

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

## **Optimierung von Heizanlagen** **Pflicht jeder Modernisierung im Bestand**

1. Motivation für die Optimierung
2. Anlagen: früher und heute
3. Beobachtungen aus der Praxis – OPTIMUS-Projekt
4. Fazit

## **Kennzahlen zum Merken**

**1 kWh Nutzenergie: 0,10 €**

**1 kWh el. Energie: 0,15 bis 0,30 €**

1 Liter Heizöl

≙ 1 m<sup>3</sup> Erdgas

≙ 10 kWh

≙ 68 Cent (Tendenz steigend)

## 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)**



**5-Geschosser  
Zweirohrheizung**



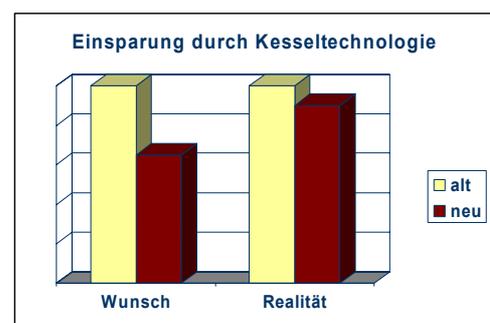
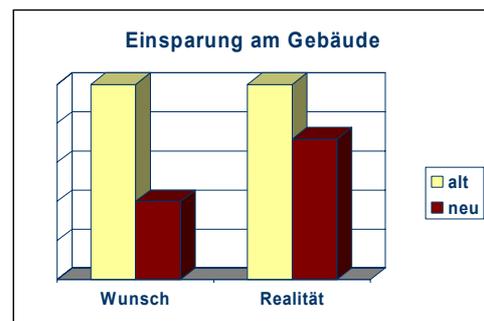
**11- und 14-Geschosser  
Einrohrheizung**

□ kontrolliert in der Wohnung abgegeben  
■ über die Leitungen abgegeben

## 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%)

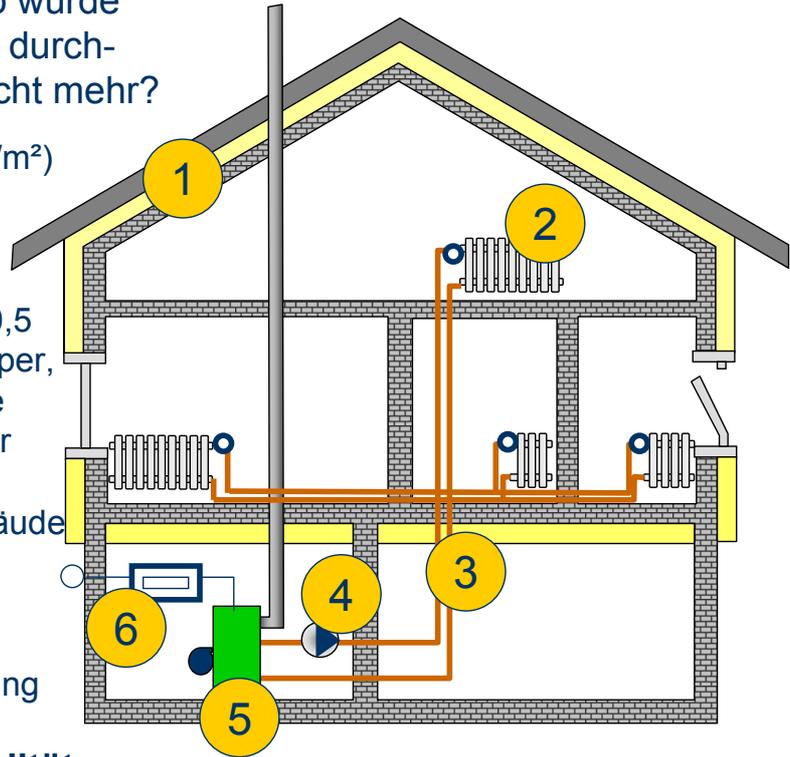


Fehlen: von kritischer Planungsbeurteilung,  
von Qualifizierung und Qualitätssicherung in Planung und Ausführung,  
von sachgerechter Bau- und Anlagentechnik-Kontrolle

## 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



**Anstelle Plug & Play: Qualität in Planung und Ausführung**

## 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**

## Projekt OPTIMUS: Ziele - Technischer Bereich

Vorhandene Technologien bestmöglich nutzen durch die Optimierung bestehender Heizungsanlagen

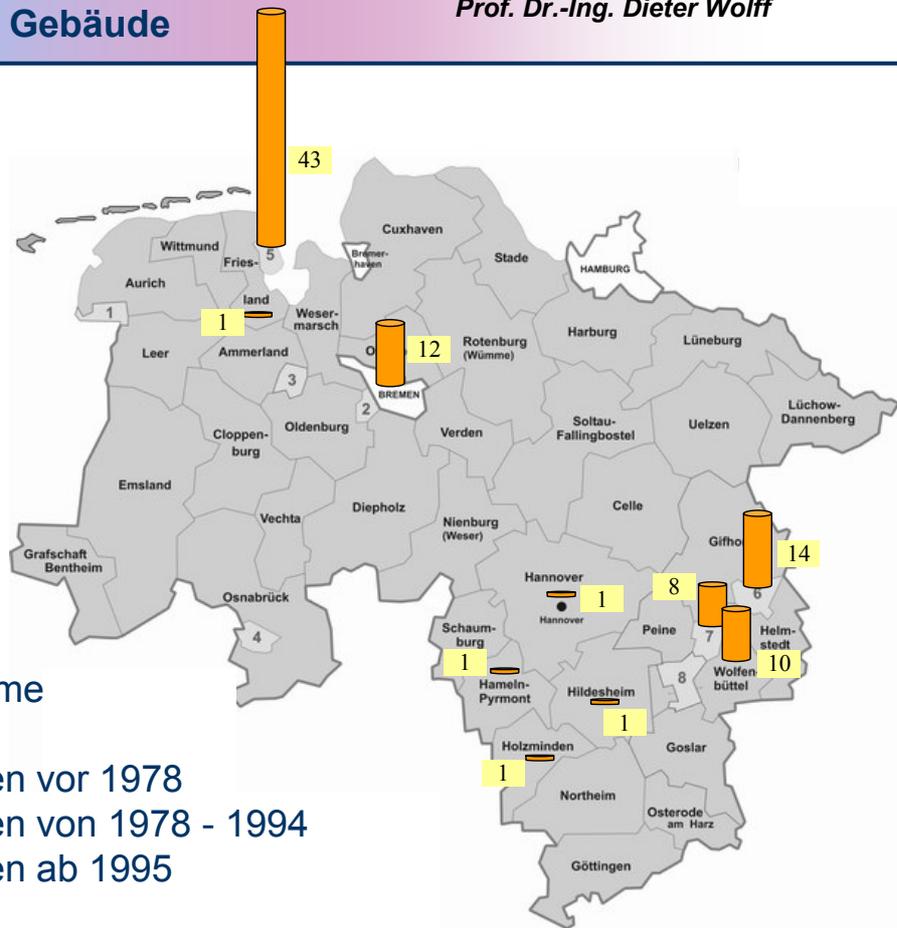
1. Energieeinspar- und Wirtschaftlichkeitsnachweis durch Verbrauchsmessungen an konkreten Objekten
2. Entwicklung von Hilfsmitteln zur Optimierung für das Fachhandwerk

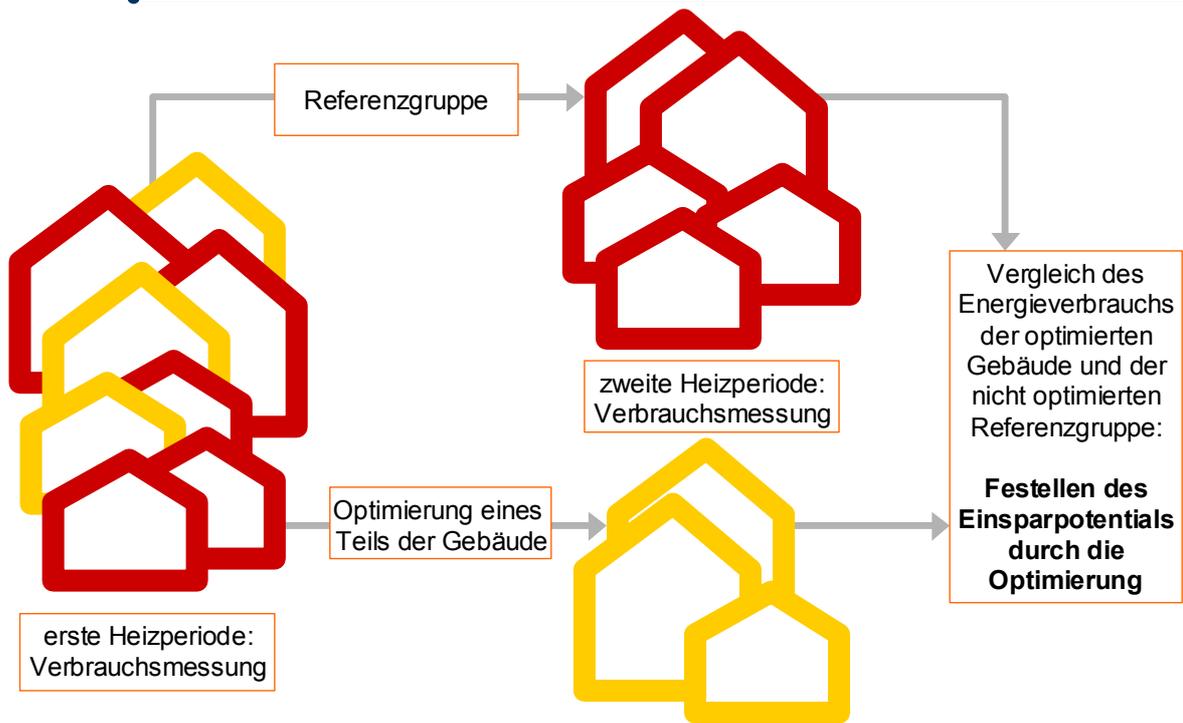
Beide Ziele wurden erreicht!

Anbieter- oder Nachfragemarkt?

## Gewählte Gebäude

- 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
- 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

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)**
- 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 %**

## Einzelbetrachtung: Etagenheizung in Wilhelmshaven:

In acht Etagenwohnungen eines MFH wurden im Zuge der Optimierung die im Kessel integrierten, ungeregelten 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

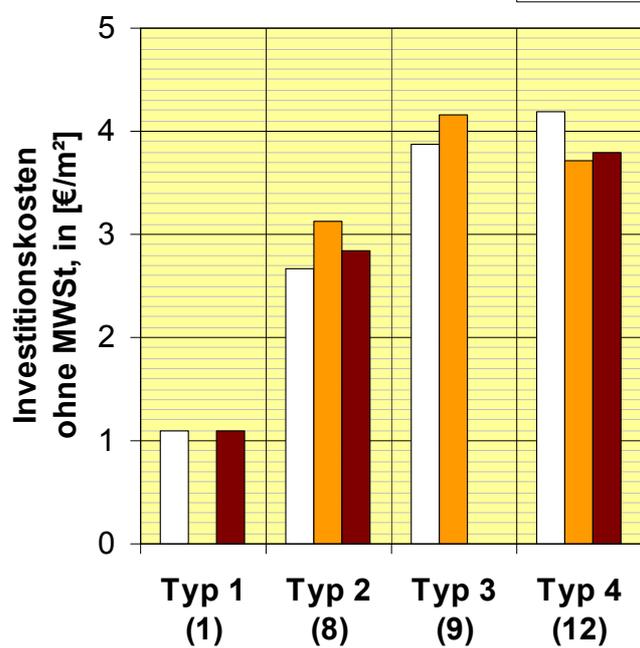


## Kosten für die Optimierung Maßnahmenpaket / Typ:

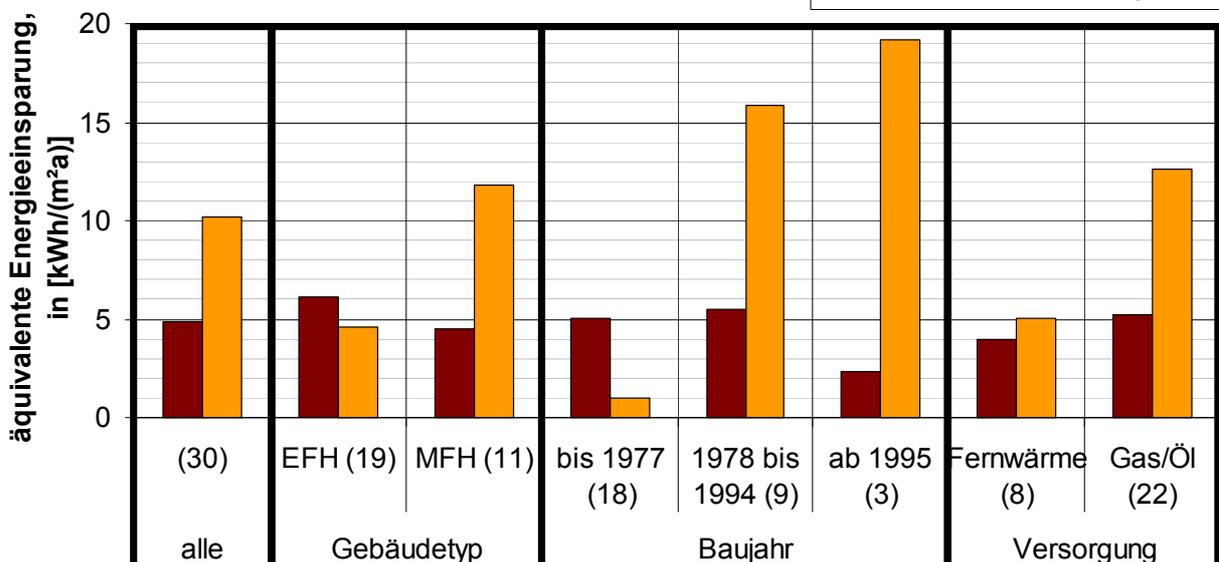
1. nur Komponenten einstellen
2. voreinstellbare Thermostatventile einbauen
3. neue Pumpe / neuen Differenzdruckregler einbauen
4. Pumpe / Differenzdruckregler und THKV einbauen

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

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



## Wirtschaftlichkeit der Optimierung (Werte bezogen auf die beheizte Fläche)



## 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 des „Bonusprinzips“ ist die Umsetzung der EU-Gebäuderichtlinie 2006 (**Aktivierungspflichtige/-fähige Herstellkosten**)

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  $\Delta q_{EI} = - 0,3 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$

## Energieanalyse aus dem Verbrauch: **E - A - V**

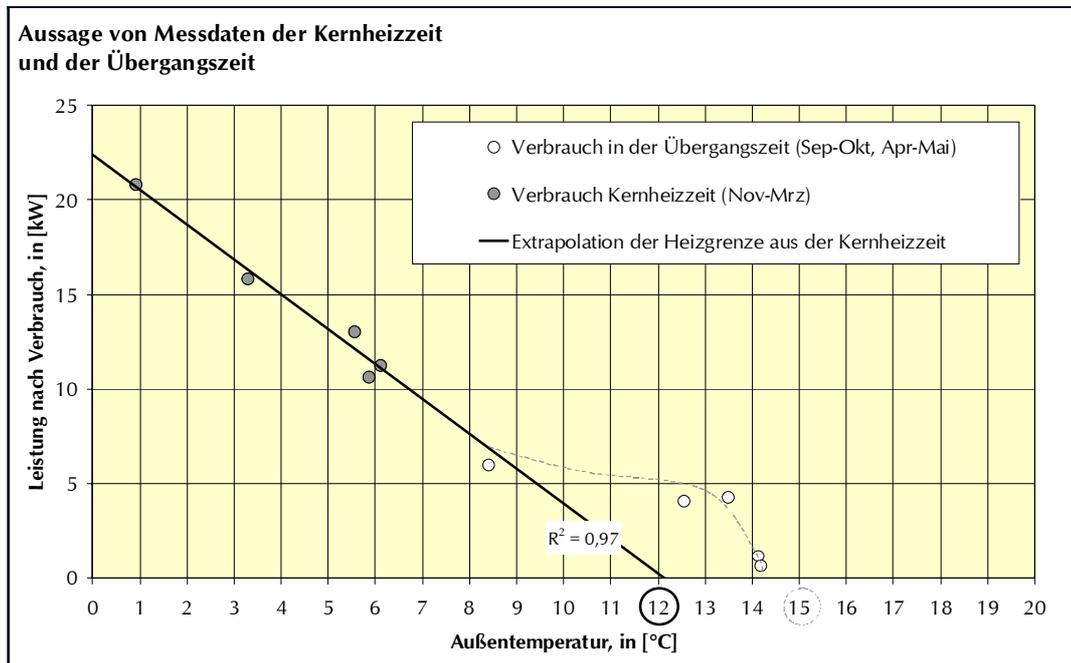
Die monatsweise Erfassung von:

- **Heiz- (End-) Energieverbrauch (primärseitig)  $Q_{\text{prim}}$**
- **sowie optional: Nutzwärmeverbrauch (sekundär)  $Q_{\text{sek}}$**

liefert im Zusammenhang mit der mittleren Monatsaußentemperatur und mit einer Abschätzung der Verteilverluste ( $Q_d$ ) außerhalb des beheizten Bereichs:

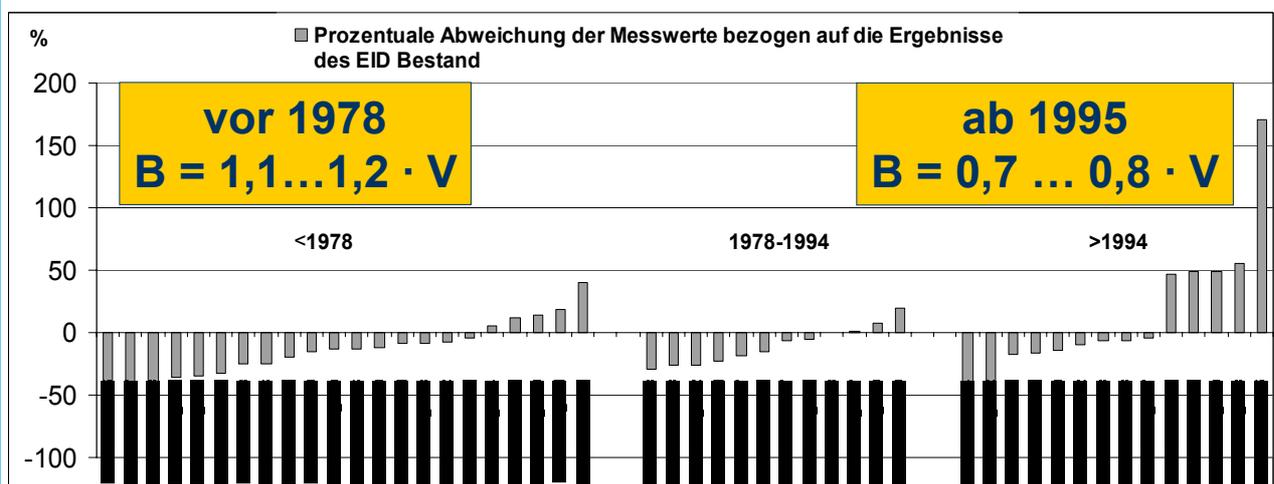
- **Jahresheizwärmeverbrauch** (im beheizten Bereich) in  $\text{kWh}/(\text{m}^2\text{a})$  für Vergleiche vor und nach Optimierungsmaßnahmen
- **Effektive spezifische Heizlast**  $H = H_T + H_V$  in  $\text{W/K}$
- **Heizlast bezogen auf die beheizte Fläche**  $H^* = H / A$  in  $\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$
- **Heizgrenztemperatur und Fremdwärmeanteil** (ermittelt aus den Monatswerten in der Kernheizzeit November bis März)
- **Auslegungheizlast** z. B. zur Überprüfung der Anschlussleistung
- **Effizienzwerte für Wärmeerzeuger** (Wirkungsgrad, Bereitschaftsverlust, Nutzungsgrad, Aufwandszahl, Kesselverluste)

## Energiesignatur: Messdaten im Leistungs-Temperatur-Diagramm



## Vergleich Bedarf und Verbrauch nach DENA

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



**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>**

**Vielen Dank für Ihre  
Aufmerksamkeit!**