

Heizung der Zukunft

Brennstoffzelle, Wärmepumpe oder erneuerbare Energie?

Netzwerk für
EnergieEffizienz



Dipl.-Ing.(FH) Jutta Maria Betz

Bildungszentrum – Energetische Gebäudesanierung

Nürnberg, 23.01.2019, 18 - 20.30 Uhr

Jutta Maria Betz
Dipl.-Ing.(FH)

Herbert Schuhmann
Dipl.-Ing.(FH)
und Dipl.-Umweltwiss.

Klaus Kretzschmar
Dipl.-Phys.

Wer wir sind

Netzwerk für
EnergieEffizienz



Zu meiner Person

Studium Maschinenbau/Energietechnik

Planung von Heizungs-, Lüftungs-, MSR-Anlagen, GLT, BHKW,
Energiekonzepte, Bauüberwachung

seit 1995 selbständig im Bereich Energieberatung für Wohnbereich,
Gewerbe, Kommunen, Kirchen (und Haustechnikplanung)

Gründungsmitglied des Deutschen EnergieberaterNetzwerk e.V.

Referententätigkeit DEN-Akademie, DEN-Landessprecherin Bayern

Sachverständige nach § 3 Abs. 1 AVEn und in der Energie-Effizienz-
Experten-Liste der KfW und bei der BAFA zugelassen

E-CO₂ Netzwerk für Energieeffizienz

Dipl-Phys. Klaus Kretzschmar

Dipl.-Ing.(FH) und Dipl.-Umweltwiss. Herbert Schuhmann

Dipl.-Ing.(FH) Jutta Maria Betz

alle arbeiten eigenverantwortlich

Heizung der Zukunft

Jutta Maria Betz
Dipl.-Ing.(FH)

Herbert Schuhmann
Dipl.-Ing.(FH)
und Dipl.-Umweltwiss.

Klaus Kretzschmar
Dipl.-Phys.

Wer wir sind

Netzwerk für
EnergieEffizienz



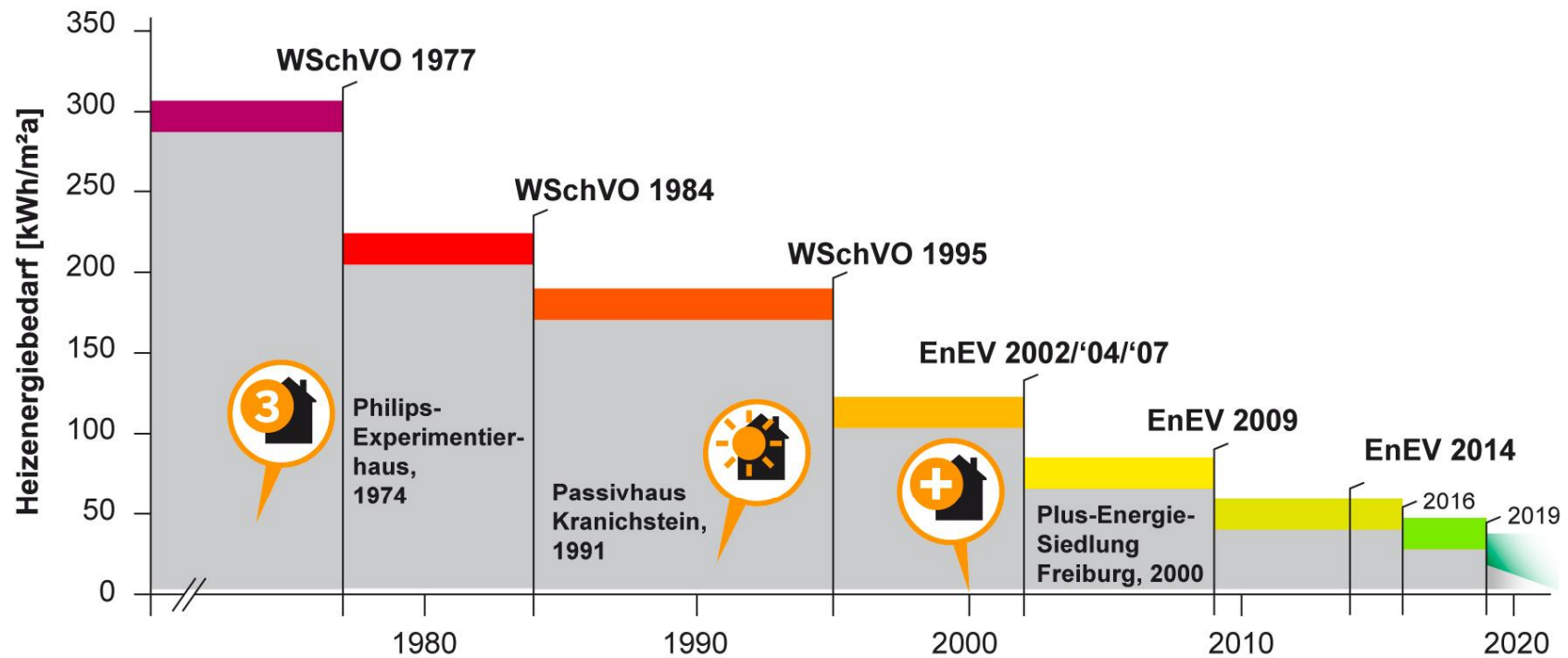
- Gründung des Vereins im Jahr 2001
- Zusammenschluß von Ingenieuren, Architekten, Planungsbüros und Technikern
- aktuell ca. 700 Mitglieder
- Hauptmerkmal: **Neutralität und Unabhängigkeit**
- Qualitätssicherung für Energieberater mit dem Ziel eines staatlich anerkannten Berufsbildes
- Kompetenzteams in allen wichtigen Gebieten der Energieberatung (Wohngebäude, Nichtwohngebäude, Gewerbe, BHKW, Kälte, Thermografie, Luftdichtheit, Baubegleitung, Denkmalschutz, Landwirtschaft....)
- Netzwerkpartner der EEE-Liste, eigene Suchmaschine für Energiedienstleistungen, zahlreiche Rabattierungen für Normen, Software usw.
- Politische Arbeit
- mehr Infos unter: www.den-ev.de
- Vereinseigene Bildungseinrichtung: DEN-Akademie aktuelles Programm unter www.den-akademie.de

Wieviel Heizenergie brauchen wir?

Netzwerk für
EnergieEffizienz



Heizenergie im Wandel der Zeit



© EnergieAgentur.NRW

EnergieAgentur.NRW

Heizung der Zukunft

Jutta Maria Betz
Dipl.-Ing.(FH)

Herbert Schuhmann
Dipl.-Ing.(FH)
und Dipl.-Umweltwiss.

Klaus Kretzschmar
Dipl.-Phys.

Primärenergiefaktoren ausgewählter Energieträger

Energieträger	Primärenergiefaktor EnEV
Heizöl	1,1
Erdgas, Flüssiggas	1,1
Steinkohle, Braunkohle	1,1 bzw. 1,2
Holz	0,2
Nah- und Fernwärme aus Kraft-Wärme-Kopplung	0,0 bzw. 0,7
Nah- und Fernwärme aus Heizwerken	0,1 bzw. 1,3
Strom	1,8
Solarenergie, Umgebungswärme, u.ä.	0,0

Primärenergie und Treibhausgase

Netzwerk für
EnergieEffizienz



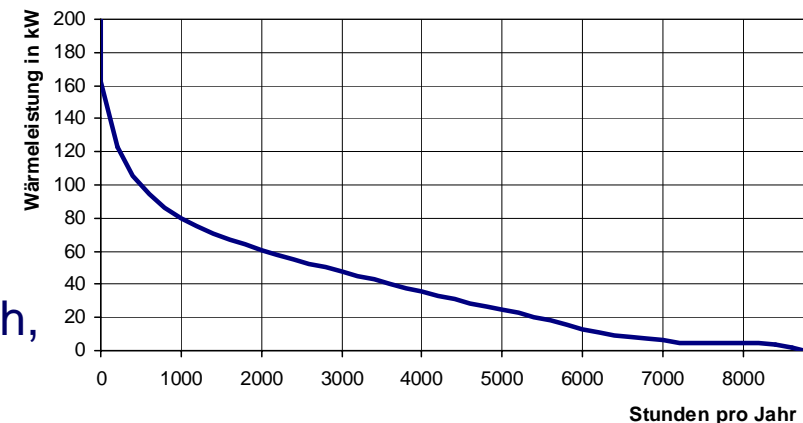
Emissionen in g/kWh	CO2-Äquivalent ¹	Co2	NOX2 ²	Feinstaub ²
Heizöl	319	0,047	0,144	0,013
Erdgas	247	0,068	0,047	0,000
Holz-Pellets	27	0,659	0,281	0,079
Holz-Hackschnitzel	23	1,062	0,349	0,144
Stückholz	17	1,537	0,302	0,162
Strom (Bundesmix)	606	0,278	0,443	0,019

Quelle: 1) Gemis 2) Umweltbundesamt 2012

Diese Punkte sind zuerst zu klären:

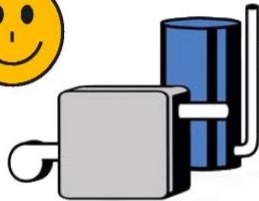
- **Kesselleistung** und **Wärmeverbrauch**, evtl. aus bisherigem Verbrauch und Kesselbestand abschätzen oder berechnen
- Kann der **Wärmeverbrauch vor der Erneuerung der Heizung verringert** werden kann, z.B. durch Dämmung?
- erforderliches **Temperaturniveau**?
- welche **Heizflächen**: Heizkörper, Fußbodenheizung ...
- welches **Verteilssystem**: Einrohr- oder Zweirohrheizung
- optimal: Ermittlung einer **Jahresdauerlinie**
- **Stromverbrauch**
- **räumliche Gegebenheiten**
(Lage und Größe des Heizraums, Brennstofflagers, Kamine)
- **Verfügbare Energieträger**: ist ein Fern- oder Nahwärmeanschluß möglich, ist eine Erdgasleitung in der Nähe

Geordnete Jahresdauerlinie Wärme



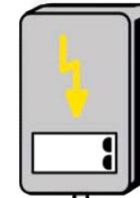
Warmwasserbereitung – zentral oder dezentral?

Netzwerk für
EnergieEffizienz



Zentrale Warmwasserbereitung über die Heizanlage mit Speicher

- + Brennwert-, Holzpellet- und Solarenergienutzung möglich
- Hohe Kosten bei Umrüstung von dezentraler Lösung



Dezentrale elektrische Durchlauf-erhitzer

- + Geringe Investitionskosten, kein Warmwassernetz
- Hohe Verbrauchskosten, hohe Umweltbelastung (Verluste bei Stromerzeugung)



Wohnungsweise Warmwasserbereitung mit Gas Kombiherd

- + Solarenergienutzung möglich, einfache Abrechnung im Mehrfamilienhaus
- Keine Solarenergienutzung möglich, schlechterer Nutzungsgrad als zentrale Lösung



Dezentrale Warmwasserspeicher (Untertischspeicher)

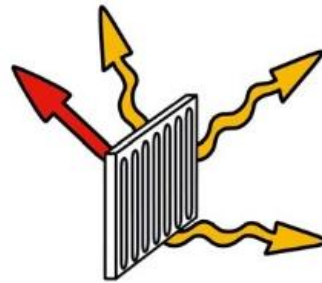
- + Geringe elektrische Anschlussleistung
- Hohe Wärmeverluste, hohe Verbrauchskosten, hohe Umweltbelastung

Neubewertung bei regenerativer Eigenstromerzeugung z.B. durch PV-Anlage

Quelle: Energieagentur NRW

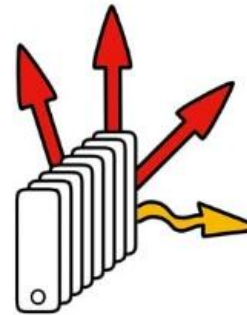
Heizplatte

- Hoher Strahlungsanteil
- Geringer Wasserinhalt (reaktionsschnell)



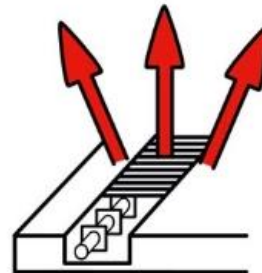
Radiator

- Hoher Konvektionsanteil
- Großer Wasserinhalt (reaktionsträge)



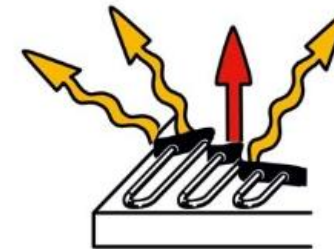
Konvektor

- Fast nur Konvektion
- Geringer Wasserinhalt (reaktionsschnell)



Fußboden-Heizung

- Hoher Strahlungsanteil
- Hohe Speichermassen (sehr reaktionsträge)



Konvektion

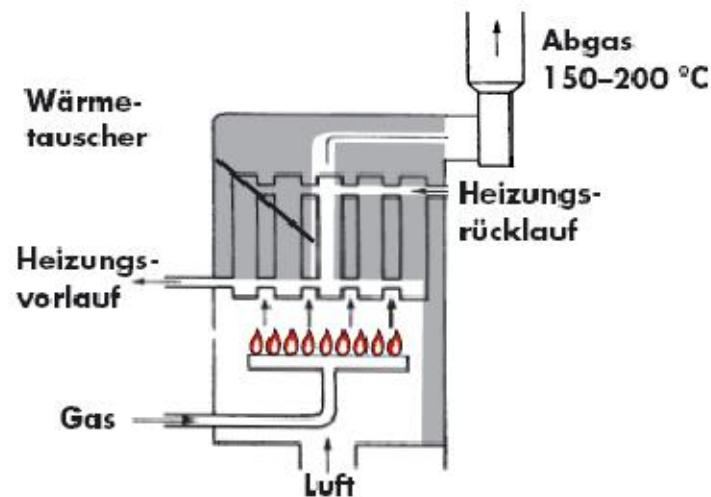


Strahlung

Quelle: Energieagentur NRW

Heizöl- oder Erdgas-Niedertemperaturkessel

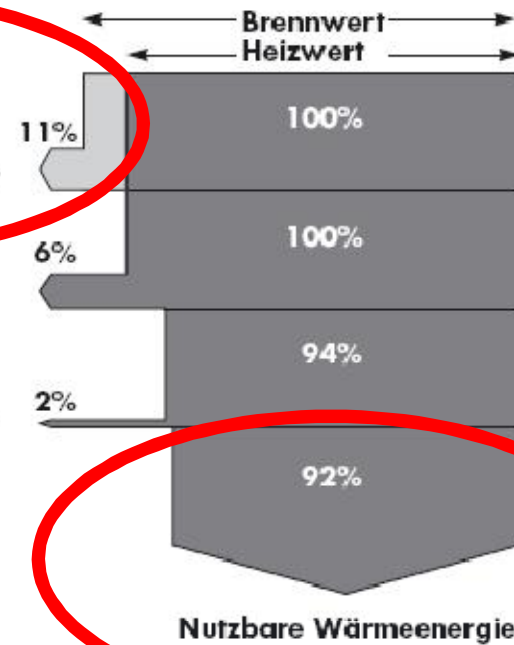
Netzwerk für
EnergieEffizienz



Wärmeenergie im
Abgas, die bei kon-
ventionellen Kesseln
nicht nutzbar gemacht
werden kann

Abgasverluste

Abstrahlungs- und
Betriebsbereitschafts-
verluste

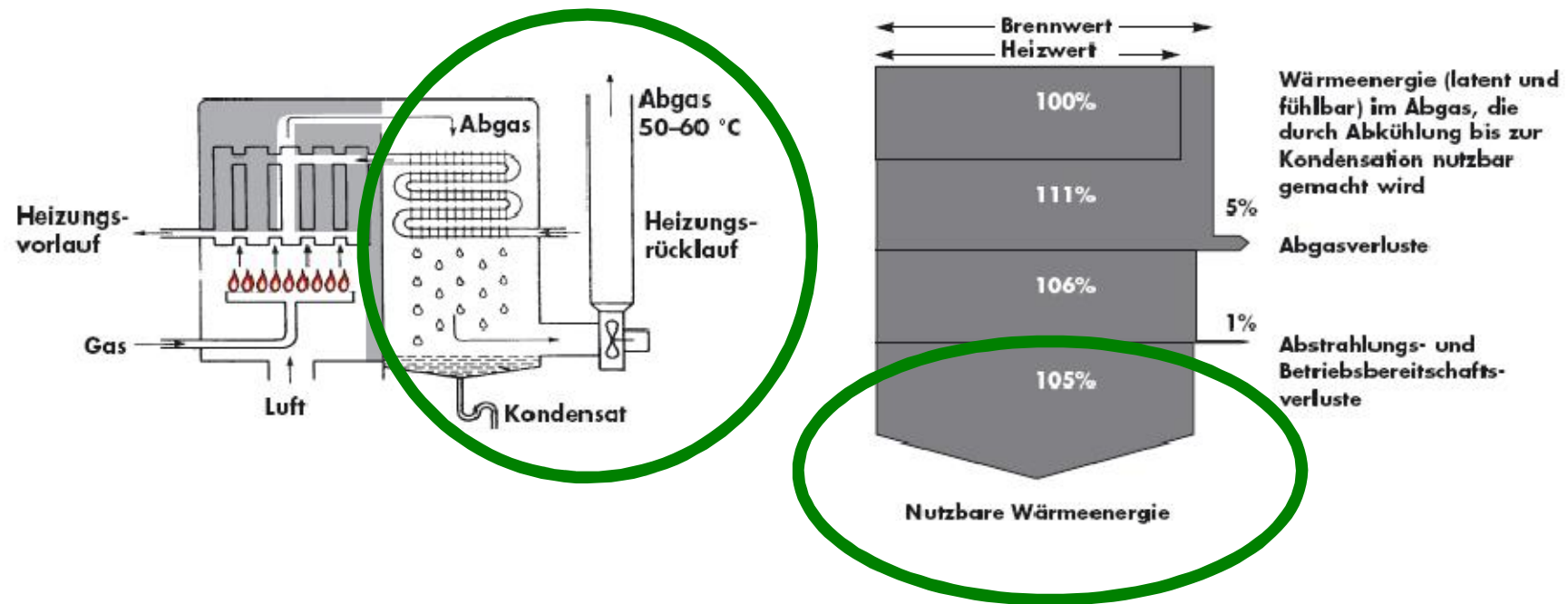


Niedertemperatur-Kessel (Wirkungsgrad schlechter als 86%, schlechter als Effizienzklasse A) bis 400 kW durften nur bis 26.09.2015 produziert werden (Ausnahmen, z.B. für MFH mit gemeinsamen Kamin).
Lagerware darf noch eingebaut werden.

Quelle: Energieagentur NRW

Heizöl- oder Erdgas-Brennwertkessel

Netzwerk für
EnergieEffizienz



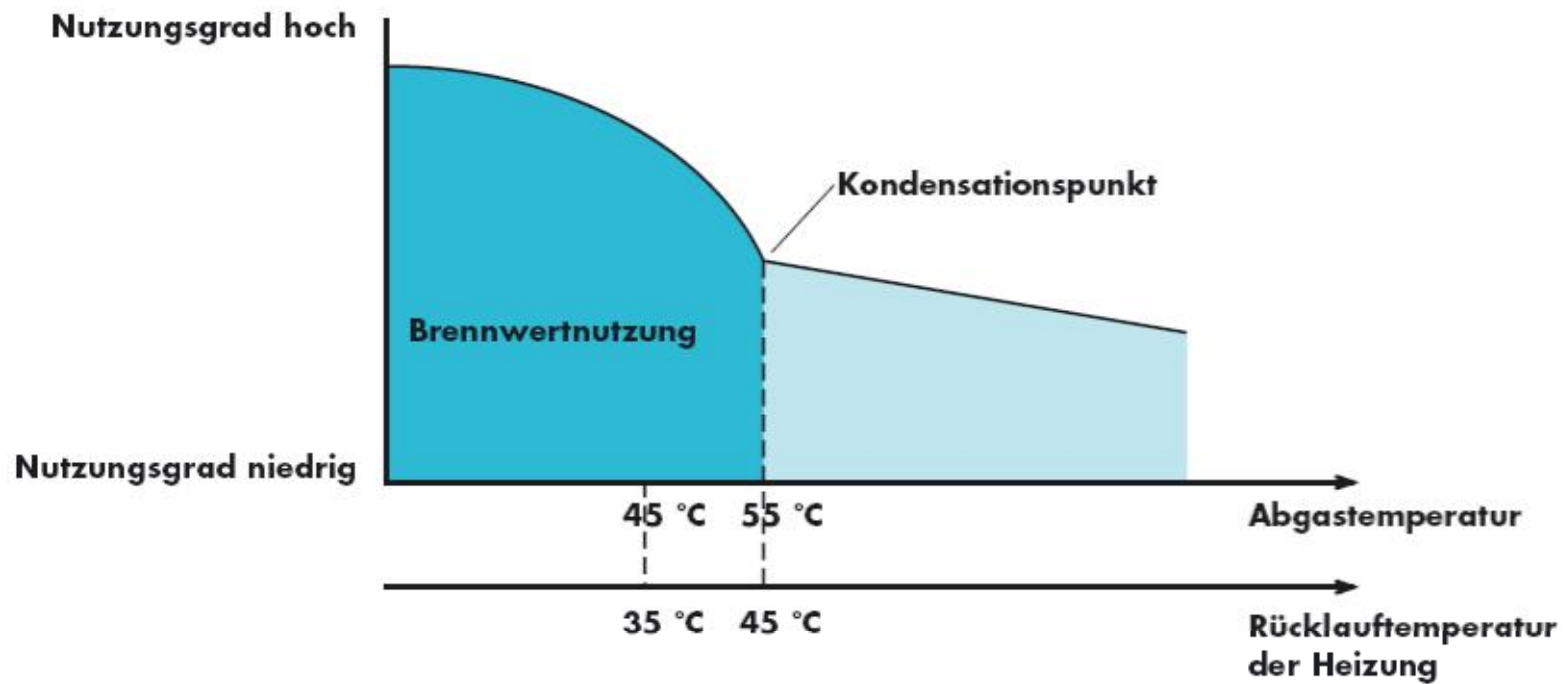
Quelle: Energieagentur NRW

Brennwerteffekt

Netzwerk für
EnergieEffizienz



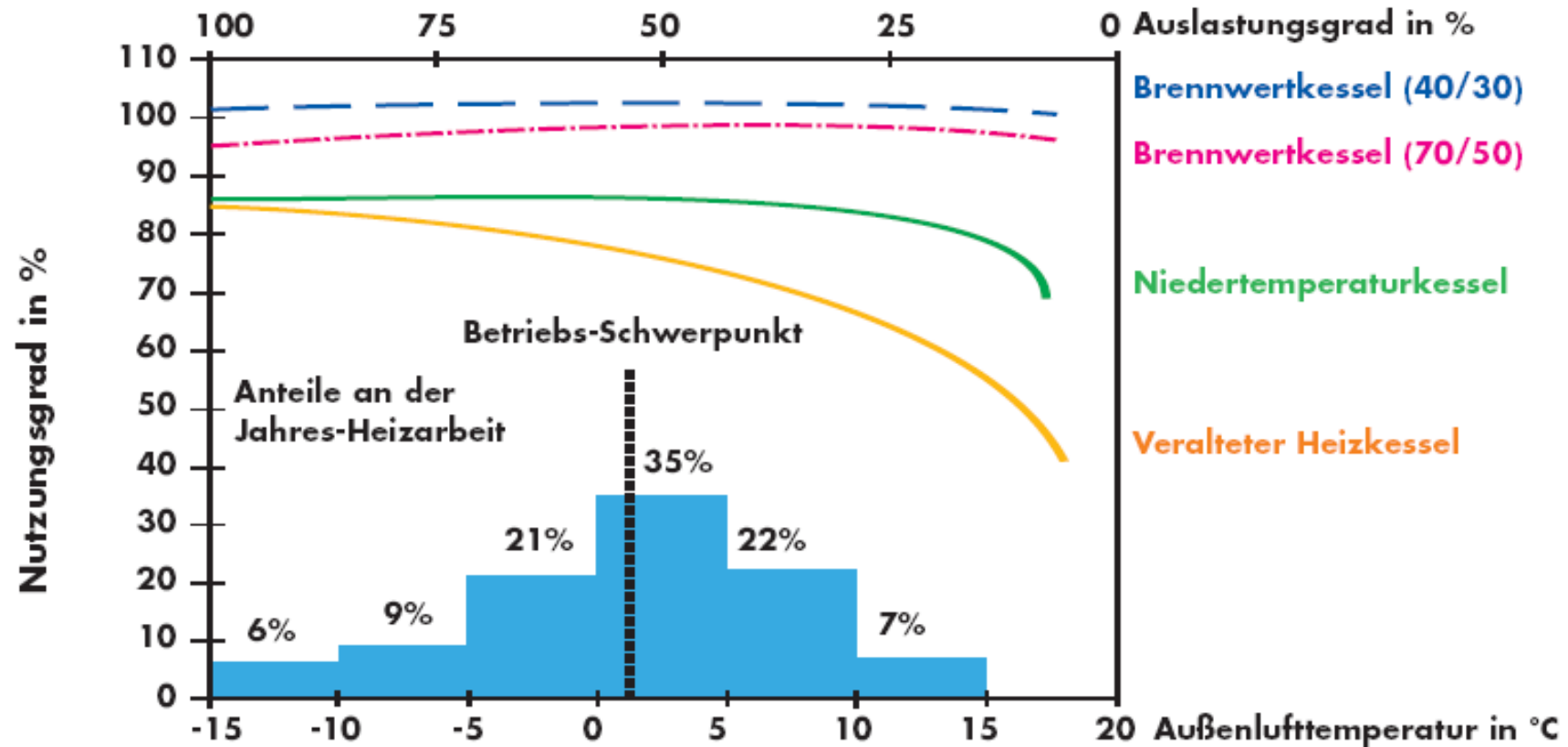
Abhängig von der Abgas bzw. Rücklauftemperatur



Quelle: Energieagentur NRW

Effizienz bei unterschiedlicher Auslastung

Netzwerk für
EnergieEffizienz



Quelle: Energieagentur NRW

Heizung der Zukunft

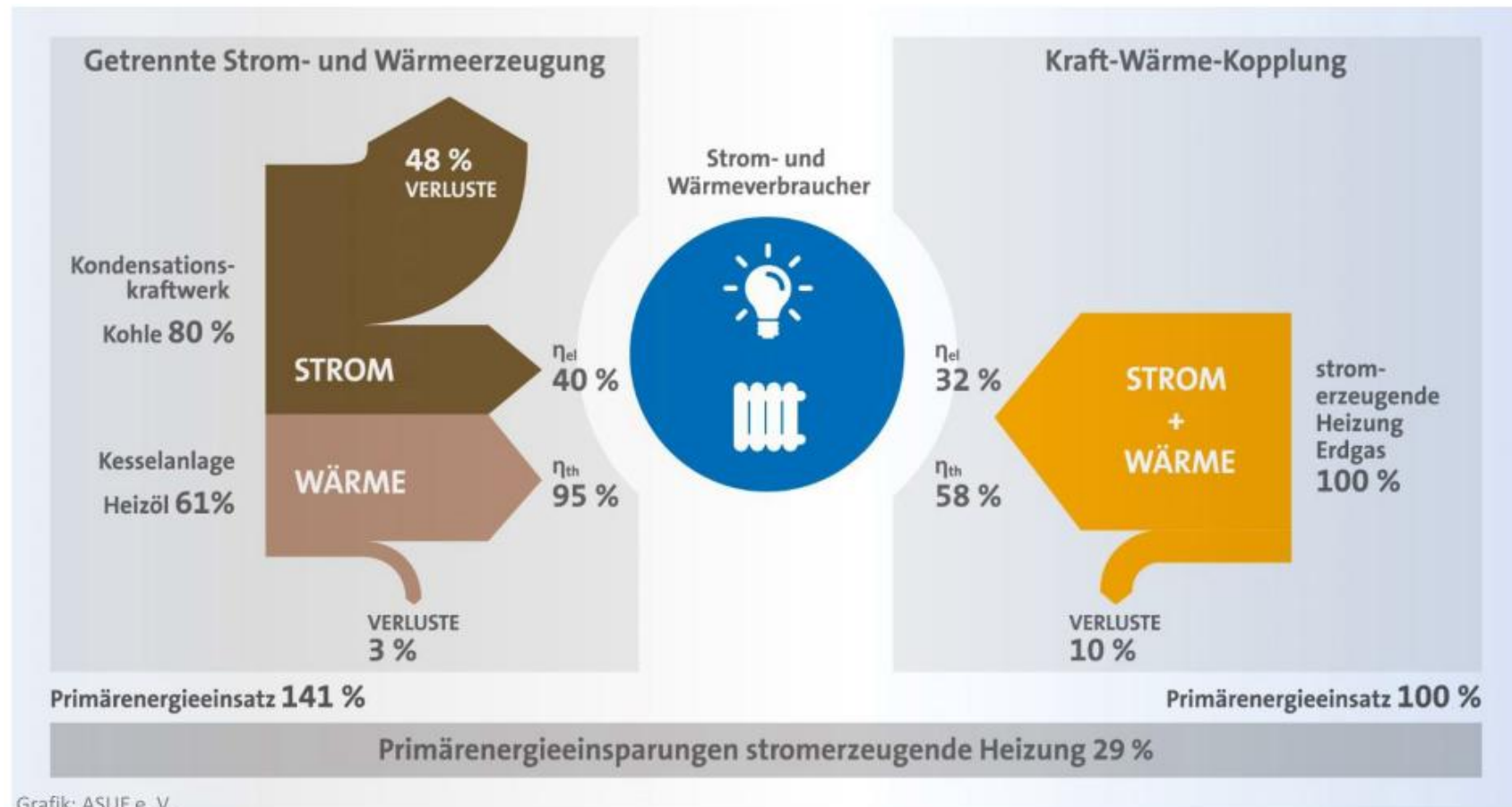
Jutta Maria Betz
Dipl.-Ing.(FH)

Herbert Schuhmann
Dipl.-Ing.(FH)
und Dipl.-Umweltwiss.

Klaus Kretzschmar
Dipl.-Phys.

Kraft-Wärme-Kopplung

Netzwerk für
EnergieEffizienz



Grafik: ASUE e. V.

Heizung der Zukunft

Jutta Maria Betz
Dipl.-Ing.(FH)

Herbert Schuhmann
Dipl.-Ing.(FH)
und Dipl.-Umweltwiss.

Klaus Kretzschmar
Dipl.-Phys.

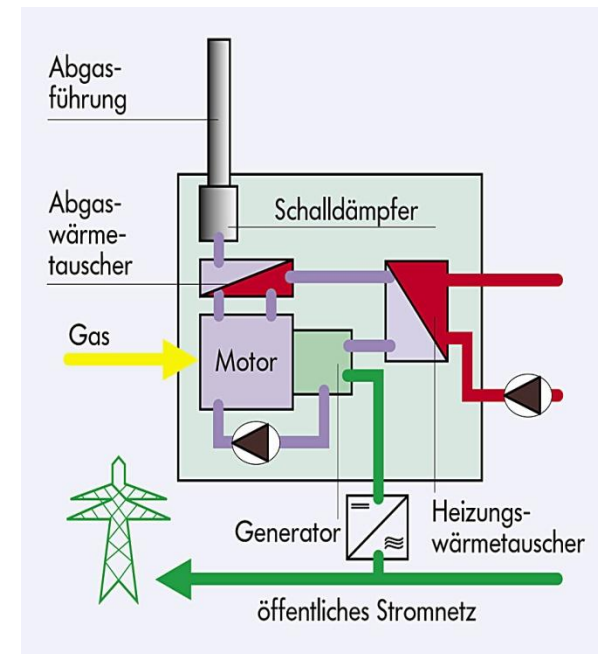
Kraft-Wärme-Kopplung

Netzwerk für
EnergieEffizienz



Eine Form der Kraft-Wärme-Kopplung: Blockheizkraftwerke (=BHKW)
zur gleichzeitigen Erzeugung von Wärme und Strom

- verschiedene Brennstoffe möglich:
Erdgas, Heizöl, RME, Pflanzenöl
- meist als Grundlast-
Wärmeerzeuger
- Nutzung des Stroms
i.d.R. im Betrieb
- hohe Laufzeiten erforderlich
- Kraft-Wärme-Kälte-Kopplung
möglich
- KWK-Gesetz, EEG



Quelle: ASUE

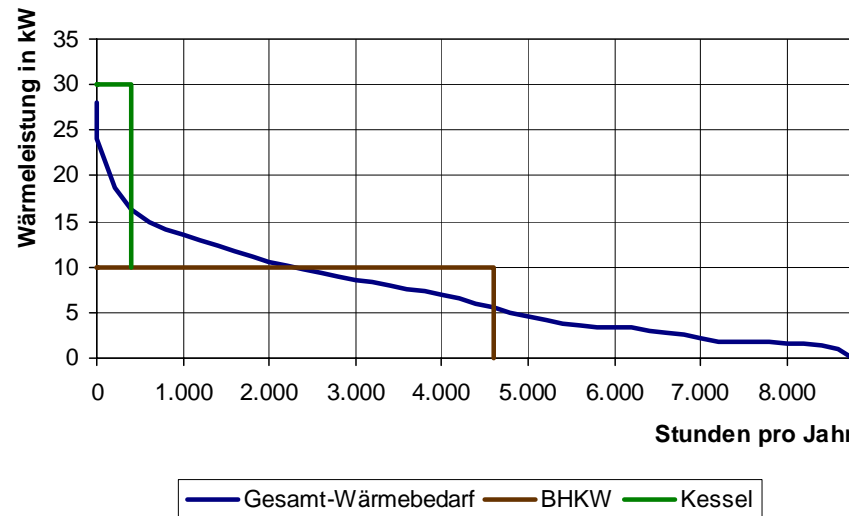
Kraft-Wärme-Kopplung

Netzwerk für
EnergieEffizienz



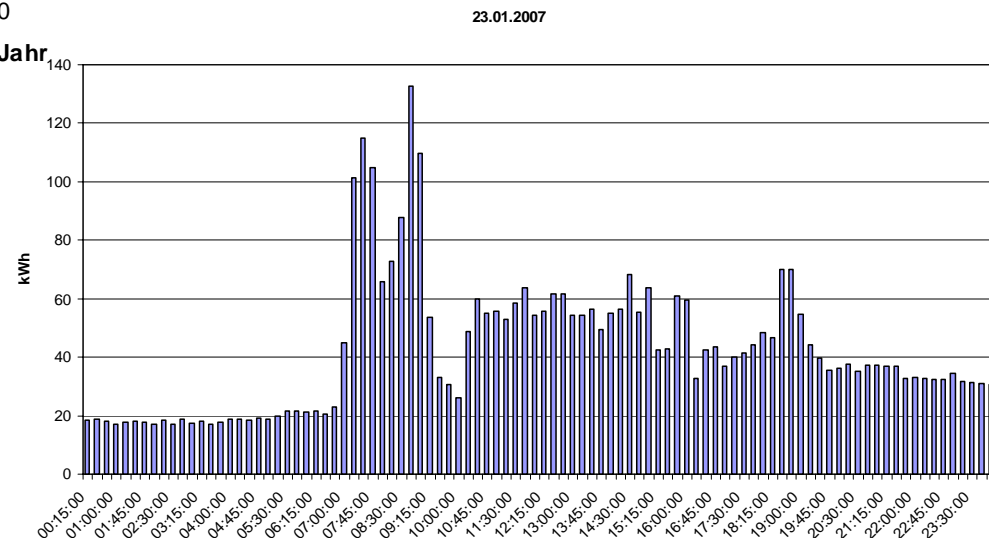
Korrekte Dimensionierung ist entscheidend für wirtschaftlichen Erfolg

Geordnete Jahresdauerlinie Wärme



Dimensionierung nach
Jahresdauerlinie für die Wärme
und typischem Tageslastgang
für den Strom

Für Einfamilienhäuser und
kleinere Mehrfamilienhäuser in
der Regel nicht wirtschaftlich.



Heizung der Zukunft

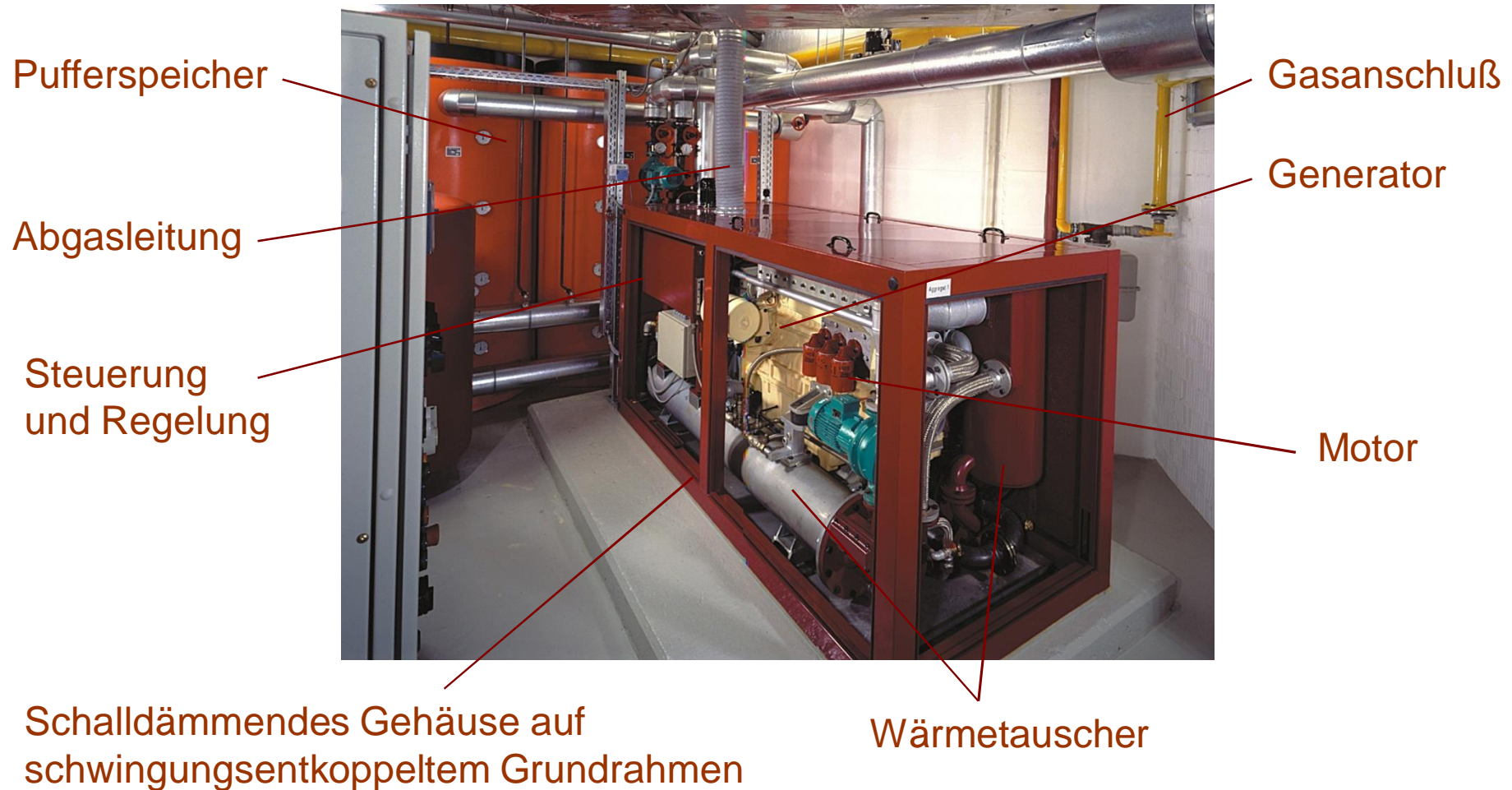
Jutta Maria Betz
Dipl.-Ing.(FH)

Herbert Schuhmann
Dipl.-Ing.(FH)
und Dipl.-Umweltwiss.

Klaus Kretzschmar
Dipl.-Phys.

Kraft-Wärme-Kopplung

Netzwerk für
EnergieEffizienz



Heizung der Zukunft

Jutta Maria Betz
Dipl.-Ing.(FH)

Herbert Schuhmann
Dipl.-Ing.(FH)
und Dipl.-Umweltwiss.

Klaus Kretzschmar
Dipl.-Phys.

Der Stirlingmotor zur Energieversorgung von Gebäuden



Stirling-Motor

- 1 Stirlingkopf
- 2 Wärmeübertragerrippen
- 3 Regenerator
- 4 Verdrängerkolben
- 5 Wassergekühlter Bereich
- 6 Arbeitskolben
- 7 Magnetband
- 8 Kupferspule

**Aktuell nicht auf dem Markt
verfügbar**

Quelle: Viessmann

Kraft-Wärme-Kopplung mit Stirling-Motor

Netzwerk für
EnergieEffizienz



Sonderform eines Blockheizkraftwerkes (BHKW):
Geräte mit Stirling-Motor



Dachs Stirling SE



**Aktuell nicht auf dem Markt
verfügbar**

Auch für Einfamilienhäuser und kleinere
Mehrfamilienhäuser wirtschaftlich interessant

Quelle: Senertec, Vaillant, Viessmann

Heizung der Zukunft

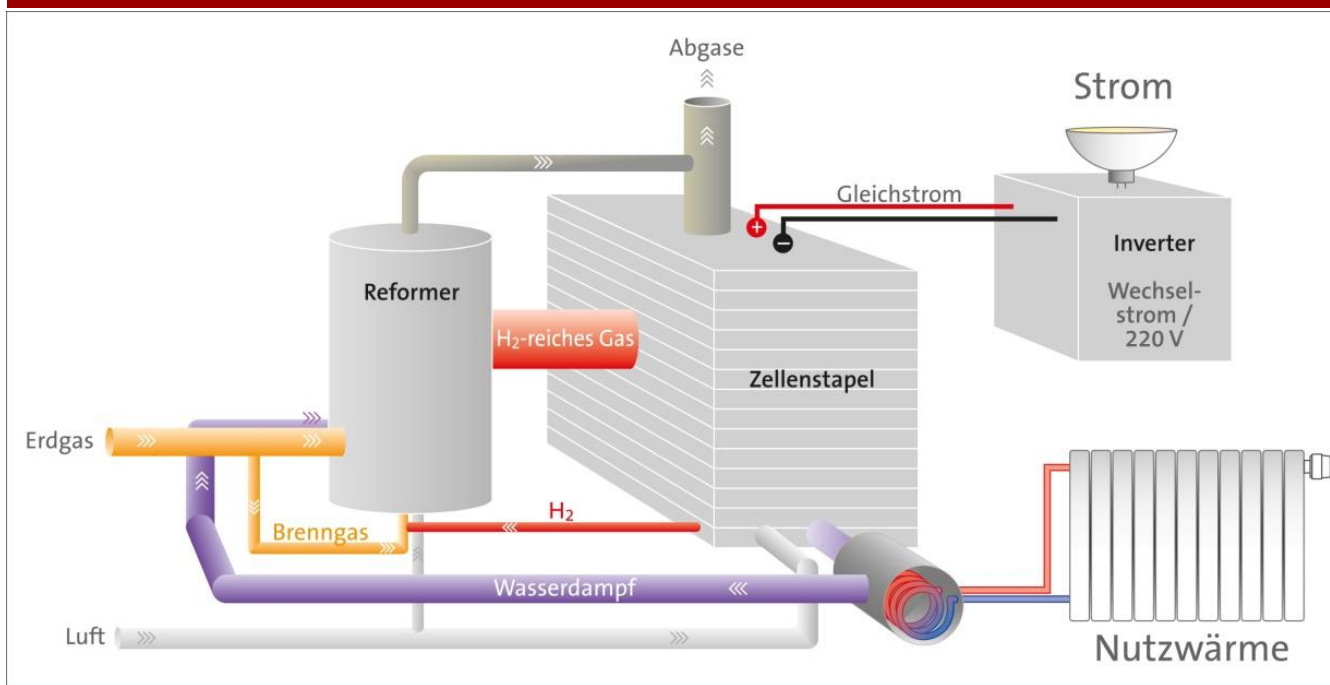
Jutta Maria Betz
Dipl.-Ing.(FH)

Herbert Schuhmann
Dipl.-Ing.(FH)
und Dipl.-Umweltwiss.

Klaus Kretzschmar
Dipl.-Phys.

Kraft-Wärme-Kopplung mit Brennstoffzelle

Netzwerk für
EnergieEffizienz



Brennstoffzellen

Brennstoffzelle	Elektrolyt	Arbeitstemperatur	Reaktionsgase
AFC* Alkalische	Alkalilauge	70 – 100 °C	H ₂ + O ₂ (hochrein)
PEMFC Membran	Polymembran	50 – 100 °C	H ₂ (reformiert aus Erdgas) Luftsauerstoff
PAFC* Phosphorsäure	Stabilisierte Phosphorsäure	160 – 210 °C	H ₂ (reformiert aus Erdgas) Luftsauerstoff
MCFC* Schmelzkarbonat	Schmelz- karbonatlösung	650 °C	H ₂ (interne Reformierung von Erdgas) Luftsauerstoff
SOFC Festoxid	Festkeramischer Elektrolyt	800 – 1.000 °C	H ₂ (interne Reformierung von Erdgas) Luftsauerstoff

Grafik: ASUE e. V.

Heizung der Zukunft

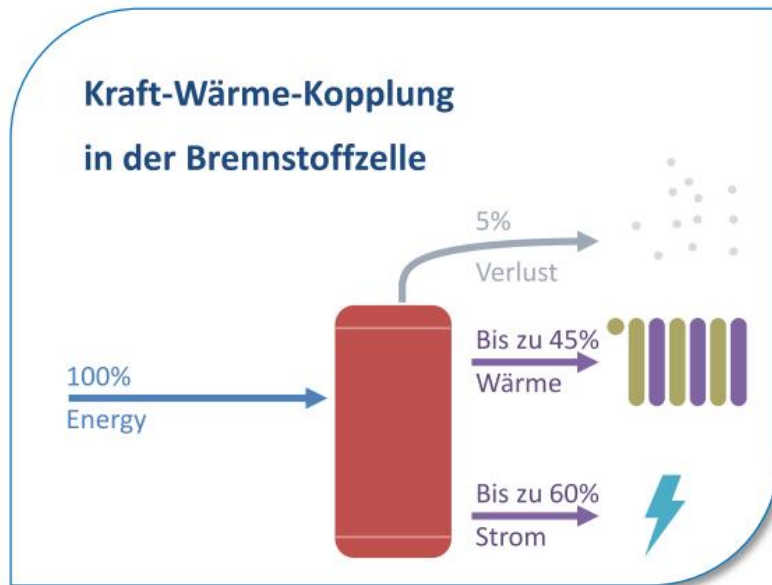
Jutta Maria Betz
Dipl.-Ing.(FH)

Herbert Schuhmann
Dipl.-Ing.(FH)
und Dipl.-Umweltwiss.

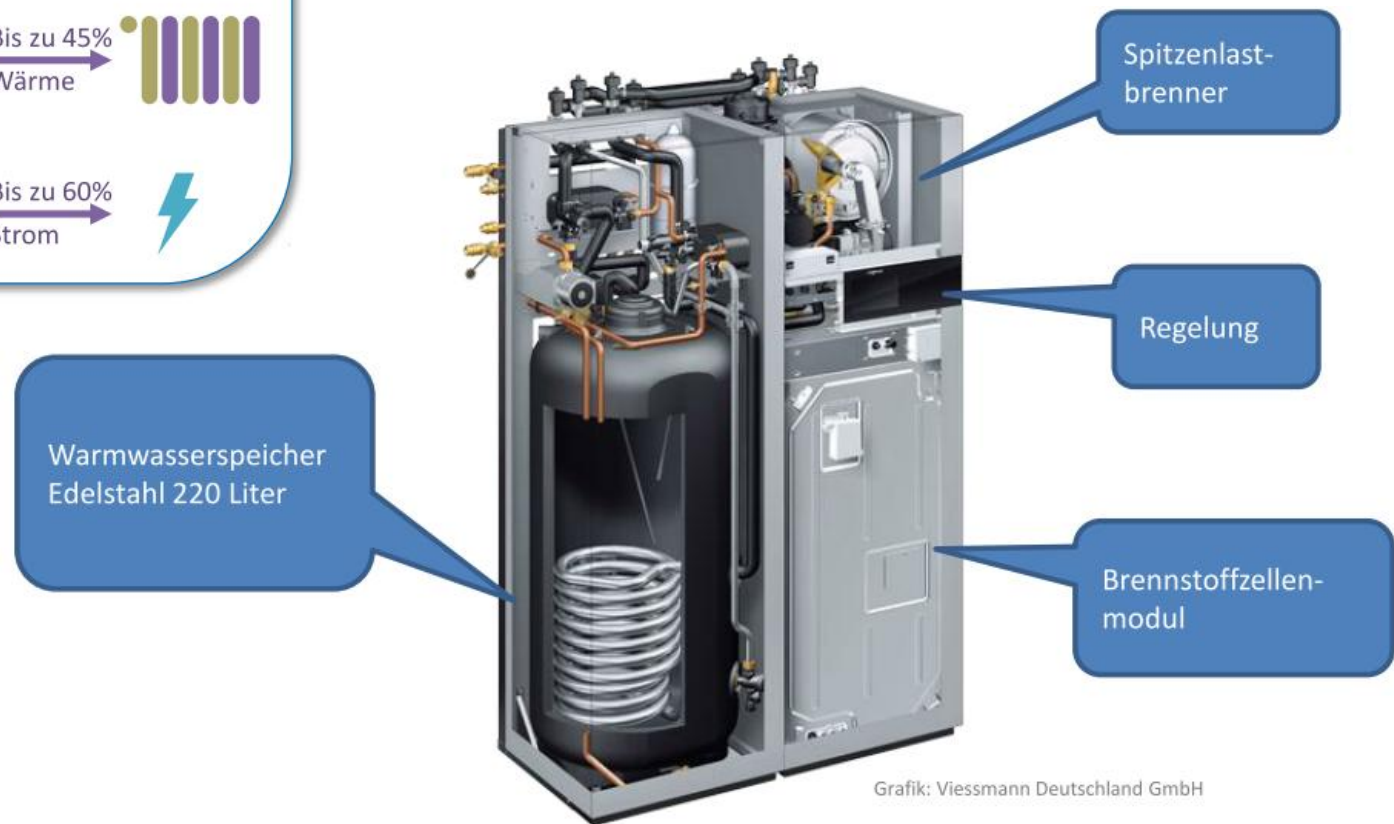
Klaus Kretzschmar
Dipl.-Phys.

Kraft-Wärme-Kopplung mit Brennstoffzelle

Netzwerk für
EnergieEffizienz



Grafik: Zukunft ERDGAS GmbH



Grafik: Viessmann Deutschland GmbH

Heizung der Zukunft

Jutta Maria Betz
Dipl.-Ing.(FH)

Herbert Schuhmann
Dipl.-Ing.(FH)
und Dipl.-Umweltwiss.

Klaus Kretzschmar
Dipl.-Phys.

Kraft-Wärme-Kopplung mit Brennstoffzelle

Netzwerk für
EnergieEffizienz



Derzeit gibt es 5 verschiedene Brennstoffzellenmodelle

Gerätepreise: 20.000 bis 32.000 €

Elektrische Wirkungsgrade: 32 bis 62 %

El. Leistung 0,4 bis 1,5 kW_{el}. Th. Leistung bis 40 kW mit Spitzenlastgerät



Grafik: Viessmann
Deutschland GmbH



Grafik: SenerTec Kraft-Wärme-
Energiesysteme GmbH



Grafik: Bosch
Thermotechnik GmbH



Grafik: Freudenberg Sealing
Technologies GmbH & Co. KG



Grafik: SOLIDpower GmbH

Heizung der Zukunft

Jutta Maria Betz
Dipl.-Ing.(FH)

Herbert Schuhmann
Dipl.-Ing.(FH)
und Dipl.-Umweltwiss.

Klaus Kretzschmar
Dipl.-Phys.

Kraft-Wärme-Kopplung mit Brennstoffzelle

Netzwerk für
EnergieEffizienz



Einfamilienhaus Altbau		
Jährliche Kosten (brutto)	Brennstoffzelle	Sanierung mit Gasbrennwertgerät
Jahreswärmebedarf ($A_N=250 \text{ m}^2$)	23.000 kWh/a	23.000 kWh/a
Gaseinsatz (H_s)	33.100 kWh	26.000 kWh
Brennstoffkosten	1.700 €/a	1.300 €/a
Wartung	500 €/a	250 €
Vergütung Strom	-1.000 €/a	-
Energiesteuererstattung	-120 €/a	-
Summe jährliche Kosten	1.100 €/a	1.600 €/a
Differenz	500 €/a	-
Investitionskosten (brutto)		
Brennstoffzelle + Installation	30.000 €	8.000 €
Förderung KfW 433 + KWK-Gesetz	-11.100 €	-
Summe	18.900 €	8.000 €
ROI (statisch)	22 Jahre	-



Heizung der Zukunft

Jutta Maria Betz
Dipl.-Ing.(FH)

Herbert Schuhmann
Dipl.-Ing.(FH)
und Dipl.-Umweltwiss.

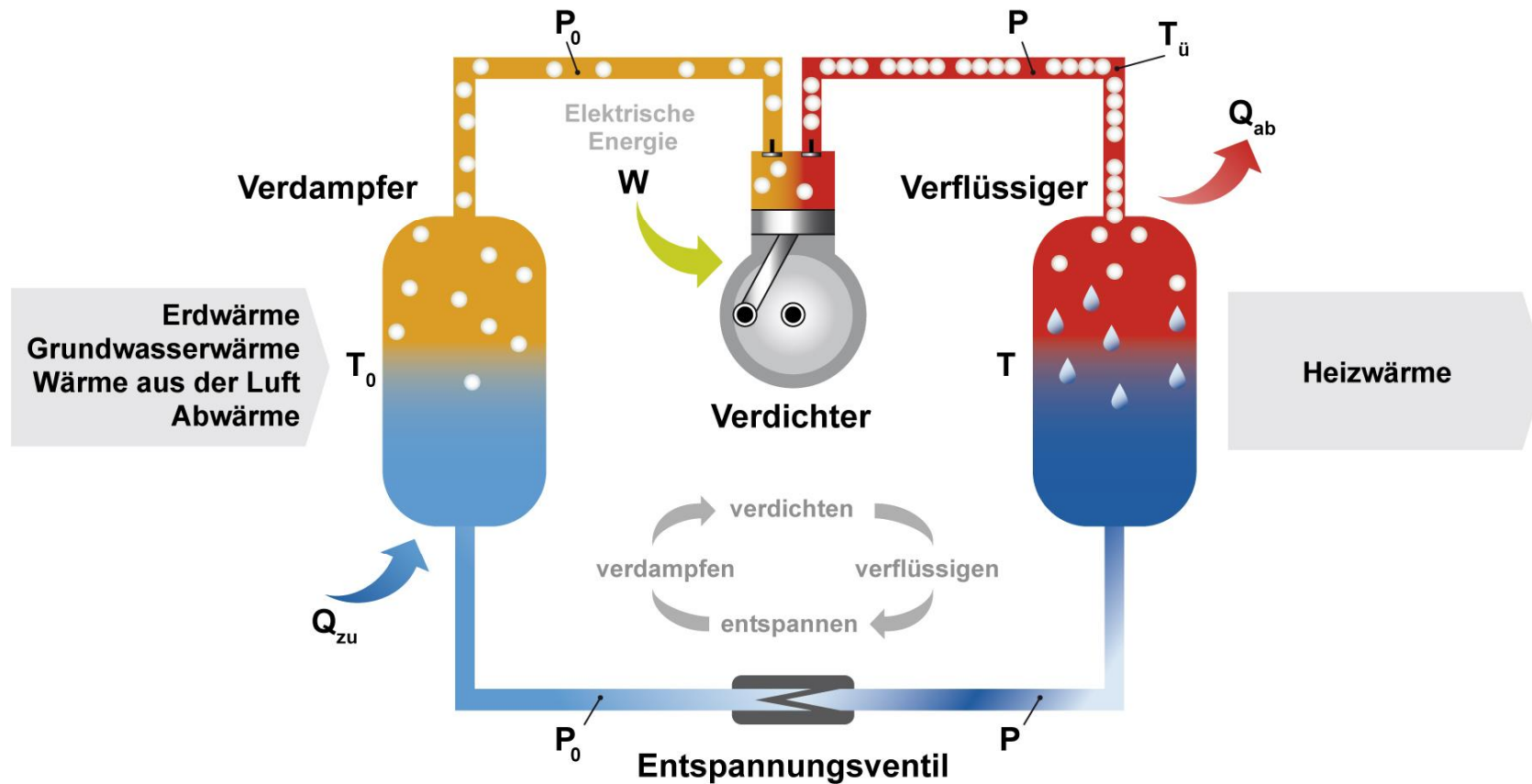
Klaus Kretzschmar
Dipl.-Phys.

Wärmepumpe

Netzwerk für
EnergieEffizienz



Funktionsweise einer Wärmepumpe



© EnergieAgentur.NRW

EnergieAgentur.NRW

Heizung der Zukunft

Jutta Maria Betz
Dipl.-Ing.(FH)

Herbert Schuhmann
Dipl.-Ing.(FH)
und Dipl.-Umweltwiss.

Klaus Kretzschmar
Dipl.-Phys.

Wärmepumpe

Netzwerk für
EnergieEffizienz



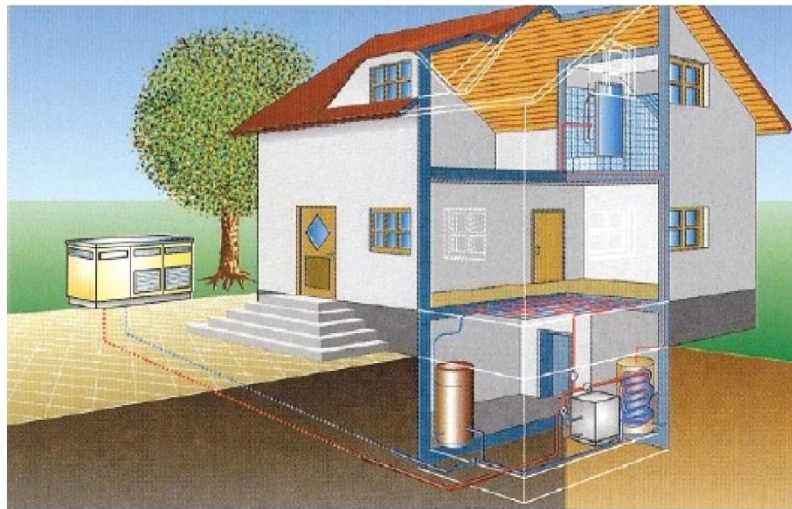
System	Jahresarbeitszahl		Besonderheiten
	Vorlauftemperatur		
	35 ° C	55 ° C	
Luft-Wasser-WP (Wärmequelle Außenluft)	ca. 3,3 (2,8 - 3,5)	ca. 2,8 (2,6 - 3,2)	Geräuschbelastung
Sole-Wasser-WP (Wärmequelle: Erdreich)	ca. 3,8 (3,0 - 4,8)	ca. 3,3 (2,6 - 3,2)	ausreichende Fläche bzw. geeigneter Untergrund erforderlich
Wasser-Wasser-WP (Wärmequelle Grundwasser)	ca. 4,3 3,5 – 4,7)	ca. 3,8 (3,0 - 4,2)	Genehmigung erforderlich, Probleme mit Zusetzung möglich

Wärmepumpe

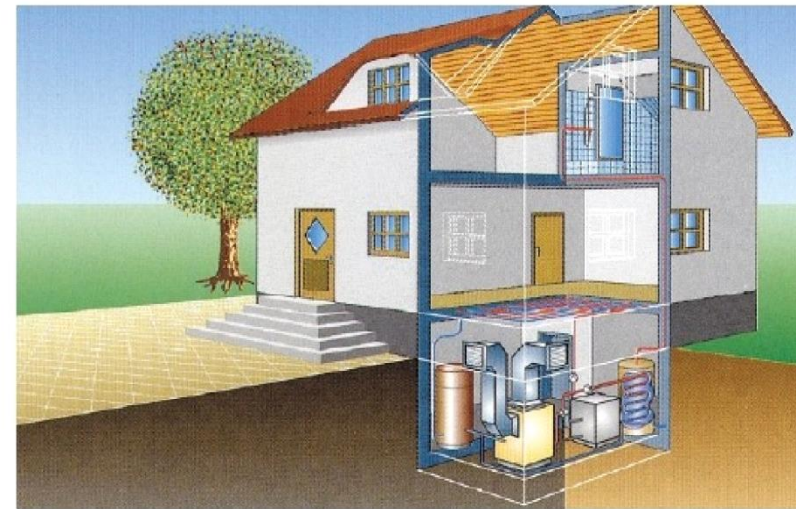
Netzwerk für
EnergieEffizienz



Luft-Wasser-Wärmepumpe

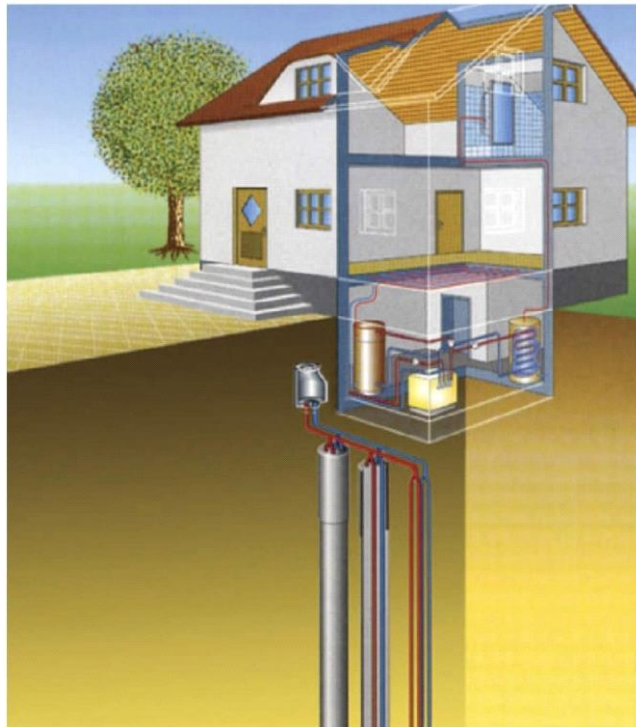


Außenaufstellung

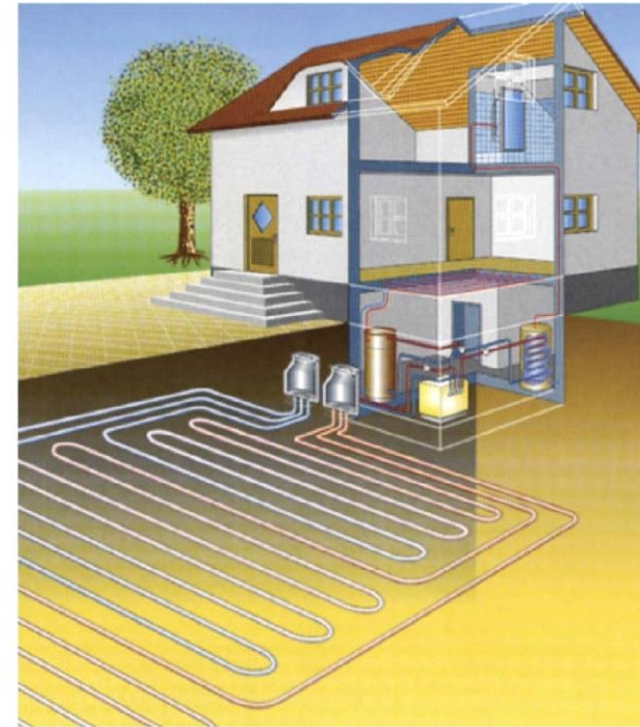


Innenaufstellung

Sole -Wasser-Wärmepumpe Wärmequellen-Erdreich



Erdwärmesonde



Erdwärmekollektor

Hybrid-Kompaktgeräte mit WP

Netzwerk für
EnergieEffizienz



- 1 Luft/Wasser-Wärmeblock mit Scroll-Verdichter
- 2 Gas-Brennwertgerät
- 3 Lufteinlass $\varnothing 180$ mm
- 4 Luftauslass $\varnothing 180$ mm
- 5 Verdampfer



- 6 Ausdehnungsgefäß
- 7 Steuerung Heatronic 4i, 2-Draht-Bus
- 8 Leistungsgeregelte Hocheffizienzpumpe
- 9 Wärmeblock WB6
- 10 Gebläse

Quelle: Viessmann, Junkers

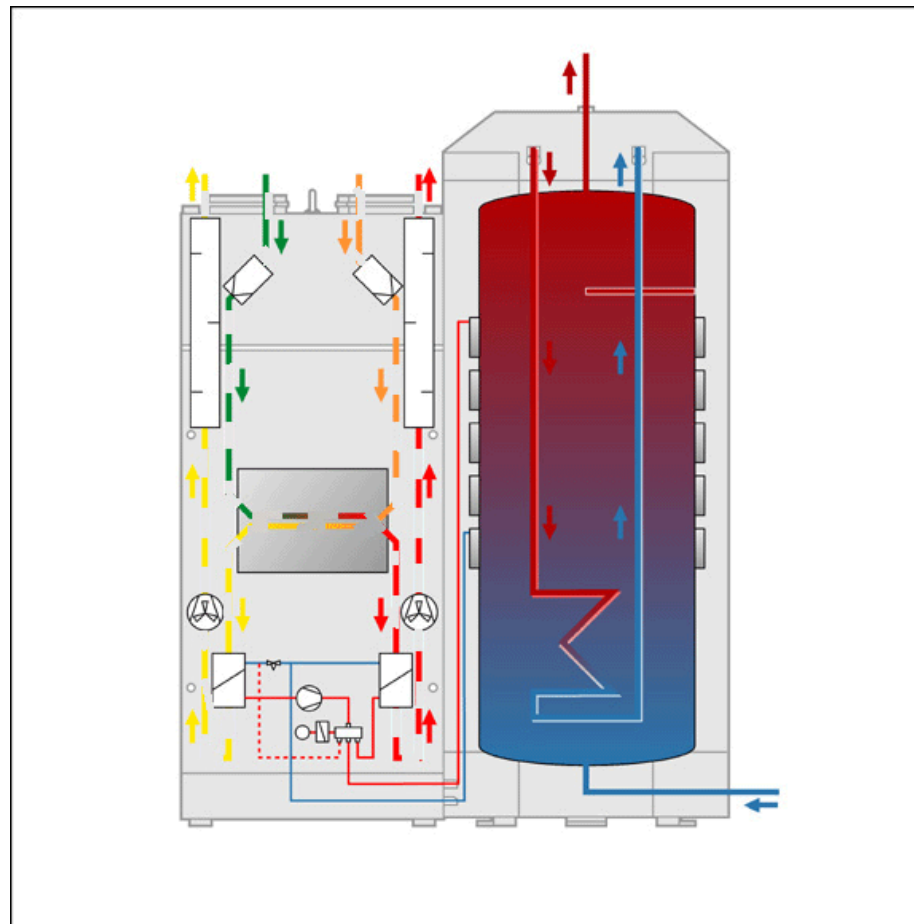
Heizung der Zukunft

Jutta Maria Betz
Dipl.-Ing.(FH)

Herbert Schuhmann
Dipl.-Ing.(FH)
und Dipl.-Umweltwiss.

Klaus Kretzschmar
Dipl.-Phys.

Zentrale Zu- und Abluftanlage mit Wärmerückgewinnung und Wärmepumpe



Quelle: Aerex

Gas-Wärmepumpen

Netzwerk für
EnergieEffizienz



Einsatzbereiche von Gaswärmepumpen

Gaswärmepumpen-Typ	Gasadsorption z.B. Zeolith-Gaswärmepumpe	Gasabsorption	Gasmotorisch
Wärmeleistungsbereich (in kW)	bis ca. 15	ab 15 bis zu 40	26 bis 80
Einsatzbereiche	Ein- bis Zweifamilienhaus	Mehrfamilienhäuser, Gewerbe und Industrie	
Externe Wärmequellen			
Aufluft	Wärmequelle Temperaturniveau 18 bis 25 °C	✓	✓
Erdreich	-5 bis 10 °C	✓	✓
Grundwasser	8 bis 12 °C	✓	✓
Oberflächenwasser	10 bis 15 °C	✓	✓
Erdsonden	7 bis 12 °C	✓	✓
Solarthermie	ab 3 °C	✓	✓
Interne Wärmequellen			
Abluft	20 bis 30 °C	✓	✓
Abwasser	25 bis 35 °C	✓	✓
Kühlwasser aus technischen Prozessen	20 bis 50 °C	✓	✓

Aktuell nur eingeschränkt auf dem Markt verfügbar



Heizung der Zukunft

Jutta Maria Betz
Dipl.-Ing.(FH)

Herbert Schuhmann
Dipl.-Ing.(FH)
und Dipl.-Umweltwiss.

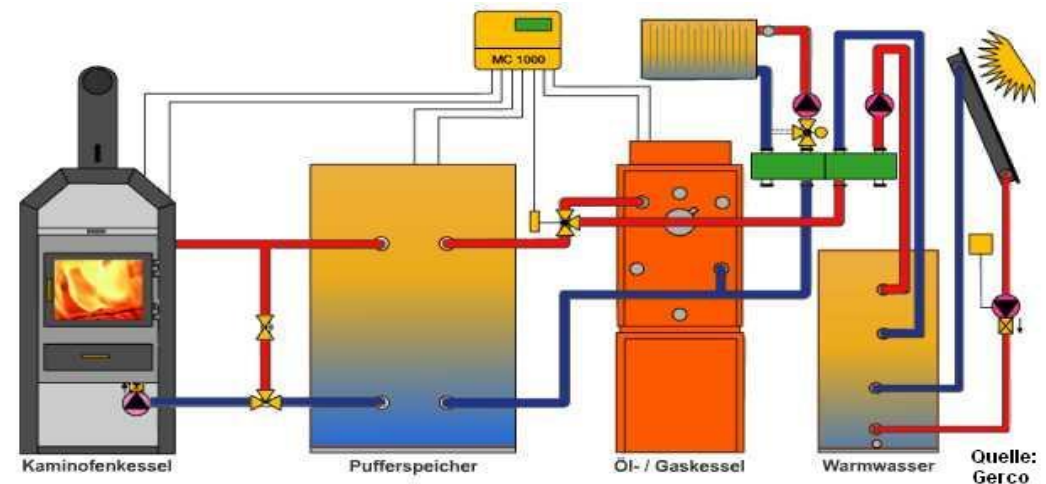
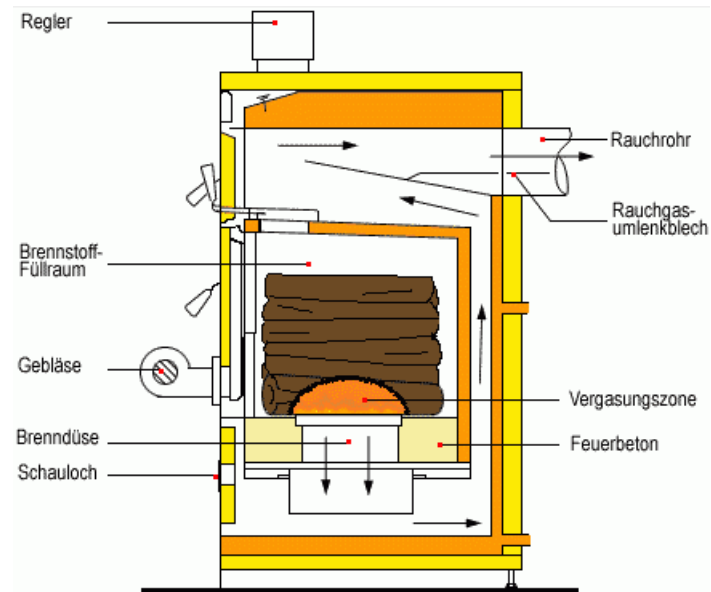
Klaus Kretzschmar
Dipl.-Phys.

Stückholz-Verbrennung

Netzwerk für
EnergieEffizienz



Stand der Technik: Holz-Vergaser-Kessel



Heizung der Zukunft

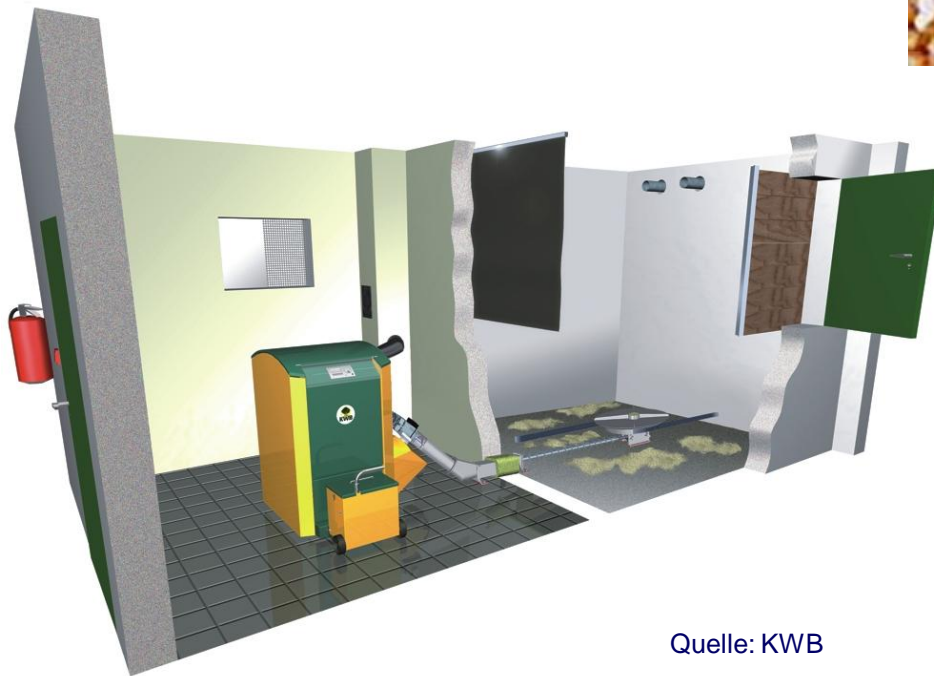
Jutta Maria Betz
Dipl.-Ing.(FH)

Herbert Schuhmann
Dipl.-Ing.(FH)
und Dipl.-Umweltwiss.

Klaus Kretzschmar
Dipl.-Phys.

Holz-Pelletheizung

Netzwerk für
EnergieEffizienz



Quelle: KWB



Steckbrief

Heizwert: $> 4,9 \text{ kWh/kg}$
 $\triangle 3.250 \text{ kWh/m}^3$
Durchmesser: 6–8 mm
Länge: 10–30 mm
Restfeuchtigkeit $< 12\%$
Staubanteil $< 1\%$
Aschegehalt $< 1,5\%$

Heizung der Zukunft

Jutta Maria Betz
Dipl.-Ing.(FH)

Herbert Schuhmann
Dipl.-Ing.(FH)
und Dipl.-Umweltwiss.

Klaus Kretzschmar
Dipl.-Phys.

Holz-Pellet-Wärmeerzeuger

Netzwerk für
EnergieEffizienz



Einzelofen

- Leistung bis ca. 11 kW
- Manuelle Bedienung
- Vorratsbehälter für 1–4 Tage
- Niedrige Abgaswerte, hoher Wirkungsgrad
- Manuell zu leerender Aschebehälter
- Sichtbare Flamme
- Heizung von Wohnräumen mit Wärmetauscher prinzipiell auch für Warmwasser (Sommerproblematik!) und Zentralheizungsanschluss
- Rückbrandsicherung



Foto: Wodtke

Zentralheizung

- Leistung ca. 4–50 kW
- Modulierender Betrieb
- Automatische Zündung
- Halbautomatischer Betrieb Vorratsbehälter oder voll-automatischer Betrieb mit Brennstoffzufuhr über Saug- oder Schneckenförderung
- Niedrige Abgaswerte, hoher Wirkungsgrad
- Manuell zu leerender Aschebehälter
- Beheizung und Warmwasserbereitung in 1 und 2-Familienhäusern
- Bei Kombikesseln Umschaltung auf Stückholzbetrieb möglich
- Rückbrandsicherung
- Ggf. Pufferspeicher einsetzen



Foto: Paradigma

Quelle: Energieagentur NRW

Lagerraumvolumen

- **3 m³ Holzpellets \triangleq 1.000l Heizöl
bzw. 10.000 kWh**
- **Notwendiger Lagerraum =
Pelletvolumen + ca. 30% Leerraum**
- **Ca. 0,9 m³ Raumbedarf bzw.
0,4 – 0,5 m² Flächenbedarf je
kW Wärmebedarf**

Lage

- **Max. 30 m Entfernung zwischen
Befüllstutzen und Zufahrt-Möglichkeit
für Pellet-Tankwagen**
- **Pelletlager direkt an Heizraum
angrenzend (Förderschnecke) bzw.
bis 20 m entfernt (Saugförderung)**

Beispiele

Neubau

- **EFH 150 m² nach EnEV
Wärmebedarf ca. 8 kW
Heizenergieverbrauch ca. 15.000 kWh/a
→ Holzpelletverbrauch ca. 4,5 m³/a
Lagerraum (inkl. Leerraum) ca. 7,2 m³
Flächenbedarf ca. 3,4 m²**

Altbau

- **EFH 120 m²
Heizenergieverbrauch ca. 25.000 kWh/a
→ Holzpelletverbrauch ca. 7,5 m³/a
Lagerraum (inkl. Leerraum) ca. 11 m³
Flächenbedarf ca. 5,5 m²**

Quelle: Energieagentur NRW

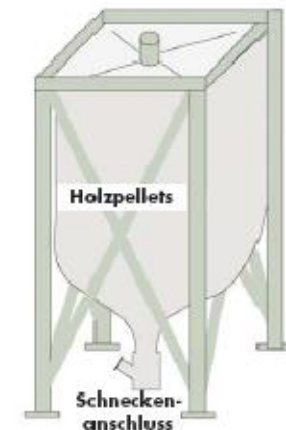
Pellet-Lagerraum

- Trockener, staubdichter, rechteckiger Raum
- Schrägboden aus Holzplatten
- Einblas- und Absaugstutzen
- Gummi-Prallplatte gegenüber
- Keine Elektro-Installation



Lagerung im Sacksilo

- Sacksilo aus hochreißfestem, staubdichtem Gewebe im Tragrahmen bzw. Gestell
- Fassungsvermögen 3–7 t (entspricht 1.500–3.500 l Heizöl)
- Aufstellung im Heizraum zulässig



Quelle: Energieagentur NRW / Paradigma

Regelmäßiger Bedienungsaufwand:

- **Nachfüllen des Pelletvorratsbehälters bei Einzelöfen und halbautomatischen Kesseln: je nach Dämmstandard, Klima und Behältergröße ca. alle 1–4 Tage (Einzelöfen) bzw. 1–4 Wochen (Kessel)**
- **Ausleeren des Aschebehälters: alle 4–8 Wochen, bei automatischer Aschekomprimierung 1–3 mal jährlich Entsorgung über Hausmüll oder im Garten (Dünger)**
- **Reinigung der Wärmetauscher: vollautomatisch oder ca. 1–2 mal monatlich mit Hebel von außen, teilweise auch mit Bürste**
- **Regelung wie bei konventionellem Kessel**
- **Jährliche Wartung, Servicevertrag empfohlen (100 – 180 € für EFH)**

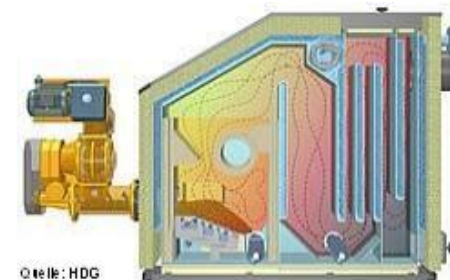
Quelle: Energieagentur NRW

Holz-Hackschnitzelung

Netzwerk für
EnergieEffizienz



Technik ähnlich wie bei Pellets, jedoch Lagertechnik und Wartung aufwendiger



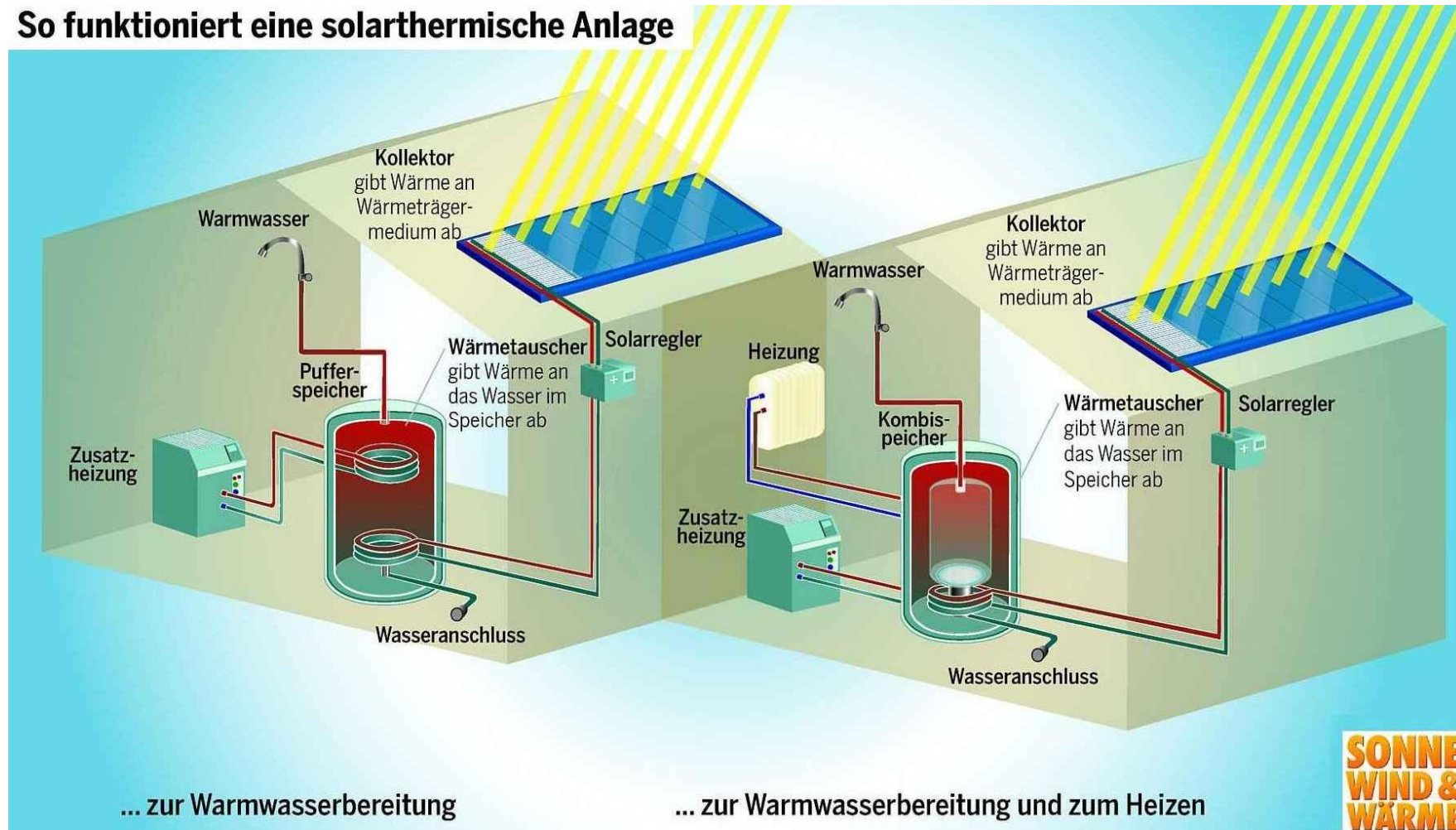
Heizung der Zukunft

Jutta Maria Betz
Dipl.-Ing.(FH)

Herbert Schuhmann
Dipl.-Ing.(FH)
und Dipl.-Umweltwiss.

Klaus Kretzschmar
Dipl.-Phys.

So funktioniert eine solarthermische Anlage



**SONNE
WIND &
WÄRME**

Solarthermie

Netzwerk für
EnergieEffizienz



Übersicht

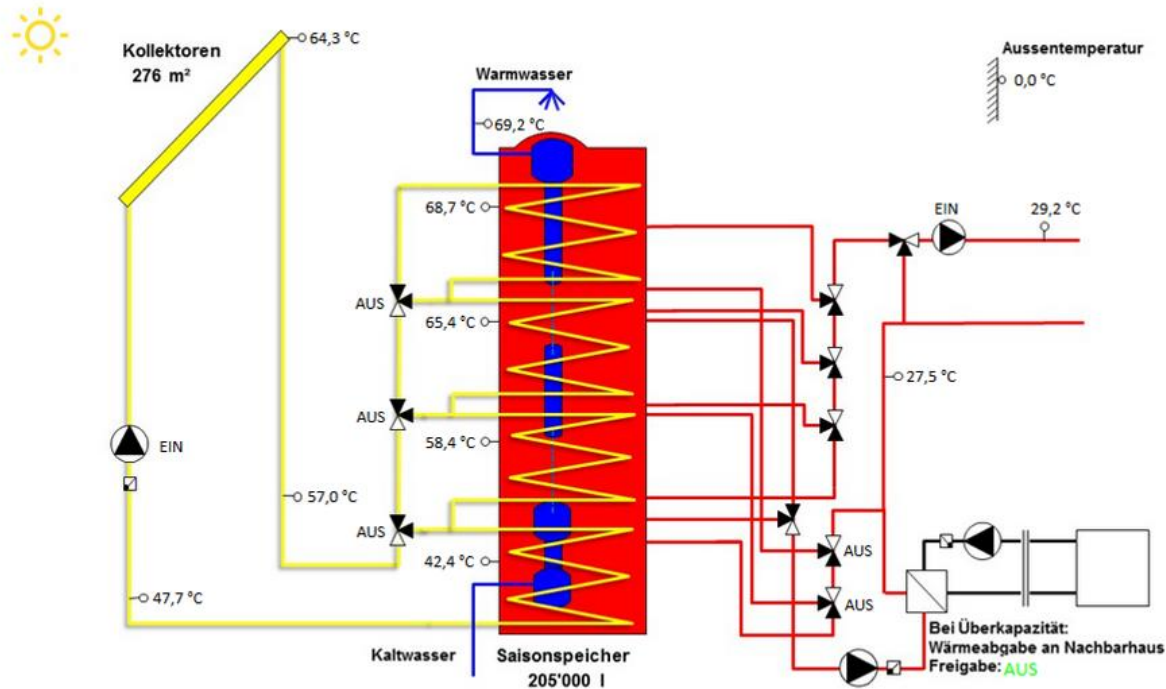
Details

Infos



Jenni Energietechnik
Ihr Partner für erneuerbare Energien und solares Heizen

12:03:40
21.12.2016



Anlage:	Systemlieferant:	Kollektor:	Speicher:	Heizkessel:	Steuerung:
MFH Jenni	Jenni Energietechnik AG	275 Quadratmeter	Swiss Solartank	keine Zusatzheizung	TA UVR1611
Lochbachstrasse 38	Lochbachstr. 22	Deckungsgrad: +100%	205'000 Liter		Webinterface: TA CMI
3414 Oberburg	3414 Oberburg		Made in Oberburg		
	www.jenni.ch				
Baujahr: 2007	034 420 30 00				

Heizung der Zukunft

Jutta Maria Betz
Dipl.-Ing.(FH)

Herbert Schuhmann
Dipl.-Ing.(FH)
und Dipl.-Umweltwiss.

Klaus Kretzschmar
Dipl.-Phys.

Wirtschaftlichkeitsvergleich

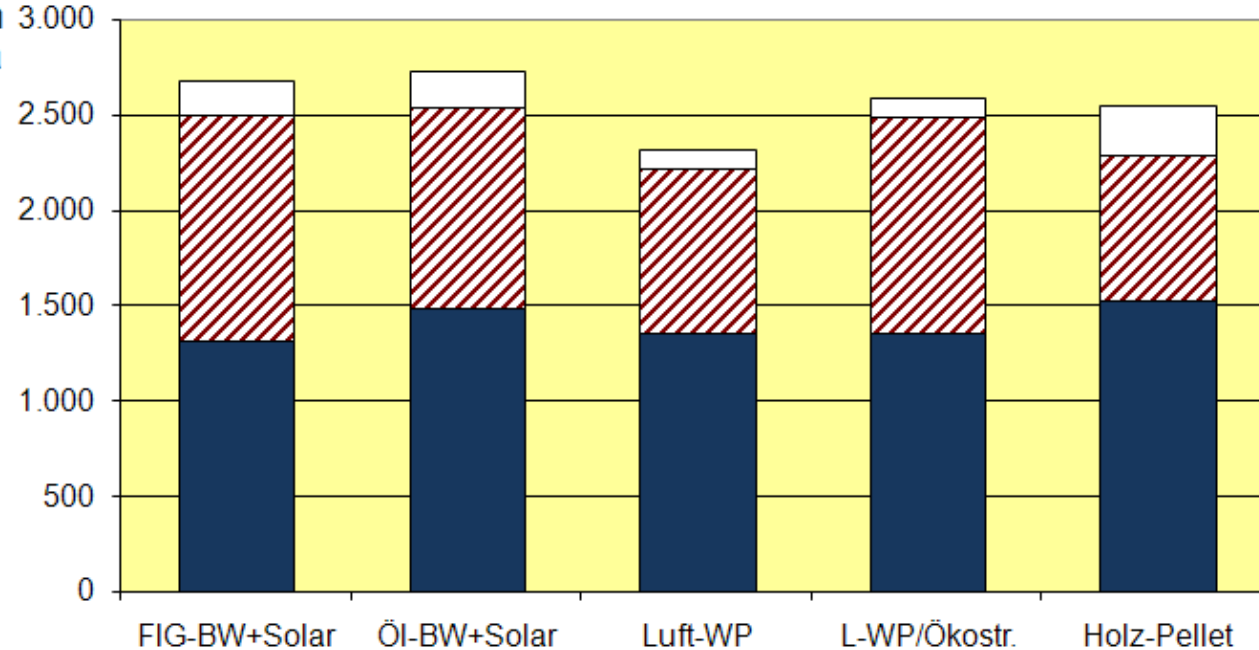
Netzwerk für
EnergieEffizienz



Jährlichen Gesamtkosten
in €/a

- Jährliche Betriebskosten
- ▨ Jährliche Verbrauchskosten
- Jährliche Kapitalkosten

Fördermöglichkeiten, die sich aufgrund der unterschiedlichen Primärenergiefaktoren ergeben, wurden nicht berücksichtigt, siehe unten.



Fördermöglichkeiten nach KfW Energieeffizient Bauen

	Variante 1	Variante 2	Variante 3	Variante 4	Variante 5	
	FIG-BW+Solar	Öl-BW+Solar	Luft-WP	L-WP/Ökostr.	Holz-Pellet	
mit Standard-Dämmung *)	-	-	-	-	KfW 70	
Förderung durch	-	-	-	-	zinsgünst. Kredit	
mit Passivhausdämmung+Lüftung mit WRG *)	KfW 55	KfW 55	KfW 55	KfW 55	KfW 40	
Förderung durch zinsgünstigen Kredit +	5 % = 2.500 €	5 % = 2.500 €	5 % = 2.500 €	5 % = 2.500 €	10% = 5.000 €	

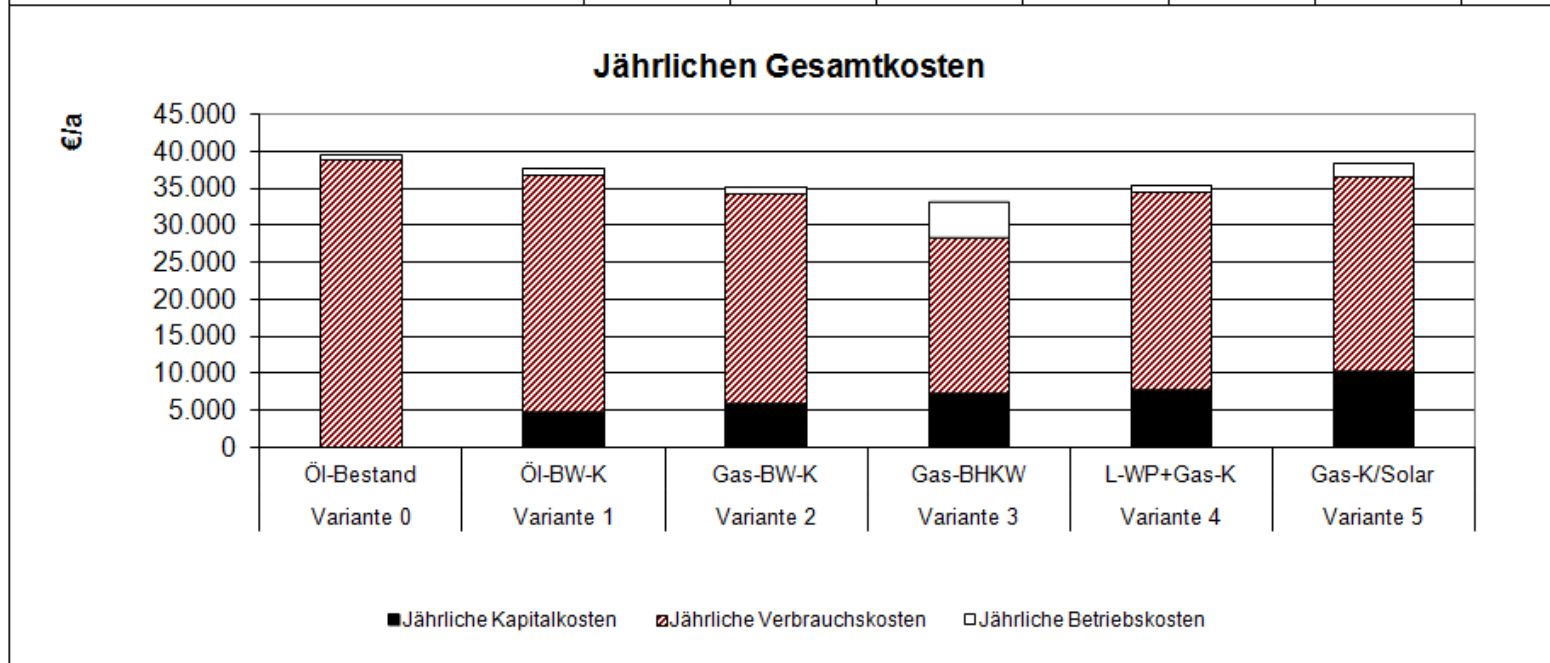
*) Die Berechnungen beziehen sich beispielhaft auf ein Musterhaus 1 WE und 150 m² Wohnfläche.

Wirtschaftlichkeitsvergleich

Netzwerk für
EnergieEffizienz



Ergebnis		Variante 0 Öl-Bestand	Variante 1 Öl-BW-K	Variante 2 Gas-BW-K	Variante 3 Gas-BHKW	Variante 4 L-WP+Gas-K	Variante 5 Gas-K/Solar	
Jährliche Kapitalkosten	K_K	0	4.560	5.690	7.190	7.730	10.100	€/a
Jährliche Verbrauchskosten	K_V	38.800	32.300	28.700	21.100	26.800	26.600	€/a
darin enthalten: Wert der Eigenstromerzeugung					11.787			€/a
Jährliche Betriebskosten	K_B	900	900	900	4.900	1.000	1.800	€/a
Jährliche Gesamtkosten	$K = K_K + K_V + K_B$	39.700	37.760	35.290	33.190	35.530	38.500	€/a
Wärmepreis	$P_{WV} = K/Q_N$	0,083	0,079	0,074	0,069	0,074	0,080	€/kWh
Investitions-Mehrko. ggü. Var. 1	$K_{IM} = K_{iF2,LS} - K_{iF01}$	-	86.500	136.500	169.400	177.400	224.900	€
Jährl. Kosteneinsp. ggü. Var. 1	$\Delta K = (K_V + K_B)_{i-1} - (K_V + K_B)_{i2,LS}$	-	6.500	10.100	13.700	11.900	11.300	€/a
Statische Amortisationszeit	$A = K_{IM} / \Delta K$	-	13	14	12	15	20	a



Wohnanlage mit 60 WE, Baujahr 1971

Heizung der Zukunft

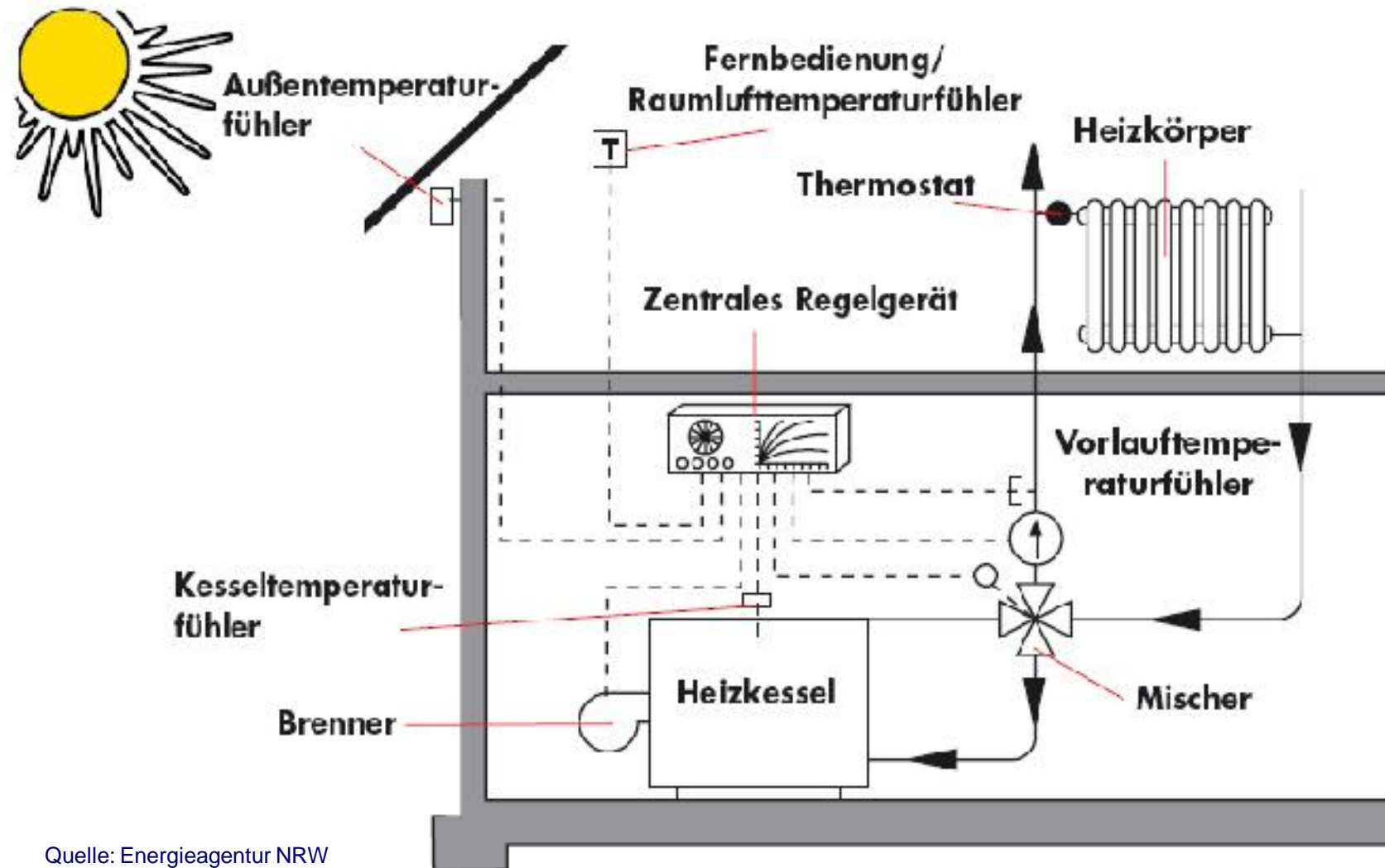
Jutta Maria Betz
Dipl.-Ing. (FH)

Herbert Schuhmann
Dipl.-Ing. (FH)
und Dipl.-Umweltwiss.

Klaus Kretzschmar
Dipl.-Phys.

Witterungsgeführte Regelung

Netzwerk für
EnergieEffizienz



Quelle: Energieagentur NRW

Heizung der Zukunft

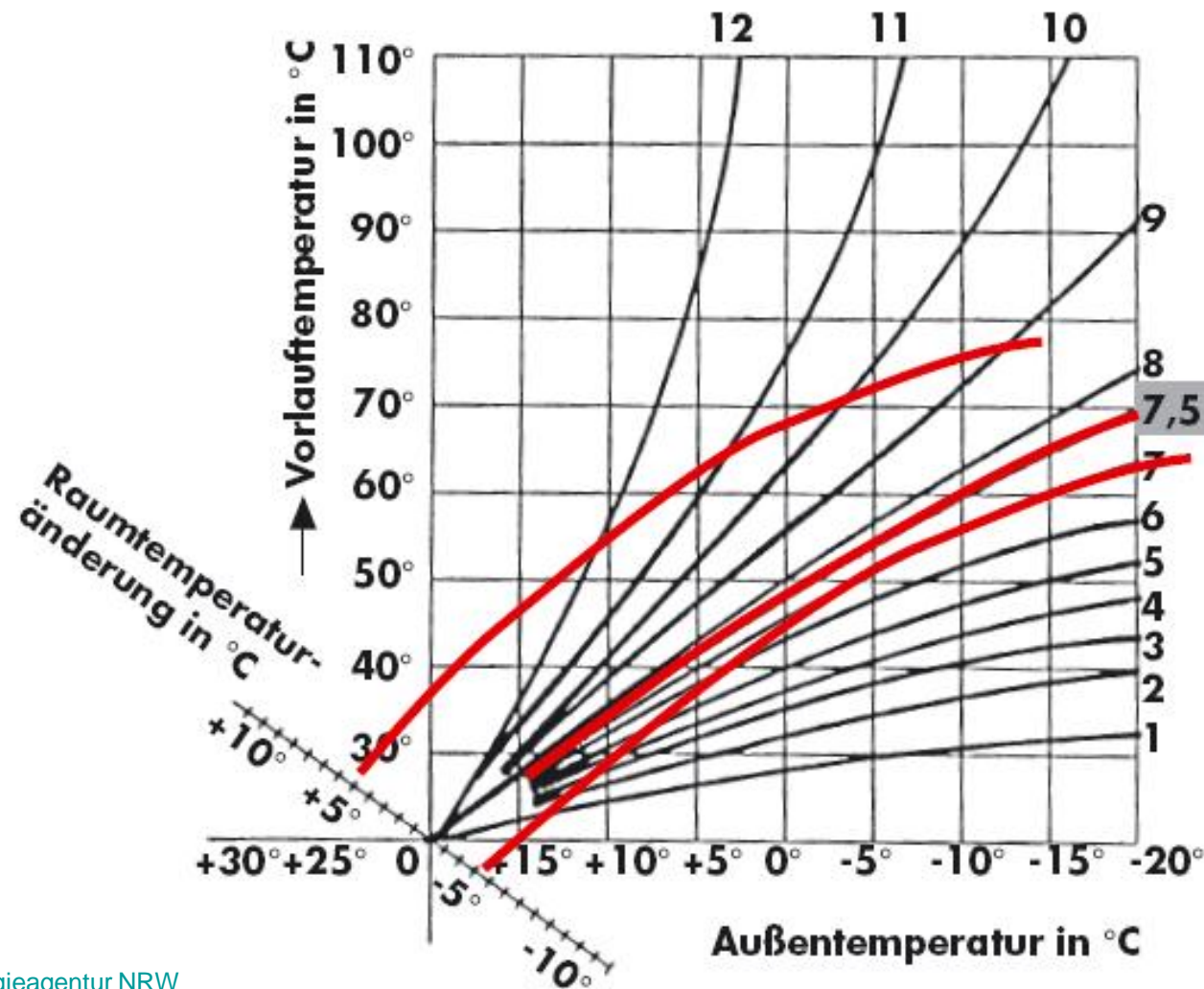
Jutta Maria Betz
Dipl.-Ing.(FH)

Herbert Schuhmann
Dipl.-Ing.(FH)
und Dipl.-Umweltwiss.

Klaus Kretzschmar
Dipl.-Phys.

Heizkurve

Netzwerk für
EnergieEffizienz



Quelle: Energieagentur NRW

Heizung der Zukunft

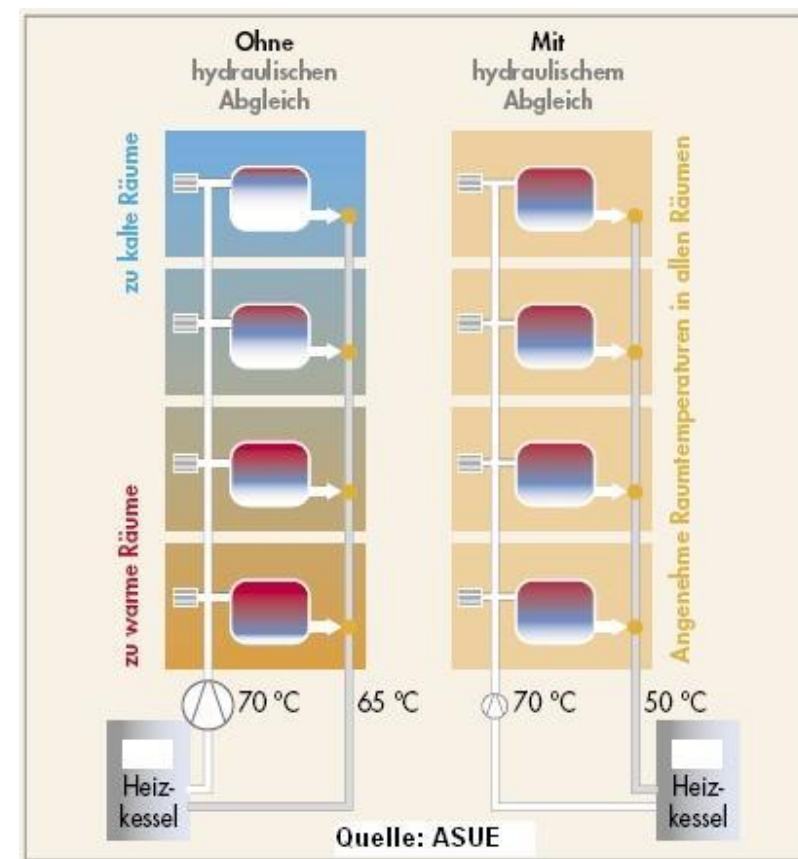
Jutta Maria Betz
Dipl.-Ing.(FH)

Herbert Schuhmann
Dipl.-Ing.(FH)
und Dipl.-Umweltwiss.

Klaus Kretzschmar
Dipl.-Phys.

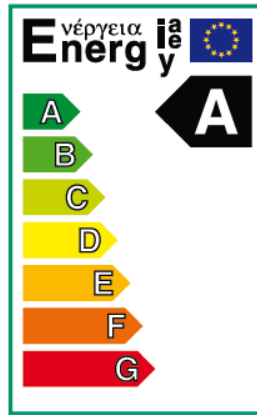
Hydraulischer Abgleich

- Ein hydraulischer Abgleich des Heizungssystems muß durchgeführt werden:
- Die gleichmäßige Verteilung des Heizmediums auf alle Heizflächen ist **Voraussetzung für das reibungslose und energiesparende Funktionieren** einer Heizungsanlage.
- Ein weiterer Vorteil des hydraulischen Abgleiches ist die **Verringerung der Pumpenleistung**.
Eine Heizungspumpe ist in der Regel ca. 5.000 - 6.500 h/a in Betrieb und verursacht bei zu hoher Leistung **erhebliche Stromkosten**.
- In einigen **Förderprogrammen** ist die Auszahlung der Fördermittel an den Nachweis eines hydraulischen Abgleiches geknüpft.
- **Unangenehme Geräusche** an den heizungsnahen und zu wenig Wärme an den heizungsfernen Heizkörpern kann dadurch behoben werden.



Energieeffiziente Pumpen

Netzwerk für
EnergieEffizienz



seit 1. Januar 2013 gilt



Heizung der Zukunft

Jutta Maria Betz
Dipl.-Ing.(FH)

Herbert Schuhmann
Dipl.-Ing.(FH)
und Dipl.-Umweltwiss.

Klaus Kretzschmar
Dipl.-Phys.

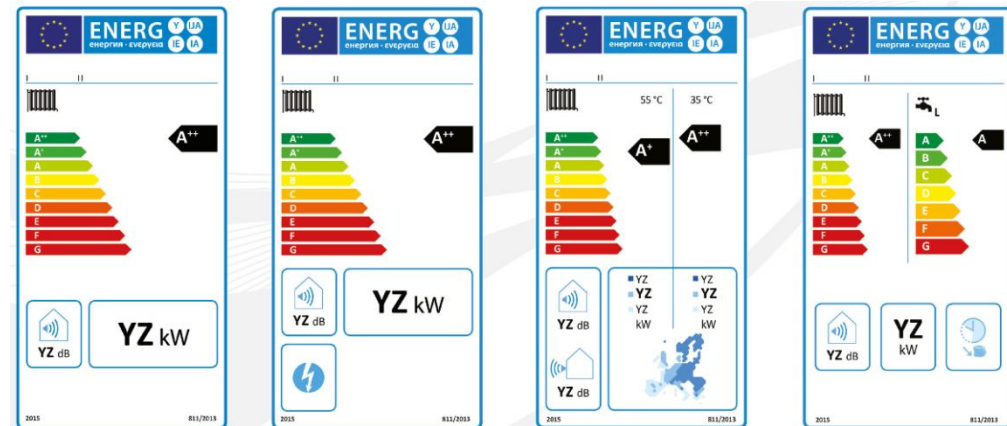
Energielabel für neue Heizungen

Netzwerk für
EnergieEffizienz



Gesetzliche Verordnung 811/2013 für energierelevante Produkte (kurz ErP) bewertet unterschiedliche Gerätetypen und vergleicht die Wirkungsgrade der einzelnen Heizungssysteme. Das europaweit einheitliche Energielabel kennzeichnet seit September 2015 Geräte und Anlagen mit folgenden Komponenten:

- Konventionelle Heizgeräte
- Kraft-Wärme-Kopplung
- (Niedertemperatur-) Wärmepumpen
- Solarthermie
- Temperaturregler
- Wasserspeicher



Quelle: Amtsblatt der Europäischen Union

Für Nennleistung von maximal 70 kW oder einem Wasserspeicher bis zu 500 Liter Speichereinhalt (bei Verbundanlagen bis 2.000 l).

Biomasse-Heizungen werden seit dem 01. April 2017 in das Kennzeichnungssystem einbezogen.

Energielabel für bestehende Heizungen

Netzwerk für
EnergieEffizienz



- Kennzeichnungspflicht gilt zunächst nur für Heizgeräte die gasförmige und flüssige Brennstoffe nutzen
- Nennleistung bis 400 kW
- älter als 15 Jahre
- Schornsteinfeger, Heizungsinstallateure sowie Gebäudeenergieberater des Handwerks und EnEV-Aussteller (§ 21 EnEV) sind autorisiert das Etikett anzubringen.

ab dem Jahr	Etikettierung auf Heizgeräten der Baujahre
2016	≤ 1986
2017	< 1991
2018	< 1993
2019	< 1995
2020	< 1997
2021	< 2001
2022	< 2005
2023	< 2008
2024	ab 2009, sofern sie mindestens 15 Jahre alt sind

Wohngebäude - Nichtwohngebäude

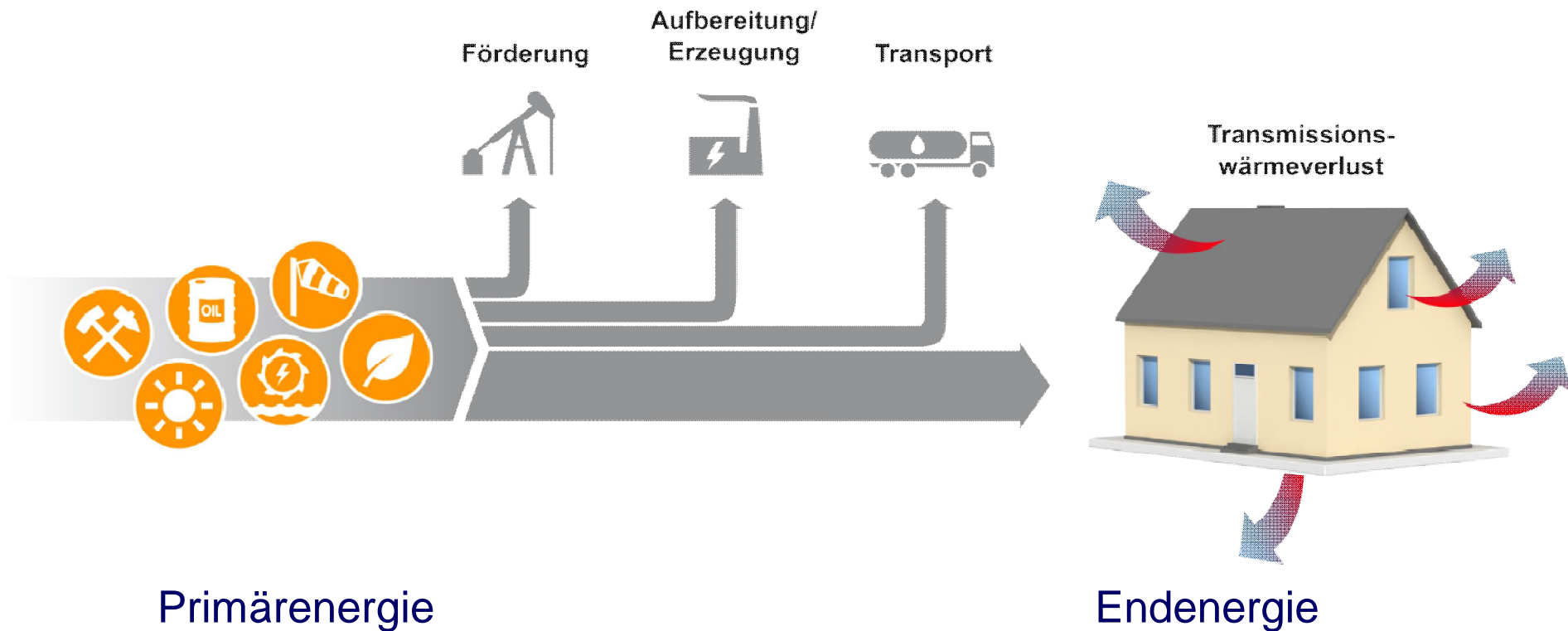
- Maximaler Jahres-Primärenergiebedarf
seit 2016: -25 %
- Maximale Transmissionswärmeverluste
 - **Wohngebäude** Anlage 1
 - bis 2016: Höchstwerte der Tabelle 2 dürfen nicht überschritten werden
 - seit 2016: Maximaler Transmissionswärmeverlust des Gebäudes entsprechend dem H'T -Wert des Referenzgebäudes
 - **Nichtwohngebäude** Anlage 2

Primärenergiebezug

Netzwerk für
EnergieEffizienz



von Primär- zu Endenergie



ENPEDIA.NRW ENFOLIO

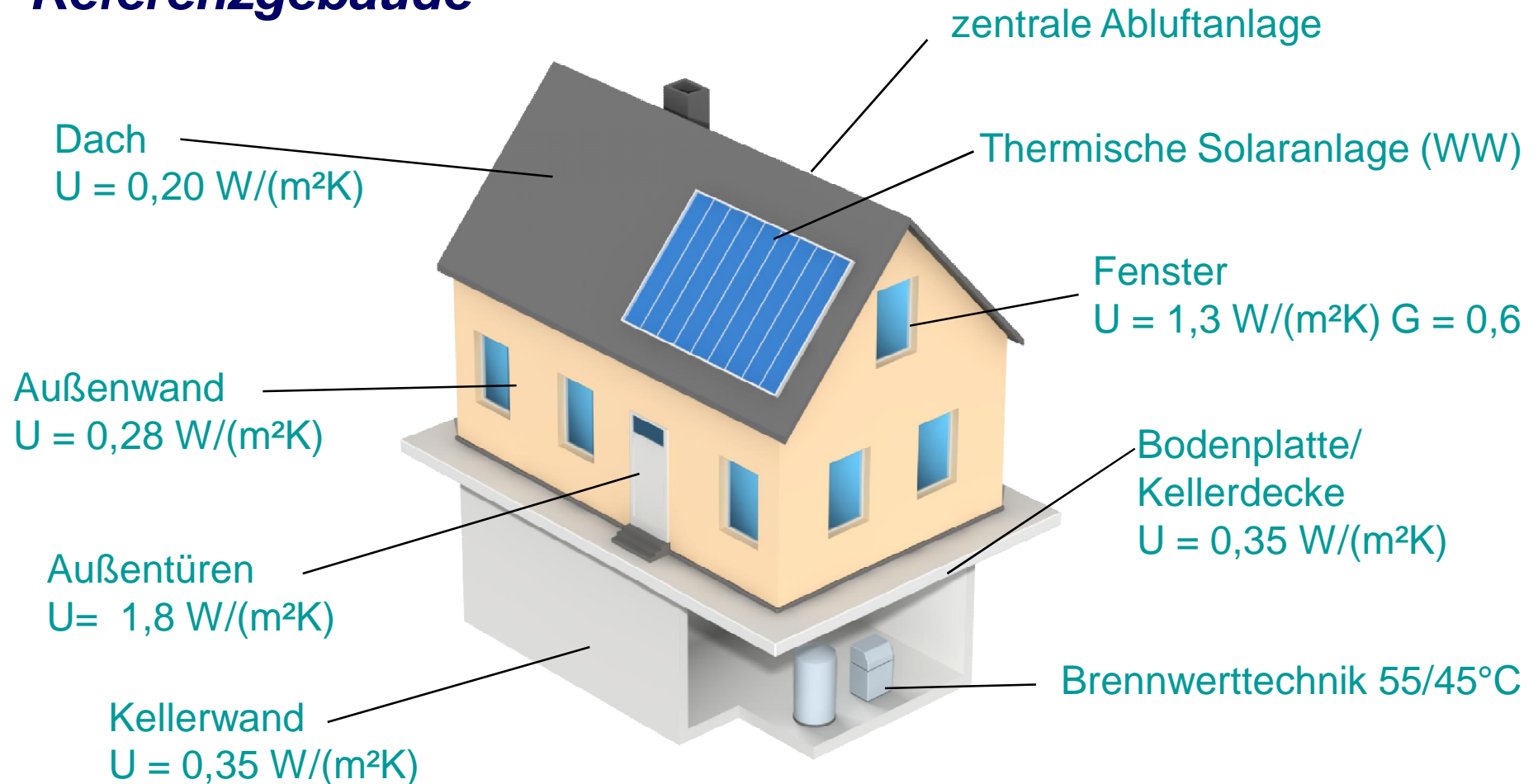
Heizung der Zukunft

Jutta Maria Betz
Dipl.-Ing.(FH)

Herbert Schuhmann
Dipl.-Ing.(FH)
und Dipl.-Umweltwiss.

Klaus Kretzschmar
Dipl.-Phys.

Referenzgebäude



Nachrüstpflichten

- kein Weiterbetrieb von Heizkesseln älter als 30 Jahre
- Heizungsanlagen: Dämmung bisher ungedämmter, zugänglicher Wärmeverteilungs- und Warmwasserleitungen sowie Armaturen in nicht beheizten Räumen
- Wärmedämmung oberster Geschossdecken zum nicht geheizten Dachraum die den Mindestwärmeschutz nach DIN 4108-2 nicht erfüllen,
mit U-Wert mind. $0,24 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$,
oder Dachdämmung mit $0,24 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$
Übergangsfrist bis spätestens 31.12.2015

Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz (EE-WärmeG)

Netzwerk für
EnergieEffizienz



seit 2009 verbindliche Anteile erneuerbarer Energie bei der Wärmeerzeugung bei Neubauten (Wohngebäude und Nichtwohngebäude)



Heizung der Zukunft

Jutta Maria Betz
Dipl.-Ing.(FH)

Herbert Schuhmann
Dipl.-Ing.(FH)
und Dipl.-Umweltwiss.

Klaus Kretzschmar
Dipl.-Phys.

KfW-Förderung

»» Energieeffizient Sanieren – Kredit (151/152)

Förderstufen und Tilgungszuschüsse

Förderstufen	Jahresprimär- energiebedarf	Transmissions- wärmeverlust	Tilgungs- zuschuss	max. je WE
KfW-Effizienzhaus 55	55 %	70 %	27,5 %	27.500 EUR
KfW-Effizienzhaus 70	70 %	85 %	22,5 %	22.500 EUR
KfW-Effizienzhaus 85	85 %	100 %	17,5 %	17.500 EUR
KfW-Effizienzhaus 100	100 %	115 %	15,0 %	15.000 EUR
KfW-Effizienzhaus 115	115 %	130 %	12,5 %	12.500 EUR
KfW-Effizienzhaus Denkmal	160 %	175 %	12,5 %	12.500 EUR
Heizungs-/Lüftungspaket	-	-	12,5 %	6.250 EUR
Einzelmaßnahmen	-	-	7,5 %	3.750 EUR

(Angaben in % des Referenzgebäudes nach EnEV)

KfW-Förderung

»» Energieeffizient Sanieren – Investitionszuschuss (430)

Förderhöhe

Für private Eigentümer von selbst genutzten oder vermieteten Ein- und Zweifamilienhäusern sowie Eigentumswohnungen

› KfW-Effizienzhaus 55:	› 30,0 % Zuschuss, max. 30.000 Euro je WE*
› KfW-Effizienzhaus 70:	› 25,0 % Zuschuss, max. 25.000 Euro je WE
› KfW-Effizienzhaus 85:	› 20,0 % Zuschuss, max. 20.000 Euro je WE
› KfW-Effizienzhaus 100:	› 17,5 % Zuschuss, max. 17.500 Euro je WE
› KfW-Effizienzhaus 115 / Denkmal:	› 15,0 % Zuschuss, max. 15.000 Euro je WE
› Heizungs-/Lüftungspaket:	› 15,0 % Zuschuss, max. 7.500 Euro je WE
› Einzelmaßnahmen:	› 10,0 % Zuschuss, max. 5.000 Euro je WE

➤ Antragstellung direkt bei der KfW: www.kfw.de/430

* Wohneinheit

KfW-Förderung

»» Energieeffizient Bauen und Sanieren – Zuschuss Brennstoffzelle (433)

Gefördert wird der Einbau von stationären Brennstoffzellensystemen mit einer **elektrischen Leistung von mind. $P_{el} = 0,25 \text{ kW}_{el}$ bis max. $P_{el} = 5,0 \text{ kW}_{el}$** .

► Weitere Anforderungen an das Brennstoffzellensystem:

- › Einbindung der Brennstoffzelle in die Wärme- und Stromversorgung des Gebäudes
- › hydraulischer Abgleich und Dämmung der Rohrleitungen gemäß EnEV
- › Einbau durch ein Fachunternehmen
- › Gesamtwirkungsgrad $\eta \geq 0,82$ und elektrischer Wirkungsgrad $\eta_{el} \geq 0,32$
- › Vollwartungsvertrag mit Mindestlaufzeit 10 Jahre, der $\eta_{el} \geq 0,26$ gewährleistet

KfW-Förderung

»» Energieeffizient Bauen und Sanieren – Zuschuss Brennstoffzelle (433)

Zuschuss von bis zu 40 % der förderfähigen Kosten:

- › Festbetrag von 5.700 Euro und
- › leistungsabhängiger Betrag von 450 Euro je angefangener 100 W_{el}

Förderfähige Kosten:

- › Kosten für den Einbau des Brennstoffzellensystems
- › fest vereinbarte Kosten für den Vollwartungsvertrag in den ersten zehn Jahren
- › Kosten für die Leistungen des Energieeffizienz-Experten

durch BAFA im Rahmen des Marktanreizprogrammes



Solarthermie

Wärme aus der Kraft der Sonne

Wenn Sie eine Solarkollektoranlage errichten, können Sie bei uns von attraktiven Zuschüssen profitieren....



Biomasse

Heizen mit nachwachsenden Rohstoffen

Wir fördern die Installation von umweltschonenden Heizungssystemen auf Basis nachwachsender Rohstoffe....



Wärmepumpen

Heizen mit effizienten Wärmepumpen

Mit einer Wärmepumpe können Sie die Erneuerbare Wärme aus Wasser, Luft und Erde nutzen und von attraktiven Zuschüssen profitieren....



Nachträgliche Optimierung

Optimierung bereits geförderter Anlagen

Einen einmaligen Zuschuss können Sie beantragen, sofern Sie Ihre bereits geförderte Heizung optimieren oder einen Wärmepumpencheck durchführen....



Anreizprogramm Energieeffizienz (APEE)

Heizungsaustausch mit gleichzeitiger Verbesserung der Energieeffizienz

Zusatzbonus für den Austausch ineffizienter Altanlagen durch moderne Heizungen in Kombination mit einer Optimierung des gesamten Heizungssystems...

durch BAFA - Sonstiges:



Heizungsoptimierung

Seit 1. August 2016 werden der Ersatz von Heizungspumpen und Warmwasserzirkulationspumpen durch hocheffiziente Pumpen sowie der hydraulische Abgleich am Heizsystem gefördert. Grundlage ist die Richtlinie über die Förderung der Heizungsoptimierung durch hocheffiziente Pumpen und hydraulischen Abgleich.



zusätzlich in Bayern

bisher nur für selbstbewohnte Ein- und Zweifamilienhäusern

10.000-Häuser-Programm EnergieBonusBayern



Die Förderung im Programmteil Heizungstausch-Plus wurde zum 31.12.2017 beendet und wird nicht mehr neu aufgelegt.

Programmteil
Heizungstausch-Plus



Programmteil
EnergieSystemHaus

zusätzlich in Bayern (Fortsetzung 10.000-Häuser-Programm)



	Heiz-/Speicher-Systeme	TechnikBonus (Maximalbetrag)
1	Wärmepumpensysteme mit Wärmespeicher und Energiemanagementsystem	2.000 – 2.500 €
2	Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) Eigenstromerzeugung mit KWK, Wärmespeicher und Energiemanagementsystem	1.500 – 4.500 €
3	Netzdienliche Photovoltaik Einspeisekappung mit Energiemanagementsystem und Energiespeicherung	1.900 – 3.900 €
4	Solarwärmespeicherung Solarthermieranlage mit großem Wärmespeicher	1.000 – 9.000 €
5	Holzpelletheizung mit Brennwerttechnik oder Partikelabscheider (in Verbindung mit Wärmespeicher)	1.500 €

Energieeffizienz-Niveau – angestrebter spezifischer Heizwärmebedarf	EnergieeffizienzBonus (Maximalbetrag)
1. Sanierung eines bestehenden Gebäudes	je Wohneinheit
8 - Liter-Haus: Heizwärmebedarf $\leq 80,0 \text{ kWh/m}^2\text{a}$	3.000 €
5 - Liter-Haus: Heizwärmebedarf $\leq 50,0 \text{ kWh/m}^2\text{a}$	6.000 €
3 - Liter-Haus: Heizwärmebedarf $\leq 30,0 \text{ kWh/m}^2\text{a}$	9.000 €
2. Energieeffizienter Neubau	je Wohngebäude
2 - Liter-Haus: Heizwärmebedarf $\leq 20,0 \text{ kWh/m}^2\text{a}$ (nach EnEV) Heizwärmebedarf $\leq 30,0 \text{ kWh/m}^2\text{a}$ (nach PHPP)	3.000 €
1 - Liter-Haus: Heizwärmebedarf $\leq 10,0 \text{ kWh/m}^2\text{a}$ (nach EnEV) Heizwärmebedarf $\leq 15,0 \text{ kWh/m}^2\text{a}$ (nach PHPP)	9.000 €

und von der n-ergie: CO₂-Minderungsprogramm

Die Förderpositionen 2019 im Überblick

Heizungsmodernisierung (Zuschuss bis zu 600,00 Euro, inkl. weiterer Förderungen bis zu 1.800,00 Euro)

Umstellung auf Fernwärme (bis zu 1.500,00 Euro Förderung)

Einbau einer KWK-Anlage (bis zu 2.000,00 Euro Förderung, inkl. weiterer Förderungen bis zu 3.200,00 Euro)

Kauf einer Solaranlage/eines Stromspeichers (bis zu 1.300,00 Euro Förderung)

Einbau einer Wandladestation (250,00 Euro Zuschuss)

Das n-ergie-CO₂-Minderungsprogramm gilt nur für Strom-/Erdgas-Kunden der n-ergie.

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Netzwerk für EnergieEffizienz



energieminusCO₂.de

Diplom-Ingenieur (FH)

Jutta Maria Betz

Westendstraße 11, 90427 Nürnberg

Tel 0911-3215607, Fax -3215608

juttamaria.betz@energieminusco2.de

Heizung der Zukunft

Jutta Maria Betz
Dipl.-Ing.(FH)

Herbert Schuhmann
Dipl.-Ing.(FH)
und Dipl.-Umweltwiss.

Klaus Kretzschmar
Dipl.-Phys.