

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 m³ 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?



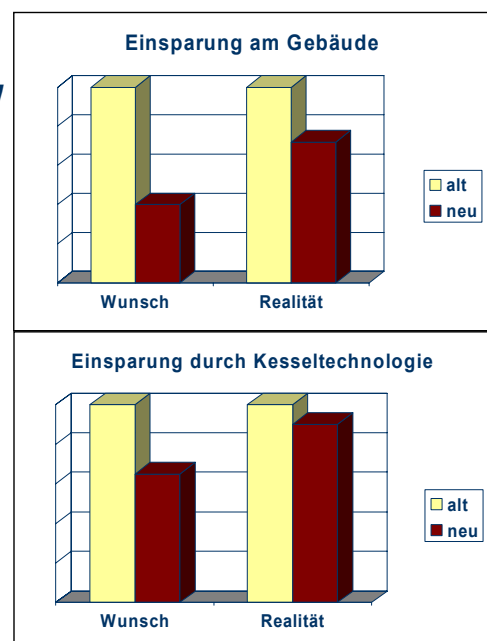
- In den letzten 6 Jahren von 10 \$/b auf 75 \$/b, also um den Faktor 7,5!
- In den letzten 40 Jahren von 1,36 \$/b auf 60 \$/b, also um den Faktor 44!
- Durchschnittliche Rohölpreissteigerung in den letzten 40 Jahren: 10%/a
- Die Heizkosten haben sich in den letzten 6 Jahren mehr als verdoppelt!
- Durchschnittliche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

Traurige Bilanzen in der Praxis

Schluss mit der Verschleierungstaktik!

Studie TU München & Kaminkehrerhandwerk für 2000 Wohngebäude:

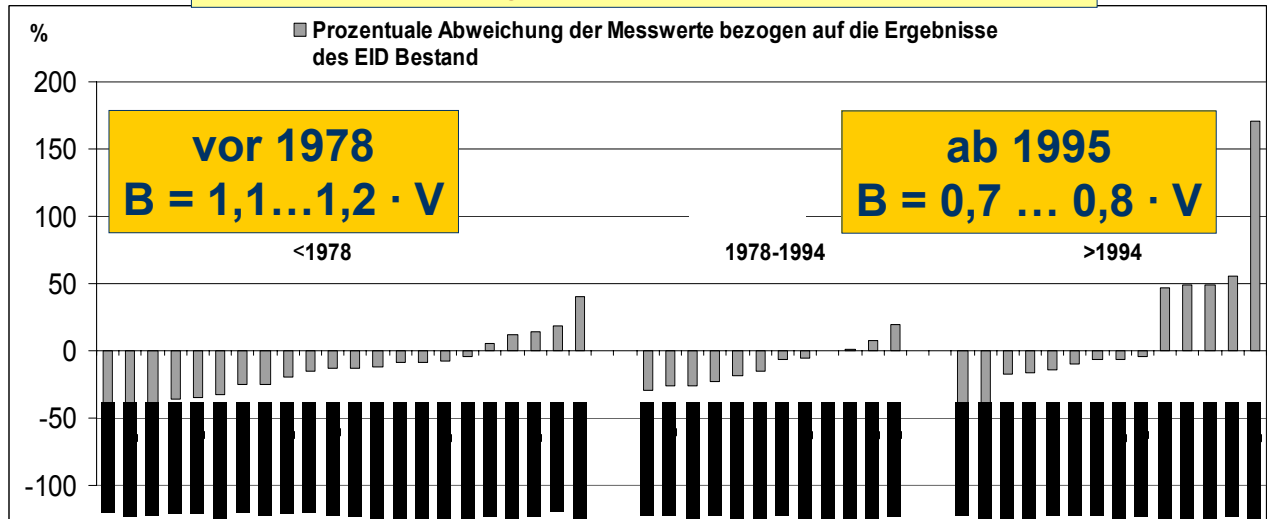
- Gebäude mit Errichtung ab 1989 zu Gebäuden vor 1977:
Einspareffekt 25 % (Soll: -60 %)
- neue Kesseltechnik gegenüber 15 Jahren älterer Kesseltechnologie:
Verbrauchsrückgang 10 % (Soll: -35%)



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



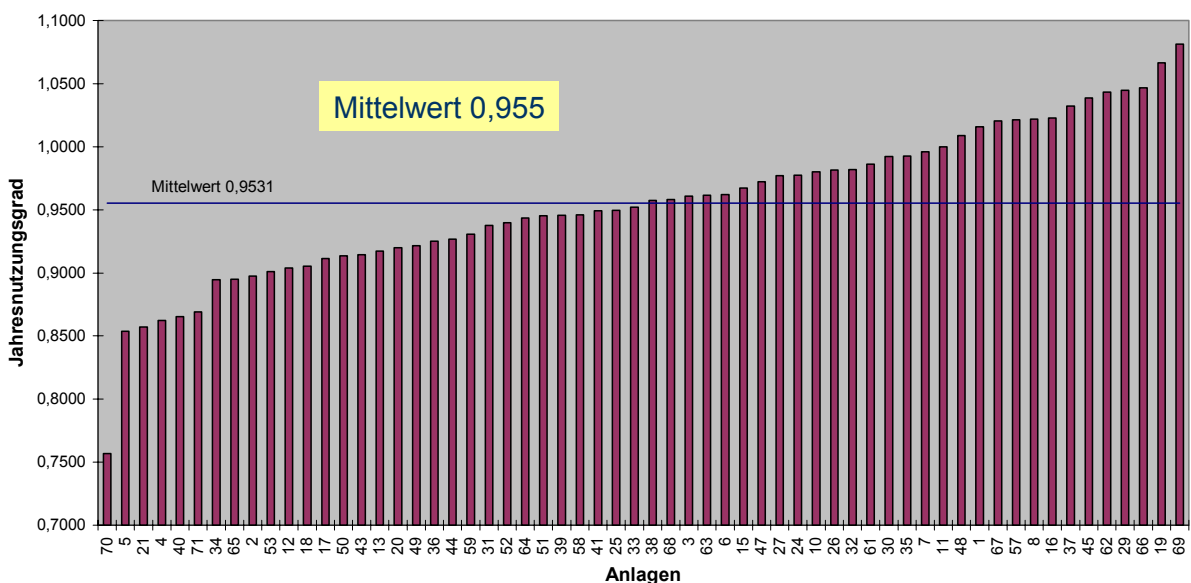
Feldversuche zeigen: Verminderte Brennwertnutzung

SYMPTOM:

16 (38 NT) kWh/(m²a) Kesselverluste (in EFH) = Heizwärmebedarf eines PH

39 (59 NT) kWh/(m²a) aus OPTIMUS-Studie

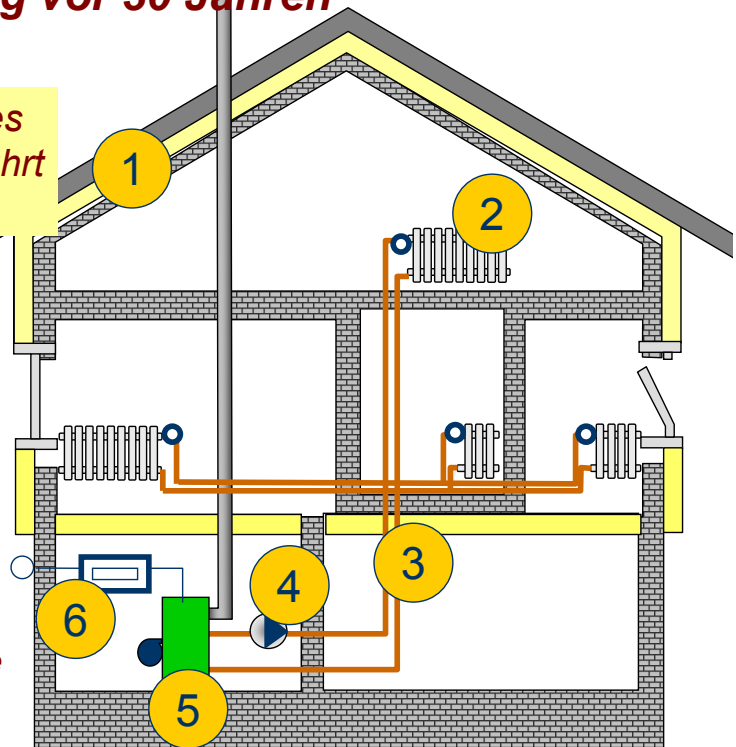
In "unbegleiteten" Niedrigenergie-Ein- und Mehrfamilienhäusern werden im Durchschnitt Jahresnutzungsgrade von **95%** (bis 110% Norm) bezogen auf Hu gemessen.



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 ?

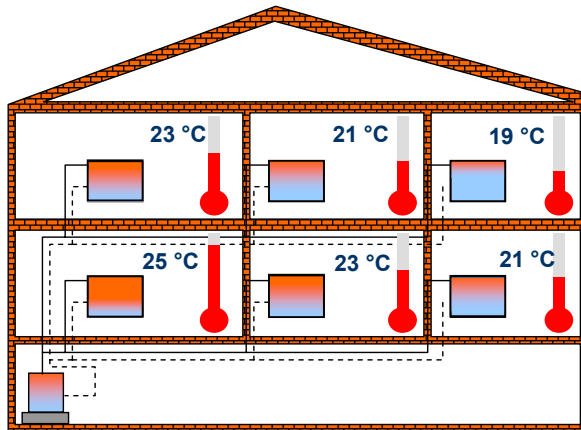
Was wird oft gemacht, damit „Ruhe ist“?

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

8

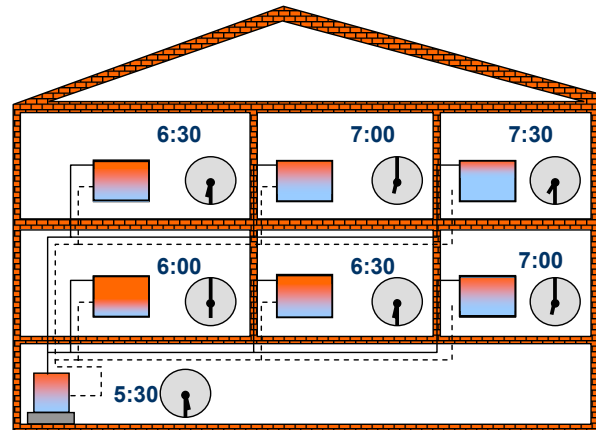
1) Ungleichmäßige Wärmeabgabe

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



2) Ungleichmäßige Aufheizzeiten

Die Räume werden nach Absenksphasen unterschiedlich schnell warm.

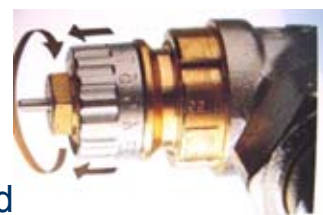


Die Optimierung in der Planung und Ausführung umfasst:

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

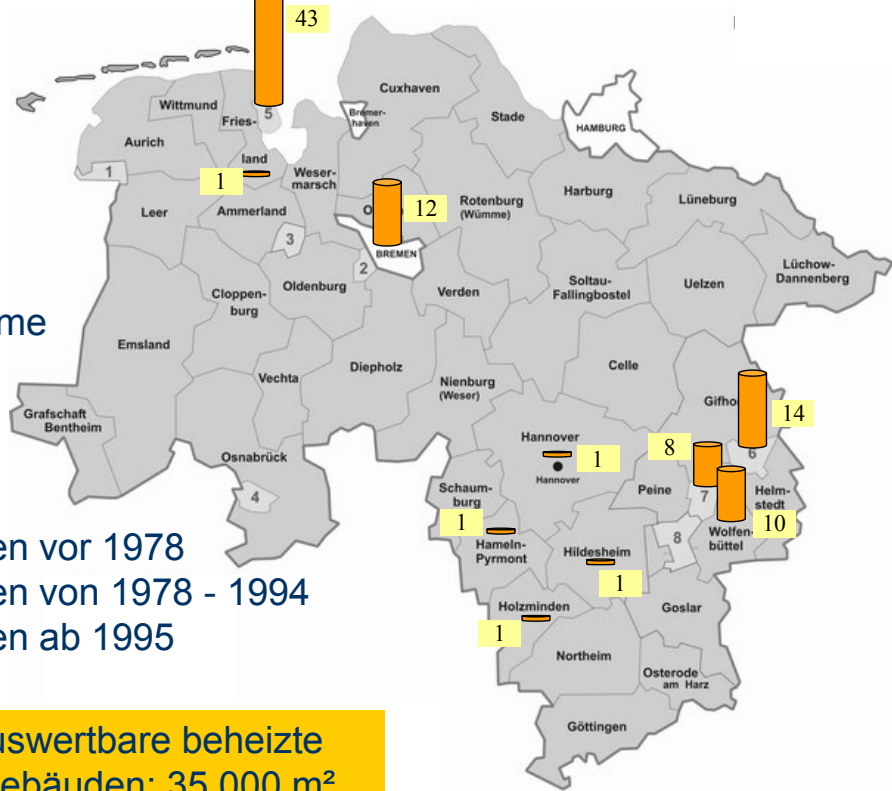
Vorhandene Technologien bestmöglich zu nutzen durch die Optimierung von bestehenden Heizungsanlagen

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 m²



Zustand der Gebäude und Anlagen



durchschnittliche Kompaktheitsgrade A/V_e

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

durchschnittliche beheizte Fläche

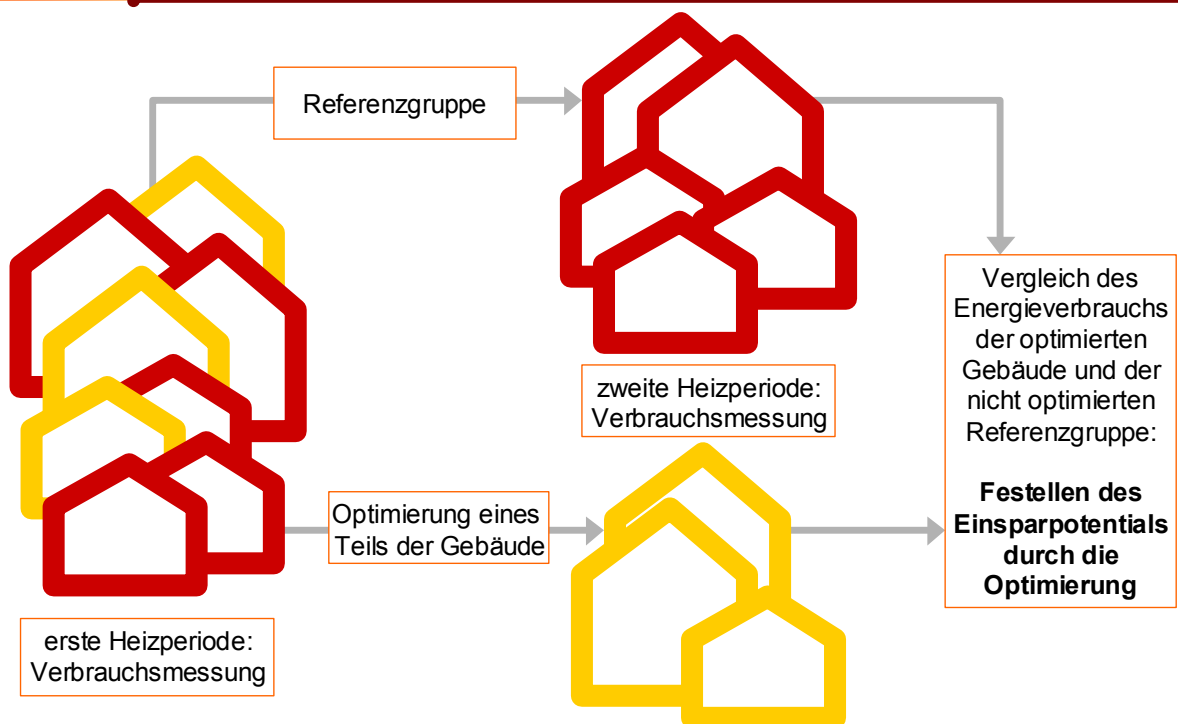
- 153 m² (EFH)
- 837 m² (MFH)

mittlere U-Werte der Gebäude

- 1,3 W/(m²K) - Baujahre vor 1977
- 0,47 W/(m²K) - 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 m²)



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

| | | |
|-----------------------------|---------------------------|---------------|
| Heizwärmersparnis: | 7 kWh/(m ² a) | 90.000 kWh/a |
| Endenergieersparnis: | 8 kWh/(m ² a) | 106.000 kWh/a |
| Primärenergieersparnis: | 10 kWh/(m ² a) | 124.000 kWh/a |
| CO ₂ -Ersparnis: | 2,1 kg/(m ² 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/(m² a)**
- **Gebäuden mit geringem Heizwärmeverbrauch (unter 130 kWh/m²a) deutlich höher als bei hohem Heizwärmeverbrauch (über 130 kWh/m²a)**
- 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 m² Wohnfläche



Optimierungsmaßnahmen ohne Investitionen in Komponenten:

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

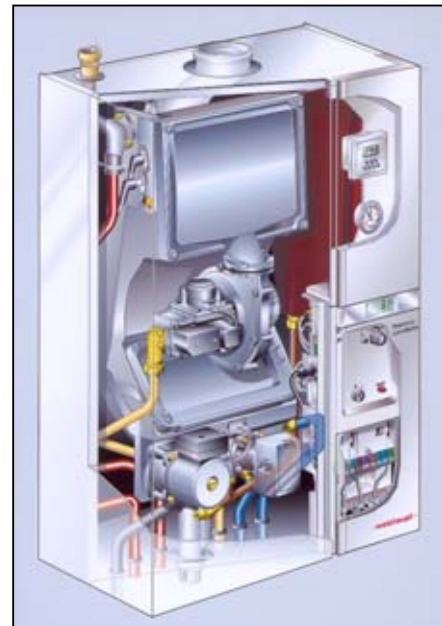
Verringerung des Verbrauchs thermischer Energie durch Optimierung von **99 kWh/(m²a)** auf **78 kWh/(m²a)**

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/(m²a) bzw.
21 % von 132 kWh/(m²a)**
- Hilfsenergieersparnis
**1,4 kWh/(m²a)
bzw. 18 % von 7,6 kWh/(m²a)**

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



Kosten für die Optimierung

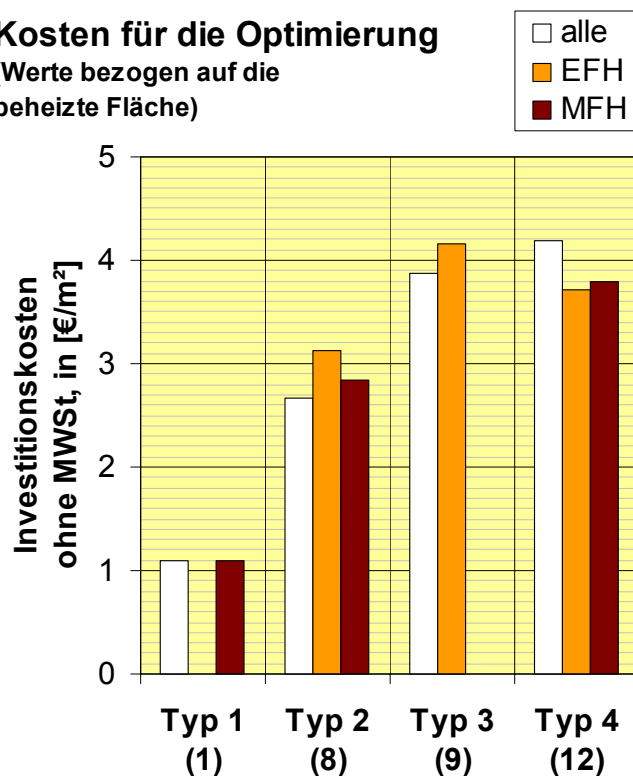
Maßnahmenpaket / Typ:

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 €/m²

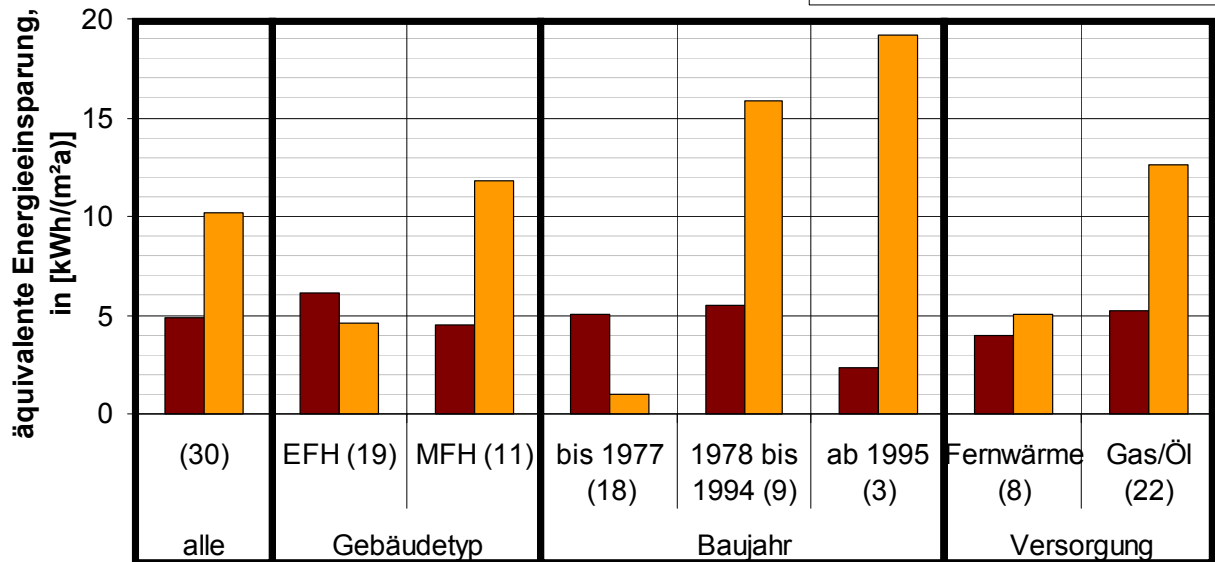
Kosten für die Optimierung

(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

- 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/(m²a)



Weitere Informationen:
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/(m² a) Heizwärmebedarf eine Reduzierung um 60 kWh/(m² a), also um 30 %, durch die Verbindung: „Solarenergienutzung & Anlageneffizienz“

Beitrag durch Solare Warmwasserbereitung und Heizungsunterstützung: 7 kWh/(m²a)

Gesamtpaket: Dachdämmung, Brennwertkessel, Anlagenoptimierung,...

Frage: Modernisierung oder Instandsetzung?

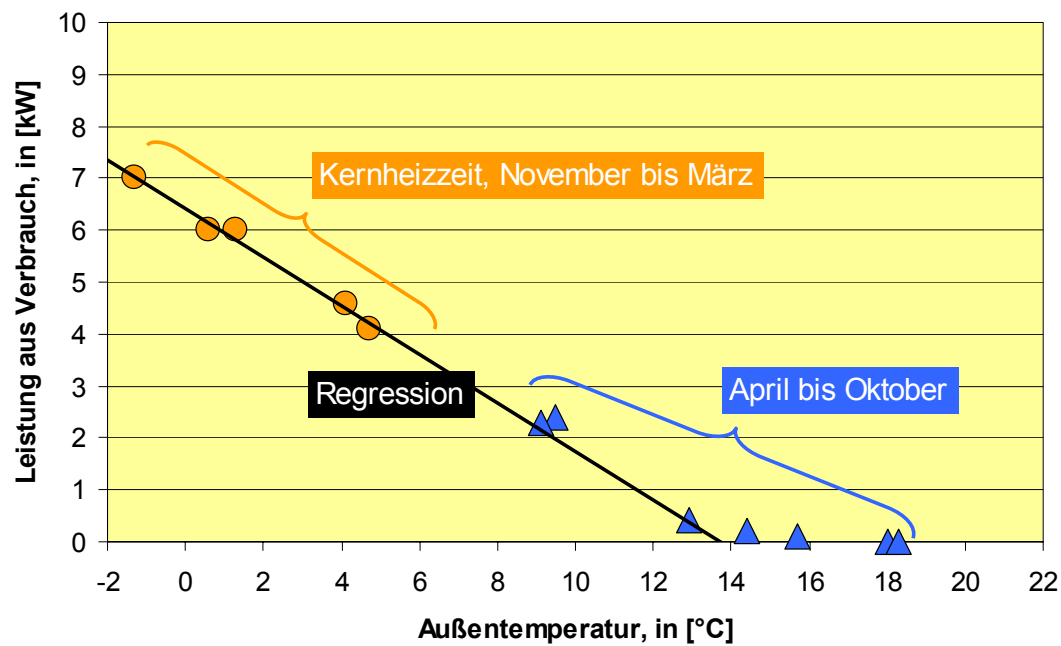
Die Branchenakteure sollten wieder lernen, korrekt und ehrlich zu bilanzieren
Werkzeug: „Äquivalenter Energiepreis“:

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

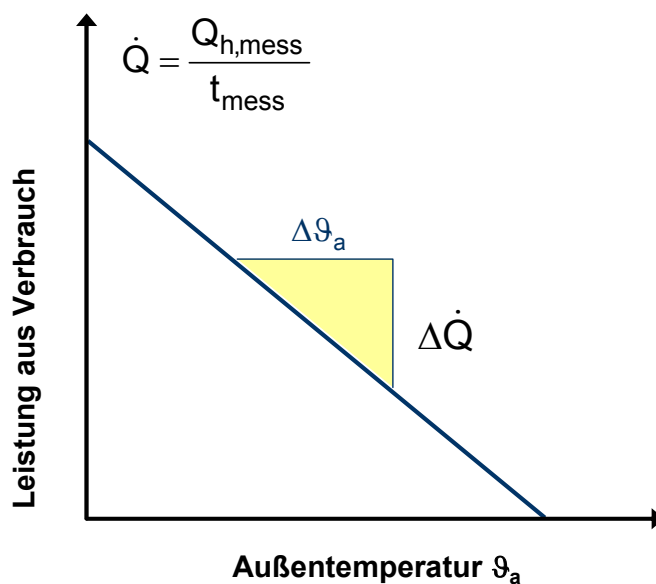
Bei einem Annuitätsfaktor von 0,08 1/a liegt der äquivalente (Wärme-)Energiepreis der „solaren Sanierung“ bei 0,22 €/kWh

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

Messpunkte des Verbrauchs aufgetragen über der Außentemperatur



Erläuterung der Kennwerte



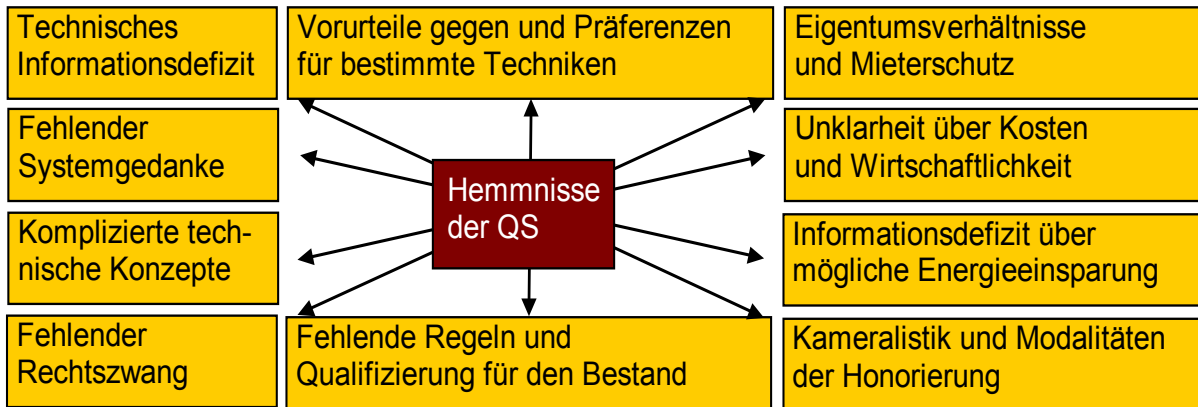
Kennwerte ermitteln:

Steigung = H

Nullstelle = θ_{HG}

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

Heizlast = $H \cdot (34K)$

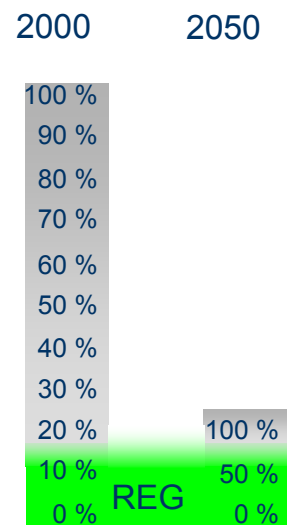
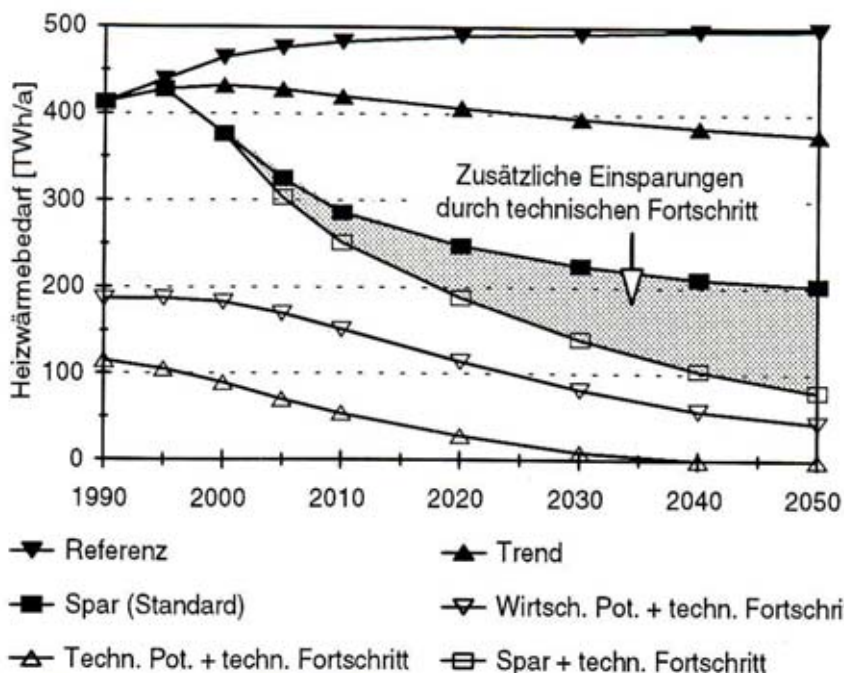


Heute offen für die Qualitätssicherung zu plädieren – vor allem die nachträgliche – bedeutet nicht Versäumnisse der letzten 30 Jahre anzuprangern, sondern neue Erkenntnisse zur Optimierung zukünftig im Neubau und bei der Modernisierung einzubringen!

Weitere Informationen:
www.delta-q.de

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

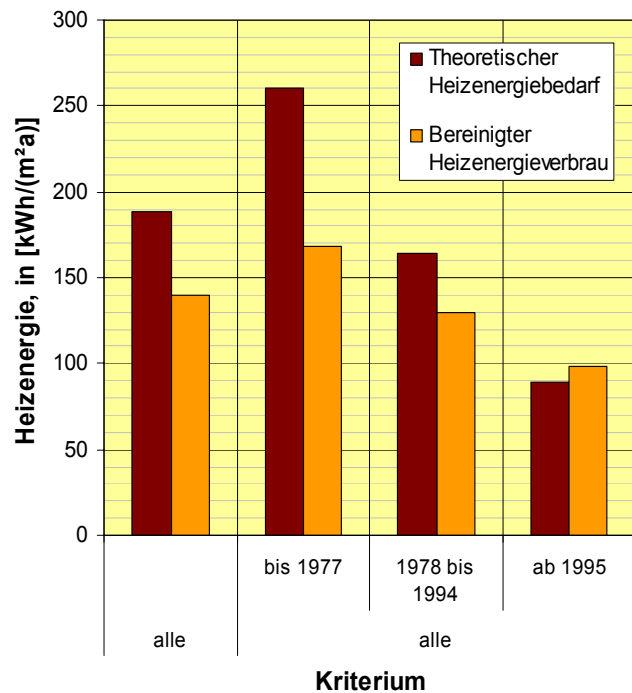
Abgleich mit dena-E-Pass:

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

Konsequenz:

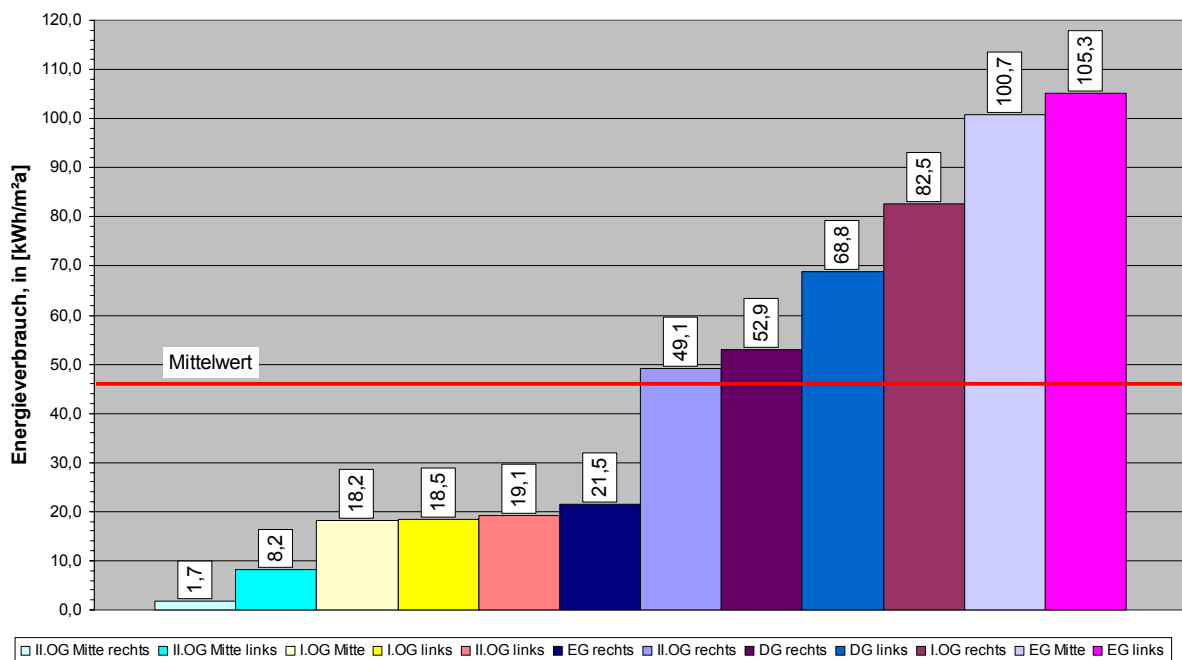
- zu hohe theoretische Einsparprognose
- Einfacher Energiepass

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)