



# EnEV 2009 und optimierte Haustechnik

Hannover – 02.03.2011





**Dipl. Ing. (FH) Peter Teuber**  
**Fakultät Versorgungstechnik**  
**Institut für Energieoptimierte Systeme**

E-Mail: [p.teuber@ostfalia.de](mailto:p.teuber@ostfalia.de)



## Vortragsplan:

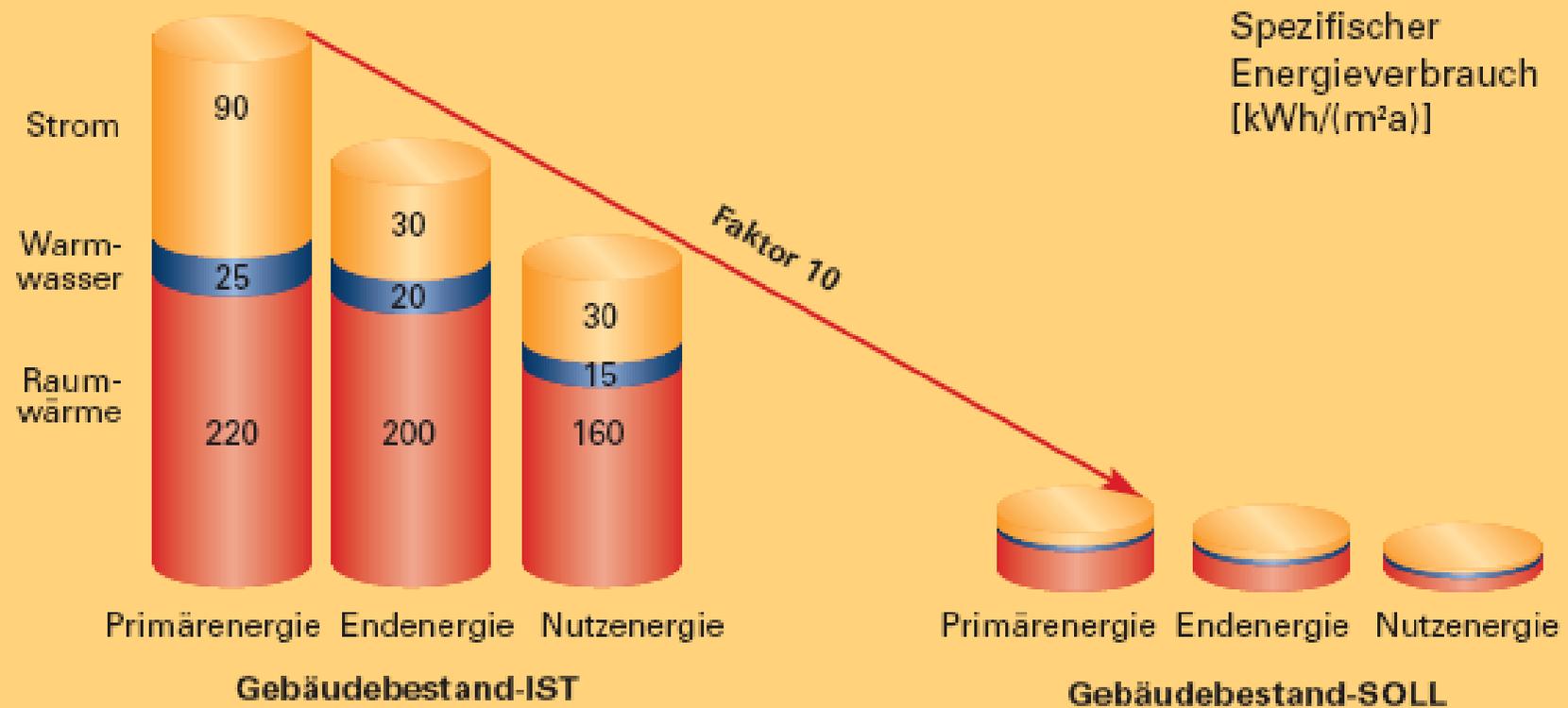
- Der Verordnungstext der EnEV 2009 und Energieausweis
- Erneuerbare – Energien – Wärmegesetz
- Optimierung von Heizungsanlagen
  - Hydraulischer Abgleich
  - Anforderungen an eine EnEV- konforme Anlage
  - Optimierungssoftware
- Die Grenzen der Pumpenwarmwasserheizung  
Welches Heizsystem für welchen Gebäudestandard



## Klimaschutz erfordert Reduktion energiebedingter CO<sub>2</sub>-Emissionen um den Faktor 10



## Wir müssen den Energieverbrauch in Wohngebäuden um den Faktor 10 senken





## Entwicklung Wärmeschutz

### Energieeinspargesetz 1976

#### Wärmeschutzverordnung

- Anforderungen an Bauteile der Gebäudehülle
- Anforderungen an die Luftdichtheit

#### Heizungsanlagenverordnung

- Regelung
- Anforderung an Kessel
- Dämmung der Rohrleitungen

### Energieeinsparverordnung 2002

- Ein gemeinsames Bilanzverfahren
- Primärenergiebewertung

### Energieeinsparverordnung 2007

- Gebäudeenergieausweis

### Energieeinsparverordnung 2009

- 30%-ige Erhöhung des Anforderungsniveaus
- 15 % höhere Anforderung an die Anlagentechnik



## Energiekonzept der Bundesregierung vom 28.09.2010

- mit der Novelle der EnEV 2012 wird das Niveau „klimaneutrales Gebäude“ für Neubauten bis 2020 auf der Basis von primärenergetischen Kennwerten eingeführt.
- Der daran ausgerichtete Sanierungsfahrplan für Gebäude im Bestand beginnt 2020 und führt bis 2050 stufenweise auf ein Zielniveau einer Minderung des Primärenergiebedarfs um 80 Prozent.
- Das geltende Wirtschaftlichkeitsgebot ist dabei einzuhalten.



## Anwendungsbereich (§ 1)

- Wie bisher gilt die EnEV für alle Gebäude soweit Sie unter Einsatz von Energie beheizt oder gekühlt werden
- Sonderregelungen gelten für Gebäude, die nicht regelmäßig geheizt, gekühlt oder genutzt werden (z.B. Ferienhäuser), die nur für kurze Dauer genutzt werden z.B. Traglufthallen) oder für ganz spezielle Nutzungen wie z.B. Ställe und Gewächshäuser
- Der Energieeinsatz für Produktionsprozesse in Gebäuden ist nicht Gegenstand dieser Verordnung

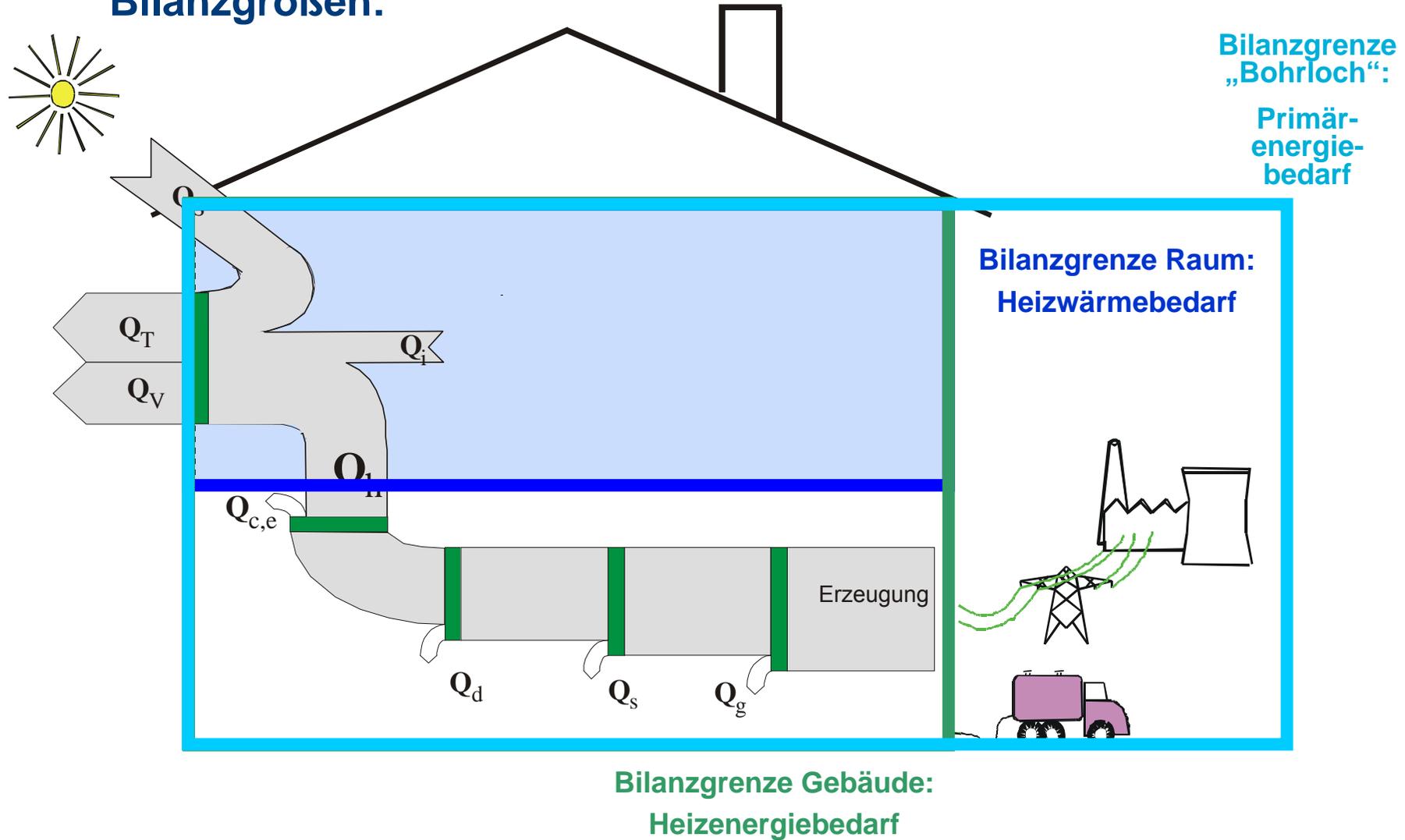


## § 3:

### Abschnitt 2 Zu errichtende Gebäude § 3 Anforderungen an Wohngebäude

- (1) Zu errichtende Wohngebäude sind so auszuführen, dass der Jahres-Primärenergiebedarf für Heizung, Warmwasserbereitung, Lüftung und Kühlung den Wert des Jahresprimärenergiebedarfs eines Referenzgebäudes gleicher Geometrie, Gebäudenutzfläche und Ausrichtung mit der in Anlage 1 Tabelle angegebenen Referenzausführung nicht überschreitet.

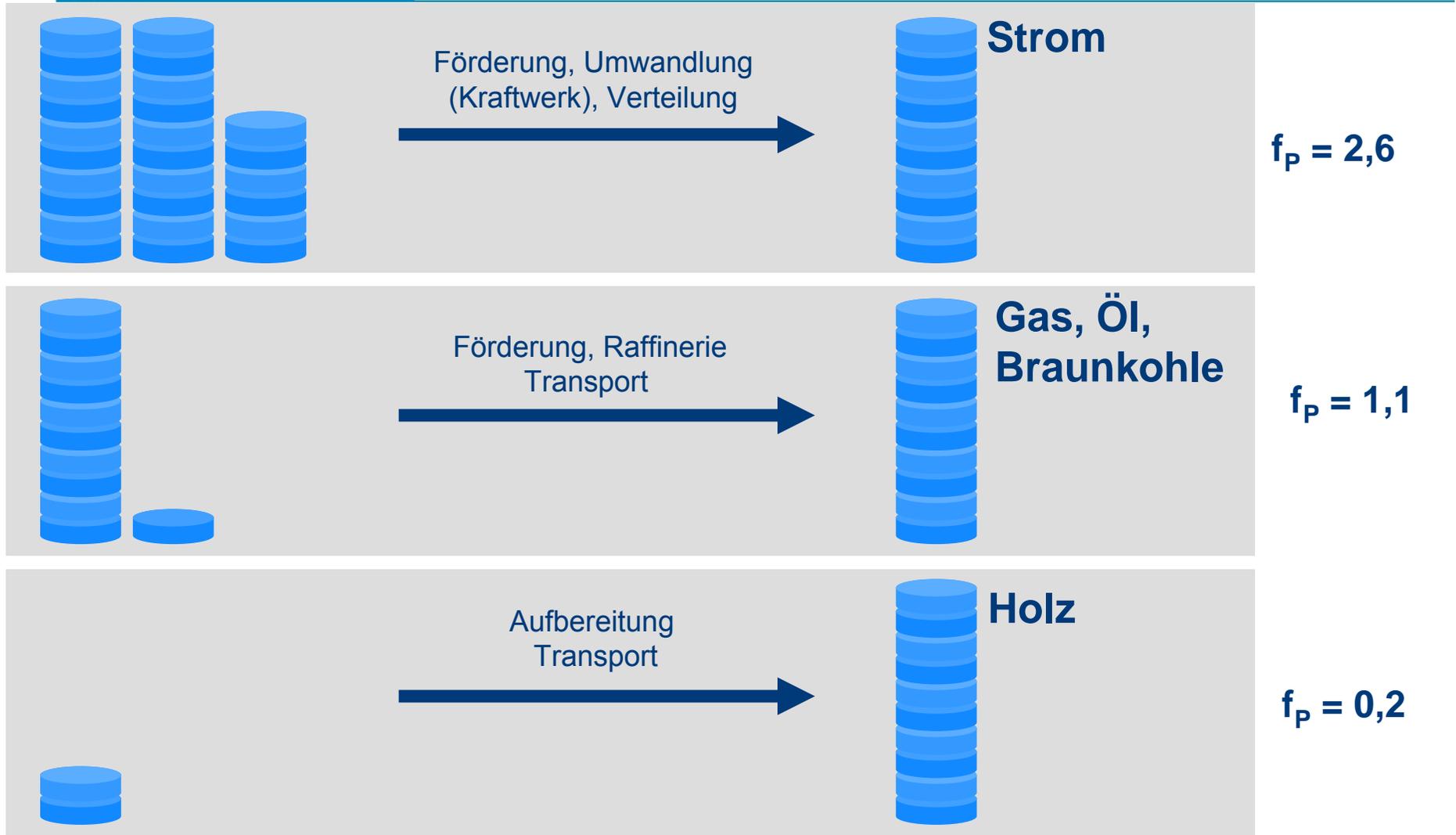
## Bilanzgrößen:



# Primärenergie und Primärenergiefaktoren:



Wolfenbüttel

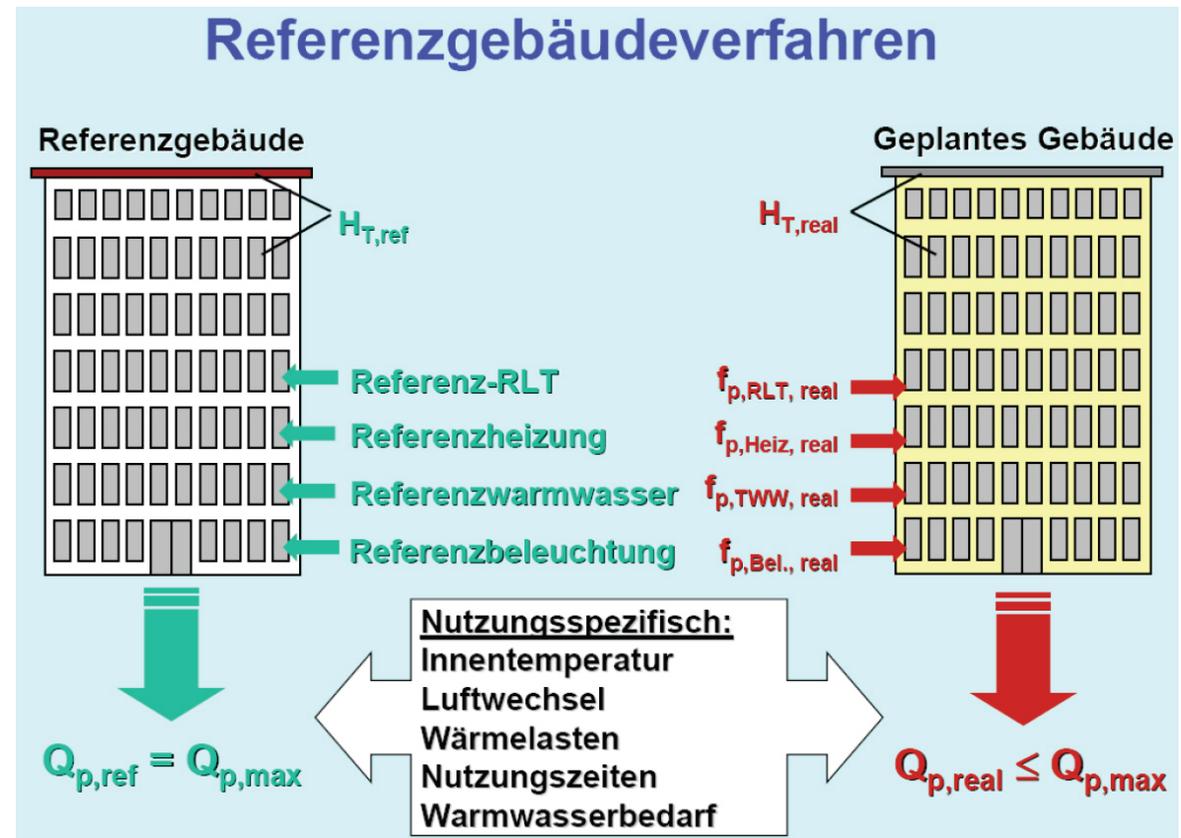




## Referenzgebäude für Wohngebäude und Nichtwohngebäude

### Bilanzverfahren

- Wohngebäude
  - DIN V 4701-10/4108-6
  - DIN V 18599
- Nichtwohngebäude
  - DIN V 18599



Quelle: Trainingsseminar Kälte-Energieberater – Dipl.-Phys. Ing. Gisela Renner

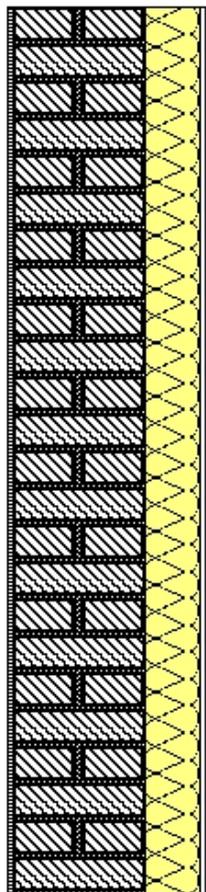


## Anlage 1 – Tabelle 1 Ausführung des Referenzgebäudes:



Bauteil / System	Ausführung Referenzgebäude
Außenwand	$U = 0,28 \text{ W/(m}^2\text{K)}$
Bodenplatte, Wände zu unbeheizten Räumen	$U = 0,35 \text{ W/(m}^2\text{K)}$
Dach, oberste Geschossdecke	$U = 0,20 \text{ W/(m}^2\text{K)}$
Fenster, Fenstertüren	$U = 1,30 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ (Dachfenster 1,40)
Außentüren	$U = 1,80 \text{ W/(m}^2\text{K)}$
Wärmebrückenzuschlag	$\Delta U_{\text{WB}} = 0,05 \text{ W/(m}^2\text{K)}$
Luftdichtheit der Gebäudehülle	$n_{50} = 0,6 \text{ 1/h}$ (mit Dichtheitsprüfung)

## Beispiel Außenwand:



**U-Wert = 0,27 W/m<sup>2</sup>K**

Bauteilaufbau: Schichtenfolge von innen nach außen

- 1 Putzmörtel aus Kalk, Kalkzement und hydraulischem Kalk
- 2 Hochlochziegel Lochung A+B, LM21/LM36 (1000 kg/m<sup>3</sup>)
- 3 Mineral. und pflanzl. Faserdämmstoff (DIN 18165-1 - WLG 035)
- 4 Putzmörtel aus Kalk, Kalkzement und hydraulischem Kalk

Schicht- dicke s (cm)	Wärme- leitzahl $\lambda$ (W/mK)
1,00	1,000
24,00	0,400
10,00	0,035
1,00	1,000

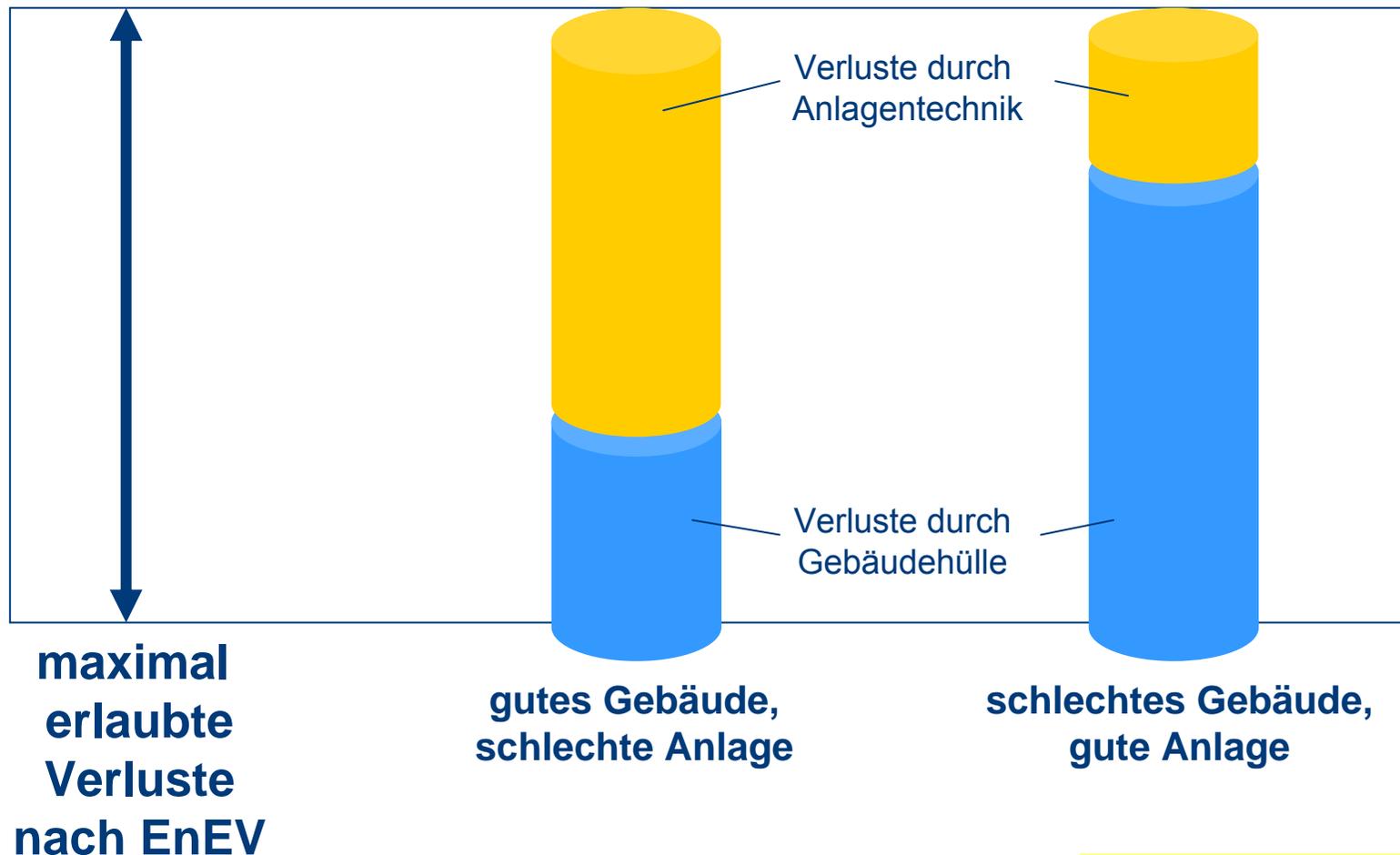
Gesamtdicke : 36,00 cm

Wolfenbüttel

System	Ausführung Referenzgebäude
Heizung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Öl – Brennwertkessel               <ul style="list-style-type: none"> <li>- Aufstellung innerhalb der thermischen Hülle (bis 2 WE)</li> <li>- Aufstellung außerhalb der thermischen Hülle (über zwei WE)</li> </ul> </li> <li>• Verteilung 55/45 °C, innerhalb der thermischen Hülle</li> <li>• Geregelt Heizkreispumpe</li> <li>• <b>Hydraulischer Abgleich</b>, Wärmedämmung der Rohrleitungen</li> <li>• Heizkörper an der Außenwand, <b>Thermostatventile xp = 1K</b></li> </ul>
Warm-Wasser	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zentrale WW- Bereitung über Heizkessel und Solaranlage</li> <li>• Indirekt beheizter Speicher</li> <li>• Verteilung innerhalb der thermischen Hülle mit Zirkulation</li> <li>• Geregelt Zirkulationspumpe</li> </ul>
Lüftung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zentrale Abluftanlage, bedarfsgeführt, gereg. DC Ventilator</li> </ul>
Kühlung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Keine Kühlung</li> </ul>



## Kompensation: Anlage oder Gebäude

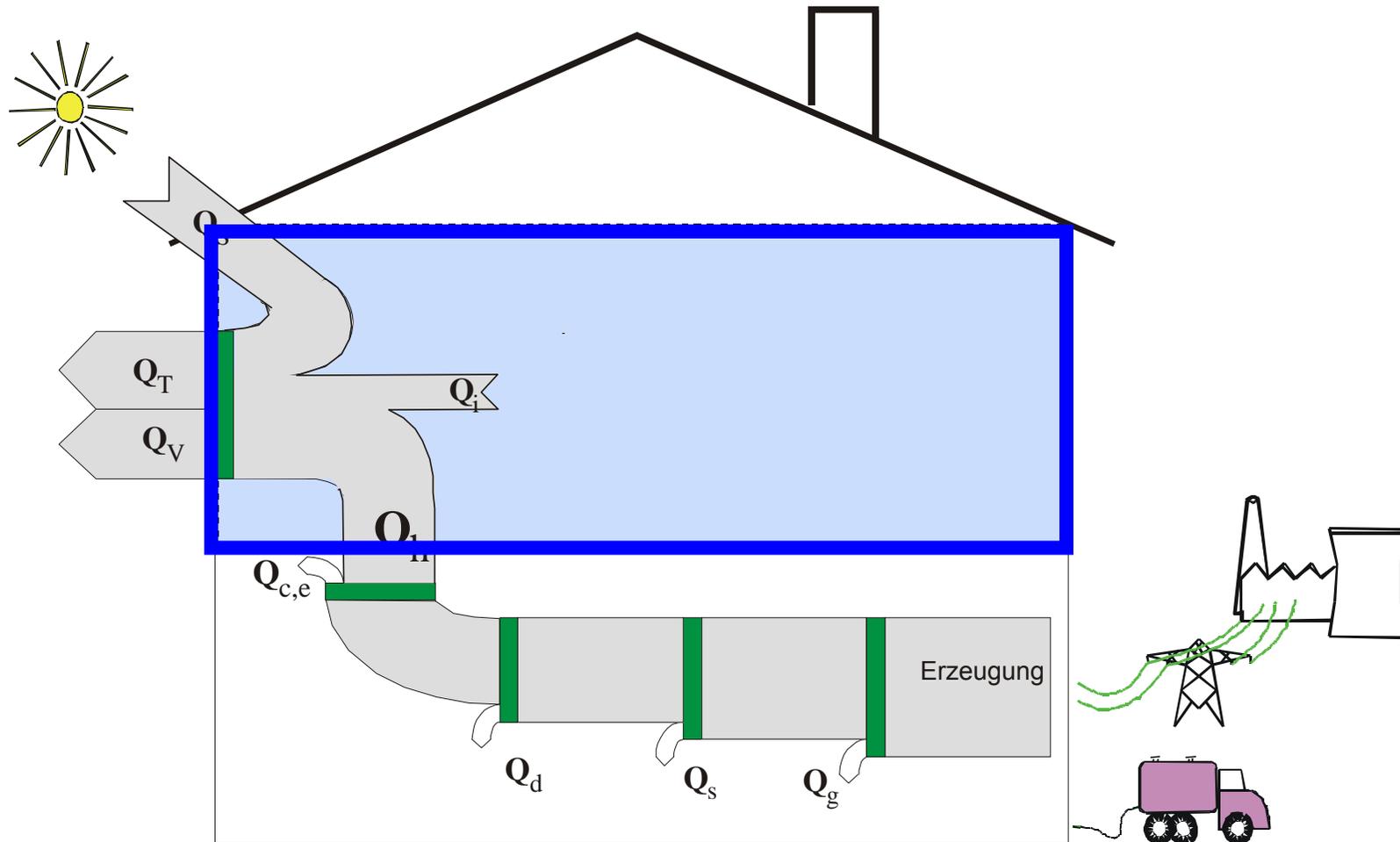


besser: beides gut!





## Bilanzgrößen:





## Höchstwerte des spez. Transmissionswärmeverlustes

Zeile	Gebäudetyp		Höchstwert des spezifischen Transmissionswärmeverlusts
1	Freistehendes Wohngebäude	mit $A_N \leq 350 \text{ m}^2$	$H'_T = 0,40 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$
		Mit $A_N > 350 \text{ m}^2$	$H'_T = 0,50 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$
2	Einseitig angebautes Wohngebäude		$H'_T = 0,45 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$
3	Alle anderen Wohngebäude		$H'_T = 0,65 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$
4	Erweiterungen und Ausbauten von Wohngebäuden $> 50 \text{ m}^2$		$H'_T = 0,65 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

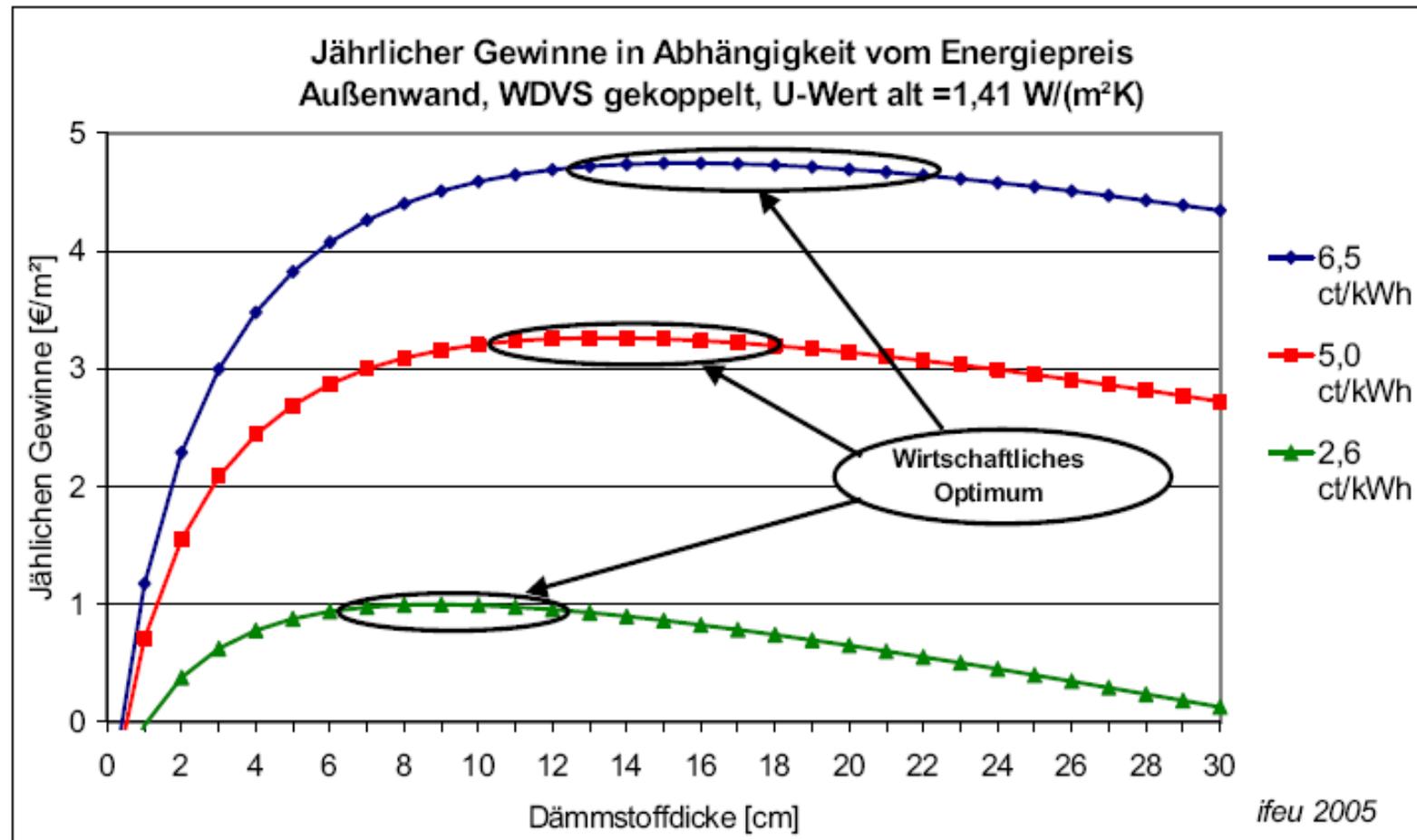
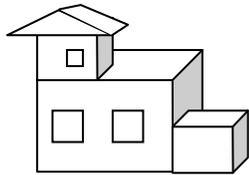


Abbildung 6.52: Wirtschaftlichkeit eines Wärmedämmverbundsystems bei verschiedenen Dämmstoffdicken und unterschiedlichen mittleren Energiepreisen über die nächsten 25 Jahre;  $\lambda = 0,04$  W/(mK); U-Wert des alten Bauteils: 1,41 W/(m<sup>2</sup>K) (Hertle et al., 2006)

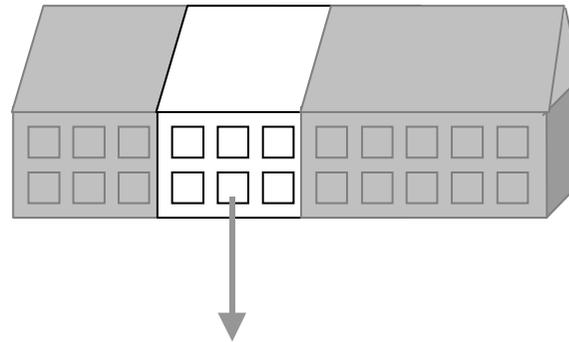
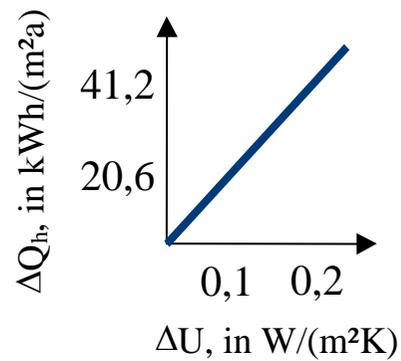
# Kompaktheit von Gebäuden:



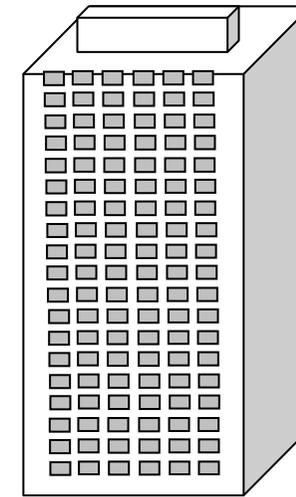
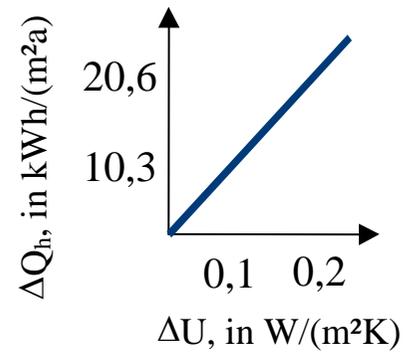
Wolfenbüttel



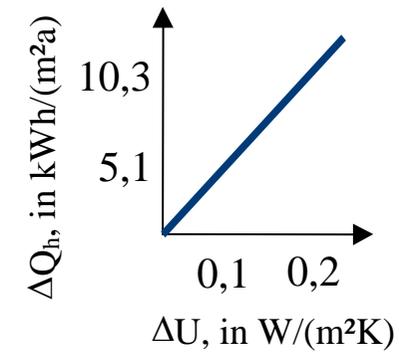
$$A/V = 1,00$$



$$A/V = 0,50$$



$$A/V = 0,25$$





## Anlage 1 - Gebäudevolumen und Nutzfläche:

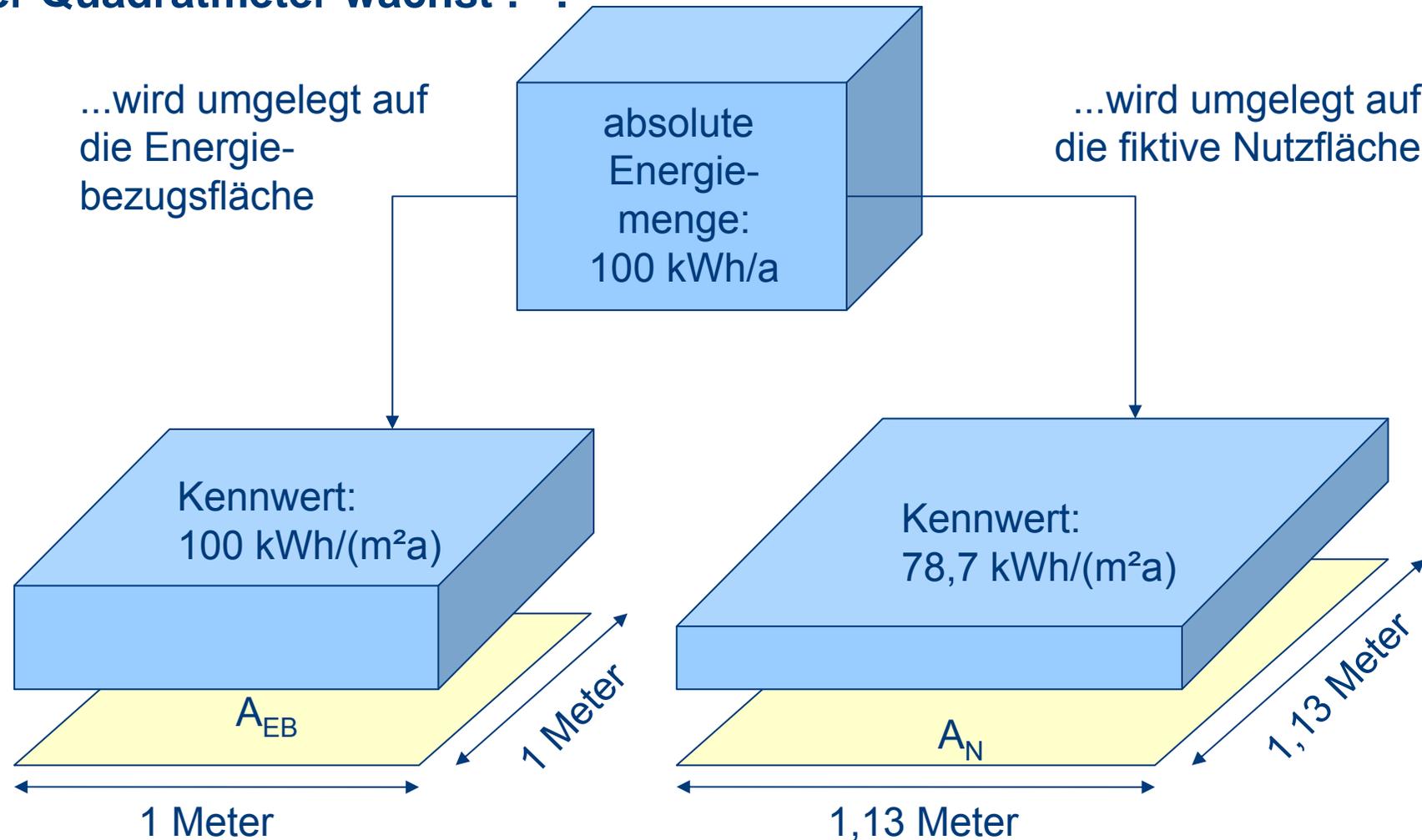
- Das beheizte Gebäudevolumen  $V_e$  in  $\text{m}^3$  ist das Volumen, das von der nach ermittelten wärmeübertragende Umfassungsfläche  $A$  umschlossen wird.
- Die Gebäudenutzfläche  $A_N$  in  $\text{m}^2$  wird bei Wohngebäuden wie folgt ermittelt:  $A_N = 0,32 V_e$
- Beträgt die Geschosshöhe mehr als 3 m oder weniger als 2,5 m wird die Geschosshöhe nach folgender Formel ermittelt.

$$A_N = \left( \frac{1}{h_G} - 0,04 \text{ m}^{-1} \right) \cdot V_e$$



Wolfenbüttel

## „Der Quadratmeter wächst!“ :



$A_N$  ist laut Felduntersuchungen ca. 27% größer als  $A_{EB}$



## Anrechnung von Strom aus erneuerbaren Energien (§ 5)

Wird in zu errichtenden Gebäuden Strom aus erneuerbaren Energien eingesetzt, darf der Strom bei der Berechnung des Energiebedarfs mit einbezogen werden und von dem Endenergiebedarf abgezogen werden, wenn er:

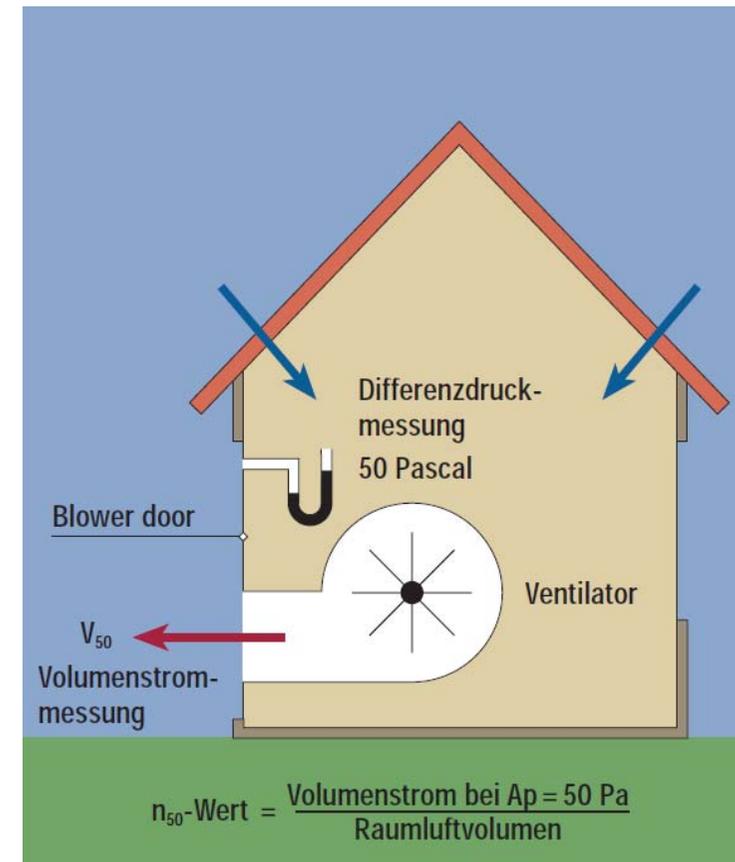
- im unmittelbaren räumlichen Zusammenhang zu dem Gebäude erzeugt und
- vorrangig in dem Gebäude selbst genutzt und nur die überschüssige Energiemenge in ein öffentliches Netz eingespeist wird.
- **Es darf höchstens die Strommenge angerechnet werden, die dem berechneten Strombedarf der jeweiligen Nutzung entspricht.**



## Anforderungen an die Dichtigkeit (§6):

- Zu errichtende Gebäude sind so auszuführen, dass wärmeübertragende Umfassungsflächen dauerhaft entsprechend den anerkannten Regeln der Technik abgedichtet sind
- Wird die Dichtigkeit überprüft kann ein reduzierter Luftwechsel bei der Berechnung angesetzt werden. Dabei sind folgende Grenzwerte für die Gebäudedichtigkeit einzuhalten
  - ohne raumluftechnische Anlagen  $n_{50} = 3 \text{ h}^{-1}$
  - mit raumluftechnischen Anlagen  $n_{50} = 1,5 \text{ h}^{-1}$

## Blower-Door-Test



## Blower-Door-Test



- wichtige Voraussetzung für den Betrieb von kontrollierter Wohnungslüftung
- Blower-Door-Test ergibt die  $n_{50}$ -Luftwechselrate:
  - Anforderung (DIN 4108-7) ohne maschinelle Lüftung: 3,0 1/h
  - Anforderung (DIN 4108-7) mit maschinelle Lüftung: 1,5 1/h
  - EnEV-Anforderung mit maschineller Lüftung: 1,5 1/h
  - PH-Anforderung: 0,6 1/h

$$n_{50} = \frac{q_{V50}}{V_{\text{Gebäude}}}$$

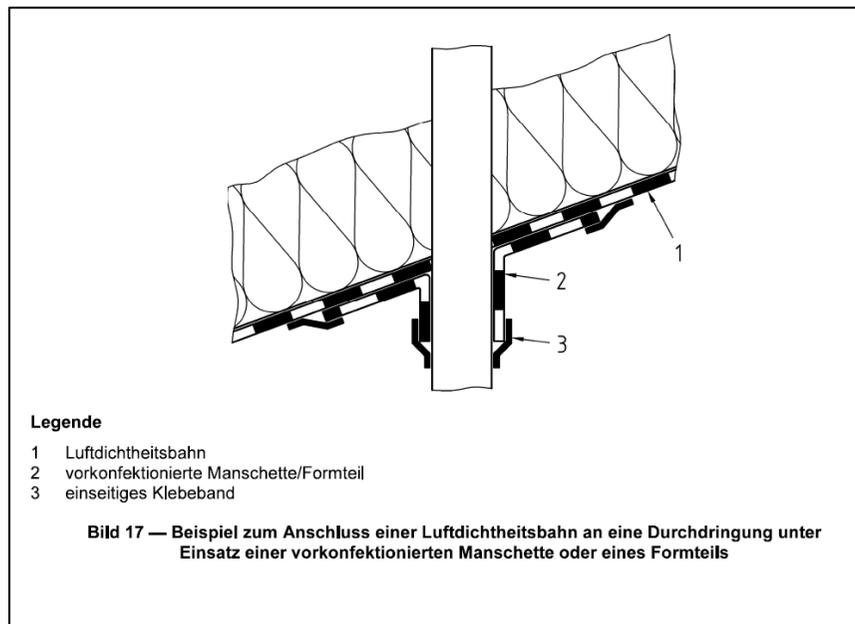
## Dachdurchführungen



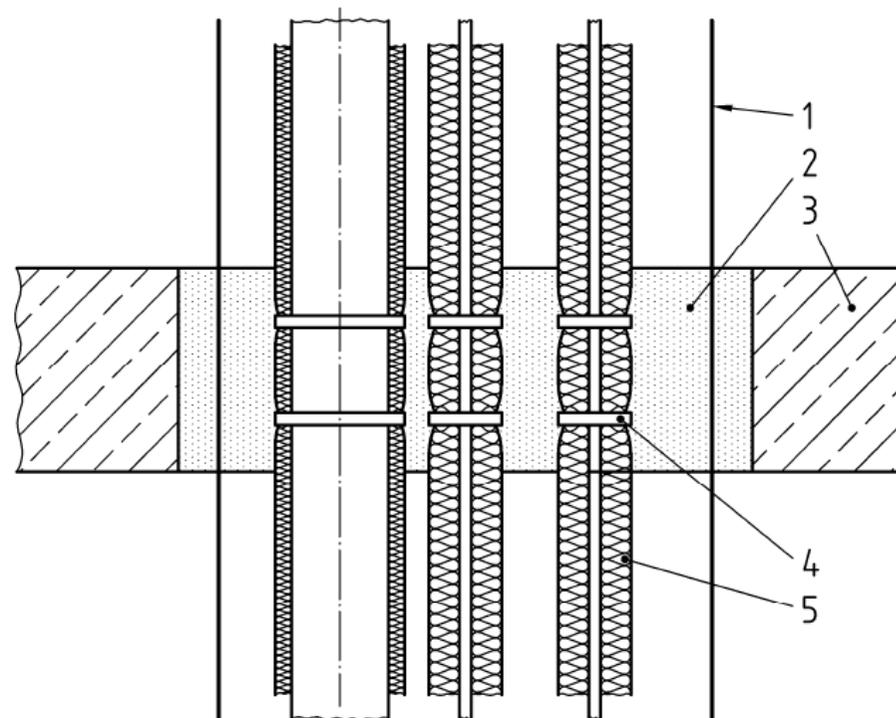
**So nicht!!**

Quelle: IMPULS-Programm Hessen, IWU

## DIN 4108-7: Luftdichtheit von Gebäuden - Dachdurchführungen



## DIN 4108-7: Luftdichtheit von Gebäuden - Deckendurchführungen



### Legende

- 1 Elektroleitungen
- 2 Feinkörniger Beton
- 3 Stahlbeton
- 4 Rohrdämmung mit Kabelbinder/Schellen etwas zusammenschnüren
- 5 geschlossenzellige Schaumdämmung



### § 6 Abs. 1 EnEV 2009

„Zu errichtende Gebäude sind so auszuführen, dass die wärmeübertragende Umfassungsfläche ... dauerhaft luftundurchlässig ... ist.“



**Luftdichtigkeit**

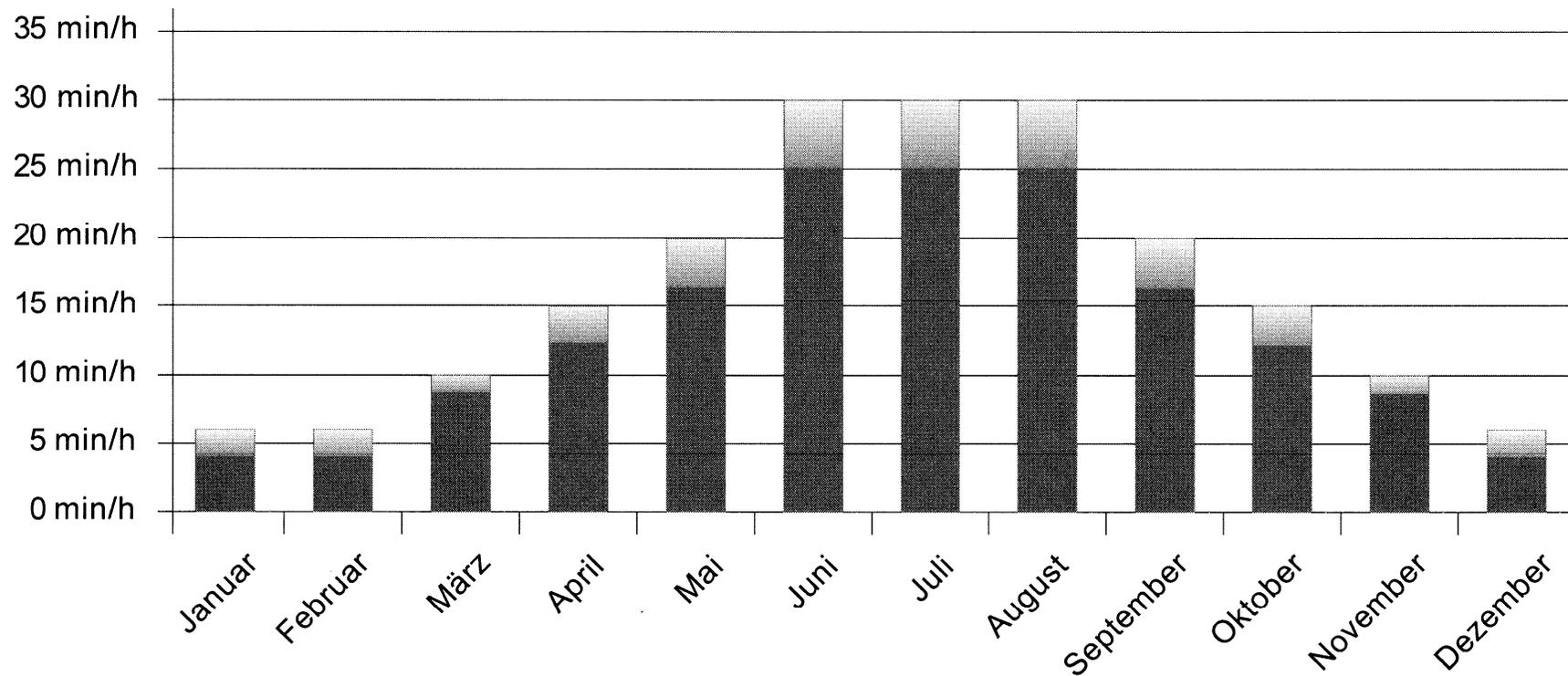
### § 6 Abs. 2 EnEV 2009

„Zu errichtende Gebäude sind so auszuführen, dass der zum Zwecke der Gesundheit und Beheizung erforderliche Mindestluftwechsel sichergestellt ist.“



**Mindestluftwechsel**

## Notwendige Lüftungszeiten



Empfehlungen für stündliche Lüftungszeit bei Stoßlüftung (Quelle: IWU)



## Urteile zur Lüftung

LG Lüneburg, Urteil v. 22. 11. 2000, Az. 6 S 70/00:

„Diese Obliegenheit des Mieters zur Vermeidung von Schimmelbildung und Feuchtigkeit findet ihre Grenze dort, wo unzumutbare Anstrengungen verlangt werden. ... Einem Mieter ist es auch nicht zuzumuten, mehrmals am Tag im Abstand von wenigen Stunden Stoß zu lüften.“

AG Bochum, WuM 1988, 354:

„Eine Wohnungslüftung im Abstand von 3 bis 4 Stunden ist nicht zumutbar.“

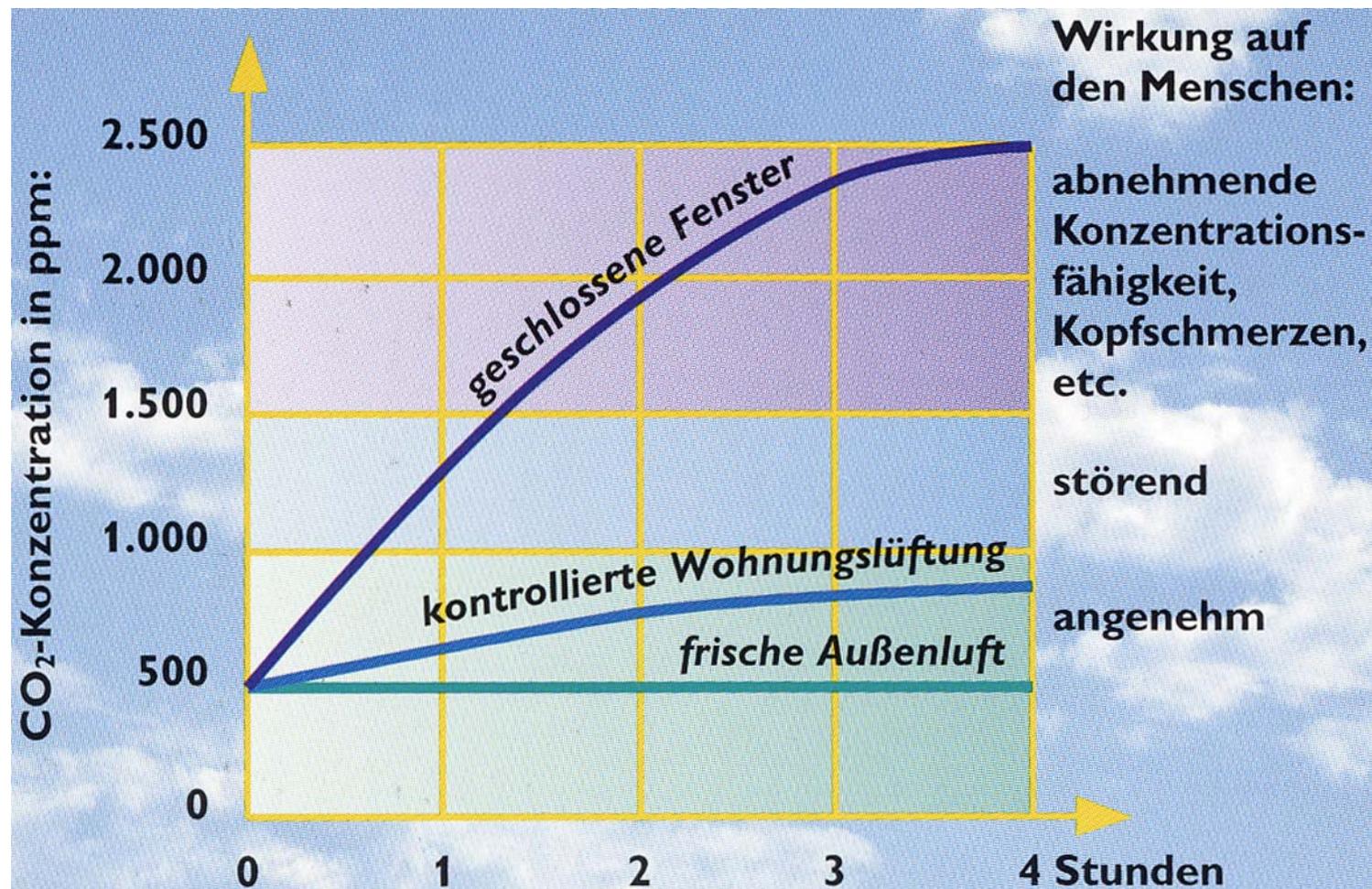
AG Hamburg, WuM 1988, 357:

„Dem Mieter kann ein mehr als zweimaliges Lüften am Tag nicht zugemutet werden.“



## Typische CO<sub>2</sub>-Konzentrationen und Grenzwerte

ppm	Vol.-%	
350-380	0,035-0,038	Außenluftkonzentration (Zunahme: ca. 1,5 - 2 ppm/a)
1.000	0,10	Pettenkofer-Maßstab, Empfehlung der DIN 1946, Teil 2
1.500	0,15	Grenzwert der DIN 1946, Teil 2
4.000	0,40	max. Konzentration in einem Klassenzimmer nach Unterricht
5.000	0,50	MAK/AGW-Wert aus der TRGS 900
7.000	0,70	max. Konzentration im Kino nach Vorstellung
80.000	8,0	tödliche Dosis bei längerer Einatmung
100.000	10,0	Verlöschen einer Kerze
500.000	50,0	Narkose-Dosis bei Operationen im 19. Jh.



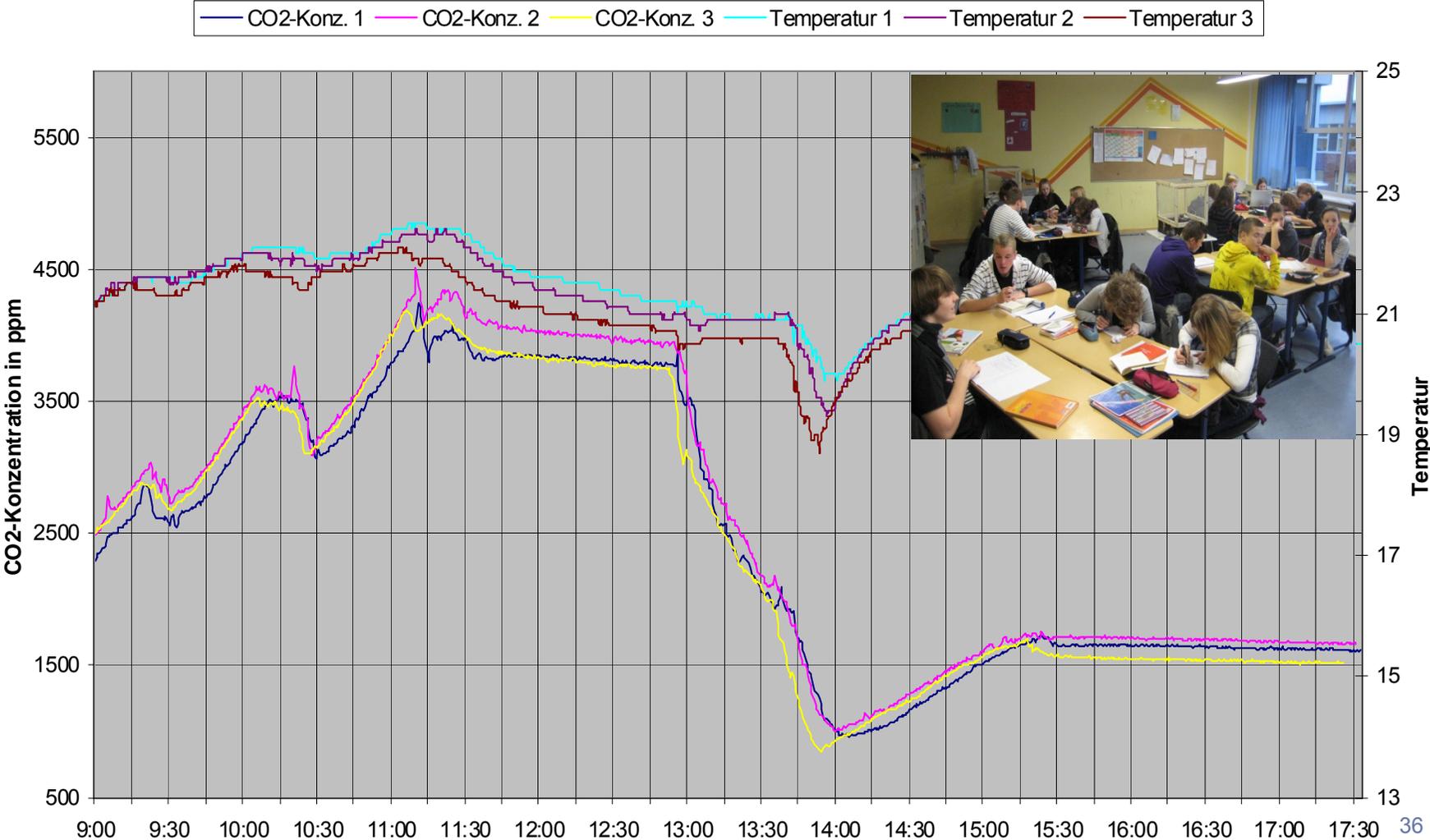
Kontrollierte Wohnraumlüftung sorgt für konstant angenehme  
Luftqualität

Quelle: VEW-Energie (zwei Personen sitzend, Raum 40 m<sup>3</sup>)

# CO<sub>2</sub>- und Temperaturverlauf in einem Klassenzimmer

Wolfenbüttel

02.11.2009





## LÜFTUNGSKONZEPT NACH DIN 1946-6 (2009-05)



- DIN 1946-6 legt fest, wann und welche Lüftungstechnischen Maßnahmen bei Neubau oder Sanierung erforderlich sind
- ein Lüftungskonzept muss erstellt werden:
  - EFH: wenn mehr als 1/3 der Fenster ausgetauscht werden oder mehr als 1/3 der Dachfläche abgedichtet wird
  - MFH: wenn mehr als 1/3 der Fenster der Nutzereinheit ausgetauscht werden
- „Das Lüftungskonzept kann von jedem Fachmann erstellt werden, der in der Planung, der Ausführung oder der Instandhaltung von Lüftungstechnischen Maßnahmen oder in der Planung und Modernisierung von Gebäuden tätig ist.“
- 1946-6 stellt hierfür ein Schema zur Lüftungssystemfindung zur Verfügung
- Lüftung zum Feuchteschutz muss nutzerunabhängig und ohne Öffnen der Fenster möglich sein

... definiert den Begriff Mindestluftwechsel als zeitliche Mittelung von vier in Abhängigkeit der Nutzungsart auszuwählenden Lüftungsarten:

- *Lüftung zum Feuchteschutz*

bei teilweise reduzierter Feuchtelast (zeitweiliger Abwesenheit der Nutzer, kein Wäschetrocknen in der Nutzungseiheit)

- *reduzierte Lüftung*

bei reduzierter Stoff- und Feuchtelast, z.B. bei Abwesenheit der Nutzer tagsüber

- *Nennlüftung*

bei normaler Nutzung des Wohnraums

- *Intensivlüftung*

bei hohen Feuchte-, Stoff- oder Wärmelasten (Lastbetrieb)

... fordert Lüftungstechnische Maßnahmen dann, wenn der zur Sicherstellung des Feuchteschutzes erforderliche Luftvolumenstrom größer ist als der durch Infiltration entstehende Luftvolumenstrom.



## Änderung von Gebäuden § 9

Gebäudegruppen	Primärenergieanforderung
Modernisierung mit Änderung der Außenbauteilflächen um $< 10\%$	keine
Modernisierung mit Änderung der Außenbauteilflächen um $\geq 10\%$	140 % des Wertes für den Neubau
	oder Anforderungen an die Außenbauteile für Modernisierung
Modernisierung mit Vergrößerung der Gebäudenutzfläche bei um $\geq 50\text{ m}^2$	Wert für Neubauten (Primärenergienachweis)
Modernisierung mit Vergrößerung der Gebäudenutzfläche $\geq 15$ und $< 50\text{ m}^2$	Anforderungen an die Außenbauteile für Modernisierung

## Anlage 3: Mindest U-Werte für Bauteile nach EnEV 2009

Bauteil	Gebäude mit Innentemperaturen $\geq 19 \text{ °C}$	Gebäude mit Innentemperaturen $< 19 \text{ °C}$
Außenwände	0,24 W/(m <sup>2</sup> K)	0,35 W/(m <sup>2</sup> K)
Außenfenster	1,30 W/(m <sup>2</sup> K)	1,90 W/(m <sup>2</sup> K)
Dachflächenfenster	1,40 W/(m <sup>2</sup> K)	1,90 W/(m <sup>2</sup> K)
Oberste Geschossdecke/Dächer	0,24 W/(m <sup>2</sup> K)	0,35 W/(m <sup>2</sup> K)
Flachdächer	0,20 W/(m <sup>2</sup> K)	0,35 W/(m <sup>2</sup> K)
Fußboden an Außenluft	0,24 W/(m <sup>2</sup> K)	0,35 W/(m <sup>2</sup> K)
Fußboden an Erdreich und unbeheizt	0,30 W/(m <sup>2</sup> K)	Keine Anforderung



## § 10 Nachrüstung bei Anlagen und Gebäuden

- Standardheizkessel im Leistungsbereich zwischen 4 – 400 kW, die vor dem 01.10.1978 eingebaut wurden, dürfen nicht mehr betrieben werden (Ausnahme Feststoffkessel)
- Ungedämmte zugängliche Wärmeverteilungs- und Warmwasseranlagen in nicht beheizten Räumen müssen nachträglich nach Anlage 5 gedämmt werden
- Nicht begehbare, zugängliche oberste Geschossdecken müssen nachträglich so gedämmt werden, dass ein Wärmedurchgangskoeffizient von  $0,24 \text{ W/m}^2\text{K}$  eingehalten wird
- Auch begehbare oberste Geschossdecken sind ab dem 01.01.2012 zu dämmen wenn kein unangemessener Aufwand entsteht.

Ausnahmen:

- Bei Ein- und Zweifamilienhäusern, von denen der Eigentümer eine selbst bewohnt, sind die Dämm- und Austauschpflichten erst nach einem Eigentümerwechsel zu erfüllen
- die Dämmmaßnahmen müssen wirtschaftlich sein



Wolfenbüttel

## Gelegenheiten nutzen

Gelegenheit

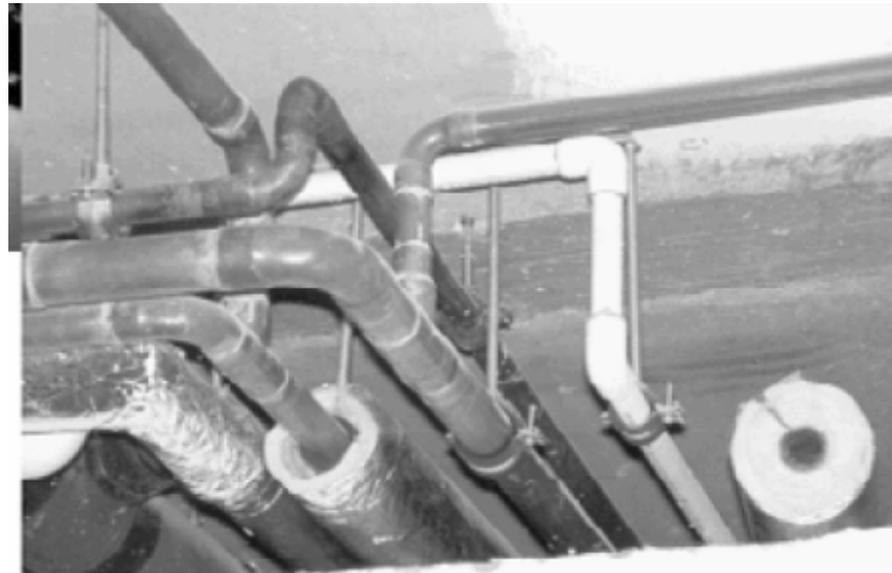
Energiesparmaßnahme

sofort



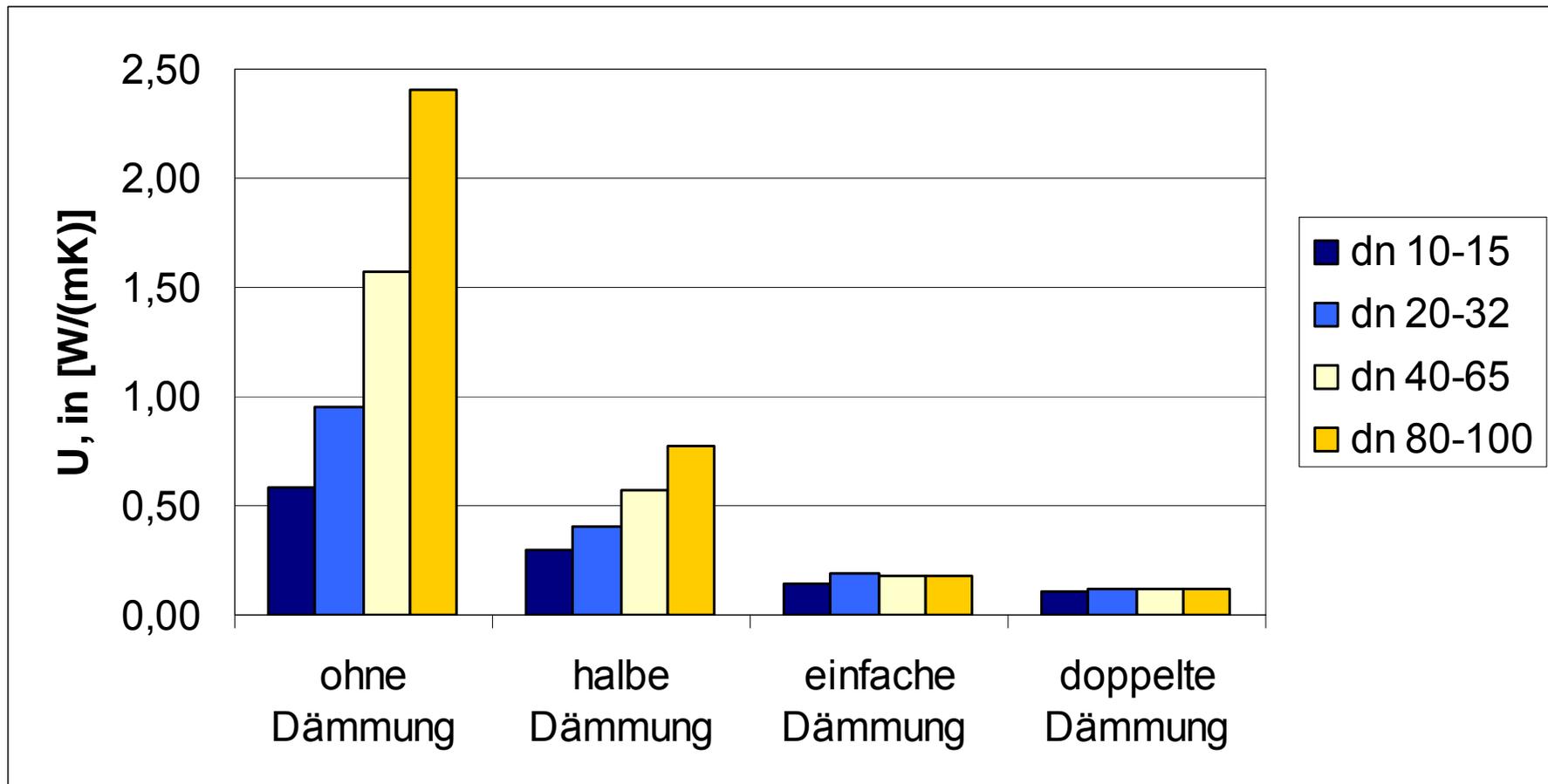
Dämmung Heizungs- und  
Warmwasserrohre

**Kosten : 15 bis 25 €/m**





## Einfluss der Dämmung einer Leitung auf den Wärmeverlust:





## Verlustwärmemengen der Wärmeverteilung:

$$q_{H,d} = U \cdot (\vartheta_{HK,m} - \vartheta_{u,m}) \cdot t_{Hp} \cdot z$$

$$q_{H,d} = 0,8 \frac{W}{m \cdot K} \cdot (46 - 13) K \cdot 185 \frac{d}{a} \cdot 24 \frac{h}{d}$$

$$q_{H,d} = 117216 \frac{Wh}{m \cdot a} = 117,2 \frac{kWh}{m \cdot a}$$

Bei 10 m Leitungslänge ergibt sich ein Verlust von ca.  $q_d=117$  l Heizöl pro Jahr



## Anlage 5:

Zeile	Art der Leitungen/Armaturen	Mindestdicke der Dämmschicht, bezogen auf eine Wärmeleitfähigkeit von 0,035 W/(m·K)
1	Innendurchmesser bis 22 mm	20 mm
2	Innendurchmesser über 22 mm bis 35 mm	30 mm
3	Innendurchmesser über 35 mm bis 100 mm	gleich Innendurchmesser
4	Innendurchmesser über 100 mm	100 mm
5	Leitungen und Armaturen nach den Zeilen 1 bis 4 in Wand- und Deckendurchbrüchen, im Kreuzungsbereich von Leitungen, an Leitungsverbindungsstellen, bei zentralen Leitungsnetzverteilern	1/2 der Anforderungen der Zeilen 1 bis 4
6	Leitungen von Zentralheizungen nach den Zeilen 1 bis 4, die nach dem 31. Januar 2002 in Bauteilen zwischen beheizten Räumen verschiedener Nutzer verlegt werden	1/2 der Anforderungen der Zeilen 1 bis 4
7	Leitungen nach Zeile 6 im Fußbodenaufbau	6 mm
8	<b>Kälteverteilungs- und Kaltwasserleitungen sowie Armaturen von Raumlufttechnik- und Klimakältesystemen</b>	<b>6 mm</b>

## Dämmung von Heizungsleitungen:

Anwendung	Mehrfamilienhaus	Räume eines Nutzers, auch Einfamilienhaus	Nichtwohngebäude mehrere Nutzer
Leitung frei verlegt/auf Putz in beheizten Räumen	100 %	Keine Anforderung	100 %
Leitung im Schacht/unter Putz zwischen beheizten Räumen verschiedener Nutzer	50 %	-	50 %
Leitung frei verlegt/im Schacht auf/unter Putz in unbeheizten Räumen und in Bauteilen, angrenzend an unbeheizten Raum	100 %	100 %	100 %
Im Fußbodenaufbau verlegte Leitungen , auch Hk-Anschlussleitungen zwischen beheizten Räumen verschiedener Nutzer	6 mm ( $\lambda=0,035 \text{ W}/(\text{mK})$ )	-	6 mm ( $\lambda=0,035 \text{ W}/(\text{mK})$ )
Im Fußbodenaufbau verlegte Leitungen, auch HK-Anschlussleitungen, gegen Erdreich und unbeheizte Räume	100 %	100 %	100 %
Leitungen an Außenluft grenzend	200 %	200 %	200 %

## Dämmung von Trinkwarmwasserleitungen:

Anwendung	Mehrfamilienhaus	Räume eines Nutzers, auch Einfamilienhaus	Nichtwohngebäude mehrere Nutzer
Leitungen im Zirkulationskreis oder mit Begleitheizung Leitungen aller Nennweiten verdeckt oder frei verlegt	100 %	100 %	100 %
Zirkulationsleitungen verdeckt oder frei verlegt	100 %	100 %	100 %
Leitungen ohne Zirkulation und ohne Begleitheizung bis zu 4 m Länge verdeckt oder frei verlegt (Stichleitungen)	Keine Anforderung	Keine Anforderung	Keine Anforderung
Leitungen und Armaturen in Wand und Deckendurchbrüchen, im Kreuzungsbereich von Leitungen, an Leitungsverbindungsstellen, an zentralen Luftverteilern	50 %	50 %	50 %
Leitungen an Außenluft grenzend	200 %	200 %	200 %

## Gelegenheiten nutzen

Gelegenheit

Energiesparmaßnahme

sofort



Dämmung oberste Geschossdecke

**Kosten : 40 bis 70 €/m<sup>2</sup>**



## § 10a: Außerbetriebnahme von elektrischen Speicherheizsystemen

- Nachtspeicherheizungen müssen in Wohngebäuden **ab 6 Wohneinheiten** und normal beheizten Nichtwohngebäuden bis zum 31.12.2019 außer Betrieb genommen werden, sofern diese älter als 30 Jahre sind und in Wohngebäuden das **einzigste Heizsystem** darstellen bzw. in Nichtwohngebäuden mehr als 500 m<sup>2</sup> Nutzfläche beheizen
- Folgende Fristen sind einzuhalten

Einbaudatum	Spätester Austausch nach EnEV
Vor 1. Januar 1990	31. Dezember 2019
Nach 31. Dezember 1989	30 Jahre nach Einbau
Nach 31. Dezember 1989 (wesentliche Bauteile erneuert)	30 Jahre nach Erneuerung

- Ausnahme sind Speicherheizsysteme mit einer spezifischen Leistung  $< 20 \text{ W/m}^2$



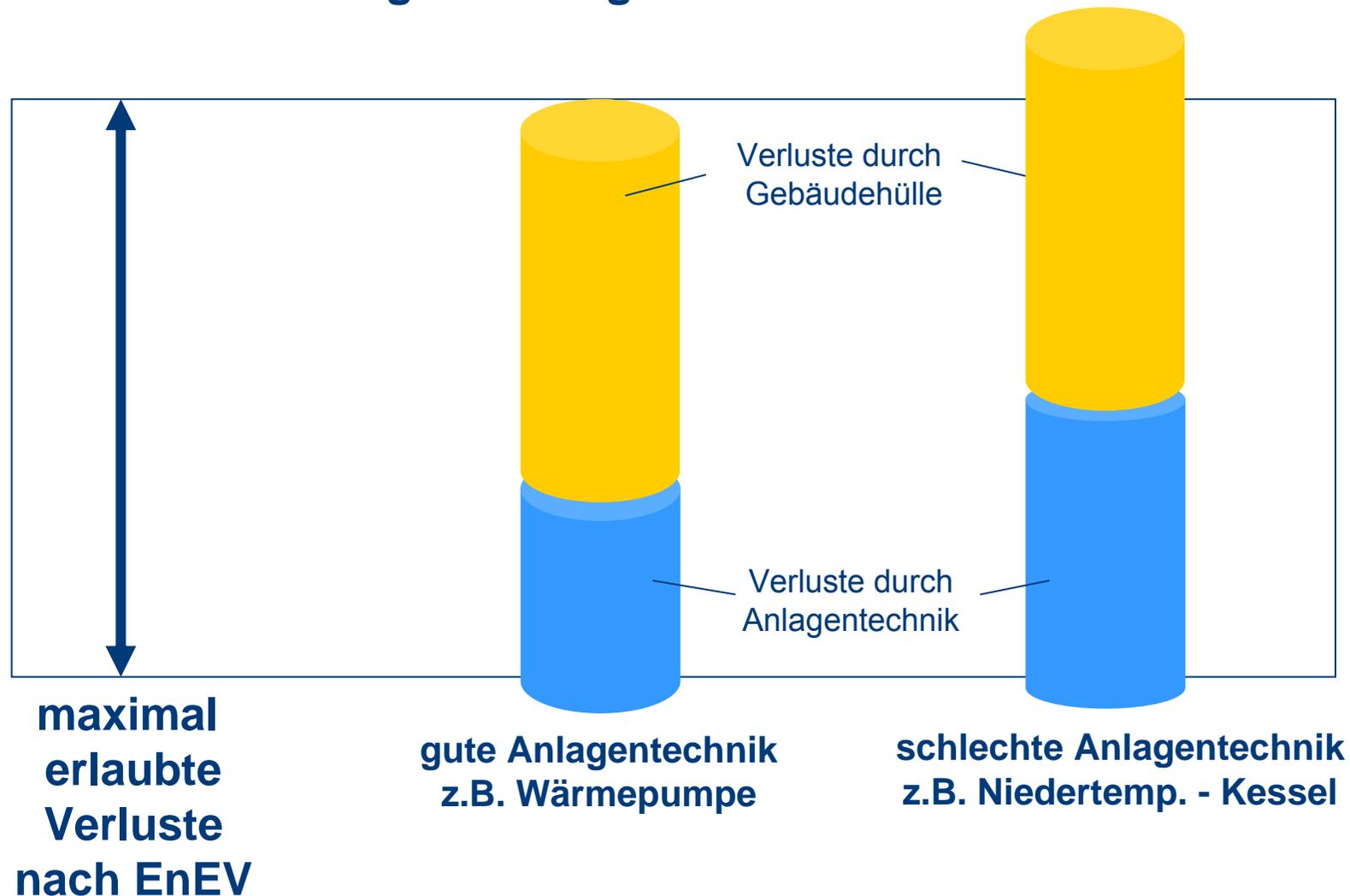
## § 11

### **Aufrechterhaltung der energetischen Qualität**

- (1) Außenbauteile dürfen nicht in einer Weise verändert werden, dass die energetische Qualität des Gebäudes verschlechtert wird. Das Gleiche gilt für Anlagen nach dem Abschnitt 4, soweit sie zum Nachweis der Anforderungen energieeinsparrechtlicher Vorschriften des Bundes zu berücksichtigen waren.
- (2) Energiebedarfssenkende Einrichtungen in Anlagen nach Absatz 1 sind betriebsbereit zu erhalten und bestimmungsgemäß zu nutzen. Satz 1 gilt als erfüllt, soweit der Einfluss einer energiebedarfssenkenden Einrichtung auf den Jahres-Primärenergiebedarf durch anlagentechnische oder bauliche Maßnahmen ausgeglichen wird.



## § 11: Aufrechterhaltung der energetischen Qualität





## § 11

### **Aufrechterhaltung der energetischen Qualität**

- (3) Anlagen und Einrichtungen der Heizungs-, Kühl- und Raumluftechnik sowie der Warmwasserversorgung sind vom Betreiber sachgerecht zu bedienen. Komponenten mit wesentlichem Einfluss auf den Wirkungsgrad solcher Anlagen sind vom Betreiber regelmäßig zu warten und instand zu halten. Für die Wartung und Instandhaltung ist Fachkunde erforderlich. Fachkundig ist, wer die zur Wartung und Instandhaltung notwendigen Fachkenntnisse und Fertigkeiten besitzt.



## Klima- und Lüftungsanlagen

- Klimaanlage mit einer Nennleistung für Kühlung über 12 kW sind alle 10 Jahre einer energetischen Inspektion zu unterziehen
- Überprüft werden die Einflüsse die für die Auslegung der Anlage verantwortlich sind (z.B. Raumnutzung, Belegung, Sollwerte)
- Die energetische Effizienz der Anlage wird beurteilt, dem Betreiber sollen Vorschläge zur Effizienzsteigerung gemacht werden
- Die inspizierende Person hat dem Betreiber die Ergebnisse der Inspektion unter Angabe ihres Namens sowie ihrer Anschrift und Berufsbezeichnung zu Bescheinigen
- Für die erste Inspektion gelten folgende Fristen (Stichtag 01.10.2007)
  - Anlagenalter > 20 Jahre – Erstinspektion nach 2 Jahren
  - Anlagenalter > 12 Jahre – Erstinspektion nach 4 Jahren
  - Anlagenalter > 4 Jahre – Erstinspektion nach 6 Jahren
- Zur Inspektion sind berechtigt:
  - Personen mit berufsqualifizierendem Hochschulabschluß
- Der Betreiber hat eine Bescheinigung über die Durchführung der Inspektion der nach Landesrecht zuständigen Behörde auf Verlangen vorzulegen



## Klima- und Lüftungsanlagen

- Für größere Klima- und Lüftungsanlagen (Kälteleistung  $> 12$  kW, Volumenstrom  $> 4000$  m<sup>3</sup>/h), die auch zur Luftbefeuchtung bestimmt sind, gilt nun auch die Nachrüstpflicht von elektrischen Steuerungseinrichtungen, die den Sollwert für Befeuchtung und Entfeuchtung getrennt regeln können
- Kälteverteilungsleitungen müssen in Zukunft „maßvoll“ gedämmt werden (6mm WLG 035)
- Klimaanlage mit Kältebedarf  $> 12$  kW, und Anlagen mit großem Volumenstrom  $> 4000$  m<sup>3</sup>/h müssen mit Einrichtungen zur Wärmerückgewinnung ausgestattet werden. Weiterhin muss die elektrische Leistungsaufnahme der Ventilatoren in Abhängigkeit von der Förderleistung begrenzt werden. (Gilt nur bei Neueinbau und Erneuerung des Zentralgerätes)



## Bewertung gekühlter Wohngebäude

### EnEV 2007

- Zulässiger Primärenergiebedarf bei gekühlten Wohngebäuden + 16,2 kWh/(m<sup>2</sup>a)



**Bevorzugung von gekühlten Gebäuden**

### EnEV 2009

- Zulässiger Primärenergiebedarf bei gekühlten Wohngebäuden genauso hoch wie bei ungekühlten Gebäuden



**Energieaufwand für Kühlung muss an anderer Stelle eingespart werden**



## Bewertung gekühlter Wohngebäude

Wird die Raumluft gekühlt ist der berechnete Primärenergiebedarf um folgenden Wert zu erhöhen:

Zur Kühlung eingesetzte Technik	Jahres-Primärenergiebedarf in kWh/(m <sup>2</sup> a)	Endenergiebedarf In kWh/(m <sup>2</sup> a)
Split-, Multisplit- und Kompaktgeräte (Energieeffizienzklasse A, B, C) Wohnungslüftungen mit reversibler Wärmepumpe	16,2	6,0
Kühlflächen in Verbindung mit Kaltwasserkreisläufen und elektrischer Kälteerzeugung (z.B. reversible Wärmepumpe)	10,8	4,0
Erneuerbare Wärmesenken (Erd- sonden, Erdkollektoren, Zisternen)	2,7	1,0
Alle anderen	18,9	7,0

## Inbetriebnahme von Heizkesseln und sonstigen Wärmeerzeugern

- Heizkessel für flüssige / gasförmige Brennstoffe mit Nennleistung 4...400 kW dürfen nur eingebaut / aufgestellt werden, wenn sie mit CE-Kennzeichnung versehen sind.
- **Wärmeerzeuger dürfen nur eingebaut werden, wenn das Produkt aus Erzeugeraufwandzahl  $e_g$  und Primärenergiefaktor  $f_p$  nicht größer als 1,3 ist**

Anmerkung: Damit ist der Einsatz von elektrischen Heizsystemen praktisch unmöglich



## Verteilungseinrichtungen und Warmwasseranlagen:

- Zentralheizungsanlagen sind mit selbsttätig wirkenden Einrichtungen (in Abhängigkeit von der Außentemperatur oder anderer geeigneter Führungsgröße) zur Anpassung der Wärmezufuhr sowie einer Steuerung elektrischer Antriebe auszustatten
- Raumweise Regelung der Raumtemperatur  
Ausnahme: Einzelgeräte für feste / flüssige Brennstoffe  
Gruppenregelung für vergleichbare Räume  
Fußbodenheizung: Anpassung an Raumheizlast (vor 2002 errichtet)

**Nachrüstpflicht!!**



- Umwälzpumpen in Zentralheizungen > 25 kW selbsttätig mindestens 3-stufig regelbar  
(gilt auch bei Austausch)
- WW-Zirkulationspumpen mit selbsttätigen Ein- und Ausschalteneinrichtungen
- maximale Wärmeverluste von Verteilleitungen / Armaturen entsprechend Anhang 5
- maximale Wärmeverluste von Heiz- / WW-Speicher nach anerkannten Regeln der Technik



## Europäische Richtlinie EG 641/2009

Bemessungsgrundlage dafür, welche Pumpenmodelle zukünftig zum Einsatz kommen dürfen, ist ihr sogenannter Energie-Effizienz-Index (EEI). Er wird nach einem in der Verordnung (EG)641/2009 definierten Rechenverfahren ermittelt.

Vorgesehen sind drei Stufen:

- Ab Januar 2013 wird für Nassläuferpumpen, die außerhalb des Wärmeerzeugers installiert sind (externe Pumpen), der EEI Grenzwert für die Energieeffizienzklasse A auf 0,27 festgelegt. Zudem werden die bisherigen Energieeffizienzklassen durch den zusätzlichen Aufdruck des EEI auf die Pumpe ergänzt. (November 2013)
- Ab August 2015 wird der EEI-Grenzwert nochmals auf 0,23 herabgesetzt. Er gilt dann auch für Pumpen, die z. B. in neu installierte Wärmeerzeuger oder Solarstationen eingebaut werden (integrierte Pumpen).
- In einem letzten Umsetzungsschritt gelten die Vorgaben ab 2020 auch für den Austausch integrierter Pumpen in bestehenden Wärmeerzeugern. Von den Vorgaben betroffen sind alle Nassläufer-Umwälzpumpen im Heizungs- und Klimabereich.
- Ausgenommen sind Trinkwasserzirkulationspumpen.



## **Für jedes Gebäude des Wohn- und Nichtwohnbaus muss ein Energieausweis ausgestellt werden.**

- bei Neubauten: bei der Erstellung des Gebäudes
- bei Bestandsbauten: bei Mieterwechsel, Verkauf oder wesentlicher Änderung des Gebäudes (Nutzfläche wird um mehr als 50 % erweitert und es wird ein Primärenergienachweis durchgeführt)
- In Gebäude mit mehr als 1000 m<sup>2</sup> (Behörden und Gebäude in denen öffentliche Dienstleistungen erbracht werden) sichtbar ausgehängt
- Der Energiepass hat eine Gültigkeit von 10 Jahren (alte Energiepässe die nach den Vorgaben des Entwurfes der Verordnung vom 25.04.2007 erstellt wurden behalten Ihre Gültigkeit)



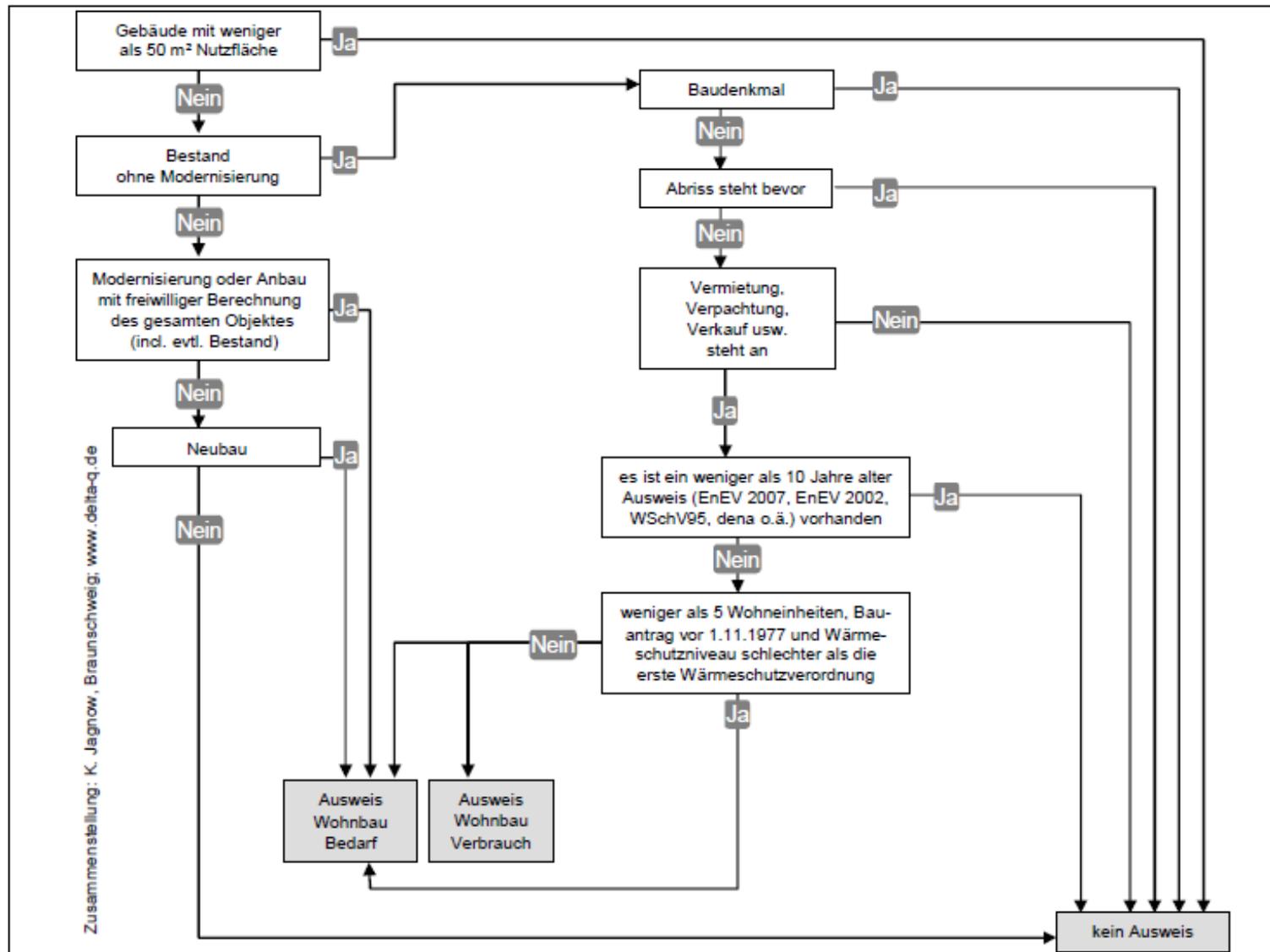
## Wann darf welcher Ausweis ausgestellt werden?

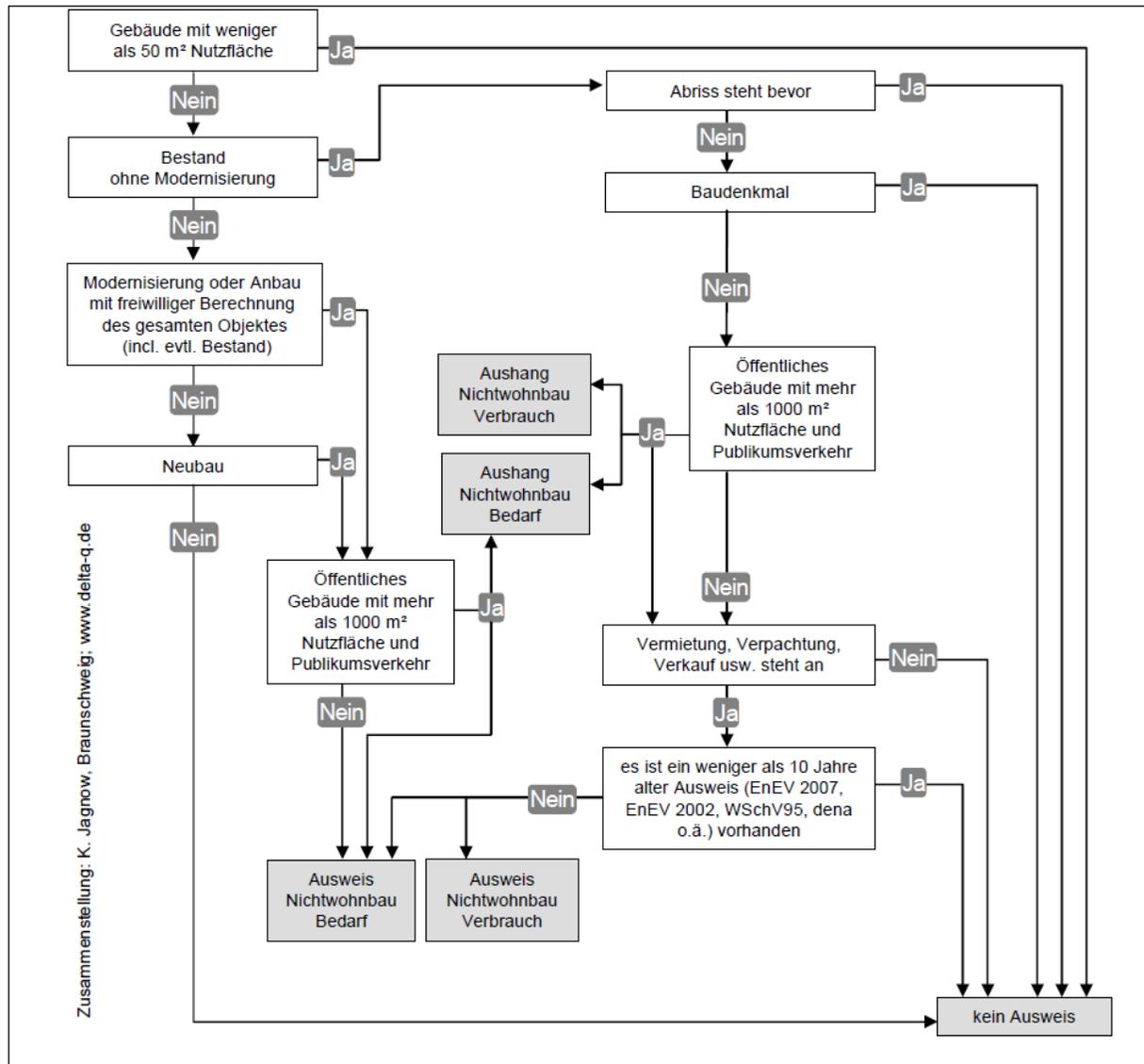
### Bedarfsausweise

- **für Wohngebäude mit bis zu 4 WE der Baujahre vor 1978 (Niveau der 1. WSchV wird nicht erfüllt)**
- **für Neubauten**

### Wahlfreiheit Bedarf / Verbrauch

- **bei allen WG mit mehr als 4 WE oder**
- **sofern Niveau der 1. WSchV erfüllt (auch Bj vor 1978) sowie**
- **für alle Nichtwohngebäude**





Anhang 6  
Muster Energieausweis Wohngebäude (zu den §§ 18 und 19)

# ENERGIEAUSWEIS für Wohngebäude

gemäß den §§ 16 ff. Energieeinsparverordnung (EnEV)

Gültig bis:

1

## Gebäude

Gebäudetyp		Gebäudefoto (freiwillig)
Adresse		
Gebäudeteil		
Baujahr Gebäude		
Baujahr Anlagentechnik		
Anzahl Wohnungen		
Gebäudenutzfläche (A <sub>N</sub> )		
Anlass der Ausstellung des Energieausweises	<input type="checkbox"/> Neubau <input type="checkbox"/> Vermietung / Verkauf	<input type="checkbox"/> Modernisierung (Änderung / Erweiterung)
		<input type="checkbox"/> Sonstiges (freiwillig)

## Hinweise zu den Angaben über die energetische Qualität des Gebäudes

Die energetische Qualität eines Gebäudes kann durch die Berechnung des **Energiebedarfs** unter standardisierten Randbedingungen oder durch die Auswertung des **Energieverbrauchs** ermittelt werden. Als Bezugsfläche dient die energetische Gebäudenutzfläche nach der EnEV, die sich in der Regel von den allgemeinen Wohnflächenangaben unterscheidet. Die angegebenen Vergleichswerte sollen überschlägige Vergleiche ermöglichen (**Erläuterungen – siehe Seite 4**).

- Der Energieausweis wurde auf der Grundlage von Berechnungen des **Energiebedarfs** erstellt. Die Ergebnisse sind auf **Seite 2** dargestellt. Zusätzliche Informationen zum Verbrauch sind freiwillig.
- Der Energieausweis wurde auf der Grundlage von Auswertungen des **Energieverbrauchs** erstellt. Die Ergebnisse sind auf **Seite 3** dargestellt.

Datenerhebung Bedarf/Verbrauch durch  Eigentümer  Aussteller

- Dem Energieausweis sind zusätzliche Informationen zur energetischen Qualität beigelegt (freiwillige Angabe).

## Hinweise zur Verwendung des Energieausweises

Der Energieausweis dient lediglich der Information. Die Angaben im Energieausweis beziehen sich auf das gesamte Wohngebäude oder den oben bezeichneten Gebäudeteil. Der Energieausweis ist lediglich dafür gedacht, einen überschlägigen Vergleich von Gebäuden zu ermöglichen.

Aussteller

Unterschrift des Ausstellers

.....  
Datum

.....  
Unterschrift

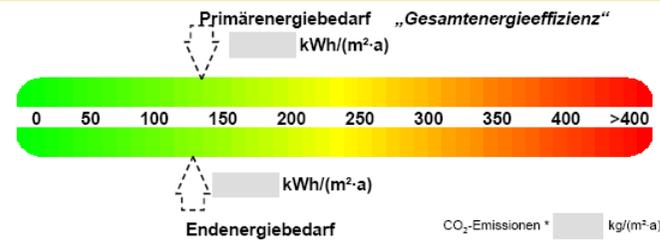
# ENERGIEAUSWEIS für Wohngebäude

gemäß den §§ 16 ff. Energieeinsparverordnung (EnEV)

## Berechneter Energiebedarf des Gebäudes

2

### Energiebedarf



## Nachweis der Einhaltung des § 3 oder § 9 Abs. 1 der EnEV (Vergleichswerte)

<b>Primärenergiebedarf</b>		<b>Energetische Qualität der Gebäudehülle</b>	
Gebäude Ist-Wert	kWh/(m <sup>2</sup> ·a)	Gebäude Ist-Wert H <sub>i</sub>	W/(m <sup>2</sup> ·K)
EnEV-Anforderungswert	kWh/(m <sup>2</sup> ·a)	EnEV-Anforderungswert H <sub>i</sub>	W/(m <sup>2</sup> ·K)

## Endenergiebedarf „Normverbrauch“

Energieträger	Jährlicher Endenergiebedarf in kWh/(m <sup>2</sup> ·a) für			Gesamt in kWh/(m <sup>2</sup> ·a)
	Heizung	Warmwasser	Hilfsgeräte	

## Erneuerbare Energien

- Einsatzbarkeit alternativer Energieversorgungssysteme nach § 5 EnEV vor Baubeginn berücksichtigt

Erneuerbare Energieträger werden genutzt für:

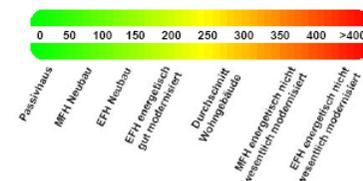
- Heizung  Warmwasser
- Lüftung

## Lüftungskonzept

Die Lüftung erfolgt durch:

- Fensterlüftung  Schachtlüftung
- Lüftungsanlage ohne Wärmerückgewinnung
- Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung

## Vergleichswerte Endenergiebedarf



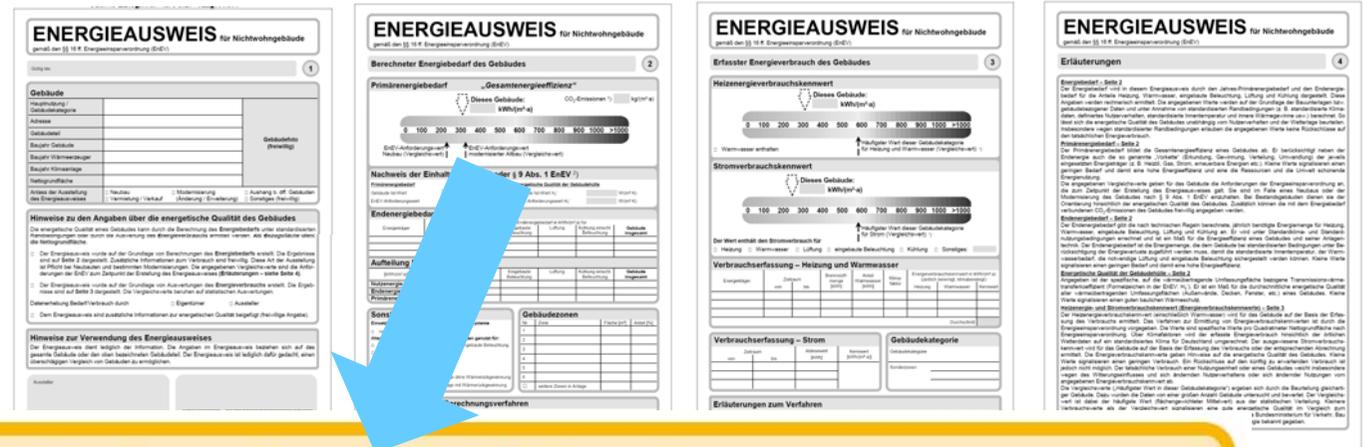
## Erläuterungen zum Berechnungsverfahren

Das verwendete Berechnungsverfahren ist durch die Energieeinsparverordnung vorgegeben. Insbesondere wegen standardisierter Randbedingungen erlauben die angegebenen Werte keine Rückschlüsse auf den tatsächlichen Energieverbrauch. Die ausgewiesenen Bedarfs- werte sind spezifische Werte nach der EnEV pro Quadratmeter Gebäudenutzfläche (A<sub>N</sub>).

\* freiwillige Angabe \*\* EFH – Einfamilienhäuser, MFH – Mehrfamilienhäuser



# EnEV 2009: Ausweis im Nichtwohnbau (1)



Primärenergiebedarf „Gesamtenergieeffizienz“

Ausgangslage: Blanko-Skala



Die Skalierung im Ausweis ist nicht fix (wie im Wohnbau), sie ergibt sich projektbezogen! Grundlage: Referenzgebäude

## EnEV 2009: Ausweis im Nichtwohnbau (2)



Schule A:  
IST 230 kWh/(m<sup>2</sup>a)  
REF<sub>neu</sub> 200 kWh/(m<sup>2</sup>a)  
REF<sub>bestand</sub> 280 kWh/(m<sup>2</sup>a)  
Skala: 840 kWh/(m<sup>2</sup>a)



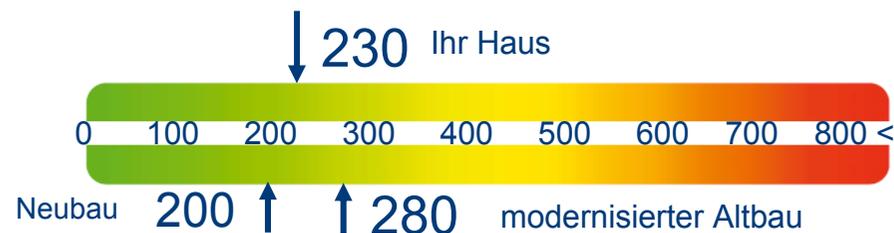
Schule B:  
IST 180 kWh/(m<sup>2</sup>a)  
REF<sub>neu</sub> 150 kWh/(m<sup>2</sup>a)  
REF<sub>bestand</sub> 210 kWh/(m<sup>2</sup>a)  
Skala: 630 kWh/(m<sup>2</sup>a)

### ENERGIEAUSWEIS für Nichtwohngebäude gemäß den §§ 16 ff. Energieeinsparverordnung (EnEV)

Berechneter Energiebedarf des Gebäudes

2

Primärenergiebedarf „Gesamtenergieeffizienz“



Nachweis der Einhaltung des § 4 oder § 9 Abs. 1 EnEV<sup>2)</sup>

Primärenergiebedarf		Energetische Qualität der Gebäudehülle	
Gebäude Ist-Wert	230 kWh/(m <sup>2</sup> a)	Gebäude Ist-Wert H <sub>t</sub> '	W/(m <sup>2</sup> ·K)
EnEV-Anforderungswert	280 kWh/(m <sup>2</sup> a)	EnEV-Anforderungswert H <sub>t</sub> '	W/(m <sup>2</sup> ·K)

Problem: 2 Schulen, 2 unterschiedlich skalierte Ausweise

## EnEV 2009: Nichtwohnbau (2)



Schule A:  
IST 230 kWh/(m<sup>2</sup>a)  
REF<sub>neu</sub> 200 kWh/(m<sup>2</sup>a)  
REF<sub>bestand</sub> 280 kWh/(m<sup>2</sup>a)  
Skala: 840 kWh/(m<sup>2</sup>a)



Schule B:  
IST 180 kWh/(m<sup>2</sup>a)  
REF<sub>neu</sub> 150 kWh/(m<sup>2</sup>a)  
REF<sub>bestand</sub> 210 kWh/(m<sup>2</sup>a)  
Skala: 630 kWh/(m<sup>2</sup>a)

### ENERGIEAUSWEIS für Nichtwohngebäude gemäß den §§ 16 ff. Energieeinsparverordnung (EnEV)

Berechneter Energiebedarf des Gebäudes

2

Primärenergiebedarf „Gesamtenergieeffizienz“

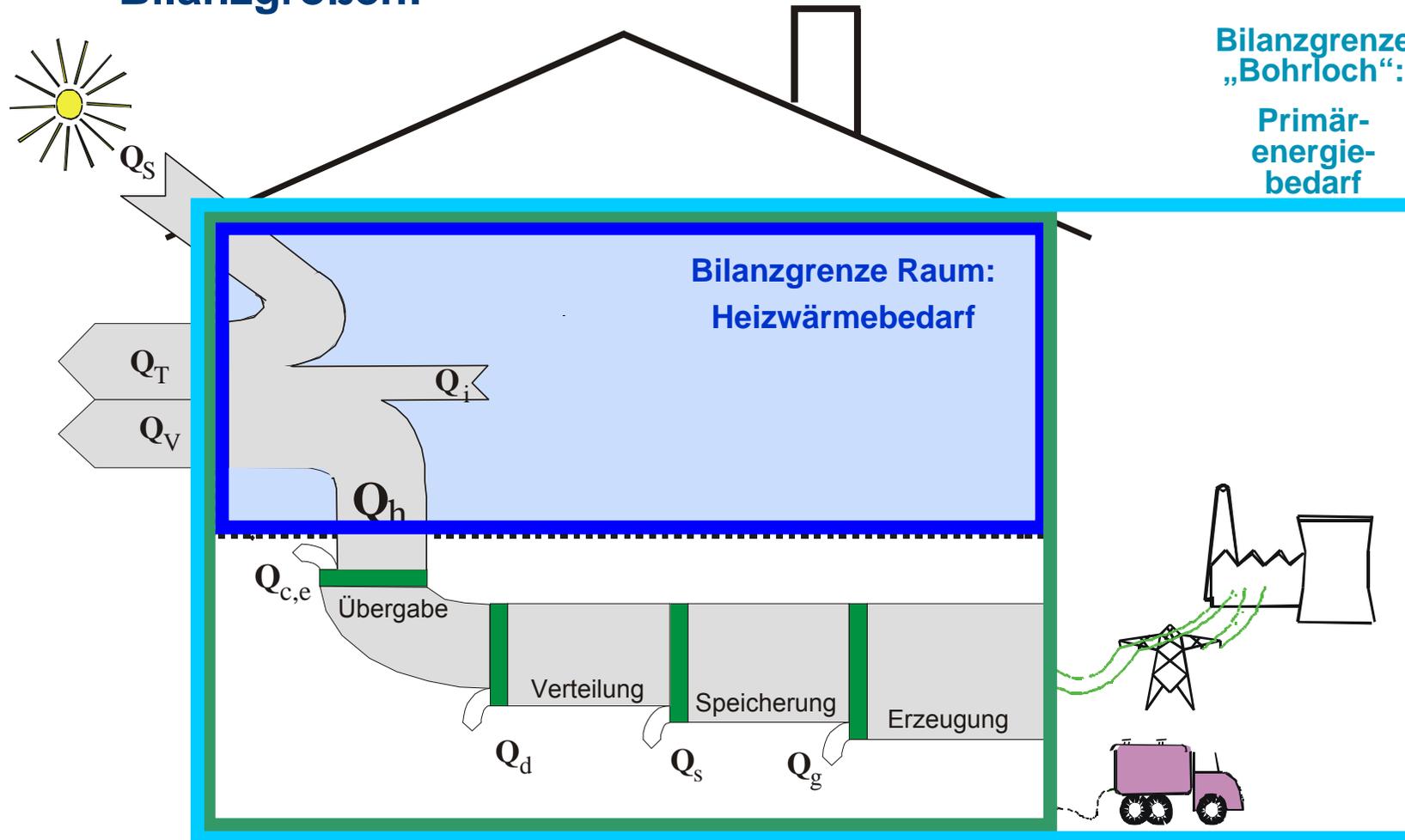


Nachweis der Einhaltung des § 4 oder § 9 Abs. 1 EnEV<sup>2)</sup>

Primärenergiebedarf		Energetische Qualität der Gebäudehülle	
Gebäude Ist-Wert	180 kWh/(m <sup>2</sup> a)	Gebäude Ist-Wert H <sub>t</sub> '	W/(m <sup>2</sup> ·K)
EnEV-Anforderungswert	210 kWh/(m <sup>2</sup> a)	EnEV-Anforderungswert H <sub>t</sub> '	W/(m <sup>2</sup> ·K)



## Bilanzgrößen:



Bilanzgrenze Gebäude:  
Heizenergiebedarf



## Vereinfachte Datenaufnahme für die Bau- und Anlagentechnik

Tabelle 1: Geometrische Vereinfachungen und Korrekturen für den Rechengang

Lfd. Nr.	Maßnahme / Bauteil	zulässige Vereinfachung	Korrektur für den Rechengang
1a	Fensteraufmaß	Die Fensterfläche darf mit 20 v.H. der Wohnfläche (§ 2 Nr. 12 EnEV) angenommen werden.	keine Korrektur notwendig  Die Fenster sind bei einer solchen Vereinfachung ost/west-orientiert anzunehmen.  Ist die Wohnfläche nicht bekannt, kann sie vereinfacht wie folgt aus der aufgemessenen Gebäudenutzfläche $A_N$ nach EnEV ermittelt werden:  für Ein- und Zweifamilienhäuser mit beheiztem Keller $A_{\text{Wohnfl.}} = A_N / 1,35$  für alle sonstigen Wohngebäude $A_{\text{Wohnfl.}} = A_N / 1,20$
1b	Aufmaß Außentüren	nicht erforderlich  (Türen sind in dem Pauschalwert für die Fensterfläche -siehe 1a- enthalten)	keine Korrektur notwendig
1c	Rollladenkästen	Fläche: 10 v.H. der Fensterfläche	keine Korrektur notwendig
2	Vor- und Rücksprünge in den Fassaden bis zu 0,5 m	dürfen übermessen werden	Zuschlag von 5 v.H. auf den Transmissionswärmeverlust $H_T$
3	Dachgauben	Die Gaube in ihren tatsächlichen geometrischen Abmessungen darf übermessen werden. Es ist lediglich die Länge der Gaube auf 0,5m genau zur Korrektur für den Rechengang abzuschätzen.	Zuschlag von 10 W/K pro Gaubenseitenwand auf den Transmissionswärmeverlust $H_T$  Volumenerhöhung: $\Delta V_e = 9 \text{ m}^3 \cdot l_{\text{Gaube}}$ mit $l_{\text{Gaube}} = \text{auf } 0,5 \text{ m genau abgeschätzte Länge der Gaube in Metern}$
4	innenliegende Kellerabgänge	dürfen übermessen werden	Zuschlag von 50 W/K pro Kellerabgang auf den Transmissionswärmeverlust $H_T$  Volumenerhöhung: $\Delta V_e = 35 \text{ m}^3$ je Kellerabgang
5	Flächen der Heizkörpernischen	Fläche: 50 v.H. der Fensterfläche	keine Korrektur notwendig

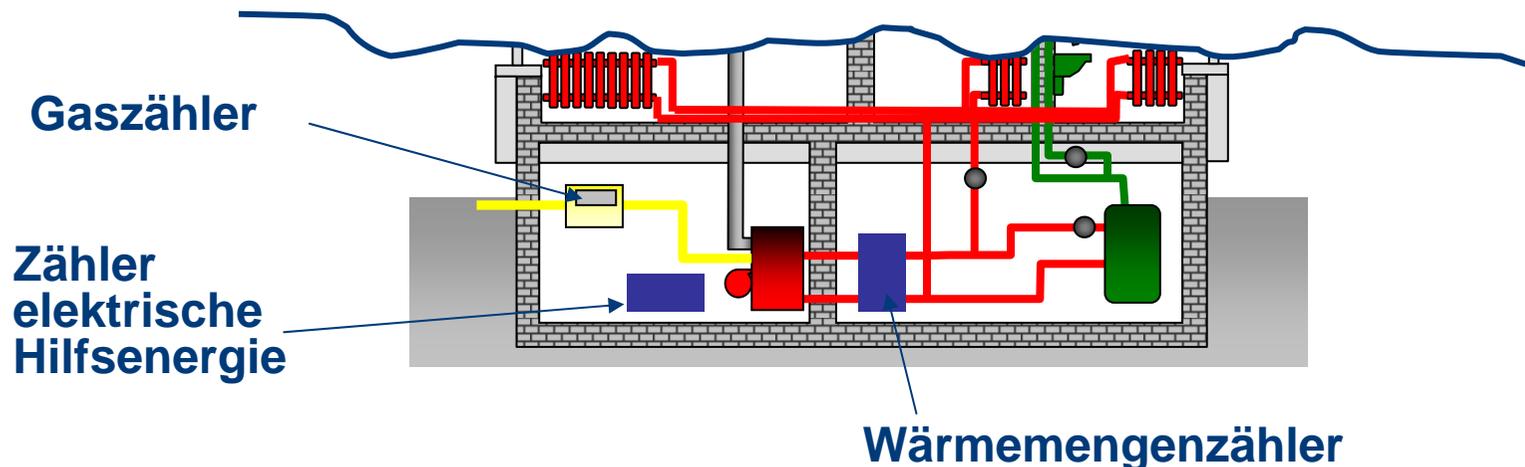


## Vereinfachte Datenaufnahme für die Bau- und Anlagentechnik

Bauteil	Konstruktion	Baualtersklasse <sup>1</sup>							
		bis 1918	1919 bis 1948	1949 bis 1957	1958 bis 1968	1969 bis 1978	1979 bis 1983	1984 bis 1994	ab 1995
		Pauschalwerte für den Wärmedurchgangskoeffizienten in W/(m <sup>2</sup> ·K)							
Dach  (auch Wände zwi- schen beheiztem und unbeheiztem Dachgeschoss)	Massive Konstruktion (insbes. Flachdächer)	2,1	2,1	2,1	2,1	0,6	0,5	0,4	0,3
	Holzkonstruktion (insbes. Steildächer)	2,6	1,4	1,4	1,4	0,8	0,5	0,4	0,3
oberste Geschoss- decke  (auch Fußboden gegen außen, z.B. über Durchfahrten)	Massive Decke	2,1	2,1	2,1	2,1	0,6	0,5	0,4	0,3
	Holzbalkendecke	1,0	0,8	0,8	0,8	0,6	0,4	0,3	0,3
Außenwand  (auch Wände zum Erdreich und zu unbeheizten (Kel- ler-) Räumen)	Massive Konstruktion (Mauerwerk, Beton, oder ähn- lich)	1,7	1,7	1,4	1,4	1,0	0,8	0,6	0,5
	Holzkonstruktion (Fachwerk, Fertighaus, oder ähnlich)	2,0	2,0	1,4	1,4	0,6	0,5	0,4	0,4
Bauteile gegen Erdreich oder Keller	Massive Bauteile	1,2	1,2	1,5	1,0	1,0	0,8	0,6	0,6
	Holzbalkendecke	1,0	0,8	0,8	0,8	0,6	0,6	0,4	0,4

## Energieausweis auf Grundlage des Verbrauchs

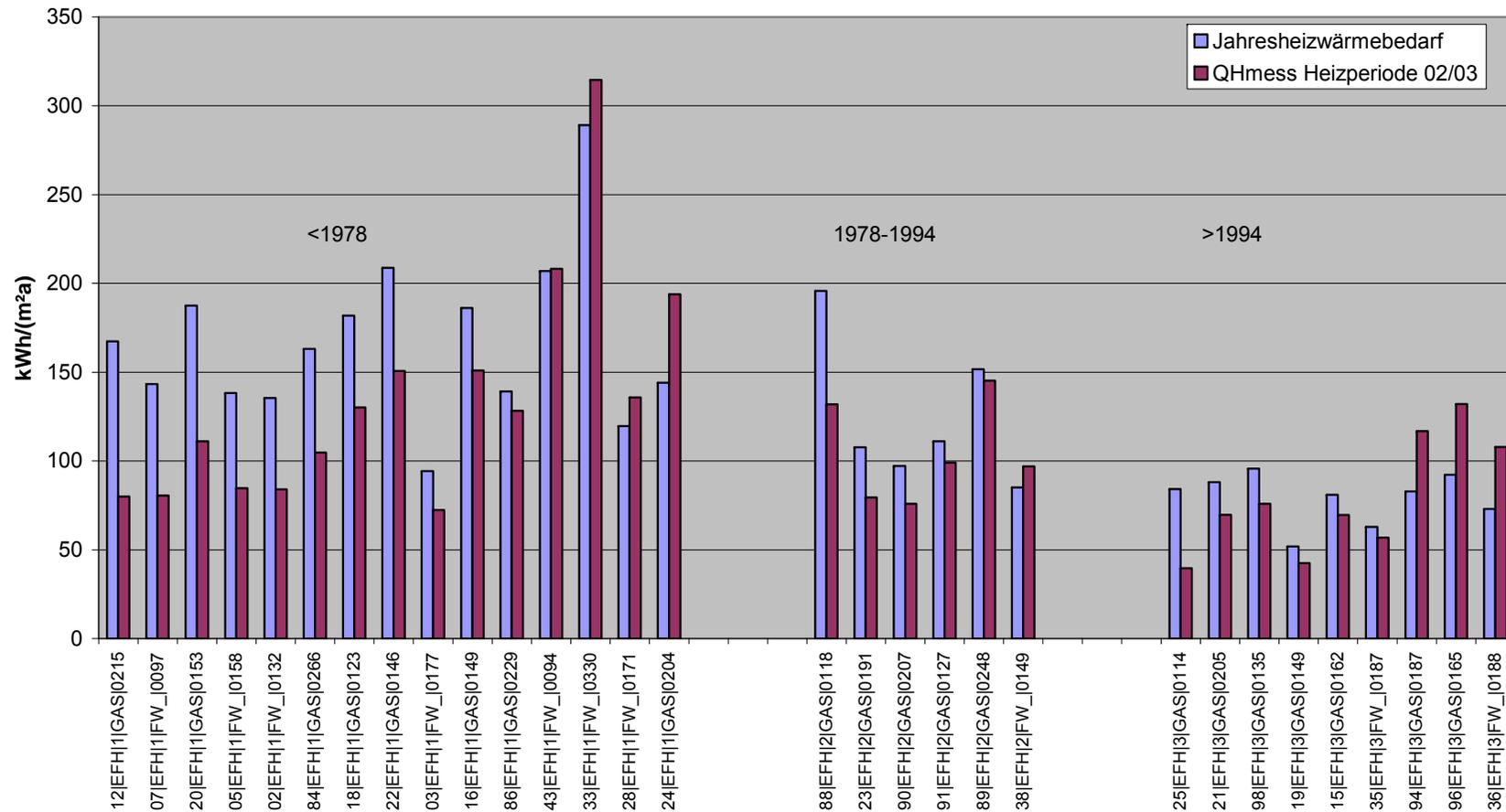
1. Zur Ermittlung von Energieverbrauchskennwerten mind. drei Abrechnungsperioden einbeziehen (witterungsbereinigte Werte)  
Längere Leerstände müssen berücksichtigt werden
2. Flächenbezug bei Wohngebäuden ist die Gebäudenutzfläche  
(vereinfacht  $1,35 \times$  Wohnfläche bei EFH/ZFH sonst  $1,2 \times$  Wohnfläche)  
Flächenbezug bei NWG ist die Nettogrundfläche
3. Vergleichskennwerte für Energieverbrauchskennwerte für NWG gem. Veröffentlichung BMVBS



## Energieausweis aus Verbrauch oder Bedarf?

	Verbrauchspass	Bedarfspass
Vorteile	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Keine Detailaufnahme notwendig</li> <li>• Als Dienstleistung der Abrechnungsunternehmen denkbar</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Normierter Nutzer</li> <li>• Vergleichbarkeit von Gebäuden</li> <li>• Aufträge für die Aussteller der Pässe</li> </ul>
Nach-teile	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nutzerverhalten kann nicht beziffert werden</li> <li>• Nicht überall liegen Verbrauchsdaten vor</li> <li>• Energetische Bewertung von Einsparmaßnahmen nur bedingt möglich</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sehr genaue Aufnahme notwendig</li> <li>• Hohe Kosten für den Auftraggeber</li> <li>• Heizkosten können nicht geschätzt werden</li> </ul>

Gemessener Heizenergieverbrauch (Betrachtungszeitraum Nov.- März 02/ 03) im Vergleich mit Jahresheizwärmebedarf nach EID Bestand der OPTIMUS- Einfamilienhäuser





## Ausweis = Beratung ?

öffentlich-rechtlich

einfach  
kostengünstig  
rechtssicher



Einfacher Bedarfspass,  
Verbrauchspass

Energiepass

privatrechtlich

ausführlich  
nutzerorientiert  
realistisch



Abgleich von Verbrauch  
und Bedarf

Energieberatung



## § 21 Zur Ausstellung von Energieausweisen für bestehende Gebäude sind berechtigt

### Absolventen von Hoch- oder Fachhochschulen

(Architektur, Hochbau, Bauingenieurwesen, Gebäudetechnik, Bauphysik, Maschinenbau, E-Technik)

### Wohngebäude

**Innenarchitektinnen;**

**Handwerksmeister** (Bauhandwerk, Heizungsbau, Installation, Schornsteinfegerwesen); **Techniker** (Hochbau, Bauingenieurwesen, Gebäudetechnik)

Energiefachberater Baustoffhandel \*

**und**

### Voraussetzungen sind

1. Studium mit Ausbildungsschwerpunkt energiespar. Bauen **oder** nach Studium 2 Jahre Berufserfahrung (Bau- oder Anlagentechnik) **oder**
2. Eine erfolgreiche Fortbildung nach Anhang 11 (Energieberater) **oder**
3. Bauvorlageberechtigung



## wie wird die Anwendung der EnEV dokumentiert?

Folgender Nachweise ist vorgeschrieben:

- Unternehmererklärung: Wenn in einem Bestandsgebäude die Anlagentechnik (Heizung, Warmwasserbereitung, Lüftung und Klimatisierung) oder Teile davon ersetzt oder neu eingebaut werden oder wenn Änderungen der Außenbauteile und der Dämmung der obersten Geschossdecke vorgenommen werden, ist dem Bauherren oder Eigentümer nach Abschluss der Arbeiten eine formlose schriftliche Bestätigung auszuhändigen. **Bestätigt wird die Einhaltung der Anforderungen der EnEV für das geänderte oder eingebaute Bauteil.**
- Die Unternehmererklärung ist vom Bauherren oder Eigentümer und dessen Rechtsnachfolger mindestens fünf Jahre aufzubewahren



## wer überprüft in Zukunft die EnEV?

- Bezirksschornsteinfegermeister überprüft die Nachrüstverpflichtungen (Austausch alter Heizkessel, Dämmung von Leitungen) und die Anforderungen beim Einbau einer neuen Anlage (Regelung, Umwälzpumpe, Anforderungen an Verteilungsleitungen und Armaturen) Diese Prüfung wird einmalig bei der ersten Feuerstättenschau durchgeführt.
- Der Eigentümer kann zum Nachweis dem Bezirksschornsteinfegermeister eine Unternehmererklärung bzw. eine Eigentümererklärung vorlegen. In diesem Fall muss keine Prüfung durch den Schornsteinfegermeister erfolgen
- Bei Nichteinhaltung der Anforderungen gemäß EnEV setzt der Bezirksschornsteinfegermeister dem Bauherren oder Eigentümer eine Frist zur Nacherfüllung. Wird der Pflicht zur Nacherfüllung nicht nachgekommen, wird die nach Landesrecht zuständige Behörde informiert
- Der Bezirksschornsteinfegermeister soll Nachrüstempfehlungen geben, in Fällen in denen der Eigentümer noch nicht zur Nachrüstung verpflichtet ist.



## welche neuen Ordnungswidrigkeiten definiert die EnEV 2009 gegenüber der EnEV 2007? (Auszug)

Ordnungswidrig handelt wer vorsätzlich oder leichtfertig:

- ein Wohn- oder Nichtwohngebäude nicht so errichtet, dass die Grenzwerte für Jahres-Primärenergiebedarf und des spezifischen Transmissionswärmeverlust eingehalten werden.
- Änderungen an bestehenden Gebäuden und Anlagen nicht gemäß § 9 Abs. 1 Satz 1 so ausführt, dass die in Anlage 3 festgelegten Wärmedurchgangskoeffizienten der betroffenen Außenbauteile nicht überschritten werden.
- eine Unternehmererklärung entgegen § 26a Abs.1 nicht, nicht richtig oder nicht rechtzeitig vornimmt.



## welche neuen Ordnungswidrigkeiten definiert die EnEV 2009 gegenüber der EnEV 2007? (Auszug)

Ordnungswidrig handelt wer vorsätzlich oder leichtfertig:

- bei Verkauf, Vermietung, Verpachtung oder Leasing eines Gebäudes oder einer Wohnung dem potenziellen Nutzer einen Energieausweis nicht, nicht vollständig oder nicht rechtzeitig zugänglich macht, spätestens wenn dies der Nutzer verlangt oder
- als Eigentümer Daten für die Ausstellung des Energieausweises zur Verfügung stellt, die den entsprechenden Anforderungen der EnEV nicht genügen oder als Aussteller des Energieausweises erforderliche Daten bei der Berechnung verwendet, die den entsprechenden Anforderungen der EnEV 2009 nicht genügen oder
- einen Energieausweis oder Modernisierungsempfehlungen ausstellt, ohne nach § 21 EnEV ausstellungsberechtigt zu sein.



# Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz



## Zwei Säulen

- Ordnungsrecht – „Nutzungspflicht“
- Finanzielle Förderung – „Marktanreizprogramm“

## Nutzungspflicht

- Im Neubau muss der Wärmebedarf anteilig durch die Nutzung von Biomasse, Geothermie, solarer Strahlungsenergie oder Umweltwärme gedeckt werden.

## Finanzielle Förderung

- Die Nutzung Erneuerbarer Energie für die Heizung, Warmwasserbereitung und Erzeugung von Kühl und Prozesswärme wird bis zum Jahr 2012 mit bis zu 500 Millionen € pro Jahr gefördert.



## Solare Strahlungsenergie

- Beim Einsatz von Solaranlagen müssen mindestens 15 % des Wärmeenergiebedarfs gedeckt werden
- Bei Ein- und Zweifamilienhäusern gilt die Forderung erfüllt wenn Solarkollektoren mit mindestens 0,04 m<sup>2</sup> Aperturfläche pro m<sup>2</sup> Gebäudenutzfläche installiert werden
- bei Wohngebäuden mit mehr als zwei Wohnungen gilt die Forderung als erfüllt wenn mindestens 0,03 m<sup>2</sup> Aperturfläche pro m<sup>2</sup> Gebäudenutzfläche installiert werden
- Die eingesetzten Kollektoren müssen mit dem europäischen Prüfzeichen „Solar Keymark“ zertifiziert sein



## Gasförmige Biomasse

- es müssen mindestens 30 % des Wärmeenergiebedarfs aus Biomasse gedeckt werden
- Die Anforderung gilt nur dann als erfüllt wenn die Nutzung in einer KWK Anlage erfolgt

## Flüssige Biomasse

- es müssen mindestens 50 % des Wärmeenergiebedarfs aus Biomasse gedeckt werden
- Die Anforderung gilt nur dann als erfüllt wenn die Nutzung der Biomasse in einem Heizkessel erfolgt der dem besten verfügbarem Stand der Technik entspricht (Brennwertkessel)
- Aktuelle Situation : Bisläng gibt es nur wenige Hersteller, die entsprechende Freigaben erteilt haben
- Fazit: derzeit keine praktikable Option



## Feste Biomasse

- es müssen mindestens 50 % des Wärmeenergiebedarfs aus Biomasse gedeckt werden
- Die Anforderung gilt nur dann als erfüllt wenn,
  - Die Anforderungen der Verordnung für kleine und mittlere Feuerungsanlagen erfüllt werden,
  - der Kesselwirkungsgrad nach DIN EN 303-5 für Biomassezentralheizungen
    - bis 50 kW Leistung mindestens 86% beträgt
    - über 50 kW Leistung mindestens 88 % beträgt



## Wärmepumpen

- es müssen Mindestens 50 % des Wärmenergiebedarfs von der Wärmepumpe gedeckt werden
- Sole/Wasser- und Wasser/Wasser – Wärmepumpen mit einer JAZ von min 4,0
- Luft/Wasser – Wärmepumpen mit JAZ von min. 3,3
- Stromzähler und Wärmemengenzähler müssen vorhanden sein

## Abwärmenutzung mit raumluftechnischen Anlagen

- es müssen Mindestens 50 % des Wärmenergiebedarfs von der Wärmerückgewinnung gedeckt werden
- Der Wärmerückgewinnungsgrad der Anlage muß mindestens 70 % betragen
- Das Verhältnis von Wärme aus Wärmerückgewinnung und Stromeinsatz muß mindestens 10 betragen



## Ersatzmaßnahme

- Unterschreitung der gültigen EnEV um 15 % bei
  - Priärenergieanforderung
  - Dämmstandard (HT`)



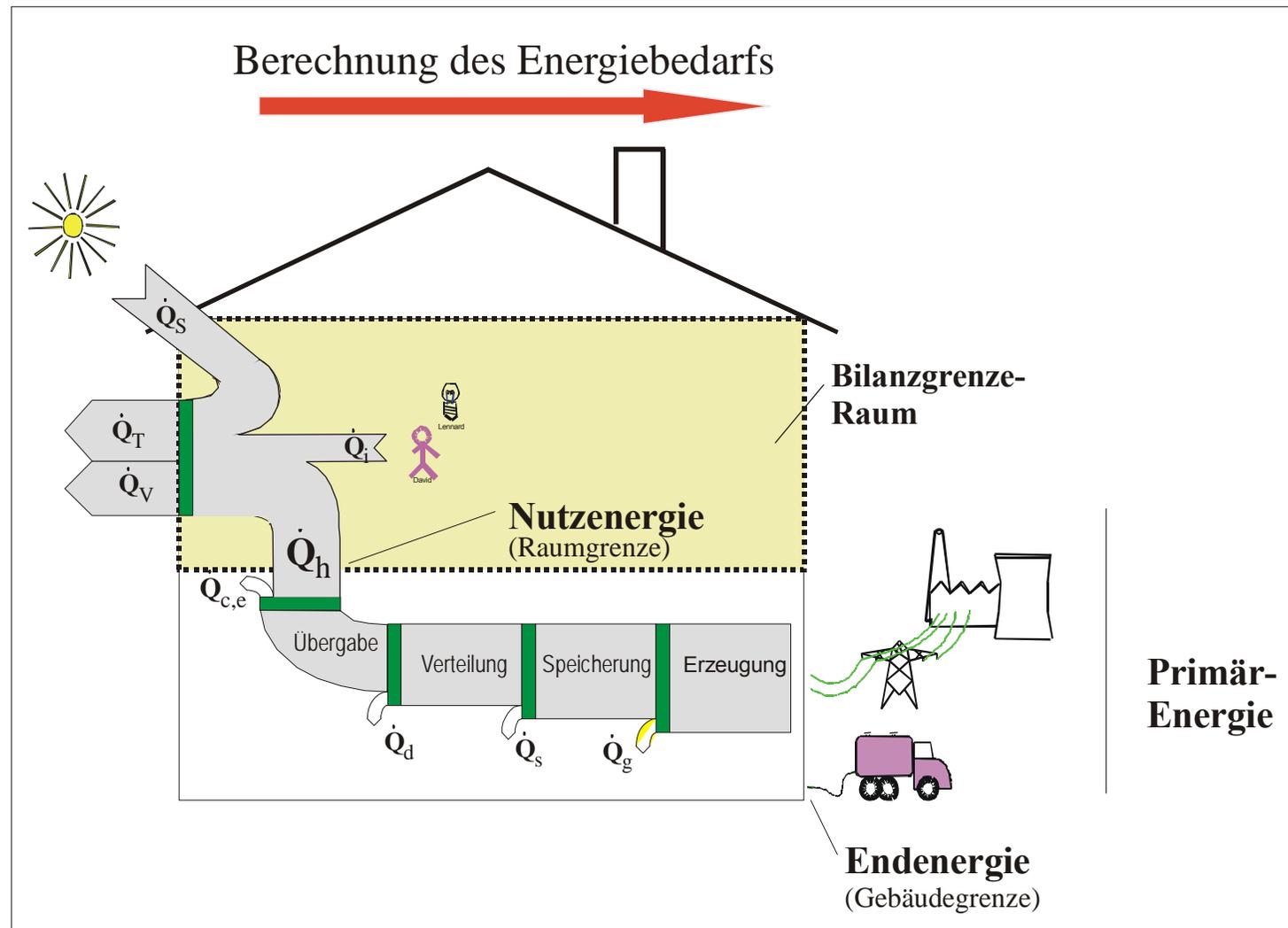
# Normen und Nachweisverfahren



## Bilanzverfahren für den Energieausweis

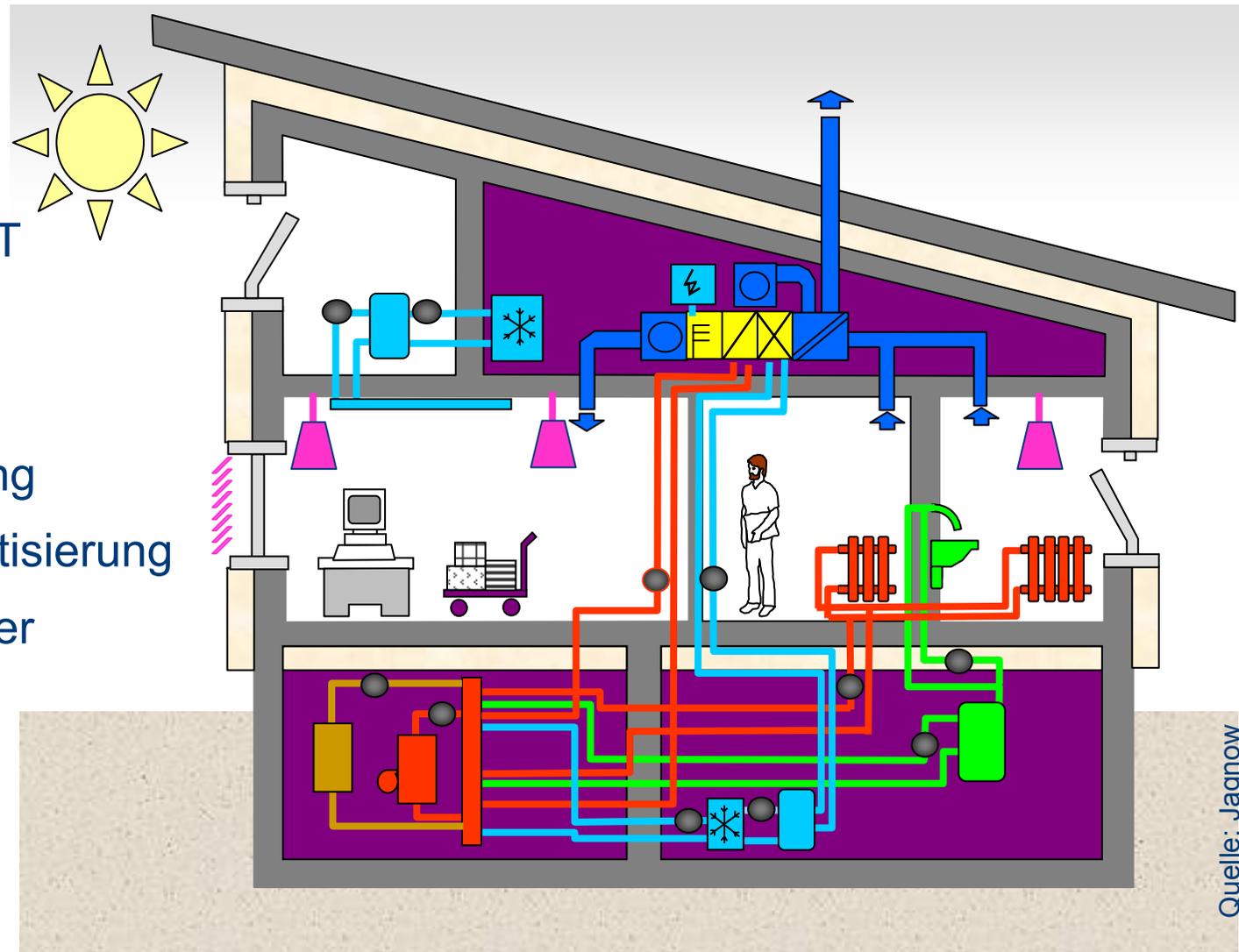
- **Neubau/Wohnbau:** DIN V 4108-6 und DIN V 4701-10  
oder DIN V 18599
- **Bestand/Wohnbau:**  
ggf. mit vereinfachter Datenaufnahme der Bau- und  
Anlagentechnik
- **Nichtwohnbau:** DIN V 18599

## Bilanzprinzip der DIN V 4701 Teil 10:



## Teile der Norm DIN EN 18599

- 1 Bilanzablauf
- 2 Raumbilanz
- 3 Nutzenergie RLT
- 4 Beleuchtung
- 5 Heizung
- 6 Wohnungslüftung
- 7 Kälte und Klimatisierung
- 8 Trinkwarmwasser
- 9 BHKW
- 10 Randbedingungen





## Wärmeverluste der Wärmeübergabe:

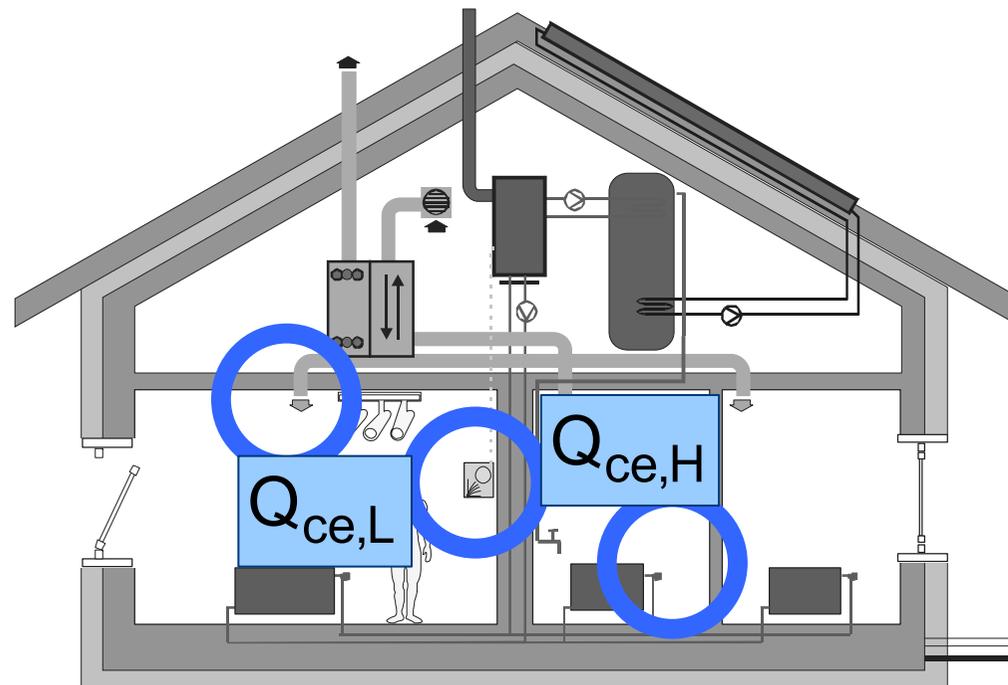
typisch:  $q_{ce,H} = 1...5 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$

$q_{ce,L}$

$q_{ce,H}$

Differenz zwischen  
idealer und realer  
Regelung.

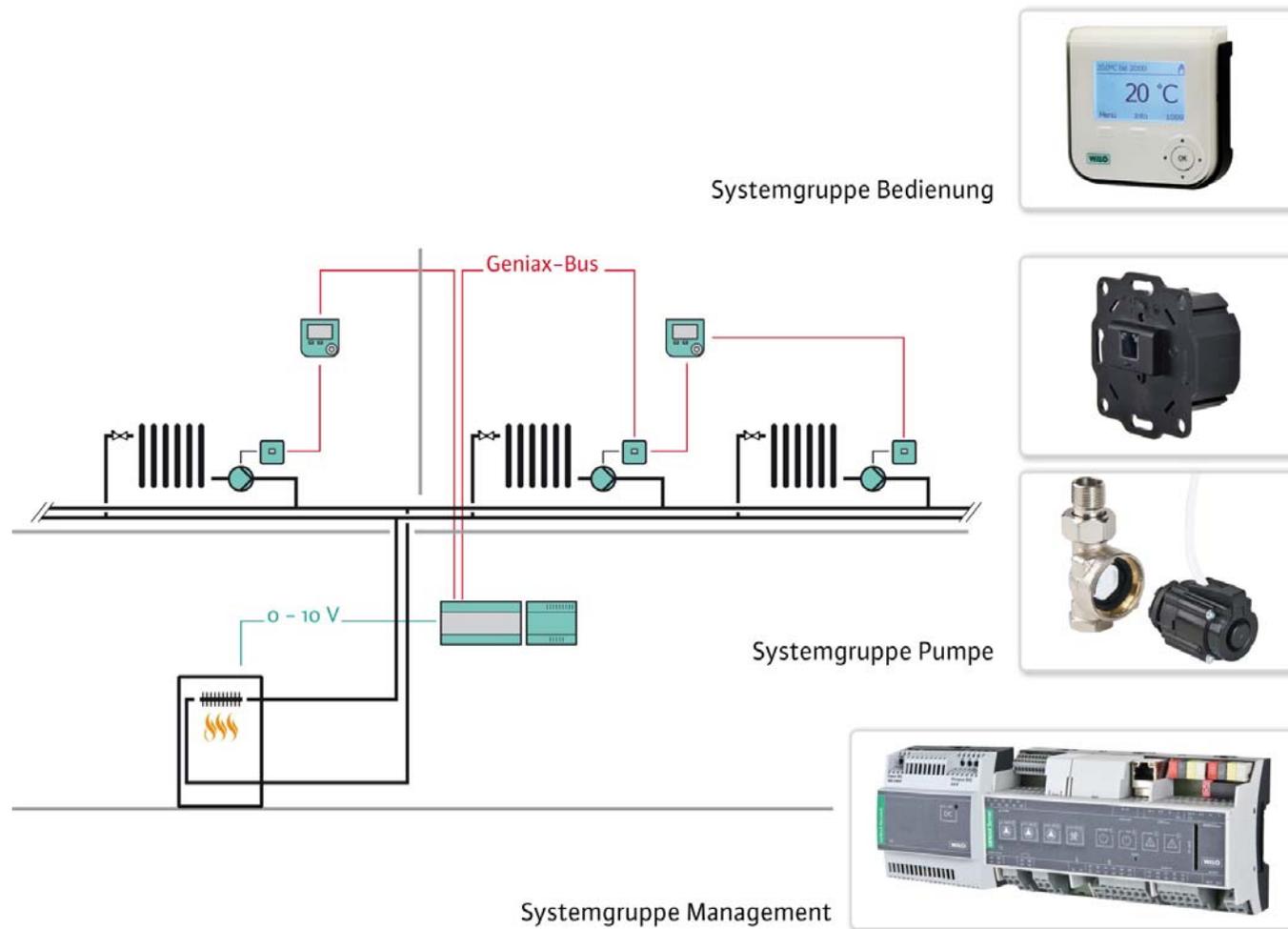
Je nach Regelstrategie  
und Lage des Heiz-  
körpers (Luftauslasses)  
wird eine Energiemenge  
bestimmt, die als Verlust  
der Wärmeübergabe  
definiert ist.





System	Regelung	$q_{ce}$ in kWh/m <sup>2</sup> a	Bemerkungen
<b>Wasserheizung</b>			
<u>Freie Heizflächen</u>			
a) überwiegende Anordnung der Heizflächen im Außenwandbereich	Thermostatregelventile und andere P-Regler mit Auslegungsbereich: 2 Kelvin 1 Kelvin  elektronische Regeleinrichtung	3,3 1,1  0,7	zeit- und temperaturabhängig arbeitend, mit PI- oder vergleichbarem Regelverhalten
	elektronische Regeleinrichtung mit Optimierungsfunktion	0,4	mit zusätzlichen Funktionen wie z.B. Fensteröffnungs- oder Präsenzerkennung
b) überwiegende Anordnung im Innenwandbereich		$q_{ce} + 1,1$	

## Wilo-Geniax - Systemübersicht



## Dezentrale Pumpe Wilo-Geniax

Hocheffizienzpumpe  
mit EC-Motor  
Gesamtlänge: 62 mm



Verkleidung für die  
Dezentrale Pumpe



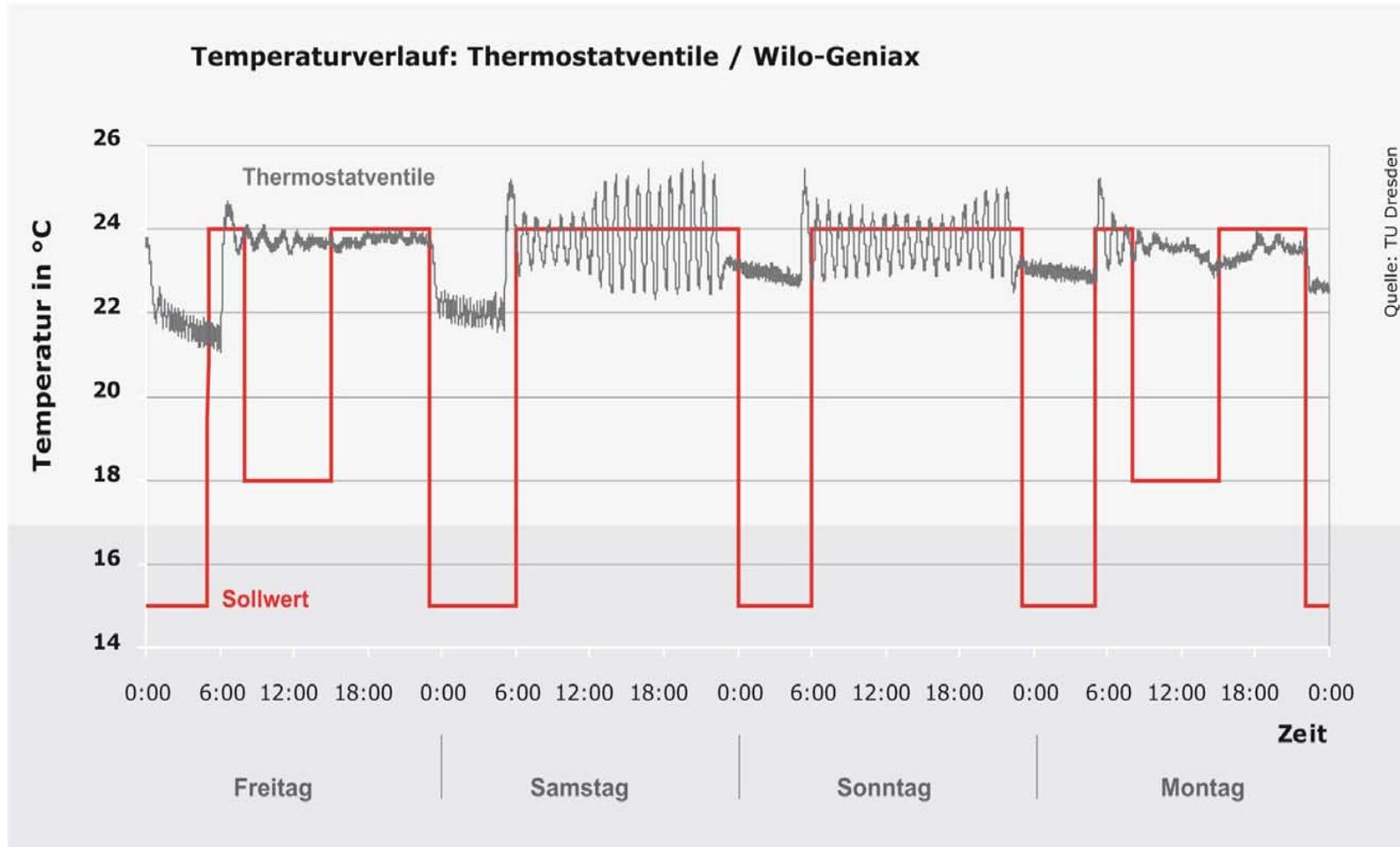


## Dezentrale Pumpe Wilo-Geniax

### Technische Daten (Auszug)

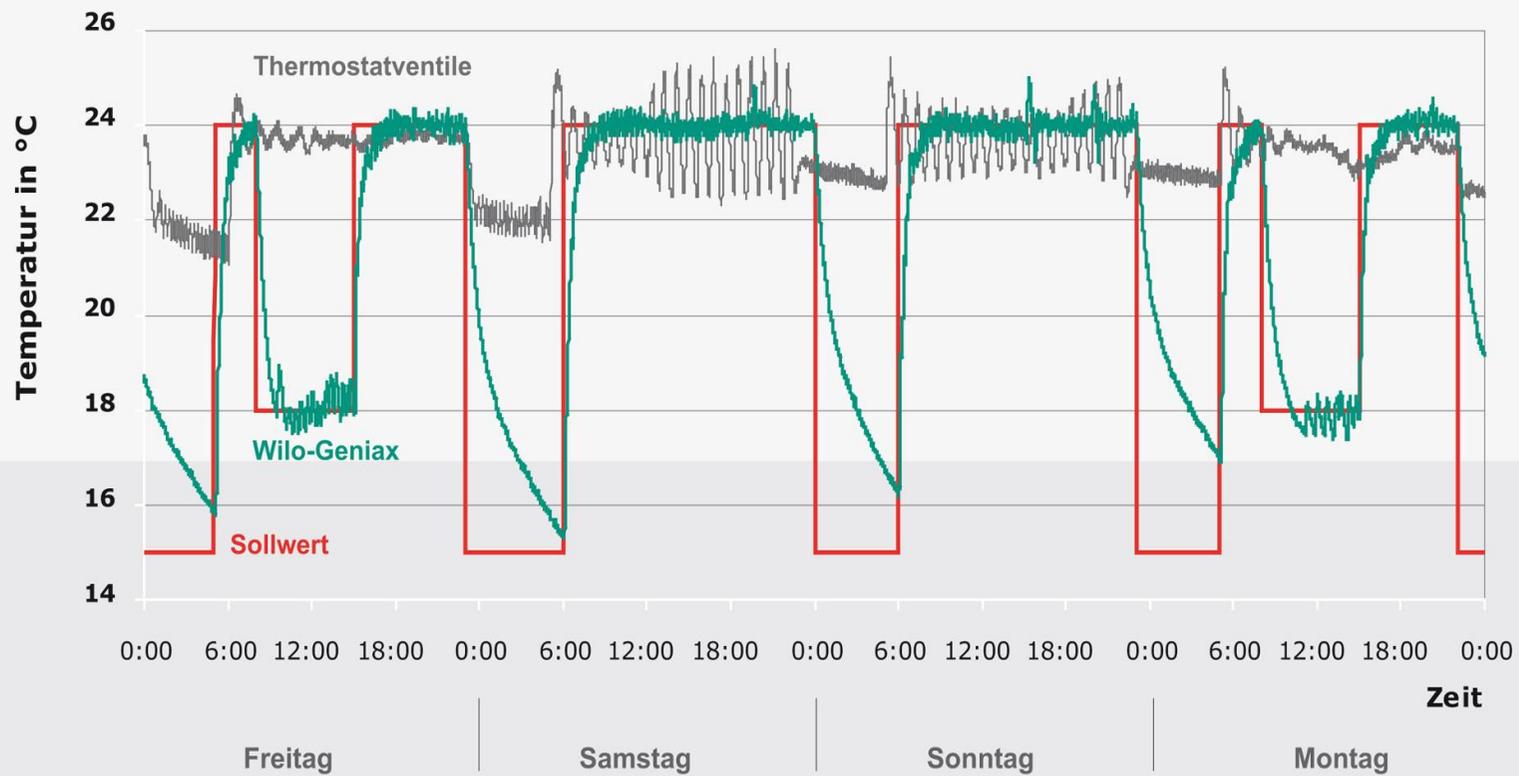
	Wilo-Geniax Pumpe 1,0
Nenn-Förderhöhe	ca.1 m
Nenn-Förderstrom	100 l/h
Spannungsversorgung	24 V DC
Leistungsaufnahme max.	3,5 W







### Temperaturverlauf: Thermostatventile / Wilo-Geniix



Quelle: TU Dresden

## Wärmeverluste der Wärmeverteilung:

$$q_{d,TW} = \sum [U_{\text{Rohr}} \cdot L_{\text{Rohr}} \cdot (\vartheta_{i,\text{Rohr}} - \vartheta_{a,\text{Rohr}})] \cdot t_{TW} / A_N$$

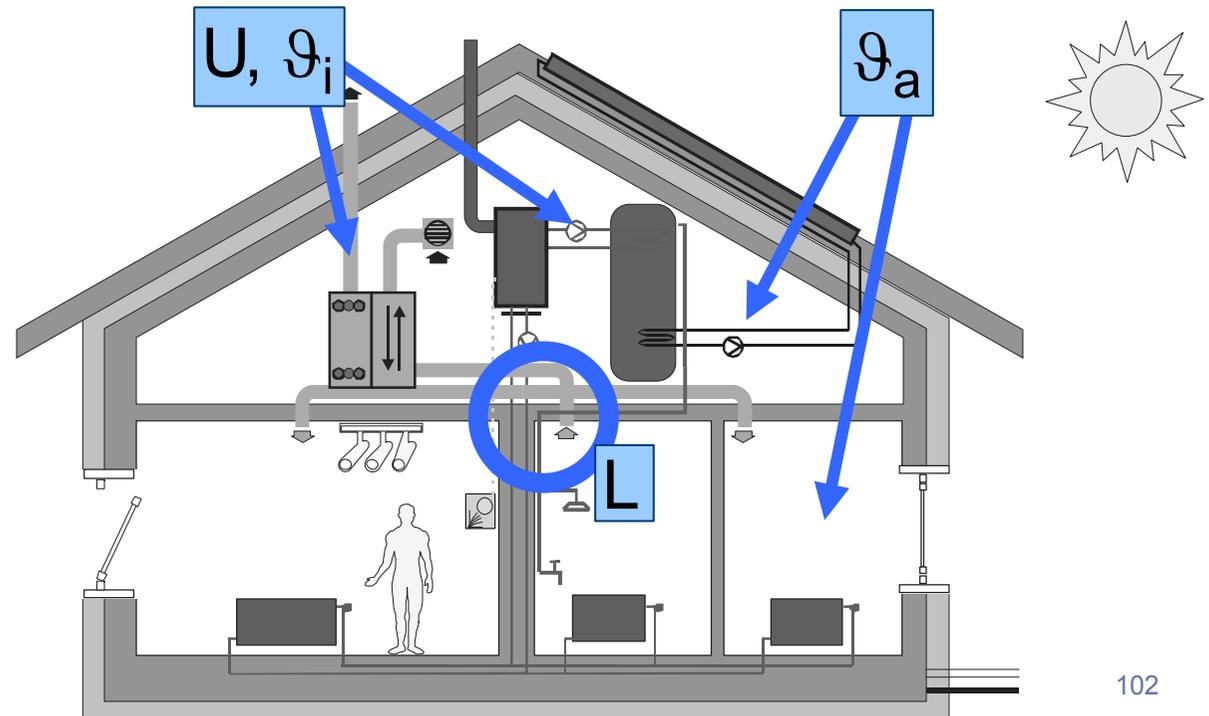
$$q_{d,L} = \sum [U_{\text{Kanal}} \cdot L_{\text{Kanal}} \cdot (\vartheta_{i,\text{Kanal}} - \vartheta_{a,\text{Kanal}})] \cdot t_{HP} / A_N$$

$$q_{d,H} = \sum [U_{\text{Rohr}} \cdot L_{\text{Rohr}} \cdot (\vartheta_{i,\text{Rohr}} - \vartheta_{a,\text{Rohr}})] \cdot t_{HP} / A_N$$

typisch:  $q_{d,TW} = 3 \dots 15 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$   
 $q_{d,H} = 1 \dots 5 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$

Gilt für alle Rohre und  
Leitungen über  
Raumtemperatur.

$U$  ist der Leitungs-  
verlustkennwert  
in  $\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$



## Wärmeverluste der Wärmeverteilung – DIN 4701-10:

Nutz- Fläche $A_N$	flächenbezogener Wärmeverlust der Verteilung $q_d$ [kWh / m <sup>2</sup> a]							
	horizontale Verteilung außerhalb der thermischen Hülle							
	Verteilungsstränge außenliegend				Verteilungsstränge innenliegend			
	90/70°C	70/55°C	55/45°C	35/28°C	90/70°C	70/55°C	55/45°C	35/28°C
100	15,2	11,4	8,6	4,4	13,8	10,3	7,8	4,0
150	11,5	8,6	6,5	3,2	10,3	7,7	5,8	2,9
200	9,7	7,2	5,4	2,7	8,5	6,3	4,8	2,3
300	7,9	5,8	4,4	2,1	6,8	5,0	3,7	1,8

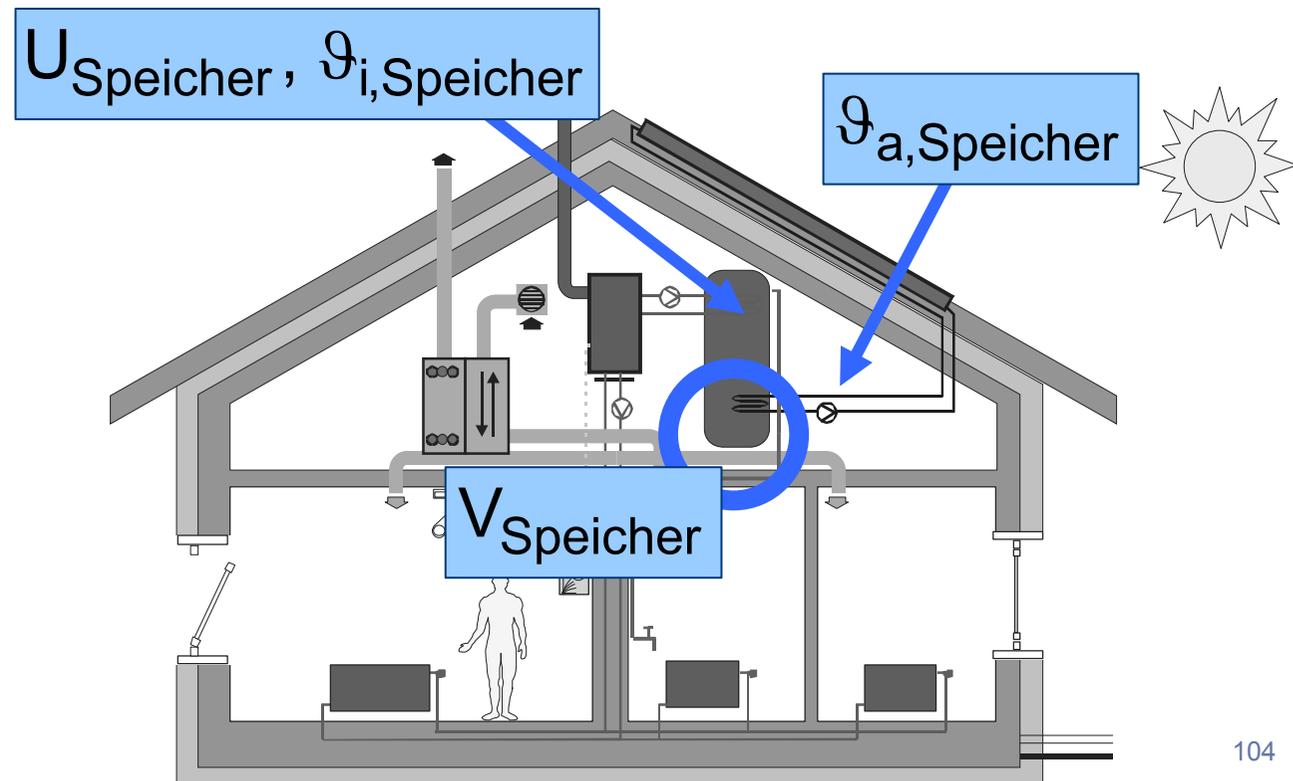
Nutz- Fläche $A_N$	flächenbezogener Wärmeverlust der Verteilung $q_d$ [kWh / m <sup>2</sup> a]							
	horizontale Verteilung innerhalb der thermischen Hülle							
	Verteilungsstränge außenliegend				Verteilungsstränge innenliegend			
	90/70°C	70/55°C	55/45°C	35/28°C	90/70°C	70/55°C	55/45°C	35/28°C
100	4,3	3,1	2,2	0,8	4,1	2,9	2,1	0,7
150	3,8	2,7	1,9	0,7	3,6	2,5	1,8	0,6
200	3,5	2,5	1,7	0,6	3,3	2,3	1,6	0,6
300	3,2	2,2	1,6	0,6	3,0	2,1	1,5	0,5
500	2,9	2,1	1,5	0,5	2,8	2,0	1,4	0,5
750	2,8	2,0	1,4	0,5	2,7	1,9	1,3	0,5

## Wärmeverluste der Wärmespeicherung:

$q_{s,TW}$

$q_{s,H}$

typisch:  $q_{s,TW} = 1...5 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$   
 $q_{s,H} = 1...2 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$



Gilt für alle Speicher  
unabhängig vom  
Aufstellungsort im  
Gebäude

## Wärmeverluste von Solarspeichern: Beispiel



Hersteller: Buderus  
Logalux SM 300  
Speicherinhalt 300 L  
 $q_{BS} = 2,1 \text{ kWh/d}$

$Q_{BS} = 766 \text{ kWh/a}$



Hersteller: Buderus  
Logalux PI 1000/2S  
Speicherinhalt 1000 L  
 $q_{BS} = 4,57 \text{ kWh/d}$

$Q_{BS} = 1668 \text{ kWh/a}$



## Wärmeverluste von Solarspeichern:

- Speicher nicht überdimensionieren
- auf lückenlose Dämmung achten



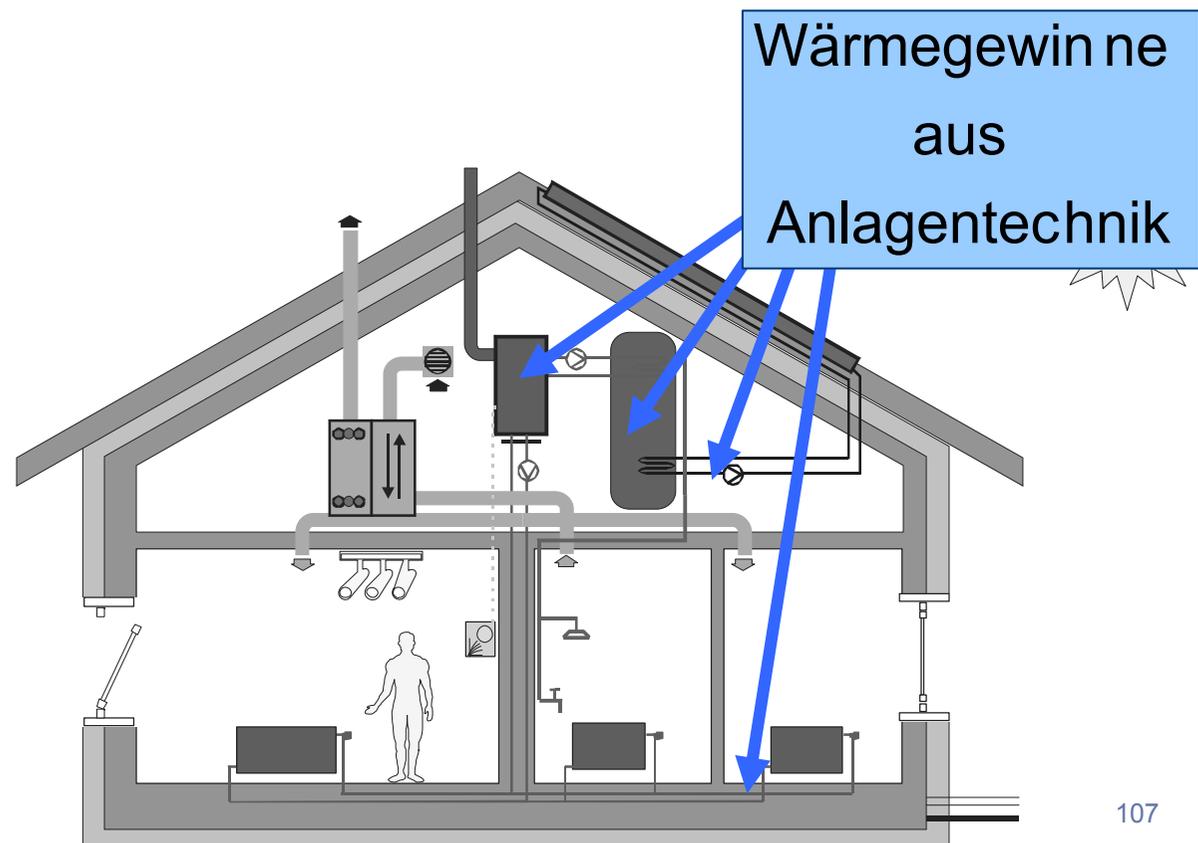
Beispiel: Paradigma  
Typ: Sun 302  
Speicherinhalt 300 L  
 $q_{BS} = 0,6 \text{ kWh/d}$

$Q_{BS} = 219 \text{ kWh/a}$

## Wärmegewinne aus Anlagentechnik:

Wärmegewinne aus Leitungen und Speichern der Trinkwasserbereitung werden gesondert als Gutschriften bilanziert. (85% nutzbar im beheizten Bereich)

Wärmegewinne aus Heizung und Lüftung werden gleich als verminderte Verluste bilanziert. (15% echte Verluste)





## Bewertung der Wärmeerzeugung:

$e_g$  und  $\alpha_g$

typisch:

Wärmepumpe  $e_g = 0,19...0,37$

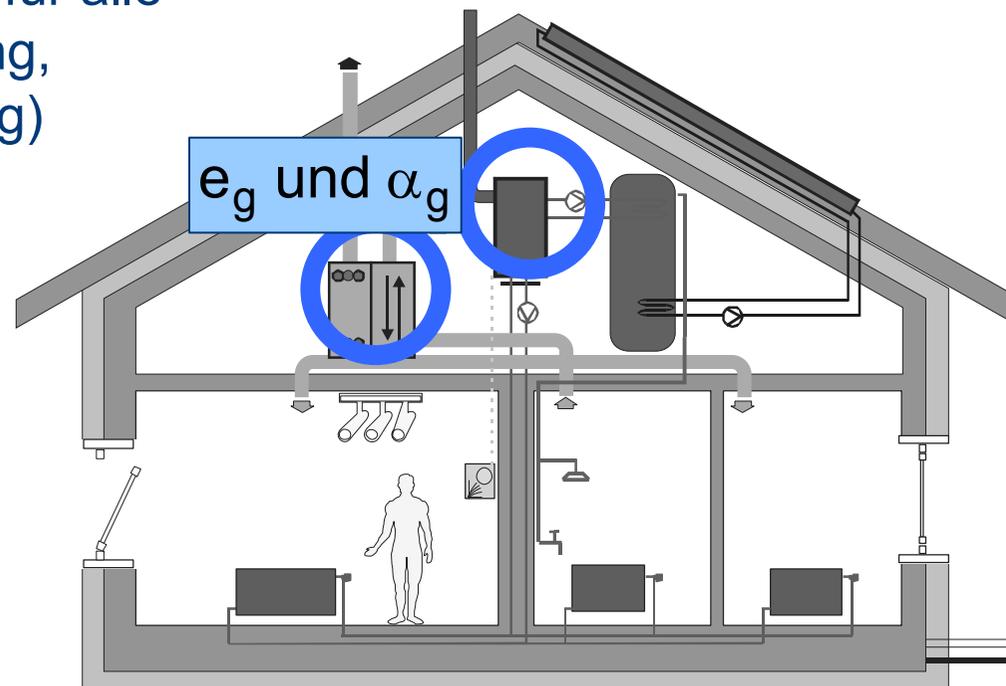
Kessel  $e_g = 0,98...1,82$

Fernwärme  $e_g = 1,01...1,14$

Erzeugeraufwandszahl  $e_g$  für alle  
Erzeuger (Heizung, Lüftung,  
Trinkwarmwasserbereitung)

„Aufwand durch Nutzen“

$\alpha_g$  ist Deckungsanteil  
(Energielieferungsanteil)  
eines Erzeugers





## BDH-Daten

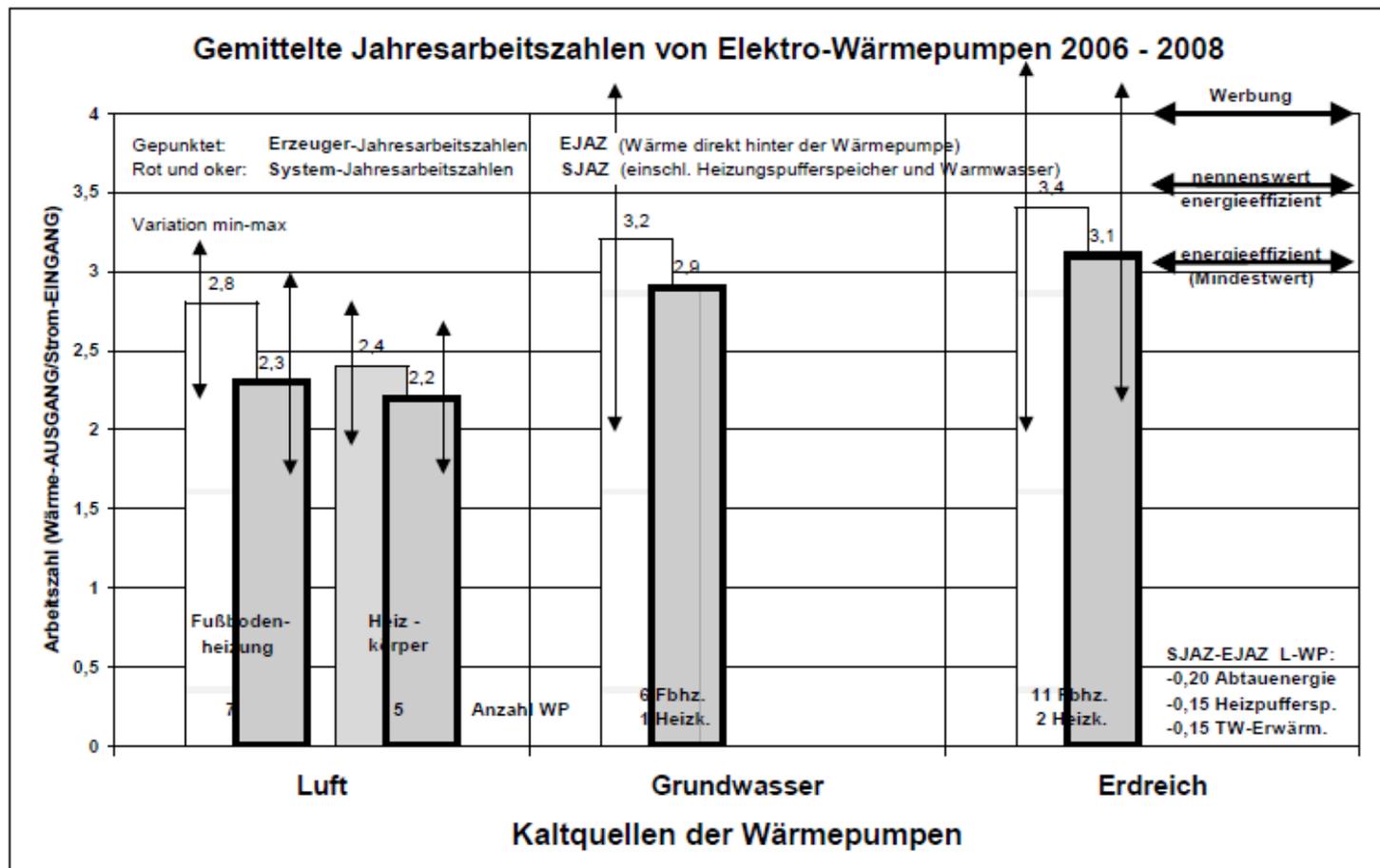
Aufwandszahl $e_{q,w}$ [-]				
beheizte Nutzfläche	Niedertemperaturkessel	Brennwertkessel		
	alle	70/55°C	55/45°C	35/28°C
$A_N$ [m <sup>2</sup> ]	$e_{q,w}$ [-]			
<i>Außenaufstellung</i>				
100	1,15	1,03	1,00	0,95
150	1,14	1,02	1,00	0,95
200	1,13	1,02	0,99	0,95
300	1,12	1,01	0,98	0,95
500	1,11	1,00	0,98	0,94
750	1,11	0,99	0,97	0,94
1.000	1,10	0,99	0,97	0,94
1.500	1,10	0,99	0,97	0,94
2.500	1,09	0,99	0,97	0,94
5.000	1,09	0,98	0,97	0,93
10.000	1,08	0,98	0,96	0,93
<i>Innenaufstellung (ausschließlich raumluftunabhängige Betriebsweise)</i>				
100	1,08	0,98	0,97	0,94
150	1,08	0,98	0,96	0,94
200	1,08	0,98	0,96	0,94
300	1,08	0,98	0,96	0,94
500	1,08	0,98	0,96	0,94

$$\eta = 1,08$$

## Erzeugeraufwandzahlen und Arbeitszahlen von Wärmepumpen (4701-10)

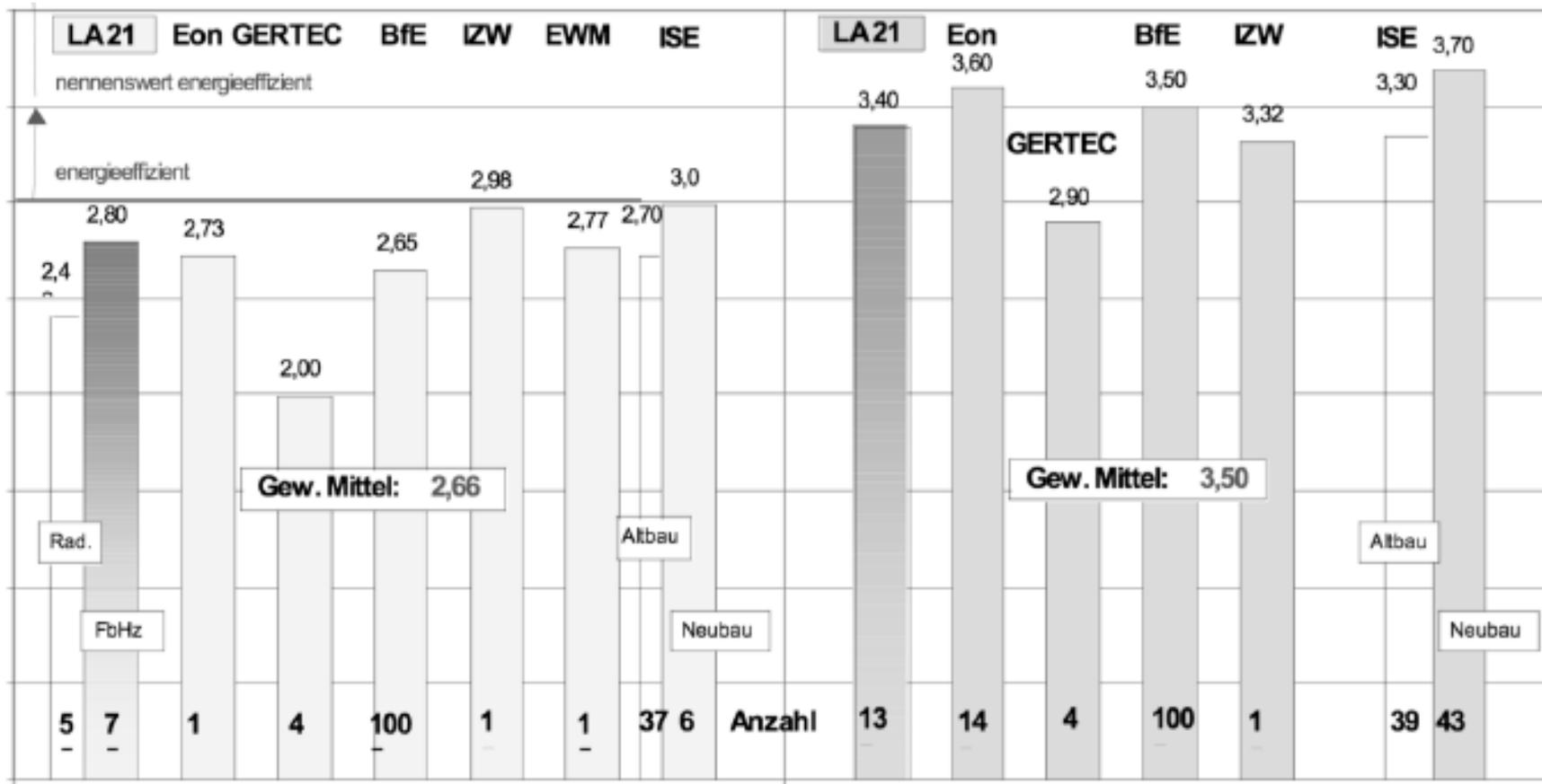
Elektrowärmepumpen	Heizkreistemperaturen	Aufwandzahl $e_g$	Arbeitszahl $\eta$
Wasser/Wasser	55/45	0,23	4,34
	35/28	0,19	5,26
Erdreich/Wasser	55/45	0,27	3,70
	35/28	0,23	4,34
Luft/Wasser	55/45	0,37	2,70
	35/28	0,30	3,30
Abluft/Wasser (ohneWRG)	55/45	0,30	3,33
	35/28	0,24	4,16

## Arbeitszahlen von Wärmepumpen aus Feldtest Lokale Agenda 21 – Gruppe Energie, Lahr (Schwarzwald)



Quelle: Dr. Falk Auer- Lahr (Schwarzwald)

## Arbeitszahlen von Wärmepumpen aus Feldtests

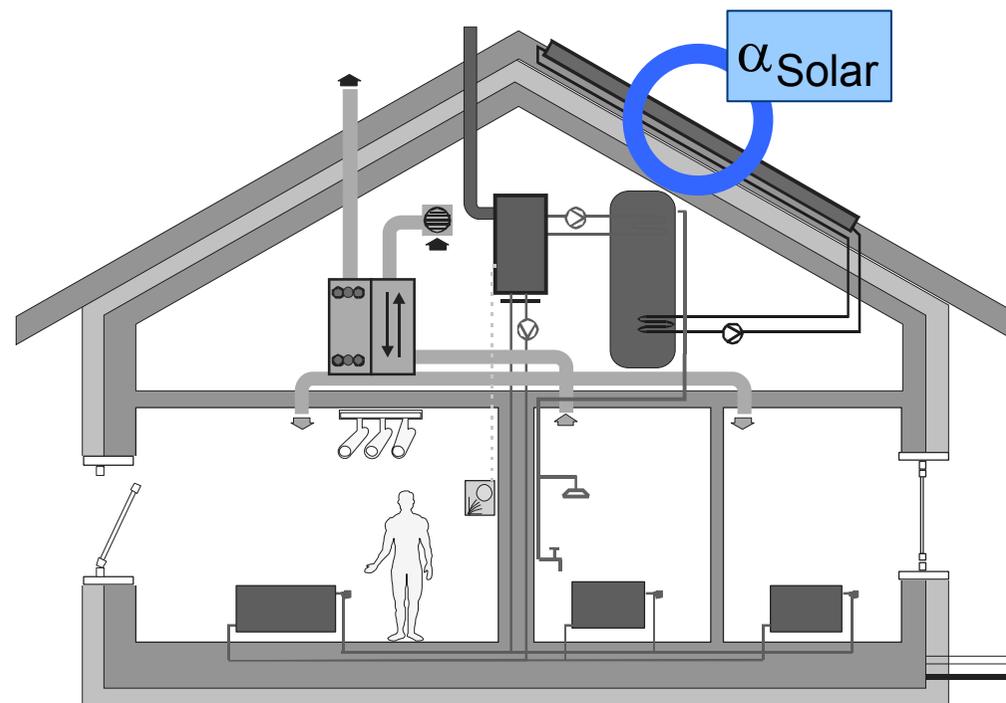


## Berücksichtigung aktiver Solarwärmenutzung:

$\alpha_{\text{Solar}}$

typisch:  $\alpha_{\text{solar,TW}} = 0,4 \dots 0,6$   
 $\alpha_{\text{solar,H}} = 0,1 \dots 0,2$

Ein Deckungsanteil  $\alpha_{\text{solar}}$  wird definiert, mit dem die Solaranlage zum Energiebedarf (Nutzen plus Verluste) beiträgt.

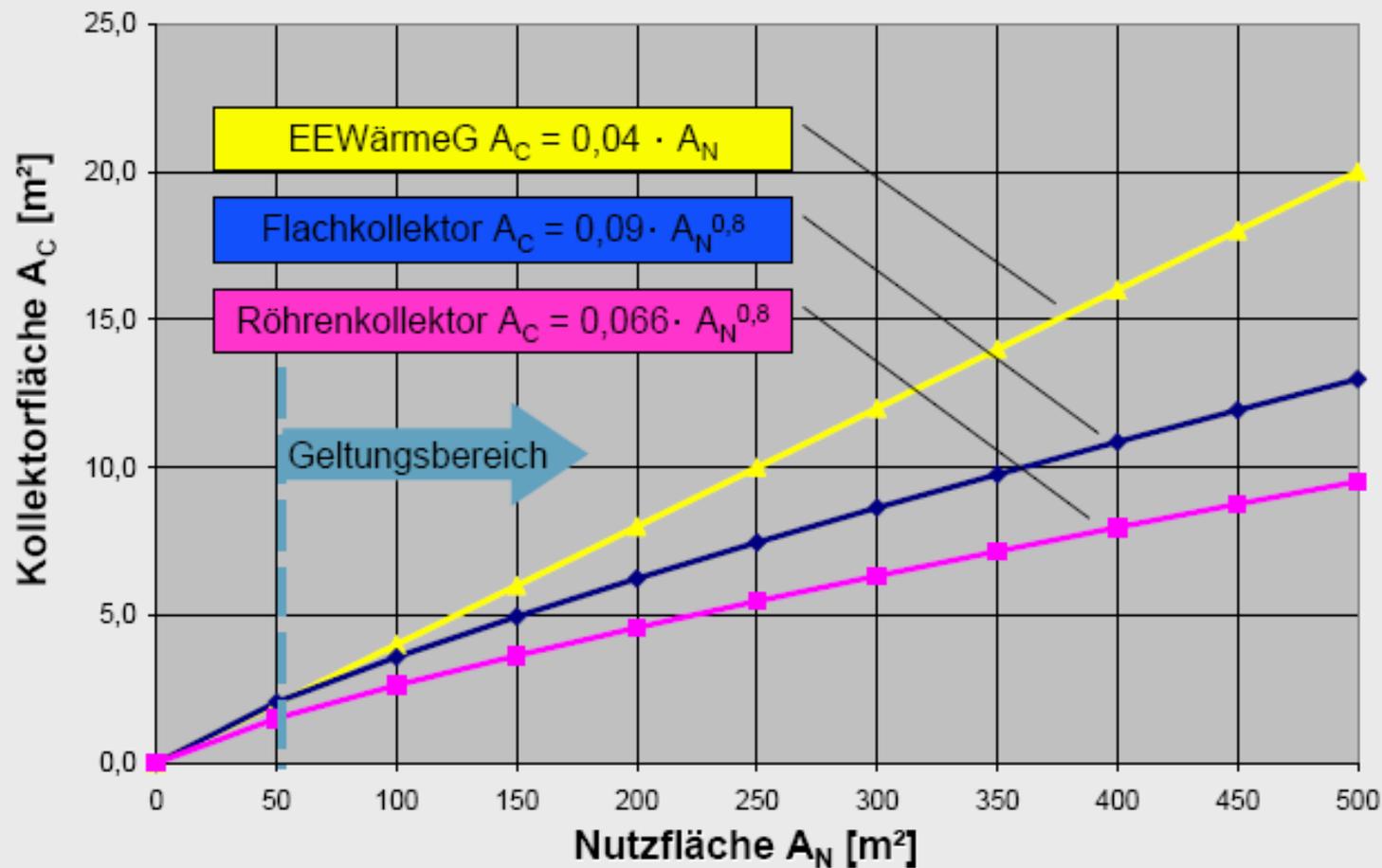




1	Solare Trinkwassererwärmung		$\alpha_{w,s} = \alpha_i$			
	$A_C$ [ m <sup>2</sup> ]	$A_N$ [ m <sup>2</sup> ]	Aufstellung außerhalb der thermischen Hülle (Speicher und Verteilleitungen)		Aufstellung innerhalb der thermischen Hülle (Speicher und Verteilleitungen)	
			mit Zirkulation	ohne Zirkulation	mit Zirkulation	ohne Zirkulation
Flachkollektor	3,6	100	0,51	0,63	0,55	0,68
	5,0	150	0,51	0,61	0,54	0,64
	6,2	200	0,50	0,59	0,53	0,62
	8,6	300	0,49	0,57	0,51	0,58
	13,0	500	0,53		0,54	
	18,0	750	0,50		0,51	
	22,6	1.000	0,48		0,49	
	31,3	1.500	0,45		0,46	
	47,1	2.500	0,42		0,43	
	54,4	3.000	0,41		0,42	



## EEWärmeG erfordert größere Solaranlagen als DIN V 4701 - 10





# Fachunternehmererklärung und Software zum EnEV Nachweis



# Optimierung von Heizungsanlagen





## **KfW Förderprogramm 151 „Energieeffizient Sanieren“**

### ***KfW-Effizienzhaus***

Gefördert werden Maßnahmen, die dazu beitragen, das energetische Niveau eines KfW-Effizienzhauses zu erreichen.

Es werden auf Grundlage der geltenden Energieeinsparverordnung (EnEV**2009**) fünf unterschiedliche Niveaus gefördert:

- **KfW-Effizienzhaus 55**
- **KfW-Effizienzhaus 70**
- **KfW-Effizienzhaus 85**
- **KfW-Effizienzhaus 100**
- **KfW-Effizienzhaus 115**



## **KfW Förderprogramm 152 „Energieeffizient Sanieren“**

### ***Einzelmaßnahmen bzw. freie Einzelmaßnahmenkombinationen***

Gefördert werden folgende Einzelmaßnahmen:

- Wärmedämmung von Wänden,
- Wärmedämmung von Dachflächen,
- Wärmedämmung von Geschossdecken,
- Erneuerung der Fenster und Außentüren,
- Erneuerung/Einbau einer Lüftungsanlage,
- Erneuerung der Heizungsanlage einschließlich Einbau einer Umwälzpumpe der Energieeffizienzklasse A und ggf. einer hocheffizienten Zirkulationspumpe sowie Durchführung eines hydraulischen Abgleichs.



## **KfW Förderprogramm 151, 152 „Energieeffizient Sanieren“**

### ***Austausch der Heizung – Technische Mindestanforderungen***

Als Austausch der Heizung gilt der Einbau von Heizungstechnik auf Basis der Brennwerttechnologie, Kraft-Wärme-Kopplung und Nah- / Fernwärme (einschließlich der unmittelbar dadurch veranlassten Maßnahmen).

In diesem Zusammenhang ist durch den Fachunternehmer zu prüfen ob die Heizungsflächen für einen dauerhaften Brennwertbetrieb geeignet sind.

Alle, d. h. auch die in Geräten eingebauten Pumpen müssen Hocheffizienzpumpen der Effizienzklasse A mit einem Maximum der kleinsten einstellbaren Pumpenkennlinie von 200 mbar sein.

Die Auslegung der Anlagen muss der Gebäudeheizlast entsprechen, d. h. Überdimensionierungen sind zu vermeiden.



## **KfW Förderprogramm 151, 152 „Energieeffizient Sanieren“**

### ***Gefördert werden der Einbau von:***

- Brennwertkesseln mit Öl oder Gas als Brennstoff (Brennwerttechnik verbessert nach DIN V 4701-10)
- Niedertemperaturkesseln über 50 KW mit nachgeschaltetem Brennwertwärmetauscher
- Wärmegeführte Anlagen zur Versorgung mit Wärme aus Kraft-Wärme-Kopplung auf Grundlage fossiler Energie (Blockheizkraftwerk, Brennstoffzellen)
- Wärmeübergabestationen und Rohrnetz bei Erstanschluss von Nah- und Fernwärme.



## KfW Förderprogramm 151, 152 „Energieeffizient Sanieren“

***Nachfolgend genannte Anlagen können bei der Erneuerung der Heizungsanlage nur mitgefördert werden, sofern dies in Ergänzung zum Einbau einer der o.g. Heizungsanlagen erfolgt.***

- Biomasseanlagen: automatisch beschickte Zentralheizungsanlagen, die ausschließlich mit erneuerbaren Energien betrieben werden. Hierzu zählen Holzpellets, Holzhackschnitzel, Biokraftstoffe, Biogas
- Holzvergaser-Zentralheizungen mit Leistungs- und Feuerungsregelung (Kesselwirkungsgrad unter Vollast mindestens 90 %)
- Wärmepumpen (nach DIN V 4701-10)
  - Sole-/Wasser- und Wasser-/Wasser-Wärmepumpen eine Jahresarbeitszahl von mindestens 4,31
  - Luft-Wasser-Wärmepumpen eine Jahresarbeitszahl von mindestens 3,71
  - gasmotorischen angetriebenen Wärme-pumpen eine Jahresarbeitszahl von mindestens 1,31
- solarthermische Anlagen mit Funktionskontrolle



## **KfW Förderprogramm 151, 152 „Energieeffizient Sanieren“**

### **Hydraulischer Abgleich:**

Der hydraulische Abgleich ist immer erforderlich bei dem Austausch der Heizungsanlage oder bei der Durchführung von Dämmmaßnahmen, die die Heizlast um mehr als 25 % verändern. Im zweiten Fall ist eine rechnerische raumweise Heizlastberechnung durchzuführen.

Weitere Einzelheiten zum hydraulischen Abgleich sowie das zu verwendende Bestätigungsformular finden Sie in der Fachinformation "Heizungsoptimierung mit System – Energieeinsparung und Komfort" der Vereinigung der deutschen Zentralheizungswirtschaft e. V.  
([www.intelligent-heizen.info](http://www.intelligent-heizen.info))



## Hydraulischer Abgleich - VDZ

Der hydraulische Abgleich wurde durchgeführt Ja

### Durchgeführte Maßnahmen:

#### 1. Neue Auslegungsvorlauftemperatur eingestellt

1. Heizkreis (z. B. Radiatorenheizung)  °C

2. Heizkreis (z. B. Fußbodenheizung)  °C

#### 2. Pumpeneinstellung

##### 1. Heizkreis (z. B. Radiatorenheizung)

Keine Einstellung –  
Pumpe wird vom Wärmeerzeuger gesteuert

Pumpe stellt sich automatisch ein  
oder Einstellung\*:

entweder Förderhöhe  m  
oder Drehzahlstufe

##### 2. Heizkreis (z. B. Fußbodenheizung)

Keine Einstellung –  
Pumpe wird vom Wärmeerzeuger gesteuert

Pumpe stellt sich automatisch ein  
oder Einstellung\*:

entweder Förderhöhe  m  
oder Drehzahlstufe

\* gilt auch für Pumpen in Wärmeerzeugern

#### 3. Alle Komponenten zur Massenstrombegrenzung eingestellt

Ja

Hydraulischer Abgleich nach den anerkannten Regeln der Technik.  
Unterlagen und Berechnungsergebnisse wurden dem Antragsteller übergeben.

Die VdZ Leistungsbeschreibung für die Durchführung des hydraulischen Abgleichs  
von Heizungsanlagen wurde berücksichtigt.



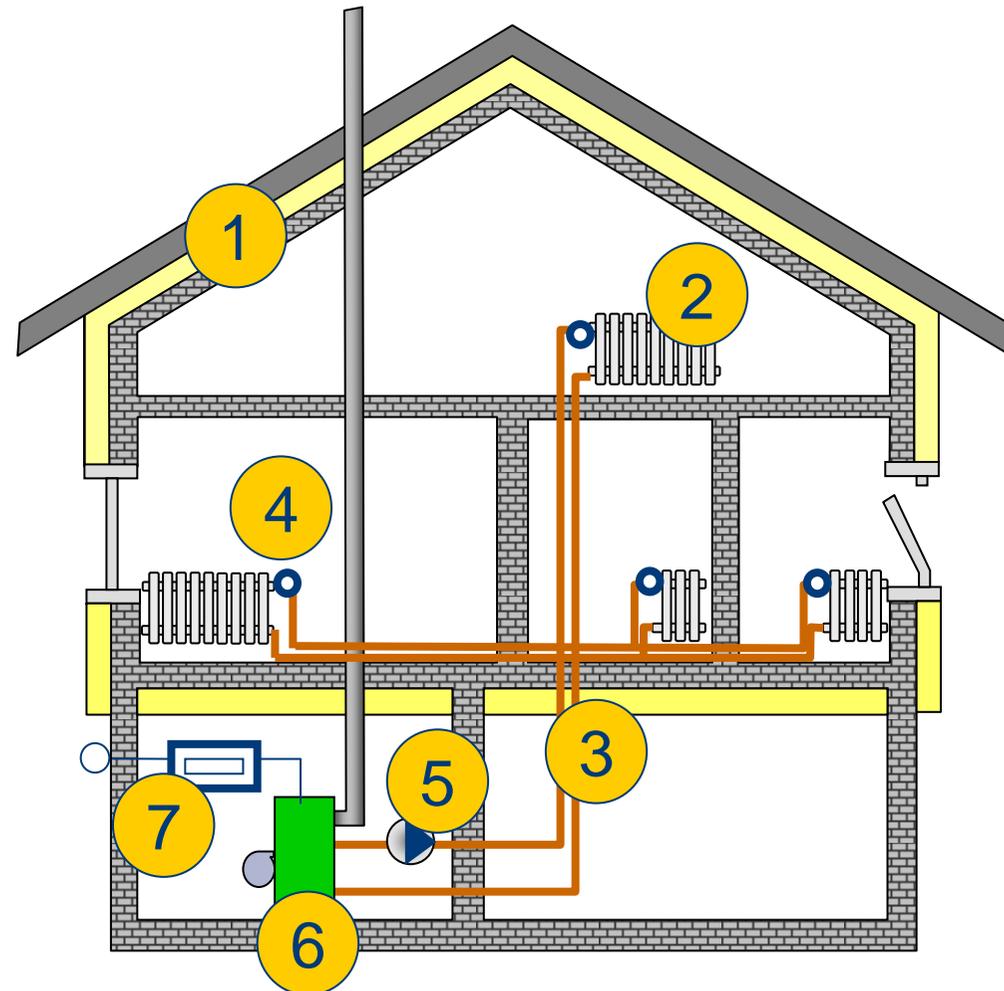
Vereinigung der  
deutschen  
Zentralheizungs-  
wirtschaft e.V.

Ort, Datum

Unterschrift Fachbetrieb

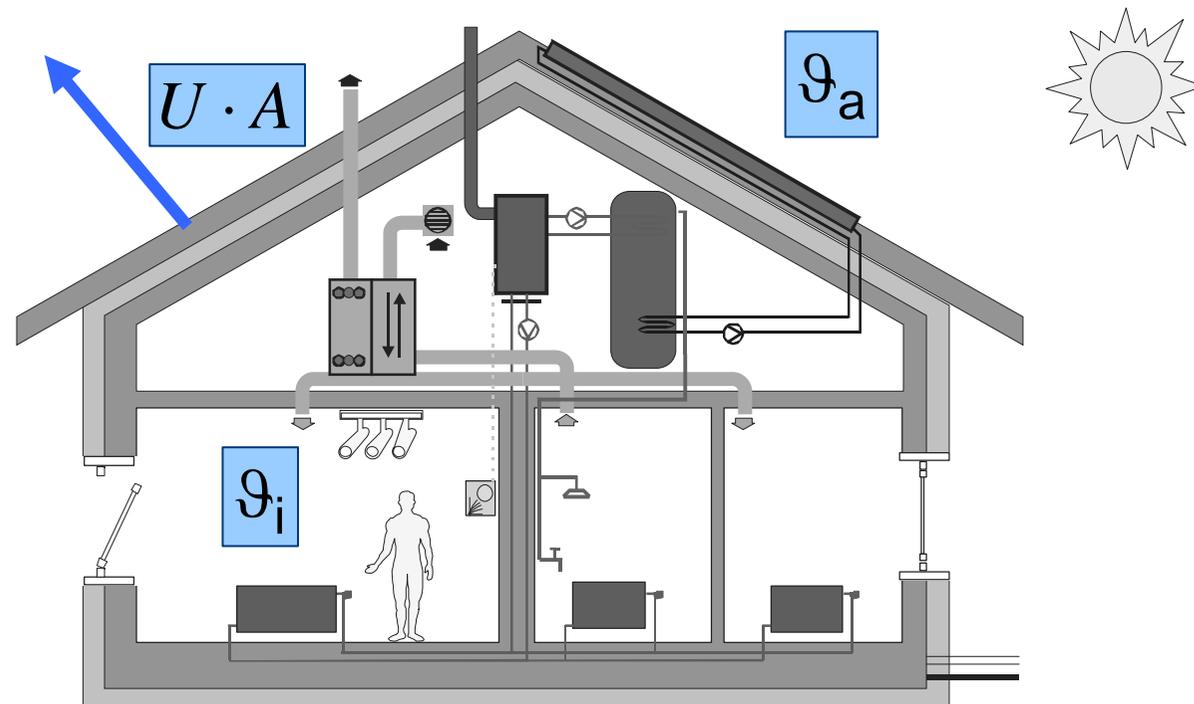
## 7 Schritte zu Anlagenauslegung und Abgleich

1. Heizlastermittlung
2. Heizkörperauslegung nach Heizlast
3. Rohrnetzberechnung
4. Auswahl und Einstellung der Thermostatventile
5. Angepasste Auslegung der Pumpe
6. Kesselauslegung- und einstellung
7. Einstellung der Regelung



## Berechnung der Heizlast - Transmission

$$\dot{Q}_T = U \cdot A \cdot (\vartheta_i - \vartheta_a)$$



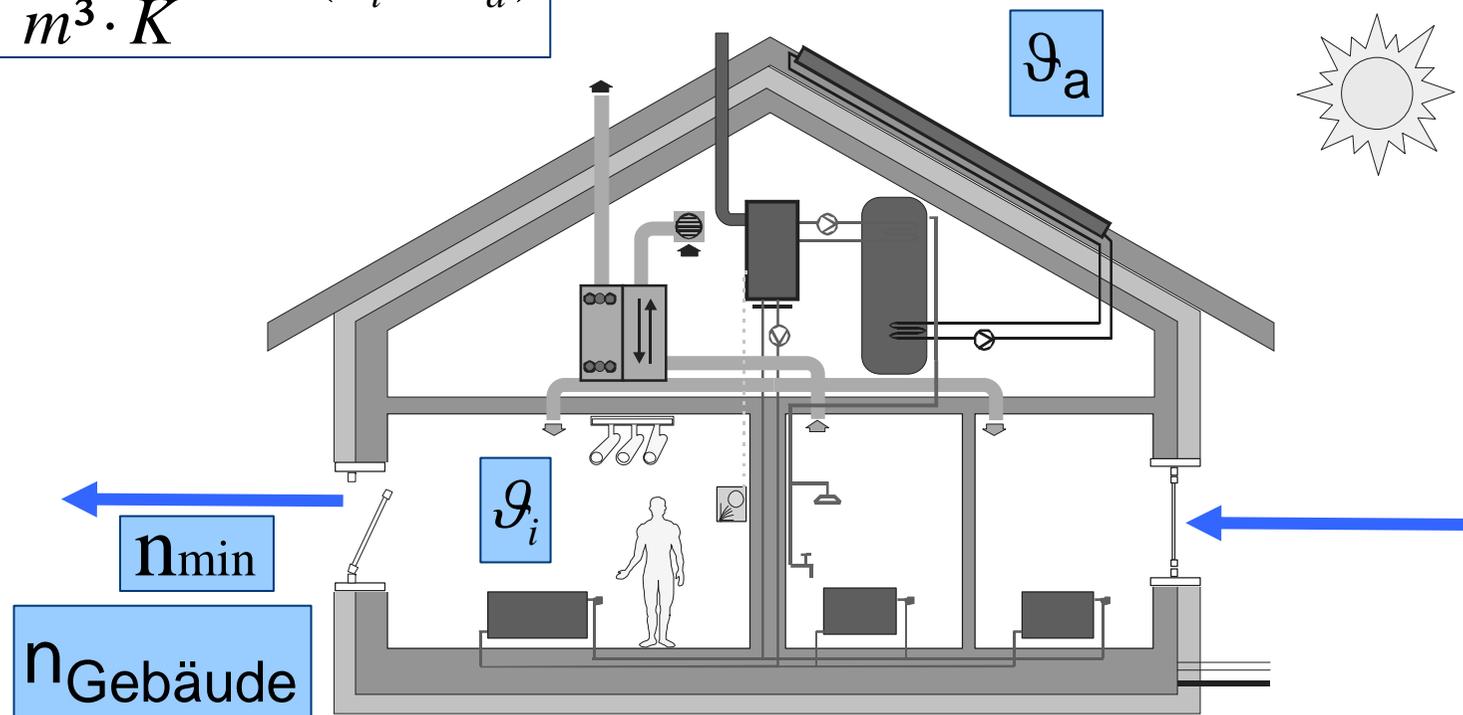
## U – Werte (vereinfachte Datenaufnahme nach EnEV)

Bauteil	Konstruktion	Baualterklasse <sup>1</sup>							
		bis 1918	1919 bis 1948	1949 bis 1957	1958 bis 1968	1969 bis 1978	1979 bis 1983	1984 bis 1994	ab 1995
		Pauschalwerte für den Wärmedurchgangskoeffizienten in W/(m <sup>2</sup> ·K)							
Dach <small>(auch Wände zwischen beheiztem und unbeheiztem Dachgeschoss)</small>	Massive Konstruktion <small>(insbes. Flachdächer)</small>	2,1	2,1	2,1	2,1	0,6	0,5	0,4	0,3
	Holzkonstruktion <small>(insbes. Steildächer)</small>	2,6	1,4	1,4	1,4	0,8	0,5	0,4	0,3
oberste Geschossdecke <small>(auch Fußboden gegen außen, z.B. über Durchfahrten)</small>	Massive Decke	2,1	2,1	2,1	2,1	0,6	0,5	0,4	0,3
	Holzbalkendecke	1,0	0,8	0,8	0,8	0,6	0,4	0,3	0,3
Außenwand <small>(auch Wände zum Erdreich und zu unbeheizten (Keller-) Räumen)</small>	Massive Konstruktion <small>(Mauerwerk, Beton, oder ähnlich)</small>	1,7	1,7	1,4	1,4	1,0	0,8	0,6	0,5
	Holzkonstruktion <small>(Fachwerk, Fertighaus, oder ähnlich)</small>	2,0	2,0	1,4	1,4	0,6	0,5	0,4	0,4
Bauteile gegen Erdreich oder Keller	Massive Bauteile	1,2	1,2	1,5	1,0	1,0	0,8	0,6	0,6
	Holzbalkendecke	1,0	0,8	0,8	0,8	0,6	0,6	0,4	0,4

## Berechnung der Heizlast - Lüftung

$$\dot{Q}_V = n \cdot \rho \cdot c_p \cdot V_L \cdot (\vartheta_i - \vartheta_a)$$

$$\dot{Q}_V = n \cdot 0,34 \frac{\text{Wh}}{\text{m}^3 \cdot \text{K}} \cdot V_L \cdot (\vartheta_i - \vartheta_a)$$





## Abschätzung der Heizlast (sehr ungenau)

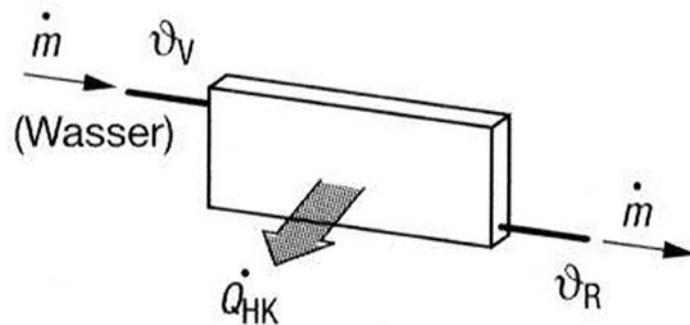


Baualterklasse	Heizlast
bis 1977	163 W/m <sup>2</sup>
ab 1978	115 W/m <sup>2</sup>
ab 1984	99 W/m <sup>2</sup>
ab 1995	67 W/m <sup>2</sup>
ab 2002	45 W/m <sup>2</sup>



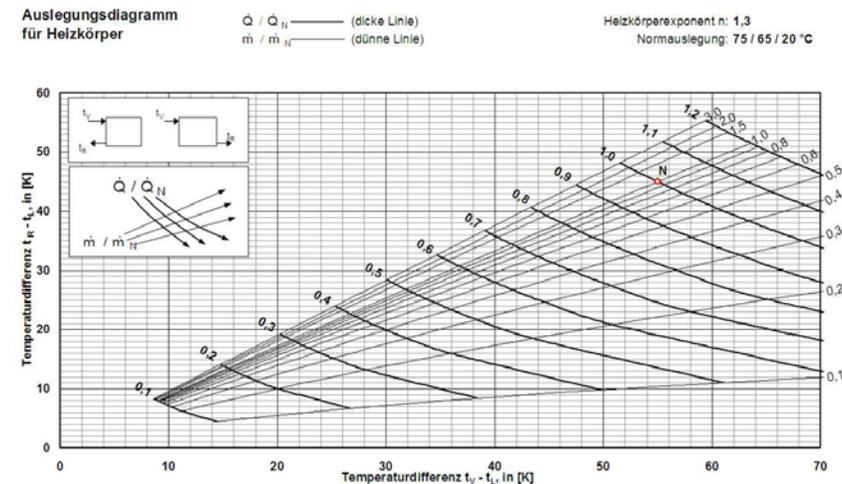
# Heizkörperauslegung

## Heizkörperverhalten



### Heizkörpergesetze

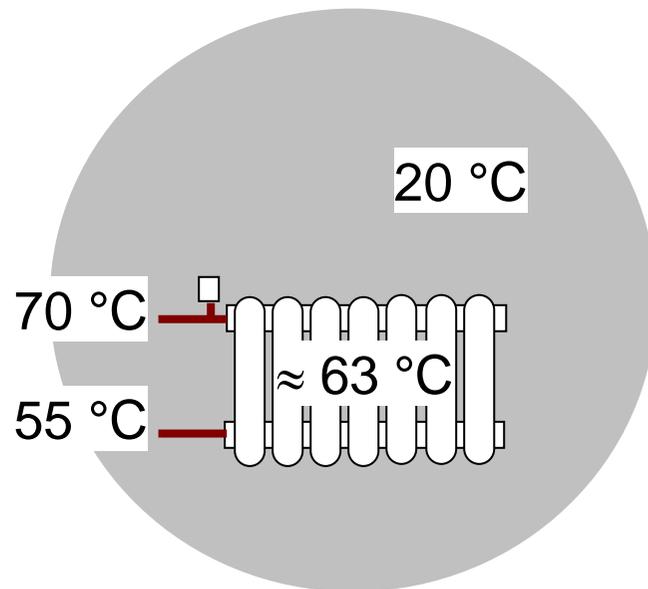
- Die Wärmeabgabe eines Heizkörpers im Betrieb hängt vom Bedarf des Raumes ab (vorausgesetzt: Thermostatventil).
- Ein Heizkörper kann eine bestimmte Wärmeleistung nur mit genau einer mittleren Heizkörpertemperatur (Übertemperatur) erreichen.
- Die Rücklauftemperatur kann man nicht „erzwingen“. Sie ergibt sich aus der mittleren Heizkörpertemperatur und der vorgegebenen Vorlauftemperatur.
- Der Volumenstrom ergibt sich aus dem Leistungsbedarf des Raumes und der Spreizung (Vor- und Rücklauftemperatur).





## Heizlast und Volumenstrom im Gebäudebestand

## Heizlast und Volumenstrom im Bestand (I)



### Bedingungen vor der Sanierung

Prüfbedingungen: 70 / 55 / 20 °C

Heizkörperleistung: 1000 W

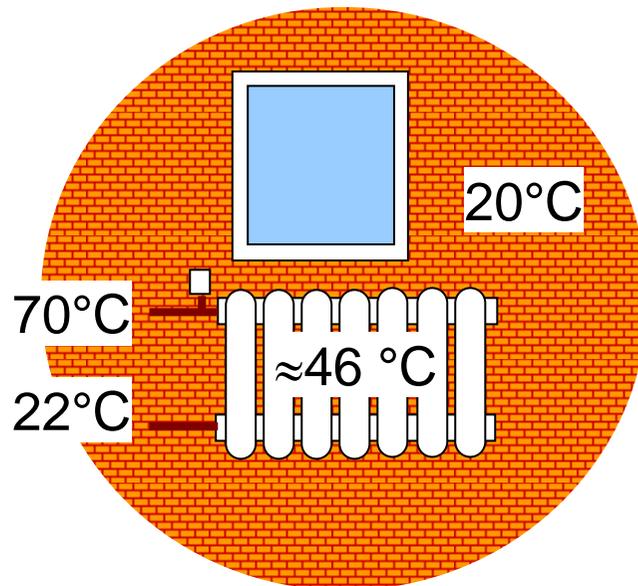
Volumenstrom: 57 l / h

(Werte stehen im Katalog)

Leistung ergibt sich bei einer mittleren Heizkörpertemperatur von ca. 63 °C, d. h. 43 K Übertemperatur über Raumtemperatur

## Heizlast und Volumenstrom im Bestand (II)

Vereinfachung:  
Heizkörperexponent vernachlässigt



### Nach der Gebäudesanierung

Heizkörperleistung = Raumheizlast: 600 W  
(nur 60 % des Wertes vor der Sanierung)

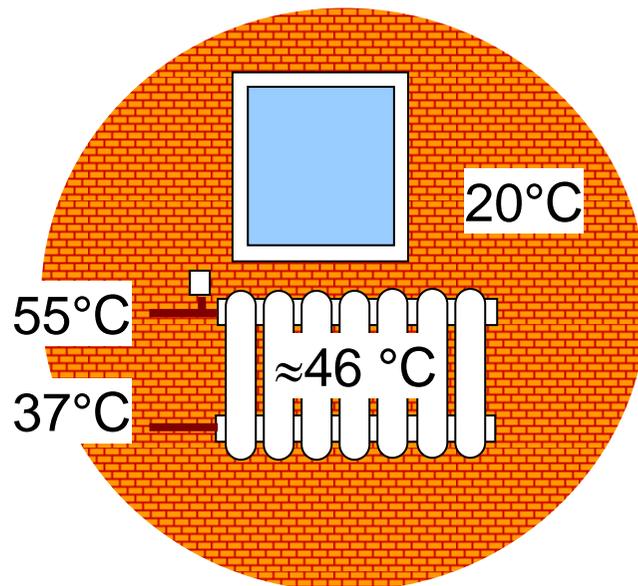
dazu mittlere Übertemperatur von ca.  
 $0,6 \cdot 43 \text{ K} = 26 \text{ K}$  notwendig, d. h. mittlere  
Heizkörpertemperatur von ca. 46 °C

1. bei unverändert 70 °C Vorlauftemperatur ergibt sich eine Rücklauftemperatur von 22 °C  
(Volumenstrom: 10,5 l / h)

## Heizlast und Volumenstrom im Bestand (III)



Vereinfachung:  
Heizkörperexponent vernachlässigt



### Nach der Gebäudesanierung

Heizkörperleistung = Raumheizlast: 600 W  
(nur 60 % des Wertes vor der Sanierung)

dazu mittlere Übertemperatur von ca.  
 $0,6 \cdot 43 \text{ K} = 26 \text{ K}$  notwendig, d. h. mittlere  
Heizkörpertemperatur von ca. 46 °C

1. bei unverändert 70 °C Vorlauftemperatur ergibt sich eine Rücklauftemperatur von 22 °C (Volumenstrom: 10,5 l / h)
2. bei Wahl von 55 °C Vorlauftemperatur ergibt sich eine Rücklauftemperatur von 37 °C (Volumenstrom: 29 l / h) usw.

Fazit: Im Bestand werden Raumheizlast, Normheizkörperleistung und eingestellte Vorlauftemperatur vor dem Hydraulischen Abgleich benötigt!



## Hydraulischer Widerstand

- Der hydraulische Widerstand ist der Quotient aus Druckverlust und dem Quadrat des Volumenstroms.
- Der hydraulische Widerstand ist ein Maß für die Abhängigkeit von Druckverlust und Volumenstrom in einem Rohrnetz.
- Großer Widerstand bedeutet:
  - geringer Durchfluss bei gegebenem Differenzdruck oder
  - hoher Druckverlust bei gegebenem Volumenstrom

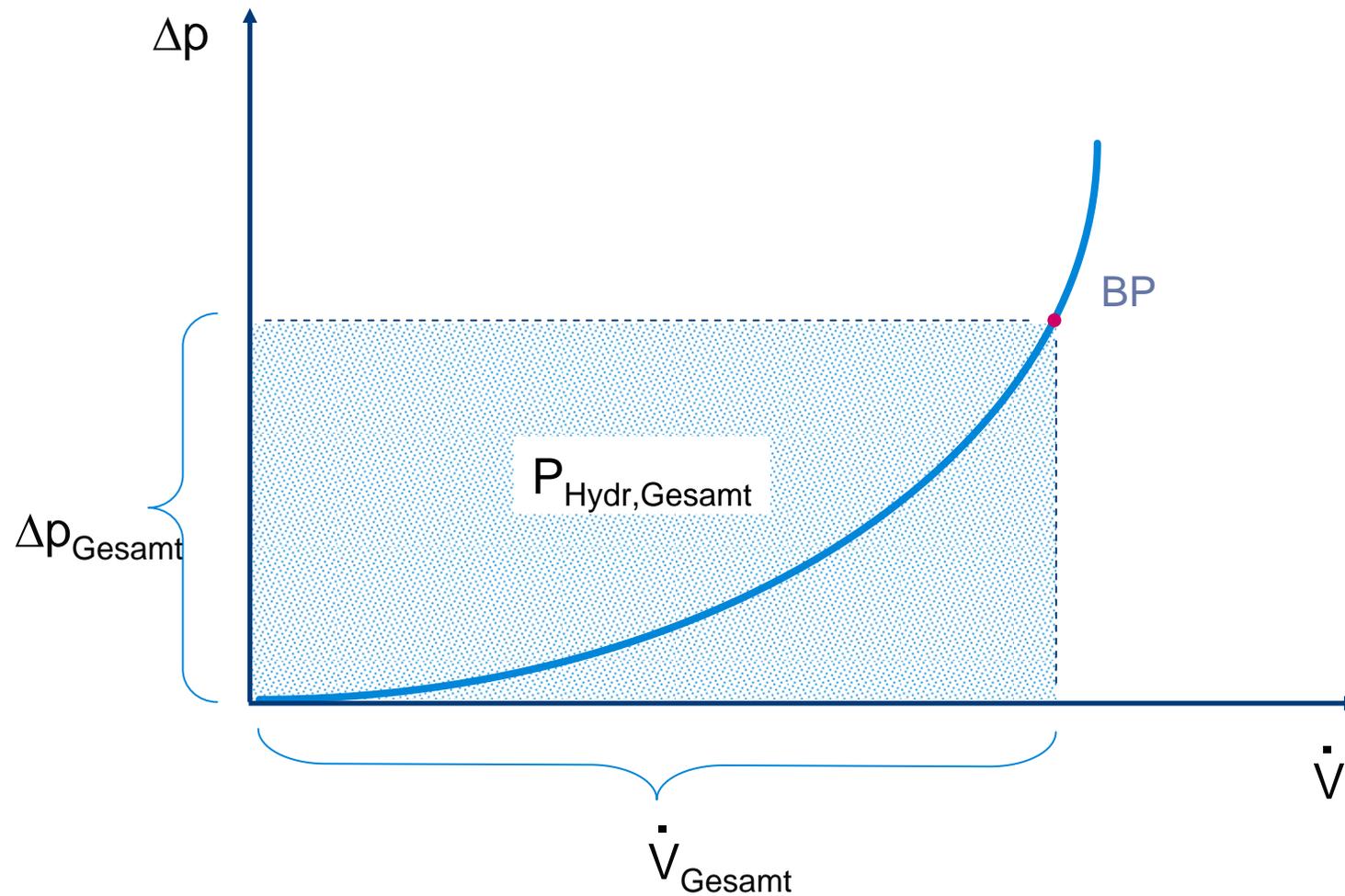
$$C = \frac{\Delta p}{\dot{V}^2}$$

$$\Delta p = C \cdot V^2$$

**Merke:** Der Druckverlust hängt exponentiell ( $V^2$ ) vom Volumenstrom ab!



## Anlagenkennlinie und hydraulische Leistung

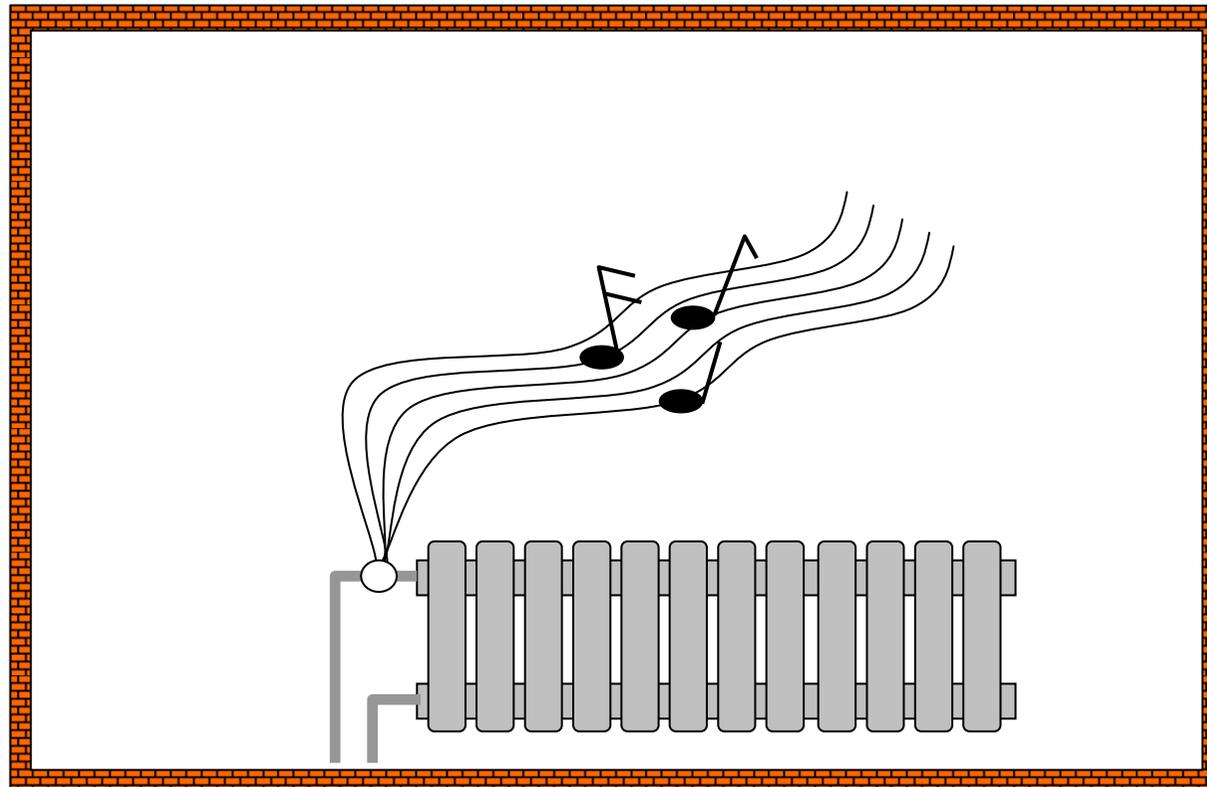




# Pumpenauslegung



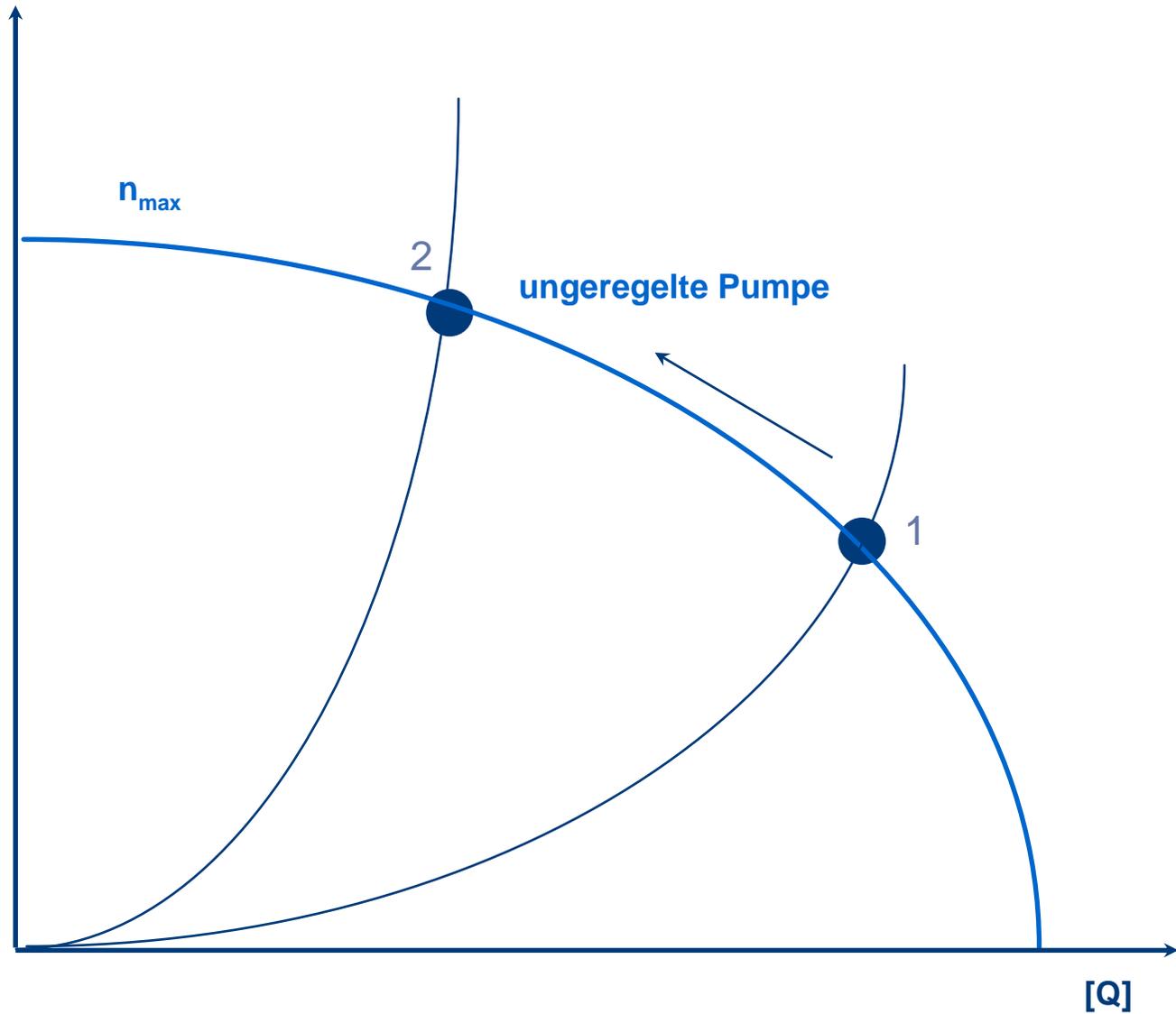
## Wann treten Geräusche auf?

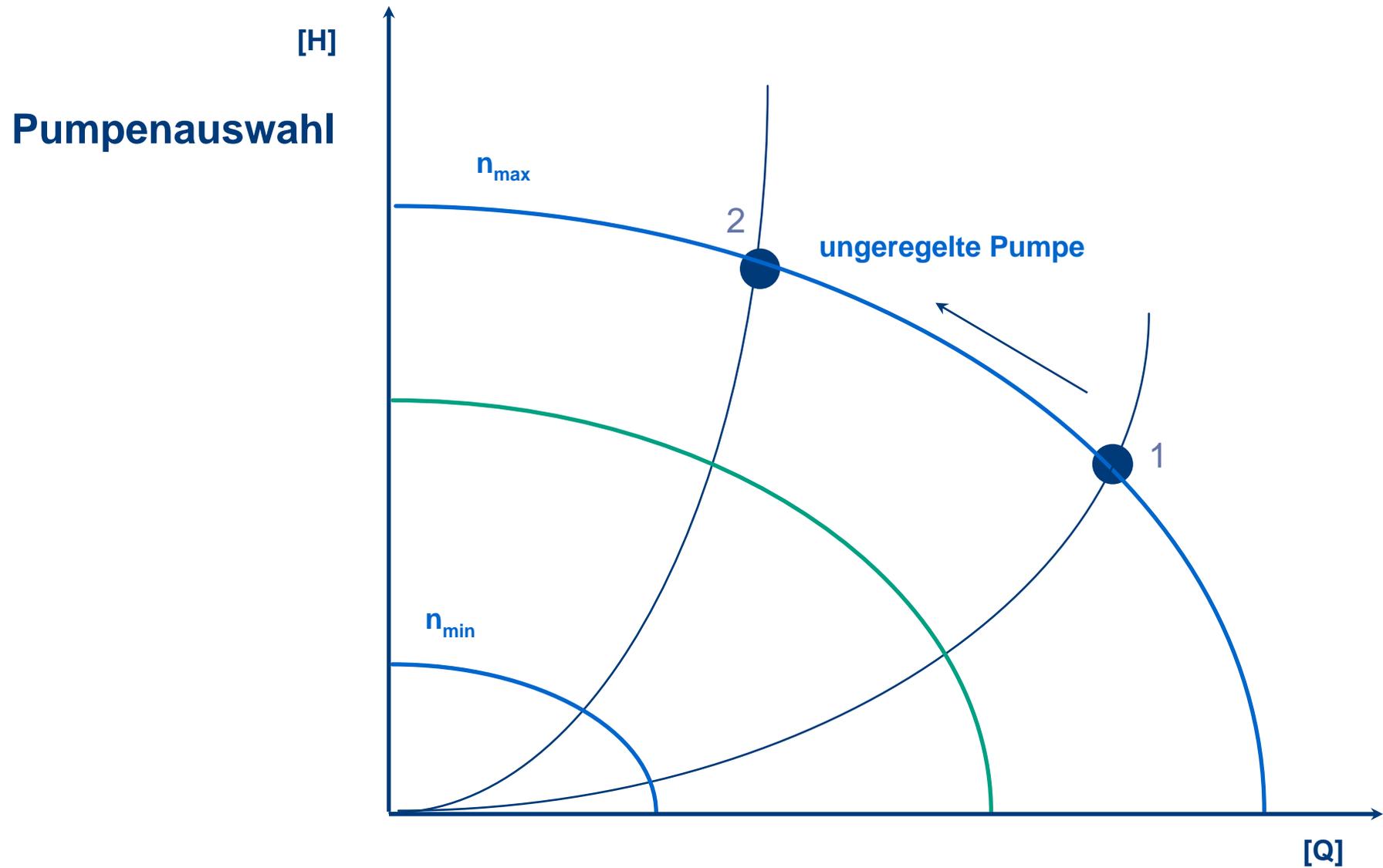




## Pumpenauswahl

[H]



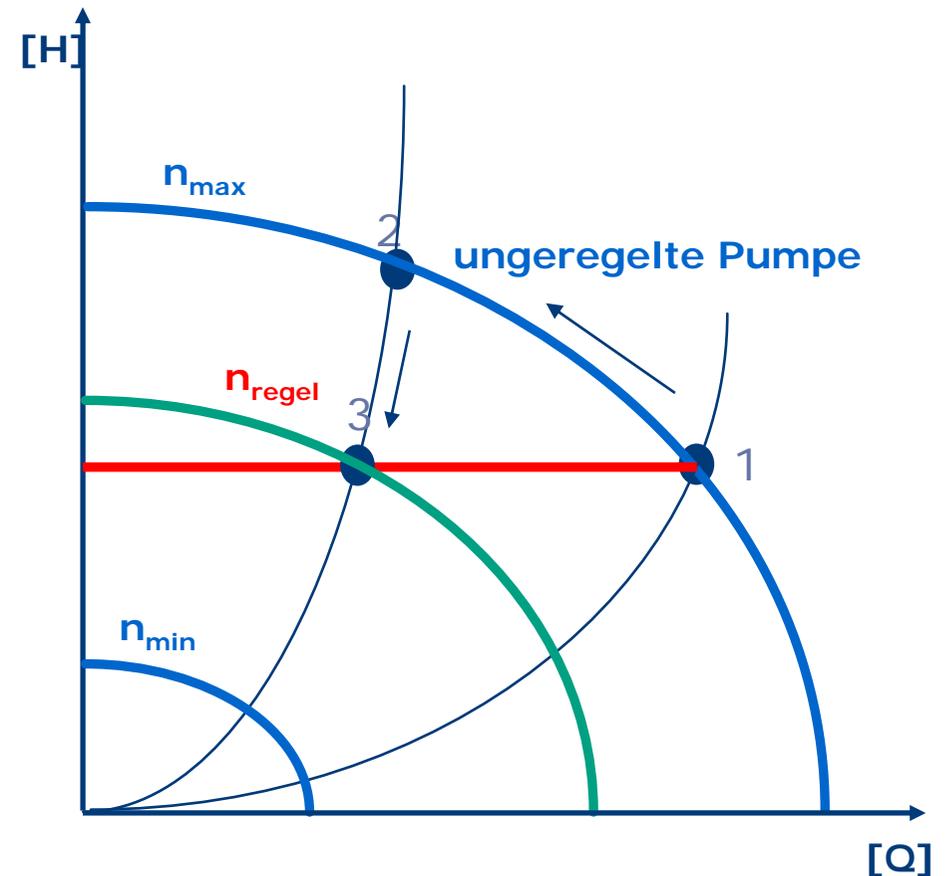




## Prinzip der elektronischen Differenzdruckregelung

Beispiel:  $D_p$ -constant

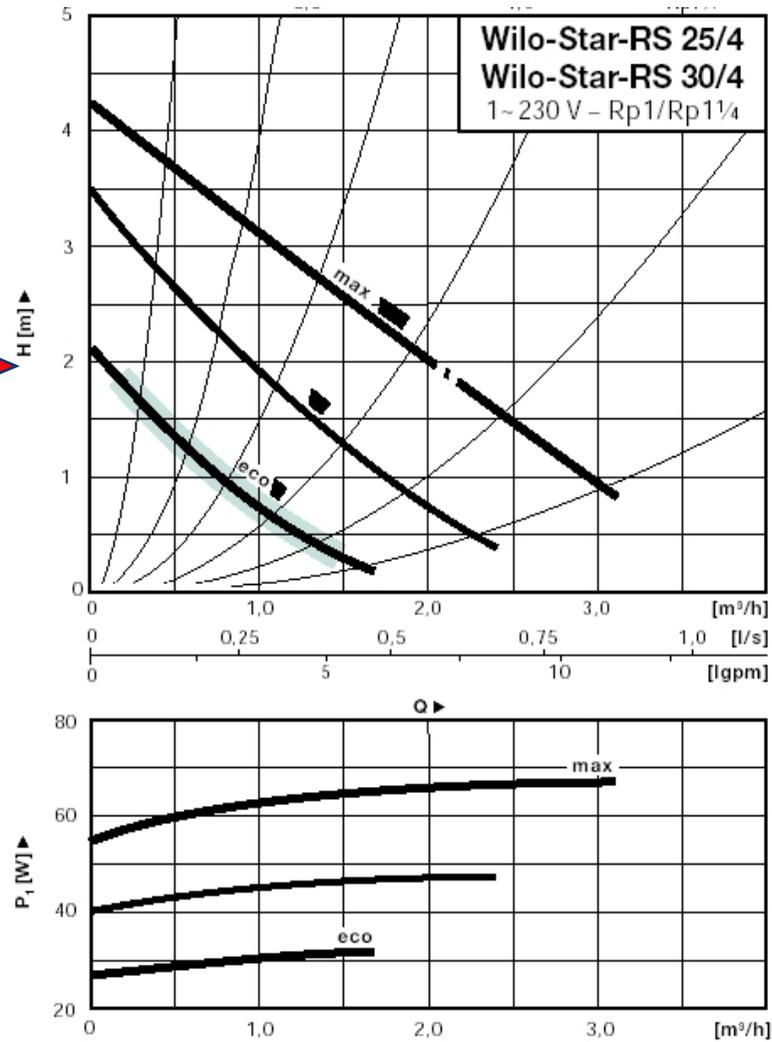
- Eine Sensorik ermittelt die aktuelle Förderhöhe (Istwert)
- Die Elektronik erkennt die Abweichung zwischen dem Sollwert (Punkt 1) und dem Istwert (Punkt 2)
- Der Regler reduziert die Drehzahl und bringt die Förderhöhe wieder auf den Sollwert (Punkt 3)





## Pumpenauswahl

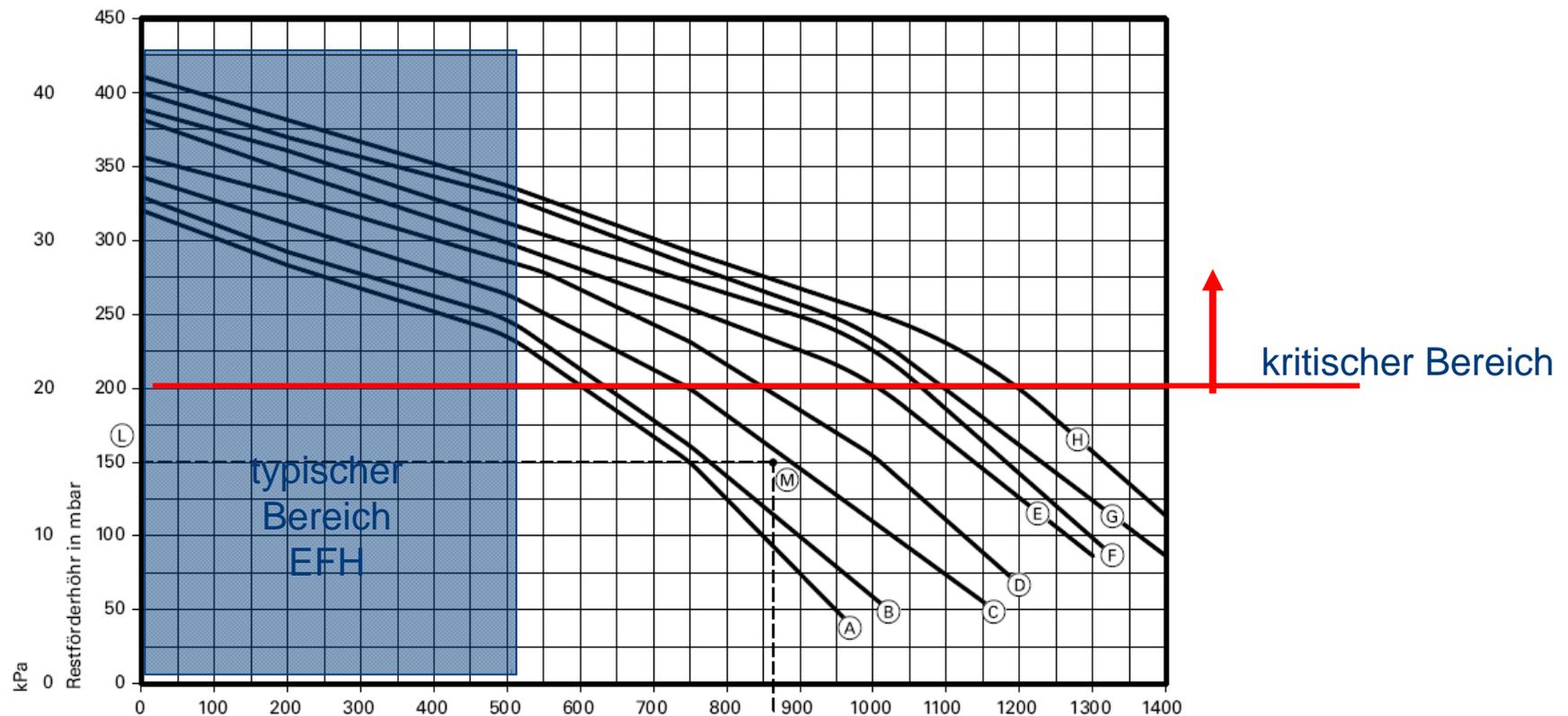
$H_{max} < 2 \text{ m}$

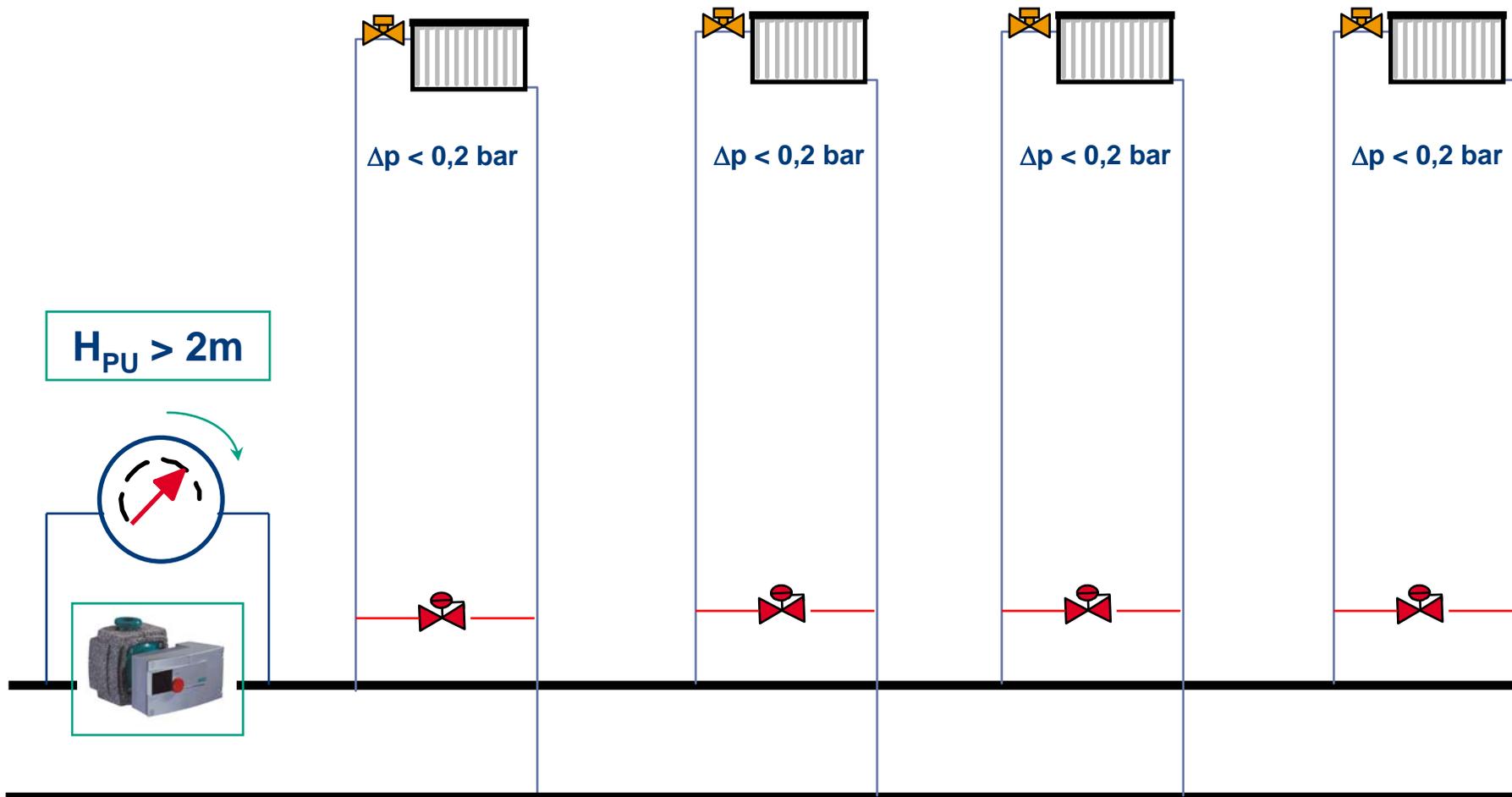




## Problem: integrierte Pumpe

- Grund für Geräusche ist nicht das voreinstellbare Thermostatventil, sondern die **Pumpe**
- Geräusche entstehen bei Pumpendrücken ab ca. 200 mbar.

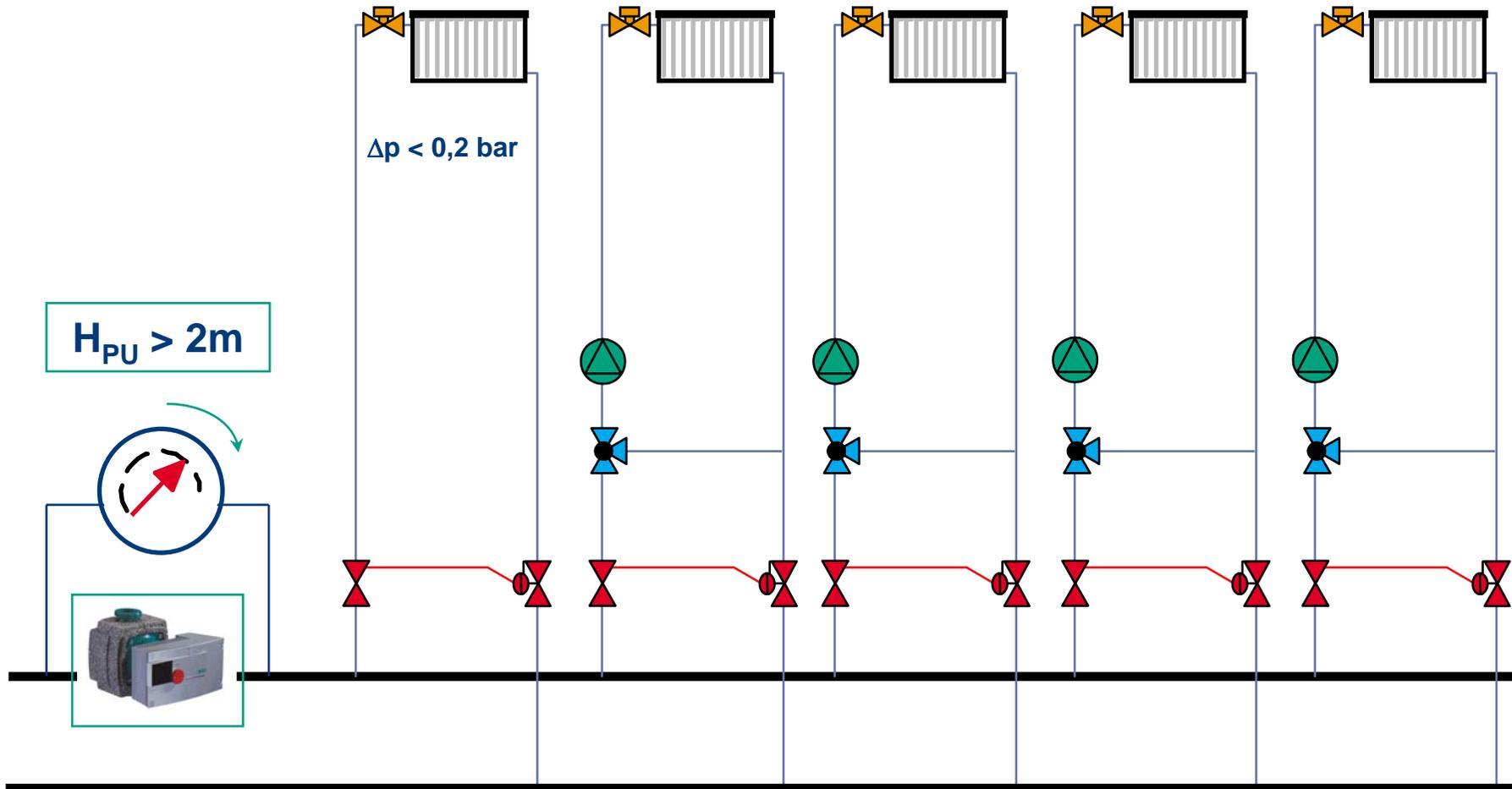




Überströmventile führen zu erhöhtem Stromverbrauch bei geregelten Pumpen!

# Dezentraler hydraulischer Abgleich

Wolfenbüttel





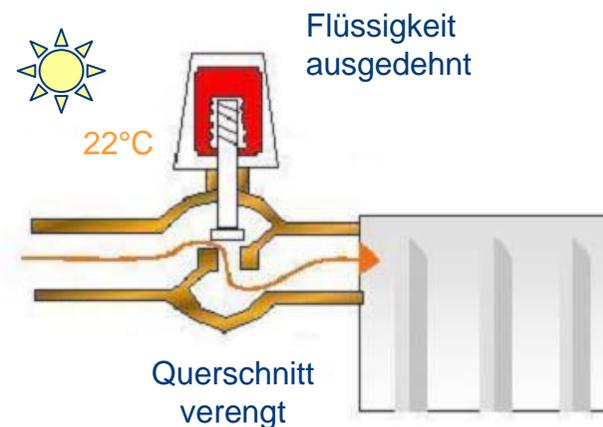
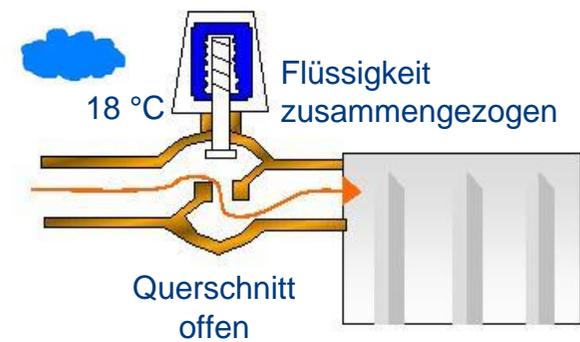
## Thermostatventilwahl

## Funktion der Thermostatventile

Ausdehnung oder Zusammenziehen des Mediums im Thermostatkopf



Das Thermostatventil ist also ein Regelventil.



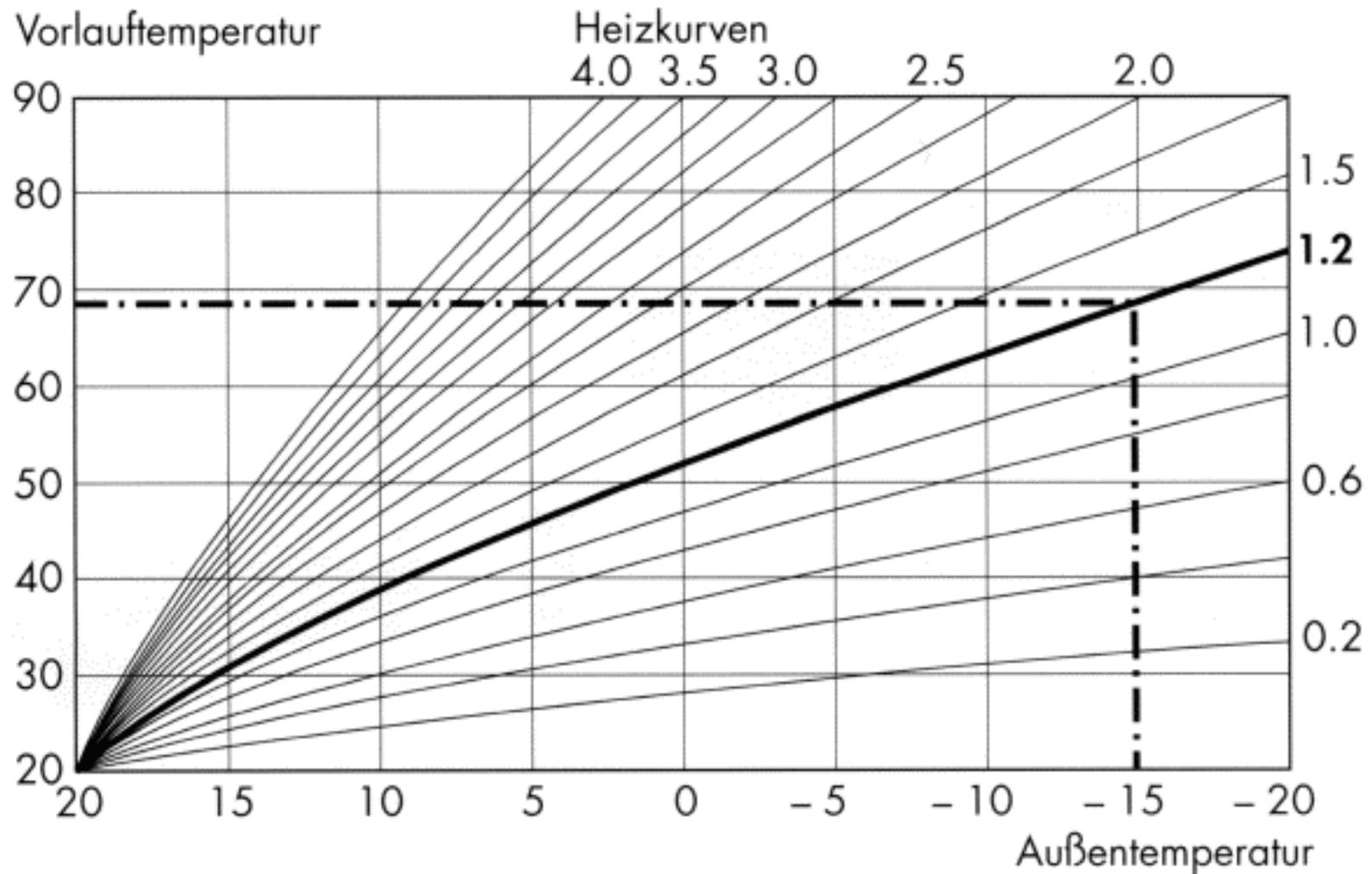


## Aufgabe der Thermostatventile

- Die eigentliche Funktion der Thermostatventile besteht darin, vorhandene innere und solare Gewinne nutzbar zu machen.
- Wenn sich die Raumtemperatur aufgrund von Wärmegewinnen erhöht, drosselt das Thermostatventil den Volumenstrom, der durch den Heizkörper fließt und vermindert so dessen Leistung: Die Raumtemperatur bleibt konstant.
- Voraussetzung ist die richtige Einstellung der Heizkurve (Vorlauftemperatur) und der Pumpe (Differenzdruck).



## Heizkurve – Steilheit und Parallelverschiebung



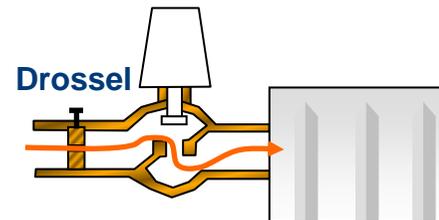
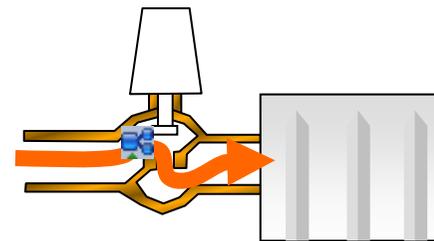


# BAUARTEN VON THERMOSTATISCHEN HEIZKÖRPERVENTILEN

## Bauarten von Thermostatventilen

In einer Anlage können folgende Arten von Thermostatventilen eingebaut sein:

- nicht voreinstellbare THKV
- voreinstellbare THKV
- THKV mit angepassten kV-Kegeln
- THKV mit eingebautem Differenzdruckregler

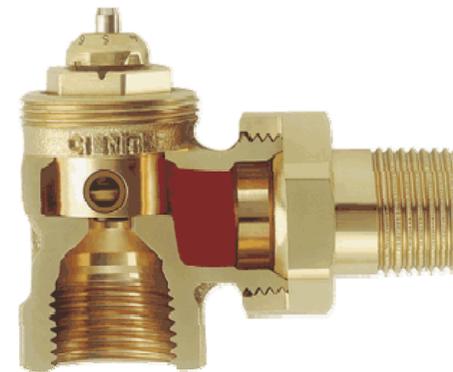


für den  
Hydraulischen  
Abgleich  
geeignet

## Voreinstellbare Ventile

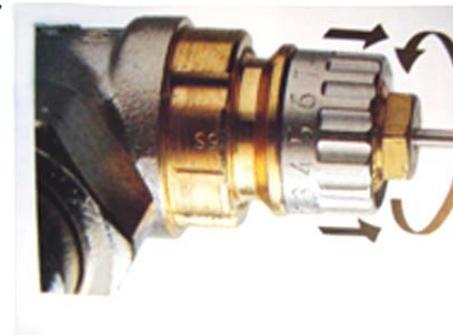
### Vorteile:

- Ein Ventil kann einen relativ großen  $k_V$ -Bereich (Durchflussbereich) abdecken.
- Die Voreinstellung (und damit der  $k_V$ -Wert) kann ohne großen Aufwand verändert werden.



### Nachteile:

- Bei starken Voreinstellungen besteht die Gefahr, dass sich das Ventil zusetzt (→ Anlage sollte gründlich gespült werden, ebenfalls sollte ein Filter eingebaut werden).

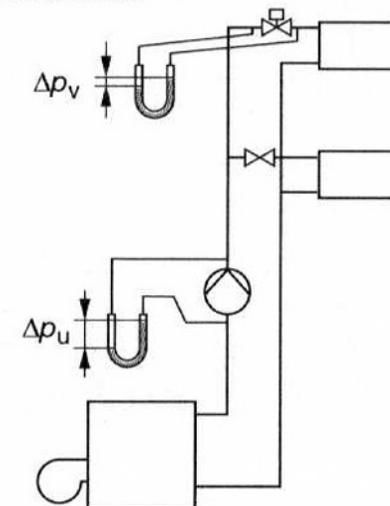


## Hohe Ventilautorität

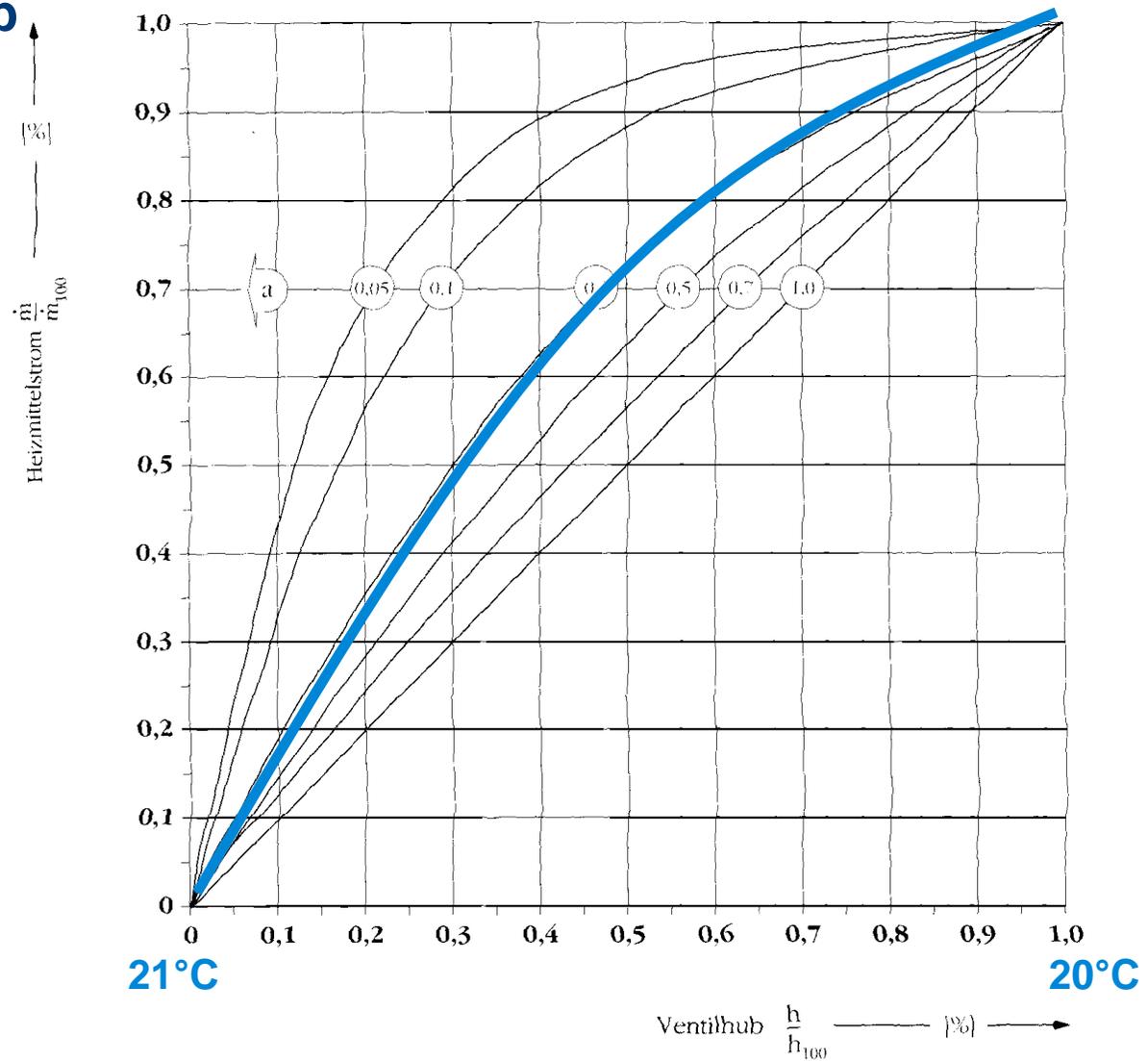
- Die Ventilautorität gibt an, wie linear der Zusammenhang zwischen Ventilhub und Volumenstrom über dem gesamten Regelbereich des Ventils ist.
- Die Ventilautorität  $a_v$  sollte zwischen 0,3 und 0,7 liegen, ideal wäre eine theoretische Ventilautorität von 1,0.

$$a_v = \frac{\Delta p_v}{\Delta p_v + \Delta p_{\text{Rest}}} = \frac{\Delta p_v}{\Delta p_u}$$

Ventilautorität

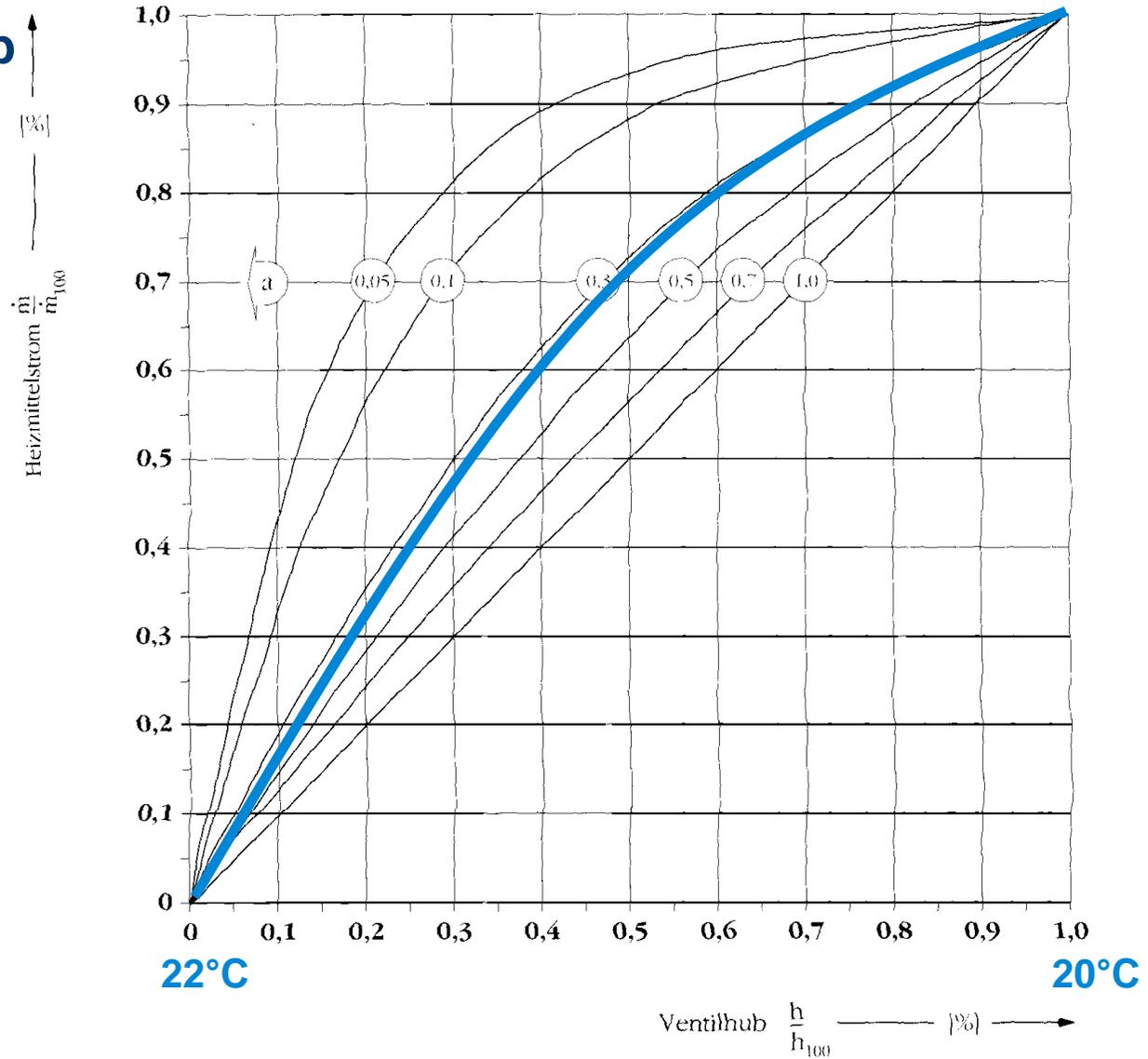


## Ventilautorität und $x_p$



Wolfenbüttel

## Ventilautorität und $x_p$





# Die Grenzen der Pumpenwarmwasserheizung





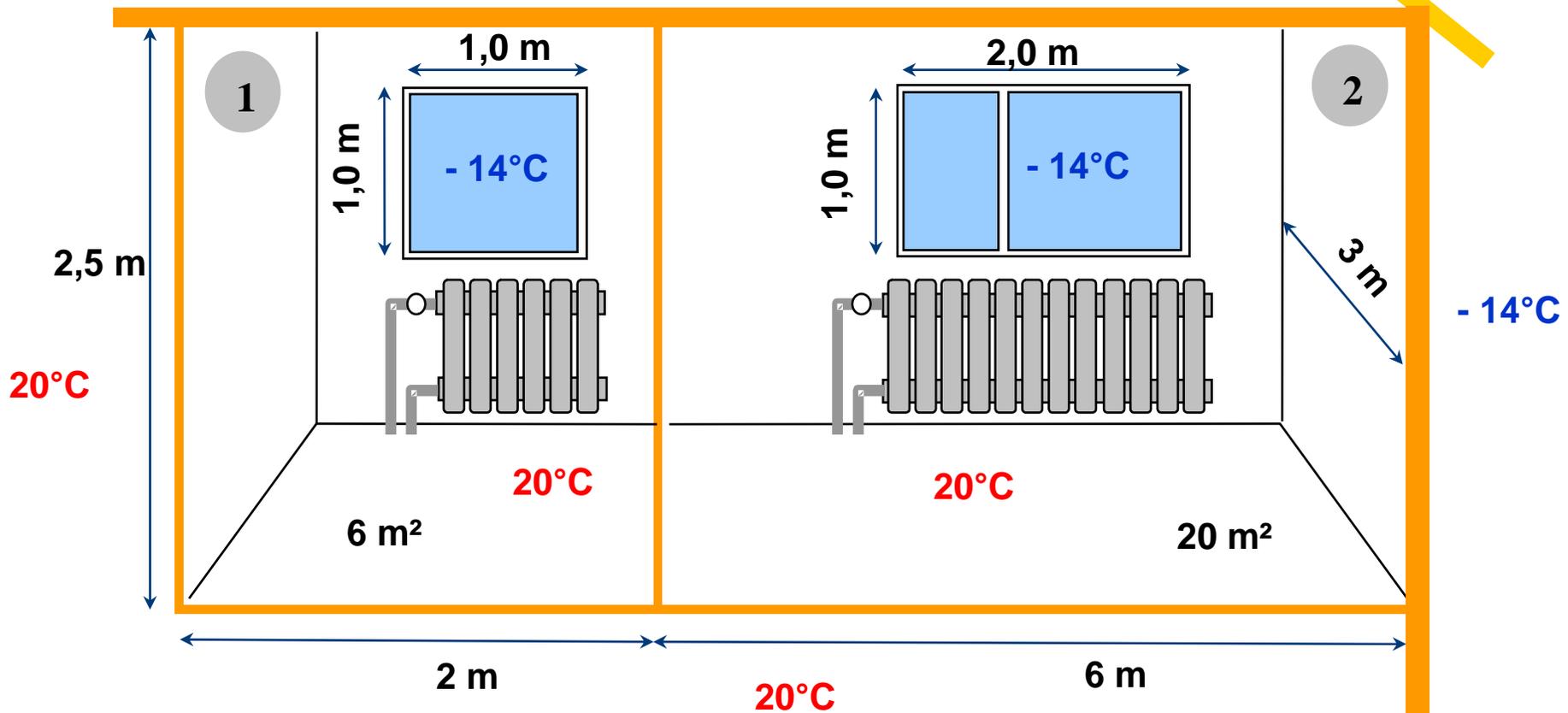
***Die Frage ist: ab welchem Standard ist diese Maßnahme notwendig?***





## Anforderungen an das Wärmeabgabesystem

Regelbarkeit der Wärmeübergabe – Gebäude nach EnEV 2009:  
Welche Leistung wird benötigt? - 6°C



$$\dot{Q}_T = U \cdot A \cdot (\vartheta_i - \vartheta_a)$$

$$\dot{Q}_V = n \cdot \rho \cdot c_p \cdot V_L \cdot (\vartheta_i - \vartheta_a)$$



## Regelbarkeit der Wärmeübergabe - Neuauslegung (2):

### Heizlast Raum 1

$$\dot{Q}_{AW} = 0,28 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}} \cdot 5,0 \text{ m}^2 \cdot (20^\circ\text{C} - (-14^\circ\text{C})) = 48 \text{ W}$$

$$\dot{Q}_{AF} = 1,3 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}} \cdot 1,0 \text{ m}^2 \cdot (20^\circ\text{C} - (-14^\circ\text{C})) = 44 \text{ W}$$

$$\dot{Q}_D = 0,2 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}} \cdot 15,0 \text{ m}^2 \cdot (20^\circ\text{C} - (-6^\circ\text{C})) = 31 \text{ W}$$

$$\dot{Q}_V = n \cdot \rho \cdot c_p \cdot V_L \cdot (\vartheta_i - \vartheta_a) = 0,5 \frac{1}{\text{h}} \cdot 0,34 \frac{\text{Wh}}{\text{m}^3 \text{K}} \cdot 15 \text{ m}^3 \cdot (20^\circ\text{C} - (-14^\circ\text{C})) = 87 \text{ W}$$

$$\dot{Q} = \dot{Q}_T + \dot{Q}_V = 113 \text{ W} + 87 \text{ W} = 210 \text{ W}$$



## Regelbarkeit der Wärmeübergabe - Neuauslegung (3):

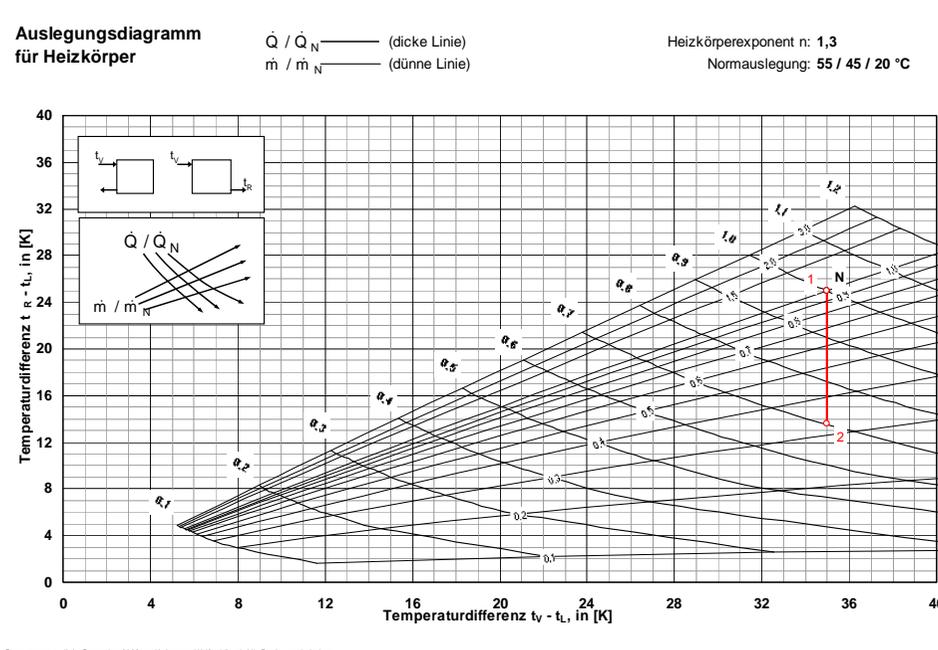
Temperaturspreizung	spezifischer Volumenstrom	Volumenstrom Raum 1
20 K	43 l/kW	9 l/h
15 K	57 l/kW	12 l/h
10 K	86 l/kW	18 l/h
5 K	172 l/kW	36 l/h

## Regelbarkeit der Wärmeübergabe - Neuauslegung(4):

Auslegungsmassenstrom bei 55/45/20 °C:

$$\dot{m} = \frac{\dot{Q}}{c_p \cdot \Delta \vartheta} = \frac{0,2 \text{ kJ} \cdot \text{kg} \cdot \text{K} \cdot 3600 \text{ s}}{\text{s} \cdot 4,2 \text{ kJ} \cdot 10 \text{ K} \cdot \text{h}} = 18 \frac{\text{kg}}{\text{h}}$$

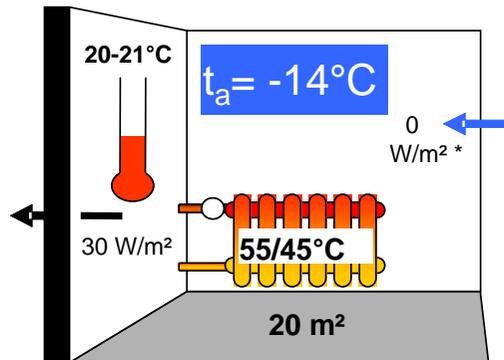
Massenstrom bei einem Fremdwärmeanteil von 30%:



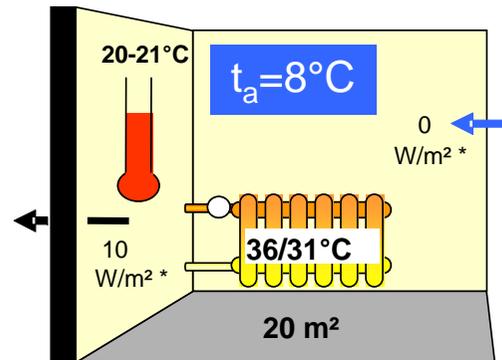
$$\dot{m} = 18 \frac{\text{kg}}{\text{h}} \cdot 0,33 = 5,9 \frac{\text{kg}}{\text{h}}$$

nicht mehr regelbar!

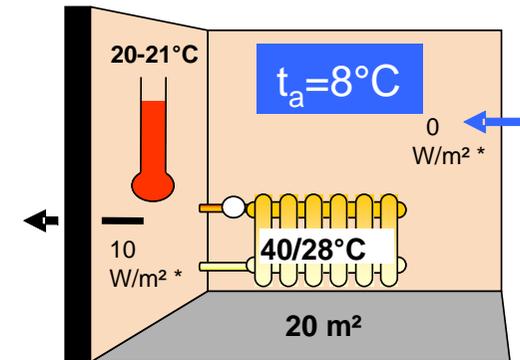
## Regelbarkeit der Wärmeübergabe - Neuauslegung (5):



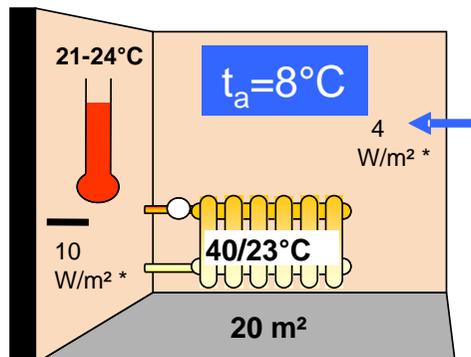
$$\dot{Q} = 600 \text{ W} \quad \dot{V} = 51,6 \frac{1}{\text{h}}$$



$$\dot{Q} = 200 \text{ W} \quad \dot{V} = 51,6 \frac{1}{\text{h}}$$



$$\dot{Q} = 200 \text{ W} \quad \dot{V} = 17 \frac{1}{\text{h}}$$



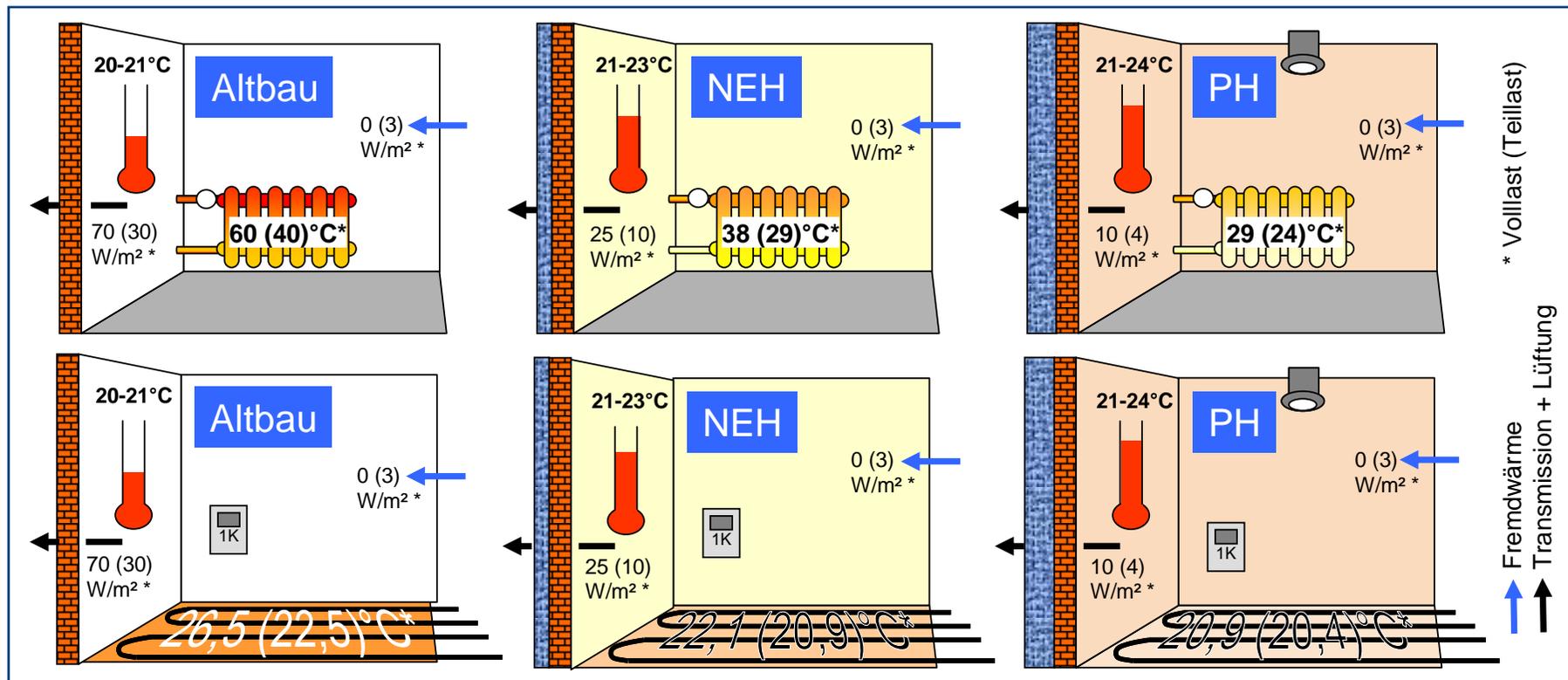
$$\dot{Q} = 120 \text{ W} \quad \dot{V} = 6,7 \frac{1}{\text{h}}$$

Kann man so genau einstellen?

Nicht mehr Regelbar!



## Regelbarkeit der Wärmeübergabe -Bestandsanlage:





## Anforderungen an das Wärmeerzeugungssystem



Beispiel: Einfamilienhaus 140 m<sup>2</sup>

Kesselnennleistung zur WW – Bereitung 15 kW

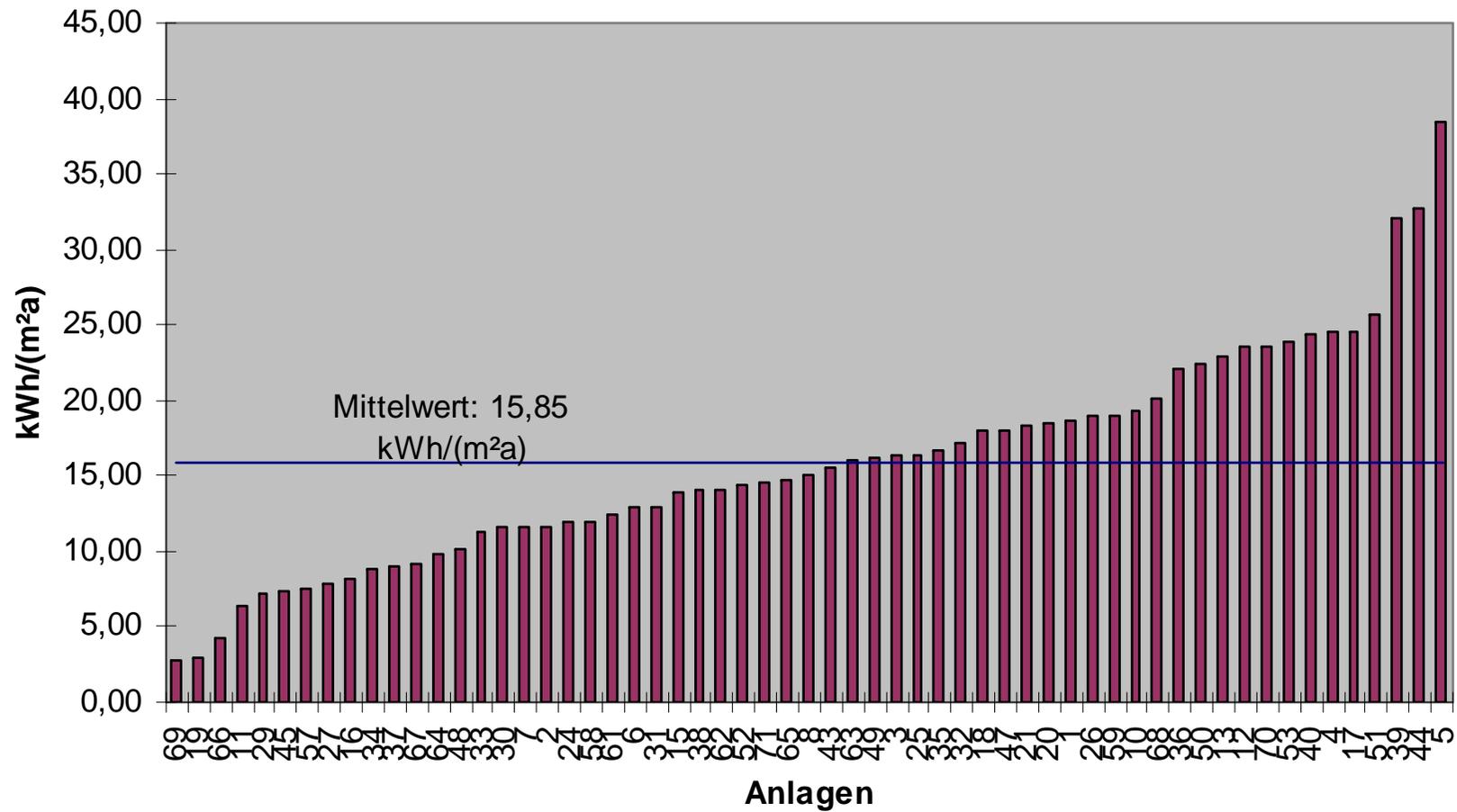
	Bestand	EnEV 2007	EnEV 2009
spez. Heizlast	70 W/m <sup>2</sup>	50 W/m <sup>2</sup>	30 W/m <sup>2</sup>
Heizlast	9800 W	7000 W	4200 W
Heizlast bei t <sub>a</sub> = 6°C	4035 W	2882 W	1729 W
Auslegungsvolumenstrom 55/45 °C	843 l/h	602 l/h	361 l/h
Teillastvolumenstrom 30 % unbeheizt	590 l/h	421 l/h	253 l/h
mindestens benötigter Modulationsbereich	0,27	0,19	0,12



## **Forderung an Wärmeerzeuger in neuen Einfamilienhäusern:**

- Nennleistung der Wärmeerzeuger von ca. 10 kW
- Modulationsbereich von 1:10
- Keine Anforderung an den Mindestvolumenstrom
- Keine eingebauten Übertrömventile
- Pumpenrestförderhöhen  $< 150$  mbar

## Verluste des Wärmerzeugers:



## Beispiel: Einfamilienhaus 140m<sup>2</sup>, Brennwertkessel mit Zirkulation

	Bestand	EnEV 2007	EnEV 2009
spez. WW-Bedarf	12,5 kWh/m <sup>2</sup> a	12,5 kWh/m <sup>2</sup> a	12,5 kWh/m <sup>2</sup> a
Spez. Heizwärmebedarf	120 kWh/m <sup>2</sup> a	80 kWh/m <sup>2</sup> a	60 kWh/m <sup>2</sup> a
Verteil-, Speicher- u. Übergabeverluste	25,4 kWh/m <sup>2</sup> a	25,4 kWh/m <sup>2</sup> a	25,4 kWh/m <sup>2</sup> a
Erzeugerverluste*	15,8 kWh/m <sup>2</sup> a	15,8 kWh/m <sup>2</sup> a	15,8 kWh/m <sup>2</sup> a
Summe Endenergie	173,7 kWh/m <sup>2</sup> a	133,7 kWh/m <sup>2</sup> a	113,7 kWh/m <sup>2</sup> a
Verluste in %	24%	30%	36%

\*Erzeugerverluste aus dem Brennwertkesselprojekt

Beispiel: NEH, Heizwärmebedarf 30 kWh/m<sup>2</sup>a, TWW 12,5 kWh/m<sup>2</sup>a

	Brennwertkesselanlage*	E-Direktheizung WW - Durchlauferhitzer Lüftung mit WRG
Anlagenverluste	41,8 kWh/m <sup>2</sup> a	1,5 kWh/m <sup>2</sup> a
Gewinne Lüftungsanlage		14,6 kWh/m <sup>2</sup> a
Endenergiebedarf	84,3 kWh/m <sup>2</sup> a	29,4 kWh/m <sup>2</sup> a
Primärenergiebedarf	92,7 kWh/m <sup>2</sup> a	79,4 kWh/m <sup>2</sup> a

\*Erzeugerverluste aus dem Brennwertkesselprojekt



## Fazit:

- Die benötigten Volumenströme lassen sich mit der zur Verfügung stehenden Ventiltechnik nicht realisieren
- Die Regelgenauigkeit der Wärmeabgabesysteme ist zu gering um ein Verschwendungspotential zu verhindern
- Die vorhandenen Wärmeerzeuger erfüllen nicht die hydraulischen Anforderungen an das Niedrigenergiehaus
- Der Anteil der Speicher- u. Verteilverluste steigt weiter an
- Bei einem Heizwärmebedarf  $< 50 \text{ kWh/m}^2\text{a}$  ist die Pumpenwarmwasserheizung mit den momentan erhältlichen Komponenten nur bedingt geeignet
- Bei einem Heizwärmebedarf  $< 30 \text{ kWh/m}^2\text{a}$  kann auf das Heizsystem verzichtet werden (elektrische Beheizung u. WRG)
- **Besser: auf Passivhausniveau dämmen und Beheizung über Lüftungsanlage**



## Internet:



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

- ➔ Fachartikel und Excel zur DIN V 18599 und zur neuen EnEV
- ➔ Informationen zur Verbrauchsauswertung incl. Wetterdaten
- ➔ viele weitere Infos rund um TGA, Energieberatung, Bilanz und QS