

Entwicklung eines vorgefertigten Fenster-Dämmrahmens

Messergebnisse, Anschlussdetails, Energiebilanz



8-9 Monate des Jahres wird geheizt !



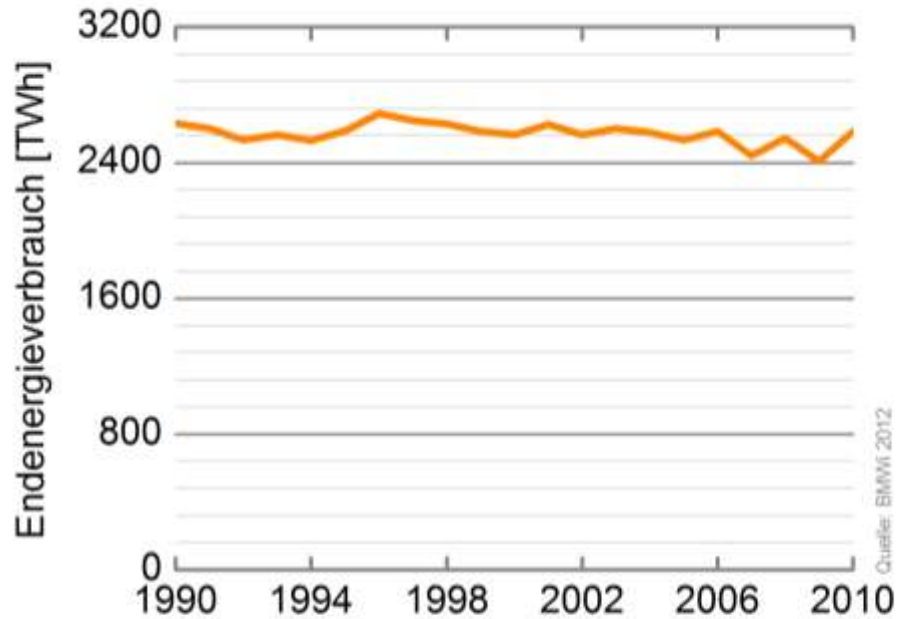
In der EU verbrauchen Gebäude 40% der gesamten konsumierten Primär-Energie



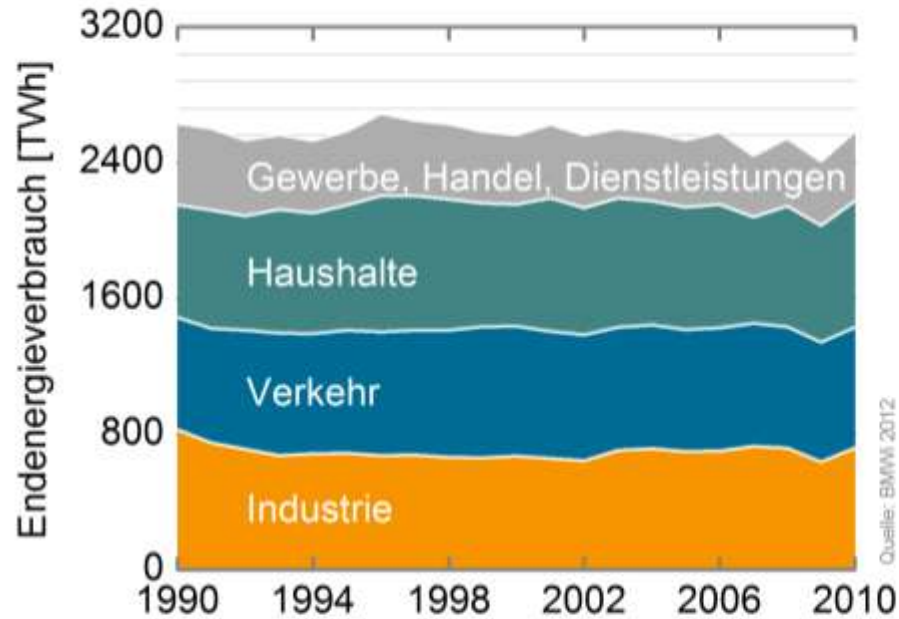
Quelle: IB Holm 2010

Energieverbrauch in Deutschland

Energieverbrauch in Deutschland

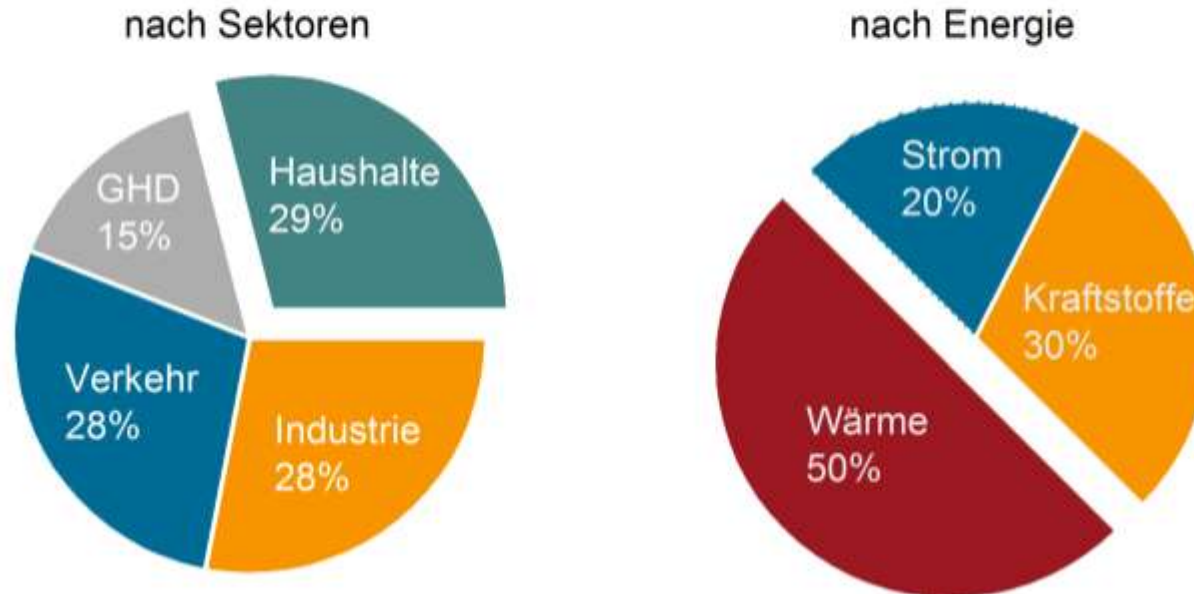


Energieverbrauch in Deutschland



Energieverbrauch in Deutschland 2010

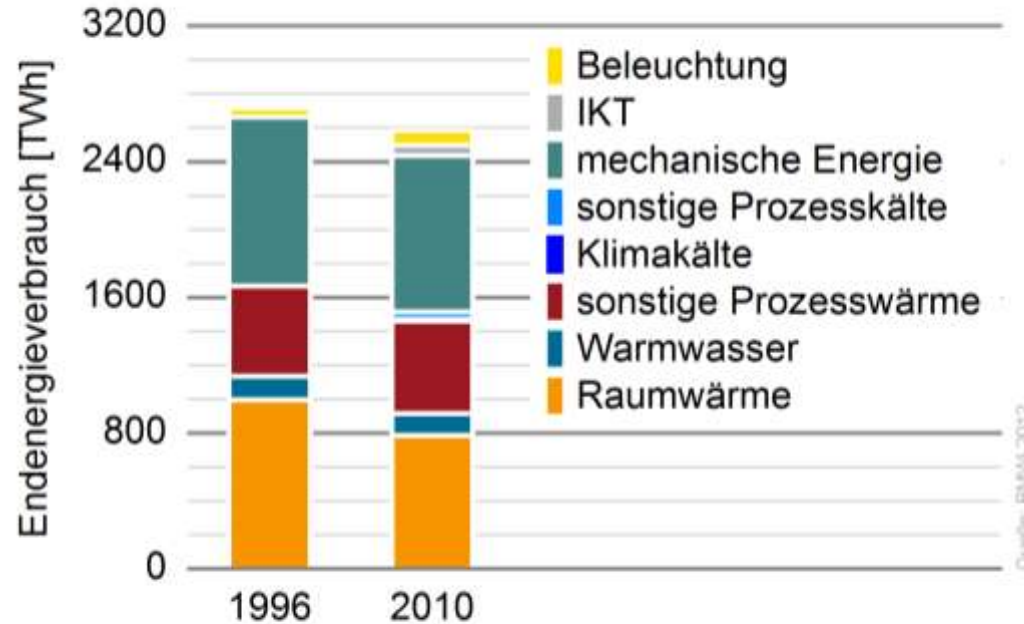
(2.516 TWh)



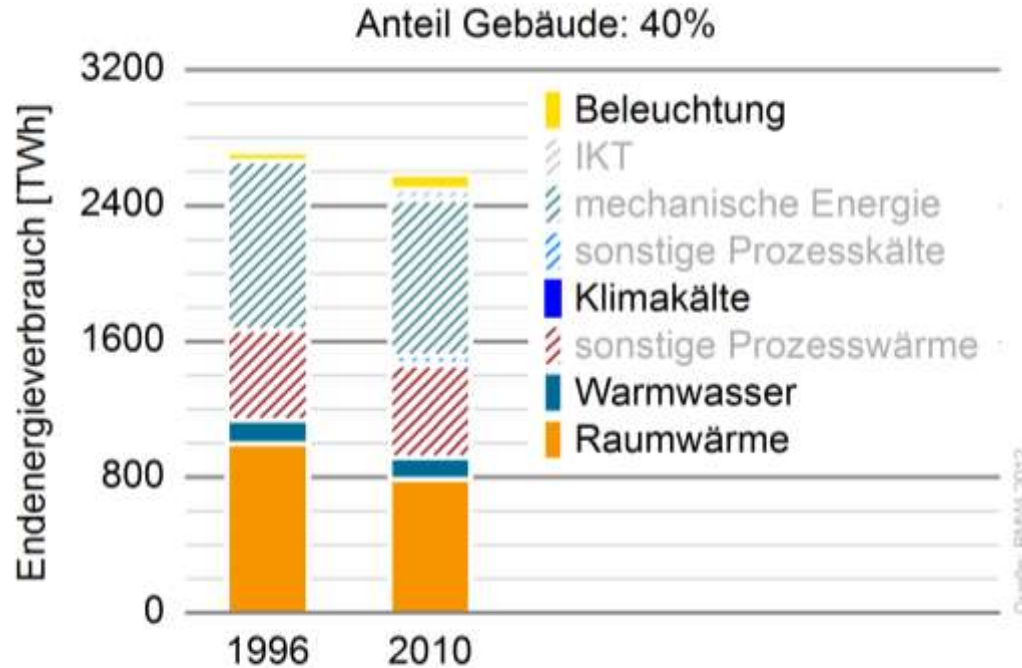
Endenergieverbrauch

Quelle: BMWi 2012

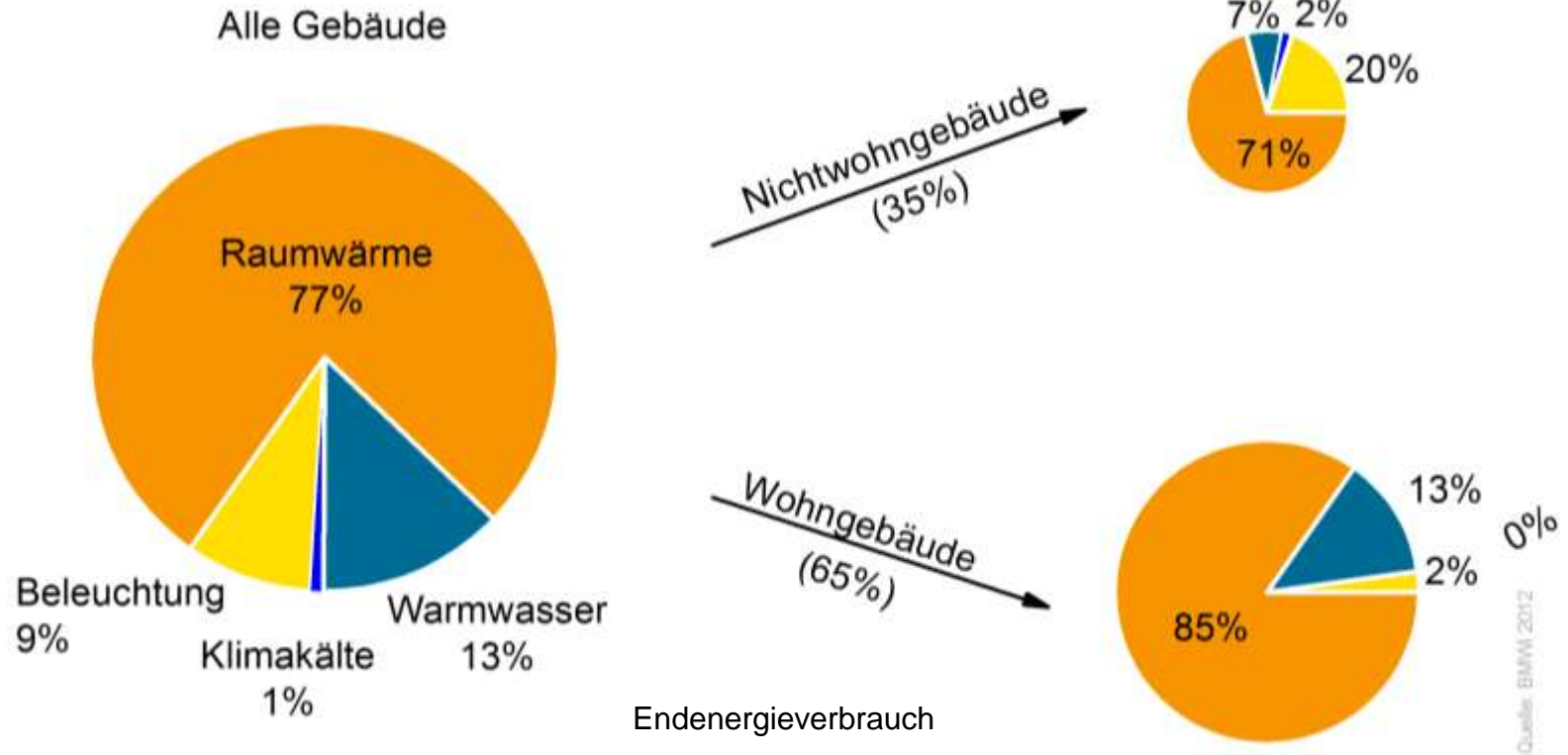
Energieverbrauch in Deutschland



Energieverbrauch in Deutschland



Energieverbrauch in Deutschland 2010



Energiepolitischen Ziele der Bundesregierung

Energiepolitischen Ziele der Bundesregierung



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Technologie

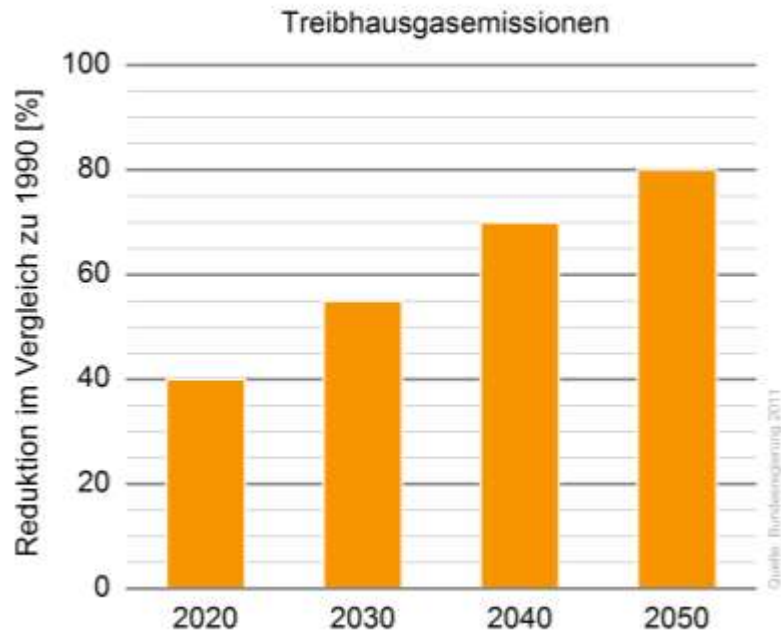
Bundesministerium
für Umwelt, Naturschutz
und Reaktorsicherheit



neun Handlungsfelder

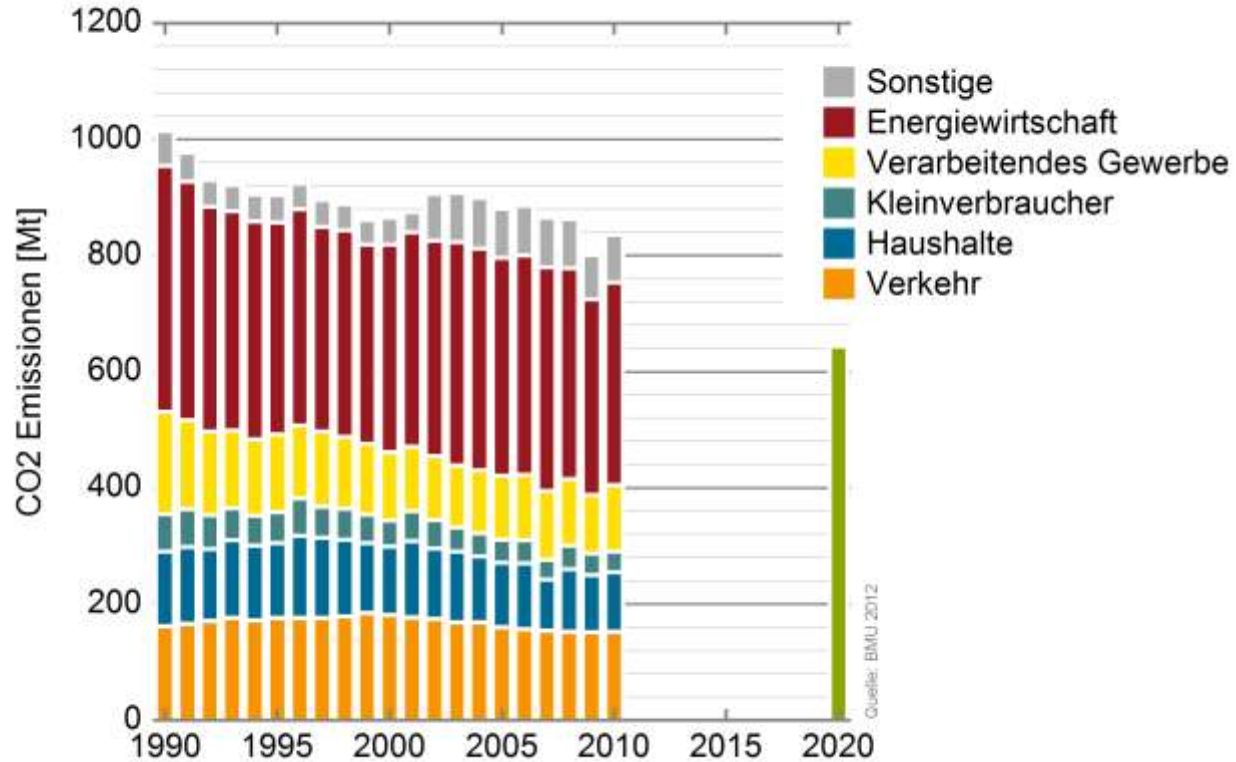
- Energie erzeugen
- Energie transportieren
- Energie sparen
- Energie erforschen
- Mobilität

Energiepolitischen Ziele der Bundesregierung

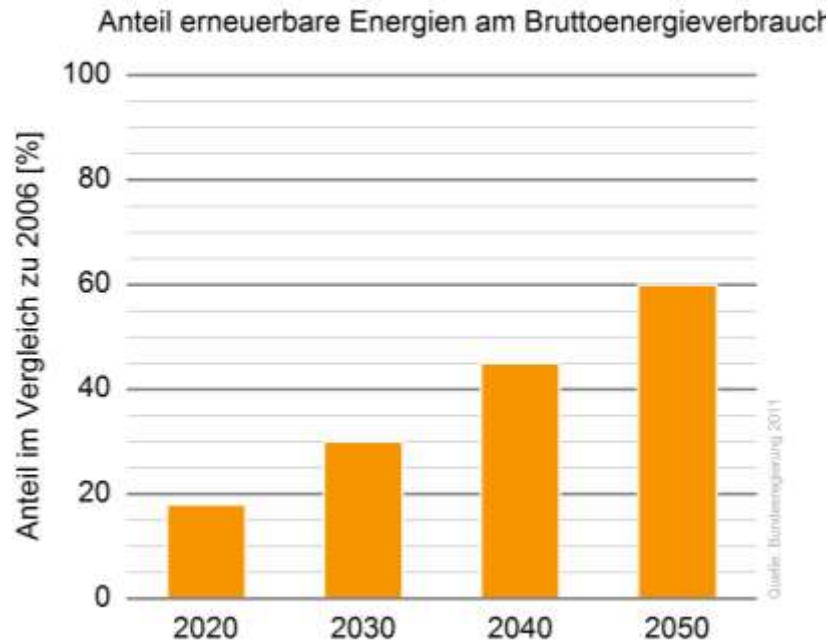


www.spiegel.de

CO₂-Emissionen in Deutschland



Energiepolitischen Ziele der Bundesregierung



www.nfn.de

Photovoltaik: Hightech mit großen Chancen



Windenergie: Schlüsseltechnologie



Quelle: Wind park in north-eastern Germany (Mecklenburg) Bild: Philipp Hertzog

Energiepolitischen Ziele der Bundesregierung

- EU-Beschluss: neue Gebäude müssen ab 2019 ihre Energie selbst produzieren
- Gebäudebestand soll 2050 nahezu klimaneutral sein.



www.ibholm.de

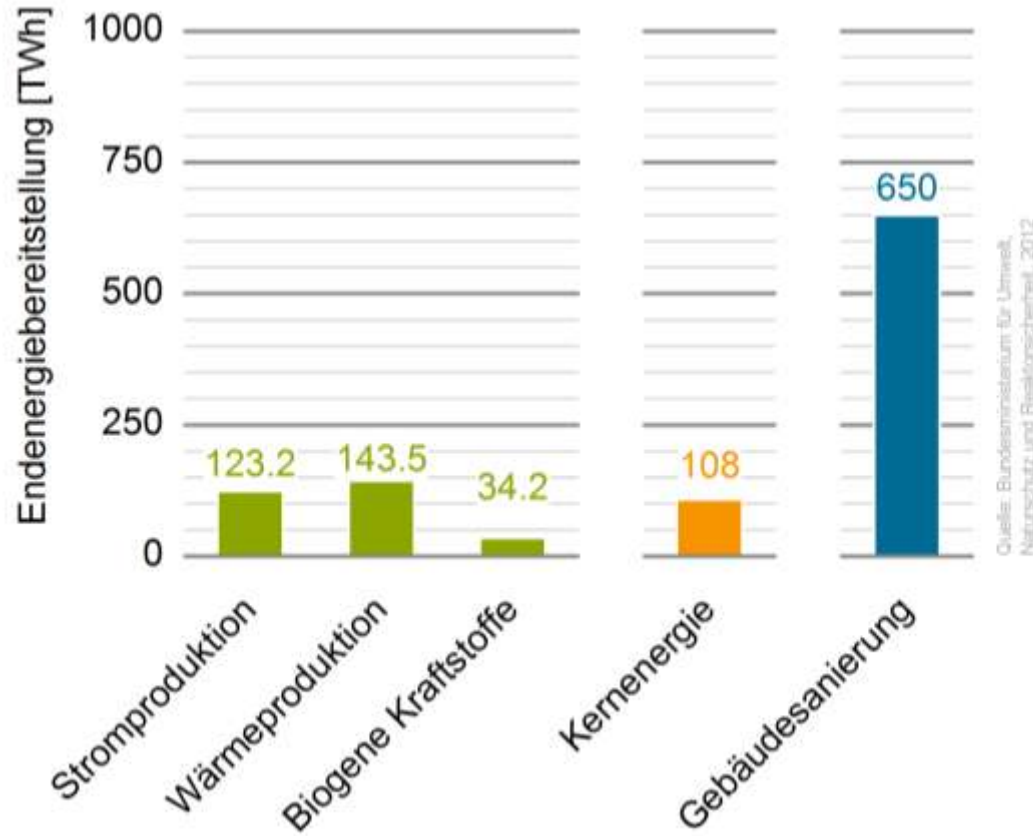
Energiepolitischen Ziele der Bundesregierung

- Gebäudesanierungsrate soll von 1% auf 2% verdoppelt werden



www.ibholm.de

Nutzung erneuerbarer Energien (2011)



Gebäudebestand in Deutschland

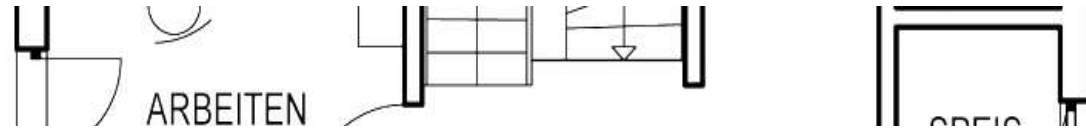


http://d2lg1iac45z1vf.cloudfront.net/wp-content/uploads/2008/04/muenchen3d_1.png

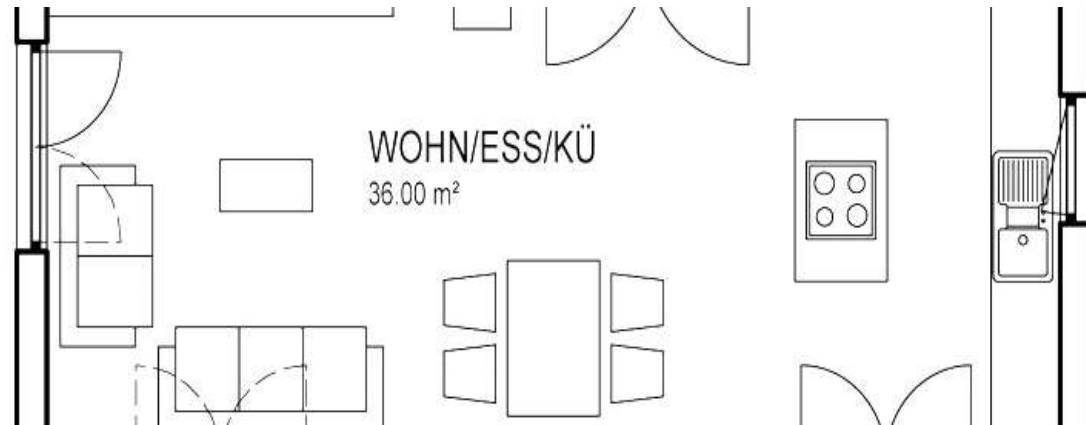
A photograph of a modern interior hallway with light-colored walls, a polished wooden floor, and a frosted glass partition on the left. A large wooden cabinet is on the right. The text '40 Millionen Wohnungen in Deutschland' is overlaid in the center.

40 Millionen Wohnungen in
Deutschland

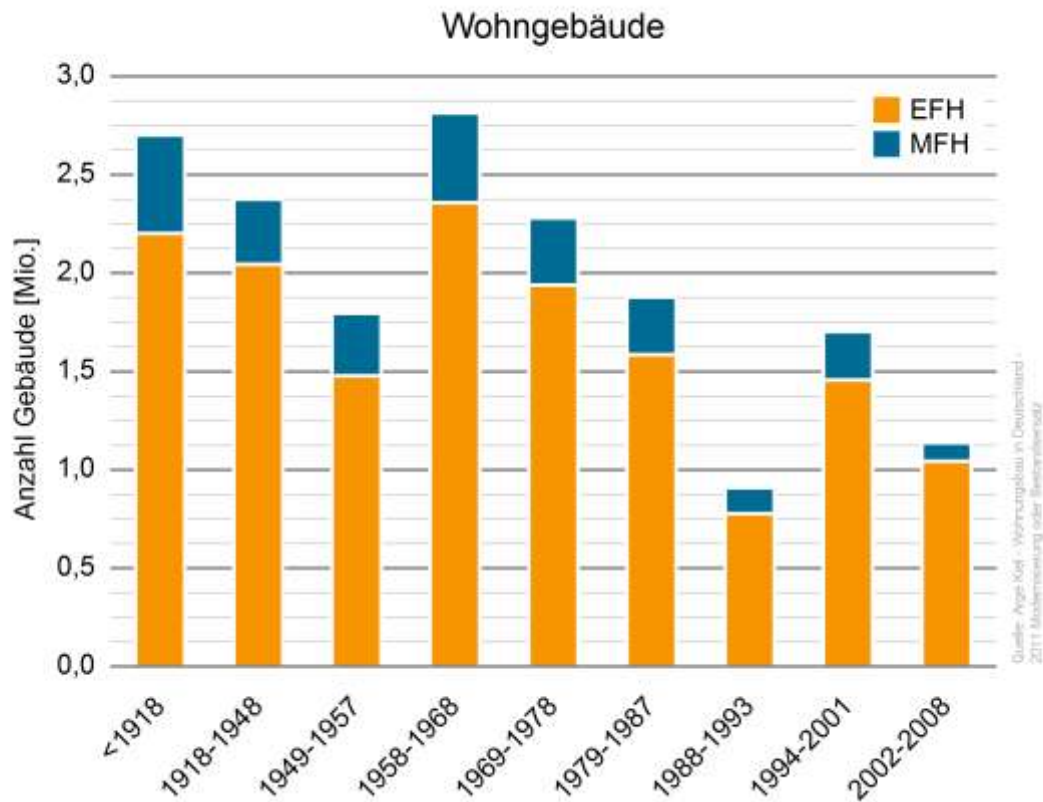
<http://www.immowelt24.org/>

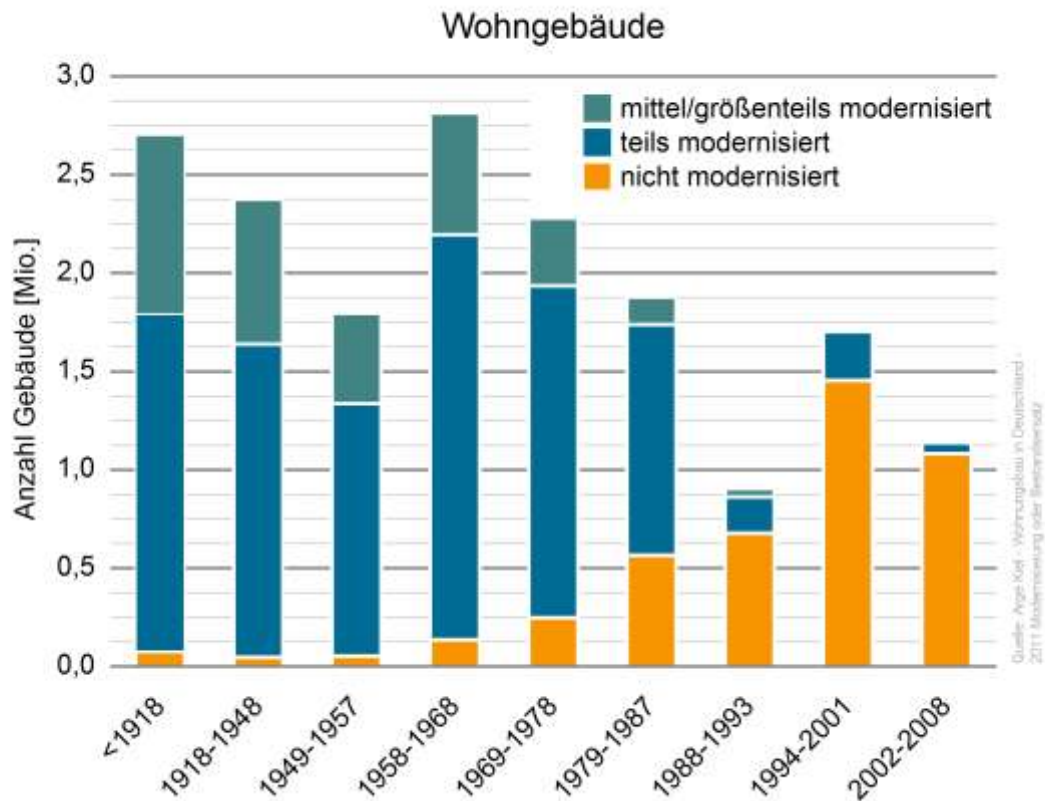


3,45 Milliarden Quadratmeter Wohnfläche in Deutschland

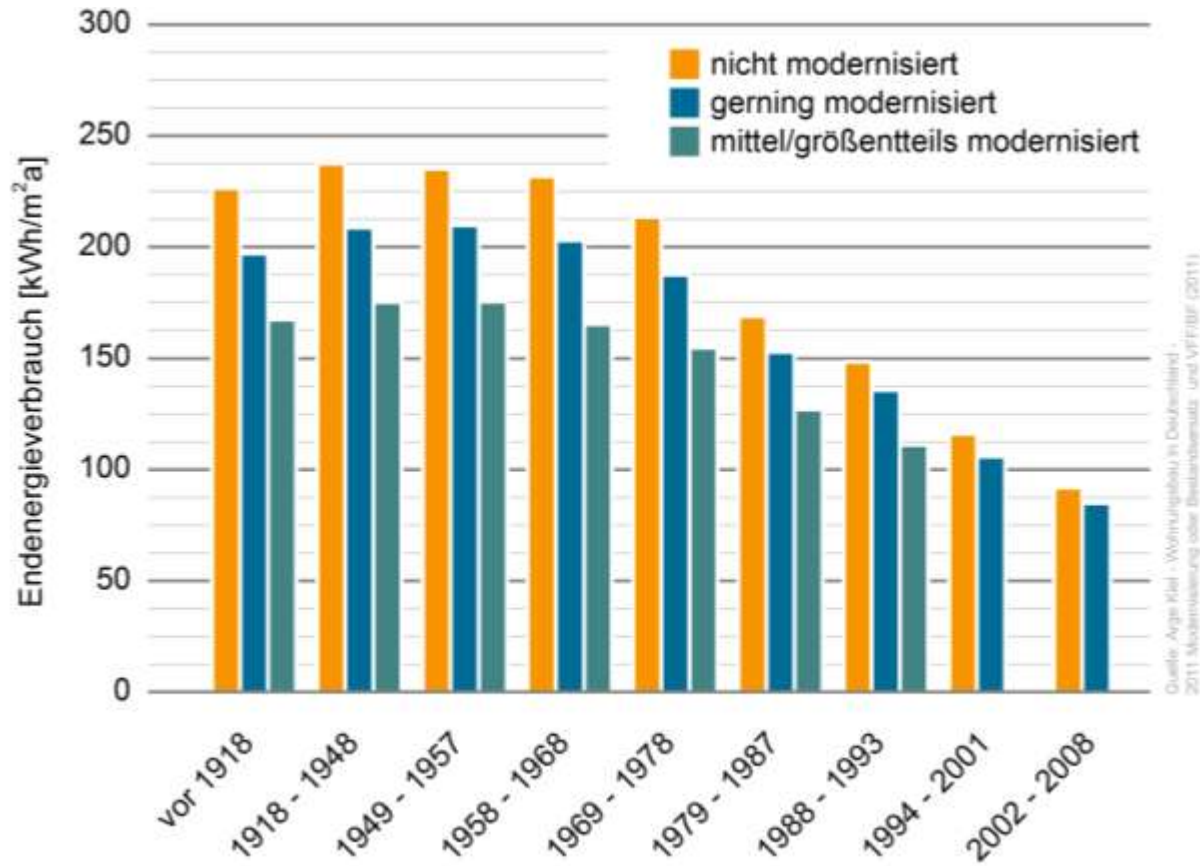


<http://www.immowelt24.org/>

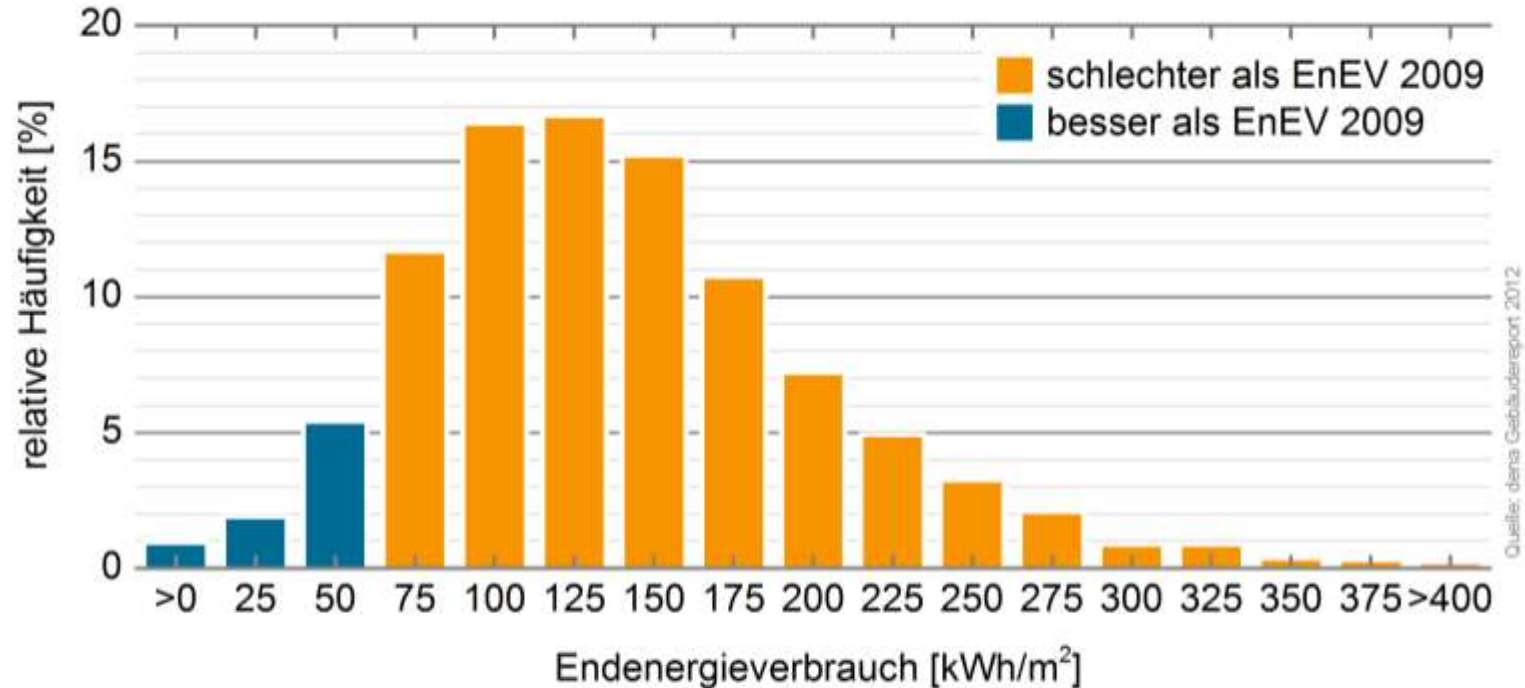




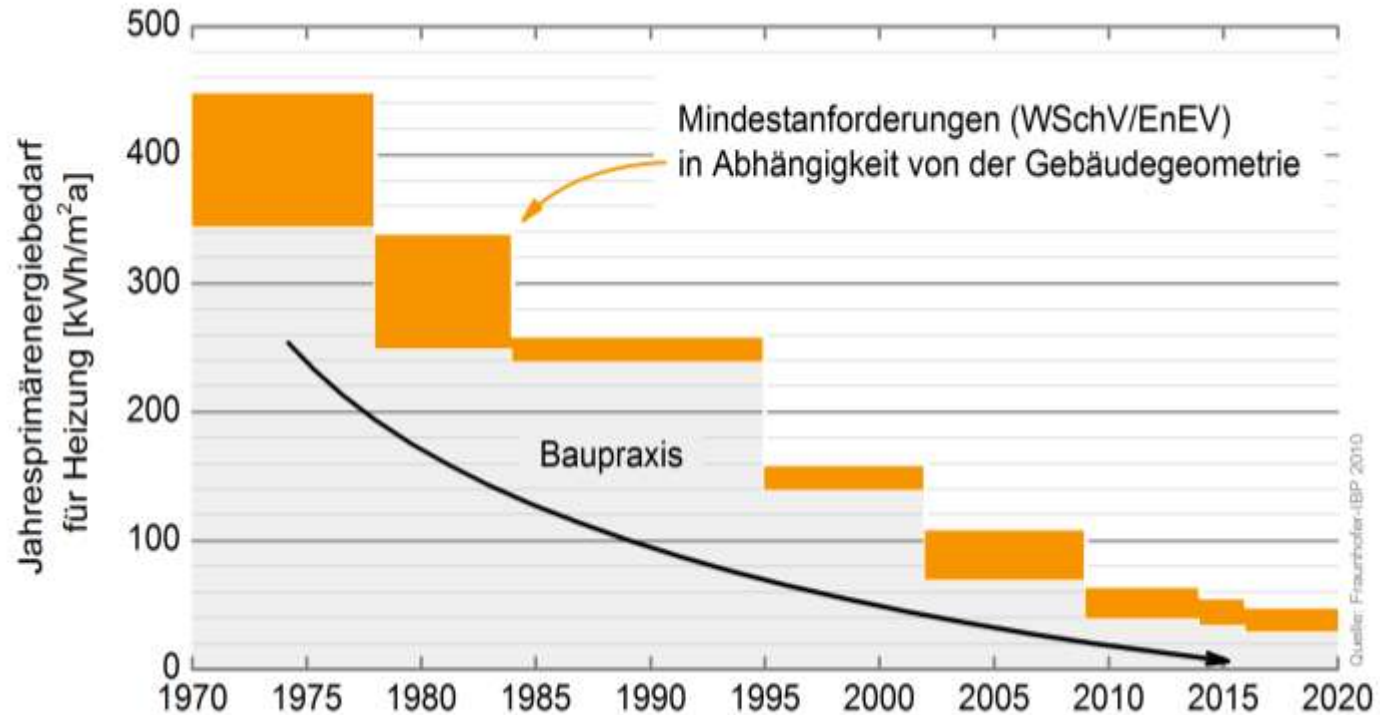
Energieverbrauchskennwerte



Entwicklung des energieeffizienten Bauens



Entwicklung des energieeffizienten Bauens

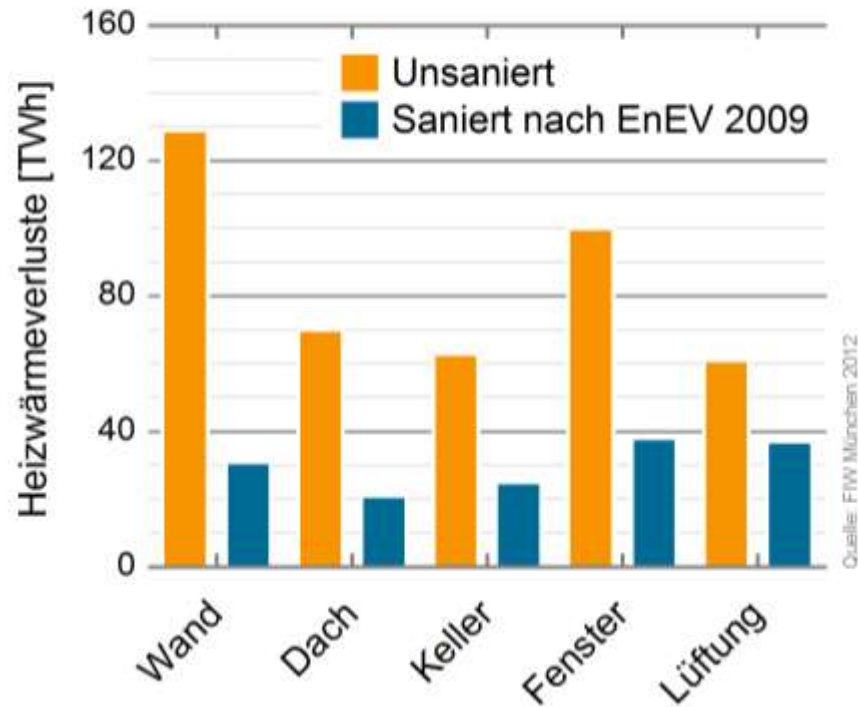


Wärmedämmung als Baustein der Energiewende

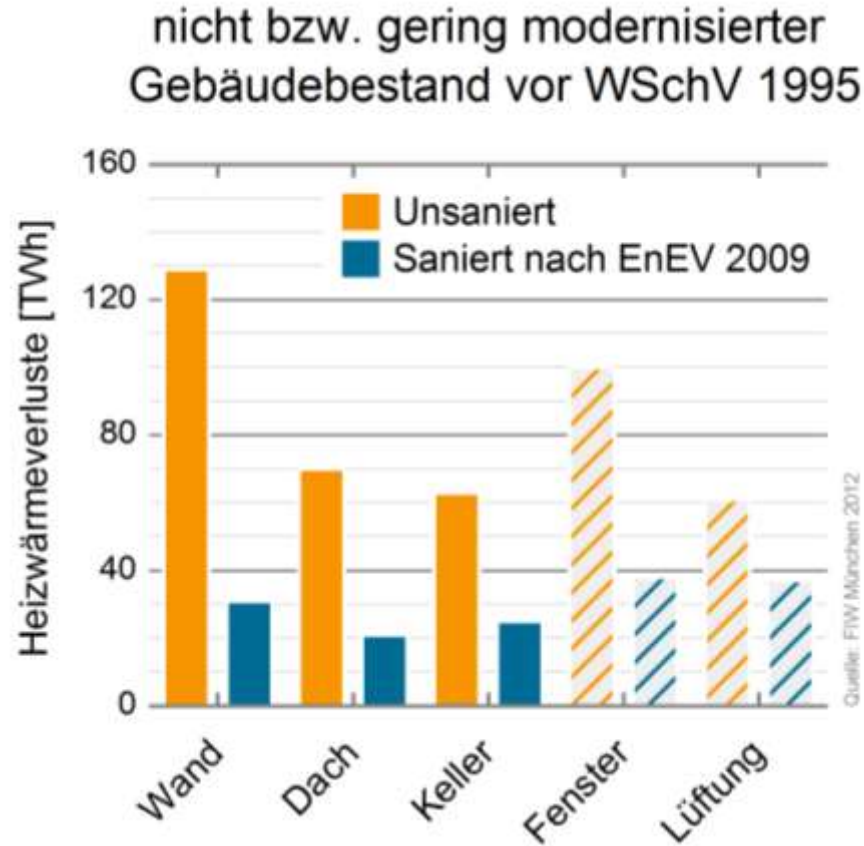
Bedeutung

Einsparpotential

nicht bzw. gering modernisierter
Gebäudebestand vor WSchV 1995

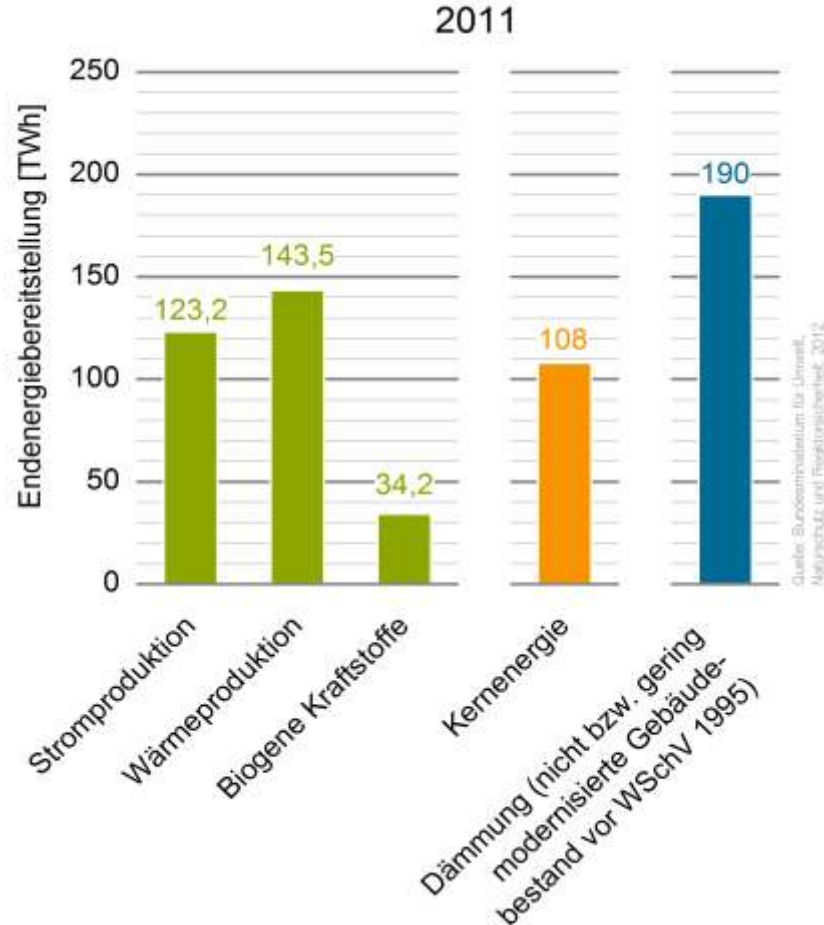


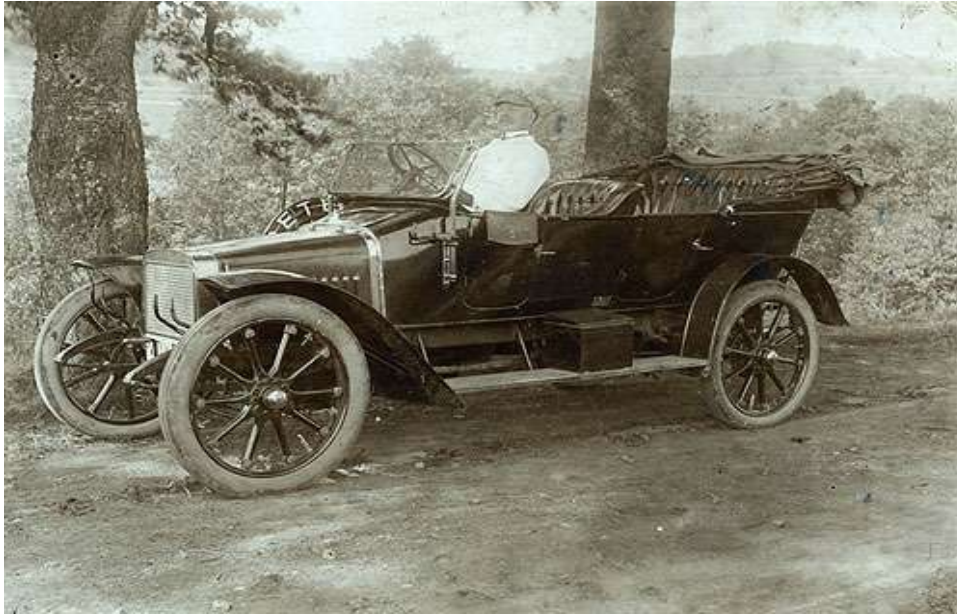
Einsparpotential



Anteil Dämmung:
ca. 190 TWh

Einsparpotential

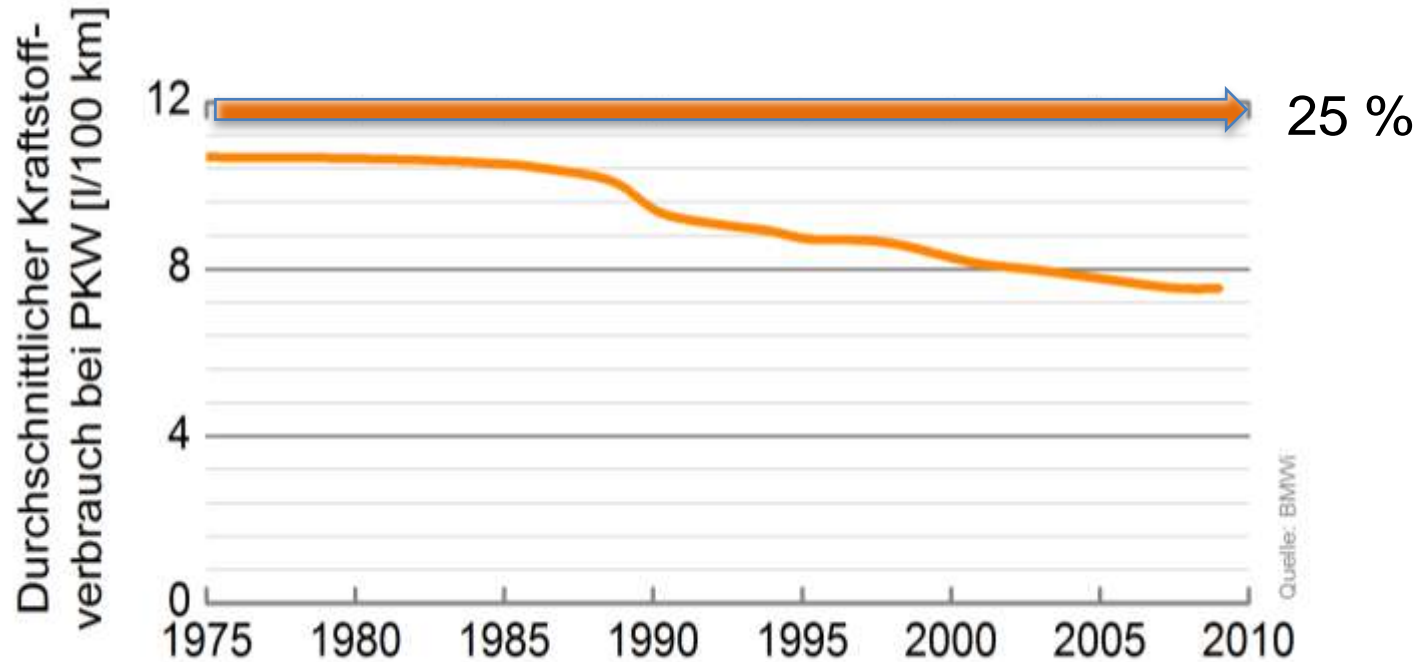




http://www.appel-autofit.de/media/img/altres_auto_low.jpg

Branche ist innovativ !

Entwicklung Effizienz bei Automobilen



Nachträglicher Wärmeschutz - Entwicklung




Höchstwerte der Wärmedurchgangskoeffizienten
bei erstmaligem Einbau, Ersatz und Erneuerung von Bauteilen


| | WSVO '95 | EnEV 2002 | EnEV 2009 |
|------------------------------|----------|-----------|-----------|
| Außenwände - Außendämmung | 0,4 | 0,35 | 0,24 |

Nachträglicher Wärmeschutz - Entwicklung

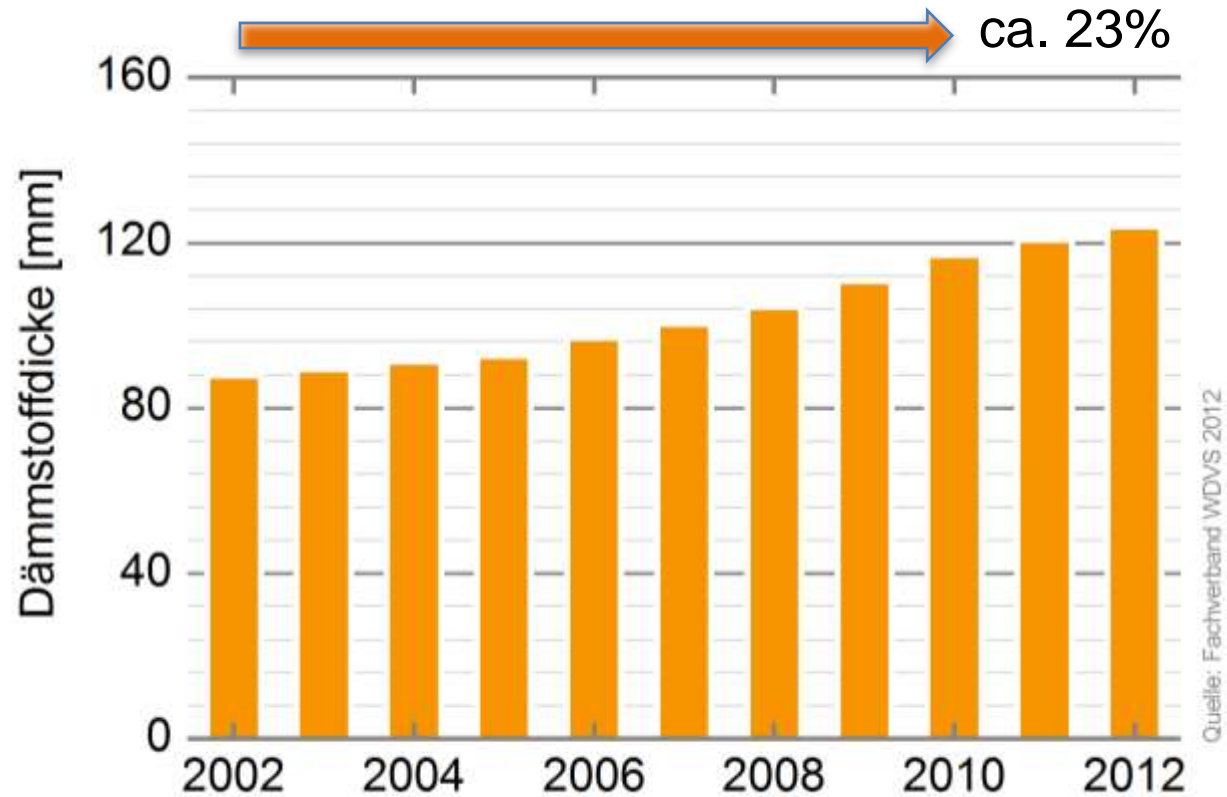
Höchstwerte der Wärmedurchgangskoeffizienten
bei erstmaligem Einbau, Ersatz und Erneuerung von Bauteilen



| | WSVO '95 | EnEV 2002 | EnEV 2009 |
|------------------------------|----------|-----------|-----------|
| Außenwände - Außendämmung | 0,4 | 0,35 | 0,24 |



WDSV Dämmstoffdicke



Behaglichkeit

Früher



Heute



Erhöhung der Behaglichkeit



<http://www.vdi.de/typo3temp/pics/1c4b7b72c4.jpg>

Erhöhung der Behaglichkeit



**empfundene
Temperatur**

$$q_{\text{empfunden}} = \frac{q_{\text{Raumluft}} + q_{\text{Wandoberflächen}}}{2}$$

Innovationen

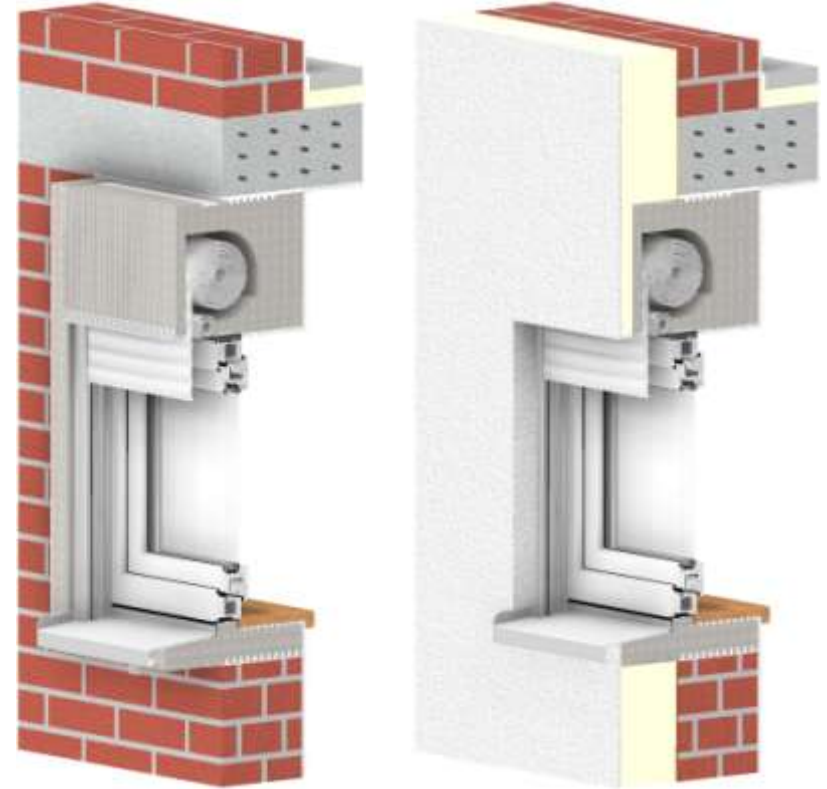
Vorgefertigter Fenster-Dämmrahmen



Vorgefertigter Fenster-Dämmrahmen



Vorgefertigter Fenster-Dämmrahmen



Vorgefertigter Fenster-Dämmrahmen



- + Geringes Transportvolumen
- + Einfache Montage vor Ort
- = Ökonomie und Ökologie

Vorgefertigter Fenster-Dämmrahmen



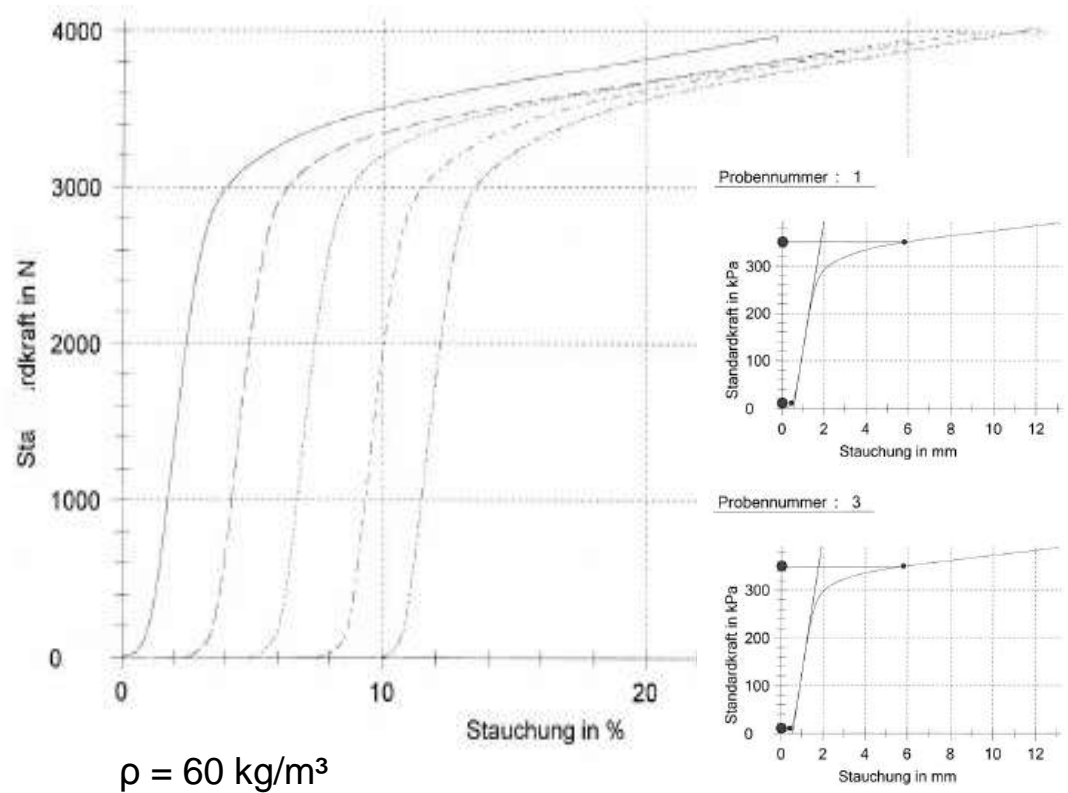
Neu:

Optional mit integrierter Technikbox

- Lüftung mit WRG
- Steckdose
- Revision raumseitig

Labormessungen

Druckbeanspruchung



Druckbeanspruchung



Druckbeanspruchung



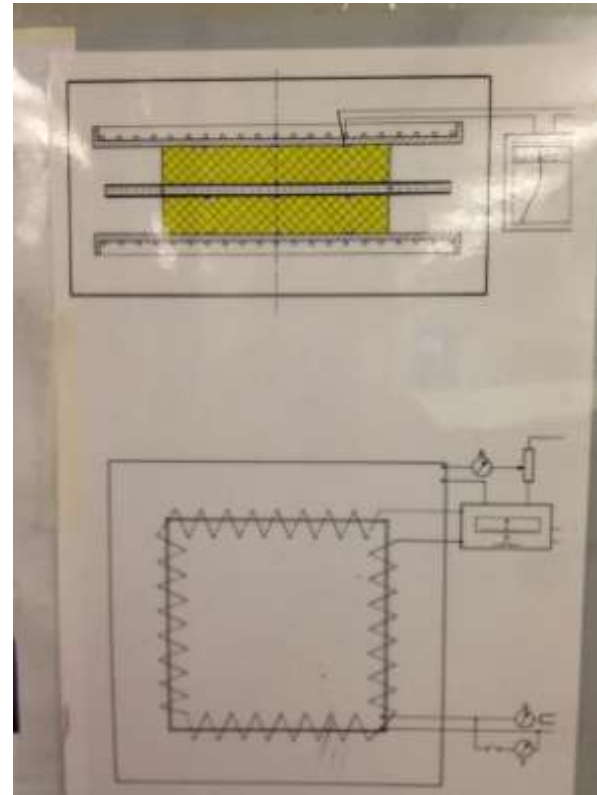
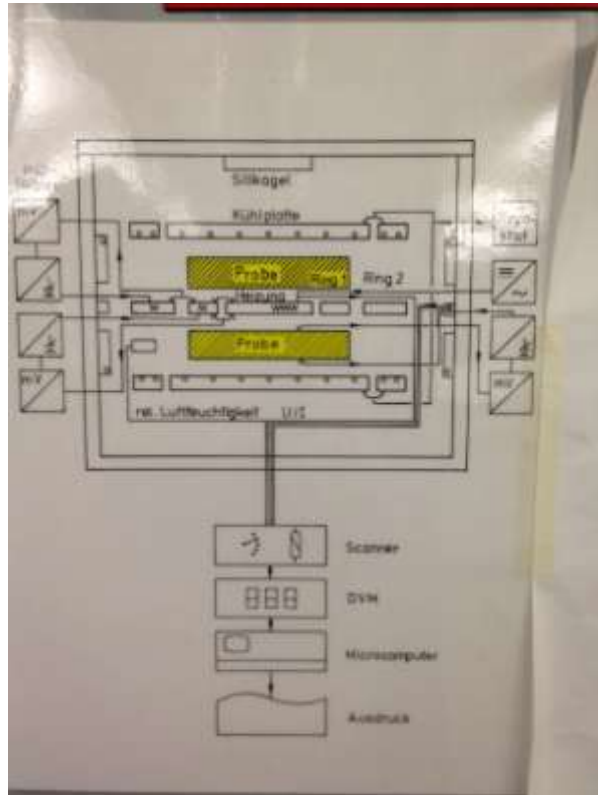
Brandprüfung B2



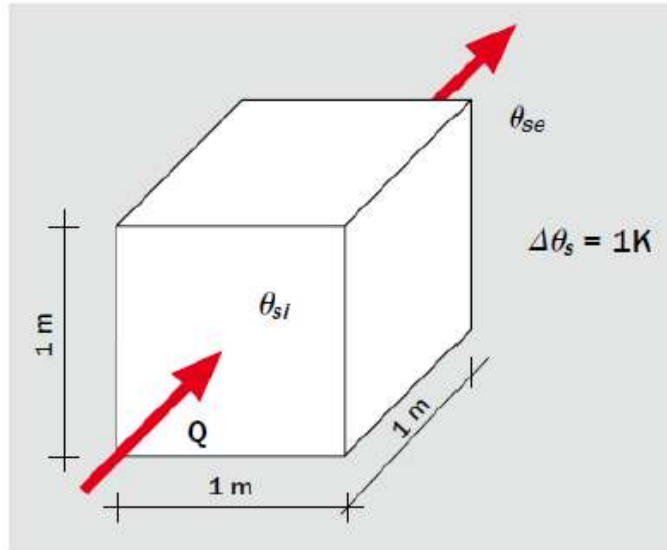
Messung der Wärmeleitfähigkeit



Messung der Wärmeleitfähigkeit



Wärmeleitfähigkeit typischer Dämmstoffe



Quelle: BV Kalksandstein

- Die Wärmeleitfähigkeit λ eines Stoffes gibt an, wie viel Wärme pro Zeiteinheit durch 1 m^2 einer 1 m dicken Schicht des Stoffes strömt, wenn der Unterschied zwischen den Oberflächentemperaturen zu beiden Seiten 1 K beträgt. Je kleiner die Wärmeleitfähigkeit, umso besser dämmt das Material.

mit

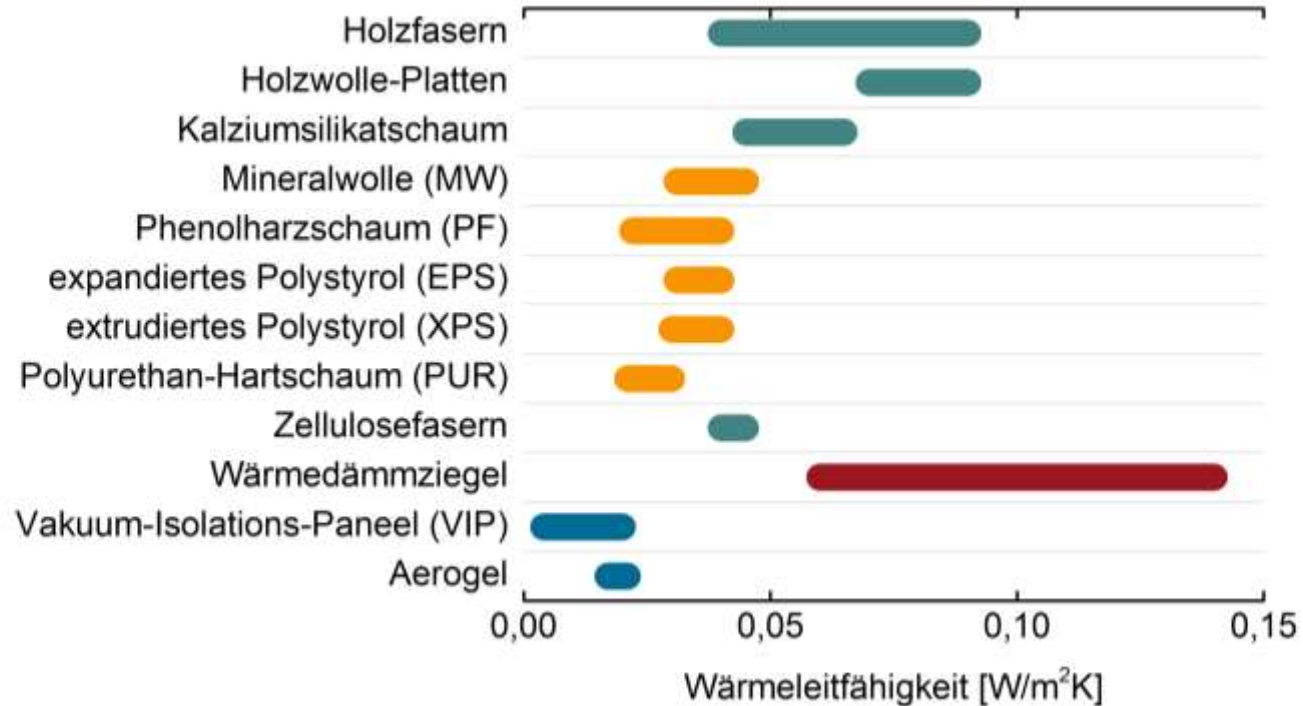
$\theta_{si} = \vartheta_{si}$: Temperatur der wärmeren Oberfläche

$\theta_{se} = \vartheta_{se}$: Temperatur der kälteren Oberfläche

$\Delta\theta_s = \Delta\vartheta_s$: Temperaturdifferenz zwischen den beiden Oberflächen

Q : Wärmestrom

Wärmeleitfähigkeit typischer Dämmstoffe



Hotbox - Messung R bzw. U



Hotbox - Messung R bzw. U

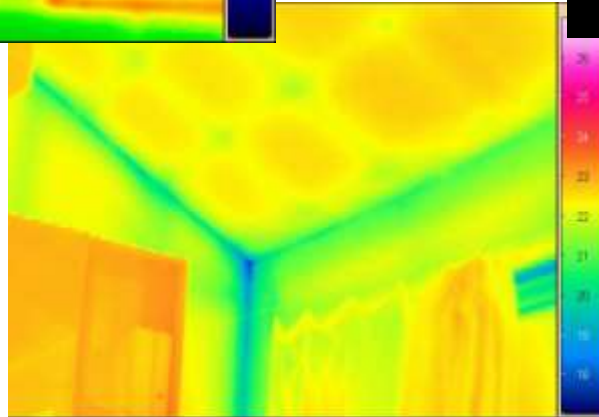
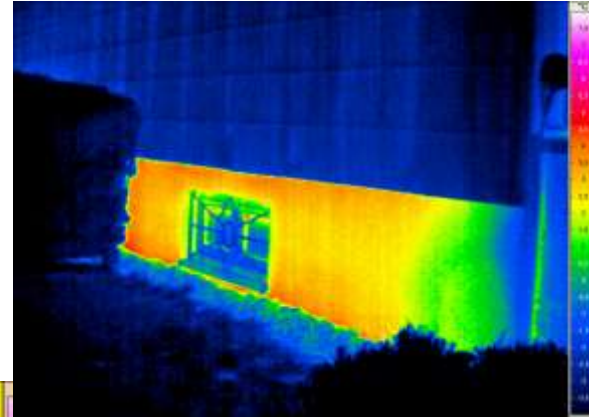
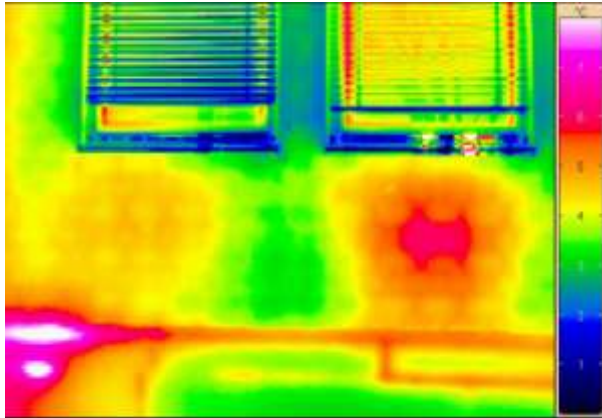


Hotbox - Messung R bzw. U

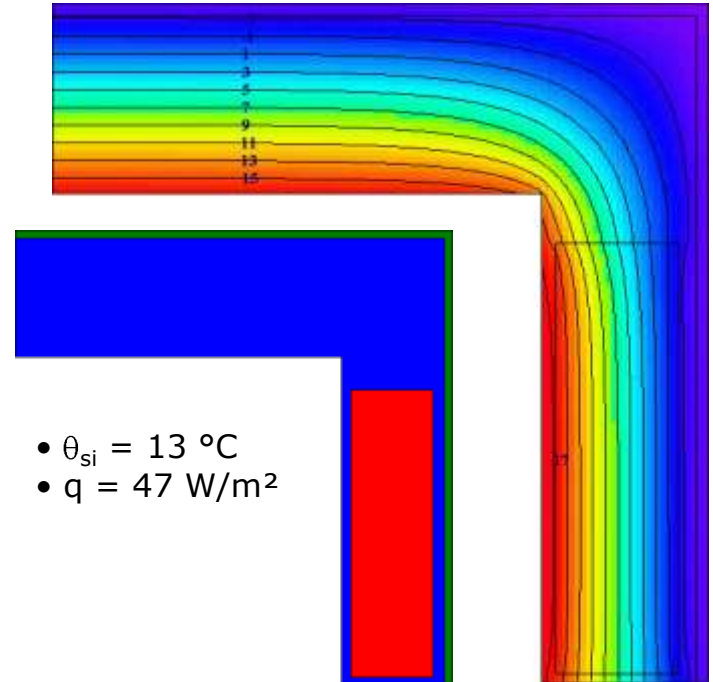
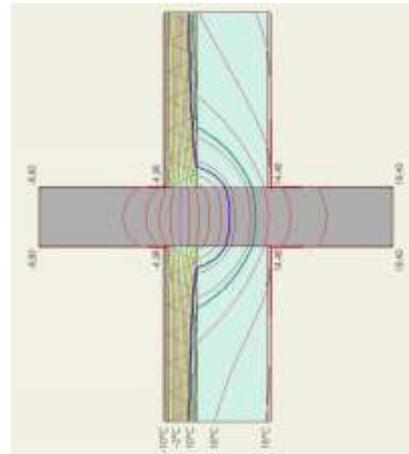
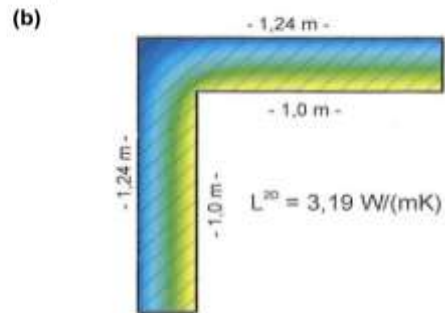
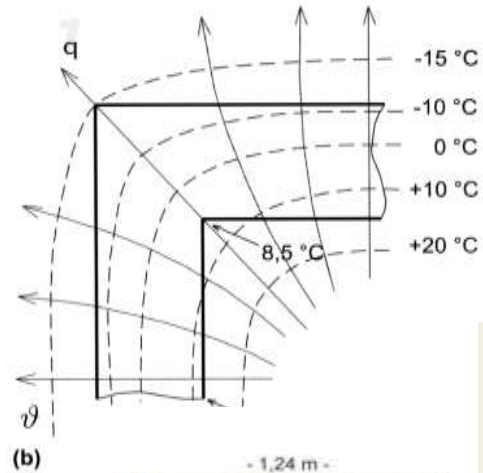


Berechnungen

Wärmebrücken

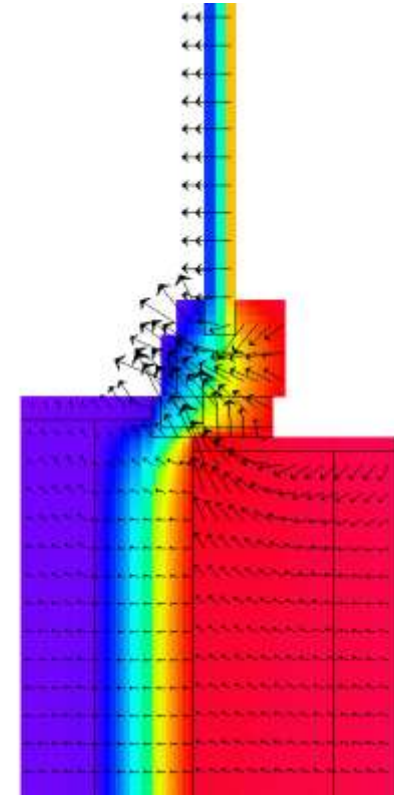
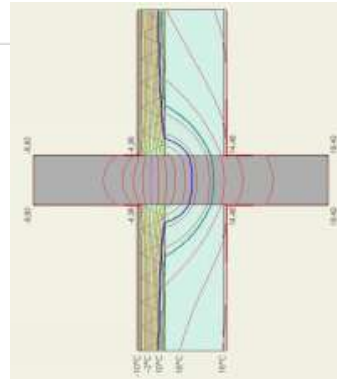
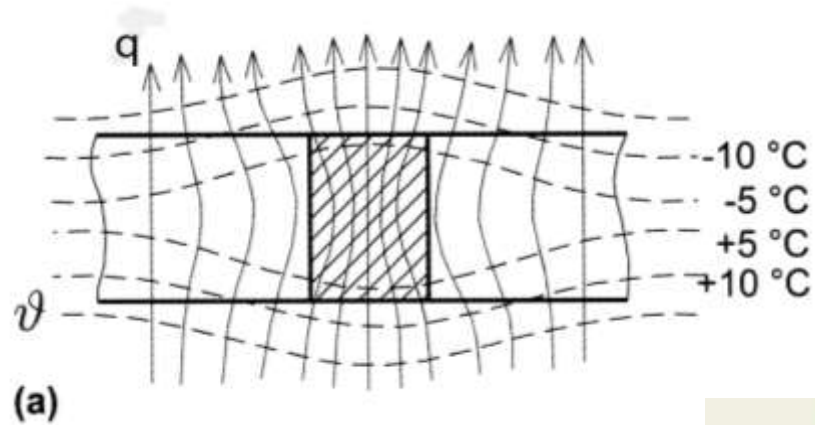


Wärmebrücken



- $\theta_{si} = 13\text{ °C}$
- $q = 47\text{ W/m}^2$

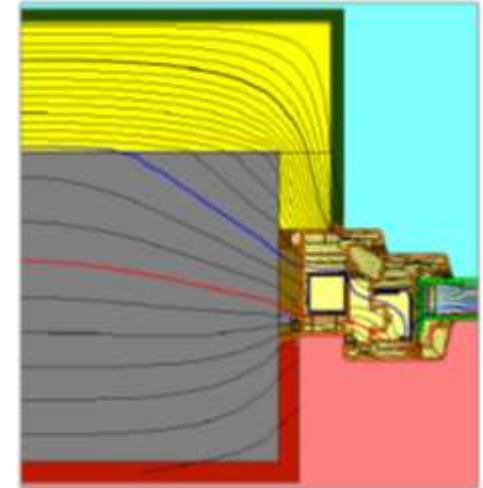
Wärmebrücken



Wärmebrücken

Zunehmende Bedeutung der Wärmebrücken:

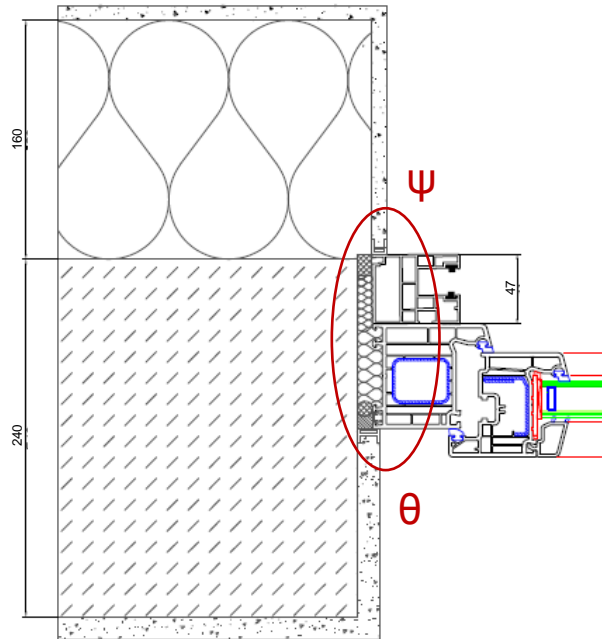
- Energieverluste: Energie / Heizöl (Energieträger) / Geld
- Einrechnung in die Gebäudebilanz (theoret. höherer U-Wert)
- Tauwasser und Schimmel
- Fördermittel



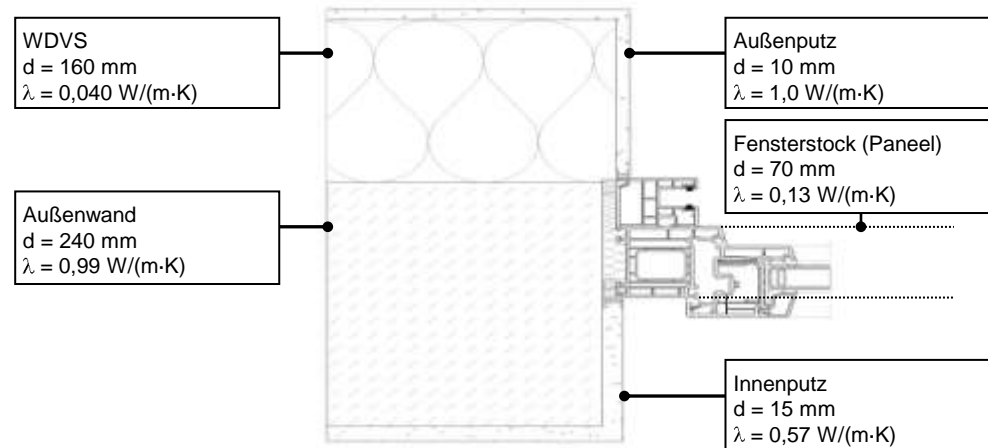
Quelle: VEKA AG

■ Ca. 5 bis 15 % der Wärmeverluste eines Gebäudes

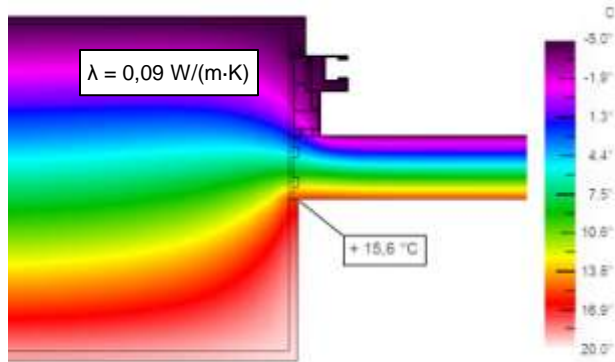
Fensteranschluss



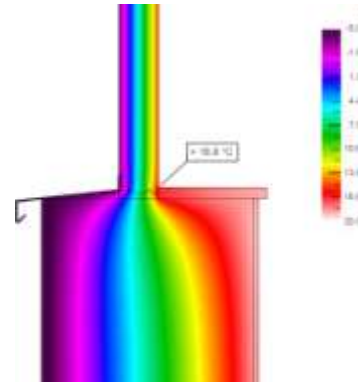
| | ψ | T_{\min} | f_{Rsi} |
|-----------------------------------|-----------------|-------------|-------------|
| Außen gedämmtes Mauerwerk | 4108 Bbl.2 | | |
| | $W/(m \cdot K)$ | $^{\circ}C$ | - |
| Anforderung / Referenzwert | $\leq 0,08$ | $\geq 12,6$ | $\geq 0,70$ |
| Rolladenführungsschiene 47 mm | 0,06 | 16,8 | 0,87 |



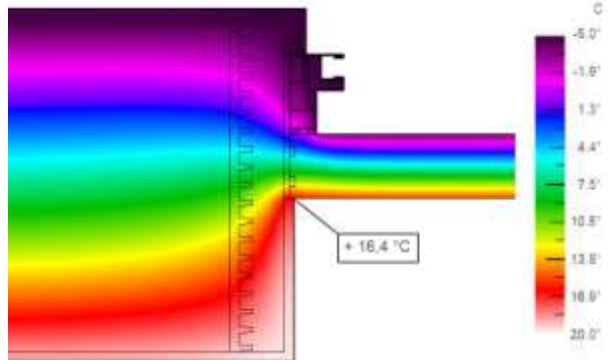
Fensteranschluss



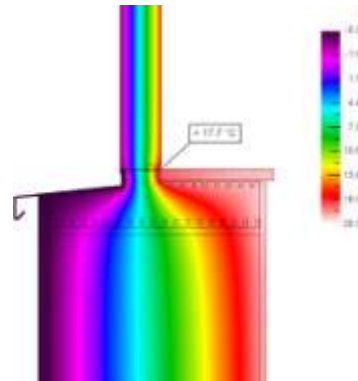
$\Psi = +0,009 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$



$\Psi = +0,020 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$

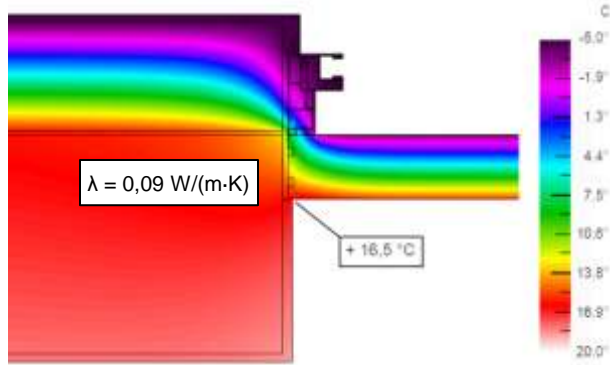


$\Psi = -0,067 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$

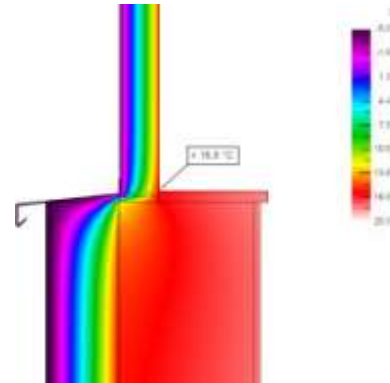


$\Psi = -0,102 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$

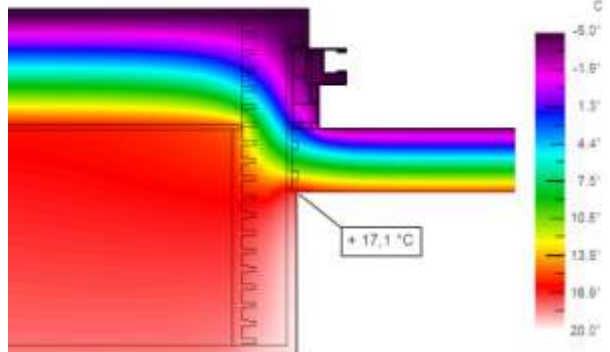
Fensteranschluss



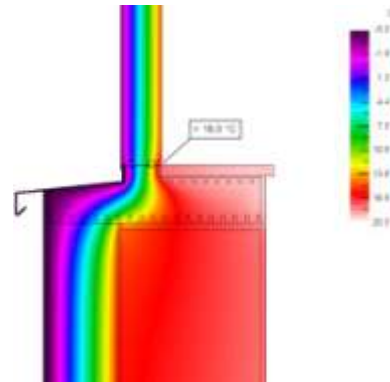
$\Psi = +0,049 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$



$\Psi = +0,078 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$

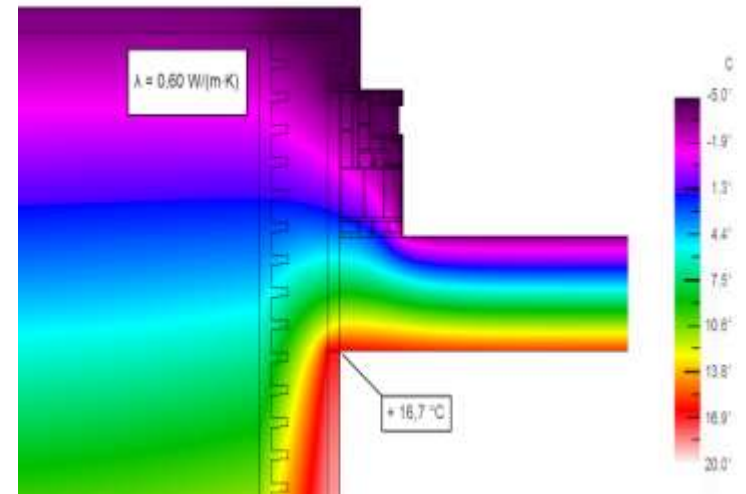
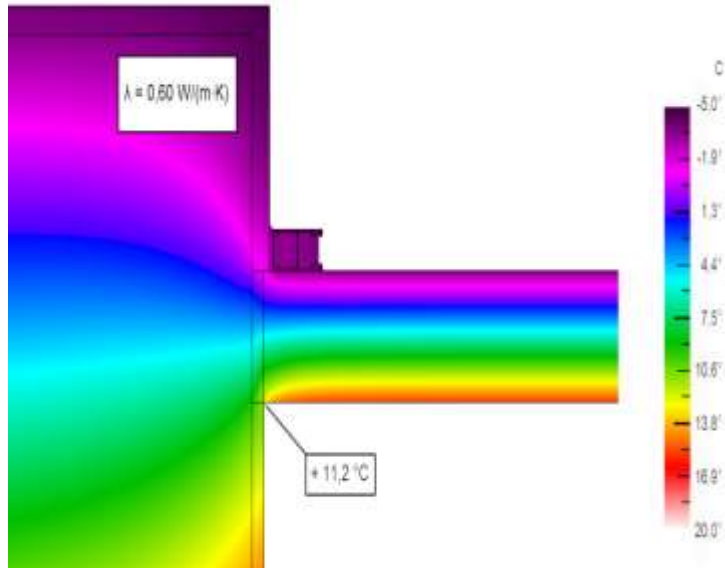


$\Psi = -0,054 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$

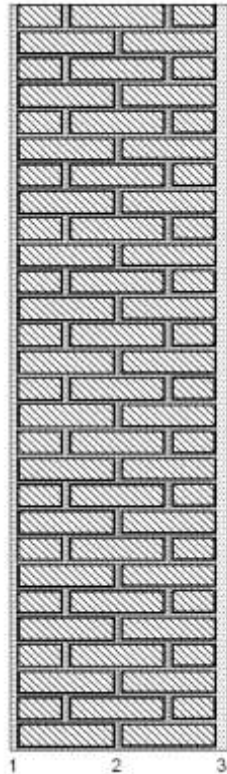


$\Psi = -0,085 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$

Fensteranschluss



Fensteranschluss



U-Wert = 0,18 W/m²K

Bauteilaufbau: Schichtenfolge von innen nach außen

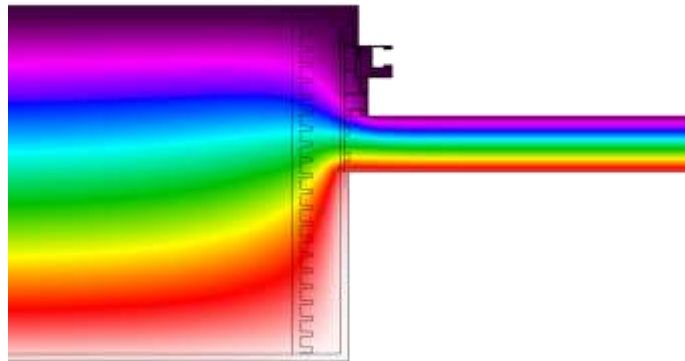
- 1 Putzmörtel aus Kalkgips, Gips, Anhydrit und Kalkanhydrit
- 2 Porenbeton-Plansteine
- 3 Putzmörtel aus Kalk, Kalkzement und hydraulischem Kalk

Fenster

$U_w = 0,8 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

| Schicht- dicke s (cm) | Wärme- leitzahl λ (W/mK) |
|-----------------------------|--|
| 1,50 | 0,700 |
| 42,50 | 0,080 |
| 2,50 | 1,000 |

Gesamtdicke : 46,50 cm



Fensteranschluss

| Bauteil und Anschluss | ψ -Wert in W/(m·K) |
|---|----------------------------|
| Unterer Anschluss (Brüstung) Ohne Dämmrahmen | +0,031 |
| Unterer Anschluss (Brüstung) Mit Dämmrahmen | - 0,034 |
| Seitlicher Anschluss (Laibung) Ohne Dämmrahmen | + 0,024 |
| Seitlicher Anschluss (Laibung) Mit Dämmrahmen | - 0,023 |

$$H_T = \sum_i U_i \cdot A_i + \sum_j \Psi_j \cdot l_j + (\sum_i \chi_i)$$

Fenstergröße: 1,23 x 1,48 m, $U_w = 0,8 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

Ohne Fertigteil-Fensterzarge:

$$H_T = 0,8 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K}) \cdot (1,23\text{m} \cdot 1,48\text{m}) + 0,031 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K}) \cdot 1,23 \text{ m} + 0,024 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K}) \cdot 1,48 \text{ m} + 0,024 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K}) \cdot 1,48 \text{ m}$$

$$H_T = 1,57 \text{ W/K}$$

Mit Fertigteil-Fensterzarge:

$$H_T = 0,8 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K}) \cdot (1,23\text{m} \cdot 1,48\text{m}) - 0,034 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K}) \cdot 1,23 \text{ m} - 0,023 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K}) \cdot 1,48 \text{ m} - 0,023 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K}) \cdot 1,48 \text{ m}$$

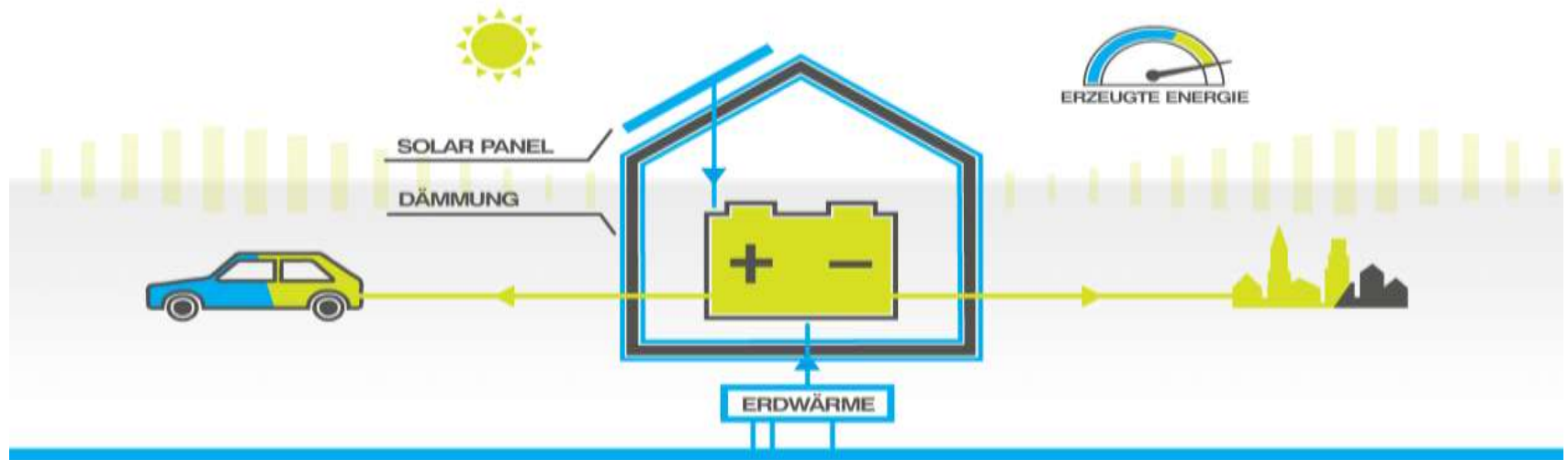
$$H_T = 1,35 \text{ W/K}$$

Energieeinsparung Fenster: 9 %

bezogen auf die Standard-Fenstergröße (s. o.)

Ausblick

Wir bewohnen zukünftig kleine Kraftwerke



Solar Decathlon 2007 und 2009



Quelle: US Dept of Energy Solar Decathlon: 2009 Solar Decathlon; Stefano Pantera

Solar Decathlon - Washington, D.C., 2007

Außenwand

$$U_{AW} = 0,10 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$$

Nordfassade

$$U_W = 0,32 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$$
$$g = 0,37$$

Dach

$$U_{DA} = 0,10 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$$

Südfassade

$$U_W = 0,56 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$$
$$g = 0,51$$

Bodenplatte

$$U_{KD} = 0,40 / 0,10 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$$

Lüftungsanlage mit
Wärmerückgewinnung und
Wärmepumpe

PV mit 15 / 11,4 kW_p

Flachkollektoren

Solar Decathlon - Washington, D.C., 2009



Solar Decathlon Europe 2010



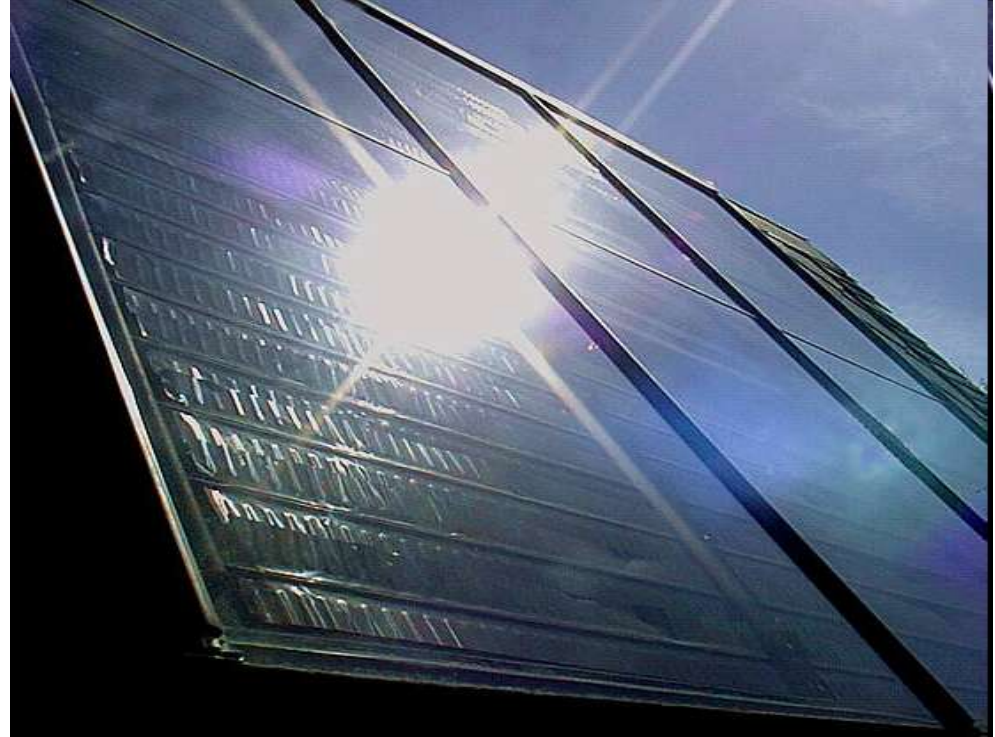
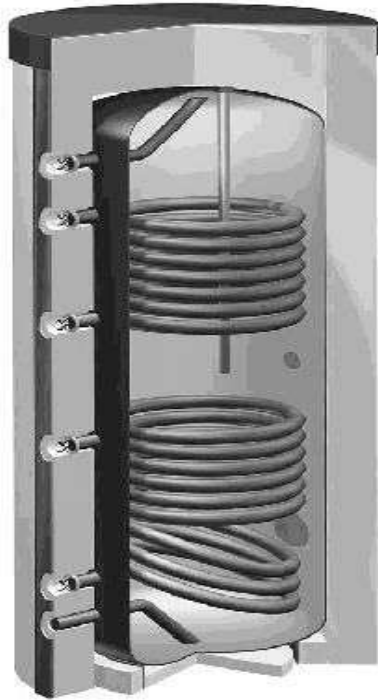
Teilnehmer Hochschule Rosenheim – 2. Platz



Plusenergiehaus mit E-Mobilität: 1. Sieger



Die Forschung und Technik sind bereit



Die Forschung und Technik sind bereit





http://www.beforth-essen.de/media/Fotos_fotolia/fazit.jpg