



WÄRMEDÄMMSTOFFE



Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	3
2. Holzfaserplatten	4
3. Zellulose	6
4. Steinwolle	7
5. Schaumglas	9
6. Polystyrol	10
7. Vakuumisulationspaneele (VIP)	11
8. Bauphysikalische Kennwerte von 25 Dämmstoffen	13
9. Umweltbezogene Eigenschaften von 25 Dämmstoffen	14
10. Vergleich der notwendigen Dicke für denselben Wärmestrom	17
11. Anlagen	18
12. Literaturverzeichnis	19

 **STADT FRANKFURT AM MAIN**
Energierreferat > Die kommunale Klimaschutzagentur

Herausgeber

Stadt Frankfurt am Main
Energierreferat
Adam-Riese-Straße 25, 60327 Frankfurt am Main
Telefon: 069 212-39193
www.energiereferat.stadt-frankfurt.de

Text: Simon Bolis | **Bilder:** Titelbild (fotolia: © Ingo Bartussek), weitere siehe Bildunterschrift
Projektbeteiligte: Projektleitung: Energierreferat der Stadt Frankfurt am Main, Wiebke Fiebig, Simon Bolis
Fachliche Projektbegleitung: Energiepunkt – Energieberatungszentrum FrankfurtRheinMain e.V.

1. Einleitung

Energieeffizientes Bauen bzw. Sanieren hat in letzter Zeit an Bedeutung dazugewonnen, zumal es nicht nur um Kostenersparnis geht, sondern auch um den nachhaltigen Klimaschutz für zukünftige Generationen.

Die Wärmedämmung spielt eine wichtige Rolle bei der Energieeffizienz beim Hausbau und der Sanierung. Eine Wärmedämmung wird außen auf die tragende Konstruktion (Außenwand, Dach, Kellerdecke...) eines Gebäudes angebracht. Wie vom Namen ersichtlich ist, hat die Wärmedämmung die Funktion, den Wärmeverlust eines Gebäudes so gering wie möglich zu halten, so dass in Folge davon weniger Energie zum Heizen gebraucht wird. Oder fachlich ausgedrückt: Die Wärmedämmung reduziert den Wärmestrom von innen nach außen und verringert somit die Wärmeleitfähigkeit λ der Gebäudehülle.

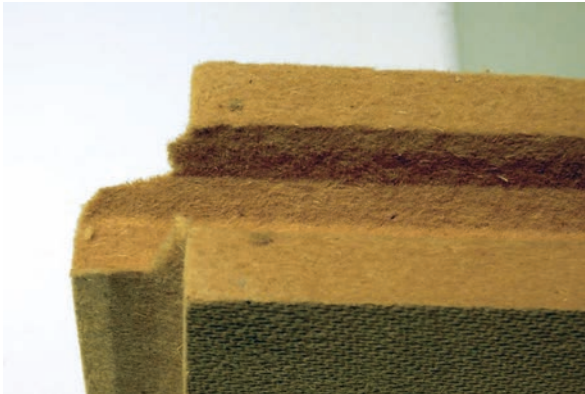
Mittlerweile gibt es eine Bandbreite von Dämmstoffen auf dem Markt mit ihren jeweils spezifischen Eigenschaften und den daraus resultierenden Vor- und Nachteilen, welche von manch einem kaum zu überschauen ist.

Diese Broschüre soll Abhilfe schaffen: Im ersten Schritt werden sechs der geläufigsten Wärmedämmstoffe vorgestellt. Im zweiten Schritt werden technische Daten von 25 Dämmstoffen in Form von Tabellen und Grafiken präsentiert. Das Ziel ist es, die bauphysikalischen und bauökologischen Eigenschaften dieser Dämmstoffe vergleichen zu können.

Nicht außer Acht zu lassen ist der Brandschutz. Dämmstoffe sind nach Brandschutzklassen klassifiziert, von A1: nicht brennbar bis B3: leicht entflammbar.

Es ist wichtig, Informationen über den gesamten Lebenszyklus eines Dämmstoffes zu haben. Somit werden vollständigshalber die Auswirkungen auf Umwelt und Gesundheit bei der Herstellung und der Entsorgung des Dämmstoffes dargestellt.

2. Holzfaserplatten



Holzfaserplatte (Foto: Simon Bolis)

Herstellung

Die Grundsubstanz von Holzfaserplatten ist der Rückstand von Weichholz (Fichten oder Tannen). Zuerst werden die Hackschnitzel zerfasert, anschließend gibt es zwei Verfahren zur Herstellung von Paneelen: Nassverfahren oder Trockenverfahren.

Nassverfahren: Die Fasern werden mit Wasser gemischt, zusammengepresst, getrocknet und zum Schluss zugeschnitten. Weißleim* wird für die Streifenverleimung verwendet, Latex zur Festigkeitserhöhung.

Trockenverfahren: Zuerst werden die Fasern getrocknet, dann wird das Bindemittel eingefügt und zu Paneelen geformt, die anschließend zugeschnitten werden.

***Weißleim:** „Der Grundstoff von Weißleimen besteht aus Polyvinylacetat (PVAC), welches im Wasser in Form von kleinen Kunststoffkugeln verteilt ist. Es handelt sich dabei um ein Produkt der petrochemischen Industrie.“ (Quelle: www.umweltschutz-bw.de)

Einsatzgebiet

Die Holzfaserplatten sind genormte Produkte mit einem breiten Anwendungsspektrum. Sie werden überwiegend als Innen-, Zwischensparren-Aufdachdämmung, Putzträgerplatten, Fußbodenaufbauten eingesetzt.

Holzfaserplatten können außerdem sehr gut als Schallschutz- und Akustikplatten dienen.

Bauphysikalische Eigenschaften

Das Bauprodukt kombiniert interessante bauphysikalische Eigenschaften: mit ihrer hohen Dichte bieten Holzfaserplatten eine hohe Wärmespeicherfähigkeit, das heißt einen guten sommerlichen Wärmeschutz, bei einer gleichzeitig niedrigen Wärmeleitfähigkeit $0,039 < \lambda < 0,052 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$. (Siehe Anhang 1)

Die Paneele bieten auch eine gute mechanische Beständigkeit: hohe Festigkeit und Steifigkeit. Weitere wichtige Eigenschaften, wie eine hohe Feuchteresistenz und eine gute Schalldämmung sind hervorzuheben.

In Bezug auf ihre Brennbarkeit werden die Holzfaserplatten derzeit als B2 klassifiziert. (Siehe Anhang 2)

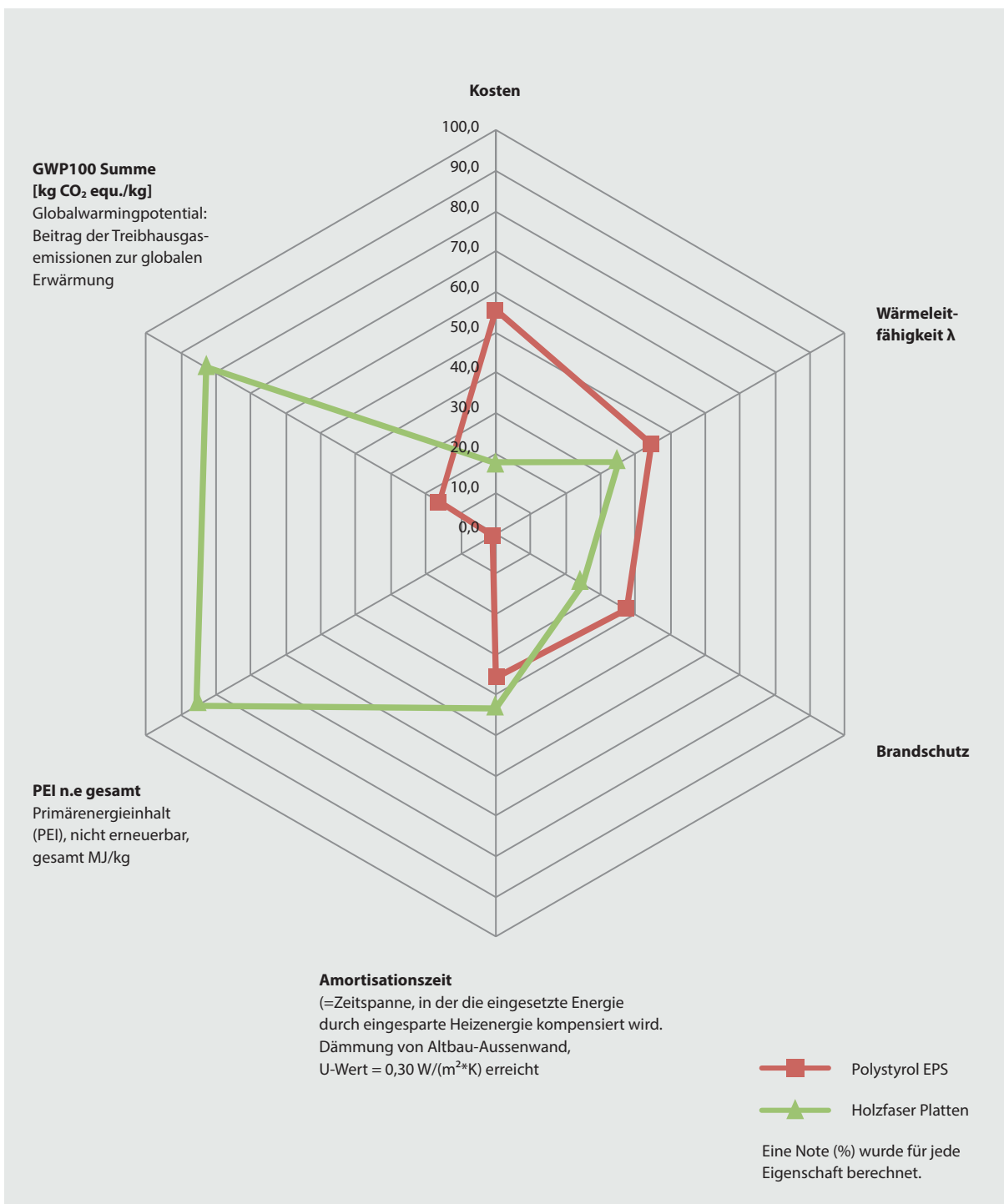
Umweltbelastung

Dieser Dämmstoff ist aus nachwachsenden Rohstoffen hergestellt und somit recycelbar. Trotzdem ist er nicht frei von Erdölprodukten, denn in der Regel werden Latex, Weißleim oder PUR-Harz als Bindemittel bei der Herstellung benutzt. Die Paneele bestehen zu 95% aus Holz.

Zusatzmittel: ca. 1% Aluminiumsulfat zur Aktivierung der Lignine, welches eine wasserabweisende Wirkung hat und kalkbindend/pH-senkend ist. Es wird mehr CO₂ im Holz gespeichert als bei der Herstellung der Holzfaserplatten freigesetzt wird. Dieser Dämmstoff besitzt ein niedriges Versauerungspotential. „Versauerung wird hauptsächlich durch die Wechselwirkung von Stickoxid- (NO_x) und Schwefeldioxidgasen (SO₂) mit anderen Bestandteilen der Luft verursacht. Zu den eindeutig zugeordneten Folgen zählt u.a. die Versauerung von Seen und Gewässern, welche zu einer Dezimierung der Fischbestände in Zahl und Vielfalt führt.“ (Quelle: www.baubook.at)

WÄRMEDÄMMSTOFFE

Multi-Kriterien-Analyse: Vergleich von Holzfaserplatten und Polystyrol EPS



3. Zellulose



Zelluloseflocken (Foto: Simon Bolis)

Herstellung

Die Grundsubstanz von Zellulosedämmung ist Altpapier, es ist ein Recyclingdämmstoff. Das Altpapier wird im Trockenverfahren zerfasert und mit Zusatzmitteln wie Borsalzen, Borax, Borsäure, Aluminiumhydroxid, Ammoniumphosphat und Fungotannin angereichert. Diese Zusatzmittel sorgen für Brandschutz, Beständigkeit gegen Schimmel und Ungeziefer und sind in den verwendeten Mengen gesundheitlich unbedenklich. Die Herstellung von Zellulose aus Altpapier ist ökonomisch und ökologisch sinnvoll, da Papier eines der meist verwendeten Recyclingprodukte ist. Zellulose wurde schon vor über 100 Jahren als Dämmstoff bekannt und wird derzeit schon verbreitet in Skandinavien und Nordamerika genutzt.

Einsatzgebiet

Zellulosedämmung kann in drei verschiedenen Formen verarbeitet werden: Einblaszellulose, die nur von lizenzierten Facharbeitern eingesetzt werden darf, Zelluloseschüttung und Zelluloseplatten.

- Leichte Trennwände, Holzbalkendecken, abgehängte Decken, hinterlüftete Fassaden, Zwischensparrendämmung, Untersparrendämmung, Kerndämmung.
- Trittschalldämmung unter schwimmend verlegten Estrichen.
- Wärmedämmverbundsysteme, Unterdeckendämmung.

Bauphysikalische Eigenschaften

Mit einer Wärmeleitfähigkeit von $0,035 < \lambda < 0,040$ W/(m²*K) bietet Zellulose eine sehr gute Wärmedämmung bei einer gleichzeitig guten Wärmespeicherfähigkeit wegen ihrer hohen Dichte, das heißt sie bietet auch einen guten sommerlichen Wärmeschutz. Das Produkt bietet eine hohe Feuchteresistenz und Beständigkeit gegen Schimmel und Ungeziefer. In Bezug auf die Brennbarkeit wird Zellulosedämmung wie Holzfaserplatten als B2 klassifiziert.

Umweltbelastung

Zellulose ist zwar wiederverwertbar und deponiefähig, aber sie ist dennoch nicht kompostierbar wegen der beigemischten Zusatzmittel. Da sie völlig aus Recyclingmaterial hergestellt wird, hat Zelluloseeinblasdämmung eine der geringsten Primärenergie-Aufwendungen aller Dämmstoffe.

Gesundheitliche Auswirkungen

Staubentwicklungen beim Einsatz von Einblaszellulose sind zu erwarten. Deswegen wird sie nur von Facharbeitern, die Atemschutzgeräte tragen, verarbeitet.

4. Steinwolle



Steinwolle (Foto: fotolia © Birgit Reitz-Hofmann)

Herstellung

Steinwolle wird durch das Schmelzen von mineralischen Gesteinen wie Dolomit, Basalt, Diabas, Anorthosit hergestellt. Zum Einsatz kommen diverse Recyclingmaterialien und Bindemittel. Steinwolle ist resistent gegen Schimmelbefall, Ungeziefer und Fäulnis.

Einsatzgebiet

Steinwolle gehört zu den am häufigsten verwendeten Dämmstoffen und ist in nahezu allen Dicken- und Dichtgraden erhältlich.

- Vor Bewitterung geschützte Außendämmung von Wand, Dach oder Decke; Zwischensparrendämmung für zweischaliges Dach und oberste Geschossdecke.

- Innendämmung der Wand, der Decke, des Daches oder Bodenplatte unter den Sparren oder unter Estrich mit Schallschutz Anforderungen.
- Dämmung von zweischaligen Wänden, Raumtrennwänden, Kerndämmung.

Mit einem Brandverhalten von A bis B1 wird Steinwolle als Brandschutz eingesetzt.

Bauphysikalische Eigenschaften

Steinwolle kann gute Wärmeleitfähigkeitswerte erreichen ($0,032 < \lambda < 0,050 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$) und bietet auch einen guten Lärmschutz.

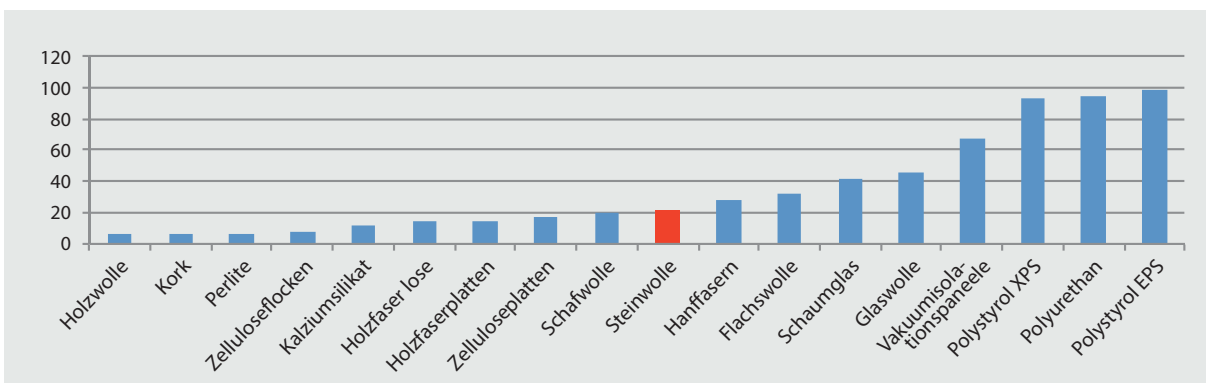
Umweltbelastung

Ausreichende Rohstoffverfügbarkeit, deponiefähig, nicht kompostierbar, recycelbar zu 40% bis 60%. Der Primärenergieaufwand bei der Herstellung ist relativ gering, trotzdem höher als bei der Herstellung der meisten natürlichen Dämmstoffe. Steinwolle hat im Vergleich zu den anderen Dämmstoffen ein hohes Versauerungspotenzial.

Gesundheitliche Auswirkungen

Durch die Produktion können Steinwollfasern bis zu drei Mikrometer fein hergestellt werden. Deswegen besteht eine gesundheitliche Gefahr bei der

Primärenergieinhalt (PEI), nicht erneuerbar, gesamt [MJ/kg]



Kennwerte: Institut Baubiologie Österreich (IBO), www.baubook.at

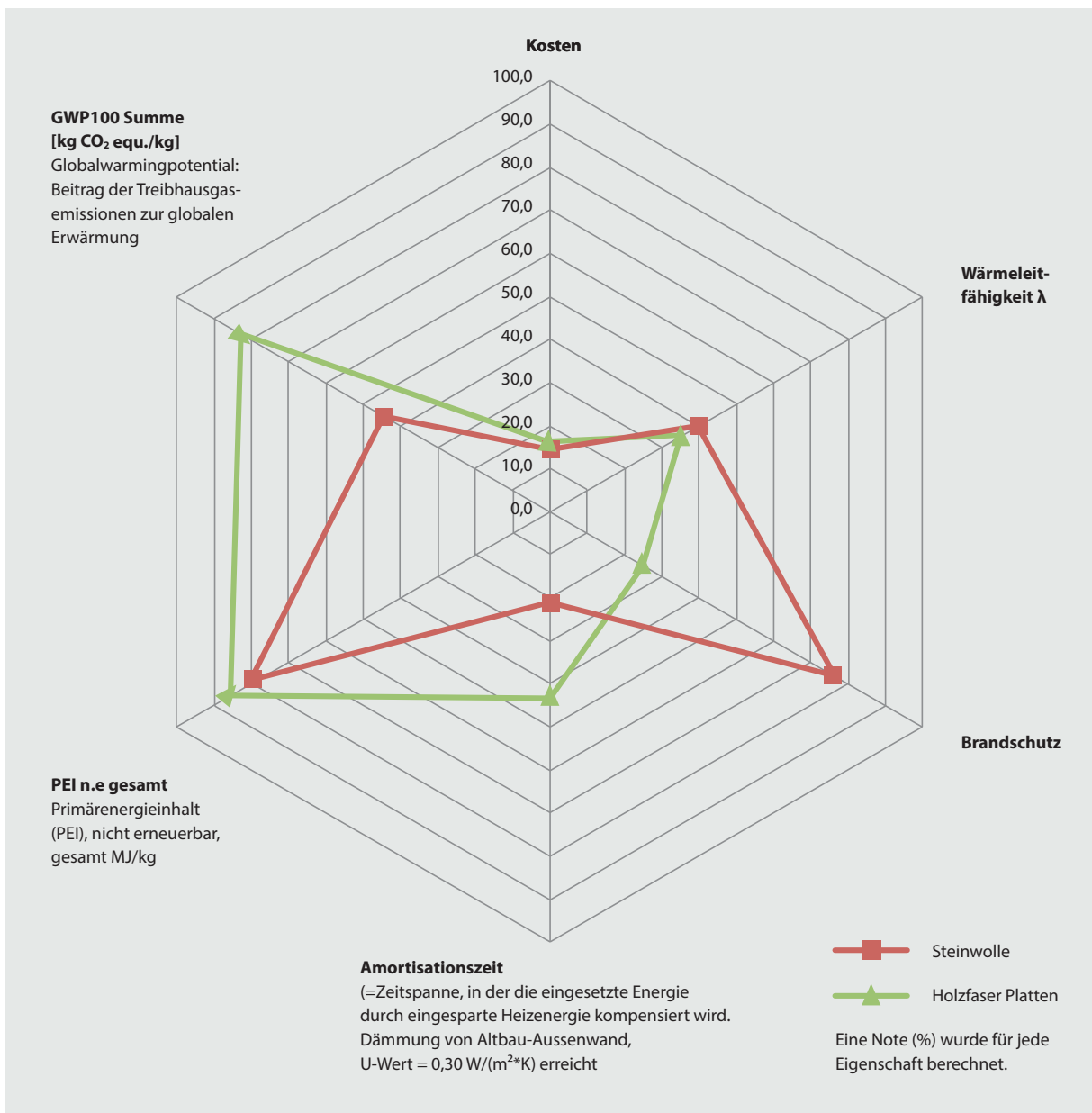


WÄRMEDÄMMSTOFFE

Verarbeitung von Steinwollfasern, da sie in die Lunge eindringen können. Diese können zu Reizungen und im Extremfall auch zur Lungenentzündung führen.

Andere Auswirkungen im Umgang mit Steinwollfasern sind Reizungen von Haut und Schleimhäuten, aber auch der oberen Atemwege und der Augen.

Multi-Kriterien Analyse: Vergleich von Steinwolle und Holzfaserplatten



5. Schaumglas



Schaumglas (Foto: Simon Bolis)

Herstellung

Schaumglas besteht hauptsächlich aus Quarzsand, Kalifeldspat, Calcium- und Natriumcarbonat. Diese (zur Glasherstellung notwendigen) Rohstoffe sind nahezu unbegrenzt verfügbar.

Die Ausgangsstoffe werden bei einer Temperatur von circa 1100°C zu Rohglas verschmolzen. Das erkaltete Glas wird zu Glaspulver zermahlen und unter Zugabe von Kohlenstoff in Formen dosiert und erhitzt. Durch die Oxidation des Kohlenstoffes wird die Glasschmelze aufgeschäumt. (Quelle: E. Reyer, W. Willems, A. Müller, C. Flertman, Kompendium der Dämmstoffe, 1997)

Einsatzgebiet

- Außendämmung von Wand, Dach oder Decke, vor Bewitterung geschützt, Zwischensparrendämmung, zweischaliges Dach, oberste Geschossdecken.
- Innendämmung der Wand, der Decke, des Daches oder Bodenplatte unter den Sparren oder unter Estrich mit Schallschutzanforderungen.
- Dämmung von zweischaligen Wänden, Kerndämmung.

Aufgrund ihrer Wasserdampfdichtheit sowie der hohen Druckfestigkeit werden Schaumglas-Dämmplatten meistens bei erdberührenden Bauteilen eingesetzt.

Bauphysikalische Eigenschaften

Schaumglas ist beständig gegen Schimmel, Insekten und Ungeziefer. Die Wärmeleitfähigkeit ist gut und liegt zwischen $0,040 < \lambda < 0,060 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$. In Bezug auf den Brandschutz wird Schaumglas als A1 klassifiziert.

Umweltbelastung

Zur Herstellung von Schaumglas wird das Recyclingmaterial Altglas (Windschutz- und andere Fensterscheiben) verwendet: 60% bei Schaumglas-Dämmplatten und 100% bei Schaumglas-Schotter. Der Herstellungsprozess ist trotzdem energieintensiv.

Gesundheitliche Auswirkungen

Bei der Verarbeitung von Schaumglas in Heißbitumen bzw. mit Kaltklebern auf Bitumenemulsionsbasis kann es zu gesundheitlichen Beeinträchtigungen kommen. Die Kaltverarbeitung ist der Heißverarbeitung vorzuziehen.

6. Polystyrol



Polystyrol (Foto: Simon Bolis)

Herstellung

Polystyrol-Partikelschaum (EPS)

Polystyrolgranulat, in welches Pentan als Treibmittel einpolymerisiert ist, wird bei Temperaturen über 100°C aufgebläht. Aus diesen Polystyrol Schaumpartikeln werden, in diskontinuierlich arbeitenden Anlagen durch eine zweite Heissdampfbehandlung in Blöcken, Plattenformteile hergestellt.

Polystyrol-Extruderschaum (XPS)

Im sogenannten Extruder wird Polystyrol aufgeschmolzen und nach Zugabe von HFCKW als Treibmittel durch eine Breitschiltzdüse aufgetragen. Es baut sich ein Schaumstoffstrang auf, der nach Durchlaufen einer Kühlzone zu Platten geschnitten wird. (Quelle: E. Reyer, W. Willems, A. Müller, C. Flertman, Kompendium der Dämmstoffe, 1997)

Einsatzgebiet

- Außendämmung von Wand, Dach oder Decke, vor Bewitterung geschützt, Zwischensparrendämmung, zweischaliges Dach, Geschossdecken.
- Innendämmung der Wand, Decke, des Daches oder der Bodenplatte unter den Sparren oder unter Estrich mit Schallschutzanforderungen.
- Dämmung von zweischaligen Wänden, Kerndämmung.

Bauphysikalische Eigenschaften

Polystyrol bietet eine gute Wärmedämmwirkung ($0,030 < \lambda < 0,040 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$), hat jedoch bei der Schalldämmung Schwächen. Ein Nachteil ist, dass im Brandfall eine starke Qualm-Bildung freigesetzt wird mit Entstehung von giftigen Brandgasen, die giftige *Dioxine bilden können.

*Dioxin

Als Dioxine werden eine Reihe chemisch ähnlicher Substanzen bezeichnet, die aus der Gruppe der ringförmigen organischen Stoffe stammen, der Dibenzopdioxine (PCDD) und Dibenzofurane (PCDF). Sie haben ähnliche chemische und physikalische Eigenschaften und sind fettlösliche Verbindungen, welche sich im Fettgewebe von Tieren und Menschen anreichern. Dioxine werden nicht zu bestimmten Zwecken hergestellt, sondern entstehen als Nebenprodukte vor allem bei Verbrennungsprozessen (zum Beispiel Verbrennung von Haus- und Sondermüll), auch bei Waldbränden und Vulkanausbrüchen. Dioxine haften an Staubpartikeln und verbreiten sich auf diese Weise in der Umwelt. Dioxine sind sehr langlebige Verbindungen und werden im Körper nur sehr langsam abgebaut. Als chronische Wirkungen von Dioxinen wurden bei Tierversuchen Störungen der Reproduktionsfunktionen, des Immunsystems, des Nervensystems und des Hormonhaushalts beobachtet. Bei einigen Dioxinen geht man davon aus, dass sie das Risiko, an Krebs zu erkranken, erhöhen können (Quelle: www.bfr.bund.de). Bezüglich Brandschutz wird Polystyrol als B1, B2 klassifiziert.

Umweltbelastung

Polystyrol ist ein Erdöl-Produkt und ist deswegen kein erneuerbarer Ausgangsstoff. Polystyrol kann wiederverwendet werden: Als Thermoplast lassen sich Produktionsabfälle aus Polystyrol grundsätzlich durch Aufschmelzen wieder in der Produktion einsetzen.

Gesundheitliche Auswirkungen

Freisetzung von gesundheitsgefährdendem Styrol beim Schneiden mittels Heißdraht. Die Styrol-Copolymere sind als Bindemittel in Farben und Lacken enthalten. (Siehe Anhang 3)

7. Vakuumisolationspaneele (VIP)



Vakuumisolationspaneele (Foto: Simon Bolis)

Herstellung

Die Entwicklung von Vakuumdämmung ist relativ neu, die erste VIP erhielten 2007 die bauaufsichtliche Zulassung.

VIP bestehen aus einem porösen, druckbelastbaren, evakuierbaren Füllkern – einem gepressten Pulver, Glasfasern oder einem offenporigen Schaum –

welcher in einer Vakuumkammer in eine Hochbarriere-Kunststoff-Folie oder in eine Edelstahlhülle eingeschweißt wird. Besonders gut geeignete Füllkerne sind Platten aus pyrogener Kieselsäure, einem Abfallprodukt aus der Siliciumherstellung. (Quelle: Dr. Ulrich Heinemann, ZAE Bayern, vip-bau.de)

Der Stützkern besteht aus einem pulverförmigen Dämmstoff, der den luftleeren Raum in das Paneel integrieren kann.

Die Wirksamkeit beruht darauf, dass ein Vakuum keinen Wärmetransport durch Konvektion zulässt. Ein Schwachpunkt ist die Verletzbarkeit der Paneele, diese können aber z.B. mit Polystyrol oder Faserzementplatten beschichtet werden, um das Risiko zu vermindern. Die Kosten dieser neuen Dämmtechnologie sind derzeit noch sehr hoch (60–115 €/m²).

Einsatzgebiet

Der große Vorteil liegt in den Einsparungen in der benötigten Dicke des Dämmmaterials. Aus diesem Grund sind die VIP für die Dämmung von denkmalgeschützten Gebäuden und für Hightech Gebäude interessant.

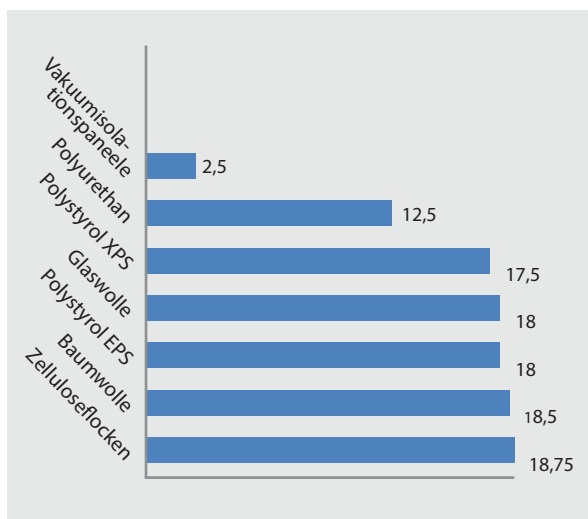
Bauphysikalische Eigenschaften

Die Wärmeleitfähigkeit ist etwa 10-fach niedriger als die von Standarddämmstoffen $0,002 < \lambda < 0,008$ W/(m*K).

Umweltbelastung

Pyrogene Kieselsäure, die in VIPs verwendet wird, ist verantwortlich für den hohen Energieaufwand bei der Herstellung. Kieselsäure kann sich aber trotzdem gut recyceln lassen, was momentan noch erforscht wird. (Quelle: www.enbausa.de)

Dicke (cm) für U-Wert = 0,2 W/(m²*K)



U-Wert Definition siehe Anhang 4.



WÄRMEDÄMMSTOFFE

Anwendungsgebiete und Anwendungsbeispiele von Dämmstoffen nach harmonisierten Regeln gemäß DIN 4108-10 [10]

Anwendungsgebiet	Kurzzeichen	Anwendungsbeispiele
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 (Umkehrdach)
	DZ	Zwischensparrendämmung, zweischaliges Dach, nicht begehbare aber zugängliche oberste Geschossdecken
	DI	Innendämmung der Decke (unterseitig) oder des Daches, Dämmung unter 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
Perimeter	PW	Außenliegende Wärmedämmung von Wänden gegen Erdreich (Außerhalb der Abdichtung)
	PB	Außenliegende Wärmedämmung von Wänden unter der Bodenplatte gegen Erdreich (Außerhalb der Abdichtung)
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

Quelle: Willems, Wolfgang M., Schild, Kai, Dinter, Simone: Vieweg Handbuch der Bauphysik. Teil 1., Wärme- und Feuchteschutz, Behaglichkeit, Lüftung. 1. Auflage, Vieweg & Sohn Verlag GWV Fachverlage GmbH, Wiesbaden 2006.

WÄRMEDÄMMSTOFFE

8. Bauphysikalische Kennwerte von 25 Dämmstoffen

Natürliche Dämmstoffe	Anwendungsgebiete	Kosten für U-Wert = 0,3 [€/m ²]	Wärmeleitfähigkeit λ [W/(m*K)]	Wasserdampfdiffusionäquivalente Luftschichtdicke [m]	Baustoffklasse für Brandschutz
Holzwole	DAD, DAA, DZ, DI, DEO, DES, WAB, WAP, WZ, WH, WI, WTR	38–49	0,075–0,15	5/6	B1, B2
Holzfasern lose	DAD, DAA, DZ, WH, WTR	11–15	0,040–0,055	5/6	B2
Holzfasernplatten	DAD, DAA, DZ, DI, DEO, DES, WAB, WAP, WZ, WH, WI, WTR	15–21	0,039–0,052	1/2	B2
Zelluloseflocken	W, WL, WV, T	8–10	0,035–0,040	8/0	B2
Zelluloseplatten	W, WL, WV, T	21	0,039	2/3	B2
Hanffasern	W, WL	14–19	0,038–0,044	1/2	B2
Kokos	W, WL, T, TK	26–30	0,045	1	B2
Baumwolle	W, WL, T	12	0,037	1/2	B2
Kork	DAD, DAA, DZ, DI, DEO, WAB, WAP, WZ, WH, WI, WTR	30–36	0,040–0,045	2/10	B2
Flachswolle	W, WL, T	17–19	0,038–0,050	1/2	B2
Schafswolle	W, WL, T	14–18	0,035–0,042	1/2	B2
Stroh	Wand (aktuell keine Produktzulassungen in Deutschland)	5	0,052–0,08	2	B2
Schilfrohr	W, WL (Einsatz vorwiegend als Putzträger)	18–22	0,038–0,055	2	B2
Wiesengras	W	6–8	0,042	1/2	B2
Perlite	DAD, DAA, DZ, DI, DEO, DES, WAB, WAP, WZ, WH, WI, WTH, WTR	20–45	0,04–0,06	5/6	A1
Blähton/Blähschiefer	als Schüttgut	36–76	0,100–0,160	2/8	A1
Synthetische Dämmstoffe	Anwendungsgebiete	Kosten für U-Wert = 0,3 [€/m ²]	Wärmeleitfähigkeit λ [W/(m*K)]	Wasserdampfdiffusionäquivalente Luftschichtdicke [m]	Baustoffklasse für Brandschutz
Polystyrol EPS	DAD, DAA, DZ, DI, DEO, DES, WAB, WAA, WAP, WZ, WI	7–11	0,032–0,040	20–100	B1, B2
Polystyrol XPS	DAD, DAA, DUK, DI, DEO, WAB, WAP, WZ, WI, PW, PB	20–25	0,030–0,040	80–300	B1, B2
Polyurethan	DAD, DAA, DZ, DI, DEO, WAB, WAA, WAP, WZ, WH, WI	14–18	0,023–0,027	4,8–24	B2
Porenbeton	DI, DEO, WAP, WI		0,9–0,14	3	A1
Kalziumsilikat	W, WD, WS, WDS	90	0,045–0,065	3	A1, A2
Steinwolle	DAD, DAA, DZ, DI, DEO, DES, WAB, WAP, WZ, WH, WI, WTH, WTR	7–23	0,032–0,050	1–2	A1–B1
Glaswolle	DAD, DAA, DZ, DI, DEO, DES, WAB, WAP, WZ, WH, WI, WTH, WTR	7–21	0,032–0,040	1	A1, B1
Schaumglas	DAD, DAA, DI, DEO, WAB, WAA, WAP, WZ, WI, WTR, PW, PB	40–60	0,040–0,060	Dampfdicht	A1
Spezialdämmung	Anwendungsgebiete	Kosten für U-Wert = 0,3 [€/m ²]	Wärmeleitfähigkeit λ [W/(m*K)]	Wasserdampfdiffusionäquivalente Luftschichtdicke [m]	Baustoffklasse für Brandschutz
Vakuumisolationspaneel	Dach, Wand, Boden, Decke	60–115	0,002–0,008 Dämmwirkung etwa 10 mal besser als die von Standarddämmstoff aber einfach verletzbar bei der Verarbeitung. In diesem Fall wird die Dämmwirkung nur 2 mal besser sein.	Dampfdicht	B2



WÄRMEDÄMMSTOFFE

9. Umweltbezogene Eigenschaften von 25 Dämmstoffen

Natürliche Dämmstoffe	Hersteller			Recyclebar	Umweltbelastung	PE-Aufwand [kWh/m ³]	Gesundheitliche Auswirkungen
Holzwole	Deutsche Heraklith GmbH www.heraklith.de office@heraklith.de Tel.: 08571 40-0	Fibrolith-Dämmstoffe Wilms GmbH www.fibrolith.de info@fibrolith.de Tel.: 02655 9592-0	JOMA Dämmstoffwerk GmbH www.joma.de info@joma.de Tel.: 08393 78-0	Ja	Gering; Rückstand aus Weichholz (Kiefer, Fichte), die Späne werden in Sägewerken gesammelt	200–300	Ungefährlich
Holzfaser	Emfa Baustoff GmbH www.emfa.de info@emfa.de Tel.: 08222 9662-0	COLFIRMIT RAJASIL GmbH & Co. KG www.colfirmit.de colfirmit.info@degussa.com Tel.: 09231 802-0	Doser Holzfaser-Dämmsysteme GmbH www.doser-dhd.de info@doser-dhd.de Tel.: 08363 9600-0	Ja	Gering; Rückstand aus Weichholz (Kiefer, Fichte), die Späne werden in Sägewerken gesammelt	Lose: 92 Platten: 620	Ungefährlich
Hobelspäne	BAUFRITZ GmbH & Co. KG www.baufritz.de info@baufritz.de Tel.: 08336 900-0			Ja	Gering; besteht aus ausgesuchten Resten der in großen Mengen anfallenden Hobelabfälle und ist kompostierbar		Ungefährlich
Zellulose	AZTECO GmbH Tel.: 03581 406072	CWA Cellulosewerk Angelbachtal GmbH www.climacell.de info@climacell.de Tel.: 07265 9131-0	DÄMMSTATT W.E.R.F GmbH www.daemmstatt.de info@daemmstatt.de Tel.: 030 29394-0	Schwierig wegen der Tinte auf dem zu recycelnden Papier (Borax)	Gering; wird aus recyceltem Papier hergestellt	Flocken: 85 Platten: 400	Ungefährlich
Hanffasern				Ja, wenn das Bindemittel auch recycelbar ist	Die Herstellung ist umweltfreundlich, jedoch bestehen derzeit noch keine Verfahren für das Recycling oder die Kompostierung des Stoffs (wegen der Bindemittel)	48	Ungefährlich
Kokos	Emfa Baustoff GmbH www.emfa.de info@emfa.de Tel.: 08222 9662-0			Ja, für Toiletten verwendet	Die Herstellung ist umweltfreundlich, allerdings muss Kokos zunächst über weite Strecken transportiert werden, um nach Europa zu gelangen. Kompostierbar	1050	Ungefährlich
Baumwolle	ISOCOTTON GmbH Naturdämmstoffe www.isofloc.de info@isocotton.de Tel.: 0821 34383-0			Ja	Gering; kommt aus der Baumwollproduktion oder recycelter Kleidung	72	Ungefährlich
Kork	Emfa Baustoff GmbH www.emfa.de info@emfa.de Tel.: 08222 9662-0	COLFIRMIT RAJASIL GmbH & Co. KG www.colfirmit.de colfirmit.info@degussa.com Tel.: 09231 802-0		Ja	Gering	50–250	Ungefährlich
Flachswolle	AgroTherm GmbH Tel.: 06756 89212-0	Deutsche Heraklith GmbH www.heraklith.de office@heraklith.de Tel.: 08571 40-0	Emfa Baustoff GmbH www.emfa.de info@emfa.de Tel.: 08222 9662-0	Ja	Gering; biologisch abbaubar, wiederverwendbar	50–80	Ungefährlich
Schafwolle	Alchimea Naturwaren GmbH www.alchimea.de vertrieb@alchimea.de Tel.: 06826 520410	Bayerwald-Lamm GmbH Tel.: 09961 437	Fritz Doppelmeyer GmbH www.doschawolle.de info@doschawolle.de Tel.: 0831 59219-0	Nein	Gering; biologisch abbaubar	70–95	Ungefährlich

WÄRMEDÄMMSTOFFE

Natürliche Dämmstoffe	Hersteller			Recyclebar	Umweltbelastung	PE-Aufwand [kWh/m ³]	Gesundheitliche Auswirkungen
Stroh				Biologisch abbaubar wiederverwendbar und recyclebar	Lagert CO ₂ in der Wachstumsphase ein	7	Ungefährlich
Schilfrohr	COLFIRMIT RAJASIL GmbH & Co. KG				Umweltfreundlich bei der Herstellung und Verarbeitung, ohne chemische Zusätze und Bindemittel		Ungefährlich
Wiesengras	2B AG www.2bio.ch info@2bio.ch Tel.: +41 18201962				Kompostierbar		Ungefährlich
Perlite	KNAUF PERLITE GmbH www.knauf-perlite.de info@knauf-perlite.de Tel.: 02319980-01	MEHA Dämmstoff GmbH www.meha.de info@meha.de Tel.: 06235 9255-0	Thermal Ceramics de France www.tc-sitec.com info@tc-sitec.com Tel.: 0800 8274835	Ja	Gering; begrenzte Verfügbarkeit	230	Wie alle vulkanischen Gesteine können Perlite Produkte unter Umständen erhöhte Radioaktivität aufweisen
Blähton/ Blähschiefer	Liapor GmbH & Co. KG www.liapor.com info@liapor.com Tel.: 09545 448-0			Ja	Ökologische und Naturelle Produkte von der ANAB-ICEA zertifizierte, nahezu unbegrenzte Rohstoffe	300	Ungefährlich
Synthetische Dämmstoffe	Hersteller			Recyclebar	Umweltbelastung	PE-Aufwand [kWh/m ³]	Gesundheitliche Auswirkungen
Polystyrol	Dow Deutschland GmbH & Co. OHG www.dow.com fsbmail@dow.com Tel.: 06196 566-0	BASF AG www.basf.de info.service@basf.de Tel.: 0621 60-0	SCHWENK Dämmtechnik GmbH & Co. KG www.schwenk.de Tel.: 08191 127-1	Nein	Erdölprodukt	EPS: 800–900 XPS: 810–1100	Während der Produktion Freisetzung von karzinogenen Stoffen beim Schneiden mittels Heißdraht
Polyurethan	Asprithan Schaumstoff GmbH www.asprithan.de info@asprithan.de Tel.: 07366 88-0	Paul Bauder GmbH & Co. KG www.bauder.de stuttgart@bauder.de Tel.: 0711 8807-0	BÜFA Polyurethane GmbH & Co. KG www.buefa.de info@buefa.de Tel.: 0441 9317-257	Nein	Erdölprodukt	800–1400	Entstehung von toxischen Gasen im Brandfall
Porenbeton				Nein, Porenbeton ist ein inerte Abfall. Die Lebensdauer beträgt 100 Jahre, derzeit bestehen keine Methoden zum Recycling	In der Produktion wird Aluminiumpulver verwendet, dadurch höherer PE-Aufwand	200	Das Aluminiumpulver selbst ist toxisch, wird aber nach derzeitigen Erkenntnissen im verbauten Zustand nicht aus der Wand freigesetzt
Kalziumsilikat	Epasit GmbH www.epasit.de infosit.de Tel.: 07032 2015-21	CALSITHERM Silikatbaustoffe GmbH www.calsitherm.de info@calsitherm.de Tel.: 05252 9651-0					Ungefährlich



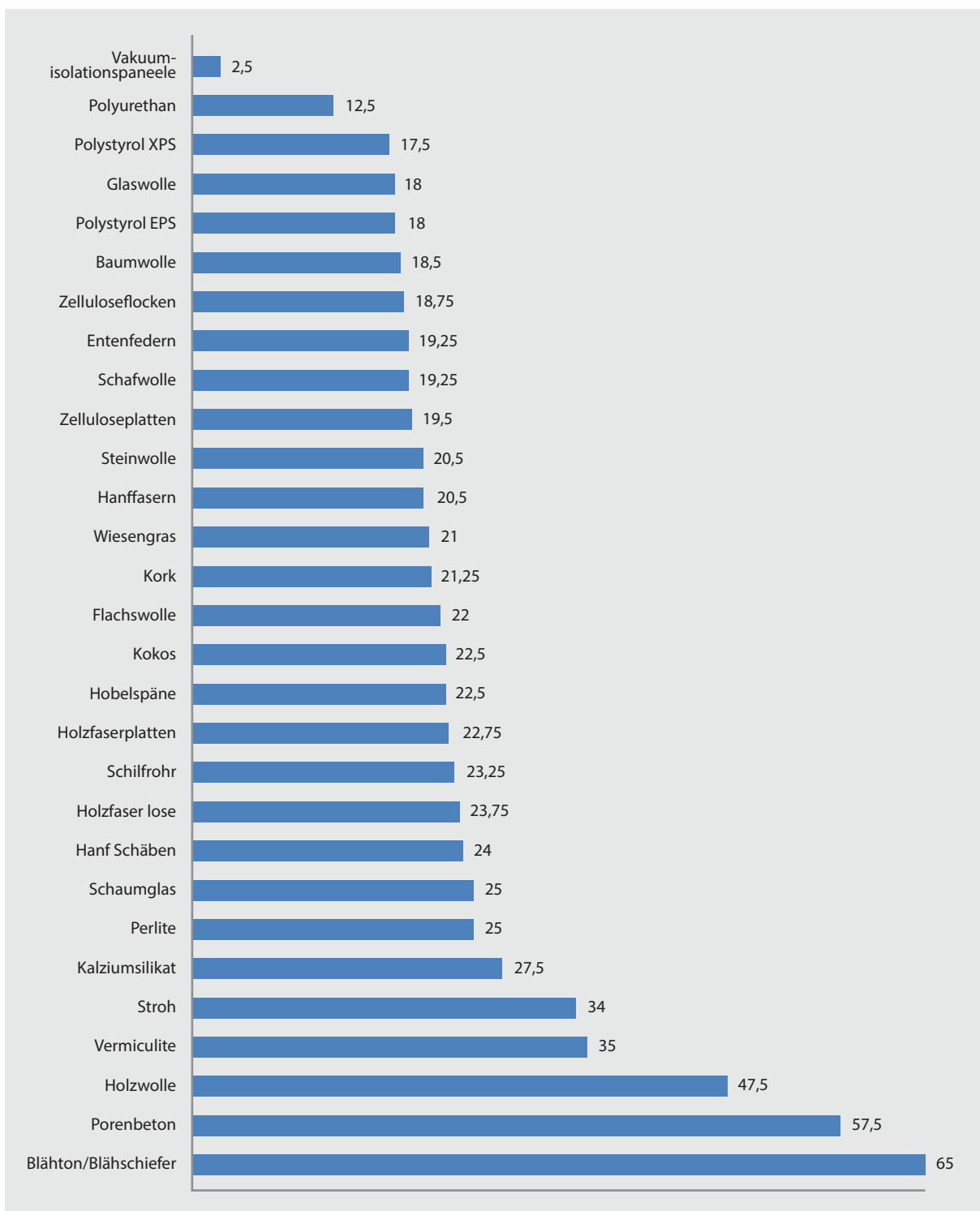
WÄRMEDÄMMSTOFFE

Synthetische Dämmstoffe	Hersteller			Recyclebar	Umweltbelastung	PE-Aufwand [kWh/m ³]	Gesundheitliche Auswirkungen
Steinwolle	Deutsche Heraklith GmbH www.heraklith.de office@heraklith.de Tel.: 08571 40-0	COLFIRMIT RAJASIL GmbH & Co. KG www.colifirmit.de colifirmit.info@degussa.com Tel.: 09231 802-0	Deutsch Rockwool Mineralwoll GmbH & Co. OHG www.rockwool.de info@rockwool.de Tel.: 02043 408-0	Nicht vollständig recyclebar	Deponiefähig, nicht kompostierbar	150–400	Die heute hergestellten Mineralfasern sind frei von Krebsverdacht. Steinwolle, die vor 1996 eingebaut wurde, gilt als krebserregend (siehe auch Glaswolle)
Glaswolle	Deutsche Heraklith GmbH www.heraklith.de office@heraklith.de Tel.: 08571 40-0	COLFIRMIT RAJASIL GmbH & Co. KG www.colifirmit.de colifirmit.info@degussa.com Tel.: 09231 802-0	Deutsch Rockwool Mineralwoll GmbH & Co. OHG www.rockwool.de info@rockwool.de Tel.: 02043 408-0	Schwer	Kommt aus recyceltem Glas und Sand, teilweise recyclebar, deponiefähig, nicht kompostierbar	250–700	Gefahren bei der Installation: die Fasern reizen die Haut und die Atemwege
Schaumglas	Deutsche FOAM-GLAS GmbH www.foamglas.de info@foamglas.de Tel.: 02129 9306-21	Schaumglas-Deutschland GmbH www.schaumglas-schotter.de info@schaumglas-schotter.de Tel.: 037421 20782		Teilweise wiederverwertbar	Sehr hoch Energieaufwand bei Herstellung	750–1.600	Die Verklebung von Schaumglas mit Heissbitumen, Emulsionsklebern und Klebern auf Lösungsmittelbasis kann zu gesundheitlichen Beeinträchtigungen führen
Spezialdämmung	Hersteller			Recyclebar	Umweltbelastung	PE-Aufwand [kWh/m ³]	Gesundheitl. Auswirkungen
Vakuumisoliationspaneelle	va-Q-tec AG www.va-q-tec.com info@va-q-tec.com Tel.: 0931 35942-10	Porextherm Dämmstoffe GmbH www.porextherm.com info@porextherm.com Tel.: 0831 57539-0				Hoch	Ungefährlich

WÄRMEDÄMMSTOFFE

10. Vergleich der notwendigen Dicke für denselben Wärmestrom

Dicke (cm) für U-Wert = $0,2 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$



11. Anlagen

Anhang 1

λ : Wärmeleitfähigkeit in W/(m*K)

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

(Quelle: baustoffe.fnr.de)

Anhang 2

Brandschutzklassen nach DIN 4102

Brandschutzklasse A

Besitzt die Eigenschaft, dass sie nicht brennbar ist. Materialien wie: Beton, Mauerwerk, Böden (Sand, Kies etc.) Zemente, Mörtel, Steinzeug, Baukeramik, Glas, Schaumglas, Massive Gipsbauteile (Gipsdielen), Gusseisen, Stahl, Aluminium zählen zur Brandschutzklasse A.

Brandschutzklasse A1

Zählt zu den Stoffen, die nicht brennbar sind. Sie besitzen keine organischen Bestandteile und brennbare Bestandteile. Hierzu gehören Materialien wie Mineralfaserbauteile und Glaswolle.

Brandschutzklasse A2

Nicht brennbar, aber mit brennbaren organischen Bestandteilen bzw. brennbare Bestandteile können enthalten sein. Zu dieser Kategorie gehören Materialien wie Gipskartonplatten (mit geschlossener Oberfläche), Styroporbeton und Mineralwolle.

Brandschutzklasse B1

Gehören zu den Stoffen die schwerentflammbar sind. Materialien wie: Brandschutzbehandelte Holzwerkstoffe, Hartschaumkunststoffe zählen hierzu. Ein Brand muss sich selbst nach dem Entfernen einer Brandquelle erlöschen.

Brandschutzklasse B2

Zur Brandschutzklasse B2 gehören normalentflammbare Stoffe. Werkstoffe wie Holzbauteile und Holzwerkstoffe mit einer Dicke > 2 mm.

Brandschutzklasse B3

Zählen zur Kategorie leichtentflammbar. Es dürfen keine Holzbauteile und Holzwerkstoffe mit einer Dicke < 2 mm, enthalten. Ebenso dürfen keine Pappen, Stroh oder Papiere verwendet werden.

Anhang 3

Flammschutzmittel / Position des Umweltbundesamtes

„HBCD ist ein additiv eingesetztes Flammschutzmittel mit sehr hoher Neigung zur Bioakkumulation*, dessen langfristige Toxizität für den Menschen noch nicht völlig geklärt ist. Zudem ist es persistent und für aquatische Organismen toxisch. Die Vermeidung dieses Stoffes in der Umwelt muss daher vor punktuellen Maßnahmen zu Emissionsbegrenzung Vorrang erhalten. [...] Für Dämmstoffe aus Polystyrol ist hingegen zurzeit kein anderes, geeignetes Flammschutzmittel bekannt. Hier ist Forschung gefragt, um ein geeignetes Flammschutzmittel zu suchen und zu erproben. Solange die Hersteller der Polystyrol-dämmstoffe HBCD verwenden, sind Maßnahmen zur effektiven Vermeidung der Emissionen in allen Produktlebensphasen kurzfristig erforderlich. Das Umweltbundesamt plädiert darüber hinaus dafür, zur Wärmedämmung – soweit technisch möglich – andere umweltverträgliche Dämmmaterialien zu verwenden, bis ein alternatives Flammschutzmittel für Polystyrol gefunden ist.“ (Quelle: Bromierte Flammschutzmittel – Schutzengel mit schlechten Eigenschaften?, Presseinformation 020/2008, Umweltbundesamt; Berlin, 2008)

*Bioakkumulation beschreibt die Anreicherung von Chemikalien im Organismus.

Anhang 4

Der U-Wert gibt an, wie groß die in Watt gemessene Wärmeleistung ist, die durch 1 qm Wandfläche tritt, wenn die Lufttemperatur zu beiden Seiten der Wand sich um ein Grad Celsius unterscheidet. Je niedriger dieser Wert ist, desto besser ist der Wärmeschutz der Wand.

$$U = \lambda/d$$

λ : Wärmeleitfähigkeit in W/(m*K).

d: Schichtdicke der Bauteile (m).

12. Literaturverzeichnis

Université de Technologie de Compiègne, Atelier
Projet „Eco-quartier de Jaux“, 2013

Bromierte Flammschutzmittel – Schutzengel mit
schlechten Eigenschaften?; Presseinformation
020/2008; Umweltbundesamt; Berlin; 2008

BUND, Ökologisch Bauen und Renovieren, 2013

E. Reyer, W. Willems, A. Müller, C. Flertman,
Kompendium der Dämmstoffe, 1997

J. Habbermann, W. Wichmann, Hausfassaden, 1995

Wolfgang M. Willems, Kai Schild, Simone Dinter,
Vieweg Handbuch Bauphysik Teil 1, 2006

www.daemmen-und-sanieren.de

www.baunetzwissen.de

www.waermedaemmstoffe.com

www.baustoffe.fnr.de

www.baubook.at

www.wecobis.de

www.vip-bau.de

www.enbausa.de

Weitere Informationen

Informationen des Energiereferats zu energetischer
Sanierung und vielem mehr:

www.energiereferat.stadtfrankfurt.de

Institut Wohnen und Umwelt – Forschungseinrichtung
des Landes Hessen und der Stadt Darmstadt:

www.iwu.de

Energiepunkt e.V. – Unabhängiger Energie-Wegweiser
FrankfurtRheinMain

www.energiepunkt-frankfurt.de

Informationen zu Wärmeschutz:

www.enev-online.de

Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V.,
Informationen zu Baustoffen aus nachwachsenden
Rohstoffen:

www.natur-baustoffe.info



Energierreferat Stadt Frankfurt am Main

Adam-Riese-Straße 25, 60327 Frankfurt am Main

Telefon: 069 212-39193

Email: energierreferat@stadt-frankfurt.de

www.energierreferat.stadt-frankfurt.de