



# OPTIMUS:

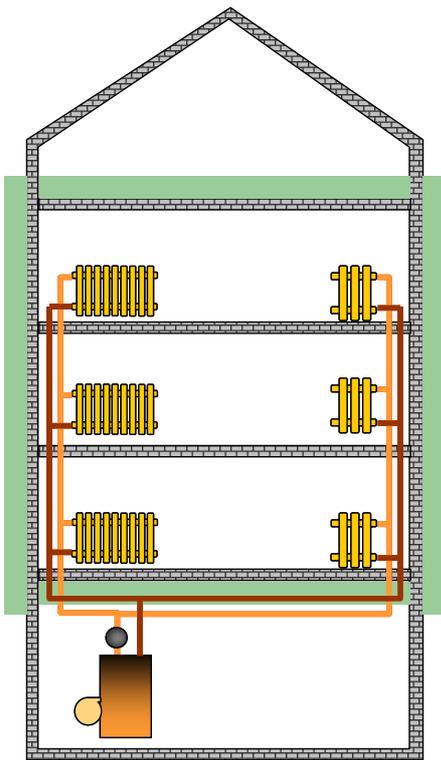
## Energieeinsparung durch Optimierung der Heizungstechnik



### Inhalt und Gliederung

1. Das Projekt Optimus
  - Projektpartner, Ziele und Lösungsansätze
  - Einsparungen, Kosten und Wirtschaftlichkeit
2. Die Problematik der "Optimierung" am Beispiel
  - Heizlast und Vorlauftemperatur
  - Volumenstrom und Voreinstellung
  - Verschwendungspotential vorher
3. Ausblick

Schwerpunkt: bestehende Gebäude,  
insbesondere nach baulichen Sanierungen.



1. altes Gebäude mit „Hochtemperatur-Heizung“
2. Dämmung der Gebäudehülle (ggf. auch nur teilweise)
3. Berechnung der neuen Heizlast, neuen Systemtemperatur, hydraulischer Abgleich der Heizung

### OPTIMUS - Ziel:

vorhandene Technologien bestmöglich zu nutzen durch die Optimierung von bestehenden Heizungsanlagen



Heute offen für die Qualitätssicherung zu plädieren – vor allem die nachträgliche – bedeutet nicht Versäumnisse der letzten 40 Jahre anzuprangern, sondern neue Erkenntnisse zur Optimierung zukünftig im Neubau und bei der Modernisierung einzubringen!

# Das Projekt OPTIMUS

## Projektpartner, Ziele und Lösungsansätze



- Innung für Sanitär- und Heizungstechnik Wilhelmshaven
- Forschungsgruppe Praxisnahe Berufsbildung, Bremen
- Berufsbildende Schulen II, Aurich
- TWW e.V. an der FH Braunschweig/Wolfenbüttel
- Firma WILO AG, Dortmund

### Technische Ziele:

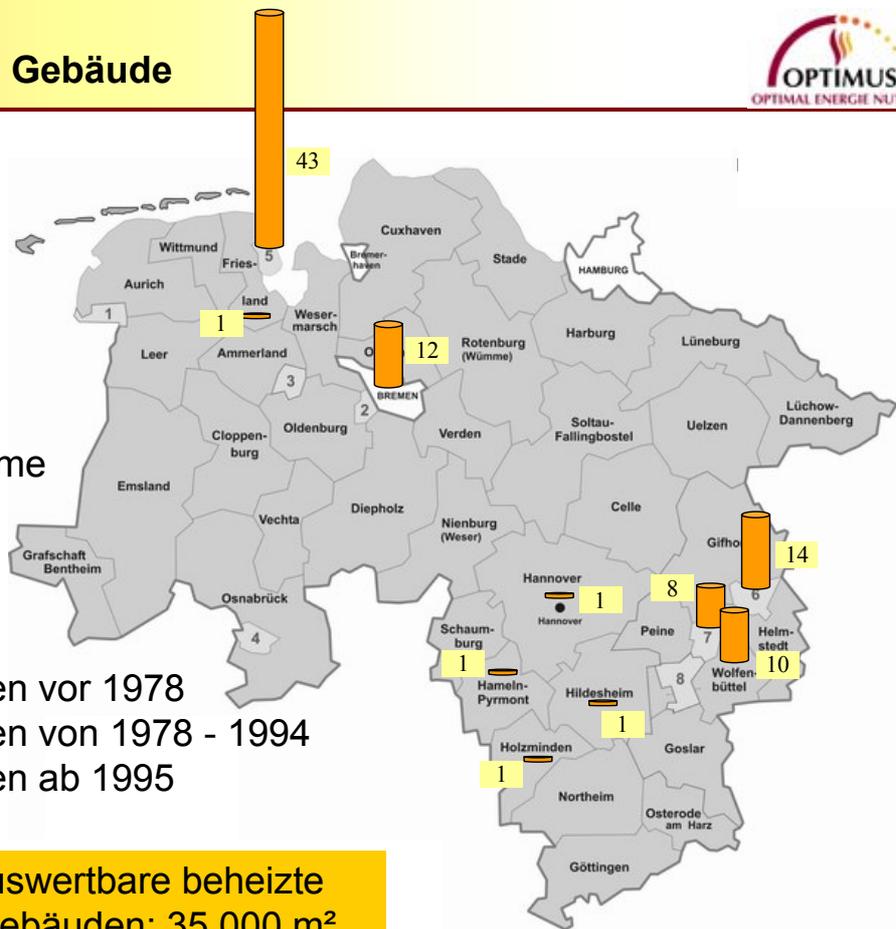
- Energieeinspar- und Wirtschaftlichkeitsnachweis durch Verbrauchsmessungen an konkreten Objekten
- Entwicklung von Hilfsmitteln zur Optimierung für das Fachhandwerk

### Weitere Ziele:

- Entwicklung von Fortbildungskonzepten für das Handwerk sowie Berufsschullehrer-Qualifikation und Erstellung von Materialien für die Ausbildung
- Öffentlichkeitsarbeit und Projektverbreitung

- 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>



## Was haben wir vorgefunden? Großzügige Auslegung der Technik !

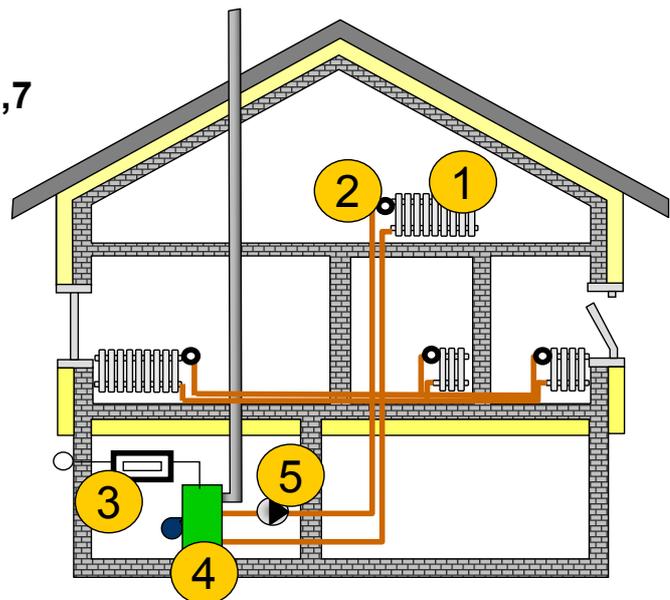
Heizkörpernormleistung  
effektiver Raumheizlast = etwa 1,7

Durchflusswerte ( $k_{V,S}$ ) der  
Ventile etwa 7 ... 10fach zu groß

Heizkurvensteilheit etwa 1,6  
(Auslegungsvorlauftemperaturen  
von ca. 80 °C) für alle Gebäude

vorh. Erzeugerleistung = etwa 1,8  
Gebäudeheizlast

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



Der hydraulische Abgleich ist in weniger als 10 % der Anlagen vorhanden.  
Weniger als die Hälfte der Thermostatventile sind voreinstellbar.

- Überdimensionierung / Werkseinstellung der Komponenten ermöglichen ein Verschwendungspotential: möglicher Energieverbrauch ist **zwei bis drei** mal höher aller 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>)

## Optimierungsarbeiten in Planung und Ausführung

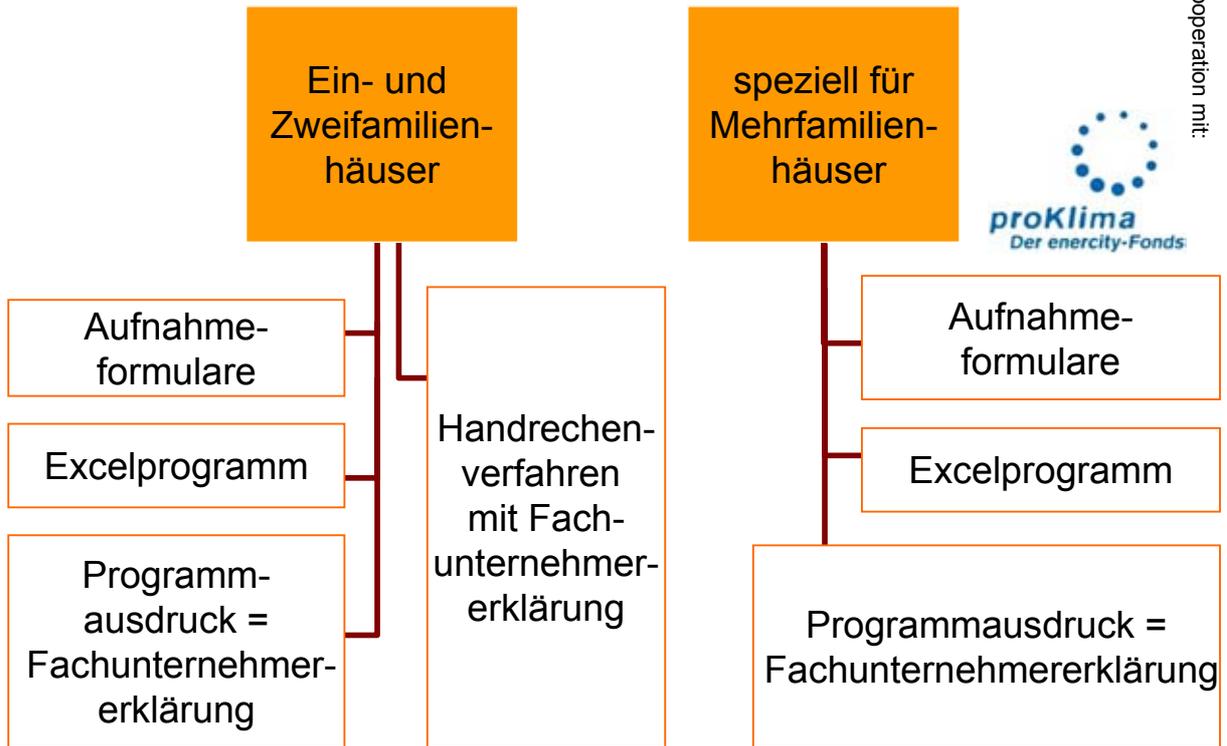
Optimierung von 31 Gebäuden  
(ca. 11.500 m<sup>2</sup> beheizte Fläche):  
Oktober 2003 bis Januar 2004

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

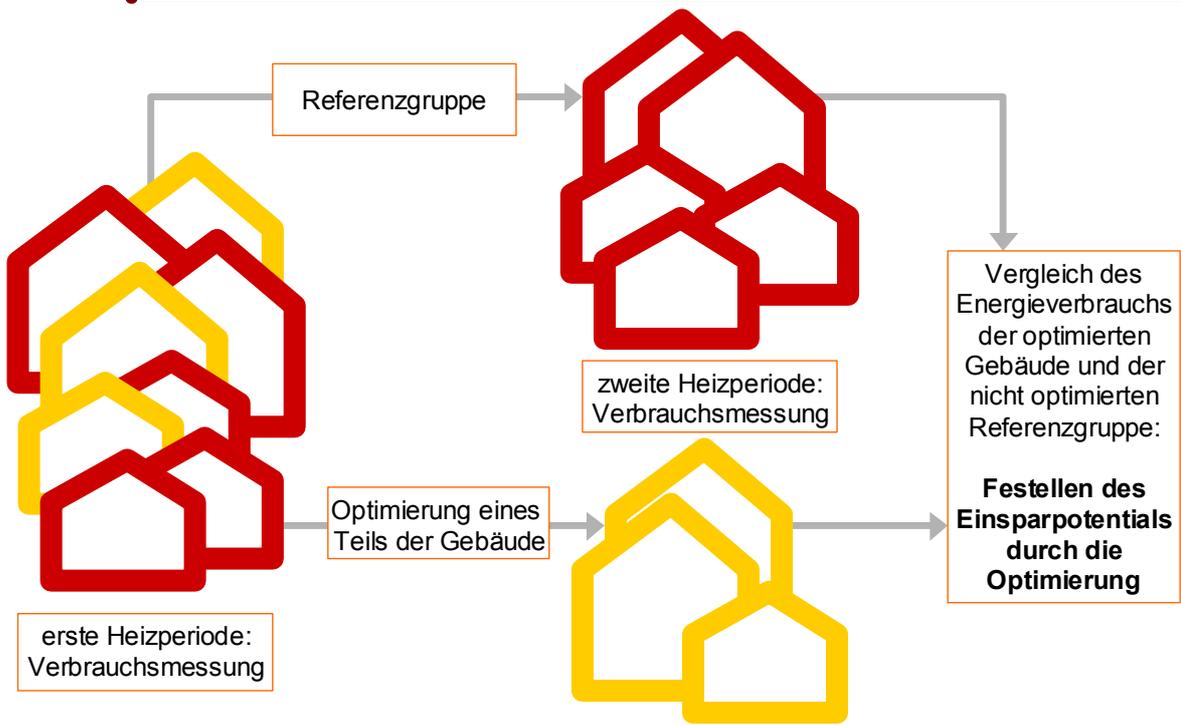


Optimierung  
zur Verminderung  
des Verschwendungs-  
potentials für Wärme,  
der elektrischen Hilfs-  
energie für die Pumpe und  
zur Komfortverbesserung





## Einsparungen, Kosten und Wirtschaftlichkeit

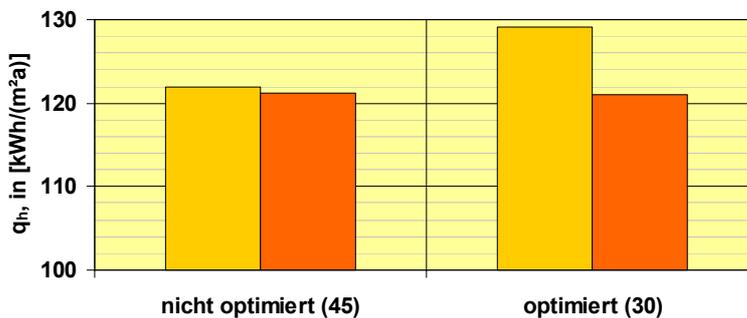


Einsparpotentiale messtechnisch nachweisen: monatliche Erfassung des Energieverbrauchs aller Gebäude über 2 Heizperioden

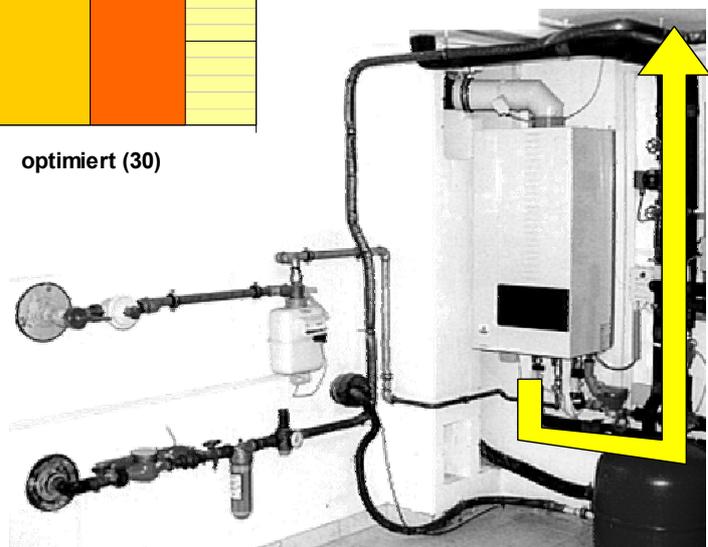
Bereinigter Heizwärmeverbrauch aus Jahresmessdaten

■ Periode I ■ Periode II

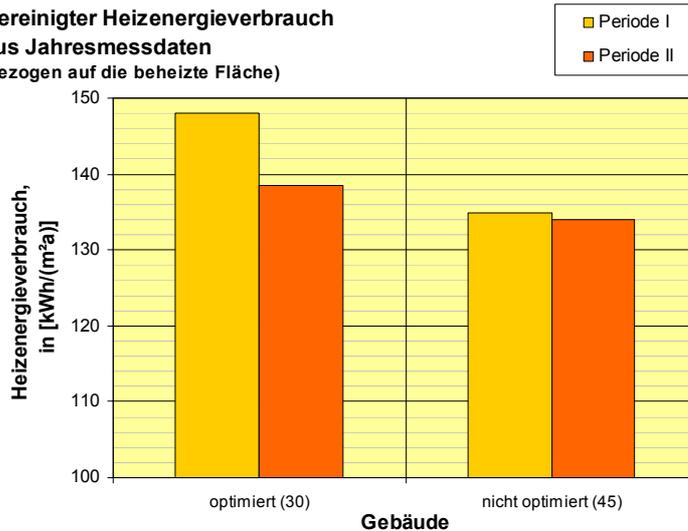
(Werte ab Erzeuger, bezogen auf die beheizte Fläche)



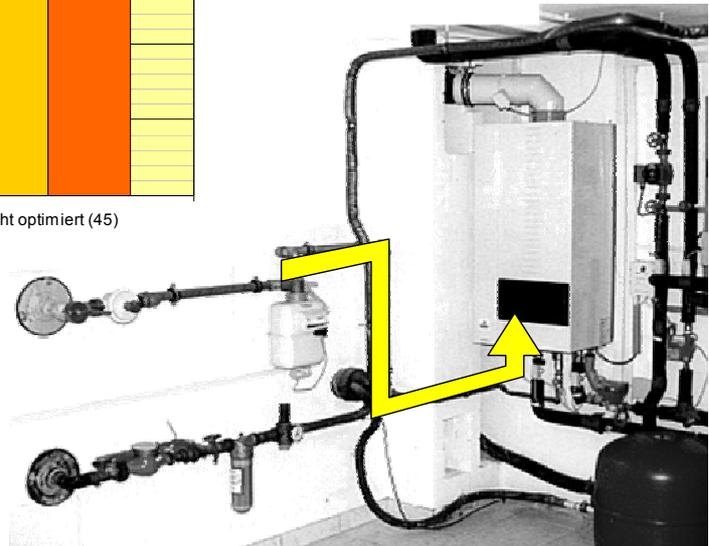
Verminderung um ca. 7 kWh/(m²a) im Durchschnitt



**Bereinigter Heizenergieverbrauch  
aus Jahresmessdaten**  
(bezogen auf die beheizte Fläche)



Verminderung um  
ca. 8 kWh/(m²a)  
im Durchschnitt



## Überblick: Erreichte Energieeinsparungen

<b>Heizwärmersparnis:</b>	<b>7 kWh/(m²a)</b>	<b>90.000 kWh/a</b>
<b>Endenergieersparnis:</b>	<b>8 kWh/(m²a)</b>	<b>106.000 kWh/a</b>
<b>Primärenergieersparnis:</b>	<b>10 kWh/(m²a)</b>	<b>124.000 kWh/a</b>
<b>CO<sub>2</sub>-Ersparnis:</b>	<b>2,1 kg/(m²a)</b>	<b>28.300 kg/a</b>

Die erreichte Einsparung ist in den ...

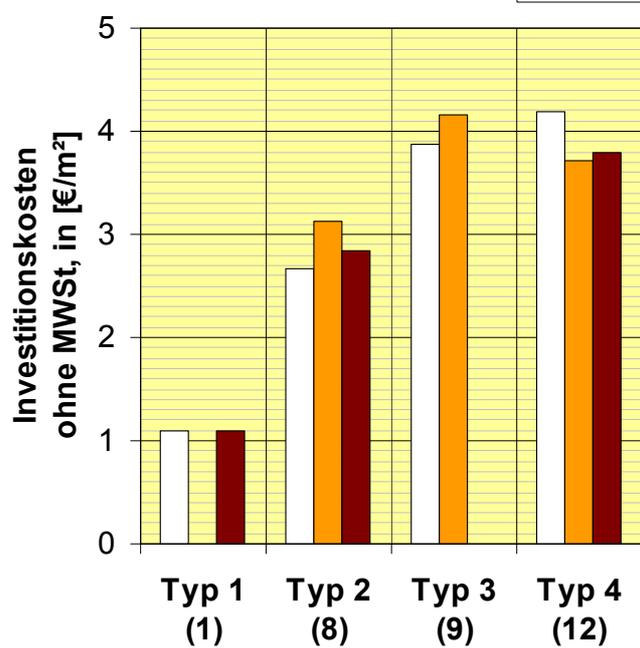
- neuen Gebäuden (nach 1978) deutlich höher als in den alten Gebäuden (vor 1977)
- Gebäuden mit geringem Heizwärmeverbrauch (unter 130 kWh/m²a) deutlich höher als bei hohem Heizwärmeverbrauch (über 130 kWh/m²a)
- MFH im Mittel etwas höher als in den EFH
- Gebäuden mit Kessel höher als in den Gebäuden mit Fernwärme

## Maßnahmenpaket / Typ:

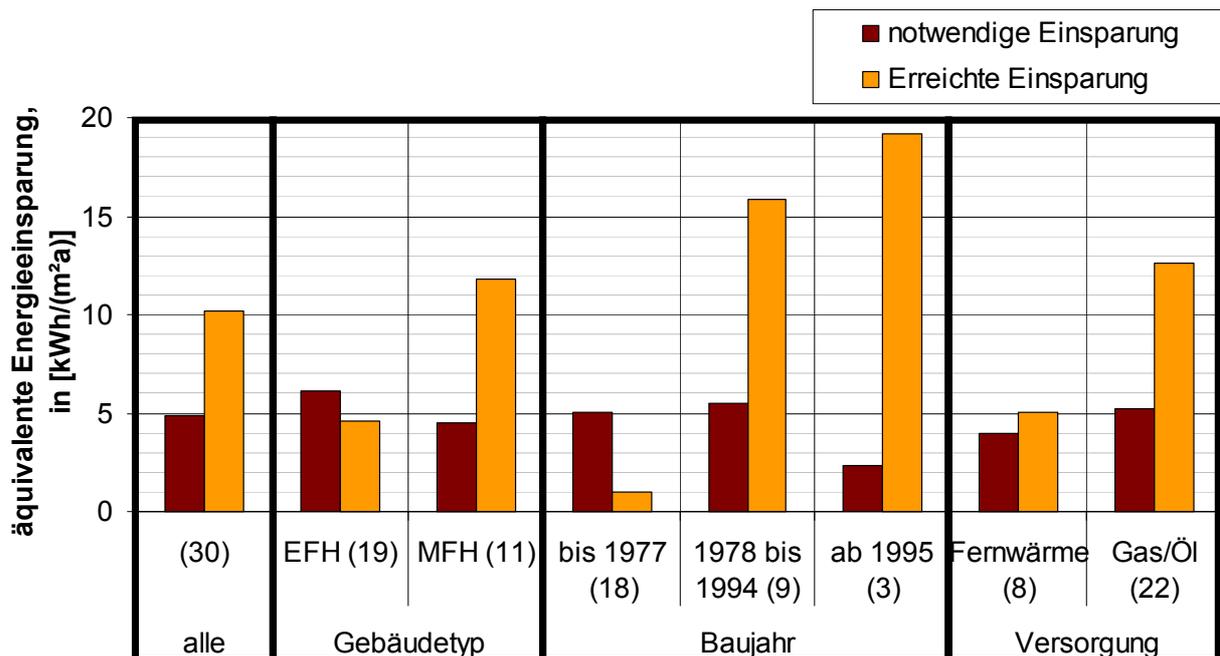
1. nur Komponenten einstellen
2. voreinstellbare Thermostatventile einbauen
3. neue Pumpe / neuen Differenzdruckregler einbauen
4. Pumpe / Differenzdruckregler und THKV einbauen

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

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



# Wirtschaftlichkeit der Optimierung im Projekt



Bewertung anhand Energieeinsparung sowie Wirtschaftlichkeit.

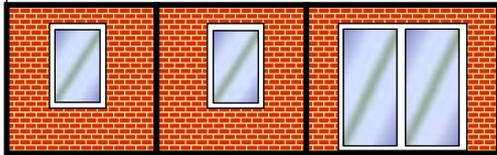
	EFH		MFH	
	mit Kessel	mit Fernwärme	mit Kessel	mit Fernwärme
Baujahr bis 1977 – nicht baulich modernisiert	0	0	0	0
Baujahr bis 1977 – größtenteils baulich modernisiert	+	+	++	+
Baujahr 1978 bis 1994	+	+	++	+
Baujahr ab 1995	++	++	++	++

- Uneingeschränkte Empfehlung: Gebäude mit Baujahren ab 1978
- Gebäude mit Baujahren vor 1977: vorwiegend MFH und Gebäude mit Kesseln (größere Einsparungen zu erwarten)
  - möglichst wenn ohnehin Investitionen in die Anlage / Baukörpermodernisierung notwendig sind
  - oder wenn einstellbare Komponenten vorhanden sind

## Die Problematik "Optimierung" am Beispiel

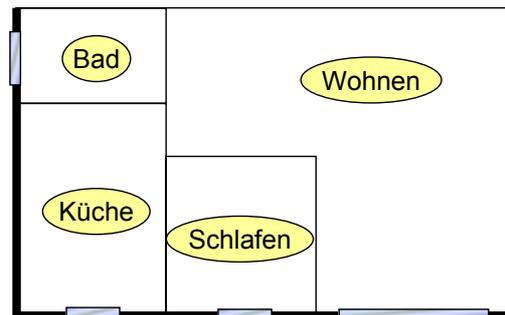
## Gegebene Etagenwohnung

- Etagenwohnung
- 2 Zimmer, Küche, Bad
- 60 m<sup>2</sup> beheizte Fläche

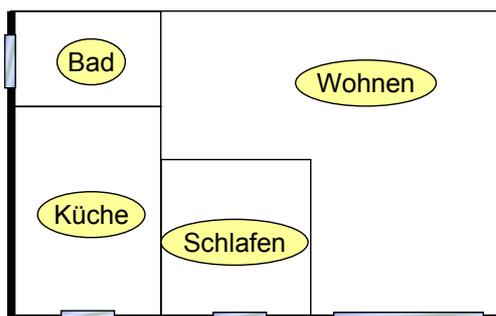


- Wandtherme mit integrierter Pumpe (und Überströmventil)
- Vorlauftemperatur 75 °C
- nicht voreinstellbare Heizkörperventile
- Gebäude letztes Jahr baulich gut saniert

Bad: 6 m<sup>2</sup>  
 Küche: 12 m<sup>2</sup>  
 Schlafen: 9 m<sup>2</sup>  
 Wohnen: 33 m<sup>2</sup>



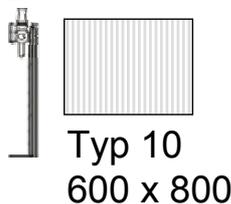
## Geschätzter Hydraulischer Abgleich nach Thermostatventiltausch



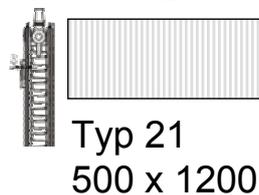
- Haus ist gut wärmegeklämmt mit neuen Fenstern
- Plattenheizkörper (s. u.)
- neue voreinstellbare Thermostatventile mit Stufen 1 - 6

Welche Vorlauftemperatur?  
 Welche Voreinstellungen?

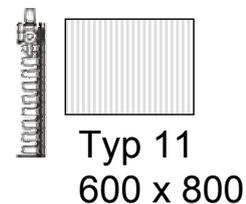
Bad: 6 m<sup>2</sup>



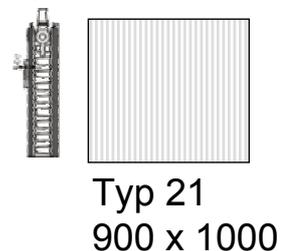
Küche: 12 m<sup>2</sup>



Schlafen: 9 m<sup>2</sup>



Wohnen: 33 m<sup>2</sup>



## Heizlast und Vorlauftemperatur

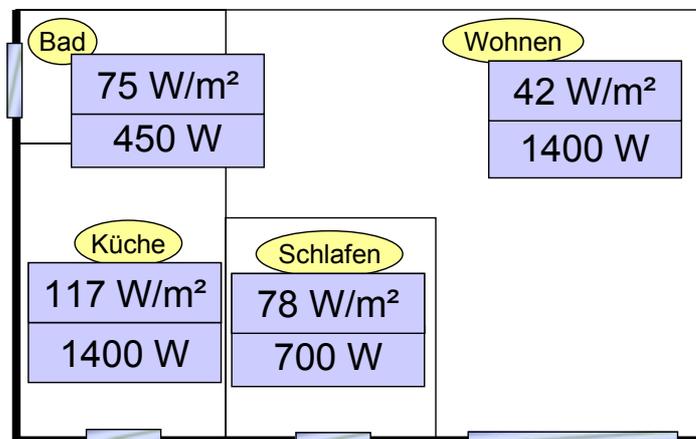
25

### Alte Heizlast

alte U-Werte: Wände  $1,5 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$   
 Fenster  $2,8 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

1. Schätzen Sie die mittlere Heizlast!

66  $\text{W}/\text{m}^2$



2. Ordnen Sie die Heizlasten den Räumen zu!

117  $\text{W}/\text{m}^2$

78  $\text{W}/\text{m}^2$

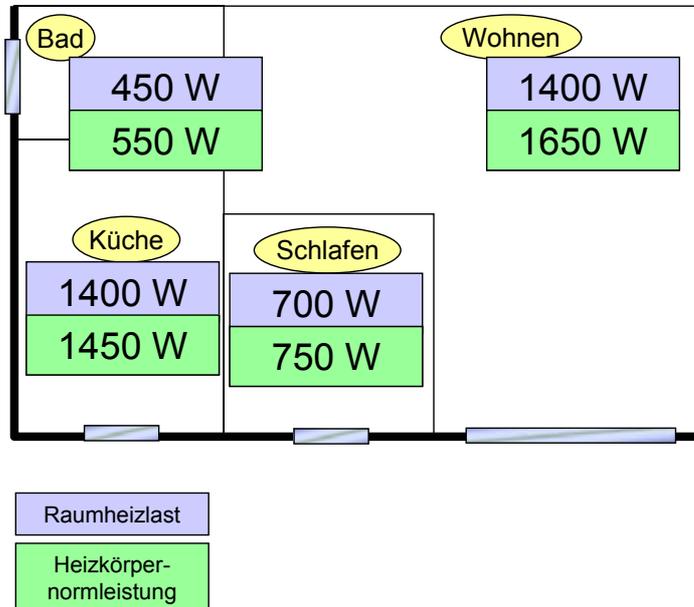
75  $\text{W}/\text{m}^2$

42  $\text{W}/\text{m}^2$

Raumheizlast

26

- aufgenommen wurden alle 4 Heizkörper mit Hilfe eines Tabellenbuchs
- dokumentiert wurde die Normheizkörperleistung bei 75/65/20 °C



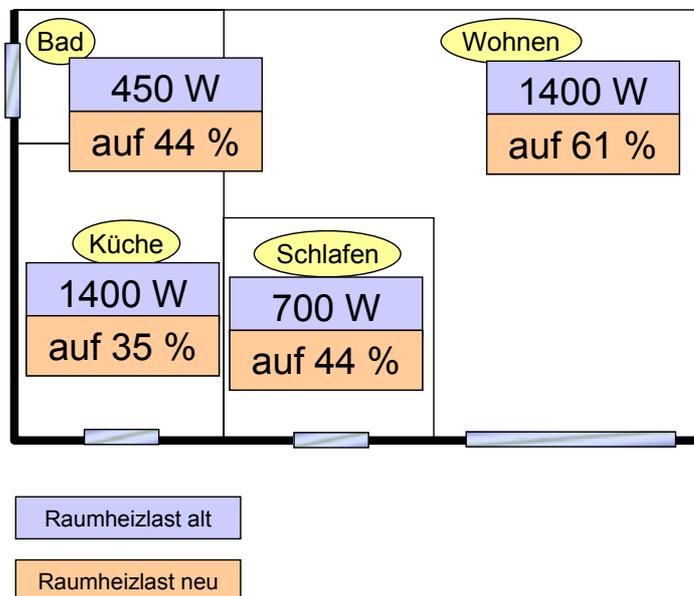
3. Ordnen Sie die Heizkörper den Räumen zu!

- 550 W
- 750 W
- 1450 W
- 1650 W

neue U-Werte: Wände 0,3 W/(m<sup>2</sup>K)  
 Fenster 1,3 W/(m<sup>2</sup>K)

4. Schätzen Sie die mittlere Heizlast!

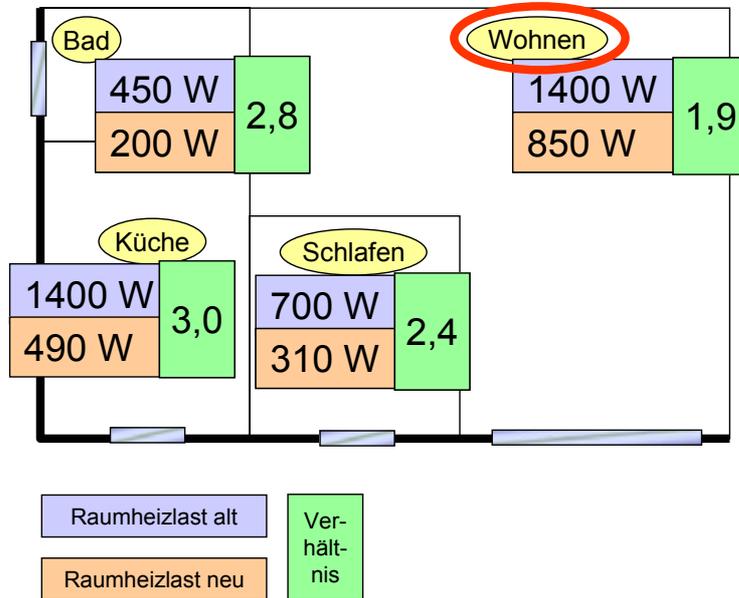
31 W/m<sup>2</sup>



5. Ordnen Sie zu: wie stark ist die Heizlast in den einzelnen Räumen gesunken?

- auf 35 %
- auf 44 %
- auf 44 %
- auf 61 %

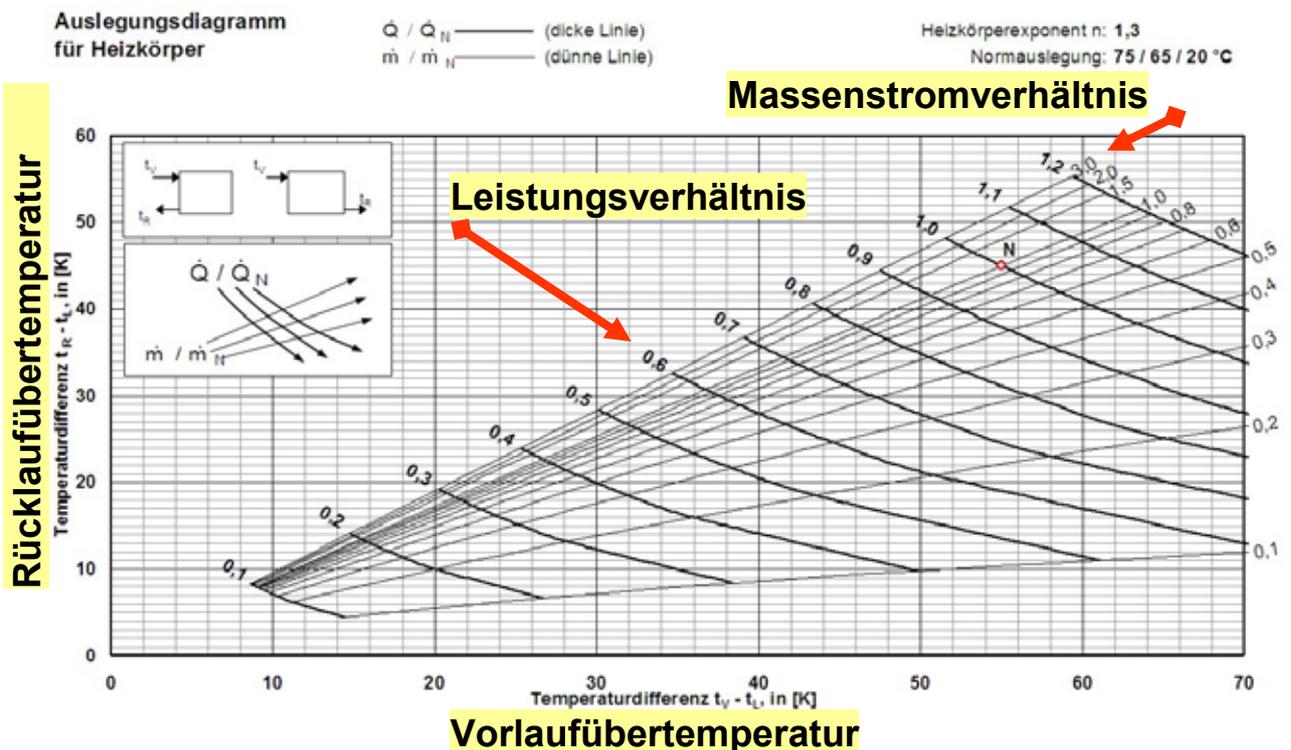
- in den einzelnen Räumen sind die Heizkörper nun zu groß
- die Vorlauftemperatur kann abgesenkt werden, aber wie weit?



6. Welche Verhältnisse von Heizkörpernormleistung und Raumheizlast liegen vor?

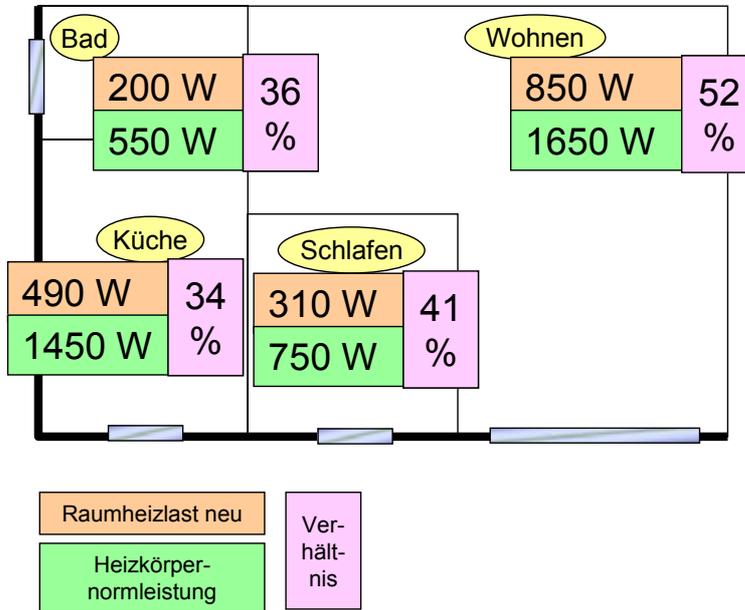
Welcher Raum bestimmt die neue Vorlauftemperatur?

## Heizkörperdiagramm: wichtige Optimierungshilfe

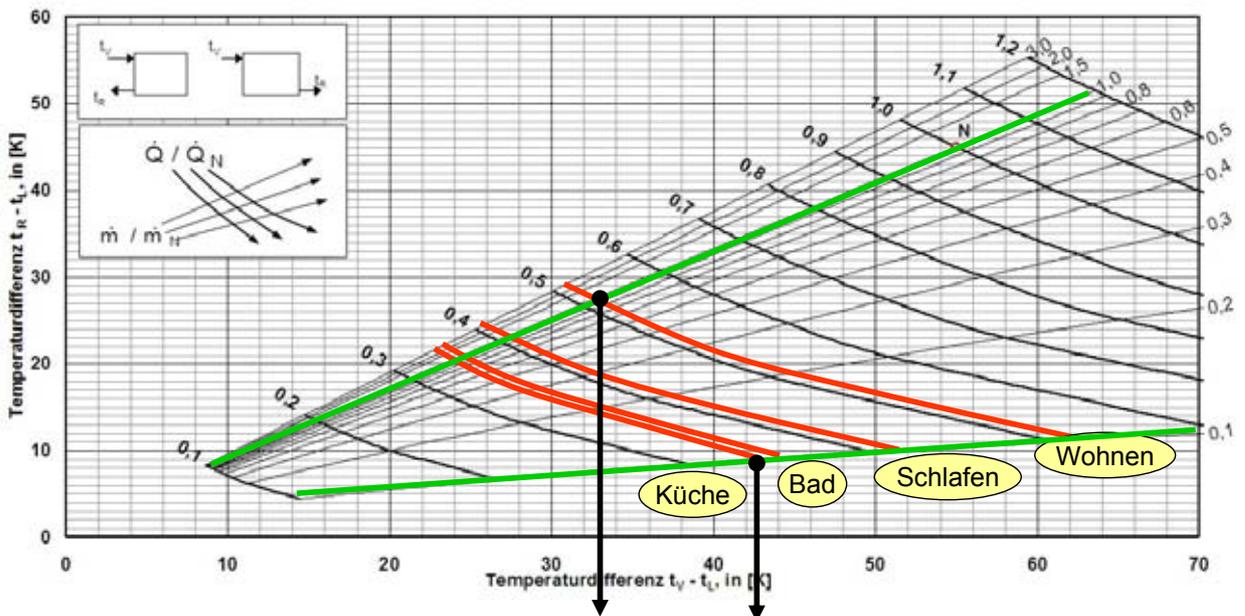


es werden gebraucht:

- die neue Raumheizlast
- die installierte Heizkörperleistung bei Normbedingungen



7. Wieviel Prozent der vorhandenen Normheizkörperleistung wird in den einzelnen Räumen gebraucht?



mindestens 53 °C, damit es im Wohnzimmer warm wird, aber nicht mehr als 62 °C, damit in der Küche die Volumenströme nicht zu klein werden.

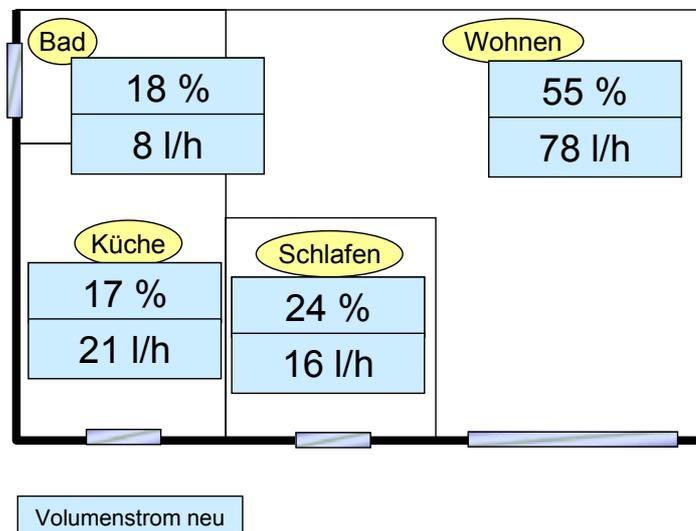
gewählt: 55 °C

## Volumenstrom und Voreinstellung

33

### Ermittlung der Volumenströme

der Volumenstrom bei ursprünglicher Auslegung betrug etwa 230 l/h.



8. Schätzen Sie den Gesamtvolumenstrom!

123 l/h

9. Wieviel Prozent des Normvolumenstroms wird in den einzelnen Räumen gebraucht?

17 % von 125 l/h

18 % von 47 l/h

24 % von 65 l/h

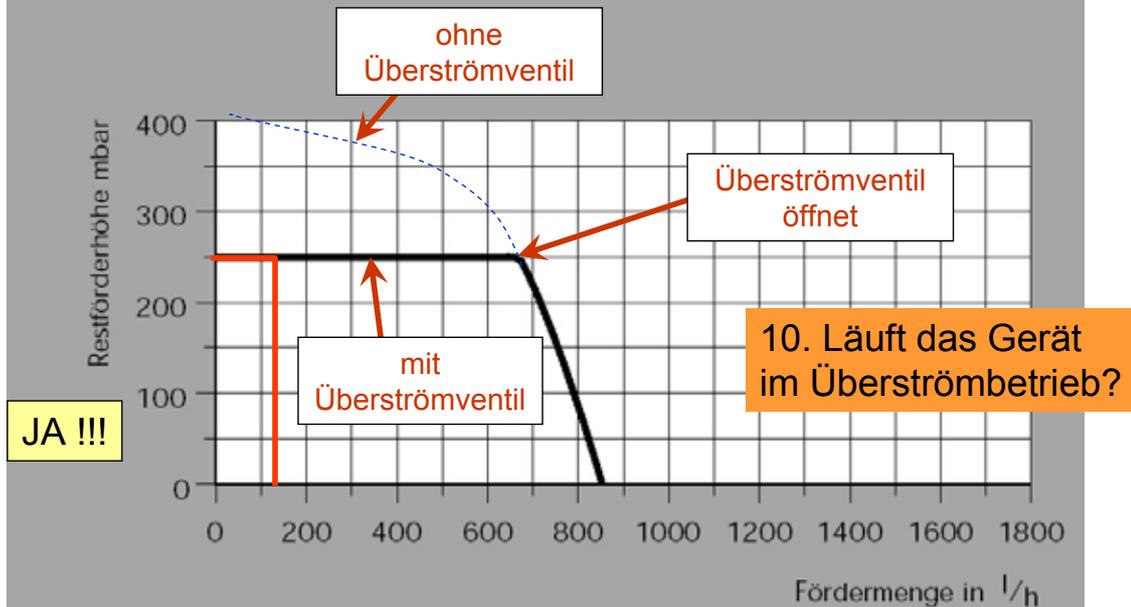
55 % von 142 l/h

34

## Vorhandene Wandtherme

- die Pumpe ist nicht voreinstellbar.
- das Gerät hat ein ebenfalls nicht einstellbares Überströmventil
- fester Einstellwert: 250 mbar

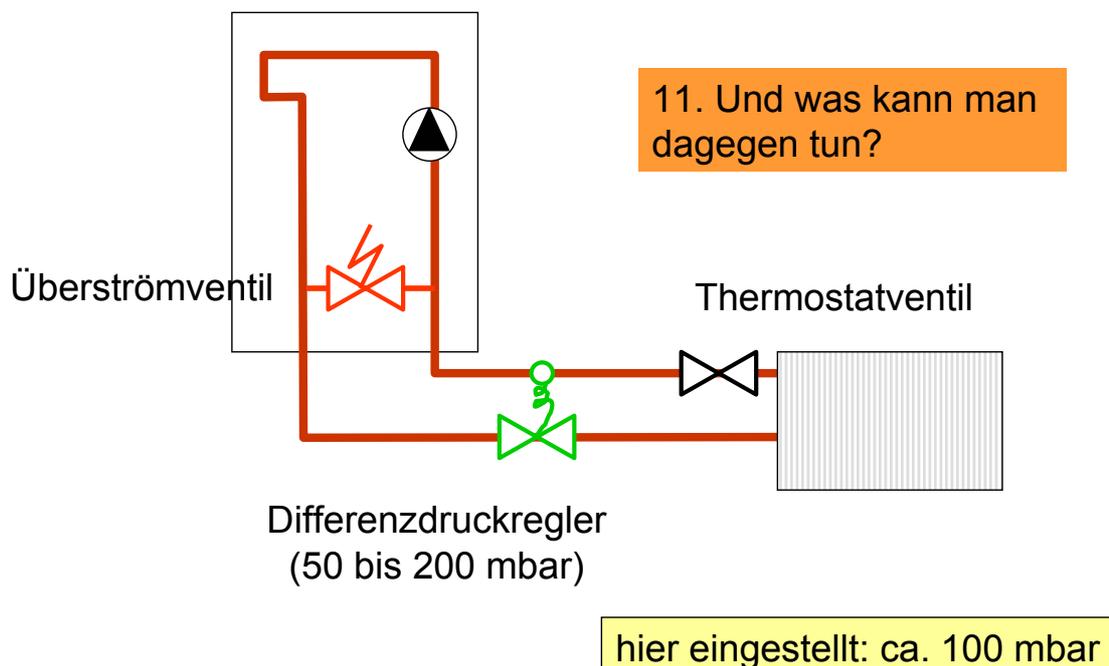
Pumpendiagramm VC 64 XE, 104 XE (VP 5)



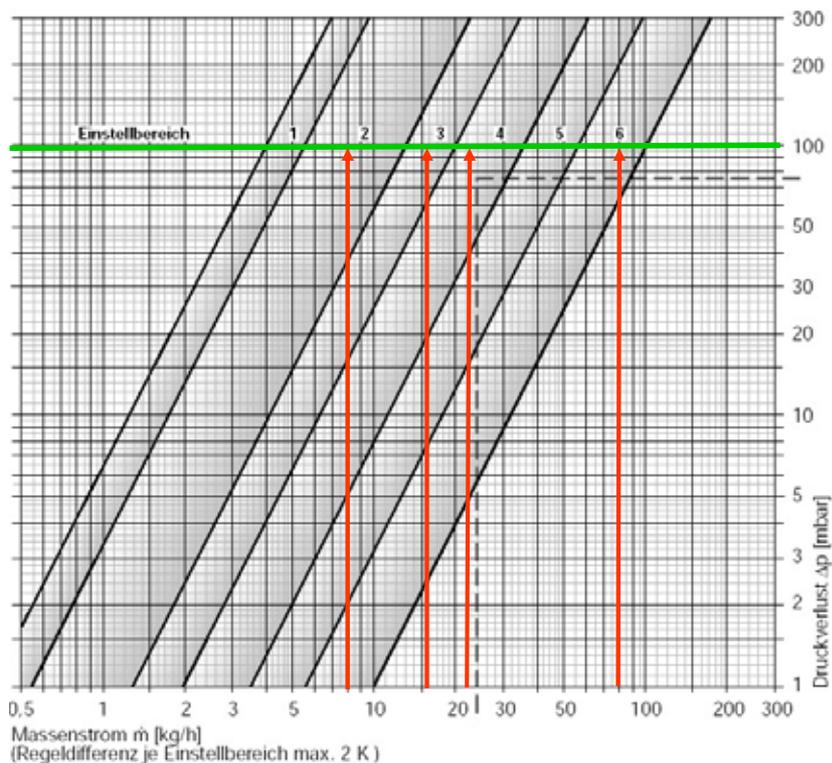
35

## Geräusche? Einziger Ausweg...

- Problem: der Differenzdruck von 250 mbar schlägt sich bis an die Thermostatventile nieder, welche Geräusche machen...



36



- eingesetzt werden feinst-einstellbare Ventile
- Druckabfall am Ventil etwa 100 mbar

12. Welche Voreinstellung wird in den einzelnen Räumen eingestellt?

Bad	VE 2
Küche	VE 4
Schlafen	VE 3
Wohnen	VE 6

Verschwendungspotential vorher

### Ein Beispiel: die Küche

- benötigte Raumheizlast 490 W
- installierte Heizkörpernormleistung 1450 W
- Normvolumenstrom 126 l/h  $1450 \text{ W} : 11,6 \text{ W/(l/h)}$
- eingestellte Vorlauftemperatur an der Therme: die alten 75 °C (die vor der Sanierung gebraucht wurden)
- nicht voreinstellbares Thermostatventil

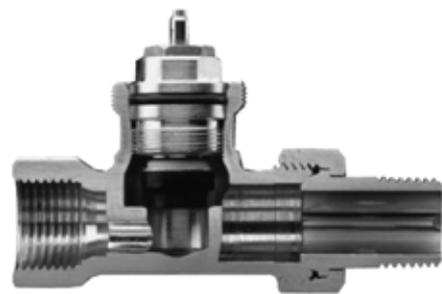
13. Schätzen Sie einmal, wieviel mal mehr Leistung in der Küche tatsächlich zur Verfügung steht!

## Altes nicht voreinstellbares Thermostatventil

- nicht voreinstellbares Thermostatventil, normale Ausführung
- $k_{V,S} = 1,35 \text{ m}^3/\text{h}$  (bei 1000 mbar Druckdifferenz)

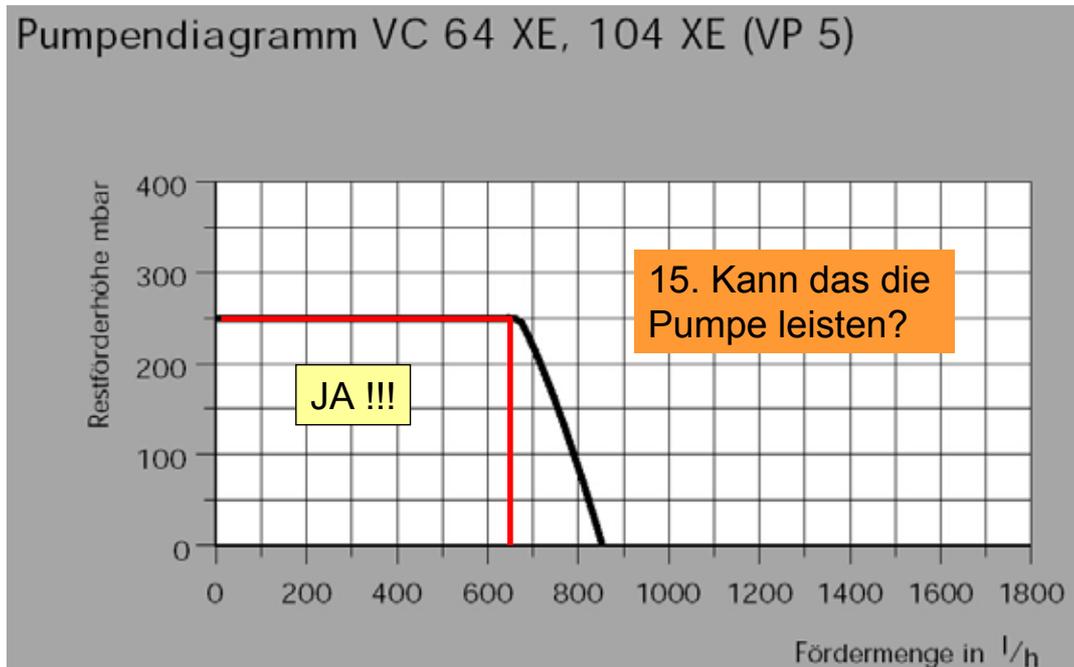
14. Welcher Volumenstrom kann maximal durch das Thermostatventil fließen?

$$\begin{aligned}\dot{V} &= k_{V,S} \cdot \sqrt{\frac{\Delta p_{\max}}{1000 \text{ mbar}}} \\ &= 1,35 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} \cdot \sqrt{\frac{250 \text{ mbar}}{1000 \text{ mbar}}} \\ &= 675 \frac{\text{l}}{\text{h}}\end{aligned}$$



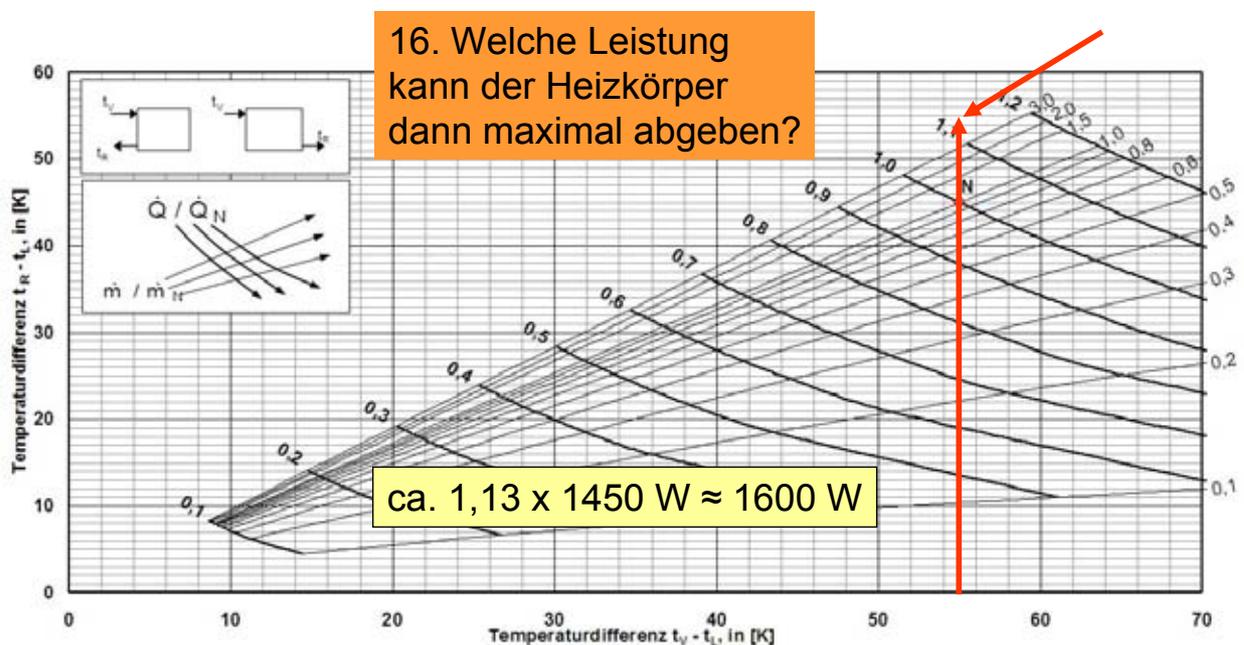
Sie erinnern sich:  
wir brauchten 21 l/h bei einer  
Vorlauftemperatur von 55 °C

Pumpendiagramm VC 64 XE, 104 XE (VP 5)



# Mögliche Leistungsabgabe

- Massenstromverhältnis:  $675 / 126 = 5,4$  (!)
- Vorlaufübertemperatur:  $75 - 20 = 55$  K



# Ausblick

## Ist Optimus zukunftstauglich?

Wie werden die Gebäude/Anlagen in Zukunft aussehen?

1. ALTERNATIVE:  
Verbreitung von echten Passivhäusern mit Luftheizung. Verzicht auf Pumpenwarmwasserheizung. Dann brauchen wir "OPTIMUS" für Lüftungsanlagen...
2. ALTERNATIVE:  
Nutzung regenerativer Energien z.B. Solartechnik mit konventioneller Heiztechnologie in hochwärmedämmten Häusern.  
Qualitätssicherung künftig noch wichtiger!

Bis dahin gibt es Millionen von Gebäuden mit konventionellen Heizungsanlagen und Energieträgern. Prädestiniert für die OPTIMUS-Heizungsanlagenoptimierung zur Schonung der Energieressourcen und als Impulse für das Handwerk.



## Ist Optimus zukunftstauglich?

- Hochgerechnet auf den Bestand ergibt sich ein Einsparpotential von **7 ... 10 Millionen Tonnen CO<sub>2</sub> pro Jahr** – wenn Anlagen nach baulichen Modernisierungen zusätzlich noch optimiert werden!
- die Gesamtemission der Bundesrepublik Deutschland liegt bei 890 Millionen Tonnen CO<sub>2</sub>

Verbreiten Sie mit uns die Optimus-Idee !



## Mehr im Internet...

### Ist die Optimierung Ihrer Heizungsanlage in Ihrem Gebäude wirtschaftlich? (Überschlägige Abschätzung für Gebäude mit Heizkörperheizung)

**Gebäudetyp:**  Ein- und Zweifamilienhaus  Mehrfamilienhaus

**Baujahr und baulicher Zustand:**  Baujahr vor 1978, baulich saniert  Baujahr ab 1978  
 Baujahr vor 1978, baulich noch nicht oder nur geringfügig saniert

**Beheizte Wohnfläche:**  m<sup>2</sup>

**Vorhandene Thermostatventile:**  nicht voreinstellbar  voreinstellbar

**Vorhandener Anlagendruck:**  mit nicht einstellbarer Pumpe oder Differenzdruckregler  mit einstellbarer Pumpe oder Differenzdruckregler

**FAZIT** → Die Optimierung der Heizungsanlage ist in diesem Gebäude wirtschaftlich!

Legend:   
■ Notwendige Einsparung   
■ Erreichbare Einsparung

€/(m<sup>2</sup>a)

Kapitalzins  %/a   
 Heutige Energiepreise ohne Mehrwertsteuer   
 Wärme  €/kWh   
 Strom  €/kWh   
 Energiepreisverteuerung in den nächsten Jahren  %/a   
 Investitionszeitraum  Jahre

<http://enev.tww.de>  
 Rubrik: DBU Optimus

# IMPRESSUM

Projektpartner / OPTIMUS-Gruppe:



Dieser Foliensatz wurde im Rahmen des von der Deutschen Bundesstiftung Umwelt DBU geförderten Projektes "OPTIMUS,, (OPTimierung von Heizungssystemen durch InforMation und Quali-fikation zur nachhaltigen NutzUng von EnergieeinSparpotenzialen) entwickelt.



Der Foliensatz kann kostenlos als unverändertes Gesamtwerk (nicht in Auszügen) weitergegeben werden, wenn die "OPTIMUS"-Gruppe als Ersteller und Bezugsquelle benannt wird.

Für die Schulung können einzelne Folien ausgeblendet werden.

Kommerzieller Vertrieb ist nicht gestattet.



Innung Sanitär- und Heizungstechnik Wilhelmshaven



Berufsbildende Schulen II Aurich



Forschungsgruppe Praxisnahe Berufsbildung Bremen



Trainings- & Weiterbildungszentrum Wolfenbüttel e.V. Wolfenbüttel



Firma WILO AG Dortmund