

TECHNISCHE
FACHHOCHSCHULE
BERLIN



fhtw

Fachhochschule für Technik
und Wirtschaft Berlin

University of Applied Sciences

Seminarreihe „Bauen im Bestand“

U-Wert in Theorie und Praxis

Betrachtungen zu durchgeführten Studien im Hinblick auf Heizenergieeinsparungen

$$U = \frac{1}{\Sigma R}$$

U = Wärmedurchgangskoeffizient

R = Wärmedurchlasswiderstand

Wenn R groß – dann U klein.

$$U = \frac{1}{R_{si} + R_m + R_{se}}$$

R_m = Wärmedurchlasswiderstand Material

R_s = Wärmeübergangswiderstand

$$\begin{array}{r}
 \text{(d)} \quad \text{m} \quad \text{m}^2 \text{ K} \\
 \text{-----} \quad \text{-----} = \text{-----} \quad \text{(R)} \\
 \text{(\lambda)} \quad \text{W} \quad \text{W} \\
 \text{-----} \\
 \text{m K}
 \end{array}$$

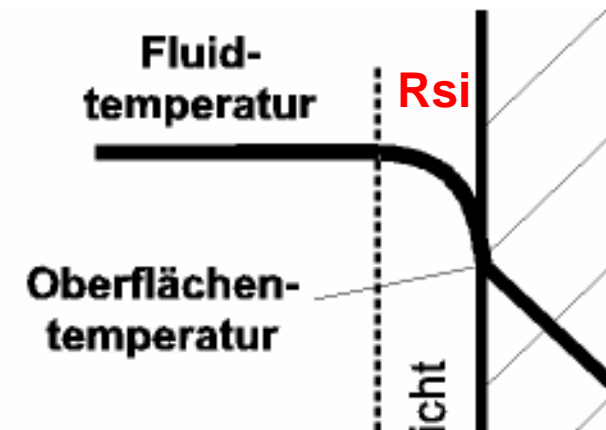
d = Schichtdicke

λ = Wärmeleitfähigkeit

$$U = \frac{1}{R_{si} + R_m + R_{se}}$$

R_{si} = Wärmeübergangswiderstand
innen

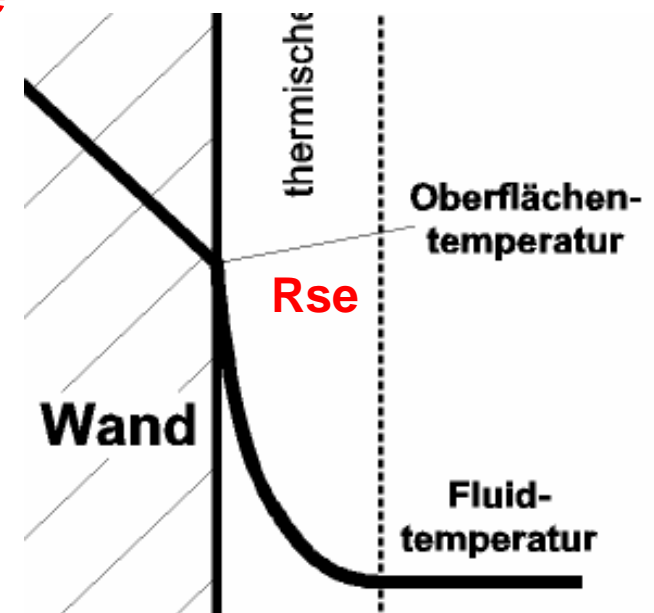
$R_{si} = 0,13 \text{ m}^2\text{K/W}$



$$U = \frac{1}{R_{si} + R_m + R_{se}}$$

R_{se} = Wärmeübergangswiderstand
außen

$$R_{se} = 0,04 \text{ m}^2\text{K/W}$$



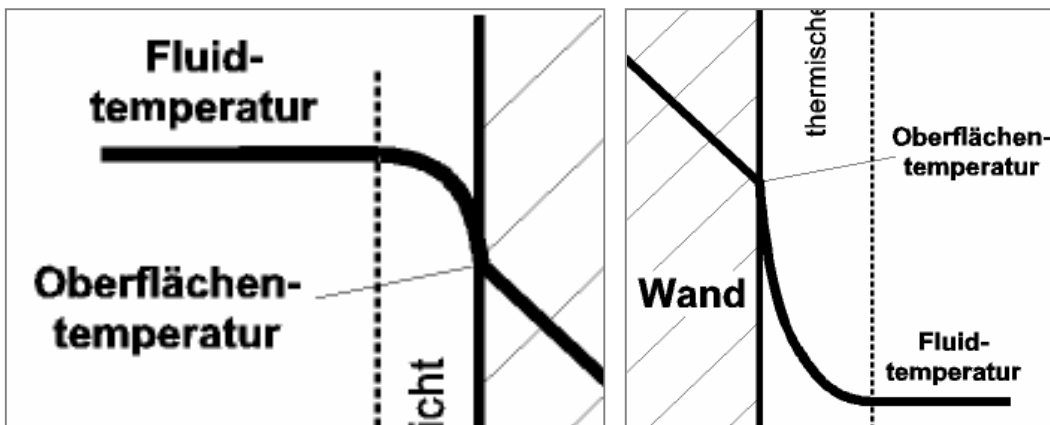
$$U = \frac{1}{R_{si} + R_m + R_{se}}$$

$$R_{si} = 0,13 \text{ m}^2\text{K/W}$$

$$R_{se} = 0,04 \text{ m}^2\text{K/W}$$

$$\Sigma R_s = 0,17 \text{ m}^2\text{K/W}$$

$$U = \frac{1}{0,17 + R_m}$$



Genormter Zustand!

$$U = \frac{1}{0,17 + R_m}$$

d Schichtdicke

$$R = \frac{d}{\lambda}$$

λ Wärmeleitfähigkeit

$$U = \frac{1}{0,17 + R_m}$$

a) $d \uparrow \rightarrow R \uparrow$

b) $\lambda \uparrow \rightarrow R \uparrow$

Quelle:

		Juni 2003
	Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden Teil 6: Berechnung des Jahresheizwärme- und des Jahresheizenergiebedarfs	Vornorm DIN V 4108-6
ICS 91.120.10	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;"> Vornorm </div>	Ersatz für DIN V 4108-6:2000-11 und DIN V 4108-6/A1:2001-08
<p>Thermal protection and energy economy in buildings — Part 6: Calculation of annual heat and annual energy use</p> <p>Protection thermique et économique d'énergie dans la construction immobilière — Partie 6: Calcul des besoins annuels en chaleur en énergie et des besoins annuels en énergie</p> <p>Eine Vornorm ist das Ergebnis einer Normungsarbeit, das wegen bestimmter Vorbehalte zum Inhalt oder wegen des gegenüber einer Norm abweichenden Aufstellungsverfahrens vom DIN noch nicht als Norm herausgegeben wird.</p> <p>Zur vorliegenden Vornorm wurde kein Entwurf veröffentlicht. Erfahrungen mit dieser Vornorm sind erbeten an den Normenausschuss Bauwesen (NABau) im DIN Deutsches Institut für Normung e. V., 10772 Berlin (Hauanschrift: Burggrafenstraße 6, 10787 Berlin).</p>		

DIN V 4108 6, Ausgabe: **2003**-06

Teil 6: Berechnung des Jahresheizwärme- und des Jahresheizenergiebedarfs

Ersatz für

DIN V 4108-6:2000-11 und

DIN V 4108-6/A1:2001-08

Frühere Ausgaben:

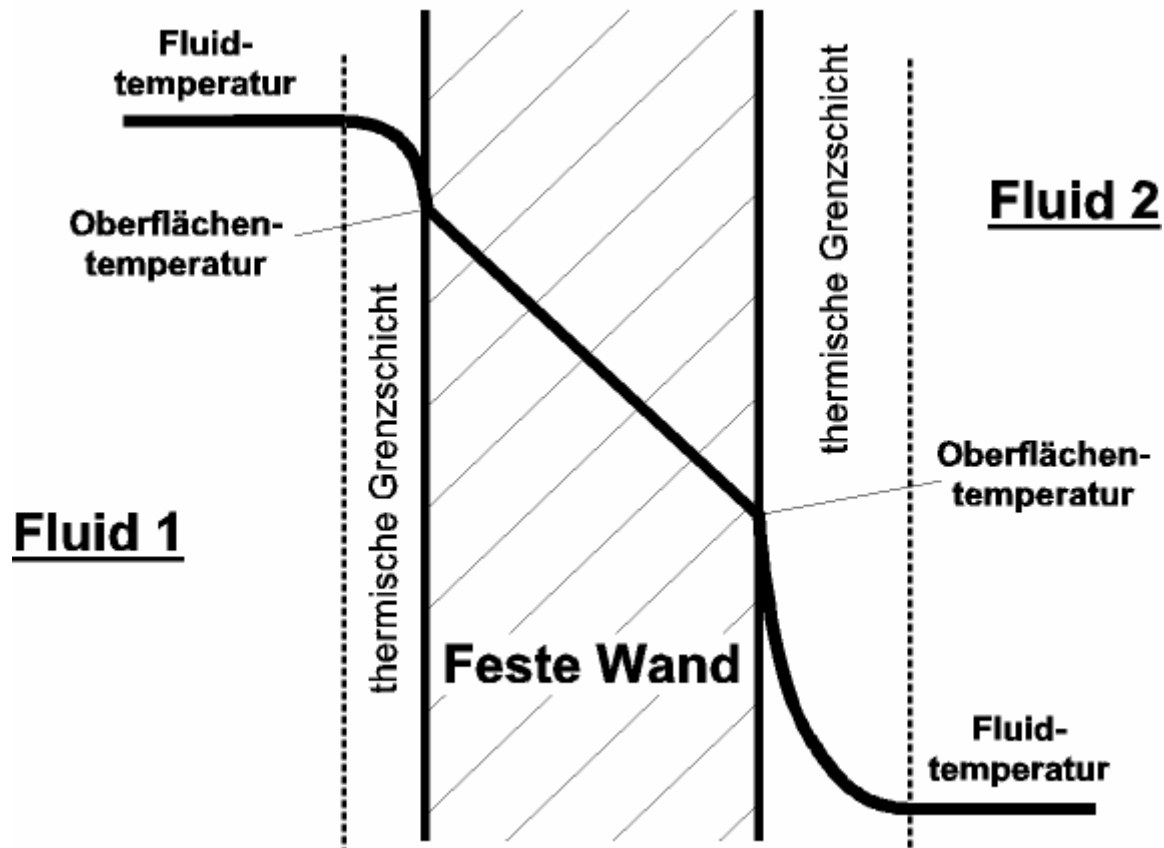
DIN 4108-6: **1995**-04

04.1995 - 04.2008

= 13 Jahre **Vornorm**

„Eine Vornorm ist das Ergebnis einer Normungsarbeit, das wegen bestimmter **Vorbehalte zum Inhalt** oder wegen des gegenüber einer Norm abweichenden Aufstellungsverfahrens vom DIN noch nicht als Norm herausgegeben wird. Zur vorliegenden Vornorm wurde kein Entwurf veröffentlicht.“

DIN



Stationäre Temperaturverteilung einer monolithischen Konstruktion
[Norm, offizielle Lehrmeinung]

$$c \cdot \rho \cdot \frac{\partial \vartheta}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x} \left(\lambda \frac{\partial \vartheta}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(\lambda \frac{\partial \vartheta}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left(\lambda \frac{\partial \vartheta}{\partial z} \right) + E$$

Fouriersche Wärmeleitungsgleichung

Links vom Gleichheitszeichen:

- a) der Ausdruck, der die Speicherfähigkeit des Baustoffes beschreibt, darin enthalten:
- die spezifische Wärmekapazität c (Wh/kg K) und
 - das Raumgewicht ρ (kg/m³)

Rechts vom Gleichheitszeichen:

- b-d) drei gleichartige Ausdrücke, die die Wärmeleitung mit der jeweils darin enthaltenen Wärmeleitfähigkeit λ (W/mK) berücksichtigen (je in x-, y- und z-Richtung)
- e) sonstige Wärmequellen, wie z. B. Solarstrahlung

$$c \cdot \rho \cdot \frac{\partial \vartheta}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x} \left(\lambda \frac{\partial \vartheta}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(\lambda \frac{\partial \vartheta}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left(\lambda \frac{\partial \vartheta}{\partial z} \right) + E$$

$$c \cdot \rho \cdot \Delta x \cdot \frac{\Delta \vartheta}{\Delta t} = \Delta \left(\lambda \frac{\Delta \vartheta}{\Delta x} \right) + E \cdot \Delta x$$

die Fouriersche Wärmeleitungs-
gleichung i.O. mit 5 Bestandteilen

in Kurzform

(Differenzen-Schreibweise)

stationär: durch Nullsetzung geht
sie in die Laplace-Gleichung
(Potentialgleichung) über

$$\frac{\partial}{\partial x} \left(\lambda \frac{\partial \vartheta}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(\lambda \frac{\partial \vartheta}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left(\lambda \frac{\partial \vartheta}{\partial z} \right) + E = 0$$

$$\Delta \left(\lambda \frac{\Delta \vartheta}{\Delta x} \right) + E \cdot \Delta x = 0$$

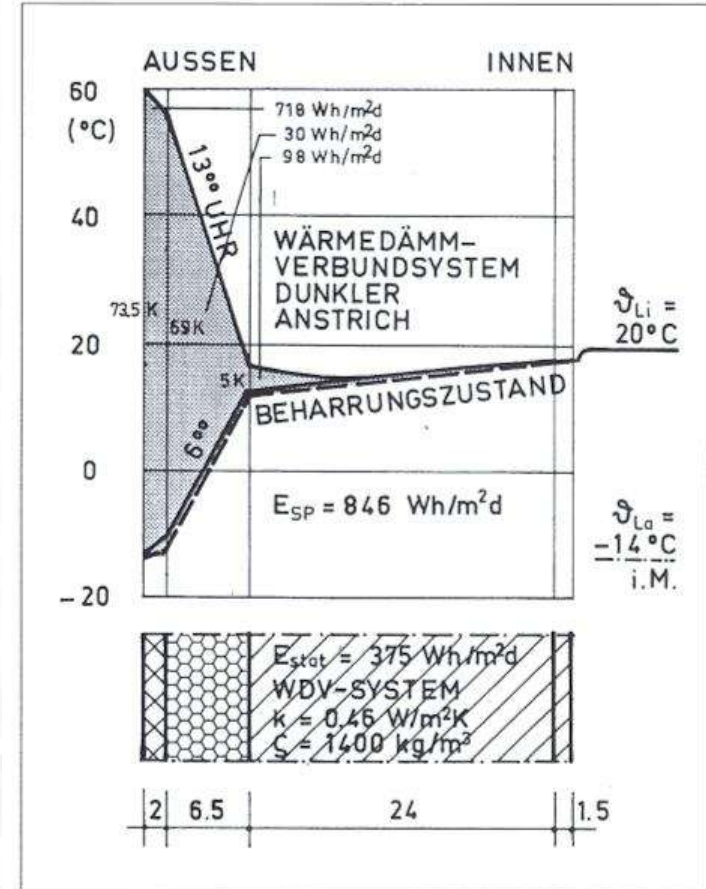
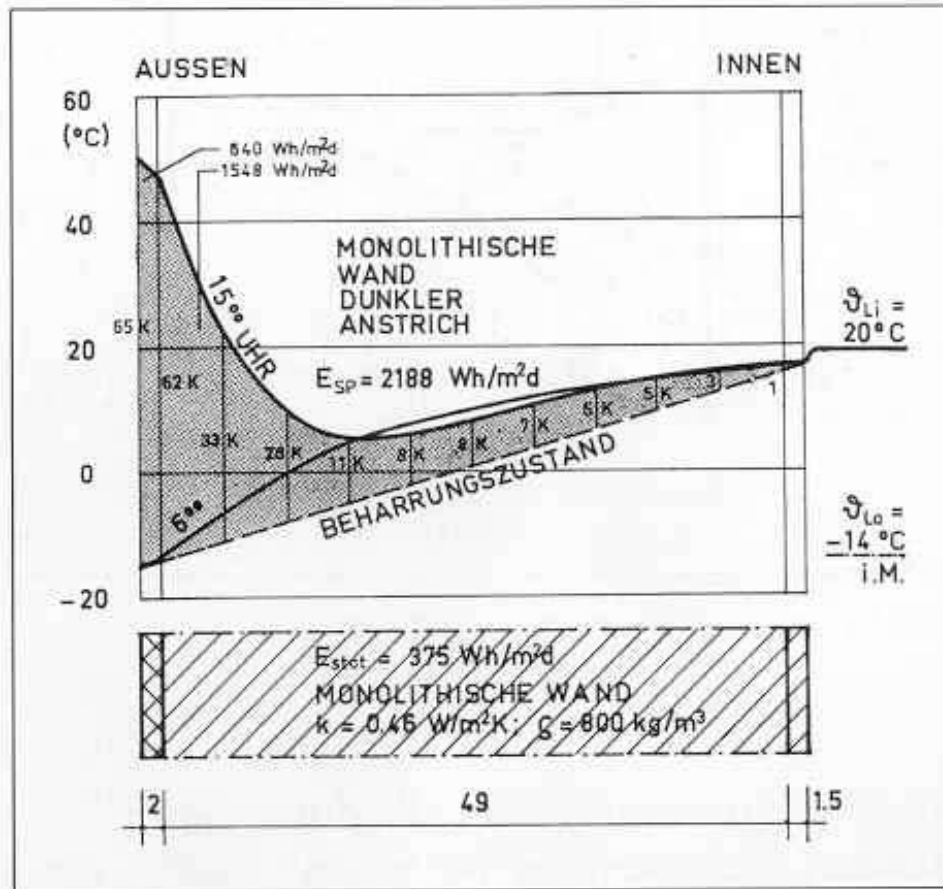
$$\Delta \left[\frac{\lambda}{s} \cdot (\vartheta_{a1} - \vartheta_{a2}) \right] = 0$$

$$\Delta \left[k \cdot (\vartheta_{I1} - \vartheta_{I2}) \right] = 0$$

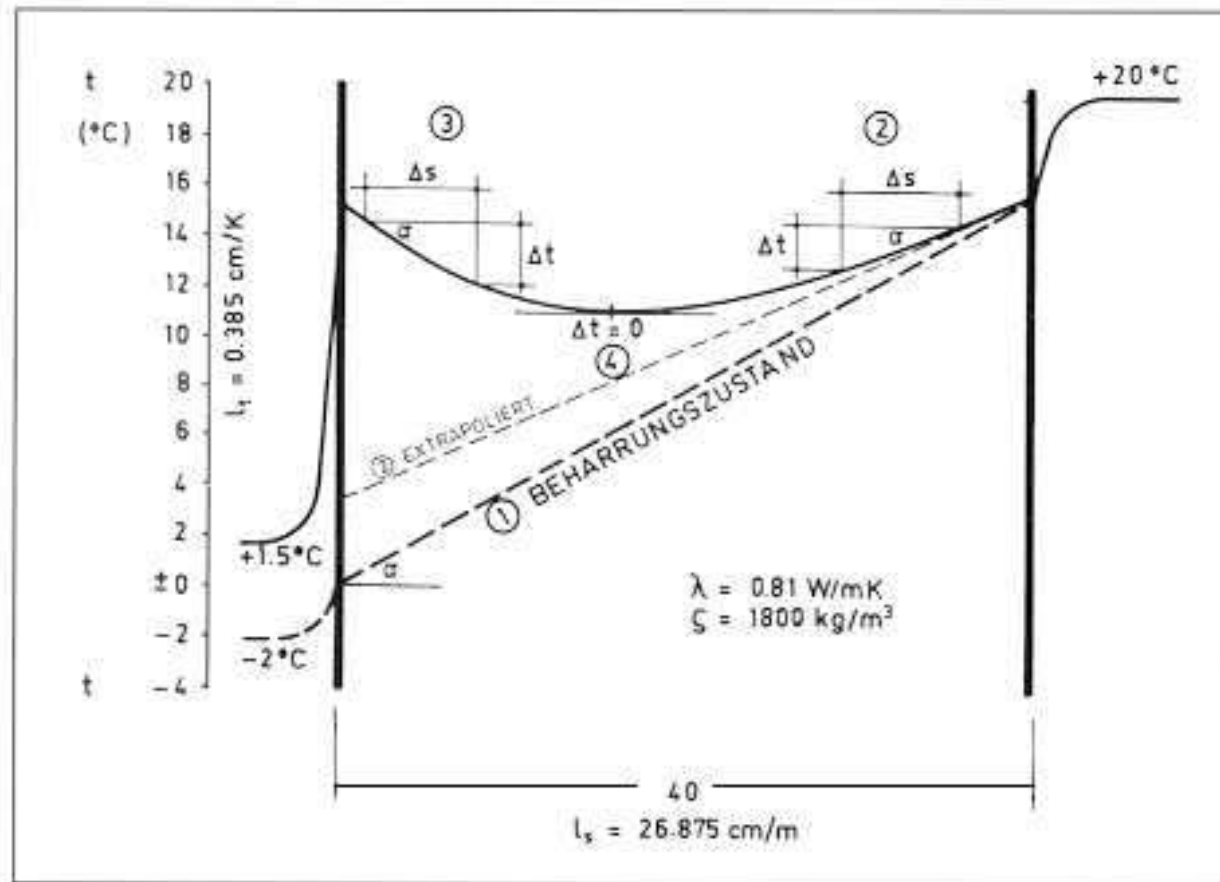
Der Kunstgriff: durch Nullsetzung definiert man

1. Materialeigenschaften weg
2. einen gleichmäßigen Wärmestrom

$$q = k \cdot (\vartheta_{I1} - \vartheta_{I2})$$



links: Temperaturverteilung und Energiegewinn einer monolithischen Wand
 rechts: Temperaturverteilung und Energiegewinn eines Wärmedämmverbundsystems
 [Prof. Claus Meier, Nürnberg, 2000]



Instationäre Temperaturverteilung einer monolithischen Konstruktion
 [Prof. Claus Meier, Nürnberg, 2000]

a [m²/s]

Temperaturleitfähigkeit

alias: Temperaturleitzahl

alias: Wärmediffusivität

$$a = \frac{\lambda}{\rho \cdot c_p}$$

beschreibt

- die zeitlichen Veränderung der räumlichen Verteilung der Temperatur durch Wärmeleitung als Folge eines Temperaturgefälles
- im Gegensatz zur Wärmeleitfähigkeit nicht nur das stationäre Verhalten bei der Wärmeleitung

instationäre Effekte (z.B. Temperaturzyklen, Feuchtepotenziale)

können durch die Wärmeleitfähigkeit allein nicht beschrieben werden

Wärmedämm-Verbundsysteme: Gut fürs Klima und fürs Portemonnaie

MEINUNG

Wärmedämm-Verbundsystem – das Wort klingt für Laien sperrig. Doch der Nutzen dieses Bausystems ist auch für Nicht-Experten schnell ersichtlich: Wer sein Haus mit WDVS saniert, kann viel Geld sparen. Eine Reduzierung der Wärmeverluste um 50 Prozent ist üblich, eine Absenkung um bis zu 90 Prozent im Einzelfall durchaus realistisch.

Als dieses System 1957 erstmals eingesetzt wurde, hätten sich die Initiatoren wahrscheinlich nicht träumen lassen, dass ein halbes Jahrhundert später in einem einzigen Quartal knapp 10 Millionen Quadratmeter mit dieser Innovation gedämmt werden würden – und das allein in Deutschland. Geradezu aberwitzig wäre ihnen wahrscheinlich die Vorstellung erschienen, dass ihre Erfindung im Jahr 2007 einen Beitrag zu Lösung eines der größten Menschheitsprobleme zu leisten vermögen würde.

Denn anders als noch vor einem halben Jahrhundert ist die Fra-



Foto: DIBU

So konnten rund 900.000 Tonnen Kohlendioxid-Ausstoß vermieden werden. Und von der Förderung durch das Gebäudesanierungsprogramm profitiert auch das Handwerk: Jede investierte Milliarde Euro sichert und schafft 25.000 Arbeitsplätze.

Die Energieeffizienz von Wohngebäuden, aber auch anders genutzten Gebäuden, wird künftig auf dem Immobilienmarkt eine viel größere Rolle spielen als bisher. Dazu soll der Energieausweis für bestehende Gebäude beitragen, den Verkäufer oder Vermieter im Falle eines geplanten Verkaufs oder einer Vermietung den Kauf- und Mietinteressenten in Zukunft vorzeigen müssen.

**Gabriel (Bausachverständiger im Umweltministerium):
„50% sind üblich, bis zu 90% realistisch“**

in: Deutsches IngenieurBlatt
Heft 4, April **2007**

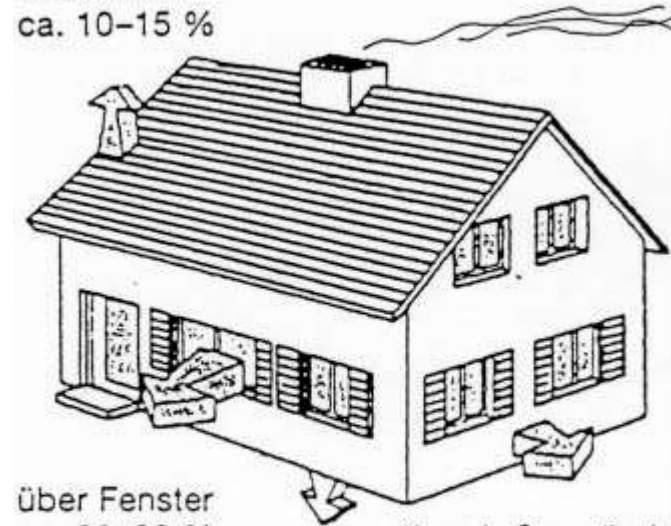
Sie (die tatsächlich erzielten Einsparungen) bewegen sich insgesamt unterhalb von 10 %, nämlich zwischen 3 und 7 %. Dabei konnten wir nicht feststellen, dass die Dicke des Dämmstoffes von mehr als 8 cm auch mehr Ersparnis bringt.

Jens P. Fehrenberg (Architekt, öbuvSV)
Energie-Einsparen durch nachträgliche Außendämmung bei monolithischen Außenwänden?
In der Praxis kommt wenig heraus!
erschieden in: vbn-info Sonderheft WärmeEnergie **2003**

Energieverluste über die Gebäudehülle:

Über oberen Abschluß,
z. B. Speicherecke
oder Dach
ca. 10-15 %

Über Lüftung
ca. 40-50 %



Über Fenster
ca. 20-30 %

Über Außenwände
ca. 15-20 %

Über unteren Abschluß,
z. B. Kellerdecke oder
Boden zum Erdreich
ca. 5-8 %

Verdämmt in alle Ewigkeit !

1998 in Hamburg

stadteigene Gesellschaft für Wohnen und Bauen (GWG)

344 Wohnungen modernisiert

Fassaden mit einer 8 cm Thermohaut

Flachdachdecken mit 8 cm Dämmplatten

Gebäude mit Backsteinfassaden zur Erhaltung des historischen Ortsbildes als Klinkerfassade

Aus **Sicht der Wohnungsbaugesellschaft** ergeben sich folgende Kosten-Erlös Rechnung:

	Abrechnungseinheit	Oberste Geschosswohnung
Aufwendungen für Wärmedämmung	622.613,34 DM	11.117,92 DM
Jährliche Rückflüsse 11 %	68.487,46 DM	1.222,97 DM

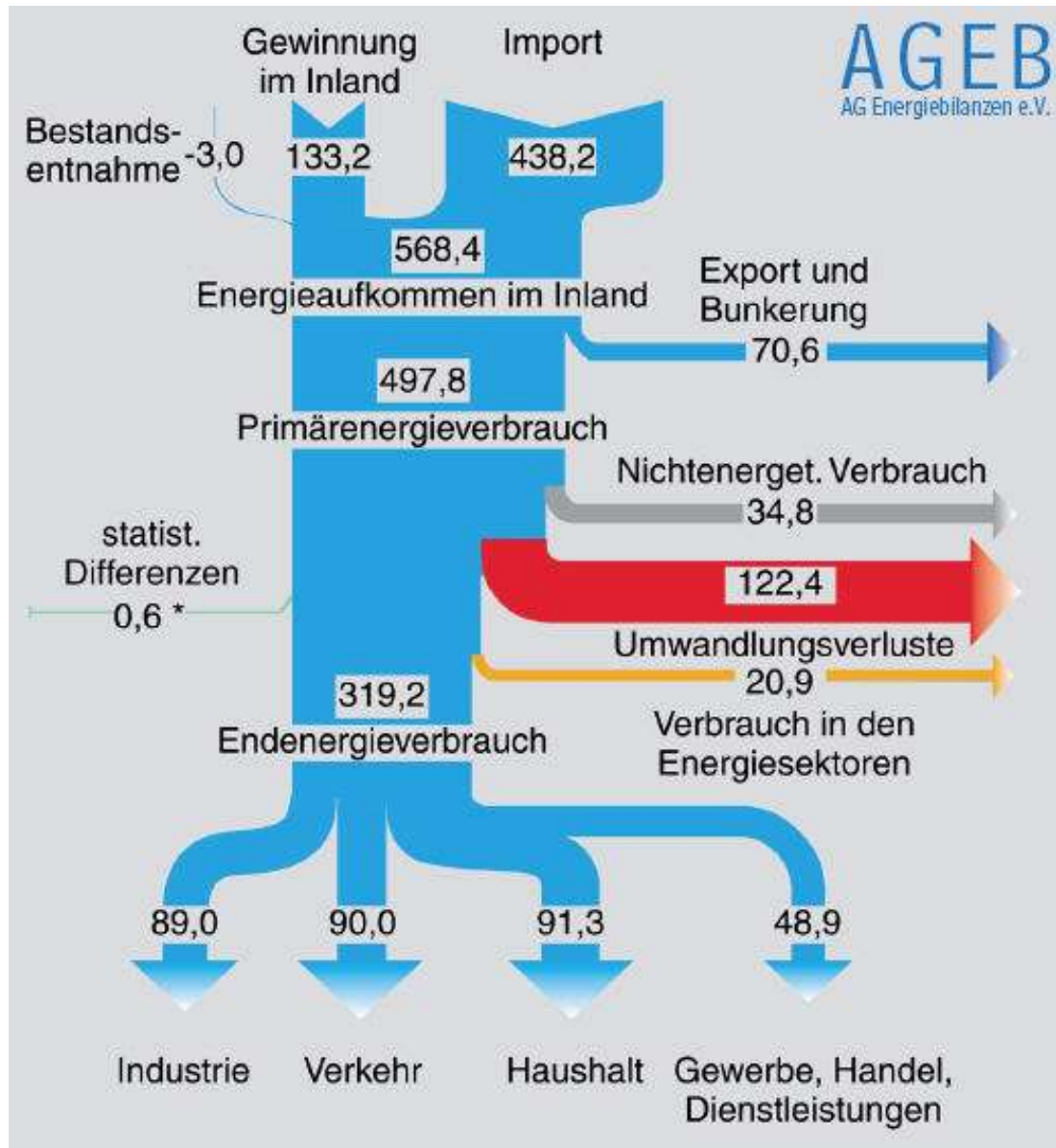
Aus **Mietersicht** ergeben sich folgende Mieterhöhungs-Heizkosteneinsparungs Situationen:

	Abrechnungseinheit	Oberste Geschosswohnung
Jährliche geforderte Mieterhöhung	68.487,46 DM	1.222,97 DM
Jährliche Einsparung Fernwärme	<u>5.384,80 DM</u>	<u>131,02 DM</u>
Jährliche Mietmehraufwendungen	63.102,66 DM	1.091,95 DM
Kosten-Nutzen-Verhältnis	12,72 : 1	9,33 : 1

RENORGA Beratungsgesellschaft für rationelle Energieverwendung,
Organisation und Innovation mbH & Co., Hamburg

Link zum Dokument:

.: <http://www.renorga.de/verdaemmt/Verdaemmt.html>

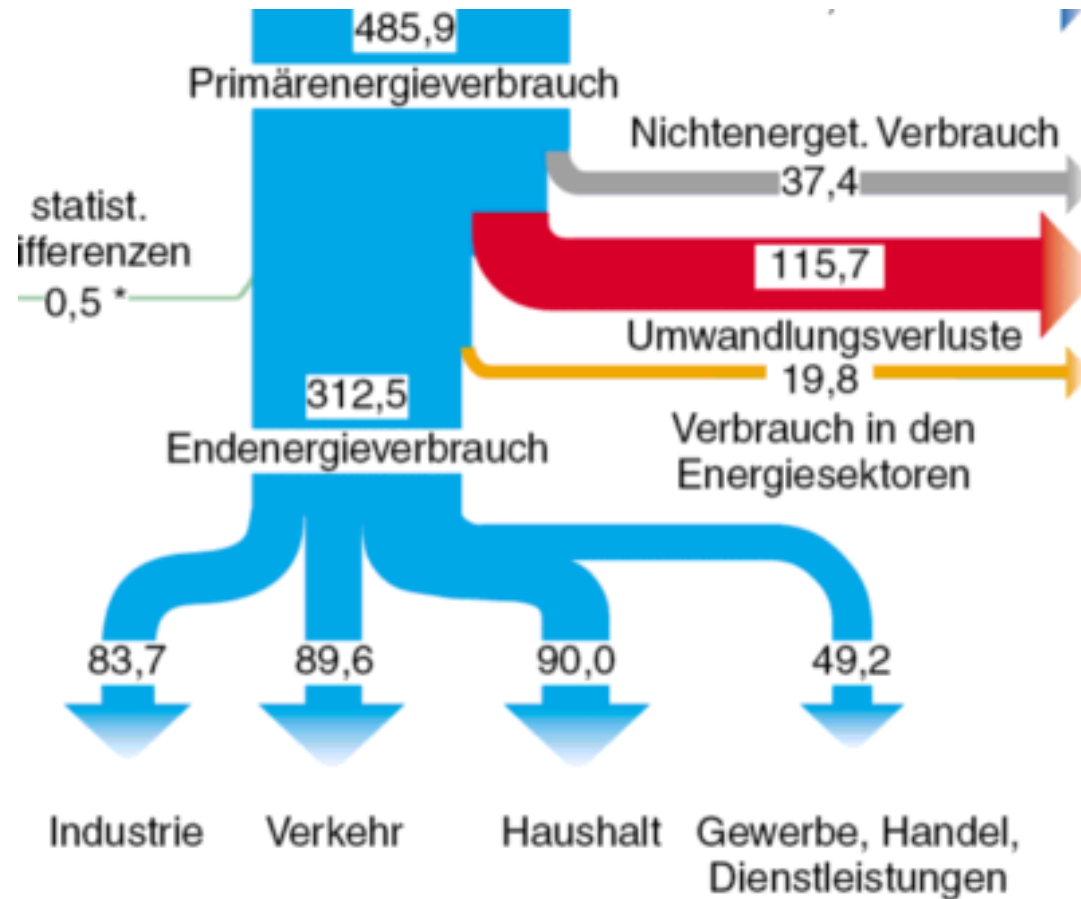


Energieflussbild **2006**:

EEV Haushalte =
28,6% des gesamten EEV

Umwandlungsverluste =
38,3% des gesamten EEV
(24,6% vom PEV)

Umwandlungsverluste =
das 1,34-fache
des EEV der Haushalte



Energieflussbild **2005**

Veränderung 2005 zu 2006:

EEV Haushalte:

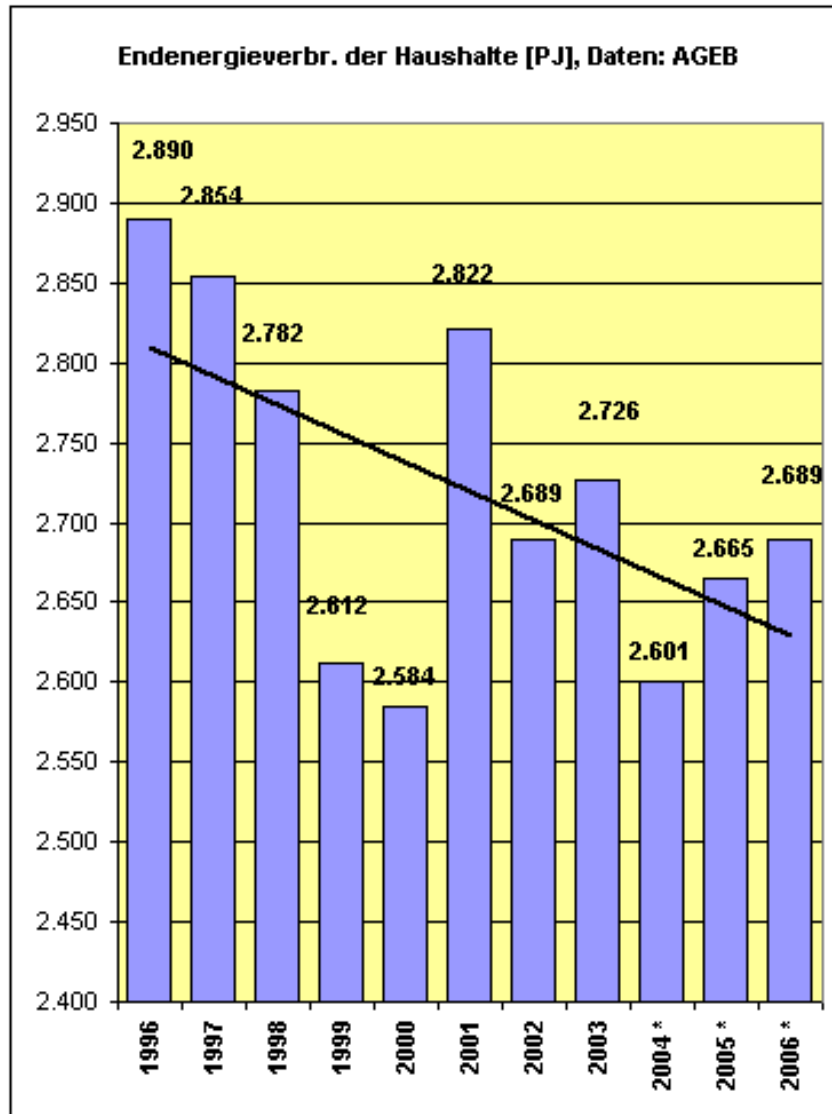
90,0 zu 91,3 = + 1,4 %

Umwandlungsverluste:

115,7 zu 122,4 = + 5,8 %

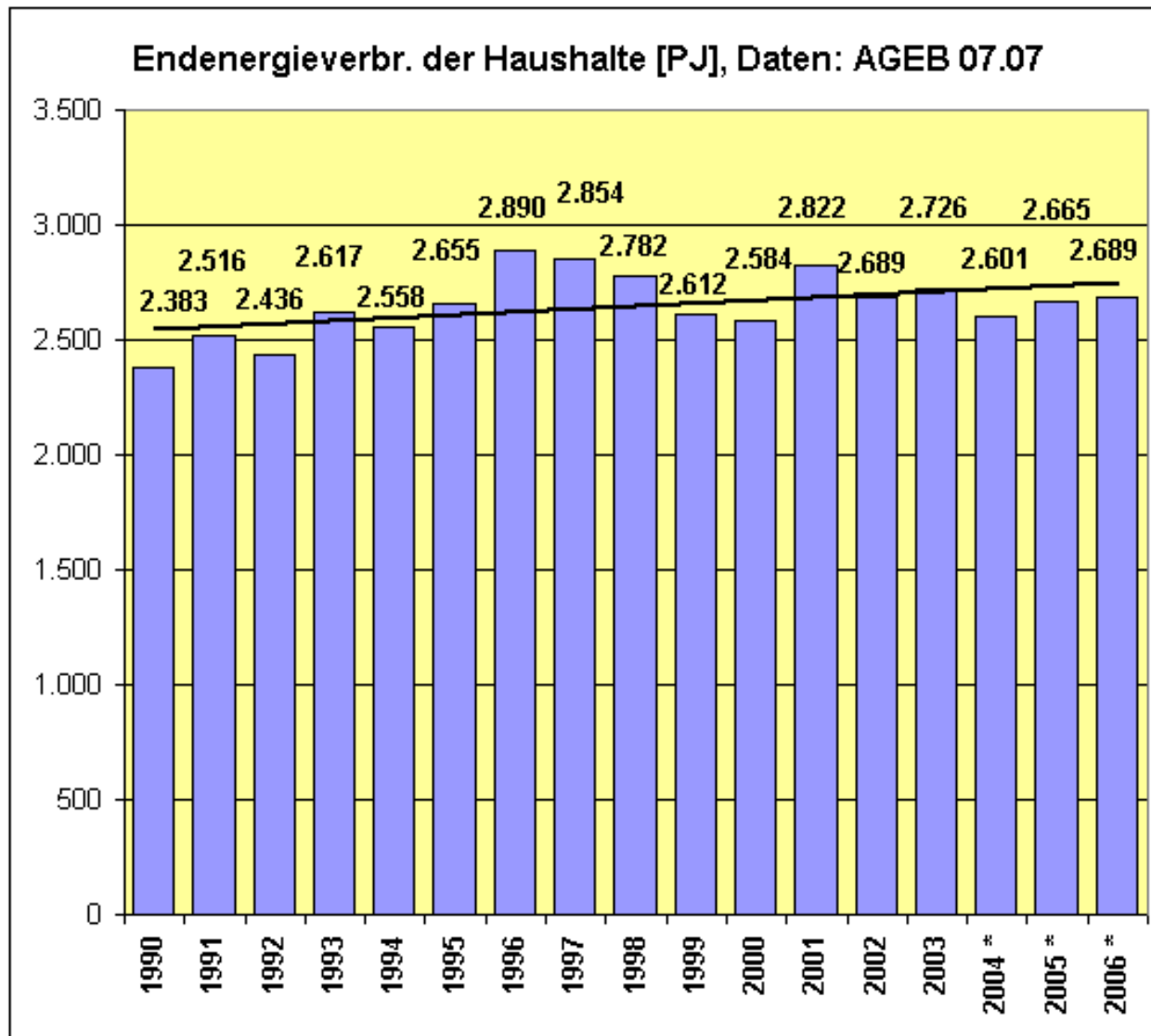


Quelle: IEU, 29.10.2007

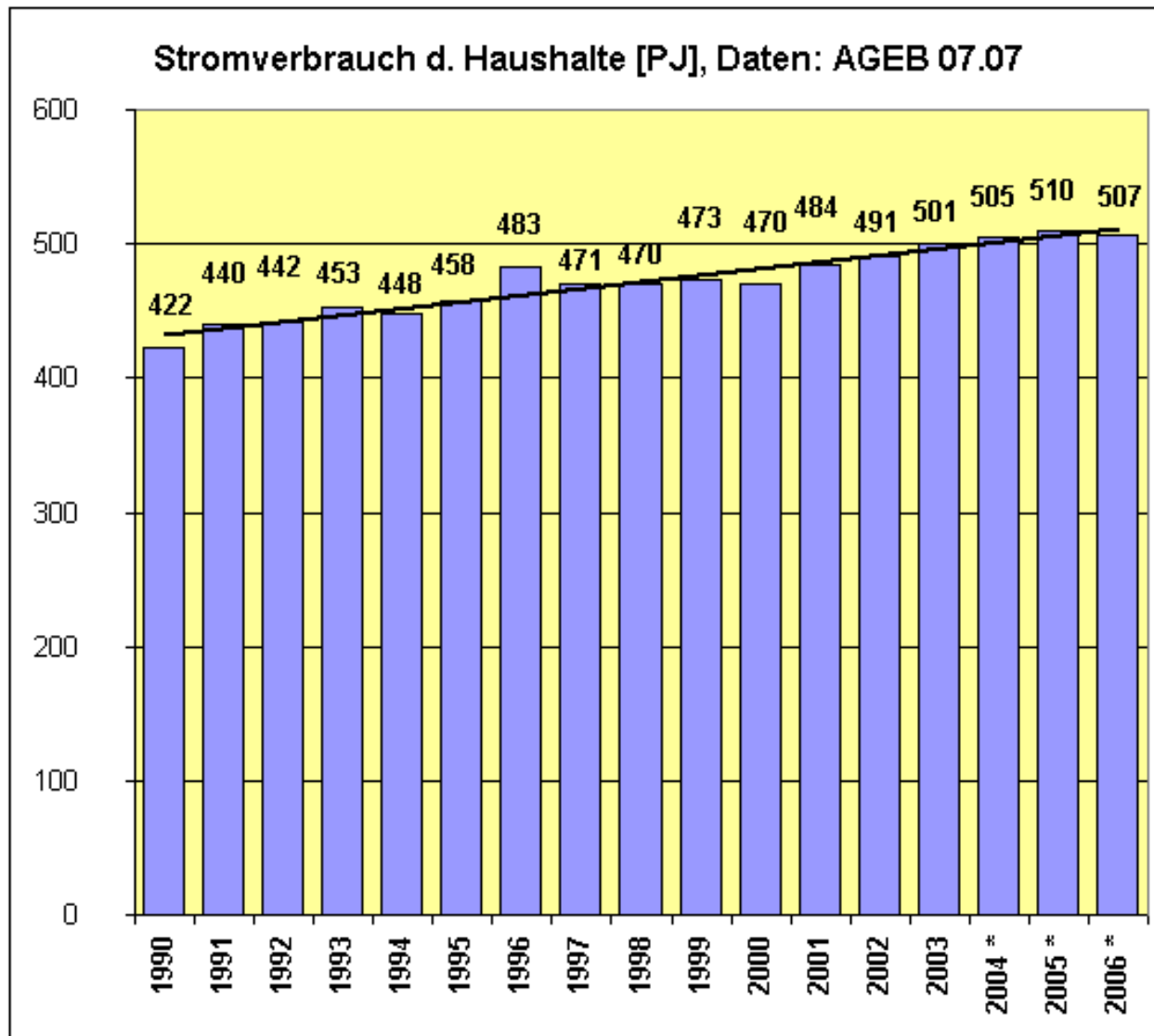


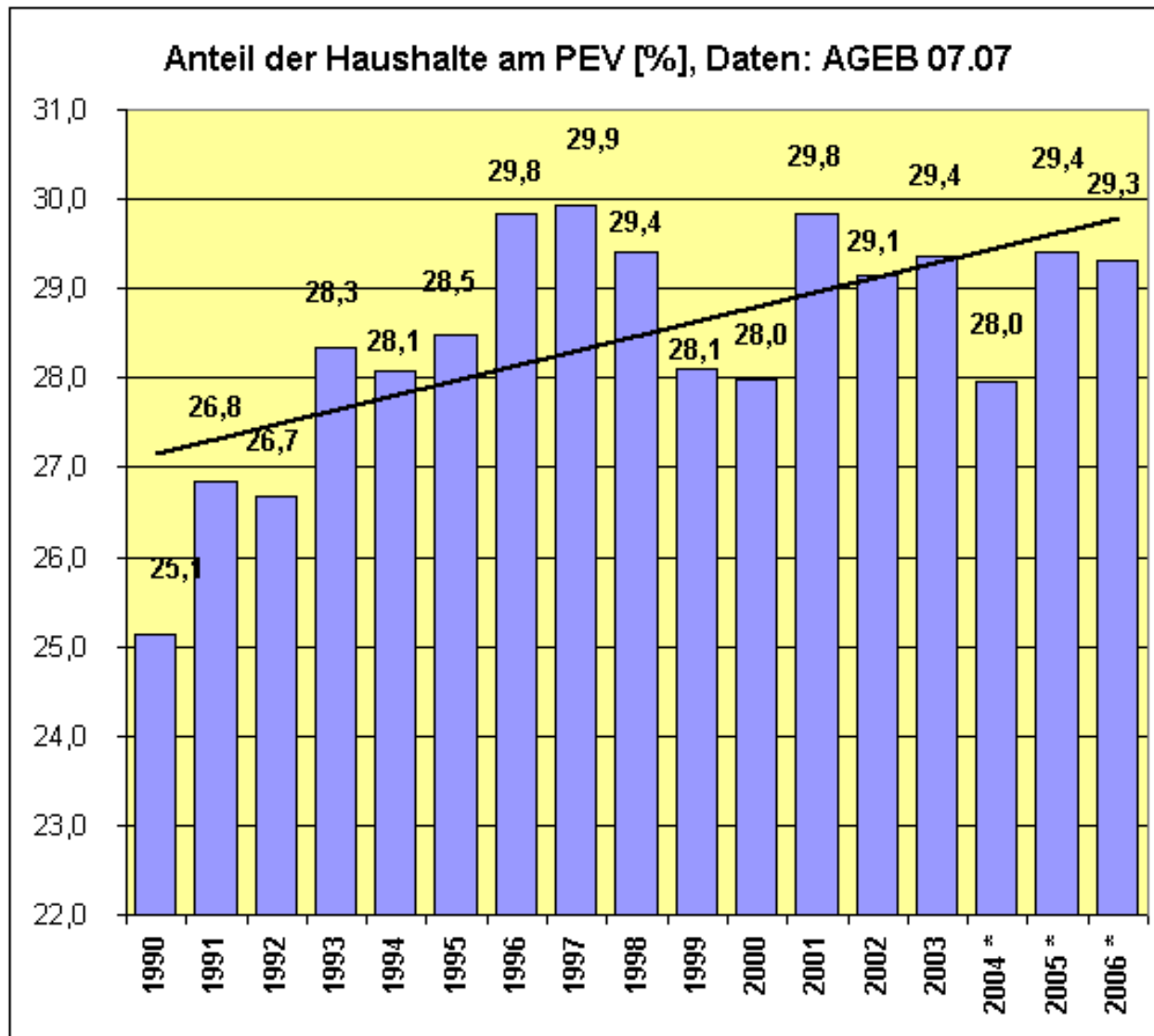
Endenergieverbrauch
der privaten Haushalte
von **1996 bis 2005**
3.012,9 PJ (1996)
2.731,5 PJ (2005)
= - 9,3%

Quelle: BMWi
Daten: AGEB



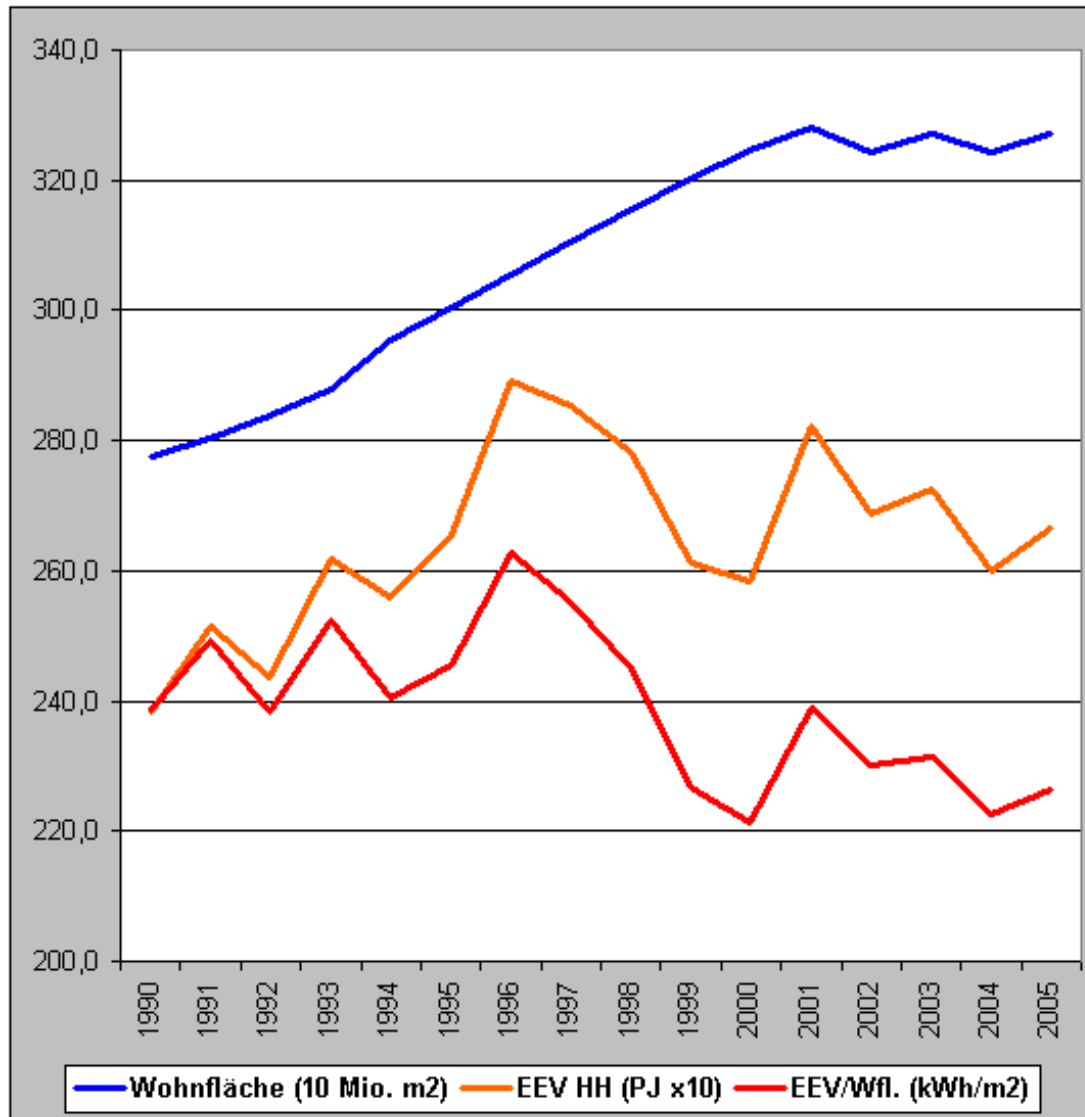
Zeitraum:
1990 - 2005

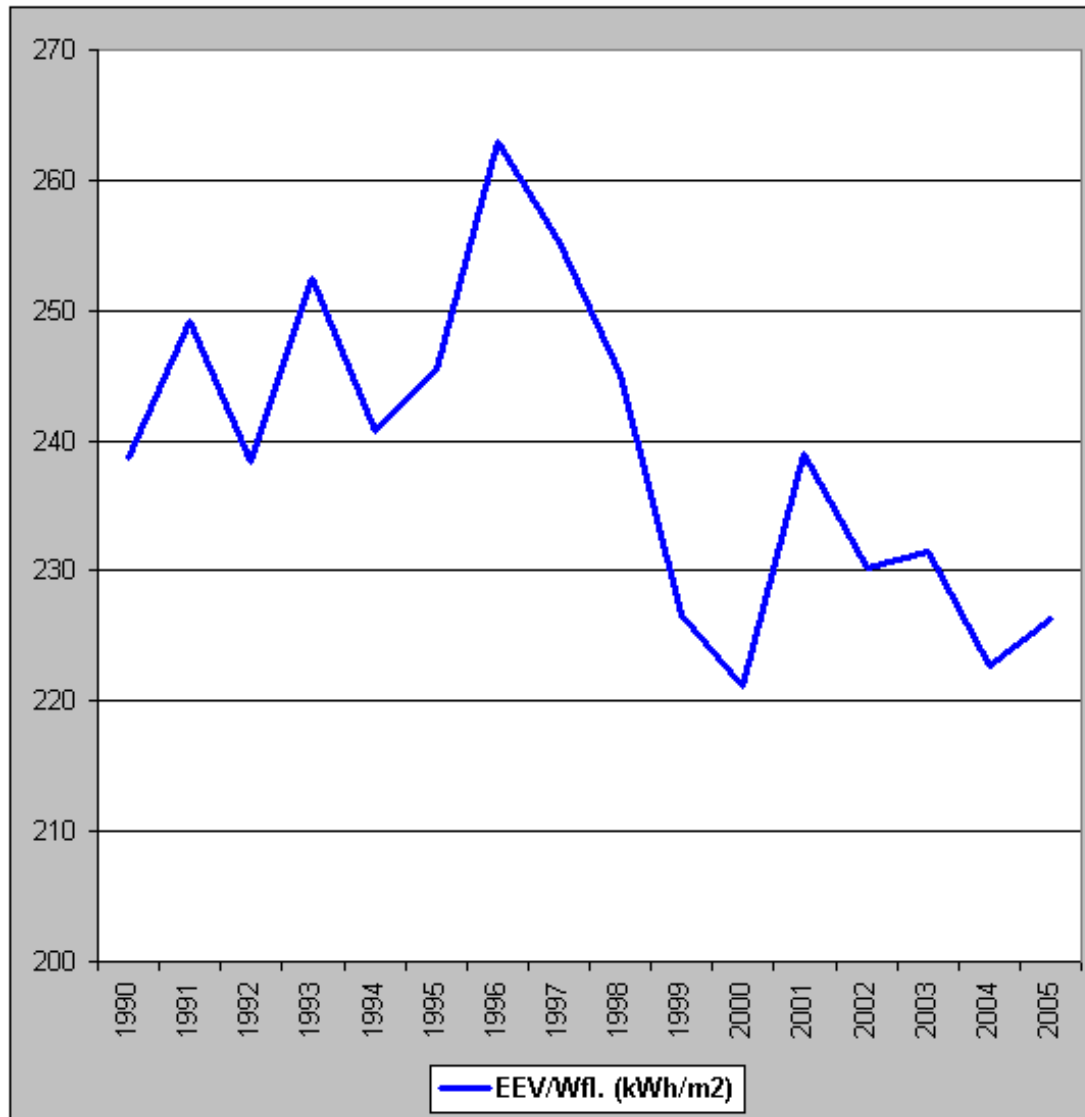




Anhand der aktuellen AGEb-Daten
lassen sich folgende **Feststellungen** treffen:

- 1. der Endenergieverbrauch der deutschen Haushalte
nimmt seit 15 Jahren nicht ab**
- 2. der Stromverbrauch der deutschen Haushalte
nimmt seit 15 Jahren beständig zu**
- 3. der Anteil der Haushalte am Primärenergieverbrauch
nimmt seit 15 Jahren nicht ab**



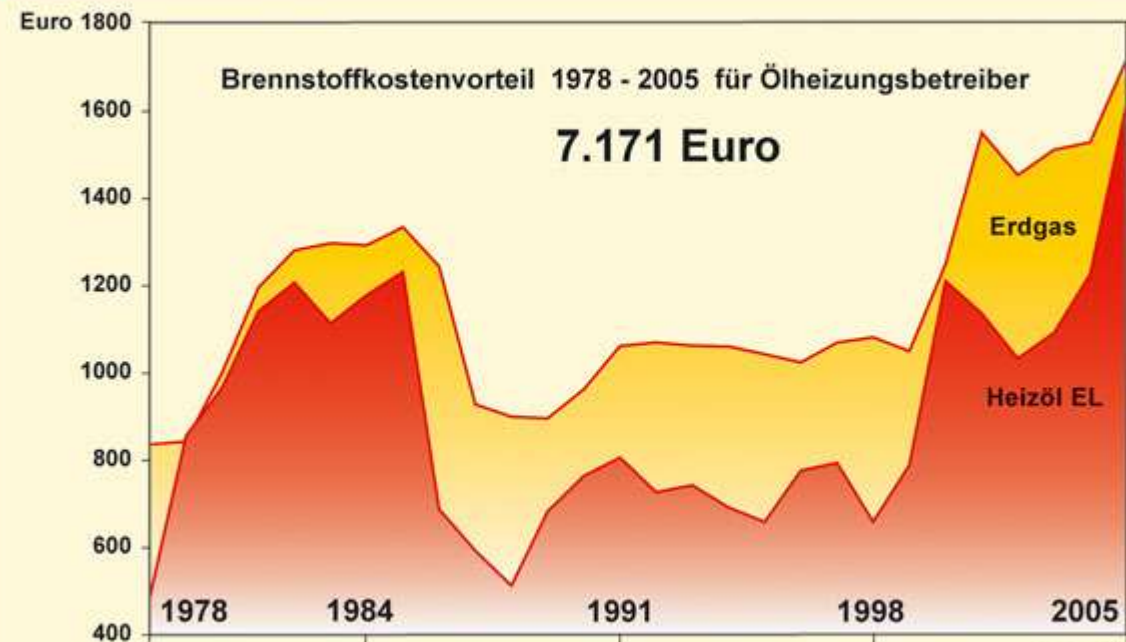


**Wie ist es
zu den 5% Verringerung
beim spezifischen Endenergieverbrauch
der Haushalte
in 15 Jahren
gekommen?**

Ursachen stehen zur Disposition:

- Temperaturbereinigung
(das ist keine Witterungsbereinigung)
- Bewertungsmethode
(Substitutionsprinzip, Wirkungsgradmethode)
- Fehlerquellen, Unschärfen
(z.B. fehlende Jahresdaten von einigen Ländern)
- Faktor Geiz
(gestiegener Ölpreis erzieht zu Sparsamkeit)

Heizöl EL und Erdgas — Preisverlauf der letzten 28 Jahre



Basis: Jahresverbrauch 3000 Liter Heizöl EL bzw. 33.540 kWh Erdgas (Erdgas inkl. Grundpreis)

Quelle: IWO-Berechnungen bis Dezember 2002 auf Basis der Daten des Statistischen Bundesamtes.
Ab Januar 2003 auf Basis der Erhebungen der Fachzeitschrift „Brennstoffpiegel“.

Für einen Gesamtkostenvergleich zwischen der Ölheizung und anderen Heizsystemen sind die individuellen Gegebenheiten zu berücksichtigen. Die laufenden Energie- und Betriebskosten einerseits sowie die einmaligen Kosten für die Anlagentechnik und deren Installation andererseits sind hierbei abzuwägen.

Grafik: IWO

Quelle: IWO



Besser als ein Neubau

Das Pilotprojekt „Niedrigenergiehaus im Bestand“

dena, **2004**

Denkmalgerechte Vollmodernisierung in Bielefeld-Sennestadt

Inmitten des Bielefelder Stadtteils „Sennestadt“ liegt das zweistöckige Mehrfamilienhaus der Bielefelder Gemeinnützigen Wohnungsgesellschaft mbH. Die Vollmodernisierung wird einzigartig durch die Liebe zum Detail in der künftigen Fassadengestaltung. Sowohl der Anbau von Balkonen als auch der Anstrich erfolgen unter detailgetreuer Berücksichtigung der Gestaltungssatzung.

Das Ergebnis

vorher: 342 kWh/m²a

nachher: **32 kWh/m²a (-94%)**

Transmissionswärmeverlust nach Sanierung:
0,22 W/m²K (59 % unter EnEV)
eingesparte CO₂: 80 kg/m²a

© Bielefelder Gemeinnützige Wohnungsges.



Zustand vor Sanierung

Das Projekt

Adresse: Neckarweg 17/19, Bielefeld

Baujahr: 1956

Wohnfläche: 467 m² (8 WE)

Dämmung: 20 cm Außenwand, 30 cm oberste Decke (Zellulose), 10 cm Kellerdecke

Fenster: 3-Scheiben-Wärmeschutzverglasung
(U = 0,75 W/m²K)

- 94%



Das Ergebnis

vorher: 616 kWh/m²a
nachher: **26 kWh/m²a (-96 %)**

Transmissionswärmeverlust nach Sanierung:
0,33 W/m²K (65 % unter EnEV)
eingesparte CO₂: 230 kg/m²a

Das Projekt

Adresse: Vorgebirgsstraße 342+344, Köln
Baujahr: 1953
Wohnfläche: 1.116 m² (18 WE)

- 96%



Die Partner

Bauherr: NUWOG Wohnungsgesellschaft der Stadt Neu-Ulm GmbH, Neu-Ulm
 Architekt: G.A.S. Sanner Architekten, Stuttgart
 Fachplanung: Steinbeis-Transferzentrum Energie-, Gebäude- und Solartechnik (STZ-EGS) und EGS - Plan Ingenieurgesellschaft für Energie-, Gebäude- und Solartechnik mbH, Stuttgart

- 97%

Das Ergebnis

vorher: 374 kWh/m²a
 nachher: **13 kWh/m²a (-97%)**

Transmissionswärmeverlust nach Sanierung:
 0,35 W/m²K (46 % unter EnEV)
 eingesparte CO₂: 64 kg/m²a

Das Projekt

Adresse: Augsburgener Straße 55, Neu-Ulm
 Baujahr: 1950
 Wohnfläche: 526 m² (10 WE)

Das Ergebnis

vorher: 421 kWh/m²a
 nachher: **13 kWh/m²a (-97%)**

Transmissionswärmeverlust nach Sanierung:
 0,34 W/m²K (46 % unter EnEV)
 eingesparte CO₂: 68 kg/m²a

Das Projekt

Adresse: Paulstraße 3-9, Neu-Ulm
 Baujahr: 1950
 Wohnfläche: 1.154 m² (25 WE)

Das Ergebnis

vorher: 403 kWh/m²a
 nachher: **15 kWh/m²a (-96%)**

Transmissionswärmeverlust nach Sanierung:
 0,34 W/m²K (45 % unter EnEV)
 eingesparte CO₂: 67 kg/m²a

Das Projekt

Adresse: Offenhäuser Straße 2, Neu-Ulm
 Baujahr: 1950
 Wohnfläche: 392 m² (8 WE)

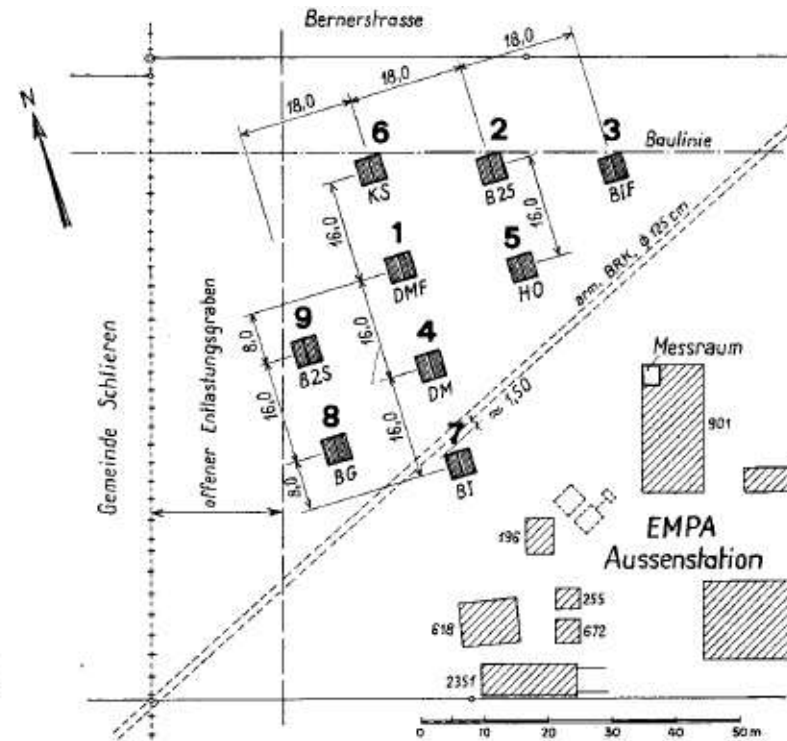
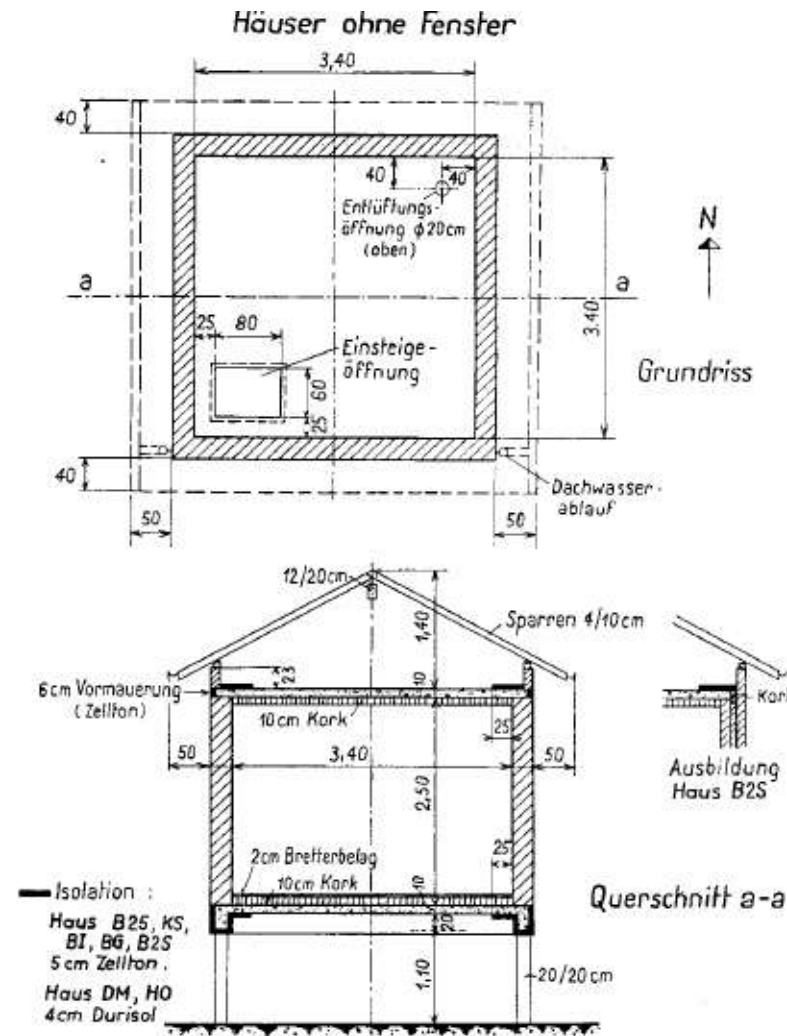
Das Ergebnis

vorher: 349 kWh/m²a
 nachher: **12 kWh/m²a (-97%)**

Transmissionswärmeverlust nach Sanierung:
 0,31 W/m²K (58 % unter EnEV)
 eingesparte CO₂: 49 kg/m²a

Das Projekt

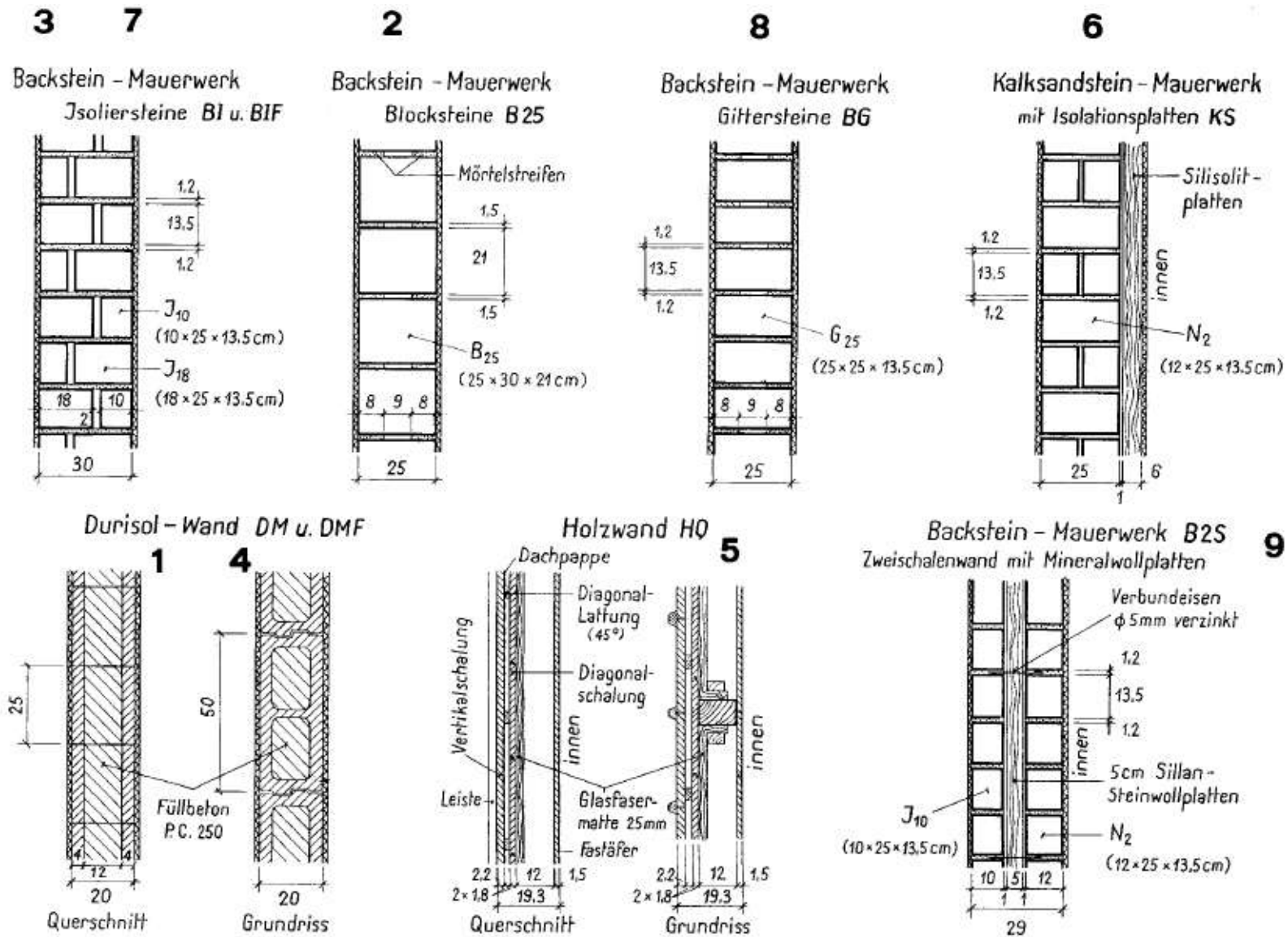
Adresse: Reuttierstraße 8, Neu-Ulm
 Baujahr: 1926
 Wohnfläche: 961 m² (11 WE)



Messungen: **1953 – 1958**, EMPA

Referat: 19.05. **1982**, Paul Bossert

6. Internat. Mauerwerkskonferenz, Rom



relative Widerstandsänderung $\frac{\Omega_t}{\Omega_0}$

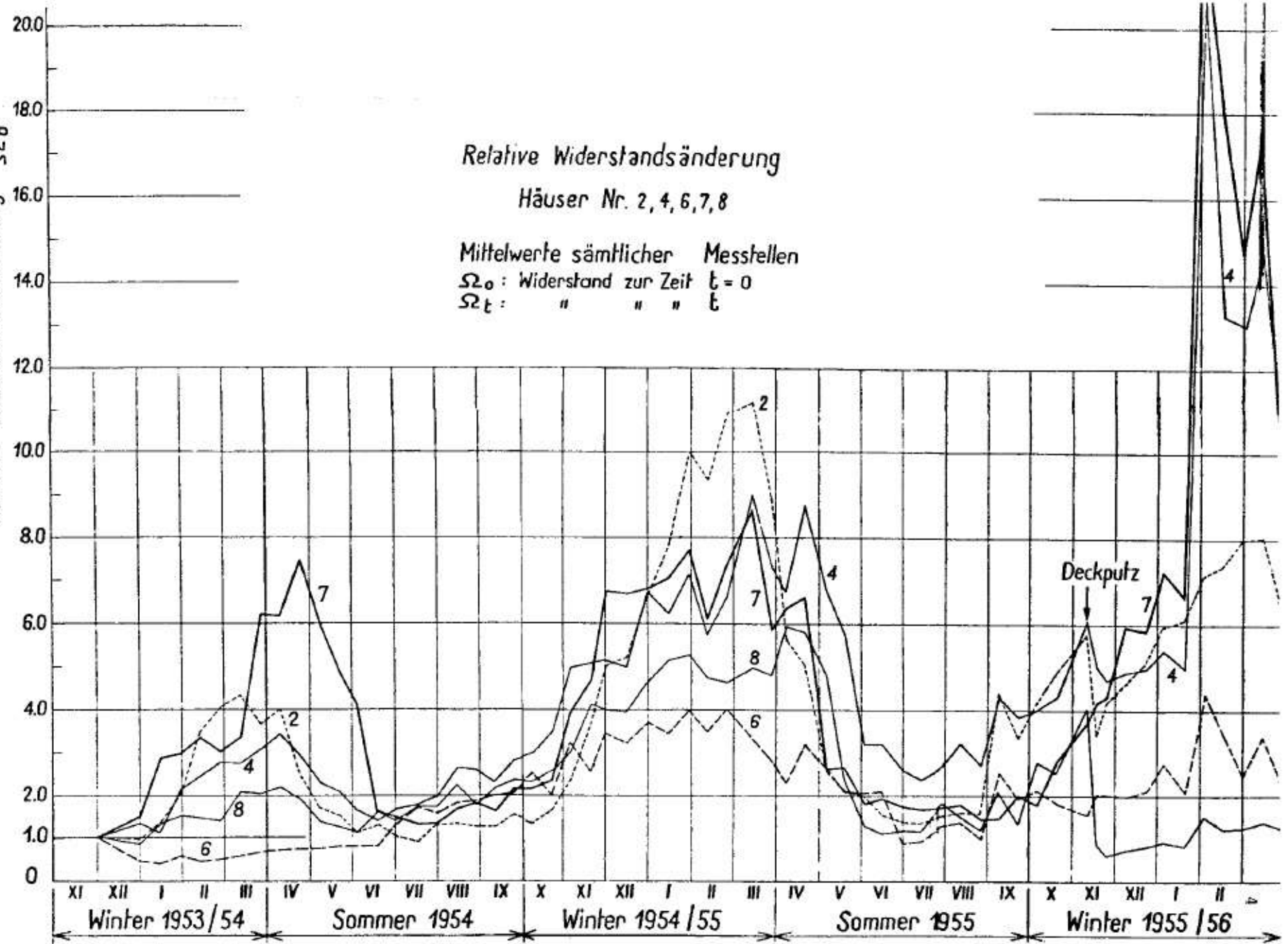
Relative Widerstandsänderung

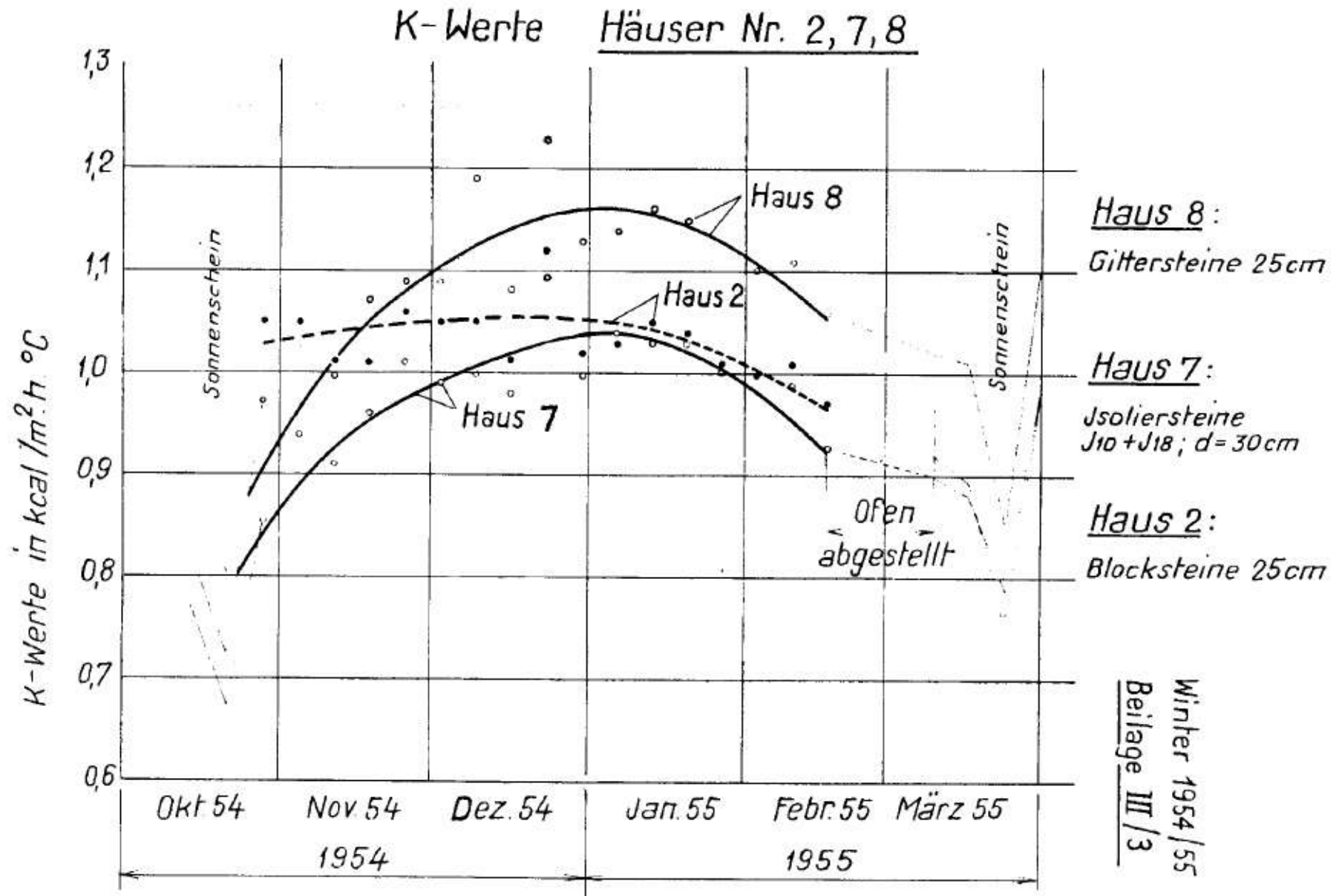
Häuser Nr. 2, 4, 6, 7, 8

Mittelwerte sämtlicher Messstellen

Ω_0 : Widerstand zur Zeit $t = 0$

Ω_t : " " " t





nicht erklären. Sowohl die k-Wert-Theorie, als auch die Theorien über instationäres Wärmeverhalten von Gebäuden sind nicht in der Lage, die bis zu 300% betragenden Energie-Verbrauchserhöhungen nur annähernd zu rechtfertigen [1].

Mit Energie-Verbrauchs-Analysen (EVA) läßt sich heute nur nachweisen, daß keine Korrelation zwischen der Summe von k-Werten eines Gebäudes und seinem Energieverbrauch besteht [2].

stätigt. In Tat und Wahrheit bewegen sich die Luftwechsel zwischen 0,15- bis 0,35fach/h. Folglich sollte ein Gebäude mit Luftwechselzahlen über 0,5fach/h dringend saniert werden [4].

Ebenso läßt sich nachweisen, daß alle übrigen mathematischen Energie-Berechnungsverfahren nicht wissenschaftlich überprüft und experimentell nachgewiesen wurden [3].

»Das Gravierendste dieser Meßreihe ist die Tatsache, daß während der Wintermonate infolge des Dampfteildruckgefälles alle Mauern austrocknen, trotz literweisen Wasserdampfens im Rauminnern.«

Es wurde somit vor 25 Jahren wissenschaftlich experimentell nachgewiesen, daß Außenwandkonstruktionen konventioneller Bauart im Winter trocken und im Sommer feucht sind.

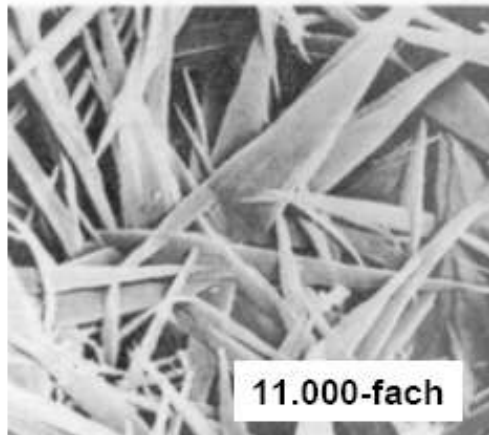
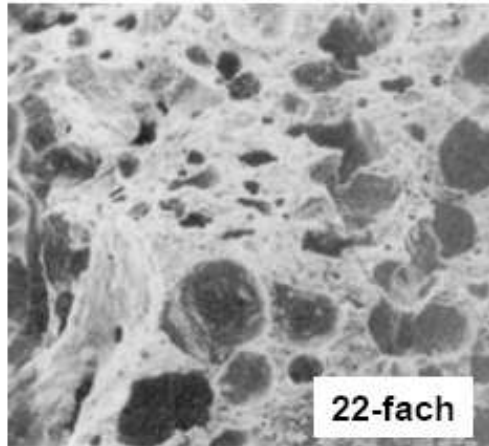
Da es sich bei diesen Messungen um »instationäre« Meßergebnisse handelt, ist es wichtig zu wissen, daß die in [3] beschriebene Literaturrecherche global zum Schluß kommt, daß bis heute instationäre Berechnungen nicht experimentell überprüft wurden. Auch die heutzutage gesetzlich vorgeschriebene k-Wert-Theorie ist nachgewiesenermaßen nicht überprüft und somit fraglich. Auffallend ist, daß bei keiner dieser »Berechnungsmethoden« die Wärmespeicherfähigkeit und die Speicherfähigkeit der Feuchte in die Berechnungen einbezogen wurden.

Folglich sollte von den Wissenschaftlern eine praxisorientierte Diffusions-Berechnungs-Theorie ausgearbeitet werden. Rechnerisch richtige Diffusionsberechnungen sind wertlos, wenn sie mit den Tatsachen nicht übereinstimmen.

Auf Bild 4 erkennt man, daß sich k-Werte nicht proportional verhalten. Diese Erkenntnisse wurden letztes Jahr durch die bauphysikalische Abteilung des Fraunhofer-Instituts in Holzkirchen im Prinzip bestätigt (Publikationen hierzu sind jedoch noch nicht erhältlich).

Feuchtetransport: Flüssigtransport

Porenbeton



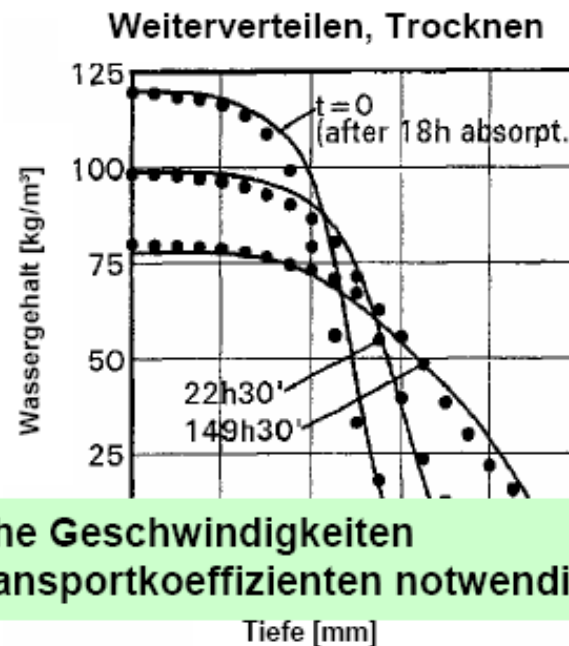
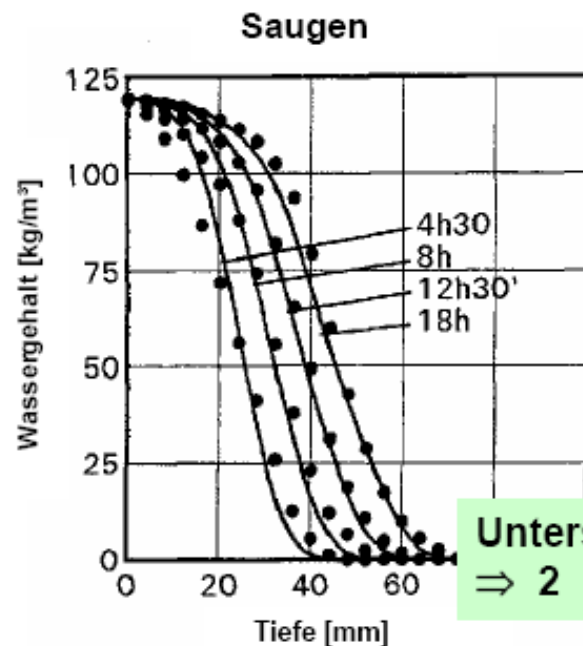
- Poröse Baustoffe haben unterschiedliche Porenstruktur
- Aufgrund der komplexen Hohlraumstruktur bis heute keine exakte theoretische Beschreibung der Kapillarleitung
- Für Einzelkapillare (Cammerer):

$$x = B \sqrt{t}$$

x [m] Wassereindringtiefe
B [m/√s] Wassereindringkoeffizient

Feuchtetransport: Flüssigtransport

Messung der Feuchteprofile



Unterschiedliche Geschwindigkeiten
 ⇒ 2 Flüssigtransportkoeffizienten notwendig!

„1. Natürliche

Randbedingungen

- Temperatur und Strahlung
- Feuchte und Regen
- Wind bzw.
Übergangswiderstände
- Weitere

2. Norm-

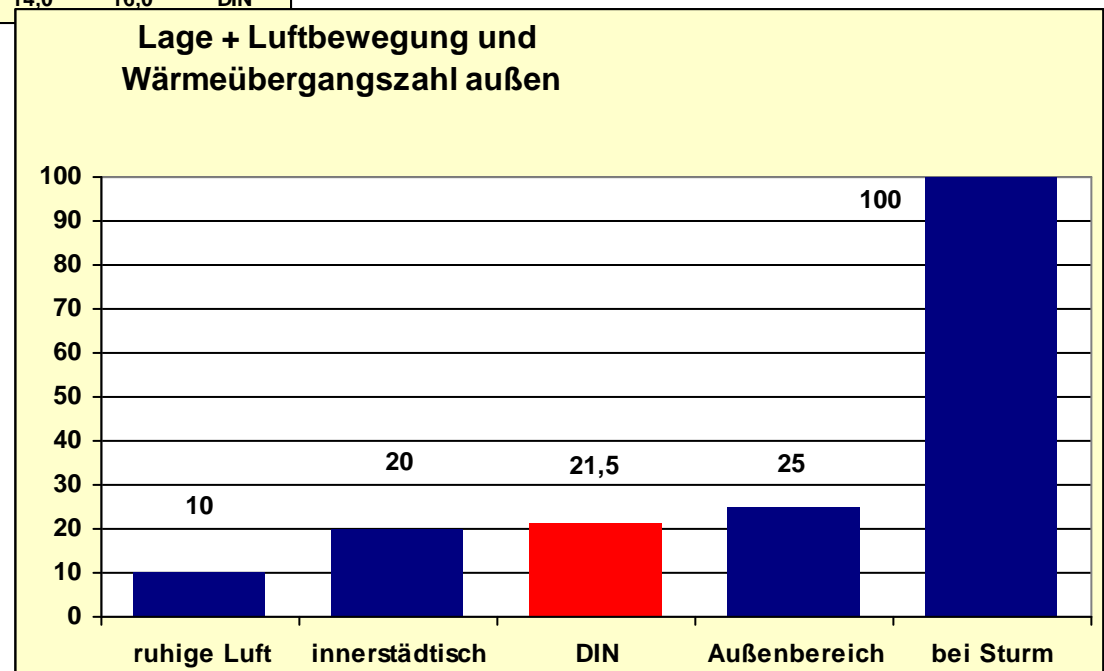
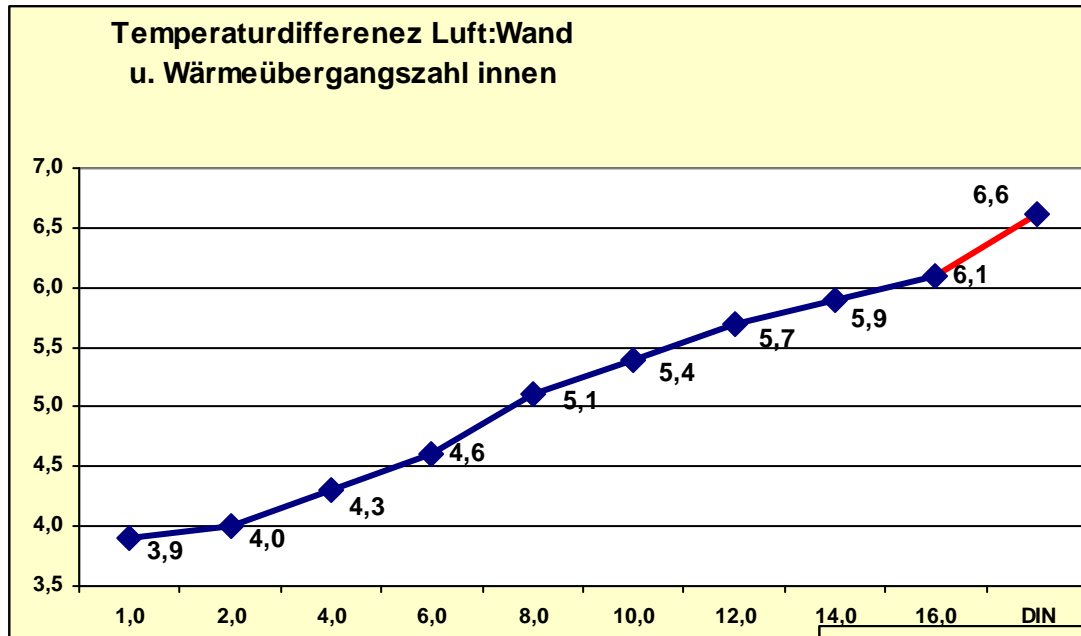
Randbedingungen

- EnEV
- Wärmedurchlasswiderstand
bzw. U-Wert
- Tauwasser- und
Schimmelpilzbewertung
- Glaserverfahren
- sonstige“

Vortragsfolien von Dr. Andreas H. Holm:

"Bauphysik – Feuchteschutz 5, Besuch in Holzkirchen",

Fraunhofer-Institut für Bauphysik, Holzkirchen, 25. November **2003**



Wärmeübergangszahl
innen und außen:

Ende der **20er** gemessene
Werte (Cammerer)

„..., ja es muß bekanntlich festgestellt werden, das die Wärmeübergangszahl überhaupt keine eindeutig zu definierende Größe ist, weil die mit ihr verknüpfte Festlegung der Temperatur des Gases oder der Flüssigkeit für verschiedene Aufgaben nicht allgemeingültig vorgenommen werden kann.“

Die Wärmeübergangszahl, S. 57

„der Einfluss der Wärmeleitung und der Konvektion auf den Wärmeübergang muß rechnerisch stets in eine einzige Größe zusammengefasst werden. Vielfach ist es aber notwendig, den Einfluß der Strahlung hiervon getrennt zu behandeln.“

$$\alpha = \alpha_0 + \alpha_s$$

Die Wärmeübergangszahl, S. 58

Dr.-Ing. J.S. Cammerer:

„Der Wärme- und Kälteschutz in der Industrie“,
Berlin, Verlag von Julius Springer, **1928**

Fraunhofer-Institut für Bauphysik

AUSSENSTELLE HOLZKIRCHEN

Ämtlich anerkannte Prüfstelle für die Zulassung neuer Baustoffe, Bauteile und Bauarten

Institutsleitung: Prof. Dr. F. P. Mechel

Untersuchungen über den effektiven Wärmeschutz

verschiedener Ziegelaußenwandkonstruktionen

Bericht über den 1. und 2. Untersu

B Ho 8/83-II

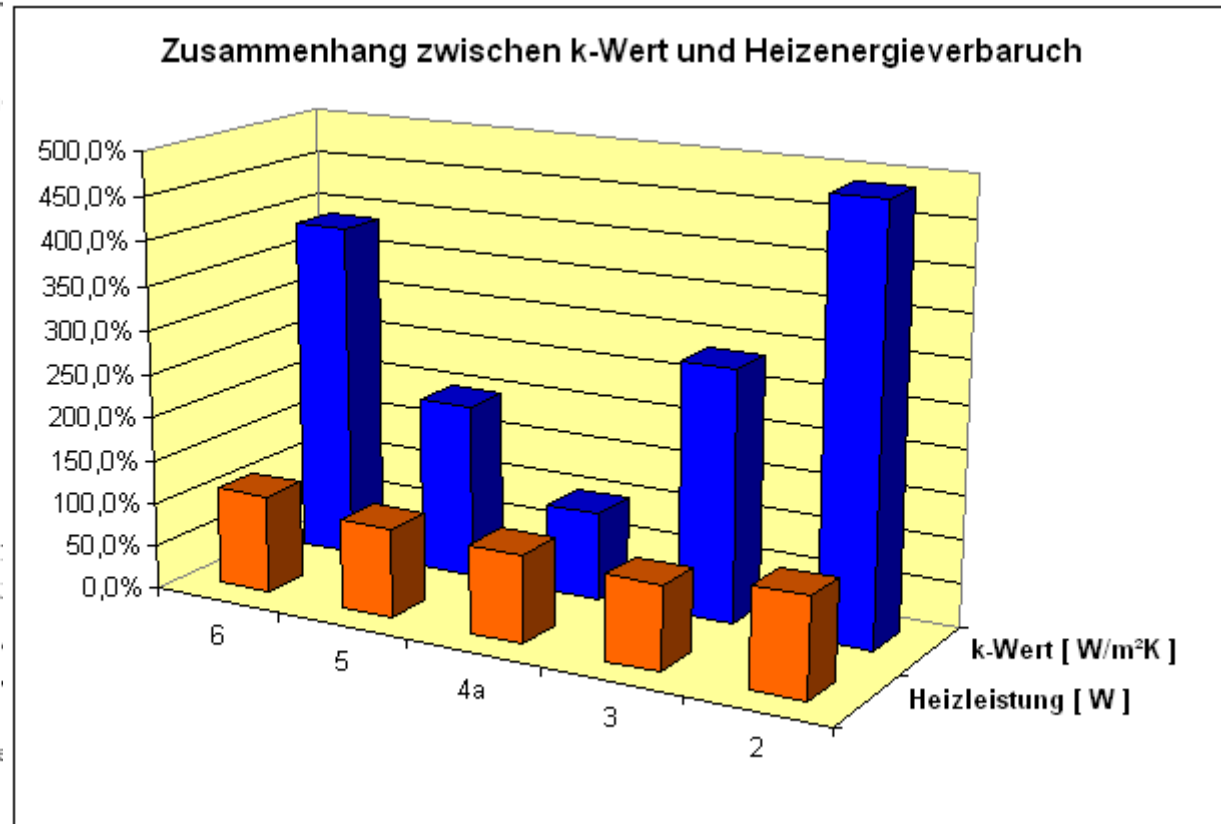
durchgeführt in der
Außenstelle Holzkirchen des
Fraunhofer-Instituts für Bauphysik

Leiter der Außenstelle : Dr.-

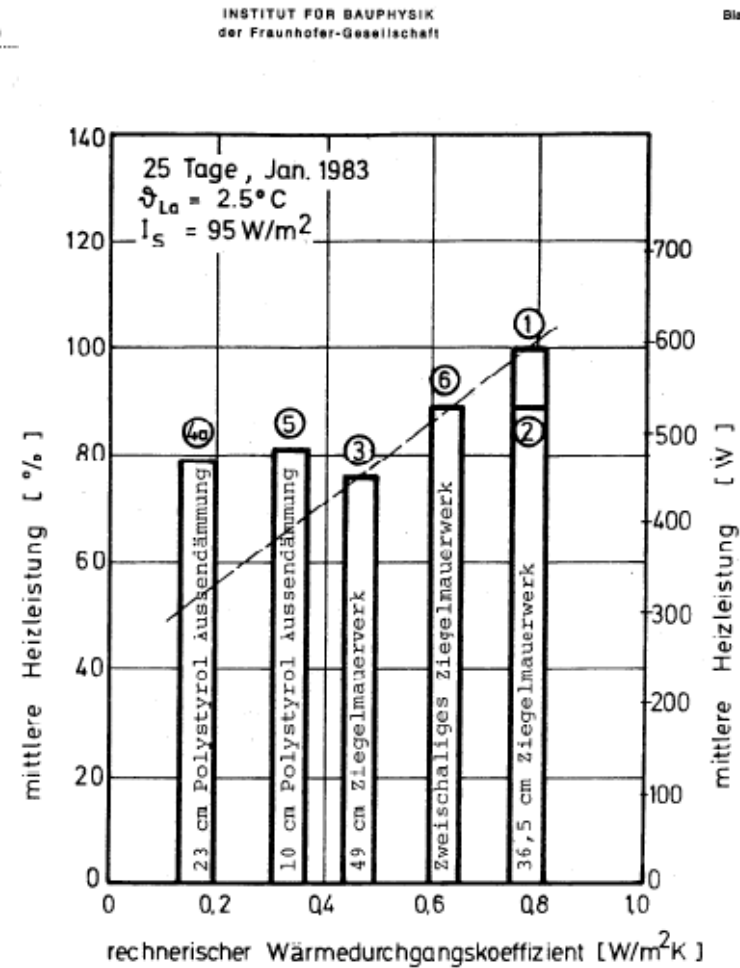
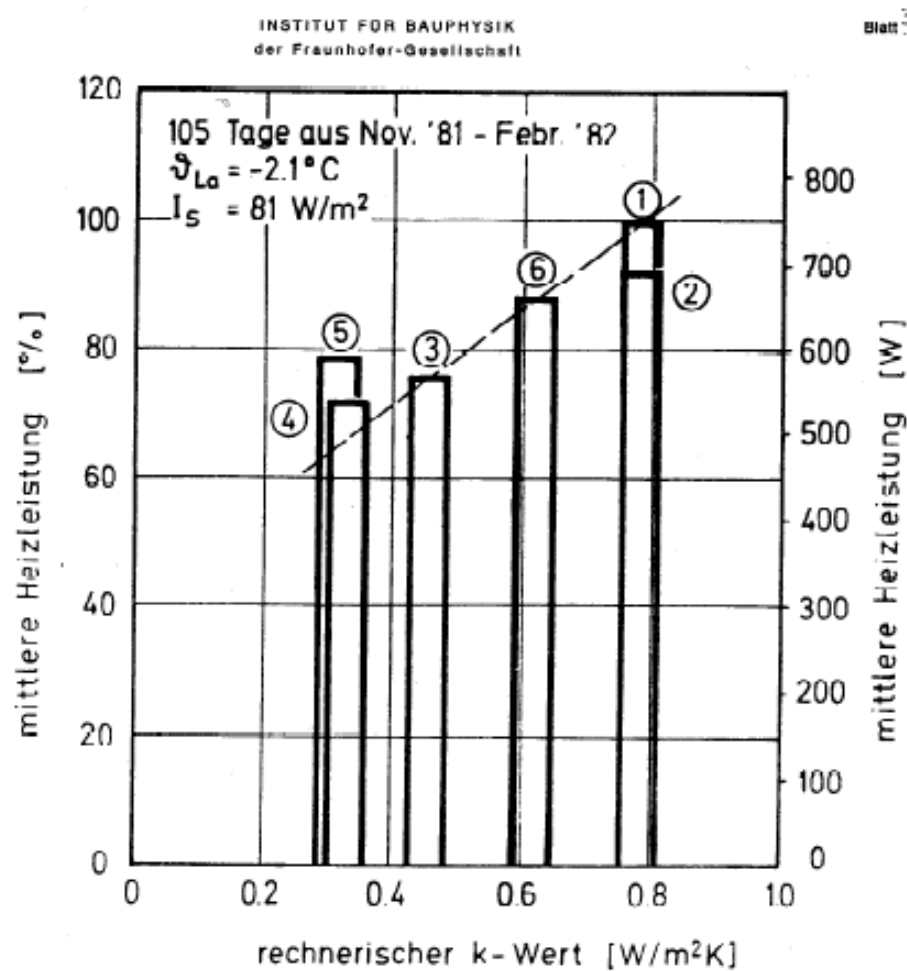
Projektleiter und Verfasser: Dr.-

Versuchsdurchführung : Dipl.
Dipl.

Auftraggeber : Ziege



Holzkirchen, den 5. Juli 1983



Die Untersuchung aus Holzkirchen **1983**, beide Messreihen

Mittwoch, 30. Dezember 1953

TECHNIK · WISSENSCHAFT · FORSCHUNG**Wohnungsbau unter der Lupe der Wissenschaft**

Häuser werden „künstlich bewohnt“ — Jedes Haus ein Laboratorium

Das Stuttgarter Institut für Technische Physik führt auf dem ehemaligen Feldflughafen Holzkirchen bei München ortszelle Untersuchungen durch. Auf einem Freigelände sind 25 Häuser, die sich im Grundriß gleichen, aus den verschiedensten alten bewährten und neuartigen Baumaterialien errichtet worden. Sie werden zur Zeit unter wissenschaftlicher Kontrolle „künstlich“ bewohnt, um zu ermitteln, wie weit die verschiedenen Baustoffe und Baumethoden den menschlichen Bedürfnissen und den Forderungen der Haltbarkeit gerecht werden. Die Versuche sollen Vergleichsgrundlagen für den sozialen Wohnungsbau schaffen.

*

Wir rüsten kostspielige Expeditionen zur Erforschung des Innern Africas aus, wir bauen riesige Teleskope, um ferne Sterne zu enträtseln, und mit viel Fleiß und Scharfsinn ergründen wir die Struktur der Atomkerne. Aber was wissen wir von den naheliegendsten Dingen, zum Beispiel von den Häusern, in denen wir leben? Bauen wir nicht heute noch mehr oder weniger so, wie es unsere Väter, Großväter und Urahnen taten? — Gewiß, seit einigen Jahrzehnten prüft man im Laboratorium die technischen und physikalischen Eigenschaften, etwa die Festigkeit oder die Wärmeleitfähigkeit einzelner Bauelemente, Steine und Decken. Aber auf die Idee, ein ganzes Haus zu bauen, und es Jahre hindurch wissenschaftlich zu beobachten, ist man erst jetzt gekommen.

Außerlich gleichen sich die 25 Häuschen wie ein Ei dem anderen. Jedes ist einstöckig, außen 4,5 Meter breit und 6,5



Von oben gesehen gleicht ein Haus dem anderen, aber Jedes ist aus anderem Wandmaterial gebaut worden. Die Häuser stehen mit den Giebelseiten genau in Ost-West-Richtung und haben einen so großen Abstand voneinander, daß sie sich nicht gegenseitig beschatten oder Wind und Regen abhalten. (Bild: dpa)

Deutschen Wissenschaft und eine Reihe von Verbänden der Bauindustrie und Baufirmen haben die Einrichtung des Versuchsgeländes ermöglicht. Angeregt durch das Beispiel in Deutschland plant man neuerdings auch in der Schweiz, in Kanada, Neuseeland und Südafrika ähnliche Versuchsanlagen. Es ist darum auch nicht verwunderlich, daß Fachleute aus allen Kulturstaaten der Erde nach Holzkirchen und in das Institut für Technische Physik in Stuttgart kommen.

Außer den bauphysikalischen Untersuchungen werden in Holzkirchen durch das Stuttgarter Institut für Anstrichstoffe im Bauwesen, vertreten durch Dr. Beck, Versuche mit verschiedenen Anstrichen, Lacken und Holzschutzmitteln durchgeführt. Enge Zusammenarbeit besteht auch mit der Materialprüfungsanstalt München, dem Robert-Koch-Institut in Berlin und dem Wetterdienst München.

Wer das Holzkirchener Versuchsgelände des Bundesministers für Wohnungsbau besucht, der besucht auch das Institut für Technische Physik in Stuttgart, oben im Degerlocher Wald am Königstraße. Es haust heute noch zum größten Teil in einer Baubaracke, die man vor etwa 15 Jahren nach dem Abbruch des früheren Institutsgebäudes auf dem Gelände der Gartenschau errichtet hatte. Das Institut sollte damals der erste Neubau auf dem für die gesamte Hochschule vorgesehenen Gelände im Degerlocher Wald sein. Der Krieg hat damals die Verwirklichung aller Pläne verhindert. Heute ist das Institut Professor Reihers von der Technischen Hochschule unabhängig und eine amtliche Prüfstelle des Wirtschaftsministeriums von Baden-Württemberg, denn es zum wesent-

Technik - Wissenschaft – Forschung, 30. Dezember **1953**:

"Wohnungsbau unter der Lupe der Wissenschaft

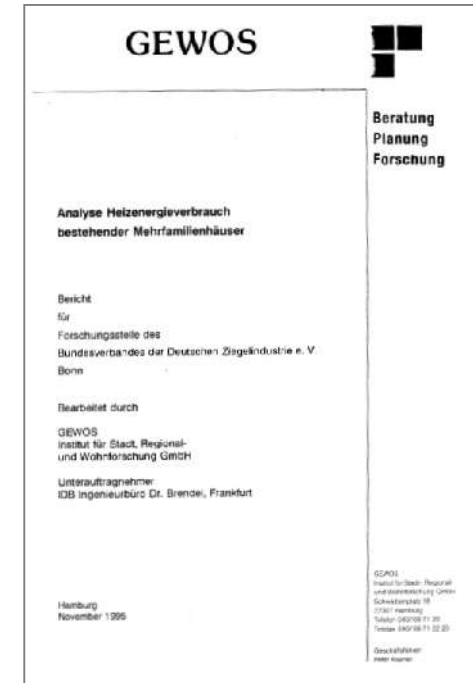
Häuser werden "künstlich bewohnt" - Jedes Haus ein Laboratorium"

GEWOS-Studie

Analyse Heizenergieverbrauch
bestehender Mehrfamilienhäuser
Bericht für Forschungsstelle des
Bundesverbandes der Deutschen Ziegelindustrie e.V.
Bonn

Bearbeitet durch
GEWOS
Institut für Stadt, Regional- und Wohnforschung GmbH
Unterauftragnehmer
IDB Ingenieurbüro Dr. Brendel, Frankfurt

Hamburg
November 1995



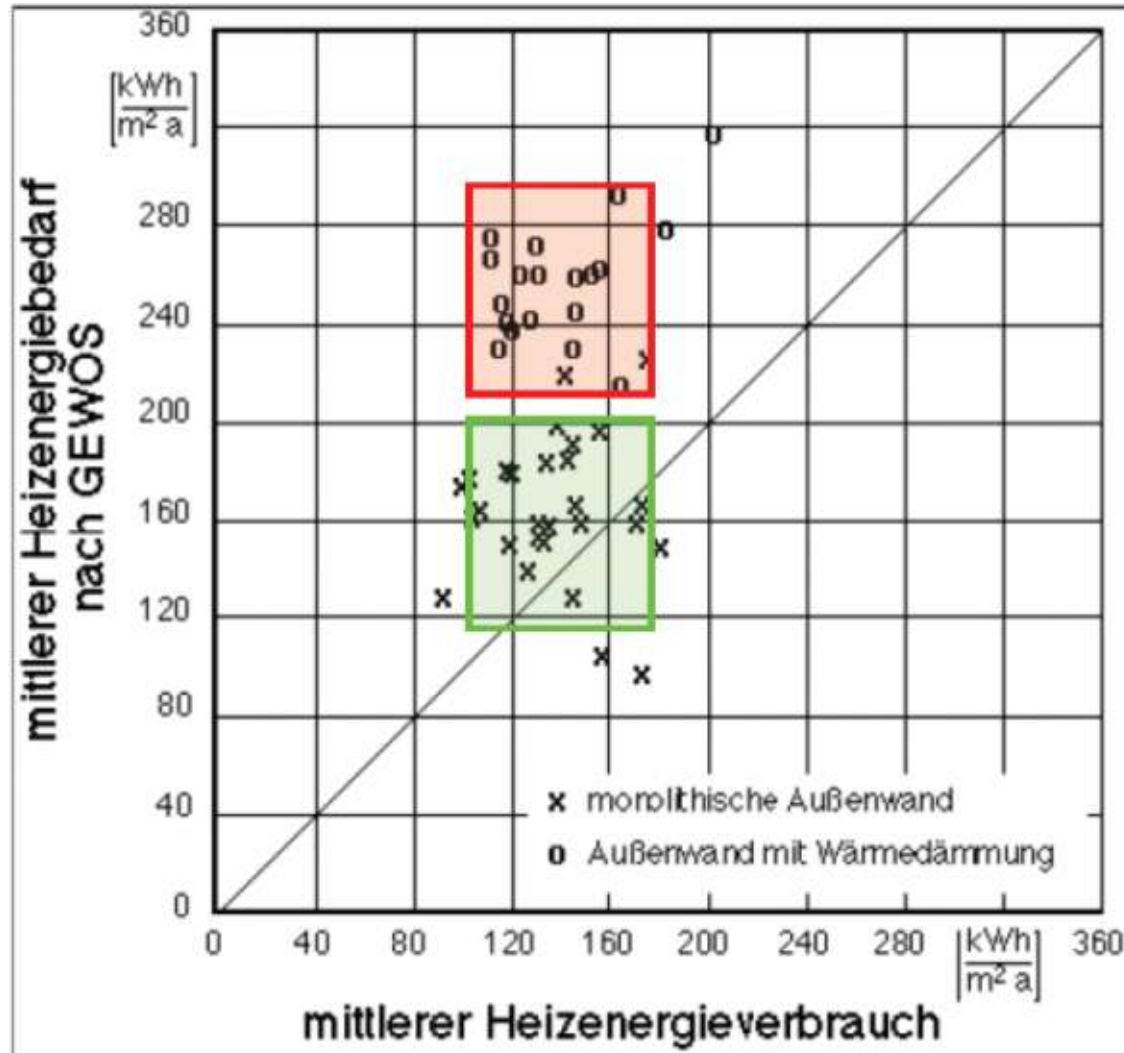
Ergebnisse der **GEWOS-Studie**

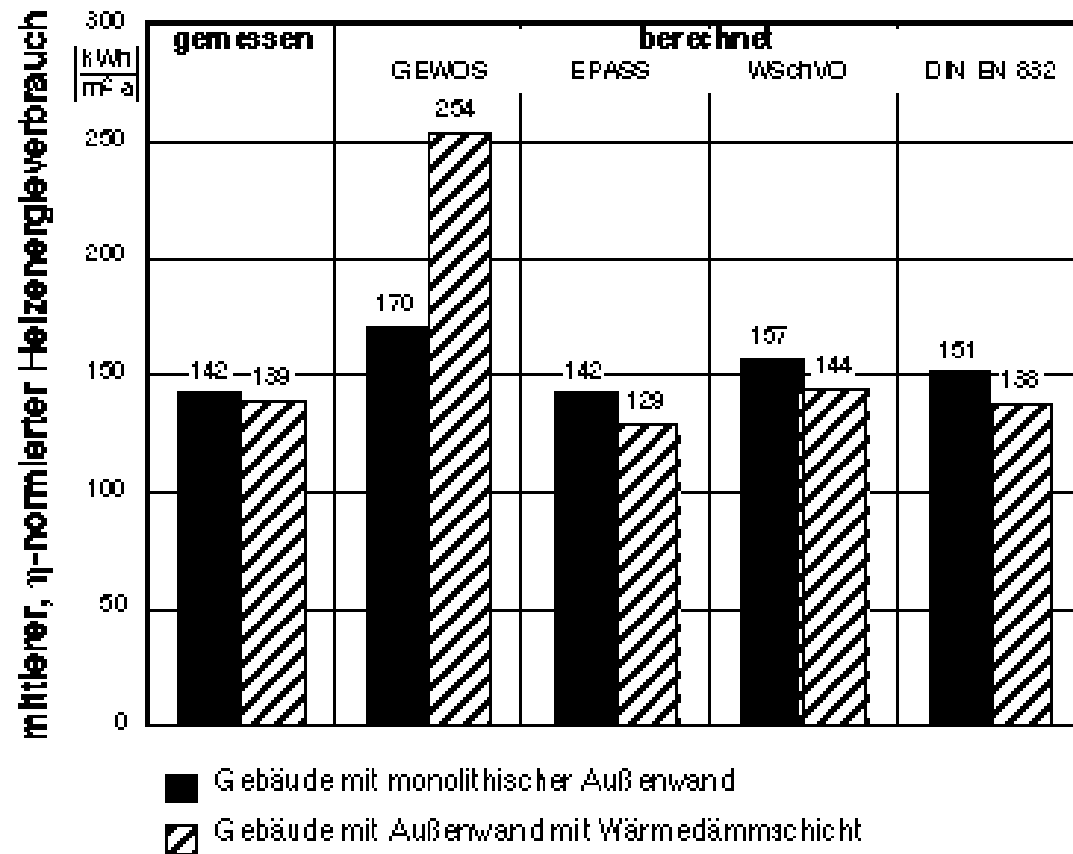
"daß, bezogen auf den (tatsächlichen) spezifischen Jahresbrennstoffverbrauch die Gruppe der Gebäude mit monolithischem Außenwandaufbau einen geringeren durchschnittlichen Verbrauchswert aufweist als die Gebäude mit zusätzlicher Dämmung der Außenwand,,

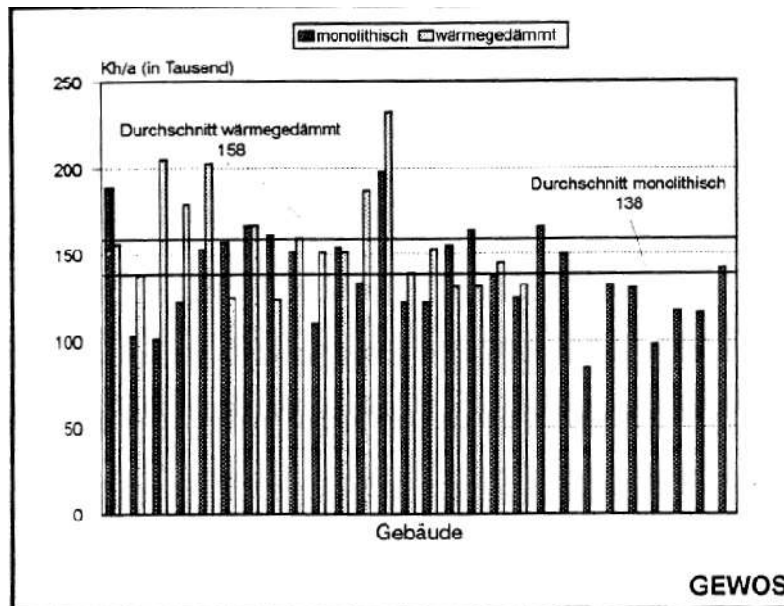
"erhebliche Diskrepanzen zwischen berechneten und tatsächlichen Energieverbräuchen festgestellt wurden" und

somit die rechnerisch ermittelten Energieverbräuche für die Formulierung von Anforderungen ungeeignet sind

GEWOS GmbH, Maurienstraße 5, 22305 Hamburg, Telefon: 040 / 697 12-0,
www.gewos.de – Studie von 1995 i.A. der Arbeitsgemeinschaft Mauerziegel im Bundesverband der Deutschen Ziegelindustrie







Ø wärmegeklämmt: 158 Kh/a
 Ø monolithisch: 138 Kh/a

Abb. 49: km-Wert bezogener JBV nach HKA (Gtzk) (JBV/km)

Trotz höherer Wärmedurchgangskoeffizienten für die Außenwand und höherer km-Werte der Hüllflächen weisen die hier in die Untersuchung einbezogenen Mehrfamilienhäuser mit monolithischem Außenwandaufbau einen niedrigeren Jahresbrennstoffverbrauch auf als die Gebäude mit zusätzlicher Dämmung der Außenwand. (S. 166)

Die Defizite der genormten Berechnungsverfahren:

- nur Diffusion wird berücksichtigt**
- Kapillarleitung bleibt unberücksichtigt**
- Wasserspeicherfähigkeit bleibt unberücksichtigt**
- die enthaltenen verfahren erlauben
keine realistische Einschätzung der Feuchtebilanz**
- Glaserverfahren reicht für Beurteilung
der Gebrauchstauglichkeit nicht aus**
- unter praktischen Bedingungen zu erwartende
Wassergehalte werden nicht berücksichtigt**
- bei monolithischen Wänden sind Berechnungen
ohne Kapillarleitung nicht sinnvoll**

Fazit:

**Die Berechnungsverfahren
der Normen erlauben
keine realistische Einschätzung
der Feuchte- und
Wärmebilanz
von Bauteilen**

Quelle:

Hauser, Prof. Dr.

Forschungsvorhaben:

„Auswirkungen der neuen europäischen Norm EN ISO 13788

„Raumseitige Oberflächentemperatur zur Vermeidung

kritischer Oberflächenfeuchte und Tauwasserbildung

im Bauteilinneren“ auf Konstruktion und Holzschutz

von Außenbauteilen in Holzbauart“,

Ingenieurbüro Prof. Dr. Hauser GmbH,

Wärme, Energie, Feuchte, Schall, Tageslicht,

Baunatal,

Zusammenfassung,

Aktenz.: IBH 457/02,

31.01.2003



aus dem Kontrastprogramm

zur DIN-Norm:

Zeitschrift BAUPHYSIK

Bsp.:

Heft 3, 2007

Der Weg zu energieeffizienten Gebäuden ist gepflastert mit „Leichen“ („Trends“)

- Wintergärten und Atrien
(geringer Beitrag zum Energiehaushalt)
- Tageslichtumlenk-„Akrobatik“
(6-12 kWh/m²a max. Einsparpotenzial,
Tageslichtqualität ohne visuelle Verbindung nach außen von wenig Wert)
- südorientierte Passiv-Solar-Häuser
(in Wirklichkeit muss das effiziente Gebäude mit der Diffusstrahlung auskommen)
- natürliche Lüftung
(Einsparung: 5-0kWh/m²a für Transportenergie der Ventilatoren)
- transparente Wärmedämmungen
(grausliche Auswirkungen auf die Erscheinung von Bauten,
moderne Wärmeschutzverglasungen sind billiger und effizienter)

Dass es notwendig wäre
eine andere Normenstruktur zu kreieren,
ist auf europäischer Ebene noch nicht bekannt.

Aufgabe =

- ein Gebäude so gestalten, dass der thermische Leistungs- und Energiebedarf klein bleibt
- dem Haustechniker zeigen, wie er den thermischen Bedarf möglichst intelligent und effektiv decken kann

Hinderungsgründe:

- Widerstand der Simulanten
- mangelndes Abstraktionsvermögen der Beteiligten
- emotionale Fixiertheit
- Blockade logischen Denkens

Quelle:

Prof. Dr. Dipl.-Phys. Bruno Keller

Professur für Bauphysik

Institut für Hochbautechnik

ETH Zürich

in Bauphysik 29 (**2007**), Heft 3, S. 262-263

G. Scheffler/R. Plagge/P. Häußel - Hygrische Materialmodellierung und ihre Abhängigkeit vom Prozess und der Prozessdynamik

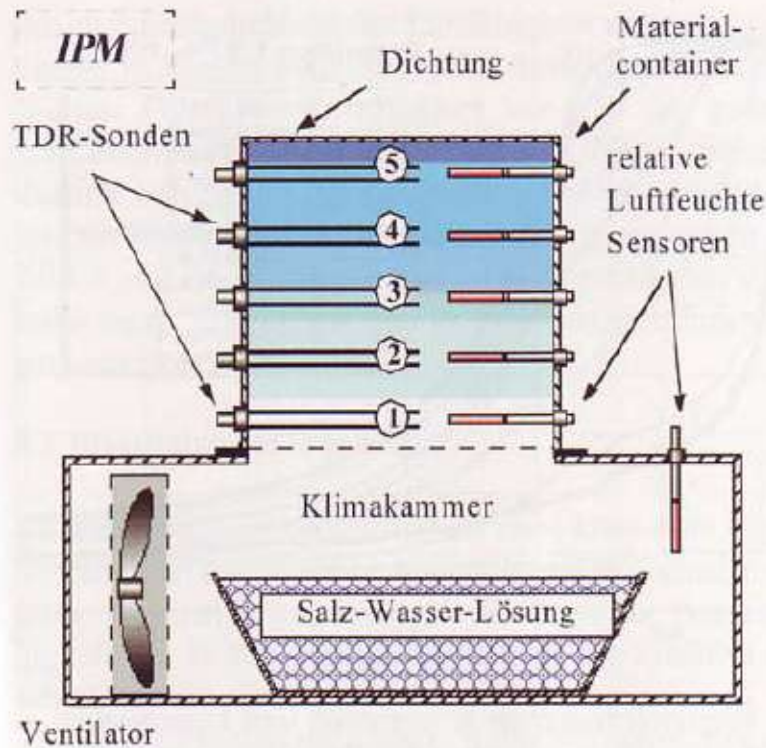


Bild 6. Schematische Darstellung der IPM Technologie für gleichzeitige Messung der Ad- und Desorptionscharakteristik des Feuchttransportes und der Feuchtespeicherung im Bauelement.

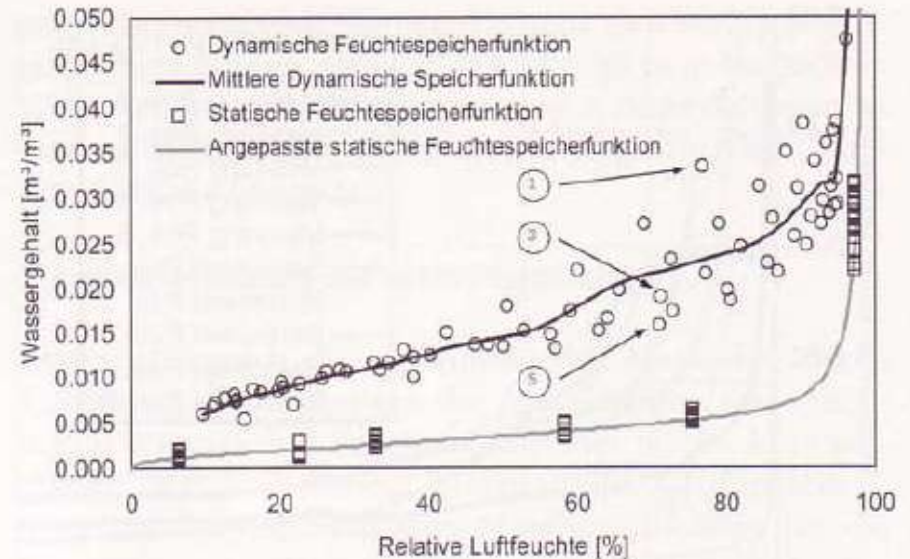
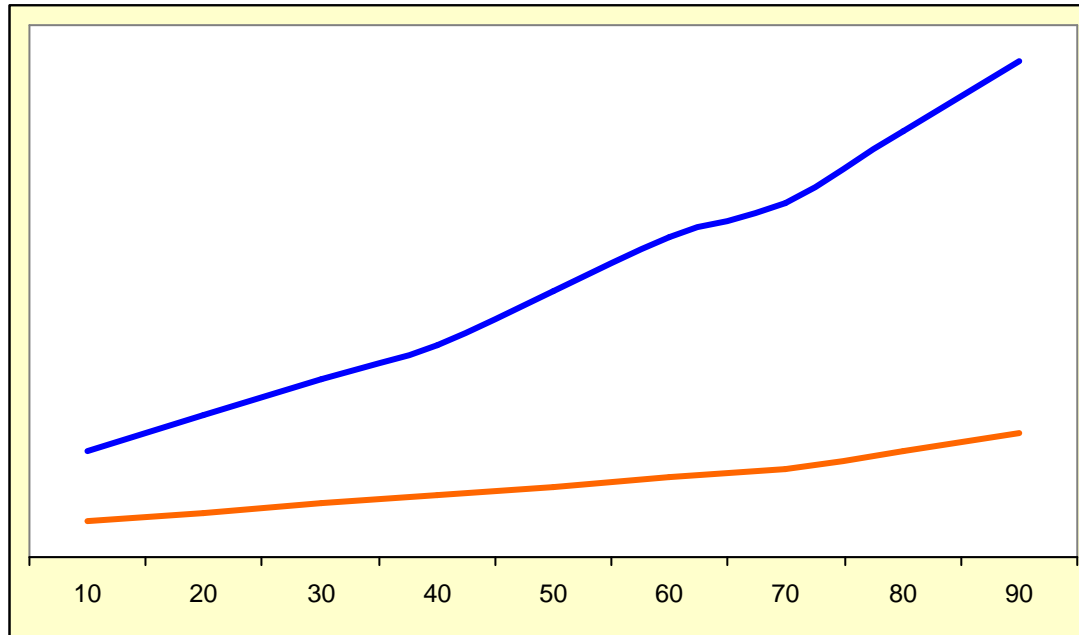


Bild 7. Vergleich zwischen statisch aus Sorptions- und Retentionsmessungen bestimmter und dynamisch aus den IPM Versuchen abgeleiteter Feuchtespeicherfunktion. Bezeichnung der Pos. 1, 3 und 5 entspricht den Spezifikationen nach Bild 6 Fig. 7. Comparison of moisture storage data determined by static sorption and retention measurements and dynamic IPM experiments. Pos. 1, 3 and 5 follow the specifications of Fig. 6

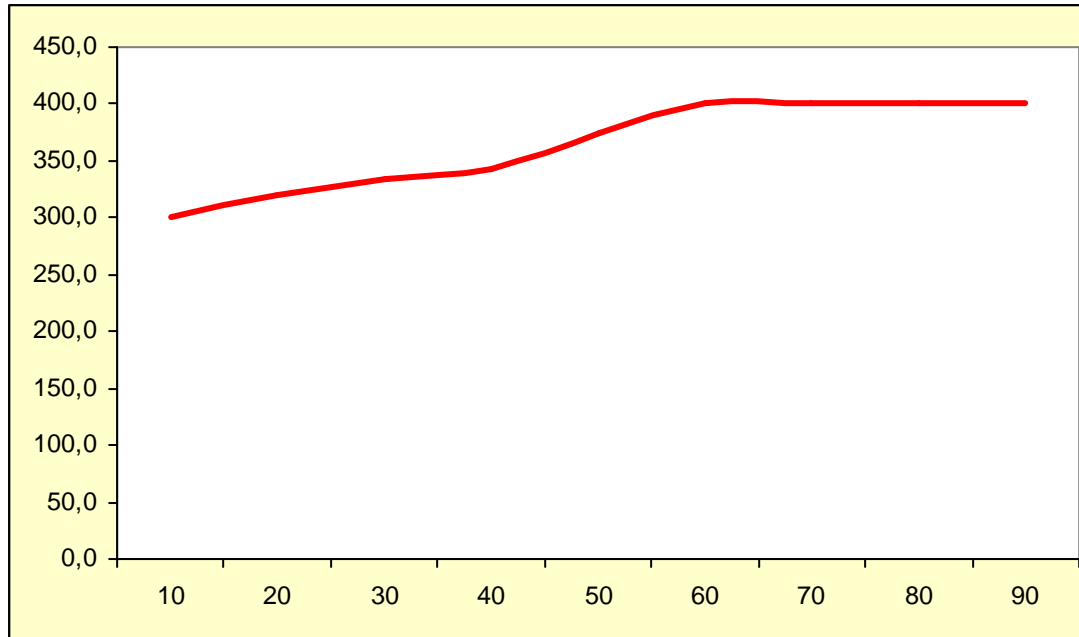
Schnappschuss von ebenda, S. 173



Vergleich der Feuchtespeicherfunktion:

blau: dynamisch aus den IPM Versuchen abgeleitet

rot: statisch aus Sorptionsmessungen bestimmt

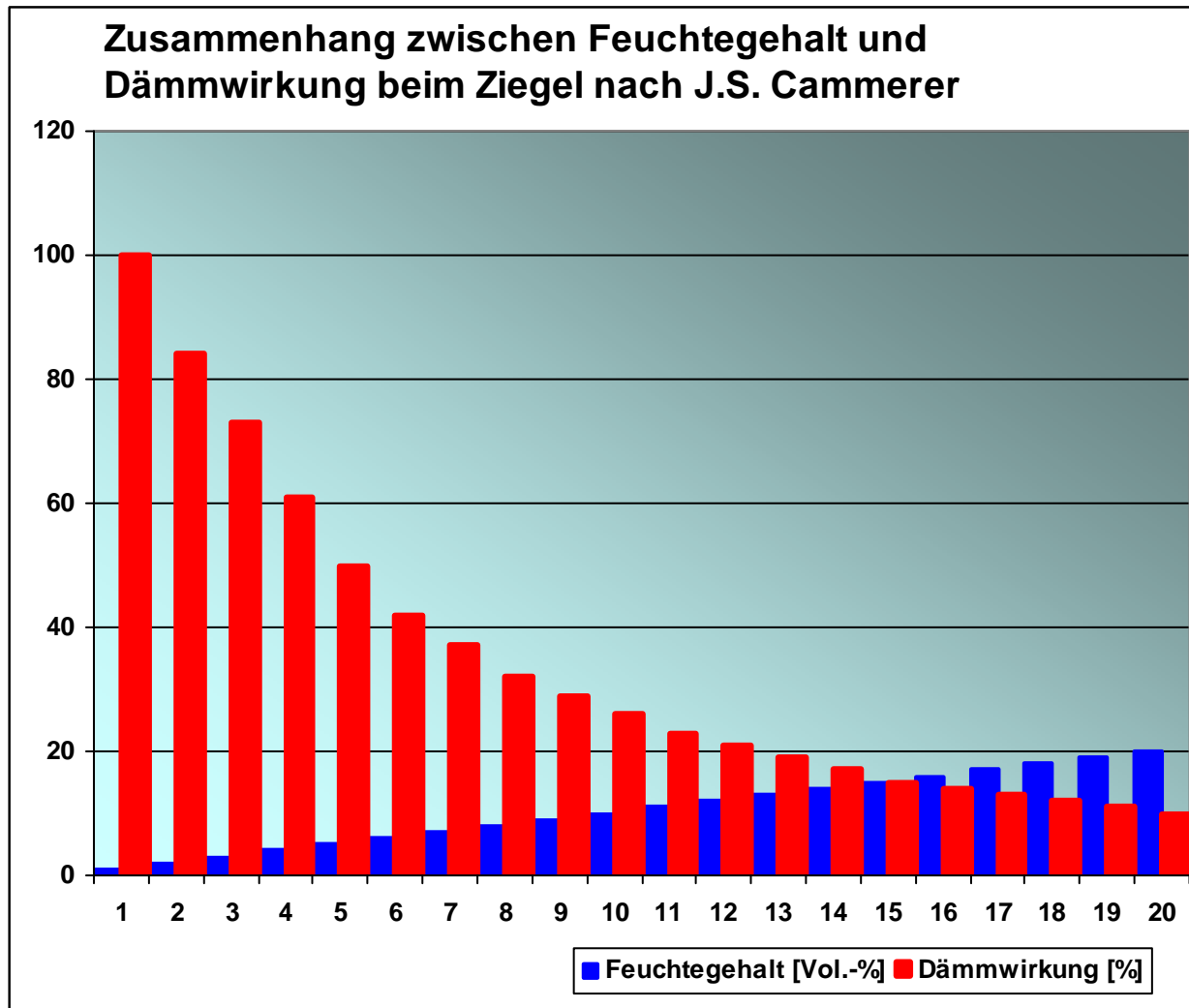


Vergleich der Feuchtespeicherfunktion:

Die dynamischen Werte liegen 300 – 400 %

über den statischen Werten!

Rückblick in die **20er / 30er**:



Informationen im Internet:

www.richtigbauen.de

www.richtigsanieren.de

Schwerpunktthemen:

- Energie
- Bauphysik
- Praxis (EVA, experimentell)
- Bauen im Bestand