

Ökologische Wärmedämmstoffe im Vergleich 2.0

Leitfaden zur Dämmstoffauswahl für den normgerechten Einsatz

mit Kapiteln zu Bauphysik, Planung, Qualitätssicherung
und Ökobilanz sowie 24 detaillierten Dämmstoffbeschreibungen

Verfasser: Herbert Danner

Im Auftrag der Landeshauptstadt München
Referat für Gesundheit und Umwelt



Der Leitfaden ist auch als Download verfügbar:
www.muenchen.de/bauzentrum



Danksagung

Die Erstellung dieses Handbuchs wurde sehr konstruktiv betreut vom Leiter des Bauzentrums München, Herrn Roland Gräbel, dafür gebührt ihm mein aufrichtiger Dank.

Mein besonderer Dank gilt Herrn Holger König (Architekt), Herrn Manfred Krines (Bauingenieur), Herrn Otto Fechner (DIBt), Herrn Wolfgang Stahl (Fa. Steico), Herrn Johannes Schmid (Planungsreferat), Herrn Johannes Thomann (Branddirektion), dem Fachverband Nachwachsende Rohstoffe (FNR) und dem Gesamtverband Dämmstoffindustrie (GDI) für deren Unterstützung.

Dank auch an alle, die mit bereits veröffentlichter Fachliteratur bzw. durch ihre fachliche Beratung, oder durch Bereitstellung von Bildern und Grafiken zum Gelingen dieser Broschüre beigetragen haben.

Herbert Danner



Impressum

Herausgeberin:
Landeshauptstadt München
Referat für Gesundheit und Umwelt
Bauzentrum München
Willy-Brandt-Allee 10
81829 München

Stand: Juni 2010

Umschlag: Reisserdesign, München

Druck: Stadtkanzlei, München

Gedruckt auf Recyclingpapier aus
100 Prozent Altpapier

Zum Verfasser des Fachbuches „Ökologische Wärmedämmstoffe im Vergleich“

Herbert Danner ist seit vielen Jahren als Baubiologe, Umweltberater und Solarfachkraft selbstständig tätig. Sein beruflicher Schwerpunkt liegt auf dem großen Themenfeld „Gesunde und behagliche Wohnungen und Arbeitsplätze in energieeffizienten Gebäuden aus natürlichen Baumaterialien“.

In der täglichen Praxis als unabhängiger Planer, Berater, Baubetreuer, Dozent und Messtechniker versucht er, seine Kunden von den Vorzügen ökologischer Gebäude zu überzeugen. Dabei hat er ein unschlagbar überzeugendes Argument – sein eigenes Sonnenhaus als Wohn- und Bürogebäude in energieeffizienter Holz-Lehm-Bauweise mit natürlichen Dämmstoffen.

Die Erfahrungen aus diesem Gebäude, weiteren baubiologischen Neubauten und Sanierungsprojekten sind in dieses Fachbuch eingeflossen.

Handbuch ökologische Wärmedämmstoffe

2. überarbeitete Auflage Juni 2010

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	Seite 3
1) Einsatzmöglichkeiten bzw. -grenzen im Überblick Gebäudeklassen nach der neuen Bayerischen Bauordnung 2008	Seite 5
2) Dämmstoffmarkt in Deutschland Dämmstoffgruppen Wärmedämmstoffe im Überblick	Seite 9
3) Erläuterung wichtiger bauphysikalischer Begriffe und Normen Baustoffklasse Dampfdiffusionswiderstand Rohdichte Wärmeleitfähigkeit Spezifische Wärmekapazität Regelwerke, Normen und Zulassungen Anwendungsgebiete, Harmonisierte europäische Dämmstoff-Produktnormen	Seite 12
4) Planungsgrundsätze Sanierungskonzepte Information und Kommunikation Bauphysikalische Eigenschaften Umwelt- und Gesundheitsverträglichkeit	Seite 15
5) Praxis Einsatz Naturfaserdämmstoffe am Beispiel des Bautuning-Projekts Bedürfnis der Eigentümer nach baubiologischer Sanierung Kenntnisse, Fähigkeiten und Motive bei Planern und Handwerkern Betrachtung der Vor- u. Nachteile ökologischer Dämmstoffe in der Praxis	Seite 16
6) Qualitätssicherung Fehlerhafte Beispiele Konformitätszeichen für Wärmedämmstoffe Verfahren zum Nachweis der Wärmebrückenfreiheit	Seite 19
7) Ökobilanzen und Gesundheitsvorsorge Gesetze, Richtlinien und rechtliche Instrumente Ökobilanz wichtiger Wärmedämmstoffe Zusammenfassende Bewertung natürlicher Dämmstoffe	Seite 30
8) Produktionsprozesse und Prozessketten Prozessketten verschiedener Dämmstoffe	Seite 37
9) Preise, Investitionskosten, Fördermöglichkeiten	Seite 43
10) Steckbriefe Wärmedämmstoffe 24 Dämmstoffe im Fokus	Seite 46
11) Fazit	Seite 70
12) Impressum Haftungsausschluss/Urheberschutz	Seite 70
13) Verwendete Literatur und Bildnachweise	Seite 71

Vorwort

Der lange Weg hin zu nachhaltigen und ökologischen Energiesparhäusern

Die erste Ölkrise erschwerte in den 70er Jahren den Zugang zu dem begehrten Rohstoff Öl und führte zu gestiegenen Preisen für Roh- und Heizöl. Als Konsequenz aus dieser Entwicklung verabschiedete die deutsche Bundesregierung 1977 die erste Wärmeschutzverordnung mit dem Ziel, den Wärmeenergieverbrauch in Wohnhäusern zu reduzieren. Die zweite Ölkrise in den 80er Jahren trieb den Rohölpreis nochmals gewaltig in die Höhe auf die seinerzeitige Rekordmarke von 37 US-Dollar pro Barrel (159 Liter). In den Jahren 1982 und 1994 wurde die Wärmeschutzverordnung unter Anhebung der Anforderungen novelliert, 1995 das Nachweisverfahren neu gefasst.

Im Jahr 1997 hat sich die Bundesregierung auf der Weltklimakonferenz in Kyoto verpflichtet, den CO₂-Ausstoß in der Bundesrepublik bis zum Jahr 2005 um 25% zu reduzieren. Seit Februar 2002 gilt in Deutschland die Energieeinsparverordnung (ENEV) mit der übergeordneten Zielsetzung, den Primärenergiebedarf in Gebäuden deutlich zu reduzieren. Die aktuelle Fassung der ENEV ist gültig seit Oktober 2009. Deren Anforderungen sind gegenüber der ENEV 2004/2007 abhängig vom Gebäudetyp um 31–41% verschärft worden. Die ENEV 2009 gilt für Wohngebäude und Nichtwohngebäude und berücksichtigt neben der thermischen Gebäudehülle auch die Energieerzeugungsanlagen, die Beleuchtung sowie eine eventuelle technische Kühlung. Seit 2008/2009 ist der Energieausweis bei Immobilienverkauf und Neuvermietung Pflicht. Am 1. Januar 2009 ist auch das erneuerbare Energien-Wärme-Gesetz (EEWärmeG) in Kraft getreten mit der Verpflichtung für Neubauten, erneuerbare Energien zur Wärmeenergieversorgung des Gebäudes zu nutzen. Zwischenzeitlich stieg im Juli 2008 der Rohölpreis kurzfristig auf die neue Rekordmarke von knapp 150 US-Dollar/Barrel.

Die nächste Verschärfung der ENEV um weitere 30% ist für 2012 geplant. Zur Eindämmung der laufenden Betriebskosten sollten die Eigentümer und Gebäudenutzer zunehmend auf die Qualität der Dämmmaterialien und deren Verarbeitung achten.

Die Frage nach dem idealen Dämmstoff

Den idealen Dämmstoff - geeignet für jeden Einsatzbereich, gesundheitsverträglich, preisgünstig, ressourcenschonend, nachwachsend, feuerbeständig u. v. m. – gibt es nicht, weder in der Gruppe der Naturfaser-Dämmstoffe, noch bei den synthetischen Dämmstoffen.

Vorrangiges Kriterium für den einzusetzenden Dämmstoff ist die Beachtung der gesetzlichen Rahmenbedingungen, z. B. *Bayerische Bauordnung* oder verschiedene *DIN-Normen*, etc. (siehe Seiten 5 - 14). Ein weiteres wichtiges Kriterium ist die bauphysikalische Eignung von Dämmstoffen für den jeweiligen Einsatzzweck (siehe Seiten 12 – 18).

Ein Schwerpunkt dieser Broschüre liegt aber auf der ganzheitlichen Betrachtung von Dämmstoffen und der Beurteilung von Parametern wie Nachhaltigkeit, umweltfreundliche Produktionsweise, Transportwege sowie vorbeugender Gesundheitsschutz für Handwerker und Bewohner. Hierzu haben wir viele Informationen aufbereitet, die den Werbebroschüren und Produktdatenblättern sowie vielen anderen unabhängigen Informationsbroschüren meist nicht zu entnehmen sind (siehe Kapitel 6, 7 und 9).

Letztendlich spielen für das Gesamtergebnis aber auch die Planung und Ausführung von Bauleistungen eine sehr bedeutende Rolle. In den Kapiteln 4 – 6 (Planung, Praxis und Qualitätssicherung) haben wir hierzu einige wichtige Details beschrieben.

Als Ergebnis bleibt festzuhalten, dass es vielfältige Einsatzmöglichkeiten für natürliche Dämmstoffe gibt, die sich in der Praxis zum Teil schon seit Jahrzehnten bewährt haben.

Förderung „ökologischer Wärmedämmstoffe“

Diese Broschüre will aufgrund der anhaltend hohen Nachfrage nach Dämmstoffen den Einsatz sogenannter „ökologischer Wärmedämmstoffe“ fördern. Die hier zusammengetragenen praxisorientierten Aspekte erleichtern den Handwerkern, Architekten und Planern, aber auch den Eigentümern und Verwaltern die Entscheidung für nachhaltige und ökologische Bauprodukte. Bewohner und Gebäudeeigentümer profitieren von einer fachgerecht ausgeführten Wärmedämmung gleich dreifach - durch erhöhte Behaglichkeit der Innenräume, Verminderung des Schimmelrisikos und Reduzierung der laufenden Betriebskosten.

Das Referat für Gesundheit und Umwelt (RGU) hat die erstmalige Erstellung dieser Broschüre 2008 und die Aktualisierung 2010 in Auftrag gegeben. Auch unter dem Blickwinkel der Stärkung der regionalen Wirtschaft sollen damit die Marktchancen für „ökologische Dämmstoffe“ verbessert werden.

1) Die Einsatzmöglichkeiten für Naturdämmstoffe entsprechend der Bayerischen Bauordnung 2008

Der Naturdämmstoffmarkt bietet heute ein großes Sortiment mit sehr guten bauphysikalischen Eigenschaften. Dies gilt insbesondere für Gebäude der Gebäudeklassen (GKL.) 1-3 nach der BayBO 2008 (entspricht Gebäuden geringer Höhe nach der BayBO 1998). In und an Einfamilienhäusern, Doppel- und Reihenhäusern, sowie kleineren Mehrfamilienhäusern können Naturfaserdämmstoffe meist problemlos eingesetzt werden. Anders verhält es sich bei Gebäuden der Gebäudeklassen 4 und 5 (GKL 4+5), dort stellt die BayBO 2008, erhöhte Brandschutzanforderungen an Baustoffe und Bauteile.

Bei der Dämmung gegen Erdreich und im Außenbereich eines Flachdaches sind organische Naturfaserdämmstoffe derzeit bauaufsichtlich **nicht** zugelassen. Für diesen speziellen Einsatzbereich sind zurzeit lediglich folgende Dämmstoffe zugelassen und geeignet:

- Schaumglas/Schaumglas-Schotter als Vertreter der mineralisch-synthetischen Dämmstoffe
- XPS und mit Einschränkungen EPS als Vertreter der organisch-synthetischen Dämmstoffe

1.2 Neue Struktur für die Brandschutzanforderungen nach der BayBO 2008

Die neue Bayerische Bauordnung, BayBO 2008, enthält neben dem bisherigen Kriterium Gebäudehöhe bezüglich brandschutztechnischer Risikobetrachtung künftig auch das neue Kriterium der Größe von Nutzungseinheiten. Aus der Kombination dieser beiden Kriterien ergeben sich nun 5 Gebäudeklassen (GKL). Für Gebäude mit Nutzungseinheiten bis 400 m², die brandschutztechnisch in sogenannter „Zellenbauweise“ gegeneinander abgetrennt sind, gelten geringere Brandschutzanforderungen an Bauteile.

Für die neue Gebäudeklasse 4 (bis einschließlich 5 Geschosse) wurde die neue Anforderung „hochfeuerhemmend“ (HFH) mit Feuerwiderstandszeit 60 Minuten eingeführt. Dadurch wird im Ergebnis die konstruktive Verwendung von Holz für Gebäude mit bis zu 5 Geschossen eröffnet. Die bisherigen bayerischen Brandschutzvorschriften kannten zwischen feuerhemmend (FH, 30 Min.) und feuerbeständig (FB, 90 Min.) keinen Zwischenschritt.

Den konkreten Einzelanforderungen an die Bauteile (Wände, Decken, usw.) ist nun in den jeweiligen Paragrafen eine für alle Bauaufgaben geltende allgemein gehaltene „**Schutzzielbeschreibung**“ als ganz wesentliches Element der BayBO 2008 vorangestellt. Aus dieser ergibt sich, welche Eigenschaften zu welchem Zweck das Bauteil im Brandfall haben soll. Diese Schutzzielbeschreibung erleichtert die Beurteilung von „Sonderbau-Brandschutzkonzepten“ wie auch die „Abweichung im Einzelfall“.

1.3 Allgemeine Anforderungen an das Brandverhalten von Baustoffen/Bauteilen

Aus den „Allgemeinen Anforderungen an das Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen“ (Art. 24 BayBO 2008) ergibt sich deren Zulässigkeit in Abhängigkeit der Gebäudeklassen.

1.3.1 Baustoffe werden nach den Anforderungen an ihr Brandverhalten unterschieden
a) nichtbrennbar b) schwerentflammbar c) normalentflammbar (z. B. Naturfaserdämmstoffe). Leichtentflammbare Baustoffe dürfen nicht verwendet werden, es sei denn, diese sind in Verbindung mit anderen Baustoffen nicht mehr leicht entflammbar!

1.3.2 Bauteile werden nach den Anforderungen an ihre Feuerwiderstandsfähigkeit unterschieden

a) feuerbeständig (FB) b) hochfeuerhemmend (HFH) c) feuerhemmend (FH)

1.3.3 Die Beschreibung der neuen Gebäudeklassen

Die 5 Gebäudeklassen nach BayBO 2008

GKL.1	freistehende Gebäude mit einer Höhe bis zu 7 m* und nicht mehr als 2 Nutzungseinheiten von insgesamt nicht mehr als 400 m ² **
GKL.2	land- und forstwirtschaftlich genutzte Gebäude Gebäude mit einer Höhe bis zu 7 m * und nicht mehr als 2 Nutzungseinheiten von insgesamt nicht mehr als 400 m **
GKL.3	sonstige Gebäude mit einer Höhe von 7 m
GKL.4	Gebäude mit einer Höhe bis zu 13 m * und Nutzungseinheiten mit jeweils nicht mehr als 400 m ² **
GKL.5	sonstige Gebäude einschließlich unterirdischer Gebäude
* Höhe der Fußbodenoberkante des obersten Geschosses, in dem ein Aufenthaltsraum möglich ist, gemessen über die Geländeoberfläche im Mittel. ** Bruttogrundflächen ohne Kellerflächen	

1.3.4 Die geforderte Feuerwiderstandsfähigkeit nach den Gebäudeklassen

Geforderte Feuerwiderstandsfähigkeit nach Gebäudeklassen laut BayBO 2008

Geschoßzahl	Anforderungen an die Feuerwiderstandsfähigkeit der Bauteile (hier tragende Wände und Decken)				
...					FB
8					FB
7					
6					
5					
4					
3	ohne Anforderung	FH	FH	HFH	FB
2					
1					
	GKL.1	GKL.2	GKL.3	GKL.4	GKL.5

1.3.5 Die Zuordnung der Baustoffklassen zur Feuerwiderstandsfähigkeit

Kombinationsmöglichkeiten von Feuerwiderstand und Baustoffklasse laut BayBO 2008

	FH	HFH	FB
Nicht brennbare Bauteile	+	+	+
Bauteile mit tragenden Teilen und ggfs. durchgehender Schicht jeweils aus nichtbrennbaren Baustoffen	+	+	+
Bauteile mit tragenden Teilen aus brennbaren Baustoffen und mit Brandschutzverkleidung	+	+	-
Brennbare Bauteile	+	-	-

1.4 Einsatzmöglichkeiten und Grenzen organischer Naturfaserdämmstoffe nach den Gebäudeklassen der BayBO 2008

Am Bau verwendbare **Naturfaserdämmstoffe sind meist der Baustoffklasse B2 – normal entflammbar – zugeordnet**. Zur Einstufung in diese Baustoffklasse (Erläuterung Kapitel 3, Seite 12) wird ein bauaufsichtliches Prüfzeugnis benötigt. Detailfragen und Unklarheiten sind in den Landesbauordnungen nachzulesen bzw. mit dem Architekten oder der Genehmigungsbehörde zu klären.

In und an **Gebäuden der GKL.1-3 BayBO 2008** (früher Gebäude geringer Höhe) können Naturfaserdämmstoffe meist vorbehaltlos eingesetzt werden. Einschränkungen kann es lediglich bei Doppel- und Reihenhäusern im Bereich der Kommunwand geben (hier sind ggfs. erhöhte Brandschutzanforderungen einzuhalten, wenn dies gleichzeitig eine Brandwand ist) sowie im Perimeterbereich (im Erdreich) und auf Flachdächern. Detailfragen und Unklarheiten sind in den Landesbauordnungen nachzulesen bzw. mit dem Architekten oder der Genehmigungsbehörde zu klären.

In und an **Gebäuden der GKL.4 BayBO 2008** (früher Wohn- und Bürogebäude mittlerer Höhe) sind folgende Einschränkungen bzw. Zusatzanforderungen zu beachten: Die Anwendung brennbarer Baustoffe (z. B. konstruktives Holz) wird laut BayBO 2008 Art. 24 (2) wie folgt geregelt:

„Bauteile, deren tragende und aussteifende Teile aus **brennbaren** Baustoffen bestehen und die allseitig eine brandschutztechnisch wirksame Bekleidung aus **nichtbrennbaren** Baustoffen (Brandschutzbekleidung) und Dämmstoffe aus **nichtbrennbaren** Baustoffen haben“, erfüllen die Anforderungen an HFH-Bauteile. Die Verwendung von brennbaren B2- (Naturfaser-) Dämmstoffen ist hier nicht möglich. (s. Kap. Außenwand, Art. 26 BayBO)

Die Verwendung von brennbaren (Naturfaser-) Dämmstoffen ist in und an **Gebäuden der GKL.5 BayBO 2008** nicht möglich, denn hier sind folgende Anforderungen zu beachten: „Bauteile, deren tragende und aussteifende Teile aus **nichtbrennbaren** Baustoffen bestehen und die bei raumabschließenden Bauteilen zusätzlich eine in Bauteilebene durchgehende Schicht aus **nichtbrennbaren** Baustoffen haben“, erfüllen die Anforderungen an FB-Bauteile.

Sondergebäude wie Hotels oder Schulen sollten gesondert betrachtet werden.

1.5 Weitere wichtige Anforderungen der BayBO 2008, die für den Einsatz von Dämmstoffen wichtig sind

Außenwand: Laut BayBO 2008 Artikel 26,

In Abs. 5 wird ausgeführt: „Die Abs. 2, 3 und 4 Halbsatz 2 gelten nicht für Gebäude der Gebäudeklassen 1 – 3, Abs. 4 Halbsatz 1 nicht für Gebäude der GKL 1 und 2.

in Abs. 1 sind Außenwände und Außenwandteile so auszubilden, dass eine Brandausbreitung auf und in Bauteilen ausreichend lang begrenzt ist.

in Abs. 2 wird ausgeführt: „Nichttragende Außenwände und nichttragende Teile tragender Außenwände müssen aus nichtbrennbaren Baustoffen bestehen; sie sind aber aus brennbaren Baustoffen zulässig, wenn sie als raumabschließende Bauteile feuerhemmend sind. Satz 1 gilt nicht für brennbare Fensterprofile und Fugendichtungen sowie brennbare Dämmstoffe in nichtbrennbaren geschlossenen Profilen der Außenwandkonstruktion.“

in Abs. 3 wird ausgeführt: „Oberflächen von Außenwänden sowie Außenwandbekleidungen müssen einschließlich der Dämmstoffe und Unterkonstruktionen schwerentflammbar sein. Unterkonstruktionen aus normalentflammbaren Baustoffen sind zulässig, wenn die Anforderungen nach Abs. 1 erfüllt sind.

in Abs. 4 wird ausgeführt: „Bei Außenwandkonstruktionen mit geschossübergreifenden Hohlräumen wie Doppelfassaden sind gegen die Brandausbreitung besondere Vorkehrungen zu treffen; das gilt für hinterlüftete Außenwandbekleidungen entsprechend.

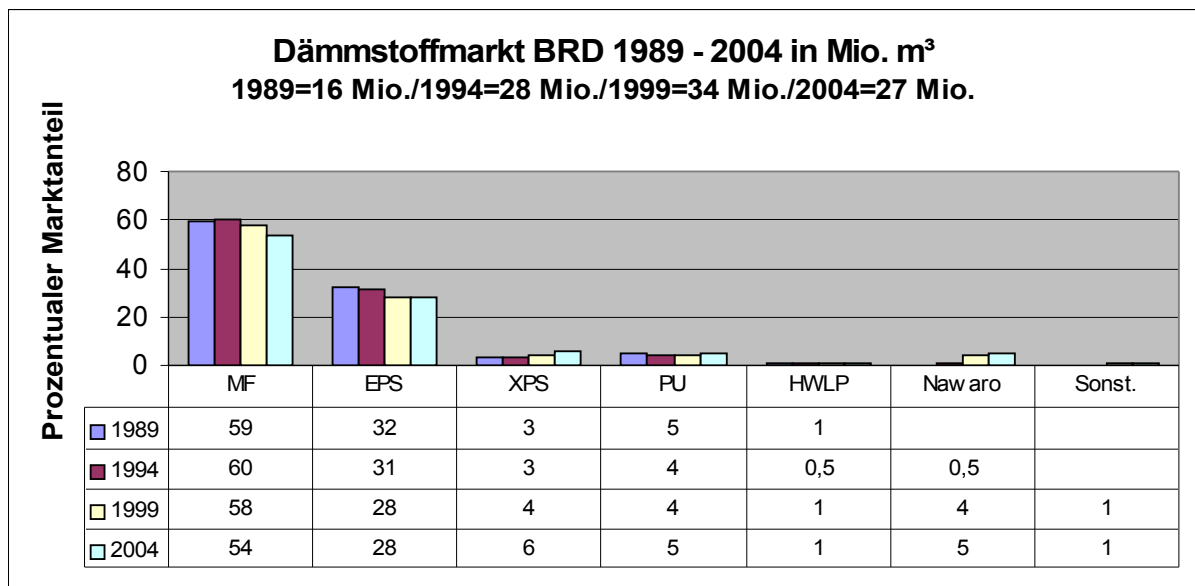
Treppen: „Notwendige Treppenräume“ müssen (laut BayBO, Art. 33, Abs. 1) so angeordnet und ausgebildet sein, dass die Nutzung der notwendigen Treppen im Brandfall ausreichend lang möglich ist.
Die tragenden Teile „notwendiger Treppen“ müssen laut Art. 32, Abs. 4 BayBO
nach Satz 1 in Gebäuden der GKL.5 feuerhemmend + aus nichtbrennbaren Baustoffen sein.
nach Satz 2 in Gebäuden der GKL.4 aus nichtbrennbaren Baustoffen sein.
nach Satz 3 in Geb. der GKL.3 aus nichtbrennbaren Baustoffen oder feuerhemmend sein.

Flure: „Notwendige Flure“ müssen so angeordnet und ausgebildet sein, dass die Nutzung im Brandfall ausreichend lang möglich ist (Art. 34, Abs. 1 BayBO). Wände und Decken (in notwendigen Fluren) aus brennbaren Baustoffen müssen eine Bekleidung aus nichtbrennbaren Baustoffen in ausreichender Dicke haben (Art. 34, Abs. 6, Satz 2, BayBO 2008).

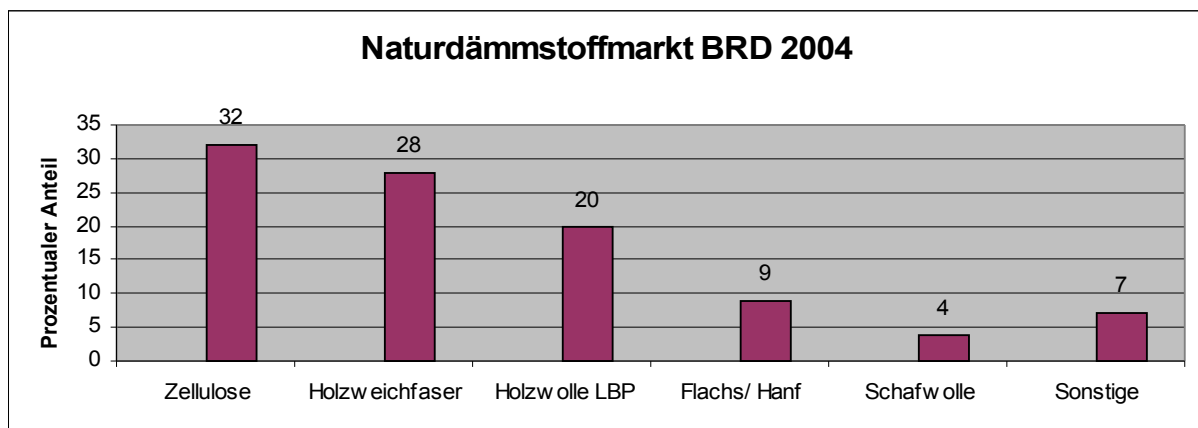
DG: GKL 1-5: Die Dämmung der obersten Geschosdecke sowie die Dämmung der Dachschrägen mit B1/B2 (Naturfaser-) Dämmstoffen ist im unbewohnten Dachgeschoß durchaus möglich. Die Brandschutzanforderungen im DG bei GKL4+5 sind allerdings teilweise so kompliziert, dass hier im Einzelfall ein Brandschutz-Sachverständiger zu Rate gezogen werden sollte.

2) Dämmstoffmarkt in Deutschland

Der bundesdeutsche Dämmstoffmarkt hat sich nach den Energiepreissteigerungen in den 70er und 80er Jahren sehr dynamisch entwickelt. Von 1999 auf 2000 ist der Umsatz als Folge geringerer Bautätigkeit deutlich zurückgegangen und seitdem weitgehend stabil (s. S. 8 + 9). Der Markt wird seit langem eindeutig von Mineralfaserdämmstoffen (MF, ca. 60 %) und Polystyrol-Dämmstoffen EPS und XPS (ca. 30 %) dominiert, Polyurethanschäume (PUR) haben einen Anteil von ca. 5%. Dämmstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen haben sich seit Mitte der 90er Jahre einen geringen aber relativ stabilen Marktanteil erobert. Sonstige Dämmstoffe (z. B. Perlite, Blähton und Schaumglas) erreichen seit Jahren etwa 1%. Verglichen mit den vielfältigen Einsatzmöglichkeiten der Naturfaserdämmstoffe und deren hervorragender ökologischer und bauphysikalischer Eigenschaften sind diese Produkte noch weit unterrepräsentiert, sind noch erhebliche Potentiale auszuschöpfen. Die neuesten Zahlen stammen aus dem Jahr 2007, für konventionelle Dämmstoffe vom GDI, s. S. 9. Nach Kenntnis des Verfassers haben seit 2007 die Polystyrol-Dämmstoffe einen deutlich höheren Marktanteil erreicht.



Die höchsten Anteile am Naturdämmstoffmarkt halten Zellulose und Holzweichfaser. Flachs und Hanf haben sich vor einigen Jahren aufgrund öffentlicher Marktanreizprogramme neue Marktanteile erobert. Hobelspäne, Kork, Kokos, Schilf, Stroh (Sonstige) halten zusammen etwa 7 % des Naturdämmstoffmarktes. Eine aktuellere Statistik liegt mangels verfügbarer Datenerhebung leider nicht vor.



**Marktanteile konventioneller Dämmstoffe – ohne Naturdämmstoffe
entspricht ca. 96% des deutschen Gesamtdämmstoffmarktes
(Quelle: Gesamtverband Dämmstoff-Industrie)**

GDI-Baumarktstatistik 2000 - 2007

Angaben in 1.000 m³

Produktgruppen	2001	2002	2003	2004	2005	2007
Mineralwoll-Dämmstoffe	16.770	15.517	15.572	14.574	13.320	14.835
EPS-Hartschaumdämmstoffe	8.448	8.025	7.985	7.757	7.439	7.836
PUR-Hartschaumdämmstoffe	1.484	1.389	1.428	1.398	1.198	1.602
Polystyrol-Extruderschäumstoffe	1.351	1.320	1.336	1.452	1.426	1.406
Dämmende Leichtbauplatten	206	176	159	132	95	65
EPS-Hartschaumdämmstoffe *	- 114	- 102	-93	-72	-50	-35
Dämmstoffmarkt **	28.145	26.325	26.387	25.241	23.428	25.709

* Diese Mengen EPS-Hartschaumdämmstoffe sind in Holzwolle-Mehrschichtplatten nach DIN EN 13168 verarbeitet, damit auch in der Gruppe Dämmende Leichtbauplatten dieser Statistik enthalten und werden daher von der Gesamtmenge abgezogen.

** Diese Mengen der im GDI vertretenen Produktgruppen stellen etwa 96% des Gesamtmarktes Hochbau in Deutschland dar.

Dämmstoffgruppen

Dämmstoffe lassen sich aufgrund ihrer Rohstoffe in zwei Hauptgruppen einteilen - organisch und anorganisch. Darüber hinaus unterscheidet man in diesen beiden Gruppen zwischen natürlichen und synthetischen Materialien. In Abhängigkeit der Struktur wird dann z. B. in Faserdämmstoffe, Schäume und Granulate unterschieden. Die größte Produktvielfalt hat die Gruppe der organisch natürlichen Rohstoffe zu bieten.

organisch (natürlich/nachwachsend)		anorganisch bzw. mineralisch	
natürliche Rohstoffe	synthetische Rohstoffe	natürliche Rohstoffe	synthetische Rohstoffe
Flachs	Harnstoff- F-Ortsschaum	Blähglimmer	Blähglas
Getreidegranulat	Melaminharz-Hartschaum	Blähton	Kalziumsilikat
Hanf	Resol-Hartschaum (Phenolharz)	Naturbims	Mineralfaser
Holzfaser	Polyesterfasern	Perlite	Mineralschaum
Holzspäne	expandiertes Polystyrol EPS		Schaumglas
Holzwolle	extrudiertes Polystyrol XPS		Schaumglas-Schotter
Kokosfaser	Polyurethan Hartschaum PUR		
Kork	Polyurethan Ortsschaum PUR		
Schafwolle			
Schilfrohr			
Stroh			
Wiesengras			
Zellulose			

Auszug in der BRD verfügbarer Wärmedämmstoffe im Überblick

Material/ Produkt	Brand- schutz- klasse	Diffusions- widerstand μ	Rohdichte ρ (kg/m ³)	Wärmeleitfähig- keit Lambda λ (W/mK)	U-Wert bei 10 cm (W/m ² K)	Spezifische Wärmekapazität c (J/kgK)
Organische Dämmstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen						
Flachs	B2	1 – 2	30 – 50	0,040 – 0,050	0,4 – 0,5	1600
Hanf	B2	1 – 2	20 – 40	0,040 – 0,060	0,4 – 0,6	k. A.
Holzfasern	B1/B2	5 – 6	150 – 270	0,040 – 0,060	0,4 – 0,6	1700 – 2100
Holzspäne	B2	2	50 – 90	0,045	0,45	2100
Holzwolle LBP	B1/B2	5 – 6	360 – 600	0,075 – 0,150	0,75 – 1,5	2100
Kokosfasern	B2	1	70 – 110	0,045 – 0,050	0,45 – 0,5	k. A.
Korkplatte	B2	5 – 10	100 – 140	0,045	0,45	1800
Korkschor	B2	5 – 10	50 – 150	0,050	0,5	1800
Roggen/Getreide	B2			0,050 – 0,070	0,5 – 0,7	1900
Schafwolle	B2	1 – 5	10 – 25	0,040 – 0,045	0,4 – 0,45	1720
Schilfrohr	B2	2	190 -200	0,045 – 0,065	0,45 – 0,65	k. A.
Stroh	B2	2	k. A.	0,090 – 0,150	0,9 – 1,5	k. A.
Zelluloseflocken	B2	1 – 2	25 – 70	0,040 – 0,045	0,4 – 0,45	2100
Zelluloseplatten	B2	1 – 2	65 – 100	0,040 – 0,045	0,4 – 0,45	2000
Anorganische Dämmstoffe aus synthetischen und natürlichen Rohstoffen						
Blähglas	A1	k. A.	120 – 400	0,060 – 0,070	0,6 – 0,7	
Blähglimmer	A1	1	70 – 220	0,070	0,7	
Blähton	A1	2 – 8	300 – 800	0,080 – 0,200	0,8 – 2,0	
Kalziumsilikat	A1/A2	3	100 – 120	0,050 – 0,070	0,5 – 0,7	
Mineralschaum	A1	5	k. A.	0,045	0,45	
Perlite	A1	4 – 5	90 – 300	0,045 – 0,100	0,45 – 1,0	
Schaumglas	A1/A2	Dampfdicht	100 – 165	0,040 – 0,055	0,4 – 0,55	
Konventionelle Mineralfaser Dämmstoffe						
Glaswolle	A1/A2/B1	1 – 2	10 – 400	0,032 – 0,040	0,32 – 0,40	
Steinwolle	A1/A2/B1	1 – 4	10 – 400	0,032 – 0,040	0,32 – 0,40	
Konventionelle organisch-synthetische Dämmstoffe						
Polyesterfaser	B1	1	15 – 20	0,035 – 0,045	0,35 – 0,45	
Polystyrol EPS 15	B1/B2	20 – 50	15	0,032 – 0,040	0,32 – 0,40	
Polystyrol EPS 20	B1/B2	30 – 70	20	0,032 – 0,040	0,32 – 0,40	
Polystyrol EPS 30	B1/B2	40 – 100	30	0,032 – 0,040	0,32 – 0,40	
Polystyrol EPS 40	B1/B2	60 – 100	40	0,032 – 0,040	0,32 – 0,40	
Polystyrol XPS	B1/B2	80 – 300	28 – 45	0,035 – 0,040	0,35 – 0,40	
Polyurethan PUR	B1/B2	50 – 100	20 – 80	0,020 – 0,040	0,20 – 0,40	
Resol-Hartschaum	B1/B2	20 – 50	> 35	0,022 – 0,025	0,22 – 0,25	
Innovative Entwicklungen am Dämmstoffmarkt						
Vakuumpplatten	A	Dampfdicht	ca. 200	0,005 – 0,008	0,05 – 0,08	

Erläuterungen wichtiger Begriffe – inklusive der europäischen Brandschutz-Klassifizierung – siehe Seite 12 und 14.

3.) Erläuterung wichtiger bauphysikalischer Begriffe, Normen und Anwendungen

Baustoffklasse

Durch Brandprüfungen gemäß DIN 4102 werden Baustoffe entsprechend ihrem Brandverhalten einer Baustoffklasse zugeordnet. Anforderungen an die Bauausführung (Baustoffe/Bauteile) ergeben sich aus den jeweiligen Landesbauordnungen. Für Gebäude der GKL. 4 und 5 (Erläuterungen s. BayBO 2008) gelten erhöhte Brandschutzanforderungen. Leichtentflammbare B3-Baustoffe sind in der BRD bauaufsichtlich nicht zugelassen.

Baustoffklasse	bauaufsichtliche Bezeichnung
A	nichtbrennbare Baustoffe
A1	
A2	
B	brennbare Baustoffe
B1	schwerentflammbare Baustoffe
B2	normalentflammbare Baustoffe
B3	leichtentflammbare Baustoffe

Erläuterungen zur neuen europäischen Norm DIN EN 13501 in Verbindung mit der DIN 4102. Beide Normen gelten bis auf Weiteres parallel nebeneinander.

Klassifizierung des Brandverhaltens von Baustoffen nach DIN EN 13 501(ohne Bodenbeläge)

Bauaufsichtliche Anforderungen	Zusatz- Anforderungen		EU-Klasse nach	Klasse nach
	kein Rauch	kein brennendes Abfallen/Abtropfen	DIN EN 13 501-1	DIN 4102-1
Nicht brennbar	X	X	A1	A1
mindestens	X	X	A2 – s1 d0	A2
Schwerentflammbar	X	X	B, C – s1 d0	B1
		X	A2 – s2 d0	
	X		A2, B, C – s3 d0	
mindestens			A2, B, C – s1 d1	
Normalentflammbar		X	A2, B, C – s1 d2	B2
			D – s1 d0	
			E – s2 d0	
mindestens			– s3 d0	
Leichtentflammbar			D – s1 d2	B3
			– s2 d2	
			– s3 d2	
mindestens			E – d2	
Leichtentflammbar			F	

Erläuterungen zu obiger Tabelle

Herleitung des Kurzzeichens	Kriterium	Anwendungsbereich
s (smoke)	Rauchentwicklung	Anforderungen an die Rauchentwicklung
d (droplets)	brennendes Abtropfen/Abfallen	Anford. an brennendes Abtropfen/Abfallen
fl (florings)		Brandverhaltensklasse für Bodenbeläge

Dampfdiffusionswiderstand (μ)

Die Wasserdampf-diffusionswiderstandszahl ist ein Maß für die Fähigkeit von Baustoffen, für Wasserdampf durchlässig zu sein. Geringe μ -Werte begünstigen das schnelle Abtrocknen eines Baustoffes bzw. Bauteiles nach eingedrungener Feuchtigkeit.

Rohdichte (P)

Die Rohdichte beschreibt die Masse eines Stoffes in Kg/m^3 . Hohe Rohdichten bewirken in der Regel einen guten Schallschutz und einen vernünftigen sommerlichen Hitzeschutz. Dies ist besonders wichtig in Leichtbauteilen wie Dachgeschossen und Holzrahmenkonstruktionen.

Spezifische Wärmekapazität (c)

Maß der Energiemenge die benötigt wird, um 1 kg eines Stoffes um 1°C zu erwärmen. Baustoffe mit hohen C-Werten begünstigen aufgrund ihres trägen Temperaturverhaltens einen guten sommerlichen Hitzeschutz.

Wärmeleitfähigkeit (λ)

Die Größe des Wärmestroms, der pro Sekunde durch einen Quadratmeter eines 1 m dicken Baustoffes bei einer Temperaturdifferenz von 1°K (entspricht 1°Celsius) übertragen wird. Niedrige λ -Werte entsprechen einer geringen Wärmeleitfähigkeit und damit guten Wärmedämmeigenschaften. Die Wärmeleitfähigkeit ist die Basis für die **U-Wert**-Berechnung.

Regelwerke, Normen und Zulassungen

Die Zulassung von Bau- und Dämmstoffen ist in Deutschland in einer Fülle von Vorschriften geregelt. Die zur Anwendung vorgesehenen Produkte müssen entweder genormt sein (z. B. verschiedene Holzfasern- und Zelluloseprodukte sowie Holzwolleleichtbauplatten) oder bedürfen einer „Allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung“ (z. B. Flachs, Hanf, Holzspäne Schafwolle, u a.). Möglich ist auch eine sogenannte „Zustimmung im Einzelfall“ durch die Baugenehmigungsbehörde für neue Produkte auf dem Dämmstoffmarkt. In den harmonisierten europäischen Dämmstoff-Produktnormen sind die Anwendungsgebiete der einzelnen Dämmstoffe symbolhaft geregelt (siehe unten bzw. nächste Seite).

Kleiner Auszug wichtiger Dämmstoffnormen:













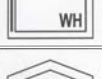




DIN 4102	Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen
DIN 4108	Wärmeschutz und Energieeinsparung in Gebäuden
DIN 4109	Schallschutz im Hochbau
DIN EN 13162	Mineralwolle Werksprodukte
DIN EN 13163	Expandiertes Polystyrol EPS
DIN EN 13164	Expandiertes Polystyrol XPS
DIN EN 13165	Polyurethan-Hartschaum PUR
DIN EN 13166	Phenolharz-Hartschaum
DIN EN 13167	Schaumglas
DIN EN 13168	Holzwolle-Leichtbauplatten HWLP
DIN EN 13169	Bläherlit
DIN EN 13170	Expandierte Kork
DIN EN 13171	Holzfasern
DIN EN 13501-1/2	Europäisches Klassifizierungssystem – Brandverhalten/Feuerwiderstand

Anwendungsgebiete der Dämmstoffe nach DIN EN 13162 bis DIN EN 13171

Entsprechend den harmonisierten europäischen Dämmstoff-Produktnormen in Verbindung mit der DIN 4108 Teil 10 werden Dämmstoffe nach den im Einbauzustand erwarteten Anforderungen in verschiedene Anwendungsgebiete eingeteilt. In dieser Norm werden Anwendungsgebiete und Anwendungsbeispiele gegenüber alten Normen (z. B. DIN 18 165) dem neuesten Stand der Technik angepasst, differenziert beschrieben und mit Piktogrammen visualisiert (siehe Tabelle nächste Seite). Die Piktogramme sind Teil der Produktinformation gemäß der „Allgemeinen Bauaufsichtlichen Zulassung“ (ABZ).

Harmonisierte europäische Dämmstoff-Produktnormen seit 1.1. 2004

nach DIN EN 13162 bis DIN EN 13171 in Verbindung mit DIN V 4108-10

Anwendungsgebiet	Kurzzeichen	Anwendungsbeispiele	Piktogramm
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 Abdichtung	
	DUK	Außendämmung des Daches, der Bewitterung ausgesetzt (Umkehrdach) ^a	
	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 Raumtrennwänden	
Perimeter	PW	Außen liegende Wärmedämmung von Wänden gegen Erdreich (außerhalb der Abdichtung) ^b	
	PB	Außen liegende Wärmedämmung unter der Bodenplatte gegen Erdreich (außerhalb der Abdichtung) ^b	

4) Planungsgrundsätze

Sorgfältige und fachkundige Planung ist die Voraussetzung für eine energieeffiziente und schadensfreie Wärmedämmung im Neubau sowie im Sanierungsfall. Unter Berücksichtigung gültiger Regelwerke, bauphysikalischer Eigenschaften sowie ökologischer + gesundheitlicher Kriterien sollte für den Einzelfall der geeignetste Dämmstoff ausgewählt werden.

Sanierungskonzepte:

Bei Sanierungen empfiehlt sich ein ganzheitliches Sanierungskonzept unter besonderer Würdigung möglicher bauphysikalischer Problemzonen. Bauherren sollten gemeinsam mit ihren Planern klare Zielvorgaben für ein Sanierungskonzept vereinbaren. Diese Zielvorgaben sollten Qualitätsstandards beinhalten für Energie, Ökologie, gesunde Aufenthaltsräume und Barrierefreiheit. Der „Münchner Qualitätsstandard“ bietet hierzu viele hilfreiche Anregungen. Ziel könnte ein ganzheitlich ausgerichteter Gebäudepass sein (ähnlich dem Beispiel der „Initiative Giessener Gebäudepass – Energie sparen & gesundes Wohnen“).

Information und Kommunikation

Der Naturdämmstoffmarkt bietet schon seit Jahren eine größere Materialvielfalt als die sogenannten konventionellen Dämmstoffe. Naturfaserdämmstoffe sind vielfältig einsetzbar - als Fassadendämmung, im Dachgeschoss und in Zwischendecken bzw. -Wänden mit teils sehr guten Wärme- und Schallschutzeigenschaften. Ein weiteres Wachsen der Marktanteile setzt aber auch das erforderliche Basiswissen und die Verbreitung dieses Wissens voraus, sowie die Bereitschaft der Planer und Handwerker, sich neuen Produkten zu öffnen. Der Regelfall ist immer noch die Dämmung mit konventionellen Produkten. Dies gilt im Massivbau allgemein und bei Bauträgerobjekten ganz besonders. Im Rahmen des Projekts „BauTuning – Begleitende Altbausanierung“ der Landeshauptstadt München (s. Kapitel 5 Praxis) wurde auch die leidvolle Erfahrung gemacht, dass selbst konkret geäußerte Wünsche ökologisch motivierter Bauherren hinsichtlich natürlicher Baustoffe nicht berücksichtigt wurden.

Bauphysikalische Eigenschaften

Bei der Auswahl des geeigneten Baustoffes sollten vorrangig die bauphysikalischen Eigenschaften in Abhängigkeit vom jeweiligen Anwendungsgebiet berücksichtigt werden. Die wichtigsten bauphysikalischen Kennwerte für Dämmstoffe sind die Baustoffklasse (Brandschutz), die Dampfdiffusionsfähigkeit, die Rohdichte, die Wärmeleitfähigkeit und die spezifische Wärmekapazität sowie die Ausgleichsfeuchte, die dynamische Steifigkeit und der längenbezogene Strömungswiderstand (beides wichtige Schallschutzeigenschaften). Nähere Erläuterungen finden Sie z. B. im Kapitel 3.

Umwelt- und Gesundheitsverträglichkeit

Neben den bauphysikalischen Eigenschaften sollte ökologischen und gesundheitlichen Gesichtspunkten bei der Auswahl von Dämmstoffen hohe Aufmerksamkeit geschenkt werden. Allumfassende Ökobilanzen sind für das einzelne Produkt jedoch nur sehr aufwändig zu erstellen, sind doch zahlreiche Parameter zu berücksichtigen, z. B. der Energieverbrauch und Art des Energieerzeugers bei Herstellung, Transport, Verarbeitung, Nutzung und Entsorgung. Ebenso spielen die Lebensdauer eines Rohstoffs, dessen Verfügbarkeit, Masseverbrauch und Wiederverwertbarkeit eine wichtige Rolle. Letztendlich sind auch noch die gesundheitlichen Auswirkungen auf die Bewohner, sowie der Beschäftigten in Handwerk und Produktion von großer Bedeutung. In den letzten Jahren haben sich mehrere Institute und öffentliche Einrichtungen mit unterschiedlicher Schwerpunktsetzung mit Ökobilanzen von Dämmstoffen beschäftigt. Näheres dazu im Kapitel Ökobilanzen. Allgemein kann jedoch festgestellt werden – wenn man nur den erforderlichen Energieaufwand bis zur Verarbeitung jedes marktüblichen Dämmstoffes betrachtet – dass sich dieser in der Regel innerhalb weniger Monate bis maximal 2 Jahren durch die Energieeinsparung am Gebäude amortisiert hat.

5) Praxis

Einsatz Naturfaserdämmstoffe am Beispiel des Münchner BauTuning-Projektes

Im Rahmen des Münchner Projektes „Effektive Wärmenutzung im Altbaubestand“ wurde auch das Projekt „BauTuning – Begleitende AltbauSanierung“ initiiert. Damit verbunden war die fachkundige Begleitung von 10 Gebäudesanierungen in München. Das Bautuningteam hatte die Aufgabe, Hemmnisse und Probleme hinsichtlich energieeffizienter Sanierungen und entsprechende Defizite der verschiedenen Bauakteure festzustellen und zu dokumentieren. Dabei sollte auch der Einsatz natürlicher Dämmstoffe ausdrücklich beobachtet werden. Erkenntnisse aus diesem Projekt:

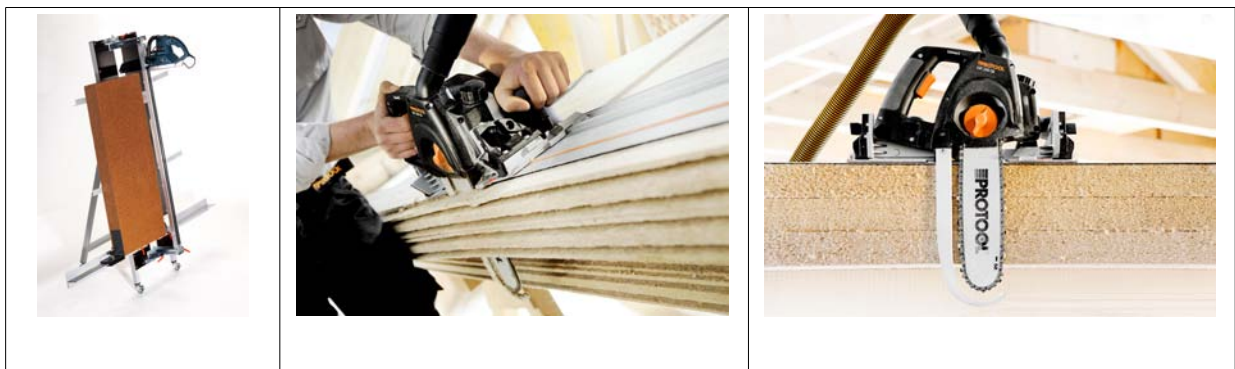
Bedürfnis der Eigentümer nach baubiologischer Sanierung

Das Bedürfnis nach Verwendung umweltverträglicher und gesundheitlich unbedenklicher Baustoffe ist sehr unterschiedlich ausgeprägt. Das grundsätzliche Interesse erscheint jedoch deutlich höher als dies der derzeit geringe Marktanteil natürlicher Dämmstoffe widerspiegelt. Hohes Interesse an einer baubiologischen Sanierung zeigten insbesondere die Besitzer eigengenutzter Einfamilienhäuser. Gesundheitlich unbedenkliche Produkte hatten bei diesen Personen einen hohen Stellenwert. Die teils höheren Kosten wurden hier bei Dach und Fassadendämmung für den höheren ökologischen Standard in Kauf genommen. Allerdings traten aufgrund von Informationsdefiziten bei Planern und Handwerkern sowie unzureichender Handwerker-ausrüstung unnötige Probleme und Reibungsverluste auf, die bei entsprechender Qualifikation der beauftragten Firmen leicht hätten vermieden werden können. Bei den Mehrfamilienhäusern und Geschosswohnungsbauten dominieren eindeutig die konventionellen Dämmstoffe Mineralwolle und Polystyrol. Argumentiert wird hier ausschließlich mit günstigeren Sanierungskosten, meistens jedoch, ohne die Differenz zu Naturdämmstoffen tatsächlich eruiert zu haben.

5.1 4 Praxiserfahrungen zum Einsatz natürlicher Dämmstoffe aus „BauTuning“

Beispiel Fassadendämmung:

Ein Bauherr wünschte eine Wärmedämmung aus Naturbaustoffen. Die Planung führte zu einem Wärmedämmverbundsystem aus Holzweichfaserplatten. Beauftragt wurde ein Handwerksbetrieb, der mit diesem Material weder vertraut war noch die erforderlichen Spezialwerkzeuge besaß. Die Ausführung war entsprechend mangelhaft.



Profi-Schneidetechnik erleichtert die Arbeit + begünstigt ein gutes Gesamtergebnis (Fotos: Steico)

Idealfall: Planer und Bauherr achten bei der Auswahl des Handwerksbetriebes darauf, dass dieser bereits über Erfahrung mit dem entsprechenden Naturdämmstoff verfügt, einschlägige Fortbildungsveranstaltungen besucht hat und technisch entsprechend gut ausgerüstet ist. Adressen sachkundiger Fachbetriebe erhält man bei den Herstellern oder Naturbaumärkten.

Beispiel Dachdämmung:

Die Zwischensparrendämmung wurde auf ausdrücklichen Wunsch des Bauherren mit Zellulose durchgeführt. Im Bereich der Gaube wurde jedoch ohne Rücksprache mit dem Bauherren Mineralwolle eingesetzt, weil hier nach Einschätzung der ausführenden Firma die Verarbeitung von Zellulose nicht möglich ist. Andere Naturdämmstoffe wurden als Alternative gar nicht in Betracht gezogen. Der Bauherr verlangte letztendlich, dass die Mineralwolle wieder entfernt und durch Naturdämmstoffe ersetzt wurde.

Idealfall: Planer und Bauherr sollten gegenüber den Handwerksfirmen bei Ausschreibung bzw. Auftragsvergabe (!) den hohen Stellenwert ökologischer Baumaterialien deutlich herausstellen und in einem Kriterienkatalog schriftlich fixieren. Handwerksbetrieben mit Erfahrung im Umgang mit ökologischen Materialien sollte bei angemessenem Preisaufschlag der Vorzug gegeben werden. Qualitätsarbeit ist nicht zum Dumpingpreis zu haben.

Beispiel Fußbodendämmung:

Die Fußbodenheizung sollte auf Wunsch des Bauherren auf Naturdämmmaterialien verlegt werden. Der Handwerksfachbetrieb behauptete, dass keine entsprechenden Systeme am Markt verfügbar seien. Ein Irrtum - wie sich später herausstellte. Der Bauherr vertraute dem Handwerksbetrieb, ließ widerwillig ein System mit synthetischen Schaumstoffen verlegen und erfuhr erst im Nachhinein von der ökologischen Alternative.

Idealfall: Bei der Aussage „für diesen Anwendungsfall existiert keine ökologische Alternative“ ist grundsätzlich Vorsicht angebracht. Für nahezu jeden Einsatzbereich im Bauwesen sind heute ökologisch verträgliche Materialien erprobt und verfügbar. Ein ökologisch verantwortlicher Planer ist hier auf dem Laufenden. Außerdem können über Recherchen im Internet, dem ökologischen Baustoffhandel oder unabhängige Beratungsstellen wie dem Bauzentrum München einschlägige Informationen eingeholt werden.

Beispiel Fenster:

Beim Einbau neuer Fenster hat sich der Einsatz von PUR-Ortschaum durchgesetzt. Es handelt sich hier um ein ökologisch sehr bedenkliches Produkt, wie aus der Prozesskette auf Seite 37 ersichtlich ist. Im Brandfall werden durch PUR-Ortschaum hochtoxische Rauchgase wie z. B. Blausäure freigesetzt, die auch in Innenräume gelangen können. Offensichtlich setzt kaum mehr ein Handwerksbetrieb bei der Hohlraumdämmung des Fensters gegen den Baukörper die traditionelle Art der Dämmung mit natürlicher Stopfwohle ein. Entsprechend unzureichend ist auch die Beratung der Bauherren über diese ökologische Alternative.

Idealfall: Bereits bei Ausschreibung bzw. Auftragsvergabe (!) sollte dieses Thema schriftlich fixiert werden, mit der Maßgabe von Verwendung „ökologischer Dämmstoffe“. Planer und Handwerksbetrieb sollten beim Fenstereinbau über ausreichend Erfahrung verfügen. Die Detailanschlüsse der Fenster an den Baukörper sind mit größter Sorgfalt auszuführen, da hier bei mangelhafter Ausführung unerwünschte Wärmebrücken entstehen können, mit dem Risiko von Energieverlusten und verdeckten Bauschäden. Anregung: Fenster-/Türenmontage nach *RAL-Leitfaden zur Planung und Ausführung der Montage von Fenstern und Haustüren*. Dort steht im Kapitel Fugendämmung: „Der eingesetzte Fugendämmstoff muss die Hohlräume vollständig ausfüllen. Bei Faserdämmstoffen ist auf ausreichende Verdichtung zu achten.“ Die Anforderungen der Wind- und Feuchtedichtheit werden aber selbst bei optisch sauberer Verarbeitung nicht erfüllt. In diesem Leitfaden (ein sehr empfehlenswertes Nachschlagewerk für Planer u. Handwerker) ist deshalb auch die fachgerechte Wind- und Feuchtedichtheit vorbildlich beschrieben – sowohl die Ausführung als auch die praxisbewährten Dichtsysteme.

5.2 Betrachtung der Vor- und Nachteile ökologischer Dämmstoffe in der Praxis

Das Kostenargument

Konventionelle Dämmstoffe können wegen größerer Produktionsmengen günstiger angeboten werden als die meisten Naturdämmstoffe. Das gilt aber nicht in jedem Fall. Der Dämmstoff Zellulose, ist preislich konkurrenzfähig, vor allem bei Einblasdämmung von Hohlräumen. Auch andere Naturbaustoffe liegen preislich durchaus im Rahmen, insbesondere, wenn neben dem Materialpreis auch die Handwerksleistung berücksichtigt wird.

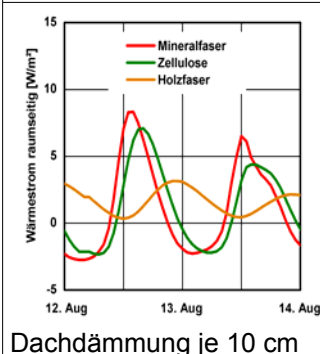
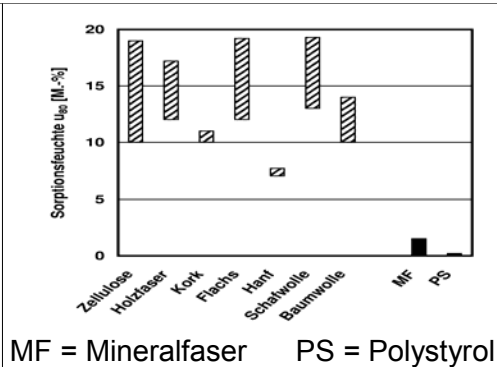
bauphysikalische Nachteile

Naturfaserdämmstoffe erfüllen derzeit keine erhöhten Brandschutzanforderungen, wie sie die Landesbauordnungen für bestimmte Gebäude fordern (s. S. 4 - 7), und sind deshalb nur bei einer eingeschränkten Auswahl an Gebäuden einsetzbar. Ebenso wenig sind sie im Perimeterbereich und auf Flachdächern bauaufsichtlich zugelassen.

Konventionelle Dämmstoffe sind teilweise in WLG 0,022 – 0,035 eingestuft und erreichen dadurch mit geringeren Dämmstoffstärken eine ähnlich gute Wärmedämmung wie Naturfaserdämmstoffe mit WLG 0,040 bei dickeren Dämmstoffschichten. Bei Wärmedämmverbundsystemen aus Holzfaserdämmstoffen im Nassverfahren werden derzeit nur Dämmstoffstärken bis maximal 16 cm angeboten. Dies reicht unter Umständen nicht aus, um die Fördergelder aus dem städtischen Förderprogramm (FES) zu erhalten. Eine 2-lagige Wärmedämmung ist zwar technisch möglich, aber mit einem erhöhten Aufwand und höheren Kosten verbunden.

bauphysikalische Vorteile

Dämmstoffe aus Naturfasern zeichnen sich durch ihre günstige Dampfdiffusionsfähigkeit aus, d. h. dass Feuchte, die in den Dämmstoff eingedrungen ist auch leicht wieder ausdiffundieren kann. Sie können aufgrund ihrer hygroskopischen Faserstruktur deutlich mehr Feuchtigkeit aufnehmen (Sorptionsfähigkeit) als die meisten konventionelle Dämmstoffe ohne gleichzeitig ihre günstigen Wärmedämmeigenschaften einzubüßen. Quelle: Fraunhofer Institut, Vortrag zum Fachforum ökologische Dämmstoffe, Bauzentrum München, 26.4.2010.



Vereinzelte Naturdämmstoffe verfügen neben günstiger Wärmeleitfähigkeit von WLG 0,040 über eine hohe Rohdichte sowie eine hohe spezifische Wärmekapazität und dadurch sowohl über einen guten sommerlichen Hitze- als auch winterlichen Wärmeschutz. Verschiedene Forschungsergebnisse zum Thema bestätigen dies. Das Fraunhofer Institut für Bauphysik (FIB) kommt in einer Versuchsreihe zu dem Ergebnis, dass insbesondere die schwere Holzfaserdämmung die Temperaturspitzen deutlich abmildern kann und die Raumtemperaturen insgesamt wesentlich ausgeglichener sind, als beispielsweise bei leichter Mineralwolle. Quelle: FIB, Fachforum Dämmstoffe, Bauzentrum Mü., 26.4.2010.

Allerdings spielen beim sogenannten sommerlichen Hitzeschutz noch andere Faktoren eine wesentliche Rolle, z. B. der Standort des Gebäudes, Fläche und Verschattung von Fenstern, die Lüftung und die Wärmespeicherkapazität von Wänden, Fußböden und Decken.

5.3 Eigenleistung

Grundsätzlich eignen sich Naturfaserdämmstoffe für Eigenleistung geschickter Heimwerker. Sie sind in der Regel einfach und gesundheitsfreundlich zu verarbeiten, insbesondere Hohlräumfüllungen und Zwischensparrendämmungen. Eine gute Atemschutzmaske ist dennoch bei Arbeiten mit hoher Staub- bzw. Faserbelastung anzuraten. Dämmungen im Einblasverfahren sind Aufgabe von Fachbetrieben.

Problem Bauphysik: Allerdings erfordert der fachgerechte Einbau von Dämmstoffen zumindest bauphysikalische Grundkenntnisse. Deshalb sollte ein Fachplaner konsultiert werden, der Problemstellen entdecken und Empfehlungen geben kann, bzw. in der Lage ist ein Sanierungskonzept auszuarbeiten. Ohne Berücksichtigung wichtiger Detailfragen erwächst ein bauphysikalisches Risiko, das erhebliche Bauschäden und hohe Kosten zur Folge haben kann. Siehe auch Kapitel 4 Planung.

6) Qualitätssicherung

Die folgenden Bilder aus dem Projekt „BauTuning“ (Kurzbeschreibung siehe Kapitel 5 Praxis) sollen exemplarisch Schwachstellen in der Praxis aufdecken und alle Beteiligten an Bau- und Sanierungsmaßnahmen motivieren, eine hohe Qualität von Dämmmaßnahmen anzustreben!



Bild 1: Polystyrol WDVS im Perimeterbereich - schlampig und lückenhaft verlegt, Stückwerk statt fachgerechtem Plattenverbund



Bild 2: Polystyrol WDVS – keine fachgerechte Verarbeitung (vom Bauleiter nicht beanstandet) überbreite und unsachgemäß geschlossene Fuge



Bild 3: Brandschutzvorschriften missachtet! Holzweichfaser-WDVS (B2) wurde über die Brandwand geführt (s. Brandschutz)



Bild 4: Fehlerhaftes Eck-Detail! Der Anschluss WDVS/Fensterrahmen/Fensterbrett ist nicht schlagregendicht ausgeführt, Feuchterisiko!



Bild 5: Wärmebrücke im Traufbereich! Holzweichfaser-WDVS wurde unsachgemäß angebracht, Detailaufgabe schlampig gelöst.



Bild 6: Holzfaser-WDVS schlampig verarbeitet und lückenhaft verlegt, kein fachgerechter Plattenverbund. Wärmebrücken!

Qualitätssicherung sollte ein unverzichtbares Instrument im alltäglichen Baugeschehen sein. Nicht immer ist die mangelhafte Ausführung so einfach und schnell zu erkennen wie auf diesen Bildern. Gerade die Suche nach Wärmebrücken ist – je nach Baufortschritt und Verarbeitung der Wärmedämmung – nicht immer mit bloßem Auge feststellbar. Als Beispiel ist hier das Einblasen von losen Dämmflocken aus Zellulose oder Holzfaser genannt.

Wärmebrückenfreiheit ist aber eine wichtige Voraussetzung für geringen Energieverbrauch und dauerhafte Schadensfreiheit. Zum Aufspüren verdeckter Mängel gibt es heute neben einer **Untersuchung der Bausubstanz** (meist mit teilweiser Zerstörung von Bauteilen verbunden) oder zerstörungsfreier **Temperaturmessung der Bauteiloberflächen mittels Infrarotthermometer** professionelle und bewährte Verfahren wie Blower-door-Test oder Thermografie (s. Punkt 6.3).

6.1 Der Münchner Qualitätsstandard (MüQua) zum Bauen und Sanieren:

Qualitätssicherung als Dienstleistung gegenüber den Bauherren mit dem Anspruch auf fehlerfreie Ausführung findet häufig nicht statt. So verschwinden Fehler nicht selten unter dem nächsten Arbeitsgang mit teils erheblichen Konsequenzen. Lückenhafte Wärmedämmung führt zu Wärmebrücken, schlampige Ausführung bei wichtigen Detailanschlüssen zu unzulässigen Fugen mit der möglichen Konsequenz von Feuchteschäden – häufig erst mit der Verzögerung von einigen Jahren.

Zur Vermeidung bzw. Reduzierung von Baumängeln, wurde der „Münchner Qualitätsstandard“ als Ergänzung zum „Münchner Förderprogramm Energieeinsparung - FES“ 2008 eingeführt. **Anforderung** zur Förderung von Energiesparmaßnahmen ist nunmehr die Einhaltung erhöhter Standards von Baumaßnahmen – z. B. Fachunternehmererklärungen zum Brand-, Schall- und Feuchteschutz“, Erstellung eines Abnahmeprotokolls nach RAL-Gütezeichen Solar, Fenster-/Türeneinbau nach „RAL-Gütezeichen Fenster + Haustüren“ (ausführender Betrieb muss nicht zertifiziert sein) oder der hydraulische Abgleich von Heizungsanlagen. **Empfohlen** und finanziell gefördert werden spezielle Sanierungskonzepte – z. B. zur erhöhten Energieeffizienz, zur 100%-Versorgung mit erneuerbaren Energien o. zur Barrierefreiheit, sowie eine qualitätssichernde Baubegleitung. Dadurch will die Stadt München dem Trend zum billigen Bauen und Sanieren entgegenwirken und Qualität am Bau in den Mittelpunkt der Diskussion rücken. Die Erfahrung zeigt, dass viele der heute üblichen (Dumping-)Preise für bauliche Maßnahmen keine nach Normen und Stand der Technik geschuldete Ausführung ermöglichen! MüQua und FES sind auf www.muenchen.de/bauzentrum). abrufbar.

Wichtiger allgemeiner Hinweis: Grundsätzlich dürfen nur Dämmstoffe und Dämmsysteme verwendet werden, für die eine „Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung“ vorliegt. Dies sollte vom Planer grundsätzlich in die Ausschreibung mit aufgenommen und vor der Ausführung auf der Baustelle unbedingt überprüft werden. Vor der Bauausführung sollte sich der Architekt oder Bauleiter die Ü-Kennzeichnungen der Dämmstoffe zeigen lassen. Die ausführenden Firmen müssen nach Fertigstellung die gemäß Bauregelliste bzw. Prüfzeugnis oder Zulassung erforderlichen Übereinstimmungsnachweise vorlegen. Nicht gekennzeichnete Baustoffe oder Baustoffe der Baustoffklasse B3 (leicht entflammbar) dürfen nicht verwendet werden. Dämmstoffe, die entsprechende Kennzeichnungen und Firmenbestätigungen nicht aufweisen, gelten als nicht klassifiziert. Damit kann seitens z. B. der Genehmigungsbehörde verlangt werden, dass verbaute Baustoffe wieder entfernt werden.

6.2 Öffentlich-rechtliche Konformitätszeichen für Wärmedämmstoffe

Bei allen als Baustoff zugelassenen Wärmedämmstoffen wurden zur Ermittlung und Bestätigung der Übereinstimmung (Konformität) mit den einschlägigen Gesetzen und Regelwerken in Deutschland zwei öffentlich-rechtliche Konformitätsnachweise eingeführt - das CE- Zeichen als „Pflichtzeichen“ und das optionale Ü-Zeichen. Weitere Informationen finden sich in den betreffenden Normen!

Wichtiger Hinweis: Der Einsatz von nicht zugelassenen Baumaterialien kann zu umfassenden Schadensersatz- und Haftungsansprüchen führen!

6.2.1 Das CE- Zeichen (EU, Pflicht)

Das CE-Zeichen ist in der EU für Dämmstoffprodukte verpflichtend vorgeschrieben und Voraussetzung für den freien Warenverkehr innerhalb des EU-Binnenmarktes. Es dokumentiert, dass das Produkt die notwendigen Prüf- und Bescheinigungsverfahren durchlaufen hat und damit bestimmte Mindestanforderungen für die allgemeine Gebrauchstauglichkeit für „Wärmedämmung an Gebäuden“ erfüllt. Das CE- Zeichen ist kein Qualitätszeichen. Es sagt nichts über die Verwendbarkeit des Produkts für bestimmte Anwendungsgebiete nach DIN 4108-10¹ aus (s. S. 21). Alle Dämmstoffe, die in harmonisierten Normen (s. S. 11) oder in Europäisch Technischen Zulassungen (ETA's) beschrieben sind, tragen das CE-Zeichen. Es ist eine Herstellererklärung ohne Pflichtprüfung.



6.2.2 Das Ü-Zeichen (BRD, optional)

Alle Dämmstoffe mit einer „allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung“ (abZ) des deutschen Instituts für Bautechnik (DIBt) tragen das Ü-Zeichen. Sie dürfen das Ü-Zeichen nur tragen, wenn die Herstellung von einer unabhängigen, bauaufsichtlich anerkannten Prüfstelle fremdüberwacht wird und ein Übereinstimmungszertifikat vorliegt. Mit dem Übereinstimmungszeichen inklusive zusätzlicher Angaben zu den Produkteigenschaften dokumentiert der Dämmstoffhersteller die Übereinstimmung mit der jeweiligen technischen Regel. Als zusätzliche Daten sind anzugeben:

- die Zulassungsnummer (abZ-Nummer),
- das Label der Zertifizierungsstelle,
- Kennzeichnung des Verwendungszwecks/Anwendungsgebiets nach DIN 4108-10,
- der **Bemessungswert² der Wärmeleitfähigkeit** gemäß abZ,
- die Baustoffklasse nach DIN 4102 (Brandschutz).

Muster eines Beipackzettels (Quelle: Informationsdienst Holz).

Problemstellung: Diese Zeichen sind aufgrund der Vielzahl von Parametern nicht besonders anwenderfreundlich. Auf der Baustelle können die wenigsten Bauakteure etwas mit dieser Datenflut anfangen, außer, sämtliche entsprechenden Regelwerke liegen schriftlich vor.

Handelsbezeichnung	MUSTERTHERM — Holzfaserdämmplatten	 Konformitätszeichen	
Hersteller	Mustermann AG, Musterhausen		
Hersteldatum / Werk	30.02.2008 Werk II		
Brandverhalten	Klasse E nach EN 13501-1		
Nennwert R_D	$R_D = 2,63 \text{ m}^2\text{K/W}$		
Nennwert λ_D	$\lambda_D = 0,038 \text{ W/(m K)}$		
Nennstärke	Dicke 100 mm		
Nennlänge, Nennbreite	Länge 1.020 mm, Breite 600 mm		Druckspannung bei 10% Stauchung
Verpackungsinhalt	40 Stück = 24,5 m ²		Zugfestigkeit senkrecht zur Plattenebene
Bezeichnungsschlüssel nach EN 13171	WF - EN 13171 - T3 - CS(10\Y)40 - TR5,0 - WS2,0 - MU5 - AFR100 ... *		Strömungswiderstand Wasserdampfdiffusion Kurzeitige Wasseraufnahme
*Weiteremögliche Bezeichnungen:			
DSi	Dimensionsstabilität		
SDi	Dynamische Steifigkeit		
CPj	Zusammendrückbarkeit		
AW	Schallabsorptionsgrad		
Bemessungswert der Wärmeleitfähigkeit gemäß Zulassung Z-23.15-XXXX: $\lambda = 0,040 \text{ W/(m K)}$ Baustoffklasse gemäß DIN 4102-1: B2 Anwendungsgebiete gemäß DIN 4108-10: DAD-dk /-dm, DZ, DI-zk /-zg, DEO-dg /-dm, WAB-dk /-dm, WH, WI-zk /-zg, WTR		 Übereinstimmungszeichen	
Kurzzeichen der Anwendungsgebiete und Eigenschaftskurzzeichen gemäß DIN 4108-10			

Diese unterschiedlichen Kennzeichnungen der als Baustoff zugelassenen Wärmedämmstoffe haben erhebliche Konsequenzen auf die nach DIN 4108-4 einzusetzenden Bemessungswerte für die Berechnung der U-Werte!

Gemäß DIN 4108-4 Tabelle 2 und 3 gibt es zwei Kategorien von Dämmstoffen, wenn diese in harmonisierten Spezifikationen (z. B. DIN 4108-10) beschrieben sind. Für Produkte der Kategorie I wird der **Bemessungswert der Wärmeleitfähigkeit** durch Multiplikation des deklarierten Nennwertes λ_D mit dem normativ festgelegten Sicherheitsfaktor von 1,2 bestimmt. Das bedeutet, dass der für die Berechnung der Wärmeleistung nach ENEC erforderliche **Bemessungswert** um 20 % höher, also ungünstiger deklariert ist, als der Nennwert λ_D . Dies trifft für alle Wärmedämmstoffe zu, die nur das CE- Zeichen tragen.

Alle Dämmstoffe mit dem Ü-Zeichen müssen einen **Grenzwert** (λ_{grenz}) der Wärmeleitfähigkeit einhalten, wie er für Produkte der Kategorie II nach DIN 4108-4 festgelegt ist. Aufgrund dieses Übereinstimmungszertifikats wird der Bemessungswert der Wärmeleitfähigkeit lediglich mit einem Sicherheitsfaktor von 1,05 (entspricht 5 % Zuschlag) auf den **Grenzwert** (λ_{grenz}) laut DIN 4108-4 beaufschlagt. Dieser günstigere **Bemessungswert laut Kategorie II** entspricht in der Regel exakt dem Nennwert von Kategorie I und fällt somit um 20 % günstiger aus als der **Bemessungswert laut Kategorie I** (ohne Ü-Zeichen).

Das Ü-Zeichen bringt also für die Berechnung der Wärmeleitfähigkeit nach ENEC einen rechnerischen Vorteil von 20 % gegenüber einem gleichwertigen Dämmstoff ohne Ü-Zeichen. Aus diesem Grund sind fast alle hier gebräuchlichen Dämmstoffe neben dem CE- Zeichen auch mit dem Ü-Zeichen ausgezeichnet.

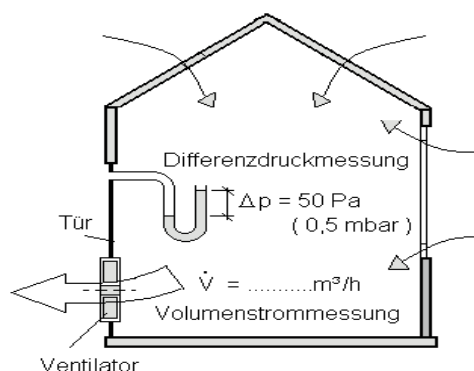
- 1) DIN 4108-10: Anwendungsbezogene Anforderungen an Wärmedämmstoffe - Teil 10: Werkmäßig hergestellte Wärmedämmstoffe
- 2) **Bemessungswerte für die Berechnung wärmeschutztechnischer Eigenschaften von Bauteilen.** Für die Ermittlung der wärmeschutztechnischen Eigenschaften wurden in der Vergangenheit (d.h. entsprechend Wärmeschutzverordnung) sog. Rechenwerte angewandt, z.B. für die Wärmeleitfähigkeit von Dämmstoffen oder den Wärmedurchgangskoeffizienten von Fenstern. Diese Rechenwerte waren entweder den einschlägigen technischen Regeln (z.B. DIN 4108-4) oder dem Bundesanzeiger zu entnehmen. Die Werte im Bundesanzeiger wurden aus den Messwerten ermittelt, die in der Produktion verwendet wurden.

Im Kontext des europäischen Normenwerkes entspricht dieser Messwert noch dem Messwert in der Produktion. Der bisherige Rechenwert wurde durch die neue Normung zum sogenannten Bemessungswert. Dieser Bemessungswert soll das typische Verhalten eines Produktes im Einbauzustand beschreiben, d.h. er berücksichtigt sowohl die Alterung als auch die klimatische praktische Bauteilfeuchte.

6.3 Verfahren zum Nachweis der Wärmebrückenfreiheit

Blower-Door-Test:

Der Blower-Door-Test ist ein Differenzdruck-Messverfahren zur Überprüfung eines Gebäudes auf Luftdichtheit bzw. zum Aufspüren von Leckagen in der Gebäudehülle. Bei geschlossenen Außentüren und Fenstern wird in der ersten Phase mittels eines Ventilators bei konstantem Unterdruck von 50 Pa die Gebäudehülle nach Leckagen abgesucht. In einer zweiten Phase wird mit geringeren Drücken begonnen und der Unterdruck schrittweise erhöht. In einer 3. Phase wird analog zu Phase 1 und 2 ein Messverfahren mit Überdruck durchgeführt. Luftgeschwindigkeitsmesser oder Rauchmaschinen dienen bei kleineren, nicht fühlbaren Öffnungen als Hilfsmittel. Die Ergebnisse werden während der Messreihe sorgfältig protokolliert



Quelle Wikipedia, Urheber/Zeichner: Kino

Thermografie:

Thermografie ist ein zerstörungsfreies Prüfverfahren mit Infrarotkamera zur Beurteilung von Materialien und Bauteilen. Die Gebäude werden dabei von innen oder von außen mit der Infrarotkamera aufgenommen. Voraussetzung für eine erfolgreiche Arbeit sind winterliche Außentemperaturen, günstige Witterungsbedingungen und beheizte Innenräume. Die Thermografie bildet dann die für das menschliche Auge unsichtbare Wärmestrahlung eines Objektes ab, kennzeichnet die Temperaturunterschiede an der Gebäudehülle durch verschiedene Farbbereiche (siehe Grafik nächste Seite) und entlarvt dabei Wärmebrücken aufgrund baulicher Mängel oder aufgrund bekannter wärmetechnischer Schwachstellen (z. B. Fenster und Türen). Je wärmer die Temperatur an der Außenseite der Außenwand gemessen wird, umso mehr Wärme wandert an dieser Stelle durch die Gebäudehülle nach außen. Entscheidend für eine aussagefähige Untersuchung sind hochauflösende Kameras sowie eine Auswertung der Bilder mit entsprechender Fachkenntnis.



Quelle: Bauthermografie Luftdichtheitsprüfung, Urheber: Lutz Weidner

6.4 Privatrechtliche Güte- und Qualitätssiegel

Neben den öffentlich-rechtlichen Konformitätsnachweisen gibt es eine Reihe privatrechtlicher Gütesiegel zur freiwilligen Produktzertifizierung zu den Themen Energie, ökologische Bau- und Dämmstoffe sowie Wohngesundheits. Die freiwillige Produktzertifizierung hat in Deutschland eine lange Tradition. So hat z. B. der deutsche Normenausschuß (DNA) bereits 1928 das Verbandszeichen DIN beim Reichspatentamt eintragen lassen. Mit der Einführung europäischer Produktnormen hat sich die „Landschaft“ freiwilliger Gütezeichen deutlich erweitert. Im Rahmen dieser Broschüre können nur einige dieser in Deutschland geläufigen und wichtigen Gütezeichen in Kürze vorgestellt werden. Eine umfassendere Auswahl und Bewertung liefert der „Kompass Gütesiegel 2010“ vom Ökotest Verlag.

6.4.1 Labels für Bauprodukte (ohne Anspruch auf Vollständigkeit)

a) RAL www.RAL.de

RAL ist als gemeinnützige Institution anerkannt in der Rechtsform eines e. V. Bereits 1925 gründete sich der „Reichs-Ausschuss für Lieferbedingungen“ aus der damaligen Regierung und der deutschen Privatwirtschaft mit dem gemeinsamen Ziel der Vereinheitlichung und Präzisierung technischer Lieferbedingungen auf Basis festgelegter Qualitätsanforderungen. Ein Kuratorium aus Vertretern der Industrie, der Verbraucher, der Landwirtschaft, aus Bundesorganisationen und Bundesministerien soll die Unabhängigkeit des Vereins sichern.

RAL-Gütezeichen werden für verschiedenste Bauprodukte von der jeweils spezialisierten Gütegemeinschaft vergeben, z. B. für *Mineralwolle*, für *Fenster und Haustüren* oder für *Solaranlagen*. Auch Firmen können sich zertifizieren lassen, wenn die Herstellung und Verarbeitung gütegesicherter Produkte gewährleistet wird. Sehr hilfreich in Planung und Praxis sind die branchenspezifischen Leitfäden. Die wichtigsten Aufgaben der Gütegemeinschaft definieren sich heute wie folgt:

- Gütesicherung und Förderung von Produkten und deren Verarbeitung
- Schaffung der hierfür erforderlichen Güte- und Prüfbestimmungen
- Kennzeichnung der gütegeprüften Produkte und Firmen mit dem „RAL-Gütezeichen“
- Durchführung der RAL-Gütesicherung laut RAL-Durchführungsbestimmungen
- Überwachung der Güte- und Prüfbestimmungen bei den Gütezeichen-Benutzern

Das RAL-Gütezeichen ist ein Qualitätszeichen, jedoch **kein ausgewiesenes Öko-Siegel**.

Beispiel 1 - Das „RAL-Gütezeichen für Mineralwolle“:

Seit 1. 1. 2005 gilt die neue europäische Gefahrstoffverordnung. Sie enthält ein Herstellungs- und Verwendungsverbot von biopersistenten bzw. kanzerogenen Fasern für Wärme- und Schalldämmungen im Hochbau. Dieses Verbot gilt im EU-Raum auch für im Ausland hergestellte Erzeugnisse. Für die Einhaltung dieser Verordnung und damit für eine gute Biolöslichkeit (KI40, Halbwertszeit ≤ 40 Tage) bürgt das Gütezeichen RAL-GZ 388 „Erzeugnisse aus Mineralwolle“. Dadurch soll - nach heutigem Kenntnisstand - das erhebliche Krebsrisiko früherer Mineralfaser-Dämmstoffe ausgeschlossen werden. Darüber hinaus hat dieses Label (laut Ökotest Gütesiegel-Kompass 2010) keine Aussagekraft.

Beispiel 2 - „Leitfaden zur Planung + Ausführung der Montage von Fenstern und Haustüren“ der RAL-Gütegemeinschaft:

In diesem Leitfaden wird sehr praxisnah und anschaulich die fachgerechte Montage von Fenstern und Haustüren beschrieben sowie deren professionelle Einbindung in die gedämmte Gebäudehülle. Diese Fachlektüre für Planer und Handwerker hilft häufige Fehlerquellen bei Neubau und Sanierung zu vermeiden und damit Feuchteschäden am Gebäude vorzubeugen. Eine aus bauökologischer Sicht wünschenswerte kritische Beurteilung von PVC-Rahmen und PU-Ortschaum bzw. positive Aussage zur bevorzugten Nutzung umweltfreundlicher Produkte wie Holzfenster oder Stopfwole wird hier leider nicht getroffen.

b) Natureplus www.natureplus.de

natureplus ist das Qualitätszeichen für qualitativ hochstehende Baustoffe, Bauprodukte und Einrichtungsgegenstände. Produkte mit diesem Gütezeichen sind - laut natureplus - für die Gesundheit unbedenklich, umweltgerecht hergestellt und funktionell einwandfrei. Aufwändige Prüfungen nach strengen Kriterien sollen garantieren, dass der hohe Anspruch auch erfüllt wird. Dafür bürgt der internationale Verein für zukunftsfähiges Bauen und Wohnen, natureplus e.V. Dem Verein gehören als Mitglieder alle interessierten Sparten an, wie Hersteller, Händler, Planer und Berater, sowie Verbraucher- und Umweltorganisationen, Anwender und Prüfinstitute. Der Verein fördert laut seinen Statuten den Umwelt-/ Gesundheitsschutz im Bauwesen und die Verbraucherinformation hinsichtlich umweltverträglicher, gesundheitlich unbedenklicher Bauprodukte, Baustoffe und Einrichtungsgegenstände. Zu diesem Zweck verleiht er Produkten, die den strengen Kriterien (je nach Produktpalette unterschiedlich) in den Bereichen Umwelt, Gesundheit und Funktionalität genügen, das Qualitätszeichen natureplus. Voraussetzung ist die Produktvolldeklaration des Herstellers, die allerdings – nach Kenntnis des Autors – dem Endverbraucher nicht zur Verfügung steht. Dies ist aus Gründen des Verbraucherschutzes bzw. der Materialbilanzierung ein erheblicher Schwachpunkt.

Die derzeitige Zertifizierung von Bauprodukten mit ökologisch bedenklichen Bestandteilen (z. B. isocyanathaltigen Bindemitteln in Holzfaserdämmstoffen im Trockenverfahren, s. Kapitel Ökobilanzen) wird in baubiologischen Fachkreisen seit einiger Zeit teils heftig kritisiert.

c)  www.positivlisten.info

Die Arbeitsgemeinschaft kontrolliert deklarierte Rohstoffe (Arge kdR e. V.), ein Zusammenschluss namhafter Verbände, Institute und Bauspezialisten, präsentiert mit dem 3-farbigem R ein Symbol, welches den Anteil der verwendeten Substanzen und Rohstoffe in Bauprodukten anzeigt. Die Konsumenten können auf einen Blick erkennen, welche Rohstoffgruppen in einem Produkt enthalten sind. In einer 10-stufigen Skala im R-Symbol werden die nachwachsenden Anteile grün ausgewiesen, die mineralischen gelb und die fossilen Produktanteile rot. Nachhaltige Produkte werden damit gut sichtbar, die Produktdaten – im Internet nachzulesen – transparent gemacht. Auch allergisierende Stoffe und gesundheitlich bedenkliche Gefahrstoffe werden gekennzeichnet. Die Vergabe des Labels wird von einem unabhängigen Fachbeirat überwacht. Ziel ist die Förderung des nachhaltigen Bauens und gesunden Wohnens. Die Produzenten haben hierzu eine verbindliche **Volldeklaration** vorzulegen. Diese Volldeklaration ist auf der Internetseite verfügbar. Neben einzelnen Produkten können auch ganze Gebäude zertifiziert werden.

Ein sehr klares, leicht verständliches und verbraucherfreundliches Gütezeichen. Leider sind noch viel zu wenig Produkte zertifiziert. Der Ausbau dieser Datenbank wäre wünschenswert.

d) **DER BLAUE ENGEL** www.blauer-engel.de

Der BLAUE ENGEL ist seit 1977 das weltweit erste und älteste Umweltzeichen. Es bietet dem Verbraucher eine praktische Orientierungshilfe bei etwa 3.500 Produkten aus ca. 80 Produkt- und Dienstleistungsgruppen von ca. 500 Firmen aus dem In- und Ausland. Seit vielen Jahren wird dieses gut eingeführte und sichtbare Umweltzeichen von Industrie, Handel und Handwerk als modernes Marketinginstrument erfolgreich zur Umsatzsteigerung eingesetzt.

Im Rahmen eines Vergabeverfahrens entscheidet die Zeichenvergabestelle RAL unter Beteiligung des Umweltbundesamtes und des jeweiligen Bundeslandes über die Verwendung des blauen Engel. Eine unabhängige Jury beschließt die technischen Anforderungen an Produkte und Dienstleistungen für die Vergabe, wenn diese im Vergleich zu anderen Angeboten gleichen Nutzens umweltverträglicher sind. Die Vergabekriterien für die einzelnen Produkt- und Dienstleistungsgruppen sind im Internet nachzulesen oder beim Umweltbundesamt bzw. bei der RAL-Vergabestelle erhältlich. Entsprechend der Produktentwicklung haben alle Vergabegründlagen eine begrenzte Laufzeit von in der Regel 3-4 Jahren. Für Produktgruppen, für die mit einer rascheren Weiterentwicklung des Standes der Technik zu rechnen ist, können auch kürzere Laufzeiten festgelegt werden. Die Jury Umweltzeichen überprüft vor Ablauf dieses Zeitraums die bestehenden Kriterien und entscheidet, ob eine Vergabegründlage mit oder ohne Veränderungen verlängert werden soll oder aufgehoben wird. Stellt sich heraus, dass ein Produkt die im Vertrag festgehaltenen Anforderungen nicht erfüllt oder der Blaue Engel in sonstiger Weise missbräuchlich verwendet wird, wird dem Hersteller das Recht auf die Nutzung des Blauen Engels entzogen.

Produkte mit dem Blauen Engel entsprechen einem Kriterienkatalog, der gesundheitsschutz- und umweltrelevante Aspekte berücksichtigt. Insofern bietet der Kauf von Produkten mit dem Blauen Engel eine Gewähr für Produkte mit einer geringeren Umweltbelastung und einem höheren Gesundheitsschutz im Vergleich zu manch anderen Produkten mit dem gleichen Gebrauchszweck. Wie hoch der Beitrag ist, hängt jedoch immer vom Vergleichsprodukt und natürlich von der Nutzung des Produktes ab!

Bei gesundheitlich bedeutsamen Produkten (Farben, Lacke, Holzschutzmittel, lärmintensive Geräte) stehen die Anforderungen an den Gesundheitsschutz im Vordergrund. Einige Labels wurden vorrangig aus diesen Gründen vergeben, z. B. für emissionsarme Produkte aus Holzwerkstoffen oder insektizidfreie Schädlingsbekämpfungsmittel für Innenräume. Krebs erzeugende oder andere gesundheitsgefährdende Stoffe werden durch die Vergabekriterien in Blauer-Engel-Produkten ausgeschlossen. Ausnahmen hiervon kann es allerdings dann geben, wenn technisch keine alternativen Stoffe zur Verfügung stehen und nach wissenschaftlichem Kenntnisstand eine Gesundheitsgefährdung mit Sicherheit auszuschließen ist.

Kritische Stimmen - z. B. aus der Baubiologie - beklagen die unzureichende Transparenz mangels Volldeklaration, und damit einen halbherzigen Verbraucherschutz. Ebenso wird kritisiert, dass zweifelsfrei ökologisch problematische Substanzen (z. B. PVC) nicht grundsätzlich zur Ablehnung bei der Vergabe führen. Auch der Ökotest Gütesiegel-Kompass kritisiert die Labels für manche Produktgruppen im Hinblick auf die Schadstoffbelastung als nur eingeschränkt hilfreich.

Seit 2009 gibt es ein neues Label für „Emissionsarme Wärmedämmstoffe und Unterdecken für die Anwendung in Gebäuden“ den **Blauen Engel – RAL-UZ 132**. Die Vorgaben sind laut Ökotest Gütesiegel-Kompass relativ streng und sehr hilfreich für Eigenheimbesitzer im Hinblick auf eine geringe Schadstoffbelastung in Innenräumen bzw. Ein Blick in die Vergabekriterien bestätigt dies. Verboten sind demnach bei den Dämmstoffen Phtalate, Biozide (Lebensgifte) und halogenorganische Verbindungen (z. B. in Flammschutz- oder Treibmitteln). Flüchtige organische Verbindungen (VOC) werden strenger bewertet als bei vielen vergleichbaren Gütesiegeln. Zum Zeitpunkt des Erscheinens dieser Broschüre wurden allerdings nach Kenntnis des Verfassers ausschließlich Produkte auf Basis von Mineralfasern ausgezeichnet.

Ein weiterer **Blauer Engel – RAL-UZ 140** wird seit kurzem für „Wärmedämmverbundsysteme“ vergeben. Auch hier sind die Anforderungen sehr hoch. Produkte dürfen keine Stoffe enthalten, die als giftig, krebserzeugend, erbgutverändernd, fortpflanzungsgefährdend oder fruchtschädigend eingestuft sind. Auch Biozide oder Flammenschutzmittel mit PBT-Stoffen (persistent – bioakkumulativ – toxisch, siehe Prozesskette Polystyrol, Seite 36) sind verboten. Ein Gütezeichen, das neue Maßstäbe setzen kann.

e) FSC (Holzlabel) www.fsc.fairflowers.de

Weltweit steht es trotz jahrzehntelanger globaler Lobbyarbeit für das Ökosystem Wald schlecht für diesen Naturraum. Nach wie vor wird der jährliche Waldverlust auf 13 – 15 Mio. Hektar geschätzt, d. h. alle 2 Sekunden ein Fußballfeld. Insbesondere die äquatorialen Urwälder, aber auch die letzten unberührten borealen Nadelwälder sind massiv bedroht. Um dem weiteren Raubbau dieser „grünen Lungen“ vorzubeugen, wurde das Label FSC „Forest Stewardship Council“ entwickelt.

Der FSC steht für:

Vermeidung großflächiger Kahlschläge, Erhalt naturnaher Wälder und Verbot der Umwandlung von Wald in Plantagen, Erstellung verbindlicher Betriebspläne mit standortgemäßer Baumartenwahl, Verbot gentechnisch veränderter Pflanzen, Vermeidung von Pestiziden und Verbot gefährlicher Pestizide, Ausweisung von Schutzgebieten und Schutz seltener bzw. bedrohter Tiere und Pflanzen sowie fairen Handel mit Sicherung der Rechte indigener Völker und Arbeitnehmerrechte

Alle gesellschaftlichen Gruppen – Industrie, Handel, Planer und Handwerker, aber auch die Verbraucher sind aufgerufen, ihren Beitrag zum Erhalt dieses wichtigen Ökosystem ihren Beitrag zu leisten durch verstärkte Nutzung von Holz und Holzprodukten aus nachhaltiger Forstwirtschaft, vorwiegend aus der Region, sowie konsequentem Verzicht auf Holz aus schützenswerten Wäldern und illegalem Einschlag. Die Gefahr umstrittener Herkunft ist bei Tropenhölzern am größten.

Das FSC-Label bietet hierzu eine sehr gute und empfehlenswerte Orientierungshilfe.

f) Naturland www.naturland.de

Naturland gehört weltweit zu den bedeutenden Zertifizierungsorganisationen für Produkte aus anerkannt Ökologischem Landbau bzw. aus der Forstwirtschaft als Lieferant von Naturfasern für ökologische Dämmstoffe. Alle Naturland Land- und Forstwirte, Naturland Partner, Hersteller und Verarbeiter im In- und Ausland müssen unter Beweis stellen, dass sie die strengen Naturland Richtlinien einhalten. Naturland betreut weltweit 46.000 Land- und Forstwirte oder Erzeugergruppen und gehört zu den großen ökologischen Landbauverbänden in Deutschland und weltweit. Zentrales Anliegen von Naturland ist die Vermeidung schädlicher Umweltwirkungen durch die Förderung des ökologischen Landbaus ohne gentechnisch veränderte Organismen, nachhaltige Forstwirtschaft und fairen Handel. Naturland engagiert sich umweltpolitisch, macht bei entsprechenden Gesetzesvorhaben Druck und bezieht Stellung zu aktuellen Problemen. Zu thematischen Schwerpunkten wird die Arbeit von Naturland unterstützt durch Kooperationen mit anderen großen Umweltverbänden. Naturland Mitglieder und Naturland Partner verpflichten sich, die Richtlinien von Naturland - Verband für naturgemäßen Landbau e.V. einzuhalten. Die Betriebe Mitglieder im Ausland werden regelmäßig, mindestens einmal pro Jahr durch von Naturland beauftragte Kontrolleure überprüft.

g) Grüner Strom Label www.gruenerstromlabel.de

Das Grüner-Strom-Label hat sich im Bereich der Ökostromzertifizierung wegen seiner transparenten Förderpraxis etabliert. Das GSL garantiert Netzstrom und den nachweisbaren Ausbau der Stromproduktion zu 100 % aus erneuerbaren Energien in Deutschland. Derzeit sind rund [700 Neuanlagen](#) GSL-zertifiziert.

Die Kunden, die sich für ein mit dem GrünerStromLabel zertifiziertes Stromangebot (GSL-Strom) entscheiden, zahlen je kWh einen Aufpreis von mindestens 1 ct, der für den Neubau von Anlagen zur Produktion von Erneuerbare-Energien-Strom verwendet wird, die mit dem EEG allein nicht wirtschaftlich wären. Zusätzlich verpflichtet das GSL diejenigen Ökostromanbieter mit einer jährlich verkauften Grünstrommenge von mehr als 1.000 MWh zur Belieferung der Kunden mit Ökostrom. [Ca. 120 Energieversorger](#) bieten bundesweit nach den [Kriterien des Grüner Strom Label e.V.](#) zertifizierten Ökostrom an.

Der Grüner Strom Label e.V. wird von Natur-, Umwelt- und Verbraucherschutzverbänden sowie Friedensorganisationen getragen. [Träger](#) sind der Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland ([BUND](#)), [EUROSOLAR](#), der Naturschutzbund Deutschland ([NABU](#)), der Deutsche Naturschutzring ([DNR](#)), und die [Verbraucher Initiative](#) sowie Internationale Ärzte für die Verhütung des Atomkrieges/Ärzte in sozialer Verantwortung e.V. ([IPPNW](#)) und die Naturwissenschaftler für den Frieden ([NaturwissenschaftlerInnen Initiative](#)).

6.4.2 Gütezeichen für ganze Gebäude

Gütezeichen für ganze Gebäude sind seit etwa 10 Jahren auf dem internationalen Markt und bilden ein wachsendes Segment. Neben den ökologischen und gesundheitlichen Beweggründen spielen ökonomische Gründe eine wichtige Rolle für den Investor. So ergab eine Untersuchung aus dem Jahr 2008 (sogenannte CoStarim-Studie), dass „LEED –zertifizierte Gebäude“ im Schnitt höhere Belegungsraten (4,1 %), höhere Mieteinnahmen (122 US \$/m² im Jahr), sowie höhere Verkaufspreise (1840 US \$/m²) als Gebäude von vergleichbarer Qualität ohne LEED -Status erzielen.

Die Entwicklung auf diesem relativ neuen globalen Markt darf mit Spannung beobachtet werden.

a) Deutsches Gütesiegel für Nachhaltiges Bauen (DGNB) www.dgnb.de

Mit dem Deutschen Gütesiegel Nachhaltiges Bauen wurde vom Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS) und der Deutschen Gesellschaft für nachhaltiges Bauen e. V. (DGNB) ein umfassendes Bewertungssystem für nachhaltige Gebäude entwickelt. Das Gütesiegel soll herausragende Planungsleistungen im Bereich des nachhaltigen Bauens würdigen und für alle Marktteilnehmer (Bauherren, Planer, Nutzer, Investoren, etc.) sichtbar machen. Es zeichnet sich durch die umfassende Betrachtung des gesamten Lebenszyklus von Gebäuden und ein einheitliches, objektiv nachvollziehbares Bewertungssystem aus. **Auf freiwilliger Basis werden zunächst neu errichtete Büro- und Verwaltungsgebäude ausgezeichnet. Die Zertifizierung größerer Wohngebäude ist ebenfalls möglich. Für kleine Wohngebäude ist das Label sicherlich zu teuer.**

Bei dem Label geht es nicht nur um ein neues Marketinginstrument, sondern um eine neue Generation der Nachhaltigkeitsbewertung. Die Bemühungen der deutschen Bundesregierung sind darauf gerichtet, mit dem neuen Nachhaltigkeitssiegel ein umfassendes, wissenschaftlich fundiertes und planungsbasiertes Bewertungssystem für nachhaltige Gebäude zu schaffen. Der Weg vom reinen Kosten- hin zu einem Qualitätswettbewerb eröffnet dabei allen Beteiligten neue Chancen auch im internationalen Wettbewerb. Die hohe Kompetenz der deutschen Bauwirtschaft in allen Bereichen der Nachhaltigkeit kann so auch international transportiert werden und neue Wachstumsimpulse liefern.

Der Weg zu einem Zertifikat der Deutschen Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen ist klar geregelt. Möchte ein Bauherr sein geplantes Objekt zertifizieren lassen, beauftragt er einen Architekten oder Planer, der durch eine Zusatzausbildung mit den DGNB Anforderungen für nachhaltige Gebäude vertraut ist.

Die Kernaufgabe des DGNB Auditors ist die Auditierung des Planungs- und Bauprozesses, also die Zusammenstellung der Unterlagen und Nachweise im Hinblick auf die DGNB Kriterien (Vorzertifikat + Zertifikat) sowie die organisatorische Abwicklung des Prozesses. Entsprechen die vom DGNB Auditor eingereichten Unterlagen den Anforderungen der Gesellschaft, erhält der Bauherr ein Vorzertifikat für sein in der Planung befindliches Gebäude. Er hat das Recht, das Vorzertifikat für die Vermarktung und Öffentlichkeitsarbeit zu verwenden. Dabei übernimmt er die Verantwortung für die Umsetzung des eingereichten Pflichtenheftes. Auf dieser Grundlage kann die Ausführungsplanung und Umsetzung der Baumaßnahme beginnen. Aufgabe des beratenden DGNB Auditors ist es, während des Planungs- und Bauprozesses die Anforderungen des Pflichtenheftes entsprechend einem DGNB Dokumentationshandbuch zu überwachen und festzuhalten. Nach Fertigstellung des Gebäudes prüft die DGNB den ordnungsgemäßen Ablauf des Verfahrens. Sind alle Kriterien erfüllt, wird das Vorzertifikat dauerhaft bestätigt. Der Bauherr bekommt ein Zertifikat sowie eine Plakette für sein Gebäude von der DGNB ausgehändigt. Ambitionierte Bauherren sollten eine Goldplakette anstreben, zumindest jedoch Silber, eine Bronzeplakette bescheinigt mehr oder weniger nur durchschnittliche Leistungen im Hinblick auf die Nachhaltigkeit.

b) Sentinel-Haus Institut (SHI) www.sentinel-haus.eu

SHI steht für Lebensqualität in gesunden und behaglichen Räumen. Das Sentinel-Haus Institut für wohngesunde Baukonzepte bietet als Kompetenzzentrum für Wohngesundheit allen Bauakteuren eine umfassende und praxisnahe Beratung. Ziel ist es, gesunde Lebensräume in einem bezahlbaren Standard zu errichten sowie Rechtssicherheit durch garantierte Qualität für Anbieter und Kunden zu schaffen. Im Vordergrund steht die Reduzierung von Luftschadstoffen und gesundheitlich problematischen Substanzen auf ein für die Bewohner verträgliches Maß. Dazu werden laufend aktualisierte Daten aus speziellen Baustoffdatenbanken inklusive Bewertung der Emissionswerte zu Hilfe genommen.

Zur Umsetzung dieser ehrgeizigen Ziele entwickelt das SHI Verfahren und Konzepte mit denen Bauunternehmen und Planer ihren Kunden gesunde Lebensräume vertraglich zusichern können. Die Experten des SHI schulen, beraten und qualifizieren europaweit Bauunternehmen, Handelsunternehmen, Baustoffhersteller, Handwerker, Architekten und Planer zum Thema Wohngesundheit nach dem Sentinel-Haus Konzept. Themen dieser Schulungen sind u. a. „Wohngesunde Gebäudeplanung“, „Bauphysik und Elektromog“, Raumschadstoffe und Umweltaspekte bei der Baustoffauswahl“, „Baustoffprüfungen und Gütezeichen“, „Umweltchemie“, „Allergien und Allergene“, „Rechtliche Rahmenbedingungen“, und Vieles mehr. In der Praxis arbeitet das SHI mit Unternehmen zusammen, die sich den Zielen des SHI anschließen .

c) LEED - Leadership in Energy and Environmental Design

Dieses nordamerikanische Gebäudelabel wurde eingeführt um einen Maßstab für nachhaltige Gebäude zu entwickeln. Ursächlicher Anstoß war der hohe Ressourcen- und Energieverbrauch sowie das hohe Abfallaufkommen bei üblichen Gebäuden. Im Jahr 1999 wurde zum ersten Mal das sog. „LEED Green Building rating System for New Construction“ veröffentlicht und bildete dadurch eine wichtige Hilfe für die Baubranche. Das Green Building Council, eine US-Behörde, kümmert sich um die Förderung der „Besten Beispiele der Nachhaltigkeit am Bau“ und dass die ökologischen Erkenntnisse aus dem Prozess verbreitet werden. Dieses Gütezeichen hatte Vorbildcharakter für andere Gebäudelabels und wurde auch in Staaten außerhalb Nordamerikas eingeführt.

Wie funktioniert LEED?

LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) Green Building Rating System ist ein Programm zur freiwilligen Zertifizierung, das darauf zielt, die hohen Leistungen nachhaltiger Bauten zu stärken und zu fördern. Anhand der Gebäudebewertung hat der Planer die Möglichkeit, sofort die Tragweite seiner gestalterischen Entscheidungen bezogen auf Umwelteinwirkungen zu kennen - unterteilt in fünf Kategorien die die Gesundheit von Mensch und Umwelt betreffen und mit einbeziehen. Die Kategorien sind wiederum in Anforderungen unterteilt, die auf wissenschaftlicher Grundlage bewertet werden. Diese sind:

1. Nachhaltige Baustellen
2. Wassereffizienz
3. Energie und Atmosphäre
4. Materialien und Ressourcen
5. Luftqualität im Gebäude

Neben den ökologischen Kriterien, wie der Ökobilanzierung und der Bewertung der Ressourceninanspruchnahme, werden die Lebenszykluskosten und die Wertstabilität im Rahmen der ökonomischen Aspekte betrachtet. Unter dem Punkt soziokulturelle Aspekte versammeln sich die gesundheitliche Gestaltung und Themen wie Barrierefreiheit und Sicherheit. Aber auch die gestalterische Qualität eines Bauwerks zählt hierzu. Auch der Bereich der technischen und funktionalen Qualität, mit Punkten wie der Raumakustik und die Dauerhaftigkeit/Anpassung der gewählten Bauprodukte an die Nutzungsdauer, fließt bei der Gesamtbewertung einer Immobilie im Hinblick auf nachhaltiges Bauen mit ein.

7) Ökobilanzen und Gesundheitsvorsorge

In der ökologischen und gesundheitlichen Betrachtung von Baustoffen, Bauprodukten und Bauwerken stehen wir voraussichtlich vor einem Paradigmenwechsel. Im Rahmen verschiedener neuer europäischer Gesetze werden in den nächsten Jahren neue Maßstäbe erwartet, die weit über vergangene Versuche hinausgehen, Baustoffe zu bilanzieren. Insbesondere die Beurteilung von Innenraumluft rückt aufgrund der immer luftdichteren Bauweise zunehmend in den Fokus der Gesetzgebung. Leider sind die nachfolgend beschriebenen „Instrumente“ für den Endverbraucher noch schwierig zu durchschauen bzw. zu nutzen. Umfangreiche Rechercharbeiten sind dafür teilweise erforderlich. Es bleibt zu hoffen, dass der Datenzugriff für Planer und Eigentümer baldmöglichst einfacher und verbraucherfreundlicher wird.

7.1 Gesetze, Richtlinien und rechtliche Instrumente - Kurzbeschreibung:

REACH	<p>das neue Chemikalienrecht – EU-Verordnung EG-Nr. 1907/2006 (Registration, Evaluation, and Authorisation of Chemicals) Ziel ist die Minimierung von Risiko- und Gefahrstoffen als Voraussetzung für möglichst von chemischen Schadstoffen unbelastete Innenräume. Besondere Aufmerksamkeit gilt künftig den besonders besorgniserregenden Stoffen, sogenannte SVHC (Substances of very high concern). Darunter zu verstehen sind z. B. CMR-Stoffe (canzerogen, mutagen, reproduktionstoxisch), also Stoffe mit krebserregender, erbgutverändernder u. fruchtschädigender Wirkung. Auch PBT-Stoffe (persistent, bioakkumulativ, toxisch) fallen darunter. Diese Chemikalien können von der Umwelt nicht abgebaut werden, reichern sich in Menschen und Tieren an, und sind giftig. Früher oder später landen diese gefährlichen Stoffe in der Nahrungskette, z. B. das Flammschutzmittel HBCD in Polystyrolprodukten, s. Prozesskette Seite 37. Gleiches gilt für vPvB-Stoffe (very persistent und very bioakkumulativ). Auch endokrine Stoffe – Stoffe, die geeignet sind das empfindliche hormonelle Gleichgewicht zu stören – gehören in die Gruppe der SVHC-Stoffe.</p>
GHS	<p>Global Harmonisiertes System – EU-Verordnung EG-Nr. 1272/2008 Es handelt sich um ein neues einheitliches System zur Einstufung und Kennzeichnung von Chemikalien. Es kommen neue Symbole/Piktogramme auf den Markt. Es wird festgelegt, welche Kennzeichnungspflichten einzuhalten sind, nach welchen Kriterien Stoffe und Gemische einzuordnen sind, u.v.m. Auch bekannt unter CLP-Verordnung (classification, labeling, packaging).</p>
Biozide	<p>Eine neue Biozidverordnung soll die derzeitige Biozidrichtlinie ersetzen. Die EU-Kommission will damit den freien Warenverkehr von Biozidprodukten erleichtern. Verschiedene Umweltverbände kritisieren in einer gemeinsamen Stellungnahme den bisherigen Entwurf und stellen eine Reihe von Forderungen auf, die im weiteren Verfahren berücksichtigt werden sollen, z. B.</p> <ul style="list-style-type: none">– verbesserten Schutz von Mensch und Umwelt vor negativen Folgen– Berücksichtigung des Vorsorgeprinzips– Ausschluss bestimmter Umwelt- und gesundheitsgefährdender Stoffe,– stärkere Berücksichtigung empfindlicher Gruppen (z. B. Kinder + Schwangere)
AgBB	<p>Der Ausschuss zur gesundheitlichen Bewertung von Bauprodukten hat ein Bewertungsschema für Emissionen flüchtiger organischer Verbindungen - VOC (volatile organic compounds) vorgelegt, nachdem Bauprodukte als mögliche Quelle erheblicher Schadstoffbelastungen in Innenräumen identifiziert wurden. Die aktuelle Fassung ist aus dem Jahr 2010. Der Ausschuss hat Prüfkriterien zur nachvollziehbaren und einheitlichen Bewertung erarbeitet. Die Schlussaussage des Ausschusses lautet wie folgt: „Ein Bauprodukt, welches die im Ablaufschema geforderten Bedingungen erfüllt, ist für die Verwendung in Innenräumen geeignet“</p>

7.2 Ökobilanzen

... geben Auskunft über potentielle Umweltauswirkungen die bei der Herstellung, Nutzung und Beseitigung eines Produkts entstehen. Damit wird der gesamte Lebensweg von der Wiege bis zur Bahre (engl. cradle to grave) mit in die Betrachtung einbezogen.

Die Ökobilanz teilt sich in 4 Phasen

- 1.) Festlegung des Zieles und Untersuchungsrahmens
- 2.) Sachbilanz
- 3.) Wirkungsabschätzung
- 4.) Auswertung

Der zweite Schritt führt zur Erfassung des Ressourcenverbrauchs. Dieser wird zusammengefasst in dem Indikator

- Primärenergie nicht erneuerbar
- Primärenergie erneuerbar

Der dritte Schritt versucht den Ressourcenverbrauch in seiner Wirkung auf die Umwelt zu bewerten. Indikatoren dafür sind beispielsweise

- Klimagase
- Versauerung
- Ozonabbau
- Sommersmog
- Überdüngung

Zusätzlich gibt es Indikatoren wie „Ecotox“ und „Humantox“ die die toxikologischen Risiken für die Umwelt bzw. die menschliche Gesundheit unter globalen Gesichtspunkten beschreiben. Dies ist nicht zu Verwechseln mit gesundheitlichen Risiken für Handwerker oder Nutzer eines Gebäudes.

Eine Ökobilanz muss exakt Auskunft geben, welche funktionelle Einheit berechnet und bewertet wurde. Dies kann ein kg eines Materials sein, 1 m² mit einer spezifischen Dicke eines Bauprodukts oder ein m² einer vollständigen Konstruktion. Am sinnvollsten ist ein Vergleich von einem Quadratmeter einer bestimmten Konstruktion z.B. ein gedämmtes Schrägdach oder eine Außenwand, die einen bestimmten U-Wert erreichen sollen. Dies wird auch als „funktionales Äquivalent“ bezeichnet. Dabei sollen die Berechnungen die Lebenszyklusphasen Errichtung, Instandsetzung und Beseitigung umfassen.

Diese Veröffentlichung konzentriert sich auf den Vergleich von Wärmedämmstoffen. Die folgende Tabelle vergleicht deshalb die Mengen der Dämmstoffe, die notwendig sind, um einen U-Wert von 0,2 W/m²K zu erreichen. Da Dämmstoffe für unterschiedlichste Anwendungsbereiche geeignet sind, wurde hier jeweils exemplarisch eine Einsatzmöglichkeit angenommen. Aus diesem Grunde eignen sich die Daten nicht für einen Quervergleich.

Mit größtmöglicher Sorgfalt wurde versucht, den Herstellungsprozess von 25 verschiedenen Wärmedämmstoffen möglichst umfassend zu bilanzieren. Die Ökobilanzmodule sind der Datenbank des Bundesministeriums für Verkehr, Bauen und Stadtentwicklung (BMVBS) entnommen. **Die in der nachfolgenden Tabelle verwendeten Werte berücksichtigen nur die Herstellungsphase (cradle to gate)**, und weder unterschiedliche Nutzungsdauern einer Produkthanwendung noch die Beseitigung des Materials. Dennoch handelt es sich bei der folgenden Aufstellung vermutlich um die aktuellste und umfangreichste Zusammenstellung an Ökobilanzdaten für Wärmedämmstoffe, die derzeit öffentlich zugänglich ist. Der Anspruch auf Vollständigkeit ist mit der nachfolgenden Datensammlung nicht verbunden.

Tabelle Ökobilanz von Wärmedämmstoffen (Teil 1)

Autor: Holger König

Stand: 06-2010

Datenbank: Ökobaudat

Systemgrenze: frei Werktor aufgeladen, ohne Instandsetzung, Rückbau + Entsorgung

funktionelle Einheit: 1 m² Dämmung

funktionelles Äquivalent: U-Wert 0,2 W/m²K

Nr.	Dämmstoff	Einsatzmöglichkeit	Rohdichte kg/m ³	WLG Lambda W/mK	Dicke d (m)	U-Wert m ² /KW	Klimagas kg CO ₂ Äquivalent
1	Blähton	Schüttung	400	0,16	0,80	0,2	100
2	Bimssand	Schüttung	1000	0,19	0,95	0,2	8,2
3	Perlite	Schüttung	100	0,06	0,30	0,2	15,18
4	Porenbetongranulat	Schüttung	400	0,15	0,75	0,2	0,62
5	Schaumglasschotter	Schüttung	130	0,08	0,40	0,2	11,25
6	Kalziumsilikatplatten	Vorwanddämmung innen	220	0,06	0,28	0,2	
7	Mineralschaum	Innendämmung	123	0,05	0,23	0,2	25
8	Schaumglas	Perimeterdämmung	100	0,04	0,20	0,2	21,9
9	Glaswolle	Zwischenwanddämmung	20	0,04	0,18	0,2	6,2
10	Steinwolle	Zwischenwanddämmung	30	0,04	0,18	0,2	8
11	Schilfrohrplatten	WDVS-System	250	0,06	0,28	0,2	
12	Flachs	Zwischensparrendämmung	15	0,04	0,20	0,2	3
13	Hanf	Zwischensparrendämmung	23	0,05	0,23	0,2	5,4
14	Holzfasерpl. (nass)	Aufdachdämmung	160	0,04	0,20	0,2	-1408
15	Holzfasерpl. (trocken)	Zwischenwanddämmung	50	0,04	0,20	0,2	-3,9
16	Holzspäne	Zwischenwanddämmung	80	0,05	0,23	0,2	
17	Holzwohle LBP	WDVS-System	360	0,09	0,45	0,2	-30
18	Korkplatte	Aufdachdämmung	80	0,05	0,23	0,2	-1407
19	Schafwohle	Zwischensparrendämmung	20	0,04	0,20	0,2	
20	Zelluloseflocken	Zwischensparrendämmung	50	0,04	0,20	0,2	-6,5
21	Zelluloseplatten	Zwischenwanddämmung	85	0,04	0,20	0,2	6,2
22	Polyesterfaser		19	0,04	0,20	0,2	
23	Polystyrol EPS 15	WDVS-System	15	0,04	0,18	0,2	8
24	Polystyrol XPS	Bodenplattendämmung	32	0,04	0,18	0,2	16
25	Polyurethanplatten	Aufdachdämmung	30	0,03	0,14	0,2	21

Tabelle Ökobilanz von Wärmedämmstoffen (Teil 2)

Autor: Holger König

Stand: 06-2010

Datenbank: Ökobaumat

Systemgrenze: frei Werktor aufgeladen, ohne Instandsetzung, Rückbau + Entsorgung

funktionelle Einheit: 1 m² Dämmung

funktionelles Äquivalent: U-Wert 0,2 W/m²K

Nr.	Versauerung	Ozonabbau	Sommersmog	Überdüngung	Primärenergie	- Aufwand (PE)	
	kg SO ₂ - Äquivalent	kg CFC11 Äquivalent	kg Ethen Äquivalent	kg Phosphor Äquivalent	MJ erneuerbar	MJ nicht erneuerbar	
1	0,68	0	0,06	0,03	129		1535
2	0,02	0,00000950	0	0	1,2		117
3	0,02	0,00000300	0	0	0,87		212
4	0	0	0	0	0,49		9,7
5	0,05	0,00000100	0	0,01	98		278
6							
7	0,05	0	0,01	0,01	43		313
8	0,04	0,00000014	0	0,01	182		304
9	0,13	0,00000030	0	0	4,5		100
10	0,04	0,00000036	0	0,01	3,6		113
11							
12	0,02	0,00000600	0	0,01	44		124
13	0,03	0,00000090	0,01	0,01	77		946
14	1,28	0,00006400	0,01	0	655		425
15	0,04	0,00000030	0	0	240		224
16							
17	0,15	0	0,01	0,02	1788		956
18	7,14	0	0,62	1,38	27810		19110
19							
20	0,01	0,00000020	0	0	8		41
21	0,13	0,00000300	0,01	0,03	467		262
22							
23	0,02	0	0	0	1,1		240
24	0,04	0	0,02	0	4,3		506
25	0,07	0	0,01	0,01	6,7		427

Ein aktuelles und für professionelle Planer gut geeignetes Instrument zur Ökobilanzierung von Baukonstruktionen und Gebäuden ist die Software LEGEP (www.legep-software.de) die über ein Modul Ökobilanz und eine sehr umfangreiche Material-/Konstruktionsdatenbank verfügt.

7.3 Begriffserläuterung Ökobilanzparameter:

Primärenergieaufwand PE:

Der Primärenergieaufwand (in MJ/kg oder MJ/m³) beinhaltet sämtliche energetischen Aufwendungen, die zur Herstellung eines Produktes erforderlich sind. Er errechnet sich aus Daten der Sachbilanz (Inputbilanz) als Summe des natürlichen Energieinhalts der verbrauchten Energieträger und dient als pauschaler Wirkungsparameter zur Abschätzung der durch die Energiebereitstellung verursachten Umweltauswirkungen. Für die Bewertung wird hier nur der aus nicht erneuerbaren Energieträgern stammende Anteil angegeben, da diese Daten aus allen Quellen verfügbar sind, wohingegen nur in wenigen Quellen die Anteile der regenerativen Energieträger zusätzlich ausgewiesen werden.

Treibhauspotential/Erderwärmungspotential (GWP-Global Warming Potential):

GWP beschreibt die Summe aller treibhauswirksamen Gase durch den Produktionsprozess des Dämmstoffes als CO₂-Äquivalent (Kohlendioxid). Das heißt, die Wirksamkeit der verschiedenen Gase ist auf 1 Kg CO₂ bei einer Verweildauer von 100 Jahren normiert. Durch die langfristige CO₂-Bindung aus der Atmosphäre während der pflanzlichen Wachstumsphase - und deren Gegenrechnung zu den Emissionen – entstehen bei nachwachsenden Rohstoffen meist Werte mit negativen Vorzeichen, d. h. insgesamt positive CO₂-Bilanzen.

Versauerungspotential (AP-Acid Potential):

Das Versauerungspotential beschreibt die Summe aller Gase aus dem Herstellungsprozess als SO₂-Äquivalent (Schwefeldioxid), die in Verbindung mit Wasser zur Versauerung von Gewässern und Böden beitragen können (saurer Regen).

Heizwert (nur nachrichtlich, wird in vorstehender Tabelle nicht berücksichtigt):

Energieinhalt eines Produktes, der bei späterer thermischer Verwertung genutzt werden kann.

7.4 Zuschlagstoffe und Bindemittel

Naturfaserdämmstoffe bestehen in der Regel zu einem sehr hohen Prozentsatz (> 80 %) aus natürlichen Fasern nachwachsender Rohstoffe. Hierdurch ergibt sich ein aus ökologischer Sicht großer Vorteil gegenüber den konventionellen Schaum-Dämmstoffen, mit ihren komplizierten Prozessketten auf Erdölbasis und zahlreichen toxischen Zwischenprodukten (siehe Prozessketten und Steckbriefe Polystyrol und Polyurethan).

Vielen Produkten werden aber aus Gründen der Formstabilität, des Brandschutzes, des Schutzes vor tierischen Schädlingen oder aus produktionstechnischem Anlass Bindemittel und Zuschlagstoffe beigefügt. Manche dieser Stoffe sind natürliche Bestandteile, einige sind auf synthetischer Basis hergestellt und innerhalb der Naturbaustoff-Branche sehr umstritten. Dies sorgt dadurch immer wieder für kontroverse Diskussionen.

Im Rahmen aktueller EU-Umweltgesetzgebungsverfahren – z. B. Biozid-Verordnung und REACH-Verordnung (neue europäische Chemikalienrichtlinie) – werden über 140.000 Stoffe in einem komplizierten, langwierigen Verfahren registriert und hinsichtlich ihrer Toxizität neu bewertet. Betroffen sind dabei auch Stoffe, die Naturfaserdämmstoffen zugesetzt werden, z. B. PUR-haltige Kleber bei Holzfaserplatten im Trockenverfahren oder Bor-Präparate bei Zellulosedämmstoffen, Holzfaser-, Hanf- oder Flachsprodukten. Unabhängig von den weiteren EU-Gesetzgebungsverfahren sollten die betroffenen Hersteller von Naturfaserdämmstoffen zügig den Einsatz umweltverträglicherer Stoffe prüfen. Hausbesitzer, Planer und Handwerker können sich im Internet informieren, z. B. über www.umweltbundesamt.de oder www.positivlisten.info

Bindemittel und Stützfasern:

Insbesondere bei flexiblen Dämmplatten bzw. -matten (z. B. Holzfaser und Hanf) werden zur Erhöhung der Stabilität Stützfasern als Bindemittel eingezogen, mit einem Anteil von beispielsweise 10–12%. Einige Hersteller setzen dabei auf textile Kunstfasern (z. B. Bikomponentenfaser auf Polyesterbasis), andere Hersteller verwenden natürliche Maisstärke, manche haben beide Varianten im Programm, wieder Andere setzen auch Kartoffelstärke ein (z. B. Flachs). Stopfhanf benötigt keinerlei Stützfasern. Als sogenanntes Fällungsmittel zur Lockerung der Naturfasern wird Aluminiumsulfat genutzt. Bei sachgerechter Anwendung vorgenannter Stoffe sind nach derzeitiger Kenntnis des Verfassers keine oder nur geringe gesundheitliche Probleme zu erwarten. Aus Gründen der Nachhaltigkeit und des Umweltschutzes sollten möglichst natürliche Bindemittel zum Einsatz kommen, wenngleich deren Produktionsprozess auch sehr aufwändig und teuer sein kann.

Bei stärkeren einschichtigen, druckfesten Holzfaserplatten im Trockenverfahren wird nach derzeitiger Kenntnis des Verfassers vorwiegend/ausschließlich MDI/PMDI (Poly-Methylen-Diphenyl-di-Isocyanat) verwendet. Isocyanate sind chemisch sehr reaktive Stoffe aus der Chlorchemie. Ihre Herstellung erfolgt aus (Di)-Aminen und dem äußerst giftigen Phosgen, früher bekannt als Kampfstoff und aus dem Chemieunfall im indischen Bophal (Quelle: ökologisches Baustofflexikon). Toxische Stoffe sollten nach Meinung des Verfassers nicht in den Produktionsprozess von Naturfaser-Baustoffen einfließen, insbesondere wenn Alternativen vorhanden sind. Siehe auch Kapitel Holzfaserdämmplatten im Trockenverfahren sowie Prozesskette Polyurethan und Steckbrief Polyurethan.

Für die Produktion von Holzfaserdämmplatten im Nassverfahren werden primär die Bindekräfte des holzeigenen Lignins genutzt. Als Bindemittel der unterschiedlichen Lagen zu stärkeren Dämmplatten wird Weißleim oder Wasserglas eingesetzt, siehe Kapitel Holzfaserdämmplatten im Nassverfahren.

Brandschutz und vorbeugender Schutz gegen Schädlinge:

Als umweltfreundliches Brandschutzmittel kommt bei manchen Herstellern **Soda** (Natriumcarbonat) zum Einsatz (Anteil beispielsweise 3-5%). Andere Hersteller verwenden **Ammoniumpolyphosphat**, das laut „ökologischem Baustofflexikon“ als vergleichsweise gesundheits- und umweltverträglich gilt (Bewertung des Umweltbundesamtes, UBA-Texte 25/01: Anwendung unproblematisch). **Die bislang insbesondere in Zellulose-Dämmstoffen eingesetzten borathaltigen Brandschutzmittel geraten zunehmend aus gesundheitlichen Gründen – insbesondere für die ausführenden Handwerker – in die Kritik. So ist Borsäure als sogenannter „Nichtnotifizierter alter biozider Wirkstoff gemäß EU-Verordnung 1451/2007“ wegen seines reproduktions-toxischen Potentials gelistet. Derzeit wird im Rahmen der EU-Umweltgesetzgebung ein Verwendungsverbot von Borsäure über 5,5 % Anteil diskutiert.**

7.5 Zusammenfassende Bewertung natürlicher Dämmstoffe

Umfassende Ökobilanzen berücksichtigen die umwelt- und gesundheitsrelevanten Aspekte von Bauprodukten in allen 6 Lebensphasen von der „Wiege bis zur Bahre“ (Rohstoffe, Transport, Produktion, Verarbeitung, Nutzung und Entsorgung). Bei dieser umfassenden Betrachtungsweise ergibt sich für Dämmstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen – abgesehen vom wenigen Ausnahmefällen – ein insgesamt erfreulich positives Gesamtbild.

Die **Rohstoffe** sind überwiegend natürlichen Ursprungs und werden - bei nachhaltiger Land- und Forstwirtschaft - in einem überschaubaren Zeitraum wieder von der Natur bereitgestellt.

Möglichst kurze **Transportwege** sind ein wichtiges Kriterium zur Unterstützung regionaler Wirtschaftskreisläufe. Die meisten Rohstoffe zur Herstellung von Naturfaserdämmstoffen werden in Mitteleuropa geerntet und verarbeitet. Sowohl Bauherr, als auch Architekt und Handwerker sollten zur Unterstützung regionaler Wirtschaftskreisläufe möglichst auf regionale Produkte achten und Rohstoffe, die weite Transportwege erfordern möglichst vermeiden.

Die **Produktion** vieler Erzeugnisse (z. B. Flachs, Hanf, Schafwolle und Zelluloseflocken) erfolgt in der Regel in einfachen Prozessketten (s. S. 38/39) mit geringem Energieaufwand. Bei der Herstellung verschiedener Kork-/Holzfaserprodukte ist der Energieaufwand allerdings deutlich höher (s. Tabelle oben). Eventuelle Umweltbelastungen im Laufe des Lebenszyklus der Dämmstoffe hängen von den Zusatzstoffen und Bindemitteln in den Produkten ab.

Gesundheitliche Auswirkungen für Bewohner sind bei sachgerechtem Einbau (Beachtung der *Regeln der Technik* und der Richtlinien des Herstellers) nach umfangreichen Recherchen des Verfassers - zum jetzigen Zeitpunkt nicht zu erwarten.

Die **gesundheitlichen und ökologischen Risiken bei der Verarbeitung** natürlicher Dämmstoffe sind unter Beachtung entsprechender Arbeitsschutzbedingungen gering. Die Staubentwicklung kann allerdings – z. B. beim Schneiden von Holzfaserdämmstoffen oder Einblasen von Zellulose – erheblich sein. Professionelle Schneidemaschinen (s. Kap. 5) mit Absaugvorrichtungen und gute Feinstaub-Schutzmasken beim Einblasen sollten deshalb zur obligatorischen Ausrüstung des ausführenden Handwerksbetriebs gehören.

Rückbau und Entsorgung bzw. Wiederaufbereitung lose eingebauter Dämmstoffe ist im Regelfall ohne größere Probleme möglich (z. B. Zellulose, Hanf, Holzfaser, etc.). Auch eine thermische Verwertung wegen des günstigen Heizwertes der natürlichen Dämmstoffe ist möglich und sinnvoll. Die Trennung und Wiederaufbereitung sämtlicher großflächig verklebter und gedübelter Wärmedämmverbundsteme erfordert allerdings einen sehr hohen Aufwand und findet in der Praxis deshalb kaum statt. Das größte langfristige Umweltrisiko ist nach dem derzeitigen Wissensstand des Verfassers durch deponierte Polystyrol-Dämmstoffe wegen deren persistenter und bioakkumulativer Wirkung des Flammschutzmittels HBCD zu erwarten. Es bleibt abzuwarten, ob der Gesetzgeber hier künftig erhöhte Anforderungen vorschreibt.

Verbraucherschutz:

Der Hausbesitzer erwartet bei seiner Entscheidung für Naturfaserprodukte in der Regel auch ein ökologisch hochwertiges Naturprodukt. Größtmöglicher Verbraucherschutz wird durch Volldeklarationen der Hersteller erreicht. Derzeit mangelt die Transparenz nicht nur bei konventionellen, sondern leider auch bei einigen „ökologischen Bauprodukten“. Verschiedene Gütesiegel (s. auch private Güte- und Qualitätssiegel, Kapitel 6) bringen einen erhöhten Gesundheits- und Verbraucherschutz. Derzeit bieten z. B. das -Siegel der Arge-KdR e. V. oder das Label **natureplus höhere Sicherheit für den Konsumenten bei Gebrauchstauglichkeit, Umweltverträglichkeit und Gesundheitsvorsorge. Allerdings hat der Konsument bei natureplus keinen Zugriff auf die Volldeklaration. Ein Schwachpunkt aus Verbrauchersicht, insbesondere vor dem Hintergrund, der Zertifizierung von Holzfaser-Dämmplatten mit isocyanathaltigen Bindemitteln, s. Kapitel Trockenverfahren.**

8) Produktionsprozesse und Prozessketten

8.1 Produktionsprozess von Holzfaserdämmstoffen

Holzfaserdämmstoffe sind genormte, werkmäßig hergestellte Dämmstoffe für den Wärme- und Schallschutz. Sie bestehen zu mindestens 85% aus Holzfasern, und werden im Nass- oder Trockenverfahren, ggfs. unter Beigabe von Zusatzstoffen oder Bindemitteln hergestellt. Im Rahmen der nächsten Überarbeitung der DIN EN 13 171 (01) soll der Holzfaseranteil erstmals auch normativ auf mindestens 80% gesenkt werden.

Zur Herstellung werden u. a. wegen guter Verfügbarkeit primär Nadelhölzer verwendet. Deren Faserqualität verleiht den fertigen Platten im Verhältnis zur Rohdichte eine hohe Festigkeit. Als Ausgangsmaterial werden vor allem Resthölzer (z. B. aus Sägewerken) in Form von Hackschnitzel, Spreißel und Schwarten verwendet, unter Einwirkung von Wasserdampf aufgeweicht und so für die nachfolgende Verarbeitung vorbereitet.

Abb. 1:
Produktionsablauf Nassverfahren

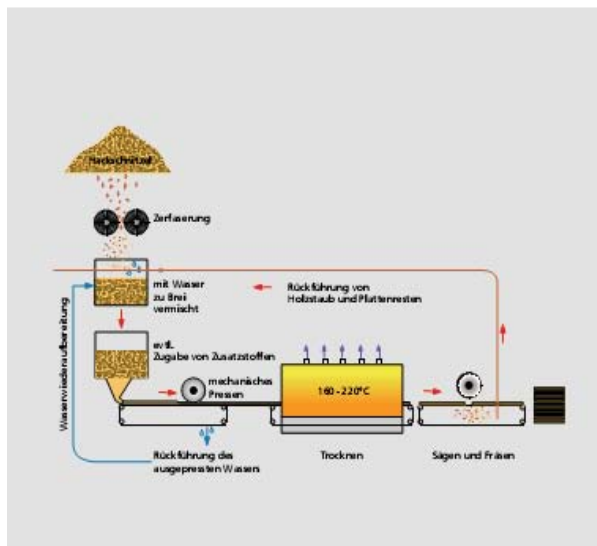
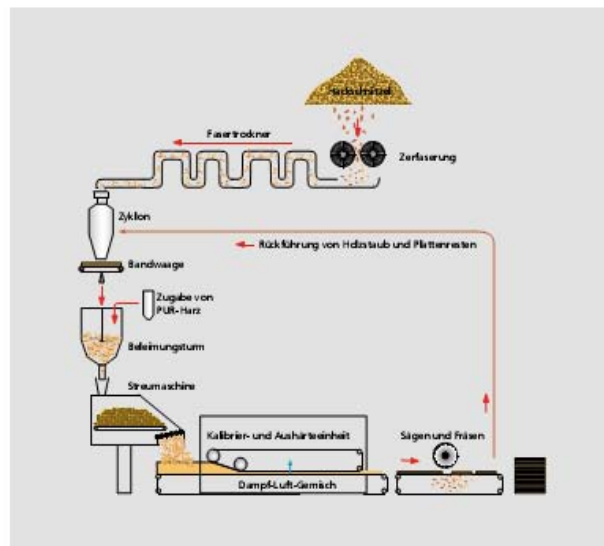


Abb. 2:
Produktionsablauf Trockenverfahren



Quelle: Gutex Holzfaserplattenwerk

8.1.1 Herstellung von Holzfaserdämmplatten im Trockenverfahren

Zur Herstellung formstabiler und druckbelastbarer Dämmplatten im Trockenverfahren werden die Fasern unmittelbar nach dem Aufschlussprozess auf die für den Beleimungsprozess notwendige Restfeuchte getrocknet, und anschließend in einem Beleimungskanal oder -turm mit einem Bindemittel (meist PUR-Harzleim) beleimt. Die beleimten Fasern werden ausgestreut, auf die gewünschte Plattendicke gepresst und durch ein Dampf-Luft-Gemisch ausgehärtet.

Bei der Herstellung flexibler Holzfaserdämmplatten werden die Fasern nach der Trocknung mit textilen Bindefasern verstärkt. Die Mischung wird über eine Formstraße zu einem endlosen Strang geformt. Bei der anschließenden Trocknung und Abkühlung kommt es zum partiellen Aufschmelzen und Vernetzen der Bindefasern. Die Verwendung von PUR-Harzleim ist hier nicht erforderlich.

Vorteil im Trockenverfahren: geringerer Energieverbrauch als im Nassverfahren, keine Begrenzung einschichtiger Platten auf 4 cm.

Nachteil: Verwendung problematischer Bindemittel, meist ca. 4 % PUR (siehe Prozesskette und Beschreibung Polyurethan).

8.1.2 Herstellung von Holzfaserdämmplatten im Nassverfahren

Zur Herstellung von Holzfaserplatten im Nassverfahren werden Holzhackschnitzel unter Einwirkung von Wasserdampf bei einem Druck von 3 - 8 bar aufgeweicht und dann zerfasert. Entsprechend den Anforderungen wird bei nachfolgenden AufschlieÙungsprozessen die Faseroberfläche aktiviert, so dass beim Trocknen oder Pressen die holzeigenen Bindekräfte (Lignin) zusammen mit Wasser zur Abbindung gebracht werden. Es ist ein AufschlÄmmen der Fasern in bis zu 98 % Wasser üblich.

Eine Beigabe von Klebstoffen ist bei diesem Verfahren nicht mehr erforderlich. Bei einzelnen Produkten (z. B. Unterdeckplatten) werden aber harz-, latex- oder bitumenhaltige Zusatzmittel eingesetzt, um beispielsweise die wasserabweisenden Eigenschaften zu verbessern. Die aufgeschlÄmmten Fasern werden zuerst in Bütten zwischengelagert und anschließend auf einer Formmaschine zu Faserkuchen geformt. Nach dem mechanischen Auspressen eines Großteils des Wassers wird der Faserkuchen auf Länge geschnitten bevor er in einem Trockenkanal bei Temperaturen zwischen 160 und 220° C getrocknet wird. Anschließend werden die Platten auf Format geschnitten (konfektioniert). Mit diesem Verfahren können Dämmplatten mit einer Stärke von bis zu 4 cm hergestellt werden. Für größere Dämmstärken müssen einzelne Schichten miteinander verleimt werden, z. B. unter Verwendung von Weißleim (Polyvinylacetat/Essigsäurevinylester) oder Wasserglas, oder pflanzlicher Stärke. Weißleim kann ohne Lösemittel und Weichmacher hergestellt werden. Über Wasserglas (auch Hauptbestandteil umweltfreundlicher Silikatfarben) und pflanzlicher Stärke sind dem Verfasser bei sachgerechter Anwendung keine negativen Umweltauswirkungen bekannt.

Vorteil im Nassverfahren: keine Verwendung toxischer PUR-Bindemittel erforderlich, da die holzeigenen Bindemittel (Lignin) genutzt werden können.

Nachteil: Erhöhter Energieverbrauch. Schichtverleimung mit Vinylacetat, dieser Stoff ist in der MAK-Liste als krebverdÄchtig eingestuft, Alternativen s. oben.

8.2 Prozessketten ökologischer Dämmstoffe am Beispiel Flachs und Zellulose

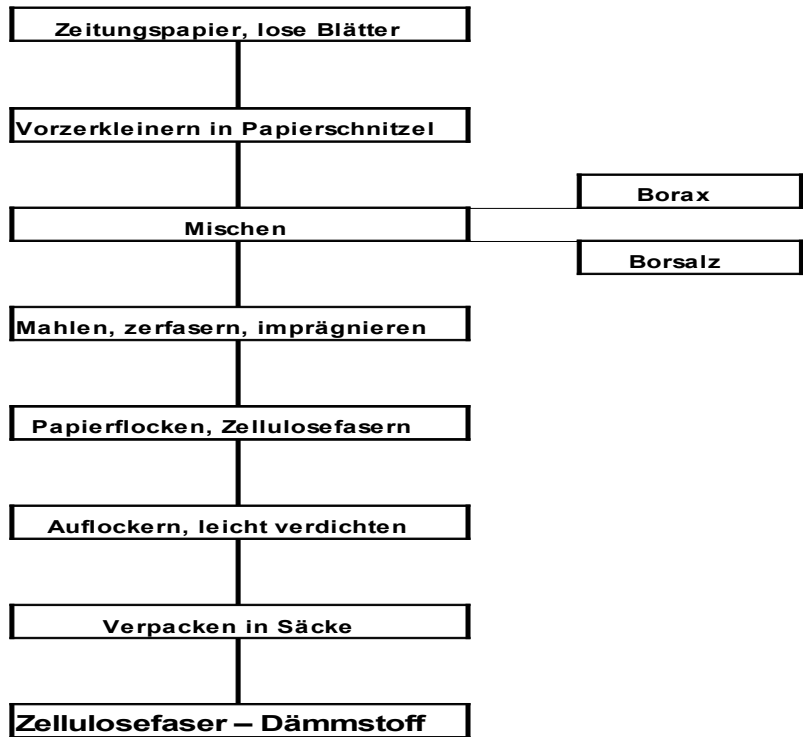
Zur korrekten ökologischen Bewertung von Naturfaserdämmstoffen gehört auch ein Blick auf die Prozessketten. Daraus lassen sich bereits umweltfreundliche Produktionsweisen bzw. etwaige Umweltrisiken aus dem Herstellungsprozess ableiten.

Die Prozesskette zur Herstellung von **Zellulosedämmstoff** ist denkbar einfach mit geringstem Rohstoff- und Energieeinsatz. Allerdings werden den meisten Zellulosedämmstoffen borathaltige Flammschutzmittel beigefügt, die aus gesundheitlichen Gründen – insbesondere für die ausführenden Handwerker – in die Kritik geraten sind. So ist Borsäure als sogenannter „Nichtnotifizierter alter biozider Wirkstoff gemäß EU-Verordnung 1451/2007“ wegen seines reproduktions-toxischen Potentials gelistet. Derzeit wird im Rahmen der EU-Umweltgesetzgebung ein Verwendungsverbot von Borsäure über 5,5 % Anteil diskutiert. Als alternatives Flammschutzmittel wird von einigen Herstellern Ammoniumphosphat eingesetzt, das laut „ökologischem Baustofflexikon“ als vergleichsweise gesundheits- und umweltverträglich gilt, (Bewertung des Umweltbundesamtes, UBA-Texte 25/01: Anwendung unproblematisch).

Die Prozesskette zur Herstellung von **Flachsdämmstoff** ist ebenfalls sehr einfach. Die Probleme durch borathaltige Flammschutzmittel gelten entsprechend den Ausführungen bei Zellulose. Die Prozesskette bei Herstellung von **Hanfdämmstoffen** läuft ähnlich ab.

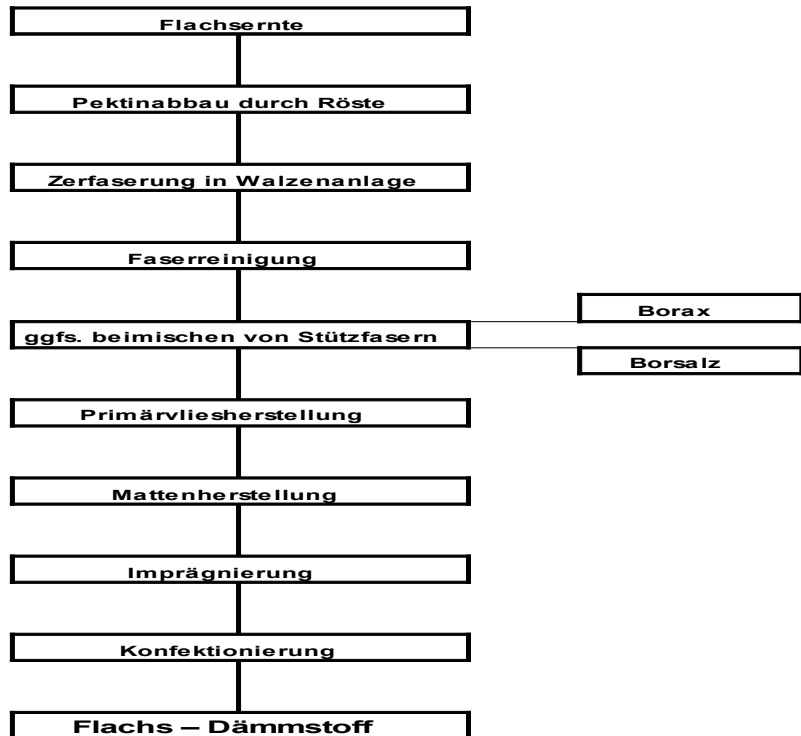
Quelle: ECOBIS 2000

Prozesskette Zellulose



Quelle: ECOBIS 2000

Prozesskette Flachs



8.3 Prozesskette und Bewertung Polystyrol

Zur ökologischen Bewertung von Naturfaserdämmstoffen und einer korrekten Abwägung im Vergleich zu „konventionellen Dämmstoffen“ ist auch ein Blick in deren Herstellungsprozess sinnvoll. Die Herstellung von **Polystyrol-Schaumdämmstoffen** in Betrieben der Großchemie ist mit aufwändigen und umweltbelastenden chemischen Prozessen verbunden. In den verarbeitenden Betrieben sind umfangreiche Arbeitsschutzmaßnahmen notwendig.

Das Produkt Polystyrol als Vorprodukt der synthetischen Schaumdämmstoffe EPS und XPS basiert auf den fossilen Rohstoffen Erdöl, Erdgas und Steinkohle. Bei der Herstellung sind Gefahrstoffe mit erheblichem Risikopotential beteiligt, z. B. Benzol (toxisch) und Ethylen (hochentzündlich). Das daraus hergestellte Styrol ist ebenfalls toxisch und steht im Verdacht krebserzeugend zu sein. (Quelle: ECOBIS 2000, Gisbau).

Im Forschungsbericht des Umweltbundesamtes (UBA) vom April 2008 wird das vollständige Verwendungsverbot von Polystyrol-Dämmstoffen mit dem bromierten Flammschutzmittel Hexabromcyclododecan (HBCD) angesprochen, da dieser als **PBT-Stoff** (persistent, bioakkumulativ oder toxisch) identifiziert wurde. Mangels alternativen Flammschutzmitteln derzeit (nach heutigem Kenntnisstand des Verfassers) würde dies einem Verbot von Polystyrol-Dämmstoffen gleichkommen.

Auszüge aus dem UBA-Bericht:

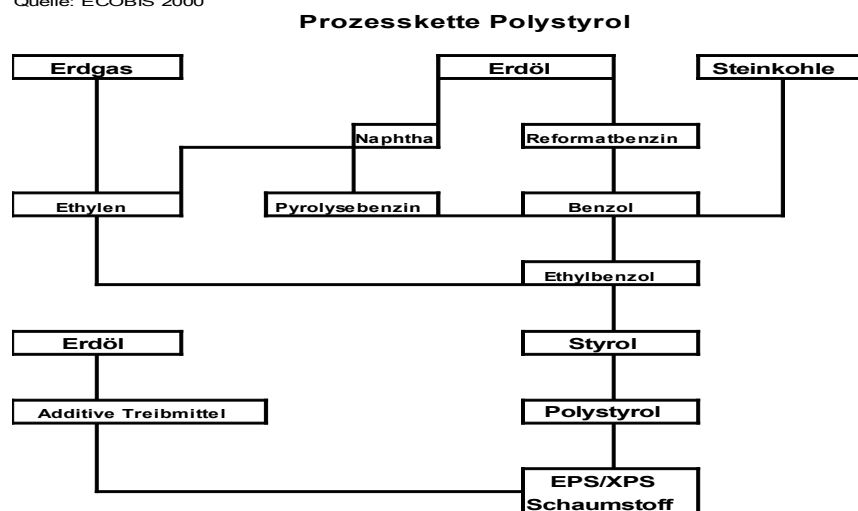
„Weltweit werden jährlich ca. 22.000 t HBCD verwendet, der Verbrauch in der EU beträgt etwa 9.600 t. Es wird vorwiegend zum Flammschutz bei Polystyrol-Dämmstoffen eingesetzt.“
„Bislang ist kein Flammschutzmittel für PS-Dämmstoffe bekannt, das als Ersatzstoff für HBCD geeignet wäre.“

„Die Risikobewertung hat direkte Risiken und ein systemisches Risikopotential ergeben. Die Verarbeitung von HBCD verursacht erhebliche lokale Risiken für Mensch und Umwelt (Gewässer, Sedimente). Kritische Punktquellen sind Anlagen zur Formulierung expandierten und extrudierten Polystyrols (EPS, XPS) und zur Beschichtung von Textilien. Die Expositionsszenarien der Risikobewertung belegen gesundheitliche Risiken am Arbeitsplatz als Folge des Einatmens von HBCD als Feinpuder. Die starke Bioakkumulation (Anreicherung in Lebewesen) verursacht weiterhin indirekte Risiken über alle Nahrungsketten, besonders für Meeressäuger.“ „HBCD ist toxisch für Gewässerorganismen. Es ist in zahlreichen marinen Organismen sowie in der menschlichen Muttermilch nachweisbar.“

„Das UBA plädiert dafür, zur Wärmedämmung – soweit technisch möglich – andere umweltverträglichere Dämmmaterialien zu verwenden, bis ein alternatives Flammschutzmittel für PS gefunden ist.“

Weitere Details, siehe auch Kapitel 9, Steckbriefe, D2 Polystyrol.

Quelle: ECOBIS 2000



8.3 Prozesskette und Bewertung Polyurethan

Bei der Herstellung von **PUR** und deren chemischer Rohstoffe sind Gefahrstoffe mit erheblichem Risikopotential beteiligt. Deshalb ist beim Umgang mit dem Ausgangsmaterial Isocyanate generell erhöhte Vorsicht geboten. Im Brandfall kann hochtoxische Blausäure entstehen. (Quelle: ECOBIS 2000, Gisbau)

Stellungnahme der aktuellen Datenbank Wecobis:

Diisocyanate sind als gesundheitsschädlich bis giftig, reizend und sensibilisierend eingestuft (TDI, MDI). Beim Umgang mit Isocyanaten ist generell Vorsicht geboten. Vor allem bei der Verarbeitung von 2-Komponenten-Reaktionsharzen (2K-Harze) können Gefährdungen auftreten. Somit sind umfangreiche Arbeitsschutzmaßnahmen notwendig. Neben Vorsichtsmaßnahmen gegen die akuten Gefährdungen von Isocyanaten sollten Allergiker und Asthmatiker sowie bereits gegen Isocyanate sensibilisierte Mitarbeiter nicht zu Arbeiten mit Isocyanaten oder deren Zubereitungen herangezogen werden. Erkrankungen durch Isocyanate sind meldepflichtige Berufskrankheiten.

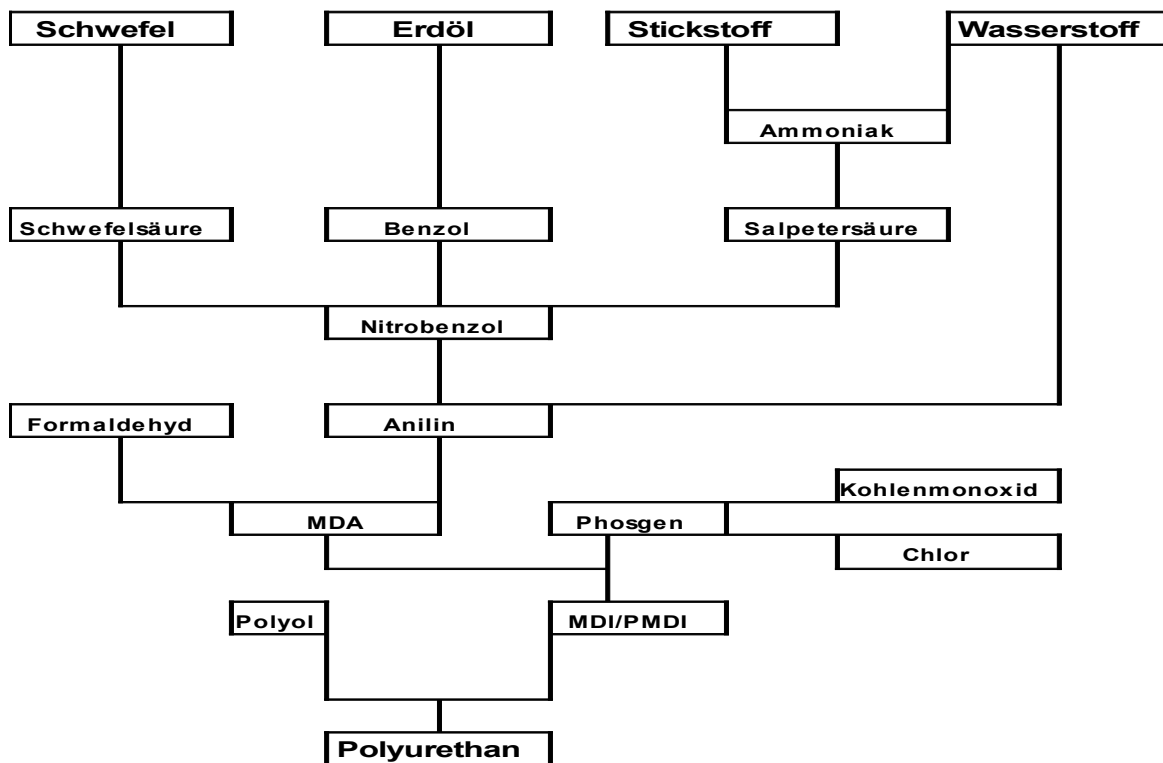
Als Flammschutzmittel wird (laut Wecobis) überwiegend Tris(chlorpropyl)phosphat (TCPP) eingesetzt. Dazu schreibt das „Ökologische Baustofflexikon“: „Für TCPP liegen Hinweise auf Mutagenität vor. Es besteht der Verdacht auf krebserzeugende Wirkung“.

Zum Zwischenprodukt Phosgen schreibt das „Ökologische Baustofflexikon“: „Phosgen ist eine äußerst giftige Chemikalie mit heuartigem Geruch. Es wurde auch beim Chemieunfall im indischen Bophal 1984 freigesetzt, und war Ursache für einen großen Teil der Vergiftungen (tausende Tote + hunderttausende Verletzte). Im 1. Weltkrieg wurde Phosgen als Kampfgas eingesetzt. In der Lunge setzt es hydrolytisch Salzsäure frei, die das Lungengewebe verätzt.“

Weitere Details, siehe auch Kapitel 9, Steckbriefe, D3 Polyurethan.

Quelle: ECOBIS 2000

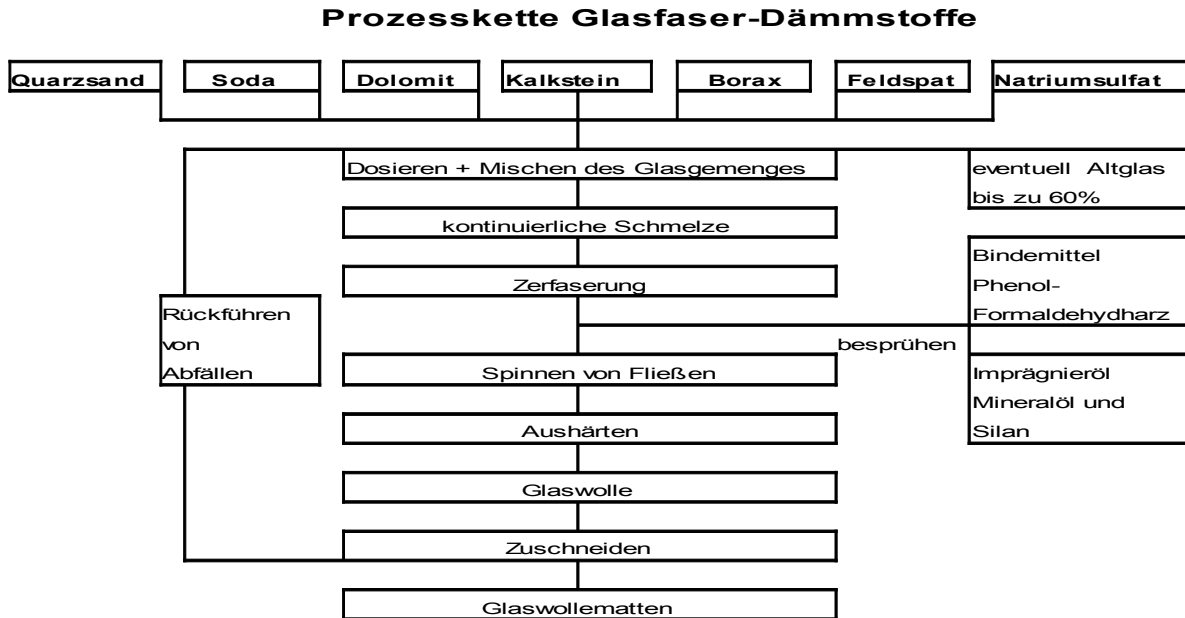
Prozesskette Polyurethan



8.4 Prozessketten und Kurzbewertung Mineralfaser-Dämmstoffe

Die Herstellung von **Glasfaser-Dämmstoffen** basiert im Wesentlichen auf dem Einsatz natürlicher Mineralien, häufig unter dem Zusatz großer Mengen Altglas. Je nach Anteil des Zusatzes an Altglas variiert der Aufwand an zugeführter Energie. Als Bindemittel werden in der Regel gesundheitlich bedenkliche Phenol-Formaldehydharze eingesetzt.

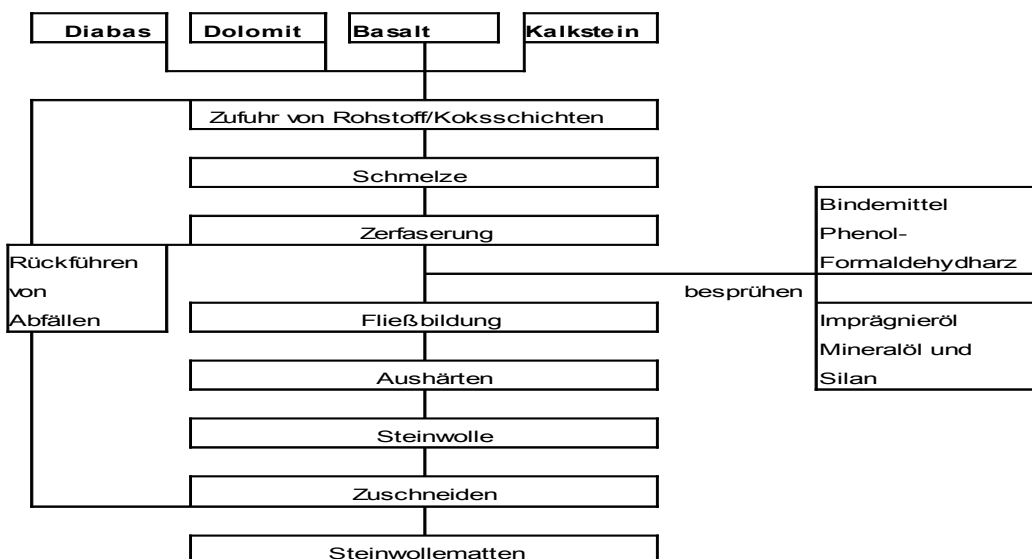
Quelle: ECOBIS 2000



Die Herstellung von **Steinwolle-Dämmstoffen** basiert auf dem Einsatz natürlicher Mineralien, häufig unter dem Zusatz großer Mengen Altglas. Der Herstellungsprozess ist mit hohem Energieaufwand verbunden. Als Bindemittel werden in der Regel gesundheitlich bedenkliche Phenol-Formaldehydharze eingesetzt (s. Steckbrief D4, Seite 67).

Quelle: ECOBIS 2000

Prozesskette Steinwolle-Dämmstoffe



9) Preise, Investitionskosten, Fördermöglichkeiten

Neben bauphysikalische Eigenschaften und Umwelt- sowie Gesundheitsverträglichkeit spielt natürlich der Preis für eine Wärmedämmmaßnahme eine entscheidende Rolle bei der Auswahl des Dämmstoffes. Die nachfolgenden Tabellen sollen einen groben Überblick über das Preisgefüge am Markt geben. Die Preistabelle 1 wurde dem Jahrbuch Öko-Test Bauen, Wohnen und Renovieren 2010 entnommen und stellt die Materialkosten für einen zu erreichenden U-Wert von 0,20 W/m²K dar. Die Übersicht beinhaltet einige gebräuchliche Naturfaser- und konventionelle Dämmstoffe für Dachdämmung von verschiedenen am Markt präsenten Herstellern. Die Preise der verschiedenen Dämmstoffe sind jedoch nicht so ohne Weiteres miteinander vergleichbar – z. B. Produkte für unterschiedliche Einsatzzwecke wie flexible Matten/Platten, stabile Platten, wasserabweisende Platten, etc. **Letztendlich ist für eine Vergleichbarkeit auch eine ganzheitliche Betrachtung inklusive den Parametern Bauphysik, Bauökologie, Gesundheit und Nachhaltigkeit erforderlich.**

Die Preise sind Orientierungspreise für ein typisches Einfamilienhaus – ohne Gewähr auf deren Richtigkeit. Regionale Unterschiede und die Mengenabnahme und die Plattenformate haben letztendlich zum Teil erheblichen Einfluss auf die Materialpreise. Im konkreten Fall bleibt nur die Einholung aktueller und detaillierter Preise.

9.1 Preisvergleich Wärmedämmstoffe für Dachdämmung

Grundstoff	Produkt	Produkttyp Art der Dämmung	Materialpreis/m ² in € für Dämmstandard U-Wert 0,20
Flachsfaser	Flachshaus Wärmedämmplatte DP	elastische Platte, Zwischensparren-Dämmung	31,50
Hanffaser	Hock Thermo-Hanf	Matte, Auf-, Unter- und Zwischensparren-Dämmung	27,50
Holzfaser	Gutex Thermosafe homogen stumpf	Platte, Auf- und Zwischensparren-Dämmung	38,50
Holzfaser	Pavatex Pavathern	Flexible Platte, Auf- und Zwischensparren-Dämmung	59,50
Hanffaser	Glunz Agepan THD N+F 230	Platte, Aufsparren-Dämmung	62,50
Holzfaser	Homatherm Holzflex Protect	Flexible Platte, Auf- und Zwischensparren-Dämmung	27,00
Holzfaser	Steico them	Platte, Aufsparren-Dämmung	41,50
Zellulosefaser	Dämmstätt CI 040 boratfrei	Einblasdämmung, Zwischensparren-Dämmung	19,00 (eingebaut)
Zellulosefaser	Climacell Standard	Einblasdämmung, Zwischensparren-Dämmung	16,50 (eingebaut)
Naturkorkgranulat	Corktherm 040	Platte, Auf- und Zwischensparren-Dämmung	69,50
Glaswolle	Isover Integra ZKF 1-032	Matte, Zwischensparren-Dämmung	15,00
Glaswolle	Knauf Dämmrolle Unifit TI 135 U	Matte, Zwischensparren-Dämmung	13,50
Steinwolle	Rockwool Klemmrock 035	Matte, Zwischensparren-Dämmung	7,50
Polystyrol EPS	Unideck Mehrzweckdämmplatte 040	Platte, Unter- und Zwischensparren-Dämmung	11,50
Polystyrol EPS	Schwenk NeoTect EPS 035 DZ	Elastische Platte, Zwischensparren-Dämmung	21,00
Polystyrol EPS	Saint-Gobain RigiTect EPS 035 DZ	Elastische Platte, Zwischensparren-Dämmung	22,00
Polyurethan	Puren Plus	Platte, Aufsparrendämmung	42,50

Preistabelle Nr. 1: Materialkosten für einen zu erreichenden U-Wert von 0,20 W/m²K.

Quelle: Jahrbuch Öko-Test Bauen, Wohnen und Renovieren 2010

Für Dämmstoffe werden in der Regel die Preise/m³ angegeben. Diese Angaben sind nur mit Dämmstoffpreisen einer gleichen Wärmeleitfähigkeitsgruppe vergleichbar. Letztendlich entscheidend für die Investitionskosten einer Wärmedämmmaßnahme sind die Preise für einen bestimmten Wärmedämmstandard, z. B. 0,20 W/m²K. Diese Werte sind rechnerisch aus den Produktdaten durch eine einfache Formel leicht zu ermitteln (s. Seite 43).

Preislich konkurrenzfähig zu den konventionellen Dämmstoffen sind in erster Linie Zelluloseflocken – selbst im bereits eingeblasenen Zustand. Aber auch andere Naturfaserdämmstoffe können durchaus als „preiswert“ - also seinen Preis wert – bezeichnet werden, wenn günstige bauphysikalische und ökologische Eigenschaften gewünscht bzw. benötigt werden.

9.2 Preisvergleich Wärmedämmverbundsysteme (WDVS)

Ganz aktuell (Mai 2010) sind nachstehende bundesweite Orientierungspreise für die gängigsten Wärmedämmverbundsysteme. Hier können sich natürlich neben den Preisunterschieden pro Anbieter auch starke regionale Differenzen ergeben. Das Preisniveau in München liegt in der Regel über dem deutschen Durchschnitt. Bei besonders billigen Angeboten ist Vorsicht geboten, sollte unbedingt hinterfragt werden, ob eine qualitativ gute Arbeit abgeliefert werden kann (Referenzen einholen). Die Erfahrung zeigt, dass viele der heute üblichen (Dumping-)Preise für bauliche Maßnahmen keine nach Normen und Stand der Technik geschuldete Ausführung ermöglichen! Siehe auch die Kapitel Planung, Praxis und Qualitätssicherung.

Für folgende Preisbeispiele wurden Dämmstärken von 18 - 22 cm gewählt, der erreichte U-Wert liegt jeweils bei 0,20 W/m²K, da hierzu aktuelles Datenmaterial aus der sirAdos Baudatenbank vorliegt.

Preisvergleich Wärmedämmverbundsystem WDVS

alle Preise verstehen sich als bundesweite Orientierungspreise

Preise für U-Wert 0,20

Kosten-Mittelwert in der Angebotsphase als Nettopreise ohne MwSt., inklusive Material- und Arbeitskosten, bei Sanierung ohne Rückbauleistungen bzw. Begleitarbeiten

- | | |
|--|--------------------------------|
| 1) Polystyrol EPS 18 cm (WLG 035)
mit mineralischem Oberputz und Dispersionsbeschichtung | 109 € pro m² |
| 2.) Mineralfaser 20 cm (WLG 040)
mit mineralischem Oberputz und Dispersions- oder Silikatbeschichtung | 119 € pro m² |
| 3.) Mineralschaum 22 cm (WLG 045)
mit mineralischem Oberputz und Dispersionsbeschichtung | 129 € pro m² |
| 4) Holzweichfaser 22 cm (WLG 045)
mit mineralischem Oberputz und Silikatbeschichtung | 135 € pro m² |

Quellenangabe: sirAdos-Baudaten Mai 2010

Preistabelle Nr. 2: Wärmedämmverbundsysteme

9.3 Fördermöglichkeiten ökologischer Dämmstoffe + Wärmedämmmaßnahmen:

Derzeit ist dem Verfasser dieser Broschüre kein spezielles Förderprogramm für Dämmstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen bekannt, außer vereinzelt bei kleineren Gemeinden. Beratungen über die aktuellen Fördersätze und Anforderungen an den Dämmstandard erhalten Sie im Bauzentrum München (Tel. 089/505085, www.muenchen.de/bauzentrum).

9.4 Beispiel Berechnungsmöglichkeit von U-Werten

Berechnung des U-Wertes von Bauteilen

Beispiel 1 Bauteil 1: Aussenwand

Bauteilschicht	Stärke s in mm	Stärke s in m	Wärmeleitfähigkeit lambda in W/mK	Wärmedurchlasswiderstand R In m²K/W	Fläche In %
Wärmeübergang innen				0,130	
Kalkputz	20	0,0200	0,870	0,023	100
Leichtlochziegel	300	0,3000	0,390	0,769	100
Kalkputz (alt)	20	0,0200	0,870	0,023	100
Holzfaserdämmung	160	0,1600	0,040	4,000	100
Kalkputz (neu)	20	0,0200	0,870	0,023	100
Wärmeübergang außen				0,040	
R-Wert				5,008	
U – Wert (=1/R-Wert)				0,200	W/m²K

Beispiel 2 Bauteil 2: Dach (ohne Berücksichtigung des Sparrenanteils)

Bauteilschicht	Stärke s in mm	Stärke s in m	Wärmeleitfähigkeit lambda in W/mK	Wärmedurchlasswiderstand R In m²K/W	Fläche In %
Wärmeübergang innen				0,130	
Holzfaserdämmung	60	0,0600	0,040	1,500	100
Zellulosedämmung	160	0,1600	0,040	4,000	100
Wärmeübergang außen				0,040	
R-Wert				5,670	
U – Wert (=1/R-Wert)				0,176	W/m²K

10) Steckbriefe Wärmedämmstoffe

A.) Ökologische Dämmstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen

A1.) Flachs

Wärmeleitfähigkeit: 0,038 – 0,050 [W/(mK)]
Dampfdiffusionswiderstand: $\mu = 1 - 2$
Baustoffklasse (Brandschutz): B2
Druckfestigkeit: gering



Kurzbeschreibung

Flachsplatten, -filze oder -vliese werden aus der traditionellen mitteleuropäischen Flachspflanze bzw. dem Faserlein hergestellt. Flachs ist somit um ein Produkt aus heimischer Landwirtschaft. Bei ca. 200° C kommt es zu einer Volumenabnahme von etwa 4 %, ab ca. 260° C treten Verfärbungen auf. Bei höheren Temperaturen verkohlt Flachs.

Produktionsprozess

Zur Herstellung von Vliesen wird getrocknetes Flachsstroh in einer sog. Riffelmaschine aufgefasernd und anschließend weiterverarbeitet. Dicke Vliese werden entweder durch Einweben textiler Stützfasern oder durch schichtweises Verkleben dünner Vliese mit Bindemitteln auf Stärkebasis erstellt. Brandschutzklasse B2 wird durch den Zusatz von borathaltigen Stoffen, Ammoniumphosphat oder Ammoniumsulfat erreicht. Geringer Energieaufwand bei der Produktion und niedriger Primärenergieinhalt.

Hinweise zur Verarbeitung

Bei der Verarbeitung kann Feinstaub entstehen, deshalb wird vorsorglich das Tragen von Atemschutzmasken bzw. der Einsatz von Absauggeräten empfohlen. Belastbare Langzeiterfahrungen bezüglich einer Volumenänderung (zusammensacken) der Dämmstoffvliese liegen dem Verfasser derzeit nicht vor. Schneiden mit Wellenschliffmesser oder elektrischem Fuchsschwanz (Alligator).

Einsatzbereiche

Wärmedämmung in Decken, Aussenwandkonstruktionen und Trennwänden sowie zwischen Sparren, als Trittschall-, Akustik- und Stöpfungsdämmung.

Baubiologische Stellungnahme

Flachs ist diffusionsoffen und kann bis zu 20% seines Gewichtes Feuchtigkeit aufnehmen und wieder abgeben – dies wirkt sich positiv auf das Raumklima aus. Der hautfreundliche Dämmstoff, lässt sich angenehm verarbeiten und weist relativ günstige Eigenschaften beim sommerlichen Hitzeschutz auf. Der Flachs für die Dämmstoffverarbeitung kommt auf relativ kurzen Transportwegen vorwiegend aus Frankreich, Belgien und den neuen Bundesländern. Die Flachspflanze ist relativ resistent gegen Schädlinge und kann deshalb mit geringem Spritzmitteleinsatz im ökologischen Landbau angebaut werden. Pflanzen aus kontrolliert biologischem Anbau sind bislang jedoch leider die Ausnahme.

Borathaltige Stoffe sind zuletzt aus gesundheitlichen Gründen massiv in die Kritik geraten. Deshalb sind die Hersteller gut beraten, umweltfreundlichere Stoffe einzusetzen, bzw. wird der Einsatz borathaltiger Stoffe über 5,5 Gewichtsprozent voraussichtlich ab dem 1.12.2010 in der EU verboten. Weitere Informationen siehe Seite 29 (Biozidverordnung), Seite 34 (Brandschutz) und Seite 37/38 (Prozesskette Flachs und Zellulose).

A2.) Getreidegranulat

Wärmeleitfähigkeit: 0,045 – 0,065 [W/(mK)]

Dampfdiffusionswiderstand: $\mu = 1 - 2$

Baustoffklasse (Brandschutz): B2

Druckfestigkeit: --



Kurzbeschreibung

Dieser neuartige Dämmstoff aus heimischem Getreide ist seit 1998 bauaufsichtlich zugelassen. Gesundheitsbedenken bestehen derzeit nicht, jedoch können geringfügige Geruchsbelästigungen auftreten. Der Dämmstoff schmilzt nicht und brennt nur bei direkter Beflammung.

Produktionsprozess

Unter Zugabe mineralischer Zusätze werden die feingeschroteten Roggenkörner in einem Doppelschneckenextruder bei hohen Temperaturen aufgebläht. Insektizide, Pestizide und Borate werden bei der Herstellung bislang nicht eingesetzt.

Beispiel:

Volldeklaration eines bekannten Herstellers: Roggenschrot 32 – 56 %, Roggenkleie 14 – 36 %, Kalkhydrat 21 – 26 %, Wasserglas 4 – 6 %, Molke 2 – 4 %, Wasser 0 – 2 %.

Körnungsparameter: 2 – 4 mm,

Schüttdichte: 210 – 230 kg/m³, Druckfestigkeit: 0,18 N/mm² oder

Schüttdichte: 105 – 115 kg/m³, Druckfestigkeit: 0,04 N/mm².

Hinweise zur Verarbeitung

Es muss mit einer geringen Staubentwicklung gerechnet werden, eine Absaugereinrichtung bzw. Staubmaske wird deshalb vorsorglich empfohlen. Je nach bauseitigen Voraussetzungen ist eine Feuchtigkeitssperre oder ein Rieselschutz aus Kraftpapier unter der Schüttung einzubauen. Zur Vermeidung von Wärmebrücken ist das Setzmaß des Granulats (ca. 5 %) nach dem Einbau zu berücksichtigen.

Einsatzbereiche

Dämmung in Holzfertigteilen, (Ausgleichs-) Schüttung in Hohlräumen. Der Dämmstoff ist druckbelastbar.

Baubiologische Stellungnahme

Dieser heimische Dämmstoff ist zwar wie alle Schüttdämmstoffe nur in begrenzten Fällen einsetzbar, dort aber baubiologisch empfehlenswert. Das Produkt besteht zu 100% aus nachwachsenden und mineralischen Ausgangsstoffen, ist diffusionsoffen, frei von Schwermetall- und flüchtigen organischen Verbindungen, biologisch resistent gegen Nager, Schimmelpilze und Insekten. und kann in einem hohen Maße Luftfeuchtigkeit aufnehmen und wieder abgeben. Die Produkte sind wiederverwendbar bzw. kompostierbar.

A3.) Hanf

Wärmeleitfähigkeit: 0,040 – 0,050 [W/(mK)]

Dampfdiffusionswiderstand: $\mu = 1 - 2$

Baustoffklasse (Brandschutz): B2

Druckfestigkeit: gering



Kurzbeschreibung

Aus dem schnellwachsenden heimischen Rohstoff Hanf (2 -4 cm/Tag) werden Platten, Vliese, Filze und Schäben hergestellt. Nach langjähriger Beschränkung (bis 1996) hat sich Nutzhanf langsam wieder in der Landwirtschaft etabliert. Der Rohstoff wird überwiegend aus deutscher Produktion gewonnen, erforderliche Restmengen aus europäischen Nachbarländern importiert, z. B. Frankreich und Rumänien. Die einzelnen Bestandteile der Hanfpflanze finden vielfältige Verwendung z. B. zur Herstellung von Narkotika und hochwertiger Öle.

Produktionsprozess

Zur Herstellung von Vliesen wird getrocknetes Hanfstroh aufgefasernd und anschließend weiterverarbeitet. Dicke Vliese werden entweder durch Einweben textiler Stützfasern oder durch schichtweises Verkleben dünner Vliese mit Bindemitteln auf Stärkebasis erstellt. Der Einsatz von Borsalz, Ammoniumphosphat oder Ammoniumsulfat sorgt für Brandschutzklasse B2. Geringer Energieaufwand bei der Produktion und niedriger Primärenergieinhalt. Lose Hanfschäben sind nach Imprägnierung (in der Regel mit Spezialbitumen) als Schüttgut einsetzbar. Die Produktion von Stopfhanf benötigt keinerlei chemische Zusätze.

Hinweise zur Verarbeitung

Bei der Verarbeitung kann Feinstaub entstehen, deshalb wird vorsorglich das Tragen von Atemschutzmasken bzw. der Einsatz von Absaugeinrichtungen empfohlen. Belastbare Langzeiterfahrungen bezüglich einer Volumenänderung (zusammensacken) der Dämmstoffvliese liegen dem Verfasser derzeit nicht vor. Das Schneiden der Platten und Matten erfolgt am einfachsten mit elektrischem Wellenschliffmesser (sog. Alligator).

Einsatzbereiche

Wärmedämmung in Decken, Aussenwandkonstruktionen und Trennwänden sowie zwischen Sparren, als Trittschall-, Akustik- und Stopfdämmung (z. B. beim Setzen von Fenstern/Türen).

Baubiologische Stellungnahme

Hanf ist diffusionsoffen und wirkt sich positiv auf das Raumklima aus. Hanf ist ein hautfreundlicher Dämmstoff, der sich angenehm verarbeiten lässt und relativ günstige Eigenschaften beim sommerlichen Hitzeschutz aufweist. Der Hanf für die Dämmstoffverarbeitung kommt auf relativ kurzen Transportwegen. Die Hanfpflanze ist relativ resistent gegen Schädlinge und kann deshalb mit geringem Spritzmitteleinsatz angebaut werden. Pflanzen aus kontrolliert biologischem Anbau sind jedoch leider die Ausnahme. Im Brandfall entstehen ähnliche Produkte wie bei Verbrennung von Holz - CO₂, CO, Wasser und additivabhängige Stoffe.

Borathaltige Stoffe (s. baubiologische Stellungnahme Flachs, A1).

Ein hervorragendes Naturprodukt ist der sogenannte Stopfhanf. Mit verstärktem Einsatz von Stopfhanf als Fugendämmstoff bei Fenstern und Türen könnte der massenhafte Einsatz von PUR-Ortsschaum reduziert werden (s. Prozesskette Polyurethan Seite 65).

A4.) Holzfaser

Wärmeleitfähigkeit: 0,040 – 0,060 [W/(mK)]

Dampfdiffusionswiderstand: $\mu = 5 - 6$

Baustoffklasse (Brandschutz): B1/B2

Druckfestigkeit: gering - mittel



Kurzbeschreibung

Holzfaser-Werkstoffe bestehen zu über 85 % aus Weichholzfäsern (Fichte, Tanne, Kiefer), sowie Wasser und Bindemitteln aus Naturharzen bei Holzweichfaserdämmplatten. Bei wetterfesten und stabilen Holzfaserprodukten wird auch Zement oder Magnesit eingesetzt, feuchtigkeitsabweisende Platten werden hydrophobiert, latexiert oder bituminiert.

Produktionsprozess

Die harzhaltigen Nadelhölzer werden mechanisch zerkleinert und mit Wasser zu einem Brei vermischt. Dieser wird gepresst, getrocknet und zu Platten geschnitten. Die Bindung erfolgt bei Holzweichfaserplatten in der Regel durch holzeigene Inhaltsstoffe (z. B. Lignin) und bei Hartfaserplatten durch Zement und Magnesit. Die Behandlung zum vorbeugenden Brandschutz sowie gegen Schädlinge erfolgt mit Ammoniumsulfat oder Borsalz. Es wird unterschieden zwischen Nass- und Trockenverfahren, detaillierte Beschreibung siehe Seite 36 und 37.

Hinweise zur Verarbeitung

Bei Herstellung und Verarbeitung entstehen beim Schneiden und Sägen Feinstäube, welche die Atemwege belasten können. Deshalb sind vorsorglich Atemschutzmaske und Absaugvorrichtungen zu empfehlen. Die imprägnierten Platten sollten nur im Außenbereich eingesetzt und verarbeitet werden. Beim Schneiden und Sägen sollte Spezialwerkzeug eingesetzt werden (s. Seite 15), damit die Verarbeitung möglichst mühelos und mit sauberen Schnittkanten erfolgen kann. Unbeschädigte Platten können nach Rückbau wieder eingesetzt werden.

Einsatzbereiche

Die verschiedenen Produkte sind durch ihre Vielfalt am Bau nahezu universell einsetzbar. Es gibt flexible Dämmplatten für die Zwischensparrendämmung in Dach, Wand und Decke, stabile und feuchtigkeitsabweisende (hydrophobiert, latexiert oder bituminiert) Dämmplatten zur flächigen Anwendung als Aufsparren- und Fassadendämmung (Wärmedämmverbundsystem WDVS), unterschiedlich druckfeste Produkte als Trittschalldämmung für den Fußbodenbereich, Dämmplatten für Flächenheizsysteme in Wand und Fußboden, sowie wetterbeständige Fassadenplatten. Die Anwendungsgrenztemperatur liegt bei 110° C.

Baubiologische Stellungnahme

Ein hervorragendes und vielseitig einsetzbares heimisches Produkt, diffusionsoffen und klimaregulierend mit guten Wärmedämmeigenschaften sowie Schutz vor sommerlicher Hitze und guten Eigenschaften zur Schalldämmung. Im Brandfall entstehen ähnliche Produkte wie bei Verbrennung von Holz - CO₂, CO, Wasser und additivabhängige Stoffe.

Borathaltige Stoffe (s. baubiologische Stellungnahme Flachs, A1).

A5.) Holzspäne

Wärmeleitfähigkeit: 0,045 [W/(mK)]
Dampfdiffusionswiderstand: $\mu = 2$
Baustoffklasse (Brandschutz): B2
Druckfestigkeit: gering



Kurzbeschreibung

Einblas- und Schütt-Wärmedämmstoff aus Hobelspänen

Produktionsprozess

Hobelspäne aus Tannen- und Fichtenholz werden mit Molke und Soda versetzt.

Hinweise zur Verarbeitung

Der Dämmstoff wird entweder vollautomatisch oder von Hand in die Dämmebene eingebracht und verdichtet. Rohdichtebereich im eingebauten Zustand ca. 70 kg/m³. Setzungsverhalten: Weder unter Erschütterungen, noch unter verschärften klimatischen Bedingungen sind laut Hersteller Setzungen festgestellt worden.

Einsatzbereiche

Wärme- und Schalldämmstoff für Dächer, Decken und Wände im Holzbau

Baubiologische Stellungnahme

Das Produkt ist baubiologisch einwandfrei. Es benötigt nur einen sehr geringen Energieaufwand bei Produktion, Transport und Verarbeitung und ist nach fachgerechter Demontage wiederverwertbar bzw. kompostierbar. Pflanzliche Schädlinge: Das Produkt ist dauerhaft wirksam gegen Pilzbefall geschützt. Tierische Schädlinge: Ein tierischer Schädlingsbefall muss nach DIN 68800/ T2 durch insektenundurchlässige Bekleidungen ausgeschlossen werden. Im Brandfall entstehen ähnliche Produkte wie bei Verbrennung von Holz - CO₂, CO, Wasser und additivabhängige Stoffe.

A6.) Holzwolle-Leichtbauplatten

Wärmeleitfähigkeit: 0,075 – 0,150 [W/(mK)]

Dampfdiffusionswiderstand: $\mu = 5 - 6$

Baustoffklasse (Brandschutz): B1/B2

Druckfestigkeit: --



Kurzbeschreibung

Bruchholz und Restholz aus der Holzindustrie bilden in der Regel das Basisprodukt für Holzwolle-Leichtbauplatten (HWLP).

Produktionsprozess

Das Rest- und Bruchholz wird mechanisch zerkleinert und unbehandelt weiterverarbeitet. Die so entstandene Holzwolle wird in den meisten Fällen unter Zusatz mineralischer Bindemittel Zement oder Magnesit im Bandform oder Pressverfahren zu Holzwolle-Leichtbauplatten (HWL) verarbeitet (Foto 1).

Mehrschichtplatten (Foto 2) werden meist dreischichtig mit einem Kern aus Hartschaum oder Mineralfaser und 2 Deckschichten aus HWL gefertigt.

Hinweise zur Verarbeitung

Bei der Verarbeitung entsteht unter Umständen gesundheitsschädlicher Staub, deshalb vorsorglich Atemschutzmaske bzw. Absauggeräte verwenden. Leichtbauplatten dienen als Träger von Putz, keramischen Belägen oder Gipswerkstoffplatten und können mit Klebemörtel, Nägeln oder Dübeln befestigt werden.

Einsatzbereiche

Wärme-, (Tritt-) Schall- und Brandschutz, Innenausbau, Putzträger- und Akustikplatten. HWL sollten dauerhaft keinen Temperaturen über 100° C ausgesetzt werden. Für Mehrschichtplatten gelten in Abhängigkeit von der Kernschicht 85° - 100° C.

Baubiologische Stellungnahme

Die reine Holzwolle-Leichtbauplatte gilt baubiologisch als empfehlenswert, insbesondere in der magnesitgebundenen Form. Die Mehrschichtplatten - vor allem mit PUR-Hartschaum - sind dagegen als baubiologisch bedenklich einzustufen. Im Brandfall entstehen ähnliche Produkte wie bei der Verbrennung von Holz - CO₂, CO, Wasser und additivabhängige Stoffe. Bei Mehrschichtplatten können im Brandfall toxische Substanzen in Abhängigkeit von der Kerndämmung entstehen. Weitere Informationen zu PUR siehe Seite 65.

A7.) Kokos

Wärmeleitfähigkeit: 0,045 – 0,050 [W/(mK)]

Dampfdiffusionswiderstand: $\mu = 1 - 2$

Baustoffklasse (Brandschutz): B2 (naturbel. Stopfwohle B3)

Druckfestigkeit: gering



Kurzbeschreibung

Der Dämmstoff besteht aus Fasern von Kokosnusshüllen. Zur Produktion eines Kubikmeters Dämmstoff werden je nach Rohdichte des Endprodukts die Fasern von 700 – 1.600 Kokosnüssen benötigt. Kokosfasern beginnen ab einer Temperatur von 270° C sich zu zersetzen. Kokosfaser-Dämmstoffe sind als Matten, Filze oder lose Stopfwohle erhältlich.

Produktionsprozess

Kokosnusshüllen werden in großen Sumpfbecken einem Fäulnisprozess unterzogen. Fäulnisanfällige Stoffe werden hierbei zersetzt. Nach einem Wasch- und Trocknungsvorgang werden die fäulnisresistenten Fasern zu Vliesen und Matten vernadelt oder versteppt. Eine Imprägnierung mit Borsalz, Ammoniumphosphat oder Ammoniumsulfat gewährleistet den Brandschutz.

Hinweise zur Verarbeitung

Eine mögliche Staubentwicklung bei der Verarbeitung kann Beschwerden in den Atemwegen hervorrufen. Daher wird vorsorglich die Verwendung von Atemschutzmasken bzw. Absauggeräten empfohlen. In Innenräumen ist der Eigengeruch der Kokosfasern zu berücksichtigen, eine dauerhafte Beeinträchtigung ist damit aber nicht verbunden.

Einsatzbereiche

Außenwand- und Dachdämmung, Trennwände, Wärme- und Trittschalldämmung bei schwimmenden Estrichen, Stopfwohle zur Abdichtung von Fenstern und Türen.

Baubiologische Stellungnahme

Der natürliche und nachwachsende Rohstoff stammt in der Regel aus Indien und Indonesien. Lange Transportwege und damit verbundene Schadstoffemissionen verschlechtern die ansonsten günstige Ökobilanz des Produkts. Kokosprodukte sind diffusionsoffen und angenehm zu verarbeiten. Dem Produkt sind nach Möglichkeit Alternativen mit ähnlichen Eigenschaften aus heimischen Produkten vorzuziehen, z. B. Hanf oder Flachs. Im Brandfall emittierende Brandprodukte von nicht bituminierten Kokosfasern ähneln denen von verbrennendem Holz - CO₂, CO, Wasser und additivabhängige Stoffe.

Borathaltige Stoffe (s. baubiologische Stellungnahme Flachs, A1).

A8.) Kork

Wärmeleitfähigkeit: 0,045 – 0,050 [W/(mK)]

Dampfdiffusionswiderstand: $\mu = 5 - 10$

Baustoffklasse (Brandschutz): B2

Druckfestigkeit: gering



Kurzbeschreibung

Die Korkeiche aus dem Mittelmeerraum liefert mit seiner Rinde den Rohstoff für den Korkdämmstoff. Kork wird als Schüttdämmstoff eingesetzt wie auch als Plattendämmstoff. Gebrauchte Platten können zu Korkschrot weiter verarbeitet werden.

Produktionsprozess

Zur Schonung der Bäume werden diese frühestens nach 30 Jahren und anschließend alle 7 – 9 Jahre entrindet. Je nach Verarbeitung unterscheidet man vier verschiedene Dämmstoffe.

Korkschrot: Korkrinde wird ohne weitere Zusätze mechanisch zerkleinert (geschrotet).

Recycling-Kork: Flaschenkorken werden zu Korkschrot und -platten verarbeitet.

Exp. Korkgranulat: Durch Wasserdampf wird Korkschrot expandiert. Danach kann das Granulat mit Heißbitumen verklebt und zu Platten geschnitten werden

Backkork: Während der Expansion unter Wasserdampf bei 250° - 350° C verklebt Korkgranulat durch das korkeigene Harz Suberin zu Blöcken und kann anschließend zu Platten geschnitten werden.

Hinweise zur Verarbeitung

Die Gesundheitsverträglichkeit ist nur bei unbehandeltem Rohmaterial gewährleistet. In Innenräumen ist der Eigengeruch des Korks zu berücksichtigen, der jedoch zu keiner dauerhaften Beeinträchtigung führt. Die Platten lassen sich problemlos mit einem handelsüblichen Fuchsschwanz mechanisch bearbeiten. Bei elektrischem Schneiden der Platten können stärkere Staubentwicklungen entstehen. In diesem Fall wird vorsorglich zu Atemschutzmasken bzw. Absaugeinrichtungen geraten.

Einsatzbereiche

Außenwand- und Dachdämmung, leichte Trennwände, Wärme- und Trittschalldämmung bei schwimmenden Estrichen, Hohlraumdämmung. Korkzellen blähen sich unter Hitzeeinwirkung auf. Reiner Korkdämmstoff sollte deshalb langfristig keinen Temperaturen über 120° C ausgesetzt werden.

Baubiologische Stellungnahme

Kork ist nur sehr begrenzt verfügbar. Ein großflächiger Einsatz ist deshalb ökologisch bedenklich. Daher sollten diese Dämmmaterialien nur gezielt eingesetzt werden und im Regelfall heimische natürliche Dämmstoffe den Vorzug erhalten. Im Brandfall entstehen ähnliche Produkte wie bei Verbrennung von Holz - CO₂, CO, Wasser. Darüber hinaus können Bindemittel sowie Alkohole, Aldehyde und Essigsäure ausdampfen.

A9.) Schafwolle

Wärmeleitfähigkeit: 0,040 - 0,045 [W/(mK)]

Dampfdiffusionswiderstand: $\mu = 1 - 5$

Baustoffklasse (Brandschutz): B2

Druckfestigkeit: nicht beanspruchbar



Kurzbeschreibung

Aus frisch geschorener Schurwolle oder aus wiederaufbereiteter Altwolle werden Schafwollvliese und -filze hergestellt. Guterhaltene gebrauchte Vliese werden häufig vom Hersteller zurückgenommen. Schafe werden weltweit gezüchtet, deshalb werden Schafwolle-Produkte auch in vielen Regionen hergestellt, also auch in der BRD und den benachbarten Ländern. Die Produkte weisen eine Hitzebeständigkeit bis max. 180° C auf, dann tritt eine Versprödung der Wolle ein. Die Entzündungs-temperatur liegt bei etwa 600° C.

Produktionsprozess

Die Schafschurwolle wird gewaschen sowie teilentfettet und anschließend zu Vliesen und Filzen weiterverarbeitet. Zum Brandschutz und gegen Ungeziefer werden u. a. Borate und Harnstoffderivate (Mitin) eingesetzt. Um eine ausreichende Formstabilität zu erreichen, wird die Schafwolle in Naturkautschukmilch getaucht.

Hinweise zur Verarbeitung

Die Dämmbahnen lassen sich angenehm verarbeiten und können mit Schere oder Tapetenmesser geschnitten werden. Die Wolle wird seitlich am Holz angeklammert. Bei der Verarbeitung wird Atemschutz empfohlen, Gesundheitsbeeinträchtigungen sind jedoch nicht bekannt. Langzeiterfahrungen bezüglich Volumenänderungen (zusammensacken) liegen dem Verfasser ebenfalls nicht vor. Die Dämmung kann Druckbelastungen kaum widerstehen.

Einsatzbereiche

Wärmedämmung im Zwischen- und Untersparrenbereich sowie im Decken- und Trennwandbereich und bei hinterlüfteten Fassaden. Schall- und Kerndämmung, Trittschall- und Akustikdämmung, Stopfwolle. Besonders geeignet für Räume mit Restbaufeuchte oder Fußböden zwischen kalten und feuchten Kellerräumen und geheizten Wohnräumen. Die übliche Anwendungstemperatur sollte 90° C nicht übersteigen.

Baubiologische Stellungnahme

Schafwolle ist ein hervorragendes nachwachsendes und weltweit verfügbares Naturprodukt. Beim großflächigen Einsatz an Gebäuden (z. B. Dach- und Fassadendämmung) ist jedoch zu beachten, dass aufgrund des tierischen Eiweißes Mottenbefall auftreten kann. Dadurch können erhebliche Sanierungsarbeiten erforderlich werden. Von mit dem Mottengift Mitin behandelten Produkten wird aus baubiologischer Sicht abgeraten. Bei sauerstoffreicher Verbrennung werden CO₂, Wasser und Stickoxide frei, bei Verschwelung entstehen CO, CO₂, sowie möglicherweise geringe Mengen an Blausäuregas und Schwefeldioxid.

Borathaltige Stoffe (s. baubiologische Stellungnahme Flachs, A1).

A10.) Schilfrohr

Wärmeleitfähigkeit: 0,045 - 0,090 [W/(mK)]

Dampfdiffusionswiderstand: $\mu = 2$

Baustoffklasse (Brandschutz): B2

Druckfestigkeit: --



Kurzbeschreibung

Schilfrohr besteht zu einem hohen Anteil aus Silikaten, die Platten werden aus den Halmen des Schilfrohrs gefertigt. Die Ressourcen sind begrenzt.

Produktionsprozess

Die Schilfrohrhalme werden in großer Stückzahl parallel neben- und übereinander gelegt und mechanisch fest zusammengepresst. Anschließend werden sie mit verzinkten Drähten oder textilen Schnüren ohne Bindemittelzusatz zusammengebunden. Abhängig vom Hersteller und Einsatzzweck werden die Platten zusätzlich imprägniert.

Hinweise zur Verarbeitung

Schilfrohr ist nicht winddicht. Um eine winddichte Gebäudehülle zu erreichen sind Zusatzmaßnahmen erforderlich. Die Verarbeitung als Putzträger sollte durch Fachfirmen erfolgen. Dabei wird in der Regel die Schilfrohrplatte an einer stabilen Konstruktion mechanisch befestigt (z. B. an eine Holzwerkstoffplatte getackert) und anschließend verputzt.

Einsatzbereiche

Verwendung als Putzträger, Wärmedämmung, Reetdach, Begrenzung von Schüttdämmstoffen, Sichtschutzmatten, Zuschlagstoff. Reetdächer sind im bayerischen Siedlungsraum nicht üblich, und werden auch im norddeutschen Siedlungsraum überwiegend nur noch zur Sanierung denkmalgeschützter Gebäude eingesetzt.

Baubiologische Stellungnahme

Gesundheitsbeeinträchtigungen sind nicht bekannt. Die zahlen- und flächenmäßig stark begrenzten Schilfzonen an Gewässern und in Feuchtbiotopen sind ökologisch wertvolle und sensible Zonen sowie Brut- und Lebensraum vieler Vogelarten, die häufig unter Naturschutz stehen. Dennoch handelt es sich um einen nachwachsenden Rohstoff, der durchaus ökologisch verträglich eingesetzt werden kann, wenn ein behutsamer und sinnvoller Einsatz erfolgt. Als Putzträger ideal in der Kombination mit Lehmputzen. Schutz vor Nässe und Feuchtigkeit. Brandfall entstehen ähnliche Produkte wie bei Verbrennung von Holz - CO₂, CO, Wasser und additivabhängige Stoffe.

A11.) Stroh

Wärmeleitfähigkeit: < 0,045 – 0,090 W/(mK)

Dampfdiffusionswiderstand: $\mu = 2$

Baustoffklasse (Brandschutz): B2

Druckfestigkeit: --



Kurzbeschreibung

Das landwirtschaftliche Abfallprodukt steht in großen Mengen zur Verfügung, als loses Einblasgut, in Form von Matten und Platten sowie als (meist) nichttragende Strohballen-Wandelemente. In Nordamerika existieren bereits seit dem späten 19. Jahrhundert Erfahrungen mit der Strohballenbauweise. In Verbindung mit einer 3 cm dicken Kalk-/Lehmputz-Schicht haben Brandversuche bezüglich Feuerfestigkeit in Kanada einen 2-stündigen Widerstand attestiert. Eine Prüfung an der Material- und Prüfanstalt Braunschweig ergab für beidseitig mit 3 cm Lehm verputzte Strohballen eine Feuerwiderstandsklasse von F90 nach DIN 4102-2. Die entsprechenden Baukonstruktionen sind nicht genormt und bedürfen einer bauaufsichtlichen Zulassung. Seit 2006 liegt für Strohballedämmung eine bauaufsichtliche Zulassung des deutschen Instituts für Bautechnik (DIBt) vor. Weitere Informationen erhalten Sie beim Fachverband Strohballenbau in Deutschland, www.fasba.de.

Produktionsprozess

Dem gehäckselten Stroh wird in einem Trocknungssofen die Feuchte bis auf 5 – 7 % entzogen. Anschließend kann es – je nach Verwendungszweck – in einer Mühle zu Strohmehl weiterverarbeitet und mit den notwendigen Bindemitteln (Zellulose, Lignin, Kieselsäure, Leim) angereichert werden.

Für Schüttmaterial und für einen ebenfalls weniger konzentrierten Dämmkern bei Leichtbauplatten werden jeweils unterschiedliche Herstellungsverfahren angewendet. Durch eine Ballenpresse wird gepresstes Stroh zu Ballen gepresst. Plattenproduktion siehe Schilf.

Hinweise zur Verarbeitung

Siehe Schilf. Strohballen können entweder Teil einer Fachwerkkonstruktion sein (Ausfachmethode), einige Produkte werden speziell für den Bereich des nichttragenden Innenausbau als Wandelemente angeboten. Ähnlich der Ziegelbauweise werden Strohballen in Nordamerika (L/B/H = 90/45/35 cm) wie überdimensionale Legosteine mauermäßig geschichtet und ähnlich massiver Holz- Blockbauweise stabilisiert (Nebraska-Technik). Kontakt für Bauherren und Planern - Fachverband Strohballenbau, www.fasba.de.

Einsatzbereiche

Dämmmatten, Putzträger, Zuschlagstoff oder Wandfertigelemente im Trocken-/Innenausbau. In den USA + Kanada stehen zahlreiche Strohgebäude, z. T. bereits seit über 100 Jahren. Auch in Deutschland, vorwiegend im Norden und Osten der Republik, sowie in anderen europäischen Ländern können zwischenzeitlich einige gelungene Projekte besichtigt werden.

Baubiologische Stellungnahme

Die Gebäude in Nordamerika und Deutschland konnten meist mit sehr geringem Energie- und Finanzaufwand erstellt werden. Zum Schutz gegen Feuchtigkeit ist jedoch ein sehr großer Dachüberstand erforderlich. Die Ökobilanz von Strohhäusern ist äußerst günstig. Das Wohnklima ist nach eigener Besichtigung eines Modellprojektes sowie Informationen aus Fachbüchern und dem Internet sehr gut - sorgfältige Planung und Ausführung vorausgesetzt.

A12.) Zellulose

Wärmeleitfähigkeit: 0,040 – 0,045 [W/(mK)]

Dampfdiffusionswiderstand: $\mu = 1 - 2$

Baustoffklasse (Brandschutz): B2

Druckfestigkeit: gering

Druckfestigkeit lose Schüttung: nicht beanspruchbar



Kurzbeschreibung

Wiederaufbereitetes und zerfasertes ungelesenes Zeitungspapier von den Kiosken und Zeitungsständern bildet den Grundstoff für Zellulose-Dämmstoffe.

Produktionsprozess

Zeitungspapier wird mechanisch zu Flocken zerkleinert. Durch Zugabe von Wasserdampf, Naturharzen als Bindemittel, und ggfs. Stützfasern (z. B. Jute) können die Flocken zu Platten gepresst werden. Borpräparate gewährleisten Brandschutz, Schädlings- und Schimmelresistenz, zum Brandschutz wird vereinzelt Ammoniumphosphat eingesetzt.

Hinweise zur Verarbeitung

Zellulose kann auf vier verschiedene Arten in den Baukörper eingebracht werden

- a) Einblasverfahren stark verdichtetes Einblasen zwischen Schalungskörper
- b) Schüttverfahren schütten oder aufblasen der Zellulose auf stabile Unterlage
- c) Sprühverfahren besprühen von Flächen unter Wasserzugabe
- d) Verlegen d. Platten flächiges Verlegen (nicht druckfest)

Der Dämmstoff sollte von Fachfirmen verarbeitet werden. Das gilt insbesondere beim Einblasverfahren. Diese Verarbeitung muss fachgerecht und mit großer Sorgfalt vorgenommen werden, damit keine unsichtbaren Hohlräume entstehen. Insbesondere beim Einblase- und Schüttverfahren-Verfahren können vermehrt Feinstäube entstehen, welche die Atemwege belasten können. Deshalb sind vorsorglich Atemschutzmaske bzw. Absaugvorrichtungen zu empfehlen. Zellulose ist konstruktiv dauerhaft vor Nässe zu schützen.

Einsatzbereiche

Schüttung für horizontale + leicht geneigte Flächen, Einblasverfahren als Zwischensparren- und Holzrahmenbau-Dämmung, Sprühverfahren vorwiegend an Außenwänden, Platten z. B. als Zwischensparrendämmung. Die Anwendungsgrenztemperatur liegt bei ca. 100° C.

Baubiologische Stellungnahme

Ungelesenes Altpapier liegt in so großen Mengen vor, um ca. 4/5 des Bedarfs an Wärmedämmstoffen in der BRD (derzeit ca. 25 Mio. m³) abzudecken. Der Dämmstoff hat eine hohe Lebensdauer und kann nach fachgerechtem Ausbau wiederverwendet werden. Kleinere Zellulosefasern können lungengängig sein. Bei sachgerechter Verarbeitung und Beachtung der Atemschutzempfehlungen sind aber keine Gesundheitsbeeinträchtigungen zu erwarten, auch nicht durch die Druckerschwärze. Wichtig ist der dauerhaft wärmebrückenfreie Einbau durch erfahrene Betriebe. Kontrolle ist durch Thermografie möglich. Zellulosefasern verschwelen bei Beflammung, es entstehen ähnliche Zersetzungsrückstände wie bei der Verbrennung von Holz - CO₂, CO, Wasser und additivabhängige Stoffe.

Borathaltige Stoffe (s. baubiologische Stellungnahme Flachs, A1).

B) Ökologische Dämmstoffe auf der Basis mineralischer Rohstoffe

B1.) Blähton/Blähschiefer

Wärmeleitfähigkeit: 0,100 - 0,160 [W/(mK)]

Dampfdiffusionswiderstand: $\mu = 2 - 8$

Baustoffklasse (Brandschutz): A1

Druckfestigkeit: --



Kurzbeschreibung

Blähton/Blähschiefer bestehen aus den heimischen Rohstoffen Ton und Schiefer. Die Rohstoffe sind nahezu unbegrenzt vorhanden und unbegrenzt wiederverwertbar. Der Dämmstoff ist nicht brennbar – Brandschutzklasse A1 – und bis ca. 1.000° C temperaturbeständig.

Produktionsprozess

Unter Zugabe von Wasser wird der zerkleinerte Rohstoff im Gegenstromverfahren bei über 1.000° C erhitzt. Gebundenes Wasser verdampft und bläht das Granulat auf. Der Sinterungsprozess beginnt bei ca. 1.200° C.

Hinweise zur Verarbeitung

Der Dämmstoff wird als Schüttung in Hohlräume eingebracht. Geringe Staubentwicklung ist möglich.

Einsatzbereiche

Schüttung zur Wärme- und Trittschalldämmung von Böden und Decken, Leichtzuschlag für Betone und Mörtel.

Baubiologische Stellungnahme

Eine Wiederverwendung als Schüttung oder Zuschlagstoff ist möglich. Durch die hohen Temperaturen bei der Herstellung, ist der Produktionsprozess mit hohem Energieaufwand verbunden. Alle mineralischen Rohstoffe können eine gewisse radioaktive Belastung aufweisen. Diese ist abhängig vom Herkunftsort. In der Regel ist diese bei den o. g. Dämmstoffen jedoch so gering, dass keine Gesundheitsgefährdung damit verbunden ist.

B2.) Glasschaum-Granulat

Wärmeleitfähigkeit: 0,070 – 0,090 [W/(mK)]
Dampfdiffusionswiderstand: $\mu = 1 - 3$
Baustoffklasse (Brandschutz): A1
Druckfestigkeit: druckfest und lastabtragend



Kurzbeschreibung

Glasschaum-Granulat wird aus Altglas hergestellt und ist als lose Schüttung erhältlich.

Produktionsprozess

Gesammeltes Altglas wird sortiert und zermahlen. Wasser, Binde- und natürliche Blähmittel werden zugesetzt, die Mischung getrocknet sowie gebrochen und anschließend bei 800 – 900° C erhitzt. Die Oberfläche des Granulats mit Korndurchmesser von 30 – 100 mm versintert.

Hinweise zur Verarbeitung

Beim Einbau des Dämmstoffes kann es durch Abrieb zu erheblichen Staubentwicklung mit feinsten Glaspartikeln kommen. Atemschutzmasken oder Absaugeinrichtungen verwenden. Zur Vermeidung von Wärmebrücken und statischen Problemen sind Setzungen durch entsprechende Verdichtung auszuschließen.

Einsatzbereiche

Das Schüttmaterial ist im Hoch- und Tiefbau vielseitig einsetzbar, z. B. als Perimeterdämmung, Terrassendämmung, Grün- und Flachdach, Industriedach, hochbelastete Deckenkonstruktionen, Straßenbau u. v. m.

Thermisches Verhalten

Glasschaum-Granulat ist nicht brennbar - Brandschutzklasse A1 - und bis 700° C formstabil.

Baubiologische Stellungnahme

Eine Wiederverwendung als Schüttung oder Zuschlagstoff ist möglich. Durch die hohen Temperaturen bei der Herstellung, ist der Produktionsprozess mit hohem Energieaufwand verbunden. Dieses Material ist neben Schaumglasplatten das einzig alternative Material zu Polystyrolprodukten für den Einsatz im Perimeterbereich.

B3.) Kalzium-Silikat

Wärmeleitfähigkeit: 0,045 [W/(mK)]
Dampfdiffusionswiderstand: $\mu = 3$
Baustoffklasse (Brandschutz): A1/A2
Druckfestigkeit: --



Kurzbeschreibung

Kalzium-Silikat-Platten bestehen aus Kalzium- und Siliziumoxid sowie meist ca. 10 % Zellulosefasern. Kalziumsilikat ist nicht brennbar – Brandschutzklasse A1 und A2. Zwischen 320 – 350° C beginnt die thermische Zersetzung der Zellulose, die Schmelztemperatur liegt bei ca. 1150°C.

Produktionsprozess

Die Rohstoffe werden zunächst mit Wasser aufgeschlämmt und reagieren dabei zu Kalziumsilikat. Anschließend wird die Masse zu Platten geformt. Bei der Trocknung entstehen durch Hydrothermalreaktion feine Poren, aus denen das Wasser entweicht. Zellulose sorgt für die nötige Flexibilität und Kantenstabilität. Treibmittel oder organische Additive werden bei der Herstellung nicht eingesetzt.

Hinweise zur Verarbeitung

An massiven Wänden können die Platten durch kleben und/oder dübeln befestigt werden, an Holzständerwänden durch Holzschrauben. Die Platten sind sehr starr und brechen leicht bei unsachgemäßer Handhabung oder unebenen Untergründen. Beim Sägen der Platten (z. B. mit Holzbearbeitungswerkzeug/-maschinen) können Feinstäube mit Belastung für die Atemwege entstehen. Deshalb werden für diese Arbeitsschritte vorsorglich Atemschutzmasken bzw. Absauggeräte empfohlen. Die Oberfläche kann diffusionsoffen weiterverarbeitet werden – z. B. verputzt, gestrichen oder tapeziert. Der Dämmstoff muss trocken gelagert und vor Säuren geschützt werden. Säurekontakt führt zur Auflösung.

Einsatzbereiche

Wärme-, Schall- und Hohlraumdämmung im Innenausbau, Brandschutzkonstruktionen

Baubiologische Stellungnahme

Der mineralische + diffusionsfähige Dämmstoff hat einen hohen pH-Wert >12 und eignet sich dadurch sehr gut zur Innenraumdämmung bei größtmöglicher Resistenz vor Schimmelbefall. Im Laufe der Zeit können sich dennoch organische Substanzen ablagern, den pH-Wert senken und dadurch das erhöhte Schimmelpilzrisiko von Innenraumdämmungen noch steigern. In diesem Fall sollte die Oberfläche mit einem Kalk- oder Silikatanstrich aufgefrischt werden. Der Dämmstoff kann als Füllstoff wieder-verwendet oder unter Beachtung örtlicher Vorschriften als Bauschutt entsorgt werden. Der Dämmstoff ist für eine großflächige Anwendung leider sehr teuer. Bei Brandbeanspruchung entstehen keine giftigen Gase.

B4.) Mineralschaum

Wärmeleitfähigkeit: 0,045 [W/(mK)]

Dampfdiffusionswiderstand: $\mu = 5$

Baustoffklasse (Brandschutz): A1

Druckfestigkeit: --



Kurzbeschreibung:

Die faserfreie Mineralschaumplatte besteht aus Quarzmehl, Zement, Kalkhydrat und geringe Mengen Schaumkonzentrat. Die mikroporöse Struktur sorgt für gute Dämmeigenschaften und Diffusionsoffenheit des recyclingfähigen Baustoffs. Der Baustoff ist nicht brennbar.

Produktionsprozess

Die o. g. Bestandteile werden zu einem Brei vermischt und bei ca. 200° C + 16 bar Druck aufgeschäumt und gebacken. Das fertige Produkt wird anschließend zu Platten geschnitten.

Hinweise zur Verarbeitung

Besonders geschätzt ist sein Einsatz als ökologisches Wärmedämmverbundsystem - ergänzt um einen mineralischen Kleber und Armierungsputz, Glasfasergewebe sowie einen mineralischen Oberputz. Das WDVS wird an der Aussenfassade vollflächig verdübelt und wie eine zweite, harte Wandschale vor die bestehende Fassade gesetzt.

Einsatzbereiche

Der mineralische Dämmstoff ist vielseitig anwendbar, hat seine Stärken aber gegenüber anderen ökologischen Dämmstoffen dadurch, dass er im Hochbau mit Brandschutzauflagen eingesetzt werden kann. Die Dämmstoffplatte als Teil eines nicht brennbaren Systems kann bis zu einer Gebäudehöhe von 100m eingesetzt werden und hat hervorragende Zug- und Druckfestigkeiten hohe Rissicherheit, hohe Widerstandsfähigkeit gegen Mikroorganismen (Algen, Pilze) mit zweimaligem Schutzanstrich und sehr gute Wetterbeständigkeit.

Baubiologische Stellungnahme

Das System ist rein mineralisch + diffusionsfähig, weist eine sehr gute Ökobilanz auf und ist faserfrei. Gesundheitliche Belastungen sind nicht bekannt und auch nicht zu erwarten.

B5.) Perlite

Wärmeleitfähigkeit: 0,045 – 0,070 [W/(mK)]

Dampfdiffusionswiderstand: $\mu = 2 - 4$

Baustoffklasse (Brandschutz): A1

Druckfestigkeit als Schüttung: gering

Druckfestigkeit als Platten: mittel



Kurzbeschreibung

Der Rohstoff ist vulkanisches Gestein und damit nahezu unbegrenzt vorhanden. Perlite gehören zur Gruppe der mineralischen Korndämmstoffe und werden als Schüttgut oder in Verbindung mit Bindemitteln auch als Platten angeboten. Perlite sind unverrottbar und beständig gegen Ungeziefer. Durch Zugabe von Kunstharzen oder einer Bitumenemulsion kann der Dämmstoff hydrophobiert werden und ist damit wasserabweisend. Der Dämmstoff ist nicht brennbar, mit Ausnahme bei Zusatz von Kunstharzen als Hydrophobierung. Kurzzeitig kann der Dämmstoff Temperaturen von 900 – 1.000° C standhalten.

Produktionsprozess

Die Ausgangsstoffe für gemahlenes Rohperlit bilden Silizium- und Aluminiumoxid. Es expandiert durch kurzfristige Erhitzung bei ca. 1.000° C auf das 10 – 20-fache seines ursprünglichen Volumens und verdampft dadurch schlagartig die geringe Eigenfeuchte von 3 – 6 %. Das Produkt kann anschließend imprägniert oder bituminiert werden.

Hinweise zur Verarbeitung

Die Schüttung wird in Hohlräume eingebracht. dabei ist größter Wert auf dauerhafte Dichtigkeit der Hohlräume zu legen, da die Perlite aufgrund der geringen Korndurchmesser vor Durchrieselung geschützt werden müssen. Eine Verarbeitung durch Fachfirmen erscheint insbesondere bei der Kerndämmung erforderlich. Bei der Verarbeitung als Schüttung sollten vorsorglich Atemschutzmasken oder Absauggeräte gegen die Staubentwicklung eingesetzt werden.

Einsatzbereiche

Einbringen der Schüttung in horizontale Hohlräume und Dächer, in Kerndämmung von 2-schaligem Mauerwerk, als Estrichausgleichsschüttung oder Leichtzuschlag für Mauerziegel, Betone und Mörtel.

Die Dämmplatten für eignen sich als Dämmung von Flachdächern und Deckenkonstruktionen

Baubiologische Stellungnahme

Eine Wiederverwendung als Schüttung oder Zuschlagstoff ist möglich. Durch die hohen Temperaturen bei der Herstellung, ist der Produktionsprozess mit hohem Energieaufwand verbunden. Alle mineralischen Rohstoffe können eine gewisse radioaktive Belastung aufweisen. Diese ist abhängig vom Herkunftsort. In der Regel ist diese bei den o. g. Dämmstoffen jedoch so gering, dass keine Gesundheitsgefährdung damit verbunden ist.

B6.) Schaumglas

Wärmeleitfähigkeit: 0,040 – 0,055 [W/(mK)]
Dampfdiffusionswiderstand: μ = dampfdicht
Baustoffklasse (Brandschutz): A1
Druckfestigkeit: hoch
Materialkosten: 510 €/m³ (Orientierungswert 2008)



Kurzbeschreibung

Schaumglas setzt sich hauptsächlich zusammen aus Quarzsand, Kali-Feldspat, Kalk, Soda und Eisenoxid. Diese auch zur Glasherstellung benötigten natürlichen Rohstoffe sind nahezu unbegrenzt verfügbar. Als Basis für die Herstellung kann auch Altglas verwendet werden. Schaumglas ist nicht brennbar. Werden beim Brand angrenzender Baustoffe Temperaturen von über 600° C erreicht, beginnt Schaumglas zu erweichen, der Schmelzpunkt liegt bei ca. 1.000° C.

Produktionsprozess

Die Ausgangsstoffe werden zu Rohglas geschmolzen, anschließend wird das erkaltete Glaspulver zermahlen und unter Zugabe von Kohlenstoffen (ca. 0,15 Gewichtsprozent) in Formen gebracht und auf ca. 700 – 1100° C erhitzt. Durch die Oxidation des Kohlenstoffes bilden sich Glasblasen und wird der Schäumungsprozess in Gang gesetzt. Das Produkt wird anschließend in Platten geschnitten. Der überschüssige Kohlenstoff gibt dem Schaumglas seine dunkle Farbe.

Hinweise zur Verarbeitung

Der Dämmstoff sollte ausschließlich von Fachfirmen verarbeitet werden. Beim Schneiden kann durch den freiwerdenden Schwefelwasserstoff eine vorübergehende Geruchsbelästigung entstehen. Schaumglas ist nahezu dampfdicht, aber nicht gleichzeitig frost- und wasserbeständig und muss für solche Einsatzzwecke mit einer schützenden Beschichtung versehen werden.

Einsatzbereiche

Die stabilen und druckfesten Platten können gegen Erdreich (Kellerwände und Terrassen), auf Flachdächern sowie bei druckbelasteten Flächen (z. B. Industriefußböden oder Parkdecks) verbaut werden. Aufgrund des hohen Materialpreises, wird sich die Anwendung im Regelfall darauf beschränken. Abbruchmaterial kann im Straßenbau verwendet werden.

Baubiologische Stellungnahme

Der Energieaufwand ist aufgrund der hohen Temperaturen und des langen Erwärmungsprozesses sehr hoch. Sonstige Umweltbelastungen in der Herstellung sind nicht bekannt. Die Verklebung der Platten mit Emulsionsklebern bzw. Klebern auf Lösemittelbasis kann zu gesundheitlichen Beeinträchtigungen für den Handwerker führen. Dieses Material ist neben Schaumglas-Schotter das einzig alternative Material zu Polystyrolprodukten für den Einsatz im Perimeterbereich.

C) Konventionelle mineralische Dämmstoffe

C1.) Mineralfaser (Glaswolle/Steinwolle)

Wärmeleitfähigkeit: 0,032 – 0,040 [W/(mK)]

Dampfdiffusionswiderstand: $\mu = 1 - 2$

Baustoffklasse (Brandschutz): A1/A2/B1

Druckfestigkeit: gering bis mittel



Kurzbeschreibung

Die Hauptvertreter der künstlichen Mineralfaserdämmstoffe (KMF) sind Glaswolle (GW) und Steinwolle (SW). Sie dominieren den bundesdeutschen Dämmstoffmarkt seit vielen Jahren mit einem Anteil von 55 - 60 %. Die Rohstoffvorräte sind nahezu unbegrenzt.

Produktionsprozess

Glaswolle besteht im allgemeinen zu 60 % aus Altglas, sowie Quarzsand, Soda, und Kalk. Steinwolle wird aus Kalkstein, Basalt, Dolomit oder Diabasgestein hergestellt. Als Bindemittel werden jeweils Phenol-Formaldehydharze eingesetzt (0,5 – 9% bei GW bzw. 1 – 3% bei SW). Es werden je nach Hersteller verschiedene Produktionsverfahren angewendet. Zuerst werden die Rohstoffe bei 1.200 – 1.600° C eingeschmolzen. Aus der Schmelze erzeugt man durch Schleudern, Ziehen oder Blasen die Fasern gewünschter Längen und Stärken (2-9 μm) im Mikrometerbereich. Anschließend werden die Fasern unter Zugabe von Bindemitteln (meist Formaldehydharze) zu Platten und Vliesen weiterverarbeitet, Faseranteil mindestens 90 %.

Hinweise zur Verarbeitung

Aufgrund der Lungengängigkeit der Kleinstfasern sowie der Reizung von Augen und Haut durch größere Fasern ist bei der Verarbeitung dringendst Schutzkleidung anzuraten (Brille, Handschuhe, geeigneter Atemschutz)

Einsatzbereiche

Mineralfasern sind nahezu universell einsetzbar zum Wärme-, Schall- und Brandschutz, im Innen- und Außenbereich (nicht Perimeterbereich), in Steildächern und Decken, als Akustikdämmung sowie im Heizungs-/Sanitärbereich. Für höhere Druckbelastungen ist der Dämmstoff jedoch ungeeignet. KMF sind beständig gegen Verrottung, Ungeziefer und Pilzbefall. Von einer Anwendung im Einblasverfahren wird aufgrund der hohen Faserbelastung abgeraten.

Baubiologische Stellungnahme

Die Herstellung von Mineralwolle ist mit hohem Energieaufwand verbunden. Mineralwolle kann zur Wiederverwertung in den Produktionskreislauf zurückgeführt werden. Die Verarbeitung ist für viele Handwerker unangenehm durch die Reizung von Haut und Schleimhäuten. Beim Ein- bzw. Ausbau muss unter Umständen mit der Freisetzung einiger hunderttausend Fasern/m³ Raumluft gerechnet werden. Das Einatmen der Fasern sowie der Eintrag in benachbarte Räume sollte vermieden und eine Feinreinigung (z. B. Staubsauger mit Hepa-Filter) nach der Verarbeitung durchgeführt werden.

Seit 1. 1. 2005 gilt die neue europäische Gefahrstoffverordnung. Sie enthält ein Herstellungs- und Verwendungsverbot von biopersistenten bzw. kanzerogenen Fasern für Wärme- und Schalldämmungen im Hochbau. Dieses Verbot gilt auch für im Ausland hergestellte Erzeugnisse. Für die Einhaltung dieser Verordnung und damit für eine gute Biolöslichkeit (KI40, Halbwertszeit ≤ 40 Tage) bürgt das Gütezeichen RAL-GZ 388 „Erzeugnisse aus Mineralwolle“. Diese Produkte decken nach Angaben der Gütegemeinschaft Mineralwolle inzwischen nahezu 100 % des deutschen KMF-Marktes ab. Erfahrungen mit dieser KI40-Mineralwolle existieren allerdings erst seit 12 Jahren. Beim Ausbau älterer KMF-Dämmungen ist mit krebserregenden Faserstäuben in hoher Konzentration zu rechnen. Bei Temperaturen über 200° C beginnt in der Regel der Abbau der Phenolharzbindung. Im Brandfall ist deshalb mit Reizerscheinungen durch Formaldehyddämpfe zu rechnen. Geringe Rauchentwicklung.

D) Konventionelle organisch/synthetische Dämmstoffe

D1.) Polyesterfaser

Wärmeleitfähigkeit: 0,035 - 0,045 [W/(mK)]

Dampfdiffusionswiderstand: $\mu = 1$

Baustoffklasse (Brandschutz): B1

Druckfestigkeit: gering



Kurzbeschreibung

Polyester ist ein weitverbreitetes synthetisches Material in der Textilindustrie und findet seit einigen Jahren auch in der Dämmstoffindustrie Verwendung. Der Anteil am Dämmstoffmarkt ist allerdings noch sehr gering.

Produktionsprozess

Als Ausgangsprodukt dient in der Regel Mineralöl, möglich wären allerdings auch pflanzliche Öle. Polyesterfasern werden ohne chemische Zusätze zu 100 % aus Ester-Makromolekülen sortenrein ohne Brand- oder Insektenschutzmittel hergestellt. Die Verfestigung zum voluminösen Dämmstoff erfolgt ausschließlich durch thermische Einwirkung. Der Energieaufwand ist vergleichsweise gering.

Hinweise zur Verarbeitung

Der Einbau der Platten erfolgt mit Überbreite durch Einklemmen des Dämmstoffes zwischen Sparren. Weitere Befestigungen sind aufgrund der Plattensteifigkeit und Formstabilität nur bei stehenden Bauteilen oder bei Überkopf-Einbau nötig. Der Zuschnitt der Platten kann durch handelsübliche Scheren, rundlaufende Messer oder Thermomesser erfolgen. Die Anwendungsgrenztemperatur liegt bei ca. 100° C.

Einsatzbereiche

Polyesterfaser kann im Innenausbau als Zwischensparrendämmung, Hohlraumdämmung und Schalldämmung eingesetzt werden.

Baubiologische Stellungnahme

Nach bisherigem Kenntnisstand entstehen bei Herstellung und Verarbeitung keine mikrofeinen Fasern, die in die Atemwege gelangen können. Polyesterfasern sind reiß- und bruchfest, auch ohne Brandschutzmittel schwer entflammbar, verursachen keine Juckreiz- und Hautirritationen und sind in der Regel allergikerfreundlich. Ökologisch unvorteilhaft ist die derzeitige Herstellung auf der Basis von Mineralöl.

D2.) Polystyrol

Wärmeleitfähigkeit: 0,032 - 0,040 [W/(mK)]
Dampfdiffusionswiderstand μ : EPS 20 – 100
Dampfdiffusionswiderstand μ : XPS 80 – 300
Baustoffklasse (Brandschutz): B1/B2
Druckfestigkeit: mittel



Kurzbeschreibung

Polystyrol ist ein vielseitig einsetzbarer Schaumkunststoff auf Erdölbasis (Ethylen und Benzol). Der Anteil am Dämmstoffmarkt der BRD betrug zuletzt knapp 30 %.

Produktionsprozess

Am Beginn der Prozesskette stehen die begrenzten Rohstoffe Erdöl, Erdgas und Steinkohle. Als Zwischenprodukt entsteht u. a. Ethylbenzol auf dem Weg zu Styrol, durch Polymerisation Polystyrol.

Expandiertes Polystyrol – EPS:

Das EPS Granulat wird mit dem Treibmittel Pentan bei Temperaturen von ca. 100° C unter Zusatz von Wasserdampf aufgebläht. Aus diesen Schaumpartikeln werden durch eine 2. Heißdampfbehandlung Blöcke, Platten und Formteile hergestellt.

Extrudiertes Polystyrol – XPS:

Im sogenannten Extruder wird Polystyrol aufgeschmolzen und nach Zugabe eines Treibmittels (z. B. CO²) durch eine Schlitzdüse ausgetragen. Nach Durchlaufen einer Kühlzone wird der entstehende Strang mechanisch geformt.

Hinweise zur Verarbeitung

Der Dämmstoff kann mechanisch leicht bearbeitet werden. Zum sachgerechten Verkleben sind vom Hersteller empfohlene spezielle Kleber erforderlich. Als Wärmedämmverbundsystem ist meist eine zusätzliche Dübelung erforderlich – auf Herstellerangaben /Zulassung achten.

Einsatzbereiche

EPS: Einsatz als Wärmedämmverbundsystem, Fassaden-, Dach-, Trittschall- und Wärmedämmung bei Geschossdecken unter schwimmenden Estrichen.

XPS: Einsatz als erdberührte Wärmedämmung sowie als Wärmedämmung druckbelasteter Flächen (z. B. Industriefußböden, Flachdächer, Parkdecks)

Baubiologische Stellungnahme

Styrol ist ein mutagenes und embryotoxisches Nervengift, und steht im Verdacht krebserzeugend zu sein. Es wirkt bereits in kleinen Konzentrationen reizend auf Augen und Nase, kann durch die Haut aufgenommen werden und zu Kopfschmerzen, Schwindel, Übelkeit mit Erbrechen und allgemeiner Schwäche führen. Beim Herstellungsprozess sind Gefahrstoffe mit erheblichem Risikopotential beteiligt, z. B. Benzol und Ethylen, und es kommt zu Emissionen von Styrol (ca. 15 kg/Tonne EPS). Bei der Verbrennung besteht die Gefahr der Brandausbreitung durch herabtropfendes brennendes Material und die Entstehung giftiger Brandgase. Beim Heißdrahtschneiden auf der Baustelle wird Styrol freigesetzt. Polystyrol ist unverrottbar, versprödet jedoch unter UV-Bestrahlung und ist nicht beständig gegen Lösemittel und Benzin. PS beginnt bei 110 bis 210° C sich zu zersetzen.

Etwa 200 000 t Polystyrol werden in der BRD jährlich auf Baustellen in Verkehr gebracht. Sauberes PS kann wiederverwendet, die Sammel- und Rückführungslogistik aus Bau- und Abbruchabfällen ist jedoch teilweise mangelhaft, abhängig vom Baustellenmanagement. Der hohe Heizwert von PS macht eine thermische Verwertung effizient. Im Deponierungsfall verbleiben wegen der Flammschutzmittel (HBCD) und weiterer Zusätze problematische Rückstände, die zu einer Belastung der Deponieabwässer beitragen können.

Weitere wichtige Informationen siehe Seite 29 (Ökobilanz/REACH) und Seite 38 (Prozesskette Polystyrol).

D3.) Polyurethan (PUR)

Wärmeleitfähigkeit: 0,020 – 0,040 [W/(mK)]

Dampfdiffusionswiderstand: $\mu = 30 - 200$

Baustoffklasse (Brandschutz): B1/B2

Druckfestigkeit: mittel



Kurzbeschreibung

PUR gehört zu der Gruppe der Schaumkunststoffe. Die Ausgangsmaterialien werden in der Regel aus Erdöl gewonnen, könnten aber auch aus pflanzlichen Rohstoffen hergestellt werden, z. B. aus Kartoffeln, Mais oder Zuckerrüben. Die hohe Dämmwirkung wird durch den Einschluss ruhender Zellgase (bzw. Luft bei Verwendung von CO² als Treibmittel) in den aufgeschäumten Zellen erreicht.

Produktionsprozess

Hauptbestandteile sind je ca. 40 % Polyole und Isocyanate, 10 – 15 % Treibmittel (z. B. Pentan, CO²) plus Flammschutzmittel, Weichmacher und Füllstoffe. Die Ausgangsmaterialien werden je nach Verfahren homogen vermischt und durch hinzufügen des Treibmittels aufgeschäumt. Direkt nach dem Mischen setzt eine chemische Reaktion ein, während dessen das Treibmittel entweicht und das Produkt bis zum 30-fachen Volumen aufschäumt.

PUR-Hartschaum: Die Platten werden im Doppelbandverfahren, Blöcke im Blockschaumverfahren hergestellt, in Form gebracht und auf Maß geschnitten.

PUR-Ortsschaum: Die Ausgangsmaterialien werden auf der Baustelle unter Luft- oder Flüssigkeitsdruck aufgeschäumt.

Hinweise zur Verarbeitung

PUR gelten bei sachgerechter Verarbeitung als beständig, jedoch nicht resistent gegen UV-Strahlung und Nagetiere. PUR-Ortsschaum sollte ausschließlich von Fachfirmen verarbeitet werden, da bei unvollständiger Aushärtung längerfristig geruchsintensive Emissionen entstehen können.

Einsatzbereiche

Steil- und Gefälledächer, druckbelastete Flächen (Industriefußböden, Flachdächer, Parkdecks, unter Estrichen) Sandwichelemente, hinterlüftete Fassadenkonstruktionen, Ausschäumen von Hohlräumen. Die Daueranwendungstemperatur sollte im Allgemeinen 90° C nicht überschreiten. Der Einbau als Zwischensparrendämmung ist problematisch, da das Schwinden bzw. Drehen von Sparren nicht kompensiert werden kann und dadurch Wärmebrücken entstehen können.

Baubiologische Stellungnahme

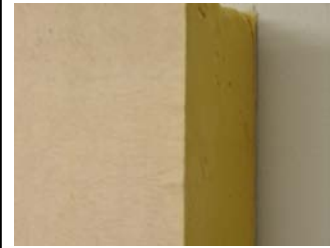
Bei der Herstellung von PUR und deren chemischer Rohstoffe sind Gefahrstoffe mit erheblichem Risikopotential beteiligt. Deshalb ist beim Umgang mit dem Ausgangsmaterial Isocyanate generell erhöhte Vorsicht geboten. Bestandteile der aufwendigen Prozesskette sind gesundheitlich und ökologisch bedenkliche Produkte, z. B. Benzol, Schwefelsäure, Salpetersäure (ergeben zusammen Nitrobenzol), Formaldehyd, Chlor, Phosgen u. a. Durch den Einsatz der Blähmittel können toxische Isocyanate entweichen, zusätzlich können giftige Zwischen- und Endprodukte entstehen. Allergiker können bereits auf sehr geringe Konzentrationen reagieren. Durch thermischen Abbau des PUR bilden sich im Brandfall teilweise die Isocyanate zurück. Im Zusammenwirken mit Stickstoff aus dem PUR entstehen Blausäure, durch Einwirkung von Kohlenmonoxid und Flammschutzmittel weitere toxische Brandgase mit hohem Geruchsgefährdungspotential. Im Entsorgungsfall sind sowohl die stoffliche als auch die energetische Verwertung problematisch. Die Deponierung halogenhaltiger Verbrennungsrückstände kann zur Belastung des Bodens führen.

Weitere wichtige Informationen siehe Seite 29 (Ökobilanz/REACH) und Seite 39 (Prozesskette Polyurethan).

D4.) Resol-Hartschaum oder Phenolharzschaum

Wärmeleitfähigkeit: 0,022 - 0,025 [W/(mK)]
Dampfdiffusionswiderstand μ : 60

Baustoffklasse (Brandschutz): B2
Druckfestigkeit: mittel



Kurzbeschreibung

Phenolharzschaum ist ein spröd-harter Schaumkunststoff mit sehr günstigen Wärmedämmeigenschaften, aufgrund der hohen Geschlossenheit des Materials, welches das Ausgasen des hochdämmenden Treibmittels verhindert/verhindern soll. Für werkmäßig hergestellte Wärmedämmstoffe aus Phenolharz gilt die DIN EN 13 166.

Produktionsprozess

Die Rohstoffe zur Herstellung dieses Schaumstoffs sind Phenolharz und Pentan als Treibmittel. Das Phenolharz wird mit dem Treibmittel und einem Härter gemischt und in kontinuierlichen Verfahren als Bandware geschäumt. Der zunächst viskose Schaum wird dabei zur Fixierung beidseitig mit Glasvliesen kaschiert. Nach dem Aushärten und Trocknen erfolgt die Profilierung der Kanten.

Hinweise zur Verarbeitung

Der Dämmstoff lässt sich aufgrund der hohen Rohdichte recht gut mit Sägen bearbeiten. Das Einpassen in Gefache ist wegen der Sprödigkeit des Materials aufwendig. Werden die Platten unter Heißbitumen verlegt, empfiehlt sich der Einbau einer Zwischenschicht aus Blähperlit-Platten. Direkter Kontakt von Phenolharzschaum mit Metall sollte vermieden werden. Im Kontakt mit Feuchtigkeit kann sich Sulfonsäure aus dem Phenol lösen, die zu Korrosionsschäden führen kann (weißer Rost).

Einsatzbereiche

Außendämmung (vor Bewitterung geschützt) unter Deckungen, Bekleidungen, Putz, oder Abdichtungen, zweischalige Wände (Kerndämmung), Zwischensparrendämmung, oberste Geschossdecke, zweischaliges Dach, Innendämmung der Wand, unter Decke, unter Sparren oder Tragkonstruktionen, Dämmung unter Estrich.

Baubiologische Stellungnahme

Die Recherchen haben hierzu relativ wenig aussagekräftiges Material ergeben.

Phenoplaste gehören seit über 100 Jahren zu den ersten Kunststoffen. Sie bestehen aus Phenolharz (Kunstharz), das man durch die Synthese von Phenolen als Hauptkomponente mit Aldehyden (z. B. Formaldehyd) erhält.

Das „Ökologische Baustofflexikon“ schreibt zum Begriff Phenol:

Phenol wurde wegen seiner bakteriziden Wirkung früher als Desinfektionsmittel eingesetzt. Große Bedeutung hat P. heute als Ausgangsprodukt für Phenolharze, insbesondere Phenol-Formaldehyd-Harze. Phenol führt bei Inhalation zu Schleimhautreizungen und verursacht bei Hautkontakt Verätzungen. Bei chronischen Vergiftungen treten Leber- und Nierenschäden sowie Blutveränderungen auf. Phenol steht im Verdacht auf erbgutschädigende und krebserzeugende Wirkung.

Zur relativen Toxizität ist der sogenannte NIK-Wert (**N**iedrigste **I**nteressierende **K**onzentration) von Phenol von Bedeutung. Dieser ist mit $78 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sehr niedrig. Je niedriger der NIK-Wert, umso höher die Toxizität eines Stoffes.

E) Sonstige Dämmstoffe

E1.) Vakuumdämmung

Wärmeleitfähigkeit: 0,005 – 0,008 [W/(mK)]
Dampfdiffusionswiderstand: $\mu = 5.000.000$
Baustoffklasse (Brandschutz): B3 (B2 nur mit spezieller Folie, Kernmaterial A1)
Druckfestigkeit: 45 – 120 kPa (bei 10 % Stauchung)



Kurzbeschreibung

Vakuumisolationspaneele (VIP) haben einen Stützkern aus offenzelligem Material, vorzugsweise mikroporöser Kieselsäure, und sind i. d. R. mit einer metallisierten Hochbarrierefolie umhüllt. VIP sind teurer als konventionelle oder natürliche Dämmstoffe, und werden deshalb bislang häufig nur für spezielle Bereiche eingesetzt. Verschiedene Hersteller haben in den letzten Jahren eine „Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung“, für ihre Produkte erhalten. Mit VIP's lassen sich extrem niedrige Wärmeleitfähigkeiten erzielen, so dass bereits mit Platten von 2 – 3 cm Stärke sehr gute Dämmwirkungen erreicht werden können – vorausgesetzt, die Dämmplatte wird unbeschädigt eingebaut und die Dämmstoffhülle ist absolut dicht. Es muss jedoch davon ausgegangen werden, dass das ursprüngliche Vakuum auf Dauer nicht vollständig aufrecht erhalten werden kann. Dadurch verschlechtert sich dann zwangsläufig die Wärmeleitfähigkeit.

Nach Angaben der Hersteller sowie schriftlichen Ausführungen in der „Allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung“ muss jedoch auch bei vollständigem Versagen des Vakuums der nach DIN 4108-2 erforderliche Mindestwärmeschutz gewährleistet sein. Für die sogenannten belüfteten VIP-Elemente wird dann z. B. ein Bemessungswert der Wärmeleitfähigkeit von 0,020 W/mK in Ansatz gebracht.

Hinweise zur Verarbeitung

VIP's können auf der Baustelle nicht mehr bearbeitet werden. Deshalb ist eine äußerst exakte Planung erforderlich, insbesondere bei Flächen mit vielen Fenstern, Türen, Vorsprüngen, etc., um eine detailgenaue Verarbeitung nach Verlegeplan zu ermöglichen.

Ein Hersteller ist im Frühjahr 2010 mit standartisierten Paneelen unterschiedlichen Formats auf den Markt gegangen. Damit kann die Vorlaufzeit deutlich verringert werden.

Einsatzbereiche

VIP's haben ihre Stärke überall dort, wo wenig Platz vorhanden und gleichzeitig eine hocheffiziente Wärmedämmung erwünscht ist. In der Sanierung z. B. bei Terrassen und Balkonen, Kellerfußböden, eingeschnittenen Hauseingängen, Fensterlaibungen, Gaupenwänden, hinter vorgesetzten Rollladenkästen, stirnseitiger Dämmung von massiven Decken oder auch als platzsparende Innendämmung finden die Vakuum-Isolations-Paneele vermehrt Anwendung. Tendenz stark steigend. In verdichteten Innenstädten mit sehr hohen Grundstückspreisen führt der Gewinn an Wohn- bzw. Bürofläche aufgrund geringer Dämmstärken häufig zu einer schnellen Amortisation der gegenüber konventionellen und natürlichen Dämmstoffen höheren Materialpreise.

Baubiologische Stellungnahme

Dampfdichte Wärmedämmungen sind in der Regel baubiologisch nicht erwünscht. Im Sanierungsfall mit begrenzten Räumen kann aufgrund der hohen Dämmwirkung bei geringen Dämmstärken der Einsatz dennoch sinnvoll und ggfs. auch wirtschaftlich sein. Extrem genaue Planung nach Aufmaß und Verarbeitung exakt nach Verlegeplan sind erforderlich, um das gewünschte Ergebnis auch in der Praxis zu erzielen.

11) Fazit

Die gültige Energieeinsparverordnung (ENEV 2009) stellt hohe Anforderungen an die Wärmedämmung von Neubauten und die Dämmstandards bei Sanierungen. Der Energieverbrauch steht im Mittelpunkt dieses Regelwerks, die Themen Bauökologie, Nachhaltigkeit und Bauphysik spielen dagegen eine untergeordnete Rolle.

Diese Broschüre will die Bauökologie, die Nachhaltigkeit und die Bauphysik von Gebäuden stärker in den Fokus der am Bau beteiligten Personen rücken. Naturfaserdämmstoffe können und sollten künftig eine gewichtigere Rolle bei der Dämmung von Gebäuden spielen. Naturfaserdämmstoffe verfügen über günstige bauphysikalische Eigenschaften, unterstützen durch ihre regionale Verfügbarkeit regionale Wirtschaftskreisläufe, benötigen meist nur kurze Transportwege und sind auf Basis nachwachsender Rohstoffe nachhaltig sowie langfristig und „preiswert“ verfügbar.

Aufgrund vielfältiger Einsatzmöglichkeiten ökologischer Baumaterialien ist es grundsätzlich möglich, unter Beachtung bestehender Gesetze, Normen und Richtlinien auch moderne Energiesparhäuser oder energieeffiziente Gebäudesanierungen in konsequent ökologischer Bauweise durchzuführen. Dem Wunsch vieler Bauherren nach gesunden Wohn- und Arbeitsräumen in ressourcenschonender und umweltgerechter Bauweise kann dadurch entsprochen werden. Eine Raumluftbelastung kann jedoch auch durch Naturbaustoffe entstehen – z. B. natürliche Öle, Farben und Lacke. Grundsätzlich sollte man die einzelnen Produkte genau betrachten, sowohl die Inhaltsstoffe als auch den Herstellungsprozess. Die in den jeweiligen Kapiteln dieser Broschüre beschriebenen Details zu Ökologie, Nachhaltigkeit und Gesundheitsschutz geben umweltbewussten Baufamilien und Baufachleuten bei der Produktauswahl eine wichtige Hilfestellung.

12) Impressum

Verantwortlich für Gesamtkonzeption und Umsetzung

Herbert Danner
Hermann-Schaller-Str. 11
81825 München
Tel. 089/42 72 15 36
E-Mail: baubiologie.danner@gmx.de

Haftungsausschluss/Urheberschutz

Dieser Hinweis bezieht sich auf alle Texte, Dokumente und Grafiken, die in dieser Unterlage zur Verfügung stehen. Alle Informationen wurden mit größter Sorgfalt erarbeitet. Eine Haftung für die Aktualität, Rechtsverbindlichkeit, Vollständigkeit oder Qualität kann nicht übernommen werden. Es gilt die jeweils gültige Fassung der gesetzlichen Grundlagen und beschriebenen Vorgänge sowie Dokumente. Mit dieser Unterlage erfolgt keine Rechtsberatung, sondern nur eine unverbindliche Darstellung des Themas Wärmedämmstoffe ohne Anspruch auf Vollständigkeit. Rechtsberatungen können und müssen im Einzelfall durch die dafür vom Gesetzgeber vorgesehenen Berater erfolgen.

Der Verfasser behält sich alle urheberrechtlichen Rechte vor. Die Texte, Dokumente und Grafiken dürfen ohne ausdrückliche schriftliche Zustimmung in keiner Form weitergegeben oder vervielfältigt werden. Sollten Hinweise auf Internetseiten oder auf durch Dritte geschützte Marken oder Urheberrechte betroffen sein, unterliegen diese uneingeschränkt den Bestimmungen des jeweils gültigen Kennzeichnungsrechtes und Besitzrechtes der jeweiligen eingetragenen oder betroffenen Eigentümer. Der Autor dieses Handbuchs übernimmt keinerlei Haftung für deren Dokumente, Grafiken, Multimedia Daten oder Software.

13) Verwendete Literatur und Bildnachweise

a) Verwendete Literatur/Quellen

Öko-Test Verlag
Kompass Gütesiegel 2010

Holger König und Wolfgang Mandl
Baukosten-Atlas 2010
SIRADOS Baudaten

ÖKO-TEST
Jahrbuch Bauen, Wohnen & Renovieren 2010
ÖKO-TEST Verlag GmbH

Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen; Bayerische Architektenkammer
Wecobis 2010/Ecobis 2000 – öffentliches Baustoffinformationssystem

Berufsgenossenschaften der Bauwirtschaft
GISBAU – Gefahrstoff-Informationssystem, 2010/2000

Bayerische Bauordnung (BayBO) 2008
C.H.Beck Verlag

Josef Spritzendorfer
Nachhaltiges Bauen mit „wohngesunden“ Baustoffen, 2007
C.F. Müller

Margit Pfundstein und andere Autoren
Dämmstoffe, 2007
Edition Detail

GDI – Gesamtverband Dämmstoffindustrie,
Dämmstoffe im Überblick, 2007/2004

Zwiener/Mötzl
Ökologisches Baustoff-Lexikon, 2006
C.F. Müller

Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe, FNR
Dämmstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen, 2006

Fraunhofer IRB Verlag
BAUthema Naturdämmstoffe 2006

ÖKO-TEST
Bauen & Wohnen, Artikel Wärmedämmverbundsysteme, Juli 2006
ÖKO-TEST Verlag GmbH

Internationaler Verein für zukunftsfähiges Bauen und Wohnen, natureplus e. V.
nature news, 2004 - 2006

Test
Haushalt + Garten, Artikel Wärmedämmstoffe, Oktober 2005
Stiftung Warentest

Deutsches IngenieurBlatt
DIB Spezial, Dezember 2004

Katalyse Institut für angewandte Umweltforschung
Umweltverträglichkeit von Gebäudedämmstoffen, 2003
Ministerium für Umwelt, Naturschutz und Landwirtschaft des Landes Schleswig-Holstein

Eckhard Reyer, Kai Schild und Stefan Völkner
Kompendium der Wärmedämmstoffe, 2002
Fraunhofer IRB Verlag

CMA Centrale Marketing-Gesellschaft Agrar/C.A.R.M.E.N./FNR Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe
Dämmstoffe aus der heimischen Natur, 2002
CMA

Benz-Scharf-Weber
Nachwachsende Rohstoffe, 2001
C.A.R.M.E.N. Centrale Agrar-Rohstoff-Marketing- und Entwicklungs-Netzwerk

Wichmann-Schlipköter-Fülgraff
Handbuch der Umweltmedizin, 2001
ecomед Verlag

Informationsdienst Holz
Dämmstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen, 1999
Entwicklungsgemeinschaft Holzbau (EGH)

Christian Sörensen
Wärmedämmstoffe im Vergleich, 1997
Umweltinstitut München

SIA, Schweizerischer Ingenieur- und Architekten-Verein
Hochbaukonstruktionen nach ökologischen Gesichtspunkten, SIA Zürich, 1995
SIA Zürich

b) Bildnachweise

Gesamtverband Dämmstoffindustrie, GDI (Tabelle „GDI Baumarktstatistik“, S. 9)
(Tabelle „Harmonisierte Produktnormen“, S. 11)

Steico AG (Bilder „professionelle Schneidetechnik, S. 15)

Fraunhofer Institut für Bauphysik (Bild: Sommerlicher Wärmeschutz/Sorptionsfähigkeit S. 17)

Informationsdienst Holz (Beipackzettel CE-Zeichen, Ü-Zeichen, S. 20)

Urheber: Lutz Weidner, Bauthermografie & Luftdichtheitsprüfung (Bild „Thermografie“, S. 21)

Urheber/Zeichner: Kino (Grafik „Blower door Test“, Seite 22)

Fa. Gutex (Bilder „Produktion Holzfaser im Nass- und Trockenverfahren, S. 34)

Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (Bilder: Getreide, Holzspäne, Stroh S. 45,48,54)

Fa. Hiss Reet eK (Bild: Schilfrohr Seite 53)

Porextherm Dämmstoffe GmbH (Bild: Vakuumdämmung, Seite 67)

Alle anderen Bilder und Tabellen: Autor Herbert Danner

Das Bauzentrum München ...

... ist Partner der Planerinnen/Planer und Handwerkerinnen/Handwerker

Innovative und hochwertige Produkte und Dienstleistungen finden häufig nur unter hohem Aufwand ihre Kundinnen und Kunden. Das Bauzentrum München unterstützt deswegen alle diejenigen Akteurinnen und Akteure, die mit planerischen und handwerklichen Leistungen erfolgreich sein wollen.

Dazu dient besonders die Weitergabe von Informationen an Besitzerinnen/Besitzer und Verwalterinnen/Verwalter von Immobilien. Besonders erfolgreich können alle Akteurinnen und Akteure aber bei den Veranstaltungen im Bauzentrum München Kontakte zu neuen Auftraggeberinnen/Auftraggebern finden. Hierfür werden eine Vielzahl von Fachforen und Gewerke übergreifenden Seminaren angeboten.

... informiert und berät rund ums Bauen, Wohnen und Sanieren

Das Bauzentrum München in der Messestadt Riem bietet seinen Besucherinnen und Besuchern ein umfangreiches Angebot: Unabhängige Fachleute bieten produkt- und firmenneutrale Beratungen zu über 60 Themen, und eine Dauerausstellung informiert sie zu Produkten und Dienstleistungen rund ums Wohnen, Bauen und Sanieren.

... vermietet Veranstaltungsräume und Ausstellungsflächen

Nutzen Sie das Bauzentrum München auch als Tagungsort oder mieten Sie sich Flächen in der Dauerausstellung. Dabei können Sie von dem seriösen Ambiente des Bauzentrum München als Informations- und Kompetenzzentrums der Landeshauptstadt München profitieren. Die Ausstellungsflächen werden bei wichtigen Veranstaltungen auch von wichtigen Entscheidungsträgerinnen und -trägern im Raum München besucht.

... organisiert zielgruppenorientierte Veranstaltungen

Nutzen Sie die umfangreiche Erfahrung und Kompetenz des Bauzentrum München. Rund ums Wohnen, Bauen und Sanieren planen und organisieren wir erfolgreiche Veranstaltungen. Gerne unterbreiten wir ihnen ein Angebot. Auch Exkursionen im Bereich Städtebau/Architektur sowie Bau- und Energietechnik können wir Ihnen in mehreren Sprachen anbieten.

... informiert Sie mit dem E-Mail-Newsletter mit aktuellen Informationen

Als Abonnentin/Abonnent des E-Mail-Newsletters vom Bauzentrum München erhalten Sie ständig aktuelle Meldungen zu wichtigen Veranstaltungs- und Beratungsangeboten, sowie zum kommunalen Förderprogramm Energieeinsparung.

... hilft mit seinem Beratungsangebot allen – auch Profis

Das Bauzentrum München bietet eine Vielzahl von kostenfreien und kostenpflichtigen Beratungsangeboten und Vor-Ort-Checks an. Im Internet finden Sie die ständig aktualisierten Beratungsthemen.



So finden Sie uns

- U-Bahn** U2 bis Messestadt West, dann 5 Min. Fußweg
- S-Bahn/ Bus** S2 bis Riem, umsteigen in Bus 190 bis Messestadt West, dann 5 Min. Fußweg
- Auto** A94, Ausfahrt M.-Riem oder Feldkirchen West. Parkhaus direkt hinter dem Bauzentrum. Einfahrt an der Georg-Kerschensteiner-Str. 2. Das Parken ist in der Regel gebührenpflichtig.

Produkt- und firmenneutrale Beratung nach Terminvereinbarung zu über 60 verschiedenen Themen: **Infotelefon: 089 / 50 50 85**

Aktuelle und ausführliche Informationen finden Sie immer im Internet: **www.muenchen.de/bauzentrum**



Bauzentrum München
Willy-Brandt-Allee 10, 81829 München

Telefon: (089) 50 50 85, Fax: (089) 54 63 66 - 20
E-Mail: bauzentrum.rgu@muenchen.de
Internet: **www.muenchen.de/bauzentrum**

Öffnungszeiten: Montag bis Samstag 9 bis 19 Uhr (nicht an Sonn- und Feiertagen), **Eintritt frei**

Das Bauzentrum München ist eine Einrichtung der Landeshauptstadt München, Referat für Gesundheit und Umwelt.