

Themenmodule: Baustoff- im Detail

Die kleine Baustoff-Fibel

Dämmstoffe + Holzbaustoffe



➤ **Ablauf Lehrmodul Baustoff-Fibel „Dämmstoffe und Holzwerkstoffe“:**

- 1.) Was sind Baustoffe
- 2.) Baustoffe: „Grundlagen“
 - 2.1 Umweltkennzeichen von Baustoffen
 - 2.2 Was sind nachhaltige Baustoffe
 - a) EPD-Wert
 - b) EPI-Wert
- 3.) beispielhafte Einteilung von Baustoffen
 - a) Dämm- und Dichtstoffe; Glas; Verbundstoffe
 - b) Kunststoffe
 - c) Eisen; Stahl; Holz
 - d) Gesteine
- 4.) Bauphysikalische Kennwerte
 - a) U-Wert
 - b) μ -Wert
 - c) sd-Wert
 - d) ρ -Wert
 - e) c-Wert

5.) Dämmstoffe detailliert

5.1 Synthetische Baustoffe

- a) Polystyrol EPS
- b) Polystyrol XPS
- c) Polystyrol PIR / PUR
- d) Resol / Vakuum-Dämmung

5.2 Mineralische Dämmstoffe

- a)
 - Mineralwolle
 - Steinwolle
 - Aerogel Vlies
- b)
 - Mineralschaum
 - Calciumsilikat
 - Schaumglas
- c)
 - Blähton / Bims

5.3) organische Dämmstoffe

a) Rohstoff Baum

- Holzwolle-Leichtbauplatten
- Holzwerkstoffplatten
- Holz-Weichfaserplatten
- Zellulose / Kork

a) Rohstoff Pflanzen / Tiere

- Hanf; Flachs; Stroh; Schilf; Jute; Schafswolle

6.) Sondermaterial

- Montage- / Bauschaum

7.) Zusammenfassung Kenndaten Dämm-Material

8.) Beispiele

9.) Links; gebaute Beispiele

Dazwischen immer wieder...

... PAUSEN

Lehrmodul: kleine Baustoff-fibel **Dämmstoffe + Holzbaustoffe**

1.) Was sind Baustoffe

Ein **Baustoff** ist ein **Material**:

- In Form von Rohstoffen oder Verbundstoffen, die zum Errichten oder Sanieren von Gebäuden genutzt werden
- Die frühesten vom Menschen verwendeten Baustoffe waren Hölzer und Natursteine
- Heute dominieren **Massenrohstoffe** wie **Sand**, Kies, **Schotter**, Kalk und daraus hergestellte einfache Stoffe wie Zement, Beton oder Glas.

2. Baustoffe: Grundlagen

Baustoffe sind Werkstoffe: kommen vor als:

- Rohstoff; Holz, Split, Sand usw.
- weiter verarbeitetes Produkt; Zement, Beton, Stahl usw.
- ✓ Welches ist der meist verbrauchte Baustoff ? (Mendimeter Abfrage)
 - **ZEMENT gilt weltweit als der meist verbrauchte Baustoff**
wird als Bindemittel benötigt und wird u.a. zur Betonherstellung benötigt
 - Betrachtung des Baustoffs:
 - als funktionstüchtiger, langlebiger Bestandteil einer Konstruktion
 - als umweltverträglicher, rückbau- und wiederverwendbarer Baustoff
 - Lokal vorhanden und bezahlbar

 **Nachhaltiges Bauen** (Sozial, wirtschaftlich und ökologisch)

2.1 Umweltkennzeichen von Baustoffen

Typ 1: werden nach Kriterien der Umweltwirkung vergeben. Z.B.:



Typ 2: Umweltdeklarationen von Anbieterfirmen. Z.B.



Typ 3: Zertifizierung nach ISO 14040; Öko-Bilanzierung von Rohstoffgewinnung bis Entsorgung



2.2 Was sind nachhaltige Baustoffe

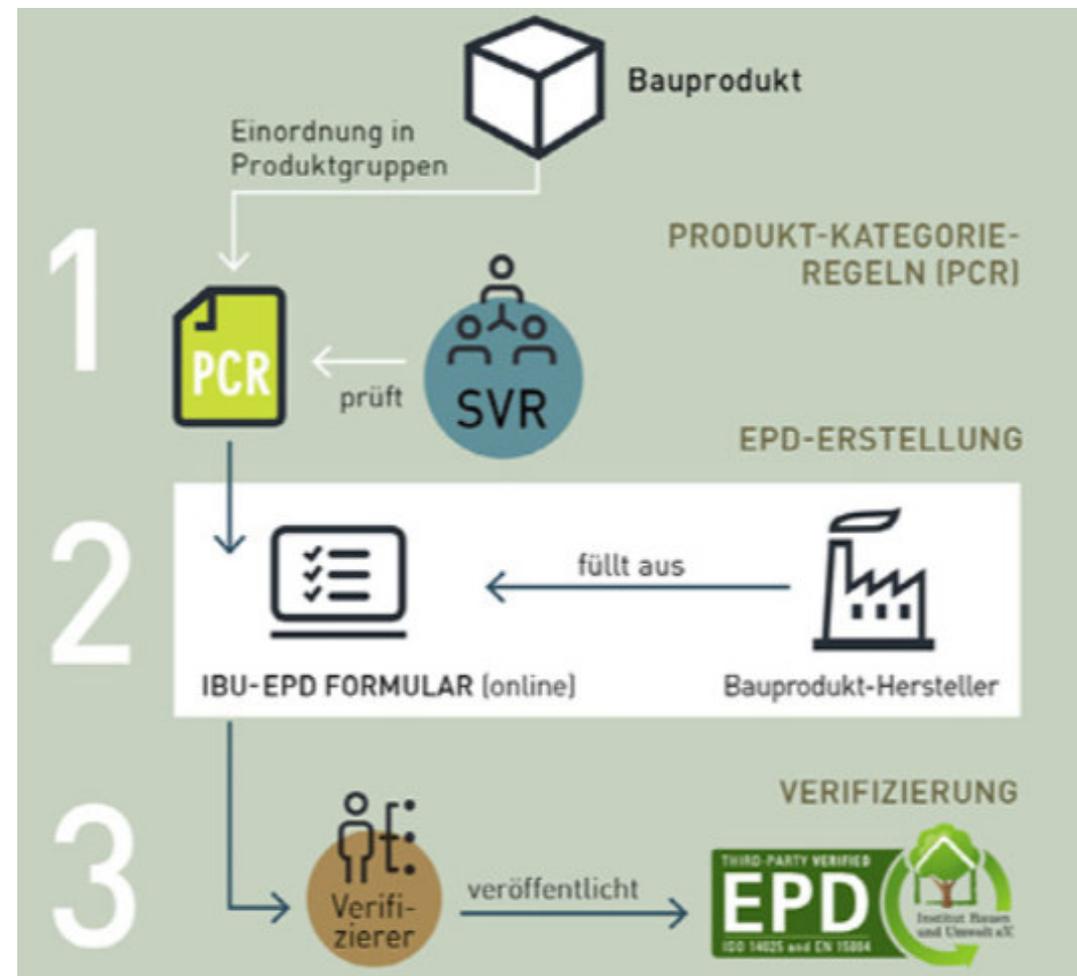
➤ a) EPD Wert (Environmental Product Declaration ; Umweltproduktdeklarationen)

<https://youtu.be/UJDEFxHGIhE>

Erklärvideo EPD (Architekt und Bauherrin)

bewertet ökologische Auswirkungen der Produkte hinsichtlich:

- Treibhauseffekt
- Verbrauch an grauer Energie (Primärenergieinhalt PEI)



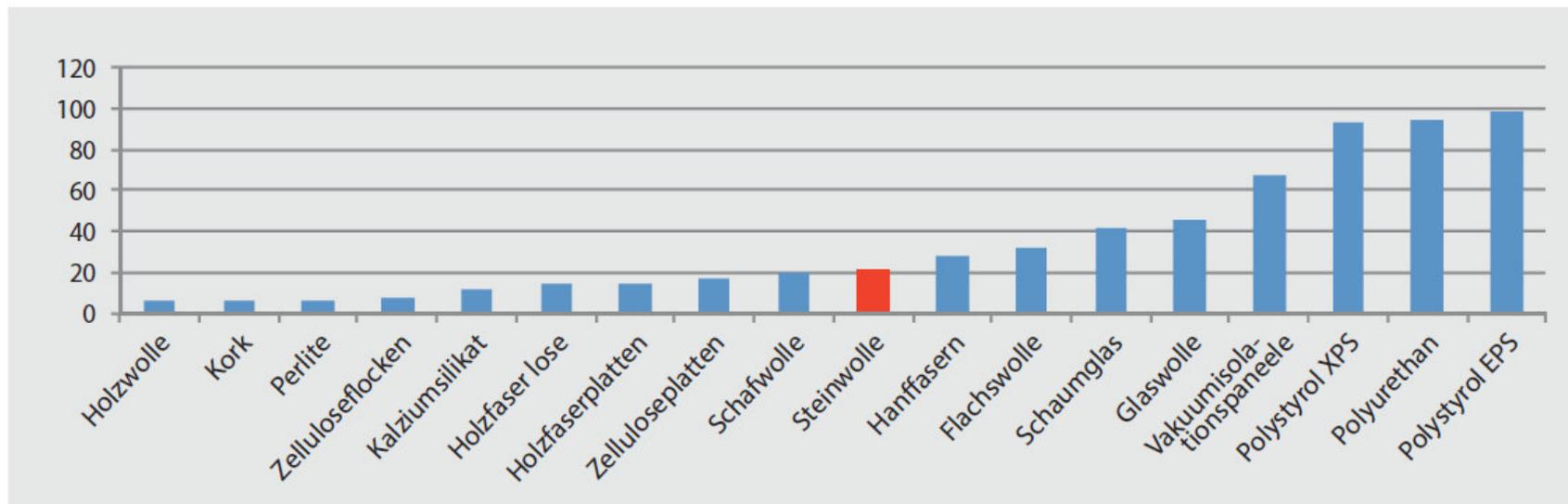
➤ b) PEI = Primär Energie Inhalt

Gibt an, wieviel Energie bereits im Baustoff steckt, bis dieser auf der Baustelle ankommt.

Beispiel: Holzfaserplatten

- Der PEI variiert je Herstellung und Transport.
 - lange Transportwege verschlechtern den PEI
 - mit Strom getrocknete Holzprodukte, verschlechtert den Wert.

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



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

Beispieltabelle EPD und PEI

Mineralische Baustoffe / Holz und Holzwerkstoffe

Mineralische Baustoffe

Tab. 1: Kenndaten von mineralischen Baustoffen

Quelle: ÖKOBAUDAT 2011, DIN 4108-4, DIN EN ISO 10456

		Rohdichte	Primärenergieinhalt nicht erneuerbar		Wärmeleitfähigkeit	Diffusionswiderstandszahl
		ρ kg/m ³	PEI MJ/m ³	PEI kWh/m ³	λ_n W/(mK)	μ
Ziegel	Mauerziegel Durchschnitt, Poroton	740	1.181	328	0,14	5/10
	Perlitegefüllte Ziegel S, Poroton	800	1.743	484	0,09 – 0,11	5/10
Porenbeton	Porenbeton P2 04 unbewehrt	380	1.387	385	0,11	5/10
	Porenbeton P4 05 unbewehrt	472	2.308	641	0,15	5/10
Kalksandstein	Kalksandstein Mix	2.000	2.483	690	1,1	15/25
Lehm	Lehmstein	1.200	1.440	400	0,47	5/10
	Stampflehm-wand	2.000	106	30	1,1	5/10
Beton	Transportbeton C20/25	2.365	1.133	315	2,00	80/130

Holz und Holzwerkstoffe

Tab. 2: Kenndaten von Holz und Holzwerkstoffen

Quelle: ÖKOBAUDAT 2011, DIN 4108-4, DIN EN ISO 10456

		Rohdichte	Primärenergieinhalt nicht erneuerbar		Wärmeleitfähigkeit	Diffusionswiderstandszahl
		ρ kg/m ³	PEI MJ/m ³	PEI kWh/m ³	λ_n W/(mK)	μ
Konstruktionsvollholz 15 % Feuchte		529	4.271	1.186	0,13	50
Schnittholz Fichte (12 % Feuchte / 10,7 % H ₂ O)		482	2.741	762	0,12	50
Brettschichtholz Nadelholz		515	4.966	1.379	0,13	50
Sperrholzplatte		490	3.293	915	0,14	70/200
Spanplatte		681,5	6.465	1.796	0,15	15/50
OSB (Durchschnitt) 5 % Feuchte		650	5.084	1.412	0,13	50

Beispieltabelle EPD und PEI Dämmstoffe

Dämmstoffe

Tab. 3: Kenndaten von Dämmstoffen

Quelle: ÖKOBAUDAT 2011, DIN 4108-4, DIN EN ISO 10456

		Rohdichte	Primärenergieinhalt nicht erneuerbar		Wärmeleit- fähigkeit	Diffusionswider- standszahl
		ρ	PEI	PEI	λ_n	μ
		kg/m ³	MJ/m ³	kWh/m ³	W/(mK)	
anorganisch/ mineralisch	Blähton Körnung	360	1.974	548	0,16	3
	Perlite 0 – 3	90	672	187	0,06	3
	Blähglas Körnung	150	807	224	0,035 – 0,7	5
	Mineralwolle (Fas- saden-Dämmung)	46	865	239	0,03 – 0,05	1
	Glaswolle	20 – 153	594 – 4.544	165 – 1.262	0,035 – 0,045	1/2
	Foamglas W+F	100	1.525	424	0,04 – 0,06	∞
	Steinwolle	22 – 200	717 – 5.616	199 – 1.560	0,035 – 0,045	1/2
organisch/ synthetisch	XPS-Dämmstoff	32	3.059	850	0,025 – 0,054	80/250
	PU-Dämmplatte, Blockschaum	40	2.758	766	0,02 – 0,04	30/100
	EPS W/D 035 – IVH	35	1.837	510	0,029 – 0,050	20/100
	EPS PS 25	25	2.386	663	0,029 – 0,050	20/100
organisch/ nachwach- send	Holzfaserdämm- platte Mix (Tro- ckenverfahren)	60	1.922	534	0,04 – 0,055	3/5
	Holzfaserdämm- platte (Nassver- fahren)	200	2.026	563	0,04 – 0,055	3/5
	Zellulosefaser Einblas-Dämm- stoff	45	148	41	0,04 – 0,045	2/2
	Zellulosefaser- platten	80	2.121	589	0,04	2/2
	Expandierter Kork	100	999	277	0,04 – 0,055	5/10

Link: [R:\Smart
Leitfaden Ökologische Kenndaten.pdf](R:\Smart Leitfaden Ökologische Kenndaten.pdf)

3.) beispielhafte Einteilung von Baustoffen

Dämmstoffe

- Polystyrole
- Schaumglas
- Mineralfaser
- Holzwole
- Holzweichfaser
- Hanf+Flachs+Gras
- Schafwolle
- ...

Kunststoffe

- PVC
- PS Polystyrole
- Epoxid-Harz
- Polyurethan PUR
- Kautschuk
- Silikone
- ...

Holz

- Bauholz
- Funierholz
- OSB, MDF
- Brettschichtholz
- Sperrholz
- Leimbinder
- Multiplex
- ...

Gesteine

Natürlich

- Sandstein
- Granit
- Schiefer
- Marmor
- Kalkstein
- ...

Künstlich

- Ziegel
- Klinker
- Kalksandstein
- Beton
- Porenbeton
- ...

Eisen / Stahl

metallisch

- Baustahl
- Gusseisen
- Betonstahl
- ...

n. metallisch

- Aluminium
- Magnesium
- Blei
- ...

- **a) Dämm- und Dichtstoffe; Glas; Verbundstoffe**

Baustoffklasse	Baustoffe
Dämmstoffe	Flachfasern, Holzwolle-Leichtbauplatten wie Heraklith-Platten, Holzweichfaserplatten, Getreideschüttungen (Ceralith), Glasfasern, Hanffasern, Mineralfasern, Schafwolle, Schaumglas, Schaumkunststoff, Strohleichtlehm, Kork, Kokosmatten, Pressstroh, Perlite, Filz, Torfplatte, Polystyrol, Kalziumsilikatplatte, Zellulose, Schilfrohrplatte, Mineralwolle
Dichtstoffe	Bitumen, Noppenbahn
Glas	Glasbausteine, Flachglas, Pressglas
Asphalt	Asphaltbeton, Gussasphalt, Splittmastixasphalt, Naturasphalt
Verbundbaustoffe	Gipskartonplatte, Stahlbeton, Faserbeton, Stahlfaserbeton, Biorock, Holzwerkstoffe

- **b) Kunststoffe**

Baustoffklasse	Baustoffe
Thermoplastische Kunststoffe	Ethylen-Tetrafluorethylen (ETFE), Polyvinylchlorid (PVC), Polyethylen (PE), Polypropylen (PP), Polymethylmethacrylat (PMMA), Polystyrol (PS), Polyvinylacetat (PVAC), Polycarbonat (PC), Polyamid (PA), Polyisobutylen (PIB), Ethylenvinylacetat (EVA)
Duroplastische Kunststoffe	Phenol-Formaldehyd-Harz (sogenanntes Bakelit, PF), UF-Harz, Melamin-Formaldehyd-Harz (MF), ungesättigtes Polyester-HARZ (UP), Epoxid-Harz (EP)
Elastomere Kunststoffe	Polyurethan (PUR), Kautschuk, Silikone, Acryl

- **c) Eisen; Stahl und Holz**

Baustoffklasse	Baustoffe
Eisen und Stahl	Baustahl, Betonstahlmatte, Betonstabstahl, Spannbetonstahl, Gusseisen, Profilstahl
Nichteisenmetalle	Aluminium, Magnesium, Blei, Zinn, Zink, Kupfer
Holz	Bauholz, Furniersperrholz, Leimbinder, Sperrholz, Grobspanplatte, OSB-Platte, Brettschichtholz, MDF-Platte, Flachpressplatte, Multiplexplatte, Holzwolle, Strangpressplatte

Einteilung Baustoffe detailliert

- d) Gesteine

Baustoffklasse	Baustoffe
Natürliche Bausteine (Naturwerksteine)	Sandstein, Kalkstein, Granit, Schiefer, Marmor, Tuff, Grauwacke, Rhyolith, Basalt
Künstliche Bausteine	Ziegel, Klinker, Tonhohlplatte, Dachziegel, Kalksandstein, Hüttenstein, Betonstein, Leichtbetonstein, Schwerbetonstein, Porenbeton, Betonwerkstein, Betondachstein, Blähton, Lehmziegel
Bindemittel	Anhydritbinder, Baukalk, Baugips, Zement, Mischbinder, Putz- und Mauerbinder, Bitumen, Lehm
Zuschlagstoffe (natürliche und künstliche Gesteinskörnungen in Mörtel und Beton)	Sand; Kies, Bims, Hochofenschlacke, Hüttenbims, Blähton, Bläschiefer
Mörtel	Mauermörtel, Putzmörtel, Estrichmörtel, Fliesenkleber
Beton	Leichtbeton, Normalbeton, Schwerbeton, Stahlbeton, Spannbeton, Faserbeton, Stahlfaserbeton, Porenbeton

4.) bauphysikalische Kennwerte

Die wichtigsten bauphysikalischen Kennwerte sind:

- der U-Wert W/m^2K
- der μ -Wert
- der sd-Wert
- die ρ -Dichte kg/m^3
- Der c-Wert J/kg^*K

a) Der U-Wert: Wärmedurchgangskoeffizient λ

- Wärmestrom durch 1m^2 Bauteilfläche bei einem Temperaturunterschied von außen nach innen
- Je größer der Wert, desto schlechter die Dämmeigenschaften und umgekehrt.

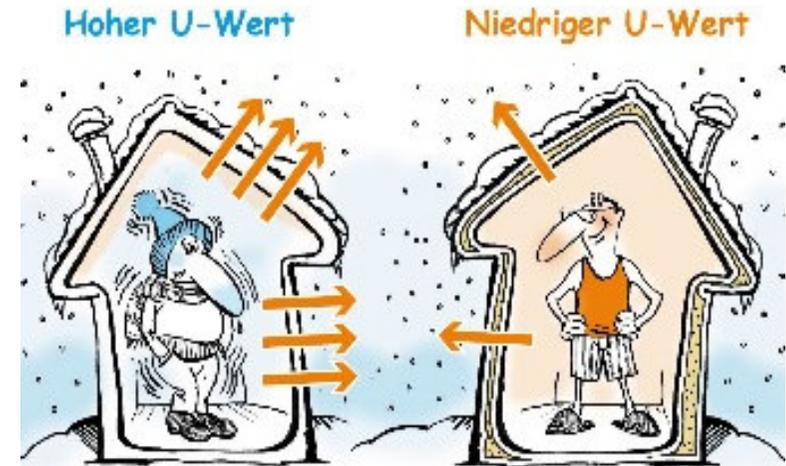
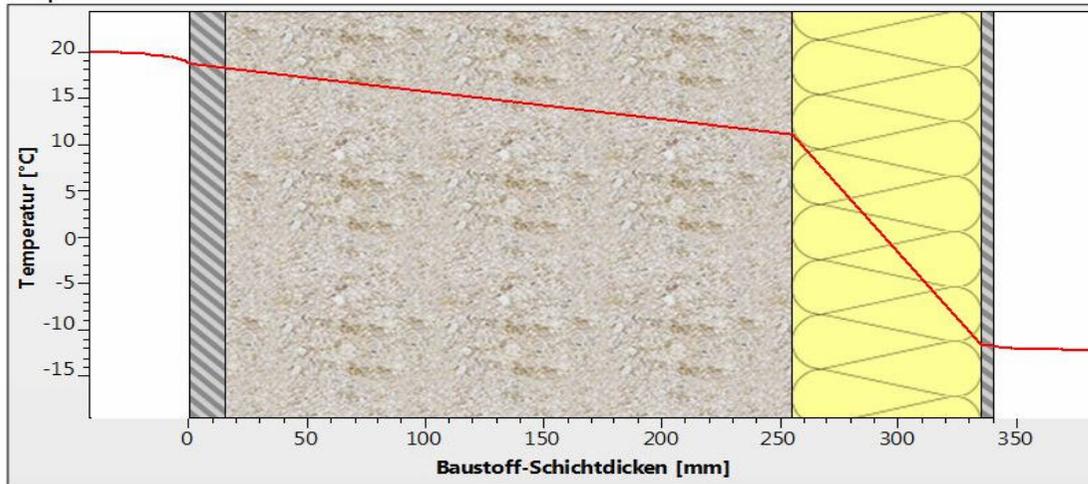
Kurzbez.: AW16 Bauteil : AW, Ziegel 240mm, Wlfr.035

	R-Wert [mK/W]	Winter		Sommer		Dauer [h]
		t [°C]	phi [%]	t [°C]	phi [%]	
Innen	0,13	20,0	50	12,0	70	Tauperiode Verdunstungsp.
Aussen	0,04	-12,0	100	12,0	70	

	Baustoffe	Dicke	Lambda	R-Lambda	t _{in}	t _{Au}	p	p _{Satt}	S _d
		[mm]	[W/mK]	[m²K/W]	[°C]	[°C]	[Pa]	[Pa]	[m]
1	Gipsputz ohne Zuschlag	15,0	0,350	0,043	18,7	18,3	1169	2159	0,15
2	Leichtlochziegel, W 800	240,0	0,330	0,727	18,3	11,1	1115	2102	2,40
3	Faserdämmst. DIN18165, Wlfr.035	80,0	0,035	2,286	11,1	-11,5	255	1322	0,08
4	Kunstharzputz	5,0	0,700	0,007	-11,5	-11,6	227	227	1,00

U-Wert 0,31 W/m²K Tauwassermenge 0,34 kg/m² Verdunstungswassermenge 0,84 kg/m² © ökobaudata

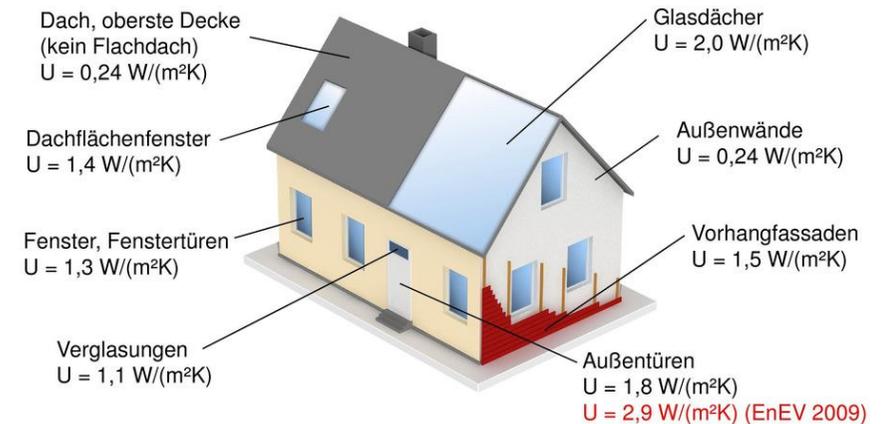
Temperaturverlauf



EnergieAgentur.NRW

Bauteilverfahren der EnEV 2014 im Bestand

Grenzwerte für Transmissionswärmeverluste



b) Der μ -Wert: Wasserdampfdiffusionswiderstand

- Gibt die Durchlässigkeit des Baustoffs für Wasserdampf an
- Je kleiner der Wert, desto besser ist die Fähigkeit Wasserdampf von der warmen Seite zur kalten zu leiten.
- $sd = \mu * d$ (Bauteildicke)

λ :	0,13	W/mK
μ :	30/300	$\mu \leftrightarrow sd$
ρ :	650	kg/m ³
c:	1700	J/(kg*K)
ε :	0,9	[0,01 - 0,99]

Beispiel OSB-Platte

c) Der sd-Wert: äquivalente Luftschichtdicke

- Gibt die vergleichbare Luftschichtdicke an, die eine Folie haben muss, um die Konstruktion vor Feuchte zu schützen
- Die Baustoffdicke wird mit dem μ -Wert desselben multipliziert.
- Je kleiner der Wert, desto diffusionsdichter ist der Baustoff
- $sd = \mu * d$ (Bauteildicke)

Die DIN 4108-3 unterscheidet zwischen:

<u>sd</u> -Wert	Grad der Dichtheit
<u>sd</u> ≤ 0,5 m	diffusionsoffen
<u>sd</u> > 0,5 m - < 100 m	diffusionsbremsend
<u>sd</u> > 100 m - < 1500 m	diffusionssperrend
<u>sd</u> ≥ 1500 m	diffusionsdicht

λ :	0,13	W/mK
<u>sd</u> :	3	m $\mu \leftrightarrow sd$
ρ :	650	kg/m ³
c:	1700	J/(kg*K)
ϵ :	0,9	[0,01 - 0,99]

Beispiel OSB-Platte

d) Der p-Wert: Baustoffdichte

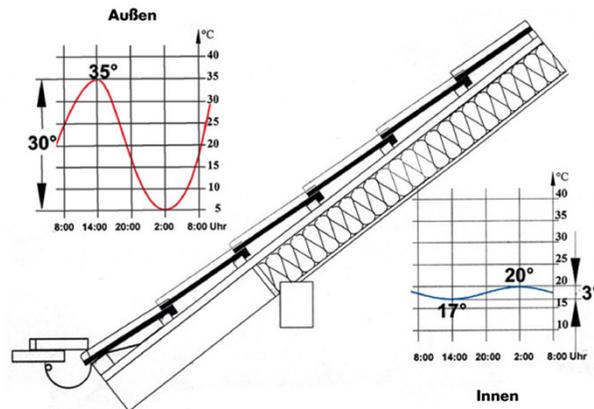
- Verhältnis Masse Baustoff zum Volumen Baustoff
- Je dichter, desto druckfester
- Je mehr Luftporen, desto besser die Wärmedämmung, desto schlechter die Tragfestigkeit
- Je dichter der Baustoff, desto größer die Wärmespeicherfähigkeit

DIN EN ISO 10456: 2010 – 05 Baustoffe und Bauprodukte – Wärme- und Feuchtschutz technische Eigenschaften – Tabellierte Bemessungswerte			
Material	Rohdichte kg/m ³	Wärmeleitfähigkeit W/(mK)	spez. Wärmekapazität J/(kgK)
Wasser bei 10 ° C	1.000	0,60	4.190
Luft	1,23	0,025	1.008
Aluminiumlegierungen	2.800	160,000	880,00
Beton (mittl. Rohdichte)	1.800 - 2.200	1,15 - 1,65	1.000
Gips	600 - 1.500	0,18 - 0,56	1.000
Konstruktionsholz (z.B. 500 kg/m ³)	500	0,130	1.600,00
Nutzholz (z.B. 450 kg/m ³)	450 - 700	0,12 - 0,18	1.600,00
Marmor	2.800	3,5	1.000
Natronglas einschl. Floatglas	2.500	1.000	750,00
PVC	1.390	0,170	900,00
Stahl	7.800	50,000	450,00
Schiefer	2.000 - 2.800	2,20	1.000,00

e) c-Wert: spezifische Wärmekapazität (J/kg*K): Phasenverschiebung



Sommerlicher Wärmeschutz von Dächern



Sommerlicher Wärmeschutz Dachgeschoss mit 20 cm Dämmung

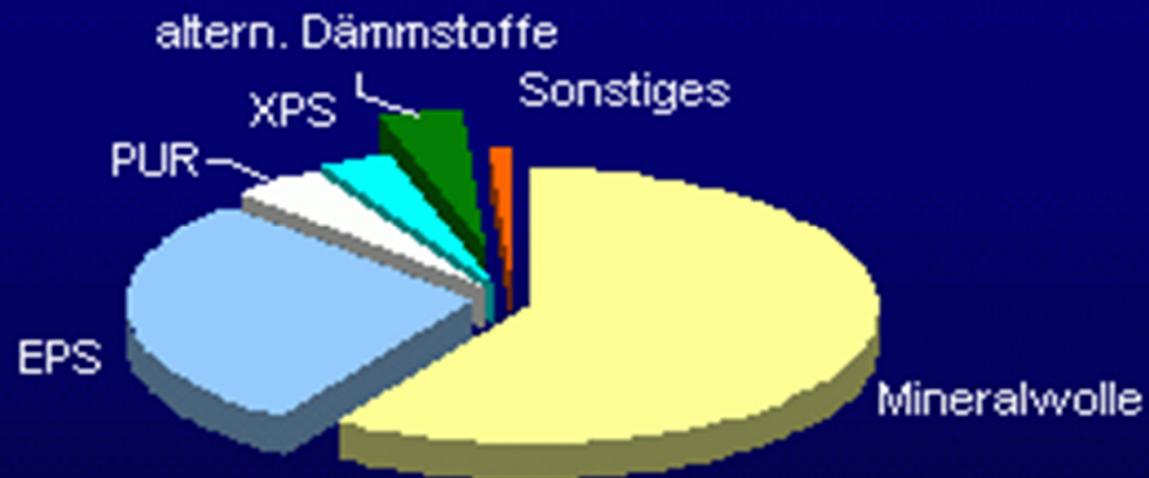
Dämmstoff	Rohdichte kg/m ³	λ-Wert W/mK	c-Wert J/kg K	Phasenver- schiebung*
Mineralfaser	20	0,040	1.000	7 Std.
Polystyrol	20	0,035	1.400	7,5 Std.
Schafwolle	20	0,040	1.720	7,6 Std.
Zellulose	60	0,040	1.930	10,8 Std.
Holzspäne	90	0,050	2.100	12,4 Std.
Holzweichfaser	170	0,045	2.100	15,8 Std.

*ohne Sparrenanteil

5.) Dämmstoffe detailliert

Materialgruppe	Matten/Filze	Platten	Schüttungen
Mineralische Dämmstoffe	-	Perlite Schaumglas Kalzium-Silikat Mineralschaum	Perlite Glimmerschiefer Blähglas-Granulat
Mineralisch-Synthetische Dämmstoffe	Mineralfasern	Mineralfasern	Mineralfaserflocken
Synthetische Dämmstoffe	Polyester	Polystyrol (EPS/XPS) Polyurethan- Hartschaum (PUR)	-
Pflanzliche Dämmstoffe	Flachs Hanf Kokosfasern Baumwolle	Holzfasern Kork Schilf Zellulose	Zellulose Kork Baumwolle Holzspäne Holzfasern
Tierische Dämmstoffe	Schafwolle	-	Schafwolle

Marktanteile der Dämmstoffe in Deutschland



© 2002 www.waermedaemmstoffe.com

<https://www.baubook.info/BTR/?lng=1>

5.1 Synthetische Dämmstoffe

a) Polystyrol PS: EPS (expandiert 20-50 fache Volumenvergrößerung)

	Eigenschaften		Bauphysikalische Kenndaten	Einsatz
1 EPS	<p>Eigenschaften: Polystyrol wird durch Treibmittel auf das 20-50fach Volumen aufgeschäumt. Partikelschaum mit offen oder geschlossen poriger Struktur, z.T. versetzt mit Graphit für bessere Wärmedämmung (graue Platten). Nicht wasserbeständig; als Perimeterdämmung geht nur intensiv geschäumtes EPS (grau); Erdölprodukt</p>		<p>μ: 20-100 λ: 0,025-0,040 W/m²k ρ: 15-30 kg/m³ B1: schwer entflamm.</p> <p>Recycelt als Dämmschüttung oder Zuschlagstoff für Mörtel und Beton. WDVS ist als Verbundstoff schwer zu trennen.</p>	<p>-Fassadendämmung (WDVS); -Flachdachdämmung -Trittschalldämmung</p> <p>Hat den größten Marktanteil der Polystyrole</p> <p>★ Heizt sich in der Sonne schnell auf, und kühl zum Abend schnell ab. Gefahr für Rissbildung im Putz ist dadurch eher groß</p>
	<p>Vorteile: -Leichte Verarbeitung -kostengünstig</p>	<p>Nachteile: -nicht geeignet mit heißem Bitumen oder Gussasphalt -schlechte Speicherkapazität -schlechte Schalldämm.</p>		

Dämmstoffe detailliert: Polystyrol EPS

Allgemeine Hinweise:

- nicht geeignet für den Einbau zwischen den Sparren oder als Dämmung zwischen Deckenbalken, da das Schwinden des Holzes nicht kompensiert werden kann.
- Im Brandfall starke Rauchentwicklung, die toxisch ist.
- Heitzt sich in der Sonne sehr stark auf und kühlt abends schnell ab (Fassade). Ist empfindlich gegen direkte Sonneneinstrahlung (wird porös).



b) Polystyrol PS: XPS (Treibmittelzugabe und durch eine Düse gepresst)

2 XPS	<p>Eigenschaften: Polystyrol wird geschmolzen und durch Zugabe von Treibmittel aufgeschäumt. Dann durch eine Düse gepresst, wodurch die Struktur kleinteilig und fein wird. Homogene geschlossene Oberfläche; (oft eingefärbt, rosa, grün, gelb, ↓) Erdölprodukt</p>		<p>μ: 80-300 (Sperrre) λ: 0,025-0,040 W/m²k (0,008 gibt es auch) ρ: 20-60 kg/m³ B1: schwer entflamm.</p>	<p>-in Feuchtebereichen; - Perimeterdämmung; - unter der Bodenplatte, - Sockel; - Flachdachdämmung oberhalb der Abdicht- (Umkehrdach, als einziger Dämmstoff zugelassen)</p>
<p>Vorteile</p> <ul style="list-style-type: none"> -langlebig, formstabil -druckfest, elastisch -unverrottbar -hoch wärmedämmend -kostengünstig -wasserabweisend 	<p>Nachteile:</p> <ul style="list-style-type: none"> -schwer abbaubar -schlechte Ökobilanz -nicht UV beständig -kann schwinden -speichert schlecht -schlechte Schalldämm. 	<p>★ Umwelt: das bis 1993 eingebaute XPS mit dem Treibgas FCKW ist gefährlich, da das in den Poren befindliche Gas bis heute stetig entweicht (die Hälfte 10-20 Jahre)</p>	<p>★ Mit der Verwendung von Stufenfalzplatten kann man dem Schwinden der Platten entgegenwirken (Wärmebrücken)</p>	

Dämmstoffe detailliert: XPS

Allgemeine Hinweise:

- nicht geeignet für den Einbau zwischen den Sparren oder als Dämmung zwischen Deckenbalken, da das Schwinden des Holzes nicht kompensiert werden kann.
- Im Brandfall starke Rauchentwicklung, die toxisch ist.
- Heizt sich in der Sonne sehr stark auf und kühlt abends schnell ab (Fassade). Ist empfindlich gegen direkte Sonneneinstrahlung (wird porös).

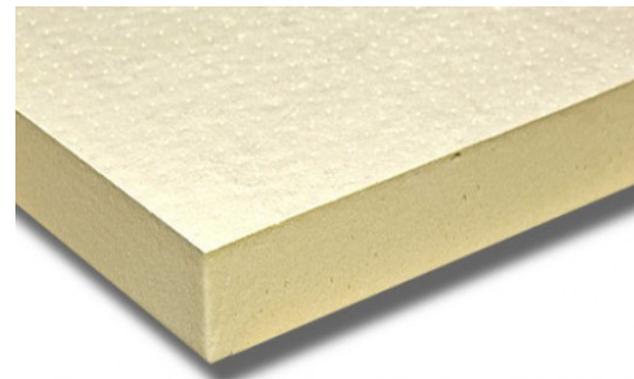


c) Polyurethan: PIR / PUR (aufschäumen durch Treibmittel)

- **Ausgangsstoff:**
- Erdöl oder nachwachsende Rohstoffe wie Mais, Zuckerrüben usw..
- Aufschäumen der Grundstoffe durch Treibmittel.
- Geschlossenzellig –in den Zellen befinden sich Gase für bessere Wärmedämm-Eigenschaften.
- Flammschutz wird beim Herstellungsprozess mit dazugegeben.

PUR/PIR: Aluminium beschichtet: siehe „Einsatz“

PUR/PIR: Injektion: gibt es für unterschiedliche Anforderungen: akustisch, feuchteregulierend, Brandschutz, thermisch. Die Injektion wird während der Herstellung der Dämmplatten eingearbeitet.



PUR und PIR

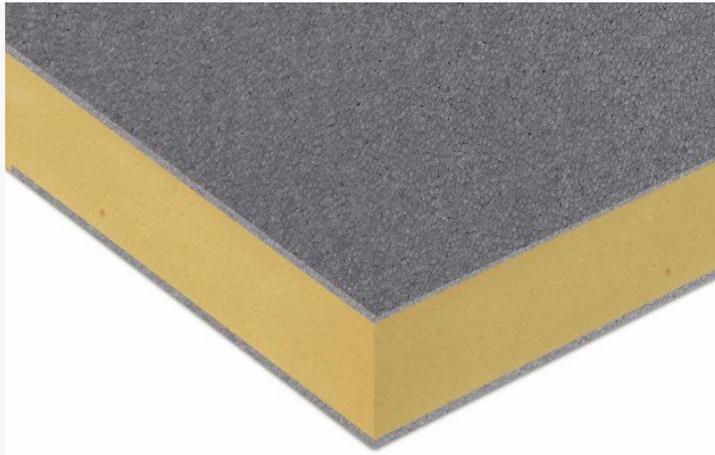
		Eigenschaften	Bauphysikalische Kenndaten	Einsatz
Polyurethan PU: PIR / PUR	3 ALU-beschichtet	<p>Eigenschaften:: Schaumplatten mit eingeschlossenen Zellen. Diese sind mit Gasen gefüllt für eine bessere Dämmwirkung. Zwingend ist deshalb ein luftdichter Einbau. Nicht wasserbeständig, aber wasserabweisend</p>	<p>μ: 40-200 (diff-brems) λ: 0,020-0,028 W/m²k ρ: 30-90 kg/m³ C: normal entflammb. (mit Flammschutzmittel steigt der Brandschutz), (PIR ist besser (B2))</p>	<p>-Kellerdeckendämmung ★ -sind durch die Alubeschichtung diffusionsdicht, und können somit nicht für diffusionsoffene Dachaufbauten eingesetzt werden. Müssen fugendicht verlegt werden, damit Feuchte über die Fugen in die Konstruktion eintritt, da diese nicht rücktrocknen kann (Fotos Baustelle Offenbach)</p>
		<p>Vorteile: -druckfest -langlebig -hochelastisch / formstabil -schimmelresistent</p>		
	4 Injektion	<p>Eigenschaften: s.o. Durch Zusatz von unterschiedlichen Verbindungen, können verschiedene Eigenschaften erzielt werden (z.B. besserer Brandschutz)</p>	<p>μ: 40-200 (diff.-brems) λ: 0,021-0,028W/m²k (0,008 gibt es auch) ρ: 30-100 kg/m³ B1: schwer entflammb.</p> <p>!!! Je nach Injektion können die Werte anders sein. !!!</p>	<p>- Zwischenlage in Sandwich-Bauteilen -Zwischenlage in Sandwich-Bauteilen -Aufdachdämmung -WDVS -Flachdächer - oberste Geschoßdecke</p>
		<p>Vorteile -druckfest -langlebig, unverrottbar -hochelastisch / formstabil -Schimmelresistent -hochdämmend</p>		

Allgemeine Hinweise: PIR und PUR

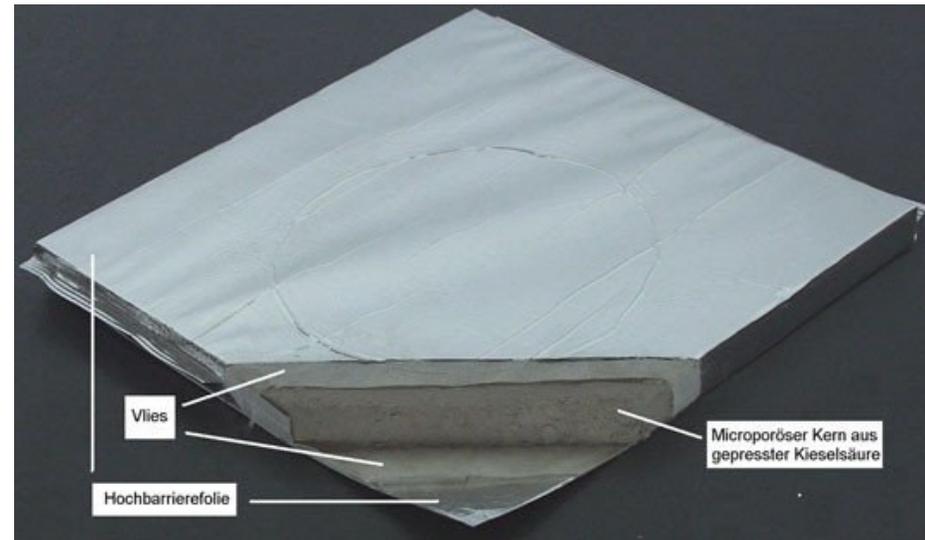
- Polystyrol ist nicht geeignet für den Einbau zwischen den Sparren oder als Dämmung zwischen Deckenbalken, da das Schwinden des Holzes nicht kompensiert werden kann. (Fugen entstehen)
- Toxisch im Brandfall
- Heitzt sich in der Sonne sehr stark auf und kühlt abends schnell ab (Fassade). Ist empfindlich gegen direkte Sonneneinstrahlung (wird porös).
- PUR besteht aus mit Gas gefüllten Zellen. Werden die Platten nicht diffusionsdicht transportiert und eingebaut, sorgen Wind und Wetter dafür, dass diese Zellgase entweichen, und die Dämmwirkung sinkt (luftdichter Einbau von Dämmung)
- Nicht UV beständig; schrumpft nach einigen Jahren, was dazu führt, dass zwischen den Platten Spalten entstehen, die die Bauteildichtigkeit negativ beeinflussen.
- Unterschied PUR und PIR: der Grundstoff; PUR ist elastischer als PIR und PIR hat eine höhere Feuerschutzklasse

d) Weitere Dämmstoffe auf Kunststoffbasis

		Eigenschaften	Bauphysikalische Kenndaten	Einsatz
Weitere Dämmstoffe auf Kunststoffbasis	5 Resol-Dämmplatten	<p>Eigenschaften: hochdämmender vollsynthetischer Baustoff (Kunststoff); Bakelit. Wird mit einem Treibmittel aufgeschäumt. Sehr feine Struktur. Nicht wasserbeständig, deshalb vor Witterung schützen</p> <p>Vorteile: -hochdämmend -CO2 durchlässig -langlebig -schimmelresistent -UV beständig -resistent gegen Schädlinge</p> <p>Nachteile: -auf Erdölbasis hergestellt -negative Ökobilanz -mittleres Brandverhalten -nicht UV beständig -deutl. teurer als XPS/EPS - mäßig recyclebar</p>	<p>μ: 10-50 (diff-brems) λ: 0,020-0,021 W/m²k ρ: 40 Kg/m³ B2: schwer entflamm.</p> <p>Resolplatten haben einen geringen Marktanteil.</p>	<p>-Fassadendämmung (Beton Mauerwerk) -nicht geeignet in feuchter Umgebung z.B. Sockel -nicht lange ohne Armierung der Sonne aussetzen (wird porös); nicht in der Sonne lagern</p> <p>Wiedereinbau bei unbeschädigten Platten möglich</p>
	6 Vakuum-Dämmung	<p>Eigenschaften: s.o. Aufwendige Herstellung. Da nicht zuschneidbar, müssen die Platten Maßangefertigt werden.</p> <p>Vorteile (siehe Eigensch.) -hohe Dämmwirkung -langlebig, unverrottbar -hochelastisch / formstabil -Schimmelresistent</p> <p>Nachteile: -sehr teuer (~250 €/m²) -schwer abbaubar -schlechte Ökobilanz -Maßanfertigungen, da nicht zuschneidbar</p>	<p>μ: 5.000.000 (dicht) λ: 0,005-0,009W/m²k (0,008 gibt es auch) ρ: 170-210 kg/m³ B1: schwer entflamm.</p> <p>Die Herstellung ist energieintensiv. Nicht wiederverwertbar. Kann getrennt und z.T. recycelt werden</p>	<p>- Altbau (platzsparend) -wo wenig Aufbau benötigt wird -Terrassen / Balkon -Kellerdeckendämmung -Flachdächer - Kühl- und Gefrierhäuser</p>



Die Resol-Hartschaum-Dämmung hat eine geringe Wärmeleitfähigkeit von 0,022 W/mK
Bild: Austrotherm Dämmstoffe, Wittenberge



Weitere Dämmstoffe auf Kunststoffbasis, allerdings mit geringerem Marktanteil :

- Luftpolster-Dämmfolie: kommt aus der Verpackungsindustrie, (in Österreich zuerst als Dämm-Material verarbeitet)
- Polyesterflies: als Trittschalldämmung, Trennschicht; insgesamt eher untergeordnet

Hinweis Dämmschaumplatten:

- Dämmschaumplatten werden alle mit unterschiedlichen Treibmittel aufgeschäumt. Diese Treibmittel befinden sich i.d.R. in den aufgeblähten Zellen. Durch den normalen Alterungsprozess lässt die Elastizität des Dämmstoffs nach, und die Treibmittel können entweichen. Dies ist zum einen gesundheitsbeeinträchtigen, sollten sich die Platten im Gebäudeinneren befinden, zum andern verliert der Dämmstoff natürlich auch an Dämmwirkung.

5.2) mineralische Dämmstoffe a) Mineralwolle

		Eigenschaften	Bauphysikalische Kenndaten	Einsatz
Mineralwolle	1 Glaswolle 2 Steinwolle	<p>Eigenschaften: Glaswolle besteht zu 1/3 aus Glasfäden (neu) und 2/3 aus wiederverwertetem Glas. Steinwolle besteht ½ aus Gesteinsfäden und zu ½ aus Abfallprodukten Zement, Gestein, Asche. Beides wird geschmolzen und unter Zugabe von Bindemittel formstabil gemacht.</p>	<p>μ: 1 (diffusions-offen) λ: 0,032-0,045 W/m²k ρ: 8-300 kg/m³ A1: nicht brennbar</p> <p>Für wasserabweisende Eigenschaften (Fassadendämmung) werden Mineralöle hinzugegeben</p>	<p>-Fassadendämmung (WDVS); -Dachdämmung -Oberste Geschoßdecke -Brandriegel (Brandschutz)</p> <p>Für alle Bereiche außer erdberührende Bauteile</p> <p>kann z.B. als Zuschlagsstoff wiederverwendet werden.</p>
		<p>Vorteile: -gute Schall- und Wärmedämmung -Leichte Verarbeitung -kostengünstig -alterungs- und formbeständig</p>		
<p>Allgemeine Hinweise:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Glaswolle (gelb): Bakelit gebunden - Glaswolle (Braun): Maisstärke gebunden - Steinwolle (geige/braun): Phenolharzformaldehyd gebunden <p>★ Die Dämmwirkung lässt bei geringer Durchfeuchtung nach, deshalb unbedingt vor Feuchte schützen (bei Fassadendämmung entweder abdecken oder zeitnah überputzen)</p>				

5.2) mineralische Dämmstoffe; anorganisch

Allgemeine Hinweise:

- Glaswolle (gelb): Bakelit gebunden
- Glaswolle (Braun): Maisstärke gebunden
- Steinwolle (geige/braun): Phenolharzformaldehyd gebunden

★ Die Dämmwirkung lässt bei geringer Durchfeuchtung nach, deshalb unbedingt vor Feuchte schützen (bei Fassadendämmung entweder abdecken oder zeitnah überputzen)

Mineralwolle

3 Aerogel-Vlies

Eigenschaften: Gelartigen Ausgangsstoffen (z.B. Silikate, Kieselsäure usw.), wird Wasser entzogen; dadurch entstehen in dem Gel gasgefüllte Poren

Vorteile:

- temperaturstabil
- hohe Druckfestigkeit
- kostenintensiv
- alterungsbeständig
- guter Brandschutz

Nachteile:

- bei Brand entstehen Gase
- Energieverbrauch durch Herstellungsprozesse

μ : 2-3 (diff.-bremsend)
 λ : 0,014-0,021 W/m²k
 λ : 0,028 W/m²k (Granulat)
 ρ : 75-80 kg/m³
 A1: nicht brennbar

- Fassadendämmung (hinter vorgehängten Fassaden)
- Innendämm-System
- Kerndämmung (nachträglich) (Einblasdämmung)
- hinter Heizkörpern
- Laibungen; Rundungen
- als Dämmkugeln in Außenputzen (Zementmörtel)

Allgemeine Hinweise

- Erhältlich als Granulat und Matten



1



2



3

5.2) mineralische Dämmstoffe b) Mineralschaum

- **Herstellung allgemein:**
- Grundstoff : Kalk, Zement und Quarzsand. Je nach Dämmstofftyp kommen noch weitere Zuschlagstoffe hinzu.

	Eigenschaften		Bauphysikalische Kenndaten	Einsatz
1 Mineralschaum	<p>Eigenschaften: werden aus mineralischen Rohstoffen hergestellt. Schaumbildner sind: Aluminium (weiß, hydrophobiert); Enzym-geschäumt, (rot, hydrophob, nicht hydrophob); Salzsäure oder Natronlauge. Dabei entsteht Wasserstoff der die Poren bildet Energieaufwand hoch. Aber weniger als bei der Herstellung von z.B. Steinwolle.</p>		<p>μ: 3 (diff-offen) λ: 0,039-0,046W/m²k ρ: 110 kg/m³ A1: nicht brennbar</p>	<p>-Innendämmung -wird besonders im Denkmalschutz angewendet</p>
	<p>Vorteile: -druckfest, formstabil -diffusionsoffen -puffert Feuchte (kapillaraktiv) -schimmelresistent -verrottet nicht</p>	<p>Nachteile: -negative Ökobilanz durch hohen Energieaufwand bei der Herstellung - mäßig recyclebar</p>	<p>Recyceln ist manchmal möglich, werden jedoch deponiert</p> <p>Kleber und Platten immer im System verwenden!!!</p>	<p>Werden verklebt und müssen zusätzlich mechanisch befestigt werden. Beim Verarbeiten ist ein Mundschutz nötig. Granuliert kann Mineralschaum auch in Putzen verwendet werden.</p>

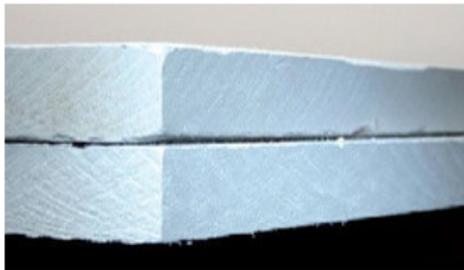
2 Calciumsilikat	Eigenschaften: Zuschlag Zellulose; auch „Klimaplatte“ genannt;		<p>μ: 3-6 (diffusionsoffen) λ: 0,045-0,068W/m²k (0,008 gibt es auch) ρ: 200-800 kg/m³ A1: nicht brennbar</p> <p>Kann ohne Dampfbremse eingebaut werden</p>	<p>-Innendämmung (beständig gegen Schimmel durch guten ph-Wert)</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Dürfen nur mit diffusionsoffenen Putzen, Tapeten, Kleber oder mineralische Farben verwendet werden <p>-nicht im Außenbereich verwendbar</p>
	<p>Vorteile (siehe Eigensch.)</p> <ul style="list-style-type: none"> -druckfest; formstabil -langlebig, unverrottbar -Schimmelresistent -alterungsbeständig -kapillaraktiv (aktive Regulierung der Feuchte) -leichte Verarbeitung 	<p>Nachteile:</p> <ul style="list-style-type: none"> -viel Energie bei der Herstellung, bei vergleichsweise niedrigem Dämmwert. 		
3 Schaumglas	Eigenschaften: werden aus mineralischen Rohstoffen hergestellt. Hauptanteil Altglas. Thermisch aufgeschäumt mit Kohlenstoff		<p>μ: unendlich (dicht) λ: 0,038-0,050 W/m²k (Platten) 0,082-0,145 W/m²k (Schotter) ρ: 110-210 kg/m³ A1: nicht brennbar</p>	<p>-Dämmung unter der Bodenplatte (Erdboden muss wasserdurchlässig sein; oder gut funktionierende Drainage)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Flachdächer / Terrassen -Erdreich / Sockel -in Feuchtebereichen -in Bereichen mit hohen Belastungen <p>Ökologie: hoher Herstellungsaufwand bei niedriger Dämmleistung Ist aber wiederverwendbar</p>
	<p>Vorteile:</p> <ul style="list-style-type: none"> -druckfest, formstabil -wasserabweisend -schimmelresistent -alterungs- u frostbeständig -wiederverwendbar -kann deponiert werden -frostsicher -resistent gegen Ungeziefer 	<p>Nachteile:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Wiederverwertung nicht möglich -teuer; im Vergleich zu XPS als Perimeterdämmung 		



1



Mineralschaum



2



Calciumsilikat



3



Schaumglas

5.2) mineralische Dämmstoffe c) Blähtone; Bims

- Herstellung allgemein:

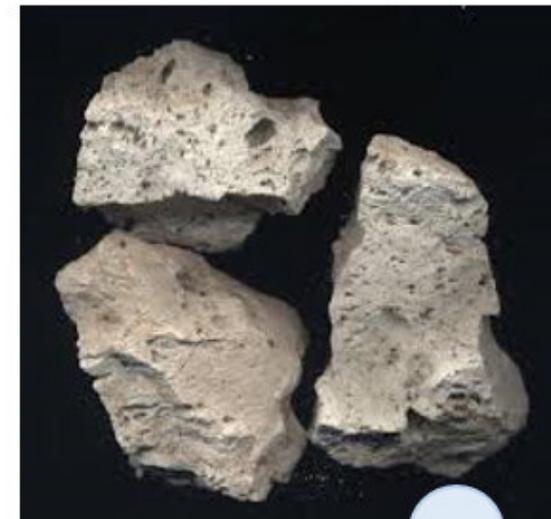
Ausgangsmaterial: blähfähiger Ton oder Lava. Wird als Schüttung verwendet.

	Eigenschaften		Bauphysikalische Kenndaten	Einsatz
3 Blähton	Eigenschaften: Ausgangsstoff ist blähfähiger Ton der im Tagebau abgebaut wird. Unter Hitze gebläht und gebrannt. Zuschlagstoff für Mauersteine, Beton, Putze. Kein guter Dämmwert,		μ : 3 (bremsend) λ : 0,1 – 0,16 W/m ² k ρ : 300-800 kg/m ³ A1: nicht brennbar	-Zuschlag für Dämmziegel -Schüttung in Decken zur Verbesserung Schallschutz -Ausgleichs- und Füllschüttungen
	Vorteile: -kann viel Feuchte aufnehmen und wieder abgeben -guter Schallschutz -frostbeständig	Nachteile: -mäßiger Dämmwert		
<p>★ Allgemeine Hinweise: Durch seine relativ große Dichte im Vergleich zu anderen Dämmstoffen, hat Blähton gute Speicher- und Schallschutzeigenschaften. Ton ist ausreichend vorhanden, der Abbau ist aber ein großer Eingriff in die Natur. Energieintensive Herstellung mit vielen Emissionen. Anlieferung in Silowagen, was den Verpackungsmüll minimiert. Gut recyclebar.</p>				

4 Bims	<p>Eigenschaften: natürlicher Bims entsteht durch gasreiche Lava; Hüttenbimse werden industriell hergestellt. Kann viel Feuchte aufnehmen</p>		<p>μ: k.A. λ: 0,12-0,13 W/m²k ρ: 1000 kg/m³ A1: nicht brennbar</p>	<p>-Füll- und Ausgleichsmaterial -Zuschlagstoff für Leichtbeton Mauersteine.</p>
	<p>Vorteile: -leicht -natürlicher Baustoff -geringer Energieaufwand bei der Herstellung -recyclebar, deponiefähig</p>	<p>Nachteile: -bei Brand entstehen Gase -Energieverbrauch durch Herstellungsprozesse</p>		
<p>Allgemeine Hinweise</p> <ul style="list-style-type: none"> - Rohstoff ist weltweit nicht begrenzt, allerdings aber in Deutschland. 				



3



4

5.3) organische Dämmstoffe a) Rohstoff Baum

1.) Holzwole-Leichtbauplatten

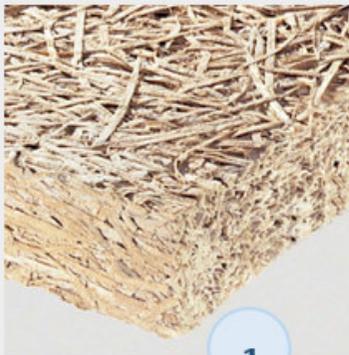
	Eigenschaften		Bauphysikalische Kenndaten	Einsatz
1 Holzwole- Leichtbauplatten	Eigenschaften: auch als HWL (Holzwole-Leichtbau-Platten) bezeichnet. Aus Fichte bzw. Kiefer hergestellte, langfaserige (längsgehobelt) Holzwole, die mit Magnesit oder Zement gebunden und gepresst sind. Werden auch als „Sauerkraut-Platten“ bezeichnet.		μ : 5/50 (diff.-brems) λ : 0,08-0,14 W/m ² k ρ : 330-500 kg/m ³ B: Schwer-leicht entflammbar	-Putzträgerplatte -Akustikplatten zur Schalldämmung -Trittschalldämmung Verbundplatten haben einen besseren λ -Wert Reine HWL Platten haben eine gute Ökobilanz. Sind aus heimischen Wäldern und u.U. deponierfähig. Dies kommt auf die Zusätze an.
	Vorteile: -gute Speicherung -feuchteabsorbierend -kostengünstig -Ungeziefer beständig -langlebig -lokal verfügbar	Nachteile: -nicht winddicht -geringe Dämmleistung		
Allgemeine Hinweise: <ul style="list-style-type: none"> - Holzwole-Verbundplatten mit Polystyrol, Steinwole oder Schaumglas kombiniert (schlecht recyclebar) - Holzwole-Schüttung - HWL-Platten: Magnesit (weiß) gebunden sind feuchteresistenter und haben eine besserer Haftungsgrund - HWL-Platten: Zement gebunden (grau) sind schwerer, mit besseren Schall- und Wärmedämmeigenschaften 				

2.) Holz-Werkstoffplatten

2 Holzwerkstoff-Platten	Eigenschaften: hergestellt aus Holzspänen, Holzfasern, Furnierhölzern, die zusammengeklebt und gepresst werden.		OSB: μ : 150-300 (Sperre) λ : 0,013 W/m ² k ρ : 650.. kg/m ³ A2 / B1 MDF / Vollholz: μ : 20-50 (Sperre) λ : 0,013 W/m ² k ρ : 700 kg/m ³ A2 / B1	-Dampfsperre OSB -Aussteifende Funktion -optisches Gestaltungselement -im Fußbodenaufbau
	Vorteile: -schwinden und quellen nicht -preiswerter als Vollholz -Fest und stabil -alterungsbeständig -guter Brandschutz	Nachteile: -sind verklebt und können ausgasen		

Allgemeine Hinweise

- Lassen sich aufteilen in Sperrholzplatten, Faserwerkstoffplatten, Holzwerkstoffplatten allgemein
- Klassische Vertreter sind OSB, MDF, Multiplex, GMF usw., diese haben auch zum Teil unterschiedliche technische Kenndaten



1



2



3.) Holz-Weichfaserplatten

		Eigenschaften	Bauphysikalische Kenndaten	Einsatz
Organische Dämmstoffe	3 Holzweichfaserplatte	<p>Eigenschaften: Herstellung bis 96% aus Resthölzern. Die Holzreste werden zu Fasern verarbeitet. Naturharze und Aluminiumsulfat sorgen für die Festigkeit.</p>	<p>μ: 1-5 (diff.-offen) λ: 0,039-0,045 W/m²k ρ: 120-300 kg/m³ E: normal entflammbar</p>	<p>-Fassadendämmung (WDVS) -Vorhangfassaden -Dachdämmung (Zwischen – u. <u>Aufsparrendämmung</u>) -Oberste Geschoßdecke -als Unterdach wasserabweisend -Decken und Fußboden -Putzträgerplatte</p>
		<p>Vorteile: -diffusionsoffen -Leichte Verarbeitung -guter Schallschutz -alterungs- und form-Beständig -hohe <u>Speicherfähigk.</u> -hohe <u>Einsatzmöglichk.</u> -lokal vorhanden</p>		
		<p>Allgemeine Hinweise:</p> <ul style="list-style-type: none"> ★ - Holzfaserweichplatten werden durch Zusätze wie Bitumen, Wachs feuchteabweisend/-resistent gemacht. Bei Platten mit dickerer Stärke wird zusätzlich Leim eingearbeitet. - Die gute Speicherfähigkeit kommt besonders der Dachdämmung zugut, da sie eine gute Phasenverschiebung bei Wärmespitzen bringt. - Unbehandeltes Holz ist sehr gut recyclebar. Bei Produkten mit Zusatz von Bindemitteln ist das Recyceln deutlich schwieriger - Nachwachsender Rohstoff (allerdings eher langsam nachwachsend) 		

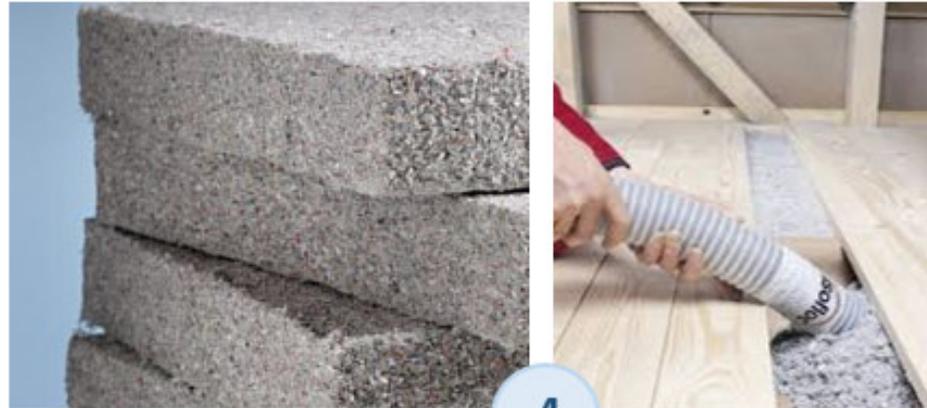
4.) Zellulose

4 Zellulose	<p>Eigenschaften: Dämmstoff aus Altpapier. Unterscheidet sich dadurch, dass dieser Stoff kein neues Material ist, sondern schon einmal einem Zweck gedient hat. Altpapier wird durch Zerreiß- und Mahlverfahren zerfasert. Beimischungen sorgen für besseres Brandverhalten und Schutz gegen Insekten.</p>		<p>μ: 1-2 (diff.-bremsend) λ: 0,040-0,045 W/m²k ρ: 35-50 kg/m³ (lose) ρ: 75-100 kg/m³ (Platten) B1/B2: bei Zugabe von Flammschutz; sonst E</p>	<p>-als Dämmung von Hohlräumen -als Dämmung in Wänden und Dächern überwiegend als Einblasdämmung -Kerndämmung (nachträglich) (Einblasdämmung)</p> <p>Wird unter hohem Druck eingeblasen, was eine winddichte und passgenaue Dämmung ergibt</p> <p>Ist bereits ein recyceltes Produkt und lokal verfügbar</p>
	<p>Vorteile:</p> <ul style="list-style-type: none"> -wenig Aufwand bei der Herstellung -gute Schalldämmung -kostengünstig -alterungsbeständig -kann Feuchte puffern (aber nur wenig) -lokal verfügbar 	<p>Nachteile:</p> <ul style="list-style-type: none"> -nicht in Bereichen mit Feuchtigkeit -hoher Energieverbrauch durch Herstellungsprozesse -ungünstiges Brandverh. 		
<p>Allgemeine Hinweise</p> <ul style="list-style-type: none"> - Als Konstruktion wird Zellulose oft mit Holzweichfaserplatten verbaut. Zellulose muss gegen Feuchte von Innen und außen geschützt werden. Der Einbau von Feuchte- und Luftdichtheitsfolien ist notwendig. Innenseitig diffusionsbremsende oder Variabel, außenseitig diffusionsoffen. - Zellulose kann unter bestimmten Bedingungen (Alterungsprozesse oder Feuchteschädigungen) wieder verwendet werden. 				



3

Holz-Weichfaserplatte



4

Zellulose

4.) Kork

		Eigenschaften	Bauphysikalische Kenndaten	Einsatz
Organische Dämmstoffe	1 Kork (Baum)	<p>Eigenschaften: Rinde der Korkeiche. Anbauggebiete Südeuropa; Kork wird naturbelassen oder expandiert (aufgeblasen) verwendet und mit korceigenem Harz gebunden. Kork wird auch aus Resten wie Flaschenkork zu Platten verarbeitet.</p>	<p>μ: 10-15 (diff.-brems) λ: 0,041-0,050 W/m²k ρ: 100-120 kg/m³ E normal entflammbar</p>	<p>-WDVS -Schalldämmung -Trittschalldämmung -Korkschratt als Ausgleichsschüttung Füllmaterial in Konstruktionen</p> <p>Recyclebar Bei Zugabe von Bindemittel sinkt die Recycle-Fähigkeit</p>
		<p>Vorteile:</p> <ul style="list-style-type: none"> -gute Wärmespeicherung -feuchteunempfindlich -formbeständig; elastisch -Ungeziefer beständig -langlebig -lokal verfügbar 		
		<p>Allgemeine Hinweise:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Platten oder Schüttung 		

5.3) organische Dämmstoffe b) Rohstoff: Pflanzen / Tiere

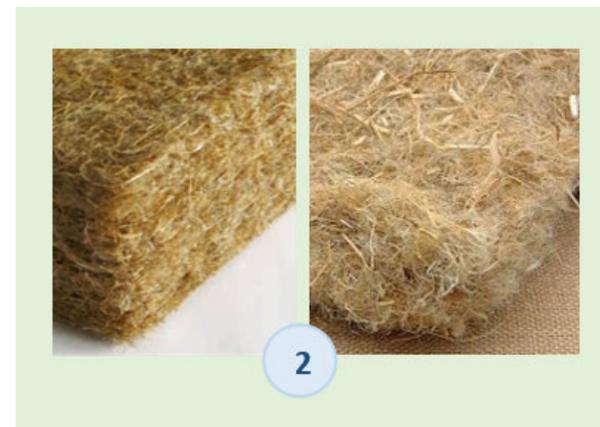
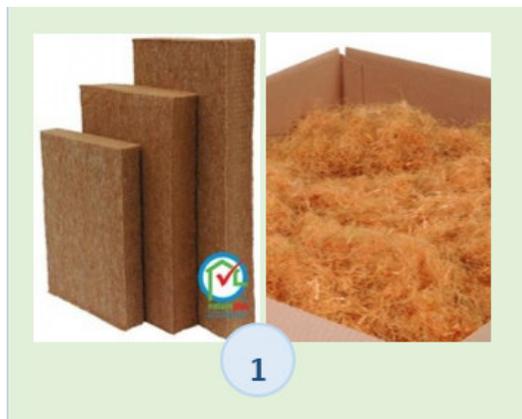
1.) Hanf <https://youtu.be/1WOFnBTEDAk>

Herstellung allgemein:

	Eigenschaften		Bauphysikalische Kenndaten	Einsatz
1 Hanf	<p>Eigenschaften: schnellwachsender (in 3 Monaten 4m) heimischer Rohstoff. Ist Schädlingsresistent durch eigene Bitterstoffe und ein „<u>Bodenverbesserer</u>“. Hanf kann bis zu 1/3 seines Gewichts an Feuchte aufnehmen, und ohne Wärmeverlust wieder abgeben.</p>		<p>μ: 1-4 (diff-bremsend) λ: 0,041-0,045W/m²k ρ: 40-90 kg/m³ E: normal entflammbar</p>	<p>-Fassadendämmung; WDVS -Dämmung im Holztafelbau -Decken, Dächern (Klemmfilz), Wänden - Hanfwolle zum Ausstopfen von Fugen beim z.B. Fenster</p> <p>Hanf hat eine gute Ökobilanz. Ist recyclebar und hat kurze Anfahrtswege. Unbeschädigt kann Hanf wieder eingebaut werden, z.B. als Stopfwolle.</p>
	<p>Vorteile: -reißfest -feuchtigkeitsbeständig -kostengünstig -Ungeziefer beständig -langlebig -lokal verfügbar -guter <u>sommerl. Wärmes.</u></p>	<p>Nachteile: -geringe Dämmleistung</p>		
<p>Weiteres zu Hanf:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Formstabil für die Plattenherstellung durch eingearbeitete Stützfasern aus Polyester, Stärke und Vlies. - Als Flammschutzmittel Zusatz eines unbedenklichen Gemischs aus Soda und Ammoniumsulfaten - Hanf gibt es als Wolle; Stäbe, Schüttung - ★ Trotz geringer WLS Werte hat Hanf eine hohe Wärme-Speicherkapazität - Diffusionsoffene Putze verwenden, so kann Feuchte gut rücktrocknen 				

2.) Flachs

2 Flachs	<p>Eigenschaften: ähnliche Eigenschaften wie Hanf. Besteht aus Zellulose kann deshalb viel Feuchte aufnehmen, aber auch gut wieder abgeben</p>	<p>μ: 1-2 (diff-bremsend) λ: 0,041-0,045 W/m²k ρ: 20-80 kg/m³ E: normal entflammbar</p>	<p>-überall dort, wo keine statische Belastung auftritt. -Dämmung in Holzkonstruktionen -Fasadendämmung; WDVS -Decken, Dächern (Klemmfilz), Wänden - Flachswolle zum Ausstopfen von Fugen beim z.B. Fenster</p>
	<p>Vorteile: -reißfest; zugfest, dehnbar -feuchtigkeitsbeständig -kostengünstig -Ungeziefer beständig -langlebig -lokal verfügbar -guter sommerl. <u>Wärmes.</u></p>		
<p>Allgemeine Hinweise:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Als Flammschutzmittel einen Zusatz aus unbedenklichem Gemischs aus Soda und Ammoniumsulfaten - Flachs ist erhältlich als Wolle; Stäbe, Schüttung - Trotz geringer WLS Werte hat Flachs eine hohe Wärme-Speicherkapazität 			



3.) Stroh

	Eigenschaften		Bauphysikalische Kenndaten	Einsatz
Organische Dämmstoffe	<p>Eigenschaften: ist in großen Mengen lokal verfügbar. Nebenprodukt der Landwirtschaft. Feuchtegehalt beim Einbau muss unter 15% liegen um Schimmelpilz zu vermeiden. Im Lehm- und Strohbau wird loses Stroh noch als Zuschlagsstoff verwendet. Ist als Dämm- und Wandkonstruktion wiederentdeckt.</p>		<p>μ: 1-1,5 (diff.-offen) λ: 0,049-0,051 W/m²k ρ: 80-150 kg/m³ E: normal entflammbar</p> <p>Gute Speicherfähigkeit durch höhere Dichte</p>	<p>-Einbau in vorgefertigte Holzkonstruktionen -Dachdämmung (Zwischen – u. Aufsparrendämmung) -Oberste Geschoßdecke -Decken und Fußboden -Putzträgerplatte</p>
	<p>Vorteile: -diffusionsoffen -einfüllen in vorgearbeitete Holzständerkonstruktionen; gute Vorfertigung -einfache Verarbeitung -hohe Einsatzmöglichkeiten -lokal vorhanden -günstig</p>	<p>Nachteile: -durch den λ-Wert benötigt die Wand eine höhere Dicke, um entsprechende Dämmwerte zu erreichen. Ist in der Sanierung nicht immer umsetzbar</p>	<p>Stroh muss lückenlos eingebaut und gepresst werden, um die Dämmschicht luftdicht und für Nager unattraktiv zu machen.</p>	<p>Nicht für erdberührende Bauteile geeignet.</p>
	<p>Allgemeine Hinweise</p> <ul style="list-style-type: none"> - Strohballen werden als Dämm-Material in Wandkonstruktionen verwendet (Strohballenbau). Strohballen benötigen eine Pressung mit einem auf die Dämmwirkung abgestimmten, gleichmäßigen Druck. - Die Pressung mit Spezialgeräten garantiert eine gute Wärmedämmleistung, Brandverhalten und Schädlingsschutz - -Eine Kontrolle der Feuchte, Pressung usw. bei Lagerung, Transport und Verarbeitung - Wenig Fremdmaterial mit pressen - Stroh liegt als Ballen, fertigen Wandmodulen oderlosem Material vor - Konstruktion ist vor Feuchte zu schützen. - Diffusionsoffenen Putz verwenden, so kann Feuchte gut abtrocknen 			

4.) Schilf

4 Schilf	<p>Eigenschaften: Anbaubereiche von Schilf sind oft Schutzgebiete von Fauna und Flora, was einen umsichtigen Einsatz des Baustoffes erfordert. Trockenes Schilfrohr wird zu Platten, Rollen und Matten verarbeitet. Feuchtegehalt sollte beim Einbau nicht mehr als 18% haben.</p>		<p>μ: 1-2 (diff.-bremsend) λ: 0,061W/m²k ρ: 190-225 kg/m³ k.A.</p>	<p>-Putzträgerplatten (z.B. Lehmputze) -als Dämmung unter Estrich -spezielle Kombination aus Lehm Putz und Dämmplatten für Wandheizungen -Reeddachdeckung</p> <p>Schilf sollte nachhaltig genutzt werden, da es ein wichtiges Ökosystem darstellt (Schilfgürtel an Seen)</p>
	<p>Vorteile:</p> <ul style="list-style-type: none"> -wenig Aufwand bei der Herstellung -gute Schalldämmung -kostengünstig -alterungsbeständig -lokal verfügbar 	<p>Nachteile:</p> <ul style="list-style-type: none"> -nicht in Bereichen mit Feuchtigkeit -Energieverbrauch durch Herstellungsprozesse -ungünstiges Brandverh. 		



3

Stroh



4



Schilf

5.) Jute

	Eigenschaften		Bauphysikalische Kenndaten	Einsatz
5 Jute	<p>Eigenschaften: Um aus den Säcken Dämmstoff zu gewinnen, werden diese in einer Reißerei zerkleinert. Zugabe von Stützmaterial aus Polyesterfäden und Soda als Brandschutzmittel. Die Polyesterfäden werden durch Hitze verschmolzen</p>		<p>μ: k.A. λ: 0,038W/m²k ρ: k.A. kg/m³ k.A.</p>	<p>-Fassadendämmung (WDVS); -Dachdämmung, Auf- und Zwischensparren -Holztafelbau (Wände und Decken) -Oberste Geschoßdecke</p>
	<p>Vorteile: -flexibel -leichte Verarbeitung -kostengünstig -resistent gegen Schimmel und Insekten / Nager -schnell nachwachsender Rohstoff -bester Hitzeschutz -guter Schallschutz</p>	<p>Nachteile: -Jute, bzw. die Corchoruspflanze wächst hier nicht -nicht lokal</p>	<p>Erhältlich als Matten; Platten und Vlies</p>	<p>Für alle Bereiche außer erdberührende Bauteile</p> <p>Schadstofffrei und biologisch abbaubar</p>
<p>Allgemeine Hinweise: -</p>				

6.) Schafwolle

6 Schafswolle	<p>Eigenschaften: lokal vorhandener Dämmstoff von Schafen, die 2-mal im Jahr geschoren werden. Wird mit Soda gewaschen und durch Beigaben im Brandverhalten verbessert. Die Vernadelung zu Vlies und Filzen erfolgt mechanisch. Ein eingearbeitetes Polyamid Gitter bildet durch Erhitzen das Stützgerüst. Dieser Anteil ist allerdings recht gering. Schafswolle wird meist roh verarbeitet.</p>		<p>μ: 1 (diff.-offen) λ: 0,036-0,045 W/m²k ρ: 20-140 kg/m³ E: normal entflammbar</p>	<p>-Fassadendämmung (hinter vorgehängten Fassaden) -Klemmfalz im Dach und Außenwänden -Trittschalldämmung -Stopfmaterial für Fugen (Fenster / Türen) und Hohlräumen</p>
	<p>Vorteile: -flexibel, passt sich der Umgebung an -lokal vorhanden -leichte Verarbeitung -guter Hitzeschutz</p>	<p>Nachteile: -nicht immer verfügbar</p>	<p>Kann 1/3 Feuchte aufnehmen, ohne dass die Dämmeigenschaft nennenswert verloren geht.</p>	
<p>Allgemeine Hinweise</p> <ul style="list-style-type: none"> - Erhältlich als Matten, Rollenware, Filzen, Platten, Stoffwolle - Schafswolle ist wiederverwertbar, es sollte der Insektenschutz aber erneuert werden - Rückgabe an Hersteller und Wiederverwerten als Stopfwolle - Nach Trennung vom Polyamid Gerüst, Kompostierung möglich 				

Jute



5

Schafwolle



6

6.) Sondermaterial: Montageschaum / Bauschaum

		Eigenschaften	Bauphysikalische Kenndaten	Einsatz
Ortschaum / Bauschaum	PUR-Bauschaum	Eigenschaften: Wird als Spritzschaum direkt vor Ort eingesetzt. Auch bekannt als Montageschaum.	μ : k.A. λ : 0,035-0,050 W/m ² k ρ : k.A. kg/m ³ k.A. ★ Montageschaum ist nicht wind- und luftdicht. Der Einsatz an Bauteilübergängen ist daher in großer Form zu vermeiden. Bauschaum reißt und ein starres Material, was Bauteilbewegungen nicht standhält.	-zur Ausbesserung kleiner Fugen -nur Bauschäume aus dem System verwenden -Herstellerhinweise beachten Alternativ zu Bauschaum kann Stopfwohle, <u>Kompriband</u> oder Folien-Dichtungsbänder eingesetzt werden. sind nach der Verwendung nur schlecht zu trennen. Schlecht recyclebar.
		Vorteile: -schnell einsetzbar		
		Allgemeine Hinweise:		
		-		



7.) Zusammenfassung der Kenndaten „Dämm-Material“

PEI

		Rohdichte* (kg/m³)		WLS* [W/mK]	μ - Wert*	Primärenergie- inhalt* [kWh/m²]	Baustoff- klasse	
anorganische Dämmstoffe	synthetisch	Mineralwolle	10 - 200		032 - 045	1 - 2	270	A1, A2
		Schaumglas	100 - 220		040 - 067	diffusionsdicht	424 - 750	A1
		Blähglas	150 - 420		070 - 095	1 - 5	350 - 1000	A1
		Kalziumsilikat	115 - 300		040 - 065	3 - 20	800 - 1200	A1
		Aerogel	90 - 170		014 - 021	2 - 18	2200	B1, B2
		Pyrogene Kieselsäure	150 - 350		020 - 023	6	k.A.	A1
	natürlich	Blähton	260 - 600		085 - 160	2 - 8	300 - 450	A1
		Blähperlit	85 - 600		050 - 110	3 - 5	200 - 240	A1 bis B2
		Vermiculite expandiert	60 - 220		046 - 070	1 - 10	80 - 150	A1, B1
		Wärmedämmziegel	500 - 750		070 - 140	5 - 10	k.A.	A1

PEI

		Rohdichte* (kg/m ³)		WLS* [W/mK]	μ - Wert*	Primärenergie- inhalt* [kWh/m ²]	Baustoff- klasse	
organische Dämmstoffe	synthetisch	Polystyrolschaum expandiert	15 - 60		032 - 040	20 - 100	870	B1, B2
		Polystyrolschaum extrudiert	20 - 60		030 - 040	80 - 300	870	B1, B2
		Polyurethan-Hartschaum	30 - 100		023 - 030	30 - 100	780 - 830	B1, B2
		Polyurethan-Ortschaum	40 - 60		027 - 030	110 - 600	1140 - 1330	B2
		Phenolharzschaum	35 - 40		022 - 030	10 - 60	k.A.	B1, B2
		Melaminschaum	8 - 11		035	1 - 2	k.A.	B1
		Polyethylenschaum	25 - 110		033 - 045	6000 - 8000	k.A.	B1, B2
		Polyesterfaser	20 - 40		035 - 045	1 - 2	600	B1
	natürlich	Holzwohle/HWL-Platte	350 - 600		035 - 090	2 - 5	583 - 733	B1, B2
		Holzfasern	25 - 600		038 - 083	1 - 5	50 - 780	B1, B2
		Zellulosefasern	30 - 80		040	1 - 3	50 - 230	B2
		Hanfwohle	24 - 100		040 - 050	1 - 2	40 - 67	B1, B2
		Schafwohle	15 - 115		035 - 045	1 - 15	20 - 80	B2
		Seegrass	65 - 130		043 - 049	1 - 2	37 - 50	B2
		Baustroh	85 - 120		045 - 080	2 - 3	7	B2
Kork expandiert	60 - 220		040 - 060	20 - 30	90 - 440	B2		

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

* abhängig von Einbauart und Zusammensetzung



Aus Öl wurde die organische chemische Industrie
geboren – und die gebar

Polyurethan

und Styrole,

Polyethylen

und sonstige porige Materialien.

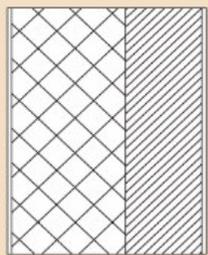
Wohin damit nach der Verwendung...?

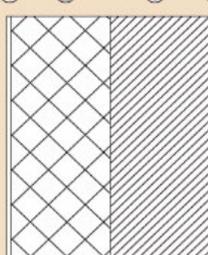
7.1) Zusammenfassung der Kenndaten „PEI“

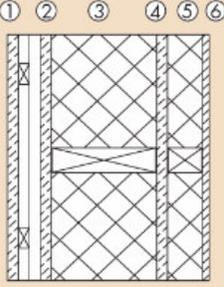
		PEI	
		Primärenergie- inhalt* [kWh/m³]	
anorganische Dämmstoffe	synthetisch	Mineralwolle	270
		Schaumglas	424 - 750
		Blähglas	350 - 1000
		Kalziumsilikat	800 - 1200
		Aerogel	2200
		Pyrogene Kieselsäure	k.A.
	natürlich	Blähton	300 - 450
		Blähperlite	200 - 240
		Vermiculite expandiert	80 - 150
		Wärmedämmziegel	k.A.
organische Dämmstoffe	synthetisch	Polystyrolschaum expandiert	870
		Polystyrolschaum extrudiert	870
		Polyurethan-Hartschaum	780 - 830
		Polyurethan-Ortschaum	1140 - 1330
		Phenolharzschaum	k.A.
		Melaminschaum	k.A.
		Polyethylenschaum	k.A.
		Polyesterfaser	600
	natürlich	Holzwohle/HWL-Platte	583 - 733
		Holzfaser	50 - 780
		Zellulosefasern	50 - 230
		Hanfwohle	40 - 67
		Schafwohle	20 - 80
		Seegras	37 - 50
		Baustroh	7
Kork expandiert	90 - 440		

7.2. Beispiel

<https://www.baubook.info/BTR/?lng=1>

		Dicke	PEI	Kosten
		cm	kWh/m ²	€/m ²
	Massivbau (Kalksandstein mit WDV)			
	1 Außenputz	1,0	5	30
	2 PS-Hartschaum 040	25,0	67	40
	3 KS-Mauerwerk	17,5	53	42
	4 Innenputz	1,0	5	13
Summe	44,5	129	125	

		Dicke	PEI	Kosten
		cm	kWh/m ²	€/m ²
	Porosiertes Mauerwerk mit WDV			
	1 Außenputz	1,0	5	30
	2 PS-Hartschaum 040	20,0	54	32
	3 Ziegel/Porenbeton 0,16	24,0	143	58
	4 Innenputz	1,0	5	13
Summe	46,0	206	133	

		Dicke	PEI	Kosten
		cm	kWh/m ²	€/m ²
	Holzständerwand mit Installationsebene			
	1 Sichtschalung/Lattung	7,0	6	68
	2 Holzweichfaserplatte	2,0	5	15
	3 Zellulose	22,0	14	17
	3 Holzkonstruktion		17	24
	4 OSB-Platte	2,0	16	17
	5 Dämmung/Lattung	8,0	7	6
6 Gipskarton	1,5	11	24	
Summe	42,5	76	172	

<http://www.bine.info/publikationen/themeninfos/publikation/energieeffiziente-einfamilienhaeuser-mit-komfort/gebaeudehuelle-1/?cHash=034bfaffe2558bdde83bec7ca2436a66&type=333>

7.3) natürliche Dämmstoffe im Überblick

a) Baum

Holz

- Rundholz
- Balken
- Brettern

Hobelspane

- Molke + Soda
- Lehm

Einblasmaterial

- Zellulose
- Einblasmaterial
- **Kork**
 - Platte
 - Schüttmaterial
- **Kokosfasern**

Holzfasern

- Holzfaserdämmplatte
 - Bituminiert
 - Latexiert
 - Parafiniert
 - Naturharz

7.4) natürliche Dämmstoffe im Überblick

b) Pflanzen

- Hanf
- Flachs
- Miscanthus
- Schilfrohr
- Seegras
- Ceralith (Roggen)
- Naturgras = Heu

c) Tier

- Schafwolle

d) Mineralien

- Ton- /Glasschaum
- Blähschiefer
- Mineralschaum
- Kalziumsilikatplatte
- Perlit / Bims

7.3) künstliche Dämmstoffe im Überblick

a) Schaumstoffe

- Polystyrol PS
 - EPS
 - XPS
- Polyurethan
 - PIR / PUR
- Polyethylen

b) Mineralwolle

- Glaswolle
- Steinwolle
- Foamglas

Die organisch chemische Industrie stellt Schaumstoffe aus Erdöl her.
Wohin aber nach der Verwendung...?

8.) Materialwahl und Rücktrocknung der Feuchte im Bauteil

Rücktrocknung = Verdunstung

Hier lohnt sich zudem ein Blick auf die Materialwahl der Bauteile:

- **Unterscheidung der Materialien nach ihrer Fähigkeit Wasser aufzunehmen:**
 - Ist abhängig von der Höhe der Luftfeuchtigkeit
 - Ist nur wenig von der Temperatur abhängig.

- **Die Rücktrocknung / Verdunstung ist abhängig:**
 - von der Höhe der Temperatur und dem Temperaturunterschied zwischen innen und außen

- **Man unterscheidet:**
 - a. Wassersaugende Materialien
 - b. Wasserabweisende Materialien

8.a) Wassersaugende Baustoffe

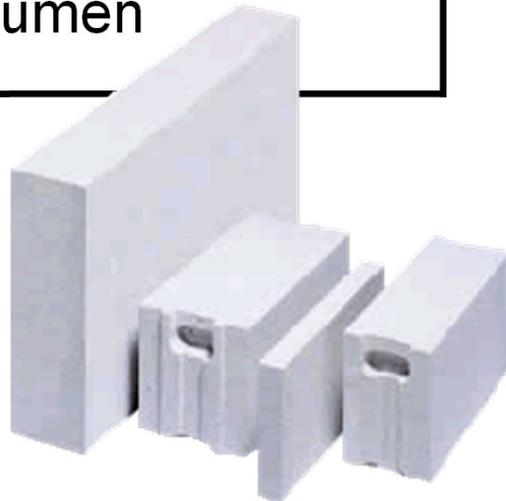


Hierbei unterscheidet man zwischen Baustoffen, in denen das Wasser Tropfen bildet und solchen, die das Wasser flächig aufsaugen.

Tropfenbildung

z.B. Porenbeton, Holz Ziegel
Gipsputz

Binden die Feuchte (Tropfen)
in den Hohlräumen



Flächige Verteilung der Feuchte

Nicht wasserabweisende
- Holzfaserdämmplatten
- Zellulose



8.b) Wasserabweisende Baustoffe

- Baustoffe, die Wasser nicht, oder nur sehr wenig aufnehmen können, nennt man wasserabweisende Baumaterialien. (Glas, Stein)
- Diese können mit entsprechender Oberflächenbehandlung auch künstlich hergestellt werden (z.B. Holzweichfaserplatten können mit Paraffinzusatz wasserabweisend hergestellt werden)
- Diese Materialien speichern kein Wasser

zum Beispiel: - Glaswolle
- Steinwolle
- Perimeterdämmung



Wassersaugend - wasserabweisend Wieso ist die Unterscheidung wichtig??

- Wassertropfen können schlechter verdunsten, als flächig durchnässte Bauteile.

Beispiel:

- Ein Liter Wasser in einer Schüssel verdunstet langsamer als ein Liter Wasser in einem Handtuch.



Sand detailliert



Sand 0,1-0,3 mm



Sand 1-2 mm



Kies 3-4 mm

9.) Gebaute / sanierte Beispiele

<https://youtu.be/QyQaeZgKRnA> Holz Hamburg; Beton München

<https://youtu.be/dEKgZc4UuW8> Wohnlabor Zürich

https://youtu.be/aaV1ANn_YI0 Nab calc

Quellen:

- DGNB
- Schlussbericht Holzbau vs. Massivbau – ein umfassender Vergleich zweier Bauweisen im Zusammenhang mit Nachhaltigkeitsstandards (Pirmin Jung; Büro für Bauphysik)
- Das Haus – bauen und renovieren
- Initiative offene Bildung „e-genius“
- www.sonnenseite.de -Bauen gegen die Klimakatastrophe“
- Veröffentlichungen von Prof. Dipl. Ing Werner Sobek
- Sarch – social sustainable architecture
- www.integrable-planung.de Lebenszyklusbetrachtungen von Gebäuden
- Saena – sächsische Energieagentur GmbH
- Baustoffe FNR –Fachagentur nachwachsende Rohstoffe
- Institut Bauen und Umwelt e.V.
- Energierferat –kommunale Klimaschutzagentur- Frankfurt am Main
- Nachhaltiges Bauen – hessisches Ministerium für Wirtschaft, Verkehr und Landesentwicklung
- Dämmstoffe richtig einsetzen –Ministerium für lebenswertes Österreich-



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

Das Projekt „Smart Builder“, wird im Rahmen des ESF-Bundesprogramms „Berufsbildung für nachhaltige Entwicklung“ befördert. Über grüne Schlüsselkompetenzen zu klima- und ressourcenschonendem Handeln im Beruf, durch das Bundesministerium für Arbeit und Soziales und dem Europäischen Sozialfonds gefördert.



Handwerkskammer Frankfurt-Rhein-Main
Bockenheimer Landstraße 21
60325 Frankfurt am Main
T 069 97172 -818 • F 069 97172 -5818 • service@hwk-rhein-main.de

www.hwk-rhein-main.de • www.rhein-main-campus.de