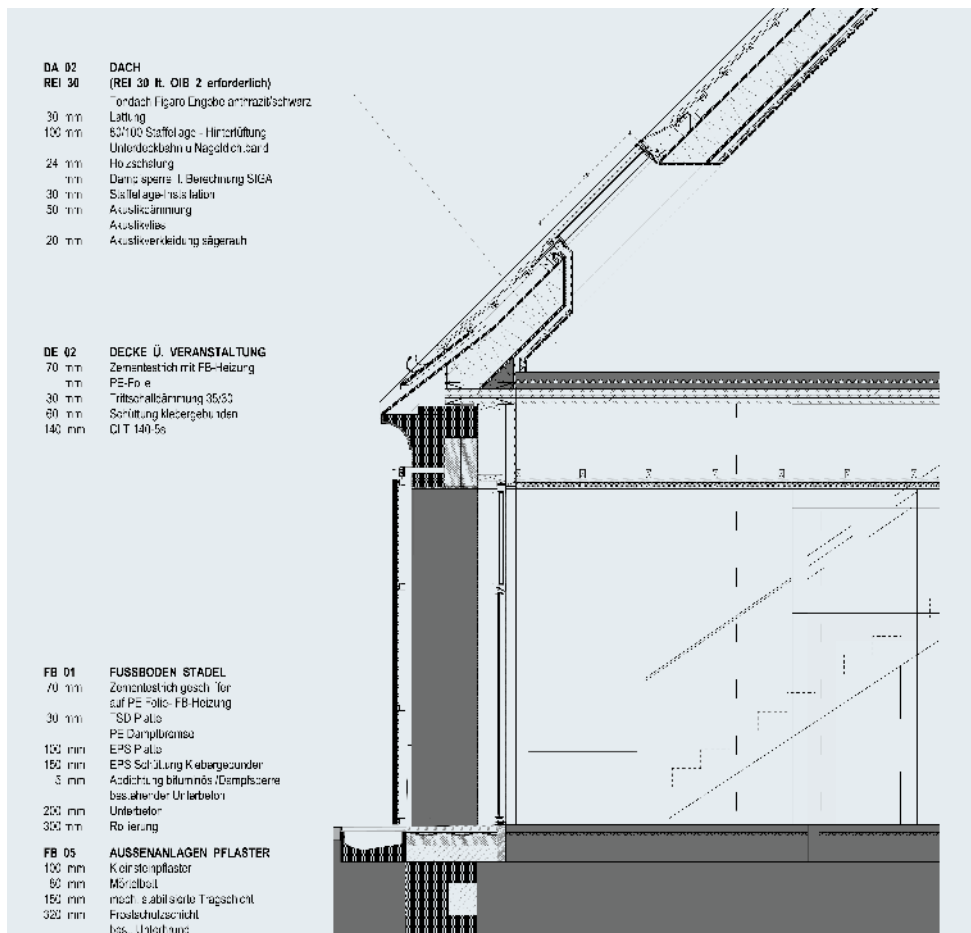


Abbildung 16:
Veranstaltungszentrum
Maria Laach am Jauerling
in Niederösterreich,
Aufbaudetails;
Quelle: AH3 Architekten ZT
GmbH

Weitere Informationen zum Objekt finden Sie unter: klimaaktiv-gebaut.at.

„Haus des Lernens“, St. Pölten, Niederösterreich | Strohdämmung

Das „Haus des Lernens“ der Gemeinnützigen Sanierungs- und Beschäftigungs GmbH GESA bietet Arbeits-, Beratungs- und Schulungsräume für arbeitsmarktferne Personen, die bei der Reintegration in den Arbeitsmarkt unterstützt werden. Reduzierter Energieverbrauch, bauökologische und -biologische Materialaspekte sowie die flexible Nutzbarkeit zeichnen das Gebäude aus. Es erreicht mit 1000 Punkten klimaaktiv GOLD Standard.

Den Entscheidungsträgern der GESA war es wichtig, mit diesem Projekt die konsequente sozial nachhaltige Arbeit des Vereins in einem Gebäude fortzusetzen und in gleichem Maße ökologische Nachhaltigkeit zu erreichen. Oberste Zielsetzung des Projekts war es, den ökologischen Rucksack so gering wie möglich zu halten. Um den Einsatz regenerativer Baustoffe zu maximieren, wurde Holz als primärer Konstruktionsbaustoff eingesetzt. Im Inneren bilden Brettsperrholzelemente den steifen Kern des Gebäudes. Der Lehmputz an den Außen- und Innenwänden komplettiert das Erscheinungsbild der Büroräume und sorgt für ein positives Raumklima. Insgesamt wurden 55 % der Rohstoffe aus regenerierbaren Materialien und 38 % aus wiederverwendbaren oder rezyklierbaren Materialien verwendet.

Tabelle 35: „Haus des Lernens“, St. Pölten, Niederösterreich, Gebäudedaten

Quelle: klimaaktiv-gebaut.at

Standort	Niederösterreich
Funktion	Dienstleistungsgebäude
Bautyp	Sanierung
Fertigstellung	2018
Bauträger	GESA Gemeinnützige Sanierungs- und Beschäftigungs GmbH
Architekt:innen	MAGK aichholzer/klein ZT OG
Anzahl der Geschoße/Wohneinheiten	3 Geschoße
Konditionierte Bruttogrundfläche (BGF)	1.485,26 m ²
Heizsystem Raumheizung	Wärmepumpe
Heizwärmebedarf (HWB) pro Quadratmeter BGF und Jahr	11,5 kWh/m ² BGFa gemäß Passivhaus-Projektierungspaket PHPP
Nachwachsender Dämmstoff	Strohdämmung

Tipp:

In der klimaaktiv Broschüre „Moderner Holzbau“ finden Sie weitere aktuelle Beispiele, wie speziell mit Holz als Baustoff innovative Projekte und moderne Gebäude umgesetzt werden können.

3.3 Ökologischer Vergleich von Dämmstoffen

Im folgenden Kapitel werden verschiedene Dämmstoffe in unterschiedlichen Wand- und Dachaufbauten variiert und die Gesamtkonstruktion ökologisch bewertet. Dies ermöglicht einerseits eine Abschätzung des tatsächlichen Einflusses der Dämmstoffwahl auf die Umweltwirkungen einer Wand- oder Deckenkonstruktion, andererseits werden dadurch auch die Umweltwirkungen der Dämmstoffe selbst nachvollziehbar. Generell erfolgt die Bewertung nach den aktuellen Regeln der Ökobilanzierung, wie im Kapitel „Methodik“ näher ausgeführt, beschränkt sich aber auch auf diese. Damit ist gemeint, dass aktuelle Regelwerke natürlich nicht alle Umweltwirkungen abdecken können, sich öffentliche Baustoffvergleiche aber an international anerkannten und gefestigten Regeln orientieren müssen. So wird derzeit vor allem an der methodischen Beurteilung der Nachnutzungsphase („End of Life“-Phase hinsichtlich einer echten Kreislaufwirtschaft) im Rahmen der europäischen Normung intensiv gearbeitet.

3.3.1 Methodik

Die Ökobilanz der Bauteile basiert auf dem aktuellen Stand der Normen EN ISO 14024²⁷ und EN ISO 14044²⁸, die grundlegende Vorgaben für Ökobilanzen festlegen, sowie auf der EN 15804+A2²⁹, die konkret die Berechnungsmethoden für die Lebenszyklusanalyse von Bauprodukten vorschreibt. Auf der Ebene der Bauprodukte werden die Normen EN 16485³⁰, EN 16449³¹ und EN 16757³² berücksichtigt. Zur Durchführung des Vergleichs wurde ein funktionales Äquivalent definiert.

Funktionelle Gleichwertigkeit als Grundlage für den Bauteilvergleich

Gemäß EN 15978³³ beschreibt das funktionale Äquivalent die quantifizierten funktionellen Anforderungen und/oder technischen Anforderungen an ein Gebäude oder ein zusammengesetztes Bauteil, die als Grundlage für Vergleiche dienen. Bei diesem Ökobilanz

27 EN ISO 14024:2018 Umweltkennzeichnungen und -deklarationen – Umweltkennzeichnung Typ I – Grundsätze und Verfahren. International Standardisation Organisation, Genf

28 EN ISO 14044:2018 Umweltmanagement – Ökobilanz – Anforderungen und Anleitungen. International Standardisation Organisation, Genf

29 EN 15804:2019+A2 Sustainability of construction works – Environmental product declarations – Core rules for the product category of construction products. Comité Européen de Normalisation, Brüssel

30 EN 16485:2014 Round and sawn timber – Environmental product declarations – Product category rules for wood and wood-based products for use in construction. Comité Européen de Normalisation, Brüssel

31 EN 16449:2014 Wood and wood-based products – Calculation of the biogenic carbon content of wood and conversion to carbon dioxide. Comité Européen de Normalisation, Brüssel

32 EN 16757:2017 Sustainability of construction works – Environmental product declarations – Product category rules for concrete and concrete elements. Comité Européen de Normalisation, Brüssel

33 EN 15978:2021 Sustainability of construction works – Assessment of environmental performance of buildings – Calculation method. Comité Européen de Normalisation, Brüssel

vergleich bezieht sich das funktionale Äquivalent auf 1 m² Bauteil mit vergleichbarem Wärmedurchgangskoeffizienten (U-Wert) in W/m²K.

Das hat zur Folge, dass der Einsatz von Dämmstoffen mit geringerer Wärmeleitfähigkeit in Summe zu dickeren Aufbauten führt, wobei dies natürlich auch die flankierenden Baustoffe des Dämmmaterials betrifft (zum Beispiel die Holzständer bei der Holzständerbauweise), die dann entsprechend in ihrer Dicke angepasst werden müssen. Dabei wird darauf hingewiesen, dass die Dämmstoffdicken in Zentimeterschritten geändert werden, was zu nicht exakt identen U-Werten führt.

Grundlegende Setzungen für die ökologischen Vergleichsberechnungen

Dem ökobilanziellen Vergleich werden drei Außenwände und zwei Dächer unterzogen, bei denen jeweils drei Dämmstoffvarianten einander gegenübergestellt werden. Die gerechneten Bauteil- und Dämmstoffvarianten sind:

- Brettsperrholz-Außenwand, hinterlüftet, mit Mineral- oder Zellulosefaser oder Stroh
- Hochlochziegel-Außenwand mit Wärmedämmverbundsystem (WDVS) mit Polystyrol (EPS-F), Mineral- oder Hanffaser
- Holzständer-Außenwand, hinterlüftet, mit Hanf-, Mineral- oder Holzfaser
- Doppel-T-Träger im Flachdach mit Mineral-, Zellulose- oder Holzfaser
- Holzsparren im Steildach mit Mineral-, Hanf- oder Holzfaser

Systemgrenzen

Berechnet werden die Lebenszyklusphasen A1–A3 (Herstellungsphase), C (Entsorgung, inklusive Abriss, Abfallbehandlung und Deponierung) sowie D (Gutschriften und Lasten außerhalb des Produktsystems), die verpflichtend zu ermitteln sind. Optionale Lebensphasen wie A4–A5 (Transport zur Baustelle und Errichtung), B (Nutzungsphase mit Wartung, Austausch et cetera) werden nicht berücksichtigt. Die Nutzungsphase (B) wurde generell mit 50 Jahren festgelegt.

Verwendete Datenbanken

Als Quelle für die erforderlichen ökologischen Produktdaten der Baustoffe wurde baubook.info herangezogen, eine österreichische Datenbank mit Produktdaten basierend auf verifizierten Herstellerangaben. Ergänzende Prozesse (zum Beispiel aktueller österreichischer Strom-Mix) werden der Datenbank ecoinvent v3.8³⁴ entnommen, einer weltweit genutzten Schweizer Datenbank mit generischen Daten für Produkte, Prozesse et cetera. Die ökologischen Berechnungen erfolgen weitgehend mit dem Berechnungsprogramm Eco2Soft, welches auf die Datenbank baubook.info zurückgreift, welche wiederum aktuell auf Materialdaten beruht, die mit ecoinvent v2.2 erstellt wurden.

34 Ecoinvent database v2.2 and v3.8, Zürich 2017

Lebenszyklusende (C) – End of Life (EoL)

Für das Lebensende des Gebäudes (Phase C) und der Materialien werden Defaultdaten gemäß Eco2Soft angesetzt, die den üblichen Verwertungs- und Entsorgungswegen entsprechen. Die herkömmlichen Szenarien sind für Holz die thermische Verwertung mit Energierückgewinnung, für Stahlbeton und Ziegel das Recycling zu minderwertigeren Schüttungen, für Gipsbauplatten die Deponierung und für Dämmstoffe – je nach organischem oder anorganischem Ursprung – die thermische Verwertung oder die Deponierung. Mitberücksichtigt werden dabei Rückbau beziehungsweise Abriss (C1), erforderliche Transporte (C2) sowie Verwertung (C3) und Entsorgung (C4).

Gutschriften und Lasten außerhalb der Systemgrenzen (D)

Die Lebensphase D ist ein Modul, welches sich außerhalb der Systemgrenzen des Produktes oder Gebäudes befindet, aber Aufschluss über die Wechselwirkung mit der Umwelt gibt, da jede Maßnahme und jedes Produkt oder Material Konsequenzen hat und jede Entscheidung daher auch andere Produktsysteme beeinflusst. Modul D dient in der Ökobilanzierung als ergänzendes Informationsmodul nach dem Lebensweg des Produktes und muss zusätzlich, aber separat ausgewiesen werden (EN 15804:2019+A2). Die Gutschriften und Lasten werden nach dem heutigen Kenntnisstand der Recyclingoptionen berechnet; tatsächlich fallen die Recyclingpotenziale erst nach 50 oder mehr Jahren, nach Lebensende des Gebäudes, an und sind vom gesellschaftlichen Umgang mit Abfällen abhängig.

Im Einzelnen beinhaltet Modul D bei Bauholz somit alle Aufwendungen und Gutschriften, die ab der Sammelstelle für Altholz im Rahmen der EN 15804+A2 anrechenbar sind, wenn von einer energetischen Verwertung ausgegangen wird. Dies sind weitere Transporte sowie der Verbrennungsprozess als Lasten und die Substitution der Erzeugung thermischer Energie aus Erdgas und elektrischer Energie nach österreichischem Strom-Mix als Gutschrift.

Nicht berücksichtigt werden Beton und Ziegel, da der übliche Verwertungs- oder Entsorgungsprozess von Betonabbruch in Österreich die Verfüllung von Hohlräumen im Hochbau oder im Straßenunterbau ist, was einem Downcycling entspricht.

Biogener Kohlenstoff

Während des Wachstums eines Baumes wird Kohlenstoff aus der Atmosphäre aufgenommen und damit der Atmosphäre CO₂ über die Dauer des Wachstums und der Nutzung des Holzproduktes entzogen. Das Ausmaß dieser de facto (temporären) Speicherung wird nach EN 16449 berechnet und beträgt etwa 1,83 kg CO₂ in 1 kg Holz atro (absolut trocken), unter der qualifizierten Annahme von 50 % Kohlenstoffgehalt im Holz.

Im Rahmen einer Life Cycle Assessment (LCA) nach EN 15804+A2 wird diese Aufnahme als ein negatives Global Warming Potential (GWP) in der Lebenszyklusphase A1 zwar

berücksichtigt, allerdings in der Phase C wieder als positive Emission ausgebucht, was in Summe über den kompletten Lebenszyklus von 50 Jahren eine ausgeglichene Bilanz des GWP ergibt. Die positiven Klimaeffekte der temporären Speicherung bilden sich demnach nach der aktuellen Methode über den gesamten Lebenszyklus nicht ab.

Berücksichtigte Indikatoren

In der entsprechenden Normung wird die Ermittlung einer Vielzahl von Umweltindikatoren vorgeschrieben. Diese Untersuchung beschränkt sich auf einige wesentliche, die auch in der öffentlichen Diskussion verbreitet sind. Als zentrales Ergebnis wird das Treibhauspotenzial (GWP – Global Warming Potential) ausgewiesen. Gemäß EN 15804+A2 wird das GWP im Zuge der Berechnungen in folgende Unterkategorien unterteilt:

- GWP_{gesamt} oder GWP_{tot} – Summe aller GWP in Kilogramm CO_2 -Äquivalent
- GWP_{fossil} – Treibhauspotenzial fossiler Energieträger und Stoffe
- GWP_{biogen} – Treibhauspotenzial biogener Energieträger und Stoffe
- GWP_{luluc} – Treibhauspotenzial der Landnutzung und Landnutzungsänderung (Land use and land-use changes, LULUC)³⁵

Das Treibhauspotenzial wird in Kilogramm CO_2 -Äquivalent (kg CO_2 -eq) ausgewiesen. Es werden mit dieser Methode alle klimawirksamen Substanzen in der Atmosphäre erfasst, indem ihnen die Klimawirksamkeit in Relation zu CO_2 zugeordnet wird (in Abhängigkeit von Treibhauswirksamkeit und Verweildauer in der Atmosphäre) und diese somit entsprechend (äquivalent) berücksichtigt wird.

3.3.2 Ergebnisse des ökologischen Vergleichs

Die Analyse des Treibhauspotenzials zeigt, dass Aufbauten mit nachwachsenden Dämmstoffen wesentliche Vorteile gegenüber Dämmstoffen aufweisen können, die auf fossilen Rohstoffen basieren beziehungsweise einen hohen Energieeinsatz bei der Herstellung erfordern. Im Folgenden sind die Ergebnisse hinsichtlich der Bewertung des Treibhauspotenzials als spezifischer Wert (pro Quadratmeter Bauteilfläche) für die oben charakterisierten fünf verschiedenen Bauteile in je drei verschiedenen Dämmstoffvarianten dargestellt.

35 Gemäß EN 15804+A2 wird das GWP_{luluc} von nachhaltig bewirtschafteten Wäldern gleich null gesetzt. In Mitteleuropa kann davon ausgegangen werden, dass Bauholz nur aus nachhaltig bewirtschafteten Wäldern stammt, weshalb dieser Indikator nicht berücksichtigt wird.

Treibhauspotenzial Gesamtergebnisse GWP

Abbildung 20:
Treibhauspotenzial in kg CO₂-eq der Phasen A und C für Brettsperrholz in der Außenwand, hinterlüftet, mit drei Varianten (Mineralfaser, Stroh und Zellulosefaser) im Vergleich;
Quelle: IBO

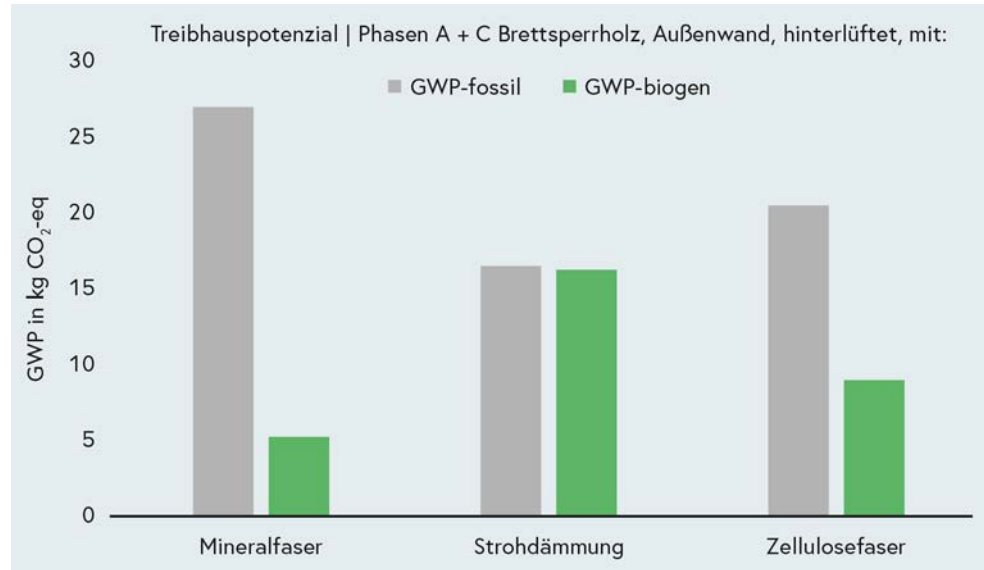
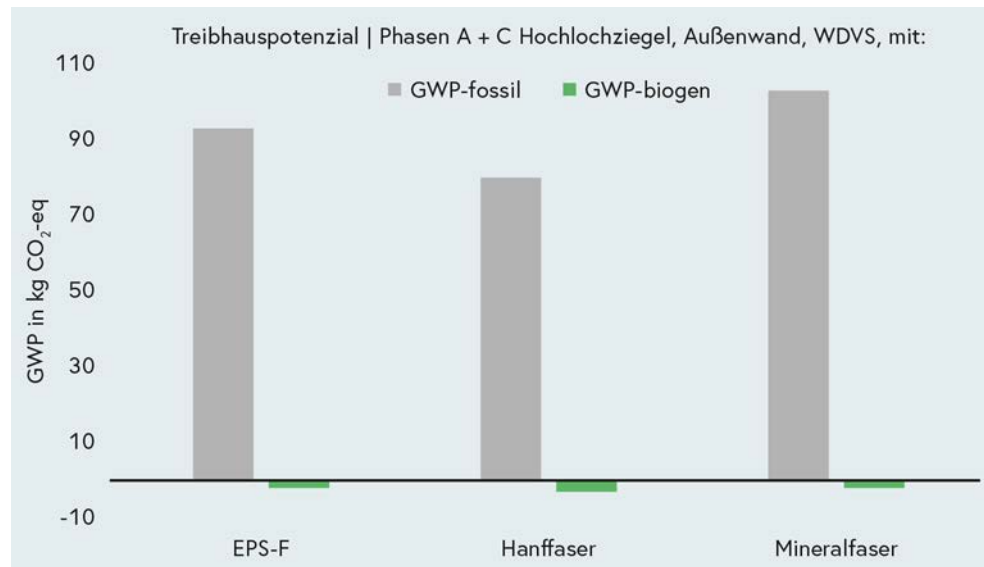


Abbildung 21:
Treibhauspotenzial in kg CO₂-eq der Phasen A und C für Hochlochziegel in der Außenwand, mit Wärmedämmverbundsystem (WDVS) in drei Varianten (EPS-F, Hanffaser und Mineralfaser) im Vergleich;
Quelle: IBO



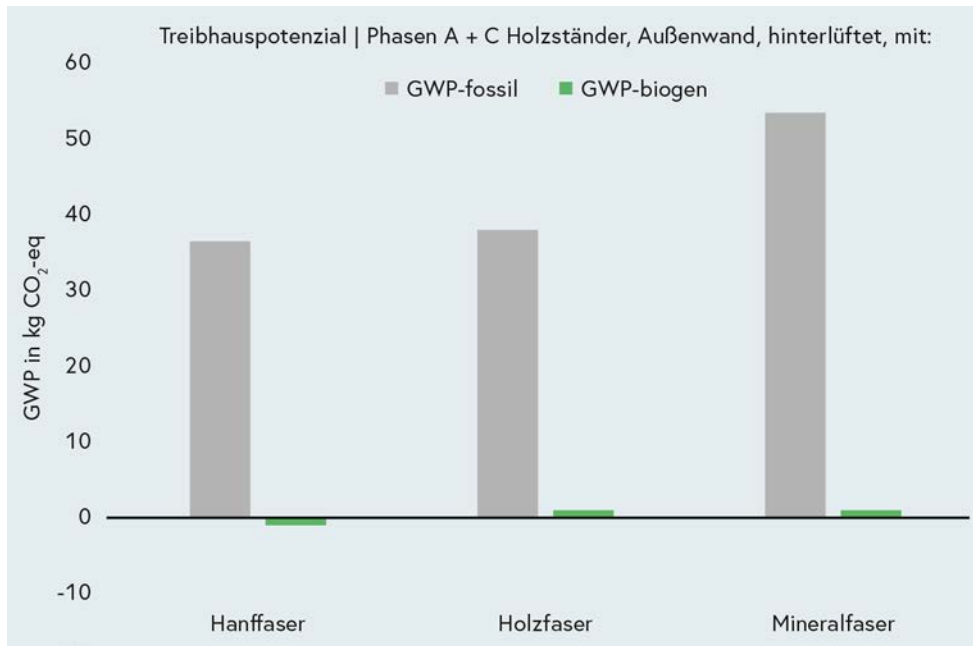


Abbildung 22: Treibhauspotenzial in kg CO₂-eq der Phasen A und C für Holzständer in der Außenwand, hinterlüftet, mit drei Varianten (Hanf-, Holz- und Mineralfaser) im Vergleich; Quelle: IBO

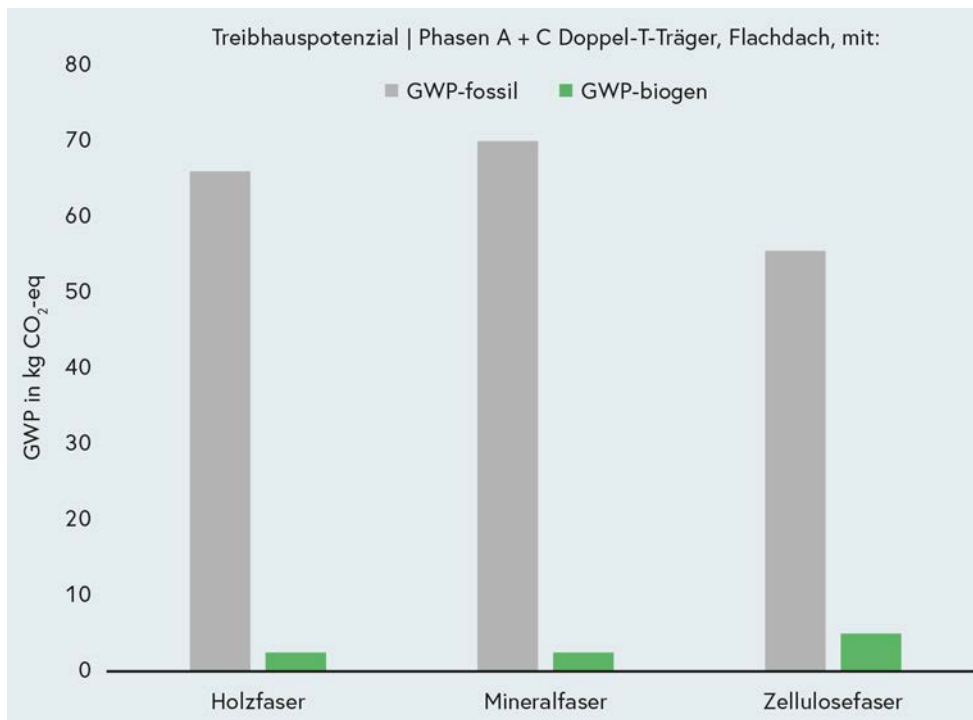
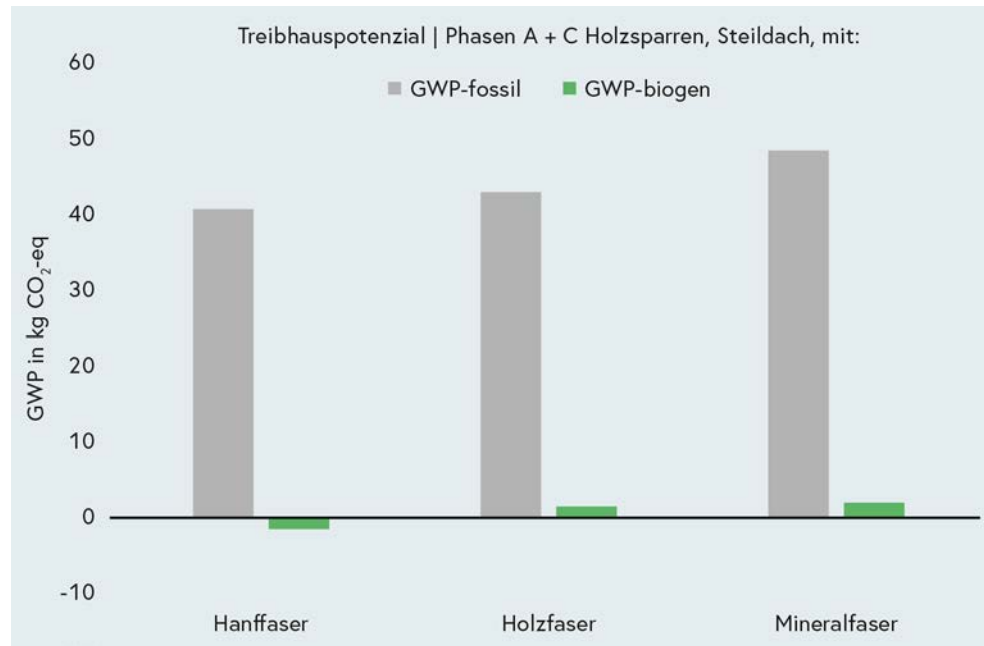


Abbildung 23: Treibhauspotenzial in kg CO₂-eq der Phasen A und C für Doppel-T-Träger im Flachdach, mit drei Varianten (Holz-, Mineral- und Zellulosefaser) im Vergleich; Quelle: IBO

Abbildung 24:
Treibhauspotenzial in kg
CO₂-eq der Phasen A und C
für Holzsparren im Steildach,
mit drei Varianten (Hanf,
Holz- und Mineralfaser)
im Vergleich;
Quelle: IBO



Treibhauspotenzial Speicher von biogenem CO₂

Bei der Produktion von Biomasse wird über verschiedene Prozesse Kohlenstoff in das Material eingelagert. Diese Kohlenstoffeinlagerung wird als negatives biogenes Treibhauspotenzial ($-GWP_{\text{biogen}}$) ausgewiesen. Dies ist natürlich nur bei biogenen Materialien möglich; Materialien fossilen Ursprungs können nur fossiles Treibhauspotenzial (GWP_{fossil}) enthalten und können nicht mit -1 berechnet werden, da sie sich nicht in absehbarer Zeit erneuern können. Ein eindrückliches Beispiel ist in folgender Abbildung dargestellt, in dem drei Wandtypen mit einerseits sehr hohem Anteil und andererseits keinem Anteil an biogenem Kohlenstoff gegenübergestellt werden.

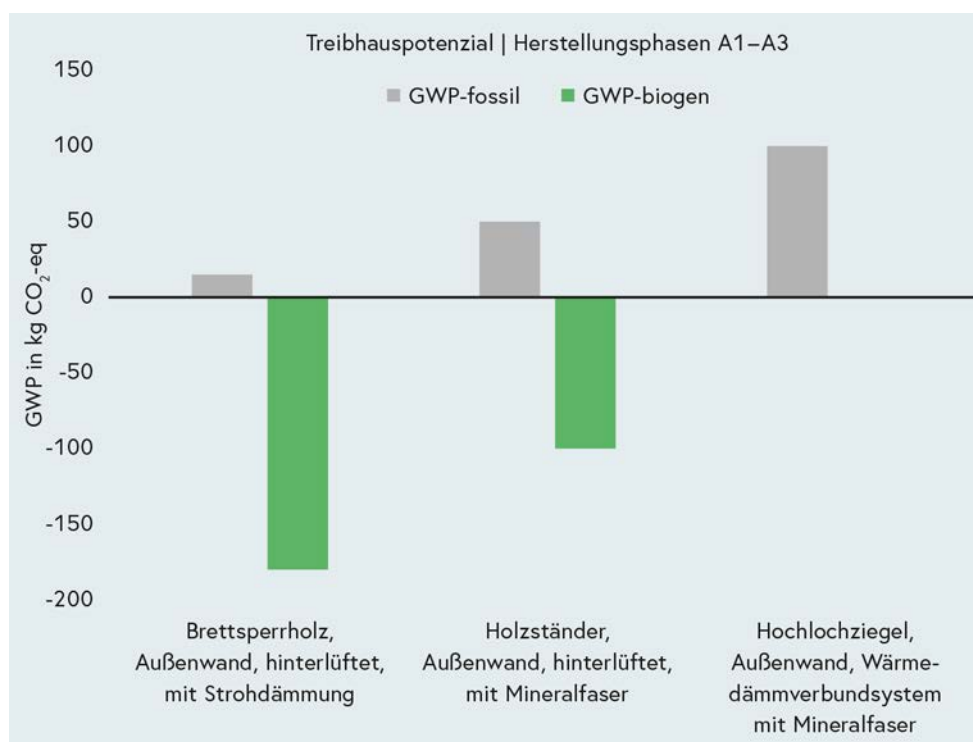
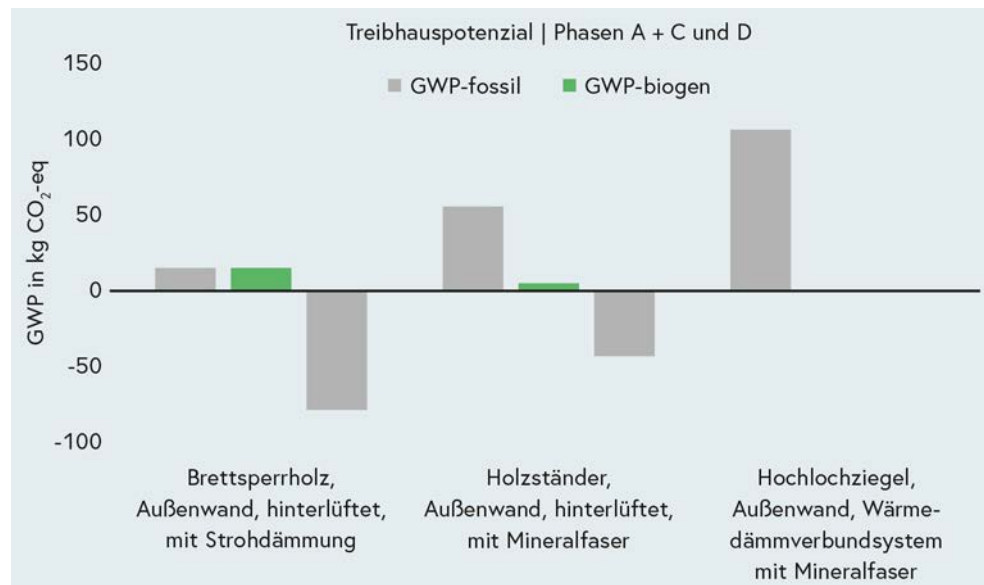


Abbildung 25: Treibhauspotenzial in kg CO₂-eq der Herstellungsphasen A1 bis A3 von drei Wandtypen, mit unterschiedlich großem temporären CO₂-Speicher; Brettsperrholz-Außenwand mit Strohdämmung, Holzständer-Außenwand und Hochlochziegel-Außenwand jeweils mit Mineralfaser im Vergleich; Quelle: IBO

Berücksichtigung der Phase D

Je höher der Anteil an Biomasse, umso höher stellen sich auch die vermiedenen Lasten (Gutschriften) an Treibhausgasemissionen dar. Hier sind vor allem die nachwachsenden und kohlenstoffbeinhaltenden Dämmstoffe im Vorteil, die am Ende ihres Produktlebens thermisch verwertet werden können, was Energie freisetzt und daher zur Vermeidung von fossilen Emissionen beiträgt.

Abbildung 26:
Anteil der Gutschriften des Treibhauspotenzials in kg CO₂-eq aus den Phasen A, C und D in Abhängigkeit des Biomasseanteils (Brettsper Holz-Außenwand mit Stroh, Holzständer-Außenwand mit Mineralfaser, Hochlochziegel-Außenwand mit Mineralfaser) im Vergleich;
Quelle: IBO



3.3.3 Diskussion

Mit Dämmstoffen aus nachwachsenden Rohstoffen können wie erwähnt – neben anderen Vorteilen wie der regionalen Wertschöpfung und Sicherung von Arbeitsplätzen – oft auch Treibhausgasemissionen eingespart werden. Der Vergleich einzelner Aufbauten ermöglicht eine differenziertere Betrachtung der eingesetzten Materialien. Werden einzelne Bauteile miteinander verglichen, wie in dieser Broschüre, so schneiden Dämmstoffe auf Basis nachwachsender Rohstoffe jedoch nur etwas besser ab, da die genannten Aufbauten zum einen zumeist auch fossile sowie mineralische Bestandteile aufweisen und zum anderen die ebenfalls klimawirksame temporäre CO₂-Speicherung nachwachsender Baumaterialien über den kompletten Lebenszyklus rechnerisch derzeit noch nicht berücksichtigt wird. Der beständige Einsatz und vor allem die teilweise Wiederverwendbarkeit von nachwachsenden, ökologischen Dämmstoffen trägt jedoch zu einer längerfristigen CO₂-Bindung und damit zum nachhaltigen Klimaschutz bei.

4

Service

Informationen zu Förderungen,
Beratung sowie hilfreiche Links



4.1 Energieberatung in Österreich

Die Kontakte zu den Energieberatungsstellen finden Sie online unter klimaaktiv.at/energieberatung.

Burgenland

Energieberatung Burgenland

burgenland.at/themen/energie/energie-beratung

Kärnten

Netzwerk Energieberatung Kärnten

neteb-kärnten.at

AEE Energiedienstleistungen GmbH

aee.or.at

Niederösterreich

NÖ Energie- und Umweltagentur GmbH

energie-noe.at/energieberatung

AEE Arbeitsgemeinschaft ERNEUERBARE ENERGIE NÖ-Wien

aee-now.at

Oberösterreich

Energiesparverband Oberösterreich

energiesparverband.at

Salzburg

Amt der Salzburger Landesregierung – Energieberatung Salzburg

salzburg.gv.at/themen/energie/energieberatung

Steiermark

Infozentrale des Landes Steiermark für Energie und Wohnbau

ich-tus.steiermark.at

Tirol

Energieagentur Tirol

energieagentur.tirol

Vorarlberg

Energieinstitut Vorarlberg

energieinstitut.at

Wien

DIE UMWELTBERATUNG

umweltberatung.at/bauberatung

Hauskunft

hauskunft-wien.at

EB plus - ARGE Energieberatung & Umweltbildung

ebplus.at

4.2 Förderstellen für Neubau und Sanierung

Nachfolgend finden Sie relevante Kontakte zu den Förderungen des Bundes und der Bundesländer für den Neubau sowie die Sanierung.

Bundesförderungen

Kommunalkredit Public Consulting GmbH

umweltfoerderung.at

Bundesländerförderungen

Amt der Burgenländischen Landesregierung

Abteilung 9 – Hauptreferat Wohnbauförderung

burgenland.at/themen/wohnen/wohnbaufoerderung

Amt der Kärntner Landesregierung

Abteilung 11 – Zukunftsentwicklung, Arbeitsmarkt und Wohnbau

ktn.gv.at/Verwaltung/Amt-der-Kaerntner-Landesregierung/Abteilung-11/Wohnbau

Amt der NÖ Landesregierung

Abteilung Wohnbauförderung:

noe.gv.at/noe/Bauen-Neubau/Foerderung_Wohnbaufoerderung_Wohnungsbau.html

Sanierung: noe.gv.at/noe/Sanieren-Renovieren/Wohnungssanierung_Massnahmen.html

Amt der OÖ Landesregierung

Abteilung Wohnbauförderung

land-oberoesterreich.gv.at/foerderungen

Amt der Salzburger Landesregierung

Wohnberatung Salzburg

salzburg.gv.at/themen/bauen-wohnen/wohnbaufoerderung

Amt der Steiermärkischen Landesregierung

Abteilung 15 – Fachabteilung Energie und Wohnbau
wohnbau.steiermark.at

Amt der Tiroler Landesregierung

Abteilung Wohnbauförderung
tirol.gv.at/bauen-wohnen/wohnbaufoerderung

Amt der Vorarlberger Landesregierung

Abteilung Wohnbauförderung
vorarlberg.at/bauen-wohnen

Amt der Wiener Landesregierung

MA 25, MA 50
wien.gv.at/wohnen/wohnbaufoerderung/foerderungen

wohnfonds_wien
fonds für wohnbau und stadterneuerung
wohnfonds.wien.at

4.3 Weitere klimaaktiv Angebote

klimaaktiv unterstützt alle, die beim Umbau in Richtung Nachhaltigkeit mit anpacken wollen. Nutzen Sie das Informationsangebot und die Online-Tools aus dem klimaaktiv Expert:innen-Netzwerk.

klimaaktiv Heizen

Ob im Neubau oder bei der Sanierung – mit **erneuerbarer Energie** bringt eine neue Heizung nicht nur Kostenersparnis, Komfort und Behaglichkeit, sondern leistet auch einen wertvollen Beitrag zu Ihrer Versorgungssicherheit und zum Klimaschutz. Die klimaaktiv **Heizungs-Matrix** hilft Ihnen dabei, Heizungssysteme und deren Einsatz anhand umfangreicher Kriterien wie Heizkomfort, Investitionskosten und CO₂-Emissionen besser einzuschätzen (unter klimaaktiv.at/heizen).

topprodukte.at

Auf unserer neutralen und herstellerunabhängigen Informationsplattform topprodukte.at finden Sie die energieeffizientesten Produkte in den Bereichen Haushalt, TV- und IT-Geräte, Heizung, Warmwasser, Klima, Beleuchtung und Mobilität. Auch eine Übersicht über nachhaltige Dämmstoffe, von Hanf über Holzfaser bis zu Schafwolle oder Stroh, gibt es in der Kategorie „Heizung, Warmwasser, Klima“ unter topprodukte.at/topprodukte.

gemeinsam.klimaaktiv.at

Sie wollen aktiv und wirksam etwas für den Klimaschutz tun? Hier bekommen Sie Tipps, wie Sie im Alltag klimaaktiv werden (unter [gemeinsam.klimaaktiv.at](https://www.gemeinsam.klimaaktiv.at)).

klimaaktiv Services

Folgende klimaaktiv Services finden Sie unter [klimaaktiv.at/service](https://www.klimaaktiv.at/service) und [klimaaktiv.at/haushalte](https://www.klimaaktiv.at/haushalte):

- Publikationen
- Tools, Checklisten
- Veranstaltungskalender
- Podcast: Der Klimadialog
- Infos zu den Themen Wohnen, Einkaufen und Mobilität

4.4 Weiterführende Links

[baubook.at](https://www.baubook.at)

[baunetzwissen.de](https://www.baunetzwissen.de)

[bauxund.at](https://www.bauxund.at)

[bewusstkaufen.at](https://www.bewusstkaufen.at)

[blauer-engel.de](https://www.blauer-engel.de)

[br.v.at](https://www.br.v.at)

[e-genius.at](https://www.e-genius.at)

[effizienzhaus-online.de](https://www.effizienzhaus-online.de)

[ibo.at](https://www.ibo.at)

[materialepyramiden.dk](https://www.materialepyramiden.dk)

[nachhaltiges-bauen.de/baustoffe](https://www.nachhaltiges-bauen.de/baustoffe)

[natureplus-database.org](https://www.natureplus-database.org)

[umweltberatung.at/themen-bauen-daemmen](https://www.umweltberatung.at/themen-bauen-daemmen)

[umweltzeichen.at/de/produkte/bau](https://www.umweltzeichen.at/de/produkte/bau)

[wecobis.de/bauproduktgruppen/daemmstoffe](https://www.wecobis.de/bauproduktgruppen/daemmstoffe)

5

Über klimaaktiv

klimaaktiv ist die Klimaschutzinitiative des Bundesministeriums für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie (BMK). Seit 2004 bietet sie in den Themenschwerpunkten „Bauen und Sanieren“, „Energiesparen“, „Erneuerbare Energie“ und „Mobilität“ ein umfassendes, ständig wachsendes Spektrum an Information, Beratung sowie Weiterbildung und setzt Standards, die international Vorbildcharakter haben.

klimaaktiv zeigt, dass jede Tat zählt: Jede und jeder in Kommunen, Unternehmen, Vereinen und Haushalten kann einen aktiven Beitrag zur Erreichung der Klimaziele leisten. Damit trägt die Initiative zur Umsetzung des nationalen Energie- und Klimaplanes (NEKP) für Österreich bei. Näheres unter klimaaktiv.at.

Kontakt

Strategische Gesamtsteuerung klimaaktiv

Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität,
Innovation und Technologie
Sektion Klima und Energie
Stabsstelle Dialog zu Energiewende und Klimaschutz
Stubenbastei 5, 1010 Wien

Programmmanagement klimaaktiv

Österreichische Energieagentur
Mariahilfer Straße 136, 1150 Wien
Telefon +43 (0)1 586 15 24-0
klimaaktiv@energyagency.at
klimaaktiv.at

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Richtwerte der Energieeinsparung pro Bauteilsanierung	13
Tabelle 2: Vergleich der U-Werte und Dämmstoffstärke unterschiedlicher Baustandards	15
Tabelle 3: Wärmeverluste pro Quadratmeter und Bauteil	15
Tabelle 4: Wärmeverluste am konkreten Beispielhaus	16
Tabelle 5: Erforderliche Dämmstärken zur Erreichung bestimmter Wärmeleitfähigkeiten	25
Tabelle 6: Produktspezifische Normen und Dämmstoffbezeichnungen	43
Tabelle 7: Anwendungsbereiche von Dämmstoffen aufgezeigt nach DIN 4108-10	44
Tabelle 8: Auswahl weiterer Kennzahlen zur ökologischen Bewertung von Dämmstoffen	48
Tabelle 9: Auswahlkriterien von Dämmstoffen	49
Tabelle 10: Lieferformen Dämmstoffe und mögliche Einsatzbereiche	50
Tabelle 11: Infobox zum Dämmstoff Flachs	55
Tabelle 12: Infobox zum Dämmstoff Hanf	57
Tabelle 13: Infobox zum Dämmstoff Holzfaser	59
Tabelle 14: Infobox zum Dämmstoff Jute	61
Tabelle 15: Infobox zum Dämmstoff Kork	62
Tabelle 16: Infobox zum Dämmstoff Schafwolle	65
Tabelle 17: Infobox zum Dämmstoff Stroh	66
Tabelle 18: Infobox zum Dämmstoff Zellulose	68
Tabelle 19: Infobox zum Dämmstoff Aerogel	71
Tabelle 20: Infobox zum Dämmstoff Blähton und Blähglas	72
Tabelle 21: Infobox zum Dämmstoff Calciumsilikat	75
Tabelle 22: Infobox zum Dämmstoff Blähperlite	77
Tabelle 23: Infobox zum Dämmstoff Mineralfaser	78
Tabelle 24: Infobox zum Dämmstoff Mineralschaum	80
Tabelle 25: Infobox zum Dämmstoff Schaumglas	83
Tabelle 26: Infobox zum Dämmstoff expandiertes Polystyrol	85
Tabelle 27: Infobox zum Dämmstoff extrudiertes Polystyrol	89
Tabelle 28: Infobox zu Dämmstoffen auf Harzbasis	91
Tabelle 29: Infobox zum Dämmstoff Polyurethan-Hartschaum	93
Tabelle 30: Dämmstoffe im Überblick	94
Tabelle 31: Auswahl des richtigen Dämmstoffes je nach Einsatzgebiet und Zielsetzung	100
Tabelle 32: Einfamilienhaus „Haus am Gießen“ in Tirol, Gebäudedaten	128
Tabelle 34: Veranstaltungszentrum Maria Laach in Niederösterreich, Gebäudedaten	130
Tabelle 35: „Haus des Lernens“, St. Pölten, Niederösterreich, Gebäudedaten	132

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Beispiel Energieausweis	18
Abbildung 2: Luftschall und Körperschall	30
Abbildung 3: Wärmebrücke bei Kelleranschluss und Sockeldämmung mit XPS/ Schaumglas:	103
Abbildung 4: Verringerung der Wärmebrücke im Kellerbereich	103
Abbildung 5: Überdämmung der Balkonplatte	104
Abbildung 6: Wärmebrücke bei Fensteranschluss	104
Abbildung 7: Sockelentfeuchtung – Hinterlüftete Fassade zum Abtransport von Feuch- tigkeit	106
Abbildung 8: Einfamilienhaus „Haus am Gießen“ in Tirol, Außenansicht	126
Abbildung 9: Einfamilienhaus „Haus am Gießen“ in Tirol, Innenansicht	127
Abbildung 10: Einfamilienhaus „Haus am Gießen“ in Tirol, Aufbaudetails	127
Abbildung 11: Wohnanlage Friedrich-Inhauser-Straße in Salzburg, Aufbaudetails	129
Abbildung 12: Wohnanlage Friedrich-Inhauser-Straße in Salzburg, Außenansicht	129
Abbildung 13: Wohnanlage Friedrich-Inhauser-Straße in Salzburg, Außenansicht	129
Abbildung 14: Veranstaltungszentrum Maria Laach am Jauerling in Niederösterreich, Außenansicht	131
Abbildung 15: Veranstaltungszentrum Maria Laach am Jauerling in Niederösterreich, Innenansicht	131
Abbildung 16: Veranstaltungszentrum Maria Laach am Jauerling in Niederösterreich, Aufbaudetails	131
Abbildung 17: „Haus des Lernens“, Außenansicht	133
Abbildung 18: „Haus des Lernens“, Innenansicht	133
Abbildung 19: Aufbaudetails Veranstaltungszentrum „Haus des Lernens“	133
Abbildung 20: Treibhauspotenzial in kg CO ₂ -eq der Phasen A und C für Brettsperrholz in der Außenwand, hinterlüftet, mit drei Varianten im Vergleich	138
Abbildung 21: Treibhauspotenzial in kg CO ₂ -eq der Phasen A und C für Hochloch- ziegel in der Außenwand, mit Wärmedämmverbundsystem (WDVS) in drei Varianten im Vergleich	138
Abbildung 22: Treibhauspotenzial in kg CO ₂ -eq der Phasen A und C für Holzständer in der Außenwand, hinterlüftet, mit drei Varianten im Vergleich	139
Abbildung 23: Treibhauspotenzial in kg CO ₂ -eq der Phasen A und C für Doppel-T-Trä- ger im Flachdach, mit drei Varianten im Vergleich	139
Abbildung 24: Treibhauspotenzial in kg CO ₂ -eq der Phasen A und C für Holzsparren im Steildach, mit drei Varianten im Vergleich	140
Abbildung 25: Treibhauspotenzial in kg CO ₂ -eq von drei Wandtypen, mit unterschied- lich großem temporären CO ₂ -Speicherim Vergleich; Quelle: IBO	141
Abbildung 26: Anteil der Gutschriften des Treibhauspotenzials in kg CO ₂ -eq aus den Phasen A, C und D in Abhängigkeit des Biomasseanteils im Vergleich	142

Abkürzungen

A	Oberfläche
AP	Versäuerungspotenzial
APM	Advanced Porous Materials
ASBN	Austrian Strawbale Network
BGF	Bruttogrundfläche
BICO	Bi-Komponenten-Fasern
BREEAM	Building Research Establishment Environmental Assessment Methodology
CEAP	Circular Economy Action Plan
CG	Schaumglas (Cellular Glass)
CO ₂ -eq SK	Kohlenstoffdioxidemissionen
DIN	Deutsches Institut für Normung
DnT, w	Standard-Schallpegeldifferenz
E	Raumabschluss
EN	Standards in Europa / Europäische Normen
EPB	Expandierte (Bläh-)Perlite
EPS	Expandiertes Polystyrol
EU	Europäische Union
EWG	Europäische Wirtschaftsgemeinschaft
fGEE, SK	Gesamtenergieeffizienzfaktor
FKW	Vollständig halogenierte Fluorkohlenwasserstoff-Verbindungen
FNR	Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V.
GK	Gebäudeklasse
GWP	Treibhauspotenzial (Global Warming Potential)
HBCD	Hexabromcyclododecan
HFKW	Teilweise halogenierte Fluorkohlenwasserstoff-Verbindungen
HWB (Ref, SK)	Heizwärmebedarf
I	Wärmedämmung
IBO	Österreichisches Institut für Baubiologie und -ökologie GmbH
ICB	Expandierter Kork (Insulation Cork Board)
ISBN	Internationale Standardbuchnummer
ISO	Internationale Standards
KMF	Künstliche Mineralfasern
KPC	Kommunalkredit Public Consulting GmbH
LCA	Life Cycle Assessment
LEED	Leadership in Energy and Environmental Design
LULUC	Land Use and Land-Use Changes
MW	Mineralwolle
μ-Wert	Diffusionswiderstand
NAWARO	Nachwachsende Rohstoffe

n50	Dichtheitswert
OI3	Ökoindex, Ökologie-Kennwert von Bauteilen und Gebäuden
OIB	Österreichisches Institut für Bautechnik
ÖNORM	Nationale Österreichische Norm
PEBSK	Primärenergiebedarf
PE	Polyethylen
PEI e/ne	Primärenergieinhalt erneuerbar/nicht erneuerbar
PET	Polyethylenterephthalat
PF	Phenolharz-Hartschaum (Phenolic Foam)
pH-Wert	Potenzial des Wasserstoffs
PIR	Polyisocyanurat
PLA	Polymilchsäure (Polylactic Acid)
PUR	Polyurethan
R	Tragfähigkeit
REACH	Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals
RL	Richtlinie
Rw	Schalldämmmaß
SVHC	Substances of Very High Concern
TCEP	Tris(2-chlorethyl)phosphat
TCPP	Tris(2-chlorisopropyl)phosphat
TEP	Triethylphosphat
USA	United States of America
U-Wert	Wärmedurchgangskoeffizient
UZ	Umweltzeichen
V	Volumen
W	Watt
WF	Holzfaserdämmstoff (Wood Fibre)
WW	Holzwole (Wood Wool)
WDVS	Wärmedämmverbundsystem
WHO	World Health Organisation
XPS	Extrudiertes Polystyrol

