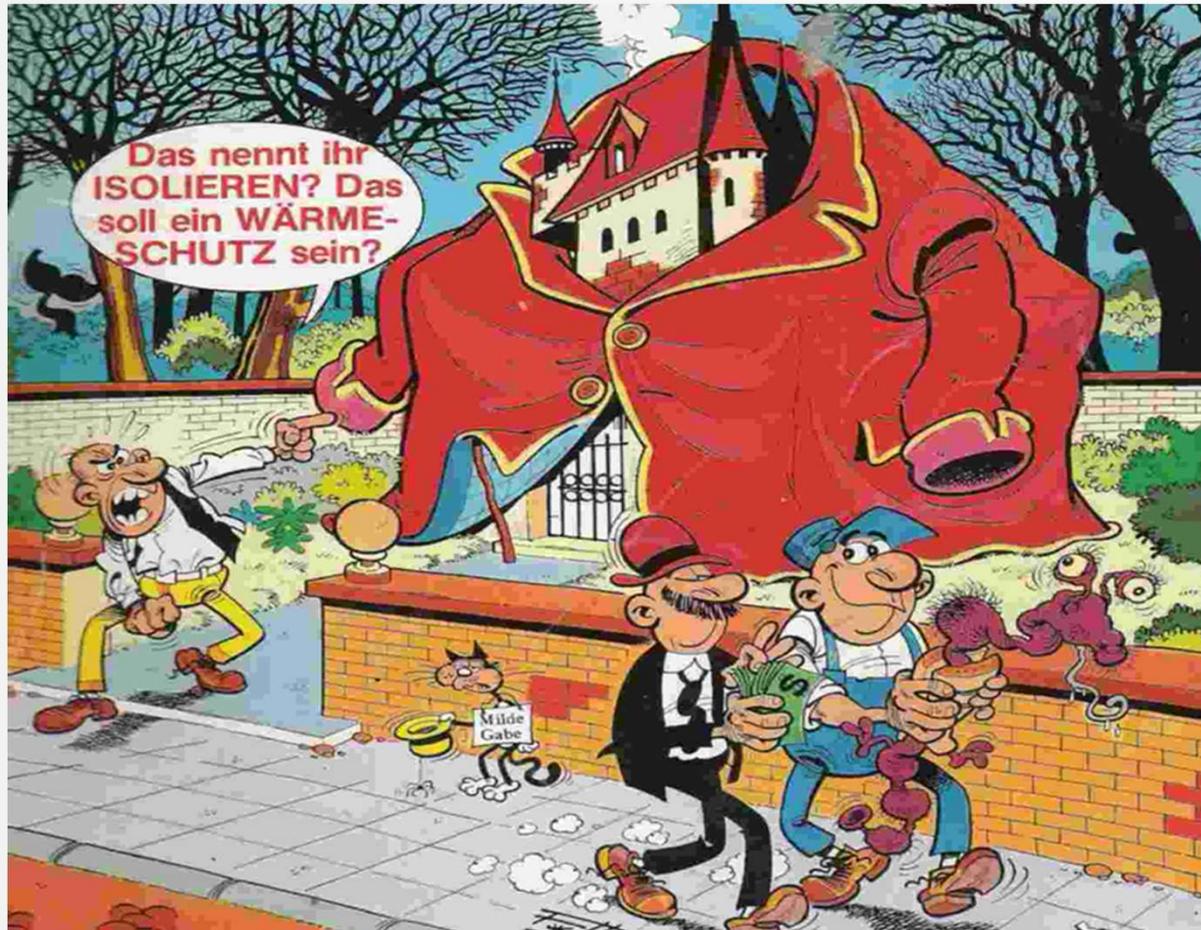




Wärmeschutz

**Energetische Optimierung von
Gebäuden**

Willkommen!



Energieverbrauch 2018 gesamt

Peta-Joule?

Gigawattstunden?

Tera-Calorien?

Cbm Gas?

Liter Heizöl/Benzin/Diesel/Kerosin?

Energieverbrauch 2018 gesamt

460.000.000

Tonnen Steinkohle – SKE

60.000 km Kohlezug

3 Monate vor Schranke warten



CO2-Emission

Ca. 860 Mio to/a

Davon ca.215 Mio to aus Gebäuden

**Bis 2050 CO2-neutral.
Kann man das erreichen?**

Vorbetrachtung: Situation in Deutschland

Entwicklung der Energiekosten:

???

Vorbetrachtung: Situation in Deutschland



Entwicklung der Energiekosten in 46 Jahren:

Gustav Gronemeier INH. G. RÖMER		Polsum bei Marl		Autotransporte Kohlen · Koks · Briketts Heizöl · Asche	
Herrn Drewer 4351 <u>Polsum</u>		Bankverbindung: <i>1804</i> Spar- und Darlehnskasse Polsum Nr. <i>[redacted]</i>		4351 Polsum , den 28. 7. 72 Friedhofstraße 25 · Telefon 5324 Marl	
Rechnung					
26. 7.	2.700 Heizöl "EL"	a ltr. 8,9 Pfg.	240	30	DM
		11 % M W St	26	43	"
			266	73	DM
			=====		
Bezahlt 11. 1972 Spar- u. Darlehnskasse Polsum					
Zahlbar netto Kasse innerhalb 14 Tagen.					

Vorbetrachtung: Situation in Deutschland

Entwicklung der Energiekosten in 46 Jahren:

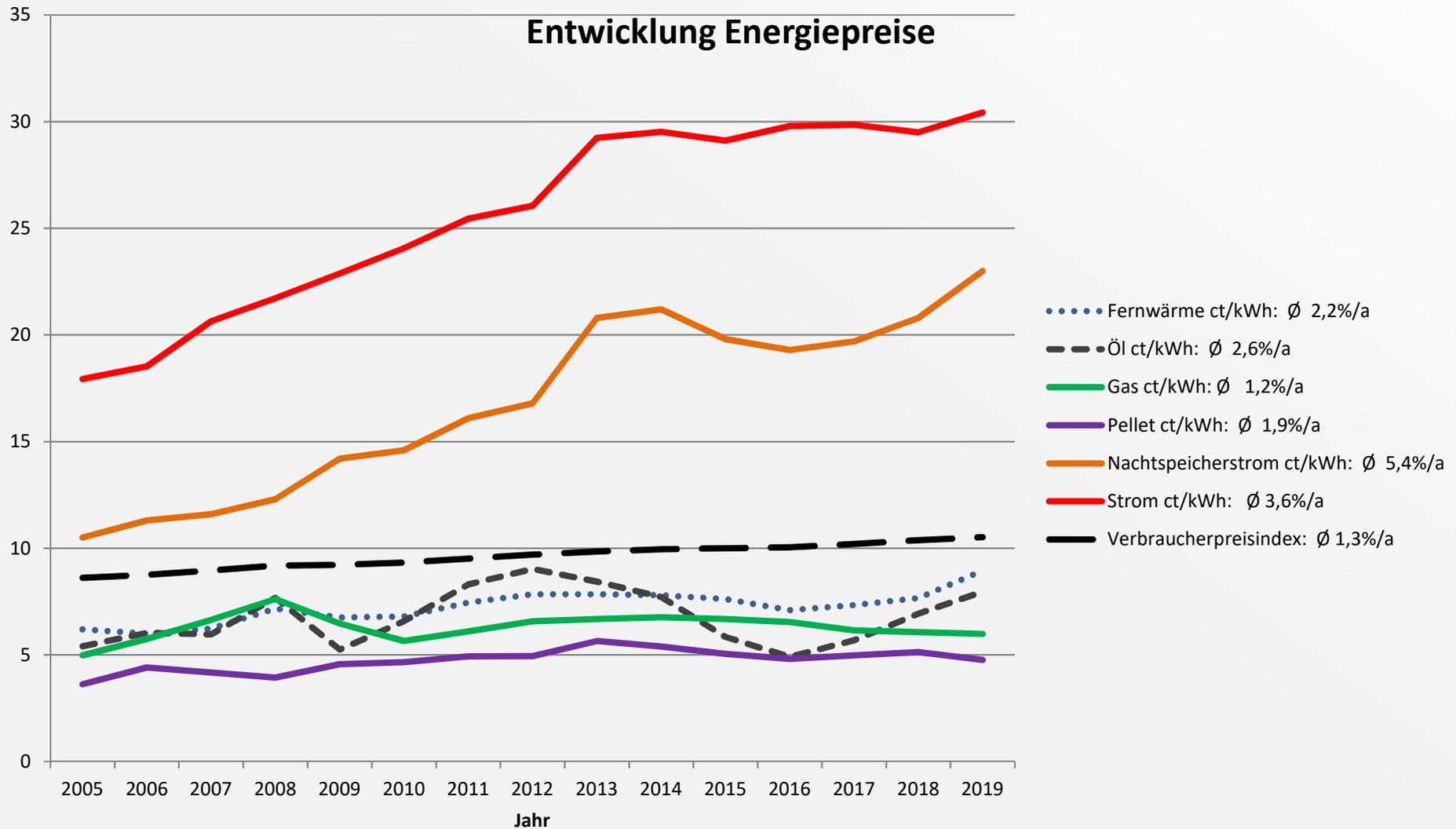


Vorbetrachtung: Situation in Deutschland

Steigerung von 1972-2018:

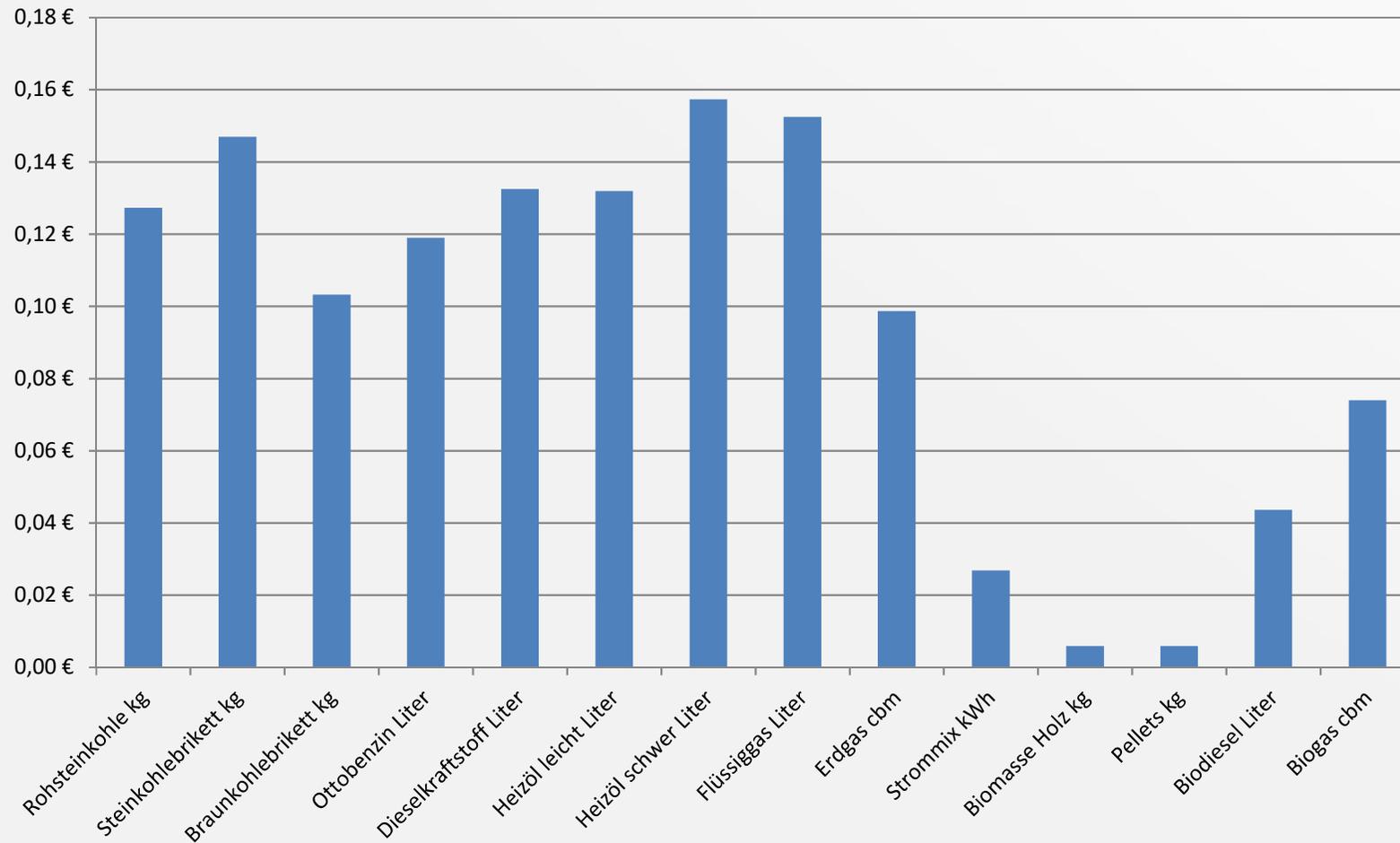
Faktor **16!**
oder
1.500 % Steigerung absolut

Steigerung Energiekosten



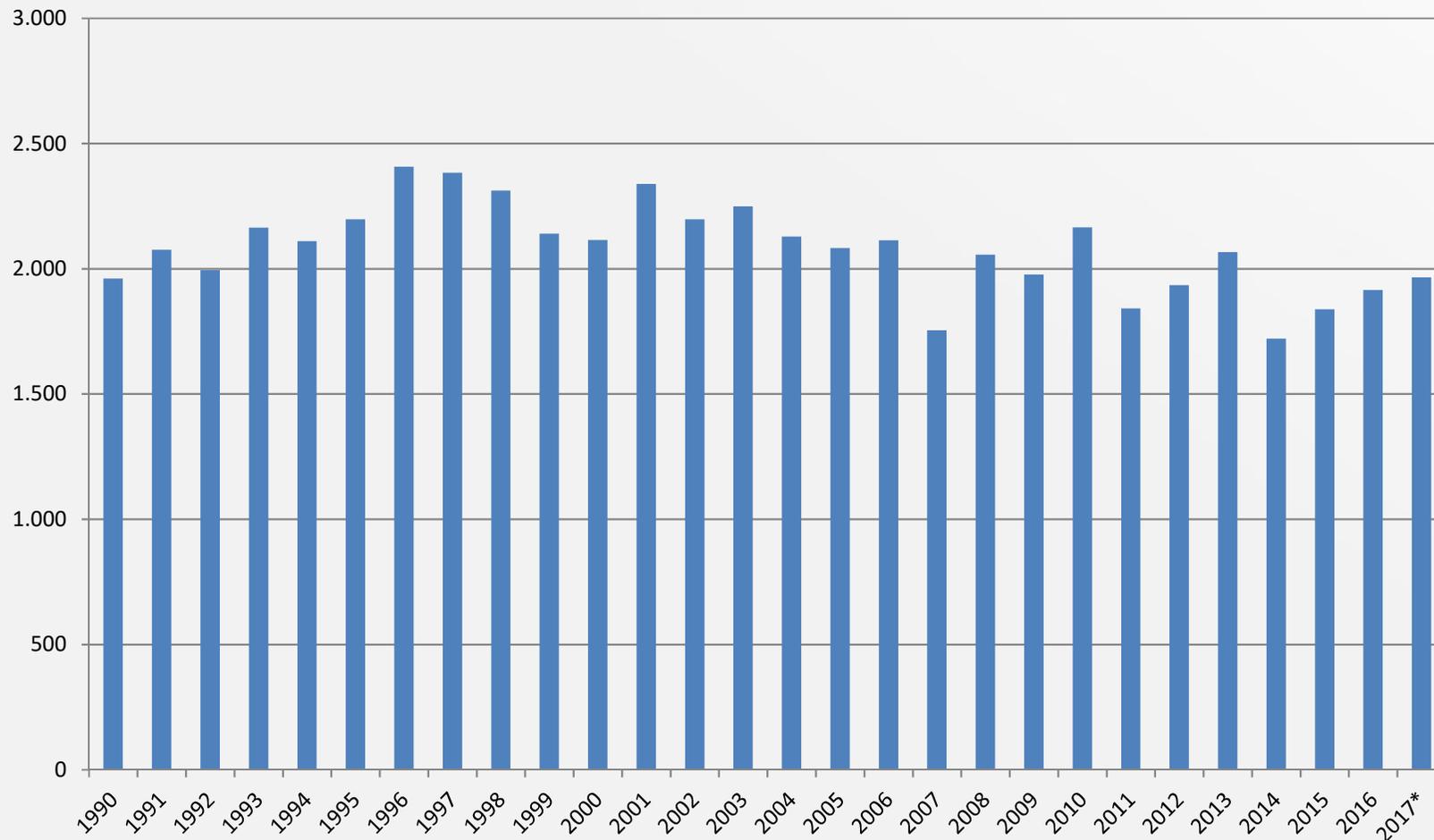
Auswirkung CO2-Steuer

CO2-Preis/Einheit bei 50,- €/to



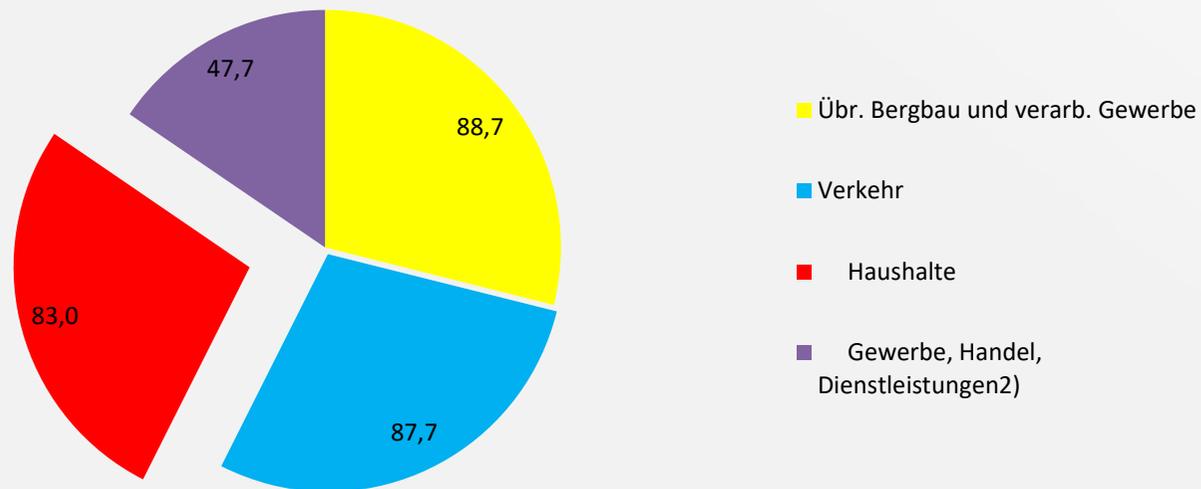
Entwicklung Heizenergieverbrauch

Pjoule Heizenergie ohne Strom



Energieverbrauch:

Endenergieverbrauch Mio to SKE 2018

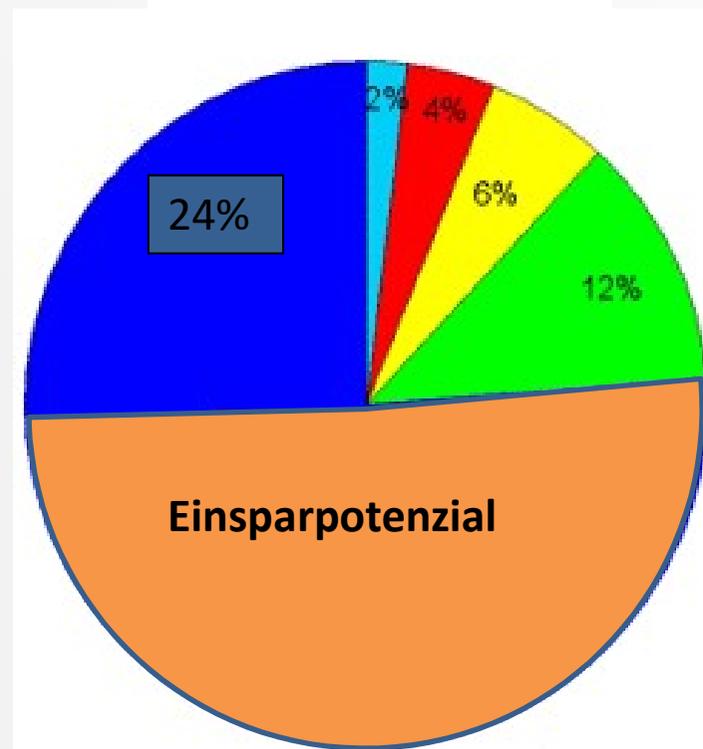


Energiebedarf eines Haushalts

Der mit Abstand größte
Energiebedarf im Haushalt

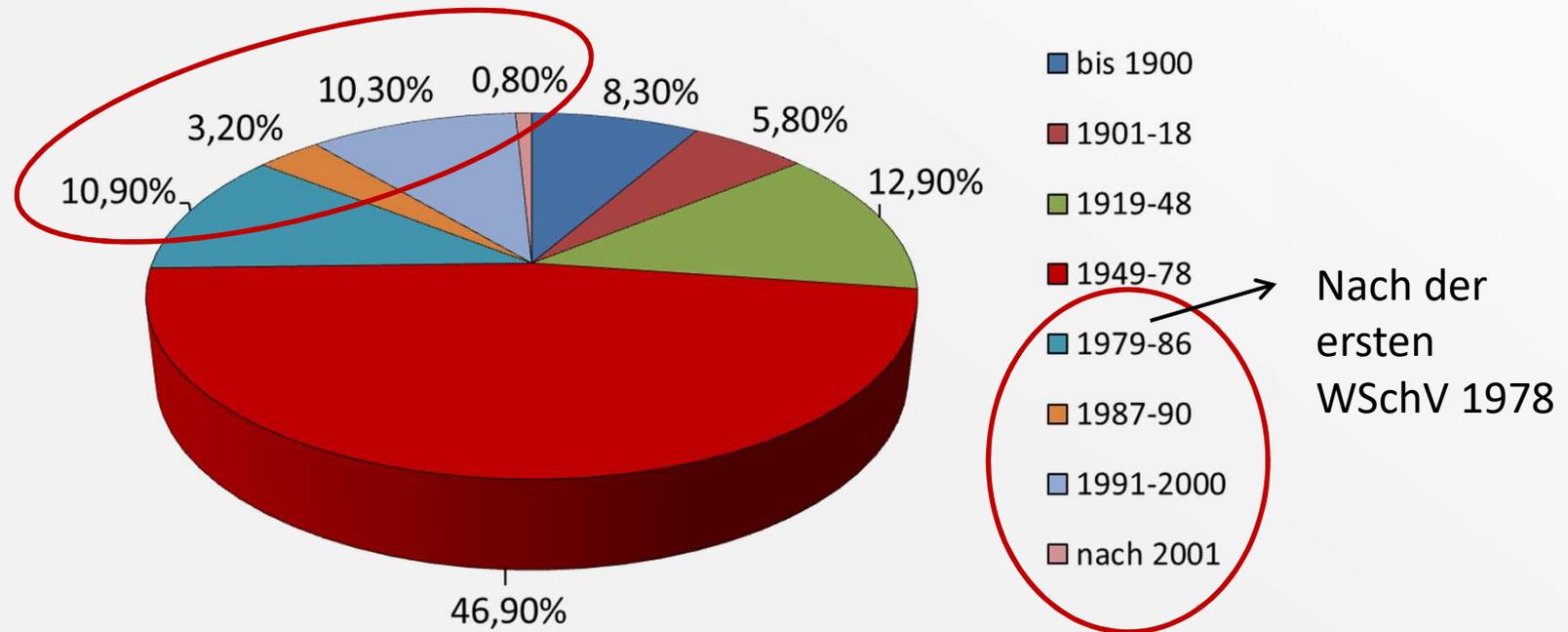
➔ die Raumheizung.

Konsequente Wärmedämmung
birgt ein Einsparpotenzial im
Altbaubestand von 50 % bis 70 %



Sanierungsbedarf:

Gebäude in Deutschland



Fazit: überwiegender Teil des Gebäudebestandes in Deutschland ist stark sanierungsbedürftig!!!

Warum Wärmedämmung?



**Baurecht und
Bauphysik**

**Baurecht und
Bauphysik**

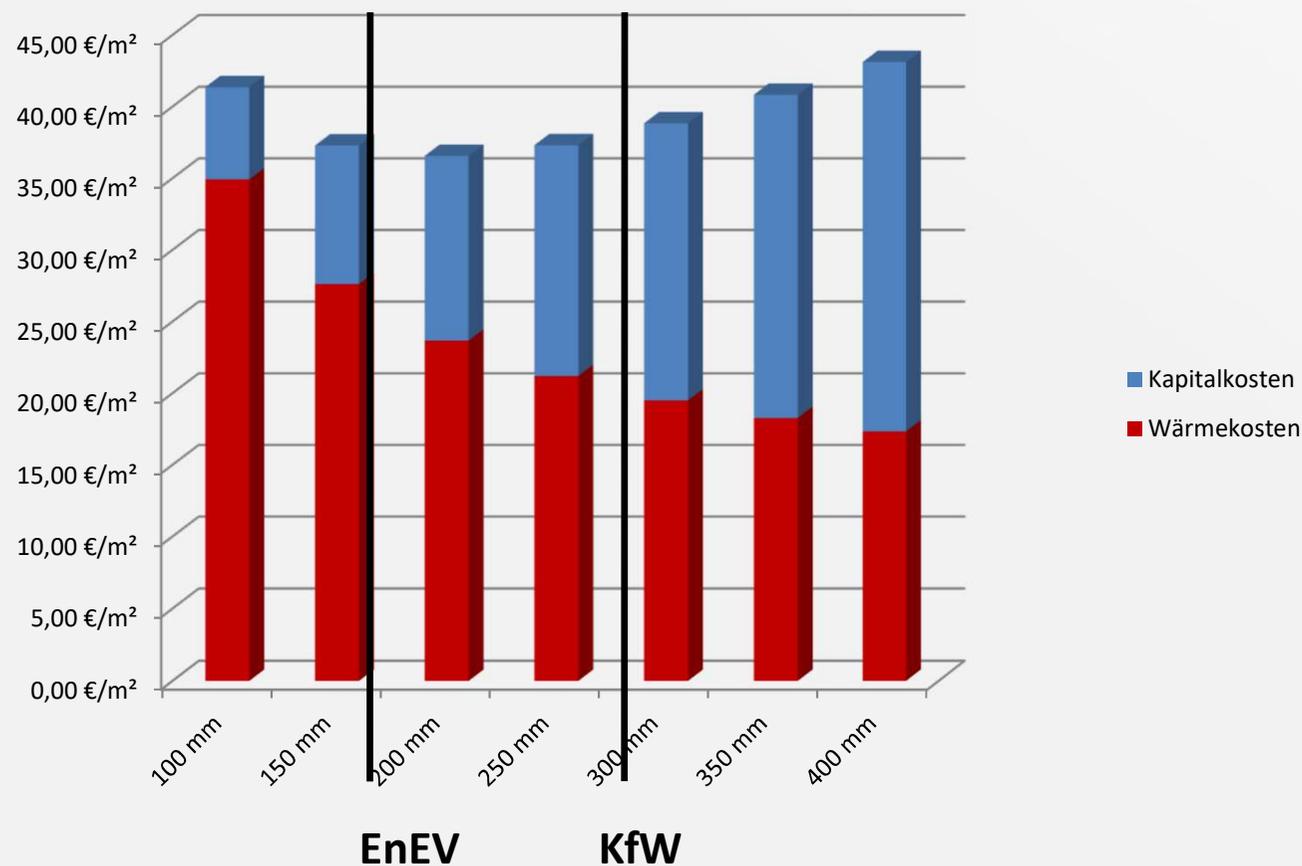
**Zugelassene Dämmstoffe
EnEV-konforme Konstruktionen
Feuchtigkeit/Wasser
Brandverhalten
„Physik“ der Konstruktion**

**Bestmöglicher
Wärmeschutz**

**Wenn schon – denn schon
Kalkulation Fixkosten – variable Kosten
Bauteilbezogene Betrachtung**

Dämmung obere Geschoßdecke

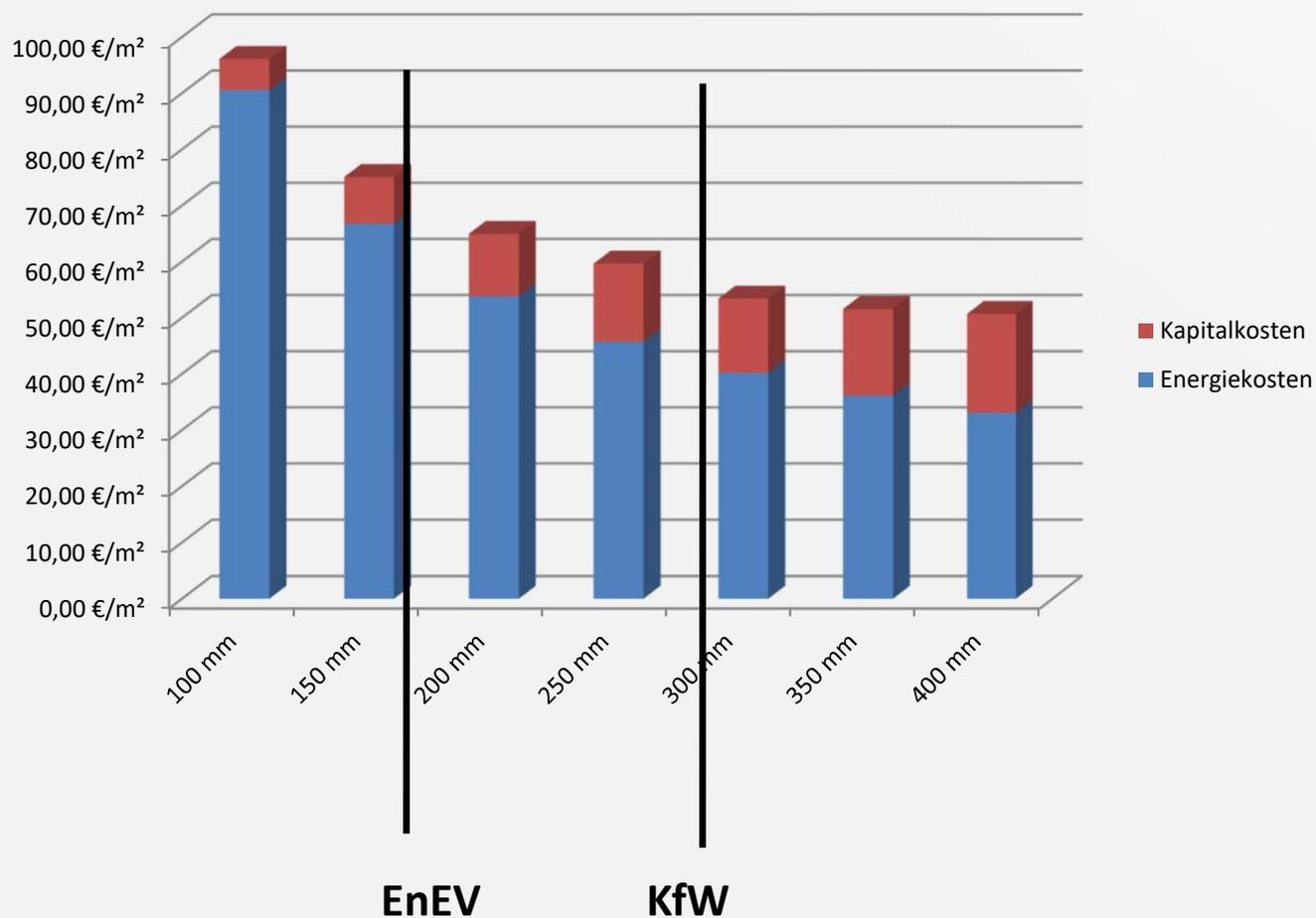
10 Jahre nicht begehbar



Langfristige
Wirtschaftlichkeit

Grundsätze

Dämmung obere Geschoßdecke



**Langfristige
Wirtschaftlichkeit**

Exkurs: Dämmpflicht OGD?

Mit Asche/Schlacke/Lehm teilweise oder ganz gefüllt

Ohne Füllung

Teilweise gedämmt (neuere Gebäudeteile)

Holzbalkendecke braucht nicht gedämmt werden!

Fachkommission Bautechnik der Bauministerkonferenz
Auslegungsfragen zur Energieeinsparverordnung – Teil 15

Dr. Justus Achelis, DIBt*

Satz:

Es besteht keine Pflicht zur nachträglichen Dämmung im Sinne des § 10 Absatz 3 oder 4 EnEV 2009, wenn die oberste Geschossdecke oder das Dach bereits über eine durchgehende, allenfalls durch Balken oder Sparren unterbrochene Schicht eines Dämmstoffes verfügt. Die oberste Geschossdecke gilt auch als gedämmt, wenn sie dem Mindestwärmeschutz nach DIN 4108-2:2003-07 entspricht; davon kann bei massiven Deckenkonstruktionen, die seit 1969 errichtet wurden, und bei Holzbalkendecken aller Baualtersklassen ausgegangen werden.

Entspricht U-Wert 0,8 W/m²K

Exkurs: Dämmpflicht OGD?

	DIN 4108-2	Nachhaltige Sanierung	Reduktion
U-Wert Konstruktion	0,8 W/m²K	0,1 W/m²K	0,7 W/m²K
Kosten Dämmung		22,90 €/m² (35 cm Aufblasdämmung)	
Heizenergie/a			67 kWh/m²
Heizkosten/a			5,40 €/m²
CO₂/a			20 kg/m²
Verzinsung Kapital			23%
ROI			4,3 a

1 m² Deckenfläche

Exkurs: Dämmpflicht OGD?

	DIN 4108-2	Nachhaltige Sanierung	Reduktion
U-Wert Konstruktion	0,8 W/m²K	0,1 W/m²K	0,7 W/m²K
Kosten Dämmung		2.290 Mio € (35 cm Aufblasdämmung)	
Heizenergie/a			6.720 gWh
Heizkosten/a			540 Mio €
CO₂/a			2 Mio t/a
Verzinsung Kapital			23%
ROI			4,3 a

Die wirtschaftlichste Variante wird vergessen!

100 Mio m² Decken in Deutschland



„Kaputt saniert“ mit 5 cm Polystyrol 040



Nachhaltige Sanierung mit 14 cm WDVS 022

Im Vergleich:	Polystyrol-WDVS (5 cm)	Phenolharz-WDVS (14 cm)
WLZ (W/mK)	0,04	0,022
U-Wert Konstruktion (W/m ² K)	0,44	0,135
Kosten pro qm (incl. MwSt.)	79 €/m ²	125 €/m ²
Heizkosten Einsparung	- 4,27 €/m ²	- 7,80 €/m ²
Einsparung/Kosten („Zins“)	5,4 %	6 %
CO ₂ /a (Energieträger: Öl)	- 14 kg/m ²	- 31 kg/m ²
Amortisationszeit (statisch)	18,5 Jahre	16 Jahre
Verbesserung Wärmeschutz	55 %	88 %

Grundsätze

Ökologie
Ökonomie
Arbeitssicherheit

Einbeziehung
vorhandener
Materialien

Grundsätze



**Einbeziehung
vorhandener
Materialien**

Grundsätze



Situation davor



Situation danach

**Einbeziehung
vorhandener
Materialien**

Intelligente Konstruktionen
Vermittelbarkeit von Dämm-Maßnahmen,
Erschließung des „Massen-Marktes“
Wirtschaftlichkeit: Funktion aus Leistung und Kosten

A blue oval with a thin black border containing the text "Geringstmögliche Kosten" in bold black font.

**Geringstmögliche
Kosten**

Grundsätze

Beispiel Dämmhülsen-Konstruktion:

1. Preiswertester Dämmstoff am Markt
2. Schnelle Konstruktion



**Geringstmögliche
Kosten**

Grundsätze

Dämmung und TGA in einem Zug:



Geringstmögliche
Kosten

Grundsätze

„Beton“kernaktivierung:



**Geringstmögliche
Kosten**

Technische Eigenschaften der Dämmstoffe
Kosten der Dämmstoffe
Verfügbarkeit
Handwerker

**Wahl des
geeigneten
Dämmstoffes**

Grundsätze



Wahl des geeigneten Dämmstoffes

Tauwasser
Raumklima
? Innendämmung ?

Dämmung auf der
kalten Seite

Kosten
Funktion
Wirtschaftlichkeit

**Dämmung des
beheizten
Raumes**

Grundsätze



Dämmung des
beheizten
Raumes

So?

Grundsätze



Dämmung des
beheizten
Raumes

Oder so?

Grundsätze



Dämmung des
beheizten
Raumes

Oder so!

Grundsätze

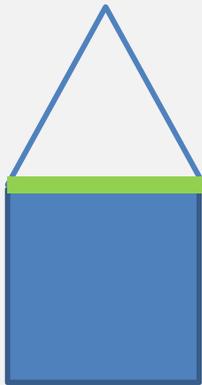


Dämmung des
beheizten
Raumes

Oder so!

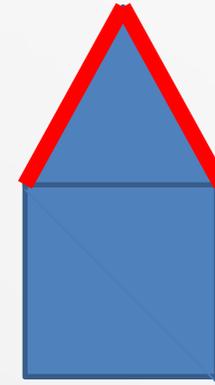
•Hüllflächenoptimierung – ein Gedankenexperiment

Hausbesitzer **A**



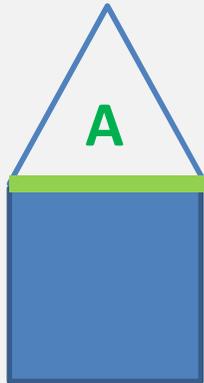
- Gleiche bauliche Situation
- Freistehendes Haus
- Gleiches Nutzerverhalten
- Derselbe Anfangs-Energieverbrauch
- Dachboden nicht bewohnt
- Preisoptimierte Sanierung
- Hausbesitzer A **dämmt so**
- Hausbesitzer B **dämmt so**
- Energieeinsparung nach der Dämmung bei beiden Gebäuden gleich

Hausbesitzer **B**

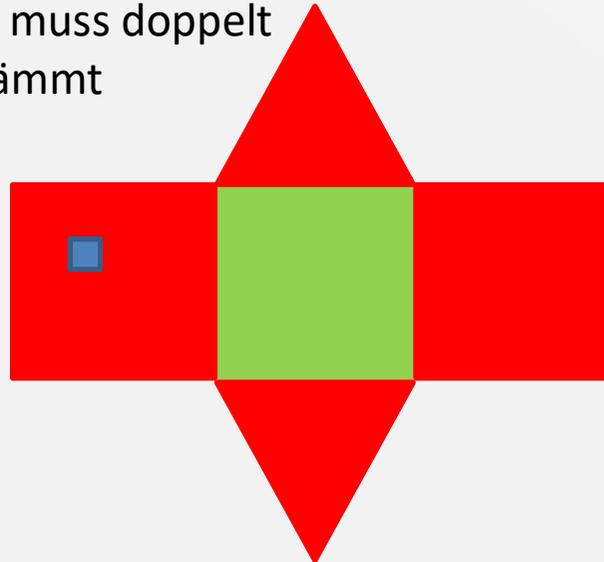
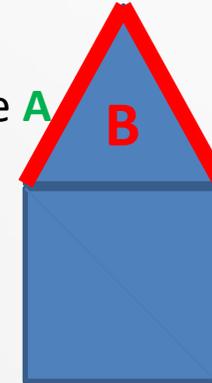


Wie viel muss Hausbesitzer **B** mehr bezahlen?

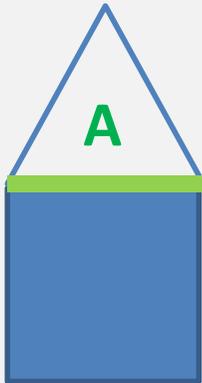
•Hüllflächenoptimierung



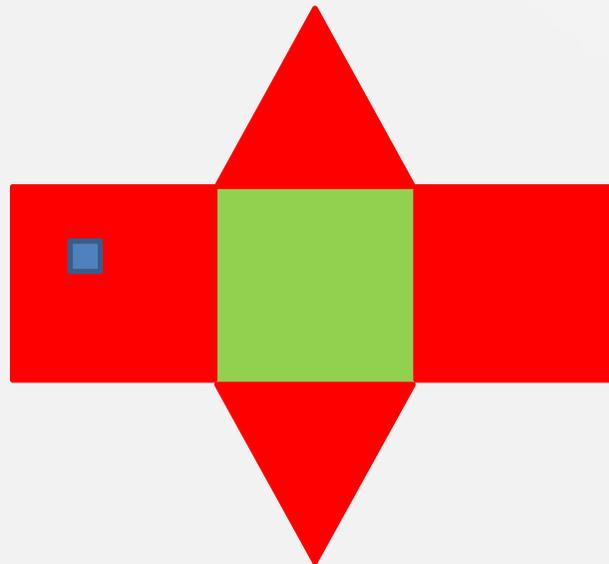
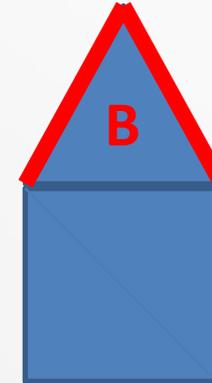
Dämmfläche **B** mehr als 2 x so groß wie Dämmfläche **A**
Faktor 2
Schwierigkeit **B**: mehr als dreimal so teuer wie **A**
Faktor 3
Abstrahlfläche **B** mehr als doppelt so groß wie **A**
Faktor 2 (es muss doppelt so dick gedämmt werden)



- Hüllflächenoptimierung



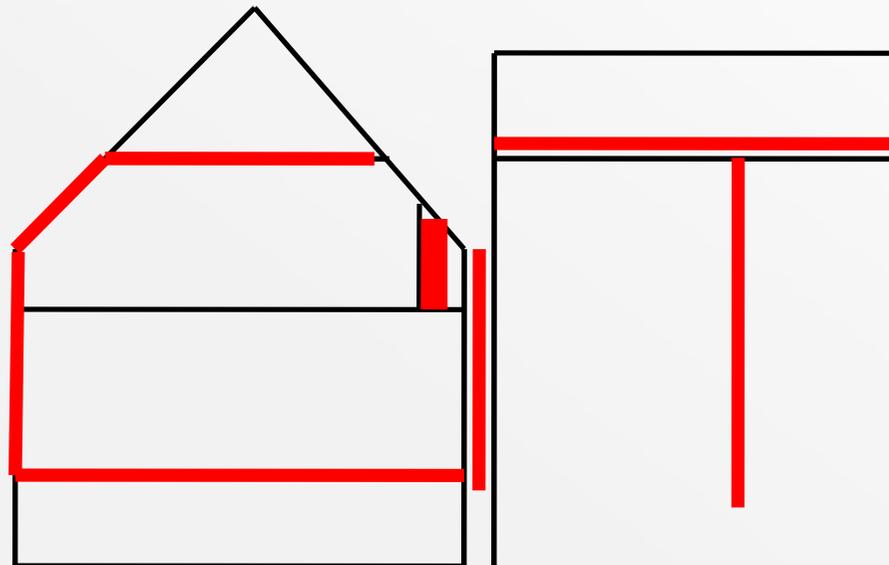
> Faktor 12!



Kosten
Bauphysik

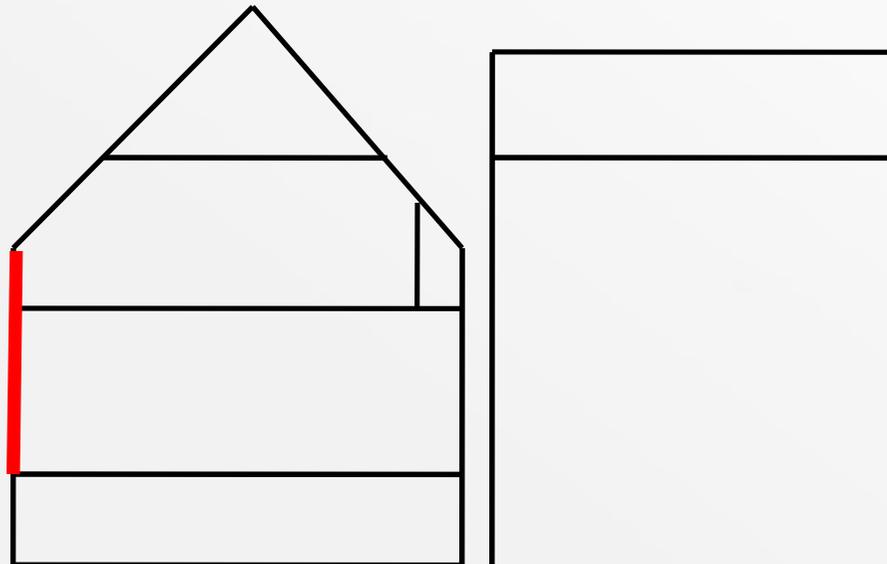
**Hohlräume orten
und dämmen**

Hohlräume orten
und dämmen



> 1,5 Milliarden m² Hohlräume in deutschen Gebäuden

Hohlräume orten
und dämmen



> 1 Mio Gebäude mit **zweischaligem Mauerwerk**

Grundsätze

Warum ist die Dämmung von Hohlräumen elementar für die energetische Altbausanierung?

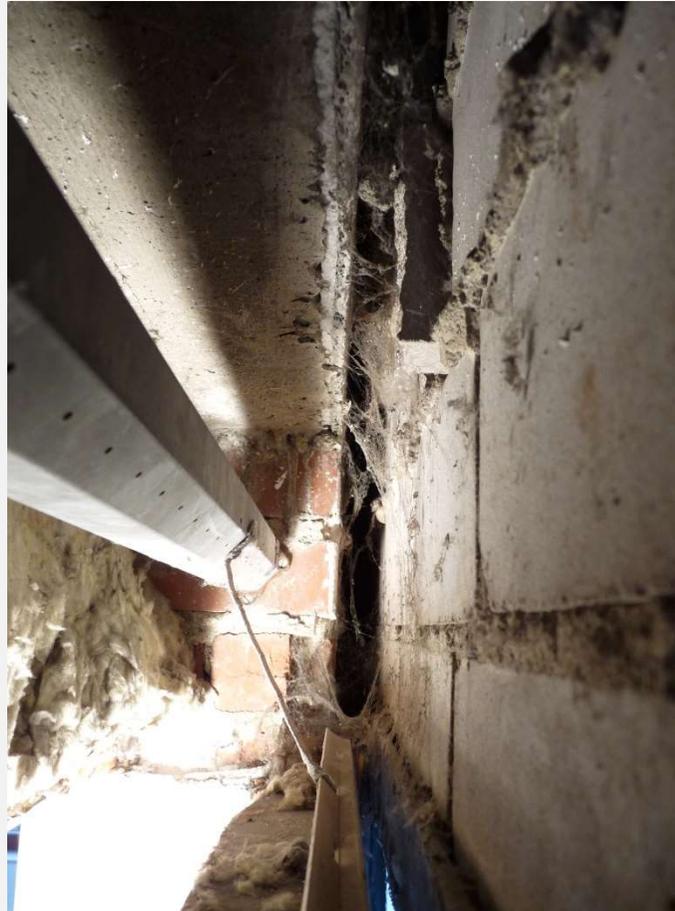
Es gibt keine stehende Luftschicht! Eine Außendämmung ist wirkungslos



Grundsätze

Warum ist die Dämmung von Hohlräumen elementar für die energetische Altbausanierung?

Es gibt keine stehende Luftschicht! Eine Außendämmung ist wirkungslos



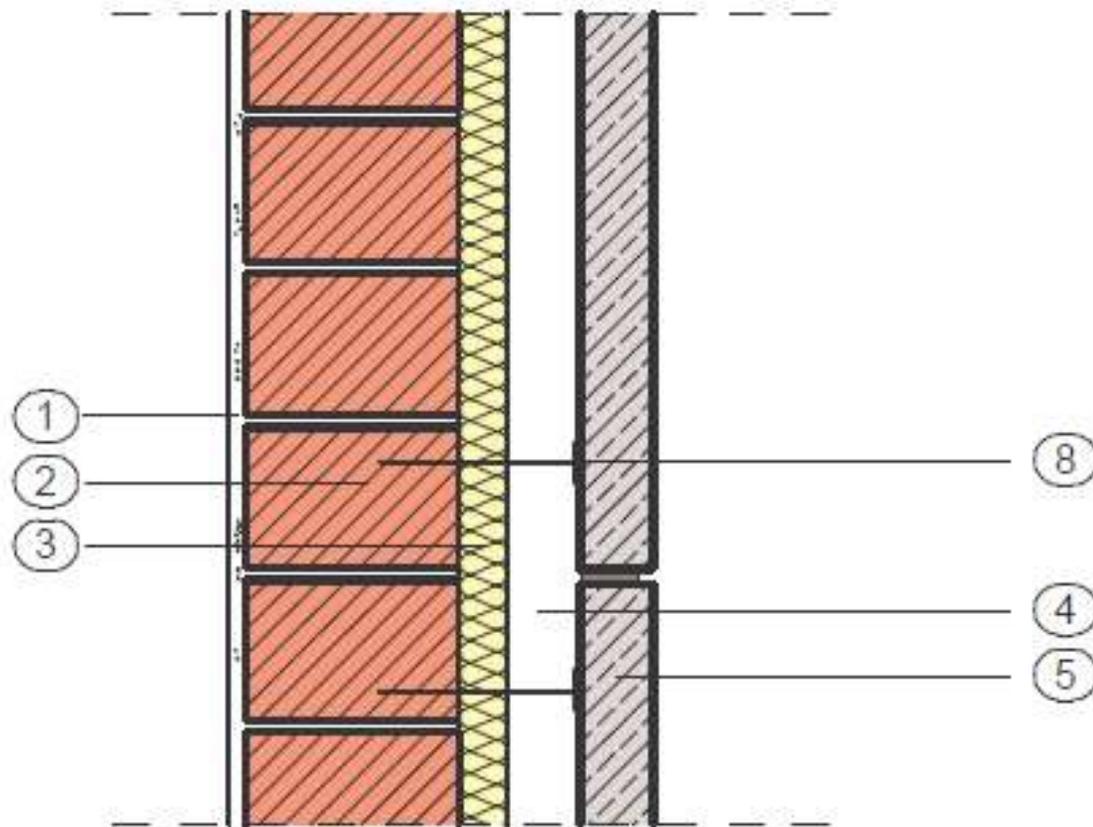
Grundsätze

Vorgehängte (Wasch)-Beton-Fassadenelemente



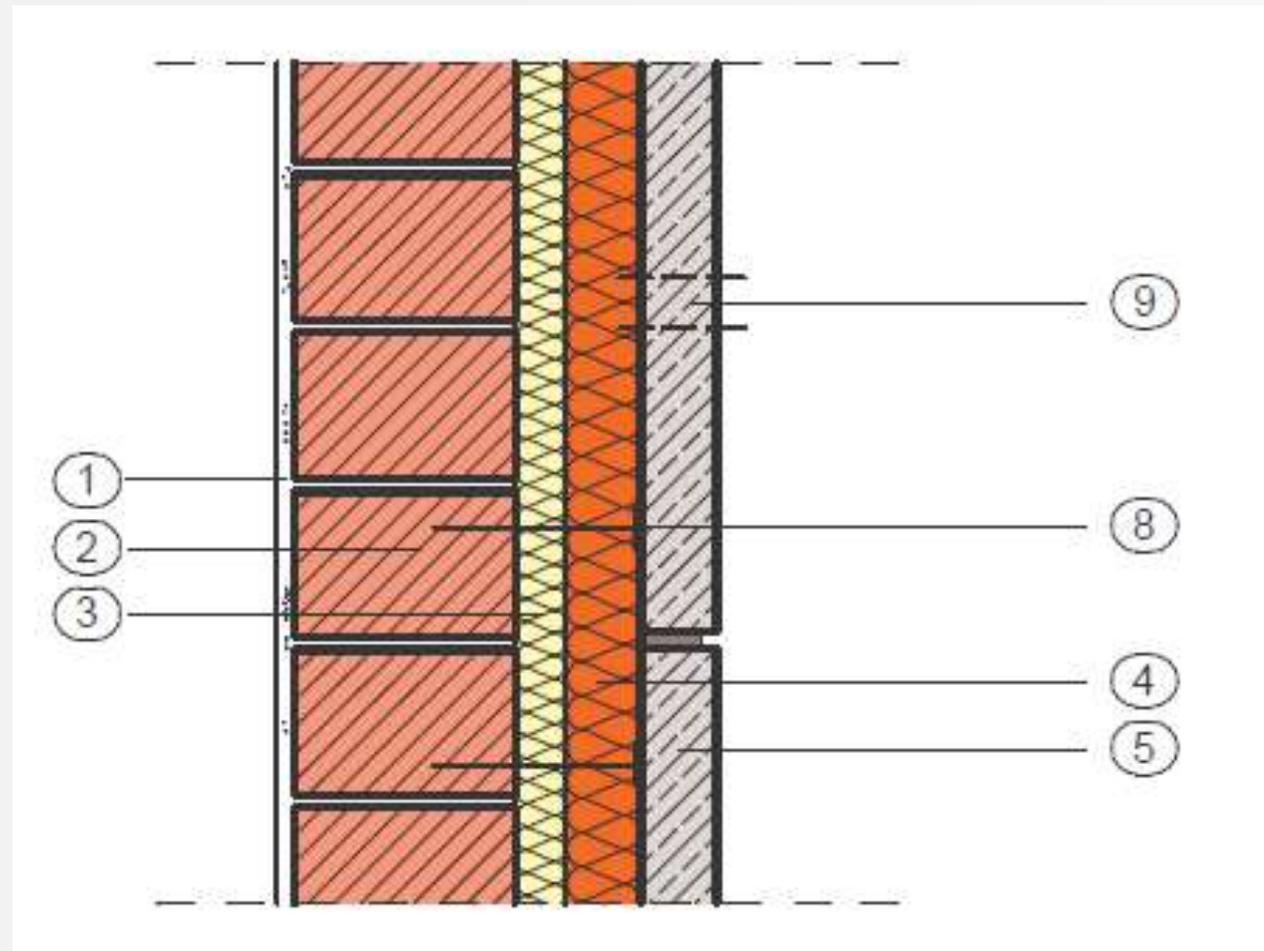
Grundsätze

Vorgehängte (Wasch)-Beton-Fassadenelemente

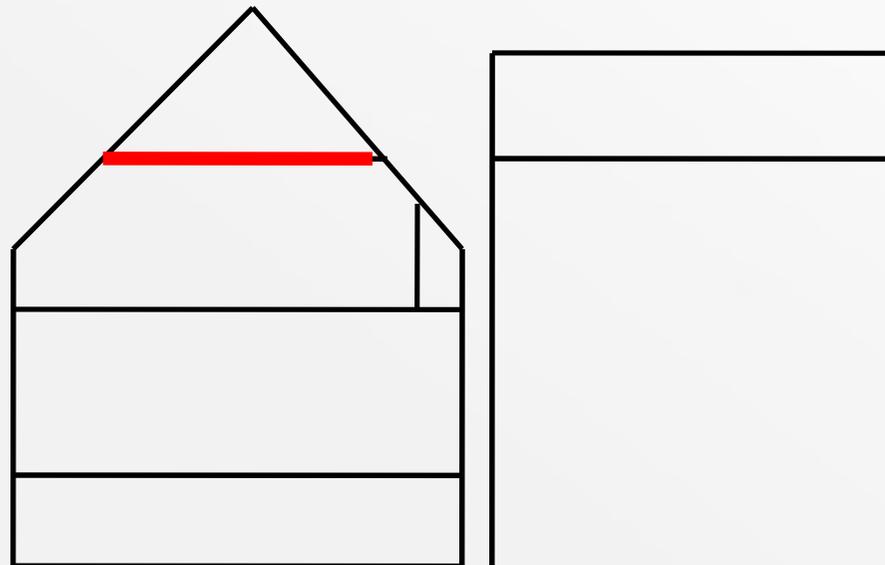


Grundsätze

Vorgehängte (Wasch)-Beton-Fassadenelemente



Hohlräume orten
und dämmen



73 % der oberen Geschosdecken sind **Holzbalkendecken**

Mit Asche/Schlacke/Lehm teilweise oder ganz gefüllt
Ohne Füllung
Teilweise gedämmt (neuere Gebäude)

Fachkommission Bautechnik der Bauministerkonferenz
Auslegungsfragen zur Energieeinsparverordnung – Teil 15

Dr. Justus Achelis, DIBt*

Leitsatz:

Es besteht keine Pflicht zur nachträglichen Dämmung im Sinne des § 10 Absatz 3 oder 4 EnEV 2009, wenn die oberste Geschossdecke oder das Dach bereits über eine durchgehende, allenfalls durch Balken oder Sparren unterbrochene Schicht eines Dämmstoffes verfügt. Die oberste Geschossdecke gilt auch als gedämmt, wenn sie dem Mindestwärmeschutz nach DIN 4108-2:2003-07 entspricht; davon kann bei massiven Deckenkonstruktionen, die seit 1969 errichtet wurden, und bei Holzbalkendecken aller Baualtersklassen ausgegangen werden.

Grundsätze

Mit Asche/Schlacke/Lehm teilweise oder ganz gefüllt

Ohne Füllung

Teilweise gedämmt (neuere Gebäude)



Grundsätze

Mit Asche/Schlacke/Lehm teilweise oder ganz gefüllt

Ohne Füllung

Teilweise gedämmt (neuere Gebäude)



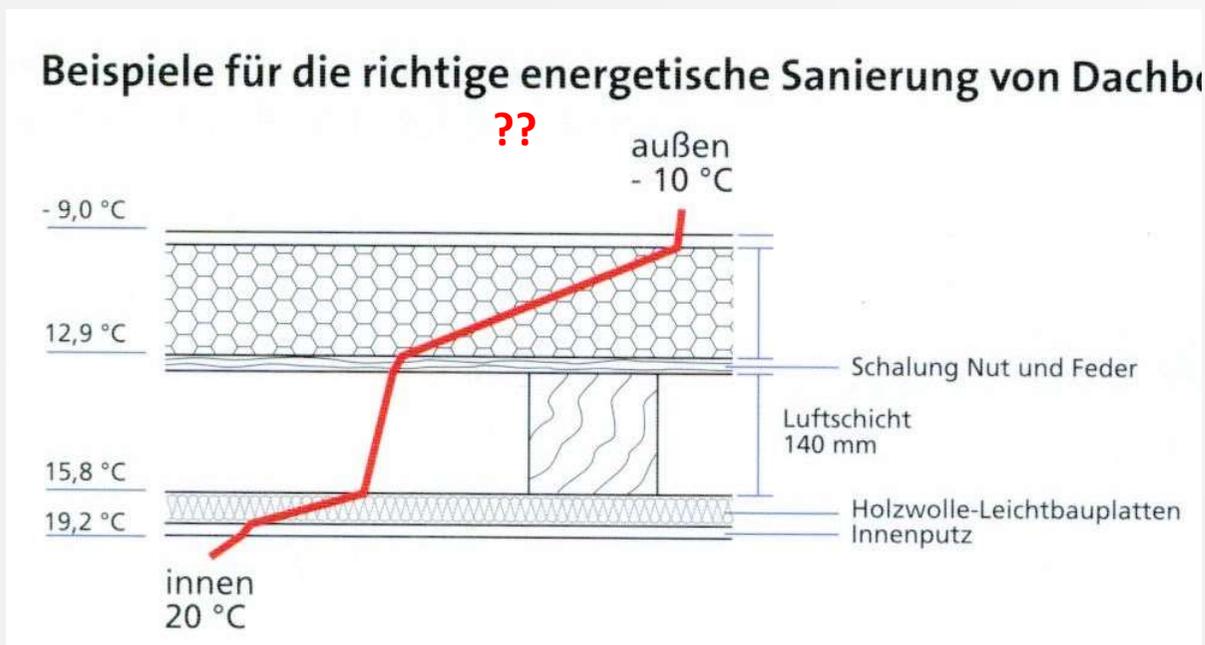
Grundsätze

Hinterlüftete Dämmung



Grundsätze

Hinterlüftete Dämmung?

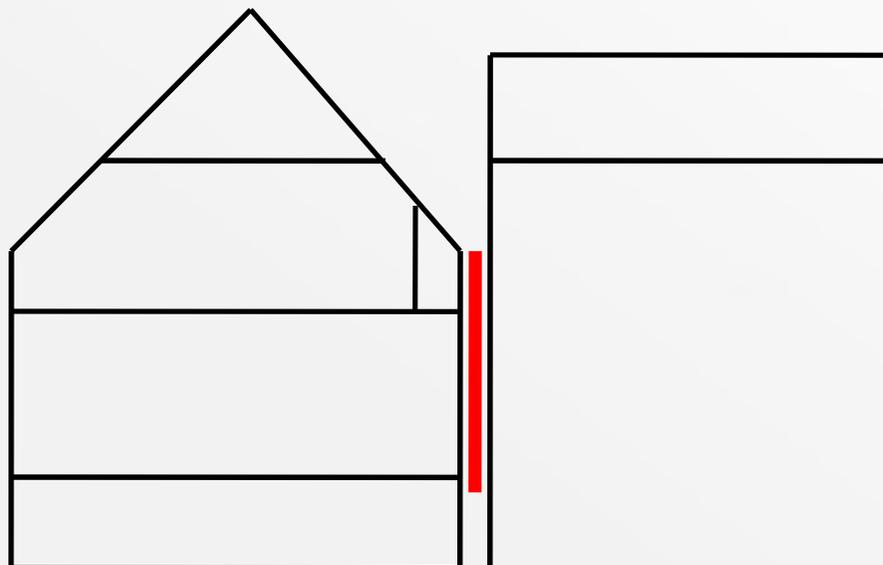


Grundsätze

Hinterlüftete Dämmung



Hohlräume orten
und dämmen



Gebäudetrennfugen bei Reihen- oder Doppelhäusern

Grundsätze

Hohlräume orten
und dämmen



Gebäudetrennfugen bei Reihenhäusern

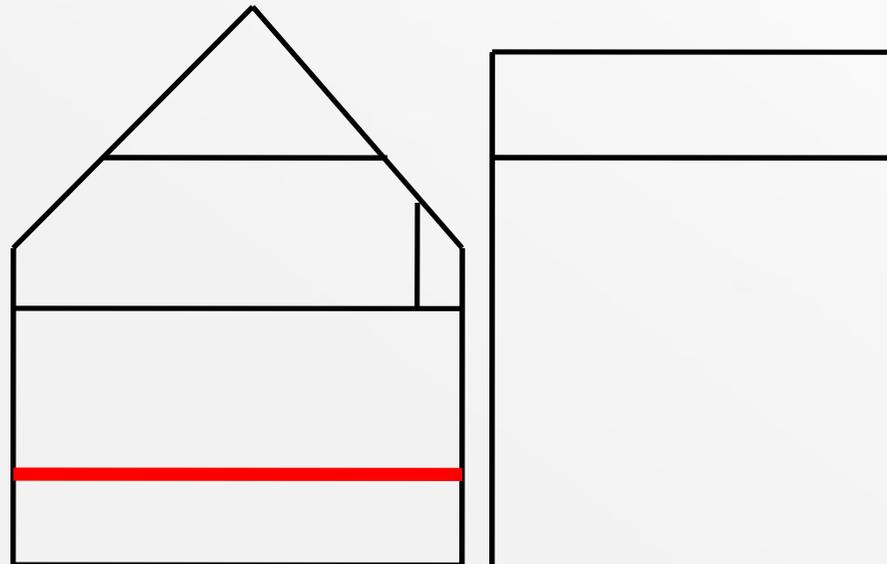
Grundsätze

Hohlräume orten
und dämmen



Gebäudetrennfugen bei Doppelhäusern

Hohlräume orten
und dämmen



Holzböden auf Balkenlage

Grundsätze

Hohlräume orten
und dämmen



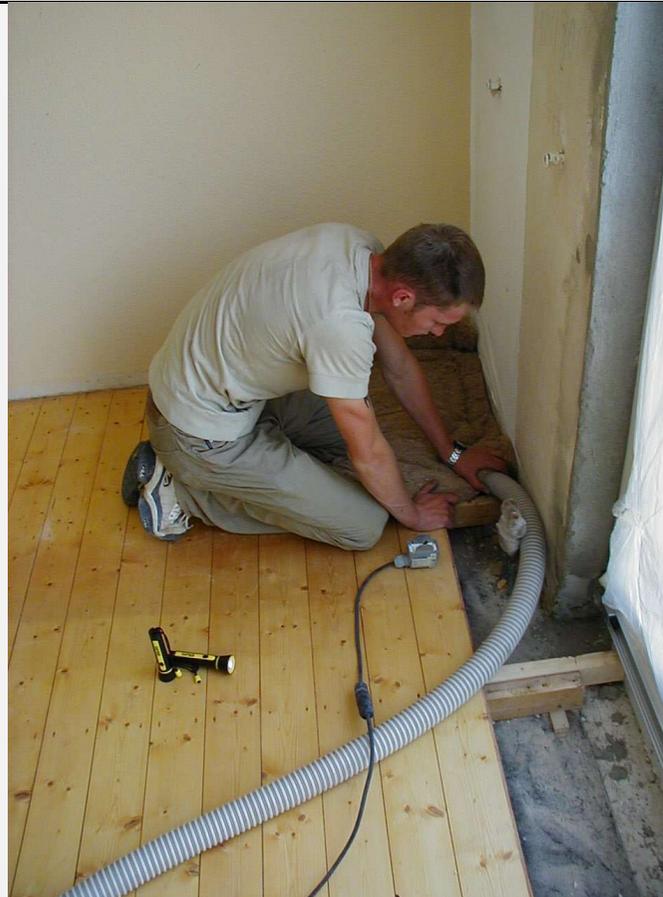
Holzböden auf Balkenlage

Hohlräume orten
und dämmen



Holzböden auf Balkenlage

Hohlräume orten
und dämmen



Holzböden auf Balkenlage

Grundsätze

Hohlräume orten
und dämmen



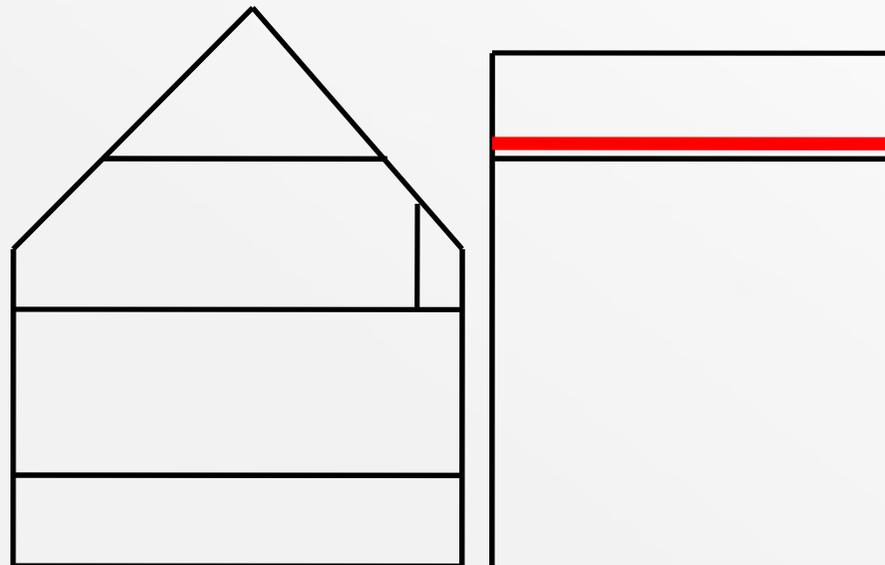
Holzböden auf Balkenlage – von oben dämmen

Hohlräume orten
und dämmen



Holzböden auf Balkenlage – oder von unten

Hohlräume orten
und dämmen



Belüftete Flachdächer

Grundsätze

Hohlräume orten
und dämmen



Belüftete Flachdächer

Grundsätze

Hohlräume orten
und dämmen



Belüftete Flachdächer

Grundsätze

Hohlräume orten
und dämmen



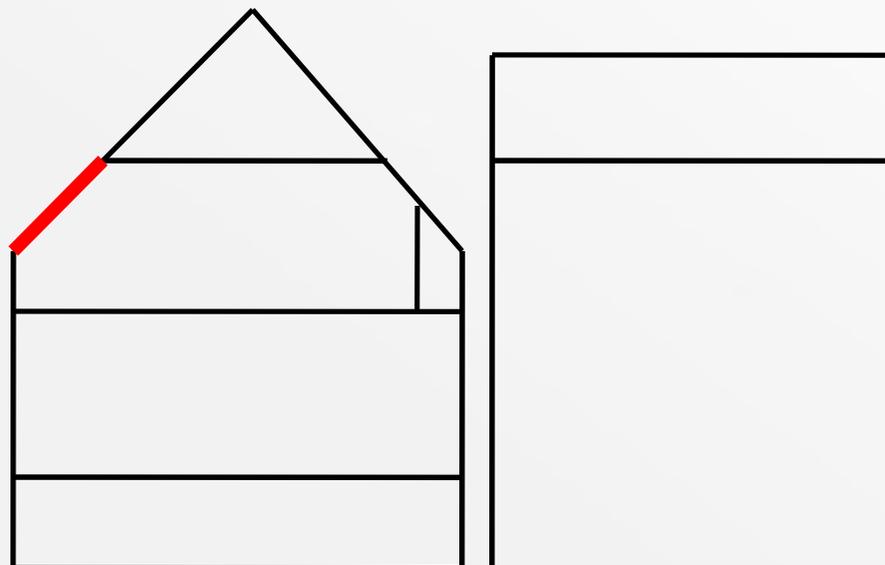
Belüftete Flachdächer

Hohlräume orten
und dämmen



Belüftete Flachdächer

Hohlräume orten
und dämmen



Ungedämmte **Dachschrägen**

Grundsätze

Hohlräume orten
und dämmen



Ungedämmte **Dachschrägen**

Grundsätze

Hohlräume orten
und dämmen



Ungedämmte **Dachschrägen**

Grundsätze

Hohlräume orten
und dämmen



Ungedämmte **Dachschrägen**

Hohlräume orten
und dämmen



Ungedämmte **Dachschrägen**

Grundsätze

Hohlräume orten
und dämmen



Hilfslatte für **Hinterlüftung**

Hohlräume orten
und dämmen



Ungedämmte **Dachschrägen**

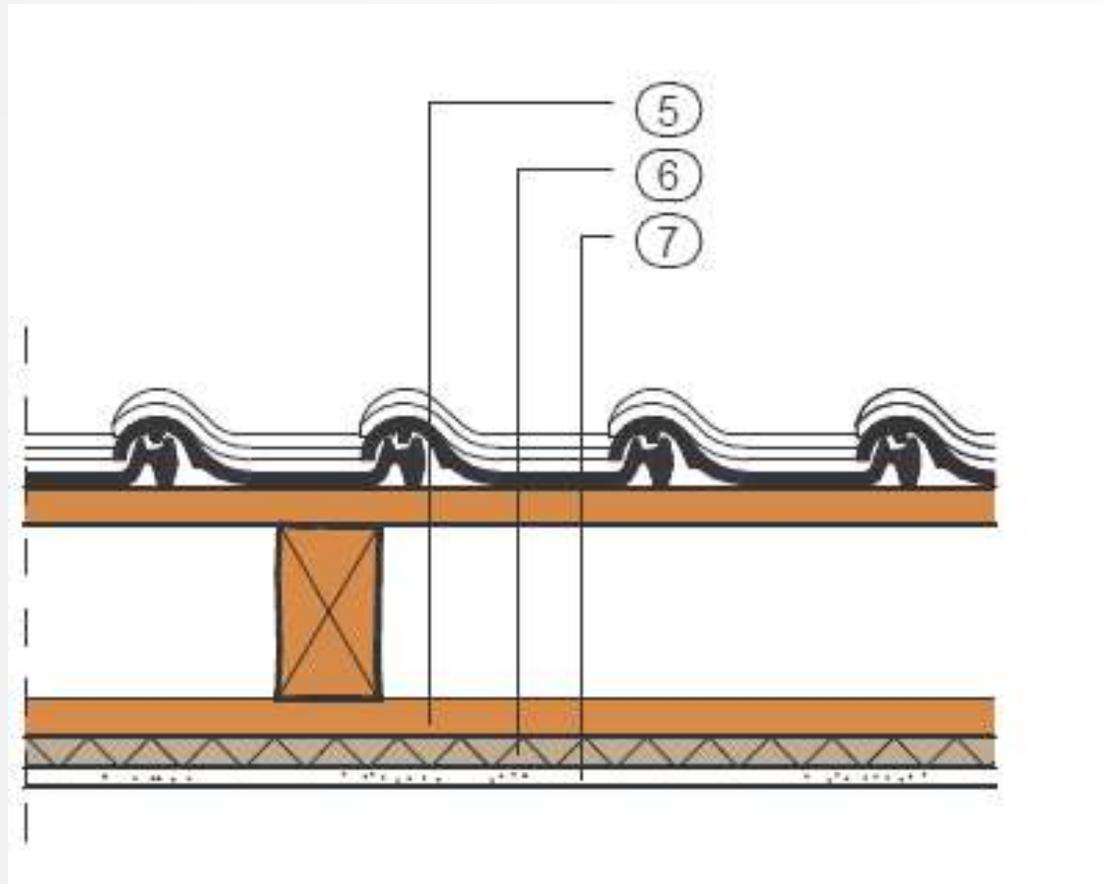
Grundsätze

Hohlräume orten
und dämmen



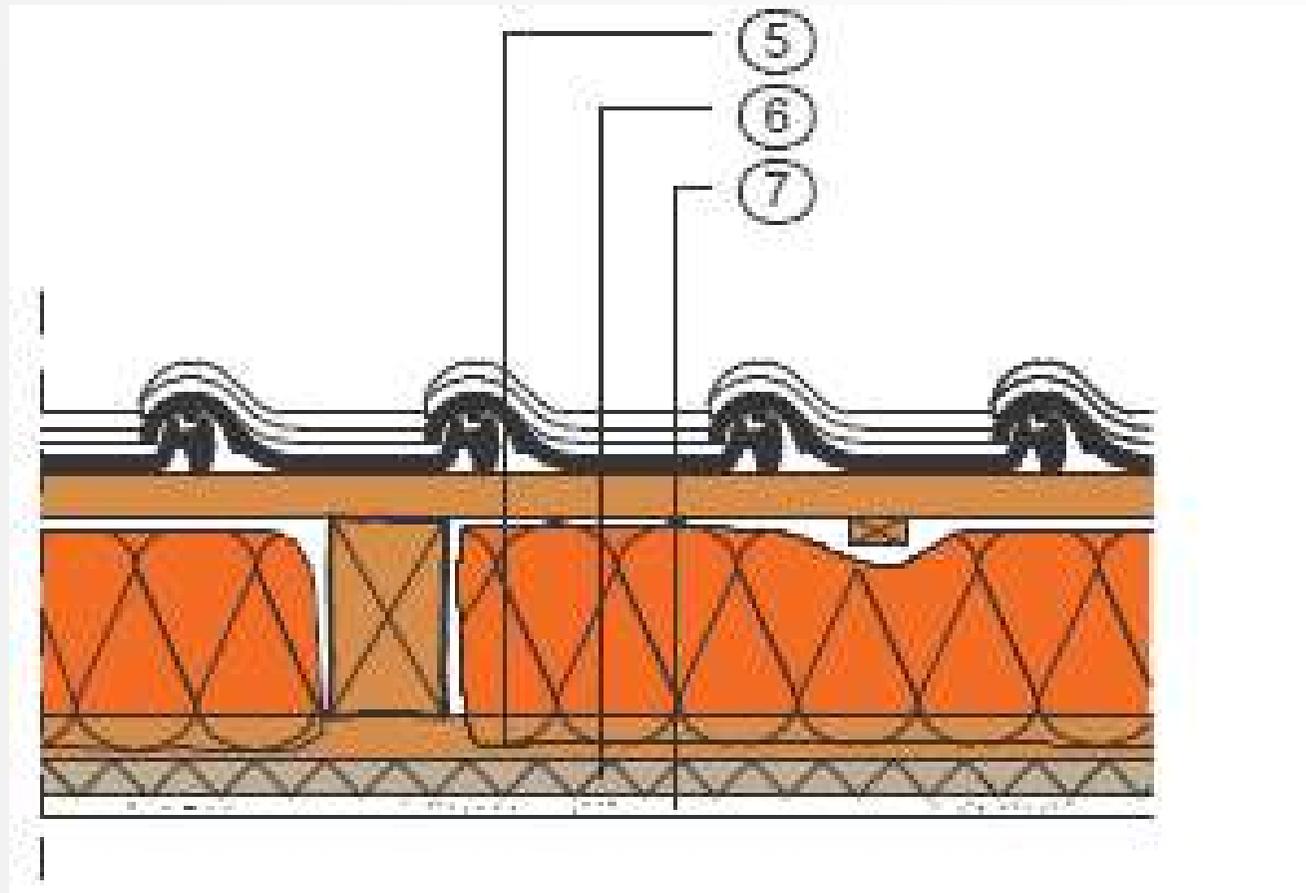
gedämmte **Dachschrägen**

Hohlräume orten
und dämmen



Ungedämmte **Dachschrägen**

Hohlräume orten
und dämmen



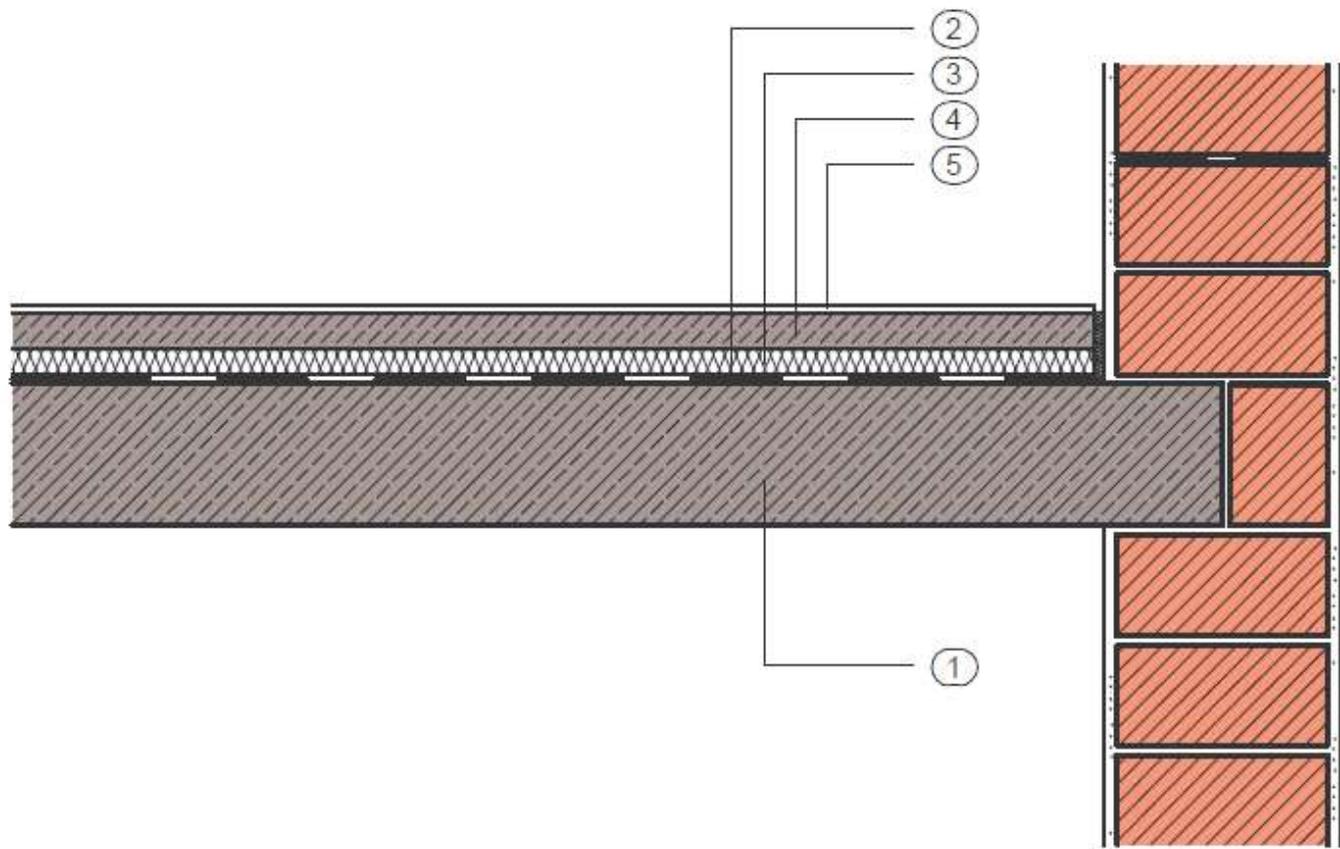
gedämmte **Dachschrägen**

**Falls erforderlich:
die schlankeste
Konstruktion**

**Wohnkomfort - Stehhöhe
Bestmöglicher Wärmeschutz bei gegebener
Einschränkung
Beseitigung von Wärmebrücken**

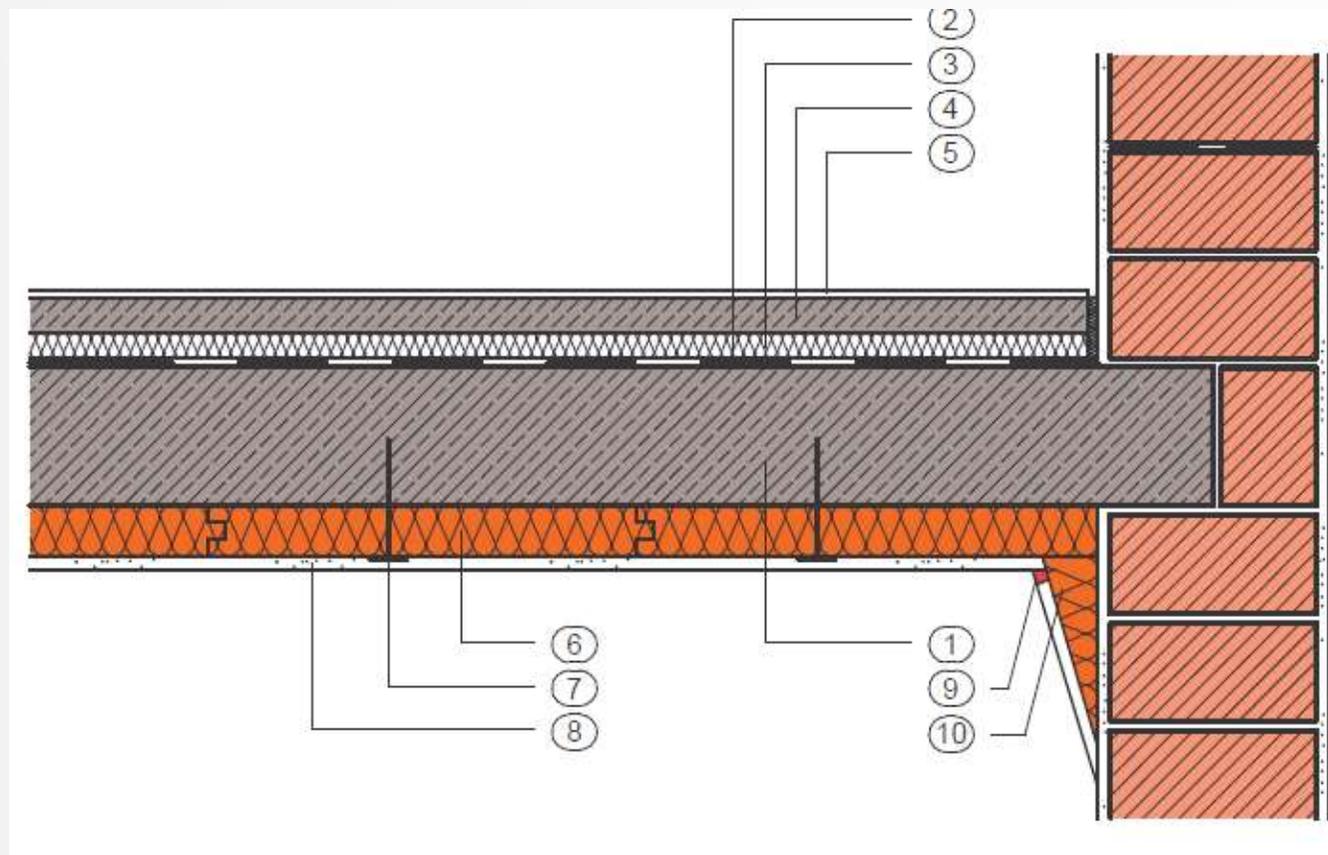
Grundsätze

Falls erforderlich:
die schlankeste
Konstruktion



Grundsätze

Falls erforderlich:
die schlankeste
Konstruktion



Wärmebrücken beachten!

Falls erforderlich:
die schlankeste
Konstruktion



Grundsätze

Falls erforderlich:
die schlankeste
Konstruktion



Grundsätze

Falls erforderlich:
die schlankeste
Konstruktion



Grundsätze

Falls erforderlich:
die schlankeste
Konstruktion



Grundsätze

Falls erforderlich:
die schlankeste
Konstruktion



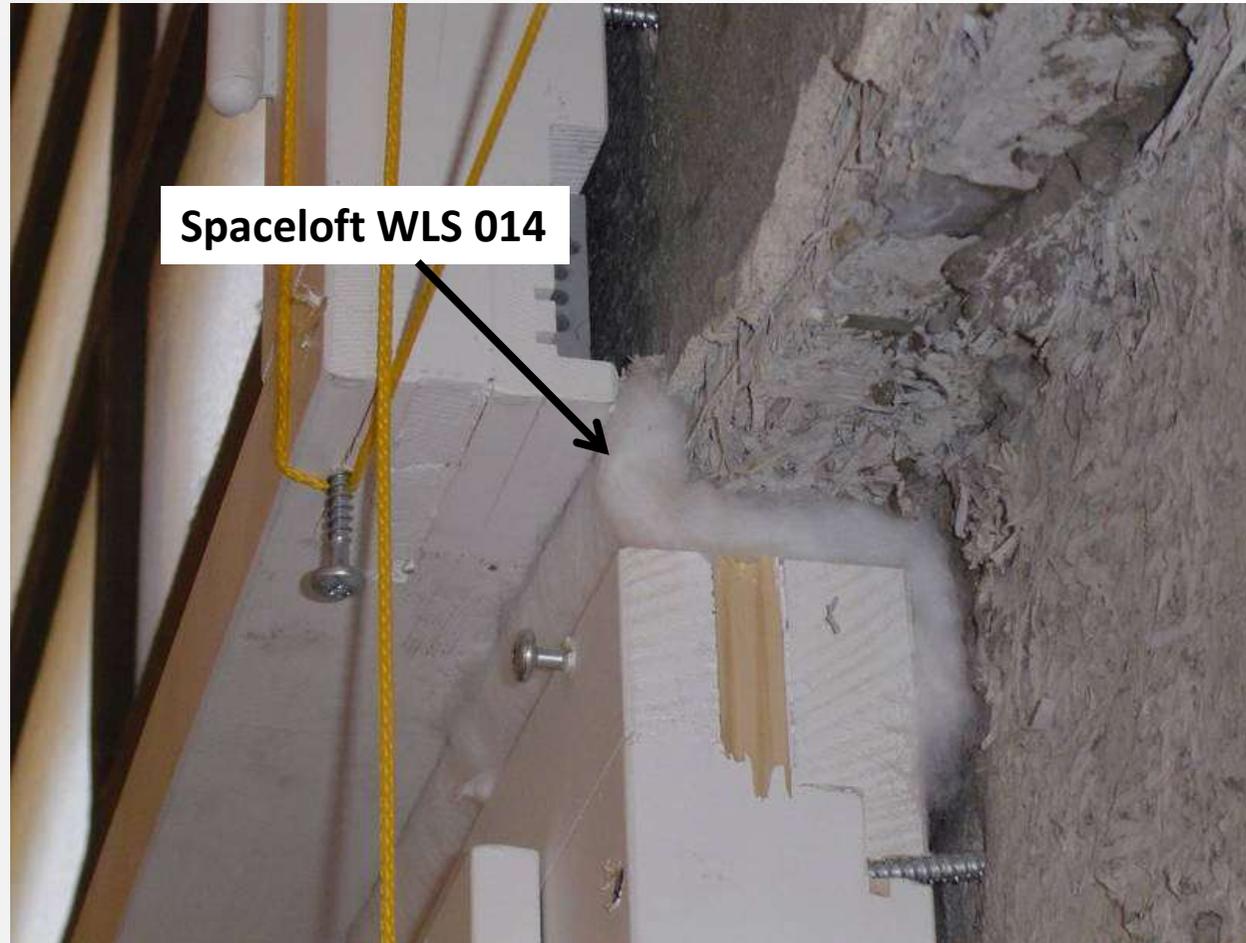
Grundsätze

Falls erforderlich:
die schlankeste
Konstruktion



Grundsätze

Falls erforderlich:
die schlankeste
Konstruktion



Spaceloft WLS 014

Praxisbeispiele mit Vakuumisulationspaneel

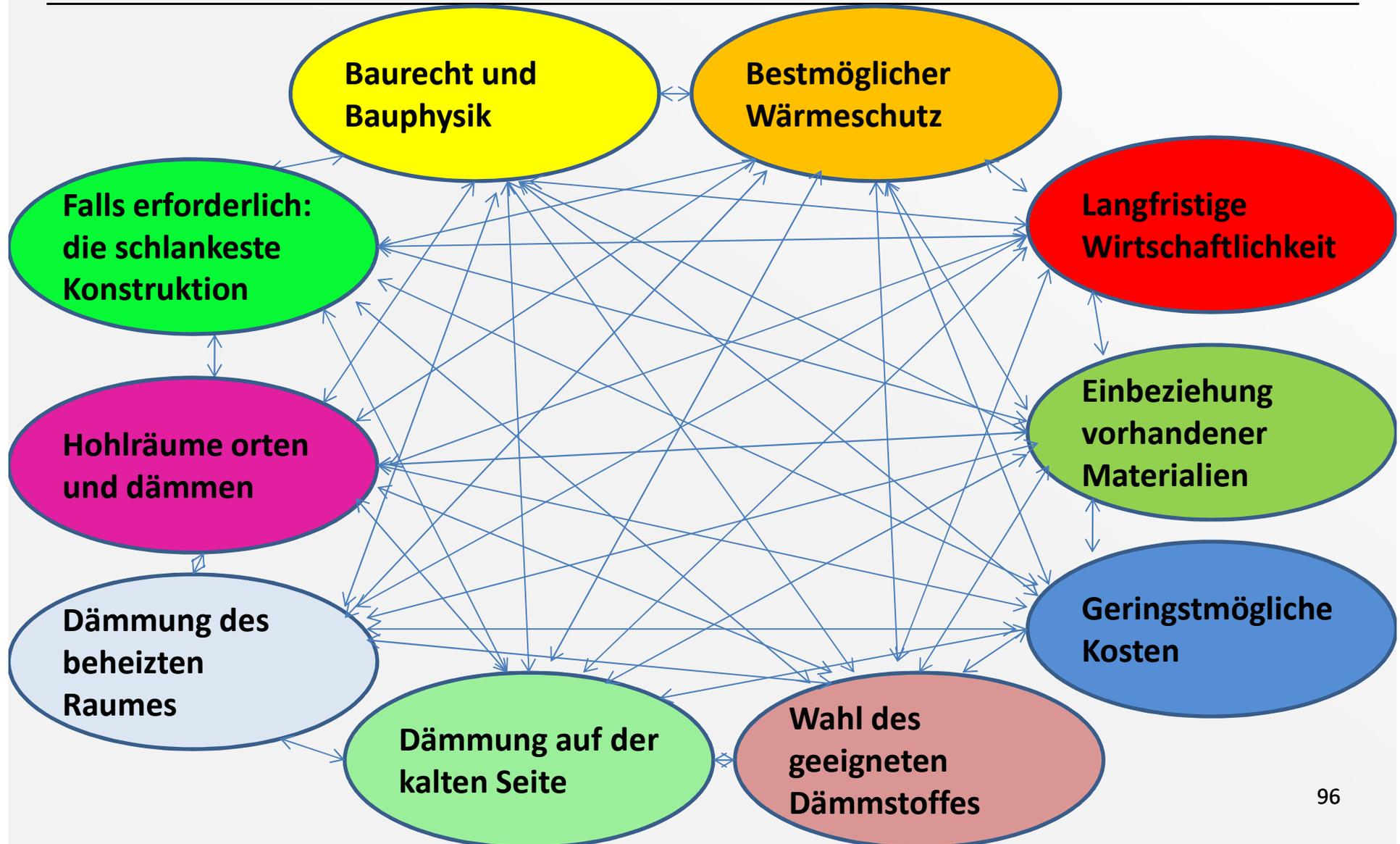


Terrasse: Verlegung von BASE-VIP® im Kaltbitumenbett

Schematischer Fußbodenaufbau

1. Beton- bzw. Steinplatten auf Mörtelbatzen verlegt in PE-Säcken, dazwischen gew. Rundkies 5/8
2. Bautenschutzmatte
3. Polymerbitumen-Abdichtung 2-lagig
4. Dampfdruckausgleichsschicht
5. **Vakuum-Isolationspaneel BASE-VIP®**
6. Bitumen-Alu-Dampfsperre
7. Stahlbeton

Grundsätze

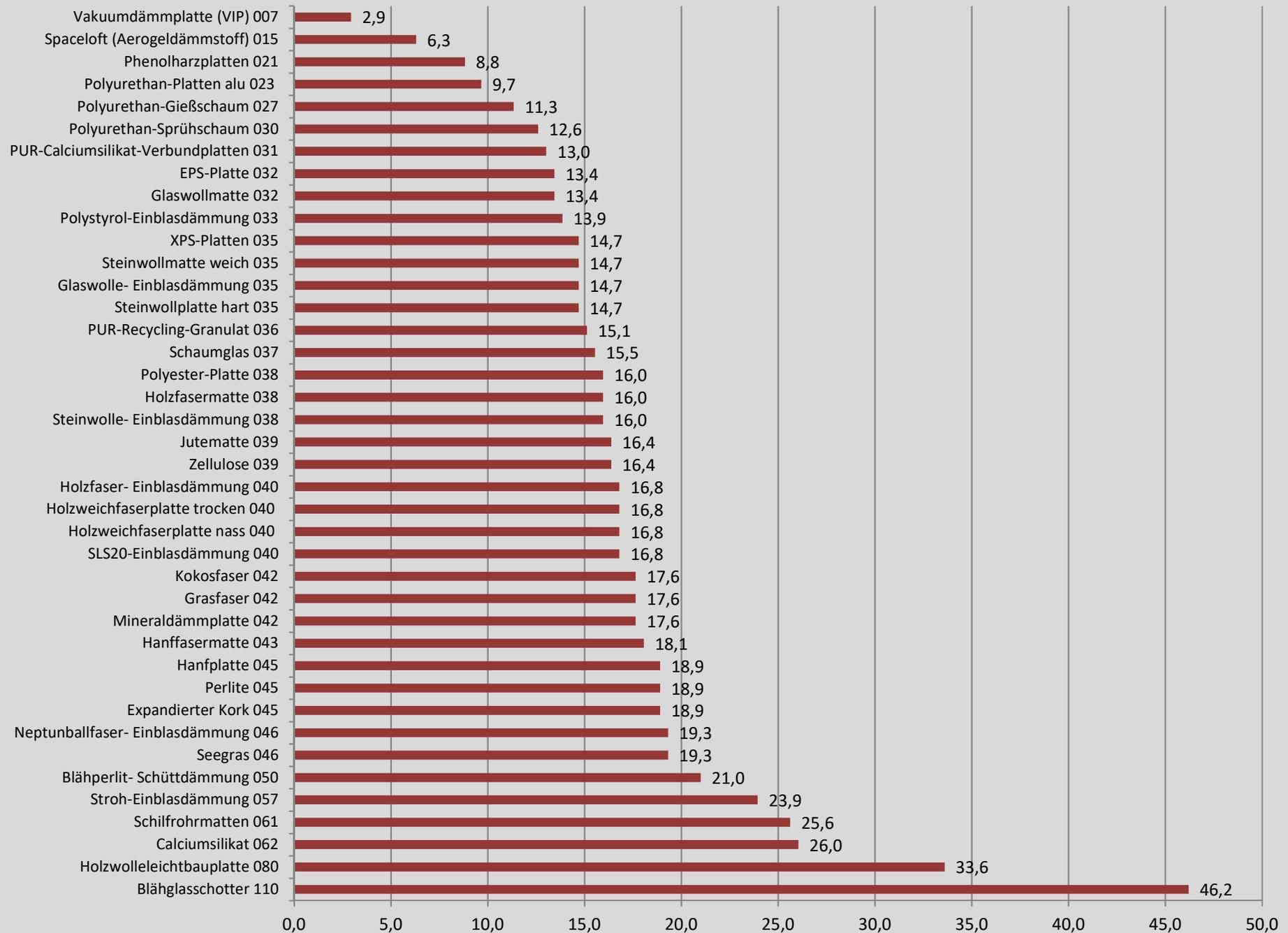


- Bauteilbezogene Betrachtung
 - Einzelne Bauteile werden unabhängig voneinander betrachtet
 - Gebäude muss nicht in einem Zug gedämmt werden
 - Einzelmaßnahmen als kostengünstige und effiziente Alternativen zur Komplettsanierung

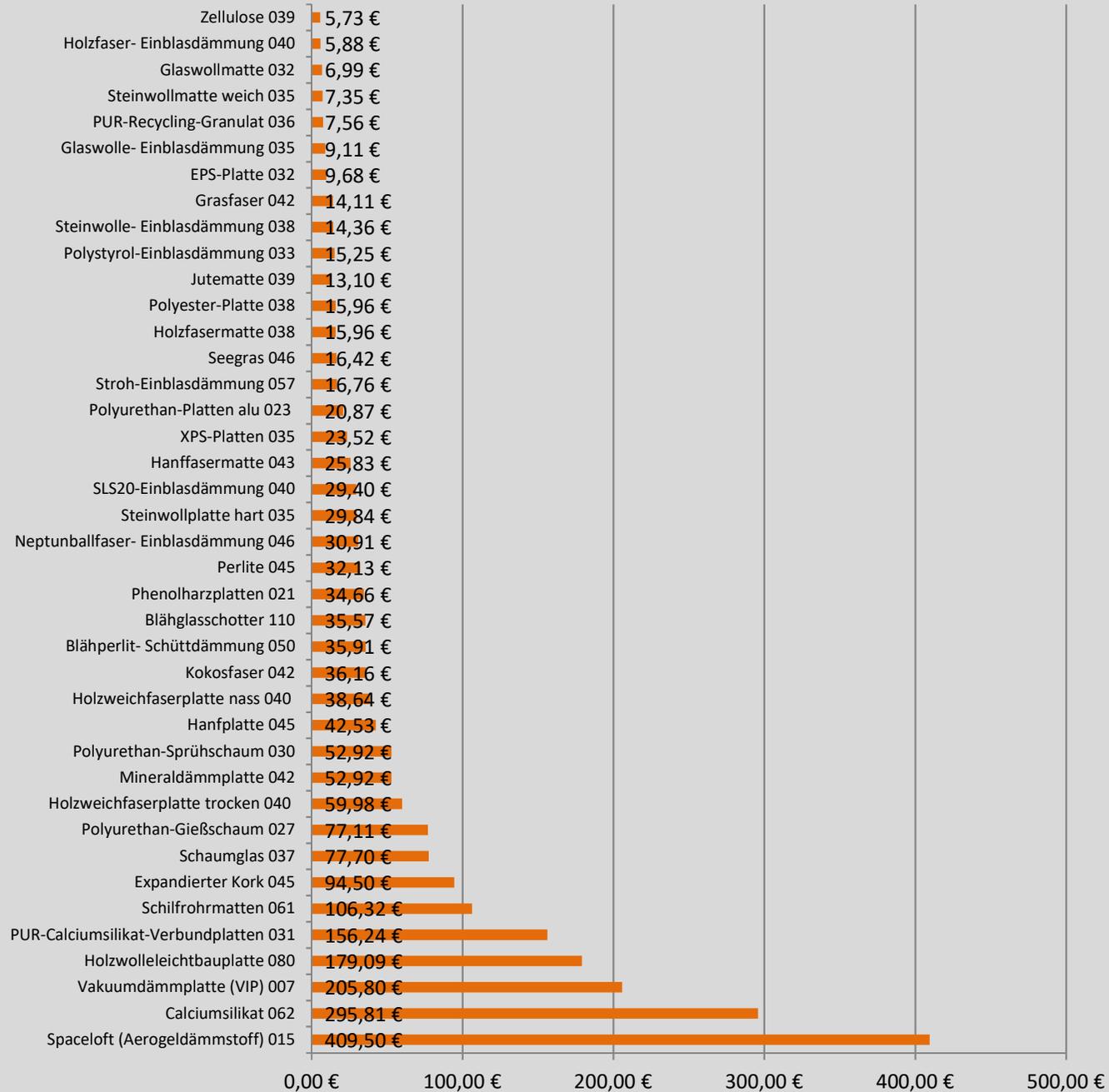
Eigenschaften der Dämmstoffe

Wärmeleitfähigkeit, WLG, WLS, Wärmespeicherkapazität	λ -Wert J/(kg*K)
Wasserdampfdiffusion	μ
Rohdichte	kg/m ³
Baustoffklasse (Brennbarkeit)	A1, A2, B1, B2
Primärenergiegehalt	kWh/m ³
Wasserabweisende Wirkung	hydrophob, hydrophil
Druckbelastbar?	
Geeignet als WDVS?	
Zulassungsnummer	Z-23. xxx
Kosten	€/m ³
Lieferform	Platte, Matte, Einblas, ...
Entsorgung	

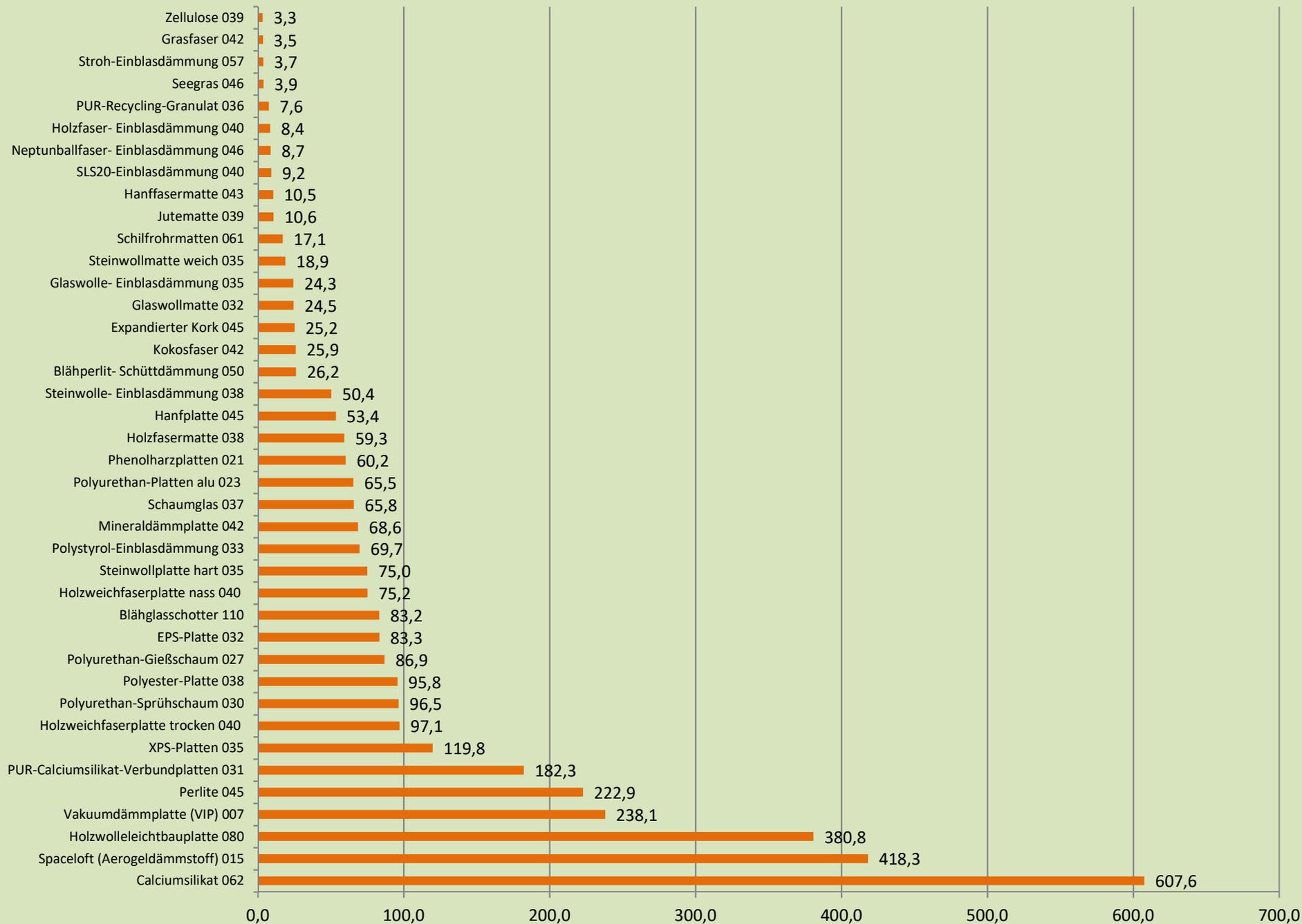
Dämmdicke in cm, R = 4,2



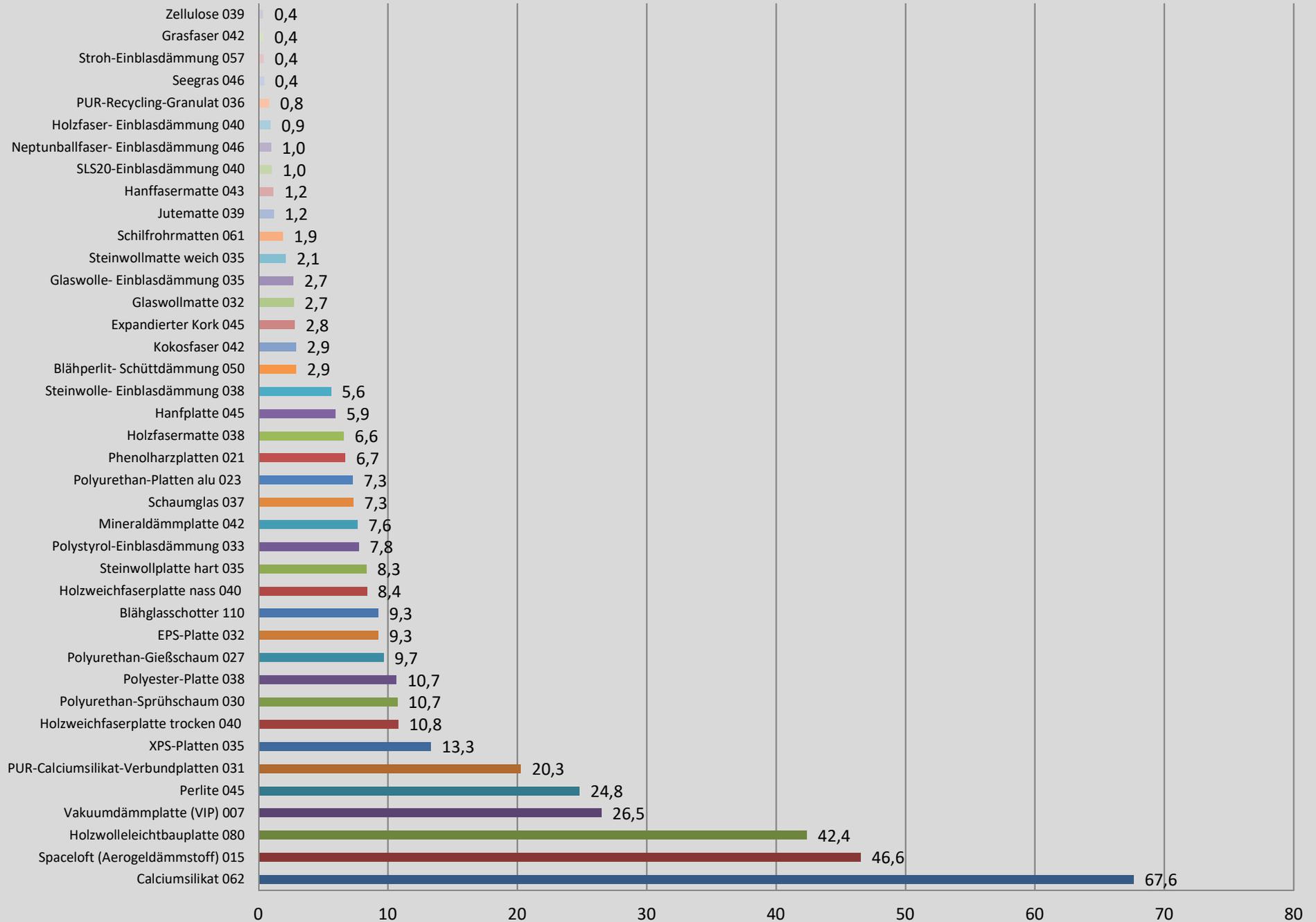
Materialkosten in € pro m², R = 4,2



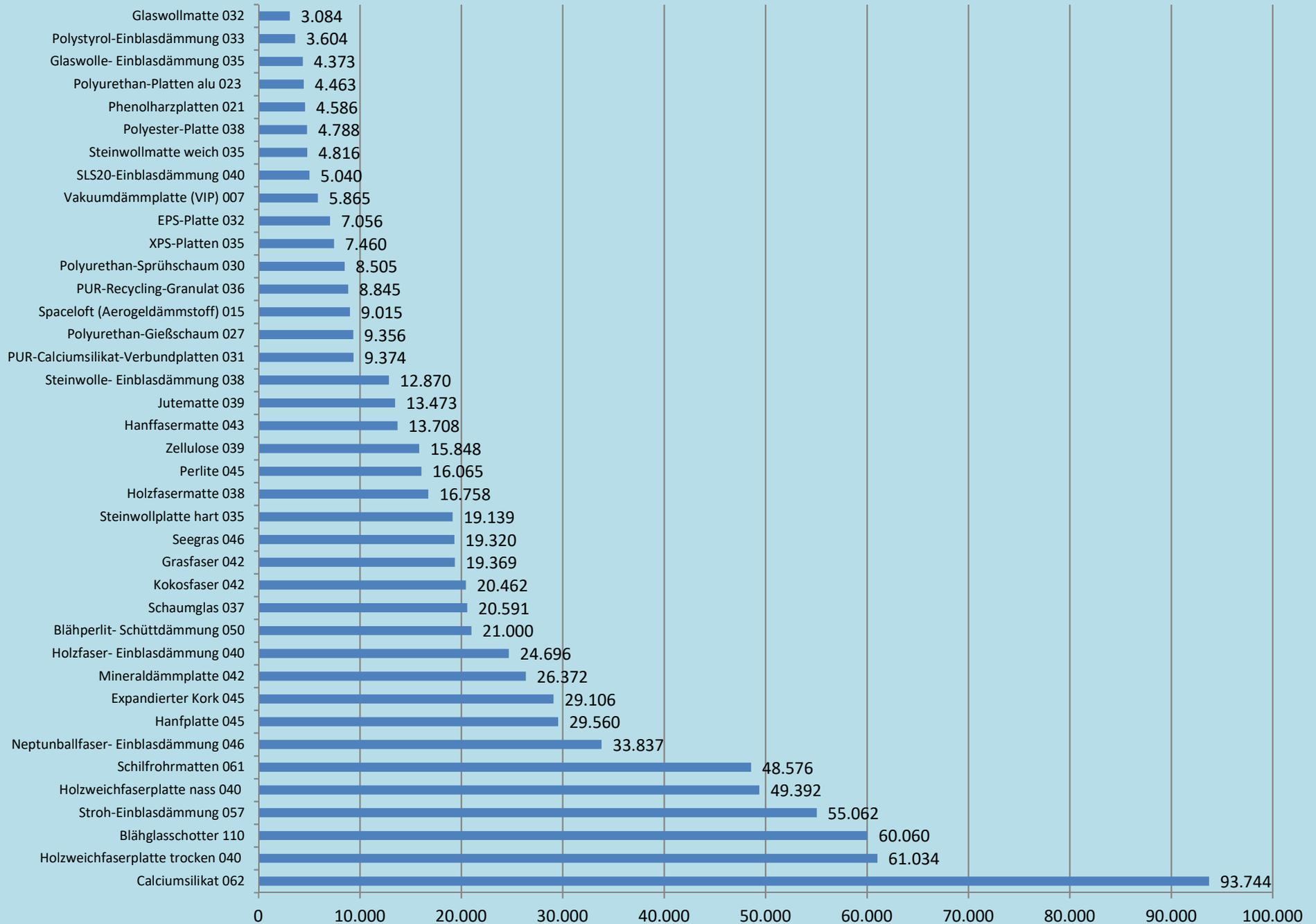
Primärenergieeinsatz in kWh/m², R = 4,2 m²K/W



energetische Amortisationszeit in Monaten, auf kWh hin bezogen, $R = 4,2 \text{ m}^2\text{K/W}$



Wärmespeicherkapazität in $J/K \cdot m^2$, $R = 4,2m^2K/W$



- Materialauswahl
 - Hochleistungsdämmstoffe bei Platzmangel
 - Kostengünstige Materialien bei genügend Platz (OGD)
 - Rieselfähige Materialien bei Hohlräumen mit vorhandener Dämmung
 - Ortschaum für fugenfreie Dämmung und bei unebenem Untergrund
 - Dämmstoffe mit Brandschutzklasse A1 beim Hochbau und besonderen Brandschutz-Anforderungen
 - Hydrophobe Dämmstoffe bei Kerndämmung
 - Hydrophile Dämmstoffe bei der Innendämmung

**Vielen Dank für Ihre
Aufmerksamkeit!**