

## Öl-Effizienz-Initiative

Fachtagung

### Effizienzsteigerung von Heizungsanlagen

Stuttgart – 21. Juli 2006



### Kennzahlen zum Merken

## ***Kennzahlen zum Merken:***

***1 kWh Nutzenergie: 0,10 – 0,15 €***

***1 WeI Dauerleistung: 1 - 1,50 €/a***

***1 Liter Heizöl – 1 m<sup>3</sup> Erdgas – 10 kWh – 50...70 €cent***

***Kennen Sie die Entwicklung des Rohölpreises  
und des Heizölpreises in den letzten sechs bzw.  
in den letzten vierzig Jahren?***



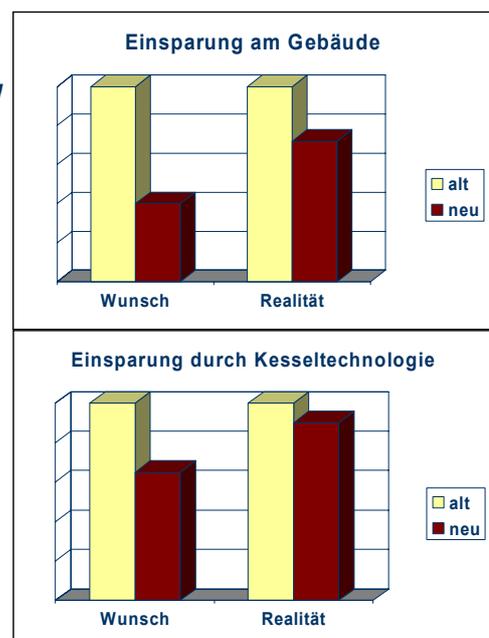
- In den letzten 6 Jahren von 10 \$/b auf 75 \$/b, also um den Faktor 7,5!
- In den letzten 40 Jahren von 1,36 \$/b auf 60 \$/b, also um den Faktor 44!
- Durchschnittliche Rohölpreissteigerung in den letzten 40 Jahren: 10%/a
- Die Heizkosten haben sich in den letzten 6 Jahren mehr als verdoppelt!
- Durchschnittliche Heizölpreissteigerung in den letzten 40 Jahren: 7%/a

## Traurige Bilanzen in der Praxis

### Schluss mit der Verschleierungstaktik!

Studie TU München & Kaminkehrerhandwerk für 2000 Wohngebäude:

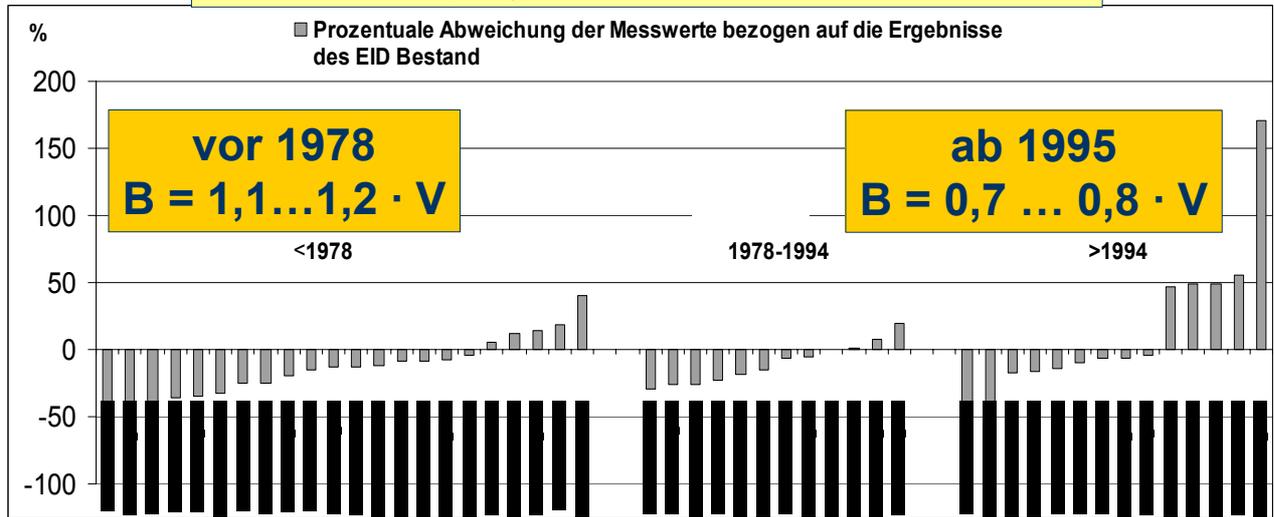
- Gebäude mit Errichtung ab 1989 zu Gebäuden vor 1977:  
Einspareffekt 25 % (Soll: -60 %)
- neue Kesseltechnik gegenüber 15 Jahren älterer Kesseltechnologie:  
Verbrauchsrückgang 10 % (Soll: -35%)



**Gründe: Fehlen von kritischer Planungsbeurteilung, von Qualifizierung und Qualitätssicherung in Planung und Ausführung, von sachgerechter Bau- und Anlagentechnik-Kontrolle**

*Wenn die aus Bedarfsrechnungen ermittelte Einsparung größer ist als der derzeitige Verbrauch sollte man aufhören!*

Vergleich des Heizwärmebedarfs nach einem Rechenprogramm mit Verbrauchsmesswerten

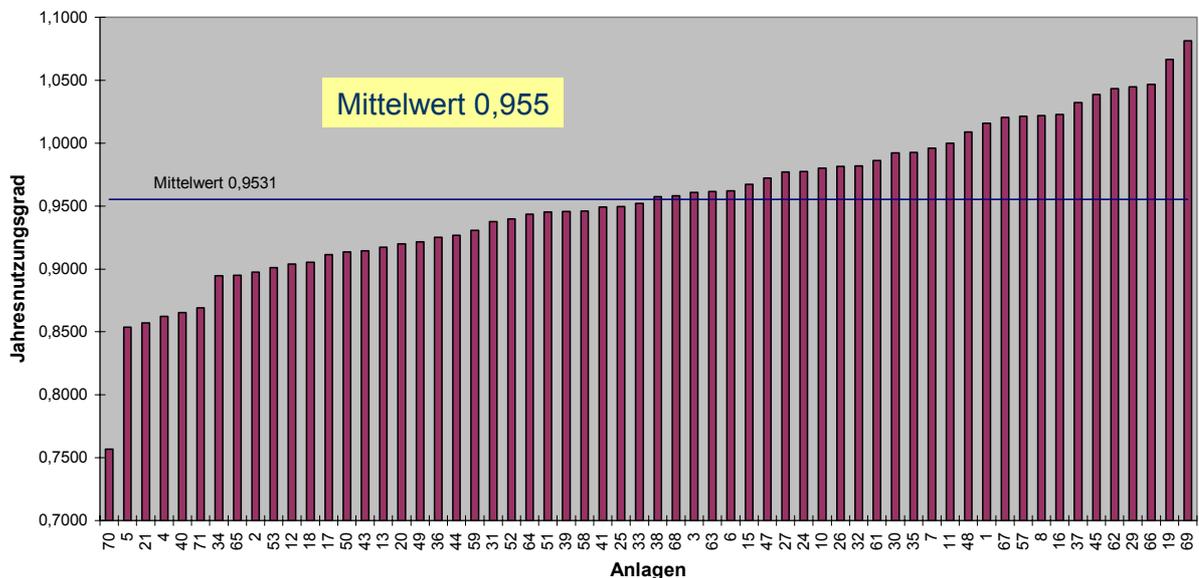


## Feldversuche zeigen: Verminderte Brennwertnutzung

### SYMPTOM:

**16 (38 NT) kWh/(m<sup>2</sup>a) Kesselverluste (in EFH) = Heizwärmebedarf eines PH**  
**39 (59 NT) kWh/(m<sup>2</sup>a) aus OPTIMUS-Studie**

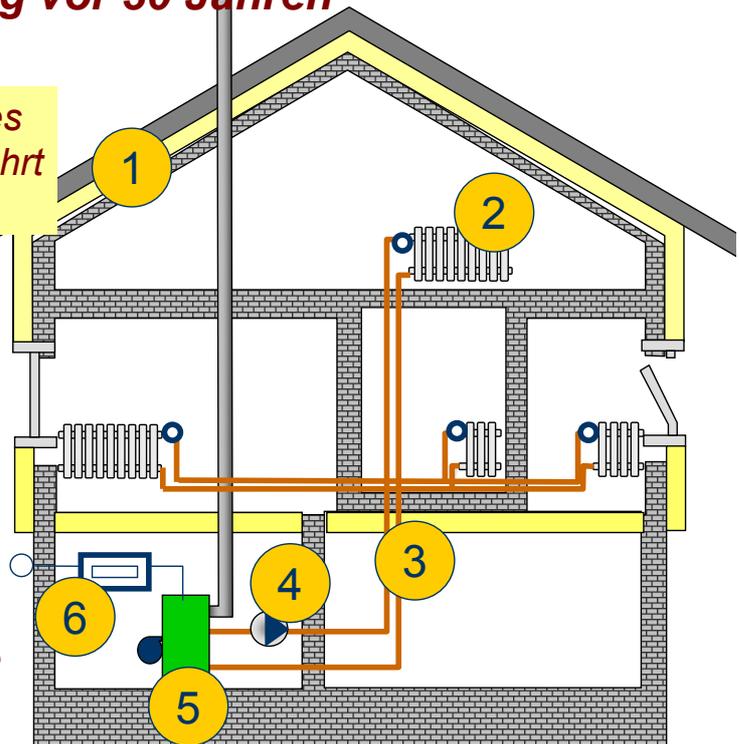
In "unbegleiteten" Niedrigenergie-Ein- und Mehrfamilienhäusern werden im Durchschnitt Jahresnutzungsgrade von **95%** (bis 110% Norm) bezogen auf Hu gemessen.



## Früher: Anlagenauslegung vor 30 Jahren Heute: "Plug & Play"

... so wird es gelehrt, so wurde es auch früher mit Erfolg durchgeführt und so muss es wieder werden

1. Heizlastermittlung (DIN 4701)
2. Heizkörperauslegung mit 90/70 °C einheitlich
3. Rohrnetzberechnung mit 100 Pa/m, Ventilautorität 0,5 am ungünstigsten Heizkörper,  $X_P = 2 K$  für die TH-Ventile
4. Angepasste Auslegung der Pumpe
5. Kessel passend zum Gebäude ohne oder mit geringem hydraulischen Widerstand
6. Einstellung der Heizkurve gemäß Heizkörperauslegung



7

## Probleme der Regelung und Hydraulik einer Heizungsanlage

Mein Gebäude wird nicht warm, kann man da nicht einfach an der Heizungsanlage was einstellen, wie mein Handwerker gesagt hat ?

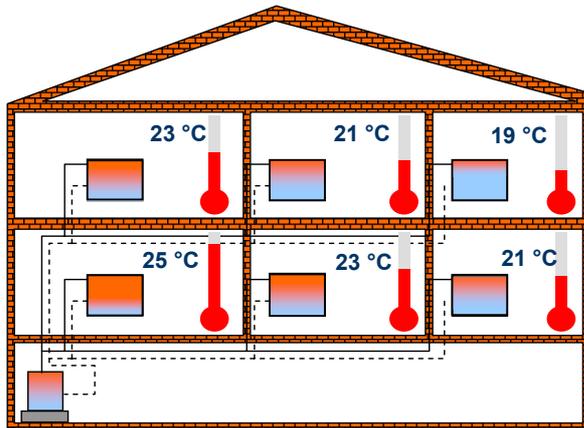
Was wird oft gemacht, damit „Ruhe ist“?

- Erhöhung der Pumpenleistung: Die Pumpe wird auf die höchste Drehzahlstufe eingestellt
- Anhebung der Heizkurve: Dadurch ergeben sich höhere Vorlauftemperaturen

8

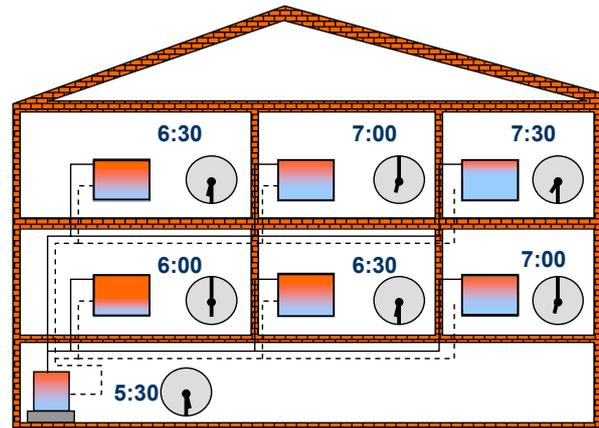
## 1) Ungleichmäßige Wärmeabgabe

Pumpennahe Heizkörper werden mit Wärme übersorgt und stellen damit ein Verschwendungspotential zur Verfügung.



## 2) Ungleichmäßige Aufheizzeiten

Die Räume werden nach Absenksphasen unterschiedlich schnell warm.



Die Optimierung in der Planung und Ausführung umfasst:

1. den hydraulischen Abgleich mit Voreinstellung von Thermostatventilen,
2. die Einstellung der ausreichenden Förderhöhe an der Pumpe
3. die Einstellung der Vorlauftemperatur am zentralen Regler.



Optimierung zur Verminderung des **Verschwendungspotentials für Wärme, der elektrischen Hilfsenergie für die Pumpe** und zur Komfortverbesserung



## OPTIMUS: Projektziele - Technischer Bereich

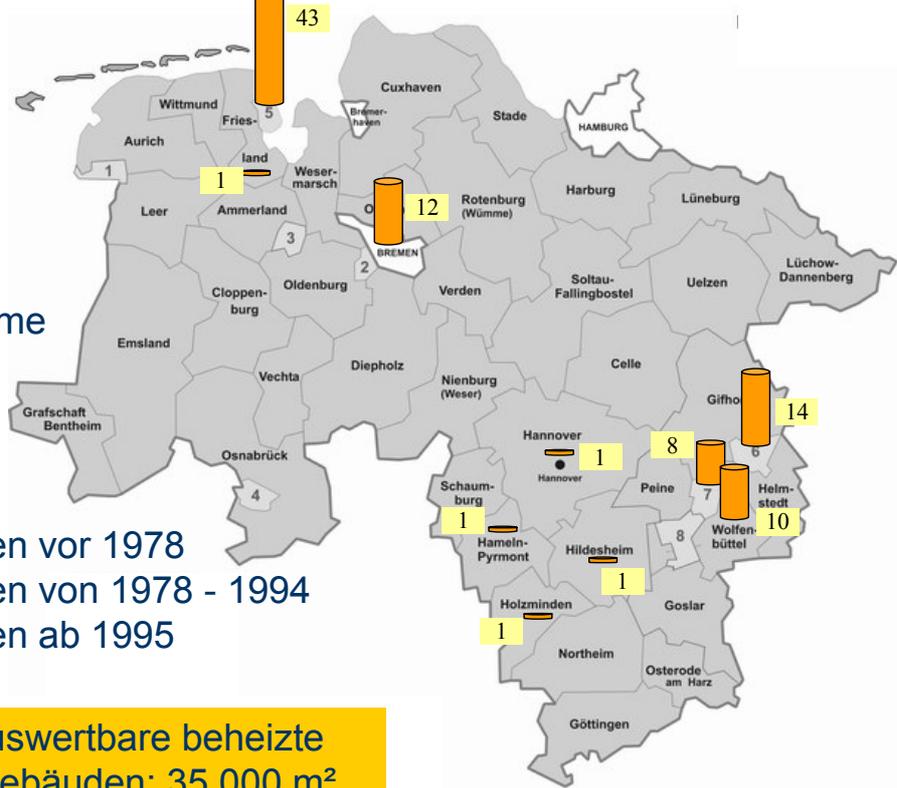
Vorhandene Technologien bestmöglich zu nutzen durch die Optimierung von bestehenden Heizungsanlagen

1. Energieeinspar- und Wirtschaftlichkeitsnachweis durch Verbrauchsmessungen an konkreten Objekten
2. Entwicklung von Hilfsmitteln zur Optimierung für das Fachhandwerk

Beide Ziele wurden erreicht!

- 92 Gebäude
- 59 mit Kessel
- 33 mit Fernwärme
- 52 EFH
- 40 MFH
- 47 mit Baujahren vor 1978
- 20 mit Baujahren von 1978 - 1994
- 25 mit Baujahren ab 1995

Energetisch auswertbare beheizte Fläche in 75 Gebäuden: 35.000 m<sup>2</sup>



## Zustand der Gebäude und Anlagen



durchschnittliche Kompaktheitsgrade  $A/V_e$

- 0,56 (MFH)
- 0,64 (EFH)

durchschnittliche beheizte Fläche

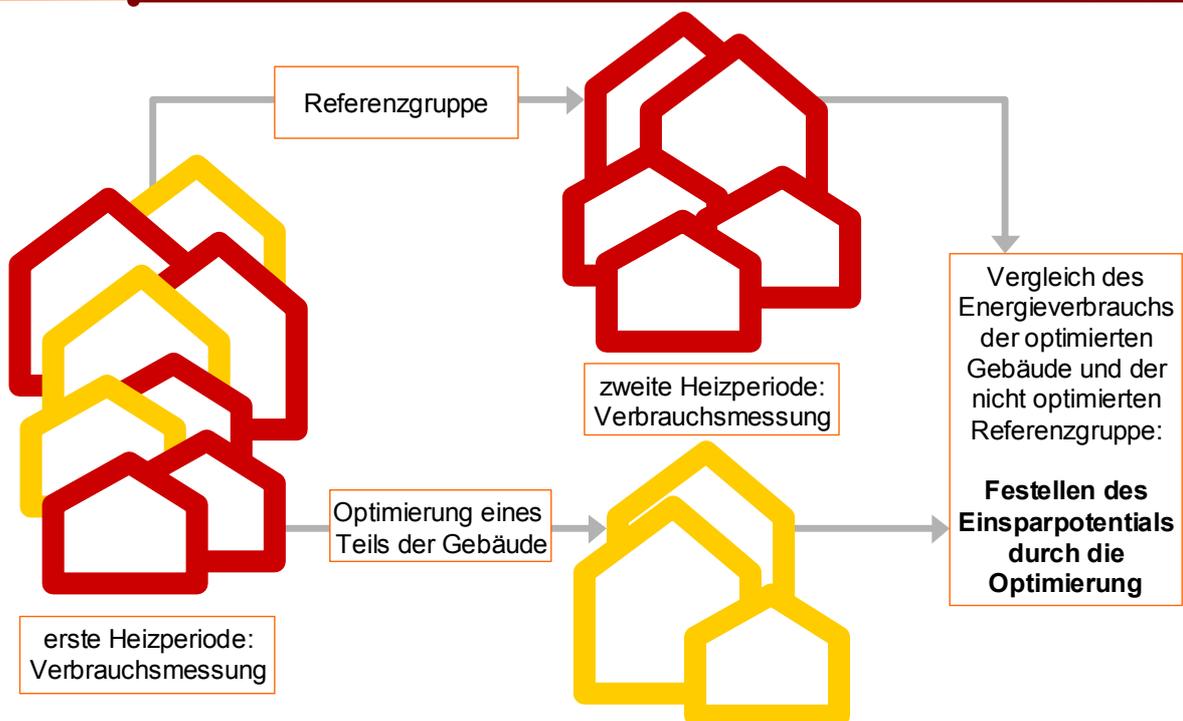
- 153 m<sup>2</sup> (EFH)
- 837 m<sup>2</sup> (MFH)

mittlere U-Werte der Gebäude

- 1,3 W/(m<sup>2</sup>K) - Baujahre vor 1977
- 0,47 W/(m<sup>2</sup>K) - Baujahre ab 1995



- Überdimensionierung / Werkseinstellung der Komponenten ermöglichen ein **Verschwendungspotential**: möglicher Energieverbrauch ist **zwei bis drei** mal höher als der minimale Jahresenergiebedarf; in der Praxis 15 – 30%
  - fehlender hydraulischer Abgleich, zu hohe Vorlauftemperaturen sowie die Überdimensionierung von Heizkörpern, Pumpen und Thermostatventilen (Faktor 7-10) provozieren schlechtes Regelverhalten (Zweipunktverhalten) des Einzelraumregelkreises **anstelle 20 – 21 °C: 19 – 21,5 °C führt zu 21 – 23,5 °C + Ablüften**
  - Anlagen weisen Geräuschprobleme und eine schlechte Wärmeverteilung (kein hydraulischer Abgleich) auf
- Optimierung: Oktober 2003 bis Januar 2004
  - 31 Gebäude (beheizte Fläche ca. 11.500 m<sup>2</sup>)



Einsparpotentiale messtechnisch nachweisen: monatliche Erfassung des Energieverbrauchs aller Gebäude über 2 Heizperioden

Heizwärmersparnis:	7 kWh/(m <sup>2</sup> a)	90.000 kWh/a
Endenergieersparnis:	8 kWh/(m <sup>2</sup> a)	106.000 kWh/a
Primärenergieersparnis:	10 kWh/(m <sup>2</sup> a)	124.000 kWh/a
CO <sub>2</sub> -Ersparnis:	2,1 kg/(m <sup>2</sup> a)	28.300 kg/a

Die erreichte Einsparung ist in den ...

- **neuen Gebäuden (nach 1978) deutlich höher als in den alten Gebäuden (vor 1977): 14 – 19 kWh/(m<sup>2</sup> a)**
- **Gebäuden mit geringem Heizwärmeverbrauch (unter 130 kWh/m<sup>2</sup>a) deutlich höher als bei hohem Heizwärmeverbrauch (über 130 kWh/m<sup>2</sup>a)**
- MFH im Mittel etwas höher als in den EFH
- Gebäuden mit Kessel höher als in den Gebäuden mit Fernwärme

Mehrfamilienhaus mit 18 Wohneinheiten,  
Baujahr 1998, 1250 m<sup>2</sup> Wohnfläche



Optimierungsmaßnahmen ohne Investitionen in Komponenten:

- Voreinstellung der Thermostatventile
- Einstellung der optimalen Pumpenförderhöhe
- Optimale Einstellung der Regelung

Verringerung des Verbrauchs thermischer Energie durch Optimierung von **99 kWh/(m<sup>2</sup>a)** auf **78 kWh/(m<sup>2</sup>a)**

Das entspricht einer prozentualen Verringerung von **21 %**

In acht Etagenwohnungen eines MFH wurden – auf Vorschlag des Projektleiters Dipl.-Ing. Stein – im Zuge der Optimierung die im Kessel integrierten, unregulierten Pumpen durch geregelte ersetzt.

- Heizwärmersparnis  
**28 kWh/(m<sup>2</sup>a) bzw.  
21 % von 132 kWh/(m<sup>2</sup>a)**
- Hilfsenergieersparnis  
**1,4 kWh/(m<sup>2</sup>a)  
bzw. 18 % von 7,6 kWh/(m<sup>2</sup>a)**

**Optimierung mit HE-Pumpentausch:**  
großer Energiesparererfolg (250 €/WE a);  
aber nur zusammen mit dem Nutzer



## Kosten für die Optimierung

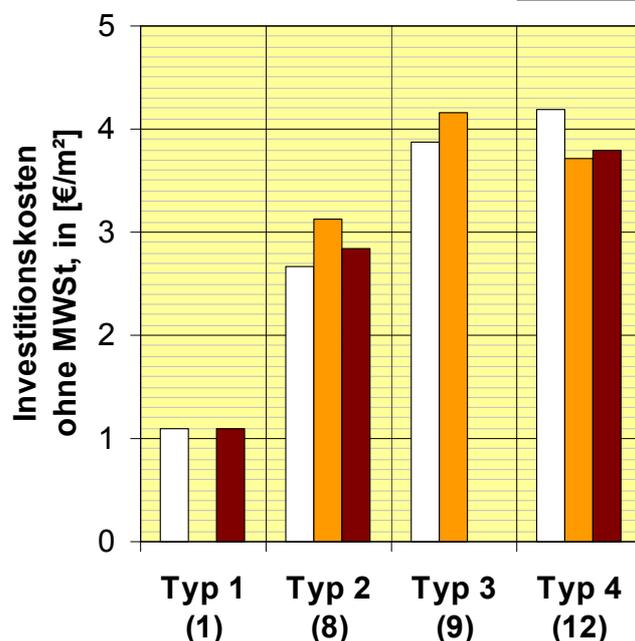
### Maßnahmenpaket / Typ:

1. nur Komponenten einstellen
2. voreinstellbare Thermostatventile einbauen
3. neue Pumpe / neuen Differenzdruckregler einbauen
4. Pumpe / Differenzdruckregler und THKV einbauen

**im Mittel der Optimus-Gebäude: 3,7 €/m<sup>2</sup>**

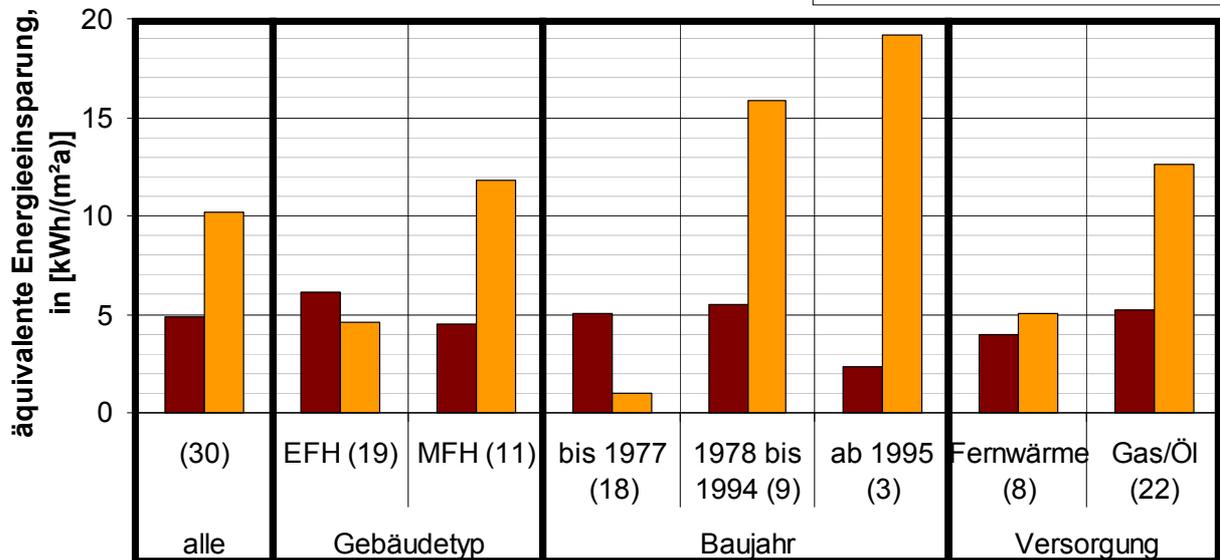
### Kosten für die Optimierung

(Werte bezogen auf die beheizte Fläche)



**Wirtschaftlichkeit der Optimierung**

(Werte bezogen auf die beheizte Fläche)



**Ausblick:**

**Zukünftiges Primärenergie-Einsparpotenzial bei Optimierung und Qualitätssicherung von Planung, Ausführung und Betrieb im Neubau und nach einer baulichen Modernisierung:**

$$\Delta Q = 20 - 50 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$$

**Kürzlich veröffentlichte Studie des Wuppertal-Instituts für e-on zum Thema: "Optionen und Potenziale für Endenergieeffizienz und Energiedienstleistungen" kommt zu dem Ergebnis: Maßnahmen 1. Priorität sind: Dämmung, HE-Pumpen und Hydraulischer Abgleich!**

**[www.wupperinst.org](http://www.wupperinst.org)**

- Erste Wohnbaugesellschaften (Nds., Bremen, Berlin, Brandenburg, Hamburg) wollen aufgrund des OPTIMUS-Projektes ihren modernisierten Bestand optimieren.
- Verbreitung der Ergebnisse u.a. über den dualen Studiengang „TGA“ an der FH Wolfenbüttel
- Weiterbildung „Systemtechnik“ in Niedersachsen für Handwerker
- Optimierung in der EnEV 2006 fordern
- Optimierung: Chancen für das Handwerk: 20 – 40 kWh/(m<sup>2</sup>a)



**Weitere Informationen:**  
**[www.delta-q.de](http://www.delta-q.de)**

### **Beispiel: 30% weniger Endenergieverbrauch durch „Solare Sanierung“**

Ein aktuell beworbenes Programm „Solare Sanierung“ verspricht für ein Bestandsgebäude mit vorher 200 kWh/(m<sup>2</sup> a) Heizwärmebedarf eine Reduzierung um 60 kWh/(m<sup>2</sup> a), also um 30 %, durch die Verbindung: „Solarenergienutzung & Anlageneffizienz“

Beitrag durch Solare Warmwasserbereitung und Heizungsunterstützung: 7 kWh/(m<sup>2</sup>a)

Gesamtpaket: Dachdämmung, Brennwertkessel, Anlagenoptimierung,...

### **Frage: Modernisierung oder Instandsetzung?**

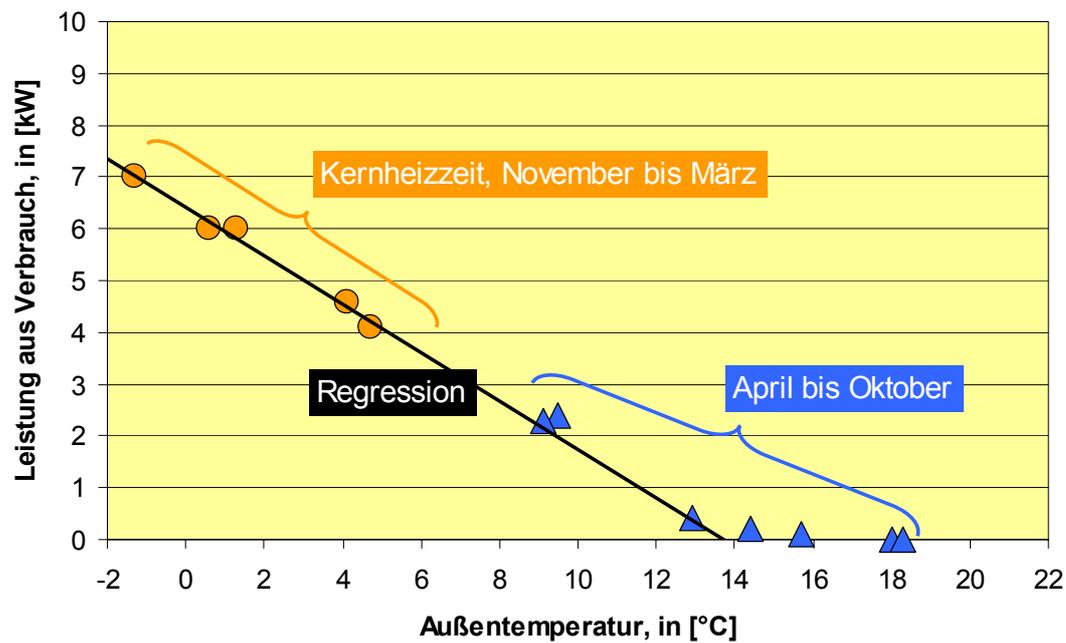
Die Branchenakteure sollten wieder lernen, korrekt und ehrlich zu bilanzieren  
Werkzeug: „Äquivalenter Energiepreis“:

Jährliche Zusatzkosten (Invest 56 000€)/Eingesparte Energiemengen (20 000 kWh/a)

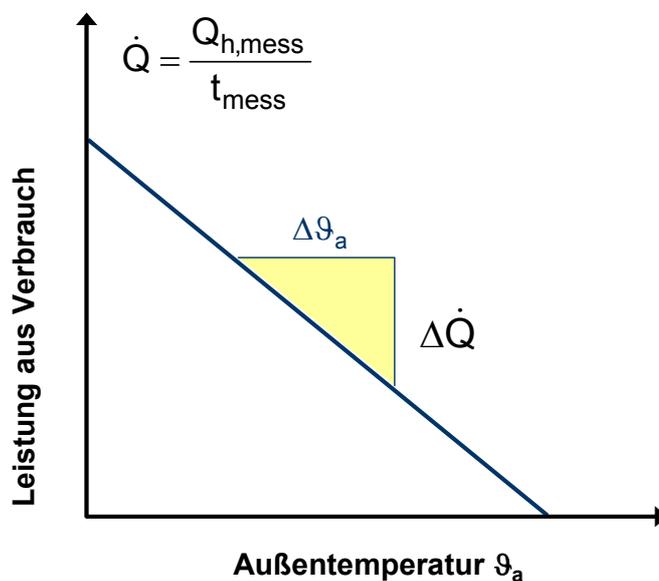
Bei einem Annuitätsfaktor von 0,08 1/a liegt der äquivalente (Wärme-)Energiepreis der „solaren Sanierung“ bei 0,22 €/kWh

$$K_{aE} = \frac{0,08 \text{ a}^{-1} \cdot 56000 \text{ Euro}}{20000 \text{ kWh/a}} = 22,4 \text{ ct/kWh}$$

## Messpunkte des Verbrauchs aufgetragen über der Außentemperatur



## Erläuterung der Kennwerte



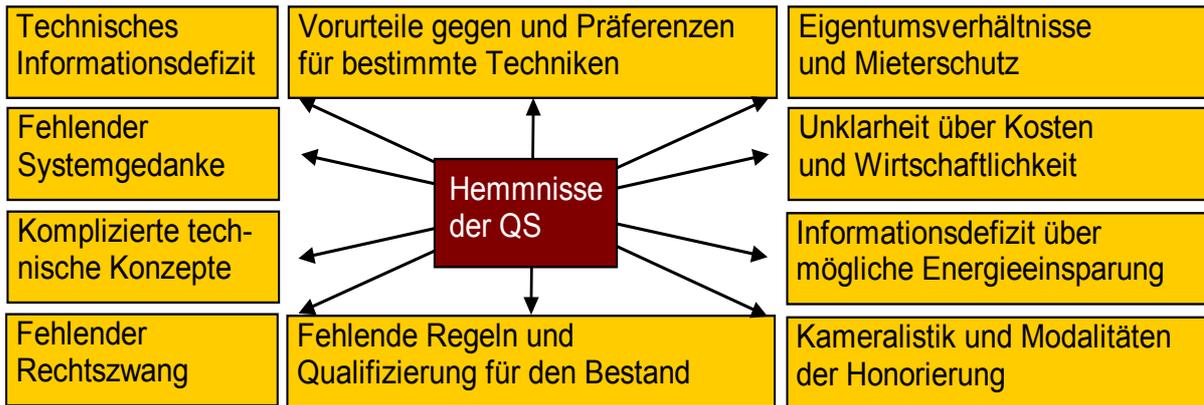
Kennwerte ermitteln:

Steigung = H

Nullstelle =  $\theta_{HG}$

Die Steigung H ist ein Maß für die Verluste aus Transmission und Lüftung

Heizlast =  $H \cdot (34K)$

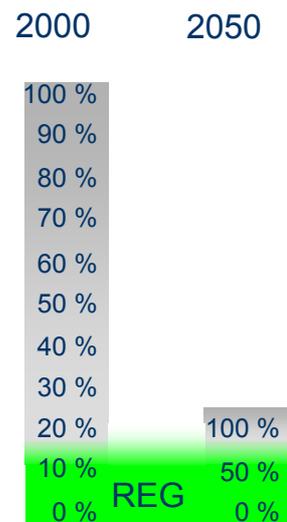
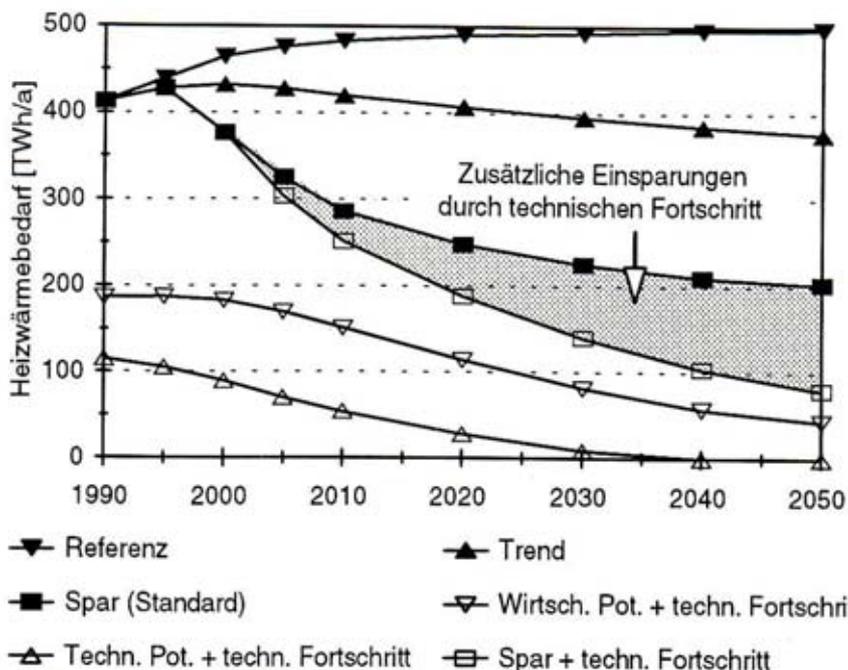


Heute offen für die Qualitätssicherung zu plädieren – vor allem die nachträgliche – bedeutet nicht Versäumnisse der letzten 30 Jahre anzuprangern, sondern neue Erkenntnisse zur Optimierung zukünftig im Neubau und bei der Modernisierung einzubringen!

**Weitere Informationen:**  
[www.delta-q.de](http://www.delta-q.de)

2050: Regenerative Energien: 50 – 80 % des Energiebedarfs

**Energetische Modernisierung: Faktor 4 – 10 erforderlich**  
 1987: wirtschaftlich 4 - 6 cm; heute 12 – 25 cm Dä.  
 Notwendige Entwicklung in Deutschland - ?Real?



Quelle:  
 Ebel/Eicke-Hennig  
 Feist/Groscurth

## Theorie:

- Faktor 3,0 zwischen alten und neuen Gebäuden

## Praxis:

- Faktor 1,5 zwischen alten und neuen Gebäuden

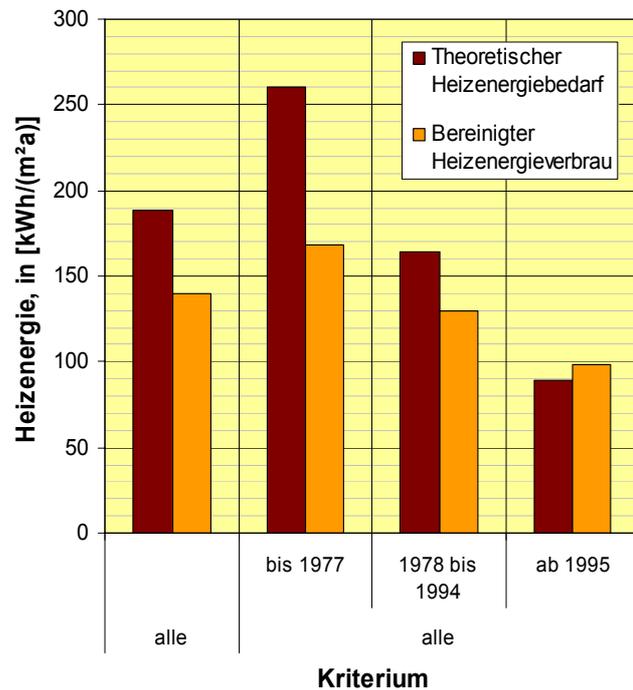
## Abgleich mit dena-E-Pass:

- alte Gebäude 35 % mehr berechneter Bedarf
- neue Gebäude 10 % weniger Bedarf

## Konsequenz:

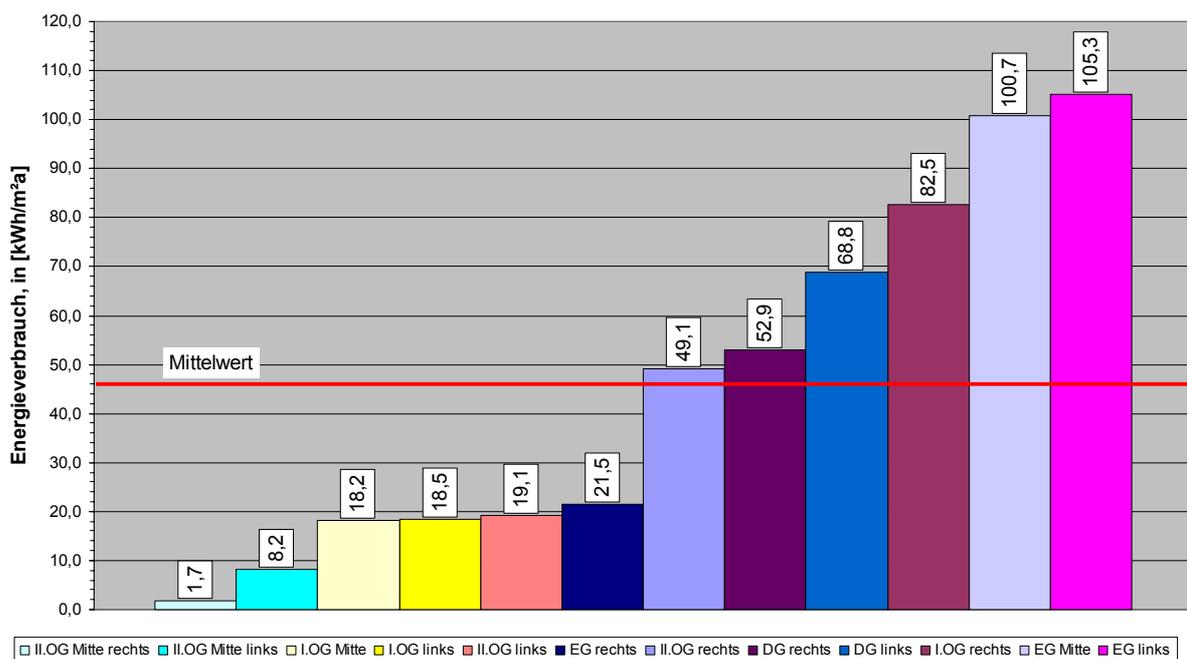
- zu hohe theoretische Einsparprognose
- Einfacher Energiepass

Heizenergie - Bedarf und Verbrauch  
(bezogen auf die beheizte Fläche)



# Aktuelle Ergebnisse eines "Faktor-10-Hauses"!

spez. Jahresenergieverbrauch



Schwankungsbreite des Heizwärmeverbrauchs: 1,7 – 105,3 kWh/(m² a)