

Innovative Fenster und Fassaden

Von der Wetterhaut zum Mini-Kraftwerk
Entwicklungspotentiale für den Fassadenbau

Hans Erhorn
Fraunhofer-Institut für Bauphysik

Geschichte der Fassade

Der Name Fenster stammt ab vom lateinischen "fenestra". Die Römer bezeichneten so Öffnungen in den Wänden.

Ursprünglich waren Fenster Öffnungen, um Rauch abziehen zu lassen. Um Licht in die Räume zu lassen gab es die Tür, wenn es dunkel wurde, wurde ein Feuer angezündet.



Evolution des Fensters

2000 v. Chr.	Ägypter:	Fenster diente zur Lüftung
1800 - 1400 v. Chr.	Griechen:	auf Kreta: minoische Paläste; Holzläden zum Verschließen
um Chr.	Römer:	Verwendung von Fensterglas: lichtdurchlässig, aber undurchsichtig
bis ins 12. Jahrh.	Europa:	Holzläden als Wetterschutz; kleine Aussparungen in Läden, um hindurchzusehen, mit ölgetränktem Leinen / Pergament bespannt; allmählich Einführung von Glas im Sakralbau: bleiverglaste Kirchenfenster; romanische Fensterarchitektur: Fensterteile waren durch Säulen voneinander getrennt
Mitte des 13. Jahrh.		höhere Räume: Anordnung von zwei Fenstern übereinander: Fensterkreuz
15. Jahrh.		Flügelrahmen wurden nicht mehr am Mauerwerk sondern am Blendrahmen befestigt
17. Jahrh.		Erfindung des Kristallglases; Rahmenkonstruktion ändert sich: statt Holz – Eisen und Stahl
1851	London: Weltausstellung:	Kristallpalast: verglaster Eisenskelettbau für Bahnhofshallen und Galerien eingesetzt
Anfang 20. Jahrh.	Stahlbau, Stahlbetonbau:	rasterartige Vorhangfassaden aus Glas vor Stahl; Glasarchitektur: z.B. Bauhaus
Neuzeit	Aluminiumlegierungen als Rahmenmaterial;	Anforderungen werden immer komplexer

Der Zweck des Fensters änderte sich im Laufe der Zeit:

Raumöffnung für Rauchabzug

Lichteinführung ins Gebäudeinnere

Energiegewinnfläche



Die Gebäudehülle befindet sich im steten Wandel

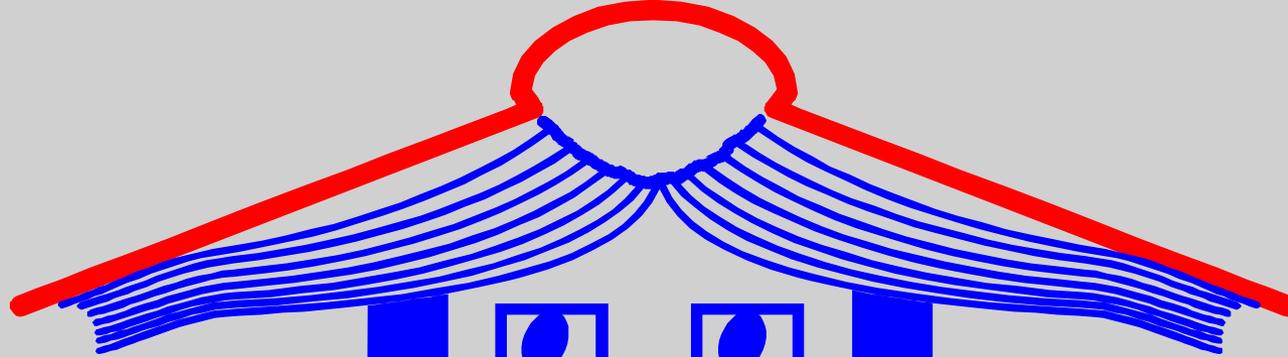


Fraunhofer
Institut
Bauphysik



A photograph of a large industrial building with a glass facade and a tall chimney stack, with the text "VON DER WETTERHAUT..." overlaid in white. The building has "WENSCHIEDT" and "FABRIK" visible on its upper facade. The scene is set in a grassy area with a paved path and a small tree with autumn leaves. A car is partially visible on the left side.

**VON DER
WETTERHAUT...**



**... ÜBER DIE
ENTWICKLUNG ZUR
ENERGIESPAR
TECHNOLOGIE...**



A photograph of a large, modern glass skyscraper under construction at dusk. The building's facade is composed of numerous glass panels, some of which are still being installed, as evidenced by the visible structural elements and scaffolding. The sky is a deep blue, and the building's interior lights are visible through the glass. In the foreground, a road with light trails from traffic is visible, along with some construction equipment and barriers. A semi-transparent blue horizontal band is overlaid across the middle of the image, containing white text.

**... UND DIE
HOCHTRANSPARENTEN
KLIMAHÜLLE ...**

An architectural rendering of the Reichstag dome in Berlin, featuring a prominent blue horizontal band across the center. The dome's glass and steel structure is visible, with the text 'REICHSTAG' on the upper part and 'LEHNER DORN HOF BERLIN' on the lower part. The foreground shows a large, tiered seating area with many small figures of people.

**... BIS ZUM ENVIRONMENT
OF EXCITEMENT**

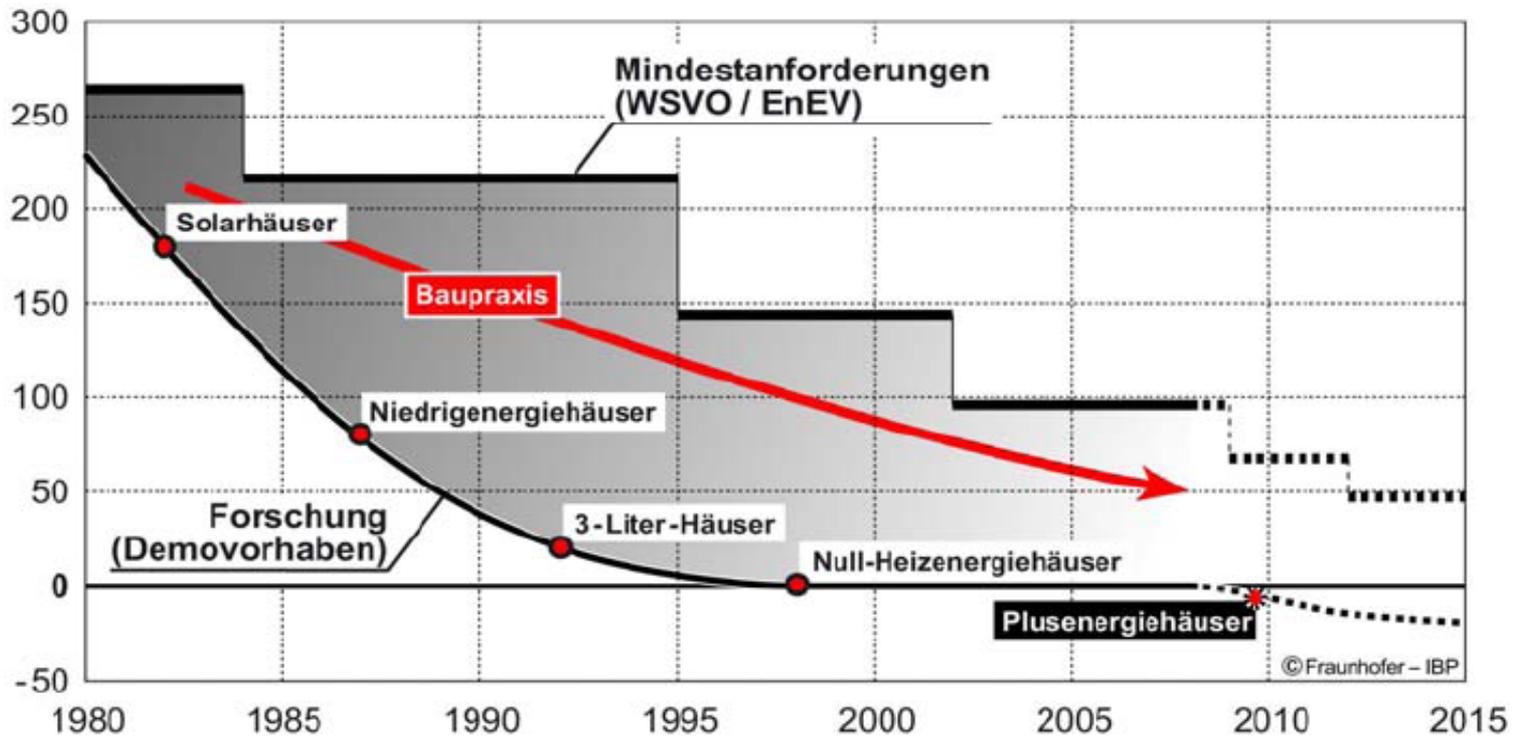


Zeit für intelligente Energiefassaden

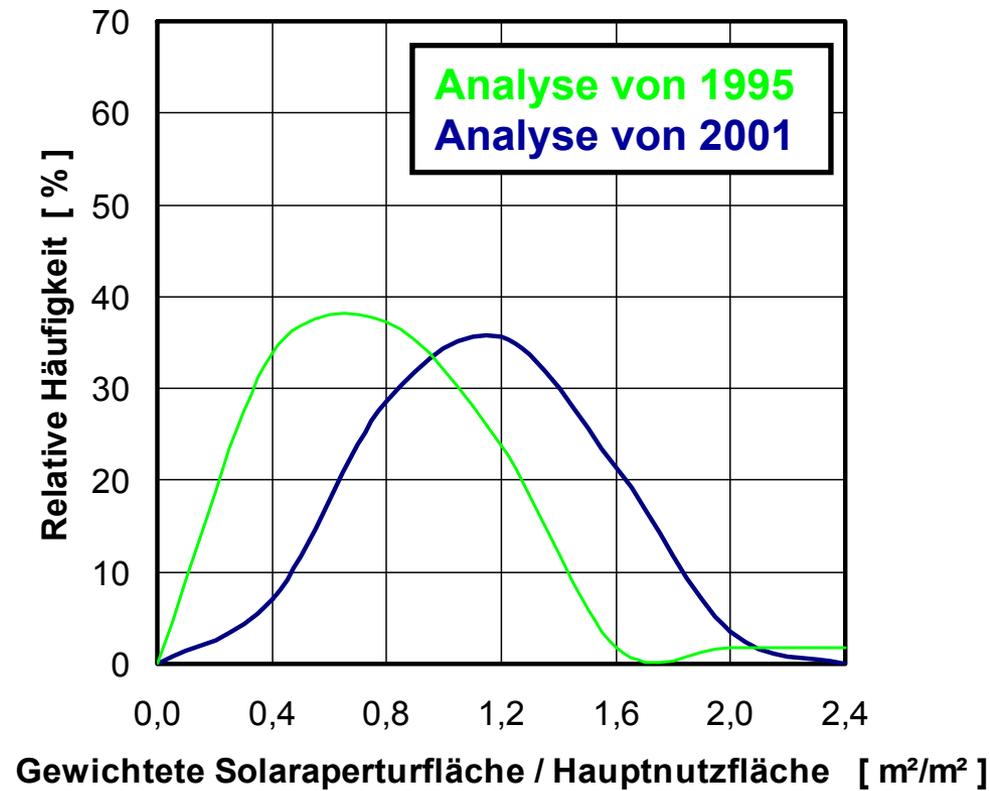
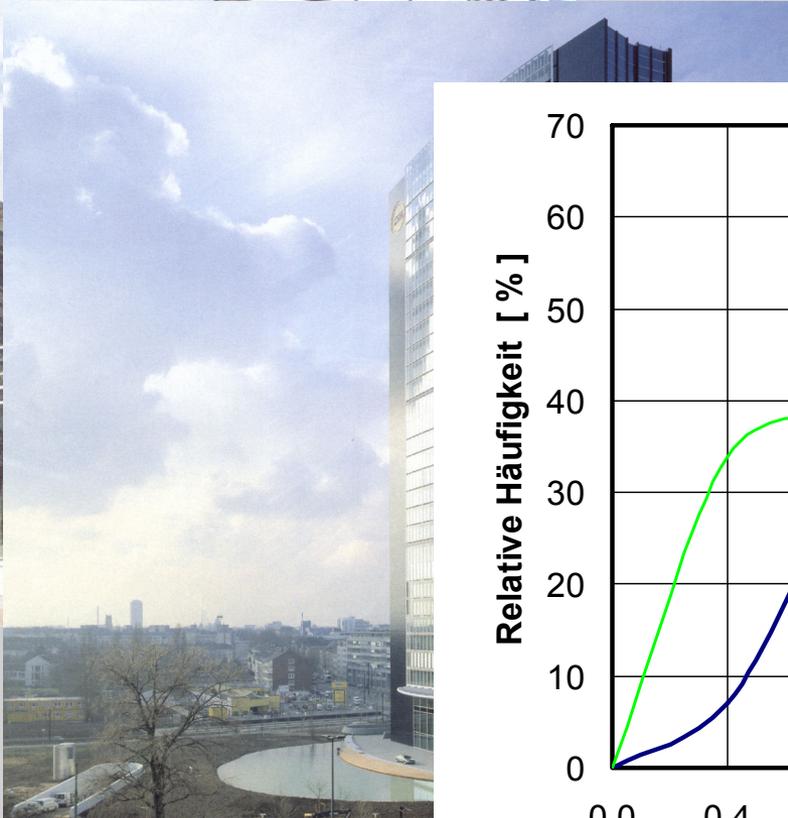
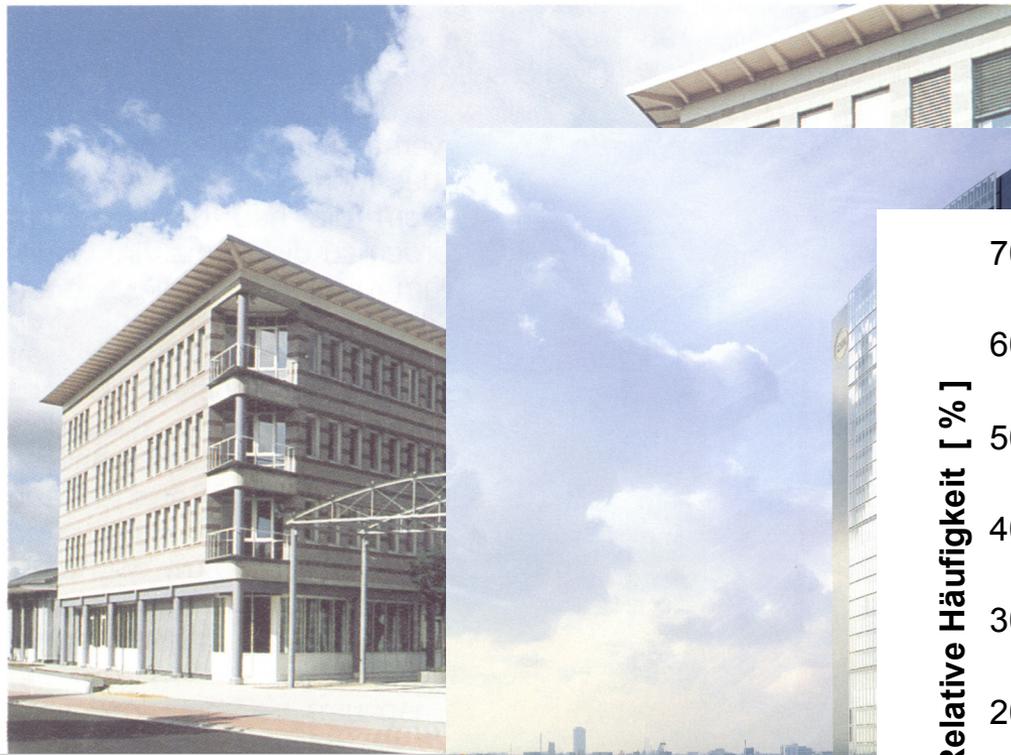


Entwicklung des energiesparenden Bauens

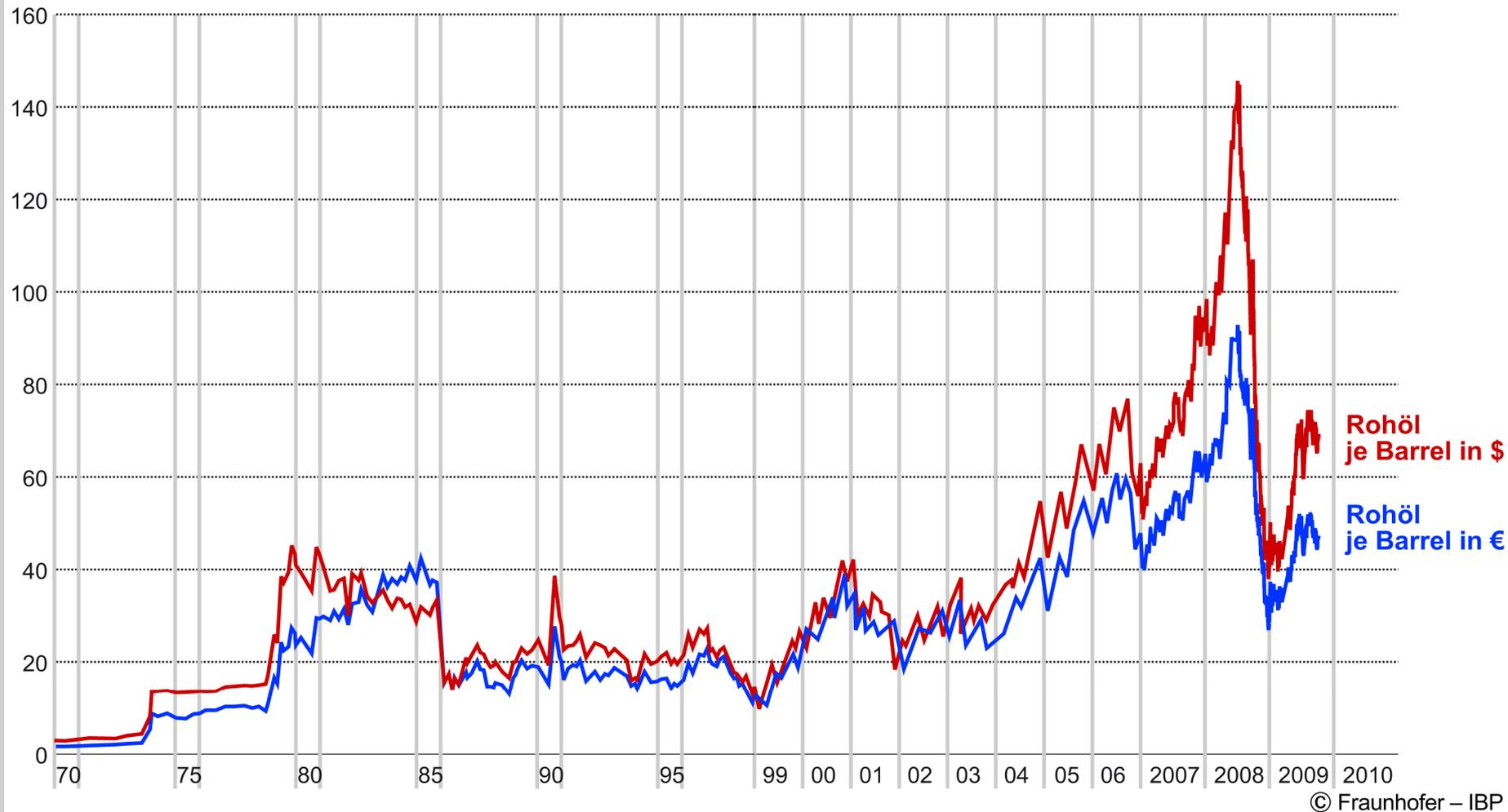
Primärenergiebedarf – Heizung [kWh/m²a]



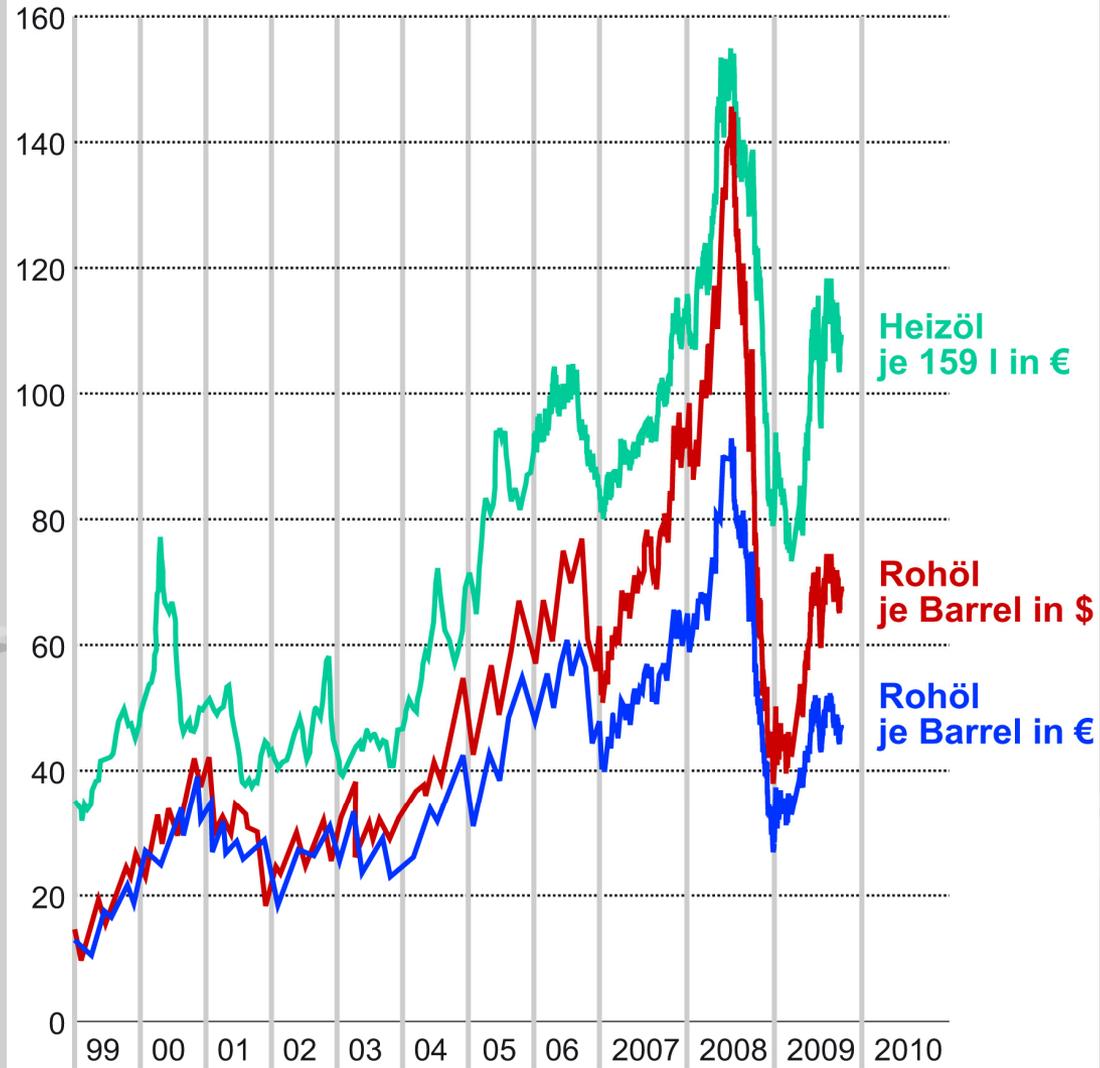
Trend zu mehr Glas hält an



Ölpreis – Entwicklung seit 1970



Ölpreis – Entwicklung seit 1999



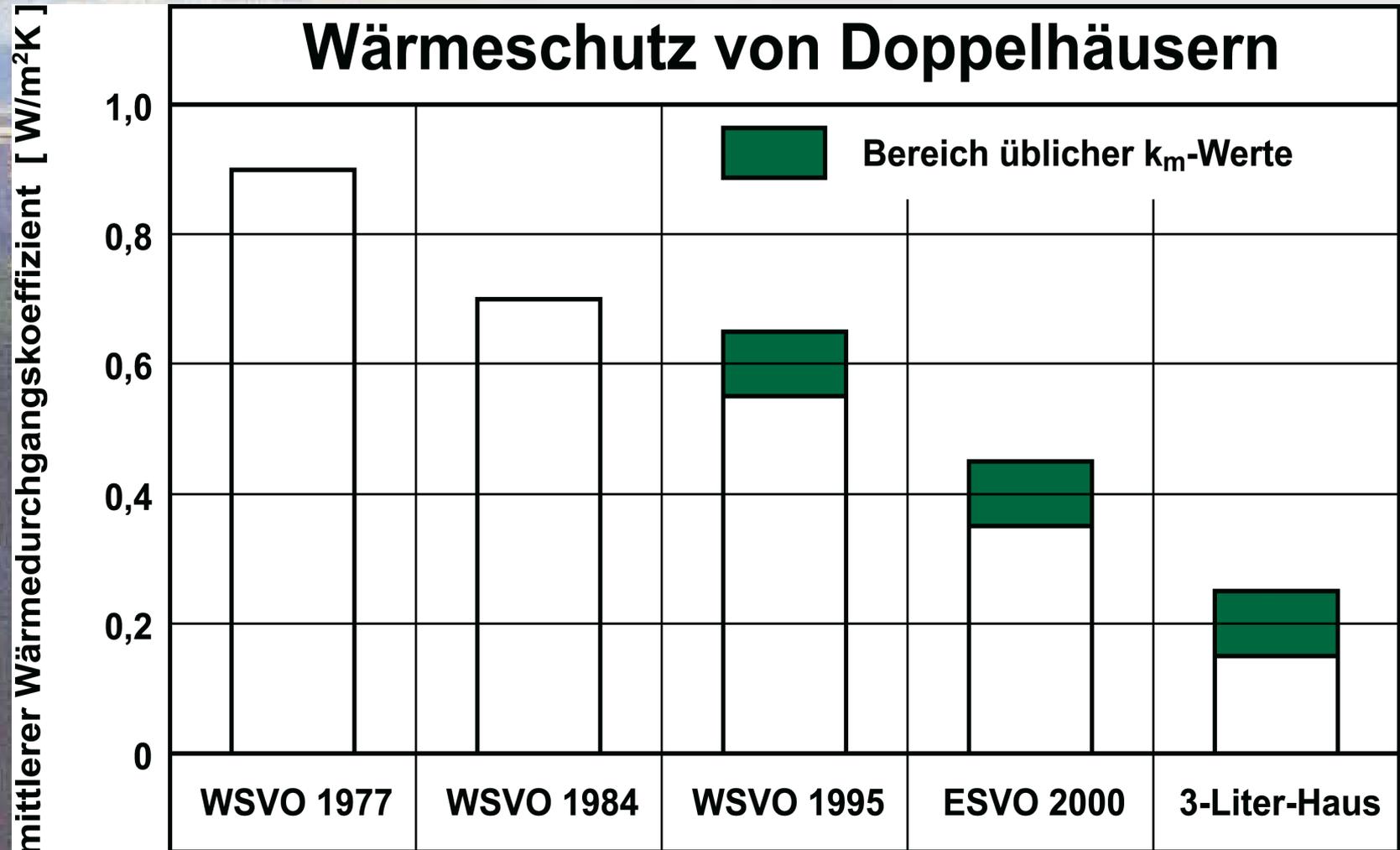
© Fraunhofer – IBP



Zukunft Raumkonditionierung

- Heizlasten werden kleiner, aber größere Flexibilität notwendig
- Kühllasten nehmen zu
- Individuelle Arbeitsplatzregelung gefordert
- Regenerative Konzepte im Vormarsch
- Behaglichkeit steht häufig vor Energie
- Künftig wird Stromsparen prioritär

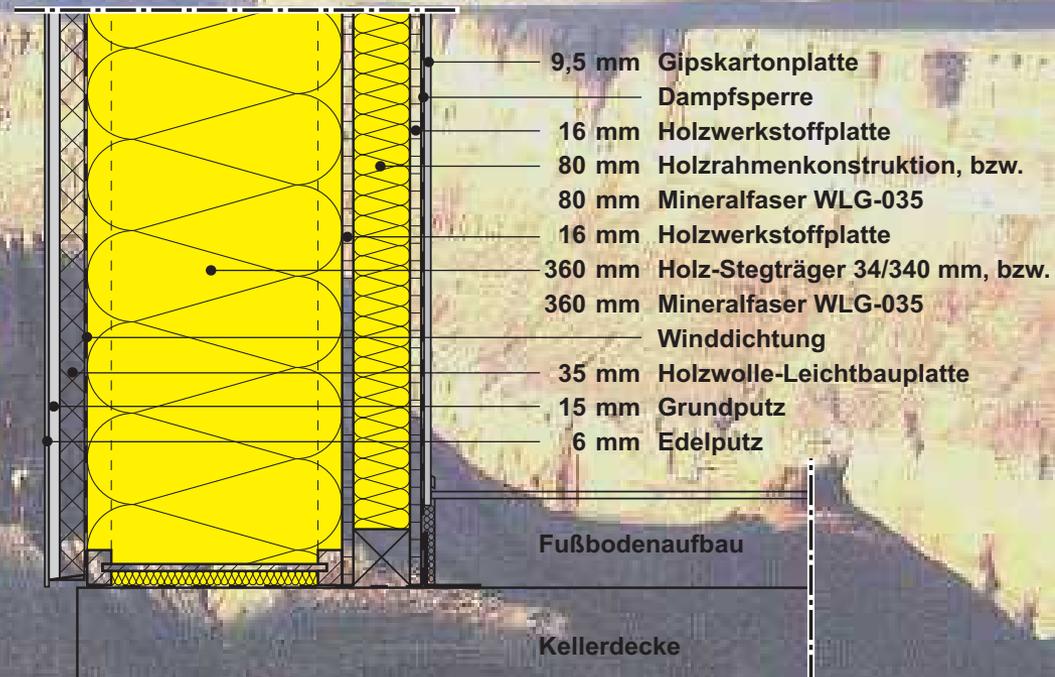
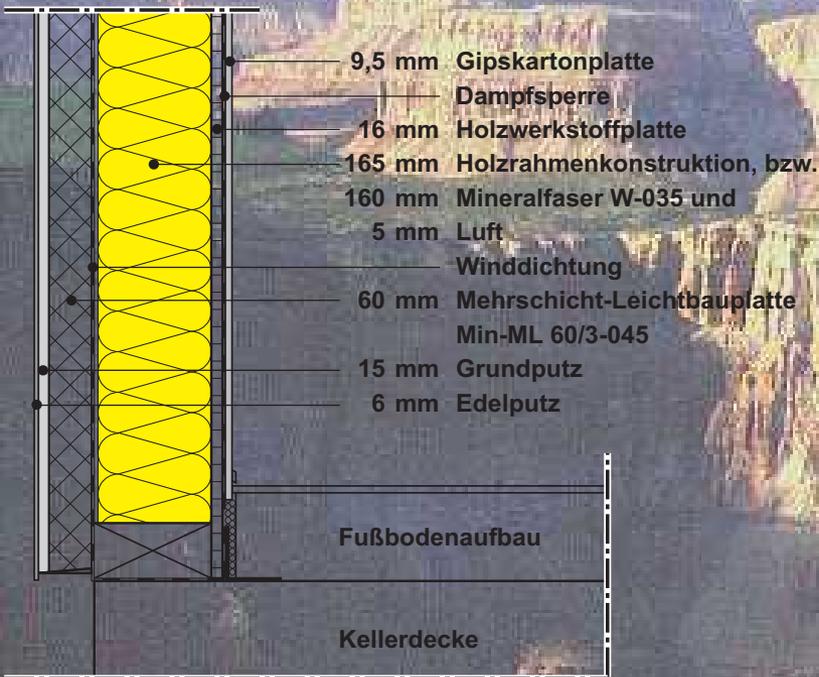
Schlüsseltechnologie Baulicher Wärmeschutz



Neue Konstruktionen erlauben Quantensprünge

Holzrahmenbauweise
($U = 0,2$ bis $0,3 \text{ W/m}^2\text{K}$)

Holzstegträgerbauweise
($U < 0,1 \text{ W/m}^2\text{K}$)



Vacuum-Dämmung





Innovative Insulation

EU  framework programme

 eco buildings

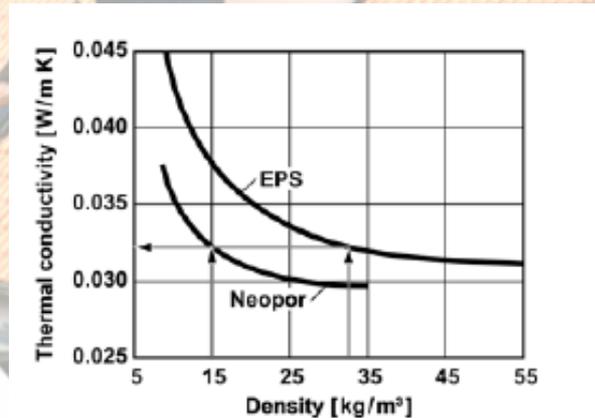
Guideline

2007

Superdämmung

graphitbeschichtet

Transparenter Putz





Innovative Insulation

EU  framework programme

 eco buildings

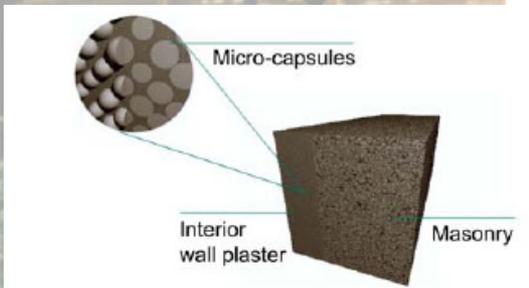
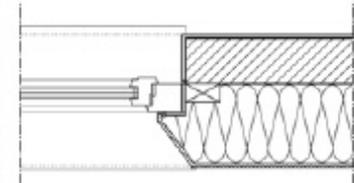
Guideline

2007

IR & PCM Putz

Vacuumdämmung

Lichtkeil





Innovative Insulation

EU  framework programme

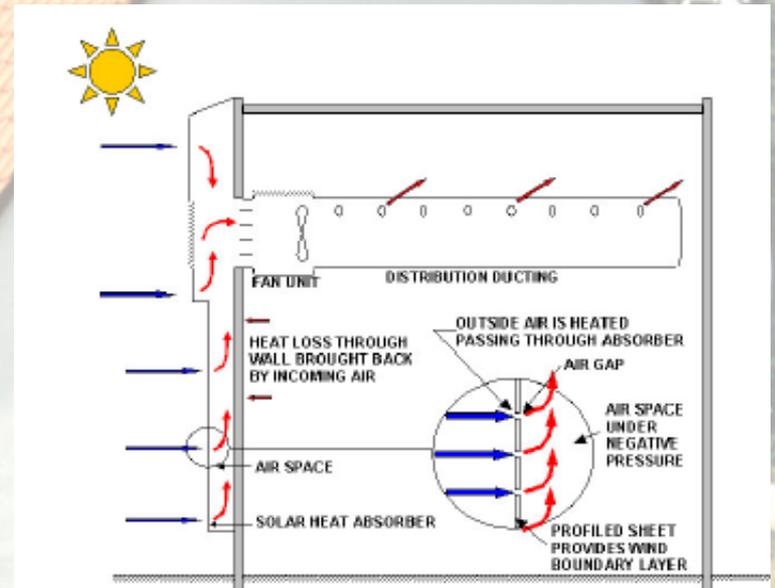
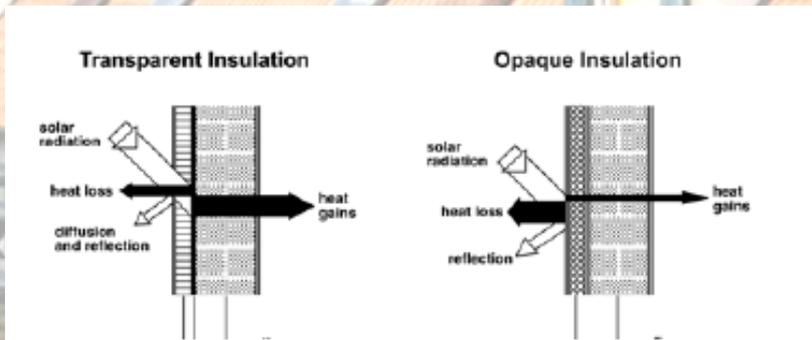
eco buildings

Guideline

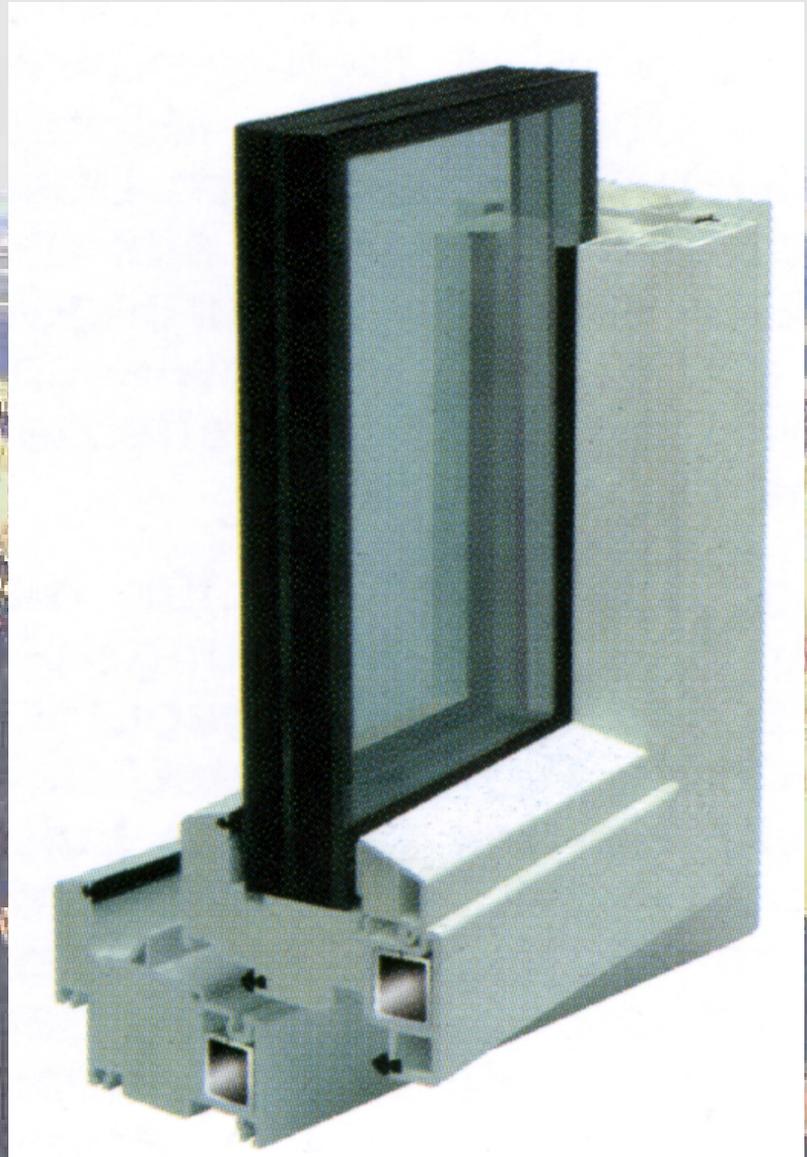
2007

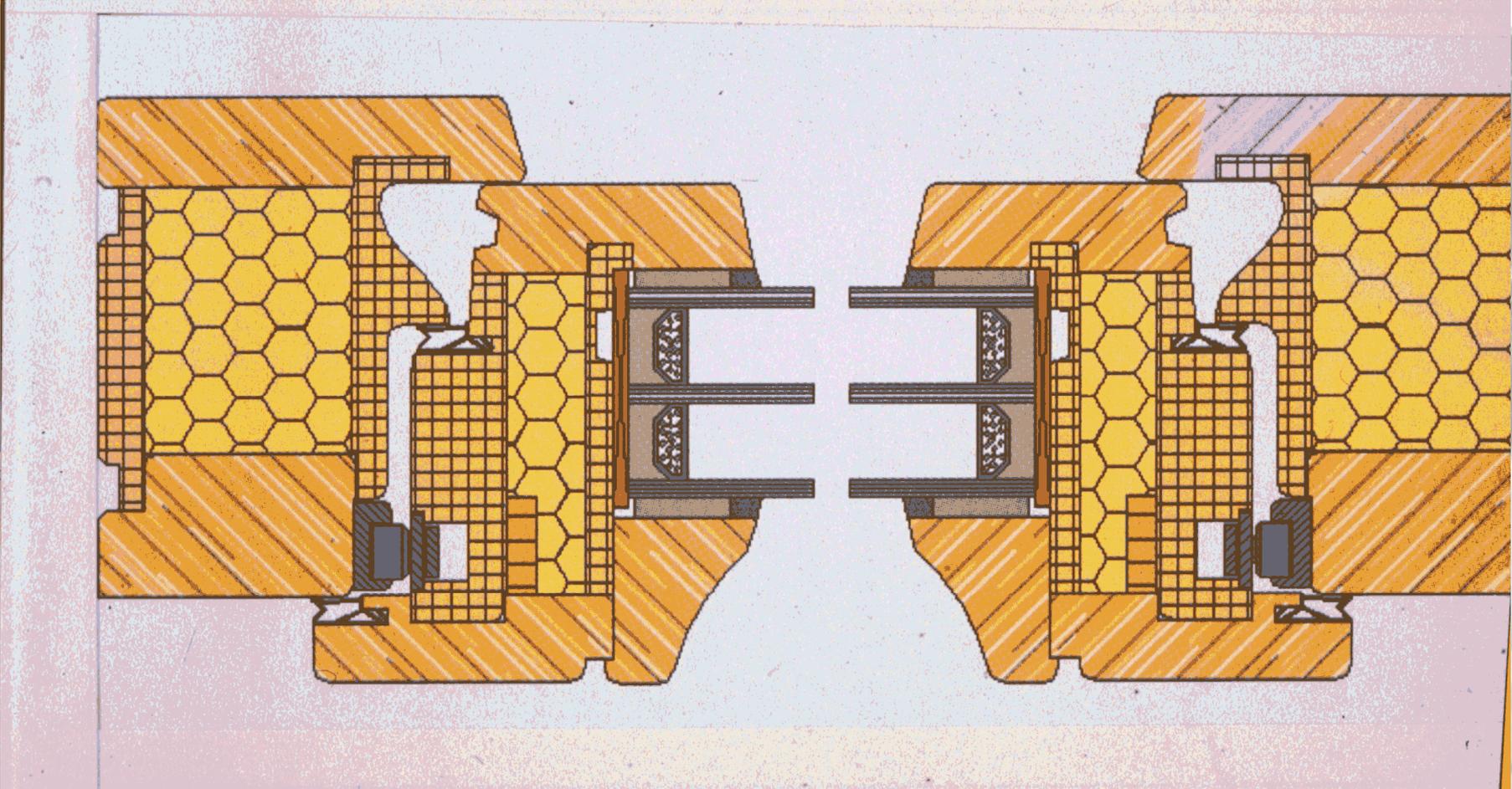
TWD & HTWD

Solarwall



**Eine neue Fenstergeneration halbiert Rahmenverluste
(U_w - Werte sinken von über 1,5 auf unter 0,8 W/m²K)**







Advanced energy efficient windows

EU  framework programme

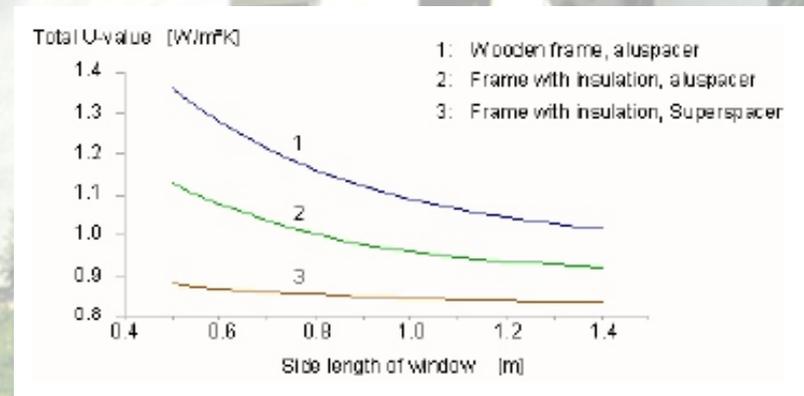
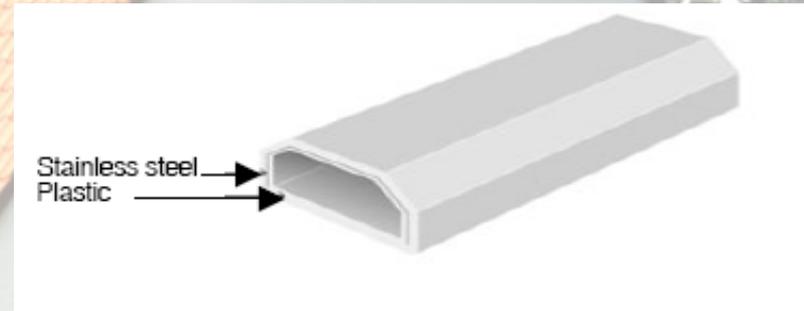
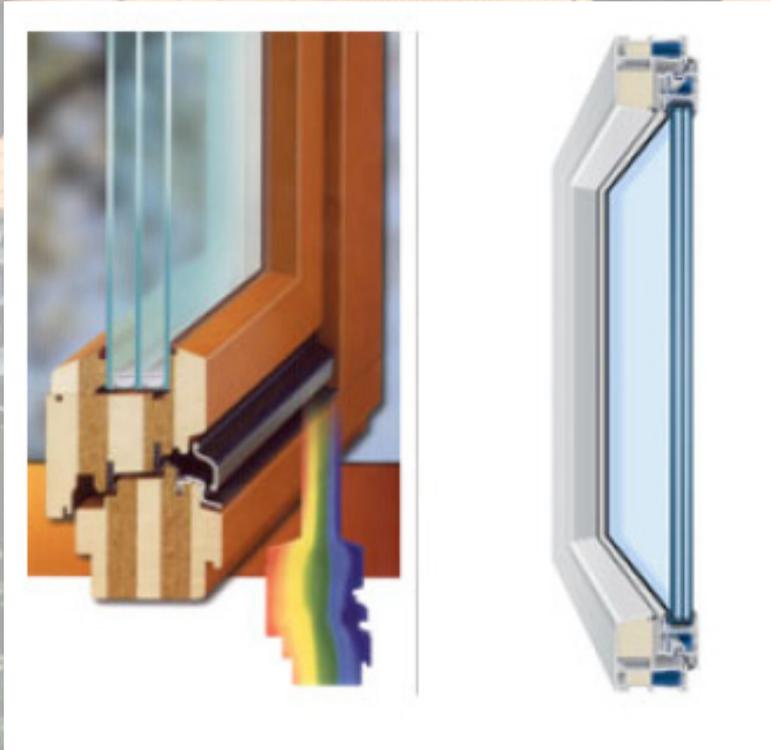
 eco buildings

Guidelines

2007

Rahmen

Abstandshalter





Advanced energy efficient windows

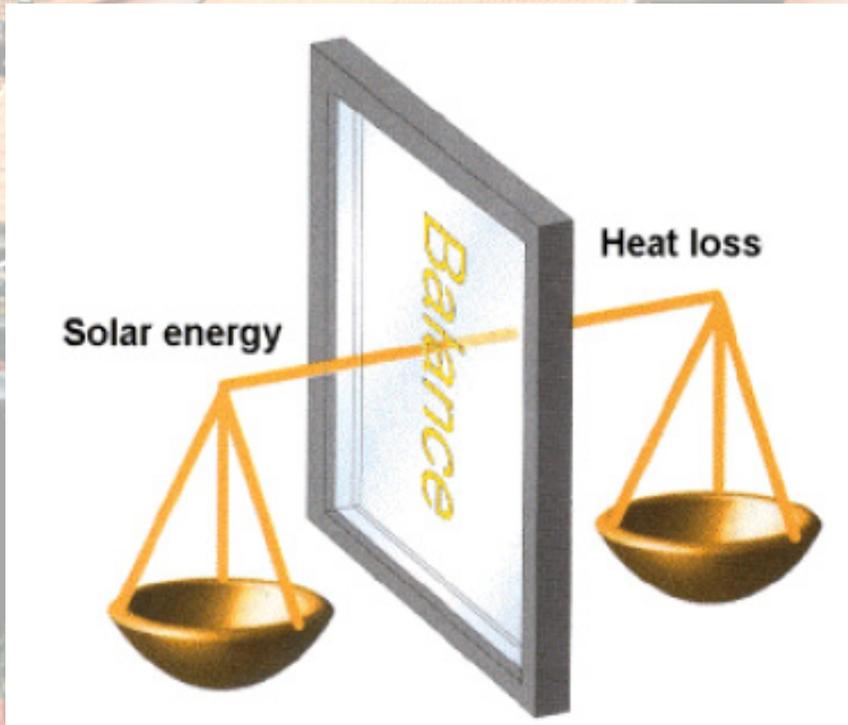
EU  framework programme



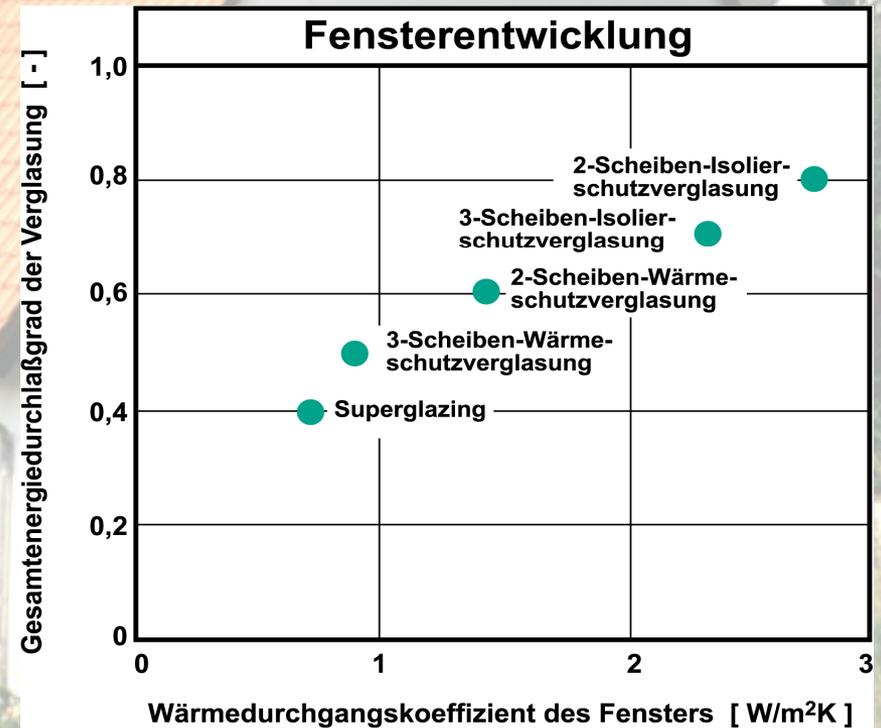
Guidelines

2007

Bilanz

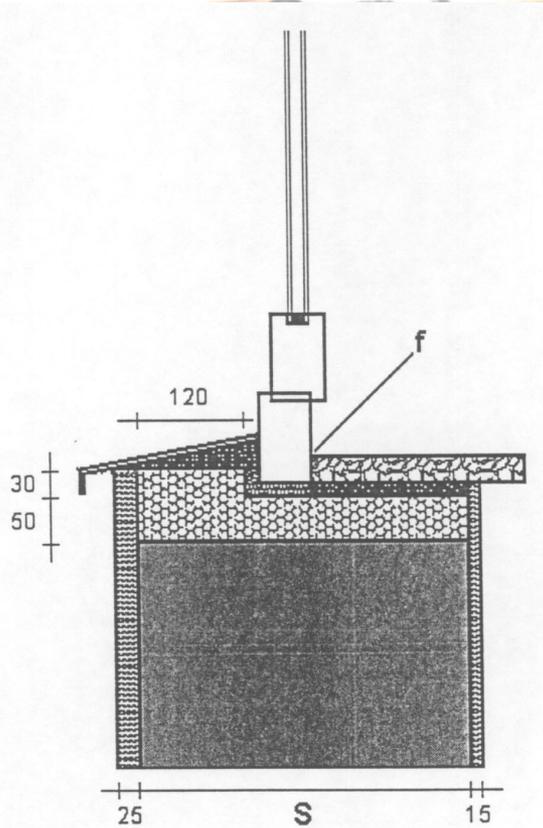


Kennwerte



Lösungen bis ins Detail sparen Energie, Kosten und Schäden

Fensterbrüstung mit Dämmzarge



Wärmebrückenverlustrkoeffizient	Temperaturfaktor
ψ_e	f_{Rsi}
0,005 W/(m*K)	0,82

TIPP:

Wärmebrücken und Luftdichtheit haben Einsparpotential wie Lüftungsanlagen und Solaranlagen (> 10 kWh/m²a)

**Neue Fassadenkonzepte ermöglichen
mehr Komfort
bei natürlicher Lüftung im Geschößbau**





Advanced energy efficient windows

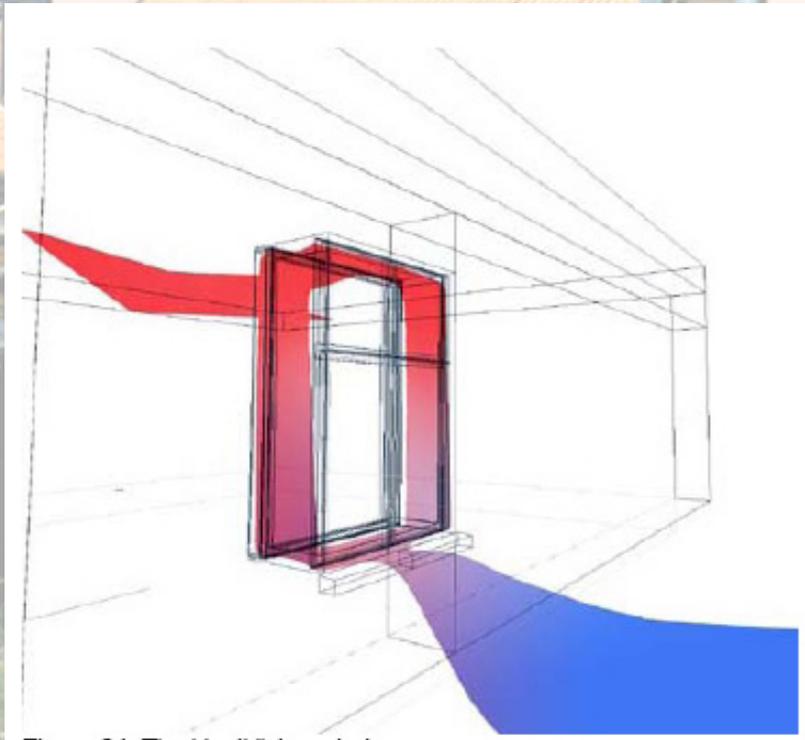
EU  framework programme

 eco buildings

Guidelines

2007

Lüftungsfenster

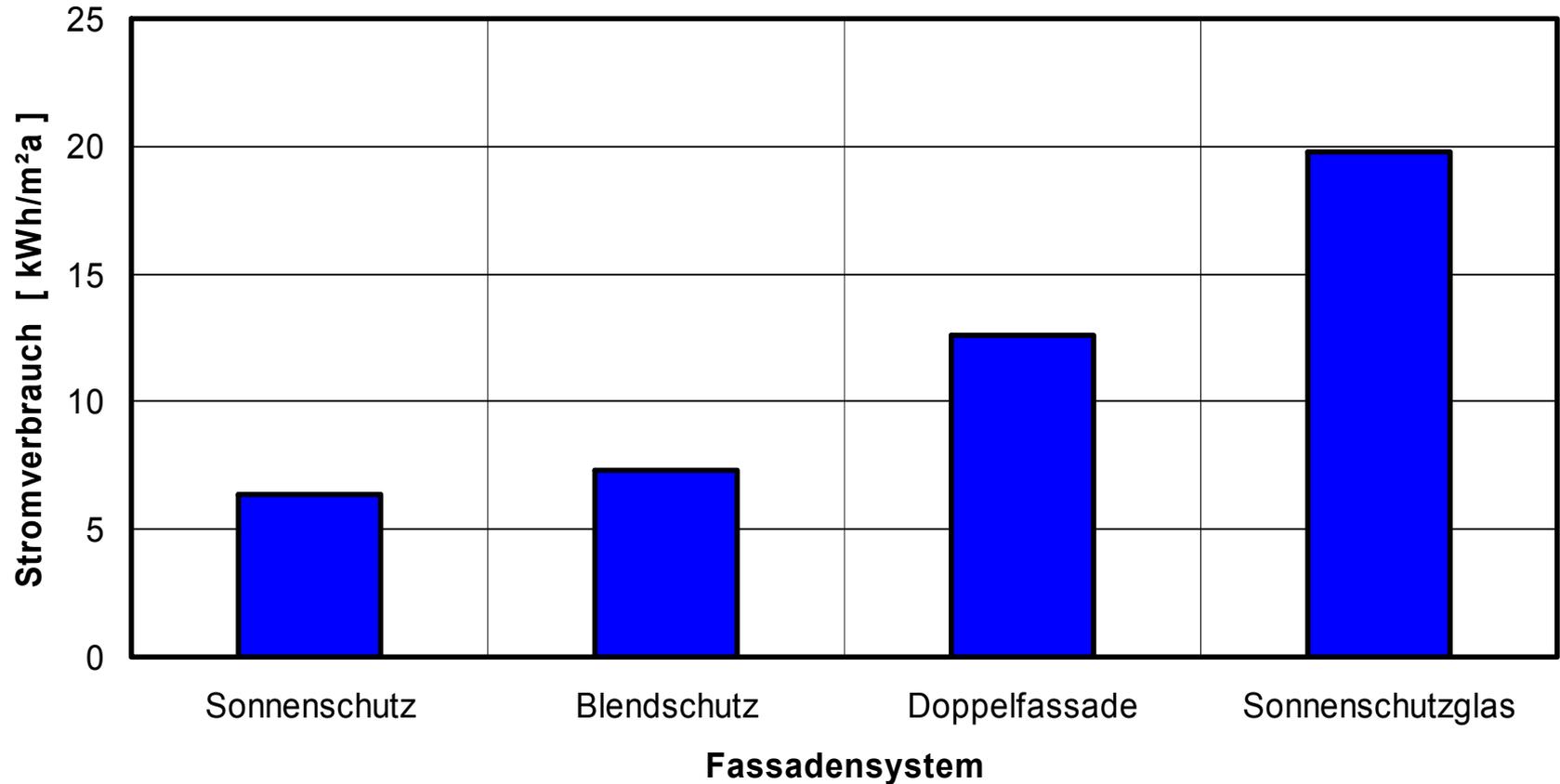


Doppelfassaden



Einfluß der Fassadengestaltung auf die Beleuchtung

**Stromverbrauch für kontinuierlich gedimmtes
Kunstlichtsystem (Typraum)**



Gut über den Sommer: PCM in Baukonstruktionen

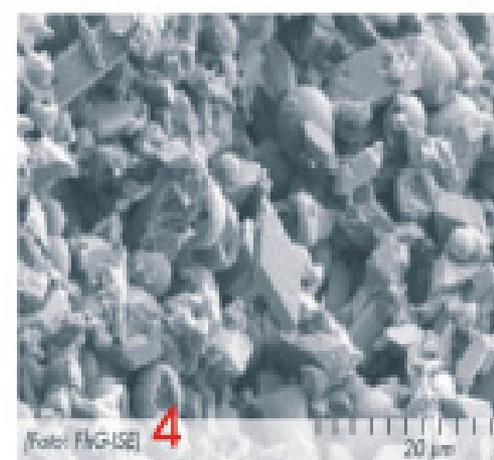
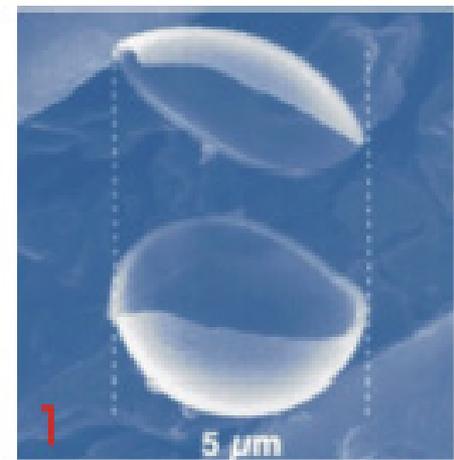


Abb.1: Mikrokapsel in Vergrößerung (BASF)

Abb.2: wässrige Mikrokapseldispersion (BASF)

Abb.3: Mikrokapseln als trockenes Pulver (BASF)

Abb.4: PCM-haltiger Gipsputz unter dem Rasterelektronenmikroskop (Knauf)

Quelle: BINE, 2002

Solare Fassadensysteme

Energetische Effizienz – Kosten – Wirtschaftlichkeit



Fraunhofer IRB Verlag



Chancen bis hin zum Plus-Energiehaus (Erste Piloten 1992)

Berlin
(Schreck)

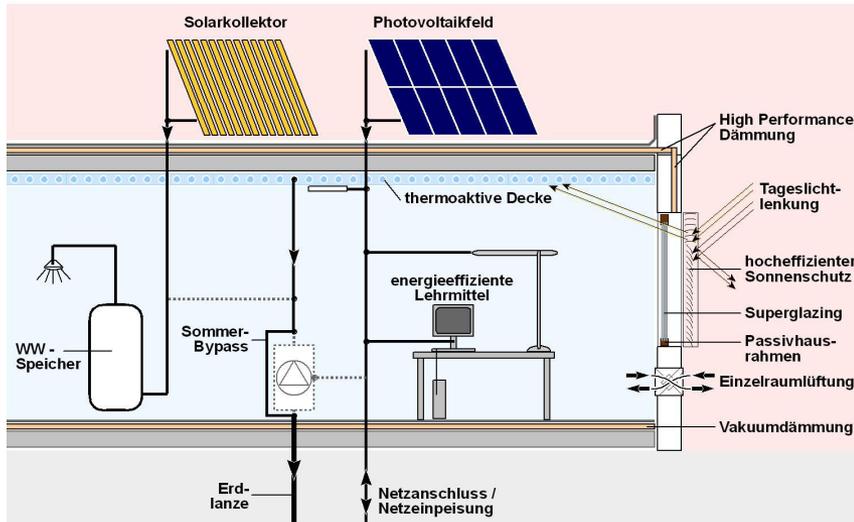


Münster
(Waltermann)

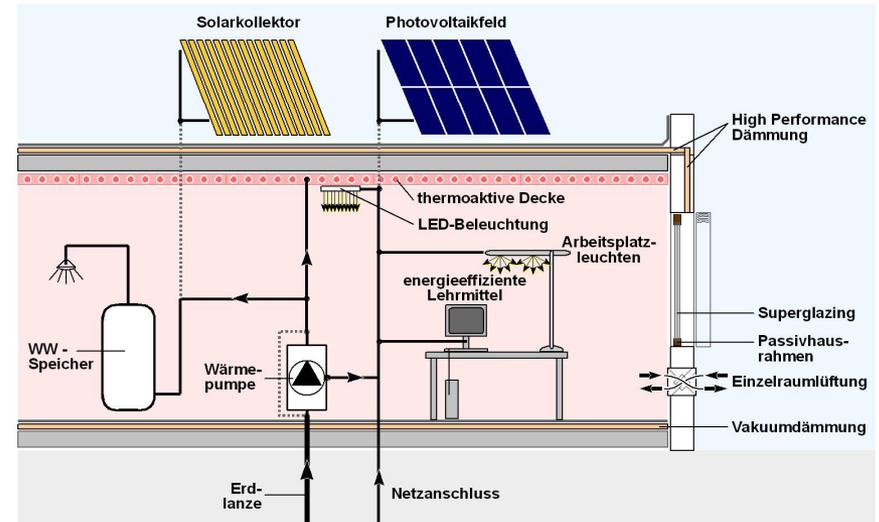


Energiekonzept Plusenergieschule

SOMMER



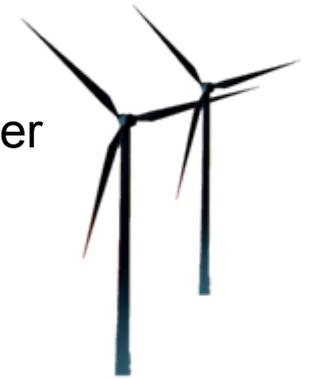
WINTER



Plus Energie Schule Rostock

Entwurf Energiekonzept

Zwei Windräder

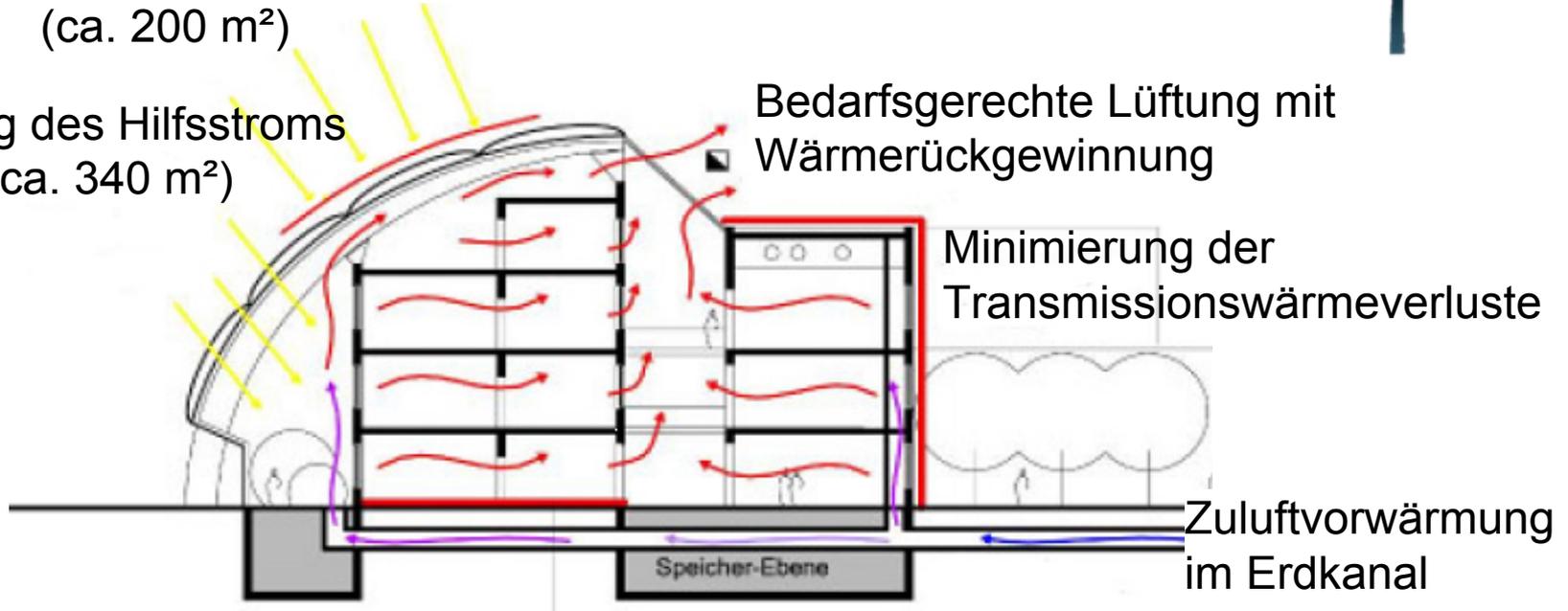


Vakuumpöhrnkollektor
(ca. 200 m²)

Deckung des Hilfsstroms
mit PV (ca. 340 m²)

Bedarfsgerechte Lüftung mit
Wärmerückgewinnung

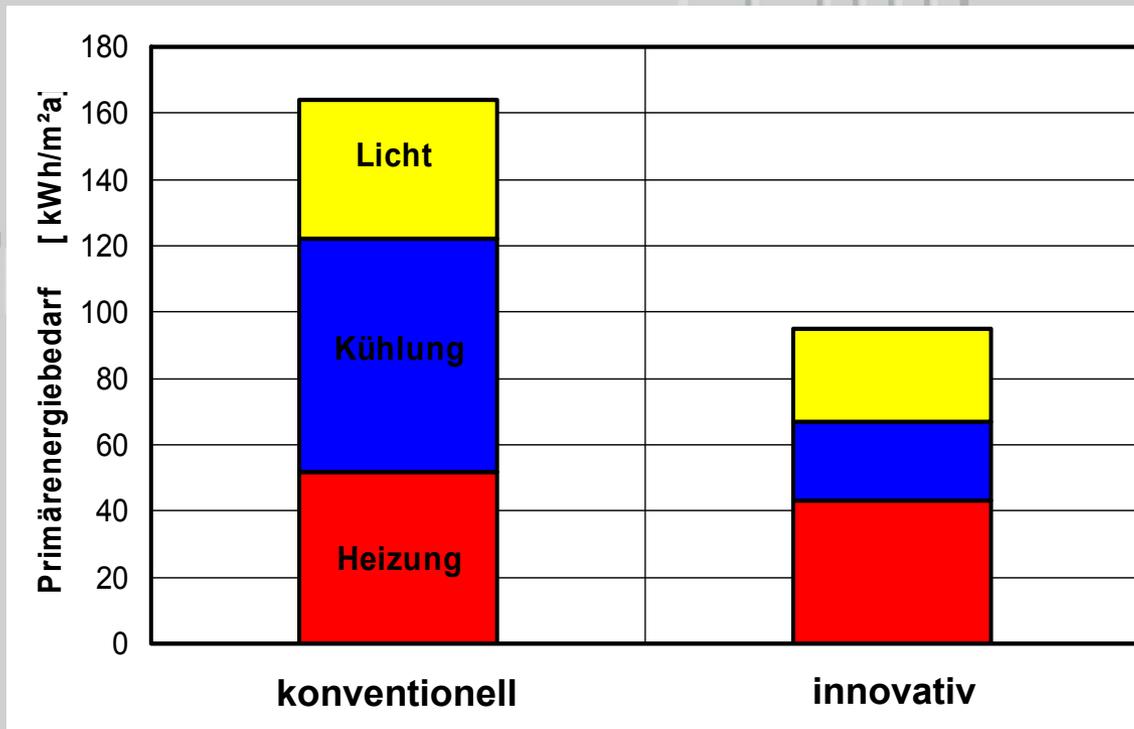
Minimierung der
Transmissionswärmeverluste



Nutzung der Erdwärme mit Wärmepumpe

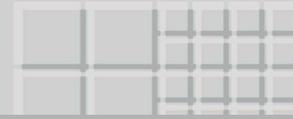
Vergleich konventionelle/ innovative Fassade

- besserer u-Wert, kleiner g-Wert: Heizung fast gleich
- kleinerer g & F_C – Wert: Kühlung deutlich geringer
- Tageslichtlenkung/ -regelung: Beleuchtung deutlich reduziert



VERU

Validierung von Fassadenkonzepten im 1:1 Model





20 Jahre Wärmetechnik



75 Jahre IBP



Chance Fassade:

Das IBP als F & E - Partner
für innovative und energie-
effiziente Gebäudekonzepte

[innovation @ bauphysik.de](http://innovation@bauphysik.de)

Weitere Informationen:

www.ibp.fraunhofer.de/wt