

Dr.-Ing. Kati Jagnow

**Update Energieberatung –
Nachschulung Energieeffizienz
Teil: Anlagentechnik, EEWärmeG**

Mainz, Dezember 2013

Tagesplan

Grundlagen

Wärmeübergabe

- Trägheit, Einsatzbedingungen

Regelung und Hydraulik

- optimale Temperaturen,
hydraulischer Abgleich

Beiblätter zur DIN V 18599

- Beiblatt 1: Bedarf-Verbrauchs-
Abgleich
- Beiblatt 2: Anwendung des
EEWärmeG

Wärmeverteilnetze

- Verluste, Überwärmung,
Verbundnetze

Gas- und Ölkessel

- kleinste Erzeuger, Thermen,
Betriebsbereitschaft, Modulation

Holzessel, Wärmepumpen, BHKW

- Einsatzbedingungen, kleinste
Geräte

Trinkwarmwasserbereitung

Solarthermie

- Praxiserfahrungen

Grundsatzprobleme

Ein Effizienzhaus / effizientes Haus hat i. d. R. einen sehr geringen Energieverbrauch, also geringe Energiekosten. Jede effizienzverbessernde Maßnahme in Gebäuden dieser Art kann folglich nur wenig Energie sparen.

Es ist häufig schwierig Maßnahmen / Techniken wirtschaftlich zu rechtfertigen, auch wenn sie energetisch und ökologisch optimal sind ("**Oft gewinnt der zweite**").

Technikkomponenten für diesen Marktsektor – insbesondere für ein Einfamilienhaus – in korrekter (also kleiner) Leistung hat Seltenheitswert. ("**Suche nach Miniaturisierung**").

Da der Verbrauch insgesamt so klein ist, nimmt die Gefahr der Wärmeübertemperatur der Räume – Übertemperaturen mit Ablüften – zu ("**Standby vermeiden**").

Grundlagen

Systemvergleich, Energiebilanzen, Leistungsbedarf

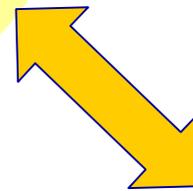
Wichtiges Vokabular...

Verbrauch:
Messwert

Praktisch
gemessene
Energienmenge

Bedarf:
Rechenwert

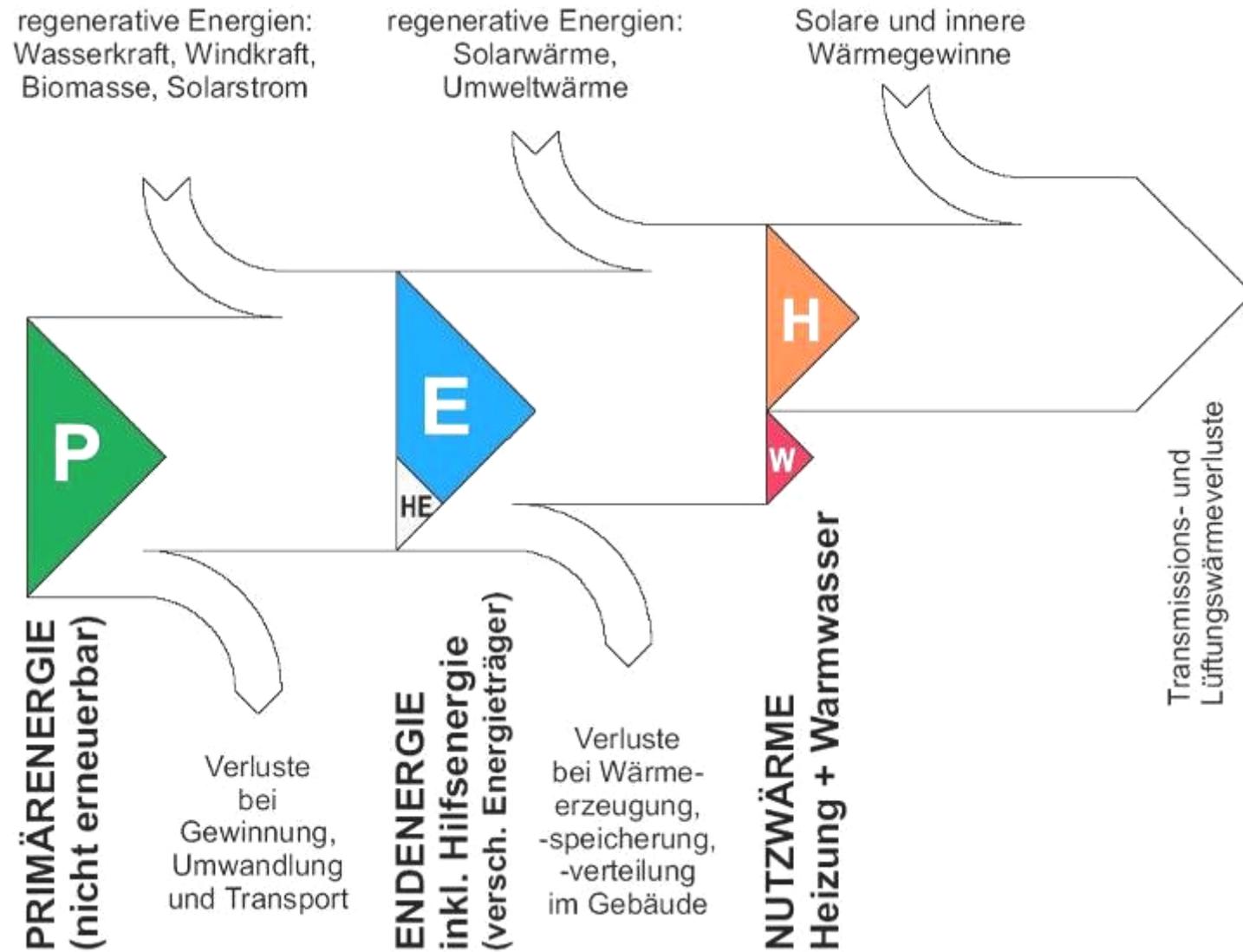
Theoretisch
bestimmte
Energienmenge



1 Liter Heizöl
≙ 1 m³ Erdgas
≙ 10 kWh
≙ 70...80 Cent (Tendenz steigend)

Update Energieberatung: Nachschulung Energieeffizienz Teil Anlagentechnik

Bilanzprinzip

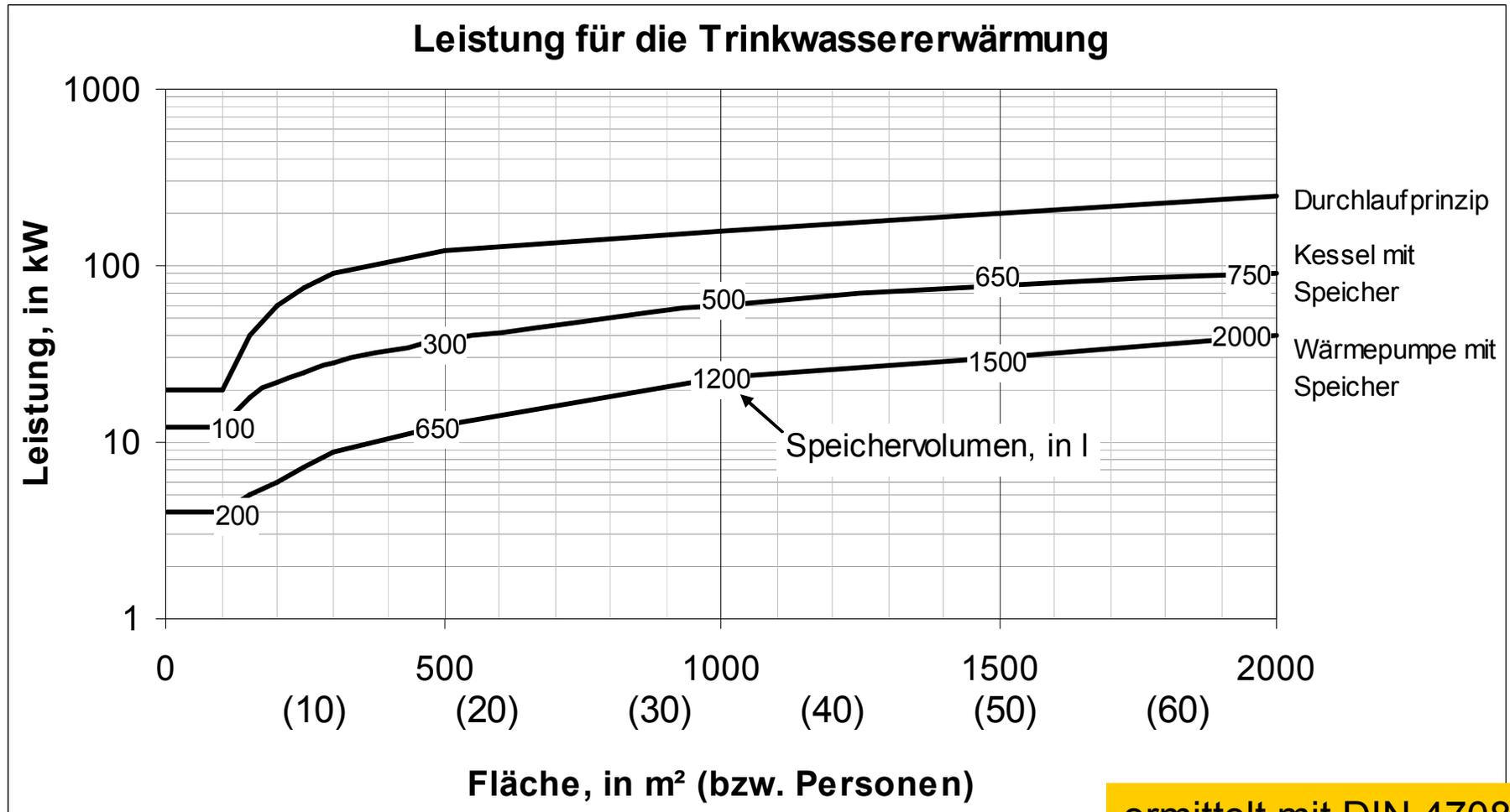


Quelle: dena

Wärmeleistungsbedarf

- maßgeblich: Heizlast und Trinkwarmwasserleistung
- Erzeugerleistungen sollten nur größer sein als Gebäudeheizlasten, wenn die Trinkwarmwasserbereitung dies erfordert (schnelle Speicherladung, Durchlauferwärmung ohne Speicher)
- Heizlasten für Gebäude: nach DIN EN 12831 bei minimaler Außentemperatur (z.B. -14°C), Heizlasten lassen sich näherungsweise aus Energiebilanzen ableiten
- Trinkwarmwasserleistung: nach Speichergröße und erwünschter Ladedauer nach DIN 4708 oder Summenlinienverfahren

Trinkwarmwasserleistung überschlägig



ermittelt mit DIN 4708

Beiblätter zur DIN V 18599

EEWärmeG und Bedarfs-Verbrauchs-Abgleich

DIN V 18599 Beiblatt 1 Bedarfs-Verbrauchs-Abgleich

Energieträgerfaktoren

Energieträger ^a		Primärenergiefaktoren f_p		Umrechnungsfaktor Endenergie $f_{HS/HL}$
		insgesamt	nicht erneuerbarer Anteil	Verhältnis Brennwert/ Heizwert H_s/H_i
		A	B	
Brennstoffe	Heizöl EL	1,1	1,1	1,06
	Erdgas H	1,1	1,1	1,11
	Flüssiggas	1,1	1,1	1,09
	Steinkohle	1,1	1,1	1,04
	Braunkohle	1,2	1,2	1,07
	Holz	1,2	0,2	1,08
Nah-/Fernwärme aus KWK ^b	fossiler Brennstoff	0,7	0,7	1,00
	erneuerbarer Brennst.	0,7	0,0	1,00
Nah-/Fernwärme aus Heizwerken	fossiler Brennstoff	1,3	1,3	1,00
	erneuerbarer Brennst.	1,3	0,1	1,00
Bioöl, Biogas		1,5	0,5	Wie Öl/Gas
Strom	Strom-Mix	3,0	2,6	1,00
Umweltenergie	Solarenergie, Umgebungswärme	1,0	0,0	1,00

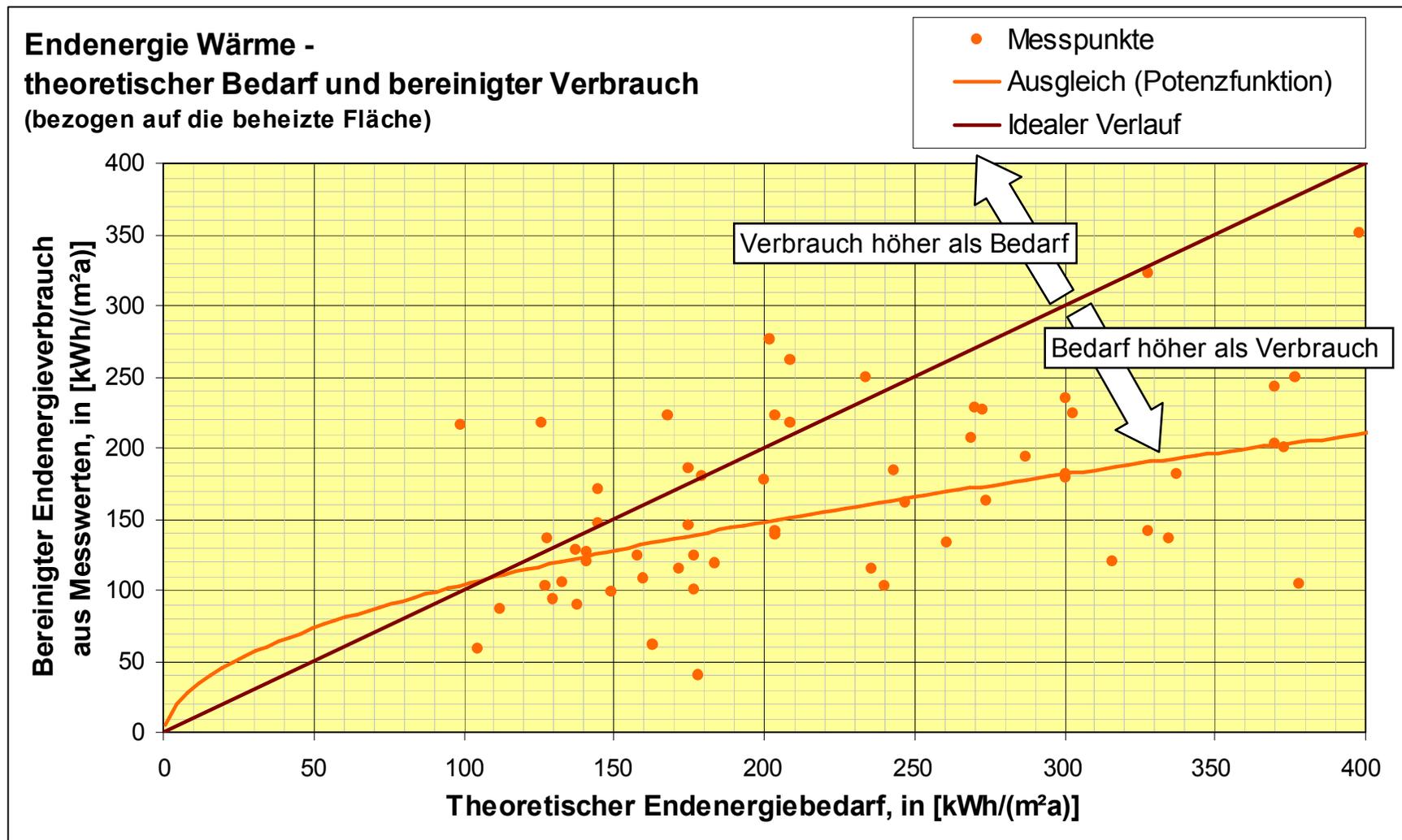
^a Bezugsgröße Endenergie: Heizwert H_i .

^b Angaben sind typisch für durchschnittliche Nah-/Fernwärme mit einem Anteil der KWK von 70 %.

Kennwerte für den Energieausweis – konfus?!

	Endenergie	$\cdot f_P$	Primärenergie
Brennwert	<ul style="list-style-type: none"> • Bedarf nach DIN V 18599 • Gasversorgerabrechnung <div style="border: 1px solid gray; padding: 5px; width: fit-content; margin: 10px auto;">1000 m³ Erdgas H ca. 11.100 kWh</div>		<div style="border: 1px solid gray; padding: 5px; width: fit-content; margin: 10px auto;">1000 m³ Erdgas H ca. 12.210 kWh</div>
Heizwert	<ul style="list-style-type: none"> • Bedarf nach DIN 4108/4701 • Verbrauchsausweis <div style="border: 1px solid gray; padding: 5px; width: fit-content; margin: 10px auto;">1000 m³ Erdgas H ca. 10.000 kWh</div>	$: f_{HSHI}$	<ul style="list-style-type: none"> • Bedarf nach DIN 4108/4701 • Bedarf nach DIN V 18599 <div style="border: 1px solid gray; padding: 5px; width: fit-content; margin: 10px auto;">1000 m³ Erdgas H ca. 11.000 kWh</div>

Theorie und Praxis: Endenergie "Wärme" im Wohnbau



Wie sind die Bilanzgrößen bewertet? Was ist das Ziel?

Bilanzeinfluss		sehr geringer Bilanzeinfluss
		geringer Bilanzeinfluss
		mittlerer Bilanzeinfluss
		hoher Bilanzeinfluss
		sehr hoher Bilanzeinfluss

Abweichung		sehr geringe Abweichung
		geringe Abweichung
		mittlere Abweichung
		hohe Abweichung
		sehr hohe Abweichung

Ziele:

Durch gezielte Variation der Eingaben den (witterungskorrigierten) Verbrauch annähern.

ODER:

Eine realistische Bilanz erstellen.

ODER:

Wissen, welche Größen mit wie viel Aufwand erhoben werden müssen.

Welche Größen werden beim Abgleich schwerpunktmäßig überprüft?

Beiblatt 1 definiert die Größen, welche hohen Bilanzeinfluss haben.
... als Hilfe für eine realistische Bilanz!

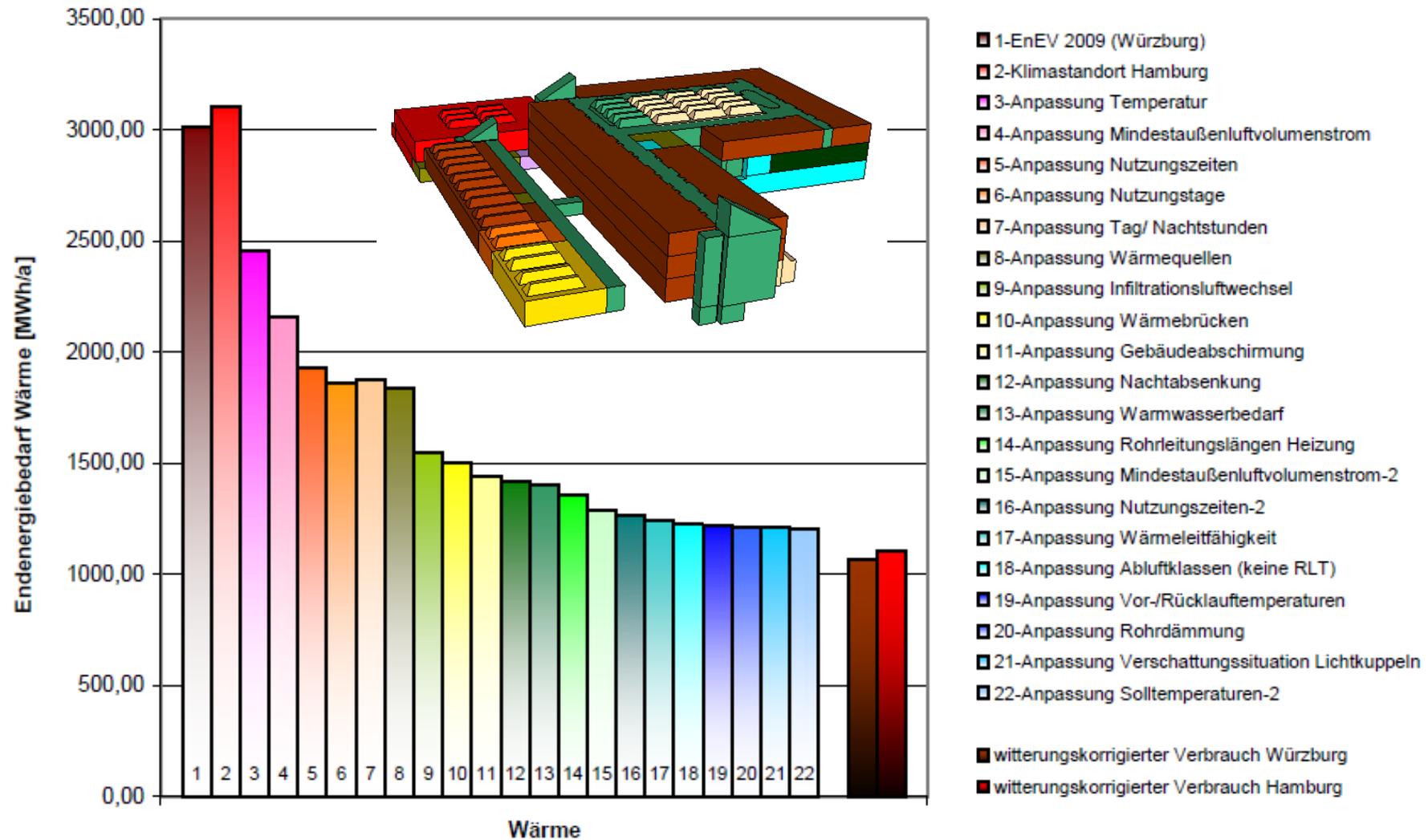
		Bilanzeinfluss der Größe				
		sehr gering	gering	mittel	hoch	sehr hoch
Abweichung vom Standard- oder (fiktiven) Mittelwert	sehr gering	-	o	o	+	++
	gering	-	o	+	+	++
	mittel	o	o	+	++	++
	hoch	o	+	+	++	+++
	sehr hoch	o	+	++	++	+++

z.B. Auslegungs-
raumtemperatur

z.B. Wärmeabgabe Personen

z.B. Leitungslängen Heizung

Beispiel: Parameterstudie für eine Berufsschule



Beiblatt 2: Erneuerbare-Energien-Wärme-Gesetz

Grundaussage Gesetz

- ein Neubau (Wohnbau oder Nichtwohnbau) darf nur erstellt werden, wenn neben der EnEV auch das EEWärmeG eingehalten wird
- Anforderungen:
 - entweder erneuerbare Energie nutzen oder
 - die EnEV um 15 % unterschreiten oder
 - andere Ersatzmaßnahmen
 - Kombinationen aller o.g. Möglichkeiten

Anforderungen des EEWärmeG (Auszüge) an Neubauten

- Solarthermie (15%* bzw. vorgegebene Kollektorfläche)
- Geothermie incl. Wärmepumpen bzw. Umweltwärme (50%*, Auflagen bzgl. Arbeitszahl)
- feste Biomasse (50%*)
- Biogas mit KWK (30%*) oder Bioöl ohne Palm- und Sojaöl in Brennwertkesseln (50%*, ggf. Anforderungen an Nutzungsgrad)
- 15 % Unterschreitung der jeweils geltenden EnEV
- Abwärmenutzung (50 %*)
- KWK-Nutzung im Gebäude oder über Nahwärme (50 %*)
- 50 %* Wärmerückgewinnung in der Lüftung (mind. 70 % WRG-Grad, Anforderungen an Stromeffizienz)
- Kombinationen

*des Wärme/Kälteenergiebedarfs ab Erzeuger

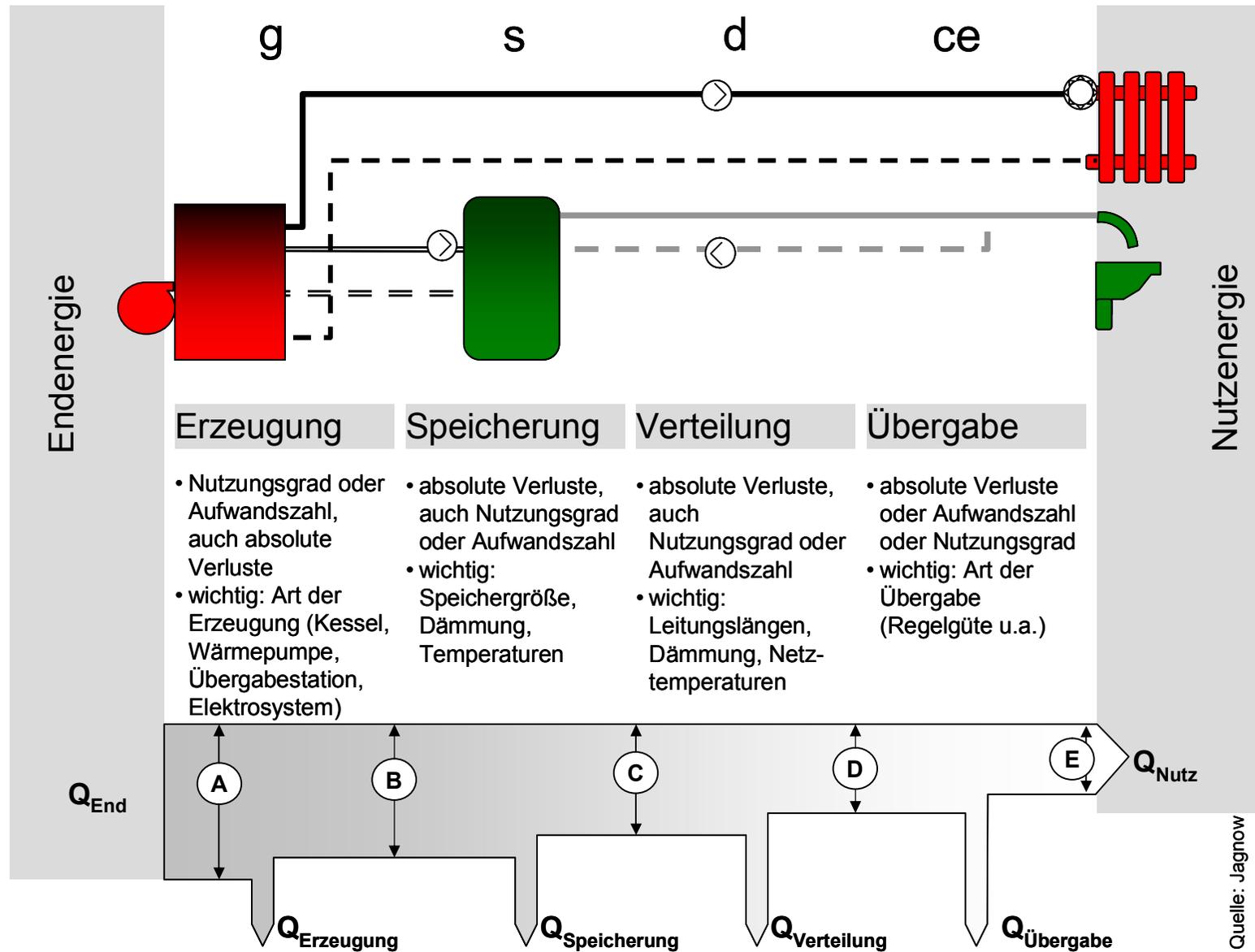
wichtige Inhalte des Beiblattes 2

- Definition, was der "Wärme- und Kältebedarf" nach EEWärmeG ist
- Festlegungen zur Herkunft der regenerativen Energiemengen oder Herkunft der Ersatzwerte

- Formeln für den Nachweis
- Formulare
- Beispiele

Update Energieberatung: Nachschulung Energieeffizienz Teil Anlagentechnik

Bezugsgröße



**Update Energieberatung:
Nachschulung Energieeffizienz
Teil Anlagentechnik**

Formular EEWärmeG

Wärme- und Kälteenergiebedarf (Summe der Erzeugernutzenergieabgaben)					
... Heizung	12 001	kWh/a			
... RLT-Heizung	2 289	kWh/a			
... Kühlung	7 280	kWh/a			
... RLT-Kühlung	934	kWh/a			
... Trinkwarmwasser	8 345	kWh/a	=	30 849	kWh/a
... Wohnungslüftung	0	kWh/a			
... Wohnungskühlung	0	kWh/a			
... Befeuchtung/Dampf	0	kWh/a			
Erfüllung aus Nutzung regenerativer Energie im Gebäude					
Regenerative Erträge oder Ersatzmaßnahme	Ertrag, in kWh/a	erreichter Deckungsgrad DG, in %	notwendiger Pflichtanteil PA, in %	Erfüllungsgrad EG = DG / PA, in %	
Solarthermie	1000	3,2	15	21,6	
Wärme aus KWK	Biogasbetrieb	0	0,0	30	0,0
	anderer Brennstoff	1500	4,9	50	9,7
Wärme aus Kesseln	feste Biomasse	0	0,0	50	0,0
	flüssige Biomasse	0	0,0	50	0,0
Wärmepumpen	2567	8,3	50	16,6	
Wärme- und Kälterückgewinnung	234	0,8	50	1,5	
regenerative Kälteerzeugung	756	2,5	50	4,9	
Zwischenwert 1 (Summe)				54,4%	

Update Energieberatung: Nachschulung Energieeffizienz Teil Anlagentechnik

Erfüllung aus Übererfüllung der EnEV						
Ergebnisse des EnEV-Nachweises			erreichter Deckungsgrad DG, in %	notwendiger Pflichtanteil PA, in %	Erfüllungsgrad EG = DG / PA, in %	
Hauptanforderung	Verhältnis Primärenergie Ist / Referenz		0,890	11,0	15	73,3
Nebenanforderung	Verhältnis H_T' Ist / Max.	bei Wohnbauten				
	Verhältnis \bar{U} Ist / Max.	Nichtwohnbauten; opake Bauteile	0,882	11,8	15	78,7
		Nichtwohnbauten; transparente Bauteile	0,950	5,0	15	33,3
		a				
Zwischenwert 2 (Mindestwert)						33,3 %
Erfüllung aus Nutzung regenerativer Energie über Wärme/Kältenetze						
Art des Wärmenetzes	gelieferte Energie, in kWh/a	Anteil an der Erzeugernutzenergieabgabe a, in %	Erfüllungsgrad des Netzmixes $EG_{Wärme}$ bzw. $EG_{Kälte}$, in %		$a \cdot EG_{Wärme}$ bzw. $a \cdot EG_{Kälte}$, in %	
Wärme aus Wärmenetzen	6023	19,5	120,0		23,4	
Kälte aus Kältenetzen	0	0,0	151,0		0,0	
Zwischenwert 3 (Summe)					23,4	
Gesamterfüllung des EEWärmeG						
Zwischenwert 1 (gebäudeinterne EE)		Zwischenwert 2 (EnEV-Übererfüllung)		Zwischenwert 3 (EE über Wärme/Kältenetze)		Summe
54,4 %		33,3 %		23,4 %		111,1 %
Ergebnis						
Das Gebäude erfüllt die Anforderungen des EEWärmeG.			<input checked="" type="checkbox"/> ja		<input type="checkbox"/> nein	
Hinweis						
a bei Bedarf weitere Zeilen einfügen						

Erkenntnisse komprimiert

- alle regenerative Maßnahmen können prinzipiell 2 x angerechnet werden:
 - als "regenerative Energie" und
 - als "Überfüllung der EnEV"
- wenn das Effizienzmerkmal einer Technik aber dem EEWärmeG nicht entspricht (Solar Keymark fehlt, Mindestwirkungsgrad nicht erreicht, Arbeitszahl nicht eingehalten, Wärmerückgewinnungsgrad zu gering usw.), dann gilt der Umkehrfall:
 - die Maßnahme darf nicht als "regenerative Energie" oder "Ersatzmaßnahme",
 - aber auch nicht bei der "Überfüllung der EnEV" eingerechnet werden

Wärmeübergabesysteme

Heizkörper, Flächenheizungen

Heizkörper



Plattenheizkörper



Handtuchradiator



Stahlradiator (nach Norm)



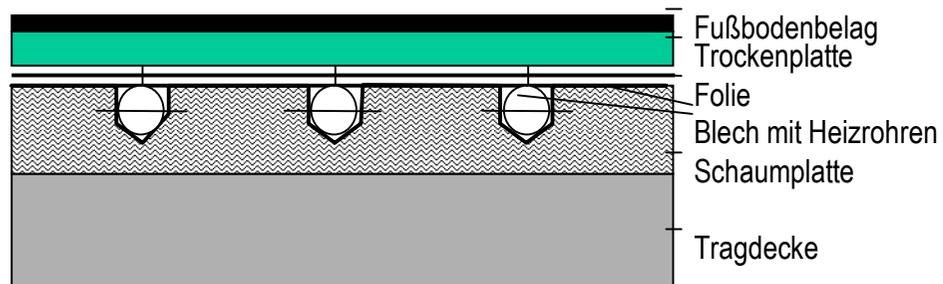
Unterflurkonvektor

Gussradiator
(nach Norm)

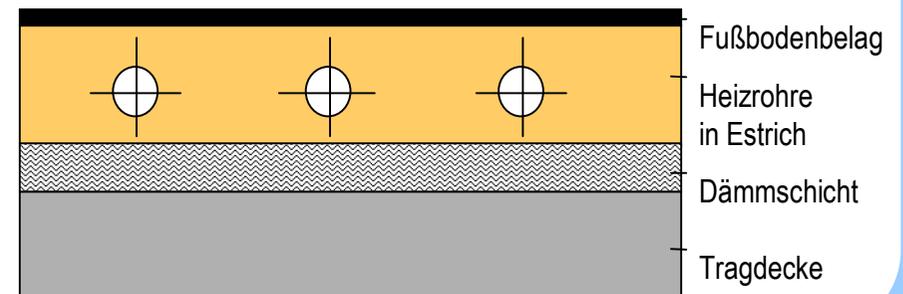


Fußbodenheizung

Trockensystem (leicht)



Nasssystem (schwer)



Fakten und Hintergrundinformationen

Vor- und Nachteile Heizkörper, Einsatzbereiche

- Plattenheizkörper
 - universell mit allen Temperaturen einsetzbar

- alte Radiatoren aus Guss & Stahl
 - sehr träge, wegen großer Massen
 - für alle Temperaturen einsetzbar

- neue Radiatoren (Röhrenradiatoren, Handtuchradiatoren)
 - für alle Temperaturen einsetzbar

- Konvektoren (auch Unterflur)
 - nur mit hohen Temperaturen über 45 ... 50 °C (sonst fast keine Wärmeabgabe) – daher hohe Auslegungstemperaturen um 70 °C nötig!
 - Oder mit Gebläse

Vor- und Nachteile Fußbodenheizung, Einsatzbereiche

- insgesamt teurer als Heizkörpersysteme
- liefern als angenehm empfundene Strahlungswärme
- in schlecht wärme gedämmten Gebäuden: nicht einsetzbar wegen begrenzter Heizleistung/Oberflächentemperatur

- Nasssystem
 - guter Wärmeausgleich in der Ebene
 - insgesamt höhere Aufbauhöhen
 - eher träge wegen der hohen Speichermassen, daher schlechter regelbar, vor allem in gut wärme gedämmten Gebäuden

- Trockensystem
 - geringerer Wärmeausgleich in der Ebene (Welligkeit)
 - geringere Aufbauhöhen
 - nicht so träge, daher besser regelbar

Hinweise und Empfehlungen

Heizkörper und Fußbodenheizung

- Leistung von vorhandenen Heizsystemen muss nach einer baulichen Modernisierung angepasst werden
- passende Vorlauftemperatur ist durch eine Fachplanung festzustellen – Abschätzung ist im Rahmen einer Energieberatung möglich
- Konvektoren: mit niedrigen Vorlauftemperaturen sind Konvektoren ohne Einsatz von Gebläsen praktisch nicht regelbar (Verkleinerung der Leistung ist dann nur durch Abschaltung von Konvektoren möglich!)
- Flächenheizung: in hochwärmegeprägten Gebäuden kaum regelbar (wegen der geringen Übertemperatur)
- Vorsicht bei massereichen/trägen Heizsystemen im Niedrigstenergiebau, v. a. im Zusammenhang mit großen Fensterflächen: Fußbodenheizung oder Betonkernaktivierung

Regelung

Raum- und Zentralregelung

Raumregler



Thermostatventil (P)



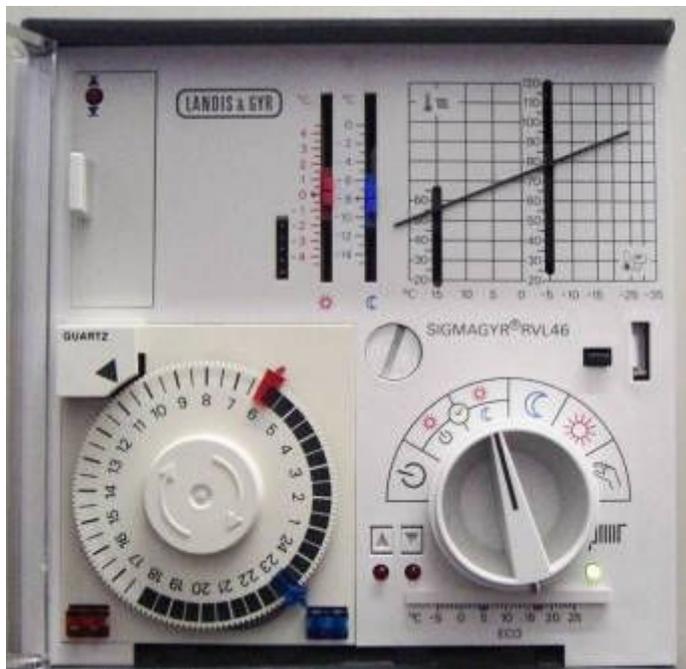
elektronischer Regler
mit motorischem Antrieb (PI),
dezentrale Programmierung
und Regelung



elektronischer Regler mit motorischem Antrieb (PI),
zentrale Programmierung und Ansteuerung

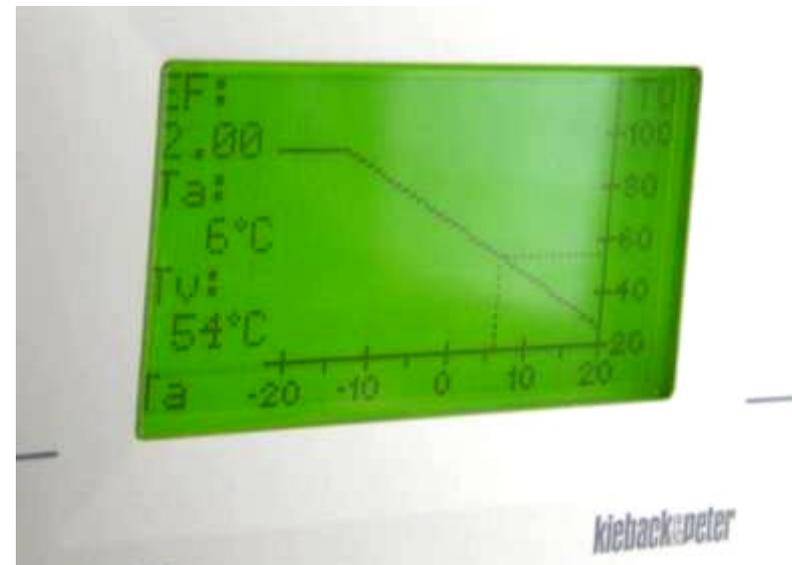
Zentrale Regler

witterungsgeführte Vorlauftemperaturregelung
mit Heizkurve



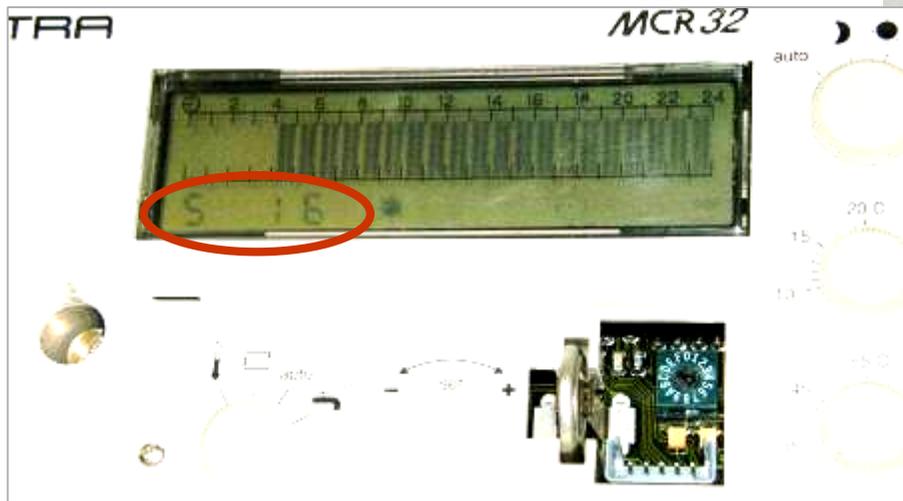
Zeitschaltprogramm
(Absenkung 23 – 6 Uhr)

Umschaltung von Tag-
in reduzierten Betrieb
(nach Zeitschaltprogramm)



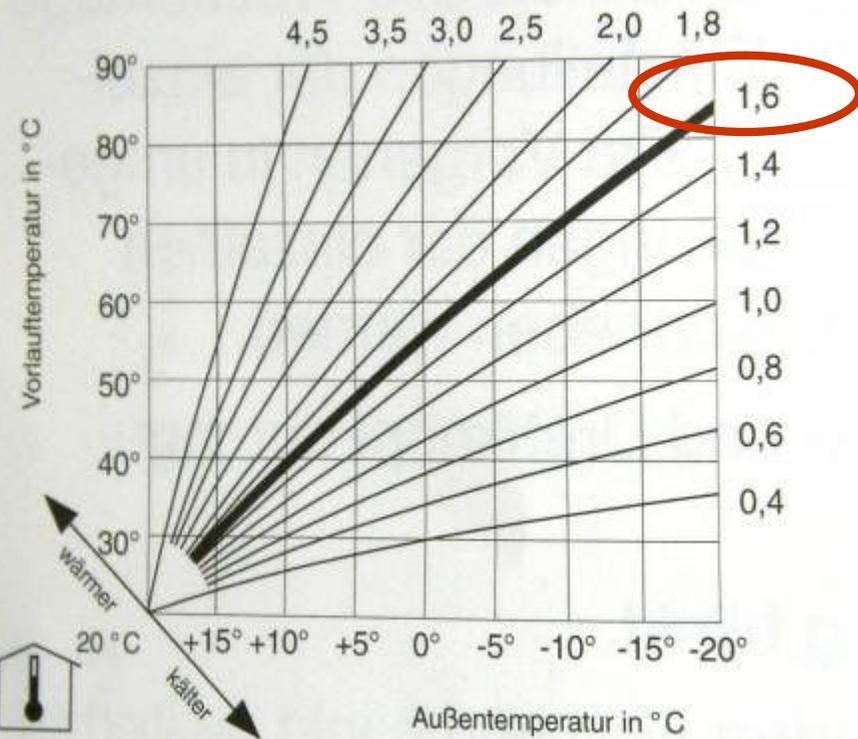
Zentrale Regler

Zeitschaltprogramm
(Absenkung 24 – 4 Uhr)



witterungsgeführte
Vorlauftemperaturregelung
(Heizkurve) – Steilheit 1,6

Heizkennliniensteigung (5)



Hinweise und Empfehlungen

Raumregelung

- elektronische Regler mit Wochenprogrammen bringen die höchsten Einsparungen in Gebäuden, bei denen eine lange Nutzungsunterbrechung vorliegt und die in den Nichtnutzungszeiten stark auskühlen
- d.h. der Einspareffekt ist im Wohnbau eher gering und er nimmt im Neubau / Sanierung stark ab
- aber: Komfort!

typische Auslegungstemperaturen für Heizflächen

Heizfläche	Vorlauf- temperatur, in [°C]	Rücklauf- temperatur, in [°C]	Temperatur- spreizung, in [K]
Konvektoren	65 ... 90	55 ... 80	10 ... 20
Plattenheizkörper, Radiatoren (neu und alt)	45 ... 90	30 ... 80	10 ... 30
Luftheizregister	60 ... 90	40 ... 80	10 ... 40
Flächenheizung (nass und trocken)	30 ... 45	25 ... 35	5 ... 10

wichtig

optimale Auslegungstemperaturen für Erzeuger

Wärmeerzeuger	Vorlauf- temperatur, in [°C]	Rücklauf- temperatur, in [°C]	Temperatur- spreizung, in [K]
Niedertemperaturkessel und -thermen Gas/Öl	30 ... 80	25 ... 70	10 ... 30
Brennwertkessel Gas/Öl (ohne Forderung an einen Mindestdurchfluss)	30 ... 80	25 ... 45	10 ... 30
Brennwerttherme Gas/Öl (mit Forderung an Mindestdurchfluss)	30 ... 55	25 ... 45	5 ... 10
Holzessel	30 ... 80	25 ... 70	10 ... 30
Wärmepumpe	30 ... 55	25 ... 45	5 ... 15
Nah- und Fernwärme	55 ... 90	30 ... 50	15 ... 30
solare Heizungsunterstützung	30 ... 60	25 ... 40	15 ... 30
BHKW Gas/Öl	30 ... 80	25 ... 60	10 ... 20

wichtig

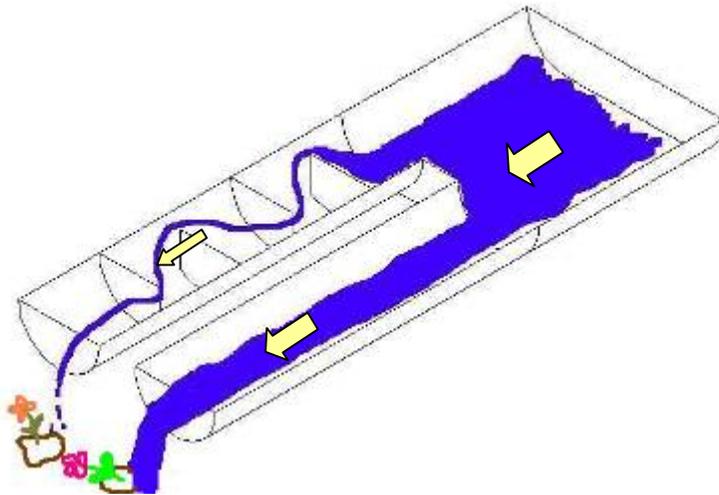
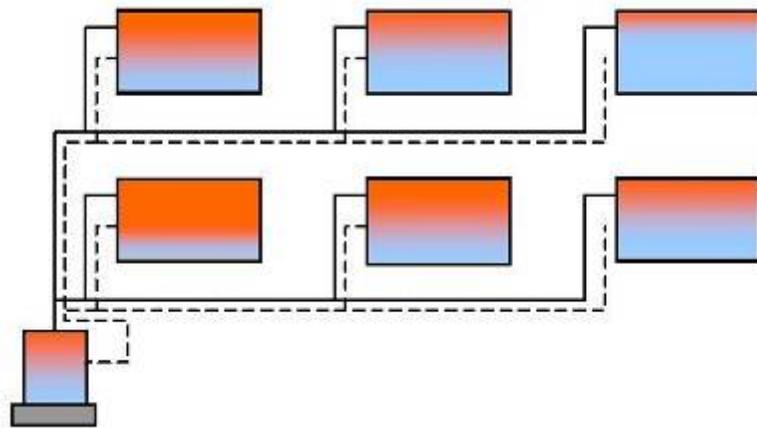
Bestand: anhand der vorhandenen Heizflächen
raumweise prüfen, ob machbar!

Hydraulik

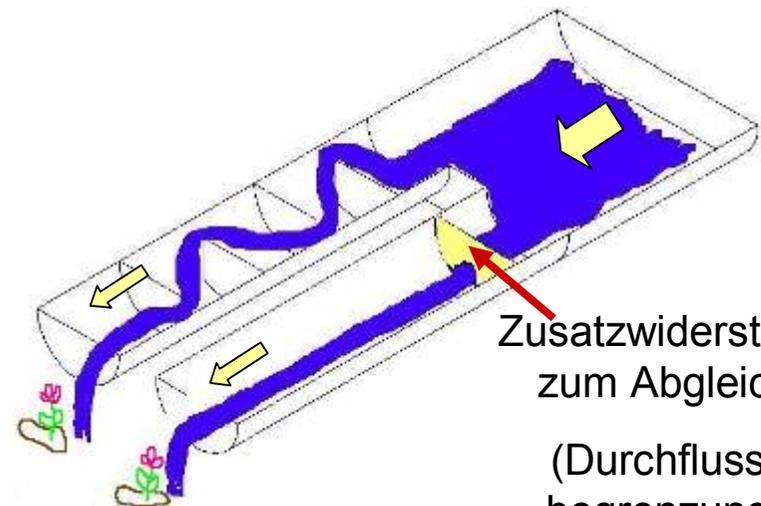
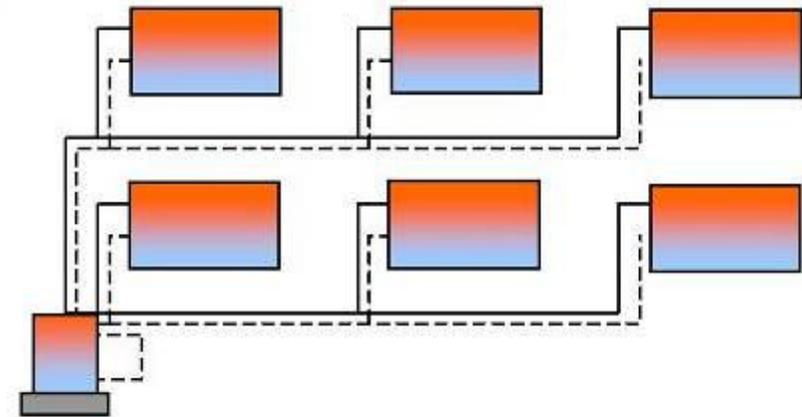
hydraulischer Abgleich

Hydraulischer Abgleich

Hydraulisch nicht abgegliche Anlage



Hydraulisch abgegliche Anlage



Zusatzwiderstand
zum Abgleich
(Durchfluss-
begrenzung)

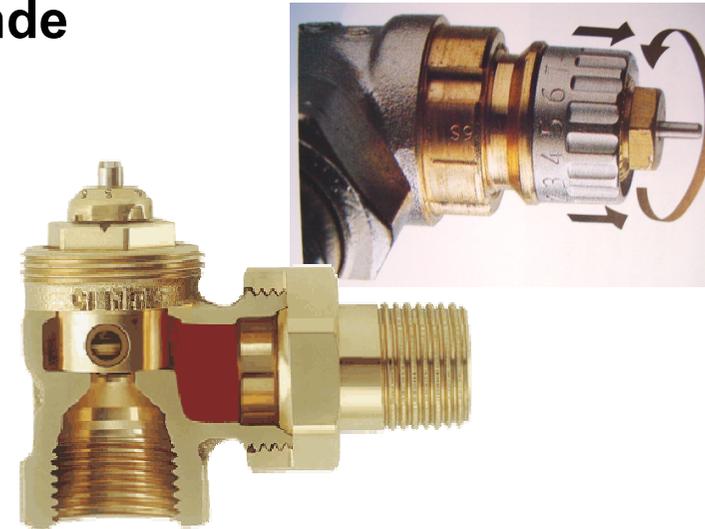
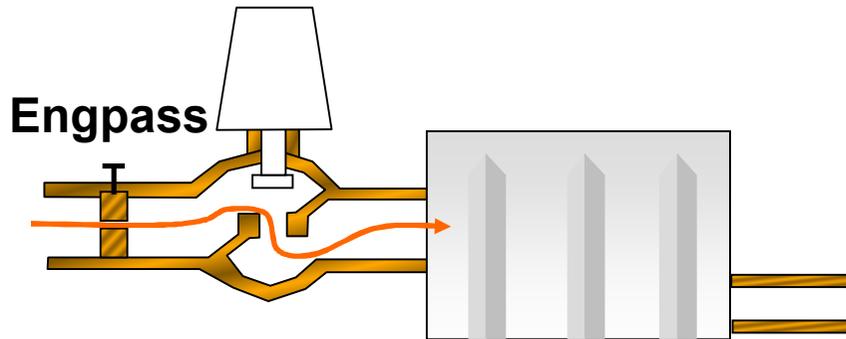
Fakten und Hintergrundinformationen

Wie führt man den hydraulischen Abgleich durch?

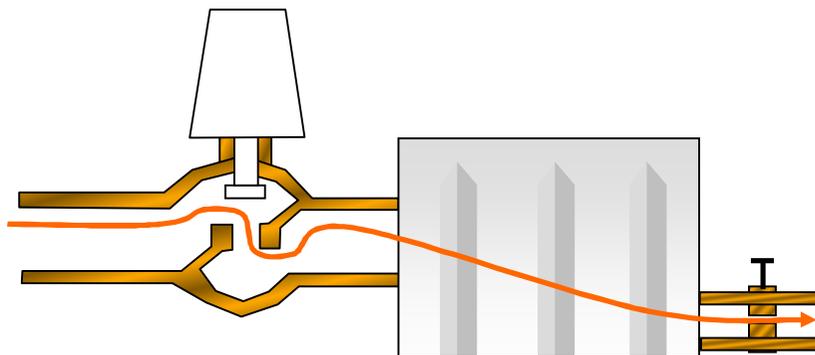
- Zusätzliche Widerstände an den Heizkörpern einbauen, an denen sonst zu viel Heizwasser ankäme.
- Das Heizwasser strömt dann von selbst auch in die „abgelegenen Regionen“
- Widerstände: voreingestellte Thermostatventile oder Rücklaufverschraubungen

Möglichkeiten zum Aufbringen der Widerstände

1) voreinstellbare Ventile

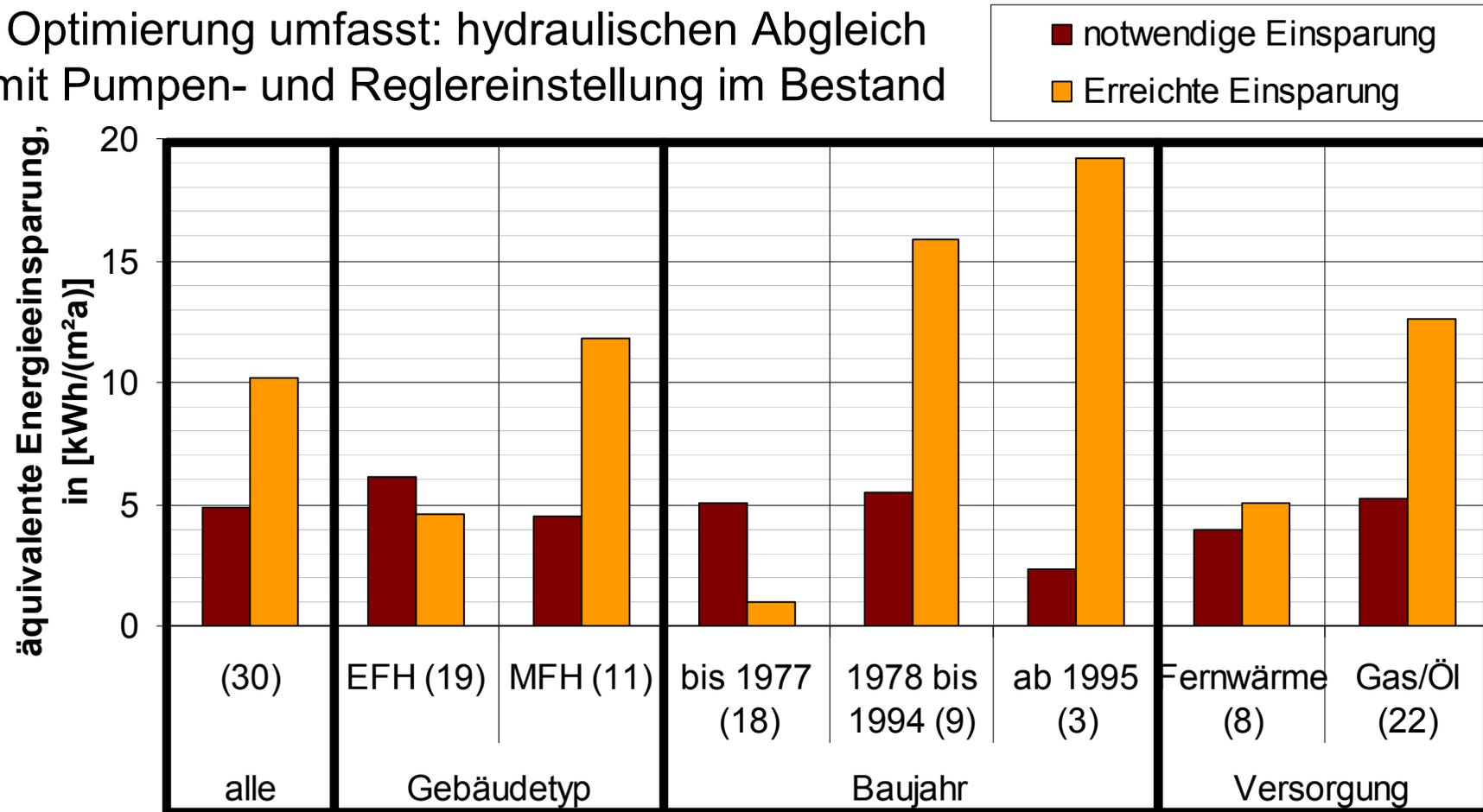


2) nicht voreinstellbare Ventile plus Rücklaufverschraubung



Messergebnisse in der Praxis

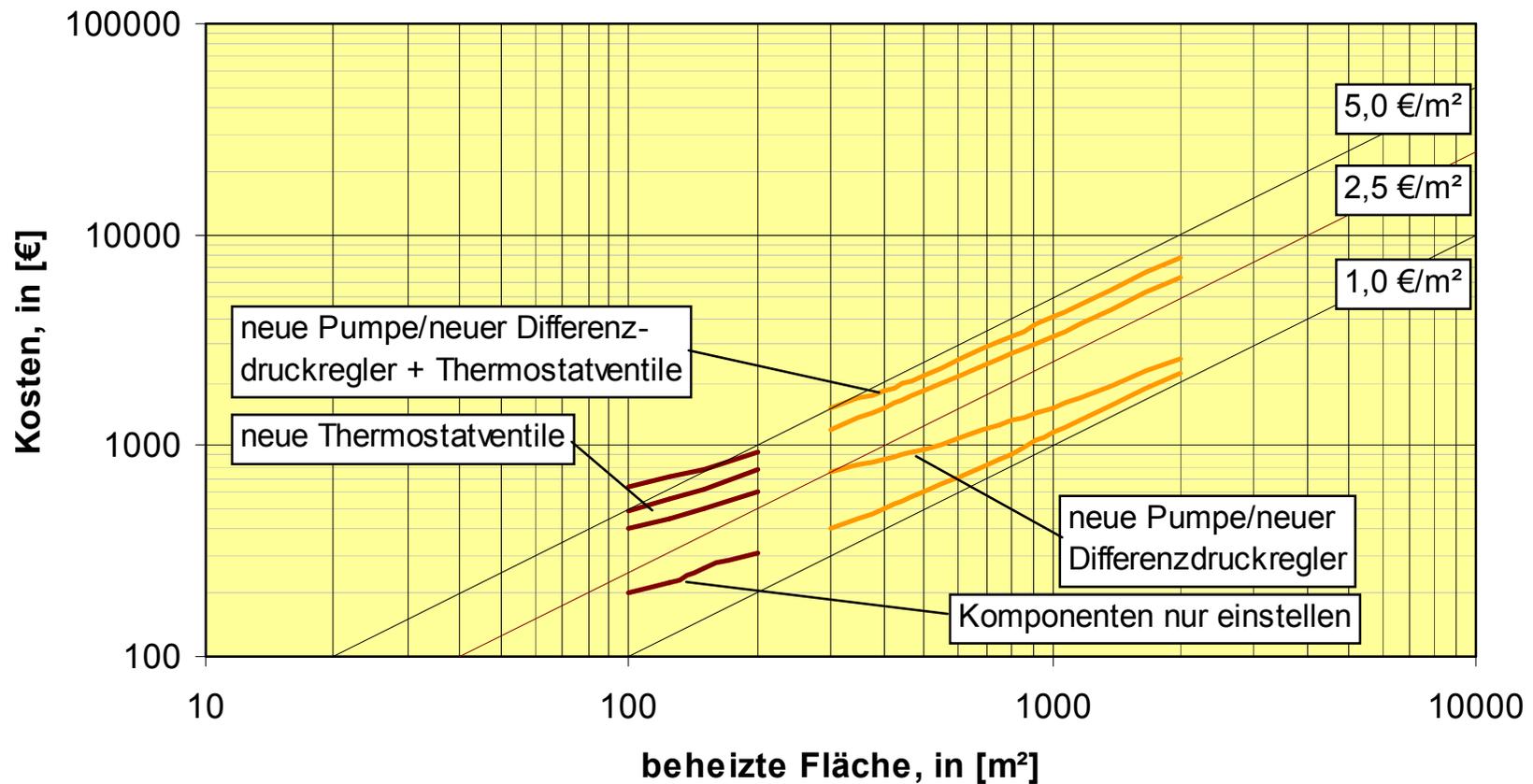
Optimierung umfasst: hydraulischen Abgleich
mit Pumpen- und Reglereinstellung im Bestand



Quelle: Projekt Optimus (30 optimierte Wohngebäude)

Kosten

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



Hinweise und Empfehlungen

Anpassung von Heizflächen / Hydraulischer Abgleich

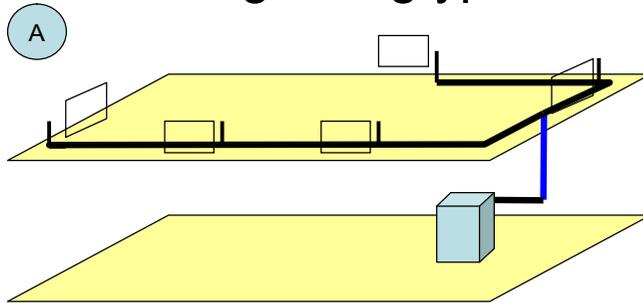
- Leistung von vorhandenen Heizsystemen muss nach einer baulichen Modernisierung angepasst werden
- passende Vorlauftemperatur ist durch eine Fachplanung festzustellen
- Rücklauftemperatur kann berechnet werden; Abschätzung ist im Rahmen einer Energieberatung möglich
- hydraulische Einregulierung: die mögliche Überversorgung/der relative Mehrverbrauch bei fehlender Anlagenoptimierung nimmt in effizienten Gebäuden zu;
- empfehlenswert bei wärmegeämmten Bestandsbauten, im Neubau, bei "temperaturempfindlicher" Technik

Wärmeverteilnetze

Leitungslängen, Dämmstandards

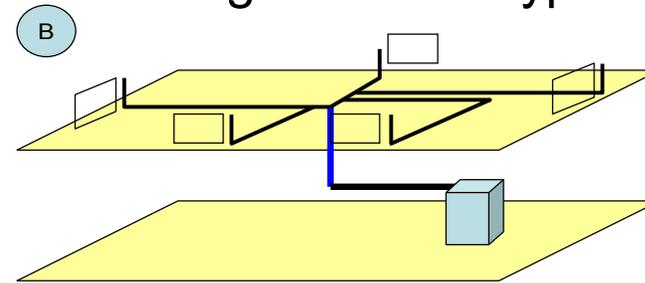
Netztypen Heizung

- Etagenringtyp -



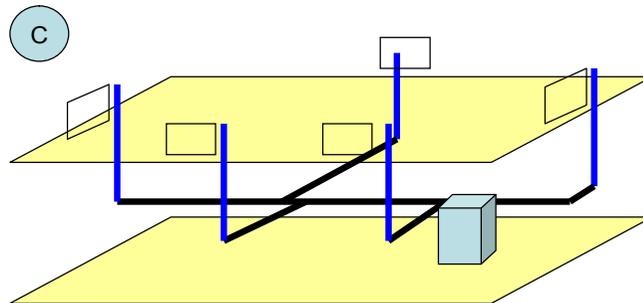
lange Verteilebene
wenige Steigestränge
kurze Anbindeleitungen

- Etagenverteilertyp -



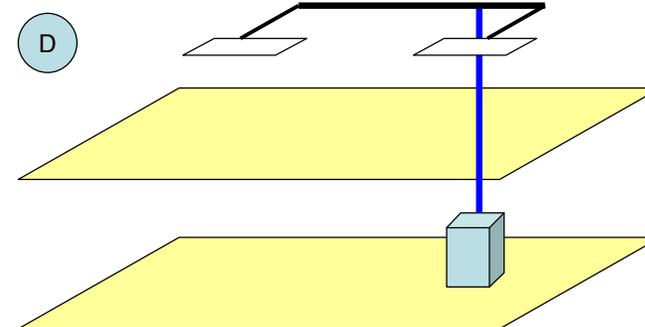
kurze Verteilebene
wenige Steigestränge
lange Anbindeleitungen

- Steigestrangtyp -



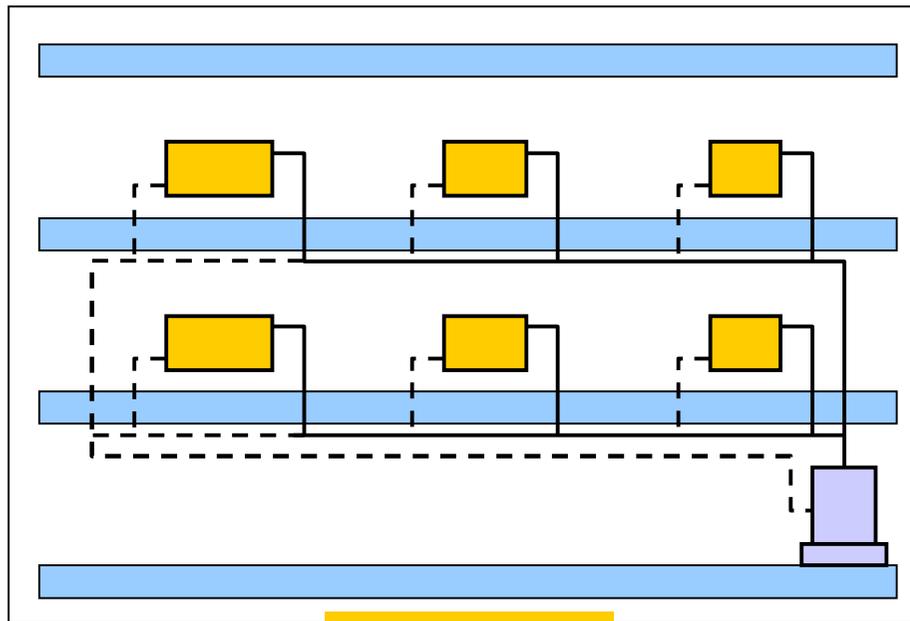
lange Verteilebene
viele Steigestränge
kurze Anbindeleitungen

- Strahlungs- und Luftheizung -



kurze Verteilebene
kurze Steigestränge
kurze Anbindeleitungen

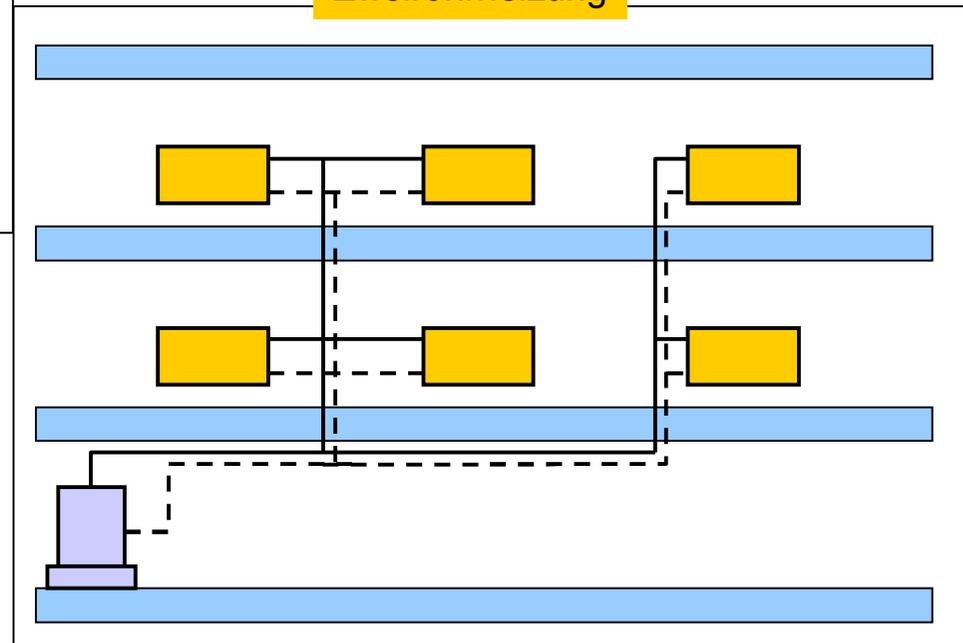
Ein- und Zweirohrheizung



Einrohrheizung

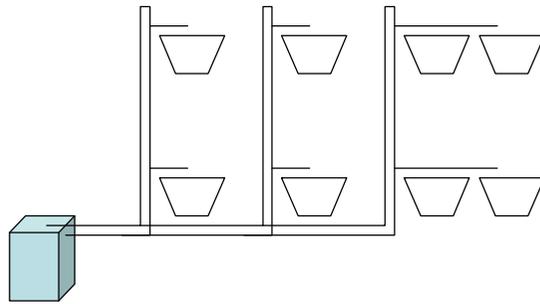


Zweirohrheizung



R

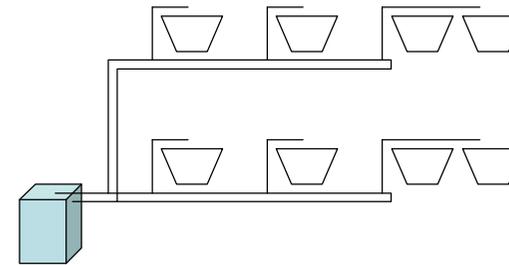
- Steigestrangtyp-



eine Verteilebene waagrecht (mit Zirkulation)
mehrere Steigestränge (mit Zirkulation)
Anbindung vom Steigestrang kurz
typisch bei übereinander liegenden (gleichen) Einheiten

S

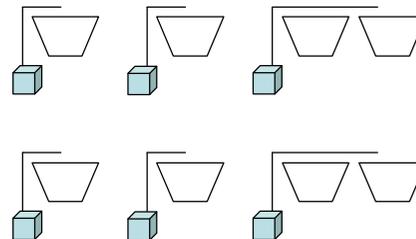
- Ebenentyp-



mehrere Verteilebenen waagrecht (mit Zirkulation)
ein Steigestrang (mit Zirkulation)
Anbindung von der Verteilebene kurz
typisch bei versetzt liegenden (unterschiedlichen) Einheiten

T

- Dezentrale Versorgung-



keine Verteilebene
kein Steigestrang
Anbindung kurz

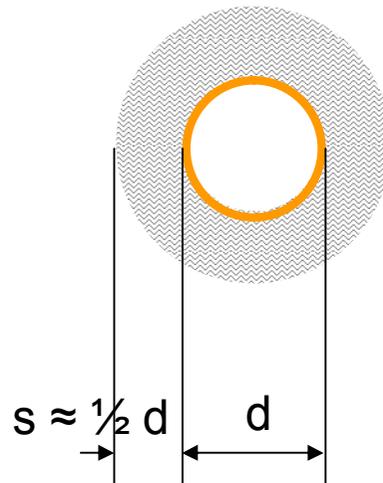
Fakten und Hintergrundinformationen

**Empfohlene Dämmung:
gegen Wärmeverluste UND ungerichtete Wärmeeinträge**



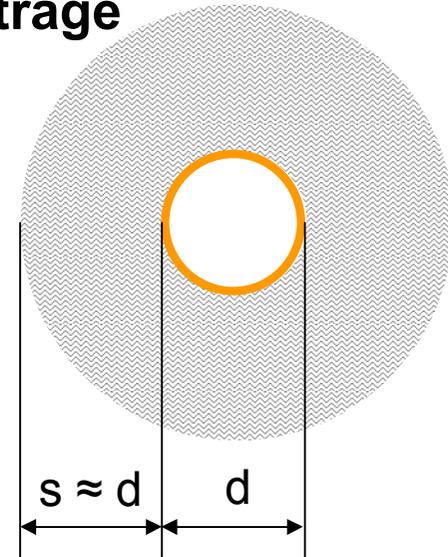
ungedämmt
0 %

Heizkörper-
anschluss-
leitungen



halbe Dämmung
50 % (1/2 EnEV)

Leitungen mit
ungeregelter
Wärmeabgabe im
beheizten Bereich



einfache Dämmung
100 % (EnEV)

Leitungen
im Keller

Dämmung von Kaltwasserleitungen nach DIN 1988 und Warmwasser/Zirkulations/Heizleitungen nach EnEV

Einbausituation	Dämmschichtdicke bei $\lambda = 0,040 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}^*)$ mm
Rohrleitung frei verlegt, in nicht beheiztem Raum (z. B. Keller)	4
Rohrleitung frei verlegt, in beheiztem Raum	9
Rohrleitung im Kanal, ohne warmgehende Rohrleitungen	4
Rohrleitung im Kanal, neben warmgehenden Rohrleitungen	13
Rohrleitung im Mauerschlitze, Steigleitung	4
Rohrleitung in Wandaussparung, neben warmgehenden Rohrleitungen	13
Rohrleitung auf Betondecke	4
*) Für andere Wärmeleitfähigkeiten sind die Dämmschichtdicken, bezogen auf einen Durchmesser von $d = 20 \text{ mm}$, entsprechend umzurechnen	

Zeile	Art der Leitungen/Armaturen	Mindestdicke der Dämmschicht, bezogen auf eine Wärmeleitfähigkeit von $0,035 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$
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	$\frac{1}{2}$ 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	$\frac{1}{2}$ der Anforderungen der Zeilen 1 bis 4
7	Leitungen nach Zeile 6 im Fußbodenaufbau	6 mm
8	Kälteverteilungs- und Kaltwasserleitungen sowie Armaturen von Raumlufttechnik- und Klimakältesystemen	6 mm

Wärmeabgabe von Leitungen

Jährlicher Wärmeverlust Heizwärmeverteilung pro m Rohrlänge q_{HL} in kWh/(m·a)								
Netz- auslegungs- temperaturen	Durchmesser DN 10-15				Durchmesser DN 20-32			
	Art der Dämmung				Art der Dämmung			
	ungedämmt	mäßig	HeizAnIV	"doppelte" HeizAnIV	ungedämmt	mäßig	HeizAnIV	"doppelte" HeizAnIV
55/45 °C	78	40	20	15	129	55	25	16
75/55 °C	99	48	24	18	163	66	30	20
90/70 °C	167	74	37	28	276	102	47	31
Netz- auslegungs- temperaturen	Durchmesser DN 40-65				Durchmesser DN 80-100			
	Art der Dämmung				Art der Dämmung			
	ungedämmt	mäßig	HeizAnIV	"doppelte" HeizAnIV	ungedämmt	mäßig	HeizAnIV	"doppelte" HeizAnIV
55/45 °C	212	77	24	16	324	104	24	16
75/55 °C	269	93	29	19	410	127	29	19
90/70 °C	454	143	45	29	692	195	45	29

Zwischenwerte können interpoliert werden.

Art der Dämmung:
mäßig = gegenüber HeizAnIV halbierte Dämmstärke
HeizAnIV = Dämmstärke entspricht der Mindestanforderung der HeizAnIV
"doppelte" HeizAnIV = gegenüber HeizAnIV verdoppelte Dämmstärke

Wert "90/70°C" entspricht etwa
Trinkwarmwasserleitungen!

Praxisbeispiel: Mehrverbrauch trotz guter Hülle?

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

94 kWh/(m²a)

120 kWh/(m²a)

(untersuchte Fläche : 106.438 m²)



64 %

36 %

**5-Geschosser
Zweirohrheizung**

(untersuchte Fläche : 15430 m²)



17 %

83 %

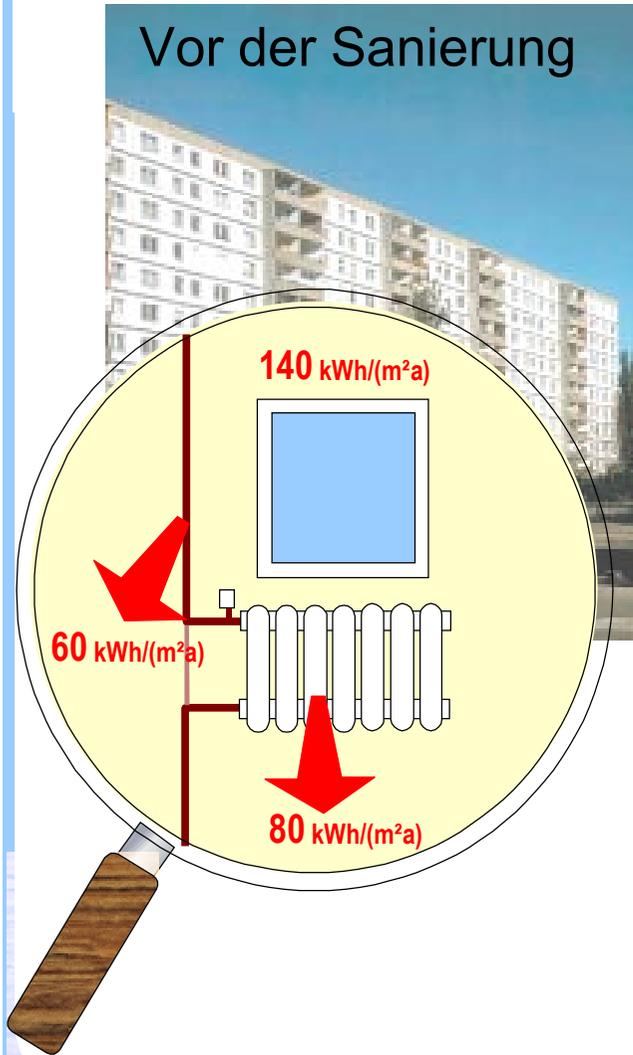
**11- und 14-Geschosser
Einrohrheizung**

■ kontrolliert in der Wohnung abgegeben

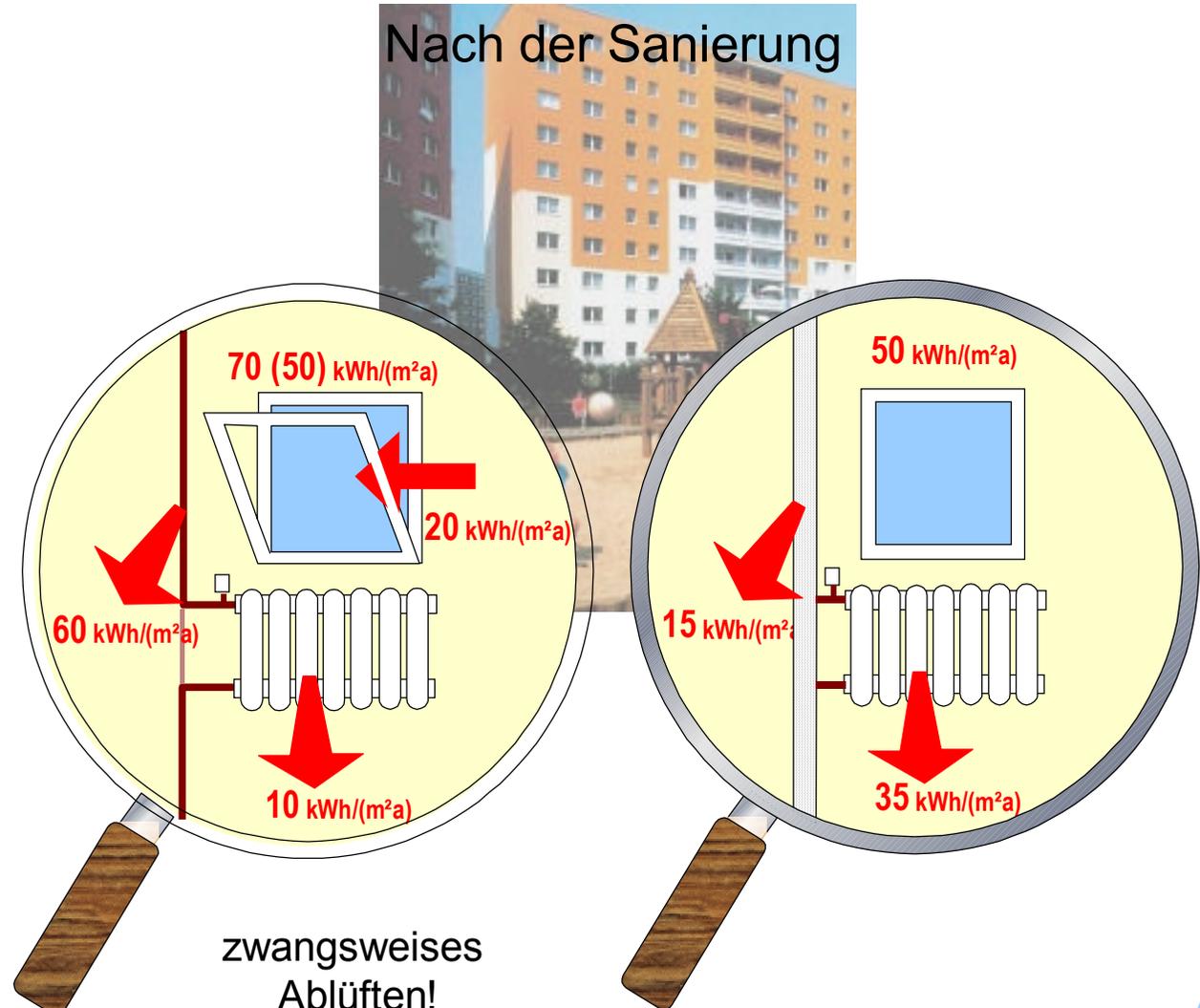
■ über die Leitungen abgegeben

Zwangswärmekonsum !

Vor der Sanierung



Nach der Sanierung



Wärmeabgabe von Leitungen im beheizten Bereich – Beispiel 2

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

DIAGNOSE

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

EINSPARPOTENZIAL

10...20 kWh/(m²a)

lokal: $t_i = 24...25 \text{ °C}$



Hinweise und Empfehlungen

Details: Heizleitungen

- Grundsätzlich gelten die EnEV-Anforderungen als unterstes Niveau einer Empfehlung zur Leitungsdämmung, auch für die Modernisierung
- Niedrigenergiehaus (neu oder modernisiert), z.B. heutiges EnEV-Niveau: wie vor + mindestens Rohre dort dämmen, wo hohe Verlegedichten und eigentlich kein Bedarf (Flure, Ablufträume, auch Rohre im Estrich)
- Niedrigstenergiehaus, z.B. KfW85 und besser: wie vor + alle Leitungen (außer die sichtbaren Anbindeleitungen direkt am Heizkörper) dämmen
- Passivhaus: am besten gar kein Heiznetz verlegen

Details: Trinkwarmwasserleitungen

- Grundsätzlich gelten die EnEV-Anforderungen als unterstes Niveau einer Empfehlung zur Leitungsdämmung, auch für die Modernisierung
- Bestand: Verteilleitungen in Schächten oder freiliegend sofern möglich nachdämmen
- Niedrigenergiehaus: nicht dünner als 100 %-EnEV dämmen, auch wenn dies erlaubt wäre
- Passivhaus: möglichst doppelte Dämmdicke
- bei langen Leitungswegen besser dezentrale Warmwasserbereitung

Nah- und Fernwärme

Netzverluste, Arten von Netzanschlüssen

Übergabestationen



indirekte Übergabe mit
Wärmeübertrager (Hausanschluss)



direkte Übergabe ohne
Wärmeübertrager
(Hausanschluss)



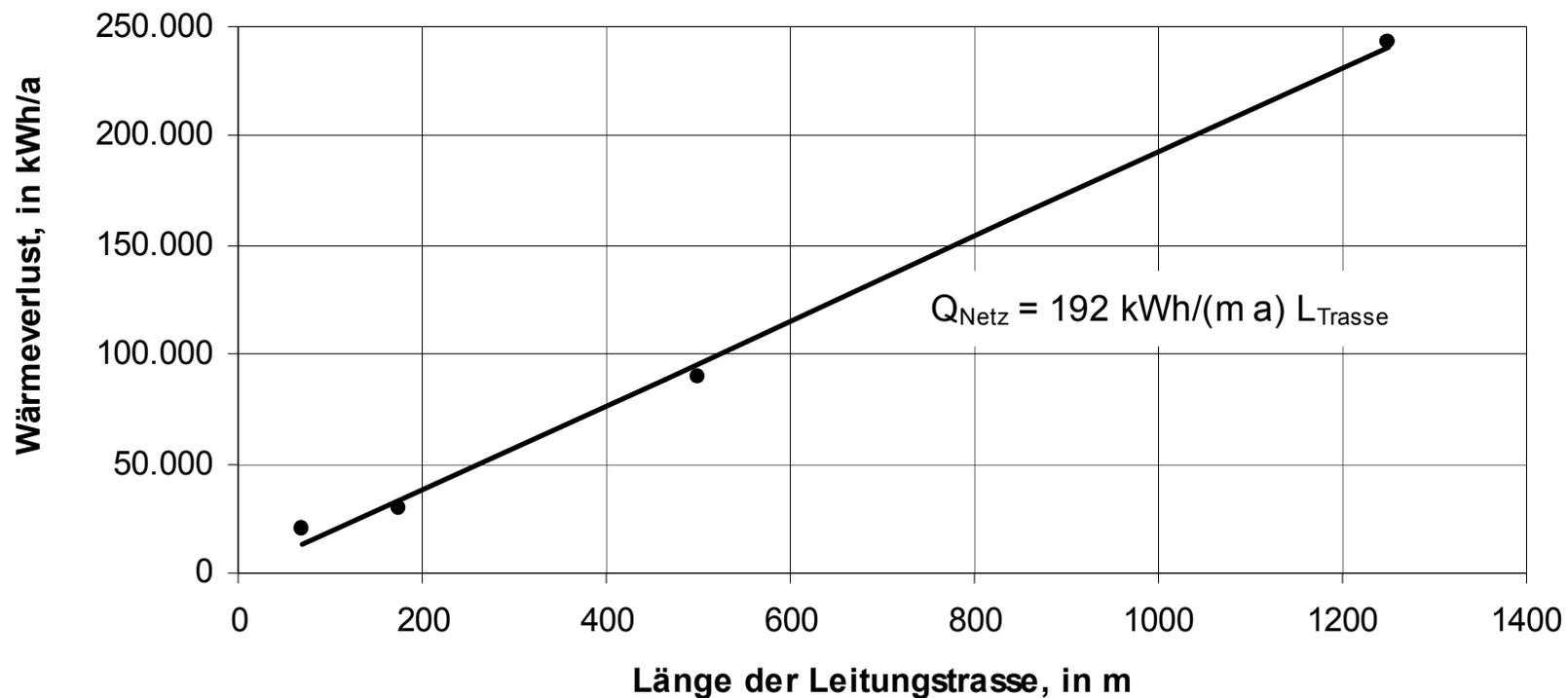
indirekte Übergabe
(Wohnungsübergabestation, im Gehäuse)

Fakten und Hintergrundinformationen

Typische Wärmeverluste von Wärmenetzen – Messwerte

1 m Nahwärmetrasse (neuwertig!) verliert
ca. 200 kWh/a Wärme an das Erdreich
40 m verlieren so viel wie ein neues
Einfamilienhaus

Basis:
4 Feldanlagen mit Wärmenetz



Quelle: BMU-Projekt Solarkessel

Wärmeverluste an das Erdreich sind meist größer als gedacht

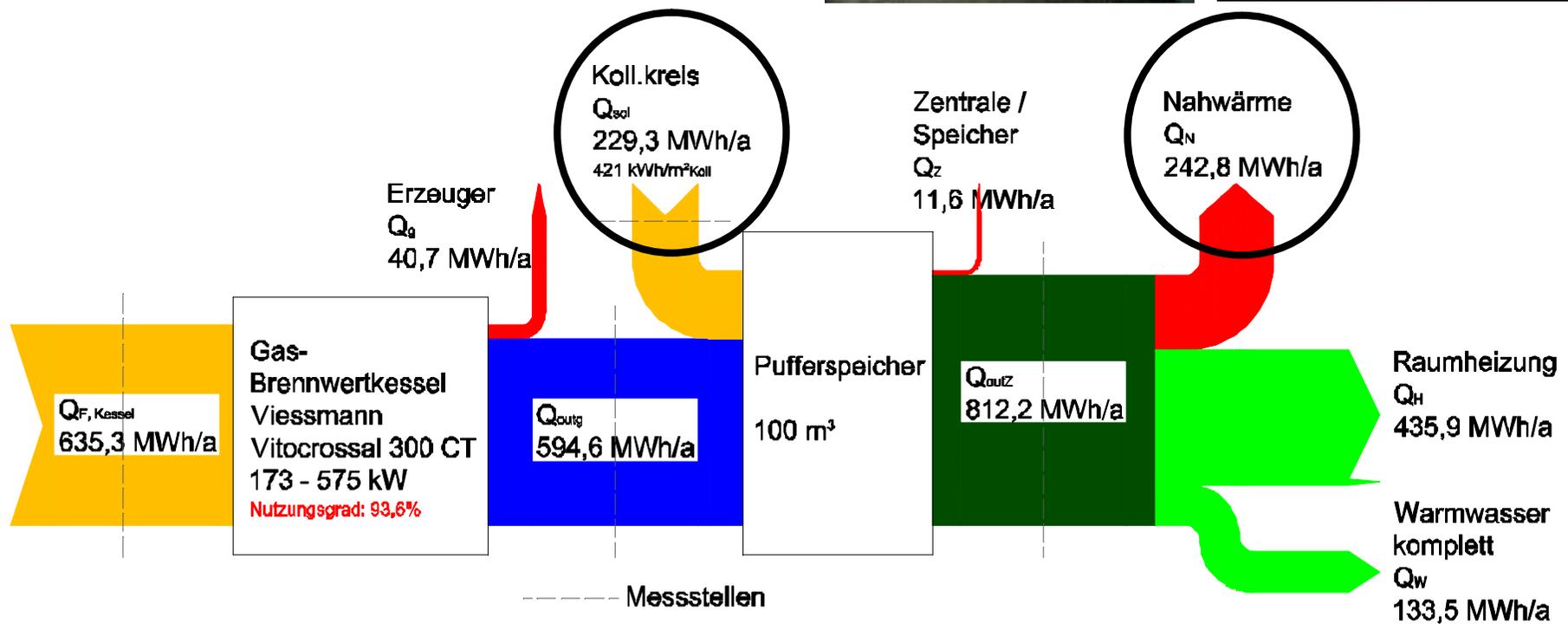
staatl. gefördert wird der
Netzausbau ab 500 kWh/a
Wärmeübertragung eines
Trassenmeters,
also ab ca. 71 % Nutzungsgrad
(bei 29 % Verlust)



Quelle: IWU Planung NEH Siedlungstyp	typischer Verteilverlust bezogen auf die real beheizte Fläche, in kWh/(m ² a)
Einfamilienhaussiedlung niedriger Dichte	35
EFH-Siedlung hoher Dichte, Reihenhäuser	25
Zeilenbebauung mittlerer Dichte (3-5 Geschosse)	10
Zeilenbebauung hoher Dichte, Hochhäuser	6

Negativbeispiel: Verbundnetz mit Solarthermie

- 21 Baukörper mit 61 WE
- 1250 m Trasse
- zentraler Gasbrennwertkessel 575 kW
- 545 m² Solarthermie, 100 m³ Speicher



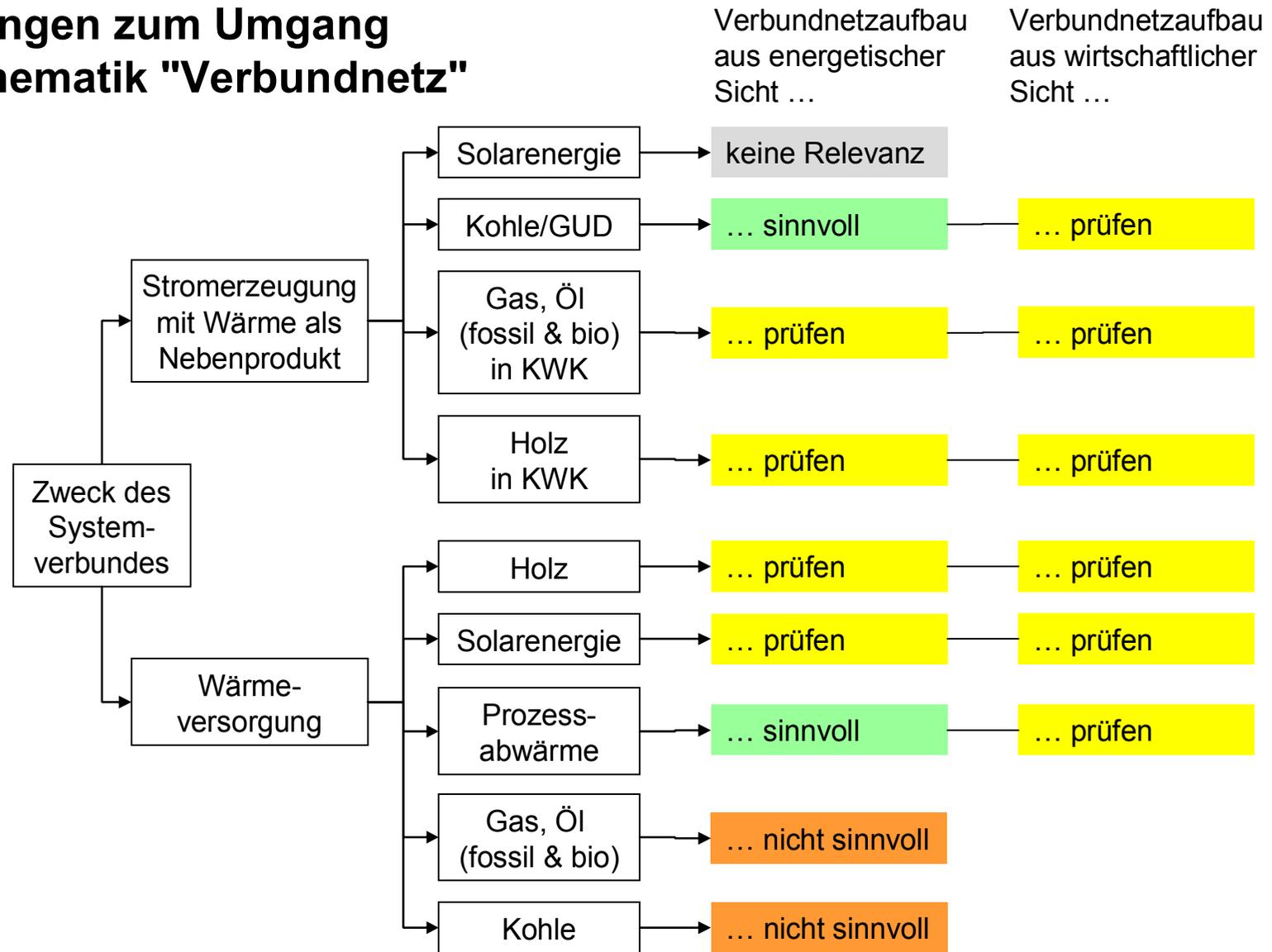
Quelle: BMU-Projekt Solarkessel

Hinweise und Empfehlungen

Hinweise zu Verbundnetzen

- Netze sind immer als Einzelfälle zu bewerten
- Neuplanungen/Vollsanierungen: kritische Anschlussdichte beachten, Netze sind hinsichtlich einer künftigen Anschluss- bzw. Abnahmedichte zu konzipieren!
- Ziel sind Netzverluste $\leq 10 \dots 15 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$
- Ausnahme: Abwärme steht aus einzelnen Prozessquellen kostenlos zur Verfügung
- je billiger und "regenerativer" ein Brennstoff, desto irrelevanter werden die Netzverluste von Nahwärmenetzen
- Biomassebudget beachten: $30 \dots 40 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$ für feste, gasförmige und flüssige Biomasse ist eine Grenzmarke bevor der Import beginnt

Empfehlungen zum Umgang mit der Thematik "Verbundnetz"



Gas- und Ölkessel

Therme vs. Kessel, Betriebsbereitschaft

Gas- und Ölheizkessel

Atmosphärischer
Gaskessel



Ölgebläsekessel

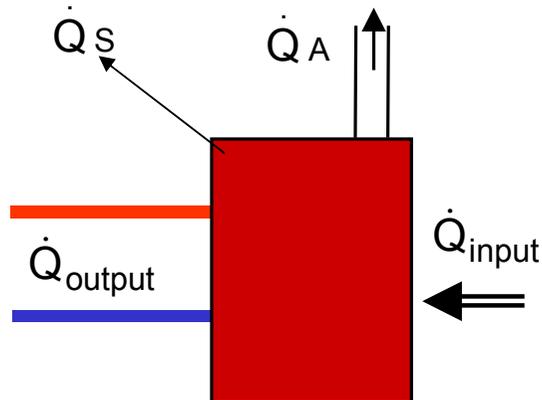


Gasgebläsekessel

Fakten und Hintergrundinformationen

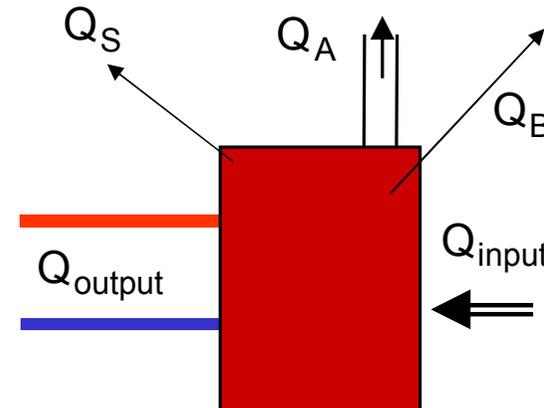
Wirkungsgrad und Nutzungsgrad

$$\eta = \frac{\dot{Q}_{\text{output}}}{\dot{Q}_{\text{input}}} = \frac{\dot{Q}_K}{\dot{Q}_F}$$



- Momentanwert (Leistungen)
- Prüfstandswert
- ohne Betriebsbereitschaft Q_B

$$\eta = \frac{Q_{\text{output}}}{Q_{\text{input}}} = \frac{Q_K}{Q_F}$$



- Langzeitwert (Energienmengen)
- Betriebswert
- incl. Betriebsbereitschaft Q_B

Heizkessel/therme, Erdgas – kleinste verfügbare Geräte



Zusammenstellung: Jochen Vorländer; Bild: Elco

- Unerreicht klein: Thision von Elco, Modulationsverhältnis von 1:10, kleinstes Gerät mit 0,9 bis 9,0 kW (80/60°C)
- Markt: Untere Leistungsgrenze bei 2,3...4,0 kW
- Das Problem des sehr häufigen Taktens wird meistens durch eine größere Schalthysterese (oft auch mit gleitendem Wert) angegangen.
- Hocheffizienzpumpen sind bei fast allen Herstellern mindestens in einigen Geräten verfügbar, werden aber jetzt zum Standard. Bei Buderus beispielsweise für alle Brennwertgeräte.

Heizkessel/therme, Heizöl – kleinste verfügbare Geräte



Bild: Weishaupt



Bild: Brötje

- Öl-Brennwertheizkessel Thermo Condens WTC-OW (Weishaupt), modulierend von 5,5 bis 15 kW mit Premix-Ölbrenner mit frequenzgesteuerter Öl-Präzisionsdosierpumpe und Rotationszerstäuber, außenluftabhängiger Betrieb, Hocheffizienzpumpe. Zugelassen nur für Heizöl schwefelarm.
- Öl-Brennwertheizkessel NovoCondens WOB (Brötje) ab 15 kW mit stufenloser Modulation bis 50 %. Zugelassen für alle Heizölsorten.

Therme und Kessel

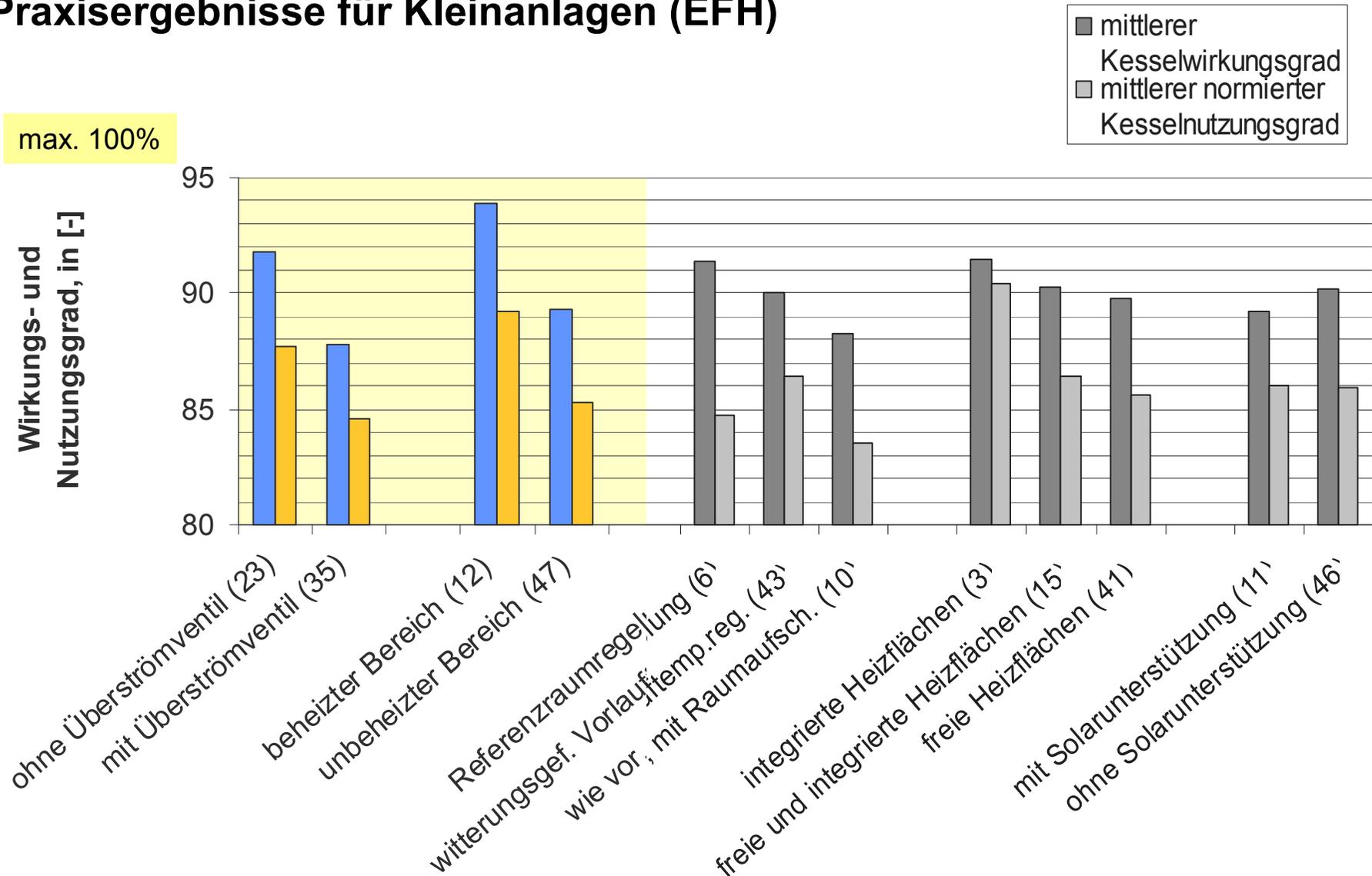


Kessel



Therme

Praxisergebnisse für Kleinanlagen (EFH)



Quelle: DBU-Projekt Brennwertkessel

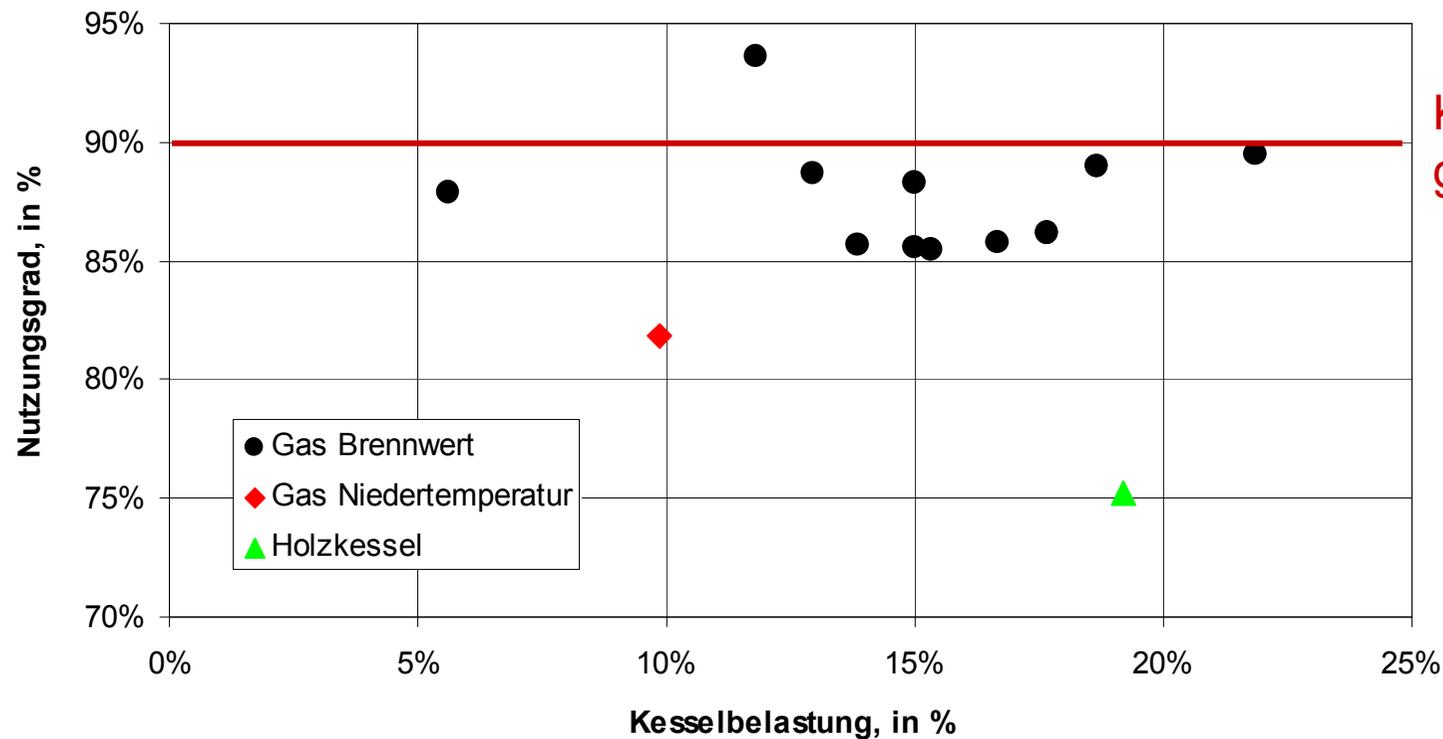
Kesselnutzungsgrade in Großanlagen (MFH und Siedlung)

Prüfstandswerte werden
selten erreicht; es geht aber!

max. 100%

Kesselnutzungsgrad abhängig von
der Kesselbelastung

Basis:
15 Kessel



Kondensations-
grenze

Quelle: BMU-Projekt Solarkessel

Hinweise und Empfehlungen

Empfehlungen

- Gas-Brennwerttechnik ist Stand der Technik und nicht oder nur wenig teurer als Niedertemperaturtechnik, daher empfehlenswert
- Wandgeräte mit Anforderungen an einen Mindestvolumenstrom möglichst vermeiden – vor allem im MFH-Keller!!!
- optimale Einsatzbedingungen für Kessel:
geringe Rücklauftemperatur aus dem Netz
- für Thermen: geringe Vor- und Rücklauftemperatur
sowie eher großer Heizwassermassenstrom (wegen Überströmgefahr)
- große Modulation (Regelbarkeit des Brenners) anstreben, weil es sonst zum Takten kommt
- Abgasverluste UND Oberflächen-/Betriebsbereitschaftsverluste sollten gering sein, da nur sehr geringe Auslastung gegeben

Holzessel

Pufferspeicher, Komfort vs. Energiepreis

Übersicht

Kamin mit Wassertasche
(handbeschickt)



Holzvergaser-
kessel
(handbeschickt)



Pelletkessel mit
automatischer Beschickung



Fakten und Hintergrundinformationen

Holzessel (Pellets, Holzhackschnitzel, Scheitholz)

zentraler Pellet/Hackschnitzelkessel

- automatische Beschickung
- Pellets: 180 – 220 €/Tonne (4 – 5 Cent/kWh)
- Hacks.: 120 – 180 €/Tonne (3 – 4 Cent/kWh)
- Betrieb ähnlich arbeitsextensiv wie Gas/Ölkessel

Vergaserkessel, Kamin mit Wassertasche

- handbeschickt
- 50 – 100 €/Tonne (1,5 – 2,5 Cent/kWh)
- arbeitsintensiv, kein Frostschutz!

Pelletkessel mit Kleinvorrat

- Tagesvorrat
- 200 – 220 €/Tonne (ca. 5 Cent/kWh)

Heizkessel, Pellets – kleinstes verfügbares Gerät



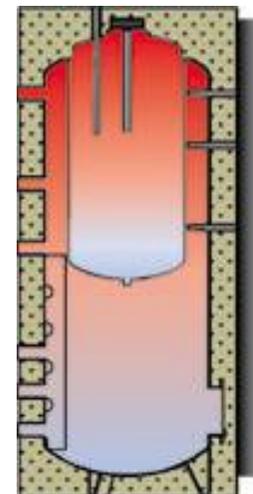
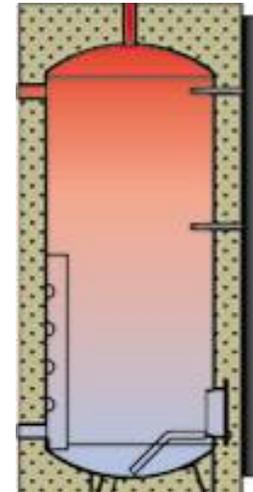
- Wandhängender Pellet-Heizkessel Therm (Guntamatic) mit Leistungsmodulation von 2 bis 7 kW.
- (HBT: 1280 × 810 × 560 mm)
- Kesseltemperatur absenkbar bis 38°C
- Hersteller verspricht perfekte Staubabscheidung
- Vollautomatische Reinigung
- Tagesvorratsbehälter
- 15 l Aschebehälter (bis 8 Wochen)
- auch raumluftunabhängig einsetzbar
- Wasserinhalt 30 l, bei kleinem Wärmebedarf wird Pufferspeicher empfohlen
- Allgemein: Pellet-Heizkessel erreichen bei der Minimalleistung die Gasgeräte

Zusammenstellung: Jochen Vorländer

Warum Pufferspeicher?

- um Wärmeangebot und Wärmenachfrage anzugleichen
 - bei Festbrennstoffkesseln: hohes Angebot in kurzer Zeit
 - bei Solaranlagen: höchstes Angebot tagsüber
 - bei Wärmepumpen: Abschaltzeiten

- Pufferspeicher
 - sind mit Heizwasser gefüllt
 - haben ggf. auch mehrere Anschlüsse, wenn mehrere Erzeuger vorhanden sind
 - haben ggf. einen elektrischen Heizeinsatz
 - gibt es als Sonderbauform auch mit innenliegendem separaten Trinkwasserspeicher



Hinweise und Empfehlungen

Holzheizung

- Holzkessel lassen sich mit praktisch allen Temperaturen betreiben (ist die Netztemperatur zu gering, erfolgt i. d. R. eine interne Rücklaufemperaturanhebung)
- Vorsicht: nur mit sehr gut gedämmten Pufferspeichern verwenden, da sehr hohe Temperaturen im Speicher entstehen können (Verluste, Überwärmung des Aufstellraumes im Sommer)
- Vergaserkessel ohne Lambdasonde vermeiden
- Die Nutzungsgrade von Holzkesseln sind ca. 10 – 20% niedriger als von vergleichbaren Gas- oder Heizölkesseln.

Wärmepumpen

Temperatureinfluss, Regelung

**Update Energieberatung:
Nachschulung Energieeffizienz
Teil Anlagentechnik**

**Problempunkte oft:
Peripherie!**

Erdreich / Sole



Außenluftwärmepumpe

Ansaug- und Ausblasöffnung



- Kurzschlüsse bei Luftansaugung
- Permafrostboden bei Erdkollektoren
- Unterschätzung der Leistungsminderung der WP im Winter

Fakten und Hintergrundinformationen

Praxisergebnisse

Tabelle 2: Mittelwerte gemessener Jahresarbeitszahlen elektrischer Wärmepumpen (2006/2007)

Wärmequelle	mittlere Jahresarbeitszahl Flächenheizung	mittlere Jahresarbeitszahl Radiatorheizung
Außenluft	2,95	2,3
Erdreich	3,6	3,3
Grundwasser	3,4	-

**Normwerte
werden
praktisch
nie erreicht**

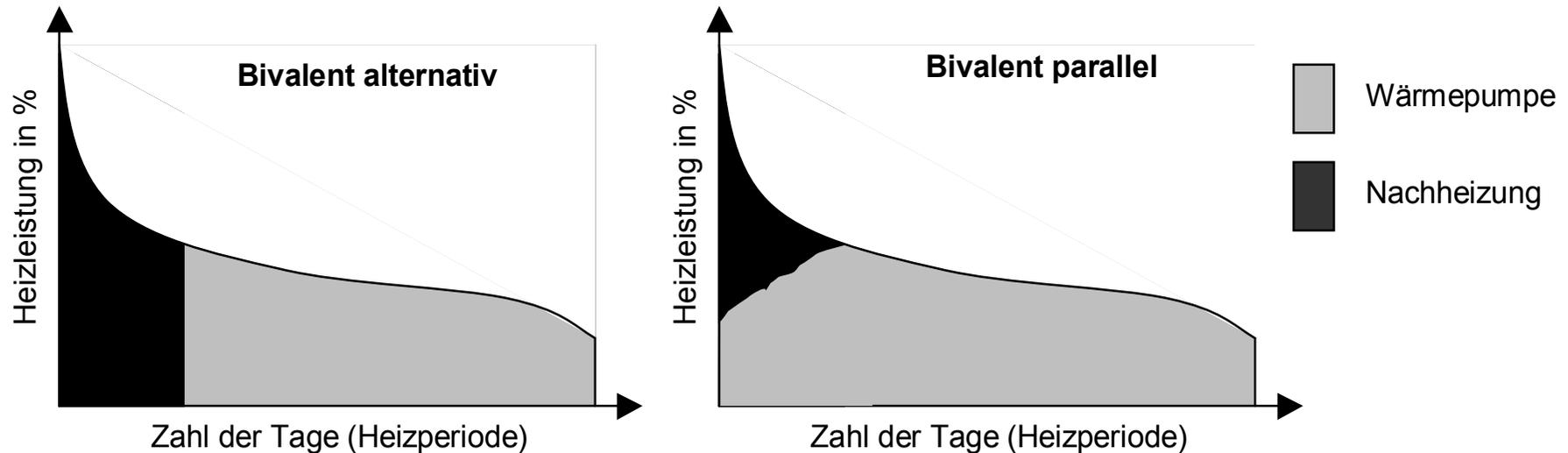
Tabelle 1: Gemessene Jahresarbeitszahlen (Mittelwerte) bestehender elektrischer Wärmepumpenanlagen in Deutschland in Abhängigkeit von der Wärmequelle, von der Vorlauftemperatur des Heizsystems und von der Inbetriebnahme (IB)

Wärmequelle	Vorlauftemperatur (in °C)	mittlere JAZ bei IB 1990 - 1994	mittlere JAZ bei IB 1995 - 1998
Wasser	max. 40	3,84	4,32
	max. 55	-	-
Erdreich	max. 40	3,62	3,82
	max. 55	2,94	3,33
Luft	max. 40	3,03	3,32
	max. 55	2,67	-

$$JAZ_{\text{real}} = JAZ_{\text{theo}} - 0,5 ?$$

Quelle: UBA, Schubert, Kaschenz, 2008

Betriebsweisen für Wärmepumpen



- Wärmepumpen werden praktisch immer bivalent betrieben
- Anteil der Wärmepumpe: siehe Jahresdauerlinie

Wärmepumpen – Geräte am Markt

- Split-Luft/Wasser-Wärmepumpen gibt es mittlerweile von diversen Herstellern, führend sind Mitsubishi Electric, Daikin (Altherma und Rotex)
- Vaillant hat eine mit Zubadan vergleichbare Lösung
- MHG Heiztechnik bietet (für etwas höheren Heizwärmebedarf) eine Wärmepumpe an, die einen Gas-Brennwertheizkessel (7,3 bis 25 kW) und eine Luft/Wasser-Wärmepumpe (7,3 kW) kombiniert und für Solarthermie und zusätzliche Wärmequelle vorbereitet ist. Neu: Ölbrennwert-Heizkessel mit eingebauter Luft/Wasser-Wärmepumpe.
- Daikin und Stiebel Eltron bieten zweikreisige/zweistufige Wärmepumpen an, die besonders hohe Vorlauftemperaturen erreichen können.
- Die Roth Werke haben ein Solar-Luft/Wasser-Wärmepumpen-Konzept vorgestellt, wobei die Außenluft entweder über die Solaranlage direkt oder zeitversetzt über eine Zwischenspeicherung in einem großvolumigen gedämmten „offenen“ Wasserspeicher vorgewärmt wird.
- Consolar (und Westfa) bietet ein System an, das Hybridkollektoren eine Wärmepumpe und einen Eisspeicher kombiniert (bis maximal 13 MWh/a).

Hinweise und Empfehlungen

Empfehlungen für Wärmepumpen

- optimale Planung von Gebäude, Anlage UND Peripherie
- Arbeitszahl einer Wärmepumpe steigt mit kleiner werdendem Abstand zwischen Wärmequellen- und Wärmesenktemperatur; WP arbeiten daher meist im Frühjahr/Herbst am besten – prüfen, ob Solarthermie sinnvoll ist (beides hat zur gleichen Zeit den optimalen Nutzen!)
- optimale Einsatzbedingungen für Wärmepumpen:
geringe Vor- und Rücklauftemperatur aus dem Netz
(geringes Niveau der Wärmesenke)
- Wärmepumpen passend dimensionieren! erst guter Wärmeschutz!
- auf Zusatzenergien achten! Leistungsminderung der WP im Winter beachten

BHKW

Auslegung, kleinste Geräte

BHKWs im Feld



separates Fundament
(schwingungsgedämpft)
und schallgedämmtes Gehäuse



12,5 kW (th)-BHKW
mit 1000 l Speicher

Brennwertnutzung
beim BHKW

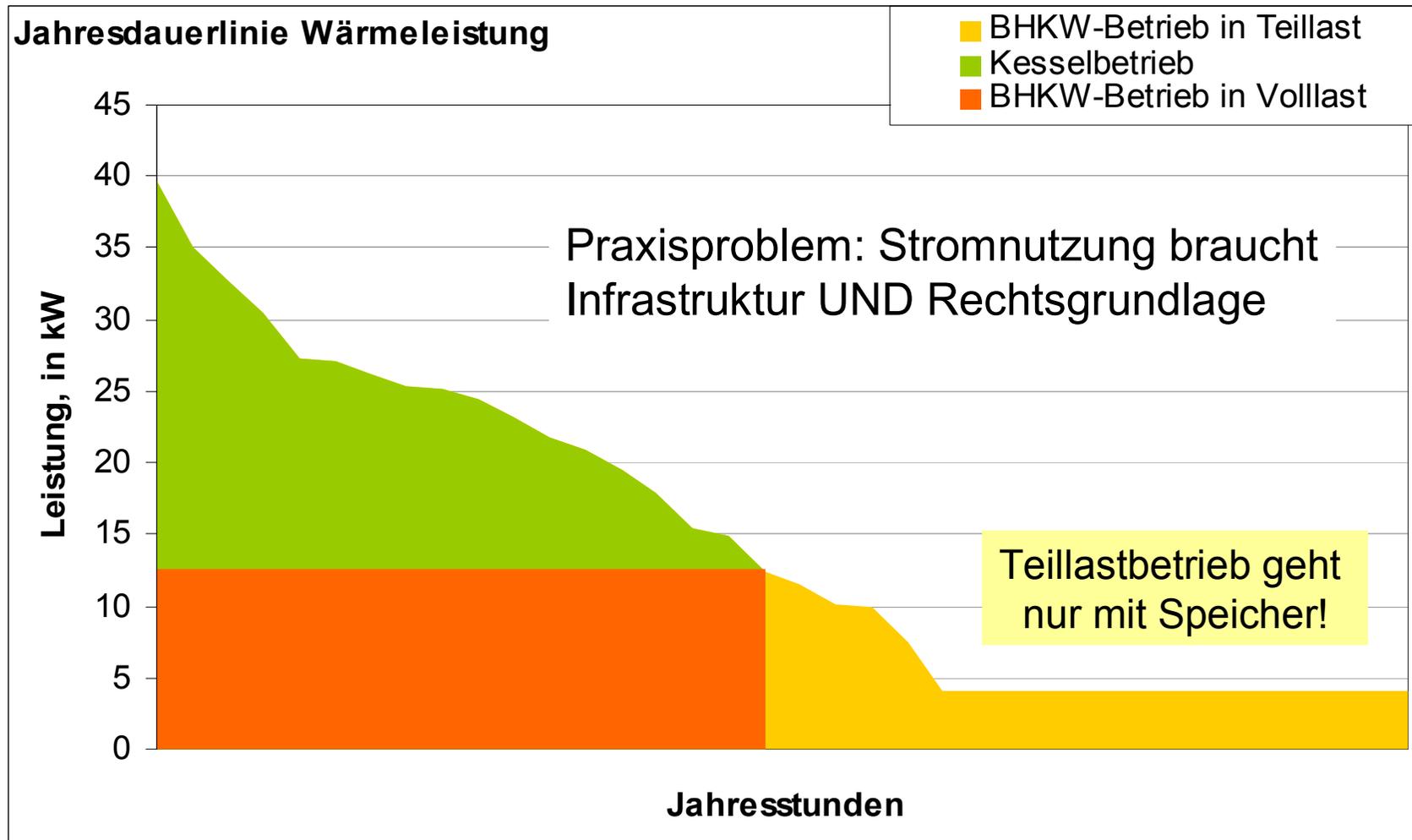


Fakten und Hintergrundinformationen

BHKW Bemessung

- Ziel: hohe Auslastung des BHKW, da hohe Investitionskosten und Stillstandszeiten Geldverlust bedeuten
- BHKWs sind nur wenig oder nicht leistungsregelbar (geringe Modulation)
- Heizwärmeanforderung unterliegt jahreszeitlichen Unterschieden
- Auslegung der BHKW-Anlagen erfolgt nur für die Abdeckung der Heizwärmegrundlast (15 ... 30 % des max. Wärmeleistungsbedarf) sowie zur Erzeugung konstant gebrauchter Energiemengen (Trinkwarmwasser usw.)
- damit: Lieferung von 70 ... 85 % der Jahreswärmemenge
- Planung mit: Jahresdauerlinie!

Beispielprojekt: Betrachtungen mit der Jahresdauerlinie



Quelle: Jagnow + Brösicke, HS Magdeburg

Mikro-KWK Beispiele

- 1,0 kW_{el} und ca. 7,5 ... 14,5 kW_{th} mit Zusatzheizung WhisperTech
- 1,0 kW_{el} und ca. 5,8 ... 18 kW_{th} mit Zusatzheizung Dachs Senertec
- 1,0 kW_{el} und ca. 3,0 ... 26,0 kW_{th} mit Zusatzheizung eVita von DeDietrich

- 0,3...2,0 kW_{el} und 3,0...16,0 kW_{th} Otag
- 1,3...3,0 kW_{el} und 4,0...8,0 kW_{th} Powerplus Technologies

- 3,0 kW_{el} und 6,0 kW_{th} RMB
- 3,0 kW_{el} und 10,5 kW_{th} Sunmaschine (mit Holzpellets)
- 3,9 kW_{el} und 8,5 kW_{th} Josef Kimmel

- 1,3...4,7 kW_{el} und 4,0...12,0 kW_{th} Powerplus Technologies
- 5,0 kW_{el} und 12,3 kW_{th} Senertec

Hinweise und Empfehlungen

Empfehlungen für BHKW

- BHKW sind Grundlasthersteller und müssen auch so betrieben werden!
- sie haben eine untere Modulationsgrenze
(von typisch 50 ... 80 % - wenn überhaupt!)
- am besten sind Anwendungsfälle mit ganzjähriger Anforderung an Wärme bzw. lange Laufzeiten ≥ 5000 h/a,
- für EFH sind sie heute aus wirtschaftlicher Sicht noch zu groß
(mindestens 40 000 ... 60 000 kWh/a Wärmeabnahme)
- d.h. im Wohnbau Auslegung auf TWW - Wärmeabnahmeleistung für TWW: 100 W/Person (12 kW_{th} entspricht 120 Personen)

Trinkwarmwasserbereitung

Speicher oder Durchlaufsysteme

Warmwasserbereitung mit Speicher

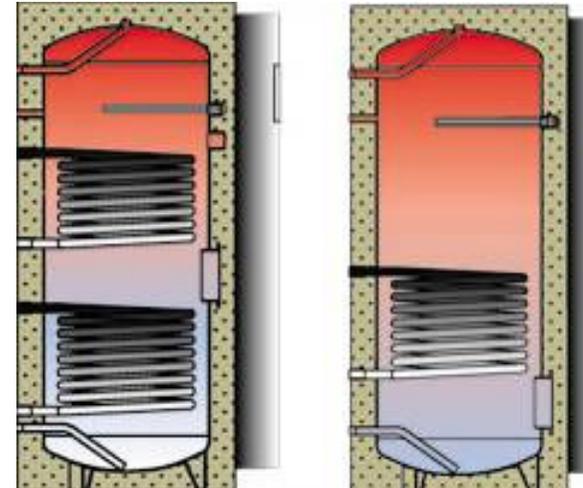


indirekt beheizter Speicher
(stehende Ausführung)



indirekt beheizter Speicher
(liegende Ausführung, untergebaut)

bivalent und monovalent



Elektroklein-
speicher (8 l)

Warmwasserbereitung im Durchlauf



Elektro- Durchlauferhitzer



Durchlaufwassererwärmung
mit Wärmeübertrager
(im 36-Familienhaus,
je Übertrager ca. 80 kW Leistung)



Gasdurchlauf-
wassererwärmer

Hinweise und Empfehlungen

Trinkwarmwasserbereitung

- Durchlaufsysteme verwenden, wenn sowieso große Leistungen vorhanden sind
- wenn Speicher erforderlich, aus hygienischen Gründen ggf. Pufferspeicher mit Wärmetauscher (Frischwasserstation) verwenden
- elektrische Warmwasserbereitung ohne Netz wird künftig anteilig zunehmen (Vermeidung der Netzverluste und Nutzung von PV-Strom)

Solarthermie

Trinkwarmwasserbereitung, Heizungsunterstützung

**Speicher und
Kollektoren**



Vakuum-Röhren-
Kollektor



Flach-Kollektor

Kleinanlage
(bivalenter
Solarspeicher)



Großanlage
(2 Pufferspeicher,
1 separater
Trinkwarm-
wasserspeicher)

Fakten und Hintergrundinformationen

Solarthermieanlage zur Trinkwarmwasserbereitung

Kollektorfläche

Pauschalwerte

- nach EnEV: $0,09 \times A_N^{0,8}$
- Mindestwert für EEWärmeG: $0,04 \times A_N$

Planungsempfehlung (überschlägig)

- 1,0 ... 2,0 m² Kollektorfläche je Person,
- EFH: üblich 1,5 m²/P
- MFH: üblich 1,0 m²/P

Neigung

- 20 ... 60°
- optimal: 25 ... 40°

- max. Abweichung von Süd: ± 50°

Speichergröße

- ca. 60 Liter pro m² Kollektorfläche
- Ausführung als Trinkwasserspeicher (mit TWW gefüllt) ist üblich

Solarthermieanlage zur Trinkwarmwasserbereitung & Heizung

Kollektorfläche

Pauschalwerte

- nach EnEV: $0,16 \times A_N^{0,8}$
- Mindestwert für EEWärmeG: $0,04 \times A_N$

Planungsempfehlung (überschlägig)

- 1 m² Kollektorfläche je 10 m² Gebäude
- Oder: 1,5 ... 2 x so viel wie für
Trinkwarmwasser allein

Neigung

- 40 ... 90°
- optimal: 60 ... 75°

- max. Abweichung
von Süd: $\pm 30^\circ$

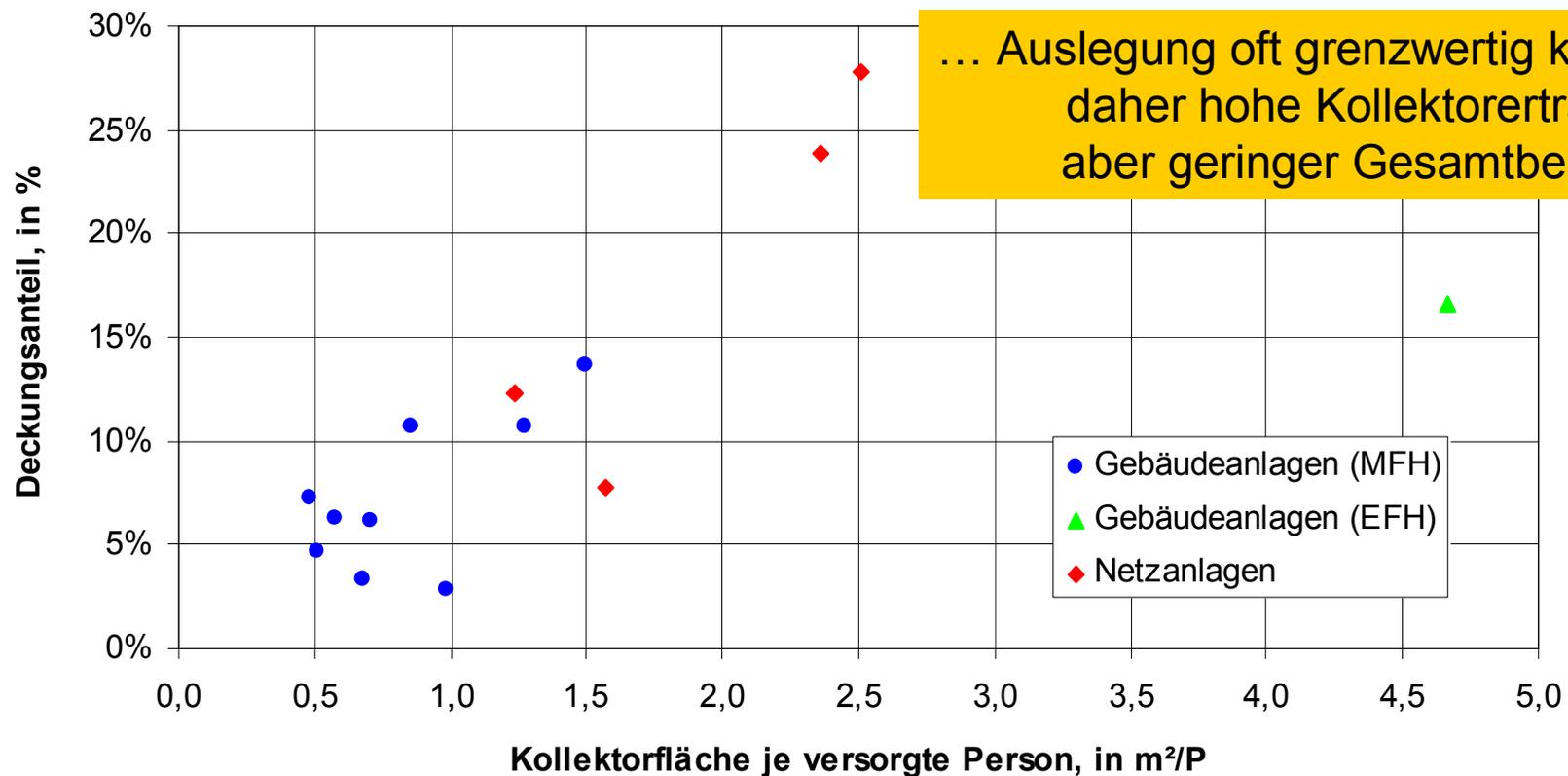
Speichergröße

- ca. 60 Liter pro m² Kollektorfläche
- Ausführung als Pufferspeicher (mit Heizwasser gefüllt) ist üblich

Feldergebnisse zu solaren Deckungsanteilen bei Kombianlagen (Ist)

solarer Deckungsanteil abhängig von
der Kollektordimensionierung

Basis: 14 Anlagen

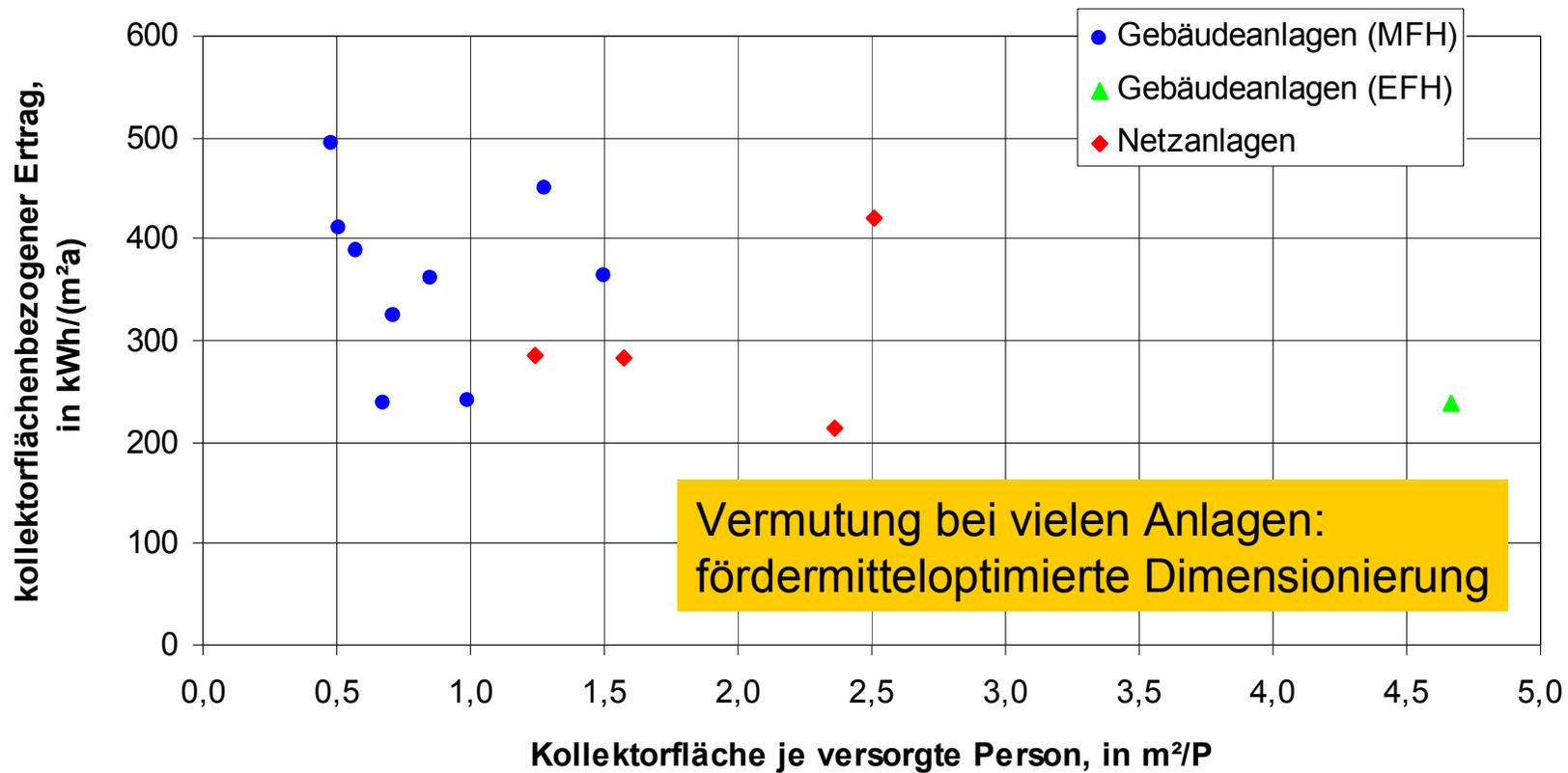


... Auslegung oft grenzwertig klein,
daher hohe Kollektorerträge,
aber geringer Gesamtbeitrag

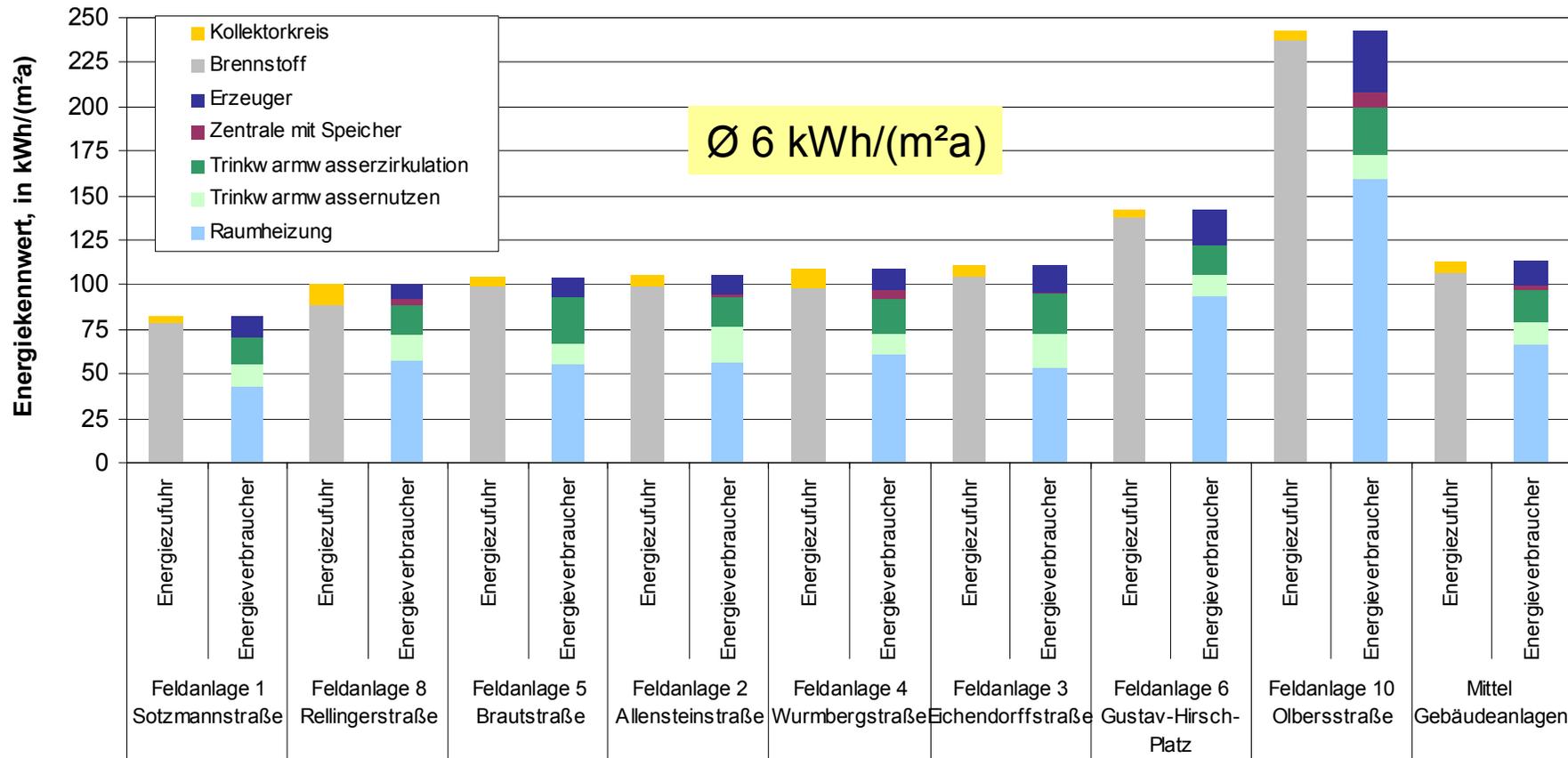
Feldergebnisse zu Kollektorkreiserträgen (Ist)

Kollektorkreisertrag abhängig von
der Kollektordimensionierung

Basis: 14 Anlagen



Energiebilanzen von 8 MFH mit Kombianlage (Messwerte)



Prognose: Faktor 3!

Quelle: BMU-Projekt Solarkessel

Fazit BMU-Solarprojekt (Messungen an großen Kombianlagen)

in vielen Anlagen: **hohe Kollektorflächenbezogene Erträge, aber kaum Einsparung**

- extrem knappe Dimensionierung der Kollektorfläche
- die Solarflächen sind zur Heizungsunterstützung eigentlich viel zu klein
- die zusätzliche Verrohrung, Speicher, Hydraulik verschlechtern das Gesamtsystem, manchmal bis zum Mehrverbrauch

in vielen Anlagen: **hohe Zirkulationsverluste und/oder Nahwärmeverluste**

- ungünstige Ausgangsbedingung für Solarthermienutzung wegen des ganzjährig hohen Temperaturniveaus
- ungünstig für die Gesamtbilanz des fossilen Energieträgers, dezentrale Systeme (gebäudezentrale Heizung, gebäude- oder dezentrale TWW-Bereitung) sind vielfach besser

in fast allen Anlagen: **schlechte Peripherie**

- Regelungseinstellungen (Dokumentation) oft mangelhaft nachvollziehbar
- Hydraulikschaltbilder komplex und energetisch suboptimal
- schlechte Bedingungen für Brennwertnutzung & Solarthermienutzung

Hinweise und Empfehlungen

Solaranlagen

- einfache Solarkonzepte wählen!
- solare Trinkwarmwasserbereitung hat sich in Feldmessungen als effizienter und wirtschaftlicher erwiesen als kombinierte TWW-/Heizungsunterstützung
- so geringe Speichervolumina wie möglich verwenden und darüber hinaus gut gedämmte Leitungen vorsehen
- keine Speicher „auf Vorrat“ für die Solaranlage in 5 Jahren
- die Beheizung des Pufferspeichers mit fossilen Energieträgern (nur aus Gründen der Nachheizung), z.B. Gas oder Öl, ist kritisch
- Anlage passend zum Nutzerprofil wählen (große Nutzwärmemenge notwendig!), sonst höhere Verluste und Hilfsenergien der Solaranlage als eingeholte Solargewinne (Projekt Optikon, Wolfenbüttel)

Solaranlagen

- keine solare Nahwärme (Netzverluste fressen Solarerträge auf)!
- keine Kombination mit BHKWs (BHKW sind Grundlastzeuger)!
- Kombination mit Außenluftwärmepumpen kritisch (gleichzeitiges Optimum im Sommer)
- Kombination mit Holzkessel gut, vor allem bei Sommerabschaltung des Holzkessels (also eher im EFH)

- sowohl die Energiemengen als auch deren Temperaturniveau sind maßgeblich für den Solarertrag – kritisch ist die Zirkulation

- aus Sicht der optimierten Verteilsysteme kommen ggf. auch Systeme in Betracht, bei denen erst lokal die Endtemperatur per elektrischer Nachheizung erfolgt (mit oder ohne Zirkulation)

- Pumpenleistung und -anzahl minimieren

Literatur und Links

Literatur und Links



Internet

www.Delta-Q.de

www.iwu.de

Normen/Richtlinien:

VDI 2067, VDI 3807
DIN V 4108-6, 4701-10, 18599

Fachliteratur:

Energiepass Hessen / LEG
Leitfaden Elektroenergie / LEE

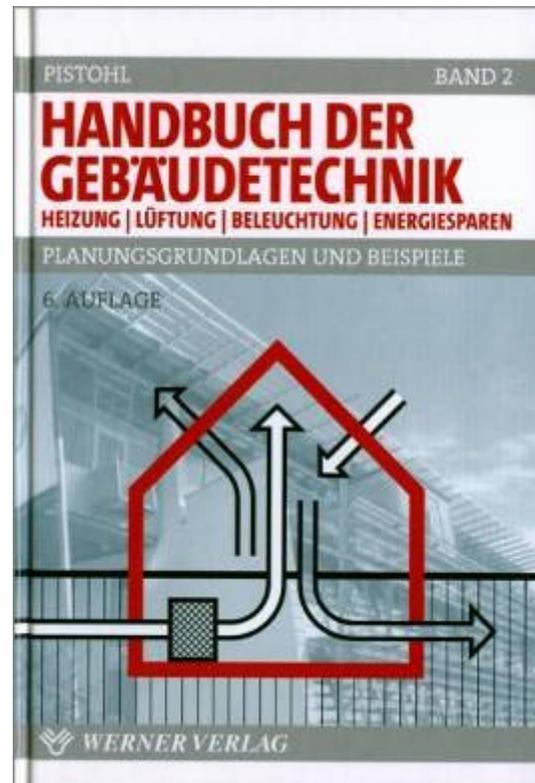
Update Energieberatung: Nachschulung Energieeffizienz Teil Anlagentechnik

Erklärungen:

Blick ins Buch!



Planung:



Grundlagen:

