

## Wärmedämmung – eine Übersicht

**Bedeutung am Bau**

**Hochleistungswärmedämmung**

**Zukünftige Entwicklungen**

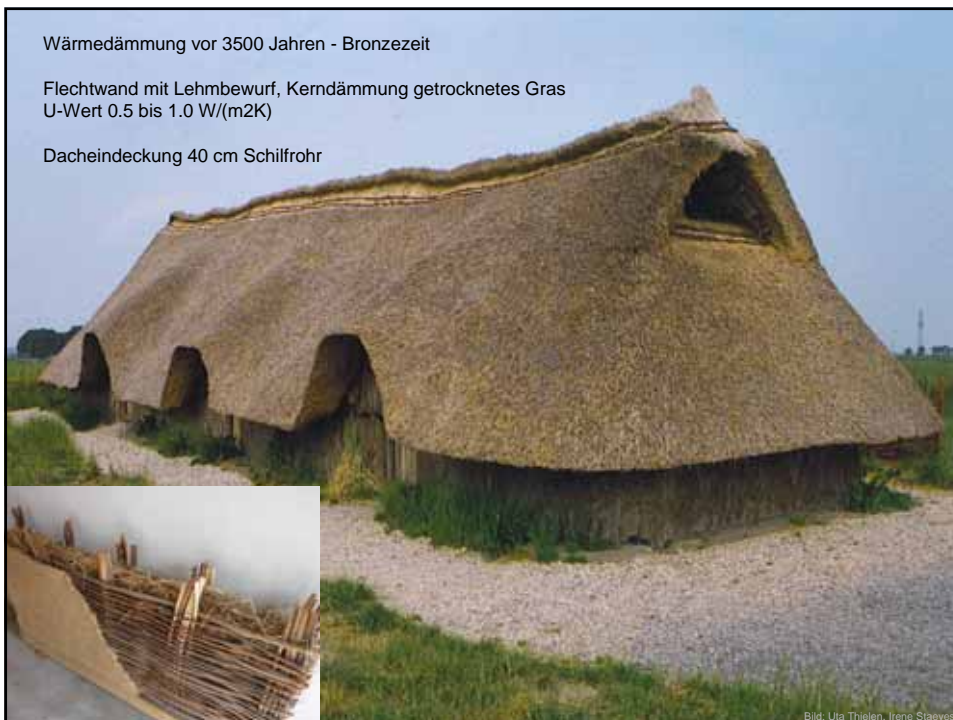


Gregor Steinke  
Wissenschaftlicher Mitarbeiter – Institut Energie am Bau – FHNW

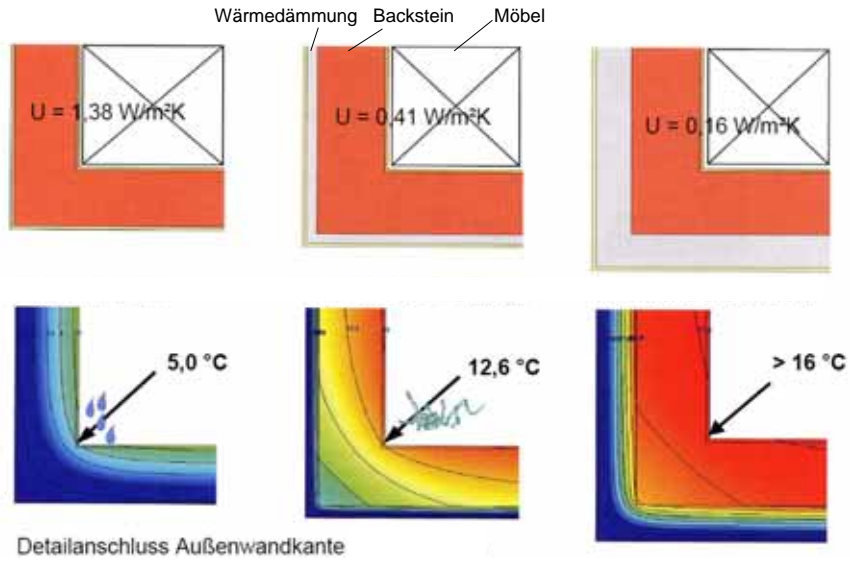
Wärmedämmung vor 3500 Jahren - Bronzezeit

Flechtwand mit Lehmewurf, Kerndämmung getrocknetes Gras  
U-Wert 0.5 bis 1.0 W/(m<sup>2</sup>K)

Dacheindeckung 40 cm Schilfrohr



### Bedeutung Feuchteschutz / Gesundheit



Institut Energie am Bau

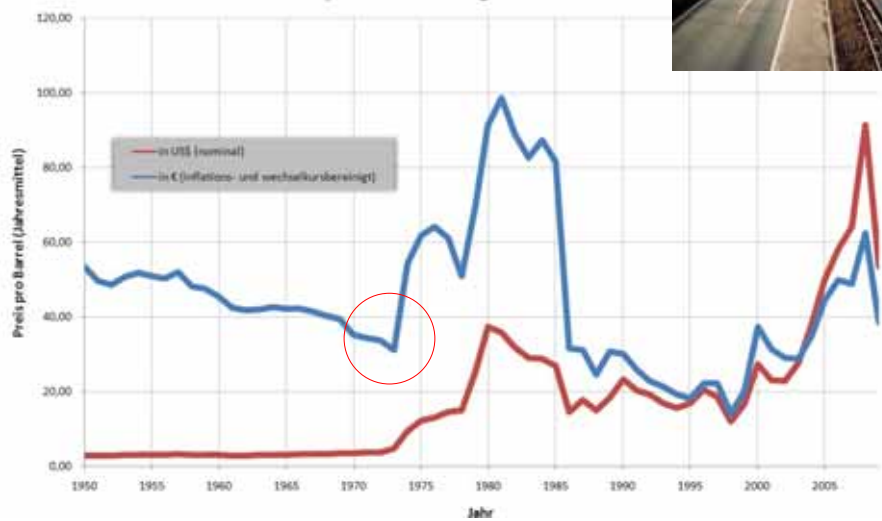
Energie Apéro beider Basel

Bild: Passivhausinstitut

3

### Bedeutung Ökonomie / Ressourcen / Klimaschutz

Ölpreisentwicklung 1950-2009



Institut Energie am Bau

Energie Apéro beider Basel

Bild: P. Heller

4

Torfrashäuser – Island

Brennstoffknappheit im 17. und 18. Jahrhundert wegen Abholzung der Wälder



### Bedeutung Behaglichkeit

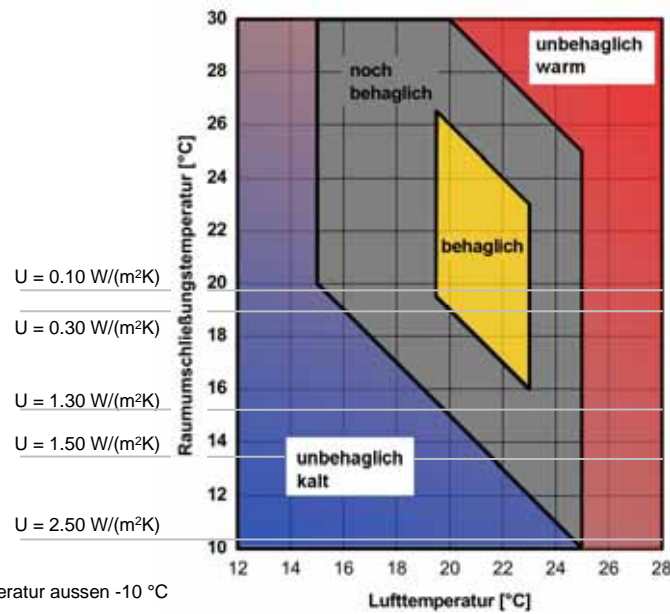
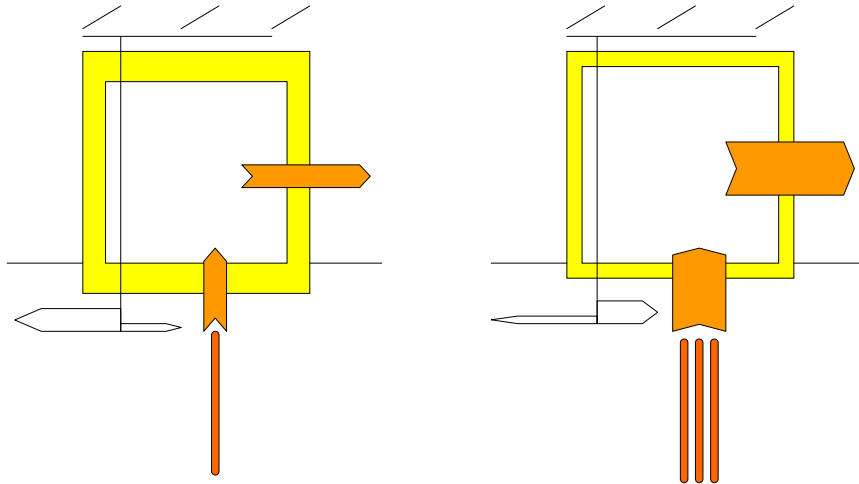


Bild: IBP/IEBau

## Bedeutung Gebäudetechnik



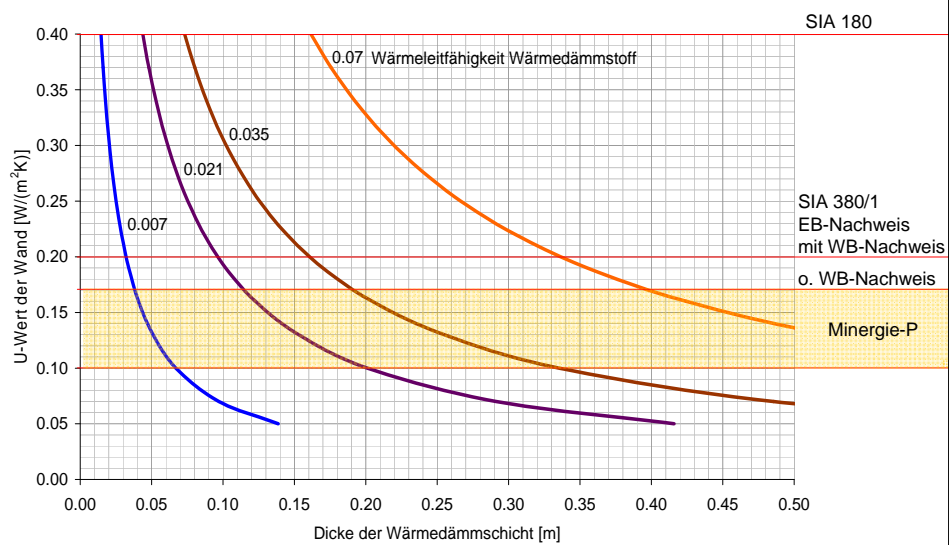
Institut Energie am Bau

Energie Apéro beider Basel

Bild: IEBau

7

## Erforderliche Dicke der Wärmedämmschicht



Institut Energie am Bau

Energie Apéro beider Basel

Bild: IEBau

8

## Steigende Anforderungen an Wärmeschutz

Nutzflächenverbrauch durch Dämmung

Konstruktive Probleme

Gestaltung



## Bedeutung Gestaltung

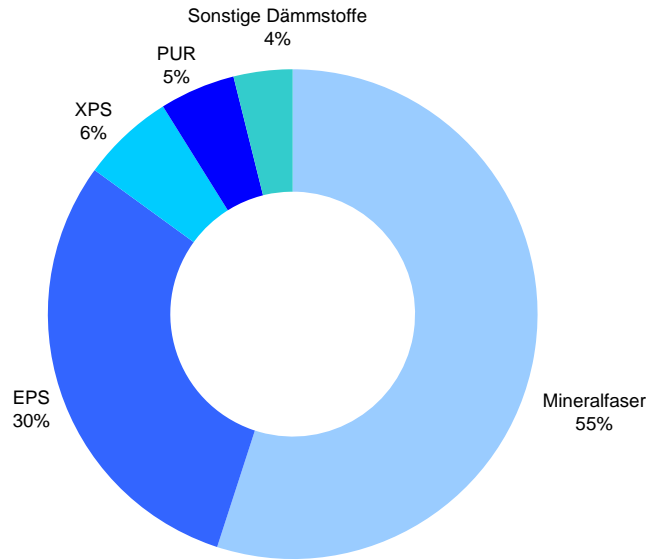
„Architektonische Befreiung aus der Isolationshaft“  
„Gegen die «Verpackungsarchitektur»“  
ETH 23.11.2010

„Wärmedämmung - Die Burka fürs Haus“  
FAZ 16.11.2010

„Altbauanierung - Abstumpfung mit Styroporplatten“  
FAZ 22.9.2010



### Marktanteile Dämmstoffe



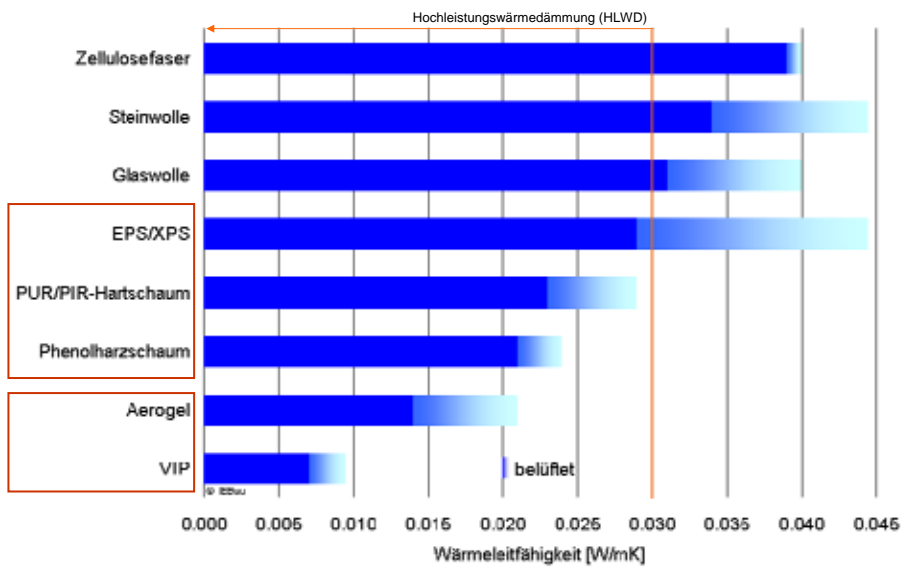
Institut Energie am Bau

Energie Apéro beider Basel

Quelle: GDI 2005

11

### Vergleich Wärmeleitfähigkeit

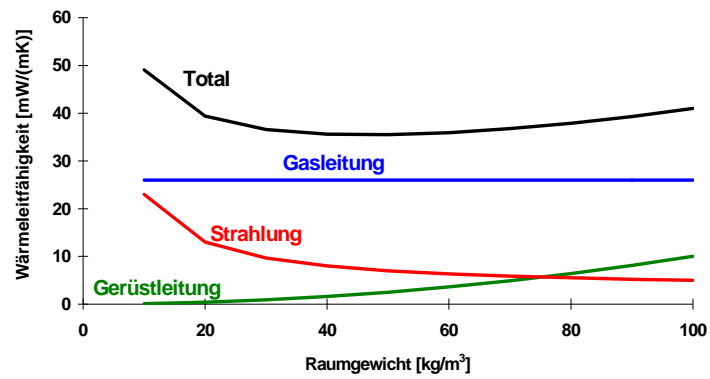


Institut Energie am Bau

Energie Apéro beider Basel

12

## Komponenten der Wärmeleitfähigkeit - konventionelle Wärmedämmung



$$\lambda_{\text{Total}} = \lambda_{\text{Gas}} + \lambda_{\text{Gerüst}} + \lambda_{\text{Strahlung}}$$

## HLWD – Vergleich zu herkömmlichen Wärmedämmstoffen

**Platzgewinn**

**Höherer Materialpreis**

**Besonderheiten beim Einsatz beachten**

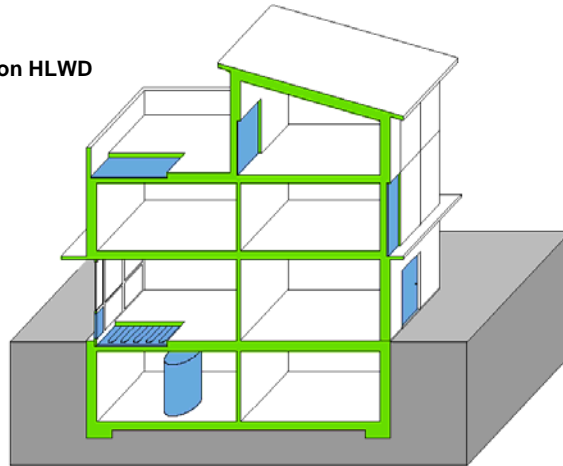
→ Zusatznutzen bei Anwendung ?



## HLWD – Anwendung in der Praxis

### Zusatznutzen durch Einsatz von HLWD

- Komfortgewinn
- konstruktive Vereinfachung
- Nutzflächengewinn
- Wärmeschutz verbessern
- Ästhetik



## EPS / XPS – PUR / PIR – Phenolharzschaum

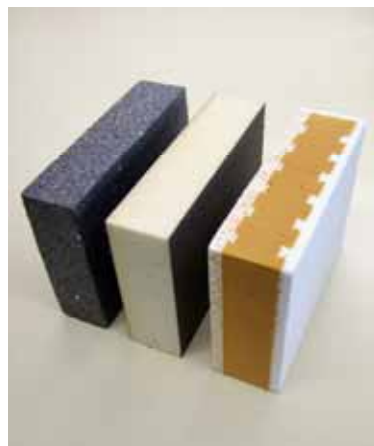
EPS/XPS  $\lambda \geq 0.029 \text{ W/(mK)}$   
PUR/PIR  $\lambda \geq 0.023 \text{ W/(mK)}$   
Phenolharzschaum  $\lambda \geq 0.021 \text{ W/(mK)}$

Platzersparnis gegenüber  $\lambda = 0.035 \text{ W/(mK)}$   
→ 17 - 40%

Produkte für verschiedenste  
Einsatzbereiche verfügbar

- Dach
- Wand
- Boden und Decke

Anwendung vergleichbar mit  
herkömmlichen Wärmedämmstoffen





## Aerogele und VIP



## Aerogel Granulat

### granulares Aerogel *Nanogel*, Fa. Cabot

- Poren im Nanometerbereich
- Wärmeleitfähigkeit  $0.018 \text{ W}/(\text{mK}) \rightarrow \lambda_D = ?$
- hydrophob, nicht brennbar
- Raumgewicht:  $60\text{-}80 \text{ kg}/\text{m}^3$
- fragil bei Scherkräften



### Anwendung im Baubereich + Pipelines

- hoher Preis rechtfertigt nur Spezialanwendungen

### transluzente Tageslichtelemente

- Mehrfachverglasung / Polycarbonatplatten

### Schüttung / Einblasen / Kerndämmung

- Ausfüllen schmaler Hohlräume



## Aerogel Granulat, Beispiel Kerndämmung Zweischalenmauerwerk

### Nachträgliche Wärmedämmung Giebfassade Wohnhaus Bielefeld (D)

- 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/(m<sup>2</sup>K) verbessert

→ einfache Anwendung, hoher Materialpreis



## Aerogel Matte

### Aerogel Matte *Spaceloft*, Fa. Aspen AGITEC AG, Schweiz

- Kombination Polyesterfasern + Aerogel
- Wärmeleitfähigkeit gemessen 0.013-0.017 W/(mK)  
→  $\lambda_D$  SIA 2001 in Vorbereitung
- Hydrophob, dampfdurchlässig
- 5 / 10 mm

### Bauanwendung (Platzmangel, therm. Schwachstellen)

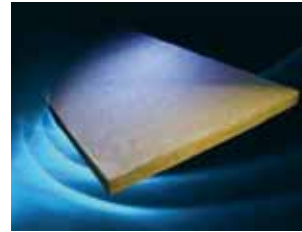
- Fassade, Boden/Decke, Dach
- Wärmebrücken
- Sonderbauteile (z.B. Rollladenkasten)
- Gebäudetechnik (z.B. Leitungen, Speicher)



## Aerogel Dämmplatte

### Aerogel Dämmplatte *Aerowolle*, Fa. Rockwool (D)

- Kombination Steinwolle + Aerogel
- Wärmeleitfähigkeit gem. dt. Zulassung  $\lambda=0.019 \text{ W/(mK)}$
- Hydrophob, dampfdurchlässig
- Markteinführung 2010 in D, CH noch nicht erhältlich



### Anwendung Verbundplatte Innendämmung (Stand 2010)

- Aufbau

10 mm	Gipsplatte
	Dampfbremse
40 mm	Aerowolle
	Vlieskaschierung

- Sonderelemente: Laibungsplatte  
Keilplatte

## VIP – Grundlagen

### Wärmeleitfähigkeit Rechenwert (inkl. Randeffect + Alterung)

→  $\lambda_D = 0.007 \text{ W/(m·K)}$

### fixe Abmessungen

→ Masstoleranzen beachten

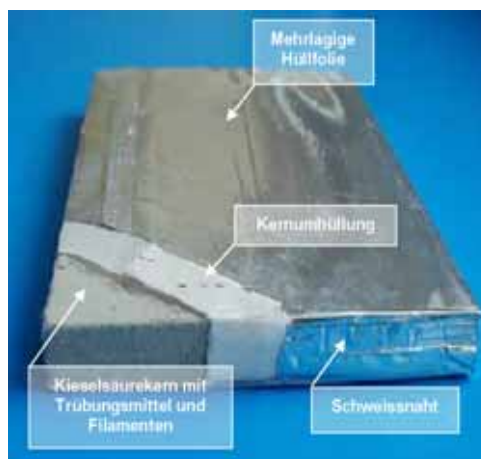
→ nicht zuschneidbar

### Schutz vor Beschädigung

Feuchte + hohe Temperatur vermeiden

### Dampfdichtes System

Vakuumverlust berücksichtigen

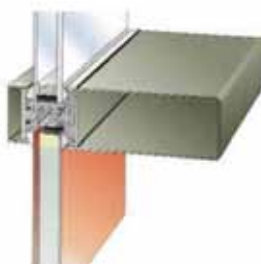


## VIP – Produkte und Systeme

VIP – Paneele ungeschützt

VIP – Paneele kaschiert / umhüllt

VIP – Bauelemente / Bausysteme



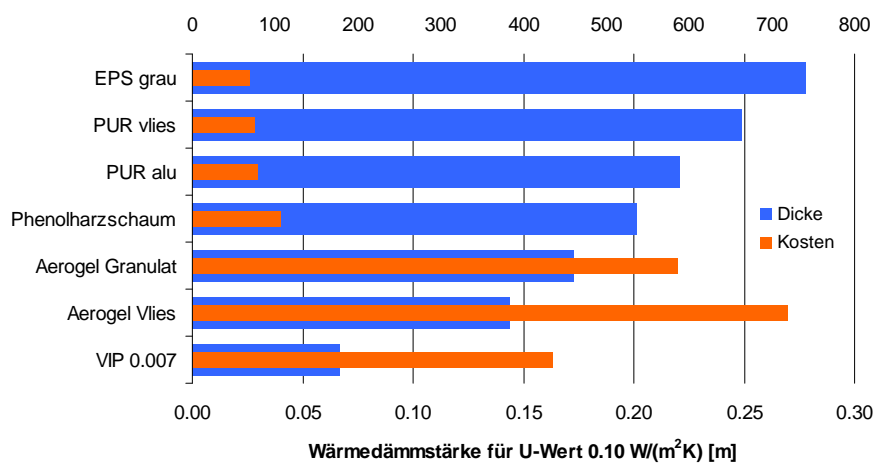
Institut Energie am Bau

Energie Apéro beider Basel

23

## Vergleich Kosten

Materialkosten für U-Wert 0.10 W/(m<sup>2</sup>K) [CHF/m<sup>2</sup>]  
gemäss Listenpreis



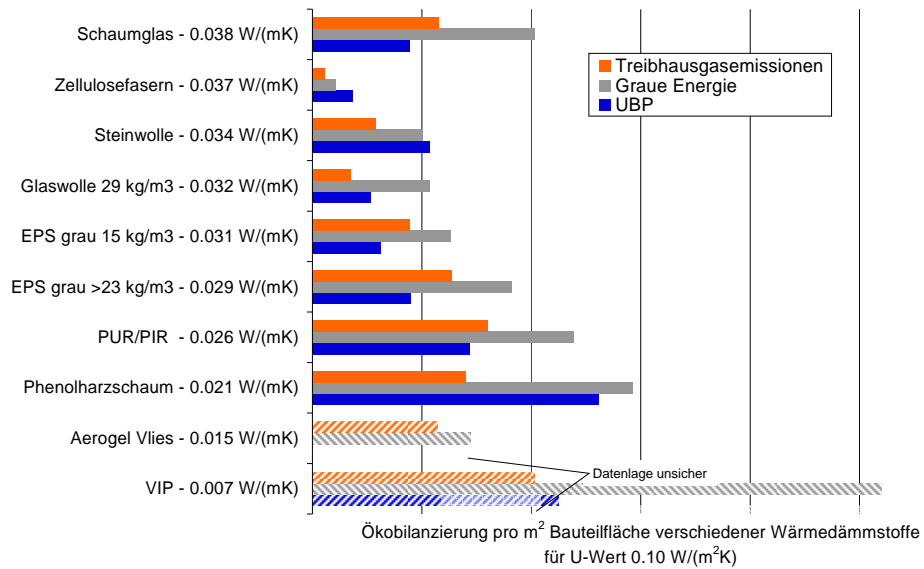
Institut Energie am Bau

Energie Apéro beider Basel

Bild: IEBau

24

## Vergleich Ökobilanz



Institut Energie am Bau  
Daten: Ökobilanzierung im Baubereich KBOB, Baustoffkennwerte SIA

Energie Apéro beider Basel

Bild: IE/Bau  
25

## Ausblick 2013 – Wärmedämmputz mit Aerogel

### Entwicklung Empa

- Mineralischer Aufbau
- Wärmeleitfähigkeit unter 0.030 W/(mK)
- 2-3x geringere Wärmeleitfähigkeit als herkömmliche Wärmedämmputze
- Verarbeitung mit normalen Verputzmaschinen



Institut Energie am Bau

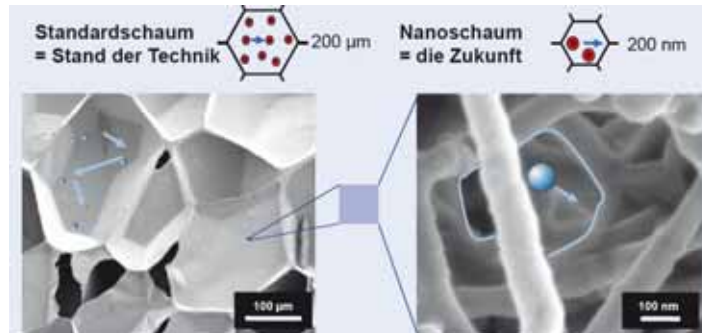
Energie Apéro beider Basel

Bilder: Empa  
26

## Ausblick 2015 - Nanoschäume

### Entwicklung z.B. *BASF, Bayer*

- Wärmeleitfähigkeit ca.  $\lambda=0.014-0.018$  W/(mK)
- Wärmedämmplatte mit Nanoporen (100-200 nm, heute Faktor 1000 grösser!)
- Minimierung der Gasleitung in den Poren



## HLWD – keine Probleme mit sehr gutem Wärmeschutz



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit