



Bestandsaufnahme Wärmedämmstoffe

**Materialien für die Weiterbildung
zum/zur Gebäudeenergieberater/-in (HWK)**

Bestandsaufnahme

Wärmedämmstoffe

Handlungsfeld: Bestandsaufnahme

Lerneinheit: Wärmedämmstoffe

Stand: 11.08.2016

ID (Abk.):BSA_DAM

Herausgeber: BTZ der Handwerkskammer Berlin und IZT Institut für Zukunftsstudien und Technologiebewertung

Autor/-innen: Handke, Volker; Scharp, Michael; Dinziol, Martin

Offline nutzbar: ja

Online nutzbar: ja

Typ: Text und E-Book

Umfang (Dauer Min. /Seiten): 60 / 42

Technische Voraussetzungen: Computer und/oder Drucker, Tablet, Smartphone

Die Lerneinheit „Wärmedämmstoffe“ beschreibt wie eine Wärmedämmung funktioniert und gibt einen Überblick über die bauphysikalischen Eigenschaften von Wärmedämmstoffen sowie deren technischen Anwendungsgebiete. Darüber hinaus werden die Wärmedämmstoffe nach ihrer Herkunft und ihren Herstellungsverfahren kategorisiert sowie im Einzelnen detailliert vorgestellt. Eine ökologische Bewertung der Wärmedämmstoffe wird ebenfalls vorgenommen.

Unterrichtsaktivitäten: Dieser Lernstoff ist kursbegleitend zur Präsenzveranstaltung. Der Dozent / die Dozentin wird den Lernstoff kurz wiederholen und Sie können Fragen stellen.

Nutzung zum Selbstlernen: Bitte lesen Sie sich das Material eigenständig durch. Notieren Sie sich Fragen zur Vorbereitung auf die Präsenzphase.

Inhalt

1. Funktionsweise der Wärmedämmung	4
2. Wärmeleitfähigkeit	5
3. Wärmedurchlasswiderstand und Wärmedurchgangskoeffizient.....	6
4. Wärmekapazität von Wärmedämmstoffen	8
5. Wasserdampfdiffusionswiderstandszahl bei Wärmedämmstoffen	10
6. Anwendungsgebiete von Wärmedämmstoffen	11
7. Mechanische Belastbarkeit von Wärmedämmstoffen.....	14
8. Schalltechnische Eigenschaften von Wärmedämmstoffen	15
9. Brandschutztechnische Eigenschaften von Wärmedämmstoffen	16
10. Wärmedämmstoffarten	17
11. Anorganisch-natürliche Wärmedämmstoffe	18
12. Anorganisch-synthetische Wärmedämmstoffe	19
13. Organisch-natürliche Wärmedämmstoffe (pflanzlich)	21
14. Organisch-natürliche Wärmedämmstoffe (tierisch).....	25
15. Organisch-synthetische Wärmedämmstoffe	26
16. Ökologische Bewertung von Wärmedämmstoffen	28
Zusammenfassung	31
Quellenverzeichnis	32
Tabellen- und Abbildungsverzeichnis	36
Glossar.....	37
Impressum	42

1. Funktionsweise der Wärmedämmung

Lernziele

Beschreiben, wie die verschiedenen Mechanismen zur Wärmedämmung funktionieren.

Schlagworte

Wärmedämmung, Wärmeleitfähigkeit, Konvektion, Wärmestrahlung, Wärmestrom, Wärmeleitfähigkeit, Transmissionswärmeverluste

Inhalt

Mit Hilfe einer Wärmedämmung wird der Wärmestrom durch die beheizte oder gekühlte Gebäudehülle reduziert und das Wohngebäude dadurch vor Abkühlung oder Überhitzung geschützt. Wärmedämmstoffe sind Materialien mit einer geringen Wärmeleitfähigkeit von weniger als $0,1 \text{ W/mK}$. Um die wärmedämmende Eigenschaft von Dämmstoffen zu verstehen ist es essentiell die drei Wärmetransportmechanismen zu kennen. Wärme wird durch die drei folgenden Transportmechanismen übertragen:

Wärmeleitung: Durch die Bewegung von Molekülen wird Wärme durch den Stoff geleitet. Stoffe mit hoher Dichte leiten Wärme meist besser als Stoffe mit geringer Dichte. Wärmedämmung wird dadurch erreicht, dass die für die Wärmeleitung verantwortlichen Molekülstrukturen durch entsprechend geeignete Materialien sowie deren Anordnung verlängert oder unterbrochen werden. Im Bauwesen wird meist durch den Einschluss von Luft die Wärmeleitung in den Wärmedämmstoffen reduziert.

Konvektion: Bei der Konvektion wird Wärme durch Strömungen in Gasen oder Flüssigkeiten transportiert. Wärmedämmung wird durch Unterbrechung der Wärmeströmungen oder Verringerung des konvektiv wirkenden Gas- oder Flüssigkeitsvolumens erreicht. Beispielsweise ist bei Isolierglasfenstern der Scheibenabstand so gewählt, dass der Wärmetransport durch Konvektion minimal ist.

Wärmestrahlung: Bei der Wärmestrahlung wird Wärme durch elektromagnetische Strahlung durch den luftgefüllten oder luftleeren Raum transportiert. Der Wärmetransport durch Wärmestrahlung wird durch absorbierende oder reflektierende Oberflächen verringert. Zum Beispiel wird die Wärmestrahlung bei der Wärmeschutzverglasung durch selektiv beschichtetes Glas reduziert.

Die Wärmedämmung wird im Gebäude in der Baukonstruktion, aber auch in der Anlagentechnik eingesetzt, um die Transmissionswärmeverluste der Gebäudehülle und die Wärmeverteilungs- und Wärmespeicherungsverluste zu reduzieren. Neben dem winterlichen Kälteschutz dient die Wärmedämmung im Sommer dem sommerlichen Wärmeschutz des Wohngebäudes.

2. Wärmeleitfähigkeit

Lernziele

Erklären, was die Wärmeleitfähigkeit im Zusammenhang mit Wärmedämmstoffen bedeutet.

Schlagworte

Wärmeleitfähigkeit, Bemessungs-Wärmeleitfähigkeit, DIN EN ISO 10456, DIN 4108-4

Inhalt

Die Wärmedämmwirkung eines Wärmedämmstoffes wird mit Hilfe der stoffspezifischen Größe der Wärmeleitfähigkeit λ (Lambda) mit der Einheit W/mK angegeben. Die Wärmeleitfähigkeit gibt den Wärmestrom durch einen Baustoff bei einem Temperaturunterschied von einem Kelvin und einer Baustoffdicke von einem Meter an. Je geringer die Wärmeleitfähigkeit eines Stoffes ist, desto besser eignet sich der Baustoff als Wärmedämmstoff.

Die Prüfverfahren und -bedingungen zur Bestimmung der wärmetechnischen Eigenschaften von Baustoffen sind in der DIN EN ISO 10456 geregelt. Zur Bewertung der Wärmeleitfähigkeit eines Baustoffes ist neben den stoffspezifischen Eigenschaften auch die Einbausituation relevant. Zum Beispiel hat ein feuchter Wärmedämmstoff eine geringere Wärmedämmwirkung als ein trockener Wärmedämmstoff. Um diesen Sachverhalt zu berücksichtigen wird in der Praxis eine sogenannte Bemessungs-Wärmeleitfähigkeit für Baustoffe definiert. Die Bemessungs-Wärmeleitfähigkeit λ , die aus der DIN EN ISO 10456, DIN 4108-4 oder den technischen Datenblättern der Hersteller entnommen werden kann, gibt die Wärmeleitfähigkeit für einen Baustoff unter genormten Prüfverfahren und -bedingungen an und ist für die wärmeschutztechnische Bewertung eines Baustoffes bzw. eines Bauteils im Rahmen der Berechnungsmethoden der Energieeinsparverordnung zu Grunde zu legen.

Tab.: Wärmeschutztechnische Bemessungswerte für ausgewählte Wärmedämmstoffe

Wärmedämmstoff	Bemessungs-Wärmeleitfähigkeit λ in W/mK
Blähperlit nach DIN EN 13169	0,047
Holzfaserdämmstoff nach DIN EN 13171	0,040
Holzwohle-Leichtbauplatte nach DIN EN 13165	0,065
Mineralwolle nach DIN EN 13162	0,035
Expandierter Polystyrol-Hartschaum (EPS) nach DIN EN 13163	0,035
Extrudierter Polystyrolschaum (XPS) nach DIN EN 13164	0,030

Quelle: DIN EN ISO 10456, DIN 4108-4

3. Wärmedurchlasswiderstand und Wärmedurchgangskoeffizient

Lernziele

Beschreiben, wie Wärmedurchlasswiderstand, Wärmedurchgangswiderstand und Wärmedurchgangskoeffizient eines Bauteils berechnet werden.

Schlagworte

DIN EN ISO 6946, Bemessungs-Wärmeleitfähigkeit, Wärmedurchlasswiderstand, Wärmedurchgangswiderstand, Wärmedurchgangskoeffizient, Wärmeübergangswiderstand

Inhalt

Zur wärmetechnischen Bewertung eines Bauteils, das sich im Regelfall aus mehreren Schichten zusammensetzt, ist neben der Anzahl der Schichten mit den jeweiligen Schichtdicken der eingesetzten Baustoffe auch die Einbausituation des Bauteils relevant. Dieser Sachverhalt wird mit Hilfe des Wärmedurchgangswiderstands und des Wärmedurchgangskoeffizienten eines Bauteils beschrieben. Um den Wärmedurchgangswiderstand eines Bauteils zu bestimmen, ist zunächst der Bemessungs-Wärmedurchlasswiderstand der einzelnen Bauteilschicht zu bestimmen. Ist die Bemessungs-Wärmeleitfähigkeit eines Baustoffs gegeben, wird der Wärmedurchlasswiderstand R der Bauteilschicht wie folgt bestimmt:

$$R = \frac{d}{\lambda}$$

R Bemessungs-Wärmedurchlasswiderstand der Bauteilschicht [$\text{m}^2\text{K}/\text{W}$]

d Bauteilschichtdicke [m]

λ Bemessungs-Wärmeleitfähigkeit des Baustoffs nach DIN EN ISO 10456 / DIN 4108-4 oder Herstellerangabe [W/mK]

Der Wärmedurchgangswiderstand R_T eines ebenen Bauteils, das aus thermisch homogenen Bauteilschichten senkrecht zum Wärmestrom besteht, ist nach folgender Gleichung zu berechnen:

$$R_T = R_{si} + R_1 + R_2 + \dots R_n + R_{se}$$

R_T Wärmedurchgangswiderstand [$\text{m}^2\text{K}/\text{W}$]

R_{si} Innerer Wärmeübergangswiderstand [$\text{m}^2\text{K}/\text{W}$]

R_n Bemessungswerte der Wärmedurchlasswiderstände jeder Bauteilschicht [$\text{m}^2\text{K}/\text{W}$]

R_{se} Äußerer Wärmeübergangswiderstand [$\text{m}^2\text{K}/\text{W}$]

Für die inneren und äußeren Wärmeübergangswiderstände ebener Bauteiloberflächen, die mit der Luft in Berührung sind, gelten die in der folgenden Tabelle angegebenen Werte, wenn keine besonderen Angaben über die Randbedingungen vorliegen. Die Werte unter „horizontal“ gelten für Richtungen des Wärmestromes von $\pm 30^\circ$ zur horizontalen Ebene. Für nichtebene Bauteiloberflächen oder für spezielle Randbedingungen sind die Verfahren gemäß DIN EN ISO 6946 anzuwenden:

Tab.: Wärmeübergangswiderstände ebener Bauteiloberflächen, die an Luft angrenzen

Wärmeübergangswiderstand in m ² K/W	Richtung des Wärmestroms		
	Aufwärts	Horizontal	Abwärts
R _{si}	0,10	0,13	0,17
R _{se}	0,04	0,04	0,04

Quelle: DIN EN ISO 6946

Der Wärmedurchgangskoeffizient, der sogenannte U-Wert, ist ein Maß für den Wärmestrom durch ein Bauteil, das aus homogenen Bauteilschichten besteht. Er gibt den Wärmestrom durch ein Bauteil in Watt pro Quadratmeter Bauteilfläche bei einer Temperaturdifferenz von einem Kelvin an. Der Wärmedurchgangskoeffizient ist der Kehrwert des Wärmedurchgangswiderstands und wird nach folgender Gleichung bestimmt:

$$U = \frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_{si} + \frac{d_1}{\lambda_1} + \frac{d_2}{\lambda_2} + \dots + \frac{d_n}{\lambda_n} + R_{se}}$$

U Wärmedurchgangskoeffizient des Bauteils [W/m²K]

R_T Wärmedurchgangswiderstand [m²K/W]

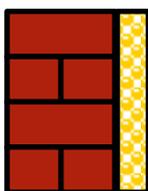
R_{si} Innerer Wärmeübergangswiderstand [m²K/W]

R_{se} Äußerer Wärmeübergangswiderstand [m²K/W]

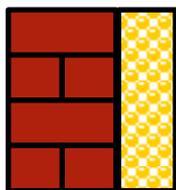
d_n Dicke der Bauteilschicht [m]

λ_n Bemessungs-Wärmeleitfähigkeit des Baustoffs nach DIN EN ISO 10456 / DIN 4108-4 oder Herstellerangabe [W/mK]

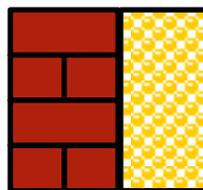
Im Gegensatz zum λ-Wert ist der U-Wert kein alleiniger stoffspezifischer Wert, sondern ergibt sich aus der Kombination der einzelnen Wärmeleitfähigkeiten der Bauteilschichten, deren Schichtdicken sowie der Einbausituation. Damit eignet sich der U-Wert besonders gut, um verschiedene Bauteilaufbauten energetisch zu bewerten und zu vergleichen. Die folgende Abbildung zeigt wie sich der U-Wert einer Außenwand bei verschiedenen Dämmstärken verändert:

Abb.: Beispielhafte U-Werte für verschiedene Dämmstärken einer 24 cm Ziegelwand

U = 0,49 W/m²K



U = 0,33 W/m²K



U = 0,25 W/m²K

Quelle: Eigene Darstellung nach e-genius.at o.J.a

4. Wärmekapazität von Wärmedämmstoffen

Lernziele

Beschreiben, welche Bedeutung die Wärmekapazität bei Wärmedämmstoffen hat.

Schlagworte

DIN EN ISO 10456, spezifische Wärmekapazität

Inhalt

Zur wärmetechnischen Beurteilung von Wärmedämmstoffen oder Bauteilaufbauten ist neben der Reduzierung des Wärmestroms, der durch das Bauteil fließt, auch die Fähigkeit des Bauteils Wärme zu speichern von Bedeutung. Als Wärmespeicherfähigkeit oder Wärmekapazität wird das Vermögen eines Stoffs bezeichnet, Wärmemengen im Temperaturgefälle aufzunehmen. Da es sich bei der Wärmekapazität um eine stoffspezifische Eigenschaft handelt, wird von der spezifischen Wärmekapazität gesprochen:

$$c_p = \frac{\Delta Q}{m \cdot \Delta T}$$

c_p Spezifische Wärmekapazität des Baustoffs [J/kgK]

ΔQ Wärme, die dem Baustoff zugeführt oder entzogen wird [J]

m Masse des Baustoffs [kg]

ΔT Temperaturdifferenz zwischen End- und Anfangstemperatur [K]

Eine hohe spezifische Wärmekapazität bedeutet, dass ein Baustoff Wärme gut speichern und dadurch Temperaturspitzen im Wohngebäude glätten kann. Dies unterstützt die Behaglichkeit in den Wohnräumen bei großen Temperaturschwankungen z.B. bei Kälteeinbrüchen im Winter oder hohen solaren Wärmeeinträgen im Sommer. Die spezifische Wärmekapazität von Baustoffen kann aus der DIN EN ISO 10456 oder den technischen Datenblättern der Hersteller entnommen werden.

Tab.: Spezifische Wärmekapazität von ausgewählten Wärmedämmstoffen

Wärmedämmstoff	spezifische Wärmekapazität c_p in J/kgK
Expandierter Polystyrol-Hartschaum (EPS)	1.450
Extrudierter Polystyrolschaum (XPS)	1.450
Holzfaserdämmplatte	2.000
Lose Zellulosefasern	1.600
Mineralwolle	1.030

Quelle: DIN EN ISO 10456

Insbesondere Wärmedämmstoffe aus natürlichen, nachwachsenden Rohstoffen haben eine höhere spezifische Wärmekapazität, als Wärmedämmstoffe, die aus synthetischen, endlichen Rohstoffen hergestellt werden. Daher ist es aus Behaglichkeitsgründen zu empfehlen, insbesondere bei Bauteilen, die konstruktiv überwiegend aus Dämmstoffen bestehen und einer hohen solaren Einstrahlung ausgesetzt sind, wie zum Beispiel beim Dach, nachwachsende Rohstoffe für die Wärmedämmung einzusetzen.

5. Wasserdampfdiffusionswiderstandszahl bei Wärmedämmstoffen

Lernziele

Beschreiben, welche Bedeutung die Wasserdampfdiffusionswiderstandszahl von Wärmedämmstoffen hat.

Schlagworte

DIN EN ISO 10456, Wasserdampfdiffusionswiderstandszahl, μ -Wert

Inhalt

Neben der wärmetechnischen Beurteilung von Wärmedämmstoffen ist die feuchteschutztechnische Bewertung ebenso von Bedeutung. Wärmedämmstoffe weisen analog zum Wärmedurchlasswiderstand einen „Feuchtwiderstand“ auf, der maßgeblich für den Feuchtetransport bzw. den Wasserdampftransport innerhalb eines Baustoffs ist. Antrieb des Wasserdampftransports bzw. der sogenannten Wasserdampfdiffusion ist das Wasserdampfdruckgefälle auf beiden Seiten einer Bauteilschicht. Zur Beschreibung wie gut ein Baustoff den Wasserdampf diffundieren lässt wird die Wasserdampfdiffusionswiderstandszahl μ verwendet. Der μ -Wert ist eine dimensionslose Zahl und gibt an, wievielfach größer der Wasserdampfdiffusionswiderstand des Baustoffs im Vergleich zu einer Luftschicht gleicher Dicke ist. Der Wasserdampfdiffusionswiderstandszahl von Baustoffen kann aus der DIN EN ISO 10456 oder den technischen Datenblättern der Hersteller entnommen werden.

Tab.: Wasserdampfdiffusionswiderstandszahl von ausgewählten Wärmedämmstoffen

Wärmedämmstoff	Wasserdampfdiffusionswiderstandszahl μ	
	trocken	feucht
Expandierter Polystyrol-Hartschaum (EPS)	60	60
Extrudierter Polystyrolschaum (XPS)	150	150
Holzfaserdämmplatte	5	3
Lose Zellulosefasern	2	2
Mineralwolle	1	1

Quelle: DIN EN ISO 10456

Bei geringer Umgebungsluftfeuchte wird der Wasserdampf durch poröse Stoffe überwiegend durch Wasserdampfdiffusion befördert. Mit zunehmender Luftfeuchte beginnen die Poren sich mit Wasser im flüssigen Zustand zu füllen, wodurch der Flüssigkeitsstrom einen zunehmend wichtigen Beförderungsmechanismus darstellt. Mit zunehmender Feuchte sinkt daher der scheinbare Wasserdampfdiffusionswiderstand. Diese Auswirkung wird durch die μ -Werte „trocken“ und „feucht“ berücksichtigt. Für beheizte Gebäude sind die „trockenen“ μ -Werte im Allgemeinen auf die Baustoffe an der Innenseite einer Dämmschicht anwendbar und die „feuchten“ μ -Werte auf die Baustoffe an der Außenseite einer Dämmschicht.

Unter feuchteschutztechnischen Gesichtspunkten sollte der Bauteilaufbau so gewählt sein, dass der Wasserdampfdiffusionswiderstand von innen nach außen abnimmt, also das Bauteil von innen nach außen wasserdampfdiffusionsoffener wird.

6. Anwendungsgebiete von Wärmedämmstoffen

Lernziel

Auflisten, welche unterschiedlichen Anwendungsgebiete und Kennzeichnungen es für Wärmedämmstoffe gibt.

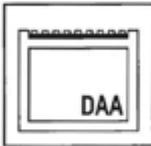
Schlagworte

DIN 4108-10, Kurzzeichen, Piktogramm

Inhalt

Bei der Auswahl des Wärmedämmstoffs ist das Anwendungsgebiet zu berücksichtigen und die Hinweise in den technischen Produktblättern der Hersteller zu beachten. Wärmedämmstoffe werden gemäß DIN 4108-10 je nach Anwendungsgebiet über entsprechende Kurzzeichen und Piktogramme gekennzeichnet:

Tab.: Kennzeichnung von Wärmedämmstoffen nach Anwendungsgebiet

Anwendung	Kurzzeichen	Piktogramm	Anwendungsbeispiel
Decke, Dach	DAD		Außendämmung von Dach oder Decke, vor Bewitterung geschützt, Dämmung unter Deckungen
	DAA		Außendämmung von Dach oder Decke, vor Bewitterung geschützt, Dämmung unter Abdichtungen
	DUK		Außendämmung des Daches, der Bewitterung ausgesetzt
	DZ		Zwischensparrendämmung, zweischaliges Dach, nicht begehbare, aber zugängliche oberste Geschossdecken
	DI		Innendämmung der Decke (unterseitig) oder des Daches, Dämmung unter den Sparren/Tragkonstruktion, abgehängte Decke usw.
	DEO		Innendämmung der Decke oder Bodenplatte (oberseitig) unter Estrich ohne Schallschutzanforderungen
	DES		Innendämmung der Decke oder Bodenplatte (oberseitig) 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, Kerndämmung
	WH		Dämmung von Holzrahmen- und Holztafelbauweise
	WI		Innendämmung der Wand
	WTH		Dämmung zwischen Haustrennwänden mit Schallschutzanforderungen
	WTR		Dämmung von Rauntrennwänden
Perimeter	PW		Außen liegende Wärmedämmung von Wänden gegen Erdreich (außerhalb der Abdichtung)
	PB		Außen liegende Wärmedämmung unter der Bodenplatte gegen Erdreich (außerhalb der Abdichtung)

Quelle: DIN 4108-10

7. Mechanische Belastbarkeit von Wärmedämmstoffen

Lernziele

Beschreiben, wie die mechanische Belastbarkeit von Wärmedämmstoffen klassifiziert wird.

Schlagworte

Mechanische Belastbarkeit, Druckbeanspruchung, Zugfestigkeit, Verformung, DIN 4108-10

Inhalt

Für die Anwendung von Wärmedämmstoffen sind neben den wärmeschutztechnischen Eigenschaften auch die mechanischen Baustoffeigenschaften von Bedeutung. Wärmedämmstoffen werden nach den drei Merkmalen Druckbeanspruchung, Zugfestigkeit und Verformung klassifiziert. Je nach Anwendungsfall wird eine unterschiedliche mechanische Belastbarkeit gefordert, die aus den technischen Datenblättern der Hersteller oder der DIN 4108-10 zu entnehmen sind.

Tab.: Mechanische Belastbarkeit von Wärmedämmstoffen

Mechanische Produkteigenschaft	Kurzzeichen	Beschreibung	Beispiele
Druckbelastbarkeit	dk	keine Druckbelastbarkeit	Hohlraumdämmung
	dg	geringe Druckbelastbarkeit	Wohnbereich unter Estrich
	dm	mittlere Druckbelastbarkeit	Nicht genutzte Dachflächen
	dh	hohe Druckbelastbarkeit	Genutzte Dachflächen
	ds	sehr hohe Druckbelastbarkeit	Industrieböden
	dx	extrem hohe Druckbelastbarkeit	Parkdeck
Zugfestigkeit	zk	keine Zugfestigkeit	Hohlraumdämmung
	zg	geringe Zugfestigkeit	Außenwanddämmung
	zh	hohe Zugfestigkeit	Dachdämmung
Verformung	tk	keine Anforderung an die Verformung	Innendämmung
	tf	Dimensionsstabilität unter Feuchte und Temperatur	Außenwanddämmung unter Putz
	tl	Verformung unter Last und Temperatur	Dach mit Abdichtung

Quelle: DIN 4108-10

8. Schalltechnische Eigenschaften von Wärmedämmstoffen

Lernziele

Beschreiben, wie Wärmedämmstoffe schallschutztechnisch klassifiziert werden.

Schlagworte

Schalltechnische Eigenschaft, Trittschalldämmung, DIN 4108-10, DIN 4109

Inhalt

Neben der wärmedämmenden Wirkung sollen Wärmedämmstoffe auch die Schallübertragung verhindern. Daher werden Wärmedämmstoffe auch nach ihrer schalltechnischen Eigenschaft klassifiziert. Bei der Schallübertragung wird im Allgemeinen zwischen Luftschall- und Körperschallübertragung unterschieden. Für den Körperschallschutz wird eine elastische Schicht als Trennfläche verwendet. Gute Schalldämmung wird durch massive Bauweise bzw. Entkoppelung von Bauteilen, zum Beispiel durch Wärmedämmstoffe, erreicht. Baustoffe mit guten schalltechnischen Eigenschaften sind zum Beispiel Kokosfasern, Mineralwolle- oder Zellulose-Dämmstoff. Bei der Dämmstoffauswahl sind schalldämmende und wärmedämmende Eigenschaften immer gemeinsam zu betrachten und entsprechend zu bewerten. Die Klassifizierung der Wärmedämmstoffe nach ihren schalltechnischen Eigenschaften erfolgt nach der DIN 4108-10.

Tab.: Schalltechnische Eigenschaften von Wärmedämmstoffen

Kurzzeichen	Beschreibung	Beispiele
sk	keine Anforderung an schalltechnische Eigenschaften	alle Anwendungen ohne schalltechnische Anforderungen
sh	Trittschalldämmung erhöhte Zusammendrückbarkeit	schwimmender Estrich, Haustrennwände
sm	Trittschalldämmung mittlere Zusammendrückbarkeit	schwimmender Estrich, Haustrennwände
sg	Trittschalldämmung geringe Zusammendrückbarkeit	schwimmender Estrich, Haustrennwände

Quelle: DIN 4108-10

Der Schalldämpfungsgrad bzw. der Trittschallverbesserungsgrad einer Trittschalldämmung wird in Dezibel (dB) nach DIN 4109 angegeben. Dieser ist den technischen Produktdatenblättern des Herstellers zu entnehmen.

9. Brandschutztechnische Eigenschaften von Wärmedämmstoffen

Lernziele

Beschreiben, wie Wärmedämmstoffe brandschutztechnisch klassifiziert werden.

Schlagworte

Brandschutztechnische Eigenschaft, DIN 4102-1, DIN EN 13501-1, Feuerwiderstandsklasse, Baustoffklasse

Inhalt

Bei dem Einsatz von Wärmedämmstoffen ist eine genaue Auswahl entsprechend dem Anwendungsgebiet und den brandschutztechnischen Bestimmungen zwingend erforderlich. Das Brandverhalten von Wärmedämmstoffen wird dabei nicht nur vom Baustoff selber bestimmt, sondern kann hemmend oder beschleunigend auch von Bindemitteln, Klebern, Flammenschutzmitteln, Beschichtungen usw. beeinflusst werden. Bei der Auswahl und dem Einsatz von Wärmedämmstoffen sind unbedingt die brandschutztechnischen Vorschriften einzuhalten. Die DIN 4102 „Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen“ regelt die Prüfung und Beurteilung von Wärmedämmstoffen entsprechend dem Brandverhalten und teilt sie in Baustoffklassen bzw. Feuerwiderstandsklassen ein. Das Brandverhalten eines Baustoffes wird nach Europäischer Norm (EN) und deutscher DIN wie folgt eingeteilt. In der mittleren Spalte ist jeweils der Kurzname für die Klasse zum Brandverhalten nach der neuen DIN EN 13501-1 angegeben. Zum Vergleich stehen in der rechten Spalte die Kurznamen der bisherigen und zunächst auch bis auf weiteres gültigen DIN 4102. Seit der Veröffentlichung in der Bauregelliste 2002/1 wird bei neuzugelassenen Baustoffen für die Einstufung jedoch nur noch die neue DIN EN 13501-1 verwendet.

Tab.: Brandschutztechnische Klassifizierung von Baustoffen

deutsche bauaufsichtliche Benennung	Klasse zum Brandverhalten DIN EN 13501-1	Baustoffklasse DIN 4102-1
nichtbrennbar ohne Anteile brennbarer Baustoffe	A1	A1
nichtbrennbar mit Anteilen brennbarer Baustoffe	A2 – s1 d0	A2
schwerentflammbar	B, C – s1 d0 bis A2, B, C – s3 d2	B1
	D – s1 d0 bis E – d2	
normalentflammbar		B2
leichtentflammbar	F	B3

Quelle: wikipedia.de: Brandverhalten o.J

10. Wärmedämmstoffarten

Lernziele

Darlegen, wie Wärmedämmstoffe nach ihrer rohstofflichen Herkunft und ihren Herstellungsverfahren eingeordnet werden.

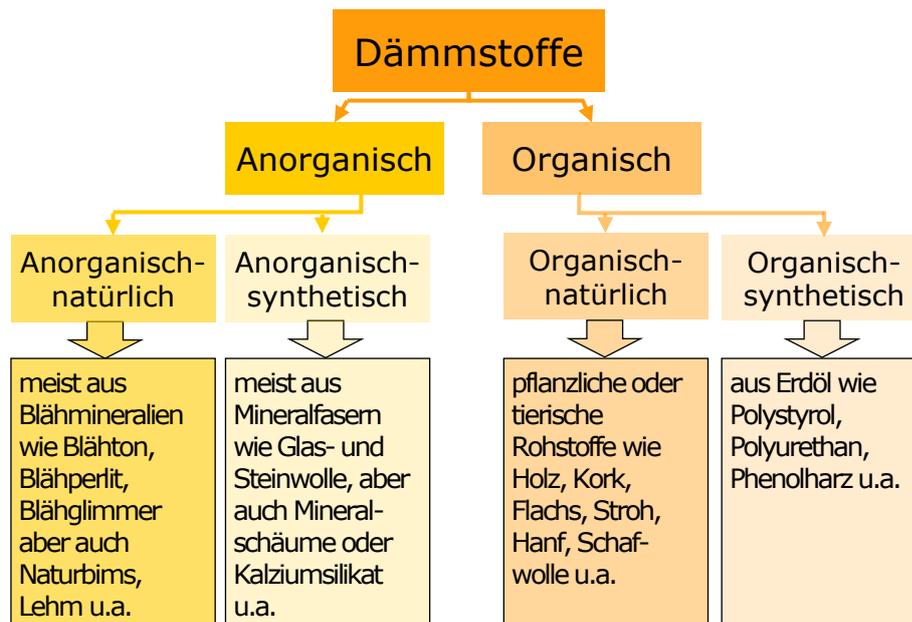
Schlagworte

Anorganische Dämmstoffe, anorganisch-natürliche Dämmstoffe, anorganisch-synthetische Dämmstoffe, organisch-natürliche Dämmstoffe, organisch-synthetische Dämmstoffe.

Inhalt

Auf dem Markt wird eine Vielzahl von Wärmedämmstoffen angeboten. Grundsätzlich wird zwischen anorganischen bzw. kohlenstofffreien Dämmstoffen, die aus mineralischen Rohstoffen hergestellt werden, sowie organischen Dämmstoffen, die aus pflanzlichen oder fossilen Kohlenstoffverbindungen bestehen, unterschieden. Je nach Herstellungsverfahren wird dann weiter zwischen natürlichen und synthetischen Dämmstoffen differenziert:

Abb.: Dämmstoffarten



Quelle: Eigene Darstellung nach baunetzwissen.de o. J.

11. Anorganisch-natürliche Wärmedämmstoffe

Lernziel

Auflisten, welche Materialien zu den wesentlichen anorganisch-natürlichen Wärmedämmstoffen gehören.

Schlagworte

Blähmineralien, Blähton, Blähglimmer, Blähglas, Blähperlite, Schaumglas, Schaumglasplatte

Inhalt

Wesentliche Vertreter der anorganisch-natürlichen Dämmstoffe sind die sogenannten **Blähmineralien**. Sie werden durch die Erhitzung mineralischer Rohstoffe hergestellt. Dabei entstehen durch eine thermische Expansion der enthaltenden Inhaltstoffe wie Wasser oder der organischen Bestandteile Hohlräume, die dem Material eine Porenstruktur geben. Unterscheiden lassen sich Blähmineralien gemäß den eingesetzten mineralischen Rohstoffen. Zu nennen sind **Blähton** ($\lambda = 0,1$ bis $0,16$ W/mK), **Blähglimmer** ($\lambda = 0,06$ bis $0,07$ W/mK), **Blähglas** ($\lambda = 0,04$ bis $0,06$ W/mK) oder **Blähperlite** ($\lambda = 0,05$ bis $0,07$ W/mK). In der Regel werden Blähmineralien als loser Dämmstoff zum Auffüllen von Hohlräumen oder als Ausgleichschüttung zum Beispiel bei Trockenestrichen eingesetzt. Sie lassen sich aber auch als wärmedämmender Zuschlagstoff für bindende Baustoffe wie Leichtbeton, Leichtputz oder Leichtbaumörtel verwenden. Einige Blähmineralien wie Blähperlite oder Blähglimmer sind auch in Form von formstabilen und druckbelastbaren Platten verfügbar. Aufgrund der hohen Herstellungstemperaturen besitzen Blähmineralien in der Regel einen hohen Feuerwiderstand, was ihren Einsatz bei erhöhten Brandschutzanforderungen ermöglicht. Da sie zudem nicht ausgasen sind Blähmineralien geruchsneutral und gesundheitlich unbedenklich. Bei der Verarbeitung als loses Material kann es allerdings zur Staubeentwicklung kommen. Daher ist das Tragen von Staubschutzmasken empfehlenswert.

Eine weitere wesentliche Gruppe mineralisch-synthetischer Wärmedämmstoff ist das **Schaumglas**. Dabei handelt es sich um einen sogenannten geschlossenzelligen Dämmstoff ($\lambda = 0,04$ bis $0,06$ W/mK). Er wird aus Altglas und mineralischen Glasrohstoffen wie Dolomit, Feldspat, Kalk und Sand hergestellt. Den gemahlene Rohstoffen wird Kohlenstoffpulver als Treibmittel zugesetzt. Durch Erhitzung schäumt die Glasschmelze auf und bildet bei der kontrollierten Abkühlung eine hermetisch abgeschlossene Materialstruktur mit dünnen Zellglaswänden. Aufgrund des energieintensiven Herstellungsprozesses ist Schaumglas in der Herstellung relativ kostenintensiv. Im Handel ist Schaumglas sowohl als formstabile **Schaumglasplatte** und passgenaues Formteil als auch als Granulat erhältlich. Als Dämmstoff ist Schaumglas dampfdiffusionsdicht, feuerfest, feuchtigkeitsunempfindlich, druckfest und besitzt zudem eine hohe Resistenz gegen Nagetiere und Insekten, sowie eine hohe Beständigkeit gegen Schimmel und Chemikalien. Daher ist es besonders gut für Ausführungen im Außenbereich zum Beispiel bei erdberührenden Teilen und bei Druckbelastungen geeignet. Bei der Nutzung als Schüttgut ist besonders auf eine ausreichende Verdichtung des Materials zu achten, um Hohlräume zu vermeiden. Als Schaumglasplatte wird das Material gesägt und stoßfugenversetzt verlegt. Der Untergrund sollte trocken und eben sein. Die Verlegung erfolgt durch Verklebung und anschließender mechanischer Verankerung mittels Anker oder Dübel. Beim Sägen von Schaumglasplatte kann es zur Freisetzung von Glasstäben kommen. Entsprechend ist die Nutzung von Staubmasken empfehlenswert.

12. Anorganisch-synthetische Wärmedämmstoffe

Lernziel

Auflisten, welche Materialien zu den wesentlichen anorganisch-synthetischen Wärmedämmstoffen gehören.

Schlagworte

Glaswolle, Mineraldämmplatten, Mineralwolle, Mineralwolleflocken, Mineralschaumplatten, Kalziumsilikatplatten, Steinwolle, Schlackenwolle

Inhalt

Mineralische Wärmedämmstoffe zählen zu den anorganischen Dämmstoffen. Unterscheiden lassen sich anorganische-natürliche und anorganisch-synthetische Dämmstoffe. Der bekannteste anorganisch-synthetische Dämmstoff ist die **Mineralwolle**. Dabei handelt es sich um einen weichen Werkstoff aus künstlich hergestellten mineralischen Fasern. Je nach Ausgangsmaterial lässt sich zwischen **Glaswolle**, **Steinwolle** oder **Schlackenwolle** unterscheiden. Für die Herstellung werden die mineralischen Rohstoffe aufgeschmolzen, zu einem Vlies versponnen und mit Hilfe synthetischer Bindemittel ausgehärtet. Möglich sind auch stärkere Verdichtungen als **Platten** oder aber **Mineralwolleflocken** als Einblasdämmstoff. Durch den Schmelzprozess benötigt die Herstellung relativ viel Primärenergie: Steinwolle: 150-400 kWh/m³ und Glaswolle: 250-500 kWh/m³. Aufgrund der relativ geringen Kosten (45-150 €/m³) und der guten Dämmeigenschaften (λ -Wert 0,030–0,045 W/mK) ist Mineralwolle in Europa sehr weit verbreitet. Weitere Vorteile sind ihre Resistenz gegenüber Schimmel und Ungeziefer, die guten Brandschutzeigenschaften und ein ausgeprägter Schallschutz.

Nachteilig sind neben dem hohen Energieeinsatz bei der Herstellung, gesundheitliche Risiken bei der Verarbeitung, die geringe Druckbelastbarkeit und die Verschlechterung der Dämmeigenschaft bei eindringender Feuchtigkeit. Als Einsatzgebiete kommen vor allem die Dachdämmung und die Kerndämmung in Frage. Dabei ist darauf zu achten, dass die Mineralwolle keiner Feuchte- und Wassereinwirkungen ausgesetzt wird.

Abb. Mineralwolle-Dämmplatte



Quelle: Brillux

Ein weiterer mineralischer Dämmstoff aus der Gruppe der anorganisch-synthetischen Dämmstoffe ist die **Mineraldämmplatte** ($\lambda = 0,045 \text{ W/mK}$). Zur Herstellung werden die mineralischen Rohstoffe Kalk, Sand, Zement und Wasser eingesetzt. Mineraldämmplatten sind druckstabil, dampfdurchlässig und nicht brennbar sowie aufgrund ihres hohen pH-Werts schimmelresistent. Wärmedämmplatten sind aufgrund ihrer Formstabilität vielseitig einsetzbar. Aufgrund ihrer Formstabilität finden sie bevorzugt in der Innendämmung von Wänden und Decken Anwendung, aber auch die Nutzung als Fassadendämmung im Außenbereich ist möglich.

Zu den anorganisch-synthetischen Dämmstoffen werden auch **Kalziumsilikatplatten** gezählt. Sie werden ebenfalls aus Kalk (Kalziumoxid), Sand (Siliziumoxid) und Wasser hergestellt, enthalten jedoch auch Zellulosefaser. Der hohe pH-Wert von 10 macht sie schimmelhemmend. Aufgrund ihres geringen Dampfdiffusionswiderstands sind sie diffusionsoffen und können dadurch Feuchtigkeit gut aufnehmen aber eingedrungene Feuchtigkeit auch wieder gut abgeben. Um diese Eigenschaft zu nutzen, sollten sie immer ohne Dampfsperren verbaut werden. Aufgrund ihrer Diffusionsoffenheit und ihrer Formstabilität sind Kalziumsilikatplatten besonders gut für die Innendämmung zum Beispiel bei denkmalgeschützten Gebäuden geeignet. Darüber hinaus werden sie zur Sanierung von feuchten Mauerwerken, für die Dachdämmung, die Kerndämmung oder für vorgehängte hinterlüftete Fassaden eingesetzt. Allerdings ist die Dämmwirkung aufgrund ihrer relativ hohen Wärmeleitfähigkeit mit λ -Werten von bis zu $0,07 \text{ W/mK}$ eher ungünstig.

13. Organisch-natürliche Wärmedämmstoffe (pflanzlich)

Lernziel

Auflisten, welche Materialien zu den wesentlichen organisch-natürlichen Wärmedämmstoffen pflanzlichen Ursprungs gehören.

Schlagworte

Baumwolle, Baumwollflocken, Baumwollmatten, expandiertes Kork, Hanfmatten, Hanfballen, Holzfasern, Holzfasermatte, imprägnierter Kork, Kork, Korkgranulate, Korkschrot, Korkschüttung, Stroh, Strohbauplatte, Strohhäcksel, Zelluloseflocken

Inhalt

Baumwolle

Ein besonders bedeutsamer Dämmstoff auf Pflanzenbasis ist **Baumwolle**. Sie kommt überwiegend in Form von Dämmmatten vor, die auch mit Aluminium kaschiert sein können. Zum Schutz vor Nagetieren oder Insekten, aber auch zur Verbesserung des Brandschutzes, wird Baumwolle mit Boraxsalzen imprägniert. Neben **Baumwollmatten** kommen zunehmend auch **Baumwollflocken** als Einblasdämmung zum Einsatz. Baumwolle hat mit $\lambda = 0,04 \text{ W/mK}$ gute Dämmeigenschaften, ist elastisch und lässt sich gut verarbeiten, darf allerdings keiner längeren Durchfeuchtung ausgesetzt werden, da sie nicht schimmelresistent ist. Als Dämmstoff wird Baumwolle als Zwischensparrendämmung, im Holztafelbau oder zur Verfüllung von Hohlräumen eingesetzt. Als nachwachsender Rohstoff ist sie ökologisch vorteilhaft. Ökologisch problematisch ist der Anbau von Baumwolle. Er erfolgt in Monokulturen, unter Einsatz von Pestiziden und erheblichen Wassermengen.

Holz

Einen weiteren pflanzlichen Dämmstoff stellen **Holzfasern** dar. Sie bestehen zu mindestens 85% aus Holzfasern und werden in Nass- oder Trockenverfahren ggf. unter Zugabe von Bindemittel oder weiteren Zusatzstoffen hergestellt. Die Holzfasern werden anschließend zu **Holzfasermatten** oder **-platten** verarbeitet. Als Rohstoff kommen Hackschnitzel oder Holzschwarten (äußere Stammabschnitte) zum Einsatz. Besonders verbreitet sind **Holzweichfaserdämmplatten**. Zu ihrer Herstellung werden die Rohstoffe zerkleinert, zerfasert und anschließend unter Druck und Temperatur zu Platten verpresst. Als Bindemittel dient das holzeigene Harz. Zur Erhöhung des Flammenschutzes und gegen Schimmelbefall wird Ammoniumsulfat hinzugegeben. **Holzfasерplatten** haben eine gute Dämmwirkung ($\lambda = 0,04$ bis $0,06 \text{ W/mK}$), eine hohe Wärmespeicherfähigkeit sowie Dichte und werden daher besonders in Leichtbaukonstruktionen und für den sommerlichen Wärmeschutz eingesetzt. Möglich ist ihr Einsatz als Aufsparren- und Zwischensparrendämmung, als Trittschalldämmung, zur Abdeckung für Schüttungen oder als Trennwandplatten. Ökologisch vorteilhaft ist ihr nachwachsender Rohstoff. Holzfasern könne allerdings auch direkt als Schüttgut zur Dämmung von Hohlräumen eingesetzt werden. In dieser Form sind sie als Dämmstoff dampfdiffusionsoffen bei ebenfalls hoher Wärmespeicherfähigkeit und wirken so feuchteregulierend. Ökologisch vorteilhaft ist die Kompostierbarkeit und Wiederverwendbarkeit.

Abb.: Holzfaserdämmplatte



Quelle: Gutex

Zellulose

Als weiterer pflanzlicher Dämmstoff gelten **Zelluloseflocken** ($\lambda = 0,04$ bis $0,045$ W/mK). Ihre Herstellung erfolgt durch mechanische Zerkleinerung von Altpapier. Zur Verbesserung des Brandschutzes werden ihnen anteilig bis zu 20% Bohrsalze beigegeben. Ihre Anwendung erfolgt in der Regel als lose Schüttung, aber auch Dämmplatten aus Zellulosefasern sind erhältlich. Der Einbau von Zelluloseflocken erfolgt entweder als Einblas- oder Sprühverfahren, was den technischen Einbauaufwand entsprechend erhöht. Eingebaut sind Zelluloseflocken volumenbeständig, sicher vor Ungezieferfraß und Schimmel, allerdings nicht druckbelastbar. Anwendung finden sie in der Zwischensparrendämmung im Dachbereich oder als Schalendämmung im Holzständerbau. Ökologisch vorteilhaft ist der genutzte Recyclingrohstoff Altpapier, der geringe Energieeinsatz der Herstellung sowie die Wiederverwendbarkeit und die Recyclingfähigkeit. Nachteilig sind die Staubbelastung bei der Verarbeitung sowie die aufgrund der Imprägnierung fehlende Kompostierbarkeit.

Kork

Ein weiterer pflanzlicher Dämmstoff ist **Kork**. Er wird aus der Rinde von Korkeichen im Mittelmeerraum gewonnen. Die Rinden werden zu Granulat gemahlen und in Autoklaven mit Heißdampf behandelt. Dabei expandiert das Granulat (**expandiertes Kork** (ICB), Backkork) und wird zu Blöcken geformt, die anschließend zu **Korkplatten** geschnitten werden. Als Bindemittel dienen korneigene Harze. Um die Materialeigenschaften zu verbessern können Zusatzstoffe wie Heißbitumen (**imprägnierter Kork**) oder Fasern hinzugegeben werden um den Kork geschmeidiger zu machen oder ein Anwendung als Filz zu ermöglichen. Kork ist hoch druckbelastbar, alterungsbeständig, atmungsaktiv, verrotungs- und fäulnisresistent und besitzt eine gute Wärme- und Schalldämmung ($\lambda = 0,045$ bis $0,06$ W/mK). Es lassen sich auch **Korkgranulate** aus alten Flaschenkorken oder aus Abfällen bei der Herstellung von Korkparket herstellen und als Dämmschüttung (**Korkschtüttung** / **Korkschtrot**) nutzen. Als Schüttgut findet Kork als Hohlraum- oder Kerndämmung sowie als Zwischensparrendämmung oder als Leichtzuschlag in Lehmprodukten Anwendung. Als Dämmplatte wird Kork als Auf- oder Zwischensparrendämmung, für Ständer-

wände und Putzträger oder aber besonders als Trittschalldämmung genutzt. Ökologisch vorteilhaft ist die nachwachsende Rohstoffbasis, das Fehlen von Binde- und Flammschutzmittel (außer bei imprägniertem Kork) und die Recyclefähigkeit.

Hanf

Hanf ist eine europäische Pflanze die als Faserspender über eine lange Tradition zur Herstellung von Kleidung, Papier und Baustoffen verfügt. Seit 1996 ist der Anbau von nicht berauschenden (THC-arm) Hanfsorten in Deutschland wieder zugelassen. Die Hanfpflanze wird als Ganzes zerfasert und anschließend zu Dämmfilzen und Vliesen verarbeitet und als **Matten oder Ballen** angeboten. Auf eine Imprägnierung kann verzichtet werden. Zur Verbesserung des Brandschutzes können Borsalze zugegeben werden. Auch die Einarbeitung von Stützfasern aus Polyester ist möglich. Hanf hat gute wärme- und schalldämmende Eigenschaften ($\lambda = 0,04$ bis $0,045$ W/mK). Als Dämmstoff sind Hanffasern robust, feuchtigkeitsbeständig und resistent gegen Schädlingsbefall. Die Wärmespeicherkapazität von Hanf ist moderat, was die Verwendung als sommerlicher Wärmeschutz einschränkt. Eingesetzt werden Hanffasern als Zwischensparren- und als Trittschalldämmung. Ökologisch vorteilhaft ist die nachwachsende und regionale erzeugte Rohstoffbasis. Ökologisch nachteilig können enthalten Flammschutzmittel oder Stützfasern sein, welche die Kompostierung und das Recycling erschweren.

Abb.: Hanfdämmung der Außenwand



Quelle: Naturbauhof.de

Stroh

Stroh fällt in großen Mengen als landwirtschaftliches Nebenprodukt der Roggen- und Weizenproduktion an. In der Regel wird Stroh bei Temperaturen bis zu 250°C zu Platten verpresst, anschließend beidseitig mit Spezialpapier kaschiert und als **Strohbauplatte** angeboten. Es wird jedoch auch lose als **Strohhäcksel** oder **Strohballen** vertrieben. Die wärmedämmenden Eigenschaft von Stroh ist mit $\lambda = 0,055$ bis $0,1$ W/mK moderat. Als Ballen kann Stroh zu lastragenden und gleichzeitig wärmedämmenden Wände aufgebaut werden. Möglich ist auch die Nutzung zu Ausfächerung in Holzkonstruktion von Wand, Dach oder Decke. Beim Einbau darf ein Feuchtegehalt von 15% nicht überschritten werden, da es sonst zu Schimmelbildung kommen kann. Ferner ist eine hinreichende Verdichtung und eine gleichmäßige Ausrichtung der Halme sicherzustellen, um die Wärmedämmung, den Brandschutz und den Schädlingschutz zu verbessern.

Stroh fällt in großen Mengen an, was es zu einem besonders kostengünstigen und zudem ökologisch vorteilhaften Dämmstoff macht.

14. Organisch-natürliche Wärmedämmstoffe (tierisch)

Lernziel

Auflisten, welche Materialien zu den wesentlichen organisch-natürlichen Wärmedämmstoffen tierischen Ursprungs gehören.

Schlagworte

Schafwolle, Schafwollmatte, Trittschall-Dämmplatte, Stopfwohle

Inhalt

Der bedeutsamste organisch-natürliche Dämmstoff tierischer Ursprungs ist **Schafwolle**. Er wird gewonnen durch das Scheren von Schafen. Die Wolle wird nach dem Scheren mit Hilfe von Seifen und Soda gewaschen und entfettet. Anschließend wird die Wolle mit anteilig 3-5% Bor-salzen imprägniert, um den Brandschutz und die Resistenz gegen Mottenbefall sowie Käferlarvenfraß zu verbessern. Alternativ können auch Harnstoffderivate zum Einsatz kommen. Problematisch ist die Verwendung von gesundheitlich bedenklichen halogenorganischen Mitteln wie Pyrethroide, Eulan oder das inzwischen in Europa nicht mehr zugelassene Mitin FF. Die präparierte Schafwolle wird im nächsten Arbeitsschritt zu Einzelfasern aufgelöst, die dann zu dünnen Vliese verarbeitet werden. Zusätzlich können Polypropylen-Gitter oder Stützfasern aus Polyester zur Steigerung der Festigkeit eingebracht werden. Schafwolle wird als **Dämmfilz**, **Dämmmatte**, **Trittschall-Dämmplatte** oder **Stopfwohle** angeboten. Schafwolle besitzt mit $\lambda = 0,04$ W/mK gute Dämmeigenschaften, ist diffusionsoffen, wasserabweisend, brandhemmend und weitgehend fäulnisresistent. Besondere Eigenschaft ist die Fähigkeit bis zu 33% des Eigengewichts an Wasser aufzunehmen und im Faserinnern zu binden sowie wieder abzugeben. Dabei sorgt der hohe Lufteinschluss in den Faserzwischenräumen, dass die Dämmwirkung auch im feuchten Zustand erhalten bleibt. Darüber hinaus besitzt Schafwolle die Eigenschaft Gerüche und Luftschadstoffe mit Hilfe der enthaltenden Eiweißproteine (Keratin) zu binden und abzubauen.

Zur Anwendung kommt Schafwolle als Zwischensparrendämmung, zur Füllung von Leichtbaukonstruktionen, als Trittschalldämmung sowie als **Stopfwohle** oder **Hohlraumdämmung**. Stopfwohle kommt als Alternative zu PUR-Schaum bei der Abdichtung der Mauerwerksanschlüsse beim Fenster- und Türeineinbau zum Einsatz. Ökologisch vorteilhaft sind die nachwachsende Rohstoffbasis, die baubiologisch vorteilhafte Wirkung, die hohe Wiederverwendbarkeit und die Recyclingfähigkeit soweit keine Zusatzstoffe dem entgegenstehen. Nachteilig ist die Verwendung von halogenhaltigen Insektiziden.

15. Organisch-synthetische Wärmedämmstoffe

Lernziel

Auflisten, welche Materialien zu den wesentlichen organisch-synthetischen Wärmedämmstoffen gehören.

Schlagworte

expandiertes Polystyrol, extrudiertes Polystyrol, Harnstoff-Formaldehydharz-Ortschaum, Melaninharz-Schaum, Polyester, Polyurethan-Hartschaum

Inhalt

Wesentliches Kennzeichen organisch-synthetischer Dämmstoffe ist ihre Herstellung aus Erdöl. Als **EPS (Expandiertes Polystyrol)**, **XPS (Extrudiertes Polystyrol)** und **PUR (Polyurethanschaum)** werden sie in großen Mengen hergestellt und verarbeitet. Die grundsätzliche Herstellung erfolgt durch das Aufschäumen von thermoplastischen Kunststoffen.

Für EPS-Dämmstoffe wird dazu Polystyrol verwendet. Als Granulat wird es bei 90°C mit Hilfe von Wasserdampf vorgeschäumt und die so entstandenen Schaumstoffperlen zu Blöcken, Platten oder Formen gepresst. Je nach Temperatur, Zeit und Form variieren die Materialeigenschaften wie zum Beispiel die Rohdichte. Umgangssprachlich ist EPS unter dem Markenname Styropor bekannt. Charakteristisch für EPS ist die Zusammensetzung aus ca. 2-3 mm großen Schaumkugeln, die beim Brechen deutlich zu Tage treten. EPS ist ein überwiegend geschlossenzelliger Dämmstoff ($\lambda = 0,035$ bis $0,04$ W/mK) mit einem luftgefüllten Porenanteil von bis zu 95%. Als Dämmstoff ist EPS unverrottbar und wenig elastisch. Allerdings ist es nicht UV-beständig, da die Oberflächen unter Sonneneinstrahlung vergilben und verspröden. Im Brandfall können Gefahrstoffe freigesetzt werden. EPS-Dämmungen können im Decken-, Wand- und Dachbereich sowie als Trittschalldämmung eingesetzt werden.

Abb.: Expandiertes Polystyrol (Styropor)



Quelle: IZT

Extrudierter Polystyrolschaum (XPS) ist ein Hartschaum der als kontinuierlicher Schaumstoffstrang in Extrusionsanlagen hergestellt wird. Dazu wird das Polystyrol-Granulat unter Zusatz eines Treibmittels zu Blöcken oder Platten aufgeschäumt. Als Treibmittel kommt CO₂ zum Einsatz. International können jedoch auch teilhalogenierter Fluorkohlenwasserstoffe (H-FCKW) als Treibmittel eingesetzt werden. Polystyrol-Hartschaum ($\lambda = 0,035$ bis $0,045$ W/mK) ist ein geschlossenzelliger Schaumstoff. Ähnlich wie EPS sind auch Dämmstoffe aus XPS feuchtebeständig, wenig elastisch, und kaum verrottbar sowie nicht UV-beständig. Im Vergleich zu EPS ist XPS jedoch deutlich feinporiger. Im Brandfall können Gefahrstoffe freigesetzt werden. Bei Importware kann das ozonschicht- und klimaschädigende HFCKW eingesetzt worden sein. XPS wird überwiegend in Dämmbereichen eingesetzt in denen eine hohe Feuchtebeständigkeit und eine hohe mechanische Belastbarkeit gefordert sind. Daher erfolgt der Einsatz bevorzugt in Flachdächern sowie als Boden- oder Sockeldämmung.

Der Ausgangsstoff zur Herstellung von **Polyurethan-Hartschaum (PUR)** ist Erdöl. Allerdings können auch nachwachsende Rohstoffe wie Zuckerrüben, Kartoffeln oder Mais genutzt werden. Die Herstellung von PUR erfolgt durch chemische Reaktion eines flüssigen Grundstoffes mit einem Treibmittel und weiteren Hilfsstoffen. Übliches Treibmittel ist Pentan. Hergestellt werden PUR-Dämmstoffe ($\lambda = 0,02$ bis $0,03$ W/mK) entweder mit kontinuierlichen Bandverfahren als Platten beliebiger Länge oder als Blöcke im Blockschaumverfahren. Im Bandverfahren erfolgt oftmals eine Kaschierung der Deckschicht mit Mineral-, Glasvlies oder Aluminiumfolie. Aber auch selbsttragende Bauelemente mit einer Profilierung aus Stahl- oder Aluminiumblechen sind möglich. Typische Anwendung von PUR-Hartschaumplatten ist die Aufsparrendämmung sowie die Fußboden- und Kellerdeckendämmung. Beim Blockschaumverfahren wird das Reaktionsgemisch in eine Form eingebracht. Dies ermöglicht die Herstellung von Dämmstoffformen mit komplexen Geometrien.

Bei Dämmungen aus **Polyester** handelt es sich um ein Fasermaterial das in Form von Matten oder Platten erhältlich ist. Grundmaterial ist wie bei fast allen organisch-synthetischen Dämmstoffen Erdöl. Die Herstellung erfolgt durch Polymerisation. Dämmstoffe aus Polyester sind in der Regel sortenreine Faserstoffe aus elastischen und weichen Fasern. Polyesterfasern sind als Dämmstoff ($\lambda = 0,035$ bis $0,045$ W/mK) in der Regel diffusionsoffen, fäulnisresistent und besitzen eine gute Schallabsorption. Allerdings ist die Wärmespeicherfähigkeit gering. In der Wärmedämmung spielen sie eine untergeordnete Rolle. Anwendung finden sie als Zwischensparren- oder Trennwanddämmung und als Schallabsorber in Hohlräumen. Polyesterfasern sind recyclingfähig und benötigen keine Flammschutzmittel. Ökologisch nachteilig ist der hohe Energieeinsatz in der Herstellung und die fossile Rohstoffbasis.

Harnstoff-Formaldehydharz-Ortschaum entsteht aus eine Mischung wässriger Lösungen aus Harzen und Tensiden die mit Hilfe von Druckluft aufgeschäumt werden. Die Dämmung erfolgt durch mobile Schaumeinrichtungen welche den Dämmstoff über Schläuche und Rohre in die zu dämmenden Bauteilen wie zweischaliges Mauerwerk, Schlitze für Heizungsrohre etc. transportieren. Harnstoff-Formaldehydharz ist ein überwiegend offenzelliger Dämmstoff mit guter Wärmedämmung ($\lambda = 0,035$ bis $0,04$ W/mK). Mit Blick sowohl auf den Arbeitsschutz aber auch eines gesunden Wohnklimas ist die einheitliche technische Baubestimmung (ETB) für UF-Ortsschaum einzuhalten, um insbesondere die Formaledhydmission in der Raumluft zu begrenzen.

Melaminharz-Schaum wird durch das Aufschäumen duroplastischer Kunststoffe hergestellt. Es ist ein offenzelliger und sehr leichter Dämmstoff ($\lambda = 0,035$ W/mK) mit geringer Resistenz gegen Säure, Basen und Wasser. Aufgrund seiner hohen Schallabsorption wird Melaminharz-Schaum bevorzugt in der Schalldämmung in Form von Akustikplatten eingesetzt.

16. Ökologische Bewertung von Wärmedämmstoffen

Lernziele

Beschreiben, wie Wärmedämmstoffe nach ökologischen Kriterien bewertet werden.

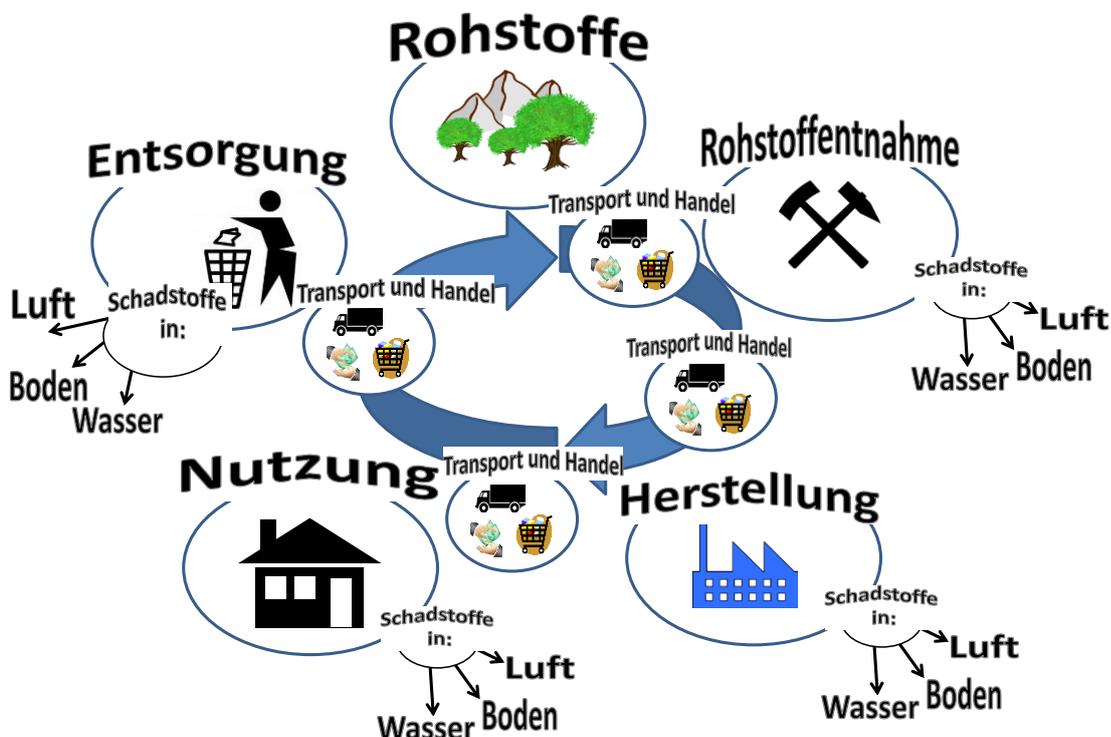
Schlagworte

Primärenergieeinsatz, Schadstoffemissionen, Ökobilanz, Recycling, Umweltkennzeichnung, Umweltmedien, RAL-UZ 132

Inhalt

Eine ökologische Bewertung von Wärmedämmstoffen schließt neben der ökologischen Bewertung des eigentlichen Produkts, auch die ökologische Bewertung des Herstellungsverfahrens, des Transports, des Einbaus, des Rückbaus, der Entsorgung und ggf. des Recyclings mit ein. Dabei werden für die gesamte Prozesskette die Schadstoffauswirkungen (CO₂-Emissionen, Versauerungspotenzial etc.) auf die Umweltmedien Wasser, Boden und Luft sowie der Primärenergieeinsatz (erneuerbar und nichterneuerbar) bewertet. Auf Grund dessen, das der Mensch ein Teil der Umwelt bzw. der Biosphäre ist, ist bei der Auswahl von Wärmedämmstoffen die ökologische Bewertung vorrangig, schon während der Planungsphase vorzunehmen. Es liegt nahe, dass bei ganzheitlicher Betrachtung, die Wärmedämmstoffe, die mit geringen Schadstoffemissionen und Primärenergieeinsatz, den Wärmedämmstoffen vorzuziehen sind, die mit hohen Schadstoffemissionen und Primärenergieeinsatz verbunden sind.

Abb.: Ökologische Bewertung von Wärmedämmstoffen



Quelle: Eigene Darstellung

Die ganzheitliche Bewertung der Prozesskette zur Herstellung von Wärmedämmstoffen stößt auf Grund der schnell steigenden Komplexität schnell an ihre Grenzen. So müssten für eine

ganzheitliche Bewertung auch die Nebenprozesse zum Beispiel für die Herstellung der Transportmittel berücksichtigt werden. Wofür wiederum Maschinen erforderlich sind, die wiederum in Fabriken hergestellt werden etc. Um diese Komplexität sinnvoll zu reduzieren, werden für bestimmte Prozessketten, standardisierte Stoffflüsse und Teilprozesse angewendet, die dann in sogenannte „Ökobilanzen“ einfließen, um einen Wärmedämmstoff für einen bestimmten Anwendungsfall ökologisch zu bewerten.

Ökobilanzen zu unterschiedlichen Produkten und Prozessen lassen sich in Datenbanken wie z.B.: „Prozessorientierte Basisdaten für Umweltmanagement-Instrumente (ProBas)“ www.probas.umweltbundesamt.de oder „Globales Emissionsmodell integrierter Systeme (GEMIS)“ www.iinas.org/gemis-de.html finden.

Eine ökologische Bewertung eines Wärmedämmstoffes lässt sich jedoch auch durch einfache qualitative Überlegungen vornehmen bzw. abschätzen.

Dabei ist zunächst die **Rohstoffherkunft** der Dämmstoffe in den Blick zu nehmen. So sind aus ökologischer Sicht Dämmstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen gegenüber fossilen Rohstoffen vorzuziehen, da sie keine negative CO₂-Bilanz haben. Die Förderung und der Transport sind mit hohen Umweltbelastungen sowie der Herstellungsprozess mit erheblichen Schadstoffemissionen verbunden. Wärmedämmstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen können dem gegenüber aus heimischer Biomasse gewonnen werden und sind einfach herzustellen mit geringen bis keinen Schadstoffemissionen in die Umwelt.

Ein weiteres Kriterium zur ökologischen Bewertung von Wärmedämmstoffen ist der **Primärenergieeinsatz** für ihre Herstellung. Wärmedämmstoffe mit geringem Primärenergieeinsatz, sind den Wärmedämmstoffen vorzuziehen mit hohem Primärenergieeinsatz. Zudem ist der Primärenergieeinsatz zur Herstellung von Dämmstoffen auch die wesentliche Ursache für die Emissionen von Luftschadstoffen wie NO_x, SO₂, Feinstaub und des Treibhausgases CO₂. Allerdings lassen sich diese umweltschädlichen Emissionen vermeiden, wenn als Primärenergie erneuerbare Energien wie Sonne, Wind oder Biomasse eingesetzt werden (UBA, 2014a; UBA, 2014b). Bei der ökologischen Bewertung von Wärmedämmstoffen sind auch die enthaltenen **Zusatzstoffe** von Bedeutung. So können Dämmstoffe zum Beispiel Halogene, Biozide, Schwermetalle, Flammschutzmittel oder Weichmacher enthalten, die bei der Herstellung, der Nutzung oder der Entsorgung entweichen und sich schädlich auf die Umwelt oder menschliche Gesundheit auswirken können.

Ein weiteres wichtiges Kriterium zur ökologischen Bewertung von Wärmedämmstoffen ist deren Recyclingfähigkeit. Für die Beurteilung der Recyclingfähigkeit sind der technische Aufwand und der Primärenergieeinsatz maßgeblich, die erforderlich sind, um den Wärmedämmstoff rückzubauen, in seine Bestandteile zu zerlegen, wieder aufzuarbeiten und wieder als Dämmstoff einzusetzen. Dabei gilt, je komplexer das Stoffgemisch des Wärmedämmstoffes, umso aufwendiger und energieintensiver ist das Recycling. Besonders gute Recyclingfähigkeit besitzen Dämmstoffe die nur aus einem einzigen Material bestehen, keine Zusatzstoffe enthalten und aus nachwachsenden Rohstoffen hergestellt werden. Für ökologische Dämmstoffe existieren Positivlisten zum Beispiel vom Naturschutzbund Deutschland (NABU 2001). Wärmedämmstoffe, die aus nachwachsenden Rohstoffen gewonnen werden, einen geringen Primärenergieeinsatz für die Herstellung benötigen, keine gesundheitlich bedenkliche Inhaltsstoffe enthalten und gut recycelbar sind, sind gemäß NABU 2001 folgende (in alphabetischer Reihenfolge):

- Baumwoll-Dämmmatte
- Baumwollflocken-Einblasdämmstoff
- Blähperlite-Schüttdämmstoff

- Kalziumsilikat-Platte
- Zellulosedämmplatte
- Zelluloseflocken-Einblasdämmstoff
- Flachsfaser-Dämmplatte
- Glimmerschiefer-Schüttdämmstoff
- Hanfdämmplatte
- Hobelspan-Einblasdämmstoff
- Holzfaser-Dämmplatte
- Kork-Dämmplatten
- Schafwolle-Dämmmatten
- Schaumglas
- Schilfrohr-Leichtbauplatten

Eine weitere und einfache Möglichkeit, um den Einsatz von ökologisch bedenklichen Dämmstoffen zu vermeiden, ist die Umweltkennzeichnung von Dämmstoffen mit dem Blauen Engel zu beachten. In der RAL-UZ 132: „Emissionsarme Wärmedämmstoffe und Unterdecken“ sind Kriterien formuliert die Dämmstoffe einhalten müssen, um den Blauen Engel zu erhalten (RAL-ZU 132 2010). Mit dem Blauen Engel sind nur solche Dämmstoffe ausgezeichnet, die über den gesetzlichen Bestimmungen hinaus schadstoffarm sind.

Zusammenfassung

Die Lerneinheit „Bestandsaufnahme Wärmedämmstoffe“ gibt einen Überblick über die marktüblichen Wärmedämmstoffe und ihrer Einsatzgebiete. Dazu werden die Funktionsweise der Wärmedämmung sowie die bauphysikalischen Zusammenhänge erklärt. Es werden die verschiedenen Anwendungsgebiete der Wärmedämmung im Gebäude und ihre spezifischen Eigenarten beschrieben. Die unterschiedlichen Arten von Dämmstoffen werden dargestellt und im Einzelnen detailliert beschrieben. Dabei werden jeweils deren grundlegenden Herstellungsprozesse umrissen, die Eigenschaften als Dämmstoff charakterisiert, die Hauptanwendungsfelder. Weiterhin gibt die Lerneinheit einen Gesamtüberblick über die verschiedenen Dämmstoffarten, ihre rohstoffliche Einordnung. Zudem werden die Grundsätze der ökologischen Bewertung von Dämmstoffen aufgezeigt und Hinweise zur Umsetzung einer ökologischen Bewertung gegeben.

Quellenverzeichnis

- baulinks.de o.J.: Holzfaserdämmung. Online: <http://www.baulinks.de/baumaterial/holzfaserdaemmung-holzfaserdaemmstoffe.php>. Zugriff: 17.02.2016.
- baunetzwissen.de o.J.: Baunetz Wissen-Das online-Fachlexikon: Ausgangsmaterialien von Dämmstoffen. Online: http://www.baunetzwissen.de/standardartikel/Daemmstoffe-Ausgangsmaterialien-fuer-Daemmstoffe_1466079.html. Abgerufen: 1.2.2016
- baunetzwissen.de o.J.a: Baunetz Wissen-Das online-Fachlexikon: Normenübersicht – Wärmedämmstoffe. http://www.baunetzwissen.de/standardartikel/Daemmstoffe_Normen-zu-Daemmmaterialien_152362.html. Abgerufen: 1.2.2016.
- baunetzwissen.de o.J.b: Blähperlit. Online: http://www.baunetzwissen.de/standardartikel/Daemmstoffe_Blaehperlit_152166.html. Zugriff: 10.02.2016.
- baunetzwissen.de o.J.c: Blähglimmer. Online: http://www.baunetzwissen.de/standardartikel/Daemmstoffe-Blaehglimmer_1443979.html. Zugriff: 10.02.2016.
- baunetzwissen.de o.J.d: Blähton. Online: http://www.baunetzwissen.de/standardartikel/Daemmstoffe_Blahton_152190.html. Zugriff: 10.02.2016.
- baunetzwissen.de o.J.e: Blähglas. Online: http://www.baunetzwissen.de/standardartikel/Daemmstoffe_Blaehglas_152194.html. Zugriff: 10.02.2016.
- baunetzwissen.de o.J.f: Schaumglas. Online: http://www.baunetzwissen.de/standardartikel/Daemmstoffe_Schaumglas_152164.html. Zugriff: 10.02.2016.
- baunetzwissen.de o.J.g: Expandiertes Polystyrol (EPS). Online: http://www.baunetzwissen.de/standardartikel/Daemmstoffe_Expandiertes-Polystyrol-EPS-_152198.html. Zugriff: 10.02.2016.
- baunetzwissen.de o.J.h: Extrudiertes Polystyrol (XPS). Online: Extrudiertes Polystyrol (XPS). „http://www.baunetzwissen.de/standardartikel/Daemmstoffe_Extrudiertes-Polystyrol-XPS-_152204.html. Zugriff: 10.02.2016.
- baunetzwissen.de o.J.i: Schaumkunststoffe als Ortschäume. Online: http://www.baunetzwissen.de/standardartikel/Daemmstoffe_Schaumkunststoffe-als-Ortschaeume_152156.html. Zugriff: 01.02.2016
- Baunetzwissen.de o.J.j: Baumwolle. http://www.baunetzwissen.de/standardartikel/Daemmstoffe-Baumwolle_880479.html. Zugriff: 17.02.2016.
- baunetzwissen.de o.J.k: Kork. Online: http://www.baunetzwissen.de/standardartikel/Daemmstoffe-Kork_940661.html. Zugriff: 18.02.2016
- baunetzwissen.de o.J.l: Kokosfasern. Online: http://www.baunetzwissen.de/standardartikel/Daemmstoffe_Kokosfasern-und-Baumwolle_152160.html. Zugriff: 18.02.2016
- baunetzwissen.de o.J.m: Stroh. Online: http://www.baunetzwissen.de/standardartikel/Daemmstoffe-Stroh_782356.html. Zugriff: 18.02.2016
- baunetzwissen.de o.J.o: Baustoffe nach deutscher Klassifizierung. Online: http://www.baunetzwissen.de/standardartikel/Brandschutz-Baustoffe-nationale-Klassifizierung_3112695.html Abgerufen: 05.02.2016.
- baunetzwissen.de o.J.p : Kalziumsilikat. Online: http://www.baunetzwissen.de/standardartikel/Daemmstoffe-Kalziumsilikat_834346.html. Zugriff: 10.02.2016

- bau-sv.de 2013: Sachverständige für Schäden an Gebäuden & Bauphysik: Was sind Hochleistungsdämmstoffe. Online: <http://www.bau-sv.de/hochleistungsdammstoffe/>. Abgerufen: 1.2.2016.
- brandschutz-wiki.de o.J. : brandschutz-wiki.de: Brandschutzklassen und Einteilung der Bauteile. Online: <http://www.brandschutz-wiki.de/index.php?title=Brandschutzklassen> Abgerufen: 05.02.2016.
- DGUV 2004: Unfallverhütungsvorschrift. Grundsätze der Prävention. (bisher: BGV A1) Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung. BG-Vorschrift vom 1. Januar 2004. http://www.arbeitssicherheit.de/media/pdfs/BGV_0001.pdf
- DGUV 2009: DGUV Information 213-031 - Umgang mit Mineralwolle-Dämmstoffen (Glaswolle, Steinwolle) Handlungsanleitung. (bisher: BGI/GUV-I 8593). Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung. Stand der Vorschrift: März 2009. http://www.arbeitssicherheit.de/media/pdfs/bgi_8593.pdf
- e-genius.at o.J.: Kalziumsilikatplatten. Online: http://www.e-genius.at/fileadmin/user_upload/daemmstoffe_eigenschaften/de/web/kalziumsilikatplatten.html. Zugriff: 10.02.2016.
- e-genius.at o.J.a: Wärmedurchgangskoeffizient (U-Wert). Online: http://www.e-genius.at/fileadmin/user_upload/daemmstoffe_eigenschaften/de/web/wrmedurchgangskoeffizient_uwert.html. Abgerufen: 1.2.2016.
- e-genius.at o.J.b: Verarbeitung und Praxishinweise. Online: http://www.e-genius.at/fileadmin/user_upload/daemmstoffe_eigenschaften/de/web/verarbeitung_und_praxishinweise5.html. Zugriff: 10.02.2016.
- energie-experten.org o.J.a: Außendämmung: Dämmtechniken vom Dach bis zum Keller. Online: <http://www.energie-experten.org/bauen-und-sanieren/daemmung/aussendaemmung.html> Zugriff: 06.02.2016
- energie-experten.org o.J.b: Dachdämmung: Wichtige Tipps zur Technik, Ausführung und Wirtschaftlichkeit. Online: <http://www.energie-experten.org/bauen-und-sanieren/daemmung/dachdaemmung.html>. Zugriff: 04.02.2016.
- energie-experten.org o.J.c: Experten-Ratgeber: Ausführung und Kosten einer Fassadendämmung. Online: <http://www.energie-experten.org/bauen-und-sanieren/daemmung/aussendaemmung/fassadendaemmung.html#c14696> Zugriff: 04.02.2016.
- energie-experten.org o.J.d: Funktionsweise einer Fensterdämmung im Überblick. Online: <http://www.energie-experten.org/bauen-und-sanieren/daemmung/aussendaemmung/fensterdaemmung.html>. Zugriff: 06.02.2016
- energie-experten.org o.J.e: Dachdämmung von innen – welche Möglichkeiten gibt es? Online: <http://www.energie-experten.org/bauen-und-sanieren/daemmung/innendaemmung/dachdaemmung-von-innen.html>. Zugriff: 05.02.2016.
- energie-experten.org o.J.f: Innenwanddämmung: Aufbau, Kosten und Probleme. Online: <http://www.energie-experten.org/bauen-und-sanieren/daemmung/innendaemmung/innenwanddaemmung.html>
- energie-experten.org o.J.g: Anleitung zur Trennwanddämmung von Innenräumen. Online: <http://www.energie-experten.org/bauen-und-sanieren/daemmung/innendaemmung/trennwanddaemmung.html>. Zugriff: 05.02.2016.

- energie-experten.org o.J.h: Innendämmung im Keller: Tipps zur Dämmung der Kellerwand, Kellerdecke und Kellerboden. Online: <http://www.energie-experten.org/bauen-und-sanieren/daemmung/innendaemmung/keller.html>. Zugriff:05.02.2016.
- energie-experten.org o.J.i: Kerndämmung: So dämmen sie zweischaliges Mauerwerk. Online: <http://www.energie-experten.org/bauen-und-sanieren/daemmung/aussendaemmung/kerndaemmung.html>. Zugriff: 05.02.2016
- Energieheld.de o.J.: Steinwolle - günstige, gute Dämmung?. Online: <http://www.energieheld.de/daemmung/daemmstoffe/steinwolle>. Zugriff: 10.02.2016.
- Energieheld.de o.J.a: Dämmstoffe - Arten, Kosten, Förderung sowie Vorteile und Nachteile. Online: <http://www.energieheld.de/daemmung/daemmstoffe>. Zugriff. 05.02.2016
- Fiw 2013: Christoph Sprengard, Sebastian Treml, Andreas H. Holm: Technologien und Techniken zur Verbesserung der Energieeffizienz von Gebäuden durch Wärmedämmstoffe. Metastudie: Wärmedämmstoffe. –Produkte –Anwendungen –Innovationen. Forschungsinstitut für Wärmeschutz e.V. München. 2013.
- GefStoffV 2015: Verordnung zum Schutz vor Gefahrstoffen (Gefahrstoffverordnung - GefStoffV) Bundesrechtsverordnung vom 26. November 2010 (BGBl. I S. 1643, 1644). Zuletzt geändert durch Artikel 2 der Verordnung vom 3. Februar 2015 (BGBl. I S. 49). http://www.gesetze-im-internet.de/gefstoffv_2010/index.html
- Gerhardt 2012: Michael Gerhardt: Energieautarkes Wohnen-Die Sonne als Energielieferant im Wohnbereich. Online: <http://docplayer.org/5475647-Energieautarkes-wohnen-die-sonne-als-energielieferant-im-wohnbereich.html>. Abgerufen: 1.2.2016.
- janus-baustoffe.de o.J.: Systemlösungen für Kellerdecken. Online: http://www.janus-baustoffe.de/roh-hochbau/daemmstoffe/mn_19. Zugriff:05.02.2016
- NABU 2001: Rolf-Günter Weiß, Olaf Paproth: Leitfaden ökologische Dämmstoffe- Wärmedämmung für Wohngesundheits und Energieeinsparung. NABU Bundesverband Naturschutzbund Deutschland e.V. (Hrsg.) Bonn 2001. Online: <https://www.nabu.de/downloads/studien/leitfadendaemm.pdf>. Zugriff: 05.02.2016
- RAL-UZ 132 2010: RAL gGmbH: Vergabegrundlage für Umweltzeichen Emissionsarme Wärmedämmstoffe und Unterdecken für die Anwendung in Gebäuden. RAL-UZ 132. Sankt Augustin, Oktober 2010. Online: <https://www.blauer-engel.de/de/produktwelt/bauen/waermedaemmung>. Zugriff: 05.02.2016
- TRGS 500: Technische Regeln für Gefahrstoffe Schutzmaßnahmen (TRGS 500) Bundesrecht vom 31. Januar 2008 (GMBI S. 225). Zuletzt geändert durch Bek. vom 29. Mai 2008 (GMBI S. 528). <http://www.arbeitssicherheit.de/de/html/library/document/3351485,1>
- UBA, 2014a: Umweltbundesamt: Berichterstattung unter der Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen und dem Kyoto-Protokoll 2014 Nationaler Inventarbericht zum Deutschen Treibhausgasinventar 1990 - 2012 . Umweltbundesamt. CLIMATE CHANGE 24/2014. Dessau-Roßlau, Juli 2014. Online: https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/376/publikationen/climate-change_24_2014_nationaler_inventarbericht.pdf Zugriff: 05.02.2016
- UBA, 2014b: Wolfram Jörß, Lukas Emele, Margarethe Scheffler, Vanessa Cook, Volker Handke, Jochen Theloke, Balendra Thiruchittampalam, Frank Dünnebeil, Wolfram Knörr, Christoph Heidt, M. Jozwicka, J.J.P. Kuenen, H.A.C. Denier van der Gon, A.J.H.

- Visschedijk, R.N. van Gijlswijk, Bernhard Osterburg, Birgit Laggner, Dr. Rainer Stern, Johanna Appelhans. Umweltbundesamt: Luftqualität 2020/2030: Weiterentwicklung von Prognosen für Luftschadstoffe unter Berücksichtigung von Klimastrategien. Umweltbundesamt TEXTE 35/2014 Fkz: 3710 43 219. UBA-FB 00 1945. Dessau-Roßlau. 2014. Online: https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/376/publikationen/texte_35_2014_komplett.pdf. Zugriff: 05.02.2016
- Waermedaemmstoffe.com o.J.: Mineralwolle (MW). Online: - <http://www.waermedaemmstoffe.com/htm/mineralwolle.html>. Zugriff: 10.02.2016.
- Waermedaemmstoffe.com o.J.a: Blähglimmer-Blähton-Blähperlit. Online: - <http://www.waermedaemmstoffe.com/htm/anorganisch.html>. Zugriff: 10.02.2016.
- waermedaemmstoffe.com o.J.b: Polystyrolpartikelschaum (EPS). Online: <http://www.waermedaemmstoffe.com/>. Zugriff: 10.02.2016.
- waermedaemmstoffe.com o.J.c: Polystyrolextruderschaum (XPS). Online: <http://www.waermedaemmstoffe.com/>. Zugriff: 10.02.2016.
- waermedaemmstoffe.com o.J.e: Baumwolle. Online: <http://www.waermedaemmstoffe.com/> Zugriff: 17.02.2016.
- waermedaemmstoffe.com o.J.f: Holzweichfaserdämmplatten (WF). Online: <http://www.waermedaemmstoffe.com/> Zugriff: 17.02.2016.
- waermedaemmstoffe.com o.J.g: Zelluloseflocken“. Online: <http://www.waermedaemmstoffe.com/> Zugriff: 17.02.2016.
- waermedaemmstoffe.com o.J.h: Kork. Online: <http://www.waermedaemmstoffe.com/> Zugriff: 18.02.2016
- waermedaemmstoffe.com o.J.i: natürliche Dämmstoffe. Online: <http://www.waermedaemmstoffe.com/> Zugriff: 18.02.2016
- waermedaemmstoffe.com o.J.j: Schafwolle. Online: <http://www.waermedaemmstoffe.com/> Zugriff: 17.02.2016.
- waermedaemmstoffe.com o.J.k: Hanffasern. Online: <http://www.waermedaemmstoffe.com/> Zugriff: 18.02.2016.
- Waermedämmstoffe.com o.J.l: Anorganische Dämmstoffe, Organische Dämmstoffe. Online: <http://www.waermedaemmstoffe.com/>. Abgerufen: 05.02.2016.
- Wienerberger 2010: Wienerberger: Kleine Bauphysik-Kunde. Grundwissen. Wienerberger GmbH. Hannover. 2010. Online: <http://www.wienerberger.de/kleine-bauphysik-kunde-grundwissen.html>. Abgerufen: 1.2.2016.

Tabellen- und Abbildungsverzeichnis

Abb.: Beispielhafte U-Werte für verschiedene Dämmstärken einer 24 cm Ziegelwand: Eigene Darstellung nach e-genius.at o.J.a

Abb.: Dämmstoffarten: Eigene Darstellung nach baunetzwissen.de o. J.

Abb. Mineralwolle-Dämmplatte: © Brillux

Abb.: Holzfaserdämmplatte: © Gutex

Abb.: Hanfdämmung der Außenwand: © Naturbauhof.de

Abb.: Expandiertes Polystyrol (Styropor): © IZT

Abb.: Ökologische Bewertung von Wärmedämmstoffen: Eigene Darstellung

Tab.: Wärmeschutztechnische Bemessungswerte für ausgewählte Wärmedämmstoffe: Eigene Abbildung nach DIN EN ISO 10456, DIN 4108-4

Wärmeübergangswiderstände ebener Bauteiloberflächen, die an Luft angrenzen: Eigene Abbildung nach DIN EN ISO 6946

Tab.: Spezifische Wärmekapazität von ausgewählten Wärmedämmstoffen: Eigene Abbildung nach DIN EN ISO 10456

Tab.: Wasserdampfdiffusionswiderstandszahl von ausgewählten Wärmedämmstoffen: Eigene Abbildung nach DIN EN ISO 10456

Tab.: Kennzeichnung von Wärmedämmstoffen nach Anwendungsgebiet: Eigene Abbildung nach DIN 4108-10

Tab.: Mechanische Belastbarkeit von Wärmedämmstoffen: Eigene Abbildung nach DIN 4108-10

Tab.: Schalltechnische Eigenschaften von Wärmedämmstoffen: Eigene Abbildung nach DIN 4108-10

Tab.: Brandschutztechnische Klassifizierung von Baustoffen: Eigene Abbildung nach: wikipedia.de. Online: <https://de.wikipedia.org/wiki/Brandverhalten>. Zugriff: 20.06.2016

Glossar

Anorganisch-natürliche Dämmstoffe: Dämmstoffart auf anorganisch-natürlicher Rohstoffbasis

Anorganisch-synthetische Dämmstoffe: Dämmstoffart auf anorganisch-synthetischer Rohstoffbasis

Arbeitsschutz: Maßnahmen, Mittel und Methoden zum Schutz der Beschäftigten vor arbeitsbedingten Sicherheits- und Gesundheitsgefährdungen

Aufsparrendämmung: Außendämmung am Dach auf den Dachsparren

Außendämmung: Dämmmaßnahmen an der Gebäudehülle von außen

Baumwolle: Häufigstes organisch-natürliches Dämmmaterial auf Pflanzenbasis

Baumwollflocken: Loser organische-natürliches Dämmstoffformat auf Pflanzenbasis zur Dämmung von Hohlräumen

Baumwollmatten: Dämmstoffformat mit geringer Formstabilität

Baustoffklassen nach DIN 4102: Kategorien von Baustoffen zur Einteilung des Brandverhaltens

Blähglas: Anorganisch-natürlicher Dämmstoff

Blähglimmer: Anorganisch-natürlicher Dämmstoff

Blähmineralien: Gruppe von anorganisch-natürlichen Dämmstoffen die durch thermische Expansion hergestellt werden

Blähperlit: Anorganisch-natürlicher Dämmstoff

Blähton: Anorganisch-natürlicher Dämmstoff

Bodenplattendämmung: Dämmbereich

Brandschutz: Alle Maßnahmen zur Verringerung der Gefährdung im Brandfall

Brandverhaltensklasse: Kategorien zur Einteilung des Brandverhaltens von Dämmstoffen

CO₂-Bilanz: Maß für den Gesamtbetrag von Kohlenstoffdioxid-Emissionen der, direkt und indirekt, durch eine Aktivität verursacht wird oder über die Lebensstadien eines Produkts entsteht. Die CO₂-Bilanz nachwachsender Rohstoffe ist neutral, da diese vor ihrer Nutzung so viel CO₂ gebunden haben, wie sie durch Verbrennung oder Verrotten wieder freisetzen. Da die Entstehung fossiler Energieträger über mehrere Millionen Jahre stattfand, kann Erdöl, anders als ein Baum, nicht in entsprechender Zeit „nachwachsen“ und so das freigesetzte CO₂ nicht wieder gebunden werden (negative CO₂-Bilanz). Voraussetzung für die CO₂-Neutralität nachwachsender Rohstoffe ist eine entsprechende Land- und Forstwirtschaft. Diese ist jedoch derzeit kaum gewährleistet.

Dachdämmung: Dämmbereich

Dachunterdämmung: Dachdämmung von Innen auf den Dachsparren

Dämmfilz: Dämmstoffformat mit geringer Formstabilität

Dämmschüttungen: Dämmstoffformat zur Dämmung von Hohlräumen

Dämmstoffballen: Massives Dämmstoffformat mit geringer Formstabilität
Dämmstoffblöcke: Massives Dämmstoffformat mit hoher Formstabilität
Dämmstoffmatten: Flächiges Dämmstoffformat mit geringer Formstabilität
Dämmstoffplatten: Flächiges Dämmstoffformat mit hoher Formstabilität
Dämmstoffuntergrund: Auflagefläche von Dämmstoffen
Dampfdiffusion: Ungerichteter Transportvorgang von Dampf
Dampfdiffusionswiderstand: Physikalische Größe zur Beurteilung der Dampfdiffusion
Deckenranddämmung: Dämmbereich
Einblasdämmstoffen: Dämmstoffformat zur Dämmung von Hohlräumen mittel Einblasverfahren
Expandiertes Kork: Organisch-natürlicher Dämmstoff auf Pflanzenbasis
Expandiertes Polystyrol: Organisch-synthetischer Dämmstoff auf Erdölbasis
Extrudiertes Polystyrol: Organisch-synthetischer Dämmstoff auf Erdölbasis
Fassadendämmung: Dämmstoffbereich der Gebäudehülle an der Außenfassade
Fensterdämmung: Dämmstoffbereich
Flachfasern: Organischer-natürlicher Dämmstoff auf Pflanzenbasis
Gebäudehülle: Außenbegrenzung von Gebäuden
Geschoßdeckendämmung: Dämmstoffbereich im Gebäudeinneren
Glaswolle: Weit verbreiteter anorganisch-synthetischer Dämmstoff
Hanfballen: Massives Dämmstoffformat eines organisch-natürlichen Dämmstoffes auf Pflanzenbasis mit geringer Formstabilität
Hanfmatten: Flächiges Dämmstoffformat eines organisch-natürlichen Dämmstoffes auf Pflanzenbasis mit geringer Formstabilität
Harnstoff-Formaldehydharz-Ortschaum: Formloser organisch-synthetischer Dämmstoff zur Dämmung von Hohlräumen und Anschlussflächen
Hobelspäne: Hölzerner Abfall von Hobelprozesses
Hohlraumdämmung: Dämmungsarte bei der Hohlräume mit Schüttgut gefüllt werden
Holzfaserplatte: Flächiges Dämmstoffformat eines organisch-natürlichen Dämmstoffes auf Pflanzenbasis mit geringer Formstabilität
Holzfaser: Organisch-natürlicher Dämmstoff auf Pflanzenbasis
Holzspäne: Hölzerner Abfall von Sägeprozesses
Hygienische Schutzmaßnahmen: Persönliche Arbeitsschutzmaßnahmen zur Vermeidung von Gesundheitsgefährdung
Imprägnierter Kork: Organisch-natürlicher Dämmstoff auf Pflanzenbasis mit Zusatzstoffen zur Erhöhung des Feuchtwiderstandes
Inhaltsstoffe: Bestandteile in Dämmstoffen

Innendämmung: Dämmmaßnahmen im Innenbereich

Innenwanddämmung: Innendämmung der Wände

Kalziumsilikatplatten: Flächiger anorganisch-synthetischer Dämmstoff mit hoher Formstabilität

Kellerbodendämmung: Innendämmung des Kellerbodens

Kellerdämmung: Alle Dämmmaßnahmen im Kellerbereich

Kellerdeckendämmung: Innendämmung der Kellerdecken

Kellerwanddämmung: Innen- oder Außendämmung der Kellerwände

Kerndämmung: Dämmung des Zwischenraumes zwischen den Wandschalen

Kokosfasern: Organische-natürlicher Dämmstoff auf Pflanzenbasis

Kokosfilze: Flächiger organische-natürlicher Dämmstoff auf Pflanzenbasis mit geringer Formstabilität

Kokosmatten: Flächiger organische-natürlicher Dämmstoff auf Pflanzenbasis mit geringer Formstabilität

Kokosplatten: Flächiger organische-natürlicher Dämmstoff auf Pflanzenbasis mit hoher Formstabilität

Kondenswasser: Flüssiges Produkt beim Wechsel des Aggregatzustandes von gasförmig zu flüssig

Kork: Organische-natürlicher Dämmstoff auf Pflanzenbasis

Korkschor: Loser organisch-natürlicher Dämmstoff auf Pflanzenbasis als Schüttgut

Korkschorung: Organisch-natürlicher Dämmstoff auf Pflanzenbasis zur Dämmung von Hohlräumen

Körperschall: Schallausbreitung in festen Körpern

λ -Wert: Formelzeichen für Wärmeleitfähigkeit

Lebenszyklus: Ganzheitliche Betrachtungsweise eines Produktes von seiner Rohstoffgewinnung bis zur Abfallbeseitigung

Luftschall: Schallausbreitung in der Luft

Melaninharz-Schaum: Organisch-synthetischer Dämmstoff auf Erdölbasis

Mineraleisplatten: Flächiger anorganisch-synthetischer Dämmstoff mit hoher Formstabilität

Mineraleisplatten: Flächiger anorganisch-synthetischer Dämmstoff mit hoher Formstabilität

Mineraleis: Flächiger anorganisch-synthetischer Dämmstoff mit geringer Formstabilität

Mineraleisflocken: Loser anorganisch-synthetischer Dämmstoff zur Dämmung von Hohlräumen

μ -Wert: Formelzeichen für Dampfdiffusionswiderstand

- Ökobilanzen: Berechnungsmethode zur Bestimmung der ökologischen Auswirkung eines Produktes entlang seines Lebenszyklus´
- Organisatorische Schutzmaßnahmen: Organisatorische Maßnahmen zur Verhinderung von Gesundheitsgefährdung am Arbeitsplatz
- Organisch-natürliche Dämmstoffe: Dämmstoffe auf organisch-natürlicher Rohstoffbasis
- Organisch-synthetische Dämmstoffe: Dämmstoffe auf organisch-synthetischer Rohstoffbasis
- Ortschaum: Formloser organisch-synthetischer Dämmstoff zur Dämmung von kleinräumigen Hohlräumen und Anschlussflächen
- Persönliche Schutzmaßnahmen: Persönliche Maßnahmen zur Verhinderung von Gesundheitsgefährdung am Arbeitsplatz
- Pflanzliche Dämmstoffe: Dämmstoffe auf pflanzlicher Rohstoffbasis
- Polyester: Organisch-synthetischer Dämmstoff
- Polyurethan-Hartschaum: Organisch-synthetischer Dämmstoff
- Recyclingfähigkeit: Eignung eines Dämmstoffes zur Wieder- oder Weiterverwertung
- Rohstoffbasis: Ausgangsmaterial aus dem Dämmstoff hergestellt werden
- Schafwolle: Organisch-natürlicher Dämmstoff auf tierischer Rohstoffbasis
- Schafwollmatte: Flächiger organisch-natürlicher Dämmstoff auf tierischer Rohstoffbasis mit geringer Formstabilität
- Schalldämmung: Dämmmaßnahmen zur Verringerung der Schallausbreitung
- Schallschutz: Schutzmaßnahmen zur Verringerung der Beeinträchtigung durch Schall
- Schaumglas: Anorganisch-natürlicher Dämmstoff
- Schaumglasplatte: Flächiger anorganisch-natürlicher Dämmstoff mit hoher Formstabilität
- Schlackenwolle: Anorganisch-natürlicher Dämmstoff mit geringer Formstabilität
- Spezifische Wärmeleitfähigkeit: Materialeigenschaft eines Dämmstoffes Wärme zu leiten
- Spezifische Wärmespeicherkapazität: Materialeigenschaft eines Dämmstoffes Wärme zu speichern
- Steinwolle: Anorganisch-synthetischer Dämmstoff
- Stroh: Organische-natürlicher Dämmstoff auf Pflanzenbasis
- Strohbauplatte: Flächiger organisch-natürlicher Dämmstoff auf Pflanzenbasis mit hoher Formstabilität
- Strohhäcksel: Organisch-natürlicher Dämmstoff auf Pflanzenbasis zur Dämmung von Hohlräumen
- Technische Normen: Einzuhaltendes Vorschriften bei technischen Ausführungen
- Technische Schutzmaßnahmen: Technische Maßnahmen zur Verhinderung von Gesundheitsgefährdung am Arbeitsplatz
- Tierische Dämmstoffe: Organisch-natürliche Dämmstoffe auf tierischer Rohstoffbasis
- Trennwanddämmung: Innendämmung von Wänden ohne statische Last

- Trittschall-Dämmplatte: Formstabile Dämmung zur Verringerung des Körperschalls
- Trittschalldämmung: Dämmmaßnahmen zur Verringerung des Körperschalls
- Umweltkennzeichnung: Kennzeichnung von Produkten mit überdurchschnittlichen Umwelteigenschaften
- Umweltmedien: Die Naturkompartimente Wasser, Boden, Luft
- U-Wert: Formelzeichen für den Wärmedurchgangskoeffizienten
- Wärmeausgleich: Physikalisches Prinzip der Nivellierung von Temperaturunterschieden
- Wärmedurchgangskoeffizient: Physikalische Größe zur Beurteilung des Wärmedurchgangs durch ein Bauteil
- Wärmeenergie: Thermischer Energieinhalt eines Stoffes in Form ungeordneter atomarer oder molekularer Bewegung
- Wärmeleitfähigkeit: Physikalische Größe zur Beurteilung der Wärmeleitung eines Materials
- Wärmeleitung: Wärmetransport durch einen Festkörper durch molekulare Bewegung
- Wärmespeicherkapazität: Physikalische Größe eines Materials Wärme zu speichern
- Zelluloseflocken: Losere organisch-natürliche Dämmstoffe auf Pflanzenbasis zur Dämmung von Hohlräumen
- Zweischaliges Mauerwerk: Wandaufbau aus zwei unterschiedlichen Mauerwerksschichten
- Zwischensparrendämmung: Dämmungsart bei welcher der Raum zwischen den Dachsparren mit Dämmstoff gefüllt wird
- Zwischenwanddämmung: Innendämmung von Wänden ohne statische Last

Impressum



Partner des Verbundprojekts:

Smart Learning – Medieneinsatz in der handwerklichen Weiterbildung

- Bildungs- und Technologiezentrum (BTZ) der Handwerkskammer Berlin
- Fraunhofer-Institut für offene Kommunikationssysteme (FOKUS), Berlin
- Beuth-Hochschule für Technik, Berlin
- IZT Institut für Zukunftsstudien und Technologiebewertung gGmbH, Berlin

Das diesem Material zugrunde liegende Vorhaben wurde mit Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung unter dem Förderkennzeichen 01PD14002A-D gefördert.

Diese Lerneinheit darf weder ganz noch teilweise ohne schriftliche Genehmigung des Herausgebers in irgendeiner Form reproduziert oder sonst veröffentlicht werden.

Diese Lerneinheit wurde mit äußerster Sorgfalt bearbeitet, Herausgeber und Autor/-innen können für den Inhalt jedoch keine Gewähr übernehmen.

Herausgeber

Bildungs- und Technologiezentrum (BTZ) der Handwerkskammer Berlin, Mehringdamm 14, 10961 Berlin

IZT Institut für Zukunftsstudien und Technologiebewertung, Schopenhauerstraße 26, 14129 Berlin

Autor/-innen

Lerneinheit:

IZT Institut für Zukunftsstudien und Technologiebewertung gGmbH, Volker Handke und Michael Scharp, Schopenhauerstraße 26, 14129 Berlin, Tel. 030-803088-14, E-Mail m.scharp@izt.de

Bildungs- und Technologiezentrum (BTZ) der Handwerkskammer Berlin, Martin Dinziol, Mehringdamm 14, 10961 Berlin, Tel.: +49 (0)30/25903-498, E-Mail: dinziol@hwk-berlin.de

Screencast und E-Book:

IZT Institut für Zukunftsstudien und Technologiebewertung gGmbH, Michael Scharp und Katrin Ludwig, Schopenhauerstraße 26, 14129 Berlin, Tel.: +49 (0)30-803088-14, E-Mail: m.scharp@izt.de