

GEBÄUDEDÄMMUNG

BAUSTOFFE MIT POTENZIAL



**1ACH MIT.
3AU NACHHALTIG.**
Energieeffizientes Bauen in Sachsen

saena
Sächsische
Energieagentur GmbH

Seite	Inhalt	Seite	Inhalt
4	Einleitung	35	Besonderheiten von Bestandsgebäuden Charakterisierung des Gebäudebestands Anforderungen an Wohngebäude früher und heute Einsparpotenzial
5	Bauphysikalische Grundlagen	36	Bauzustandsanalyse – Sollzustand definieren Sanierung von Gebäuden unter Denkmalschutz
6	Winterlicher Wärmeschutz	37	Kostenvergleich Allgemeines
7	Sommerlicher Wärmeschutz	39	Kosten bei Neubau oder Sanierung
7	Feuchteschutz	40	Glossar Wärmeleitfähigkeit λ Wärmeleitfähigkeitsgruppe (WLG) Wärmedurchgangskoeffizient (U-Wert) Wärmedurchgangswiderstand R Spezifische Wärmekapazität c Wärmespeicherfähigkeit $p \cdot c$ Dampfdiffusion Wasserdampf-Diffusionswiderstandszahl μ
9	Brandschutz	41	Absolute Luftfeuchtigkeit Relative Luftfeuchtigkeit Taupunkttemperatur Ausgleichsfeuchte w_{rel} und Sättigungsfeuchtegehalt w_{sat} Wasseraufnahmekoeffizient A_w Konvektion Strömung
9	Schallschutz	42	Quellenangaben
10	Besondere Produkteigenschaften und ökologische Aspekte		
11	Klassifizierung der Dämmstoffe Dämmstoffarten Konventionelle, mineralische und fossile Dämmstoffe		
14	Dämmstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen		
17	Materialeigenschaften		
19	Handelsformen und Anwendungsgebiete		
22	Dämmsysteme Außenwände Außendämmung Innendämmung Kerndämmung Erdbreichberührte Flächen Dächer Aufsparrendämmung Zwischensparrendämmung Untersparrendämmung Decken Aufdeckendämmung Zwischendeckendämmung Unterdeckendämmung		



Die Einsparung von Energie und die Reduzierung von CO₂-Emissionen stehen im zentralen Interesse der heutigen Gesellschaft. In den Bereichen der Energiegewinnung und der Anlagentechnik wurden in den zurückliegenden Jahren zahlreiche Entwicklungen zur Verbesserung der Effizienz erfolgreich umgesetzt und am Markt etabliert. Beispiele finden sich in der Solarthermie, der Photovoltaik, dem Einsatz von Wärmepumpen, mechanischer Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung oder auch in der Kraft-Wärme-Kopplung.

Die vorliegende Broschüre soll einen Überblick über die heute vorhandenen Möglichkeiten zur Wärmedämmung geben. Neben der Beschreibung der wesentlichen bauphysikalischen Grundlagen, der Benennung derzeit verfügbarer Dämmstoffe und deren Eigenschaften, wird dabei auch auf konstruktive Lösungen sowie auf Kosten und Ersparnisse eingegangen.

Grundvoraussetzung für die optimale Nutzung der oben benannten Technik ist die Reduzierung der Energieverluste von Bauwerken. Durch entsprechende Maßnahmen zur Wärmedämmung können erhebliche Einsparungen von Energie und damit verbunden eine Entlastung der Umwelt erzielt werden. Dies geht einher mit Kosteneinsparungen, denen aber natürlich auch Investitionen in die Bausubstanz gegenüberstehen. Im Regelfall überwiegen die finanziellen Vorteile, so dass sich die Umsetzung von Wärmedämmmaßnahmen für den Bauherrn rentiert.

Allerdings wird die Dämmung von Gebäuden teilweise auch recht kontrovers diskutiert, da Fehler bei der Planung oder eine unsachgemäße Ausführung nicht selten zu Bauschäden wie Feuchte, Verfall, Korrosion, Fäulnis, Frostschäden oder Schimmelbildung geführt haben. Um solchen Problemen aus dem Wege zu gehen, ist es ratsam, im Vorfeld einer Baumaßnahme Informationen über Wärmedämmung einzuholen und einen Fachmann zu Rate ziehen.

Der Wärmeenergiebedarf von Gebäuden resultiert aus mehreren Komponenten. In schlecht- oder gar ungedämmten Wohnbauten geht ein großer Teil der eingesetzten Energie über Wände, Fensterflächen, das Dach und den Keller verloren. Dabei handelt es sich überwiegend um Transmissionswärmeverluste. Durch den Einsatz einer guten Wärmedämmung und den Austausch der Fenster können diese bei fachgerechter Planung minimiert werden.

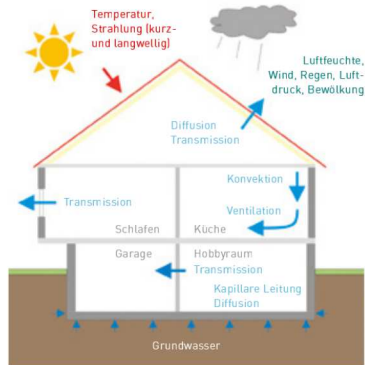


Abb. 1 Interaktion des Bauwerks mit der Umgebung

Maßnahmen zur Verbesserung der wärmedämmenden Eigenschaften der Gebäudehülle werden getroffen, um einerseits im Winter mit möglichst wenig Heizenergie auszukommen und andererseits im Sommer eine Überhitzung des Gebäudeinneren zu verhindern. Bei der Planung und Umsetzung eines Dämmkonzepts sind neben den Eigenschaften der Dämmstoffe auch bauphysikalische Randbedingungen zum Feuchte-, Brand- und Schallschutz zu berücksichtigen.

Bei Bauteilen ist immer der Mindestwärmeschutz zu beachten. Dieser bezeichnet den minimal zulässigen Wärmedurchlasswiderstand R einer Konstruktion, der notwendig ist, um diese vor Beeinträchtigungen durch Tauwasserbildung zu schützen. Er dient lediglich dem Schutz der Bausubstanz und ist nicht zu verwechseln mit den Vorgaben der Energieeinsparverordnung (EnEV), in der die energetischen Anforderungen an die Energieeffizienz eines Gebäudes formuliert sind.

Sie wurde 2001 auf Grundlage des Gesetzes zur Einsparung von Energie in Gebäuden (EnEG) als Ersatz für die Wärmeschutz- bzw. die Heizungsanlagenverordnung erlassen. Im Zuge nachfolgender Novellierungen, letztmalig 2009, steigerten sich die energetischen Forderungen an Wohn- und Nichtwohngebäude, Neubauten sowie den Gebäudebestand kontinuierlich. Dabei bleibt dem Bauherrn überlassen, in welchem Umfang er Maßnahmen wählt, um den Primärenergiebedarfs Q_p und den spezifischen, auf die wärmeübertragende Gebäudehüllfläche bezogenen Transmissionswärmeverlustes H_T des Gebäudes zu begrenzen.

Nach der Sanierung von Bestandsgebäuden dürfen die für Neubauten formulierten Anforderungen um max. 40 % überschritten werden (140 %-Regel), bei Bauteilerneuerungen oder Anbauten unter 15 m² gelten Mindestanforderungen an die Bauteile. Für denkmalgeschützte Gebäude trifft die Verordnung Ausnahmeregelungen, die aber nicht dazu führen sollten, pauschal alle Möglichkeiten zur energetischen Optimierung auszuschließen. Die EnEV regelt darüber hinaus die in EU-Richtlinien geforderte Erstellung von Gebäudeenergieausweisen.

Winterlicher Wärmeschutz

Nicht nur im Hinblick auf die laut EnEV geforderte Energieeffizienz des Gebäudes kommt dem winterlichen Wärmeschutz in unserer Klimazone die größte Bedeutung zu. Sehr gut gedämmte Wände, Dächer und Böden lassen die Wärme kaum nach außen. So erhöht sich die Oberflächentemperatur der Wände und Decken. Der Wohnkomfort verbessert sich dadurch erheblich und die Umgebung wird als behaglich empfunden. Das Resultat ist ein geringer Energiebedarf zur Erwärmung der Räume.

eines Bauteils ist, umso besser ist seine wärmedämmende Eigenschaft. Der U-Wert eines Bauteils hängt im Wesentlichen von der Wärmeleitfähigkeit λ (Lambda) der verwendeten Baustoffe und ihrer jeweiligen Schichtdicke ab. Je geringer die Wärmeleitfähigkeit einer Schicht ist, desto besser ist deren Dämmwirkung. Die Materialien, welche als Wärmedämmstoffe zum Einsatz kommen, haben in der Regel einen λ -Wert von 0,01 bis 0,1.

Für die U-Werte verschiedener Bereiche der Gebäudehülle werden in der EnEV entsprechende Bestimmungen gesetzlich vorgeschrieben, die beim Neubau von Gebäuden ebenso wie bei der Sanierung eingehalten werden müssen. Die nebenstehende Tabelle (Tab. 1) gibt hierzu einen Überblick. Die Empfehlungen für Passivhäuser skizzieren die künftige Entwicklungsrichtung für die Gestaltung energetisch optimierter Gebäude.

Sommerlicher Wärmeschutz

Während im Winter versucht wird, die Wärme im Gebäude zu halten, muss im Sommer verhindert werden, dass sich die Räume zu stark erwärmen. Die Wärmedämmung, welche im Winter das Gebäudeinnere warm hält, trägt im Sommer dazu bei, die Zufuhr von Wärme über die Gebäudehülle zu reduzieren.



Dennoch kann sich ein Gebäude im Sommer aufheizen. Grund dafür ist die intensive Sonnenstrahlung, die entweder als kurzweilige Strahlung über die Fenster oder als langwellige (Ab-)Strahlung von aufgeheizten Bauteilen die Raumluft aufheizt. Das Problem dabei ist, dass

zwar die kurzweilige Strahlung der Sonne die Fenster durchdringt, die langwellige Abstrahlung von innen jedoch nicht austritt. Das heißt, die Wärmeenergie, die einmal über die Fenster „eingefangen“ wurde, wird vom Gebäude nicht wieder nach außen abgegeben – eine regelrechte Wärmetralle! Daher ist es auch bei gut gedämmten Gebäuden notwendig, auf einen ausreichenden sommerlichen Wärmeschutz zu achten.

Folgende Aspekte sollten dabei berücksichtigt werden:

→ Das Gebäudeinnere muss durch geeignete Maßnahmen gegen die direkte Sonneneinstrahlung über verglaste Flächen geschützt werden. Am besten funktioniert dies durch eine Verschattung der Glasflächen von außen, z.B. durch außenliegende Jalousien. Ein Vorteil kann so bewusst ausgenutzt werden; während die Sonne im Winter sehr tief steht, strahlt sie im Hochsommer nahezu senkrecht auf die Erde. Es ist also durchaus möglich, die Sonnenenergie im Winter gezielt über Fensterflächen zu „ernten“ und sie im Sommer durch Elemente zur Verschattung „auszusperren“. Vor allem Dachflächenfenster sollten mit einer außen angeordneten Verschattungseinrichtung ausgestattet werden, um die direkte Sonneneinstrahlung gezielt zu verhindern.

→ Die Raumlüftung – insbesondere die intensive Nachtlüftung durch die geöffneten Fenster – trägt zu einer angenehmen Temperatur im Sommer bei. Strömt die kühlere Luft in den Nachtstunden durch die Räume, können sich aufgeheizte Bauteile wieder abkühlen. Auch eine mechanische Lüftungsanlage mit vorgeschaltetem Erdwärmetauscher kann während des Tages gekühlte Luft in die Räume leiten.

→ Ebenfalls spielt die Masse der Bauteile und deren spezifische Wärmekapazität eine wichtige Rolle. Gerade in älteren Gebäuden wirken die Innenräume auf Grund ihrer massiven Bauweise im Sommer selbst an Nachmittagen noch angenehm kühl. Leichte Konstruktionen hingegen heizen sich rasch auf und geben dann die Wärme ungebremst an den Innenraum weiter.

Feuchteschutz

Feuchteschutz und Wärmeschutz werden oft vollkommen unabhängig voneinander betrachtet. Das ist grundlegend falsch, da es einige äußerst wichtige Wechselwirkungen gibt, die unbedingt berücksichtigt werden müssen.

Die Dämmwirkung von Baustoffen ist abhängig vom Volumen der enthaltenen Poren. Im trockenen Zustand sind diese mit Luft gefüllt und leiten deshalb Wärme nur im geringen Maß. Nehmen Materialien Feuchtigkeit auf, füllen sich die Poren mit Wasser. Da Wasser in der Lage ist Wärme erheblich besser zu leiten als Luft, wird die Wärmeleitfähigkeit somit erhöht und dabei die Dämmwirkung des Stoffes herabgesetzt. Daher sollten Baukonstruktionen so gestaltet sein, dass sie die Entstehung von Feuchtigkeit an den Oberflächen und im Bauteil weitgehend verhindern bzw. dass diese gegebenenfalls schnell wieder austrocknen. Andernfalls setzt Feuchtigkeit nicht nur die Dämmwirkung herab, sondern führt auch zu hygienischen Beeinträchtigungen (Schimmelpilzwachstum) und dauerhaften Schäden an der Gebäudekonstruktion (z.B. Hausschwamm an Holzbalkenköpfen).

Zur Vermeidung von Schäden an Bauwerken durch Feuchte tragen unterschiedliche Maßnahmen bei. Schon beim Bau sollte der Eintrag von Baufeuchte durch Verwendung möglichst trockener Materialien reduziert werden. Gegen aufsteigende Feuchte in den Außenwänden werden beispielsweise entsprechende Horizontalabdichtungen eingesetzt. Auch das Eindringen von Wasser über erdreicherührte Flächen wird durch geeignete Abdichtungen auf der Außenseite unterbunden. Im Fassadenbereich ist der Schlagregenschutz sicher zu stellen. Hier kommen Hydrophobierungen zum Einsatz, die zwar das Eindringen von Regenwasser weitgehend unterbinden, das Austrocknen der Außenwände über die Fassade (Dampfdiffusion) aber kaum behindern.

Bauteil	Referenzwert (EnEV)	Empfehlung für Passivhaus
Außenwand, Geschossdecke gegen Außenluft	0,28	≤ 0,15
Außenwand gegen Erdreich, Bodenplatte, Wände und Decken zu unbeheizten Räumen	0,35	
Dach, oberste Geschossdecke, Wände zu Abseiten	0,20	
Fenster, Fenstertüren	1,30	≤ 0,80
Dachflächenfenster	1,40	
Lichtkuppeln	2,70	
Außentüren	1,80	

Tab. 1 Referenzwerte für höchstzulässige U-Werte (in W/m²K) von Außenbauteilen nach der Energieeinsparverordnung EnEV 2009 bzw. für Passivhäuser lt. Passivhaus Institut Darmstadt

Eine wesentliche bauphysikalische Größe im Zusammenhang mit dem winterlichen Wärmeschutz ist der sogenannte U-Wert. Er beschreibt den Wärmedurchgang durch ein Bauteil. Je kleiner der U-Wert

Bläherperlite. Als Rohstoff wird ein glasartiges Gestein aus submariner Vulkanaktivität verwendet. Die Herstellung erfolgt durch schockartiges Erhitzen bei Temperaturen von > 1000 °C. Dabei dehnt sich das im Stein enthaltene Wasser aus und bläht diesen bis auf das 20-fache seines ursprünglichen Volumens aus. Je nach Anwendungsfall wird das Granulat anschließend mit Latexemulsion oder Silikon hydrophobiert oder bituminert. Im Brandfall kann es dann zur Freisetzung giftiger Gase kommen. Perlite selbst sind nicht brennbar, widerstandsfähig, ungezieferbeständig und verrotten nicht. Es ist sowohl baubiologisch, als auch gesundheitlich als unbedenklich einzustufen.



Abb. 7 Bläherperlit

Mineralschäume werden aus den mineralischen Rohstoffen Kalk, Sand, Zement und Wasser hergestellt, denen ein Porenbinder und Zuschlagstoffe beigegeben sind. Das Materialgemisch wird anschließend in Formen gegossen und im Autoklaven bei hohem Druck und Temperaturen von 200 °C dampfgehärtet. Danach erfolgen Plattenzuschnitt, Grundierung und Trocknung der Dämmplatten. Die Platten sind formstabil, dampfdurchlässig, nicht brennbar sowie faserfrei. Aufgrund der offenenporigen Struktur sind sie gut zur Schalldämmung geeignet.



Abb. 9 Mineralschaum

Schaumglas entsteht durch Zugabe von Treibmitteln aus einer Glasschmelze. Ausgangsmaterial ist üblicherweise Quarzsand, der mit Zusätzen zu Glas geschmolzen und anschließend zu Pulver gemahlen und mit Kohlenstoffpulver vermischt wird. In Öfen über 1000 °C reagiert der Kohlenstoff unter Bildung von Gasblasen, die den Aufschäumprozess auslösen, wobei ein geschlossenzelliger Dämmstoff entsteht. Schaumglas ist druckstabil, formstabil, frostbeständig, nimmt kein Wasser auf und ist nicht brennbar. Weiterhin ist Schaumglas alterungs- und chemikalienbeständig. Als nachteilig stellt sich der hohe Energieaufwand bei Herstellung und die Verarbeitung dar. Da Schaumglas bei der Montage mit Bitumen oder Klebern befestigt wird, ist es nicht wiederverwendbar und auch nicht recyclingfähig, sondern muss nach dem Abriss einer Deponie zugeführt werden.



Abb. 10 Schaumglas

Blähton und Vermikulit werden durch thermische Expansion aus granuliertem Rohmaterial bei einer Temperatur von 1200 °C im Drehrohren hergestellt. Dabei verbrennen die organischen Bestandteile, blähen sich auf und bilden feine Poren. Blähton kommt als Schüttdämmung in den Handel oder wird als Leichtzuschlag in Putz und Beton verwendet. Das in der Natur vorkommende Rohvermikulit wird ohne Zusätze thermisch expandiert. In den Zwischenschichten der Tone vorhandenes Kristallwasser wird in Öfen abrupt ausgetrieben und bläht sich dabei um das 10- bis 35-fache seines Volumens auf. Vermikulit besitzt gute wärme- und schalldämmende Eigenschaften. Es ist geruchsneutral und gesundheitlich unbedenklich.



Abb. 8 Blähton

Der wichtigste Dämmstoff aus Kunststoff ist **Polystyrol-Hartschaum (PSI)**. Er wird aus dem Erdölraffinerie-Produkt Styrol hergestellt und wird häufig mit dem Handelsnamen Styropor bzw. Styrodur angeboten. Nach der Herstellungsart wird zwischen Partikelschaumstoff aus verschweißtem, geblähtem Polystyrolgranulat (EPS) und extrudiertem Polystyrol-Hartschaumstoff (XPS) unterschieden. Beim expandierten **Polystyrolpartikelschaum (EPS)** wird Polystyrolgranulat mit dem Treibmittel Pentan bei Temperaturen über 90 °C vorgeschäumt. Dabei verdampft das Treibmittel und bläht das thermoplastische Grundmaterial bis auf das 20- bis 50-fache zu PS-Schaumpartikeln auf. Durch eine zweite Heißdampfbehandlung werden Blöcke, Platten oder Formteile hergestellt. Bei den beispielsweise für die Dachdämmung verwendeten profilierten Platten erfolgt die Formgebung bereits während des Aufschäumprozesses. Aufgrund der Anforderungen des Bauordnungsrechts wird EPS mit Flammschutzmitteln versehen.



Abb. 11 Polystyrol

Extrudierter Polystyrolhartschaum (XPS) hinter der sich dann der Schaumstoffstrang hergestellt. Im Extruder wird Polystyrol aufgeschmolzen und, nach Zugabe von CO₂ als Treibmittel, durch eine Breitschlitzdüse gepresst, hinter der sich dann der Schaumstoffstrang aufbaut. Anschließend wird der Strang zu Platten gesägt und die Randausbildung vorgenommen. Je nach Anwendungsfall wird die Schaumhaut entfernt. Die Platte besitzt dann eine raue Oberfläche oder erhält eine



Abb. 12 XPS-Platten

waffelförmige Prägung. XPS ist nicht UV-beständig. Als geschlossenzelliger und druckfester Dämmstoff kommt es häufig bei der Dämmung erdreichberührter Flächen zur Anwendung.

Dämmstoffe aus **Polyester** werden auf der Basis von Erdöl hergestellt. Die elastisch weichen Fasern sind seit langem aus der Textilindustrie bekannt und benötigen keine Zusätze und Flammschutzmittel. Die im Handel angebotenen Dämmplatten und Dämmmatten lassen sich problemlos verarbeiten und wirken gut schallsorbierend. Polyester ist hautsympatisch bzw. allergikerfreundlich, diffusionsoffen, faulnisresistent und verrottungsbeständig.

Ausgangsstoff für Dämmstoffe aus **Polyurethan-Hartschaum (PUR)** ist meist Erdöl. Es werden aber auch nachwachsende Rohstoffe, wie z.B. Zuckerrüben, Mais oder Kartoffeln zur Herstellung verwendet. Durch chemische Reaktion der flüssigen Grundstoffe und unter Zusatz der Treibmittel Pentan oder CO₂ entsteht der Schaum. PUR-Hartschaumdämmstoffe werden industriell entweder als Platten oder als Blöcke hergestellt. Bei der Plattenherstellung wird das aus dem Mischkopf austretende Reaktionsgemisch zwischen zwei Deckschichten eingebracht, wobei Mineralwolle, Glasvlies, Papier-, Metall- oder Verbundfolien, Dach- und Dichtungsbahnen als Deckschichten eingesetzt werden. PUR-Dämmstoffe sind überwiegend geschlossenzellige, harte Schaumstoffe. Sie sind alterungsbeständig, schimmel- und faulnisresistent. Hinweis: EPS, XPS und PUR Dämmstoffe können im Brandfall Gefahrenstoffe freisetzen.



Abb. 13 Platten aus Polyurethan-Hartschaum

Phenolharz-Hartschaumplatten (PFI)
Bei Phenolharz-Hartschaumplatten handelt es sich um einen harten, überwiegend geschlossenzelligen Schaumstoff mit guten Wärmedämmeigenschaften (WLG 025 - 045). In einem kontinuierlichen Fertigungsprozess wird der PF-Hartschaum aus Phenolharzen durch Beigabe eines Treibmittels und eines Härters erzeugt. Im Brandfall können von PF-Platten Schadstoffe freigesetzt werden. Generell ist auch die Freisetzung von Formaldehyd möglich.



Abb. 14 Phenolharz-Hartschaumplatte

Dämmstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen
Holzfasern, Holzfaserdämmplatten oder Weichfaserdämmplatten werden aus Nadelholzabfällen hergestellt. Sie bestehen fast ausschließlich aus Restholz, welches zerkleinert und zerfasert wird. Lose Holzfasern können als Einblasdämmstoff verwendet werden, wobei durch Verfilzung und Verzahnung die Setzungsicherheit beim Einbringen erreicht wird. Die Herstellung von Platten erfolgt unter Druck und Temperaturen bei ca. 380 °C, bei der eine Verklebung der Fasern durch die holzeigenen Harze stattfindet. In einem anderen Herstellungsverfahren kommt Polymeres Diphenylmethandiisocyanat (PMDI) als Bindemittel zwischen den Holzfasern zum Einsatz. Zur Verbesserung des Flammschutzes und gegen Schimmelpilzbefall werden diverse Chemikalien hinzugefügt. Alternativ zu chemischen Zusätzen kann zum Schutz der Platten gegen Feuchtigkeit auch eine Imprägnierung der Fasern mit wachsähnlichen Stoffen oder mit natürlichen Bitumen erfolgen.



Abb. 16 Holzfaserdämmplatte

Vakuumsulationspaneele (VIP)
Eine spezielle Möglichkeit zur Wärmedämmung bietet sich mit der Verwendung von Vakuumsulationspaneele. Sie kommen in besonderen Fällen zum Einsatz, wenn beispielsweise der vorhandene Raum für konventionelle Dämmungen nicht ausreicht. Im Wesentlichen bestehen die Paneele aus einem porösen Kern als Stützstruktur, der durch eine luftdichte Hülle umschlossen und anschließend evakuiert wird. Diese Art der Dämmung ist sehr effizient. So erzielt eine Vakuumsulationsplatte mit einer Stärke von 20 mm eine ähnliche Dämmwirkung wie eine zehnmal stärkere Polystyrolplatte. Im Rahmen von Forschungsprojekten werden derzeit Untersuchungen zur Verarbeitung der Vakuumsulationspaneele sowie zum Langzeitverhalten durchgeführt.



Abb. 15 Vakuumsulationspaneele (VIP)

Holzwoolleleichtbauplatten werden unter Bindemittelzusatz aus langfasrigen Holzspänen hergestellt. Als Bindemittel kommen entweder Zement oder Magnesium zum Einsatz, mit denen die Späne zu Platten gepresst werden. Aufgrund der relativ geringen Dämmwirkung werden sie häufig als Schalung für Schüttdämmstoffe oder als Verbundplatten in Verbindung mit anderen Dämmstoffen eingesetzt. Aufgrund ihrer schalldämmenden Wirkung werden sie auch als Trennwände verwendet. Holzwoolleleichtbauplatten haben ein hohes Wärmespeichervermögen und sorgen für ein angenehmes Raumklima. Eine Umweltbelastung ergibt sich bei der Gewinnung der mineralischen Bindemittel. Eine Verbrennung oder Deponierung ist problematisch. Die Platten lassen sich jedoch gut wiederverwenden. Aus gesundheitlicher Sicht ist dieser Dämmstoff völlig unbedenklich.

Hobelspäne sind Abfallspäne aus der Holzverarbeitung von Weichholz, meist Fichten-, Kiefern- oder Tannenholz. Die Späne werden zur Verbesserung des Brandschutzes und gegen Pilzbefall mit Soda- und Molke imprägniert. Hobelspäne besitzen gute Schalldämmeigenschaften. Sie können Wärme gut speichern und wirken feuchteregulierend.



Abb. 17 Hobelspäne

Dämmstoffe aus **Flachs** werden aus den Kurzfasern der heimischen Flachspflanze hergestellt. Nach dem Entfernen der Bast- und der Rindenschicht und nach Zugabe von Polyester-Stützfasern, lassen sich aus den Fasern Flachsmatten von über 10 cm Stärke herstellen. Sie sind weitgehend faulnisresistent, besitzen gute Wärmedämmeigenschaften und wirken feuchtpuffernd. Wegen des geringen Wärmespeichervermögens sind sie nur bedingt für den sommerlichen Wärmeschutz geeignet.



Abb. 19 Dämmmatte aus Flachs

Kork ist ein nachwachsender Rohstoff aus den Korkkorkenwäldern im Mittelmeerraum. Die Herstellung erfolgt durch Mahlen von geschälter Korkrinde zu Granulat, das für die Herstellung von Backkork in Autoklaven mit Heißdampf behandelt wird. Bei Expansion des Granulates und Bindung durch die korkeigenen Harze entstehen Blöcke, die nach einer Abluftzeit zu Platten geschnitten werden. Kork ist alterungsbeständig, schalldämmend und hochbelastbar. Er besitzt eine gute Wärmespeicherfähigkeit sowie gute Wärmedämmeigenschaften und ist diffusionsoffen. Er ist verrottungs- und faulnisresistent. Als Rohstoff für die Herstellung kann auch Recycling-Kork verwendet werden.



Abb. 18 Korkplatte

Zelluloseflocken werden aus Altpapier durch mechanische Zerkleinerung hergestellt. Im Mahlvorgang erhalten die Flocken dabei eine dreidimensionale Struktur. Zelluloseflocken werden je nach Anwendung im Einblasverfahren oder Sprühverfahren (analog eines Putzes) eingebracht. Zellulose ist ein Recyclingmaterial mit hochwertigen Wärmespeicher- und Wärmedämmeigenschaften. Bei der Verarbeitung kann es jedoch zu einer erheblichen Staubeentwicklung kommen, weshalb geeignete Atemschutzgeräte getragen und Sicherheitsvorkehrungen getroffen werden sollten. Es empfiehlt sich unbedingt, eine Fachfirma zu beauftragen.



Abb. 20 Zellulosematte

Als traditionelle Kulturpflanze wird **Hanf** zu Dämmfilzen und Vliesen verarbeitet, wobei Imprägnierungen meist nicht nötig sind. Teilweise kommen Stützfasern aus Polyester zur Anwendung. Der Dämmstoff besitzt gute wärme- und schalldämmende Eigenschaften. Seine Fasern sind robust, feuchtigkeitsbeständig und aufgrund ihrer Inhaltsstoffe resistent gegen Schädigungsbefall. Aus Sicht des Umweltschutzes schneidet Hanf positiv ab, da er als Bodenverbesserer gilt und bei seinem Anbau kein Pestizideinsatz notwendig ist.



Abb. 21 Dämmfilz aus Hanf

Baumwöldämmstoffe werden aus der pflanzlichen Faser hergestellt, die meist in asiatischen Ländern als Monokulturen angebaut werden. Aus den Fasern werden Flocken oder ein vliesartiger Dämmstoff zu Matten bis 20 cm Stärke hergestellt. Die Flocken werden, ähnlich wie Zellulose, in Hohlräume eingeblassen. Baumwolle besitzt gute Wärmedämmeigenschaften, ist elastisch und deshalb gut zu verarbeiten. Sie darf jedoch keiner längeren Durchfeuchtung ausgesetzt werden, da sie nicht schimmelresistent ist. In der Regel erfolgt eine Imprägnierung mit Borsalzen, um den Schimmelansatz zu vermeiden und den Brandschutz zu verbessern.

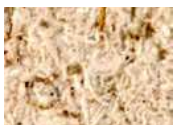


Abb. 23 Baumwolle

Kokosfasern werden aus dem Bast von Kokosnüssen gewonnen. Nach einem Verrüttungsprozess erfolgt die Verarbeitung der Fasern zu einem Vlies meist ohne weitere Zusätze. Zur Verbesserung der Beständigkeit kann eine Imprägnierung mit Bitumen erfolgen. Im Handel ist der Dämmstoff als Filz, Matte oder Platte erhältlich. Unter den Naturfasern nehmen Dämmstoffe auf Kokosfaserbasis eine Sonderstellung ein, da sie in Bereichen verwendbar sind, wo sonst nur der Einsatz künstlicher Materialien in Frage kommt. Die Fasern sind innen hohl, hochelastisch und besitzen gute Wärme- und Schalldämmeigenschaften. Sie sind diffusionsoffen und wirken so feuchtepuffernd. Darüber hinaus sind sie strapazierfähig, insektenresistent, leichte- und formbeständig. Im Gegensatz zu den meisten anderen Dämmstoffen können sie sich nicht elektrostatisch aufladen.



Abb. 22 Kokosfasern

Schafwolle wird als Dämmfilz, Matte, Trittschall-Dämmplatte oder Stopfwolle angeboten. Als Rohstoff kommt gewaschene Schafschurwolle zur Anwendung, wobei zur Herstellung von Matten teilweise Polyester- oder Kokos-Stützfasern zugegeben werden. In der Regel wird sie mit ca. 3-5 % Borsalz und anderen Zuschlägen imprägniert, um Brandschutz und Mottensicherheit zu verbessern. Schafwolle ist sehr leicht zu verarbeiten und eignet sich sehr gut für Holzkonstruktionen. Sie ist eine Alternative zu den PUR-Ortsschäumen zur Abdichtung beim Fenster- und Türeineinbau. Das Material zeigt gute Dämmeigenschaften. Es ist hautsympathisch und von Natur aus brandhemmend. Da es bis zu 33 % seines Eigengewichts an Feuchtigkeit aufnehmen und diese auch schnell wieder abgeben kann, reguliert es zusätzlich die Luftfeuchte in den Räumen.



Abb. 24 Schafwolle

Schilf hat eine lange Tradition als Baustoff. Die Schilfrohhalm werden mechanisch gepresst und durch verzinkte Stahldrähte zu festen, aber biegsamen Platten von 2 bis 10 cm Stärke verbunden. Früher wurden dünne Schilfmatten als Putzträger an Holzbalkendecken benutzt. Die heute angebotenen stärkeren Formate eignen sich als dämmende Leichtbauplatte und werden vor allem für die Außenwanddämmung (WDVS) eingesetzt. Schilf besitzt mäßige Wärmedämmeigenschaften. Es ist von Natur aus feuchteresistent und wirkt durch seinen hohen Kieselsäureanteil brandhemmend.



Abb. 25 Schilfmatten

Wärmedämmlehm Als traditioneller Baustoff findet Lehm seit Jahrhunderten Verwendung. Um auf aktuelle Herausforderungen bei der energetischen Sanierung historischer Fachwerkbauten zu reagieren, wurde in den 1980er Jahren auf dieser Basis Wärmedämmlehm als neuer Dämmstoff entwickelt. Er wird hergestellt unter Beimischung weiterer natürlicher Zuschlagstoffe wie Kork, Kieselgur und Stroh. Erhältlich ist er in Form von Platten oder zum formschlüssigen Einstampfen zwischen einer bestehenden Wand und einer Holzschalung, wobei ein homogener Wandaufbau ohne Lufteinschlüsse erzeugt wird. Durch seine besonderen Eigenschaften kann er deshalb als Baustoff für die Innendämmung verwendet werden. Wärmedämmlehm ist diffusionsoffen und verfügt über eine hohe kapillare Leitfähigkeit und ein gutes Feuchtespeichervermögen. Darüber hinaus hilft seine hohe Wärmekapazität dabei, das Raumklima auch an heißen Sommertagen kühl zu halten.



Abb. 26 Wärmedämmlehm

Materialeigenschaften

Die Bauordnungen der Länder stellen Anforderungen an die Eigenschaften von Dämmstoffen. Diese werden entweder bereits in technischen Baubestimmungen (z.B. DIN) geregelt oder - im konkreten Einzelfall - in bauaufsichtlichen Zulassungen oder Bescheiden festgelegt. Bei der Auswahl eines geeigneten Dämmstoffes sind verschiedene Kriterien von Bedeutung. Die wichtigsten Eigenschaften werden beschrieben durch:

- Die Wärmeleitfähigkeitsgruppe (WLG) kennzeichnet die Dämmstoffwert nach ihrer Wärmeleitfähigkeit λ. Je kleiner der angegebene Wert ist, umso besser ist die Dämmwirkung des jeweiligen Produkts. Die Eingruppierung erfolgt stets in die höherwertige Gruppe - d.h. ein Baustoff mit einer Wärmeleitfähigkeit λ von 0,042 W/(m*K) wird der WLG 045 zugeordnet.
- Die Wasserdampfdiffusionswiderstandszahl μ charakterisiert den Widerstand, den ein Material der Dampfdiffusion entgegensetzt. Je höher die μ-Zahl ist, umso weniger Dampf dringt in den Stoff ein. Zur Beurteilung der Dichtheit einer Konstruktion reicht der μ-Wert allein nicht aus. Auch die Schichtdicke ist dabei entscheidend.
- Der Primärenergiegehalt ist die Energie, die zur Herstellung von Materialien (Dämmstoffen) aufgewendet werden muss. Hierzu zählen die Gewinnung der Rohstoffe und deren Verarbeitung bis hin zum Endprodukt.
- Die Baustoffklasse bietet eine Einteilung von Baustoffen anhand ihrer Brandeigenschaften. Die Klassen A1 und A2 entsprechen der Kennzeichnung als nichtbrennbar, B1 als schwerentflammbar und B2 als normalentflammbar.

In der folgenden Tabelle (Tab. 3) sind diese Kriterien für ausgewählte Dämmstoffe zusammengestellt.

> >

	Rohdichte (kg / m³)	WLG (W / mK)	μ-Wert	Primärenergieinhalt (kWh/m³)	Baustoffklasse	
Konventionelle, mineralische, feste Dämmstoffe	Mineralfaser	10 - 200	030 - 050	1	100 - 700	A
	Kalziumsilikat	220 - 350	060 - 090	5 - 20	800 - 1200	A
	Bläherperl-Schüttung	30 - 150	050	1 - 4	210 - 235	A
	Expandierte Vermiculite	30 - 150	070	10	150	A1
	Schaumglas	100 - 150	045 - 055	dicht	320 - 751	A
	Expandierter Polystyrolhartschaum (EPS)	10 - 50	035 - 040	20 - 100	150 - 500	B1
	Extrudierter Polystyrolhartschaum (XPS)	20 - 45	035 - 040	80 - 250	285 - 494	B1
	Polyurethan-Hartschaum (PUR / PIR)	28 - 55	025 - 035	30 - 100	837 - 1330	B1 / B2
Polyurethan(PUR / PIR)-Spritzschaum	30 - 50	035 - 040	60 - 120	k. A.	B1 / B2	
Dämmstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen	Holzfaserdämmplatten	150 - 250	045 - 060	2 - 10	550 - 650	B2
	Expandierter Kork	90 - 140	045 - 050	5 - 10	360 - 440	B2
	Lose Zellulosefasern	20 - 60	045 - 055	1 - 2	60	B1 / B2
	Flachs	16 - 21	040	1	70 - 80	B2
	Hanf	70 - 110	060 - 070	1 - 2	30	B2
	Schafwolle	30 - 40	040	1	150	B2
	Wärmedämmlehm	300 - 350	080	5 - 15	1 - 10	B1

Tab. 3 Vergleich unterschiedlicher Dämmstoffe anhand von Rohdichte, Wärmeleitfähigkeit, μ-Wert, Primärenergieinhalt und Baustoffklasse

Handelsformen und Anwendungsgebiete

Je nach Materialeigenschaften besitzen Dämmstoffe unterschiedliche Handelsformen. Bei festen Dämmstoffen wird zwischen Platten (z.B. Polyurethan, Kalziumsilikat), Baustoffen in gerollter Form (z.B. Mineralfolle) und Matten (z.B. Schallschutzkocosmatten) unterschieden. Sie können steif, halbstreif oder weich ausgeführt sein.

Lose Dämmstoffe werden als Schüttung (z.B. Blähton) bzw. als Einblasdämmstoff in Hohlräume eingebracht (z.B. Zelluloseflocken).

Ortschäume (z.B. Polyurethan-Spritzschaum) werden erst auf der Baustelle eingespritzt. Aufgrund ihrer Beschaffenheit schäumen sie auf und verfestigen sich anschließend. Häufig werden sie zur Montage von Fenstern oder Türen verwendet.

Dämmstoffplatten bzw. -matten müssen im Anwendungsfall meist zugeschnitten werden und können selten passgenau wie lose Dämmstoffe eingebaut werden. Andererseits sind Plattendämmstoffe unter anderem hervorragend für die Trittschalldämmung geeignet. Die folgenden Tabellen (Tab. 4, 5) zeigen, in welchen Handelsformen Dämmstoffe angeboten werden.

Bei der Auswahl des geeigneten Dämmstoffes sind einige Dinge zu beachten, weshalb es sich auch hier lohnt, den Rat des Fachmannes einzuholen. Insbesondere Fragen des Feuchttransportes und der Feuchtesicherung sowie hinsichtlich einer ausreichenden Lüftung sind in die Überlegungen bei der Auswahl der Dämmstoffe einzubeziehen. Ebenso sind die Umgebungsbedingungen zu beachten. Viele Dämmstoffe sind nicht für den Einsatz in feuchten Bereichen geeignet und bedürfen daher entsprechender Schutzmaßnahmen.

> >

		Handelsformen	Außendämmung vor Bewitterung geschützt Dämmung unter Deckung	Außendämmung vor Bewitterung geschützt Dämmung unter Abdichtung	Außendämmung des Daches der Bewitterung ausgesetzt	Zweckschicht dämmung zweischaliges Dach, nicht begehbare aber zugängliche oberste Geschossdecken	Innendämmung, Dämmung unter dem Sparren / Tragkonstruktion, abgehängte Decke usw.	Innendämmung der Decke oder Bodenplatte (beidseitig) unter Estrich o. Schalungsoberfläche	Innendämmung der Decke oder Bodenplatte (beidseitig) unter Estrich, Schalungsoberflächen
Konventionelle, mineralische, feste Dämmstoffe	Mineralfolle	P, M, E	✓	✓		✓	✓	✓	✓
	Kalziumsilikat	P				✓	✓	✓	✓
	Bläherperl-Schüttung	S, E	✓	✓		✓	✓	✓	✓
	Expandierte Vermiculite	S, E	✓	✓		✓	✓	✓	✓
	Schaumglas	P, S	✓	✓		✓	✓	✓	✓
	Expandierter Polystyrolhartschaum (EPS)	P	✓	✓		✓	✓	✓	✓
	Extrudierter Polystyrolhartschaum (XPS)	P	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Polyurethan-Hartschaum (PUR / PIR)	P	✓	✓		✓	✓	✓	✓
	Polyurethan(PUR / PIR)-Spritzschaum	F	✓	✓		✓	✓	✓	✓
	Dämmstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen	Holzfaserdämmplatten	M, P	✓	✓		✓	✓	✓
Expandierter Kork		M, P, S	✓	✓		✓	✓	✓	✓
Lose Zellulosefasern		P, S, E	✓			✓	✓		
Flachs		M, P, E				✓	✓		
Hanf		M, P, E	✓			✓	✓	✓	✓
Schafwolle		M, P, (F), E				✓	✓	✓	✓

Tab. 4 Unterscheidung der verschiedenen Dämmstoffe nach Handelsformen und Anwendungsgebieten gemäß DIN 4108-10 für Decke und Dach (M = Dämmplatten, P = Dämmplatten, S = Schüttungen, F = Ortschaum, E = Einblasdämmung)

		Außendämmung hinter Bekleidung	Außendämmung hinter Abdichtung	Außendämmung unter Putz	Dämmung von zweischaligen Wänden - Kerndämmung	Dämmung von Holzrahmen und Holztafelbauweise	Innendämmung	Dämmung zwischen Bauteilen, Schalungsoberflächen	Dämmung von Raumtrennwänden	Außen liegende Wärmedämmung von Wänden gegen Estrich	Außen liegende Wärmedämmung unter der Bodenplatte gegen Estrich
Konventionelle, mineralische, feste Dämmstoffe	Mineralfolle	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓		
	Kalziumsilikat				✓	✓	✓	✓			
	Bläherperl-Schüttung	✓		✓	✓	✓	✓	✓			
	Expandierte Vermiculite	✓		✓	✓	✓	✓	✓			
	Schaumglas	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓
	Expandierter Polystyrolhartschaum (EPS)	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓
	Extrudierter Polystyrolhartschaum (XPS)	✓	✓	✓	✓					✓	✓
	Polyurethan-Hartschaum (PUR / PIR)	✓	✓	✓	✓			✓		✓	✓
	Polyurethan(PUR / PIR)-Spritzschaum				✓						
	Dämmstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen	Holzfaserdämmplatten	✓		✓	✓	✓	✓		✓	
Expandierter Kork		✓		✓	✓	✓	✓		✓		
Lose Zellulosefasern						✓	✓		✓		
Flachs						✓	✓		✓		
Hanf		✓				✓	✓		✓		
Schafwolle		✓				✓	✓		✓		

Tab. 5 Unterscheidung der verschiedenen Dämmstoffe nach Anwendungsgebieten gemäß DIN 4108-10 für Wände

Außenwände

Den größten Anteil der Hüllfläche eines Gebäudes stellen die Außenwände dar. Durch eine Fassadendämmung werden neben der Energieeinsparung auch die Innenflächen der Außenwände wärmer und trockener. Die Behaglichkeit erhöht sich.



Abb. 27 Thermografieaufnahme eines Gebäudes

Für eine funktionierende Dämmung der Bestandsaußenwände sind die Wahl eines passenden Systems, der richtige Aufbau und die Beachtung der Verarbeitungsvorschriften von Bedeutung. Zunächst sollten die Konstruktion und das Material der Außenwand, die örtlichen Gegebenheiten, sowie die baurechtlichen Belange und Brandschutzanforderungen geprüft werden. Außerdem muss gewährleistet sein, dass evtl. vorhandene Probleme mit aufsteigender Feuchte vorher beseitigt werden.

Außendämmung

Bei dieser Art der Wärmedämmung wird die äußere Seite von Außenwänden gedämmt. Es wird zwischen dem Wärmedämmverbundsystem (WDVS) und der hinterlüfteten Vorhangsfassade unterschieden. Beim WDVS werden Dämmstoffplatten direkt auf den Außenputz der Bestandswand oder beim Neubau auf die errichtete Außenwand aufgebracht und je nach Gewicht und Gebäudehöhe zusätzlich gedü-

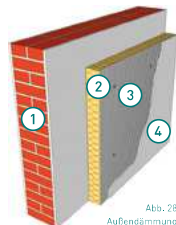


Abb. 28 Außendämmung mittels WDVS (1 = Mauerwerk, 2 = Dämmplatte, 3 = Armierungsmörtel und -gewebe, 4 = Mineralischer Außenputz)

belt. Anschließend wird eine Schicht aus Armierungsmörtel und -gewebe aufgebracht sowie die Fassade verputzt.

Bei hinterlüftete Fassaden werden mittels einer zunächst montierten Unterkonstruktion die Dämmplatten auf den alten Putz bzw. auf der Tragschale aufgebracht. Zur Abführung von Feuchtigkeit bleibt eine Belüftungsschicht zwischen Dämmebene und dem Vorhang. Dieser dient als Wetterschutz und besteht häufig aus Schieferplatten, Holzschindeln oder ähnlichen Materialien

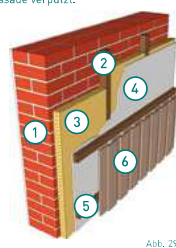


Abb. 29 Hinterlüftete Fassade (1 = Mauerwerk, 2 = Kantholz, 3 = Dämmplatte, 4 = Schutzplatte, 5 = Quertafel, 6 = Wetterschutzschalung)

Für eine optimale Funktion sind zahlreiche Ausführungsdetails zu beachten. Übliche Dämmstoffdicken für eine Außendämmung waren bisher ca. 5 - 10 cm bei Verwendung einer WL 040. Aufgrund der aktuellen EnEV-Anforderungen werden in Zukunft Stärken von ca. 12 - 20 cm Stärke notwendig sein. Häufig eingesetzte Dämmstoffe für diese Anwendung sind z.B. expandierter oder extrudierter Polystyrolschaum, Mineralfolle, PUR-Hartschaum oder Holzfaserdämmplatten.

Vorteile

- Die Wand wird vor Witterungseinflüssen geschützt. Bei fachgerechter Ausführung werden gedämmte Wände trockener als vorher.
- Durch die thermische Abkopplung der Außenwand vom Außenklima werden Temperaturschwankungen im Winter verringert, im Sommer wird die Aufheizung der Räume gedämpft.
- Außendämmung erhöht die Behaglichkeit. Die Wand dient als Wärmespeicher und vermindert damit die regelungstechnischen Nachteile von trägen Heizungssystemen, wie z.B. Fußbodenheizung.
- Sanierungsbedürftige und unansehnliche Fassaden werden optisch aufgewertet.
- Wärmebrücken durch einbindende Wände, Decken, Fensteranschlüsse, fehlerhafte Materialien usw. werden durch Außendämmung weitestgehend vermieden.
- Die vorhandene Raumfläche wird nicht verringert.
- Die Möglichkeit der Montage von Einrichtungsgegenständen, Installationen usw. an der Innenseite der Außenwände bleibt erhalten.
- Installationen müssen nicht verlegt werden, da die Gefahr des Einfrierens von Leitungen reduziert wird.

Nachteile

- Die Außendämmung ist relativ kostenaufwendig. Die Investition ist nicht in jedem Fall wirtschaftlich. Zusätzlich zu den Material- und Arbeitskosten sind Veränderungen am Gebäude notwendig.
- Unter Umständen müssen Umbauten am Dachüberstand und an den Sohlbänken vorgenommen werden. In der Regel sind Baugründe erforderlich.
- Die lichte Fensteröffnung kann sich verringern.
- Bei denkmalgeschützten Fassaden wird eine Außendämmung speziell bei Sichtfassaden in der Regel nicht zugelassen.
- Arbeiten an der Außendämmung sind witterungsabhängig.
- Veränderungen an der Fassade sind ggf. genehmigungspflichtig.
- Bei Häusern mit mehreren Eigentümern, wie z.B. Doppel- oder Reihenhäuser, muss eine Abstimmung mit den Nachbarn erfolgen.
- Bei Grenzbebauungen bzw. gerade eingehaltener Abstandsfläche und bei eng stehenden Gebäuden ist eine Außendämmung nicht immer möglich.
- Für nur kurzzeitig genutzte Räume kann die Aufheizzeit zu groß sein.
- Oberflächen von WDVS unterschreiten häufiger den Taupunkt, daher besteht verstärkt die Gefahr für Algenwachstum, besonders auf der Nordseite. Deshalb werden in Putzen und Anstrichen Biozide eingesetzt. Durch Auswaschung gelangen sie ins Grundwasser.

Sonderform der Außendämmung - Transparente Wärmedämmung

Die transparente Wärmedämmung (TWD) ist eine Sonderform der Außendämmung. Sie bezeichnet eine Gruppe von Materialien, die eine hohe Lichtdurchlässigkeit mit Wärmedämmeigenschaften kombinieren. Der Name transparente Wärmedämmung ist dabei irreführend, da die Materialien das einfallende Licht nicht komplett ins Gebäudeinnere hineinleiten (wie z.B. Fenster). Translucente Wärmedämmung wäre der eigentlich korrekte Begriff, da es einen erhöhten Anteil an gestreutem Licht gibt und die Stoffe nicht „durchsichtig“ sind. Transparente Wärmedämmungen werden sowohl in Weben- bzw. Kapillarstruktur, als auch in Hohlkammerstrukturen oder als Granulat angeboten. Bei der Verwendung steht die Nutzung der Sonnenenergie an den von der Sonne beschienenen Fassaden genutzt, um über eine dunklere, hinter der lichtdurchlässigen Dämmung liegenden Schicht die massive Wand zu erwärmen. Diese speichert die Energie als Wärme und gibt sie dann an den Innenraum ab. TWD-Systeme werden anteilig in die Fassade integriert. Da im Winter die Sonne sehr tief steht, ist gerade zu dieser Jahreszeit der Energieeintrag in die Struktur der transparenten Materialien sehr effektiv. Im Sommer dringen durch den hohen Sonnenstand die Strahlen nur stark abgedindert ein. Durch eine günstige Gestaltung mit Dachüberständen und Balkonen sind eine zusätzliche Verschattung im Sommer erreicht, so dass weitere Sonnenschutzmaßnahmen meist nicht erforderlich werden. Als Dämmstoffe für diese Anwendung sind z.B. Schaumkunststoffe aus Polycarbonat oder translucente Granulate zu nennen.

Abb. 30 Transparente Wärmedämmung



Innendämmung

Bei der Gebäudesanierung darf mitunter aus verschiedenen Gründen die Außenfassade nicht verändert werden. Seit ein paar Jahren kommen in solchen Fällen zunehmend Innendämmssysteme unterschiedlicher Hersteller zum Einsatz. Diese bestehen meist aus einem speziellen Grundputz, einem abgestimmten Klebepachtel, entsprechenden Dämmplatten (Kalziumsilikat-, Mineralschaum- oder Perliteplatten) sowie einem Systeminnenputz bzw. Spachtel. Die genannten Komponenten sind herstellereigentlich aufeinander abgestimmt und sollten nur als Gesamtsystem zum Einsatz kommen. Innendämmssysteme haben meist feuchte-regulierende Eigenschaften – d.h. sie können überschüssige Feuchtigkeit aus der Raumluft aufnehmen und später wieder abgeben.

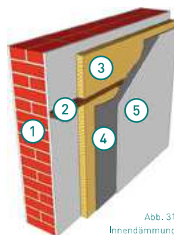


Abb. 31 Innendämmung (Diffusionsdicht) [1 = Mauerwerk, 2 = Unterkonstruktion, 3 = Dämmplatte, 4 = Dampfsperre, 5 = Gipskartonplatte]

Im Vergleich zur Außen- oder Kerndämmung ist die Planung einer Innendämmung weit komplexer, da konstruktive und geometrische Wärmebrücken betrachtet und durch geeignete Maßnahmen vermieden werden müssen. Innendämmung sollte stets durch einen Fachmann bzw. einen -betrieb geplant und ausgeführt werden. Da Innendämmmaßnahmen weitreichende Konsequenzen für den Feuchte-transport und -haushalt der Konstruktion haben, sollte deren Feuchteaufnahme und Austrocknungsverhalten schon bei der Planung für einen längerfristigen Zeitraum (mind. 1 Jahr) anhand eines Simulationsprogramms vorberechnet werden.

Für die Anwendung einer Innendämmung muss sichergestellt werden, dass die Fassade bei Schlagregen nicht durchfeuchtet. Andernfalls können Bauschäden entstehen. Übliche Dämmstoffstärken betragen ca. 5 bis 10 cm.

Grundsätzlich wird bei einer Innendämmung zwischen dampfdiffusionsdichten und dampfdiffusionsoffenen Konstruktionen unterschieden. Als diffusionsdicht sind z.B. Konstruktionen mit einer Dämmung, einer dampfsperrenden bzw. -bremsenden Folie sowie einer Verklebung (z.B. mit Gipskarton) zu nennen. Bei diesen konventionellen Innendämmssystemen wird versucht, die Feuchtezufuhr infolge von Diffusion und Konvektion in die Kondensationsebene durch Dampfsperren zu stoppen. Alternativ können sperrende Dämmstoffe, wie Schaumglas oder Polystyrol zur Anwendung kommen. Der Einsatz dampfsperrender Innendämmssysteme ist bei der Sanierung historischer Gebäude, bei denen der Zustand der Gebäudehülle oft bedenklich ist, risikoreich und daher häufig ungeeignet. Baumaterialien „arbeiten“, das heißt, sie unterliegen Formänderungen wegen Temperatur- und Feuchteschwankungen. Im Laufe der Zeit entstehen Undichtigkeiten. Ist die Dampfsperre gerissen, können Schäden die Folge sein. Vor allem betroffen sind z.B. einbindende Deckenbalken, Fensteranschlüsse, Wand-Dachanschlüsse oder Zwischenwandanschlüsse.

Bei einer Innendämmung sollte das Austrocknungspotenzial der Wand weder nach innen noch nach außen eingeschränkt werden. Deshalb sind diffusionsoffene, kapillaraktive Systeme, die auch zur Regulierung des Innenraumklimas beitragen, denen mit Dampfsperre vorzuziehen.

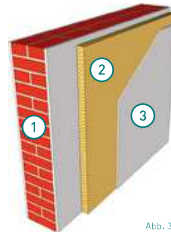


Abb. 32 Innendämmung (diffusionsoffen, kapillaraktiv) [1 = Mauerwerk, 2 = Dämmplatte, 3 = Innenputz/Spachtel]

Bei der kapillaraktiven Innendämmung diffundiert Wasserdampf aufgrund der bestehenden Temperaturdifferenz zwischen der Innen- und Außenseite der Wand in die Konstruktion. An der Stelle, wo der Taupunkt erreicht wird, kommt es zum Kondensat. Dieses sammelt sich folgend im Porenraum des Dämmstoffes. Aufgrund der nach innen gerichteten Kapillarkräfte und der Eigenschaft, Wasser in seinen Poren zu transportieren, leitet der Dämmstoff das Kondenswasser zurück an die Oberfläche, von wo es dann in den Raum zurück verdunsten kann.

Vorteile

- Innendämmung ist die Alternative zur Außendämmung speziell für historische und denkmalgeschützte Gebäude, da die Fassaden (zum Teil mit ihren charakteristischen Schmuckelementen) erhalten bleiben. Gerade bei solchen Gebäuden ist eine Außendämmung aus gestalterischen oder baurechtlichen Gründen oftmals nicht möglich.
- Bei Häusern mit mehreren Eigentümern, wie z.B. bei Doppel- oder Reihenhäusern, kann eine Dämmmaßnahme unabhängig von der Entscheidung der Nachbarn erfolgen.
- Bei Grenzbebauungen und bei eng stehenden Gebäuden ist Innendämmung oft die einzige Möglichkeit.
- Die Innendämmung ist relativ kostengünstig. Kosten für die Einrichtung, Veränderungen im Dachüberstand usw. entfallen.
- Innendämmssysteme bieten die Möglichkeit zur energetischen Fassadensanierung, ohne aufwendige Gerüstbauten und ohne Eingriff in die Fassade von der Außenseite.

→ Mit einer Innendämmung wird eine schnellere Aufheizung des Raumes wegen der nun geringeren Speichermasse erreicht. Das spart Energie bei häufigen Aufheizvorgängen. Selten genutzte Räume sind schneller und auch preiswerter aufzuheizen, als bei der Verwendung einer Außendämmung.

→ Arbeiten an der Innendämmung sind witterungsunabhängig. Sie können zu jeder Jahreszeit durchgeführt werden.

Speziell für diffusionsoffene kapillaraktive Innendämmssysteme sind außerdem folgende Vorteile entscheidend:

- Die diffusionsoffenen Eigenschaften einer kapillaraktiven Innendämmung ermöglichen durch den Erhalt des Trocknungspotenzials eine längerfristige Trocknung bereits vorgeschädigter Bauteile.
- Die Feuchtespeicherfähigkeit einer diffusionsoffenen kapillaraktiven Innendämmung puffert Feuchtespitzen der Innenraumluft und trägt zur Regulierung des Innenklimas bei.

Die Kapillaraktivität sorgt für eine schnelle und großflächige Verteilung der Feuchte in der Dämmung und damit für eine Vermeidung hoher lokaler Feuchtespitzen während der Winterperiode. Dadurch wird die Trocknung beschleunigt und die Dämmwirkung verbessert.

Nachteile

→ Eine Innendämmung ist im Gegensatz zur Außendämmung anspruchsvoller in der Konstruktion und Ausführung. Besonders die Anschlussdetails bedürfen sorgfältiger Planung.

→ Die nutzbare Raumfläche verringert sich.

→ Die potenzielle Kondensationsebene befindet sich zwischen Dämmung und Bestandswand.

→ Die thermische Abkopplung der Außenhülle vom Innenraumklima bewirkt eine Erhöhung der thermischen Belastung der Wand. Die Außenwandkonstruktion liegt im kalten, ungedämmten Bereich.

→ In oder unmittelbar auf der Wand verlegte wasserführende Rohrleitungen müssen in den warmen Bereich, also vor die Dämmung verlegt werden.

→ Bei der Ausführung der Innendämmung ist eine wärmebrückenarme und lückenlose Montage sehr wichtig. An keiner Stelle darf der Dämmstoff durch Raumluft hinterströmen werden.

→ Die Innenwände und Decken wirken als Wärmebrücke. Hier sollten deshalb Dämmkeile ca. 30-50 cm in den Innenraum hineingeführt werden.

→ Fensterleibungen sind kritische Wärmebrücken. Sie sollten so gut wie möglich mitgedämmt werden.

→ Bei größeren Dämmstoffstärken kann die Maßnahme wegen des steigenden Einflusses der Wärmebrücken unwirtschaftlich werden.

Dämmtapeten sind als Innendämmmaßnahme ungeeignet. Sie haben kaum eine Wirkung, da sie als Wärmeschutz zu dünn sind. Das Preis-Leistungs-Verhältnis ist eher ungünstig. Außerdem sind die Stöße und Anschlüsse schimmelgefährdet. Keinesfalls sollte versucht werden, bereits bestehende Feuchteprobleme mit einer Dämmtapete zu lösen.

Kerndämmung

Als Kerndämmung wird die Dämmung zwischen zwei Mauerwerkswänden (Vor- und Hintermauerschale) ohne Luftspalt bezeichnet. Die verwendeten Dämmstoffe müssen dauerhaft wasserabweisend sein, damit die Restbaufeuchte im Laufe der Zeit nicht zu Schimmelbildung führen kann. Verwendet werden beispielsweise Materialien wie Polyurethan-Hartschaumstoff, Stein- bzw. Mineralwolle, expandierter oder extrudierter Polystyrol-Hartschaum sowie Schüttgut. Für die Kerndämmung beim Neubau können auch Plattendämmstoffe eingesetzt werden. Die nachträgliche Kerndämmung im Bestand und an schwer zugänglichen Stellen ist mit Einblasdämmstoffen oder Ortschaum möglich. Zuvor muss jedoch überprüft werden, ob die Bestandskonstruktion in Ordnung ist. Eventuell vorhandene Leckagen müssen vorher abgedichtet werden. Ist eine Kerndämmung möglich, wird ein geeigneter Dämmstoff durch die in die Außenschale gebohrten Löcher in den Hohlraum eingebracht. Das Dämmmaterial wird so verdichtet, dass die Hohlschicht lückenlos und setzungssicher ausgefüllt ist.

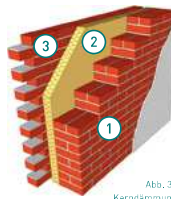


Abb. 33 Kerndämmung [1 = Hintermauerschale, 2 = Wärmedämmung, 3 = Vormauerschale]

- Eine gute Dämmwirkung wird erzielt.
- Die Bestandsfassade bleibt erhalten.
- Die Ausführung der Arbeiten beeinträchtigt die Bewohner kaum.

Nachteile

- Die Fassade muss angebohrt werden. Sie wird nach Dämmstoffeintringung wieder geschlossen.
- Beim Verfüllen mit Dämmmaterial wird das Austrocknen der äußeren Mauerwerksschale bei Schlagregen verschlechtert. Daher dürfen nur hydrophobierte Dämmstoffe verwendet werden, die auch bei Feuchte ihre Dämmeigenschaften nicht verlieren.
- Es besteht ein erhöhtes Kondensationsrisiko in vorher belüfteten Hohlräumen durch Diffusion, Konvektion und kapillarem Saugen, die nach der Verfüllung nicht mehr belüftet werden.
- Eine Kontrolle des hohlraumfreien Einbringens des Dämmstoffes ist schwierig.
- Wärmebrücken, z.B. an Fenster- und Türleibungen sowie bei Heizkörpernischen und Rolllädenkästen lassen sich mit einer Kerndämmung nicht beheben.

Vorteile

- Es entsteht kein Verlust von Wohnraum.
- Mit der Kerndämmung steht ein preisgünstiges System zur Verfügung.
- Die Tragschale ist von der Wetterschutzschale getrennt.

Überstehende Mörtelreste im Hohlraum, die nicht entfernt werden oder durchgehende Bindersteine sowie Verankerungen erhöhen die Gefahr der Wärmebrücken. Es steht nur eine begrenzte Dämmschichtdicke zur Verfügung. Daher ist evtl. eine zusätzliche Außen- oder Innendämmung erforderlich.

Erdreichberührte Flächen

Die Nutzung erdberührter Gebäudebereiche bekommt einen immer höheren Stellenwert. So werden Kellerräume zunehmend als hochwertig nutz- oder bewohnbare Räume gebaut bzw. nachträglich nutzbar gemacht. Die Wärmedämmung von erdberührten Wand- und Bodenbereichen an der Außenseite von Bauwerken wird als Perimeterdämmung bezeichnet.



Abb. 35
Nachträgliches Einbringen einer Perimeterdämmung

Mit der Einführung der Energieeinsparverordnung hat die Dämmung erdreichberührter Flächen weiter an Bedeutung gewonnen, da bei ungedämmten Kellerwänden und -böden ein erheblicher Teil der Heizenergie über diese Flächen entweichen kann. Für ein angenehmes Raumklima und zur Reduzierung des Energieverbrauches ist die Dämmung erdberührter Bereiche somit unverzichtbar. Auch für Kellerräume, die nicht bewohnt sind, ist eine Perimeterdämmung zur Vermeidung von Wärmebrücken empfehlenswert.

Da diese Dämmung wasser- und druckbeständig sein muss, werden geschlossensporige, druckfeste Schaumstoffmaterialien, z. B. extrudierte Polystyrol-Hartschaumplatten oder Schaumglasplatten verwendet. Das Dämmmaterial wird dann außerhalb der wasserundurchlässigen Schicht (Bitumenanstrich oder Kunststoff-Folie) angebracht. Um bei Setzungen in der Baugrube Verschiebung der Platten gegeneinander zu vermeiden, werden diese vollflächig verklebt. Neben den bereits genannten Dämmstoffen kommen zunehmend auch Recycling-Materialien, wie Glasschaum-Granulat und Glasschaumplatten, zur Anwendung.

Dächer

Ist die obere Geschossdecke ungedämmt bzw. soll zusätzlicher Wohnraum im Dachgeschoss geschaffen werden, stellt sich die Frage, wie die Dachdämmung erfolgen soll. Neben den Möglichkeiten, eine Zwischen- oder Untersparrendämmung anzubringen, ist es seit einigen Jahren auch möglich, das Dach oberhalb der Dachsparren zu dämmen. Grundsätzlich sind Dämmungen nur dann wirksam, wenn die Dachhaut in einwandfreiem Zustand ist. Anderenfalls würden Niederschläge die Dämmschicht in kürzester Zeit durchfeuchten, so dass ihre Dämmwirkung verloren geht.

Bei einer Dachkonstruktion aus Holz ist raumseitig eine Dampfbremse einzubauen und die Bauteilschichten nach außen hin zunehmend diffusionsoffener zu gestalten, so dass Feuchtigkeit, die aus der Raumluft in die Konstruktion gelangt, nach außen hin abtrocknen kann. Hinterlüftete Steildächer (Kalt Dach) funktionieren nach diesem Prinzip zuverlässig, Flachdächer hingegen (insbesondere Holzkonstruktionen mit Dachbegrünung) gelten als problematisch, weil hier der zur Belüftung des Unterdaches notwendige thermische Auftrieb fehlt. Ist die Dachhaut von Flachdächern ohne Hinterlüftung (Warmdach) völlig dampfdicht, kommen zum Teil feuchteadaptive Dampf-

bremsen zum Einsatz, die das Eindringen von Dampf verhindern, zugleich aber das Austrocknen der Konstruktion ermöglichen. Wichtig ist dabei, dass die Anschlüsse der Dampfbremse an die Dachkonstruktion absolut wind- und luftdicht ausgeführt werden.

Aufsparrendämmung

Die Aufsparrendämmung ist die Wärmedämmung von Steildächern oberhalb der Sparren. Dabei werden die Dämmplatten von außen auf den Dachsparren aufgebracht. Diese Art der Dämmung bietet sich hauptsächlich dann an, wenn eine Dachsanierung mit Neueindeckung des Dachstuhls geplant ist bzw. beim Neubau. Eine Aufsparrendämmung wird häufig mit Polystyrol-Verbundplatten, Polyurethan-Platten oder Mineralwolle-Matten durchgeführt. Aber auch natürliche Dämmstoffe, wie druckfeste Holzfasern, sind für die Aufsparrendämmung einsetzbar.

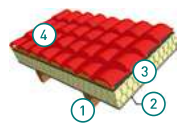


Abb. 36
Aufsparrendämmung
1 = Sparren, 2 = Verkleidung, 3 = Wärmedämmung, 4 = Außenhaut

Nachteile

- Die Aufsparrendämmung ist relativ kostenaufwendig und bei Altbauten nicht in jedem Fall wirtschaftlich. Zusätzlich zu den Material- und Arbeitskosten muss das Gebäude eingerüstet werden, die Dachendeckung entfernt und die Dachentwässerung angepasst werden.
- Bei denkmalgeschützter Bausubstanz ist eine Außendämmung mit den resultierenden Veränderungen oft nicht möglich.
- Da die Arbeiten von außen am Dach erfolgen, sind sie witterungsabhängig.
- Bei Häusern mit mehreren Eigentümern (z.B. Doppel- oder Reihenhäuser) muss eine Abstimmung mit den Nachbarn erfolgen.

Vorteile

- Durch die vollflächige Verlegung entfallen die Wärmebrücken im Bereich der Sparren.
- Gebälk und Holzschalungen bleiben raumseitig sichtbar, neben dem optischen Eindruck ergibt sich auch ein räumlicher Gewinn
- Der Platz zwischen den Sparrenfeldern kann für die Raumhöhe mit genutzt werden.

Zwischensparrendämmung

Eine weitere Form der Dachdämmung im geneigten Dach ist die Zwischensparrendämmung. Dabei wird die Wärmedämmung zwischen den Sparren eingebaut. Geeignet sind Dämmstoffe, die eingeblasen werden können bzw. sich leicht zuschneiden lassen, wie z.B. Zellulose, Mineralfaserbahnen, Baumwoll-, Flachs- oder Hanfbahnen.

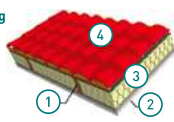


Abb. 34
Zwischensparrendämmung
1 = Sparren, 2 = Verkleidung, 3 = Wärmedämmung, 4 = Außenhaut

Bei regelmäßigen Sparrenabständen empfiehlt sich die Verlegung von Bahnenware, wobei die Bahnen auf Länge geschnitten und dann zwischen die Dachsparren geklemmt werden. Es sollte jedoch darauf geachtet werden, dass auch kleine Zwischenräume verfüllt werden, um Wärmebrücken zu vermeiden.

Wenn die Dachsparren unregelmäßig verlegt wurden oder nicht ganz gerade verlaufen, ist Bahnenware eher ungeeignet. Eine Einblasdämmung oder der Einsatz von Dämmkeilen ist in diesem Fall empfehlenswert, da sich diese flexibel an den Sparrenabstand anpassen können. Oft weisen die Sparren vorhandener Gebäude nur eine Höhe von 10 bis 14 cm auf. Dies ist für eine Zwischensparrendämmung nach heutigen Anforderungen nicht ausreichend. In solchen Fällen können zur Erhöhung Kanthölzer unter den Sparren angebracht werden, um mehr Tiefe zum Dämmen zu erhalten. Günstig und meist problemlos herzustellen sind Aufdopplungen ab 6 cm.

Vorteile

- Die Zwischensparrendämmung bietet eine Möglichkeit, das auszubauende Dach wärmetechnisch den neuesten Anforderungen anzupassen, ohne dass von außen an der Dachdeckung gearbeitet werden muss.

- Sie ist die am einfachsten umsetzbare und meist kostengünstigste Dämmvariante.
- Da die Arbeiten von innen erfolgen, sind sie witterungsunabhängig und können zu jeder Jahreszeit erfolgen.
- Bei Häusern mit mehreren Eigentümern (z.B. Doppel- oder Reihenhäuser) kann eine Dämmmaßnahme unabhängig von der Entscheidung der Nachbarn erfolgen.
- Eine raumweise energetische Sanierung ist möglich.

Nachteile

- Im Bereich der Sparren können schnell Wärmebrücken entstehen, da sich durch Schwinden und Quellen Fugen zwischen Sparren und Dämmung bilden können.
- Es besteht leicht die Gefahr der mangelhaften Ausführung der Anschlüsse.
- Die Sparrenhöhe muss so bemessen sein, dass genug konstruktive Höhe für die Dämmebene gegeben ist, ansonsten entstehen zusätzliche Kosten für die Aufdopplung und ein Verlust an Wohnfläche.
- Die raumseitige Innenverkleidung muss entfernt werden.
- Die Verlegung erfolgt von innen, wodurch bei nachträglichem Einbau eine Beeinträchtigung durch Baumaterial und -staub im Gebäude entsteht.
- Einbindende Innenwände müssen mitgedämmt werden, um Wärmebrücken zu vermeiden.

Untersparrendämmung

Ist der Dachboden bereits ausgebaut und bewohnt, stellt sich die Frage, wie ohne großen Aufwand eine zusätzliche Dachdämmung angebracht werden kann. Hier empfiehlt sich die Untersparrendämmung als Lösung. Dabei handelt es sich um eine Form der Innendämmung, die mit der Zwischensparrendämmung kombiniert werden kann.

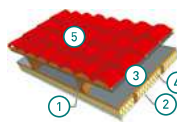


Abb. 37
Untersparrendämmung
1 = Sparren, 2 = Verkleidung, 3 = Sparrenzwischenraum, 4 = Untersparrendämmung, 5 = Außenhaut

Beim Einbau der Dämmung wird auf der Unterseite der Dachsparren raumseits der Dampfsperre bzw. bei Dachmodernisierungen auf die schon bestehende Verkleidung eine zusätzliche Lattung angebracht, zwischen die dann die Dämmplatten geklemmt werden. Die bestehenden Sparren erhalten so eine Überdeckung mit einer vergleichsweise dünnen Dämmschicht. Anschließend kann der Aufbau je nach Wunsch mit Gipskartonplatten beplankt bzw. mit Profilhölzern verkleidet werden.

Vorteile

- Untersparrendämmung bietet zusätzlich zur Zwischensparrendämmung die Möglichkeit, ein auszubauendes Dach wärmetechnisch den neuesten Anforderungen anzupassen, ohne dass von außen an der Dachdeckung gearbeitet werden muss.
- Der Wärmebrückeneffekt der Holzsparren verringert sich, weil die Lattung zur Aufnahme der Innenbekleidung quer zum Sparren verläuft und der entstehende Raum mit einer weiteren Dämmschicht gefüllt wird.

- Diese Zusatzdämmmaßnahme ist kostengünstig und einfach umsetzbar.
- Die Dämmebene kann auch als Installationsebene genutzt werden.
- Da die Arbeiten von innen vorgenommen werden, sind sie witterungsunabhängig und können zu jeder Jahreszeit erfolgen.
- Bei Häusern mit mehreren Eigentümern (z.B. Doppel- oder Reihenhäuser) kann eine Dämmmaßnahme unabhängig von der Entscheidung der Nachbarn erfolgen.
- Die raumseitige Innenverkleidung kann je nach Fall erhalten bleiben.
- Eine raumweise energetische Sanierung ist möglich.

Nachteile

- Die nutzbare Wohnfläche wird durch diese Art der Innendämmung etwas verkleinert.
- Zusätzlicher Aufwand entsteht bei der Ausführung der Anschlüsse, z.B. bei der Anpassung der Fensterleibungen.
- Als alleinige Dämmmaßnahme des Daches ist eine Untersparrendämmung häufig nicht ausreichend. Sie erfolgt daher meist in Kombination mit der Zwischensparrendämmung.
- Die Verlegung erfolgt von innen, wodurch bei nachträglichem Einbau eine Beeinträchtigung durch Bauschutt und -staub im Gebäude entsteht.

Decken

Zwischen beheizten Räumen ist eine Dämmung als Wärmeschutzmaßnahme nicht erforderlich. Sie dient in diesem Bereich vorrangig als schallschutztechnische Maßnahme. Eine effektive Dämmung gegen Luftschallübertragung wird durch massereiche schwere Baustoffe oder einen mehrschaligen Aufbau erreicht. Körperschallübertragung wird durch Entkopplung flankierender Bauteile vermieden (z.B. elastische Fugendichtungen).

Eine Deckendämmung, als thermische Trennung zwischen beheizten und unbeheizten Geschossen, wird vorrangig an Kellerdecken, Balkonen und obersten Geschossdecken, die an nicht ausgebauten Dachraum grenzen, angebracht. Deckendämmungen werden aus verschiedenen Materialien angeboten, zum Teil in mehrschichtiger Verarbeitung. Zum Einsatz kommen unter anderem Holzfaser-, Polystyrol-, Steinwolle- oder Hartschaum-Platten sowie Zellulose-Einblasdämmung, aber auch verschiedene andere Dämmstoffe.

Bei Erfordernis kann durch den Einbau einer Dampfsperren verhindert werden, daß Feuchte aus der Raumluft innerhalb der Dämmebene kondensiert. Diese ist immer auf der warmen Seite der Dämmung anzubringen. Als prinzipielle Lösungen können Aufdecken-, Zwischendecken- und Unterdeckendämmung vorgenommen werden. Die Wärmedämmung der obersten Geschossdecke ist immer dann erforderlich, wenn der darüber befindliche Dachraum nicht beheizt wird. Eine Dämmung der Dachschräge, die sich oberhalb der zu dämmenden Decken befinden, ist in einem solchen Fall nicht notwendig.

Aufdeckendämmung

Bei dieser Form der Dämmung befindet sich die Dämmebene oberhalb der Geschossdecke (Rohbaudecke). Hierbei bedingt die angestrebte Nutzung der Decke den Aufbau der Konstruktion. Bei begehbaren Decken muss eine trittfeste Oberfläche geschaffen werden. Dies erfordert den Einsatz einer trittfesten Dämmung oder einer Unterkonstruktion, welche den Fußbodenaufbau trägt.

Vorteile

- Die Maßnahme ist im Rahmen einer Sanierung einfach umsetzbar, da die Deckenoberseite in der Regel ohne Probleme zugänglich ist.
- Es handelt sich um eine sehr kostengünstige Dämmvariante.
- Bei genauer Ausföhrung ist diese Art der Konstruktion sehr wärmebrückenarm, weil die Deckenebene komplett überdämmt werden kann.

Nachteile

- Bedingt durch die Höhe der Konstruktion ergibt sich ein Verlust von Raumvolumen im oben befindlichen Geschoss.
- Im Bereich von Türen sind Höhenanpassungen vorzunehmen.



Abb. 38 Aufdeckendämmung (1 = Fußbodenaufbau, 2 = Rohbaudecke, 3 = Wärmedämmung)

Zwischendeckendämmung

Bei der Zwischendeckendämmung befindet sich die Dämmebene innerhalb des Deckenaufbaus. Daher kann diese Art der Dämmung nur bei Hohldecken ausgeföhrert werden. Im Falle einer Sanierung wird hierbei die vorhandene Föllung der Hohlräume durch moderne und effizientere Dämmstoffe ersetzt. Zum Einsatz kommen in der Regel Schütt- und Einblasdämmungen (z.B. Perüte oder Faserlocken).



Abb. 39 Einbau einer Schüttung als Zwischendeckendämmung



Abb. 40 Zwischendeckendämmung (1 = Fußbodenaufbau, 2 = Wärmedämmung, 3 = Deckenverkleidung, 4 = Deckenbalken)

Vorteil

- Die Konstruktionshöhe der Decke verändert sich nicht und somit besteht keine Einschränkung in der nutzbaren Raumhöhe

Nachteile

- Im Bereich der Deckenbalken besteht bei unsachgemäßer Ausführung die Gefahr der Entstehung von Wärmebrücken.
- Durch Entfernen der ursprünglich in der Decke vorhandenen schweren Schüttung und Ersetzen durch leichte Dämmstoffe fehlt wirksame Speichermasse. Der Schallschutz zwischen den Geschossen wird ungünstiger und muss durch einen mehrschaligen Aufbau kompensiert werden. Bei einer Holzbalkendecke kann dazu eine Unterdecke an Federschienen und die schwimmende Verlegung des Fußbodens vorgesehen werden.
- Durch die Öffnung der Decke und das Entfernen der vorhandenen Schüttung fällt viel Bauschutt an.

Besonderheiten von Bestandsgebäuden

Unterdeckendämmung

Als Unterdeckendämmung wird eine Konstruktion bezeichnet, bei der die Dämmebene an der Unterseite der Decke angebracht ist. Die Dämmung kann hierbei durch nut- und federverlegte Wärmedämmplatten oder eine verfüllte Unterkonstruktion (z.B. aus Holz) realisiert werden. Eine Verkleidung mit Putz oder anderen Materialien ist möglich.



Abb. 41 Unterdeckendämmung aus Mineralwolle

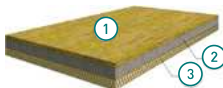


Abb. 42 Unterdeckendämmung (1 = Fußbodenaufbau, 2 = Rohbaudecke, 3 = Wärmedämmung)

Vorteile

- Es ist meist eine einfache Umsetzbarkeit gegeben, da die Deckenunterseite frei zugänglich ist.
- Anpassungen im Bereich von Türen sind in der Regel nicht notwendig.

Nachteile

- Die Raumhöhe im unteren Geschoss wird verringert.
- Es entstehen Wärmebrücken, da die Ebene der Unterdeckendämmung im Bereich von Deckenauflegern und Wänden unterbrochen wird.

Charakterisierung des Gebäudebestands

Der überwiegende Anteil aller Wohneinheiten Deutschlands befindet sich in Gebäuden, die häufig nicht dem heutigen Stand der Technik entsprechen. Die Hälfte des Bestands an Wohngebäuden wurde zwischen dem Kriegsende 1945 und der Einführung des Energieeinspargesetzes 1976 erbaut. In diesem Zeitraum wurden Außenwandkonstruktionen kaum wärmegeämmt, so dass der Energieverbrauch dieser Gebäudegruppe bei vergleichbarer Wohnqualität besonders hoch liegt. Bei heutigen Komfortansprüchen müssen deshalb je Quadratmeter Wohnfläche weit über 200 kWh/m² Endenergie pro Jahr für die Beheizung aufgewendet werden.



Abb. 43 Kennzeichnung Denkmal

Baujahr	Anteil Wohnfläche (%)
Vor 1918	> 12
1919 - 1948	> 10
1949 - 1978	> 42
1979 - 1994	> 19
1995 - 2006	> 17
Summe	100

Tab. 4 Verteilung der bestehenden Wohnfläche auf Baualtersklassen

Auch viele nach 1976 erbaute Gebäude verbrauchen - gemessen an den heutigen Kriterien - relativ viel Energie. In Deutschland wird derzeit knapp 40 % der gesamten Endenergie im Gebäudebestand verbraucht, etwa 25 % allein für die Heizung und Warmwasser in privaten Haushalten.

Anforderungen an Wohngebäude früher und heute

Tatsächlich sind die Ansprüche an die Gebäudeausstattung und an das Raumklima in den letzten Jahrzehnten durch die verfügbaren technischen Möglichkeiten stark gestiegen. Noch vor einhundert Jahren wurden Wohngebäude errichtet, deren Räume nur temporär mit Öfen beheizt waren. Die sanitäre Ausstattung umfasste nur einen Teil des derzeitigen Standards. Das durchschnittliche Temperaturniveau im Gebäude lag niedriger als heute. Manche Räume blieben auch im Winter fast vollständig unbeheizt und die Fenster waren bei weitem nicht so luftdicht.

Nach heutigen Standards errichtete Gebäude müssen sehr hohen Anforderungen gerecht werden. Neben raumklimatischen Vorgaben hinsichtlich der Luftqualität, der Behaglichkeit und der Flexibilität in der Nutzung, spielen auch die energetischen Forderungen der ENEV eine wichtige Rolle. Passivhaus und Plusenergiehaus unterschreiten diese Anforderungen deutlich und setzen heute Maßstäbe für die energetische Qualität von Gebäuden.

Einsparpotenzial

Durch eine Sanierung bzw. Modernisierung unter Berücksichtigung der energetischen Belange, lässt sich meist mehr als die Hälfte der bisher benötigten konventionellen Energie einsparen. Abhängig vom Energiebedarf des jeweiligen Gebäudes im Ist-Zustand kann die Einsparung aber auch deutlich mehr betragen. Die Verbrauchswerte lassen sich teilweise von über 200 kWh/m²a auf 50-80 kWh/m²a mehr als halbieren. Es lohnt sich deshalb, bei Altbauten aller Art die Erschließung dieses großen Einsparpotenzials in Betracht zu ziehen.



Abb. 44 Fachwerkhäuser

Bauzustandsanalyse - Sollzustand definieren

Aufgrund unzureichender Voruntersuchungen entstehen in Deutschland jährlich vermeidbare Bauschäden in Höhe von etwa 140 Millionen Euro (lt. Bauschadensbericht 2008). Diese gewaltige Zahl verdeutlicht, dass es auch bei der Umsetzung kleinerer Sanierungsmaßnahmen unerlässlich ist, zunächst den zukünftigen Sollzustand des Gebäudes als Fernziel zu definieren und mit der Hilfe eines erfahrenen Planers ein umfassendes Sanierungskonzept auszuarbeiten. Dazu bedarf es einer professionellen Analyse des Baubestandes. Folgendes ist im Vorfeld zu klären:

- Gibt es Pläne, Unterlagen, Informationen zum Gebäude und konstruktiven Details?
- Sind Dokumentationen von Umbauten vorhanden?
- Welche Bauschäden bestehen und welche Ursachen haben diese herbeigeführt?
- Erfolgt eine Umnutzung des Gebäudes oder einzelner Gebäudebereiche?

Die Planung und Umsetzung von Sanierungsmaßnahmen setzt ein abgestimmtes Gesamtkonzept voraus, in dem der Umfang und die zeitliche Einordnung der Einzelmaßnahmen, genau definiert werden. Dabei muss anhand der geplanten Nutzungen der Räume ermittelt werden, in welcher Weise die Ertüchtigung der Bausubstanz erfolgen muss, um Fehler bei der Sanierung zu vermeiden.

Sanierung von Gebäuden unter Denkmalschutz

Ein nicht zu vernachlässigender Anteil vorhandener Bausubstanz steht als Kultur- und Denkmalschutz unter dem Bundesland Sachsen ist das Bundesland mit der höchsten Dichte an Baudenkmalen im Bereich innerstädtischer Wohngebiete. Als unersetzliche Zeugnisse der Geschichte verleihen sie der urbanen Umgebung vielerorts einen unverwechselbaren Charakter und prägen so die Identität der Orte. Im Kontext mit der aktuellen demographischen Entwicklung, führen vergleichsweise hohe Energiekosten dort zunehmend zu Leerstand, der Schäden an diesen Denkmälern begünstigt und ihren Bestand gefährdet. Im Quartiersmaßstab führt ein ungepflegtes Erscheinungsbild der Bausubstanz außerdem dazu, dass der Verkehrswert der Immobilien sinkt und notwendige Investitionen durch diesen Wertverlust ausbleiben. Daher wurde die Sanierung unter energetischen Gesichtspunkten als außerordentlich wichtig erkannt und wird gefördert. Aus konstruktiv-technischer Sicht unterscheiden sich Baudenkmalbauten kaum vom normalen Altbaubestand, so dass es bei energetischen Sanierungen auch keine generellen Einschränkungen gibt. Trotz Ausnahmeregelungen für Denkmäler in der EnEV sollten Maßnahmen zur energetischen Optimierung erwohnen werden. Dabei ist über besondere Rücksicht geboten im Hinblick auf die wertvolle, historische Originalsubstanz und dessen Erscheinungsbild, das für die Wirkungsmöglichkeit des Denkmals von großer Bedeutung ist. Zur Verbesserung des Wärmeschutzes der Fassaden ist daher der Einsatz von Innendämmstoffen meist die einzige Möglichkeit, sofern dadurch nicht der Verlust erhaltenswerter Innenausstattung droht. Die Detailplanung und Ausführung sollte in jedem Fall Fachleuten überlassen bleiben.



Abb. 45 Innendämmung der Fassade eines denkmalgeschützten Gebäudes

Allgemeines

Eine umfassende, langfristige und vorausschauende Planung erspart neben dem Ärger über unzureichende Teillösungen natürlich auch jede Menge Geld, da der Verbrauch an Heizenergie entsprechend reduziert wird. Allerdings entstehen auch Kosten, auf die im folgenden Abschnitt kurz eingegangen werden soll. Beim Vergleich der Kosten für wärmedämmende Maßnahmen sollte neben den Materialpreisen auch der Montageaufwand betrachtet werden. Die folgende Übersicht (Tab. 7) zeigt, mit welchen Kosten Bauherren pro Quadratmeter ungefähr rechnen müssen.

Maßnahme	Kosten pro m ²
Dämmung luftberührender Außenwände mit Dämmplatten	80 bis 180 EUR
Dämmung erdberührender Außenbauteile ¹⁾	150 bis 200 EUR
Innendämmung	40 bis 150 EUR
Dämmung der obersten Geschossdecke ²⁾	20 bis 40 EUR
Dämmung Gebäudedache	100 bis 120 EUR
Dämmung der Kellerdecke (von unten) ³⁾	15 bis 40 EUR
Austausch der Fenster	150 bis 400 EUR
Austausch der Verglasung	100 bis 150 EUR

Tab. 7 Übersichtliche Kosten für verschiedene Maßnahmen zur Wärmedämmung inklusive Montage

Eine häufig gestellte Frage ist die nach der Amortisationszeit verschiedener Maßnahmen zur Gebäudedämmung. Auf den ersten Blick könnte hier beispielsweise die Aussage getroffen werden, dass sich Maßnahmen zur Sanierung der Geschossdecken sehr rasch auszahlen. Gleichbleibende Energiepreise unterstellt - was in der Realität wohl kaum der Fall sein wird - ist davon auszugehen, dass die Kosten für die Dämmung der Decken (Keller und oberste Geschossdecke) bereits nach ca. 10 Jahren durch Einsparungen gedeckt werden. Andere Umbauten, wie etwa die Fassadendämmung und der Austausch aller Fenster, haben zwar ein größeres Einsparpotenzial, benötigen aber wegen der höheren Kosten auch einen längeren Zeitraum um sich zu amortisieren. Sämtliche Maßnahmen zur Dämmung von Gebäuden sollten stets als Gesamtkonzept geplant und umgesetzt werden. Dämmt man beispielsweise nur Teile der Gebäudehülle, können unter Umständen Wärmebrücken neu entstehen, so dass in der Folge Bauschäden eintreten. Es ist also ratsam, auch bei „kleineren“ Umbauten, die in Eigenleistung erbracht werden, einen Fachmann zu konsultieren, ob und welche zusätzlichen Maßnahmen zum Schutz der Bausubstanz notwendig sind.

In der nachfolgenden Tabelle (Tab. 8) sind ausgewählte Dämmstoffe aufgelistet. Neben der Form, den λ -Werten und den Baustoffklassen sind marktübliche Materialpreise ausgewiesen. Um die unterschiedlichen Preise auf einer gemeinsamen Basis untereinander vergleichbar zu machen, wurde die Dämmschichtdicke errechnet, die zum Erreichen eines U-Wertes von 0,35 W/m²K bei der Dämmung einer 24 cm starken Ziegelwand notwendig ist.

¹⁾ Erfolgt in der Regel im Zuge von Abdichtungsarbeiten (Horizontal-/Vertikalsparre) wegen hoher Kosten für Erdarbeiten.
²⁾ Decke nach Einbringen einer reinen Schüttung nicht mehr begehbar.
³⁾ Eine nachträgliche Dämmung der Kellerdecke von unten zieht Kosten u.a. zur Erneuerung des Bodenbelags inkl. Estrich sowie eine Anpassung von Durchgangshöhen und Türen nach sich und lässt sich deshalb nicht pauschal angeben.

Bezeichnung	Art ¹⁾	Baustoffklasse	λ (W / mK)		erforderliche Dämmstärke d [cm] ⁴⁾	Materialkosten für den Dämmstoff [EUR/ m ²] ⁵⁾	
			von	bis		von	bis
Baumwolldämmstoffe	M ²⁾	B2	0,040	0,040	9	15	25
Blähglimmer/Vermiculite	S	A1	0,065	0,070	15	14	28
Blähton	S	A1	0,100	0,250	39	25	75
Cerolith	S	B2	0,047	0,047	10	9	15
Flachs	M	B2	0,040	-	9	11	15
Hanf (Schüttung)	S	B2	0,045	0,060	12	8	15
Hanf (Fasern)	P / M	B2	0,045	-	10	10	14
Holzfaserdämmplatten/Holzfasern	P / S	B2	0,040	0,060	11	12	80
Holz-/Hobelspäne	S	B2	0,050	-	11	3	10
Holzwoleleichtbauplatten (HWL)	P	B1	0,090	0,150	27	40	90
Kalzium-Silikat-Platten	P	A2, A1	0,060	0,070	14	60	80
Kokosfasern	M	B2	0,045	0,050	11	20	35
Kork	P / S	B2	0,045	0,055	11	15	35
Mineralfaserdämmst. (Glas-/Steinwolle)	P / M	A1, A2, B1 ¹⁾	0,035	0,050	9	4	10
Mineralschaum	P	A2, A1	0,045	0,045	10	30	50
Perlite	S	A1	0,046	0,050	11	10	25
Polyester-Schaum (PE)	M	B1	0,035	0,045	9	5	13
Expandierter Polystyrol-Partikelsch. (EPS)	P	B2, B1	0,035	0,040	8	5	10
Extrudierter Polystyrolschaum (XPS)	P	B1	0,035	0,040	8	15	30
Polyurethan-Hart-/Ortschaum (PUR)	P / F	B1	0,025	0,040	7	10	18
Schafwolle	M	B2	0,040	-	9	15	25
Schaumglas (Schotter)	P / S	A1	0,040	0,060	11	35	55
Schilfmatten	P / M	B2	0,055	0,070	14	30	40
Wärmedämmlehm	S / P	B1	0,068	0,080	16	75	95
Zellulosedämmplatten	P	B2	0,040	0,045	9	10	15
Zelluloseflocken	S	B2	0,040	0,045	9	9	12

Tab. 8 Übersicht über Dämmmaterialien und ihre Materialkosten

¹⁾ bei aufgeschichteten Materialien (Papier etc.)
²⁾ auch als Einblasdämmstoff
³⁾ M = Dämmmatte, P = Dämmplatte, S = Schüttung, F = Ortschaum

⁴⁾ rechnerisch notwendige Mindestdämmstoffstärke zum Erreichen von U = 0,35 W/m²K bei Dämmung einer 24 cm starken Ziegelwand
⁵⁾ marktübliche Durchschnittspreise für das Material (Schwankungen in Abhängigkeit von Menge und regionalem Preisniveau möglich)

Die Angabe dieser Dämmstärke erfolgt unabhängig davon, ob diese konstruktiv umsetzbar und der Baustoff in dieser Stärke tatsächlich verfügbar ist. Zu beachten ist auch, dass sich die Materialpreise regional unterscheiden und von der Bestellmenge abhängig sind. Dazu kommen die Kosten für die Verarbeitung, die je nach ausführendem Unternehmen stark voneinander abweichen können. Deshalb sollten Angebote verschiedener Bauunternehmen eingeholt werden. Hilfreich ist hierbei auch der Rat eines unabhängigen Gutachters.

Die Darstellung der Kennwerte erfolgt hier nur auf der Basis der einzelnen Dämmstoffe. Verschiedene Hersteller bieten Dämmbauteile an, die zwei oder mehrere Dämmstoffarten miteinander kombinieren. Für diese Bauteile, in der Regel Dämmplatten, errechnet sich anhand der verschiedenen Dämmstoffe und deren Schichtdicken ein eigener U-Wert. Die Preise für solche Verbundplatten müssen beim jeweiligen Anbieter erfragt werden.

Moderne Wärmedämmverbundsysteme (WDVS) sind komplex und aufeinander abgestimmt. Sie beinhalten neben der eigentlichen Wärmedämmung den passenden Unterputz, den Außenputz und ggf. weitere Schichten. Für den Einsatz eines einfachen WDVS müssen ca. 60,00 bis 80,00 EUR/m² kalkuliert werden. Höherwertige Systeme, die sich natürlich auch durch eine bessere Dauerhaftigkeit auszeichnen und weniger anfällig gegen Algenbildung auf der Fassadenaußenseite sind, können mit 120,00 EUR/m² deutlich teurer sein. Es ist zu empfehlen auf ein solches System zurückzugreifen, um eine langlebige und gut funktionierende Gebäudehülle zu erhalten.

Ein wichtiges Kriterium bei der Systementscheidung ist der Vergleich der Nutzungsdauer des Bauwerks mit der Lebensdauer der Dämmung oder des Dämmsystems. Mit Blick auf die Gesamtbilanz sollte die Dämmung deutlich über den Amortisationszeitraum hinaus funktionstüchtig sein - anderenfalls wäre es sowohl wirtschaftlich als auch aus ökologischen Überlegungen heraus nicht sinnvoll.

Kosten bei Neubau oder Sanierung

Ob ein Gebäude komplett neu errichtet oder ein Bestandsgebäude saniert werden soll, spielt im Bezug auf die Kosten für die Wärmedämmung nur eine untergeordnete Rolle. In der Regel fallen ähnliche Kosten an. Der zu erreichende Standard für den Wärmeschutz wird durch Anforderungen für Neubauten in der Energieeinsparverordnung definiert. Für die Erfüllung der eingeschränkten Forderungen bei Sanierung bestehender Gebäude ist jedoch aufgrund der älteren Konstruktion in der Regel der gleiche Aufwand zur Dämmung erforderlich.

Bei der Entscheidung, ob ein bestehendes Gebäude saniert oder ein Neubau errichtet werden soll, spielen auch individuelle Anforderungen und Vorlieben eine Rolle, die finanziell nur schwer zu bewerten sind. Ein Neubau wird natürlich nach dem aktuellen Stand der Technik entworfen und gebaut. Hier kann ein optimaler Wärmeschutz und somit ein minimaler Energiebedarf erzielt werden - „für die nächsten Jahre ist erst einmal Ruhe“. Doch die Sanierung eines Gebäudes im Bestand hat auch ihre Reize: Das Gebäude trägt oft einen sehr eigenen Charakter. Es befindet sich in einer über lange Zeit gewachsenen urbanen Umgebung. Jeder potenzielle Bauherr muss selbst entscheiden, welche Prämissen er setzt.

Wärmeleitfähigkeit λ

Die Wärmeleitfähigkeit λ beschreibt, wie viel Wärme pro Zeiteinheit von der warmen zur kalten Seite über eine Länge von einem Meter durch einen Quadratmeter fließt, wenn der Temperaturunterschied 1 Kelvin beträgt (in der Physik werden Temperaturunterschiede nicht in °C sondern in Kelvin ausgedrückt). Sie hängt im Wesentlichen vom Porenvolumen, vom Gefügeaufbau, der Rohdichte, der Temperatur und der Feuchtigkeit eines Stoffes ab.

Wärmeleitfähigkeitsgruppe (WLG)

Wärmeleitfähigkeitsgruppen wurden zur besseren Klassifizierung von Dämmstoffen anhand ihrer Wärmeleitfähigkeit λ eingeführt. Die Einteilung erfolgt in 5er-Schritten. So gehören beispielsweise alle Dämmstoffe mit einer Wärmeleitfähigkeit von $0,02 < \lambda \leq 0,025$ zur Wärmeleitfähigkeitsgruppe 025.

Wärmedurchgangskoeffizient (U-Wert)

Der Wärmedurchgangskoeffizient (auch U-Wert genannt) beschreibt den Wärmestromdurchgang durch die gesamte Wandkonstruktion, wenn sich die Temperatur auf der Innenseite um 1 Grad Kelvin von der auf der Außenseite unterscheidet. Er hängt im Wesentlichen von der Wärmeleitfähigkeit λ und der Dicke des Stoffes ab. Je kleiner der U-Wert eines Stoffes ist, umso höher ist die Dämmwirkung.

Spezifische Wärmekapazität c

Die spezifische Wärmekapazität c beschreibt, welche Energiemenge pro Kilogramm Masse und pro Kelvin Temperaturänderung durch einen Stoff aufgenommen werden kann. Gemessen wird sie in kJ/kgK.

Wärmedurchgangswiderstand R

Der Wärmedurchgangswiderstand R ist der Kehrwert des Wärmedurchgangskoeffizienten. Ähnlich wie bei einem elektrischen Widerstand gilt: Je größer der Widerstand umso geringer ist der Strom (hier also Wärmestrom) der durch das Bauteil fließen kann. Das bedeutet: Je größer der Wärmedurchgangswiderstand ist, umso weniger Wärme geht verloren.

Wärmespeicherfähigkeit $\rho \cdot c$

Die Wärmespeicherfähigkeit eines Bauteils entspricht dem Produkt aus der spezifischen Wärmekapazität c und der Einbaudichte des Stoffes ρ [kg/m³]. Von großer Bedeutung ist diese Kennzahl für den sommerlichen Wärmeschutz. Je größer die Wärmekapazität und die Masse eines Bauteils sind, umso länger benötigt es um sich aufzuheizen - der Raum bleibt länger kühl.

Wasserdampfdiffusion

Die Dampfdiffusion ist der Ausgleich unterschiedlicher Konzentrationen von Wasserdampf durch ein Material. Dieser erfolgt stets von der wärmeren zur kälteren Seite des Materials - bei einem Gebäude im Winter also von innen nach außen. Der Wasserdampfdiffusionswiderstand eines Materials ist um den Faktor μ größer als der von ruhender Luft.

Wasserdampf-Diffusionswiderstandszahl μ

Die Wasserdampfdiffusionswiderstandszahl μ ist eine der wichtigsten Stoffgrößen für das Verhalten von Dämmstoffen. Sie charakterisiert den Widerstand, den ein Baustoff der Dampfdiffusion entgegensetzt.

Absolute Luftfeuchtigkeit

Als absolute Luftfeuchtigkeit wird der Wasserdampfgehalt der Luft bezogen auf 1 kg oder 1 m³ Trockenluft bezeichnet. Als Maßeinheit wird g/kg bzw. g/m³ verwendet.

Relative Luftfeuchtigkeit

Das Verhältnis aus tatsächlich vorhandenem und maximal möglichem Wasserdampfgehalt in der Luft bezeichnet man als relative Luftfeuchtigkeit. Sie wird in Prozent angegeben und ist u.a. abhängig von der Lufttemperatur sowie dem Luftdruck. Um das Auftreten von Schimmelpilzen zu vermeiden, sollte die relative Luftfeuchtigkeit an den Wandoberflächen 70 % nicht übersteigen.

Taupunkttemperatur

Sinkt die Temperatur der Luft, sinkt damit auch ihre Wasseraufnahmefähigkeit. Die relative Luftfeuchtigkeit steigt an bis die Luft mit Wasserdampf vollständig gesättigt ist und trägt dann 100 % wobei flüssiges Kondensat als Tauwasser ausfällt. Findet der Vorgang im Material statt, wird dieses auch als überhygroskopische Feuchte bezeichnet.

Ausgleichsfeuchte w_{80} und Sättigungsfeuchtegehalt w_{sat}

Die Ausgleichsfeuchte w_{80} beschreibt den Feuchtegehalt eines Baustoffes bei einer relativen Luftfeuchte von 80 %. Sie wird auch als praktischer Feuchtegehalt bezeichnet. Der Wert w_{sat} beziffert den Wassergehalt bei freier Sättigung bzw. die Porosität, die dem Feuchte-transport zur Verfügung steht. Dieser Wassergehalt wird bei direktem Kontakt des Baustoffes mit flüssigem Wasser erreicht (kapillares Saugen). Beide Kennwerte werden in der Einheit m³/m³ dargestellt.

Wasseraufnahmekoeffizient A_w

Der Wasseraufnahmekoeffizient A_w kennzeichnet die durch kapillare Kräfte bedingte flächenbezogene Wasseraufnahme des Baustoffes. Je nach Wasseraufnahmefähigkeit werden die Eigenschaften von Materialien wie folgt bezeichnet:

- wassersaugend mit $A_w \geq 2,0 \text{ kg/m}^2\text{h}^{0,5}$
- wasserhemmend mit $A_w \geq 0,5 \text{ kg/m}^2\text{h}^{0,5}$
- wasserabweisend mit $A_w \leq 0,5 \text{ kg/m}^2\text{h}^{0,5}$

Als Außendämmung werden Materialien mit einem sehr niedrigen A_w -Wert eingesetzt. Als Innendämmmaterial sollten Materialien mit einem hohen A_w -Wert verwendet werden.

Konvektion

Bei der Konvektion wird Wärme von einem Ort zum anderen übertragen. Dies ist stets mit einem Stofftransport verbunden. Transportiert werden dabei Teilchen von Gasen oder Flüssigkeiten aufgrund von Temperatur- bzw. Dichteunterschieden. Von baupraktischer Bedeutung sind Wärmetransportprozesse durch Luftkonvektion in Räumen und in Bauteilen (Luftdurchströmte Wände und Dächer bei großen Temperaturunterschieden).

Strömung

Im Gegensatz zur Konvektion ist die Ursache der Strömung ein Druckunterschied. Strömen können Flüssigkeiten und Gase. Durch Strömung wird ebenfalls Wärme von einem Ort zum anderen übertragen.

Dämmstoffe (1999): „Die Umweltberatung“ (Hrsg.), Wien, Bezug: btub e.V.

Dämm- & Baustoffe (2001): Umwelt.de Medienservice AG (Hrsg.), InternetHomepage, www.umwelt.de

Handbuch umweltfreundliche Beschaffung (1999) 4: Umweltbundesamt (Hrsg.), ISBN 3 8006 7437 0

DIN EN 13164:2001-10: Wärmedämmstoffe für Gebäude - Werkmäßig hergestellte Produkte aus extrudiertem Polystyrolschaum (XPS) - Spezifikation; Deutsche Fassung EN 13164:2001

DIN 18164-1:1992-08: Schaumkunststoffe als Dämmstoffe für das Bauenwesen; Dämmstoffe für die Wärmedämmung

DIN 18 164-2:2001-09: Schaumkunststoffe als Dämmstoffe für das Bauenwesen; Dämmstoffe für die Trittschalldämmung; Polystyrol-Partikelschaumstoffe

EN 13145 (2001): Wärmedämmstoffe für Gebäude - Werkmäßig hergestellte Produkte aus Polyurethan-Hartschaum (PUR) - Spezifikation

DIN 18 164 Teil 1 (August 1992): Schaumkunststoffe als Dämmstoffe für das Bauenwesen; Dämmstoffe für die Wärmedämmung

DIN 18 165 Teil 1: Faserdämmstoffe für das Bauenwesen; Dämmstoffe für die Trittschalldämmung

DIN 18 165 Teil 2: Faserdämmstoffe für das Bauenwesen; Dämmstoffe für die Trittschalldämmung

DIN EN 13170:2001-10: Wärmedämmstoffe für Gebäude - Werkmäßig hergestellte Produkte aus expandiertem Kork (ICB)

DIN 18 161-1:1976-12: Korkzeugnisse als Dämmstoffe für das Bauenwesen; Dämmstoffe für die Wärmedämmung

DIN 18 164-1:1992-08: Schaumkunststoffe als Dämmstoffe für das Bauenwesen; Dämmstoffe für die Wärmedämmung

DIN EN 13166:2001-10: Wärmedämmstoffe für Gebäude - Werkmäßig hergestellte Produkte aus Phenolharzartschaum (PF) - Spezifikation; Deutsche Fassung EN 13166:2001

Tab. 6 Verteilung der bestehenden Wohnfläche auf Baualtersklassen (Quelle: www.iwue.de / 15.10.2009)

Tab. 7 Übersichtliche Kosten für verschiedene Maßnahmen zur Wärmedämmung inklusive Montage (Quelle: www.energiesparen-im-haushalt.de / 15.09.2009)

Tab. 8 Übersicht Dämmmaterialien (Preisspiegel) (Quelle: www.heiz-lipp.de / 30.09.2009)

Titelbild/Foto: © René Gans (Quelle: SÄCHSISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR UMWELT UND LANDWIRTSCHAFT)



Pirnaische Straße 9
01069 Dresden

Geschäftsführer:
Christian Mickisch und Harald Herter

Telefon: 0351 49103179
Telefax: 0351 49103155

E-Mail: info@saena.de
www.saena.de

Weitere Informationen unter:

www.bau-nachhaltig.de
www.keds-online.de
www.gewerbeenergiepass.de
www.stromspartakiade.de
www.sachsen.pendliernetz.de
www.energie-kino.de

<http://passivhaus.saena.de>
<http://smartmeter.saena.de>

Impressum

Herausgeber

Sächsische Energieagentur - SAENA GmbH

Redaktion

Sächsische Energieagentur - SAENA GmbH

Technische Universität Dresden
Institut für Bauklimatik

Gestaltung/Layout

Michael Buddrus
grafik + illustration

Druck

Druckerei Wagner
Verlag und Werbung GmbH

