

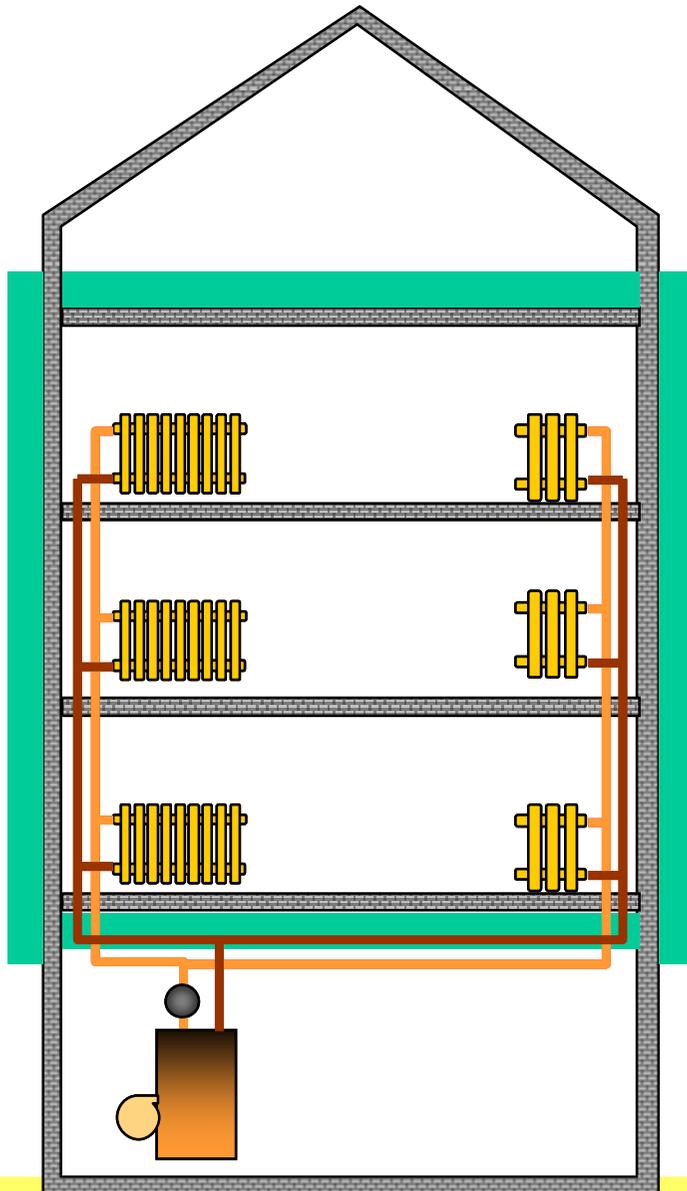
# **Anlagenoptimierung mit hydraulischem Abgleich**

**Dr.-Ing. Kati Jagnow**

**Bremerhaven,  
März 2013**

# **Warum optimieren? Wie optimieren?**

## Ausgangslage



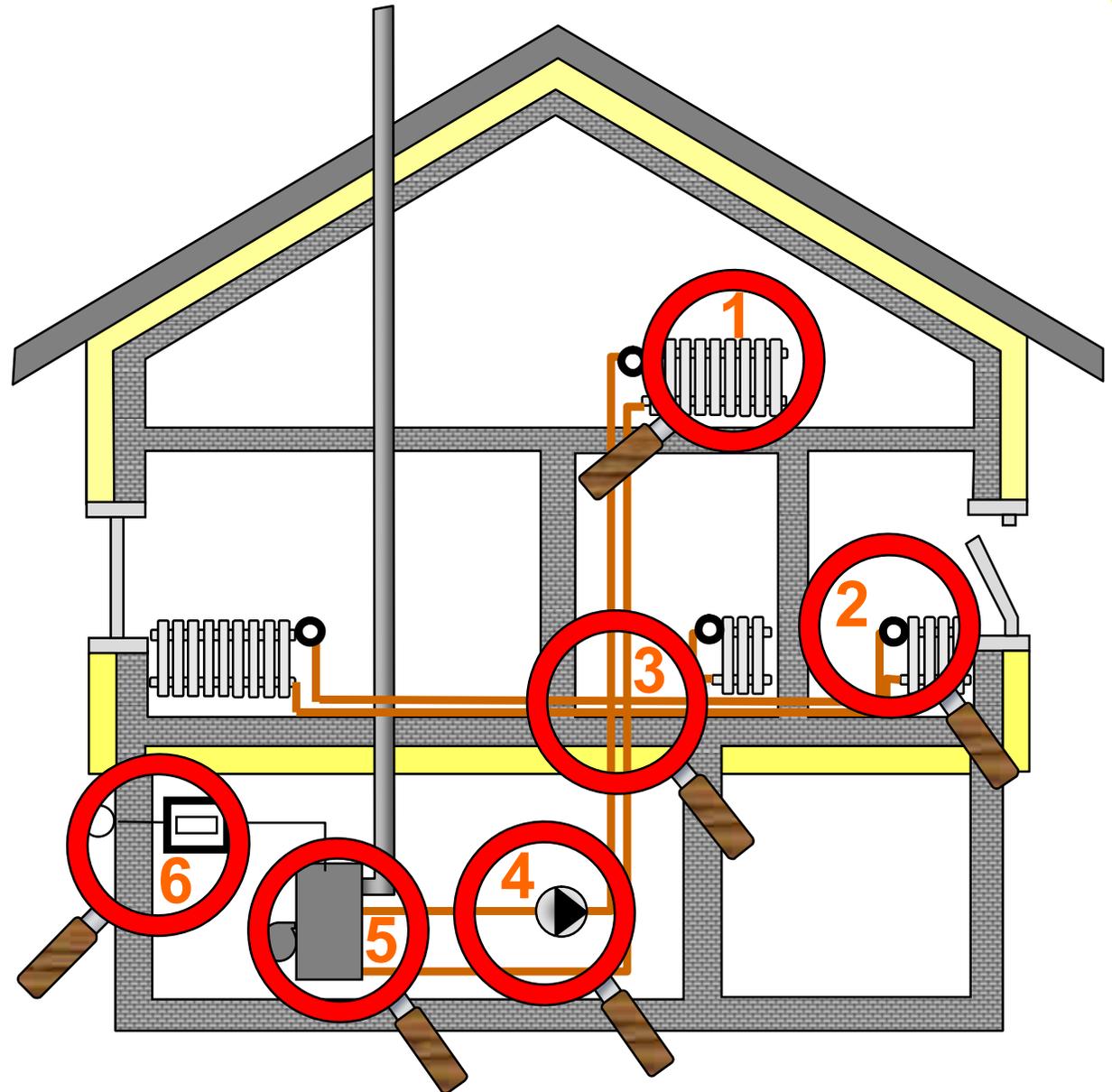
Schwerpunkt: bestehende Gebäude, insbesondere nach baulichen Sanierungen.

1. altes Gebäude mit „Hochtemperatur-Heizung“
2. Dämmung der Gebäudehülle (ggf. auch nur teilweise)
3. Welche neuen Temperaturen reichen aus? Welche Wassermengen? Welche Pumpendrucke?

**Und die Gretchenfrage ist:**  
was passiert, wenn man die Anlage anpasst? Spart man Energie?

## Was gehört zur Optimierung?

1. Erfassung von Heizkörpern und Raumheizlasten
2. ggf. Neuinstallation und Voreinstellung von Ventilen oder Rücklaufverschraubungen
3. (überschlägige) Ermittlung von Druckverlusten im Netz und der Zentrale
4. Auswahl einer neuen Pumpe oder Einstellung der alten
5. ggf. Anpassung der Erzeugerleistung
6. Einstellung der Regler



# 1. Heizlastberechnung

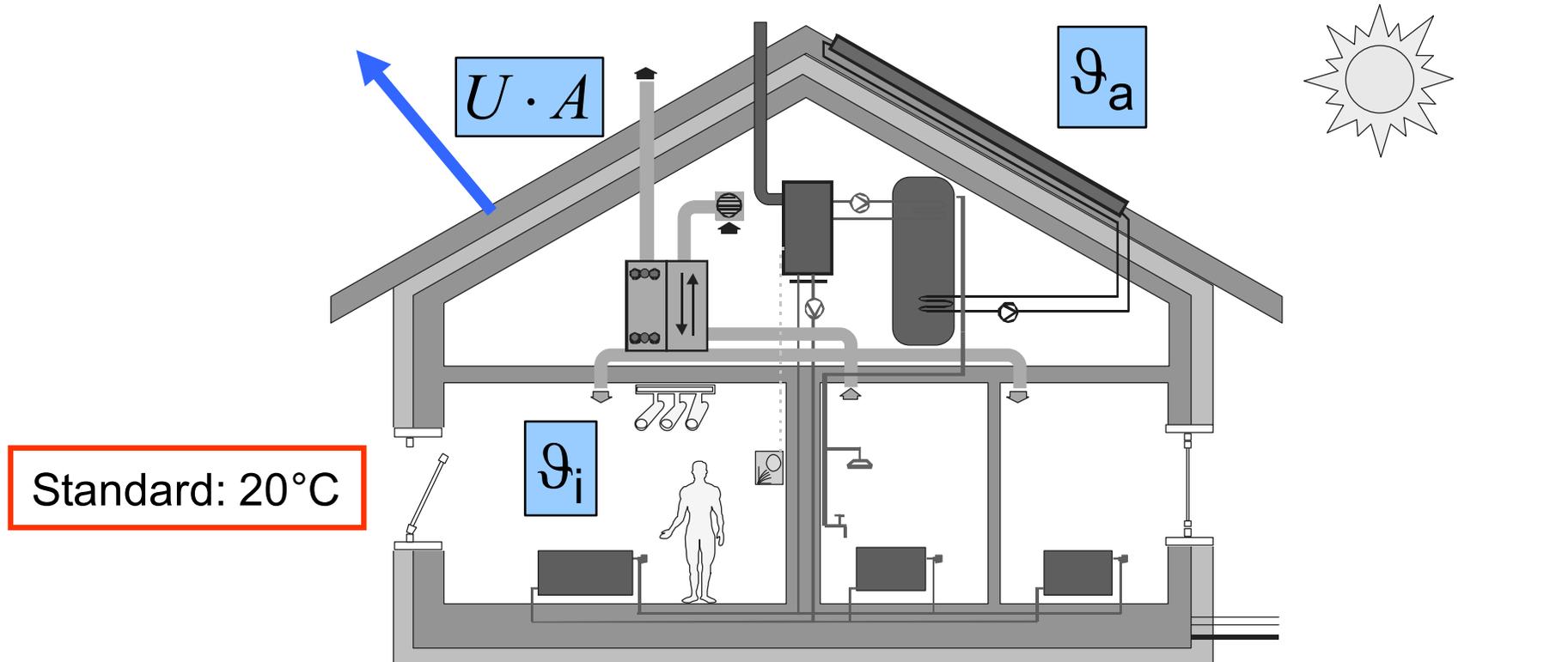
## Heizlast für Transmission

$$\Phi_T = \sum [U_{eff} \cdot A \cdot F + H_{WB}] \cdot (\vartheta_{int} - \vartheta_e)$$

$$F = f_k = b_u$$

Formel zur Berechnung der Transmissionsheizlast (Wärmeverluste durch die Hülle eines Raums).

Standard: -10 ... -16°C



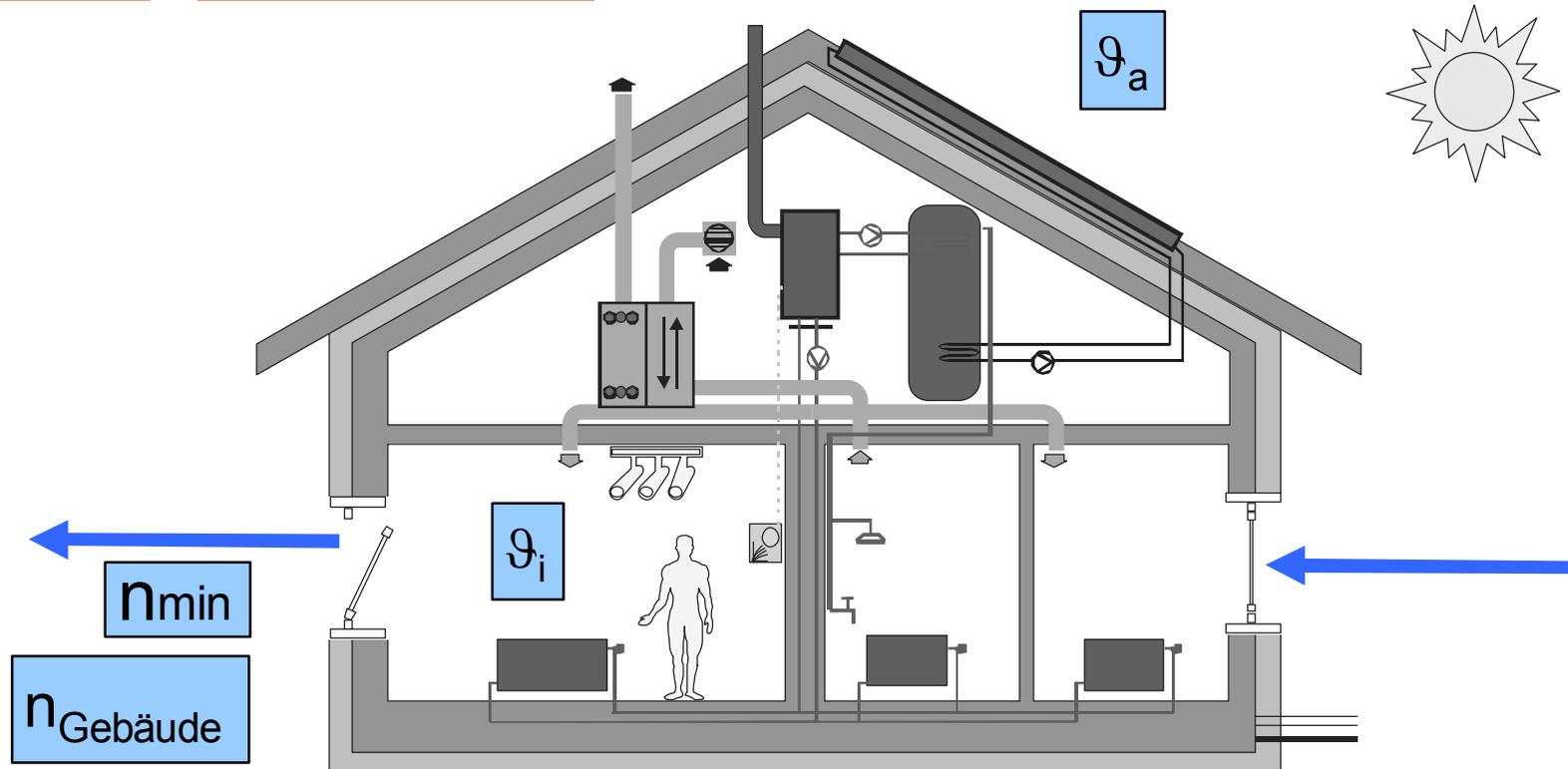
## Heizlast für Lüftung

$$\Phi_V = n \cdot \rho \cdot c_p \cdot V_L \cdot (\vartheta_{\text{int}} - \vartheta_e)$$

0,25 ... 0,5 h<sup>-1</sup>

0,34 Wh/(m<sup>3</sup>K)

Formel zur Berechnung der Lüftungsheizlast (Wärmeverluste durch die Lüftung eines Raums).



# **2. Heizkörperwahl und Heizkörper im Bestand**

**Neubau**

## Normheizkörperleistung

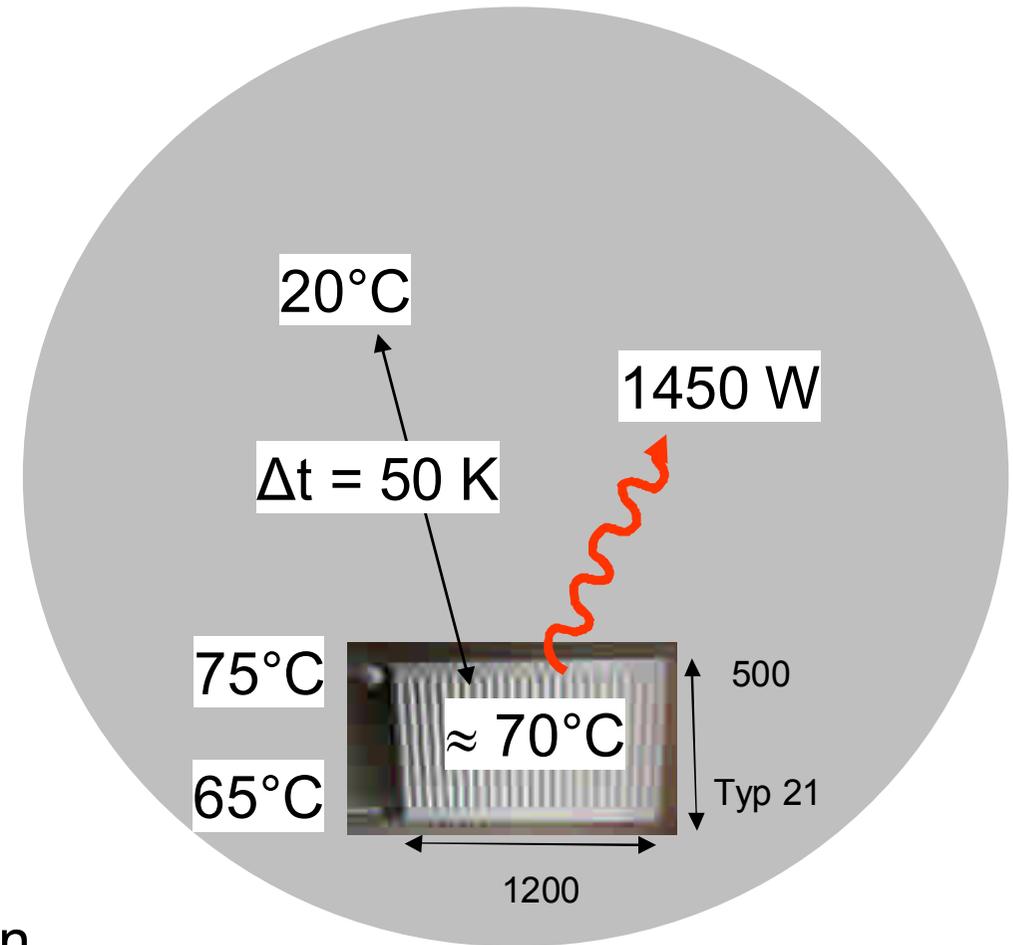
### Beispielheizkörper im Prüflabor:

Prüfbedingungen: 75/65/20 °C

gemessen:

- Heizkörperleistung: 1450 W
- Volumenstrom: 125 l/h  
(beide Werte stehen im Prospekt)

Leistung ergibt sich bei einer mittleren Heizkörpertemperatur von ca. 70 °C, d.h. 50 K Übertemperatur über Raumtemperatur



Übertemperatur: ca. 50 K

## Auswahl eines Heizkörpers

Basis:

1. berechnete Raumheizlast (**Bsp.: 580 W**)

Vorbereitung der Auswahl:

2. Festlegung des gewünschten Temperaturniveaus (**Bsp.: 55/35°C**)
3. Berechnung der notwendigen Normheizkörperleistung

Auswahl aus Katalog:

4. Breite ggf. nach Fensterbreite, Höhe nach Brüstungshöhe
5. Tiefe/Bauart nach Leistungsanforderung

Nachrechnen:

6. realen Volumenstrom und Rücklauftemperatur berechnen

## Welcher Heizkörper erfüllt das Soll (rechnerisch)?

### im Gebäude

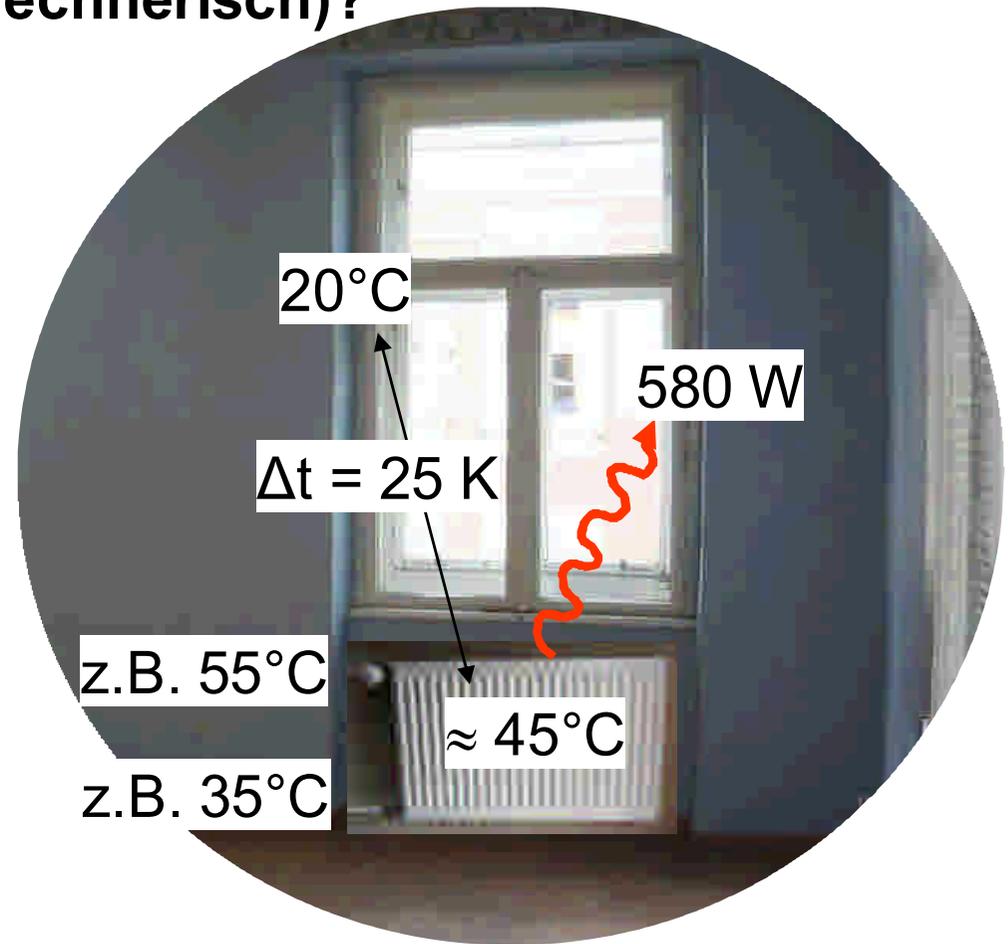
gewünschte Heizkörperleistung =  
Raumheizlast: **580 W**

gewünschte Temperaturen:  
**55 / 35°C**

$$\frac{\dot{Q}_{Norm}}{\dot{Q}_{Soll}} = \left( \frac{\overset{\text{Übertemperatur}}{\underset{\text{Übertemperatur}}{Norm}}}{\underset{\text{Übertemperatur}}{Soll}} \right)^n$$

Normleistung:

$$580 \text{ W} \cdot (50 \text{ K} / \sim 25 \text{ K})^{1,3} = \mathbf{1428 \text{ W}}$$



Übertemperatur: ca. 25 K

n Heizkörperexponent;  
typisch 1,3 für Plattenheizkörper

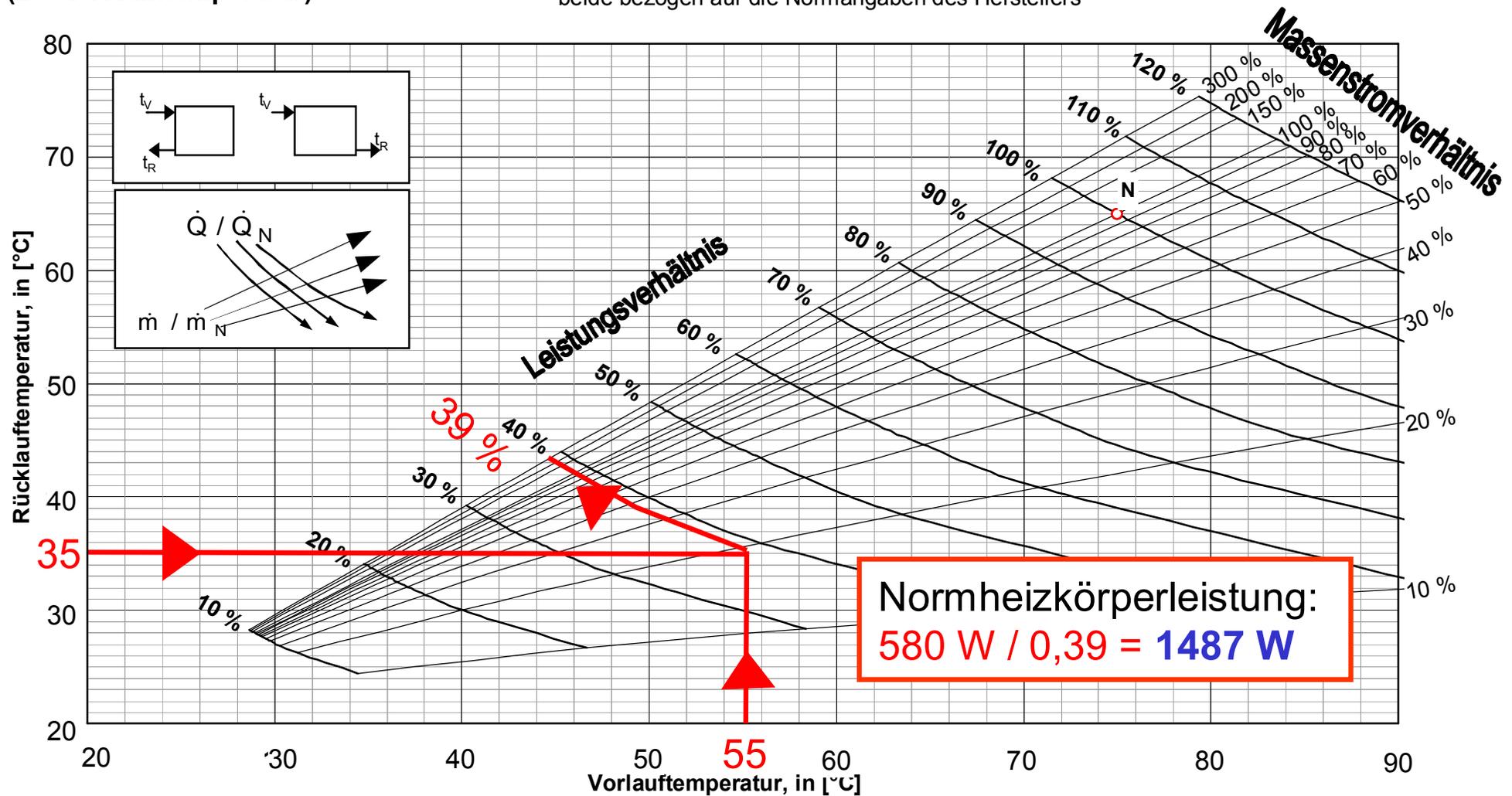
## Welcher Heizkörper erfüllt das Soll (Diagrammlösung)?

**Auslegungsdiagramm  
für Heizkörper  
(20 °C Raumtemperatur)**

$\dot{Q} / \dot{Q}_N$  — Leistungverhältnis  
 $\dot{m} / \dot{m}_N$  — Massenstromverhältnis  
 beide bezogen auf die Normangaben des Herstellers

Heizkörperexponent n: 1,3

Normdaten: 75 / 65 / 20 °C



## Wahl eines Heizkörpers nach Tabellenbuch/Katalog

Normwärmeleistung senkrecht profilierter Flachheizkörper (Plattenheizkörper) nach DIN EN 442 (75/ 65/ 20°C) in W																				
Maße in mm	Bauhöhe 350					Bauhöhe 500					Bauhöhe 600					Bauhöhe 900				
	Typ					Typ					Typ					Typ				
Baulänge	10	11	21	22	33	10	11	21	22	33	10	11	21	22	33	10	11	21	22	33
400	170	240	370	440	630	230	320	480	580	850	270	380	560	680	980	390	540	780	940	1330
500	220	300	460	550	780	290	400	610	730	1060	340	470	700	850	1230	490	670	980	1180	1660
600	260	360	550	660	940	350	480	730	880	1270	410	570	840	1020	1480	590	810	1180	1410	1990
700	310	420	640	770	1100	410	570	850	1020	1490	480	660	980	1190	1720	680	940	1370	1650	2320
800	350	480	730	880	1250	470	650	970	1170	1700	550	750	1120	1360	1970	780	1080	1570	1880	2650
900	390	540	820	990	1410	530	730	1090	1310	1910	610	850	1270	1520	2210	880	1210	1760	2120	2980
1000	440	610	920	1100	1570	590	810	1210	1460	2120	680	940	1410	1690	2460	980	1350	1960	2360	3320
1200	520	730	1100	1320	1880	700	970	1450	1750	2550	820	1130	1690	2030	2950	1170	1610	2350	2830	3980
1400	610	850	1280	1540	2190	820	1130	1700	2050	2970	960	1320	1970	2370	3450	1370	1880	2750	3300	4640
1600	700	970	1460	1760	2510	940	1290	1940	2340	3400	1090	1510	2250	2710	3940	1560	2150	3140	3770	5300
1800	780	1090	1650	1980	2820	1050	1450	2180	2630	3820	1230	1700	2530	3050	4430	1760	2420	3530	4240	5970
2000	870	1210	1830	2200	3130	1170	1620	2420	2920	4250	1370	1890	2810	3390	4920	1960	2690	3920	4710	6630
2300	1000	1390	2100	2530	3600	1350	1860	2790	3360	4890	1570	2170	3230	3900	5660	2250	3090	4510	5420	7620
2600	1130	1570	2380	2870	4070	1520	2100	3150	3800	5520	1780	2450	3660	4400	6400	2540	3500	5100	6120	8620
3000	1310	1820	2750	3310	4700	1760	2420	3640	4380	6370	2050	2830	4220	5080	7380	2930	4040	5880	7070	9950

Tabelle III - 1 Normleistung für senkrecht profilierte Flachheizkörper

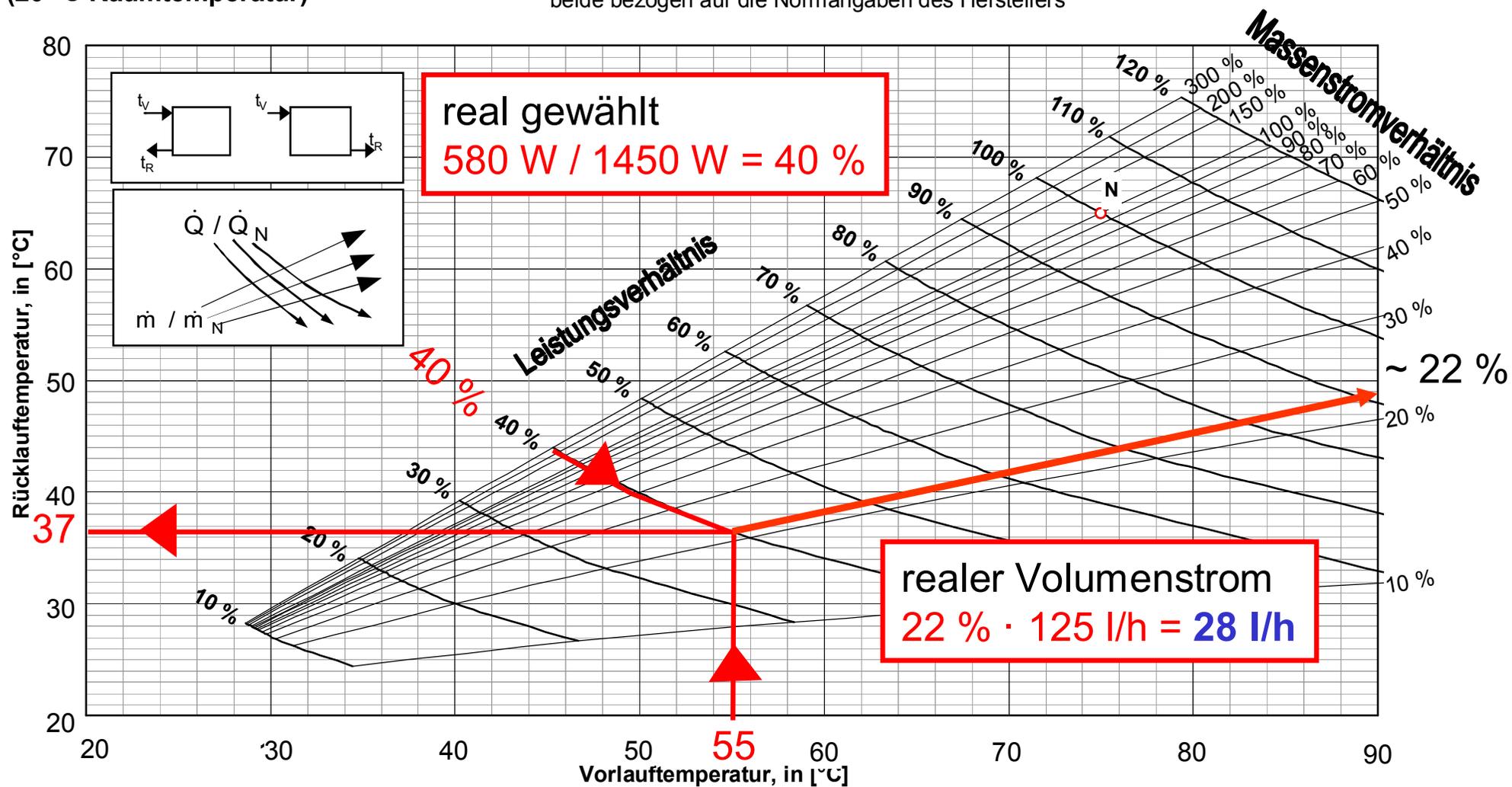
Wahl des Modells 21, 500 x 1200 mm  
mit **1450 W** Normheizkörperleistung

## Nachrechnung

Auslegungsdiagramm  
für Heizkörper  
(20 °C Raumtemperatur)

$\dot{Q} / \dot{Q}_N$  — Leistungverhältnis  
 $\dot{m} / \dot{m}_N$  — Massenstromverhältnis  
beide bezogen auf die Normangaben des Herstellers

Heizkörperexponent n: 1,3  
Normdaten: 75 / 65 / 20 °C



**Bestand**

## Auswahl eines Heizkörpers

Basis:

1. berechnete Raumheizlast (**Bsp.: 580 W**)
2. vorhandene Normheizkörperleistung (**Bsp.: 1000 W**)

Vorbereiten:

3. mögliche Temperaturpaarungen bestimmen

Wahl:

4. eine Vorlauftemperatur wählen

Nachrechnen:

5. realen Volumenstrom und Rücklauftemperatur berechnen

## Vorgefundener Heizkörper

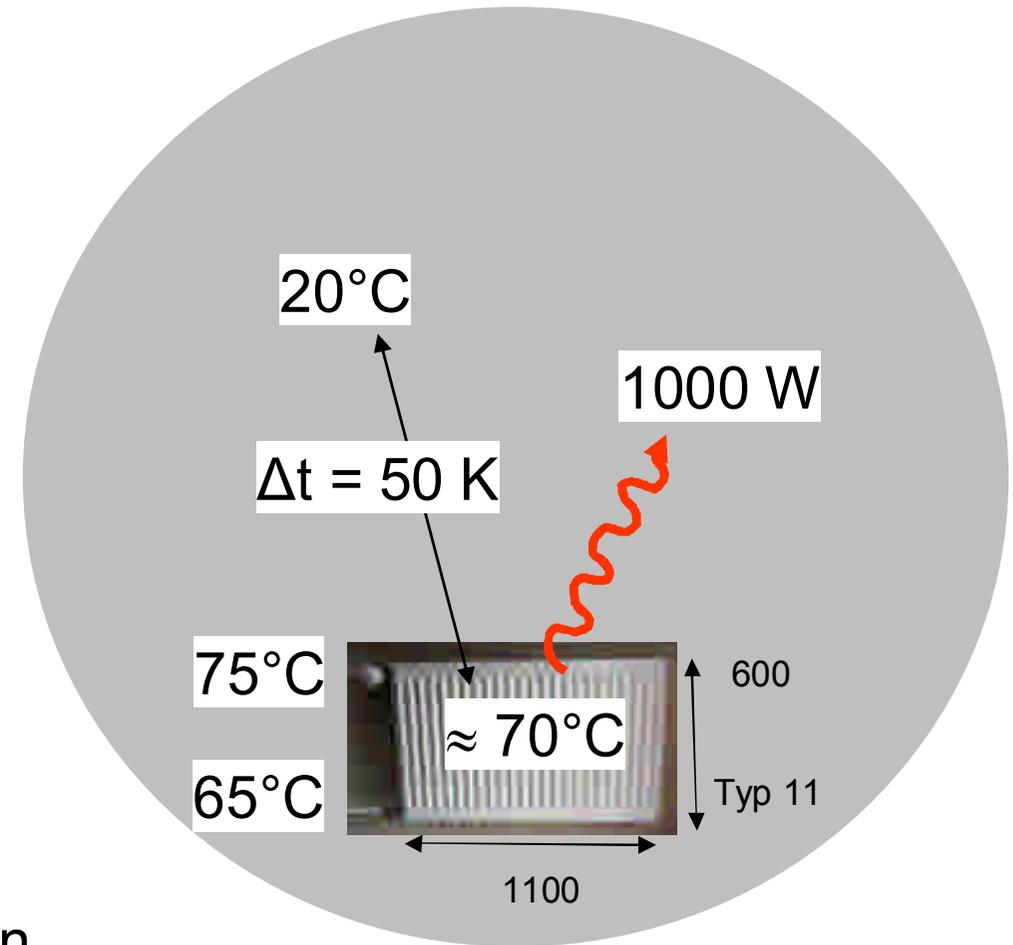
### Beispielheizkörper im Prüflabor:

Prüfbedingungen: 75/65/20 °C

gemessen:

- Heizkörperleistung: **1000 W**
- Volumenstrom: 86 l/h  
(beide Werte stehen im Prospekt)

Leistung ergibt sich bei einer mittleren Heizkörpertemperatur von ca. 70 °C, d.h. 50 K Übertemperatur über Raumtemperatur

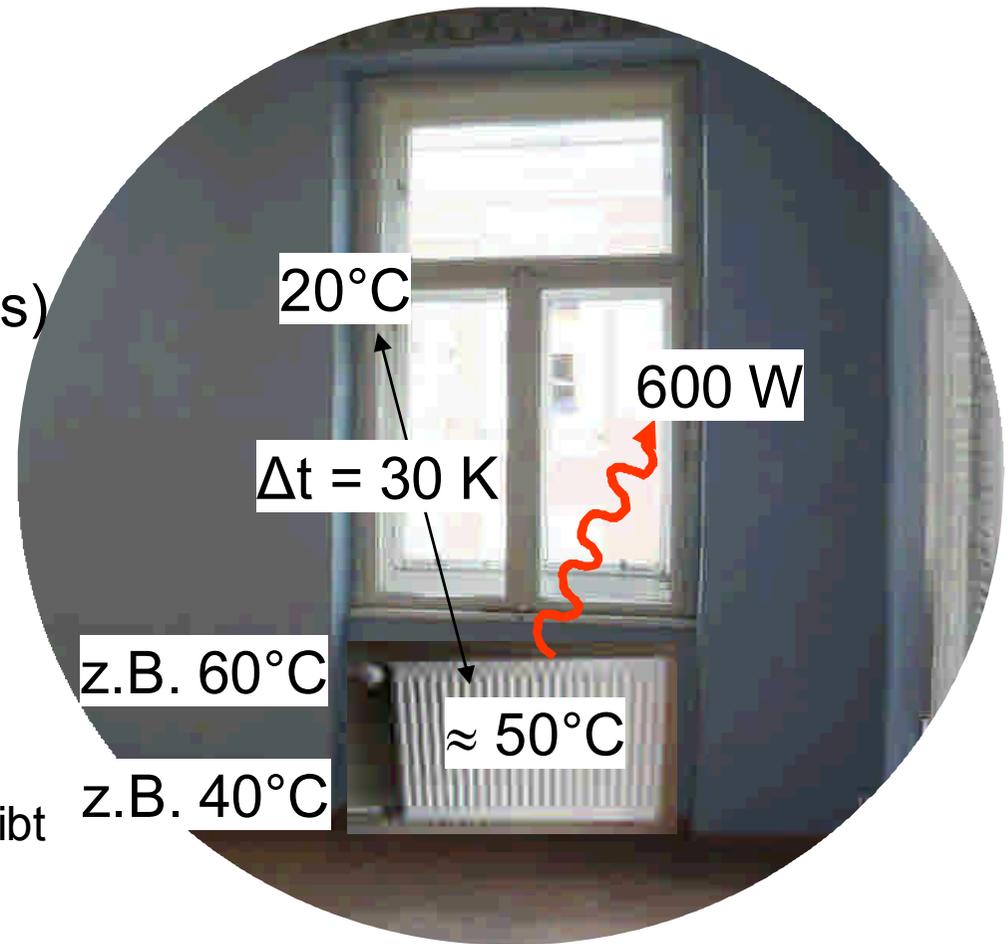


## Betrieb im Gebäude

Heizkörperleistung = Raumheizlast:  
**600 W** (nur 60 % des Prüfstandswertes)

dazu mittlere Übertemperatur von  
ca.  $0,6 \cdot 50 \text{ K} = 30 \text{ K}$  notwendig,  
d.h. mittlere Heizkörpertemperatur  
von ca.  $50 \text{ °C}$

1. bei Wahl von  $60 \text{ °C}$  Vorlauftemperatur ergibt sich eine Rücklauftemperatur von  $40 \text{ °C}$  (Volumenstrom:  $26 \text{ l/h}$ )
2. bei Wahl von  $55 \text{ °C}$  Vorlauftemperatur ergibt sich eine Rücklauftemperatur von  $45 \text{ °C}$  (Volumenstrom:  $52 \text{ l/h}$ ) usw.



Vereinfachung:  
Heizkörperexponent  
vernachlässigt

## optimale Auslegungstemperaturen für Erzeuger

Wärmeerzeuger	Vorlauftemperatur, in [°C]	Rücklauftemperatur, in [°C]	Temperaturspannung, in [K]
Niedertemperaturkessel	55–75	40–65	10–20
Brennwertkessel (ohne Forderung an einen Minstdurchfluss)	35–75	25–45	10–30
Brennwerttherme (mit Forderung an Minstdurchfluss)	35–55	25–45	5–10
Wärmepumpe	35–45	25–40	5–15
Nah- und Fernwärme	55–80	30–45	20–30
Solare Heizungsunterstützung	50–60	30–40	20–30
BHKW	35–75	25–50	10–20

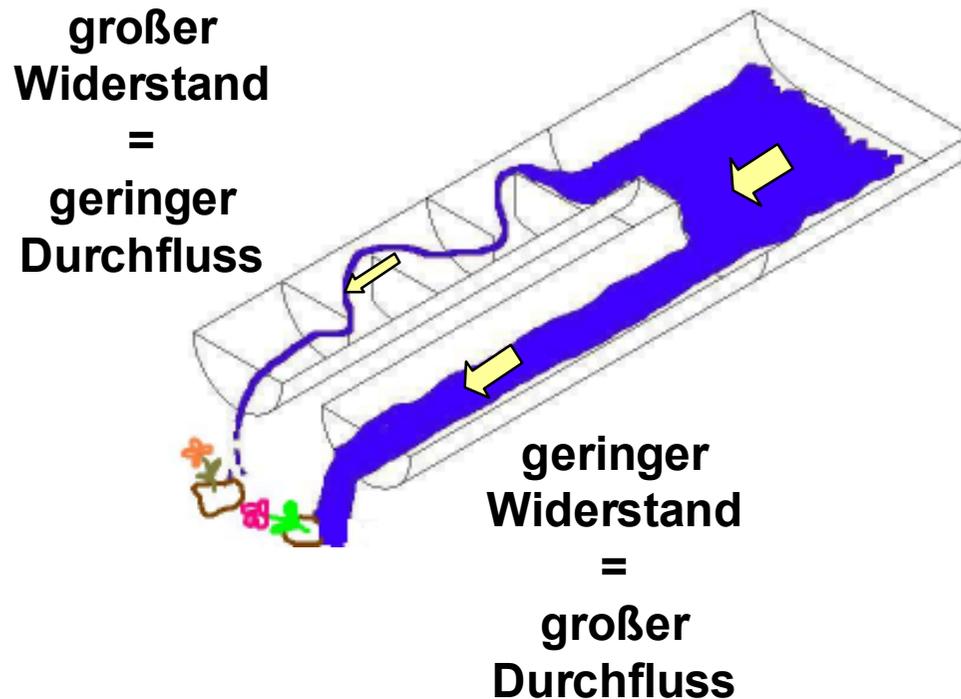
 wichtige zu beachtende Größe

# **3. Ventile, Pumpen und Rohrnetz**

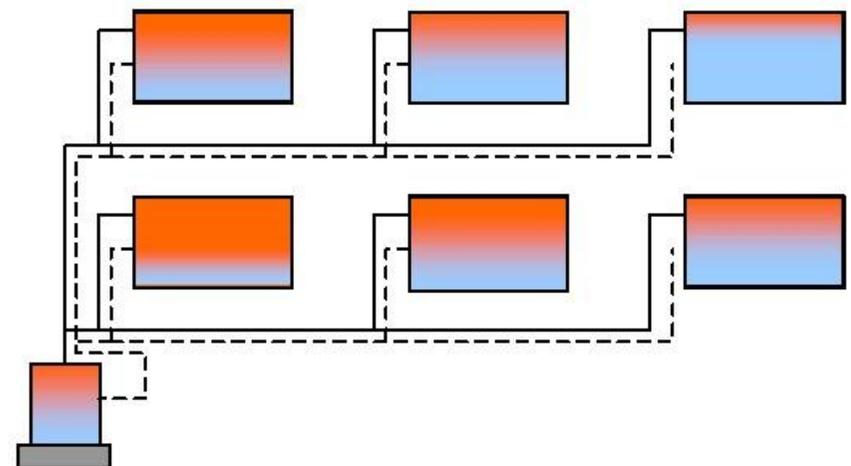
# Hydraulischer Abgleich

## Was ist der hydraulische Abgleich?

Das **Wasser** verhält sich wie der elektrische Strom, es geht den **Weg des geringsten Widerstands**

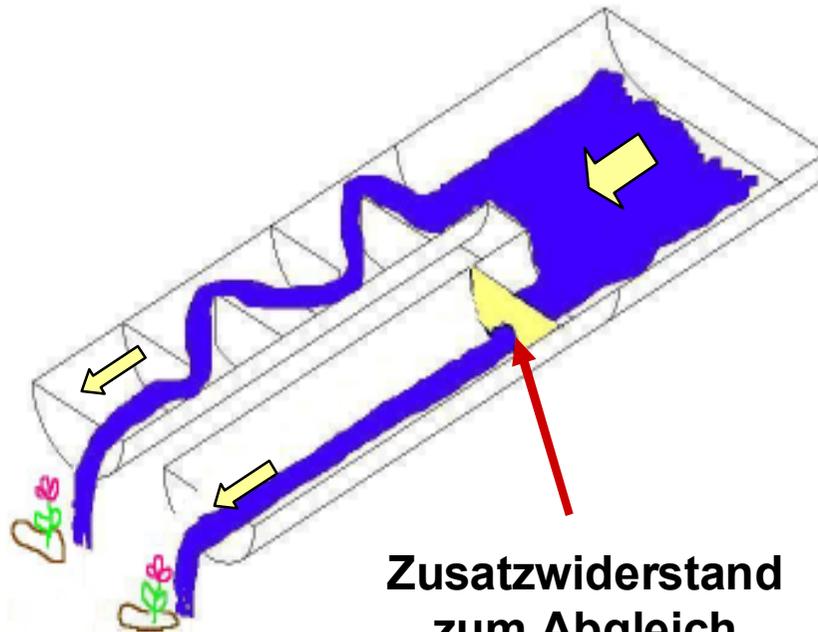


## Hydraulisch nicht abgeglichene Anlage



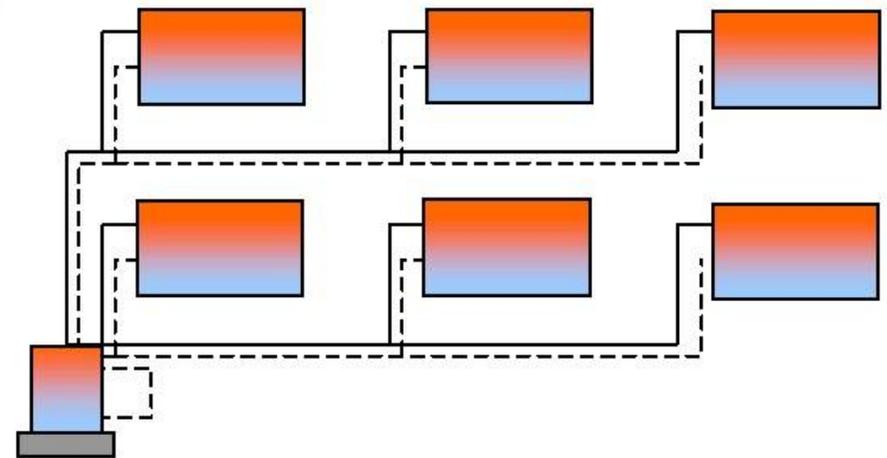
## Was ist der hydraulische Abgleich?

Der **hydraulische Abgleich** bewirkt, dass genau **die Menge** Wasser durch die Rohre strömt, die **benötigt** wird



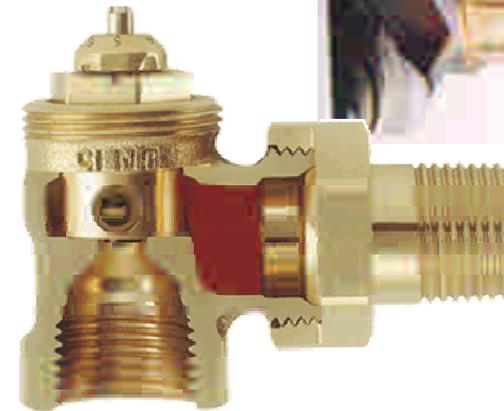
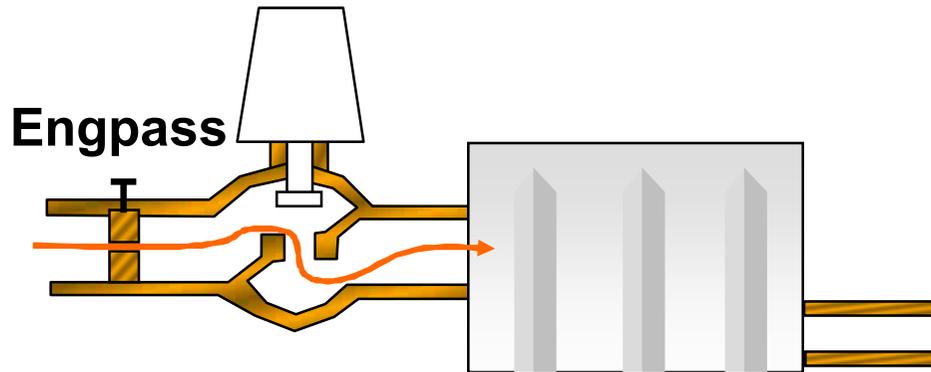
**Zusatzwiderstand  
zum Abgleich  
(Durchfluss-  
begrenzung)**

## Hydraulisch abgegliche Anlage

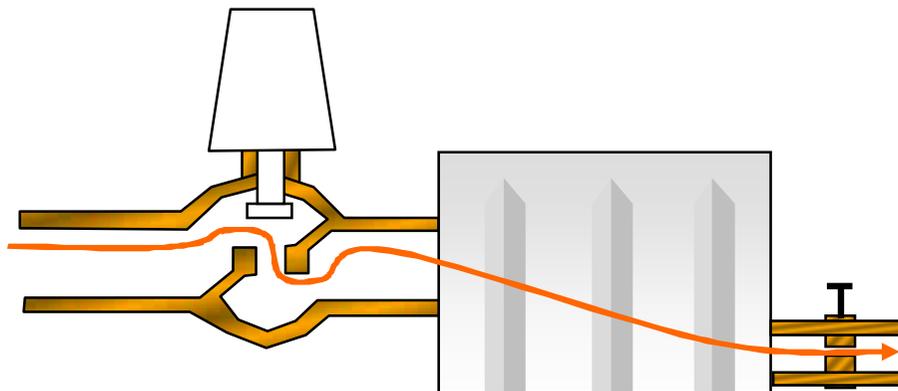


## Möglichkeiten zum Aufbringen der Widerstände

### 1) voreinstellbare Ventile

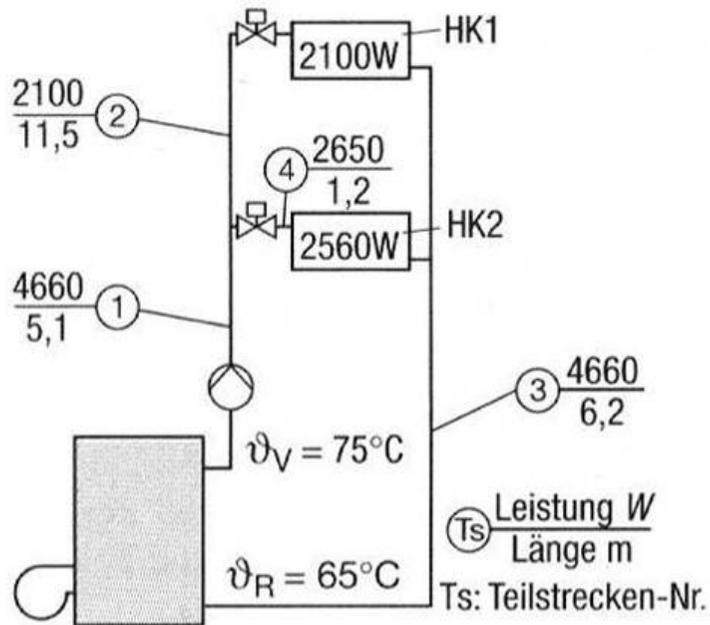


### 2) nicht voreinstellbare Ventile plus Rücklaufverschraubung



# **Netzberechnung**

## Übersicht Rohrnetzberechnung



$$\Delta p_{\text{ges}} = \Delta p_R + Z + \Delta p_{\text{Ap}}$$

$\Delta p_{\text{ges}}$ : Druckverlust gesamt, in Pa

$\Delta p_R$ : Druckverlust in den Rohrleitungen, in Pa

Z: Druckverlust durch Einzelwiderstände, in Pa

$\Delta p_{\text{Ap}}$ : Druckverlust in den Apparaten / Geräten, in Pa

### Wichtigste Eingangsvoraussetzung:

bekannter Volumenstrom an den einzelnen Heizkörpern

## Pumpenauswahl separate Pumpe

für eine freiwählbare, nicht im Wärmeerzeuger eingebaute, (also separat installierte) Pumpe gilt:

$$\begin{aligned} \text{Pumpendruck} = & \text{ Druckverlust der Rohre}^* \\ & + \text{ Druckverlust der Formstücke}^* \\ & + \text{ Druckverlust von zentralen Einbauten}^* \\ & + \text{ Druckverluste Wärmeerzeuger}^* \\ & + \text{ Druckverlust des Thermostatventils}^* \end{aligned}$$

\* es werden die Werte für den ungünstigsten Fließweg in der Anlage (meist am weitesten entfernter Heizkörper oder Heizkörper mit dem größten Volumenstrom) summiert

■ diese Größen werden im Bestand überschlägig erfasst

## (im Kessel) integrierte Pumpen

- keine freie Wahl einer Pumpe mehr möglich!
- der Hersteller gibt an, wieviel Druck ab Erzeuger für den Rest der Anlage (alles ohne Erzeuger) zur Verfügung steht = Restförderdruck oder Restförderhöhe

$$\begin{aligned} \text{Restförderdruck} &= \text{Pumpendruck} - \text{Druckverluste Wärmeerzeuger} \\ &= \text{Druckverlust der Rohre}^* \\ &+ \text{Druckverlust der Formstücke}^* \\ &+ \text{Druckverlust von zentralen Einbauten}^* \\ &+ \text{Druckverlust des Thermostatventils}^* \end{aligned}$$

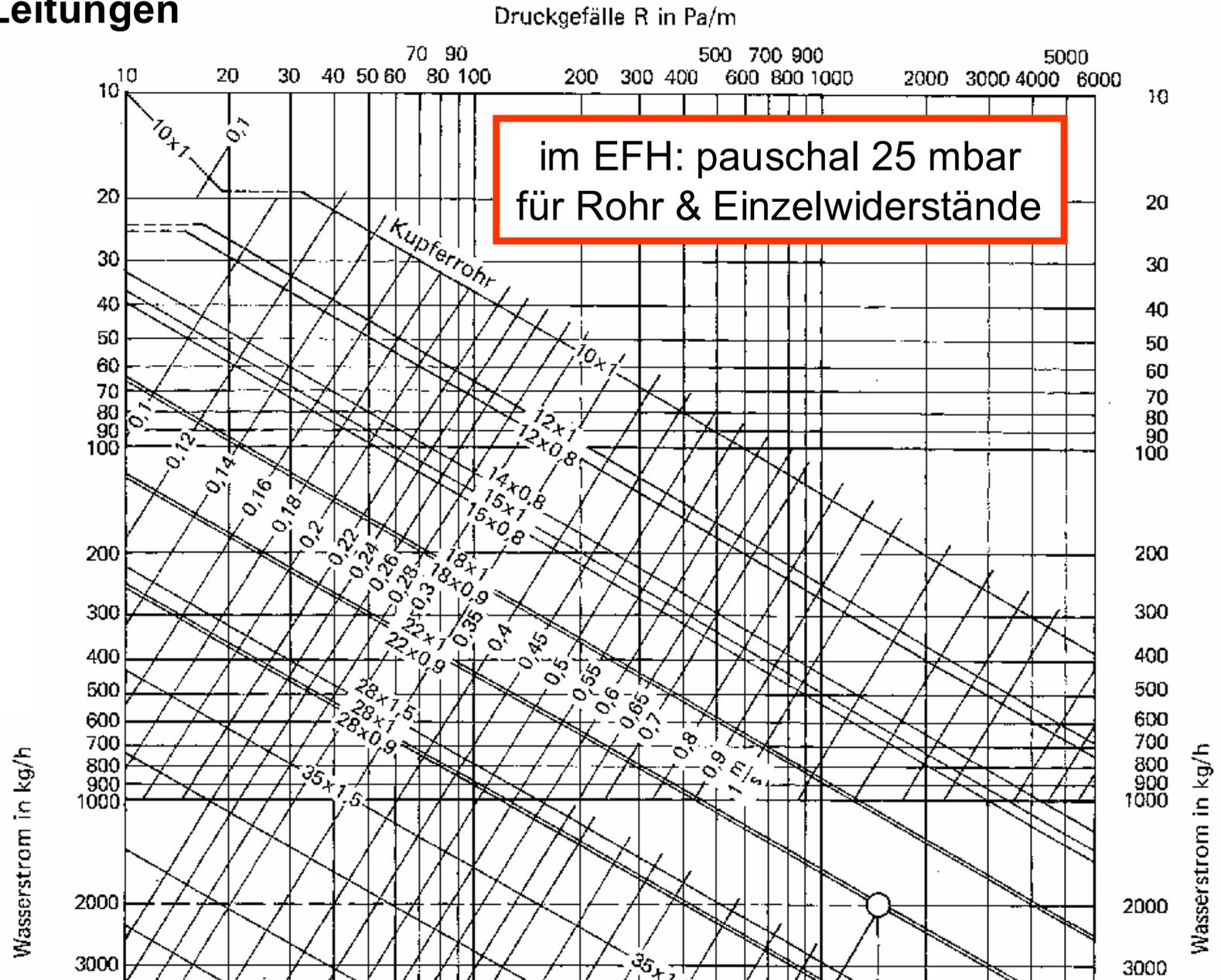
\* es werden die Werte für den ungünstigsten Fließweg in der Anlage (meist am weitesten entfernter Heizkörper oder Heizkörper mit dem größten Volumenstrom) summiert

■ diese Größen werden im Bestand überschlägig erfasst

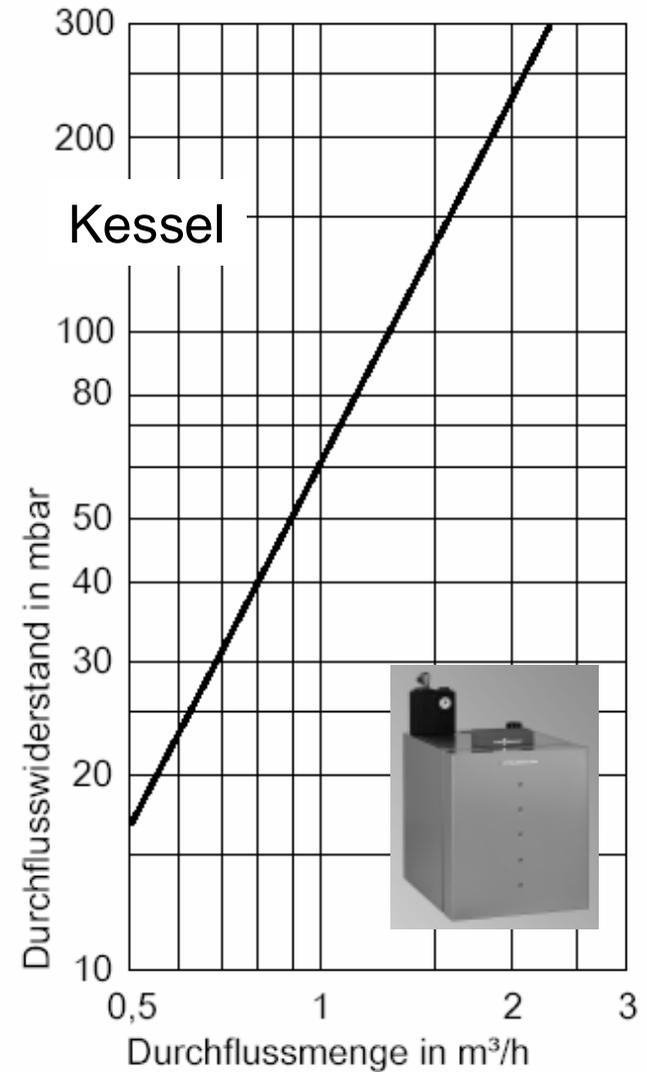
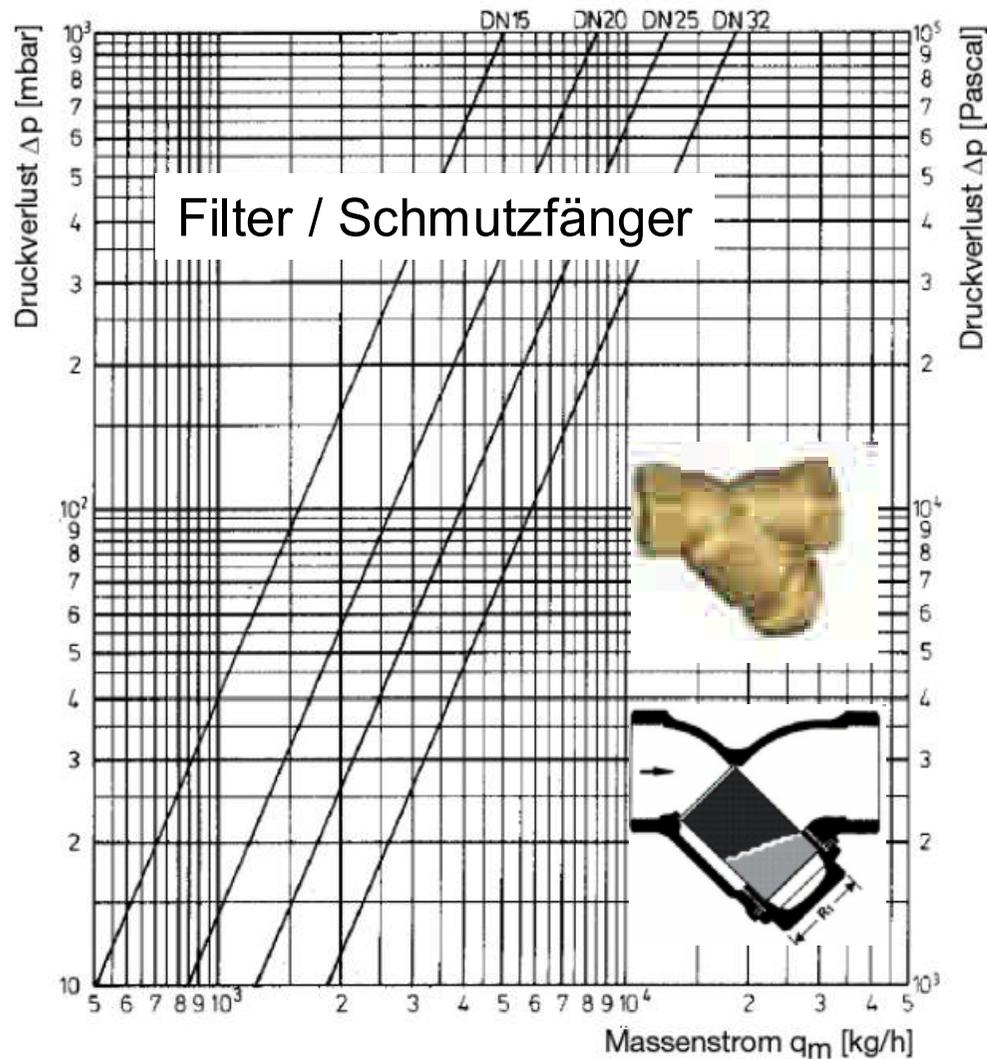
## Druckverluste in Leitungen

typischer Wert  
für Neubauten  
und sanierten  
Bestand:  
30 ... 40 Pa/m

für den  
ursprünglichen  
Bestand:  
70 ... 100 Pa/m



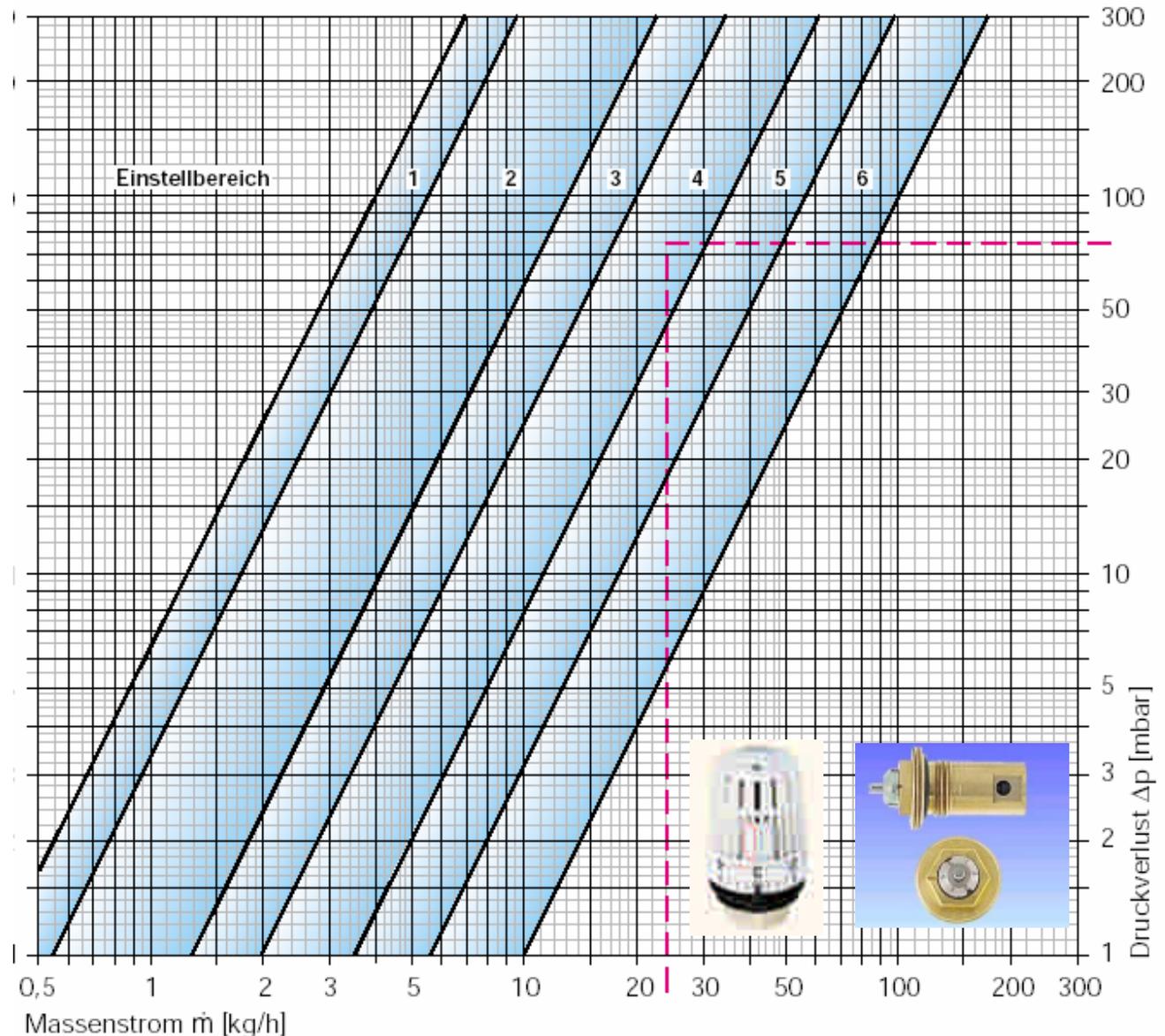
## Druckverluste in Geräten, Beispiele:



# **Netzberechnung**

## Beispiel: Thermostatventil mit 6 Voreinstellungen

- Thermostatventil (hier Heimeier-Ventil, Typ F, aus Katalog):
- Vorgehensweise:
  - a) berechnen, welcher Druck weggedrosselt werden soll
  - b) Volumenstrom durch das Ventil berechnen
  - c) Wert ablesen

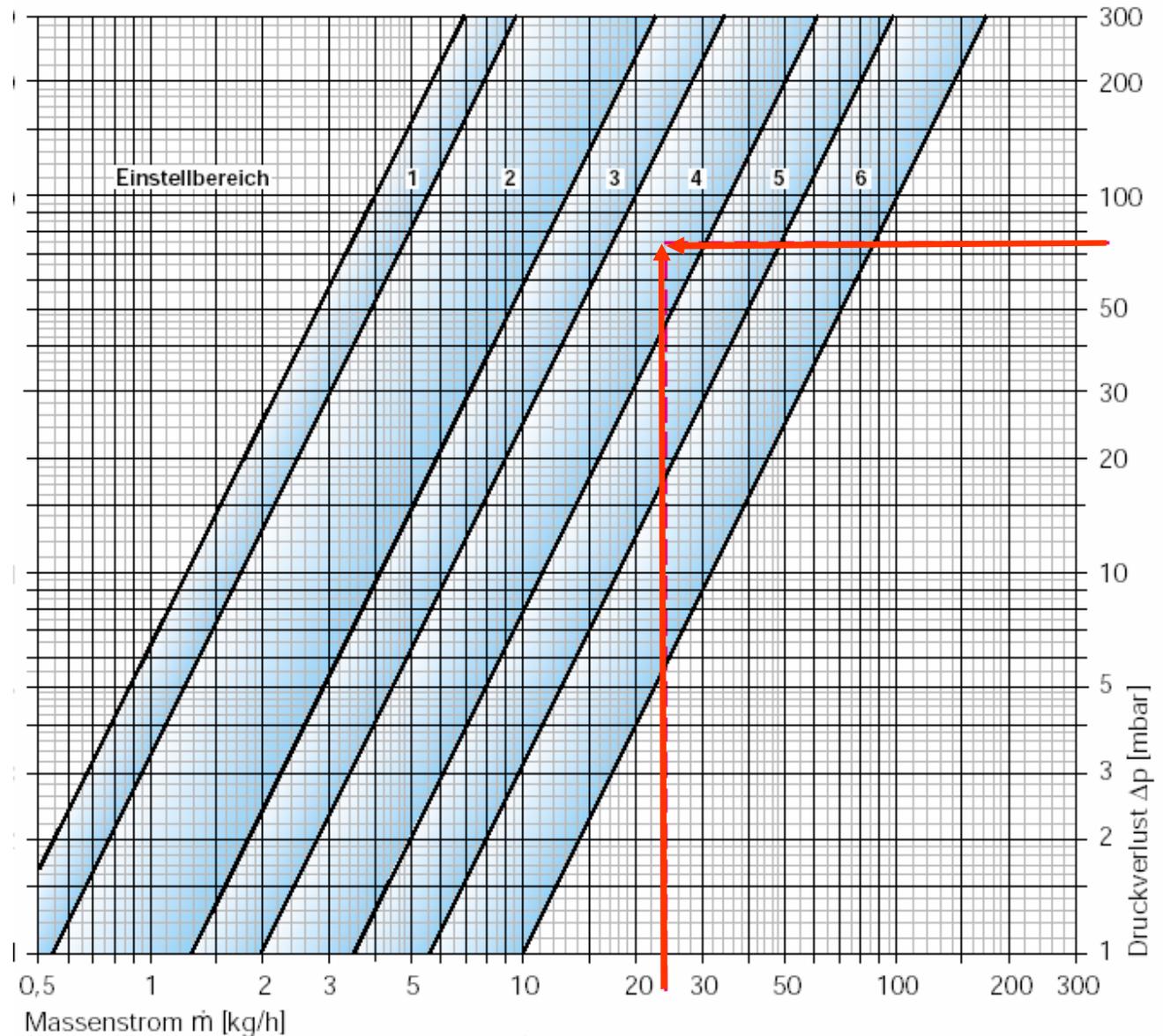


## Wahl eines Thermostatventils

- für Thermostatventile geben Hersteller als Produktkennwert auch  $k_V$ -Werte an

$$k_V = \dot{V} \cdot \sqrt{\frac{1\text{bar}}{\Delta p_V}}$$

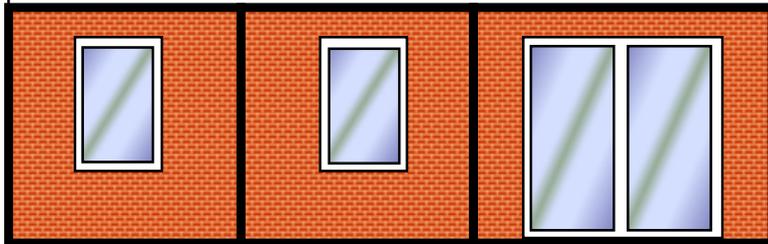
- bei einem Ventil mit 6 Voreinstellungen gibt es 6  $k_V$ -Werte



# **Beispieloptimierung**

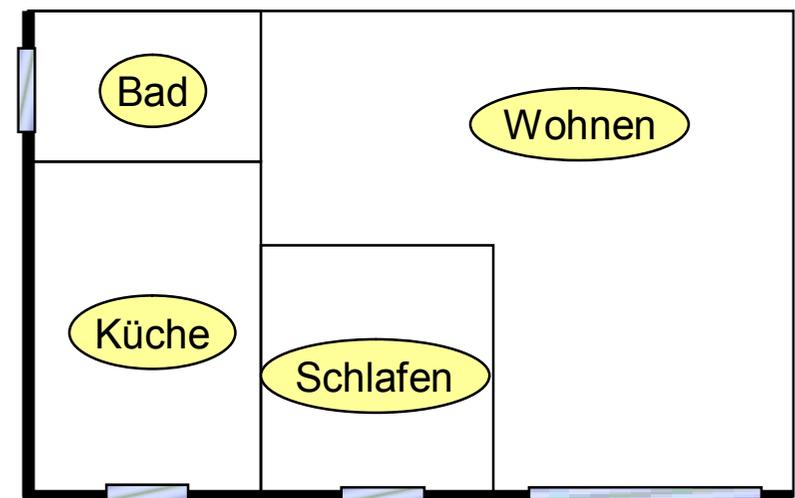
## Gegebene Etagenwohnung

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

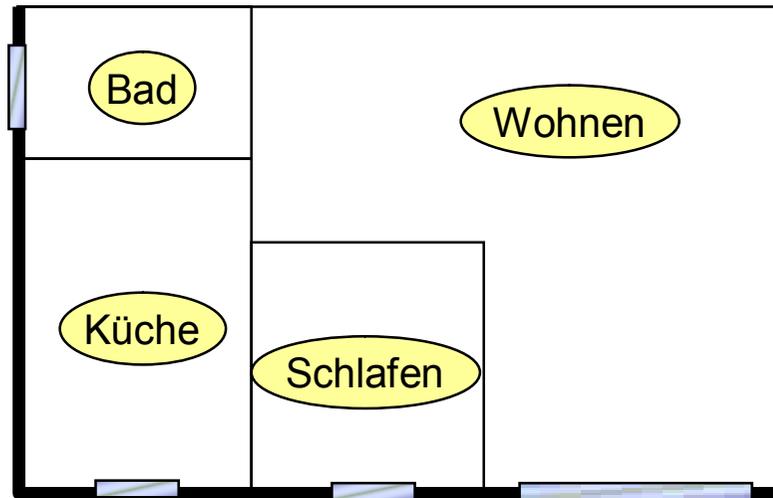


Bad: 6 m<sup>2</sup>  
Küche: 12 m<sup>2</sup>  
Schlafen: 9 m<sup>2</sup>  
Wohnen: 33 m<sup>2</sup>

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



## Ziel: Hydraulischer Abgleich mit Thermostatventiltausch



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

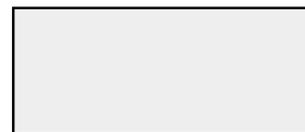
Welche Vorlauftemperatur?  
Welche Voreinstellungen?

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



Typ 10  
600 x 800

Küche: 12 m<sup>2</sup>



Typ 21  
500 x 1200

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



Typ 11  
600 x 800

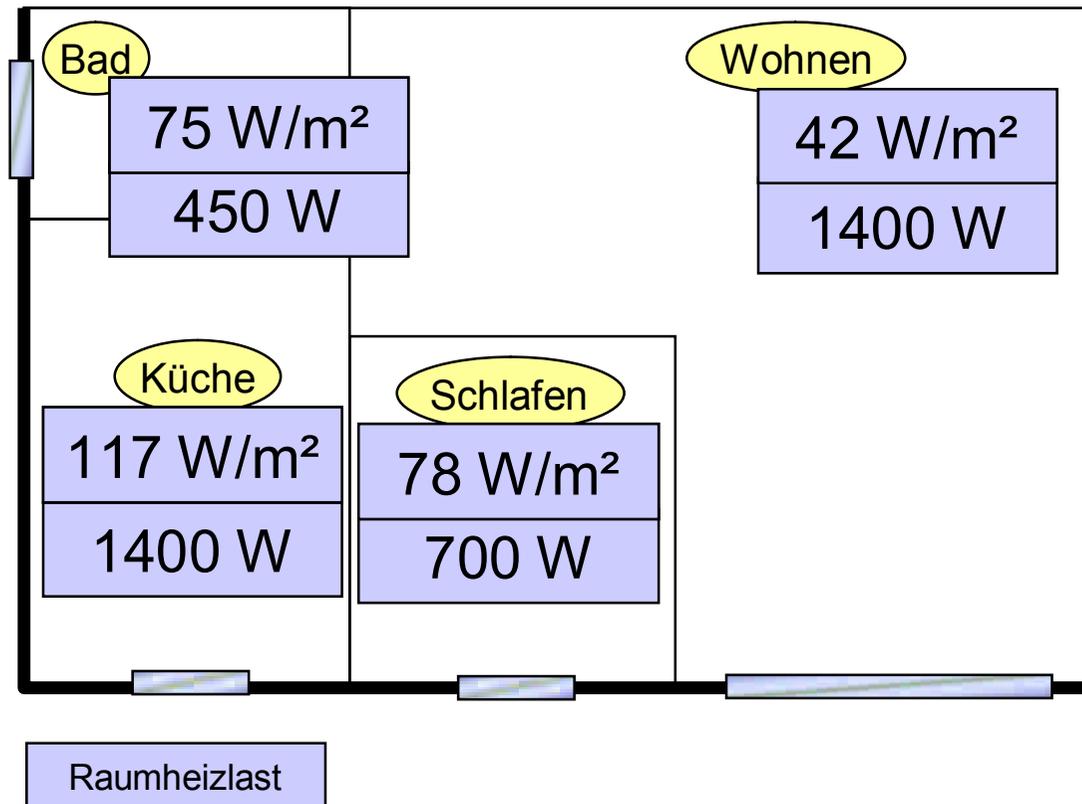
Wohnen: 33 m<sup>2</sup>



Typ 21  
350 x 1800

## Alte Heizlast (nur zum Verständnis)

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



1. alte mittlere Heizlast?

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

2. Heizlasten je Raum?

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

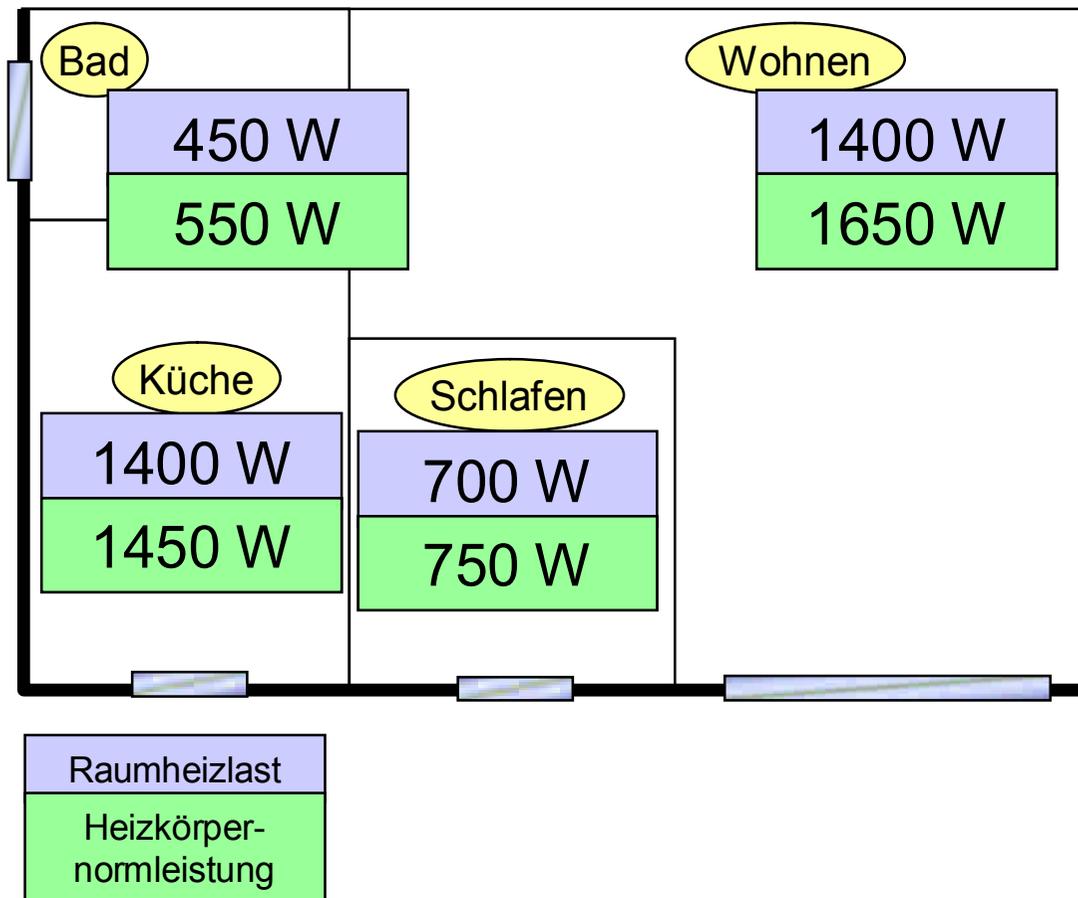
78  $\text{W}/\text{m}^2$

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

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

## Ausstattung mit Heizkörpern (so vorgefunden)

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



3. Heizkörper  
je Raum?

550 W

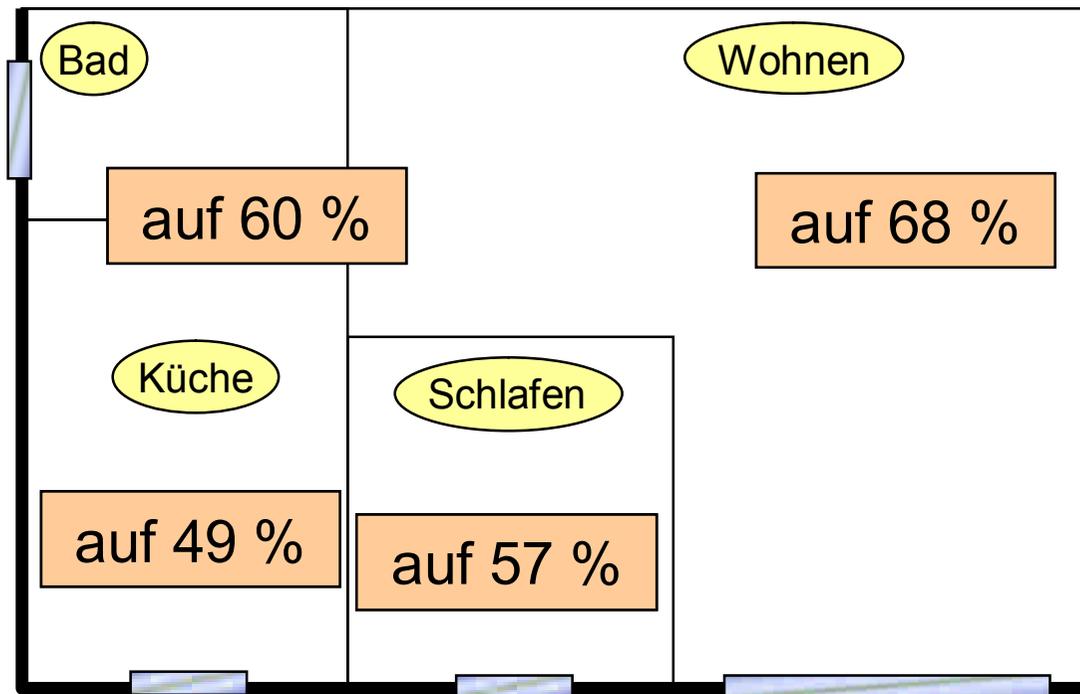
750 W

1450 W

1650 W

## Neue Heizlast (näherungsweise berechnet)

neue U-Werte: Wände  $0,3 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$   
Fenster  $1,3 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$



4. neue mittlere Heizlast?

38 W/m<sup>2</sup>

5. Wie stark ist die Heizlast in den einzelnen Räumen gesunken?

auf 49 %

auf 57 %

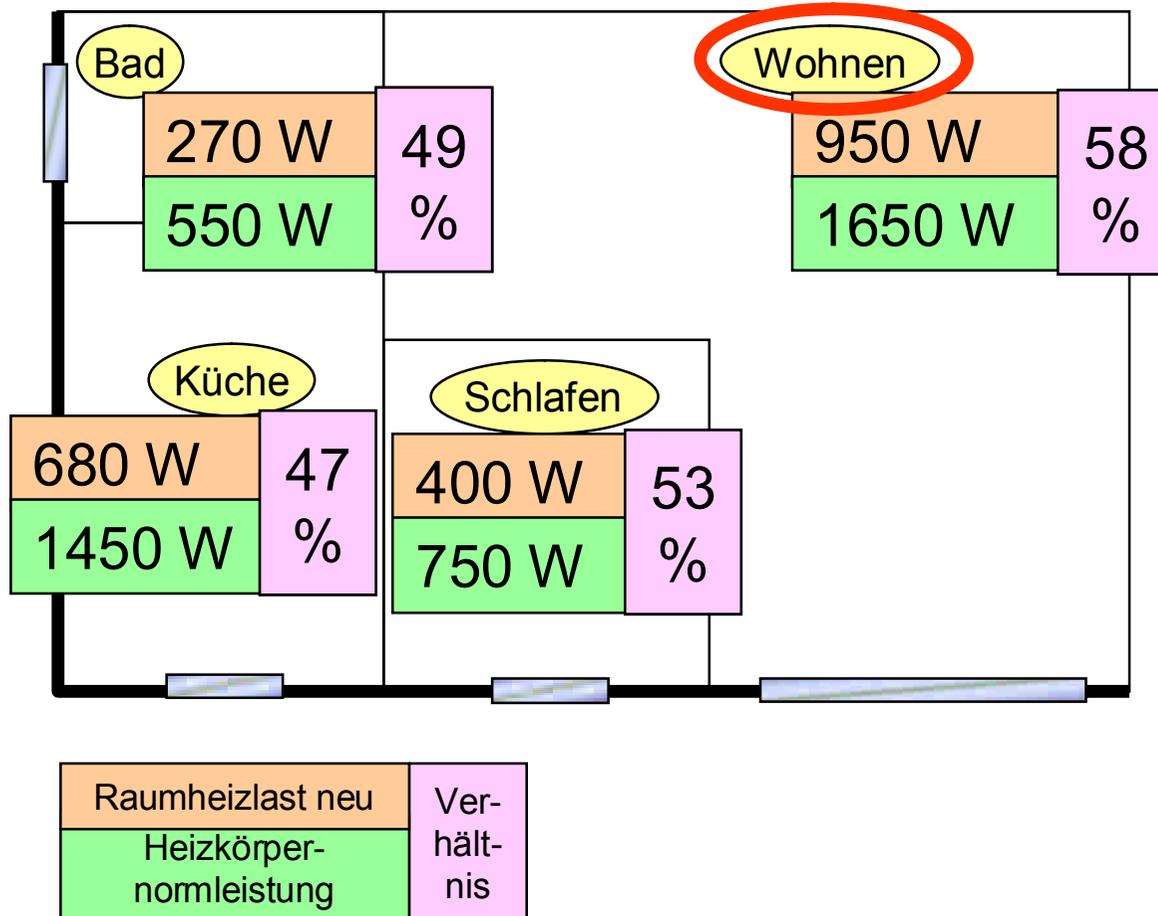
auf 60 %

auf 68 %

## Relative Verhältnisse nach der Modernisierung

es werden gebraucht:

- die neue Raumheizlast
- die installierte Heizkörperleistung bei Normbedingungen



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

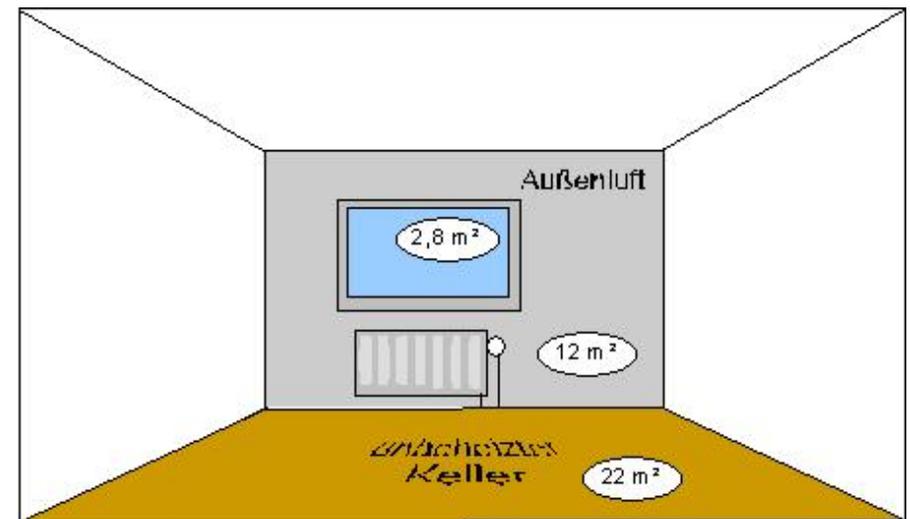
7. Welcher Raum bestimmt die neue Vorlauftemperatur?

## Zwischenstopp: welche Daten sind nötig?

- Größe der Fenster- und Außenflächen sowie deren aktueller Dämmstandard für die überschlägige Ermittlung der Raumheizlast mit Software
- Typ und Maße der vorhandenen Heizflächen für die Ermittlung der Normheizleistung mit Tabellenbuch/Software
- Typ, DN und Voreinstellbarkeit der Thermostatventile bzw. Rücklaufverschraubungen für den Hydraulischen Abgleich

man braucht nicht:  
alte Heizlasten und  
derzeitige  
Netztemperaturen

Diese Daten aufzunehmen erfordert eine Begehung jedes beheizten Raumes vor Ort.



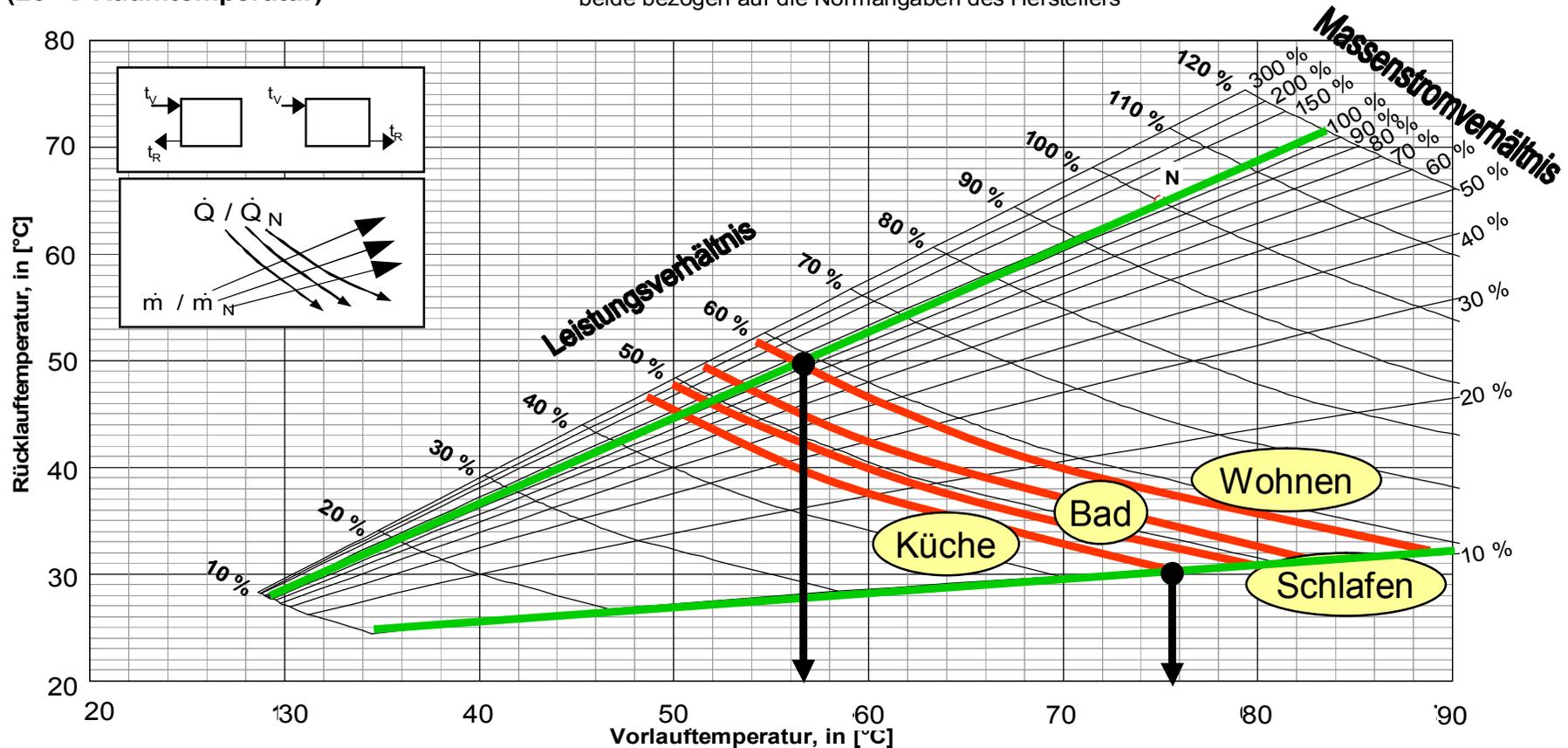
## Ermittlung der neuen Vorlauftemperatur

**Auslegungsdiagramm für Heizkörper (20 °C Raumtemperatur)**

$\dot{Q} / \dot{Q}_N$  ——— Leistungverhältnis  
 $\dot{m} / \dot{m}_N$  ——— Massenstromverhältnis

beide bezogen auf die Normangaben des Herstellers

Heizkörperexponent n: 1,3  
 Normdaten: 75 / 65 / 20 °C



mindestens 56 °C, damit es im Wohnzimmer warm wird,  
 aber nicht mehr als 75 °C, damit in der Küche/Bad  
 die Volumenströme nicht zu klein werden.

**gewählt: 60 °C**

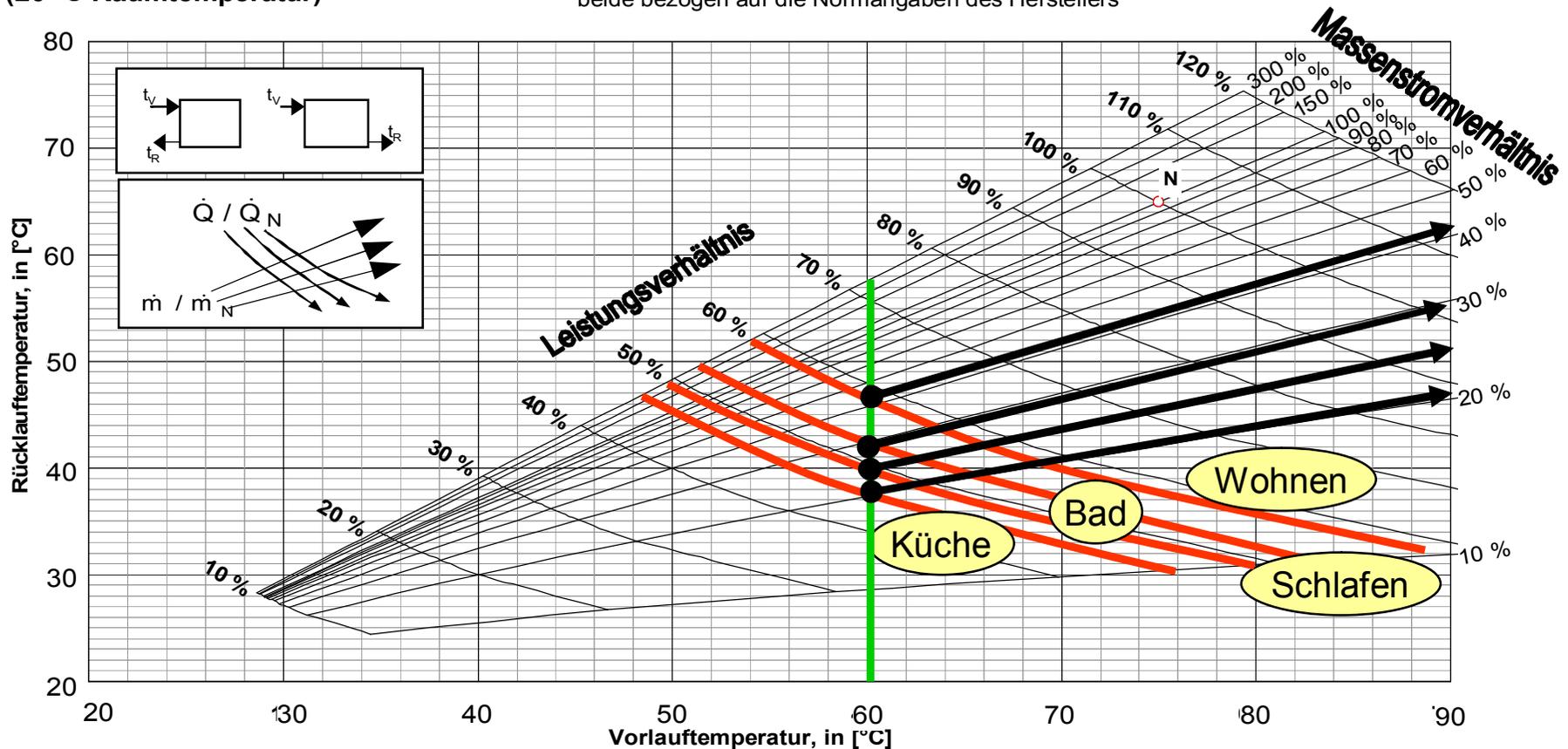
## Ermittlung der Volumenströme

**Auslegungsdiagramm für Heizkörper (20 °C Raumtemperatur)**

$\dot{Q} / \dot{Q}_N$  ——— Leistungverhältnis  
 $\dot{m} / \dot{m}_N$  ——— Massenstromverhältnis

Leistungverhältnis  
 Massenstromverhältnis  
 beide bezogen auf die Normangaben des Herstellers

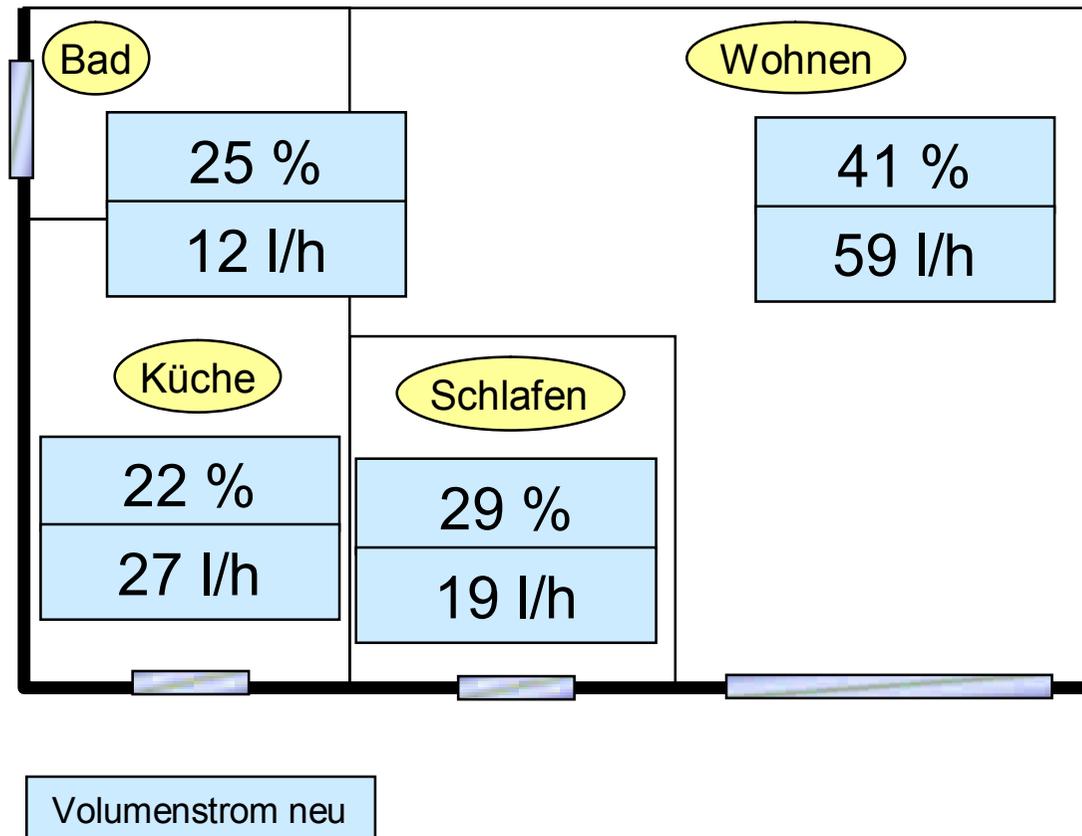
Heizkörperexponent n: 1,3  
 Normdaten: 75 / 65 / 20 °C



Ablezen der prozentualen Normvolumenströme bei 60 °C Vorlauf

## Ermittlung der Volumenströme

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



8. neuer  
Gesamtvolumenstrom

117 l/h

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

22 % von 125 l/h

25 % von 47 l/h

29 % von 65 l/h

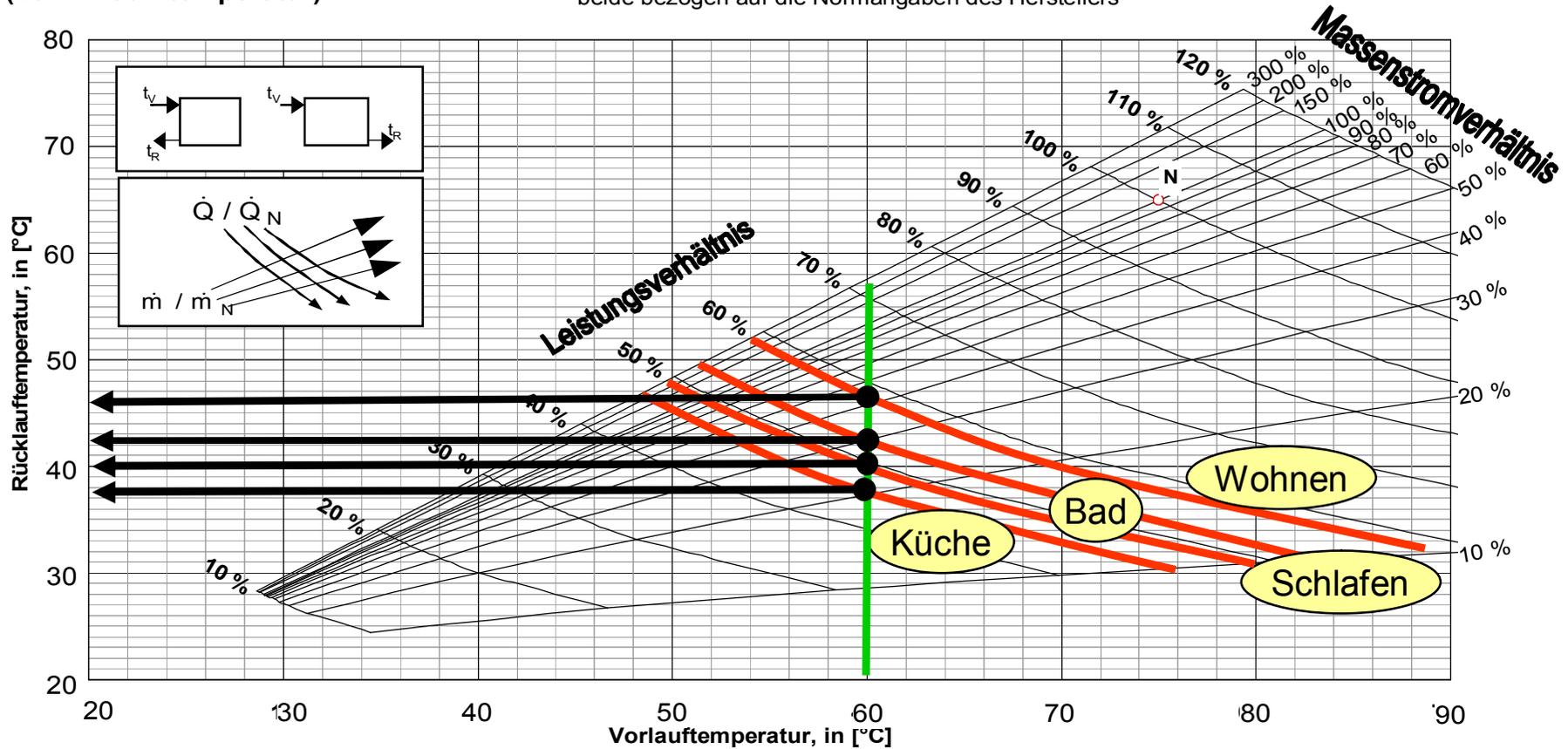
41 % von 142 l/h

## Ermittlung der einzelnen Rücklauftemperaturen

**Auslegungsdiagramm für Heizkörper (20 °C Raumtemperatur)**

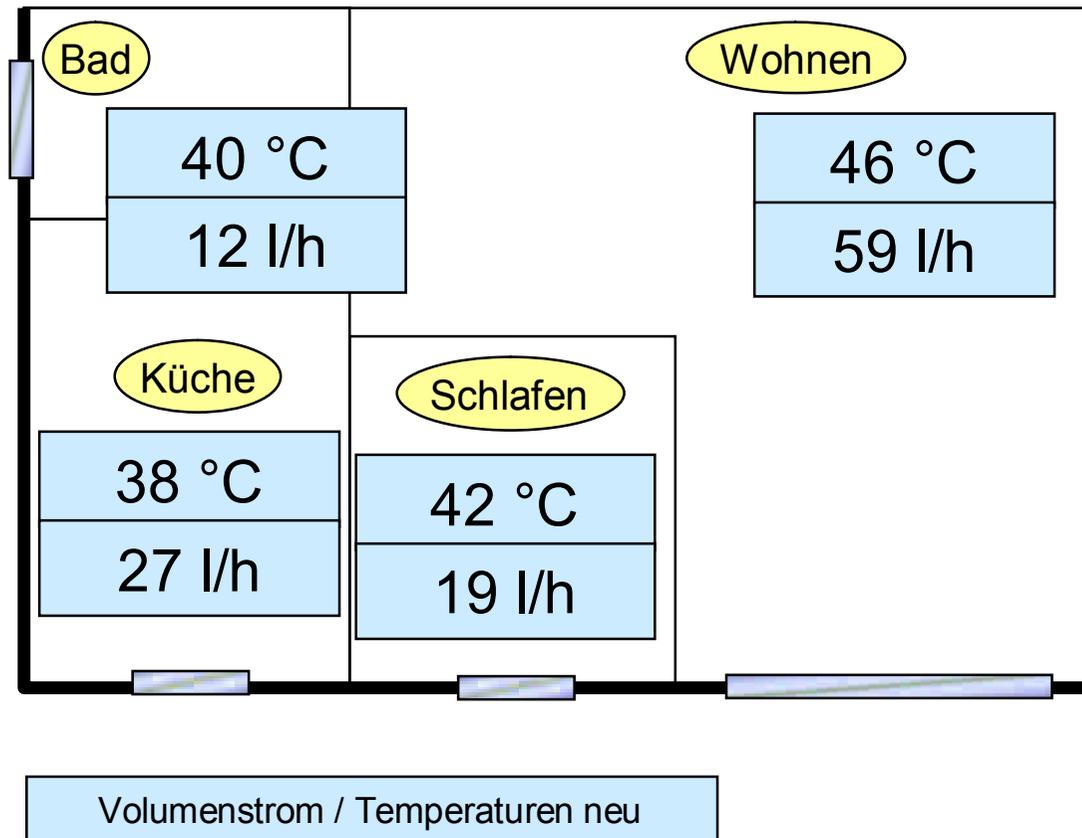
$\dot{Q} / \dot{Q}_N$  — Leistungverhältnis  
 $\dot{m} / \dot{m}_N$  — Massenstromverhältnis  
 beide bezogen auf die Normangaben des Herstellers

Heizkörperexponent n: 1,3  
 Normdaten: 75 / 65 / 20 °C



Ablezen der Rücklauftemperaturen bei 60°C Vorlauf

## Ermittlung der Rücklauftemperatur



9. Welche Rücklauf-temperaturen ergeben sich?

46 °C

42 °C

40 °C

38 °C

10. neue mittlere Rücklauftemperatur

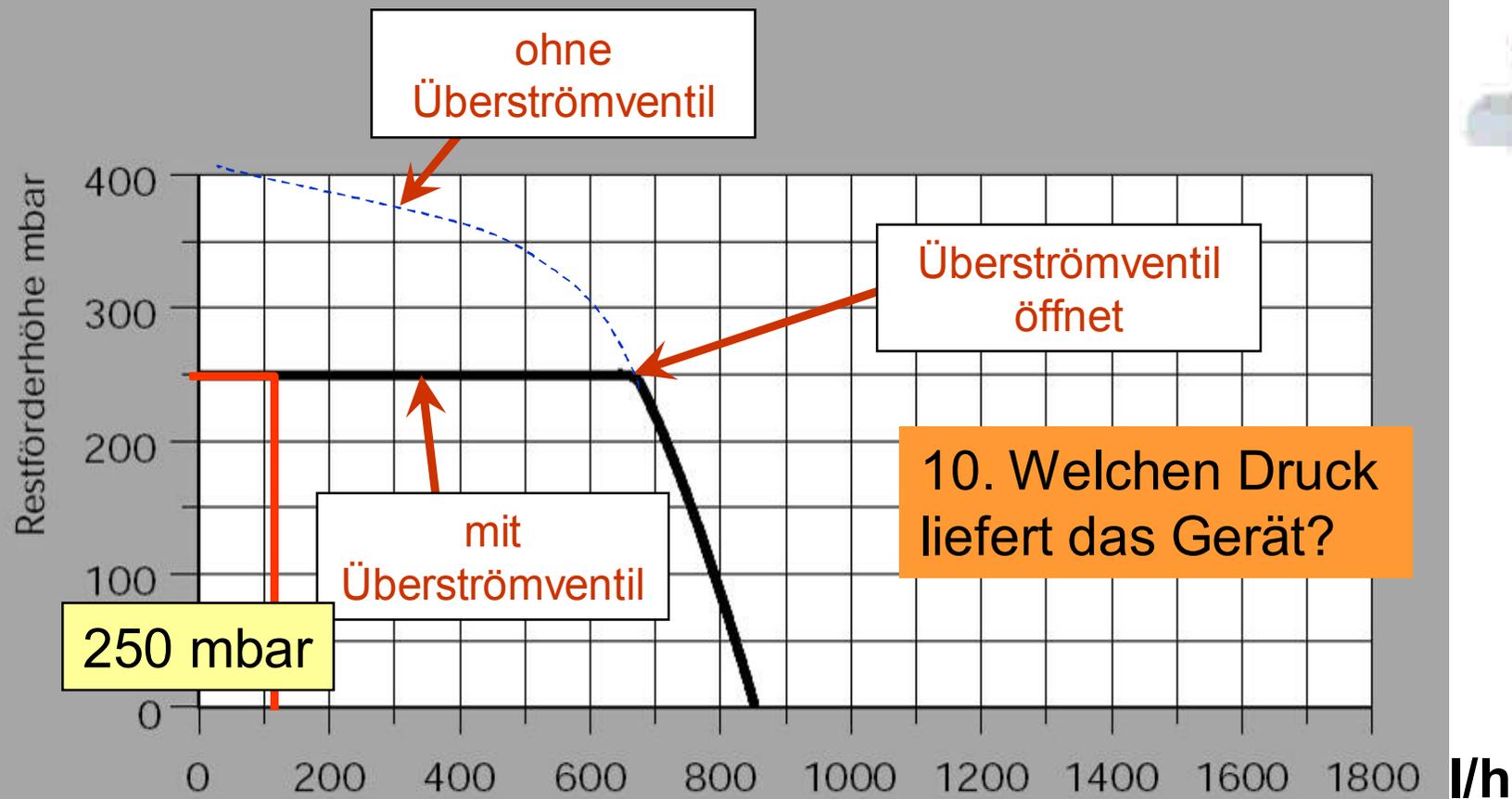
43 °C

## Pumpe

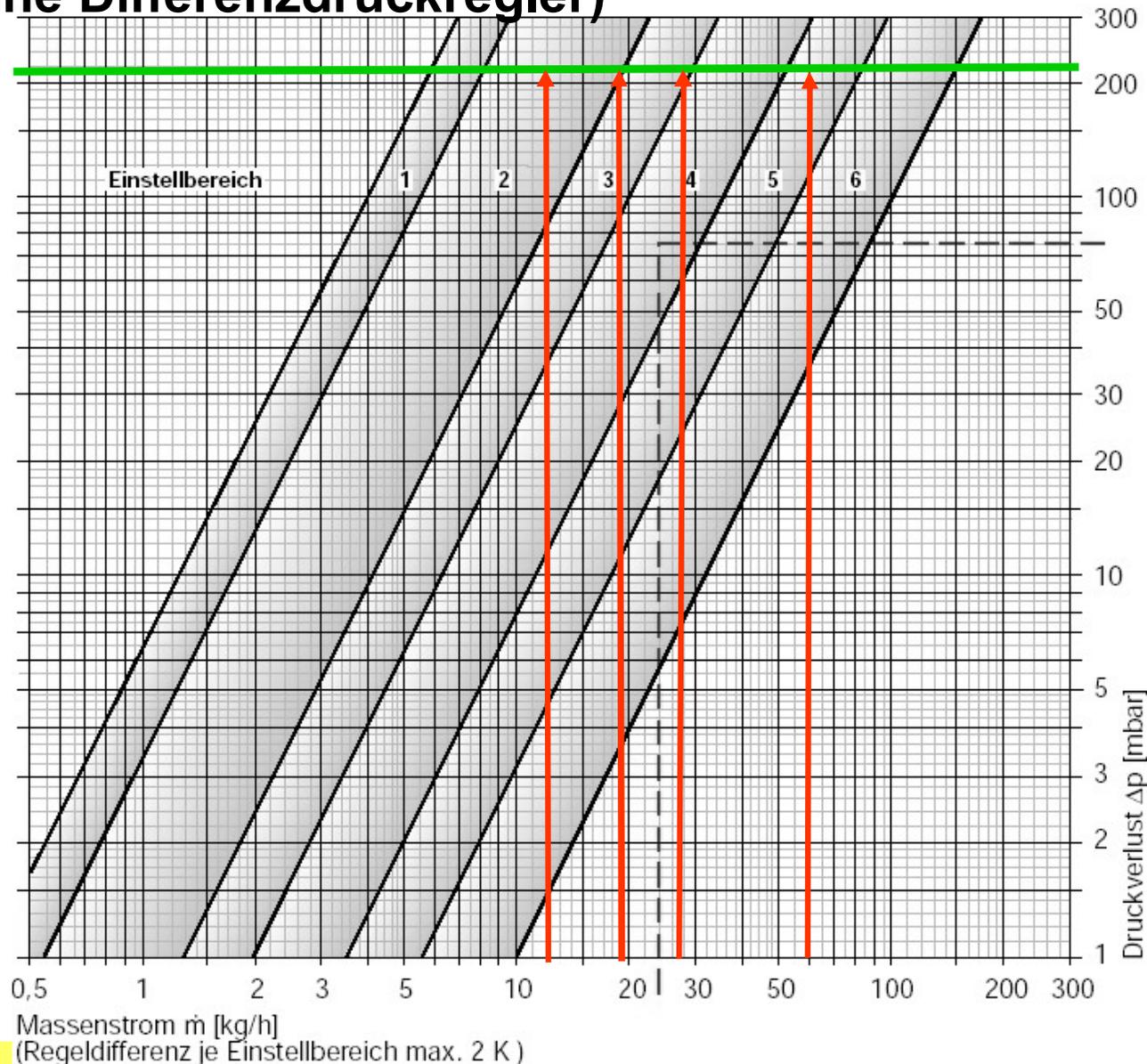
- die im Kessel integrierte Pumpe ist nicht voreinstellbar.
- das Gerät hat ein ebenfalls nicht einstellbares Überströmventil



Pumpendiagramm VC 64 XE, 104 XE (VP 5)



## Thermostatventileinstellung (ohne Differenzdruckregler)



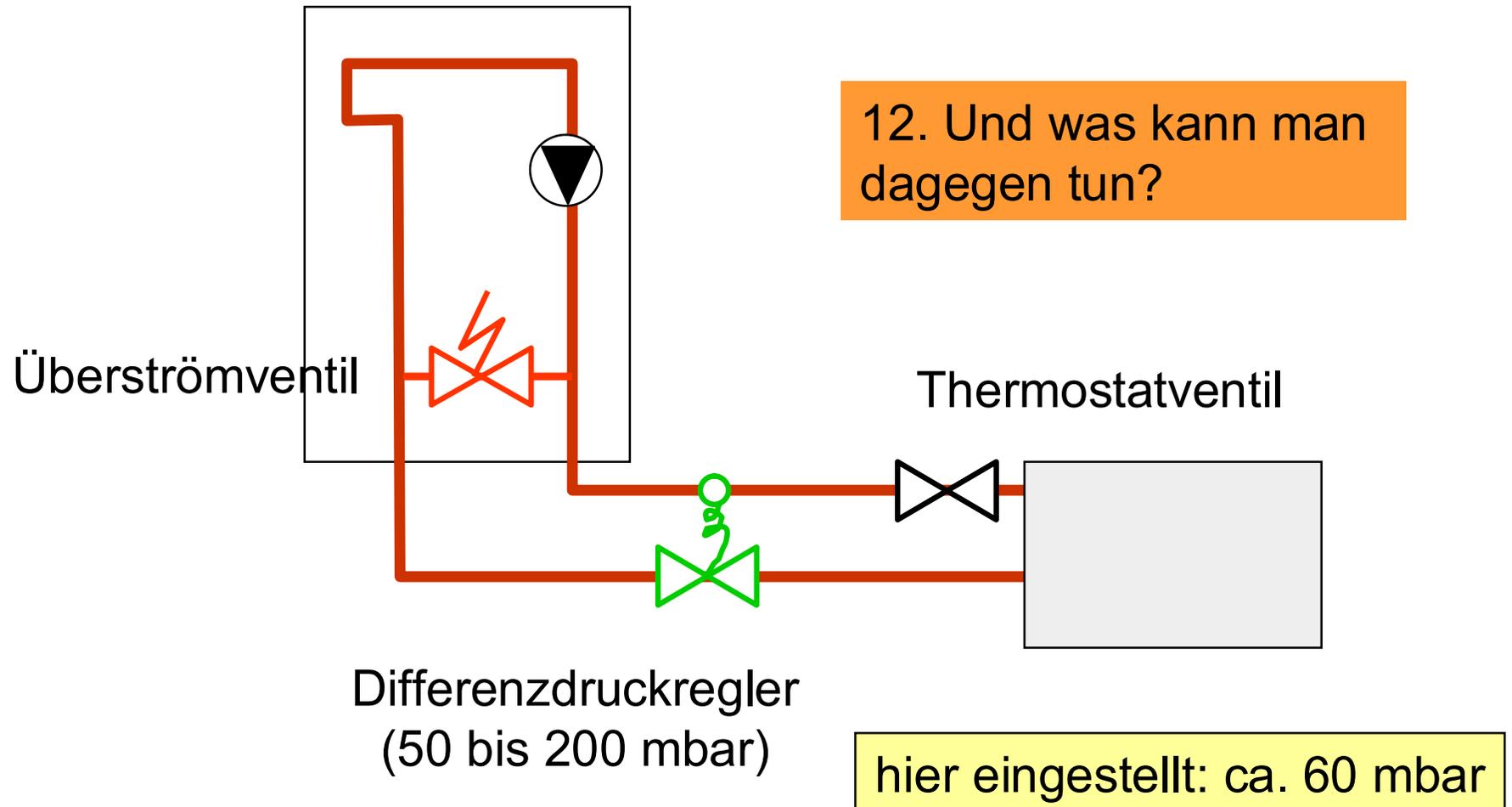
- eingesetzt werden feinst-einstellbare Ventile
- Druckabfall am Ventil fast 250 mbar (ca. 225 mbar)

11. Welche Voreinstellung wird in den einzelnen Räumen eingestellt?

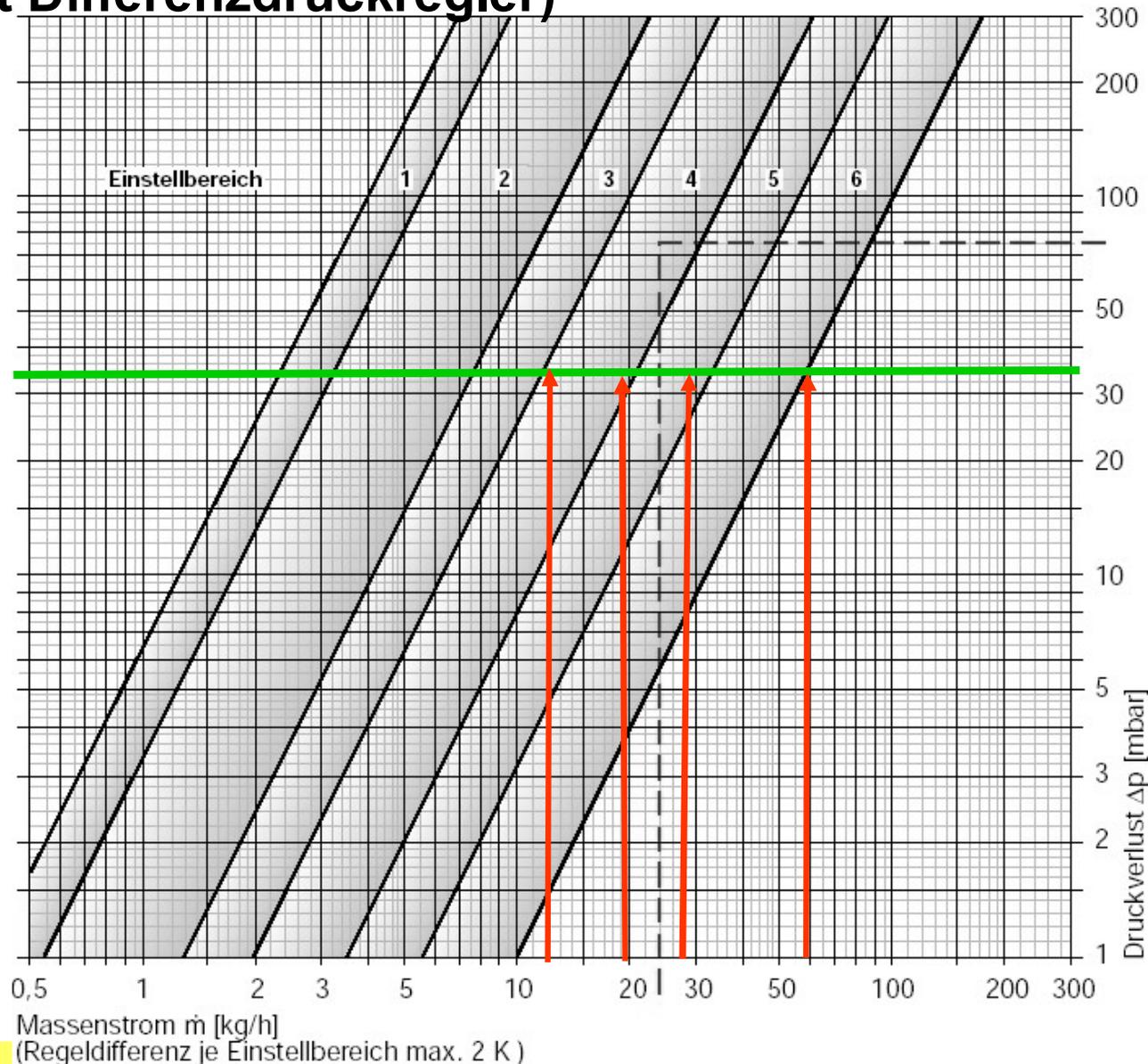
Bad	VE 2
Küche	VE 3
Schlafen	VE 2
Wohnen	VE 5

## Zu hoher Druck? Geräusche? Einziger Ausweg...

- Problem: der Differenzdruck von ca. 225 mbar schlägt sich bis an die Thermostatventile nieder, welche Geräusche machen...



## Thermostatventileinstellung (Mit Differenzdruckregler)



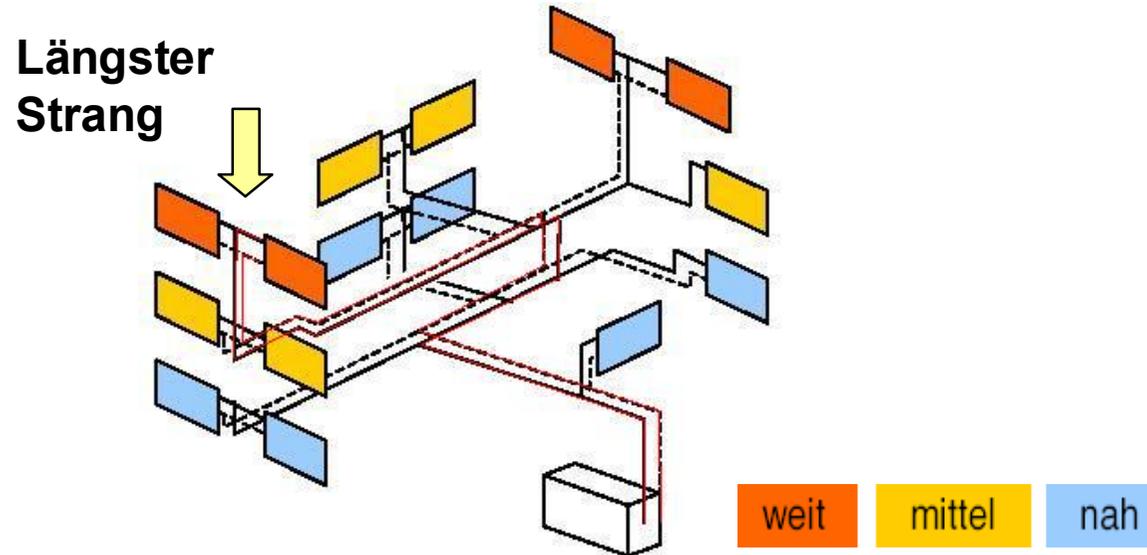
- pauschaler Netzdruckverlust: 25 mbar
- Druckabfall am Ventil etwa 35 mbar

13. Welche Voreinstellung wird dann in den einzelnen Räumen eingestellt?

Bad	VE 4
Küche	VE 5
Schlafen	VE 4
Wohnen	VE 6

## Zwischenstopp: welche Daten sind nötig?

- Die Länge des längsten Strangs des Rohrnetzes und die Entfernung der einzelnen Heizkörper zur Pumpe (weit, mittel, nah) bei größeren Gebäuden
- dies kann für Ein- und Zweifamilienhäuser entfallen



- Aufnahme von Sondereinbauten (z.B. Filter) für die Abschätzung der Druckverluste dieser Bauteile
- Fabrikat und Typ der Pumpe und Einstellbereiche von sonstigen Einbauten wie z.B. Differenzdruckregler

## Zwischenstopp: das macht die Software!

**Verfahren zur Optimierung von Ein- und Zweifamilienhäusern**

**E1: Druckverluste vorhandener Sondereinbauten** (Druckverlust (siehe Handbuch - Hilfe 11))

Bauteil	Fluss	Druckverlust (mbar)
Bauteil 1: Wärmebrücke	bei 508 l/h	71
Bauteil 2: Fließblech/Anschweißblech	bei 508 l/h	20
Bauteil 3: Bauteil ohne genaue Dimensionierung	bei 508 l/h	
Bauteil 4: Bauteil ohne genaue Dimensionierung	bei 508 l/h	

**E2: Einstellbereich des Differenzdrucks** (im Aufnahmeblatt Formular A, Abschnitt A3)

Differenzdruck für das Netz wird bestimmt von einer/einem:

Einstellbereich des Drucks bei einem Volumenstrom von 508 l/h (ca.): von  mbar bis  mbar

**E3: Empfehlungen zum Ein- und Ausbau von Komponenten**

Vorschlag: 'Vorhandene Rückschlagklappe deinstallieren!'  Vorschlag annehmen.

Vorschlag: 'zusätzlichen Schmutzfilter installieren!'  Vorschlag annehmen.

Druckverlust neuer Schmutzfilter bei:  l/h  mbar (Handbuch - Hilfe 11)

**E4: Einstellung Druckdifferenz**

empfohlener Einstellwert:	gewählte Druckerhöhung:
<input type="checkbox"/> Bitte installieren Sie einen (neuen) Differenzdruckregler! Bei Anlagen des Typs 2 ggf. auch eine neue Pumpe.	<input type="text" value="141"/> mbar
<input checked="" type="checkbox"/> Bitte stellen Sie die vorhandene Pumpe (ggf. den vorhandenen Differenzdruckregler oder das einstellbare Überstromventil) ein!	<input type="text" value="141"/> mbar

**E5: Einstellwerte für die Thermostatventile (Beginn)** (siehe auch Handbuch - Hilfe 12)

Raum	Heizkörper 1	Heizkörper 2	Heizkörper 3
1 Schlafzimmer	Flächheiz. Zepw., profiliert L. 1290 mm² 1884 W, KV: 0,507 m³/h	nicht vorhanden	nicht vorhanden
Ventil:	alles Ventil bleibt		
Voreinstellung:	Vorschlag: "5" gewählt: 6	Vorschlag: gewählt:	Vorschlag: gewählt:
2 Küche	Flächheiz. Zepw., profiliert L. 2080 mm² 2042 W, KV: 0,400 m³/h	nicht vorhanden	nicht vorhanden
Ventil:	alles Ventil bleibt		
Voreinstellung:	Vorschlag: "5" gewählt: 5	Vorschlag: gewählt:	Vorschlag: gewählt:

Abschätzung von Druckverlusten für Netz und Sondereinbauten

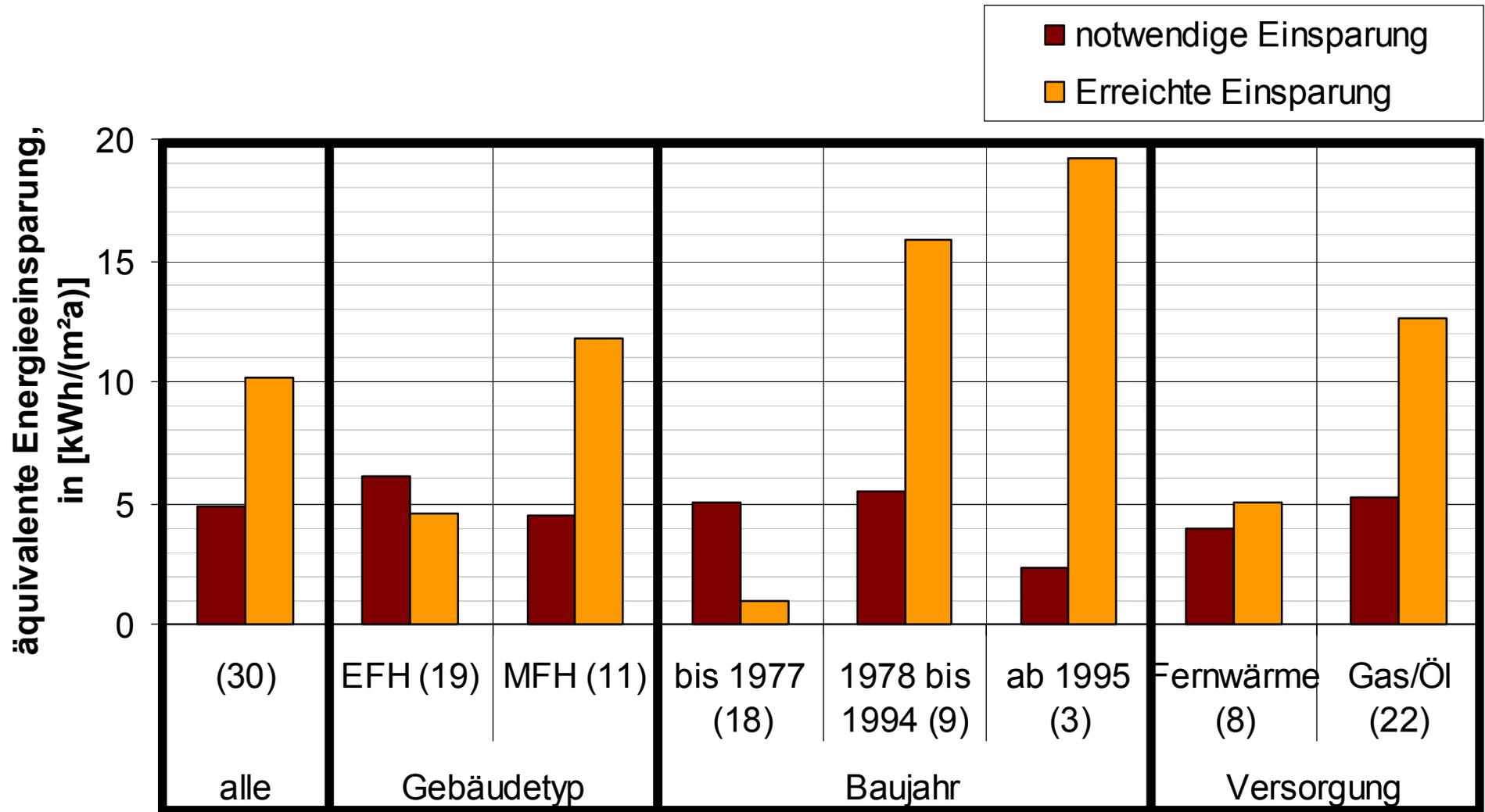
Empfehlungen zu Differenzdruckreglern

Angabe der Pumpenförderhöhe

Einstellwerte der Thermostatventile für gängige Fabrikate

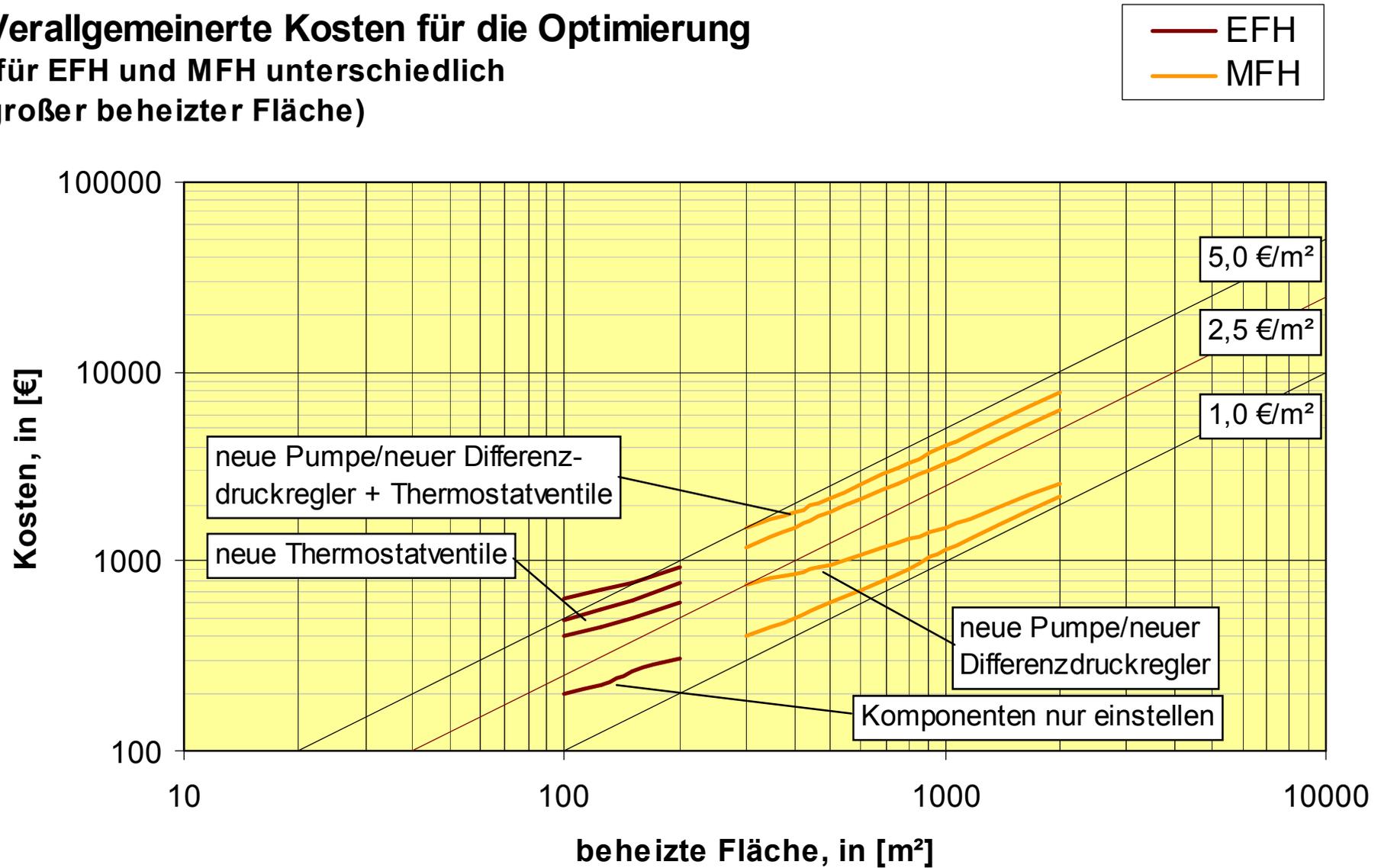
# **Einsparung und Kosten**

## Wirtschaftlichkeit der Optimierung



## Kosten

Verallgemeinerte Kosten für die Optimierung  
(für EFH und MFH unterschiedlich  
großer beheizter Fläche)



# **Fazit und Ausblick**

## Optimierungsempfehlungen

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	++	++	++	++

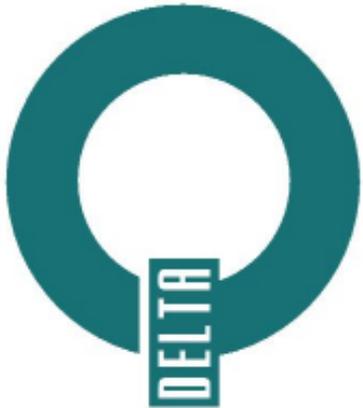
- Uneingeschränkte Empfehlung: Gebäude mit Baujahren ab 1978
- Gebäude mit Baujahren vor 1977: vorwiegend MFH und Gebäude mit Kesseln (größere Einsparungen zu erwarten)
  - möglichst wenn ohnehin Investitionen in die Anlage / Baukörpermodernisierung notwendig sind
  - oder wenn einstellbare Komponenten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

## Fazit und Aufruf

- es sind alle Hilfsmittel vorhanden,
- die Einsparmöglichkeit ist bewiesen
- die Kosten sind eher gering
  
- im Neubau ist der hydraulische Abgleich eigentlich verpflichtend
- aber die EnEV 2014 wird ihn nach 10 Jahren Erfahrungen wahrscheinlich immer noch nicht fordern
- im Bestand und Neubau fordert ihn zumindest schon mal die KfW und das BAFA
  
- also: einfach anpacken und umsetzen!
- vom BMU geförderte Kampagne co2online - Ostfalia:  
„Meine Heizung kann mehr“ - [www.meine-heizung.de](http://www.meine-heizung.de)

Danke für Ihre Aufmerksamkeit

## Literatur und Links



[www.Delta-Q.de](http://www.Delta-Q.de)

**-Projektergebnisse und Grundlageninformationen**

**-kostenlose Software als Excel und Handbücher**

**in der Rubrik: DBU Optimus**