

Die Wärmedämmung ist entscheidend:

Beurteilungskriterien, optimaler Einsatz



Referat von Werner Hässig
Kontakt: werner.haessig@energie-cluster.ch

Zur Person – Werner Hässig:

Dr. sc. techn. dipl. Masch. Ing.
ETH/SIA, dipl. Energieberater



Kontakt:
werner.haessig@energie-cluster.ch
Tel. 044 940 74 15

Technologie-Vermittler für den **energie-cluster** im Raum Zürich/Ostschweiz

Inhaber und Leiter des Ingenieurbüros
hässig sustech gmbh
spezialisiert auf MINERGIE /
MINERGIE-P (Passivhäuser)
Beratung – Planung – Messung – Expertisen

Gliederung des Referats

1. Einführung: Muss immer dicker wärmedämmt werden?
2. Übersicht Hochleistungswärmedämmung
3. Beurteilungskriterien: (Preise, Platzbedarf, Ökologie)
4. Einsatzgebiete
5. Wo informieren (www.deklariert.ch)

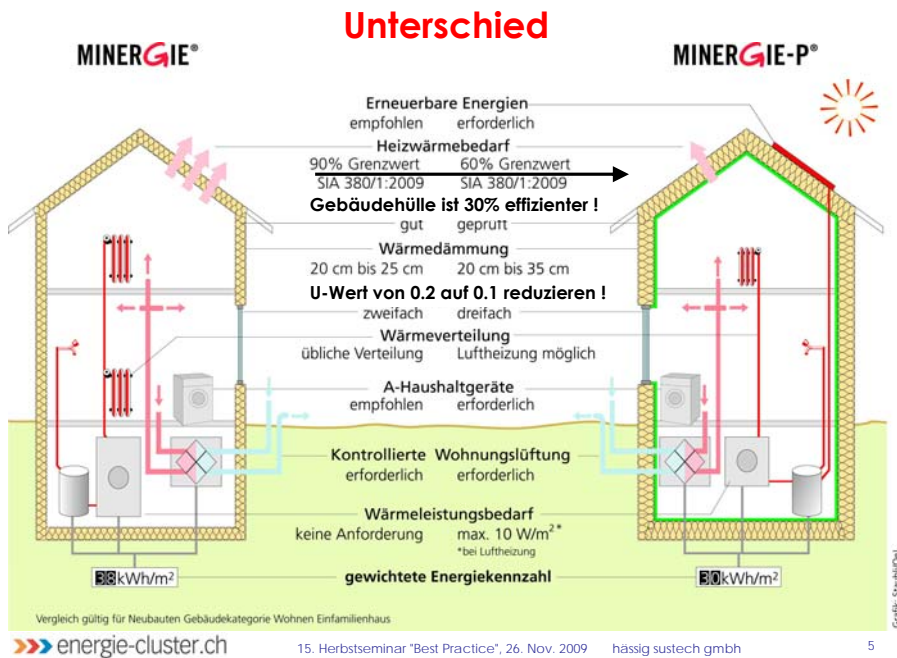
1. Einführung:

Muss immer besser wärmedämmt werden?

**Die Energiepolitik weist den Weg:
Die 2000-Watt-Gesellschaft
wird gefordert.
(in Zürich per Volksabstimmung beschlossen)**

**Für Gebäude heisst dies:
MINERGIE-P oder Plusenergiehaus !**

Was heisst dies für die Wärmedämmung?



Für Fassaden haben sich zahlreiche Wärmedämmsysteme gut etabliert:

Kompaktfassaden mit Steinwolle,

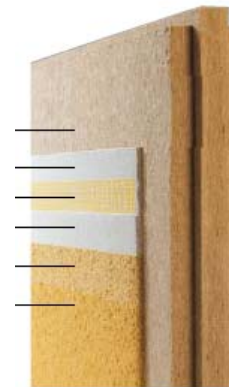


Dämmstoff weist einen dampfdiffusions-offenen Systemaufbau mit rein mineralischen Komponenten auf.

Material:	Steinwolle (z.B. Flumroc)	
Wärmeleitung	0,036	W/mK
Dämmstärke	22	cm
Stärke (inkl. 15 cm BS)	39	cm
result. U-Wert:	0.15	W/m ² K
Richtpreis *)	250 – 300	CHF/m ²

Vorteile:
mineralischer Aufbau; vielfach bewährt

... oder Kompaktfassaden auf Basis natürlicher Materialien



Dämmung aus Schweizer Holzfaserplatten		
Material:	Fasern aus Restholz (z.B. Pavatex Diffutherm)	
Wärmeleitung	0,043	W/mK
Dämmstärke	26	cm
Stärke (inkl. 15 cm BS)	43	cm
result. U-Wert:	0.15	W/m ² K
Richtpreis *)	200 – 250	CHF/m ²

Vorteile: Naturfasern; vielfach bewährt

Muss immer besser wärmedämmt werden ?

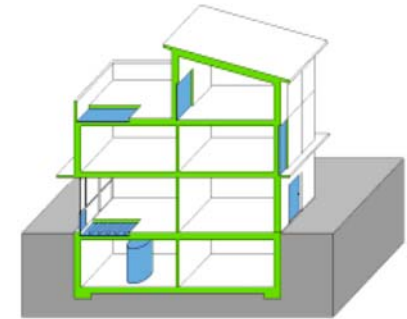
Ja !

Muss immer **dicker** wärmedämmt werden ?

Nein !

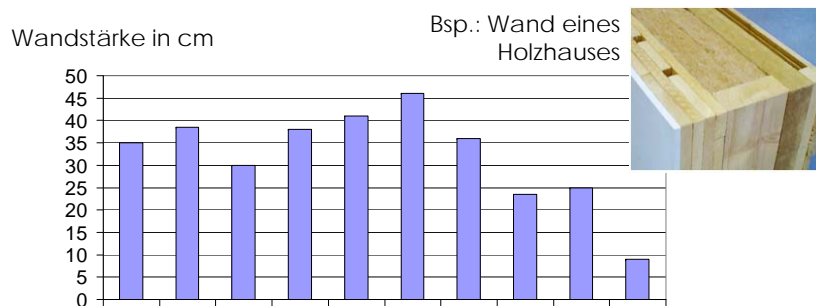
Warum „dünnere“ Dämmstoffe?

- Weniger Platzbedarf
- Mehr architektonischer Spielraum
- mit weniger Material
- Vor allem auch für die Modernisierung



Besser Wärmedämmen heisst nicht einfach „dicker“ wärmedämmen!

Wandstärken verschiedener Fassaden-Systeme:



(Der totale U-Wert beträgt in allen Fällen 0.15 W/m²K)

Wandstärken variieren von knapp 10 bis 45 cm !
(bei gleichem Wärmedurchgang, U-Wert von 0.15 W/m²K)
Deshalb: Nicht länger von cm sprechen!

2. Übersicht hochwärmedämmende Baumaterialien

Definition HLWD

- Hochleistungswärmedämmung (=HLWD):
- Die Definition des energie-cluster.ch lautet: HLWD-Stoffe sind Materialien, welche eine **Wärmeleitfähigkeit von unter 0.030 W/mK** aufweisen

$$\lambda \leq 0.030$$

Hochwärmedämmende Baumaterialien: über 30 Produkte

SIA 279 / Merkblatt SIA 2001 – Wärmedämmstoffe

Stoffgruppe	Stoffgruppe, Anwendung	Lieferant, Hersteller	Rohdichte		Wärmeleitfähigkeit	Wasser-dampf-Diffusionswiderstandszahl	Lieferdicke		gültig bis	Bemerkungen
			ρ	A			g	f		
			kg/m ³	W/mK	mm					
80.1.1	Vakuum-Isolationspaneele	Vacucomp S, Vacucomp P1, Vacucomp P2	ZZ Wancor	180-220	0,007	-	≥ 30	31.12.2008	Wärmedämmungen ohne konstruktive	
80.1.5	Vakuum-Isolationspaneele	Vakutherm	Neofas AG	130-170	0,007	-	≥ 30	31.12.2008	Wärmedämmungen ohne konstruktive	
80.1.2	Vakuum-Isolationspaneele	Vacucomp S, Vacucomp P1, Vacucomp P2	ZZ Wancor	180-220	0,008	-	15-25	31.12.2008	Wärmedämmungen ohne konstruktive	
80.1.3	Vakuum-Isolationspaneele	VACLux-rip	AG	180	0,008	-	20	31.12.2008	Wärmedämmungen ohne konstruktive	
80.1.4	Vakuum-Isolationspaneele	Vaku-Isoterm	Vaku-Isoterm GmbH	130-170	0,008	-	15-30	31.12.2008	Wärmedämmungen ohne konstruktive	
80.1.6	Vakuum-Isolationspaneele	Vakutherm	Neofas AG	130-170	0,008	-	15-25	31.12.2008	Wärmedämmungen ohne konstruktive	
86.2.1	Phenolharzschaum	Kooltherm	Kingspan Insulation B.V.	40	0,021	-	50-120	31.12.2007	Beschichtung	
88.7.1	Polysocyanurat (PIR)	Bauder PIR diffusionsdicht	Paul Bauder AG	30-40	0,023	-	60-200	31.12.2008	diffusionsdicht	
86.2.2	Phenolharzschaum	Kooltherm	Kingspan Insulation B.V.	40	0,023	-	50-254	31.12.2007	Beschichtung	
88.7.5	Polysocyanurat (PIR)	Poliso AD	Ediltec Srl	35	0,024	-	60-300	30.06.2008	Alu-Deckschichten	
88.7.7	Polysocyanurat (PIR)	puren diffusionsdicht (PIR)	puren gmbh	33	0,024	-	20-160	31.12.2008	diffusionsdicht	
88.7.11	Polysocyanurat (PIR)	Samapur diffusionsdicht (PIR)	Sika Samati AG	33	0,024	-	60-200	31.12.2008	diffusionsdicht	
88.7.15	Polyurethan (PUR)	swisspor PUR/PIR Alu	swisspor AG	30	0,024	-	60-200	31.12.2008	diffusionsdicht (alu-kaschiert)	
88.7.16	Polyurethan (PUR)	swisspor PUR/PIR Alu-Verbund	swisspor AG	30	0,024	-	20-160	31.12.2008	diffusionsdicht (kaschiert mit Alu-Verbundfolie)	
86.2.3	Phenolharzschaum	Kooltherm	Kingspan Insulation B.V.	40	0,024	-	50-2024	31.12.2007	Phenolharz-Hartschaum mit Glasvlies-	
88.2	Polyurethan (PUR) und Polyisocyanurat (PIR)	PUR, PIR Zellinhalt Pentan, diffusionsdicht, überwacht	Paul Bauder AG	30-40	0,026	-	60	30.06.2008	benutzt nur auf metallischen Werkstoffen mit einer Dicke	
88.7.2	Polysocyanurat (PIR)	Bauder PIR diffusionsoffen	Paul Bauder AG	30-40	0,026	-	60-120	30.06.2008	diffusionsoffen	
88.7.8	Polysocyanurat (PIR)	puren diffusionsoffen (PIR)	puren gmbh	33	0,026	-	60-120	31.12.2008	diffusionsoffen	
88.7.12	Polysocyanurat (PIR)	Samapur diffusionsoffen (PIR)	Samapur AG	33	0,026	-	60-120	31.12.2008	diffusionsoffen	
88.7.18	Polyurethan (PUR)	swisspor PUR/PIR Vlies	swisspor AG	30	0,026	-	60-120	31.12.2008	diffusionsoffen (vlies-kaschiert)	
88.7.3	Polysocyanurat (PIR)	Bauder PIR diffusionsoffen	Paul Bauder AG	30-40	0,027	-	60-80	30.06.2008	diffusionsoffen	
88.7.9	Polysocyanurat (PIR)	puren diffusionsoffen (PIR)	puren gmbh	33	0,027	-	60-80	31.12.2008	diffusionsoffen	
88.7.13	Polysocyanurat (PIR)	Samapur diffusionsoffen (PIR)	Sika Samati AG	33	0,027	-	60-80	31.12.2008	diffusionsoffen	
88.7.19	Polyurethan (PUR)	swisspor PUR/PIR Vlies	swisspor AG	30	0,027	-	60-80	31.12.2008	diffusionsoffen (vlies-kaschiert)	
88.7.4	Polysocyanurat (PIR)	Bauder PIR diffusionsoffen	Paul Bauder AG	30-40	0,028	-	60-20	30.06.2008	diffusionsoffen	
88.7.10	Polysocyanurat (PIR)	puren diffusionsoffen (PIR)	puren gmbh	33	0,028	-	60-20	31.12.2008	diffusionsoffen	
88.7.14	Polysocyanurat (PIR)	Samapur diffusionsoffen (PIR)	Sika Samati AG	33	0,028	-	60-20	31.12.2008	diffusionsoffen	
88.7.17	Polyurethan (PUR)	swisspor PUR/PIR Papier	swisspor AG	30	0,028	-	60-20	31.12.2008	diffusionsoffen (papier-kaschiert)	
88.7.20	Polyurethan (PUR)	swisspor PUR/PIR Vlies	swisspor AG	30	0,028	-	60-20	31.12.2008	diffusionsoffen (vlies-kaschiert)	
88.5.2	Polystyrol expandiert (EPS)	swisspor LAMBDA Roof	swisspor AG	mm 20	0,029	-	60-10400	31.12.2008	diffusionsoffen	
87.6.38	Polystyrol extrudiert (XPS)	Roofmate LG-X	Dow Europe GmbH	33	0,029	-	≤ 120	31.12.2008	Zellinhalt HF-KW, längsseitig mit Nut und	
87.6.43	Polystyrol extrudiert (XPS)	Roofmate SL-X	Dow Europe GmbH	33	0,029	-	≤ 120	31.12.2008	Zellinhalt HF-KW, kanten gefälzt	
88.7.6	Polysocyanurat (PIR)	Poliso ED	Ediltec Srl	35	0,029	-	60-140	30.06.2008	Vlies-Deckschichten	

Vakuum-Isolations-Paneele (VIP), (Erstanwendungen in Fassaden; z.B. ZZwancor)



$$\lambda \approx 0.007$$

Vakuum-Isolations-Paneele (VIP), (Erstanwendungen)

Dämmung Giebelfassade Nürnberg, Denkmalobjekt

$$\lambda \approx 0.007$$

→VIP ermöglicht denkmalgerechte Aussendämmung



Quelle: Gregor Steinke

Bilder: ZAE

Fazit: VIP hat hervorragende Eigenschaften; ist primär in fertigen Bauteilen einzusetzen, da sehr beschädigungsanfällig

Aerogel (Erstanwendungen in Fassaden)



$$\lambda \approx 0.013$$

Aerogele (Erstanwendungen; z.B. AGI Isolationen AG)

$$\lambda \approx 0.013$$



Wand aus Backstein und Grundputz;
Dämmschichten achtschichtig gedübelt.

Material:	Backstein+Aerogel	
Wärmeleitung	0.013	W/mK
Stärke (inkl. 15 cm BS)	25	cm
result. U-Wert:	0.15	W/m ² K
Richtpreis	(500-600.-)	CHF/m ²
Für Modernisierung	gut geeignet	

Fazit: Aerogele sind eine sehr spannende Sache und werden in Zukunft – bei tieferen Kosten - eine grosse Rolle spielen!

Aerogele (Erstanwendungen)

Aerogel Granulat, Beispiel Kerndämmung Zweischalenmauerwerk

Nachträgliche Wärmedämmung Giebelfassade Wohnhaus Bielefeld

- Ausführung: Fa. Innodämm, Einblasdämmung: Nanogel Fa. Cabot
- Verfüllen der 1.5 cm Luftschicht bei zweischaligem Mauerwerk Nanogel Kernbohrungen 3 cm, endoskopische Untersuchung, Thermographie
- Aussendämmung oder Innendämmung war nicht möglich
- U-Wert von 0.98 auf 0.51 W/(m²K) verbessert

→ einfache Anwendung, hoher Materialpreis



Quelle: Gregor Steinke

Fotos: Innodämm

Polyphenolharz



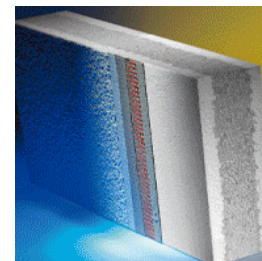
Dämmstoff besteht aus einem hochverdichteten Kerndämmstoff, der bei geringer Konstruktionsstärke hohe Dämmwirkung hat.

Material:	PF (Polyphenolharz)	
Wärmeleitung	0,023 – 0,028	W/mK
Stärke (inkl. 15 cm BS)	30	cm
result. U-Wert:	0.15	W/m ² K
Richtpreis	250 – 270	CHF/m ²
Für Modernisierung	ja	

$$\lambda \approx 0.023$$

Fazit: Polyphenolharz ein HLWD mit dem zur Zeit wohl besten Kosten – Nutzen – Verhältnis!

EPS mit Grafitzusatz (Lambdapor) – schon fast ein HLWD (z.B. von Swisspor, Maxit, Sto, Röfix, KABE, Greutol, Baumit, etc.)



LAMBDApor ist ein Hochleistungsdämmstoff auf EPS-Basis. Er weist ein ausgezeichnetes Lambda und eine sehr gute Ökobilanz aus.

Material:	EPS mit Grafitzusatz	
Wärmeleitung	0.031	W/mK
Stärke (inkl. 15 cm BS)	38.5	cm
result. U-Wert:	0.15	W/m ² K
Richtpreis	220 – 235	CHF/m ²
Für Modernisierung	ja	

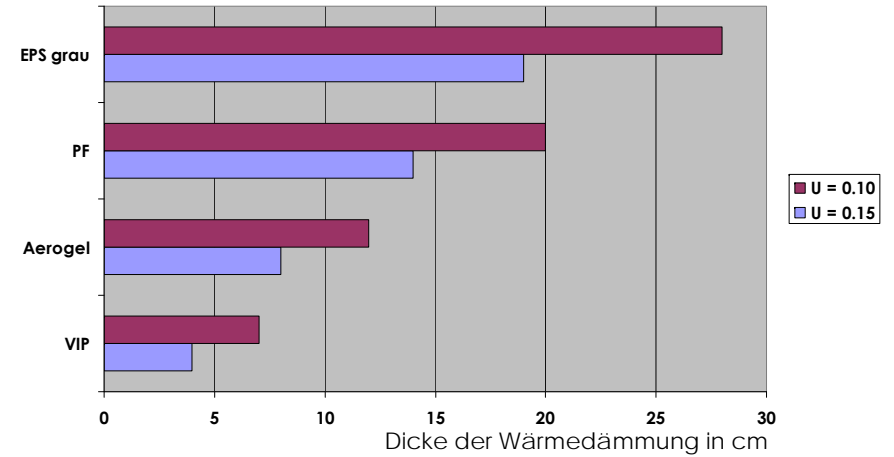
$$\lambda \approx 0.030$$

Fazit: Lambdapor; kostengünstiger Kompromiss zwischen Wanddicke und Kosten !

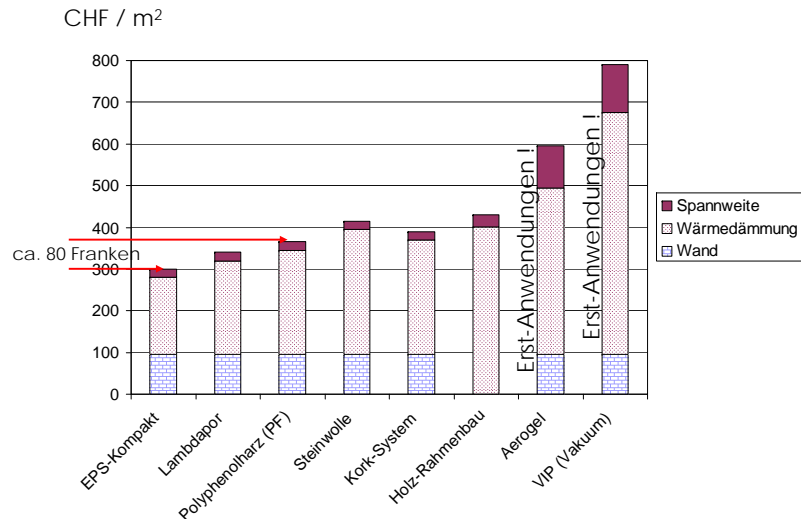
3. Beurteilungskriterien

1. Platzbedarf
2. Kosten (Quadratmeterpreise)
3. Ökologie (Graue Energie, CO₂, Umweltbelastung)

Wärmedämmstärke verschiedener Dämmmaterialien (für U-Wert 0.10 und 0.15; inkl. 15 cm Backsteinwand und Verputz)



Kosten von Wandsystemen (Richtpreise, inkl. Anschlüsse)



Konkretes Beispiel zur Wirtschaftlichkeit von HLWD: Wieviel darf eine „dünnere“ Wärmedämmung, bzw. Wand, kosten?



Kleine Rechen-Übung - Annahme:

Wir planen neu ein

- 6-geschossiges Flachdach-Gebäude (20 m H.)

- mit einer Grundfläche von 10 x 20 m.

- der Fenster und Türenanteil beträgt 25% der Wandflächen.

Wegen einzuhaltendem Grenzabstand auf den Längsseiten verlieren Sie durch jede zusätzliche Dicke der Aussenwände Innenraum.

Eine um 8 cm dünnere Fassaden-Wärmedämmung wird Ihnen, bei gleichem U-Wert, mit CHF/m² 80.- Mehrkosten offeriert.

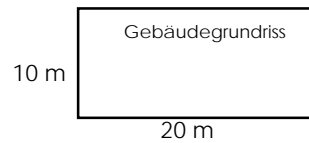
Lohnt sich diese Investition? Warum? Warum nicht?

Voting ?

(weitere Annahme:

Wert von einem Quadratmeter Innenfläche = CHF 5000.-)

Konkretes Beispiel zur Wirtschaftlichkeit von HLWD:



Höhe: 20 m
Fenster/Türen: 25%
Geschosse: 6
einzuhaltende
Grenzabstände auf
Längsseiten



8 cm weniger Fassaden-Dicke für 80.-/m² Mehrkosten: Lohnt sich das?

Berechnungen

1. Fassadenfläche des Gebäudes:

-> Mehrkosten

$$20 \times 20 \text{ m} \times 2 \text{ Seiten} = 800 \text{ m}^2 \quad \text{Ohne Fenster} \rightarrow 0.75 \times 800 = 600 \text{ m}^2$$

$$\text{Mehrkosten: } 600 \times 80.-/\text{m}^2 = 48'000.- \text{ CHF}$$

2. Flächengewinn ausrechnen:

-> Wert des Flächengewinns

$$20 \times 0.08 \text{ m} \times 2 \text{ Seiten} \times 6 \text{ Geschosse} = 19.2 \text{ m}^2$$

$$\text{Wertgewinn: } 20 \times 5000.-/\text{m}^2 = 100'000.- \text{ CHF}$$

**Fazit: Kosten für HLWD lohnen sich bei weitem !
(immer, falls auf Kosten von Innenraum)**

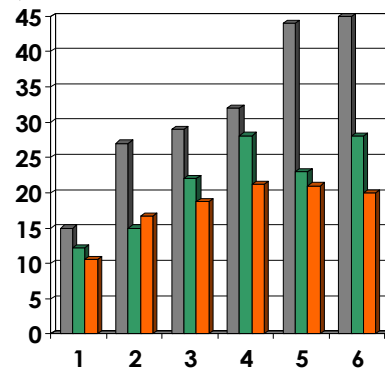
Ökologische Bewertung von Dämmmaterialien – Wie bewerten?

- Klimabelastung** von Herstellung bis Entsorgung. Einheiten in kg CO₂-Äquivalenten pro m² und Jahr oder **Global Warming Potential** über 100 Jahre
- Graue Energie** von Herstellung bis Entsorgung in kWh pro m² und Jahr über Lebenszyklus des Bauteils
- Umweltbelastungspunkte** UB [BAFU, 2006]
- Viele weitere Kenngrößen sind möglich

Ökologischer Vergleich mit www.bauteilkatalog.ch und KBOB:

- Wand mit Zolledämmplatten
- Wand mit EPS grau verputzt
- Wand mit Korkplatten, verputzt
- Wand mit Steinwolle, verputzt
- Wand verputzt mit PF-Platte
- Wand mit Weichfaserplatte, verputzt

(Alle Wände mit Backstein 15 cm und mit U-Wert von 0.15 W/m²K)



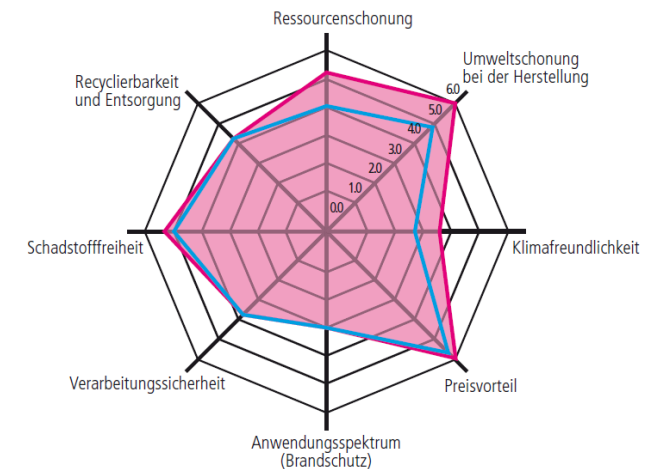
■ Graue Energie
■ UBP 2006*
■ GWP*

*Graue Energie in MJ/m²a
*Umweltbelastungspunkte in 100 Pt/m²a
*Global Warming Potential in 0.1 kg/m²a

**Wichtiges Fazit:
auch die ökologisch
schlechteste
Variante amortisiert
sich in max. 1.5
Heizperioden**

Ökologischer Vergleich einzelner Dämmmaterialien mit dem Dämmstoffspider

- EPS 25 Graphit/Dübel 19 cm
- EPS 15 Graphit/Dübel 21 cm



Quelle:



4. Einsatzgebiete

Der Bedarf an HLWD-Produkten ist stark am wachsen.

Gründe: Verschärfte Vorschriften und gestiegene Ansprüche bei gleichzeitigem Platzmangel.

Spezialanwendungen bei denen besonders oft HLWD zum Einsatz kommt:

- Nachdämmung von Rollladenkästen, Fensterleibungen, Erkern, Terrassenböden.
- Wenn „übliche“ Aussenwärmedämmung nur beschränkt möglich ist (Denkmalschutz oder Baulinien/Grenzabstände)

Ein Fallbeispiel: Minergie-P Gebäude in Uster

- Wärmedämmung Fassaden nur 16 – 18 cm dick
- Baukosten: 570.- CHF/m³ (BKP 2); 2006
- ZH-008-P

(Architekt:
Zangger Architekten, Zürich)



5. Wo informieren?

- ganztägiger **Kurs** zu HLWD des energie-cluster.ch: **9. März und 28. Okt. 2010**
- Kurzseminar morgen an der Messe, 13.00 Uhr
- **www.energie-plattform.ch/hlwd:** Plattform des energie-cluster.ch zur Hochleistungswärmedämmung (=HLWD). Eine benutzerfreundliche Online-Datenbank ist in Vorbereitung.

[www.energie-plattform.ch/hlwd:](http://www.energie-plattform.ch/hlwd)

The screenshot shows the website interface with a search bar at the top right containing 'wärbete durchsuch...'. Below the search bar is a navigation menu with links for 'Home-Plattform', 'energie-cluster.ch', 'Data', 'Deklaration', 'Anbieter', 'Komfortlüftung', and 'Kontakt'. A sidebar on the left lists various topics like 'Komfortlüftung (KL)', 'Metering (ME)', 'Plusenergiehaus (PH)', etc. The main content area displays a 'Best practice' article titled 'Aktuelle Erkenntnisse und Grundlagen für den Einsatz von Hochleistungswärmedämmung können Sie nachfolgend thematisch abrufen.' Below this, there are two article snippets: one about 'Neubauten' by Renggli AG and another about 'AGI AG vertreibt das faserverstärkte Dämmmaterial Aerogel'.

6. Schlussfolgerungen

1. **U-Werte** unter 0.15, möglichst bis **0.10 W/m²K** anstreben! Nachdämmen ist meistens unwirtschaftlich!
(neuste Vorschriften: 0.17 W/m²K; MuKE n 08)
(Postulat des Klimaschutzes und der 2000-Watt-Gesellschaft)
2. Die heutigen Wärmedämmsysteme (für Fassaden) sind **oft zu dick !**
>> **bessere Lambda-Werte** sind zu verlangen! D.h. **HLWD** einsetzen
3. **Gesamtheitliche Wirtschaftlichkeitsüberlegung** (inkl. Platzeinsparung und Lebensdauer)!



Besten Dank für die Aufmerksamkeit !