

Bauen und Bildung – 3. Baufachtagung

Modernisierung - Leerstand - Abriss
Wie viel EnEV ist realistisch?

Hochschule Magdeburg/Stendal
Dr.-Ing. Kati Jagnow
Energiekonzepte, Energetische Sanierung und TGA

Erstellung von Stadtquartierskonzepten mit kfw-Fördermitteln

Förderbedingungen

Energetische Stadtsanierung - Zuschüsse für integrierte Quartierskonzepte und Sanierungsmanager (Programm 432)

- **Quartierskonzept** ... für energetische Sanierungsmaßnahmen einschließlich Lösungen für die Wärmeversorgung, Energieeinsparung, -speicherung und -gewinnung unter besonderer Berücksichtigung städtebaulicher, denkmalpflegerischer, baukultureller, wohnungswirtschaftlicher und sozialer Belange.
- **Sanierungsmanager** ... der die Planung sowie die Realisierung der in den Konzepten vorgesehenen Maßnahmen begleitet und koordiniert.
- 65 % der förderfähigen Kosten
- für den/die Sanierungsmanager maximal 150.000 Euro je Quartier
- Sonderregelungen für finanzschwache Kommunen
- Beantragung direkt bei der KfW in Berlin

Energetische Stadtsanierung - Zuschüsse für integrierte Quartierskonzepte und Sanierungsmanager (Programm 432)

- **Antragsberechtigt:** kommunale Gebietskörperschaften und deren rechtlich unselbstständige Eigenbetriebe
- **Unteraufträge:** Zuschüsse für die Erstellung integrierter Konzepte und Kosten für Sanierungsmanager können an privatwirtschaftlich organisierte oder gemeinnützige Akteure weitergegeben werden
- Fertigstellung des Konzepts in der Regel nach **1 Jahr** – beginnend ab dem Datum der Auftragserteilung
- Förderfähigkeit des Sanierungsmanagers für maximal **3 Jahre**

Details: integriertes Konzepts auf Quartiersebene

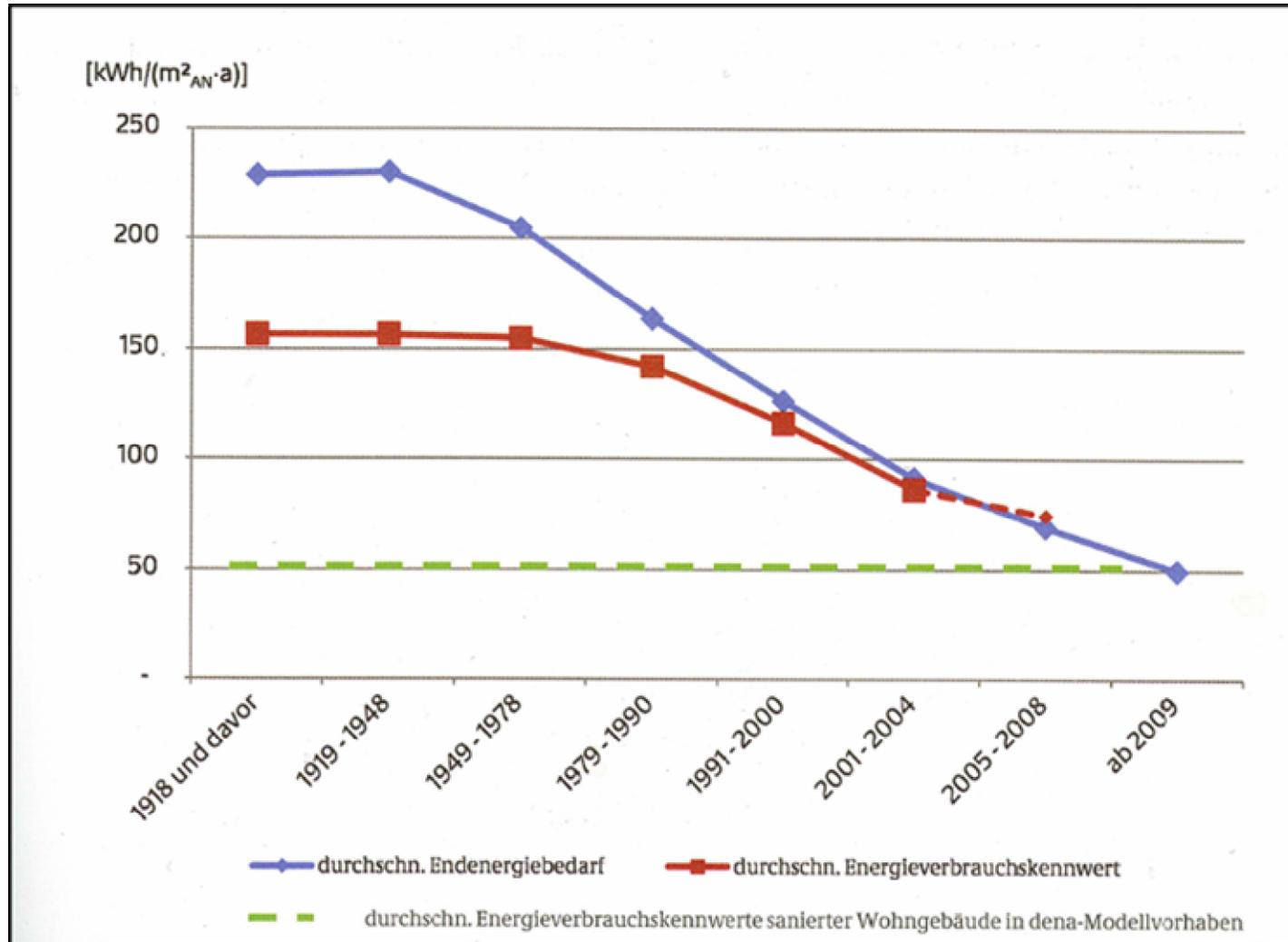
- Gesamtenergiebilanz als Ausgangspunkt sowie als Zielaussage
- Betrachtung der maßgeblichen Energieverbrauchssektoren (kommunale Einrichtungen, Gewerbe, Handel, Dienstleistungen, Industrie, private Haushalte) im Quartier
- Beachtung von baukulturellen Zielstellungen, Denkmalschutz, bewahrenswerter Stadtbildqualitäten, Bebauungsplänen, vorhandenen Stadtteilentwicklungs- und Wohnwirtschaftskonzepte usw.,
- Analyse von Umsetzungshemmnissen, deren Überwindung, möglichen Handlungsoptionen
- Maßnahmenkatalog mit Wirkungsanalyse und Maßnahmenbewertung (Kosten, Machbarkeit und zur Wirtschaftlichkeit), Erfolgskontrolle, Umsetzungskonzept,
- Information und Beratung, Öffentlichkeitsarbeit.

Empfehlungen für Konzepterstellung

Modernisierung - Leerstand - Abriss

Wie viel EnEV ist realistisch?

Verbrauchswerte berücksichtigen!



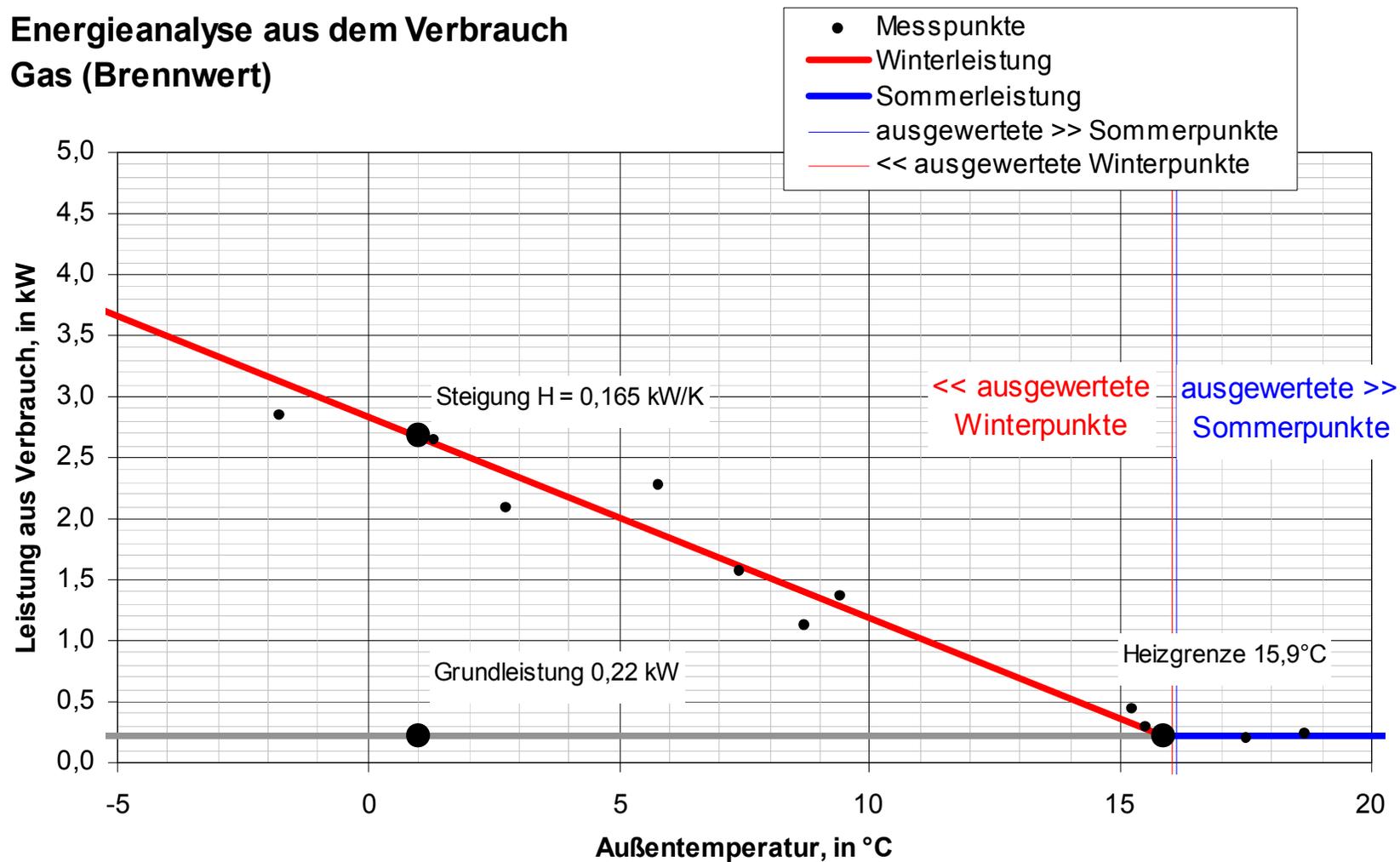
Quelle: dena

Modernisierung - Leerstand - Abriss

Wie viel EnEV ist realistisch?

... am besten durch Auswertung von Monatsverbrauchswerten

Energieanalyse aus dem Verbrauch Gas (Brennwert)



Quelle: jagnow

Hinweise zur Konzepterstellung

- **gekoppelte Betrachtung von Wärme und Strom**, sonst sind BHKW- oder PV/Wärmepumpen-Lösungen usw. nicht sinnvoll abbildbar
- Betrachtung von
 - **Endenergie**,
 - **Ressourcenverbrauch** (alle Brennstoffe sind etwa gleichwertig),
 - **CO₂** (Kohle ist schlechter als Öl als Gas, aber bio besser als fossil),
 - **Primärenergie** (Gas, Öl, Kohle etwa gleichwertig, aber bio besser als fossil),
 - **Energiekosten** und
 - **Gesamtkosten**
- Detailanalyse der **Verteilnetze** außerhalb der Gebäude bei Untersuchung von Verbundkonzepten
- Untersuchung von Einzel-, Insel- und Netzversorgung

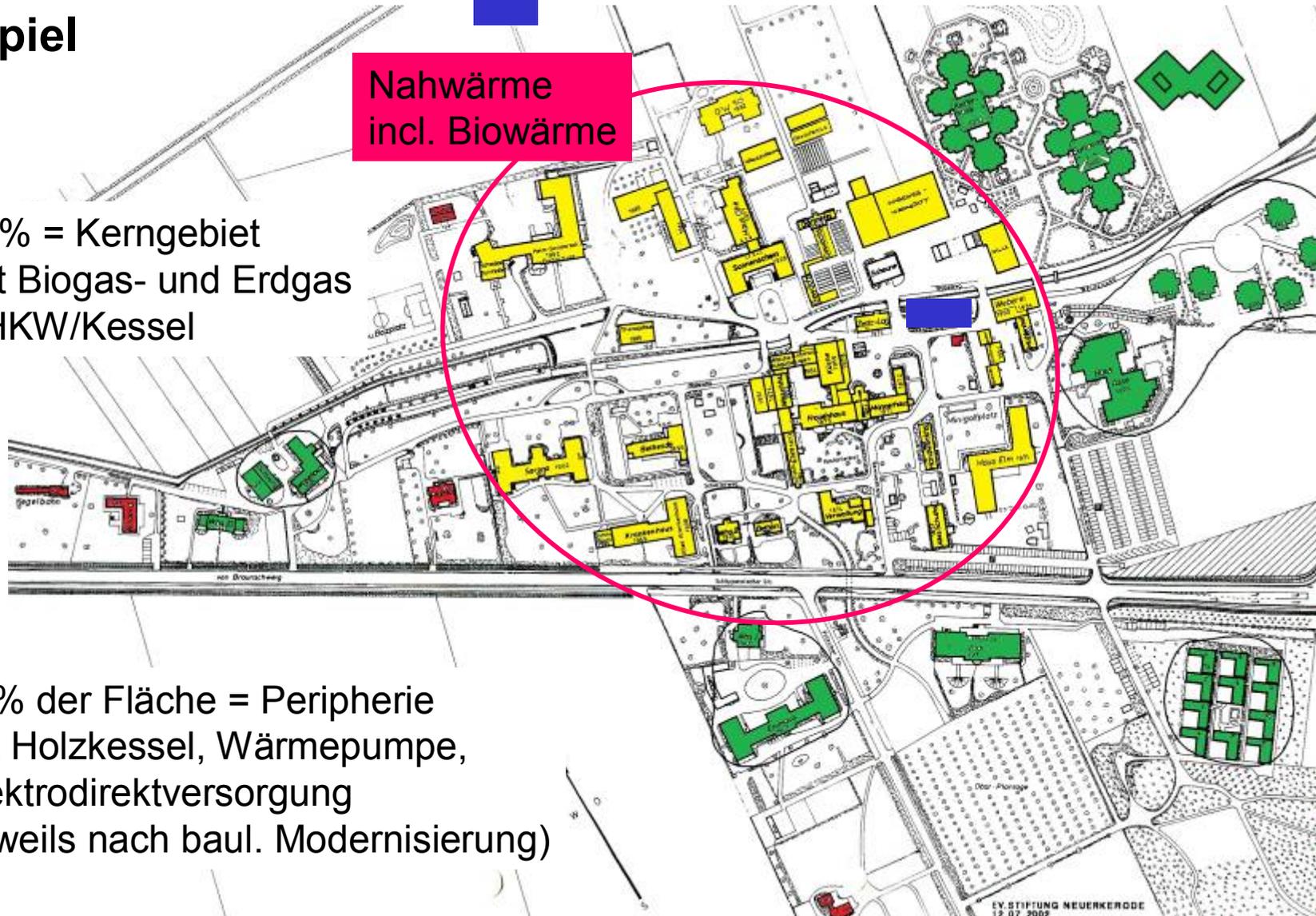
Modernisierung - Leerstand - Abriss

Wie viel EnEV ist realistisch?

Beispiel

Nahwärme
incl. Biowärme

60% = Kerngebiet
mit Biogas- und Erdgas
BHKW/Kessel



40% der Fläche = Peripherie
mit Holzkessel, Wärmepumpe,
Elektrodirektversorgung
(jeweils nach baul. Modernisierung)

Quelle: Jagnow, DBU-Projekt Neuerkerode

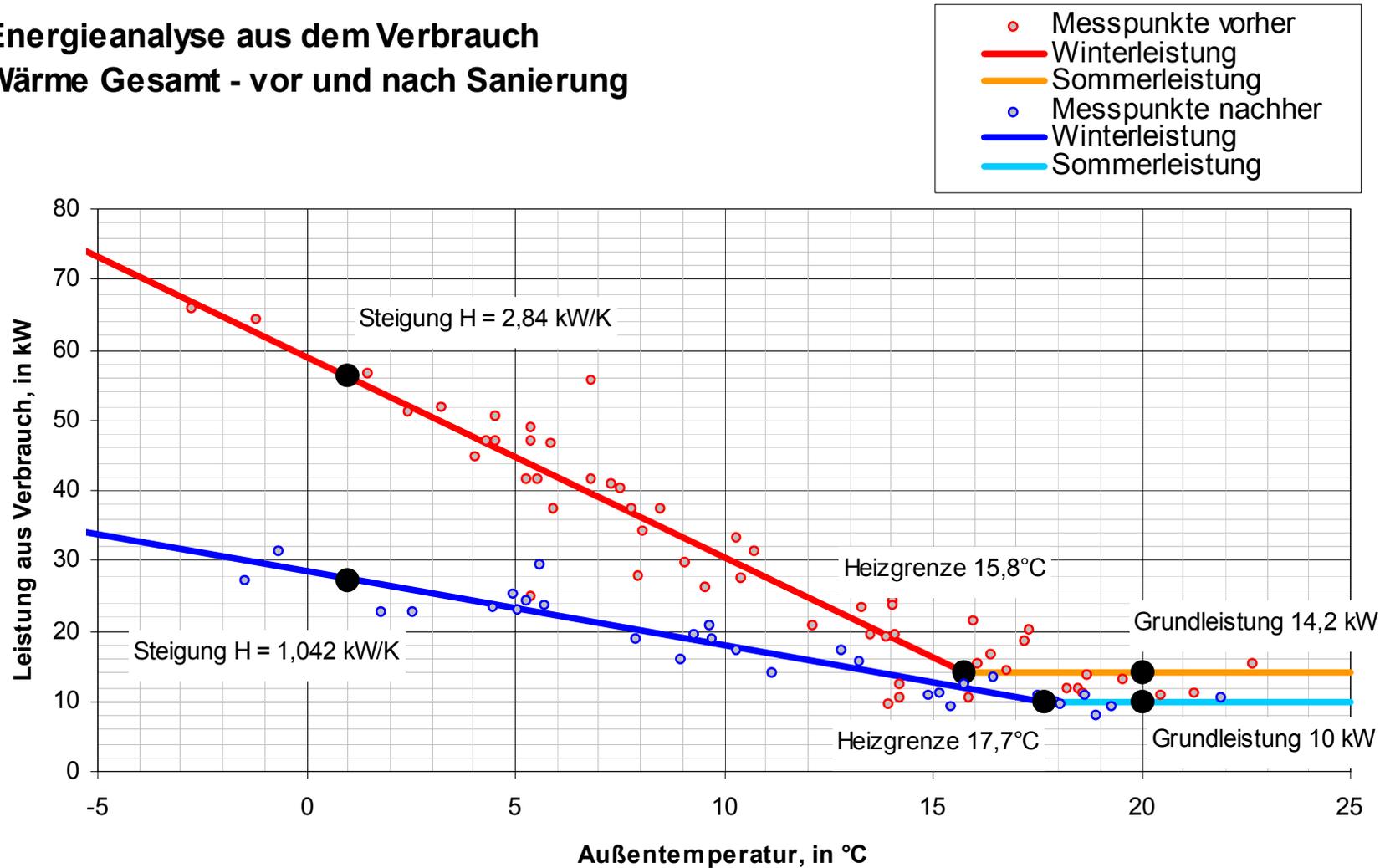
Monitoring

Modernisierung - Leerstand - Abriss

Wie viel EnEV ist realistisch?

... am einfachsten ist Messen!

Energieanalyse aus dem Verbrauch
Wärme Gesamt - vor und nach Sanierung



Praxiserfahrungen mit Wärmeerzeugern in der Modernisierung

Brennwertkessel

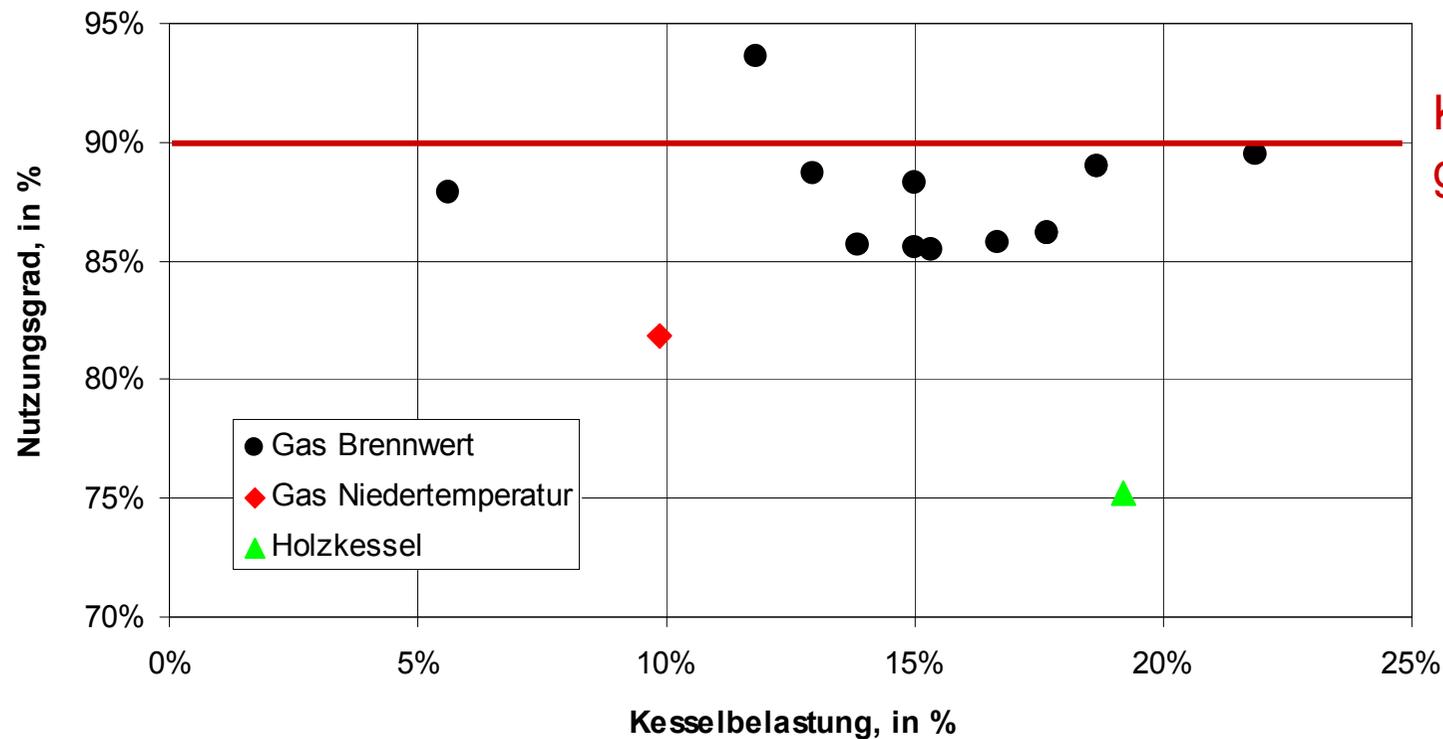
Kesselnutzungsgrade in Großanlagen (MFH und Siedlung)

Prüfstandswerte werden
selten erreicht; es geht aber!

max. 100%

Kesselnutzungsgrad abhängig von
der Kesselbelastung

Basis:
15 Kessel



Kondensations-
grenze

Quelle: BMU-Projekt Solarkessel

Modernisierung - Leerstand - Abriss

Wie viel EnEV ist realistisch?

Therme oder Kessel?



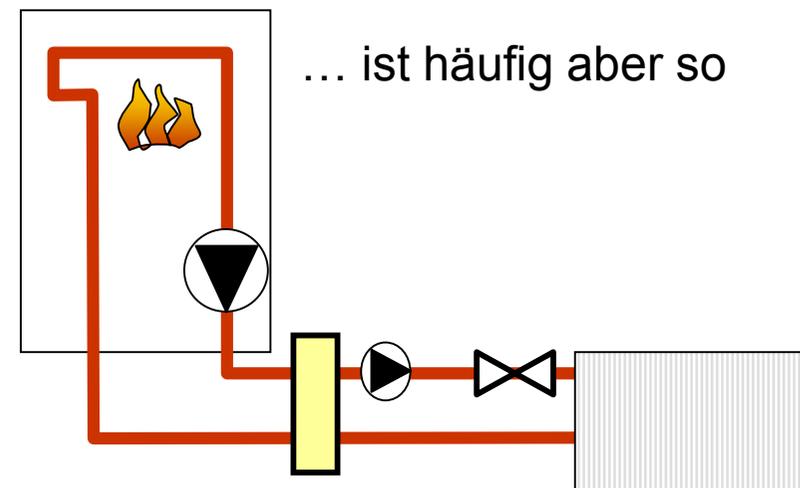
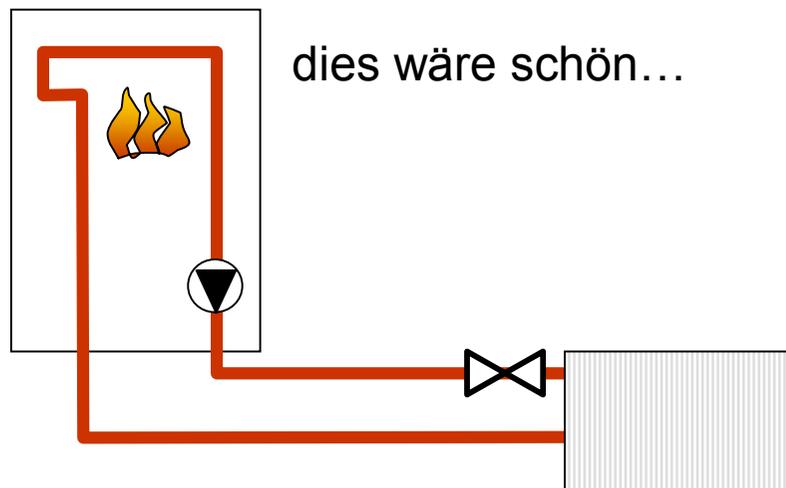
Kessel



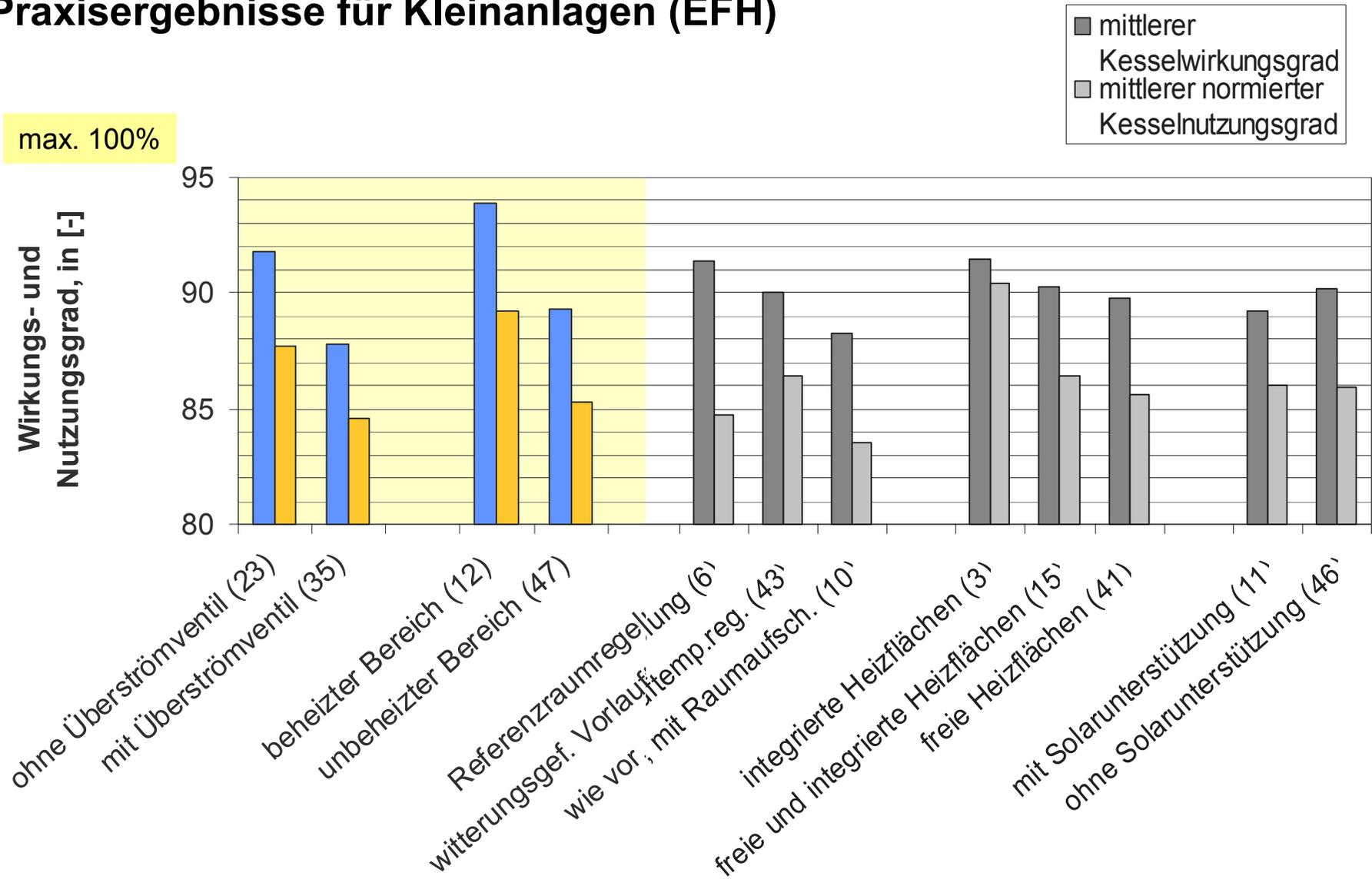
Therme

Thermen

- geringer Wasserinhalt (0,1 ... 0,15 l/kW)
→ geringer Platzbedarf und geringes Gewicht
- wegen des geringen Wasserinhalts:
→ Überhitzungsgefahr, daher Mindestwasserumlauf nötig
- Mindestwasserumlauf:
→ Überströmventil, Anschluss an Pufferspeicher oder hydraulische Weichen
- wegen kompakter Bauform:
→ großer interner Druckverlust und daher Druckerhöhung (Pumpenleistung)



Praxisergebnisse für Kleinanlagen (EFH)



Quelle: DBU-Projekt Brennwertkessel

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

Wärmepumpen

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

Modernisierung - Leerstand - Abriss

Wie viel EnEV ist realistisch?

Problempunkte oft: Peripherie!

Erdreich / Sole



Außenluftwärmepumpe

Ansaug- und Ausblasöffnung



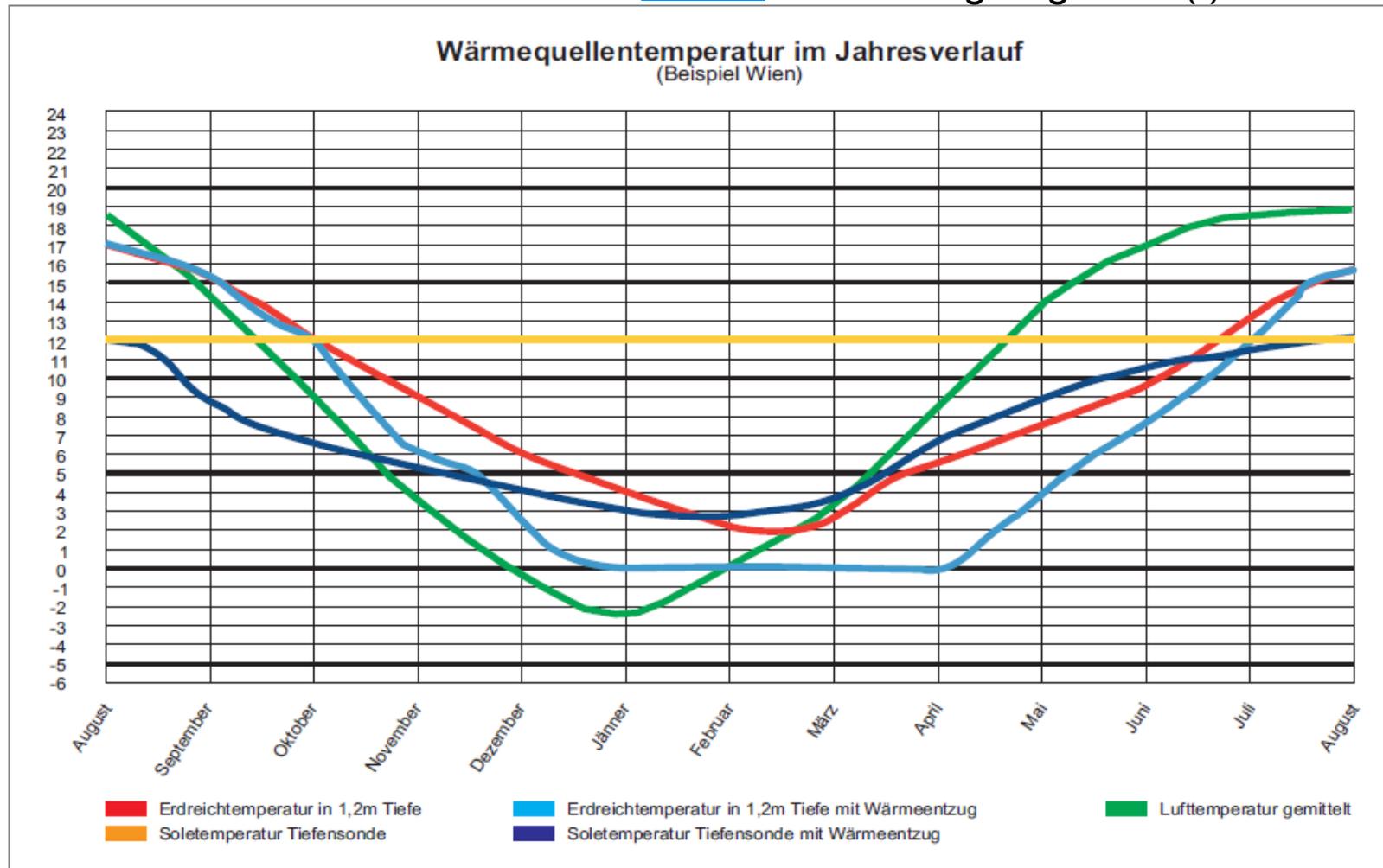
- Kurzschlüsse bei Luftansaugung
- Permafrostboden bei Erdkollektoren
- Unterschätzung der Leistungsminderung der WP im Winter

Modernisierung - Leerstand - Abriss

Wie viel EnEV ist realistisch?

Beispiel Quellentemperatur

- Erde ohne Wärmeentzug
- Erde mit geregelter (!) Wärmeentzug



Quelle: ID Energiesysteme, Österreich

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

Modernisierung - Leerstand - Abriss

Wie viel EnEV ist realistisch?

BHKWs im Feld



separates Fundament
(schwingungsgedämpft)
und schallgedämmtes Gehäuse

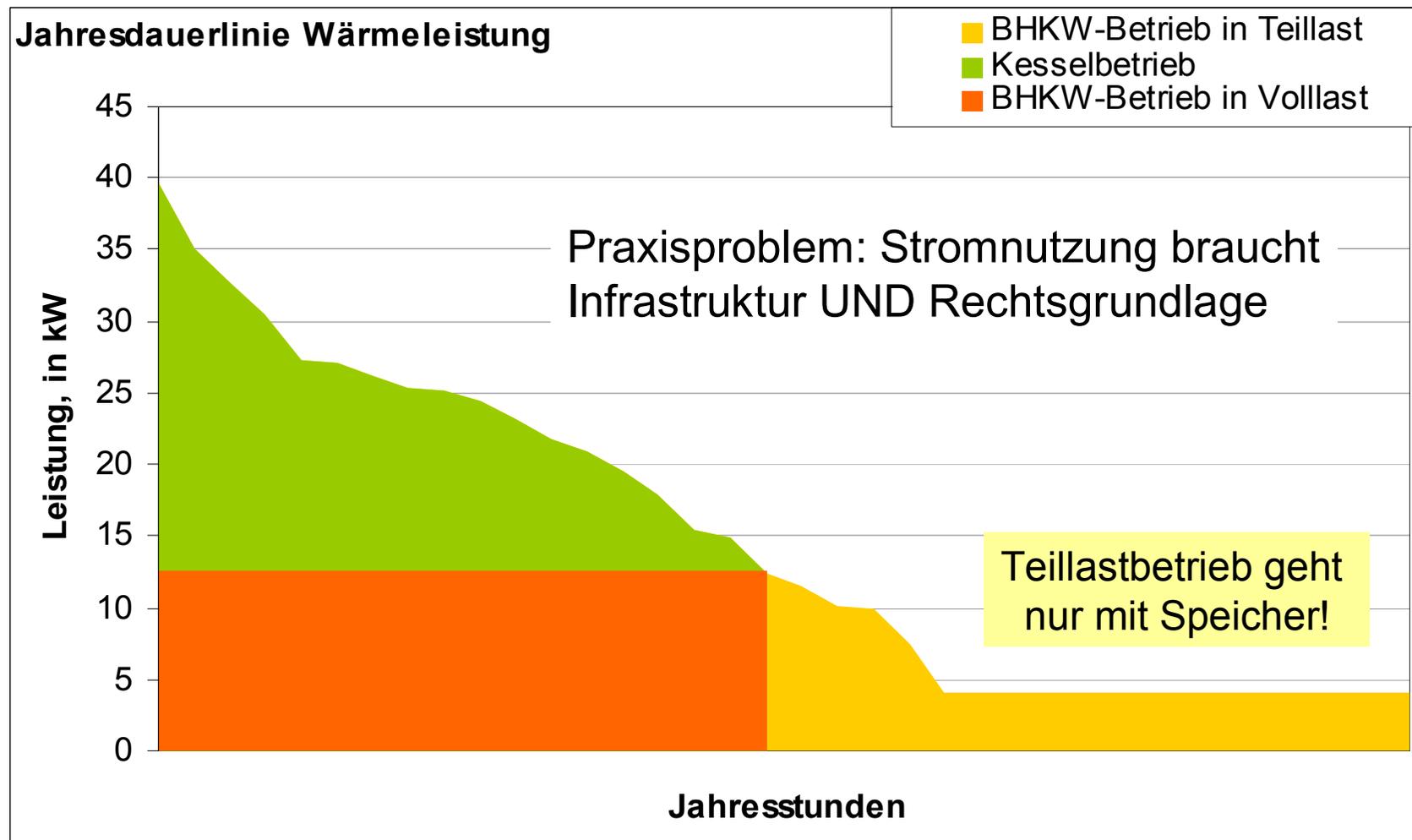


12,5 kW (th)-BHKW
mit 1000 l Speicher

Brennwertnutzung
beim BHKW



Beispielprojekt: Betrachtungen mit der Jahresdauerlinie



Quelle: Jagnow + Brösicke, HS Magdeburg

Empfehlungen für BHKW

- BHKW sind Grundlasterzeuger 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)

Solarthermie

Modernisierung - Leerstand - Abriss

Wie viel EnEV ist realistisch?

Solarthermie



Vakuum-Röhren-
Kollektor



Flach-Kollektor

Kleinanlage
(bivalenter
Solarspeicher)

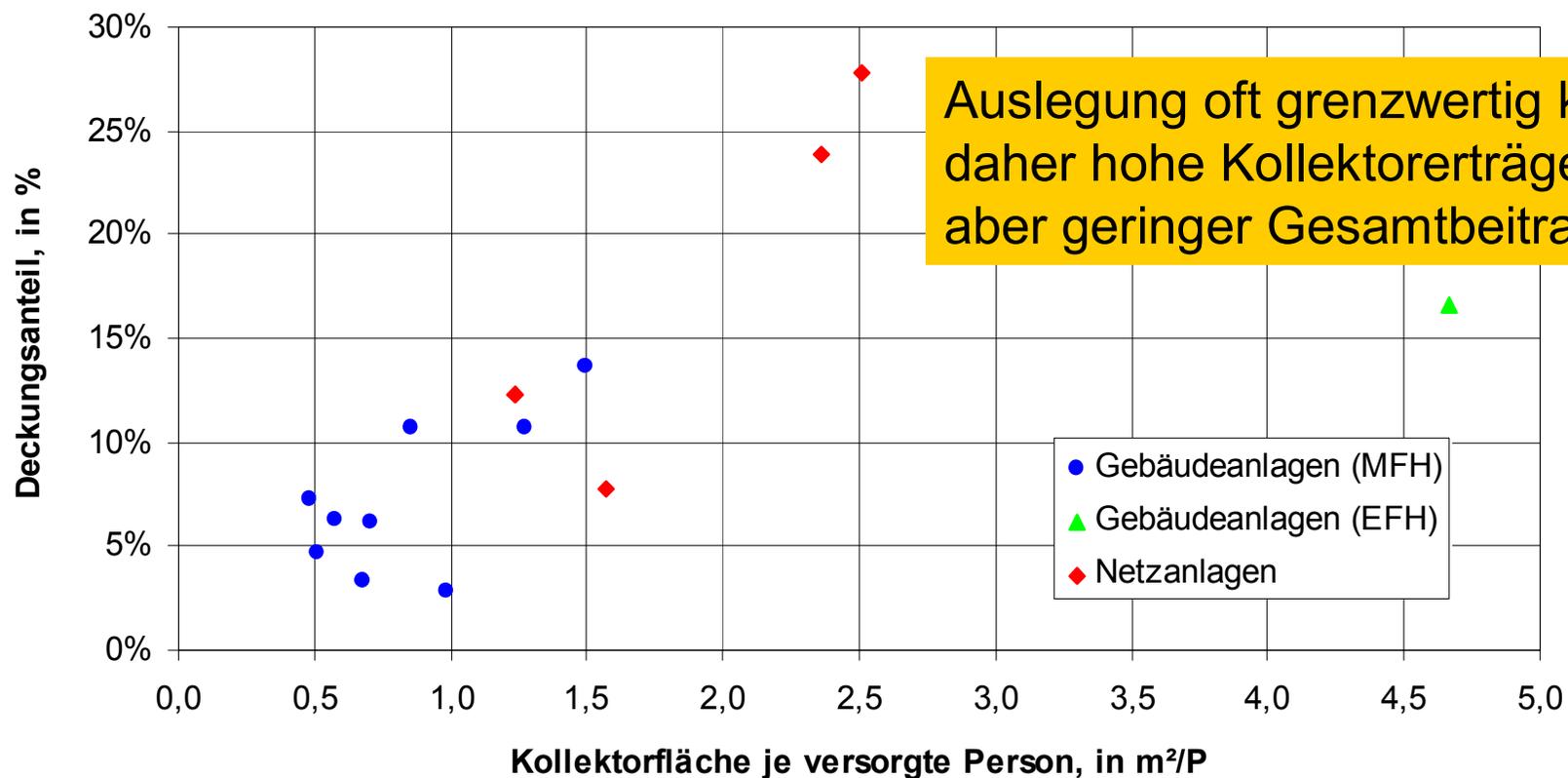


Großanlage
(2 Pufferspeicher,
1 separater
Trinkwarm-
wasserspeicher)

Feldergebnisse zu solaren Deckungsanteilen bei Kombianlagen

solarer Deckungsanteil abhängig von
der Kollektordimensionierung

Basis: 14 Anlagen



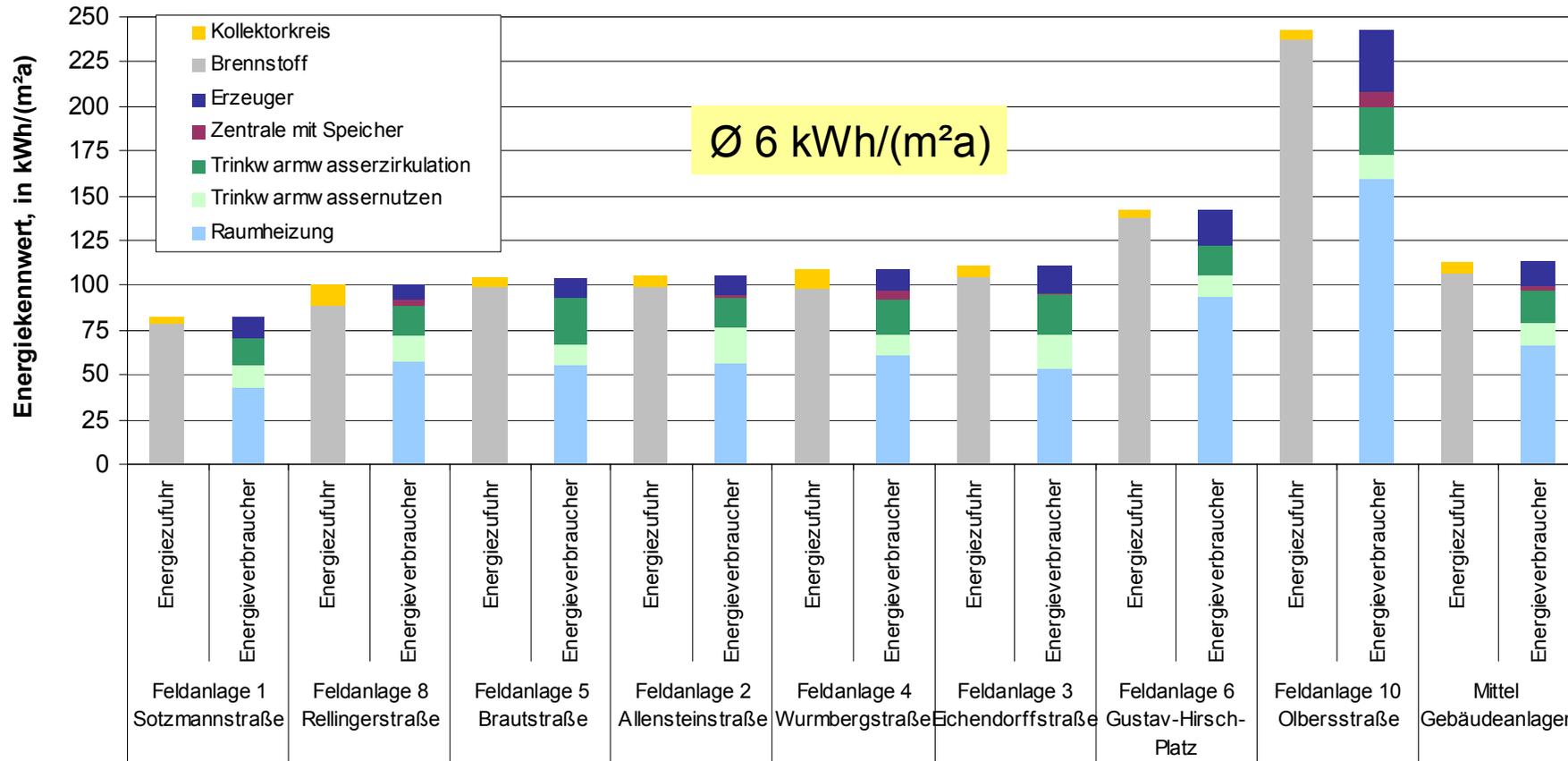
Auslegung oft grenzwertig klein, daher hohe Kollektorerträge, aber geringer Gesamtbeitrag

Quelle: BMU-Projekt Solarkessel

Modernisierung - Leerstand - Abriss

Wie viel EnEV ist realistisch?

Energiebilanzen von 8 MFH mit Kombianlage (Messwerte)



Prognose: Faktor 3!

Quelle: BMU-Projekt Solarkessel

Fazit Großanlagen

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

Optimale Betriebstemperaturen

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!

Geringinvestive Optimierung der Wärmeverteilung

(hydraulischer Abgleich
und Leitungsdämmung)

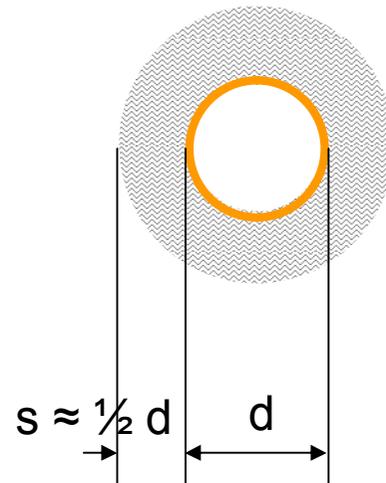
Leitungsdämmung

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



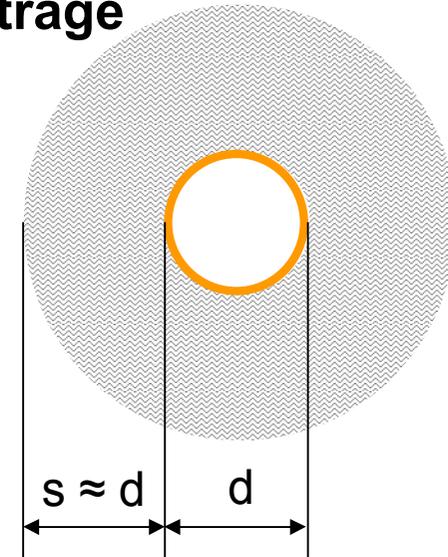
ungedämmt
0 %

Heizkörper-
anschluss-
leitungen



halbe Dämmung
50 % ($\frac{1}{2}$ EnEV)

Leitungen mit
unregelmäßiger
Wärmeabgabe im
beheizten Bereich



einfache Dämmung
100 % (EnEV)

Leitungen
im Keller

Modernisierung - Leerstand - Abriss

Wie viel EnEV ist realistisch?

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)



**5-Geschosser
Zweirohrheizung**



**11- und 14-Geschosser
Einrohrheizung**

■ kontrolliert in der Wohnung abgegeben
■ über die Leitungen abgegeben

Quelle: Ostfalia, Techem/Riedel

Wärmeabgabe von Leitungen im beheizten Bereich

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: $t_i = 24...25 \text{ °C}$



Quelle: Ostfalia, DBU-Projekt Hannover-Kronsberg

Empfehlungen zu Verteilleitungen

- Leitungen zu kurz wie möglich!!!
- im unbeheizten Bereich ist die Leitungsdämmung praktisch immer wirtschaftlich!
- im beheizten Bereich ist Leitungsdämmung umso wichtiger, je besser gedämmt die Gebäude sind

Beispiel 1: heutiger Neubau mit Einrohrheizung
(Überwärmung einzelner Räume durch Rohrwärme)

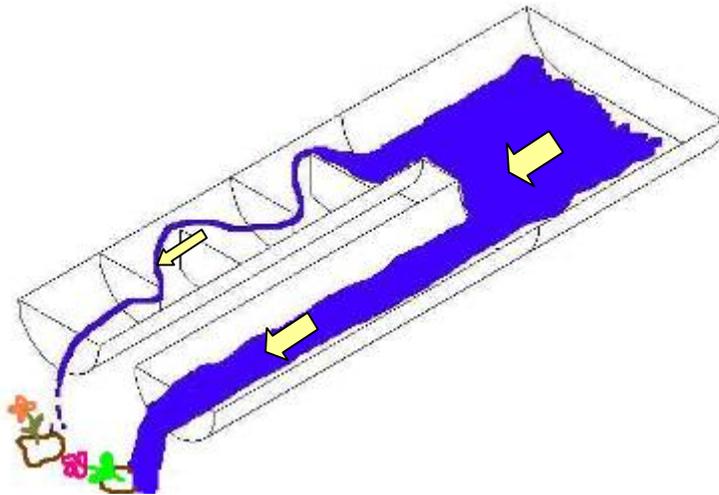
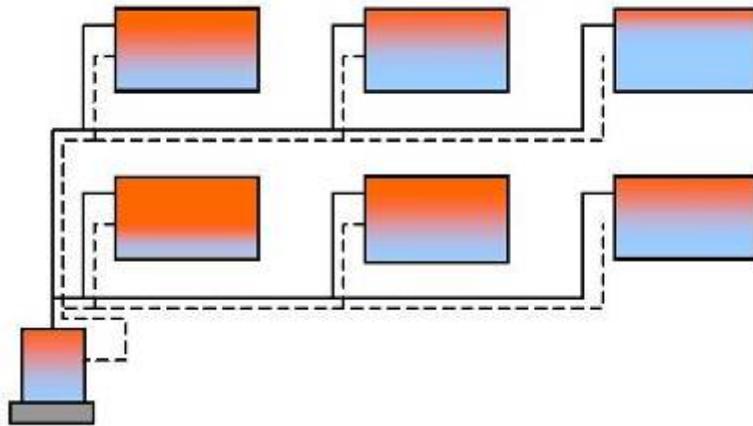
Beispiel 2: „Passivhaus im Bestand“: ungedämmte oder gering gedämmte Trinkwasserzirkulationsleitungen können (außer im Kernwinter) den Wärmebedarf des gesamten Hauses decken!

- auch Leitungen im Estrich dämmen – sonst unfreiwillige Fußbodenheizung

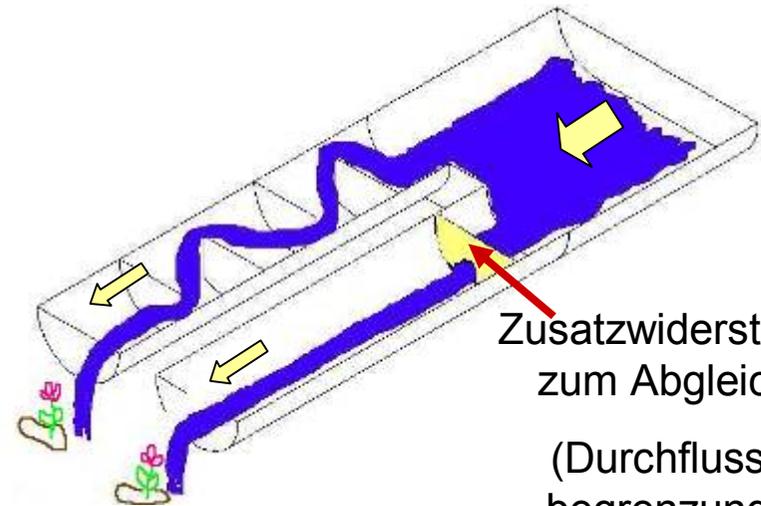
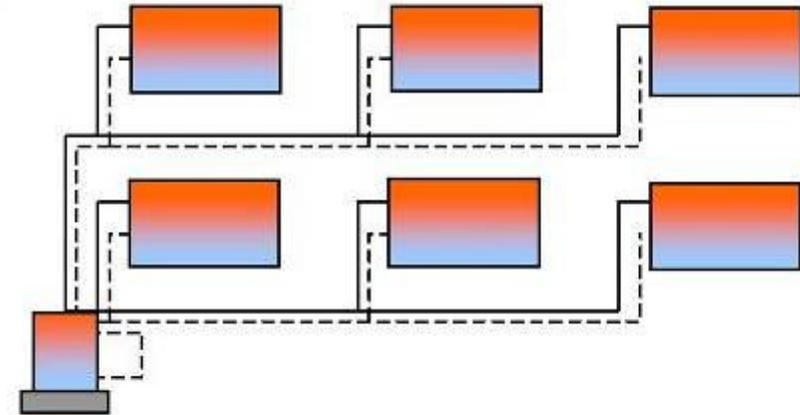
Hydraulischer Abgleich und Heizungsoptimierung

Hydraulischer Abgleich

Hydraulisch nicht abgegliche Anlage



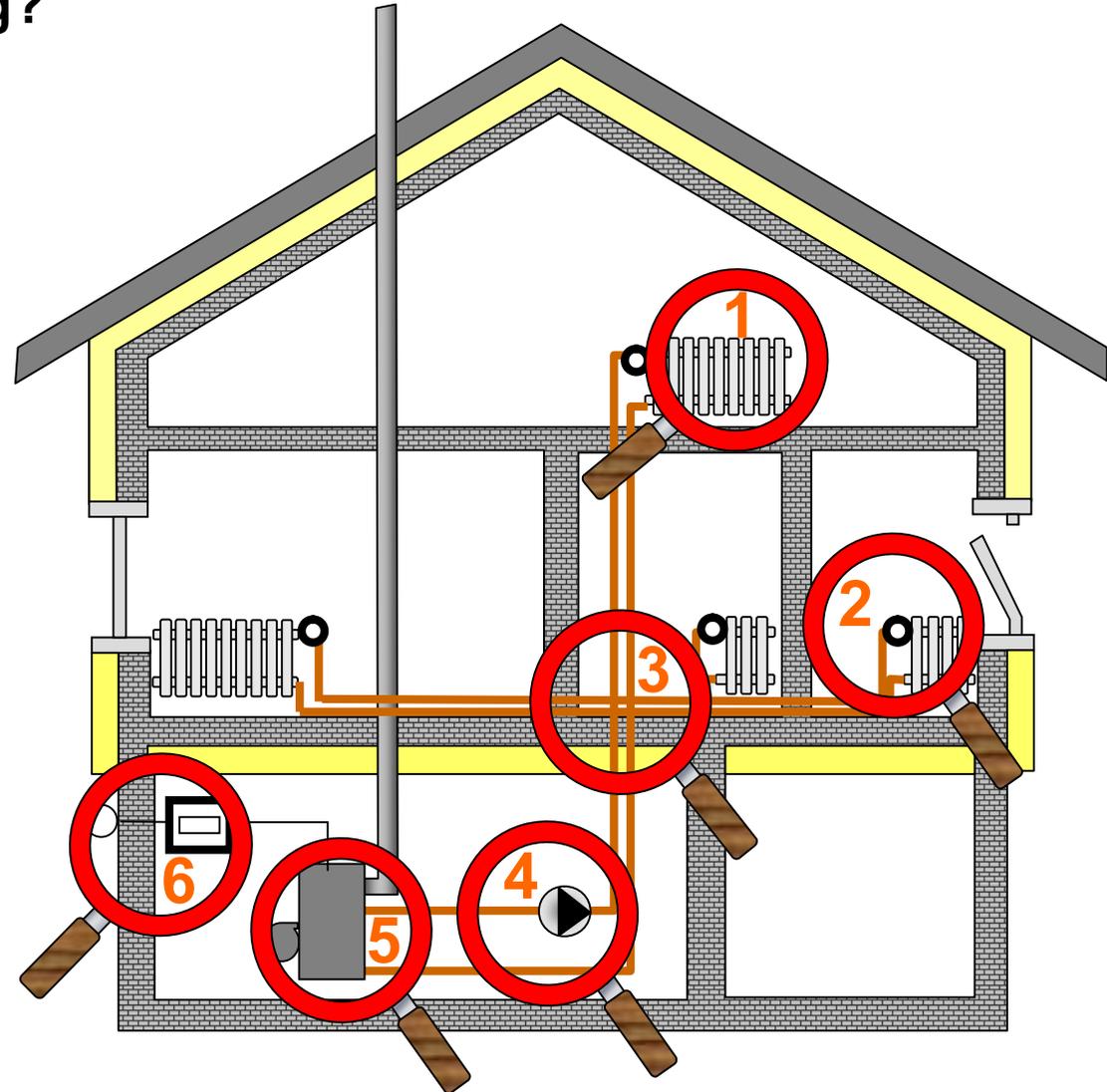
Hydraulisch abgegliche Anlage



Zusatzwiderstand
zum Abgleich
(Durchfluss-
begrenzung)

Was gehört zur Dienstleistung?

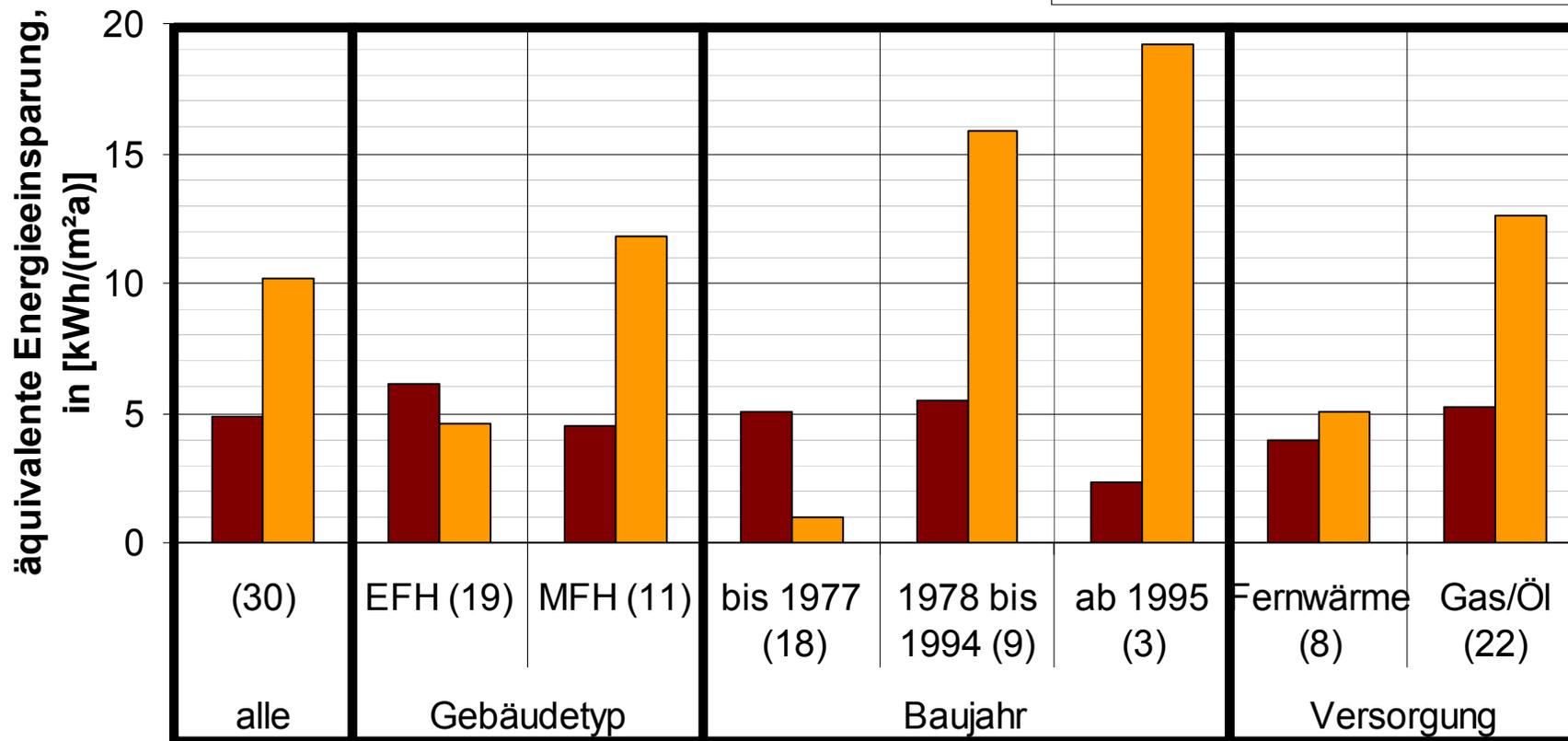
1. Erfassung von Heizkörpern und Raumheizlasten
2. ggf. Neuinstallation und Voreinstellung von Ventilen oder Rücklaufverschraubungen
3. (überschlägige) Ermittlung von Druckverlusten im Netz und der Zentrale
4. Auswahl einer neuen Pumpe oder Einstellung der alten
5. ggf. Anpassung der Erzeugerleistung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



Messergebnisse in der Praxis

Wirtschaftlichkeit der Optimierung

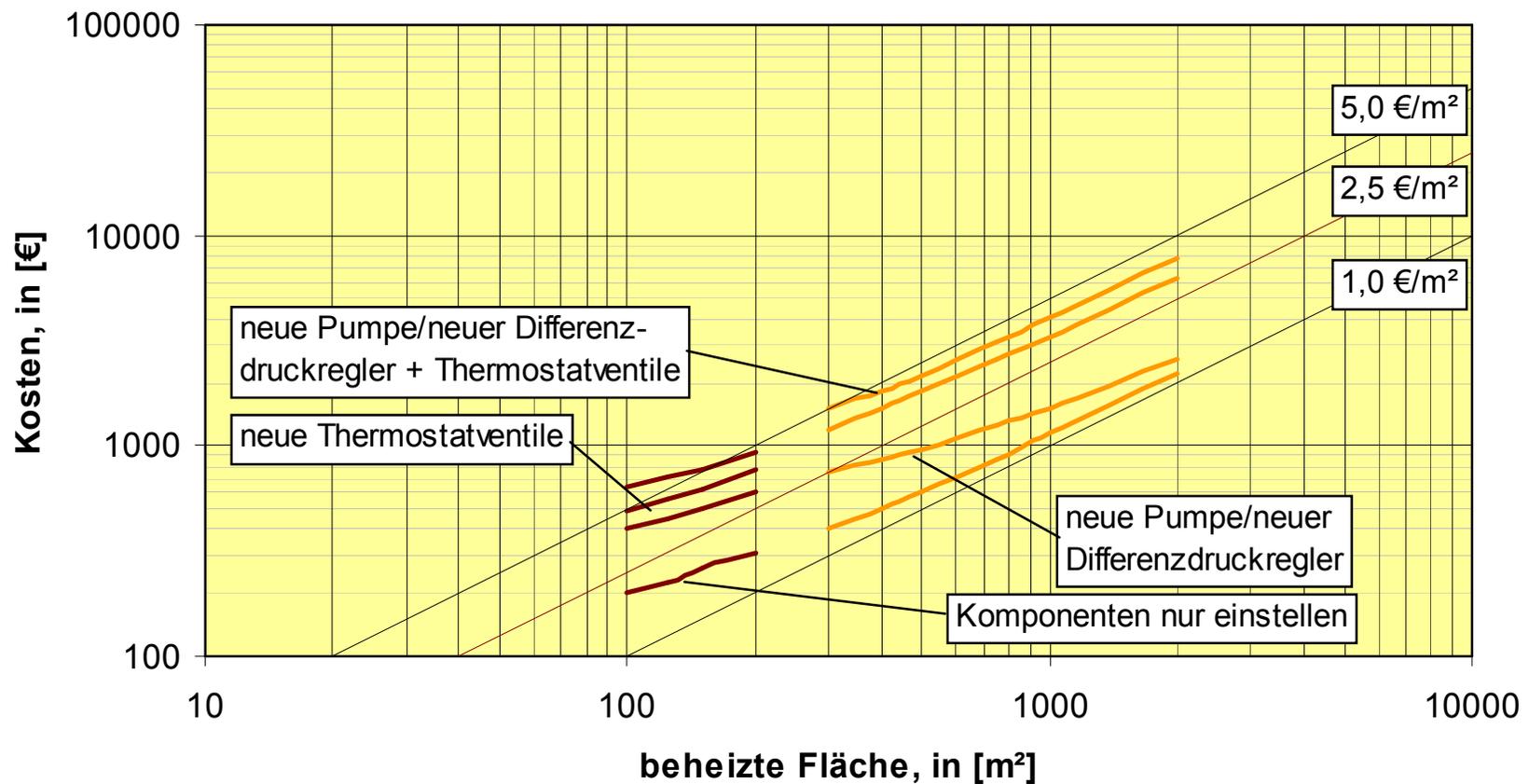
(Werte bezogen auf die beheizte Fläche)



Quelle: Projekt Optimus (30 optimierte Wohngebäude)

Kosten

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



Quelle: Projekt Optimus (30 optimierte Wohngebäude)

Anpassung von Heizflächen / Hydraulischer Abgleich

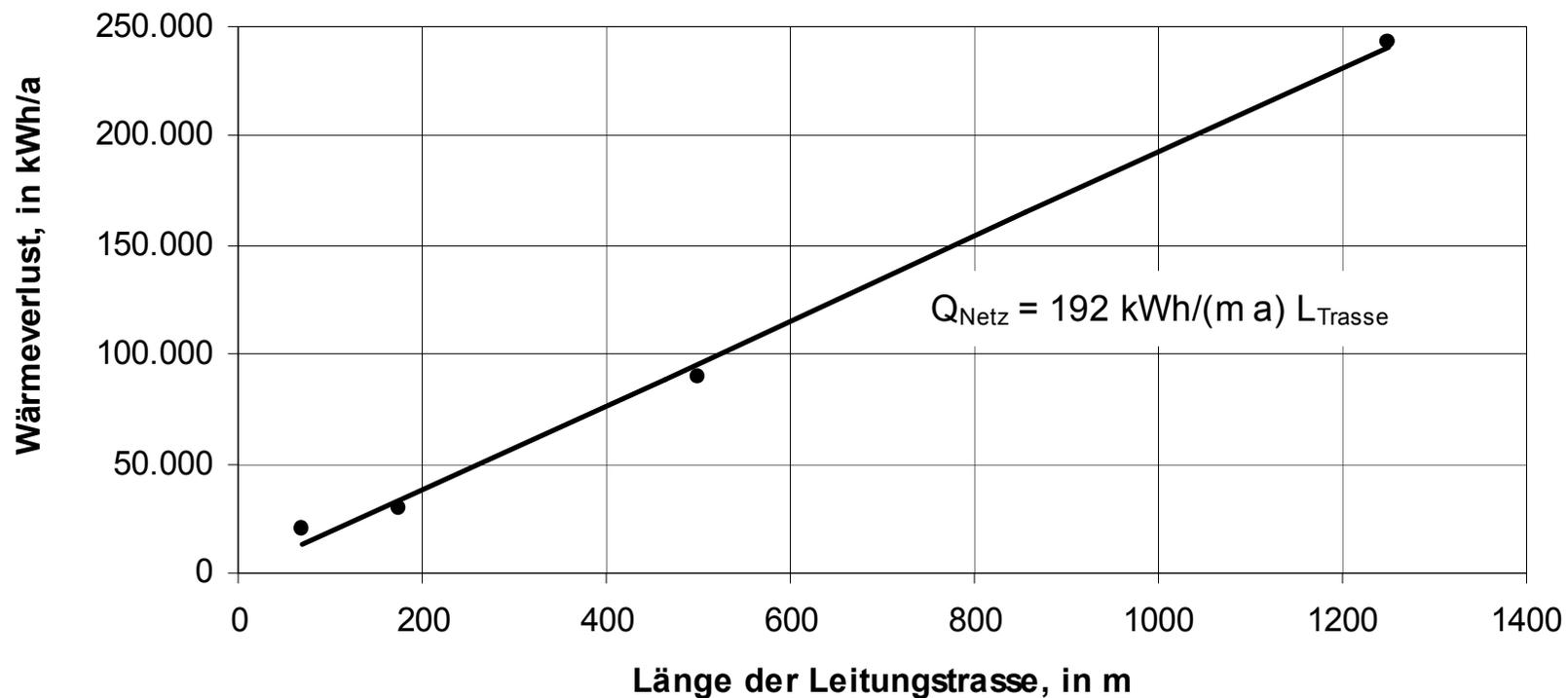
- Leistung von vorhandenen Heizsystemen muss nach einer baulichen Modernisierung angepasst werden
- passende Vorlauftemperatur ist durch eine Fachplanung festzustellen
- Rücklauftemperatur kann berechnet werden; Abschätzung ist im Rahmen einer Energieberatung möglich
- hydraulische Einregulierung: die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

Neuinstallation von Wärmenetzen

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)



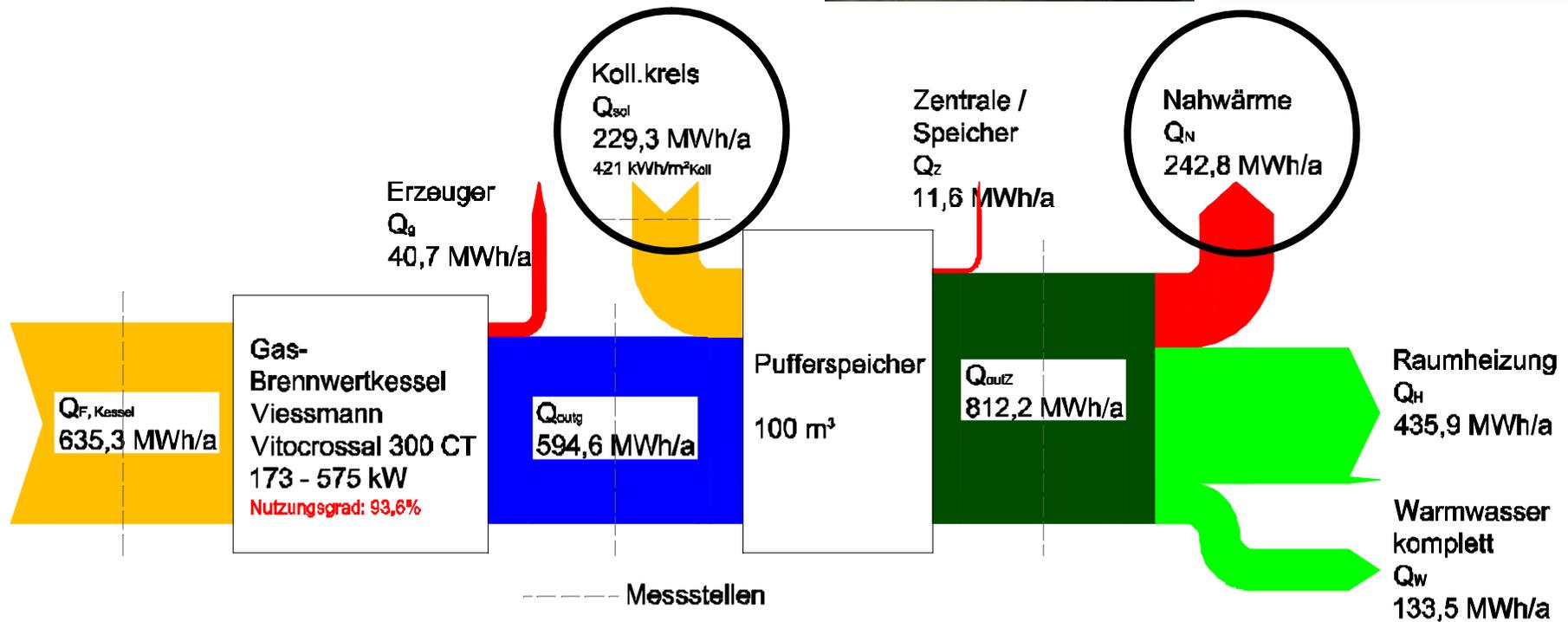
Quelle: IWU Planung NEH	Siedlungstyp	typischer Verteilverlust bezogen auf die real beheizte Fläche, in kWh/(m ² a)
	Einfamilienhaussiedlung niedriger Dichte	35
	EFH-Siedlung hoher Dichte, Reihenhäuser	25
	Zeilenbebauung mittlerer Dichte (3-5 Geschosse)	10
	Zeilenbebauung hoher Dichte, Hochhäuser	6

Modernisierung - Leerstand - Abriss

Wie viel EnEV ist realistisch?

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 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