

*Prof. Dr.-Ing. Dieter Wolff – FH BS/Wolfenbüttel*

# ***Optimierung der Haustechnik***

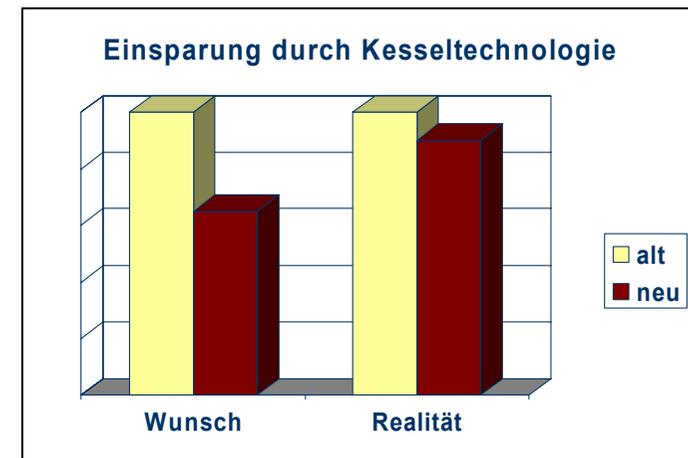
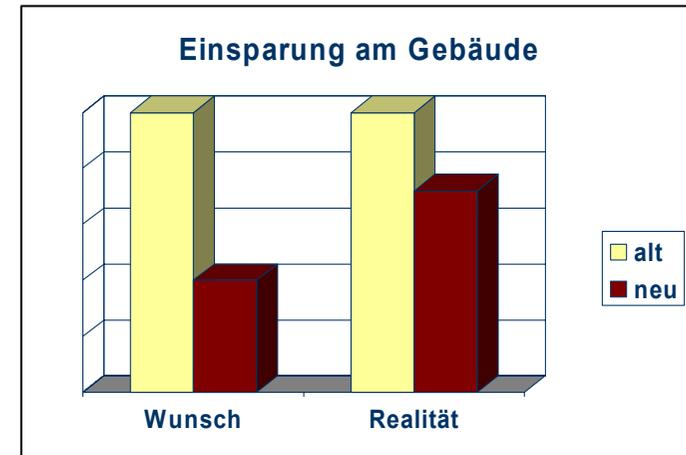
## ***Pflichtbestandteil jeder Modernisierung***

- 1. Motivation für die Optimierung**
- 2. Anlagen: früher und heute**
- 3. Beobachtungen aus der Praxis**
  - Problembekämpfung im Bestand
  - Hydraulischer Abgleich – OPTIMUS-Projekt
  - Verteilsysteme in gut gedämmten Gebäuden
  - Brennwertkesselanlagen
  - Lüftungsanlagen
- 4. Fazit**

## Traurige Bilanz

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%)



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

## Mehrverbrauch trotz guter Hülle

In modernisierten Plattenbauten: bei gleicher Qualität der Außenfassade und gleicher Erzeugung sehr unterschiedliche Heizenergieverbräuche

**94 kWh/(m<sup>2</sup>a)**

**120 kWh/(m<sup>2</sup>a)**

(untersuchte Fläche : 106.438 m<sup>2</sup>)



**5-Geschosser  
Zweirohrheizung**

(untersuchte Fläche : 15430 m<sup>2</sup>)



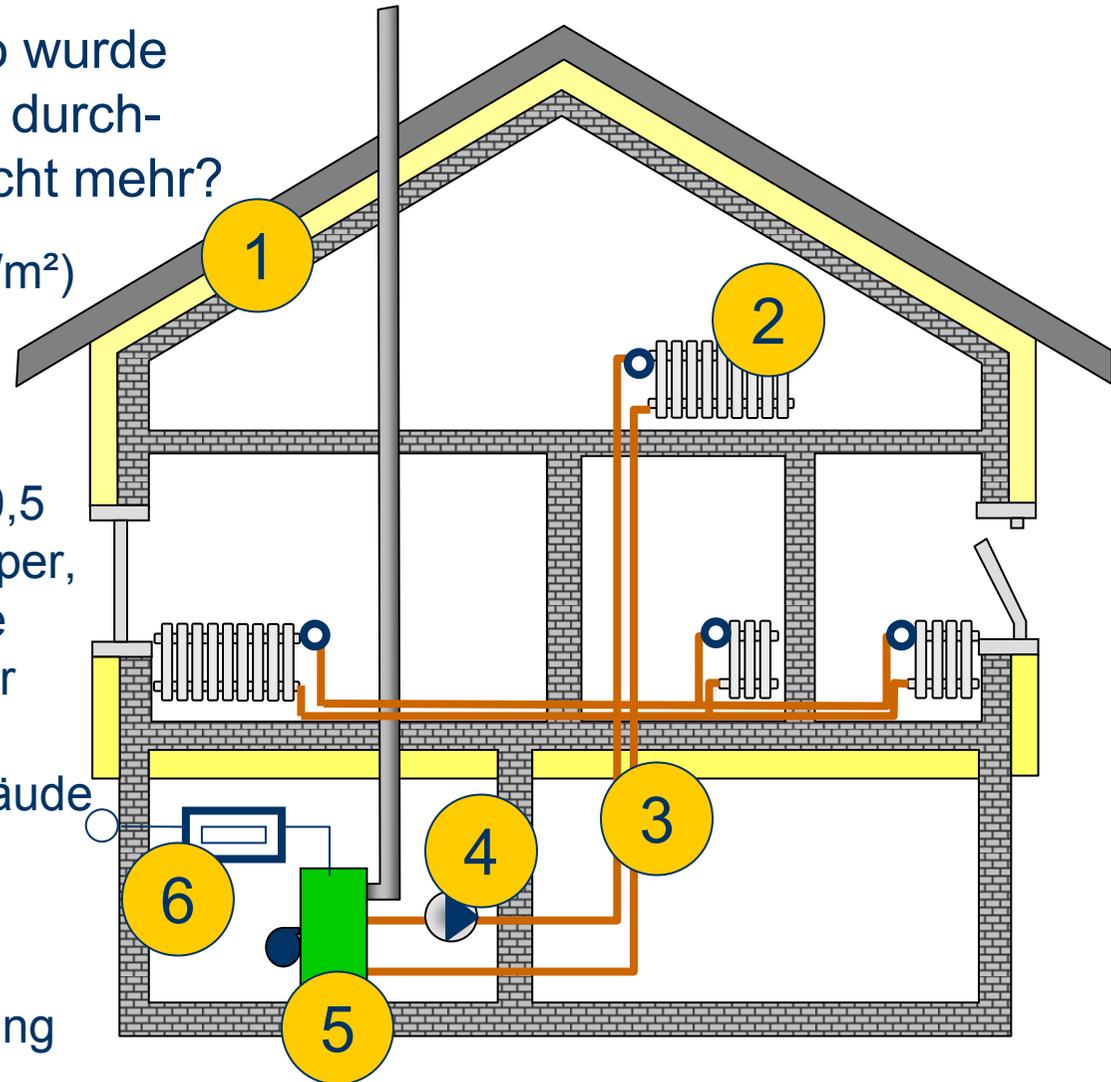
**11- und 14-Geschosser  
Einrohrheizung**

■ kontrolliert in der Wohnung abgegeben  
■ über die Leitungen abgegeben

## Anlagenauslegung vor 30 Jahren

... so wird es gelehrt und so wurde es auch früher mit Erfolg durchgeführt. Warum heute nicht mehr?

1. Heizlastermittlung ( $120 \text{ W/m}^2$ )
2. Heizkörperauslegung mit  $90/70 \text{ }^\circ\text{C}$  einheitlich
3. Rohrnetzrechnung mit  $100 \text{ Pa/m}$ , Ventilautorität  $0,5$  am ungünstigsten Heizkörper,  $X_P = 2 \text{ K}$  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



# **DBU-Projekt: OPTIMUS als Beispielhaftes Projekt zur Systemtechnik**

## **Teilnehmer:**

**SH-Innung Wilhelmshaven – FH BS/Wolfenbüttel**

**BBS II Leer – Uni Bremen FPB – WILO**

**Kooperationspartner: proklima Hannover**

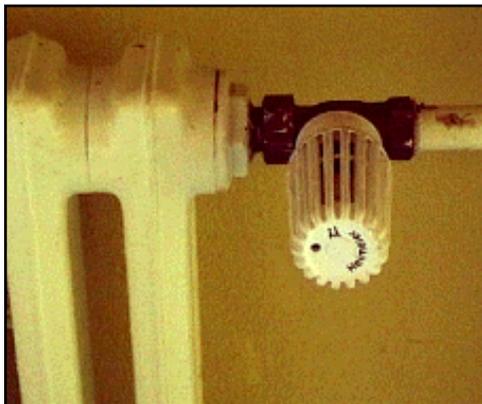
## **Auswertung von Messdaten: Informationen über die Anlagenqualität**

# **Beobachtungen aus der Praxis**

großzügige Heizkörperbemessung:

$$\frac{\text{Heizkörpernormleistung}}{\text{effektiver Raumheizlast}} = \text{etwa } 1,7$$

Passivhausniveau: 10 W/m<sup>2</sup> versus  
70 W/m<sup>2</sup> oder 6 K anstelle 40 K  
mittlere Heizwasserübertemperatur  
Ist das noch regel- und einstellbar?



- Durchflusswerte ( $k_{V,S}$ ) der eingesetzten Ventile sind etwa **7 ... 10fach** zu groß.
- Der hydraulische Abgleich ist in deutlich weniger als **10 %** der Anlagen vorhanden.
- Weniger als die Hälfte der Thermostatventile sind überhaupt voreinstellbar.

großzügige Pumpenauslegung:

vorhandene elektrische Pumpenleistung  
ausreichende el. Pumpenleistung = etwa 3,0

typischer Kennwert für installierte Pumpenleistung  
bezogen auf die beheizte Fläche: etwa 0,13 (MFH)  
... 0,43 (EFH) W/m<sup>2</sup> für Heizungsumwälzpumpen

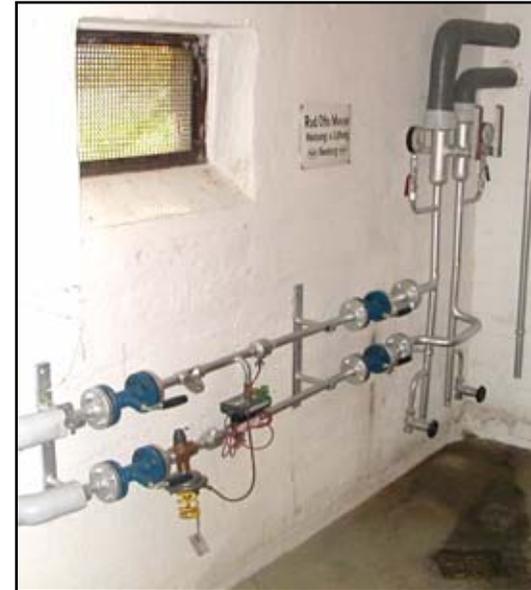


Zusammen etwa **1m** Heizungs- und Trink-  
warmwasserleitungen je m<sup>2</sup> Wohnfläche;  
davon ca. 20% außerhalb des beheizten  
Bereichs: **ca. 25 – 35 kWh/(m<sup>2</sup>a)**

großzügige  
Wärmeerzeugerauslegung:

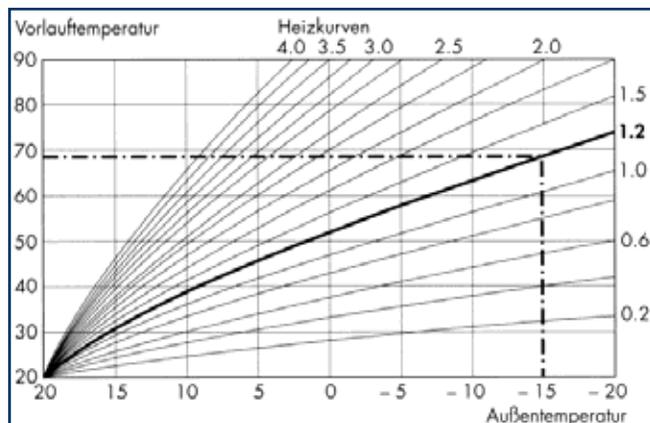
vorhandene Erzeugerleistung  
Gebäudeheizlast

= etwa 1,8



## Zentrale Heizkurveneinstellung

- Heizkurvensteilheit etwa **1,6** bei allen Gebäudearten, Altersklassen und Energieversorgungen,
- Parallelverschiebung 4 K im MFH und 1 K im EFH
- Auslegungsvorlauftemperaturen von ca. 80 °C für alle Gebäude



## **Projekt OPTIMUS: Ziele - Technischer Bereich**

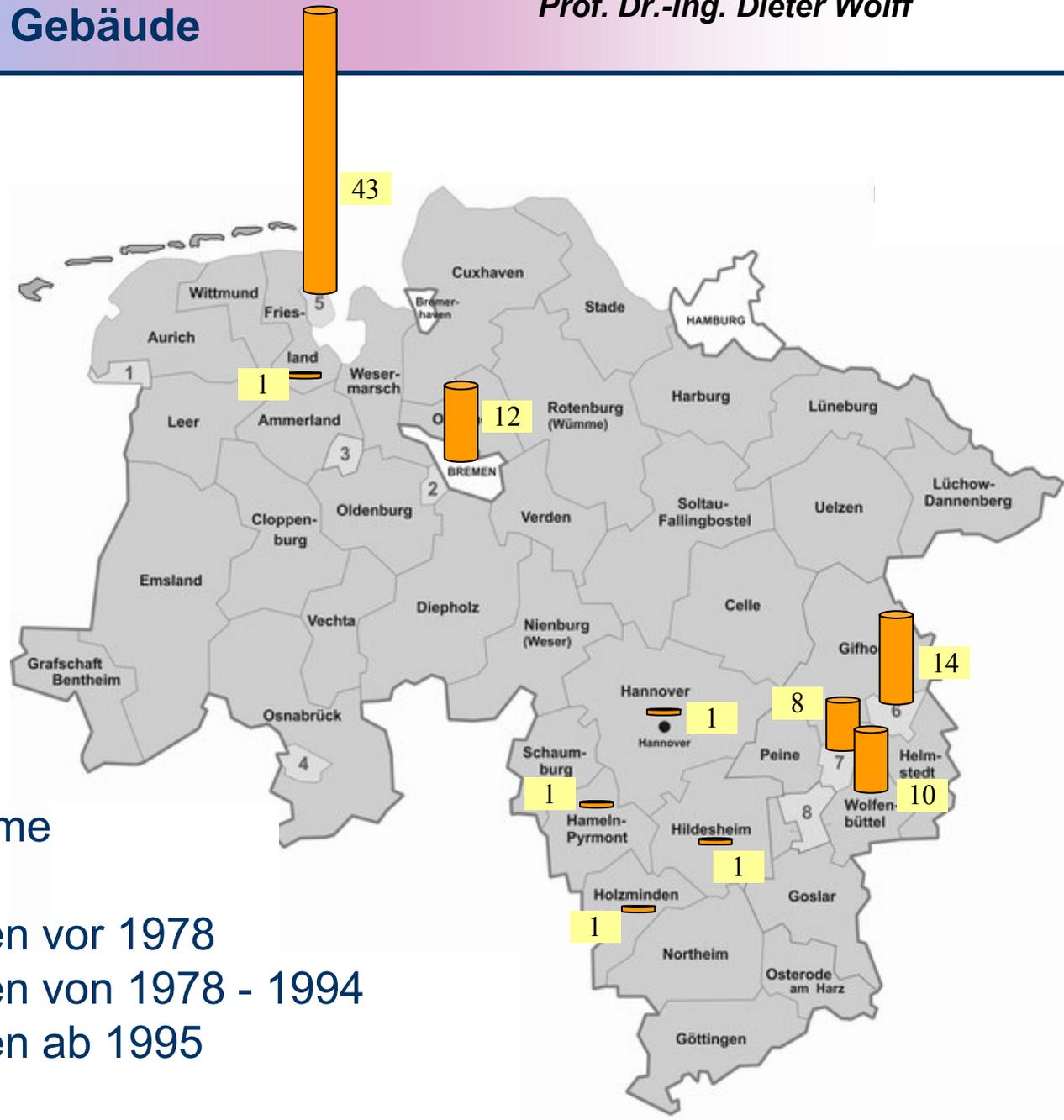
Vorhandene Technologien bestmöglich nutzen durch die Optimierung bestehender Heizungsanlagen

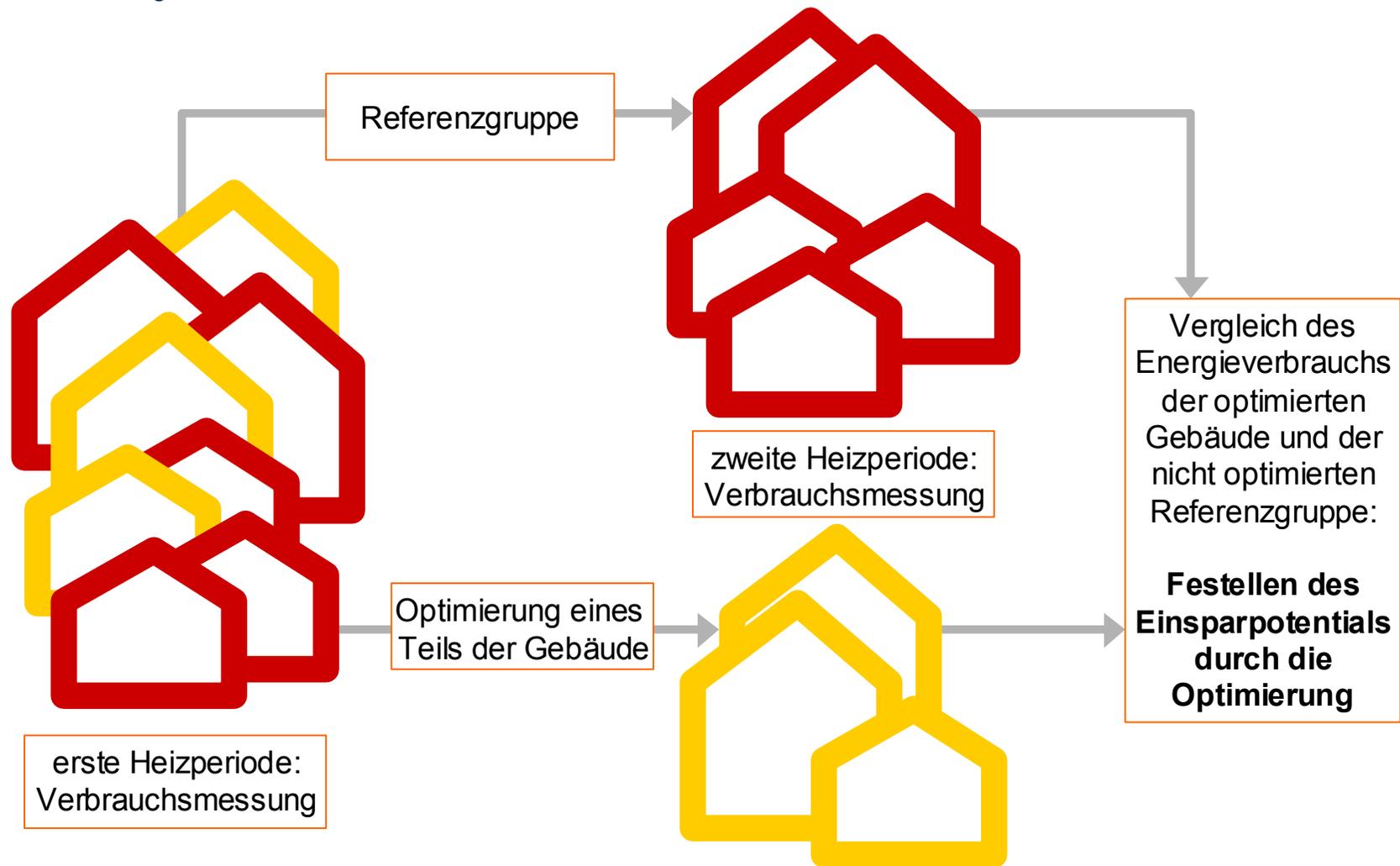
1. Energieeinspar- und Wirtschaftlichkeitsnachweis durch Verbrauchsmessungen an konkreten Objekten
2. Entwicklung von Hilfsmitteln zur Optimierung für das Fachhandwerk

Beide Ziele wurden erreicht!

**Anbieter- oder Nachfragemarkt?**

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





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

## Resultat der Istzustandsaufnahme

- Überdimensionierung / Werkseinstellung der Komponenten ermöglichen ein Verschwendungspotential: möglicher Energieverbrauch ist **zwei bis drei** mal höher als der minimale Jahresenergiebedarf (PH-Niveau Faktor 15!!!) – "Tröpfcheninfusion durch die Heizkörper!!!"
- fehlender hydraulischer Abgleich sowie die Heizkörper-, Pumpen- und Thermostatventilüberdimensionierung provozieren schlechtes Regelverhalten (Zweipunktverhalten des Einzelraumregelkreises)
- Anlagen weisen Geräuschprobleme und eine schlechte Wärmeverteilung auf

- Optimierung: Oktober 2003 bis Januar 2004
- 31 Gebäude (beheizte Fläche ca. 11.500 m<sup>2</sup>)

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



## Überblick: Erreichte Energieeinsparungen

Heizwärmeersparnis:	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)**
- 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

## Einzelbetrachtung: neues MFH in Braunschweig

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

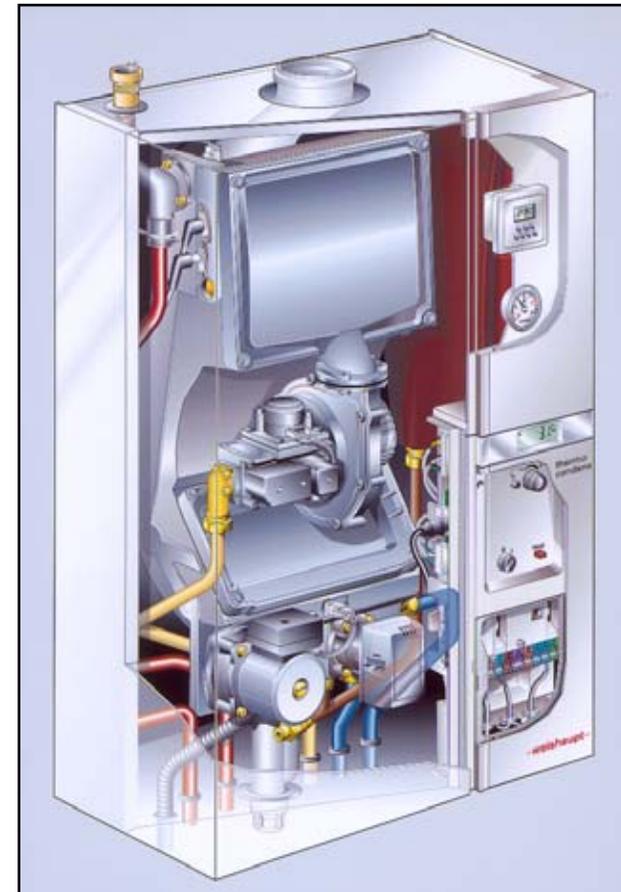
Verringerung des Verbrauchs thermischer Energie durch Optimierung von **99 kWh/(m<sup>2</sup>a)** auf **78 kWh/(m<sup>2</sup>a)**

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

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

- Heizwärmeersparnis  
**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 Pumpentausch:**  
großer Energiesparerfolg -  
zusammen mit dem Nutzer

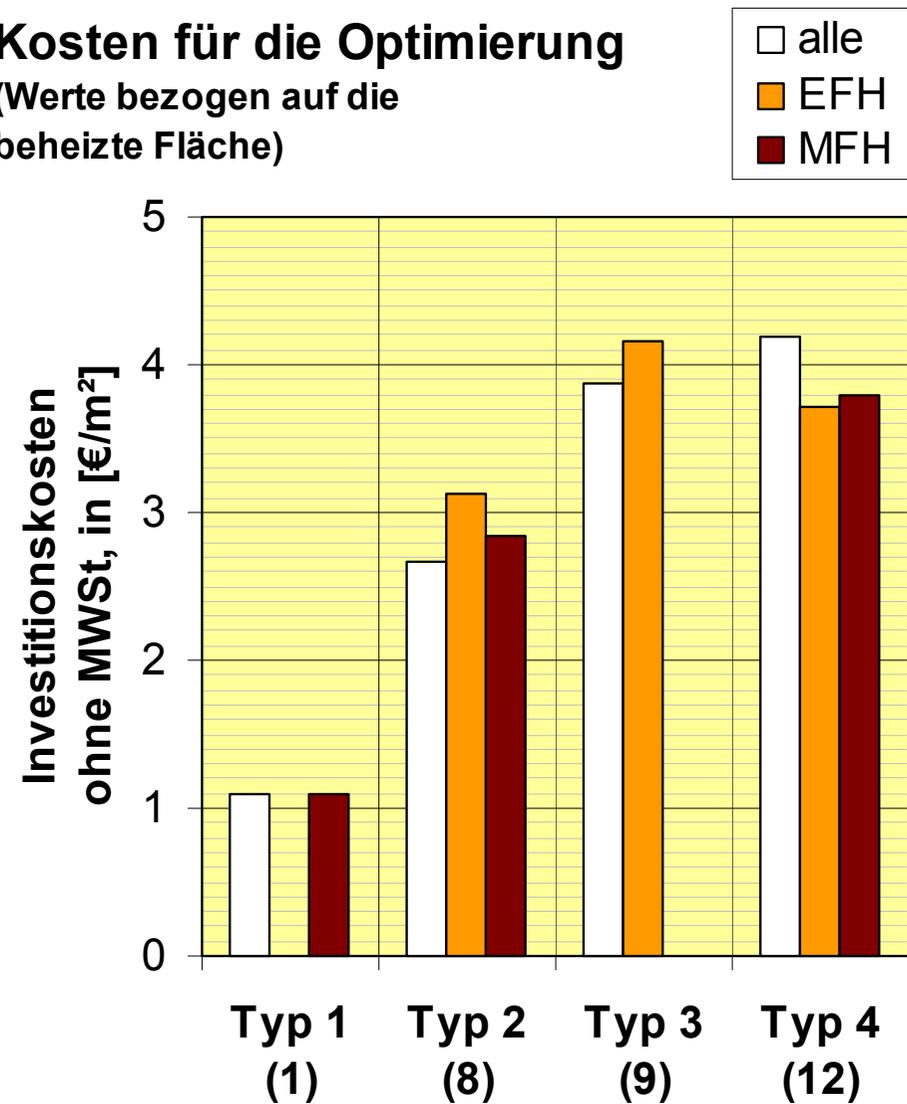


## Kosten für die Optimierung Maßnahmenpaket / Typ:

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

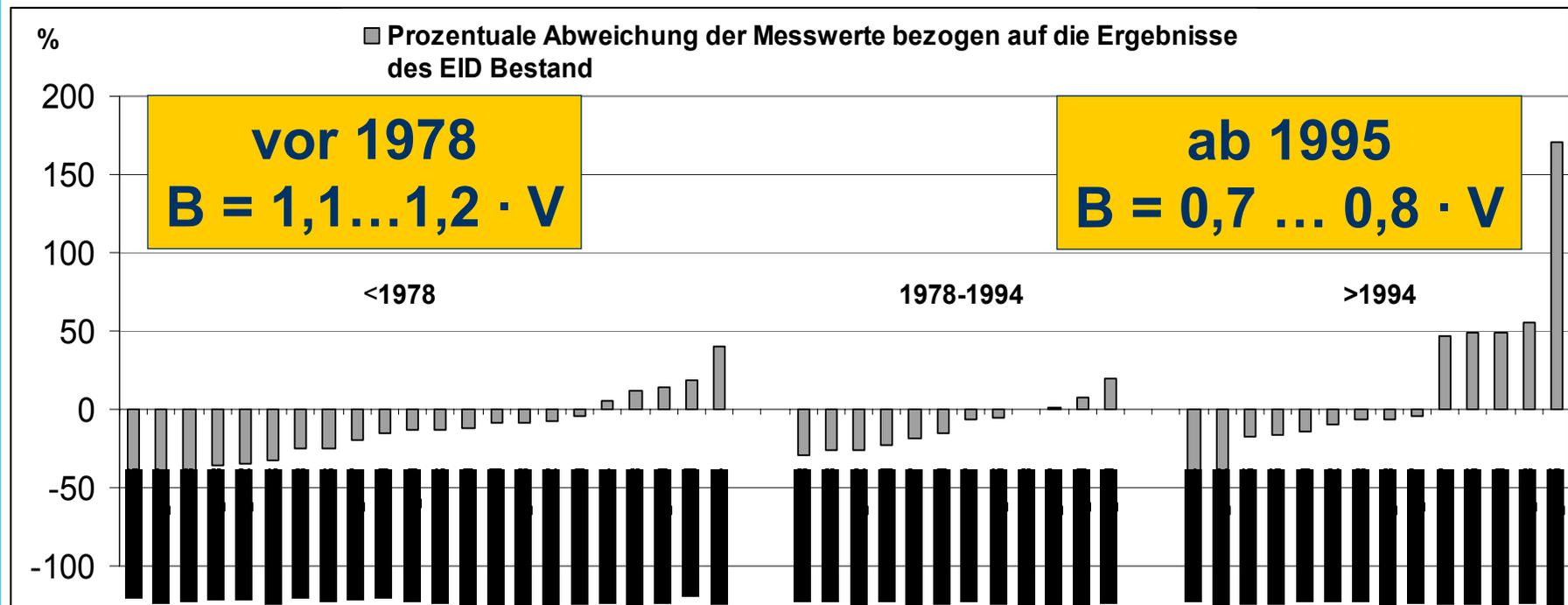
**im Mittel der Optimus-Gebäude: 3,7 €/m<sup>2</sup>**

## Kosten für die Optimierung (Werte bezogen auf die beheizte Fläche)



## Vergleich Bedarf und Verbrauch nach DENA

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



## Umsetzung der EU Gebäuderichtlinie

Bislang: keine Honorierung einer Anlagenoptimierung in der EnEV („Ausführung nach den Regeln der Technik“ vorausgesetzt), aber z.B. Bonus für Gebäudedichtheit und Wärmebrückenarmes Bauen

Chance das „Bonusprinzip“ ist die Umsetzung der EU Gebäuderichtlinie 2006. Vorschlag für Wohngebäude:

- § Wohngebäude (nach 1978) sowie baulich auf diesen Standard modernisierte Gebäude:  
Bonus für Heizwärmebedarf  $\Delta q_h = -10 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$**
- § Wohngebäude mit Baujahren vor 1978 ohne weitere bauliche Maßnahmen:  
kein Bonus für Heizwärmebedarf**
- § Alle Wohngebäude:  
Bonus für Hilfsenergiebedarf  $\Delta q_{EI} = -0,3 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$**

Passivhäuser im Bestand und herkömmliche Heizkörper (1:10) ?  
Diese Thematik ist aus unserer Sicht noch weiter zu untersuchen!



Quelle:  
*proklima*

**Fazit (Energiedepesche 09/05 - Bund der Energieverbraucher):**

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

**20 – 50 kWh/(m<sup>2</sup> a)**

**Allein hierdurch kann Kyoto 2012 für die BRD  
erfüllt werden!**

**Weitere Informationen: <http://enev.tww.de>**

# **Weitere Beobachtungen aus der Praxis**

## SYMPTOM

In einem fünfgeschossigen NEH-Mehrfamilienhaus (Zentrale Abluftanlage) werden folgende Beobachtungen gemacht: In der Heizzeit tritt in den Erdgeschosswohnungen erhöhte Fensterkipplüftung auf, in den Wohnungen im Obergeschoss beschwerten sich die Bewohner über unzureichende Raumtemperaturen und Zegerscheinungen.

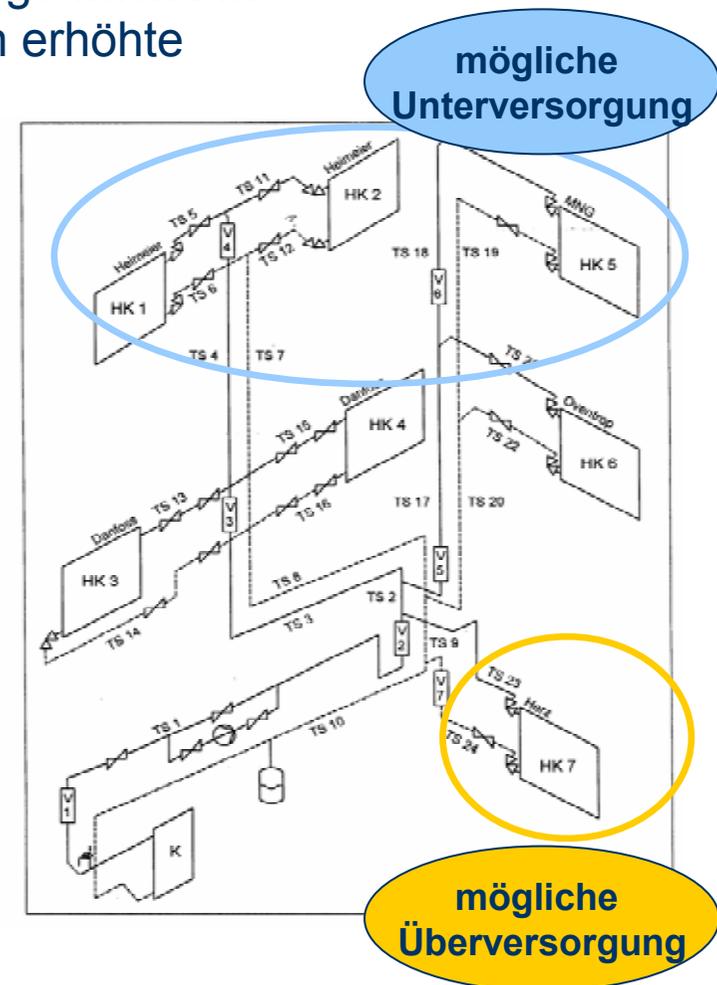
## DIAGNOSE

Es wurden weder das Heizrohrsystem noch das zentrale Abluftkanalsystem hydraulisch abgeglichen.

**EINSPARPOTENZIAL: 15...30 kWh/(m<sup>2</sup>a)**

$n_{\text{eff}} = 0,4..1,2 \text{ h}^{-1}$  uneinheitlich

$t_i = 20...23 \text{ °C}$  uneinheitlich



## SYMPTOM

In Niedrigenergie-Mehrfamilienhäusern werden in den Innenräumen erhöhte Raumtemperaturen festgestellt.



## DIAGNOSE

Erhöhte Wärmeabgabe der im Estrich verlegten ungedämmten Kunststoffleitungen für die Einzelanbindung aller Heizkörper von einem Wohnungsverteiler („Spaghetti – Verteilung“). Gleichzeitig Abfuhr der Überschusswärme über die Abluftabsaugung in den benachbarten Sanitärräumen.

## EINSPARPOTENZIAL

**10...20 kWh/(m<sup>2</sup>a)**

lokal:  $t_i = 24...25 \text{ °C}$

## Ganzjähriger Betrieb von Abluftwärmepumpen:

### SYMPTOM

In Niedrigenergiehaus-Einfamilienhäusern mit Lüftungsanlagen (Abluftanlagen mit Außenluft-Durchlasselementen) und Abluftwärmepumpen zur Trinkwarmwasserbereitung treten höhere Energieverbräuche auf als in anderen Häusern ohne diese Technik.

### DIAGNOSE

Vor allem in den Übergangszeiten arbeiten die Abluftanlagen (ganzjähriger Betrieb wegen der Warmwasserbereitung) sowie die Heizflächen bei ergänzender Fensterlüftung gegeneinander.

### EINSPARPOTENTIAL

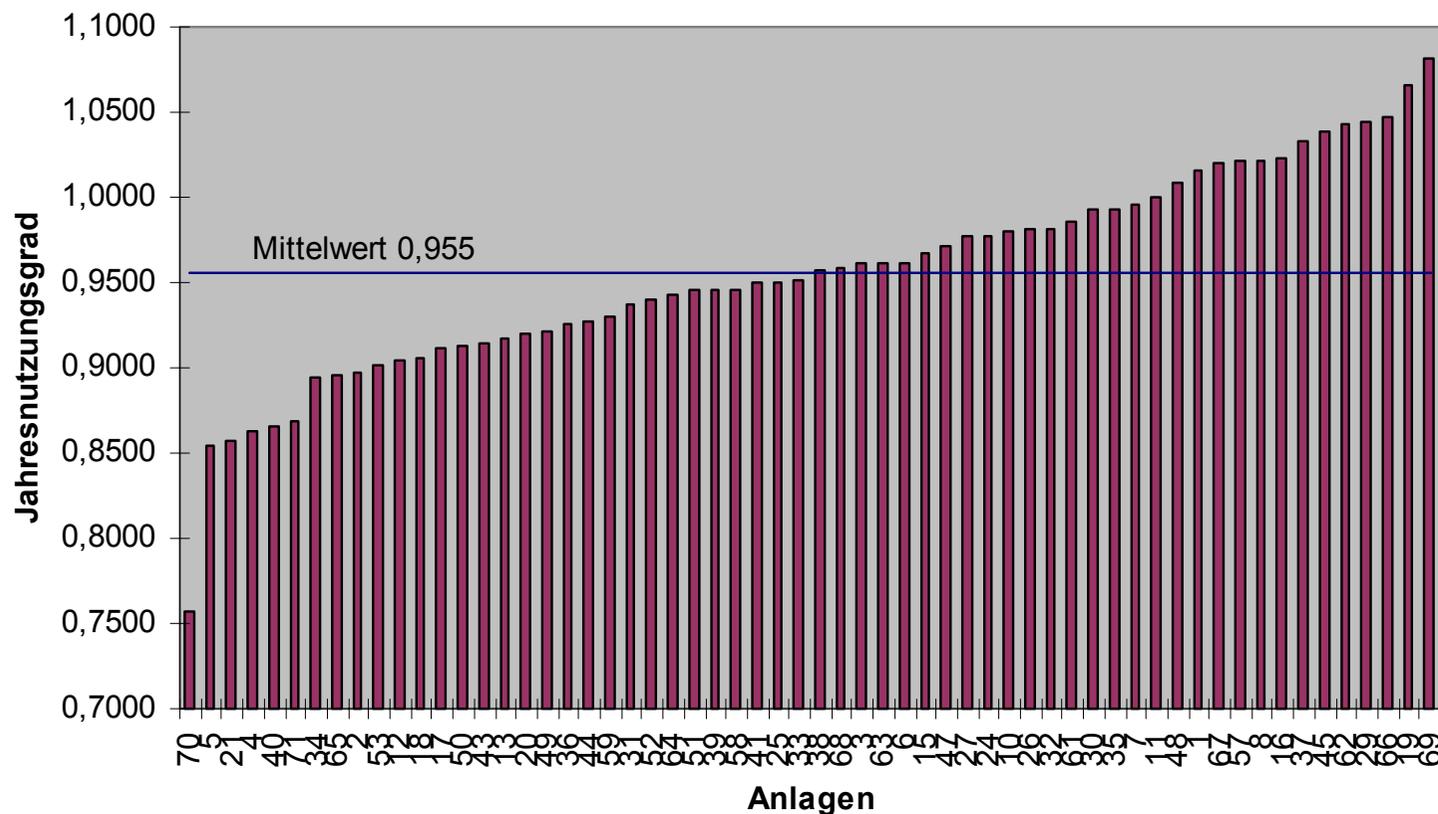
**15...25 kWh/(m<sup>2</sup>a)**

$n_{\text{eff}} = 1,0 \dots 1,2 \text{ h}^{-1}$  zeitlich uneinheitlich

$t_i = 20 \dots 21 \text{ °C}$

## SYMPTOM

In "unbegleiteten" Niedrigenergie-Ein- und Mehrfamilienhäusern werden im Durchschnitt nur Jahresnutzungsgrade von ca. 95% bezogen auf den unteren Heizwert gemessen.



**Vielen Dank für Ihre  
Aufmerksamkeit!**