

# 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.

## 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-CO<sub>2</sub> Netzwerk für Energieeffizienz

Dipl-Phys. Klaus Kretzschmar

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

Dipl.-Ing.(FH) Jutta Maria Betz

*alle arbeiten eigenverantwortlich*



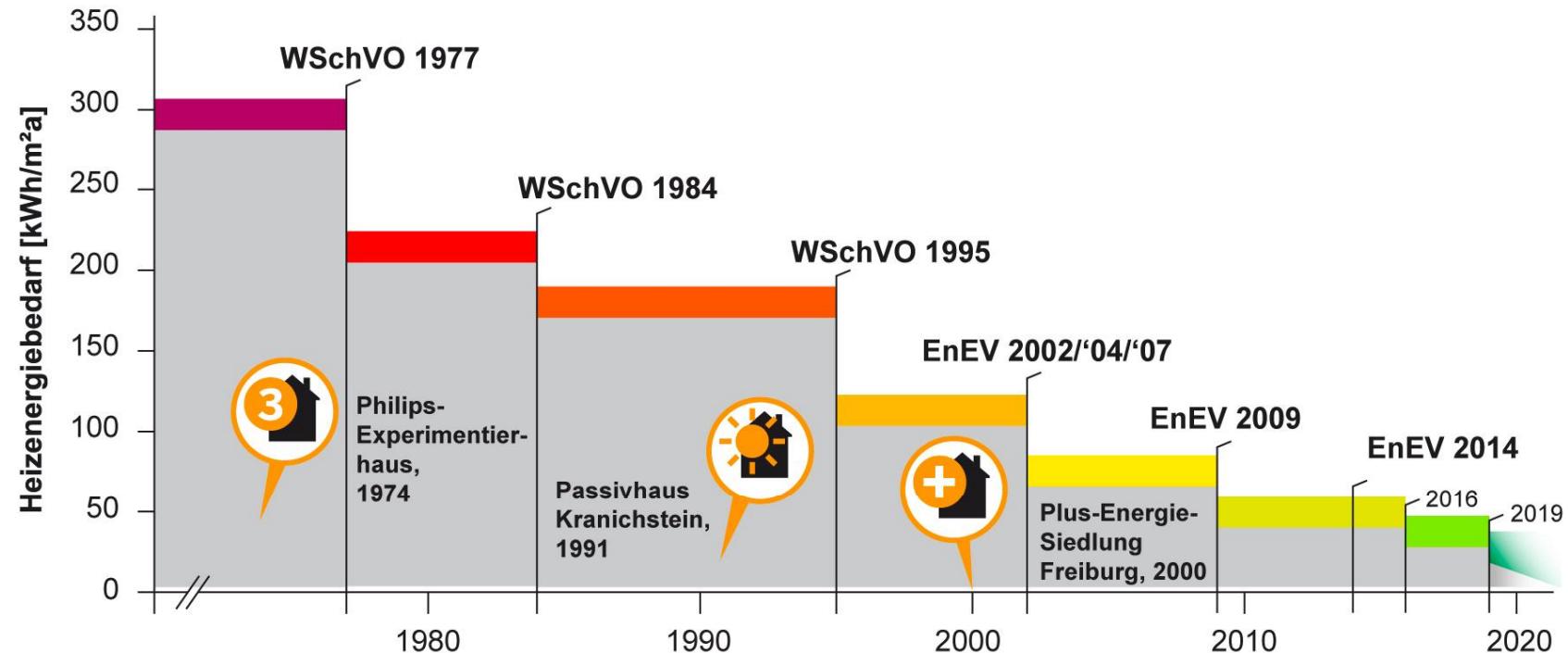
- Gründung des Vereins im Jahr 2001
- Zusammenschluß von Ingenieuren, Architekten, Planungsbüros und Technikern
- aktuell ca. 700 Mitglieder
- Hauptmerkmal: **Neutralität und Unabhängigkeit**
- Qualitätssicherung für Energieberater mit dem Ziel eines staatlich anerkannten Berufsbildes
- Kompetenzteams 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](http://www.den-ev.de)
- Vereinseigene Bildungseinrichtung: DEN-Akademie aktuelles Programm unter [www.den-akademie.de](http://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

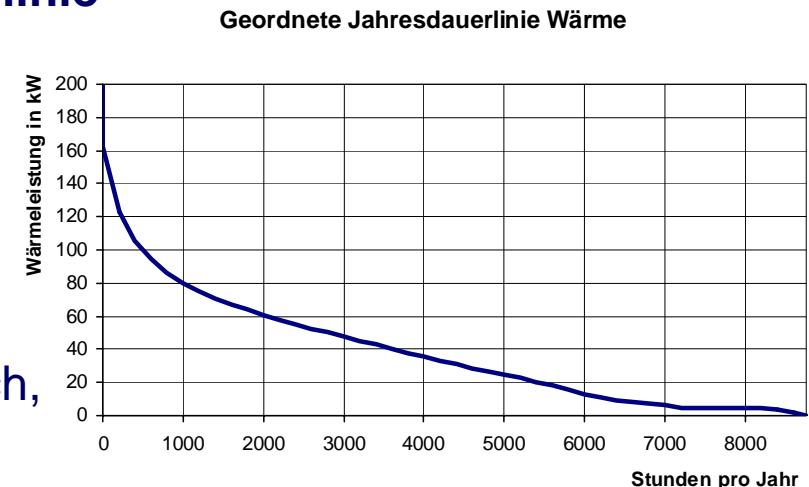


Emissionen in g/kWh	CO2-Äquivalent <sup>1</sup>	Co2	NOX <sup>2</sup>	Feinstaub <sup>2</sup>
Heizöl	319	0,047	0,144	0,013
Erdgas	247	0,068	0,047	0,000
Holz-Pellets	27	0,659	0,281	0,079
Holz-Hackschnitzel	23	1,062	0,349	0,144
Stückholz	17	1,537	0,302	0,162
Strom (Bundesmix)	606	0,278	0,443	0,019

Quelle: 1) Gemis 2) Umweltbundesamt 2012

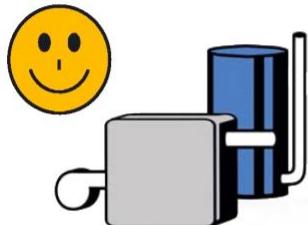
Diese Punkte sind zuerst zu klären:

- **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 **Verteilsystem**: 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



## Zentrale Warmwasserbereitung über die Heizanlage mit Speicher

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



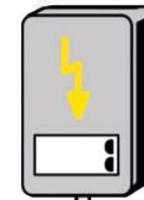
## Wohnungsweise Warmwasser- bereitung mit Gas-Kombitherme

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



## Dezentrale elektrische Durchlauf- erhitzer

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



## Dezentrale Warmwasserspeicher (Untertischspeicher)

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

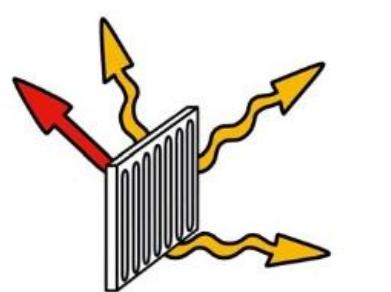


**Neubewertung bei  
regenerativer Eigenstromerzeugung  
z.B. durch PV-Anlage**

Quelle: Energieagentur NRW

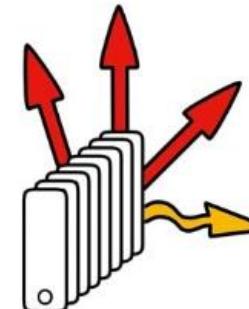
## Heizplatte

- Hoher Strahlungsanteil
- Geringer Wasserinhalt  
(reaktionsschnell)



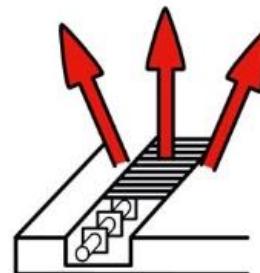
## Radiator

- Hoher Konvektionsanteil
- Großer Wasserinhalt  
(reaktionsträge)



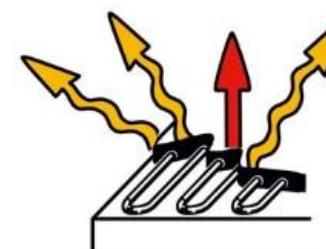
## Konvektor

- Fast nur Konvektion
- Geringer Wasserinhalt  
(reaktionsschnell)



## Fußboden-Heizung

- Hoher Strahlungsanteil
- Hohe Speichermassen  
(sehr reaktionsträge)



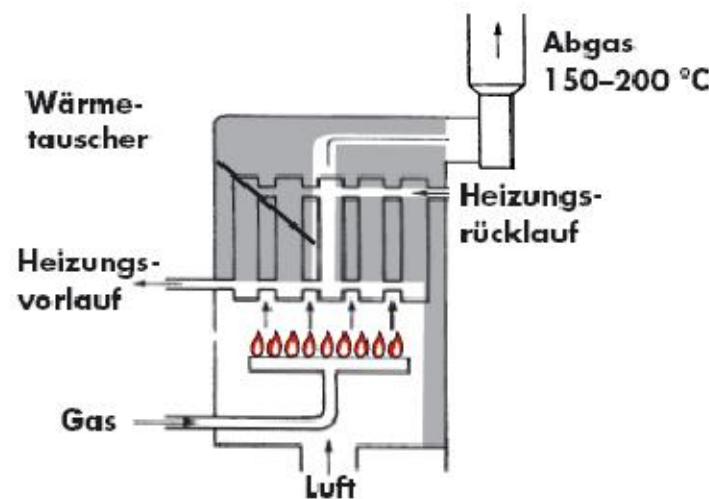
**Konvektion**



**Strahlung**

# 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



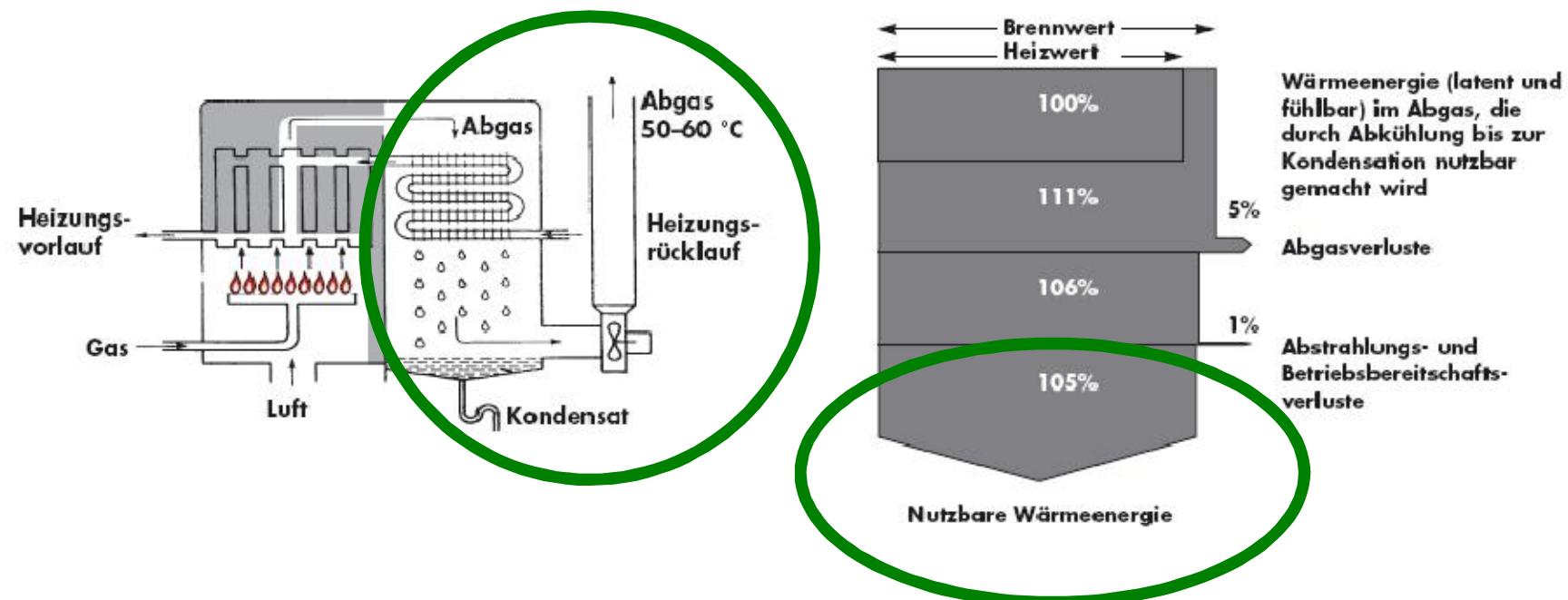
Niedertemperatur-Kessel (Wirkungsgrad schlechter als 86%, schlechter als Effizienzklasse A) bis 400 kW durften nur bis 26.09.2015 produziert werden (Ausnahmen, z.B. für MFH mit gemeinsamen Kamin).

Lagerware darf noch eingebaut werden.

Quelle: Energieagentur NRW

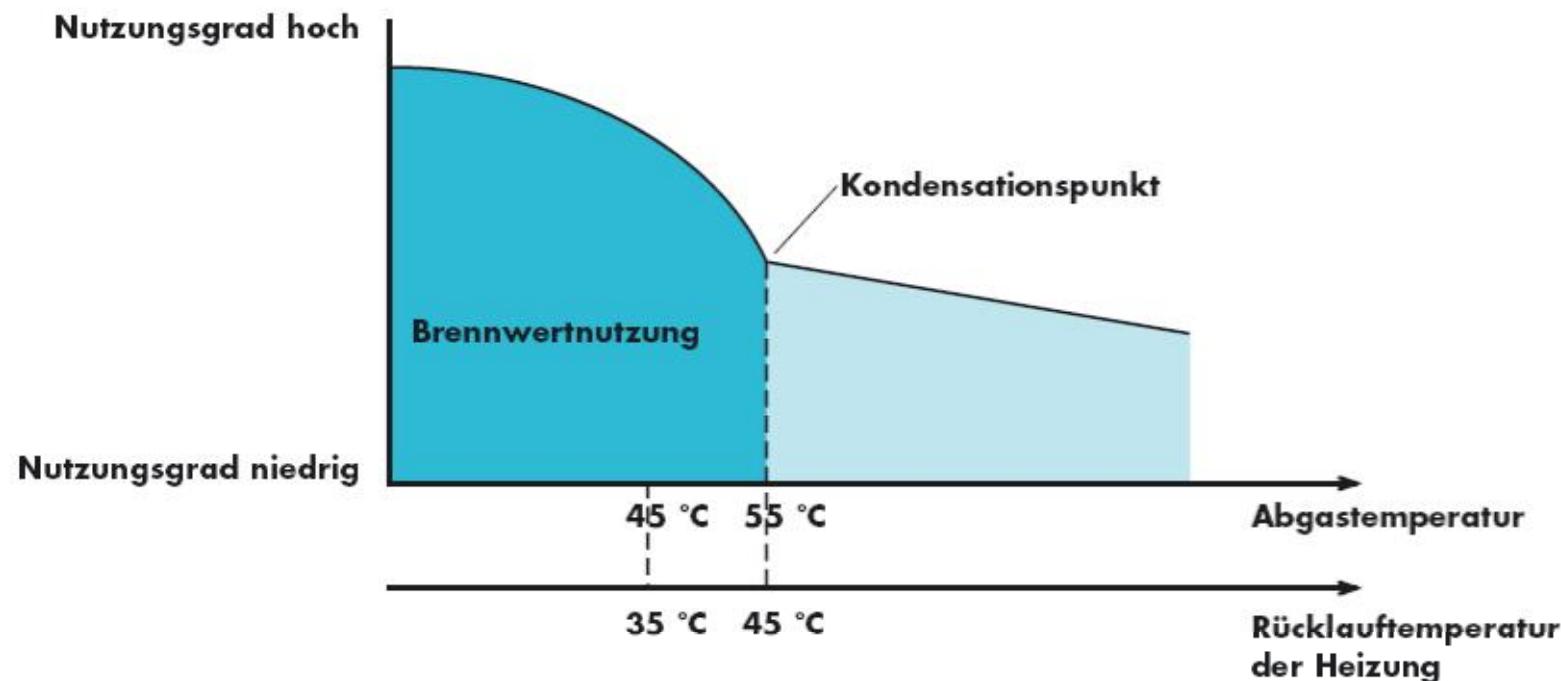
# Heizöl- oder Erdgas-Brennwertkessel

Netzwerk für  
EnergieEffizienz



Quelle: Energieagentur NRW

Abhängig von der Abgas bzw. Rücklauftemperatur



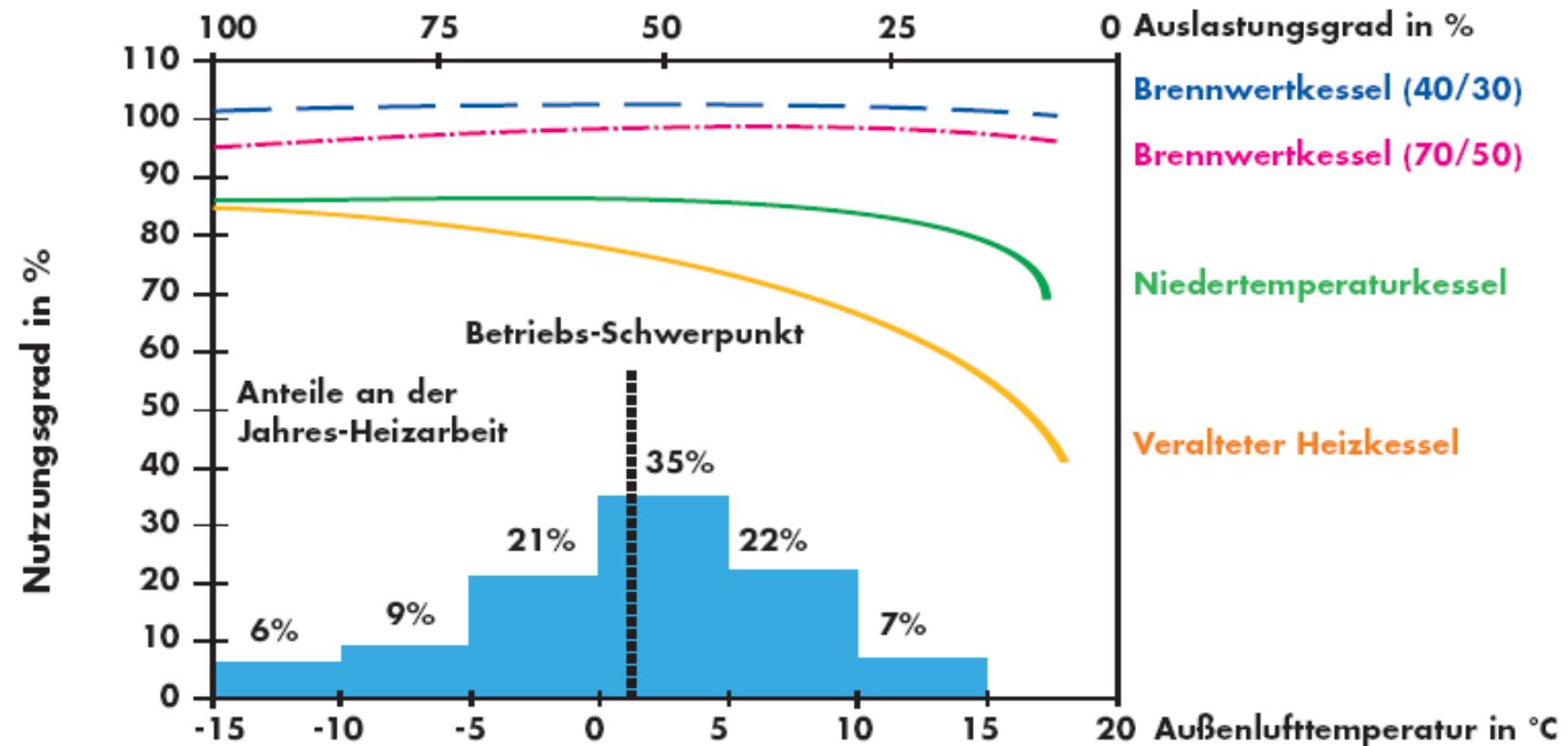
Quelle: Energieagentur NRW

# Effizienz bei unterschiedlicher Auslastung

Netzwerk für  
EnergieEffizienz



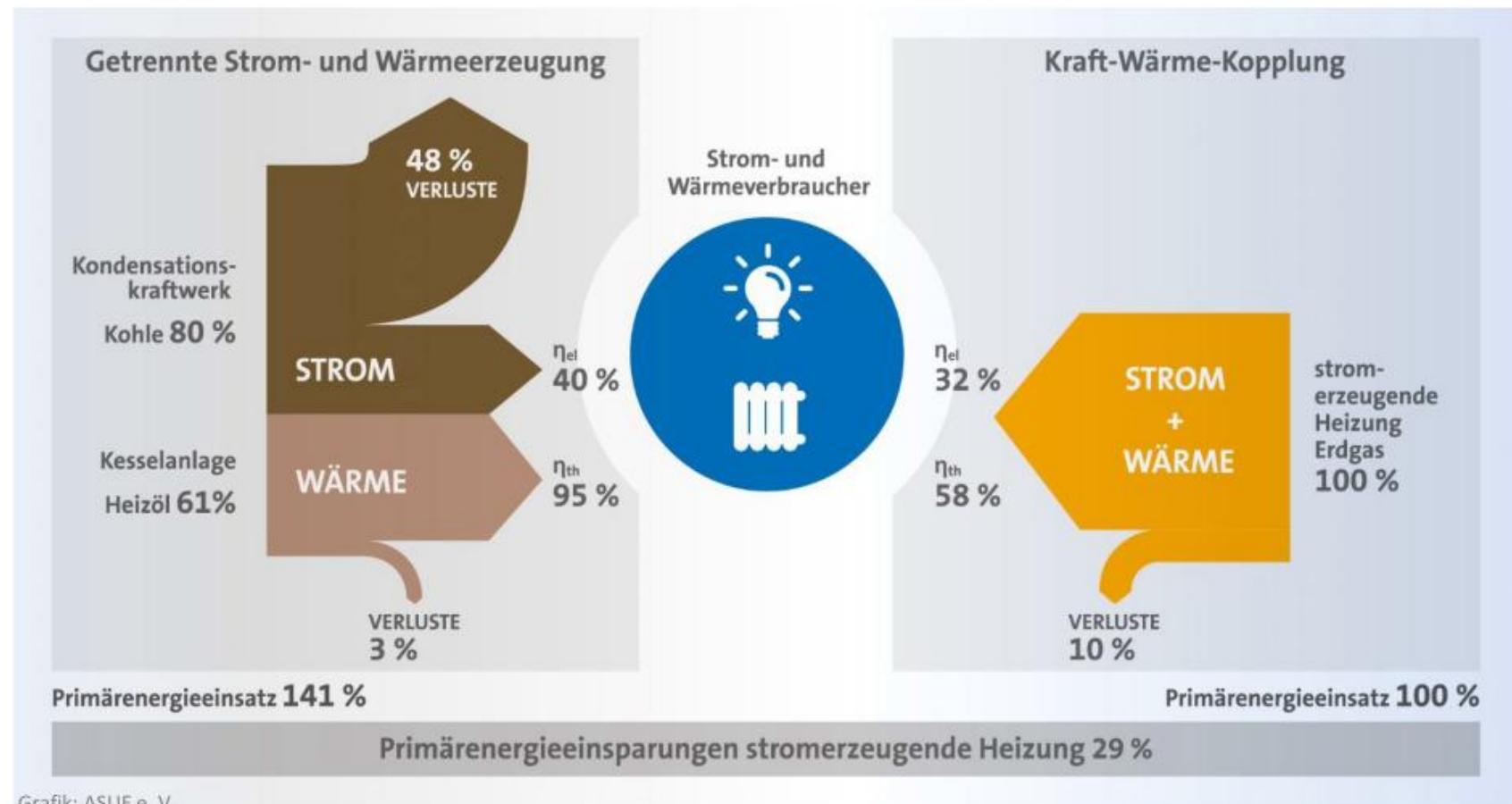
EnergieminusCO<sub>2</sub>.de



Quelle: Energieagentur NRW

# Kraft-Wärme-Kopplung

Netzwerk für  
EnergieEffizienz



## Heizung der Zukunft

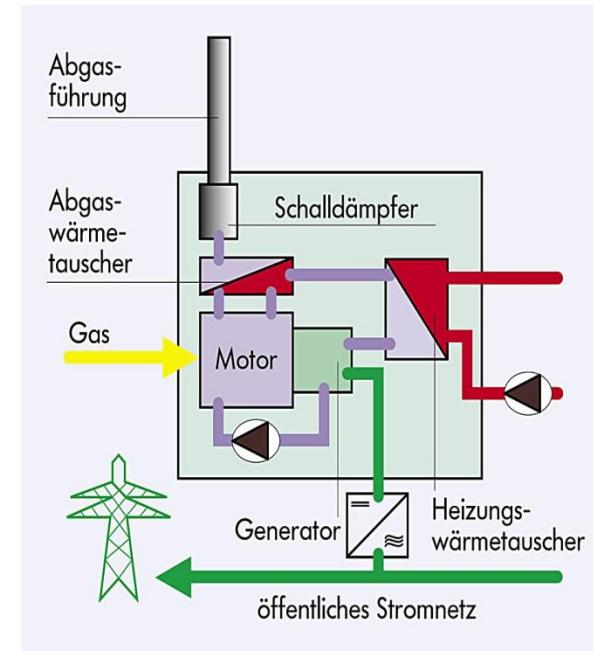
Jutta Maria Betz  
Dipl.-Ing.(FH)

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

Klaus Kretzschmar  
Dipl.-Phys.

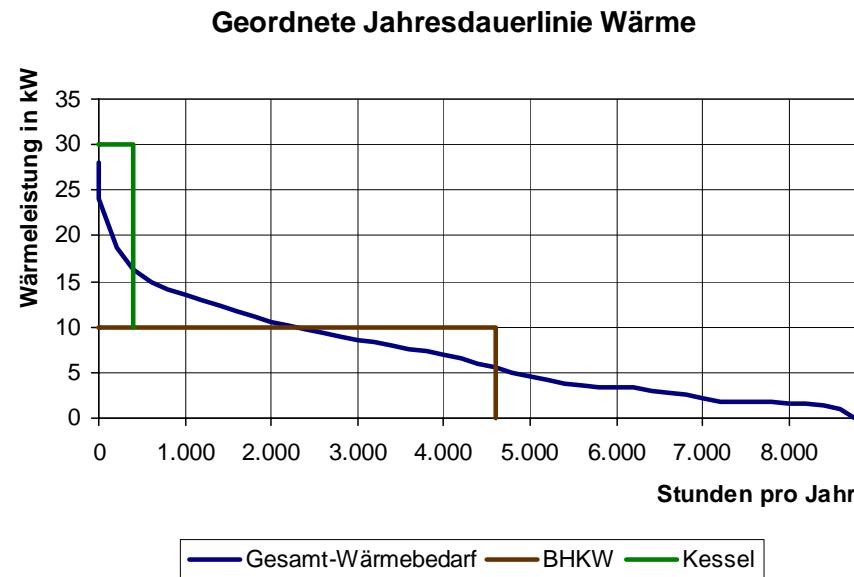
Eine Form der Kraft-Wärme-Kopplung: Blockheizkraftwerke (=BHKW) zur gleichzeitigen Erzeugung von Wärme und Strom

- 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



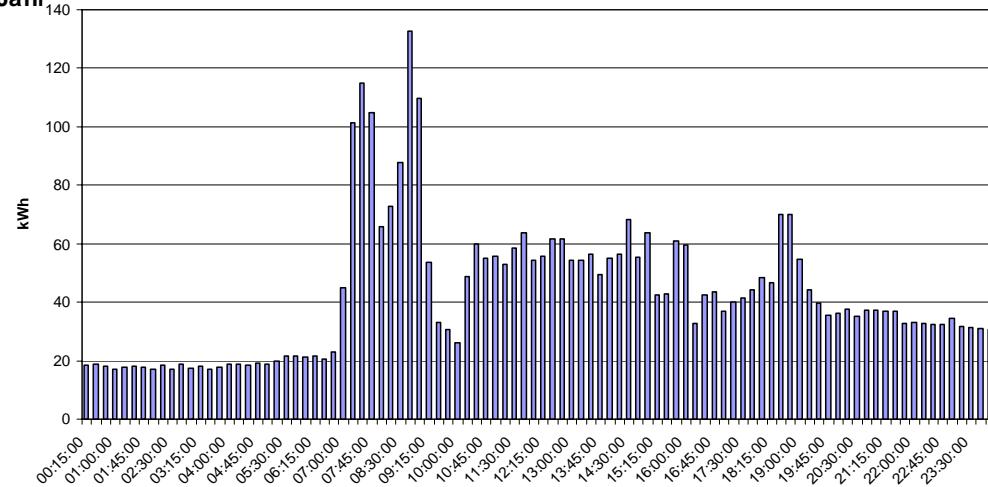
Quelle: ASUE

Korrekte Dimensionierung ist entscheidend für wirtschaftlichen Erfolg



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

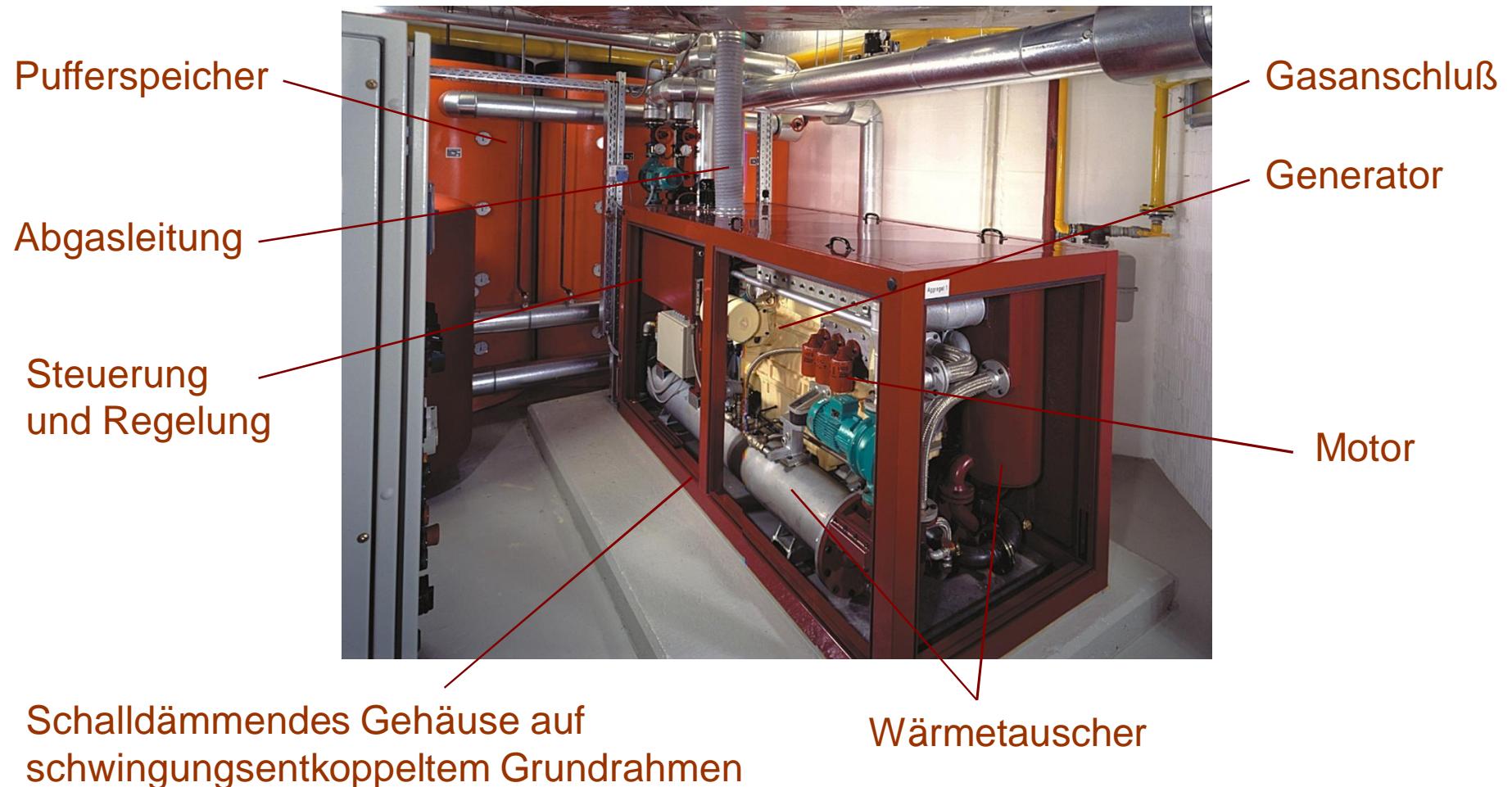
23.01.2007



Für Einfamilienhäuser und  
kleinere Mehrfamilienhäuser in  
der Regel nicht wirtschaftlich.

# Kraft-Wärme-Kopplung

Netzwerk für  
EnergieEffizienz



## 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



Aktuell nicht auf dem Markt  
verfügbar

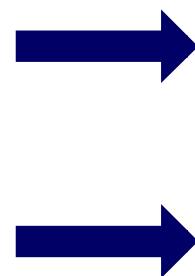
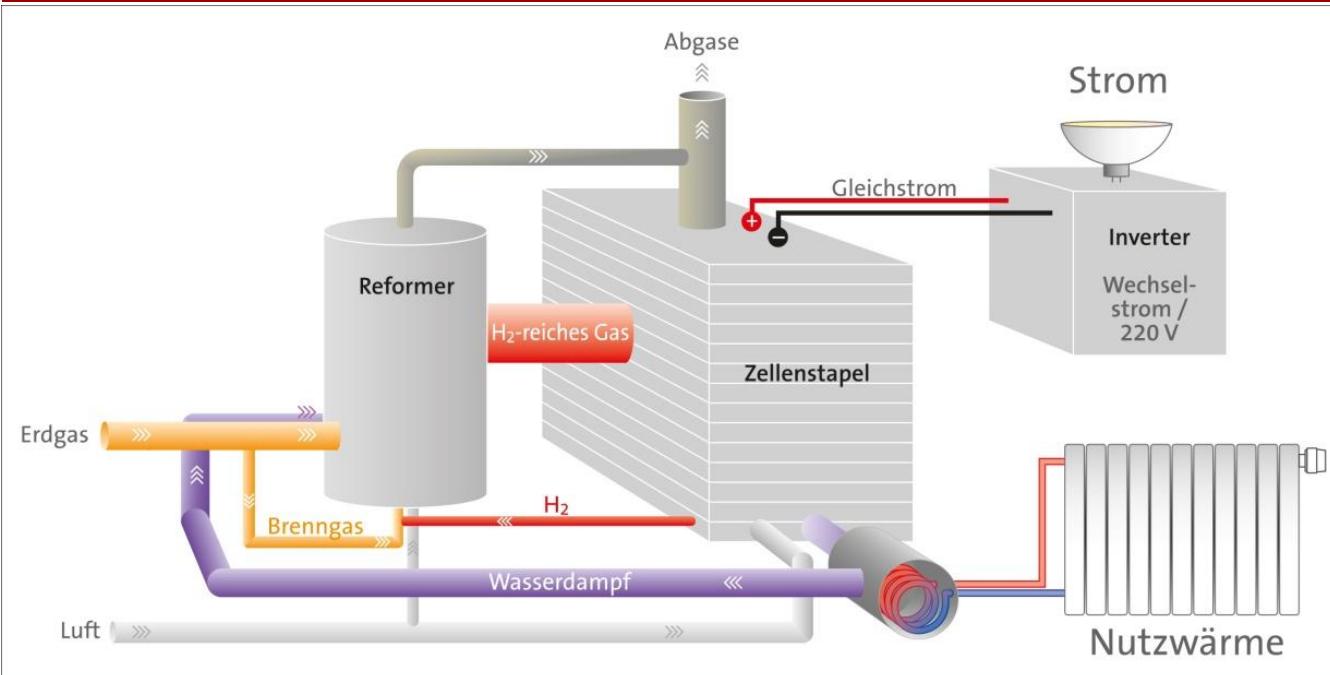


Auch für Einfamilienhäuser und kleinere  
Mehrfamilienhäuser wirtschaftlich interessant

Quelle: Senertec, Vaillant, Viessmann

# Kraft-Wärme-Kopplung mit Brennstoffzelle

Netzwerk für  
EnergieEffizienz



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

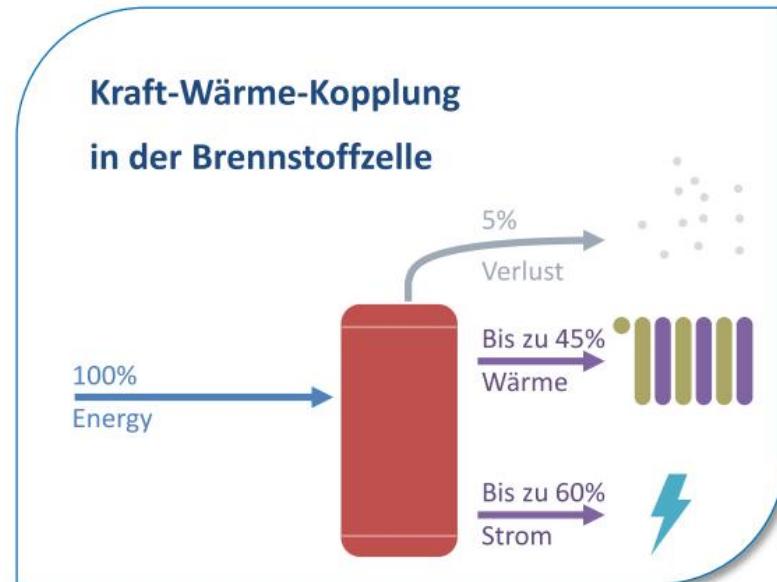
Klaus Kretzschmar  
Dipl.-Phys.

# Kraft-Wärme-Kopplung mit Brennstoffzelle

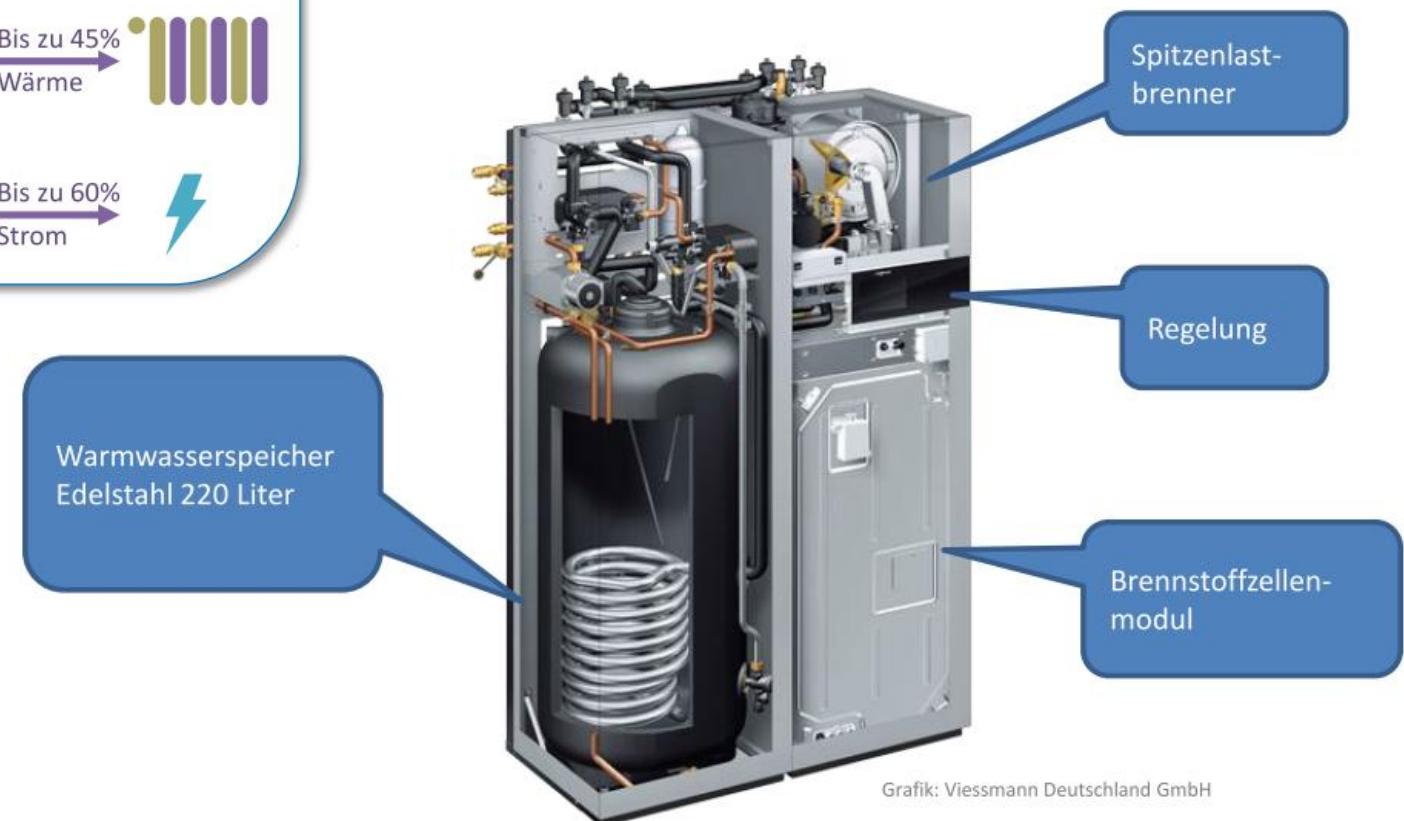
Netzwerk für  
EnergieEffizienz



EnergieminusCO<sub>2</sub>.de



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<sub>el</sub>. 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

# Kraft-Wärme-Kopplung mit Brennstoffzelle

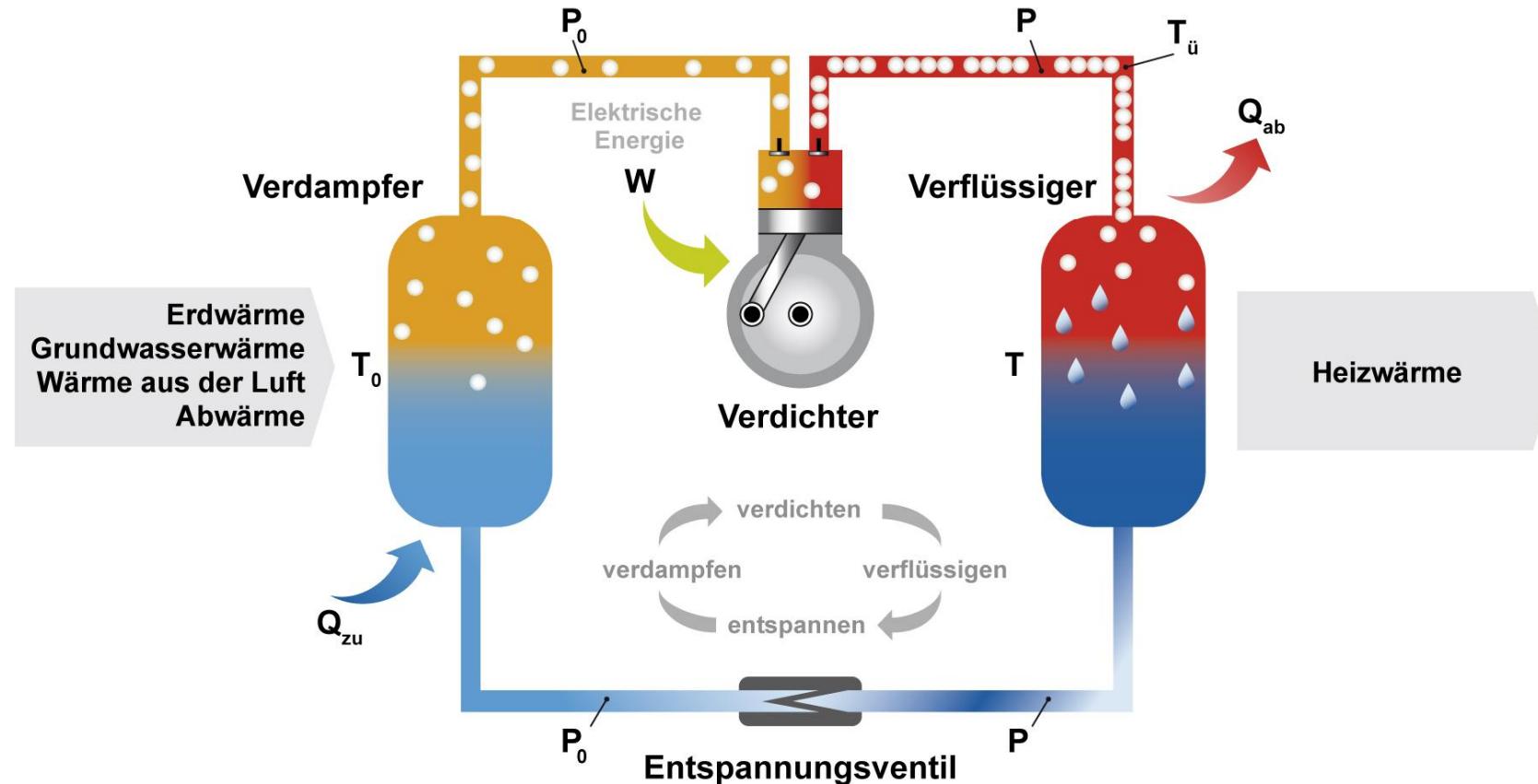
Netzwerk für  
EnergieEffizienz



Einfamilienhaus Altbau		
Jährliche Kosten (brutto)	Brennstoffzelle	Sanierung mit Gasbrennwertgerät
Jahreswärmeverbrauch ( $A_N=250 \text{ m}^2$ )	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	<b>500 €/a</b>	-
Investitionskosten (brutto)		
Brennstoffzelle + Installation	30.000 €	8.000 €
Förderung KfW 433 + KWK-Gesetz	-11.100 €	-
Summe	18.900 €	8.000 €
ROI (statisch)	<b>22 Jahre</b>	-



## Funktionsweise einer Wärmepumpe

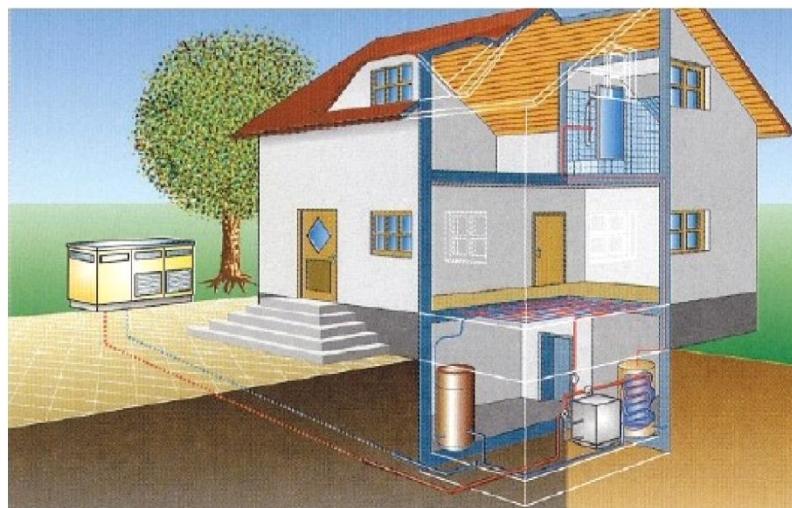


© EnergieAgentur.NRW

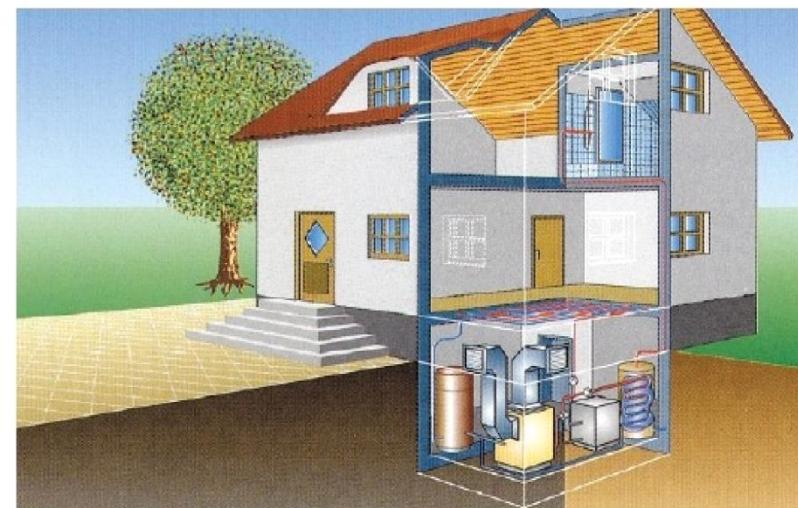
EnergieAgentur.NRW

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

## Luft-Wasser-Wärmepumpe

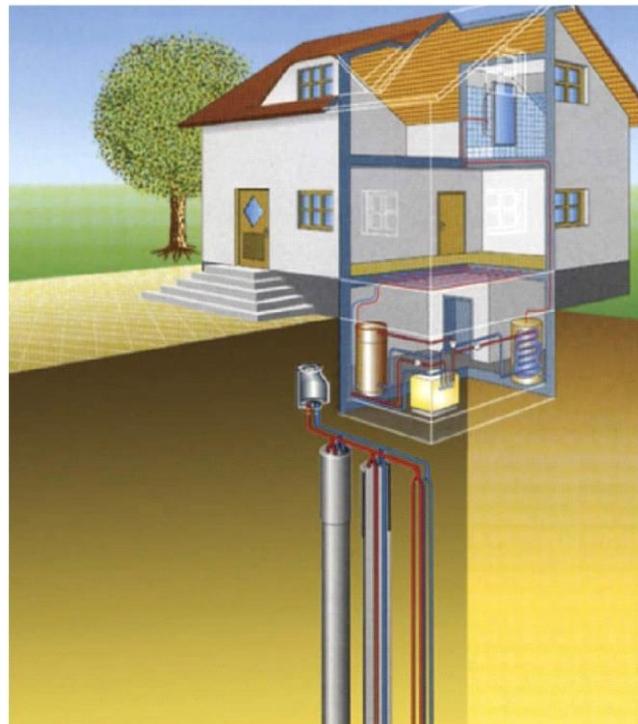


Außenaufstellung



Innenaufstellung

## Sole -Wasser-Wärmepumpe Wärmequellen-Erdreich



Erdwärmesonde



Erdwärmekollektor

# Hybrid-Kompaktgeräte mit WP

Netzwerk für  
EnergieEffizienz



Quelle: Viessmann, Junkers

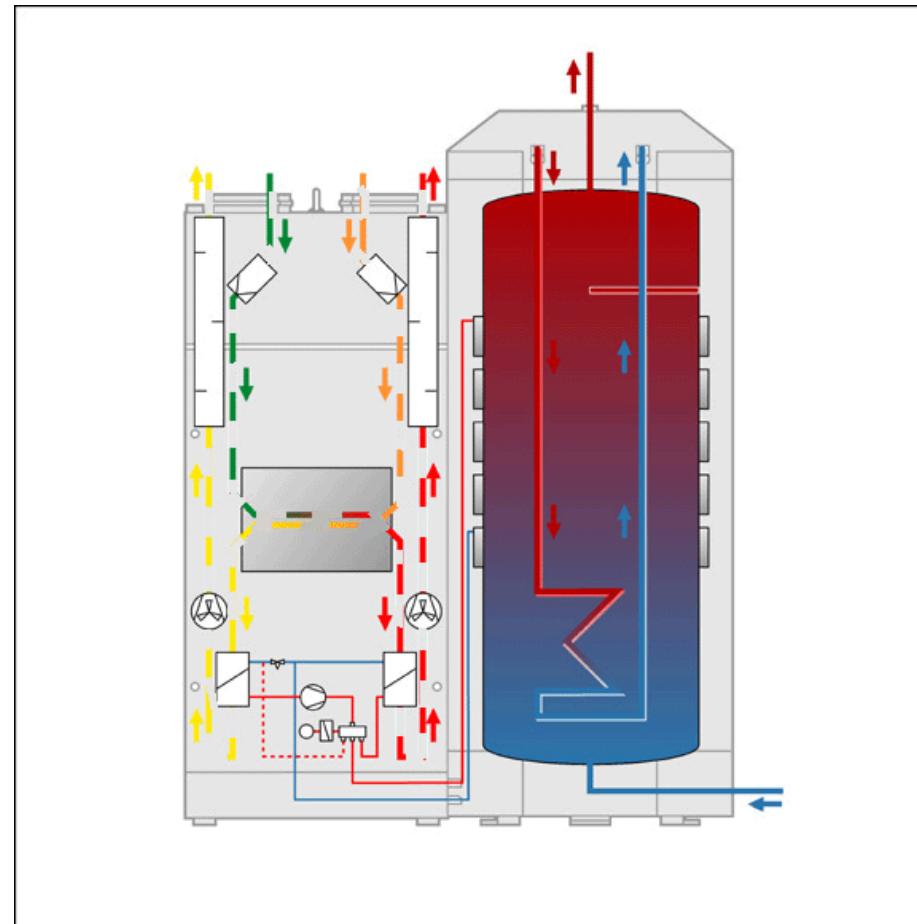
Heizung der Zukunft

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
Wärmeleistungs- bereich (in kW)	bis ca. 15	ab 15 bis zu 40	26 bis 80
Einsatzbereiche	Ein- bis Zweifamilienhaus	Mehrfamilienhäuser, Gewerbe und Industrie	
Externe Wärmequellen	Wärmequelle Temperaturniveau		
Abluft	18 bis 25 °C	✓	✓
Erdreich	-5 bis 10 °C	✓	✓
Grundwasser	8 bis 20 °C	✓	✓
Oberflächengewässer	10 bis 25 °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	✓	✓

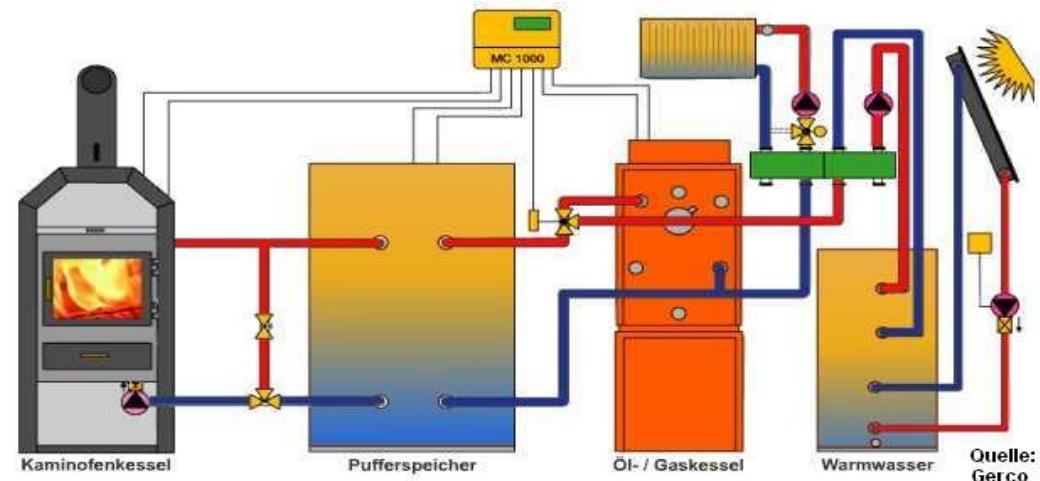
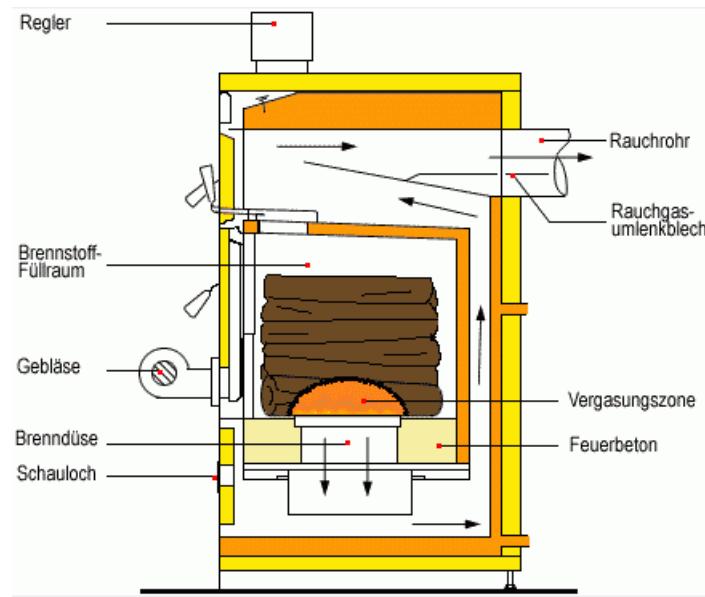
# Aktuell nur eingeschränkt auf dem Markt verfügbar



A | ASUE

A Arbeitsgemeinschaft für sparsamen und  
umweltfreundlichen Energieverbrauch e.V.

## Stand der Technik: Holz-Vergaser-Kessel

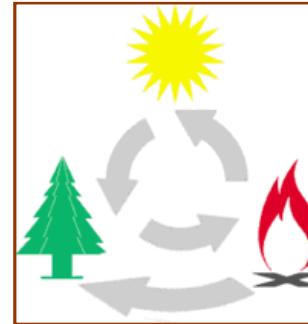


# Holz-Pelletheizung

Netzwerk für  
EnergieEffizienz



Quelle: KWB



## Steckbrief

**Heizwert:** > 4,9 kWh/kg  
Δ 3.250 kWh/m<sup>3</sup>  
**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 vollautomatischer 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 m<sup>3</sup> Holzpellets  $\triangleq$  1.000l Heizöl bzw. 10.000 kWh**
- **Notwendiger Lagerraum = Pelletvolumen + ca. 30% Leerraum**
- **Ca. 0,9 m<sup>3</sup> Raumbedarf bzw. 0,4 – 0,5 m<sup>2</sup> 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 m<sup>2</sup> nach EnEV**  
**Wärmebedarf ca. 8 kW**  
**Heizenergieverbrauch ca. 15.000 kWh/a**  
→ **Holzpelletverbrauch ca. 4,5 m<sup>3</sup>/a**  
**Lagerraum (inkl. Leerraum) ca. 7,2 m<sup>3</sup>**  
**Flächenbedarf ca. 3,4 m<sup>2</sup>**

### Altbau

- **EFH 120 m<sup>2</sup>**  
**Heizenergieverbrauch ca. 25.000 kWh/a**  
→ **Holzpelletverbrauch ca. 7,5 m<sup>3</sup>/a**  
**Lagerraum (inkl. Leerraum) ca. 11 m<sup>3</sup>**  
**Flächenbedarf ca. 5,5 m<sup>2</sup>**

Quelle: Energieagentur NRW

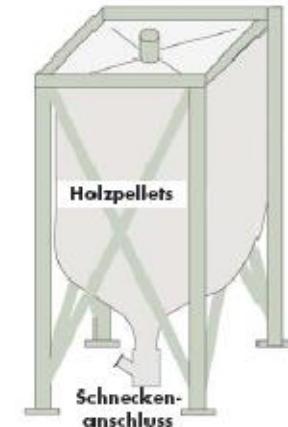
## Pellet-Lagerraum

- 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)**

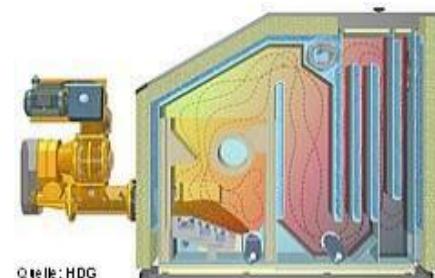
Quelle: Energieagentur NRW

# 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.

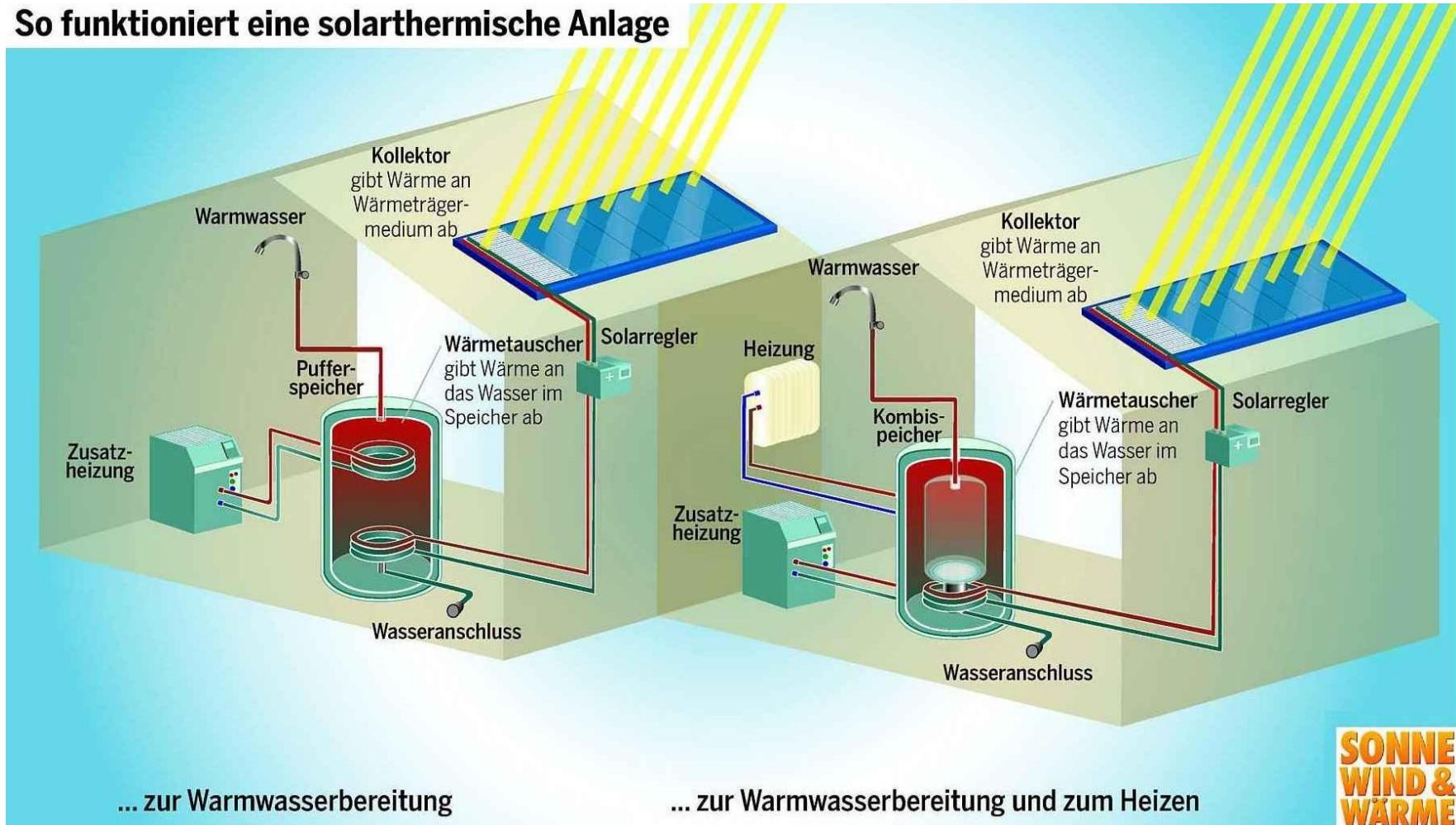
Klaus Kretzschmar  
Dipl.-Phys.

# Solarthermie

*Netzwerk für  
EnergieEffizienz*



# So funktioniert eine solarthermische Anlage



## Heizung der Zukunft

**Jutta Maria Betz**  
Dipl.-Ing.(FH)

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

*Klaus Kretzschmar*  
Dipl.-Phys.

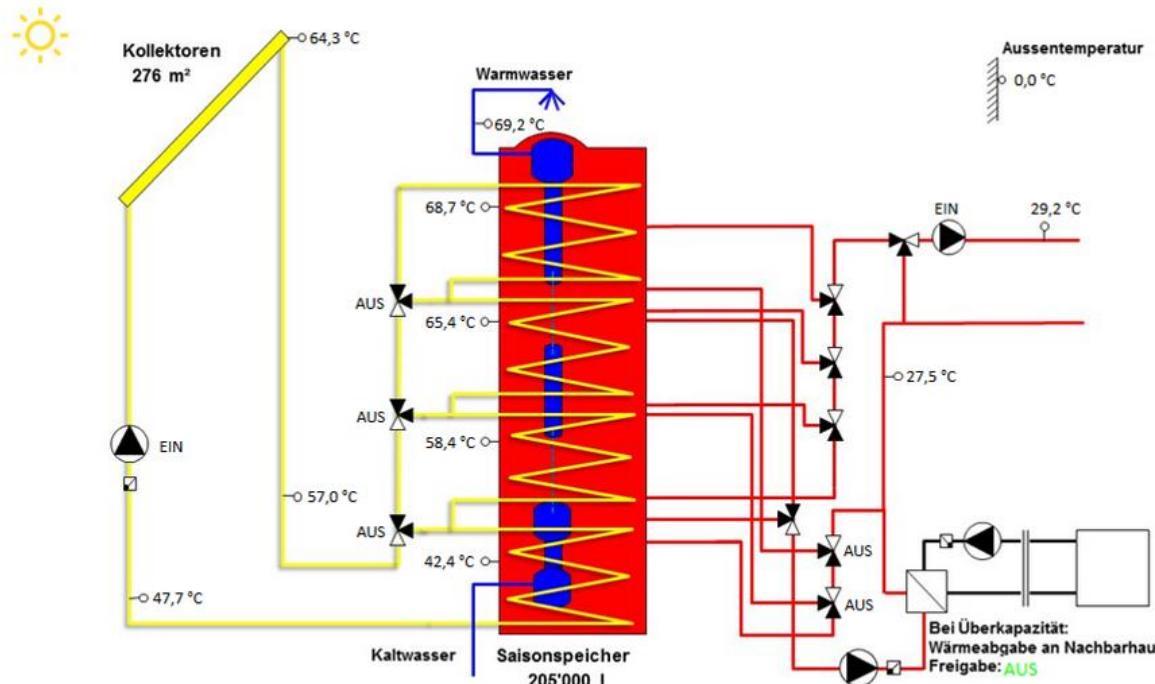
Übersicht

Details

Infos

 **Jenni Energietechnik**  
Ihr Partner für erneuerbare Energien und solares Heizen

12:03:40  
21.12.2016



Anlage:  
MFH Jenni  
Lochbachstrasse 38  
3414 Oberburg  
Baujahr: 2007

Systemlieferant:  
Jenni Energietechnik AG  
Lochbachstr. 22  
3414 Oberburg  
www.jenni.ch  
034 420 30 00

Kollektor:  
275 Quadratmeter  
Deckungsgrad: +100%

Speicher:  
Swiss Solartank  
205'000 Liter  
Made in Oberburg

Heizkessel:  
keine Zusatzheizung

Steuerung:  
TA UVR1611  
Webinterface: TA CMI

Heizung der Zukunft

**Jutta Maria Betz**  
Dipl.-Ing.(FH)

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

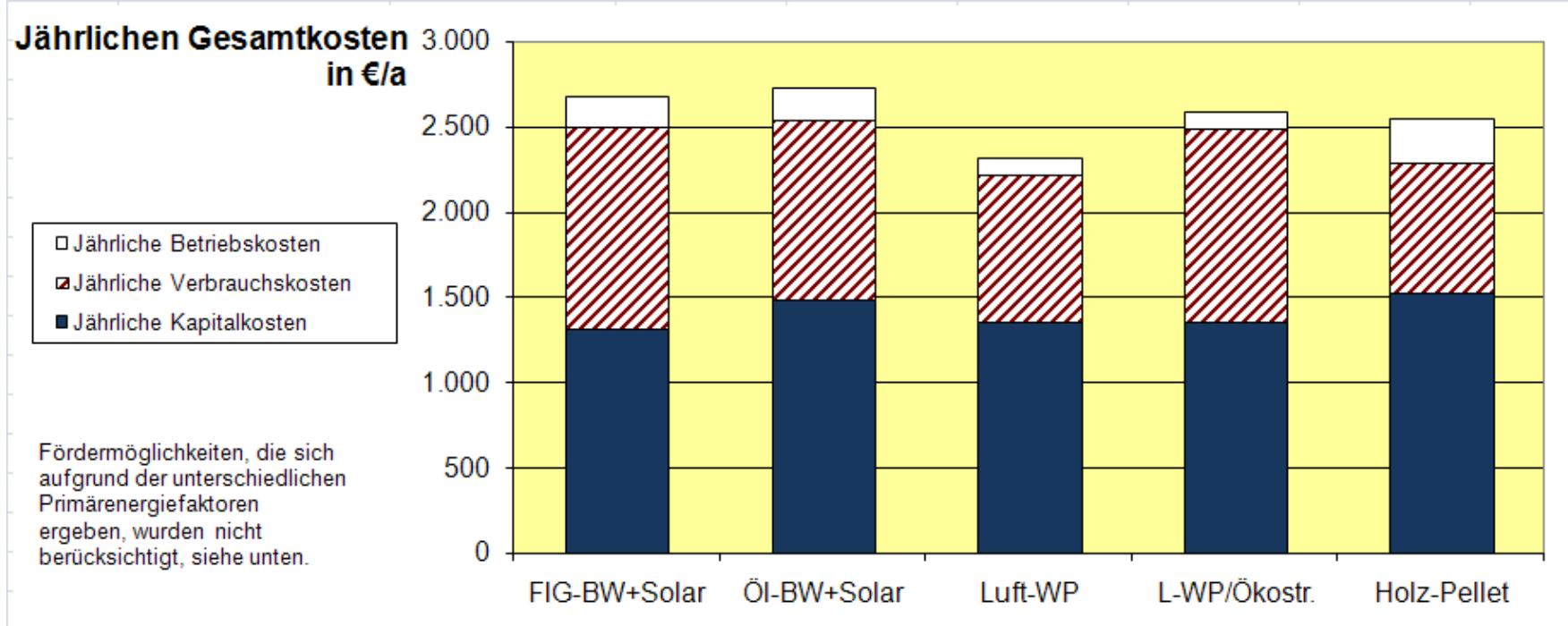
**Klaus Kretzschmar**  
Dipl.-Phys.

# Wirtschaftlichkeitsvergleich

Netzwerk für  
EnergieEffizienz



EnergieminusCO<sub>2</sub>.de



Fördermöglichkeiten nach	Variante 1	Variante 2	Variante 3	Variante 4	Variante 5
<b>KfW Energieeffizient Bauen</b>	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 undt 150 m<sup>2</sup> Wohnfläche.

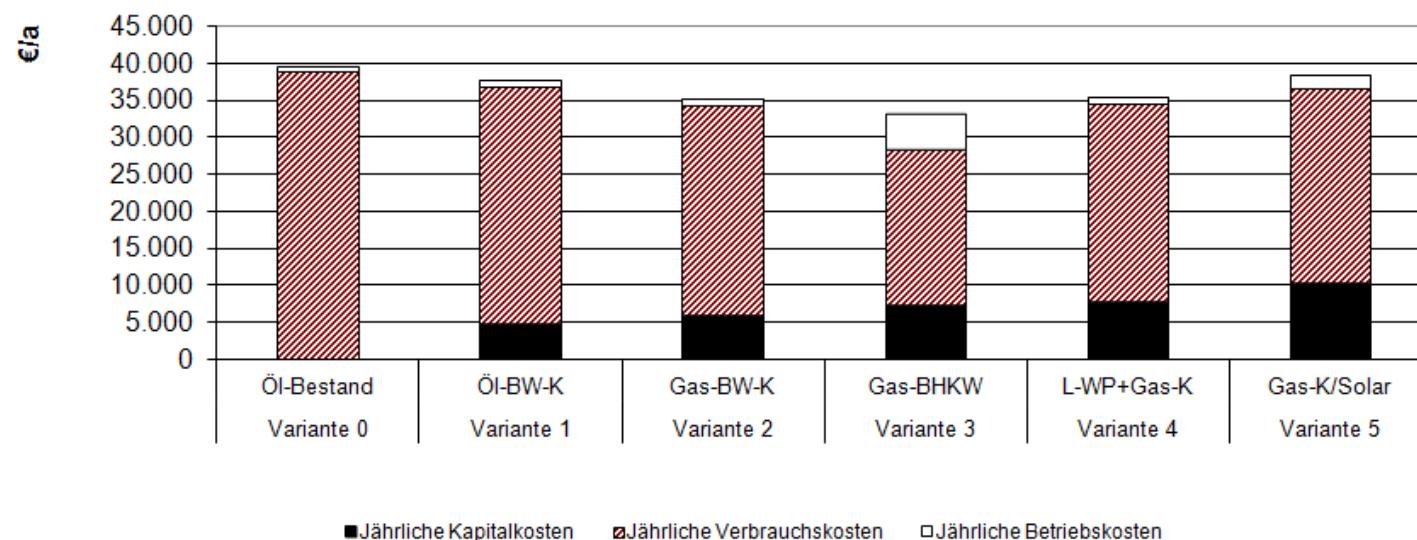
# Wirtschaftlichkeitsvergleich

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 11.787	26.800	26.600	€/a
darin enthalten: Wert der Eigenstromerzeugung								€/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	$P_W = K/Q_N$	<b>0,083</b>	<b>0,079</b>	<b>0,074</b>	<b>0,069</b>	<b>0,074</b>	<b>0,080</b>	€/kWh
Investitions-Mehrko.ggüb.Var.1	$K_{IM} = K_{IF2,LIS} - K_{IF01}$	-	86.500	136.500	169.400	177.400	224.900	€
Jährl.Kosteneinsp.ggüb.Var.1	$\Delta K = (K_V + K_B)_1 - (K_V + K_B)2_{LIS}$	-	6.500	10.100	13.700	11.900	11.300	€/a
Statische Amortisationszeit	$A = K_{IM} / \Delta K$	-	<b>13</b>	<b>14</b>	<b>12</b>	<b>15</b>	<b>20</b>	a

## Jährlichen Gesamtkosten



Wohnanlage mit 60 WE, Baujahr 1971

Heizung der Zukunft

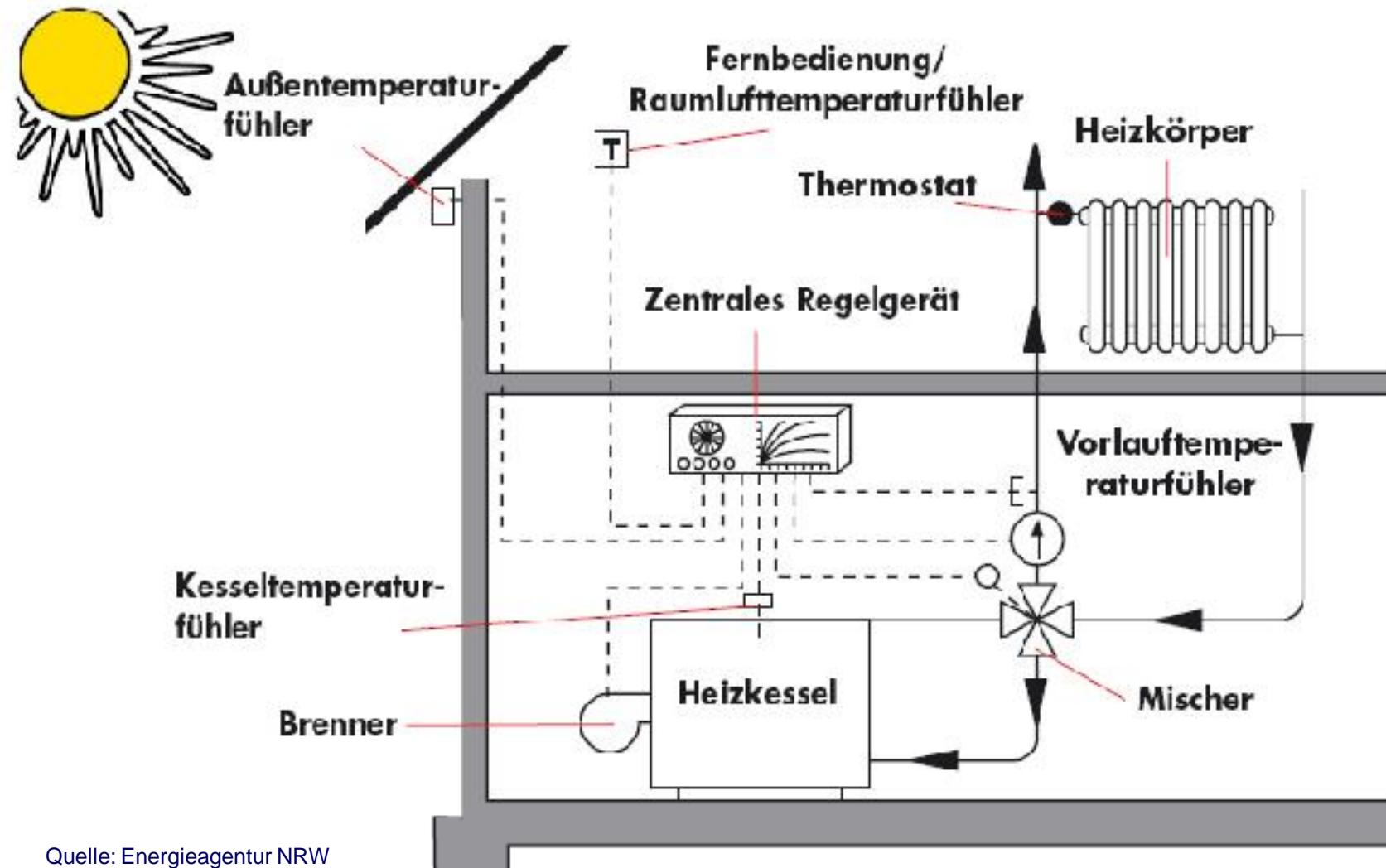
Jutta Maria Betz  
Dipl.-Ing.(FH)

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

Klaus Kretzschmar  
Dipl.-Phys.

# Witterungsgeführte Regelung

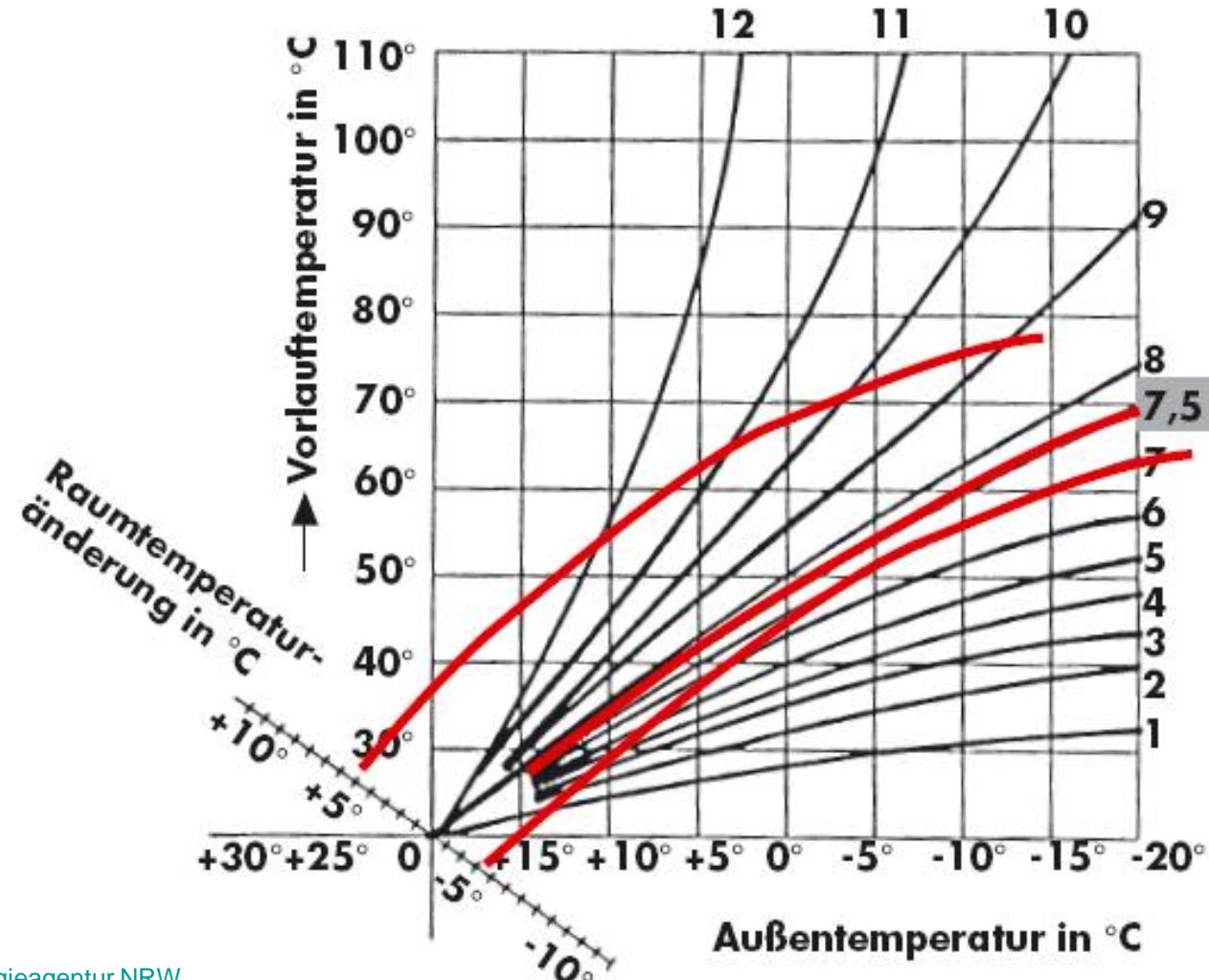
Netzwerk für  
EnergieEffizienz



Quelle: Energieagentur NRW

# Heizkurve

Netzwerk für  
EnergieEffizienz



Quelle: Energieagentur NRW

Heizung der Zukunft

Jutta Maria Betz  
Dipl.-Ing.(FH)

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

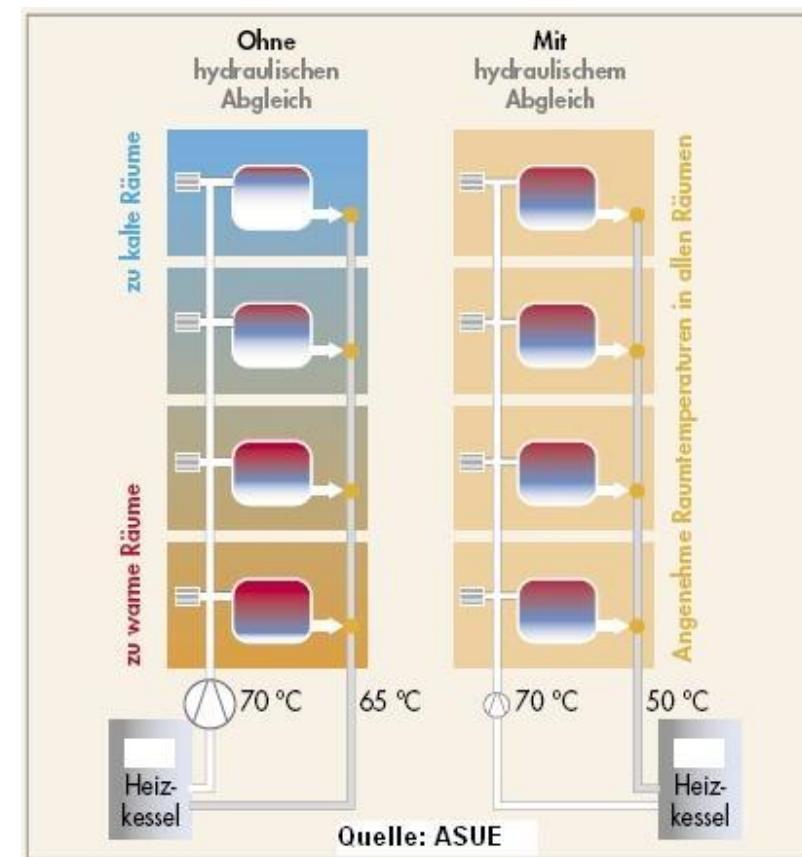
Klaus Kretzschmar  
Dipl.-Phys.

# Hydraulischer Abgleich

Netzwerk für  
EnergieEffizienz

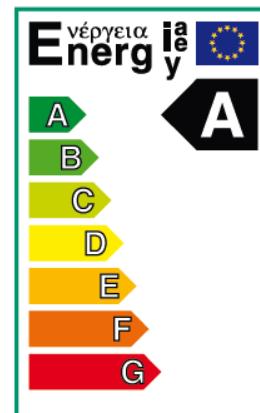


- Ein hydraulischer Abgleich des Heizungssystems muß durchgeführt werden:
- Die gleichmäßige Verteilung des Heizmediums auf alle Heizflächen ist **Voraussetzung für das reibungslose und energiesparende Funktionieren** einer Heizungsanlage.
- Ein weiterer Vorteil des hydraulischen Abgleiches ist die **Verringerung 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.

# Dezentrale Wohnungsstationen

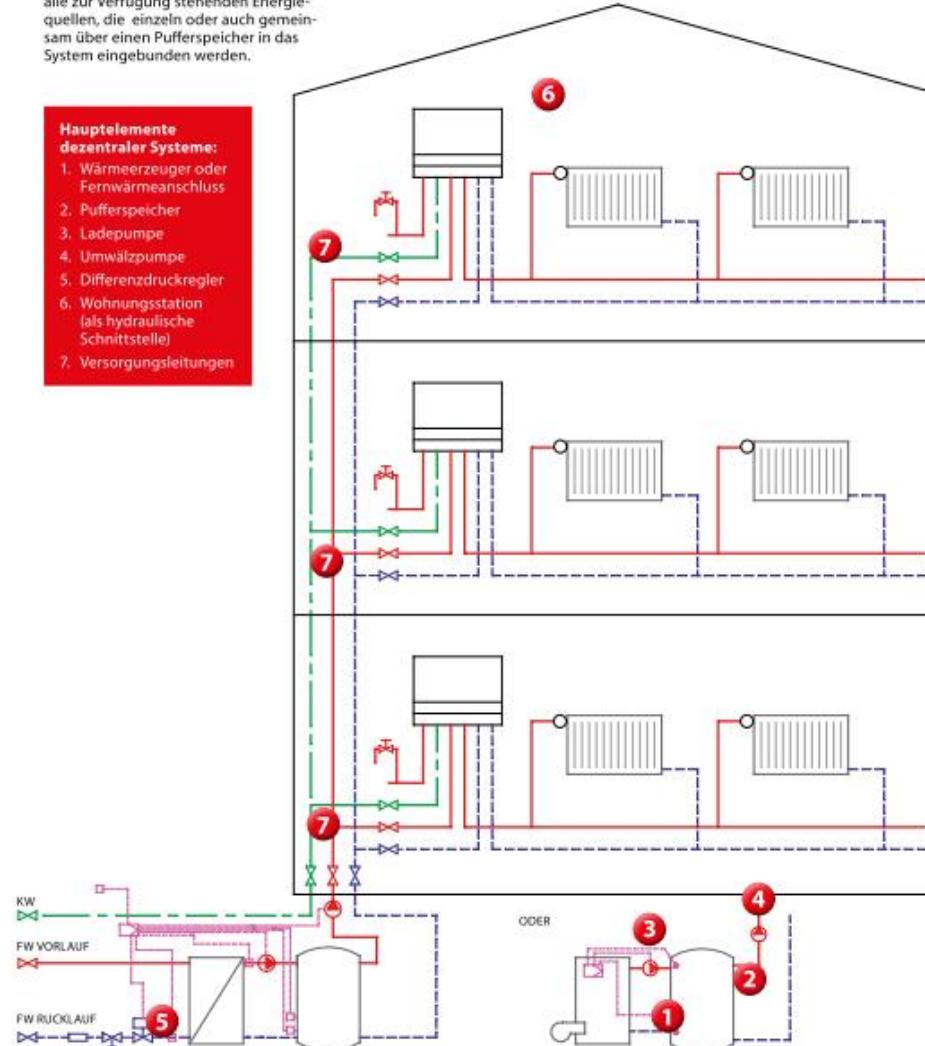
Netzwerk für  
EnergieEffizienz



EnergieminusCO<sub>2</sub>.de

## Zentrale Wärmeerzeugung und dezentrale Wärmeverteilung

Für dezentrale Systeme eignen sich alle zur Verfügung stehenden Energiequellen, die einzeln oder auch gemeinsam über einen Pufferspeicher in das System eingebunden werden.



Heizung der Zukunft

Jutta Maria Betz  
Dipl.-Ing.(FH)

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

Klaus Kretzschmar  
Dipl.-Phys.

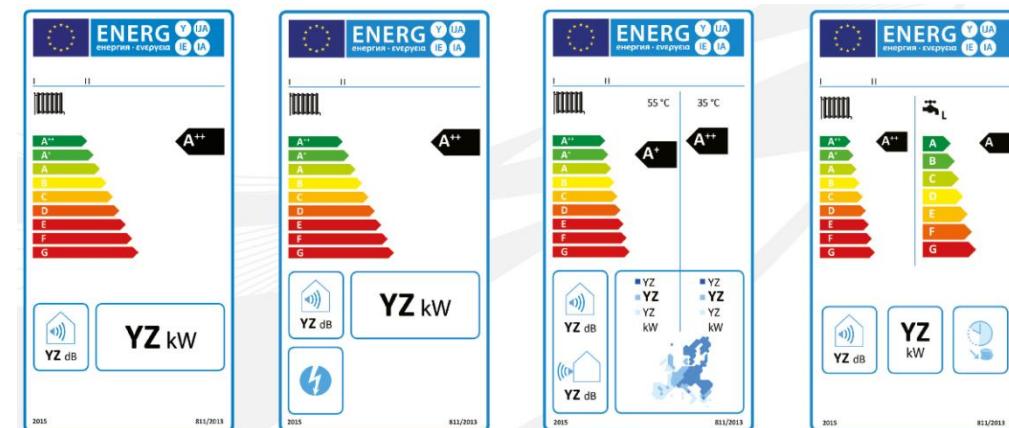
# Energielabel für neue Heizungen

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 Speicherinhalt (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



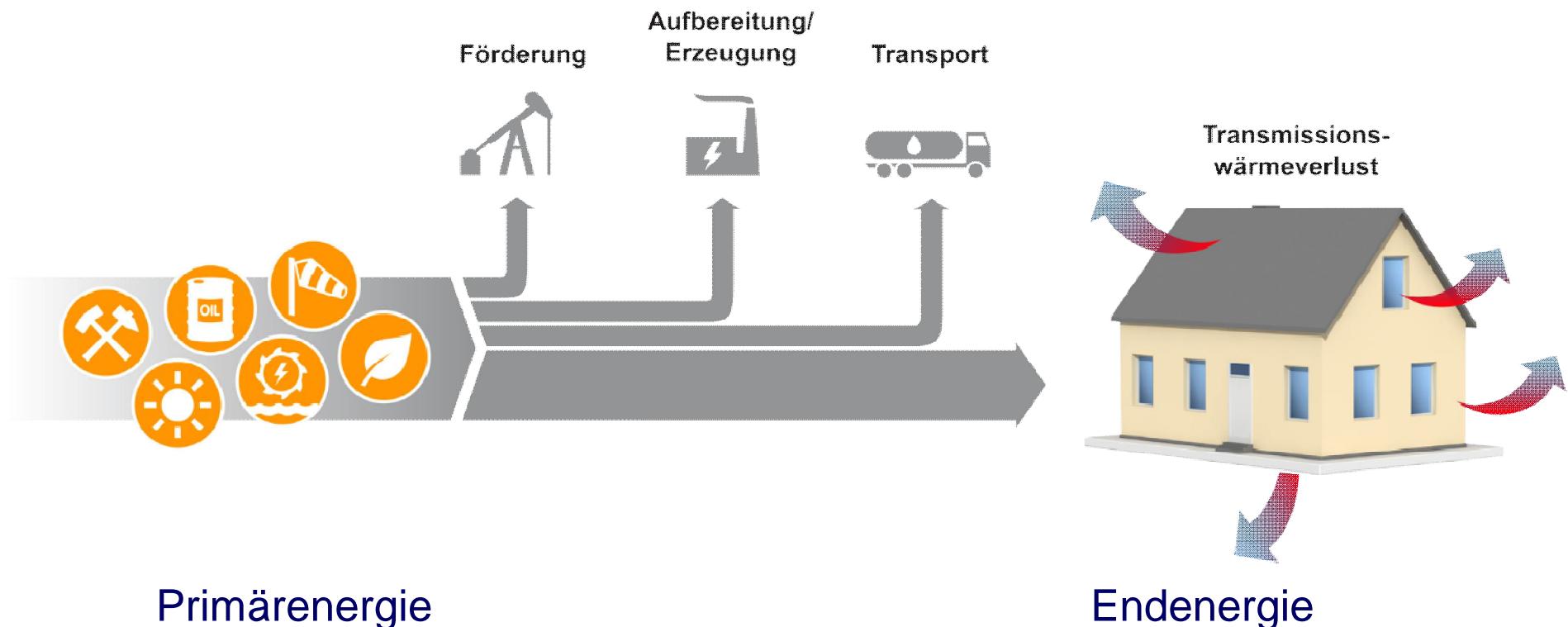
- Kennzeichnungspflicht gilt zunächst nur für Heizgeräte die gasförmige und flüssige Brennstoffe nutzen
- Nennleistung bis 400 kW
- älter als 15 Jahre
- Schornsteinfeger, Heizungsinstallateure sowie Gebäudeenergieberater des Handwerks und EnEV-Aussteller (§ 21 EnEV) sind autorisiert das Etikett anzubringen.

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

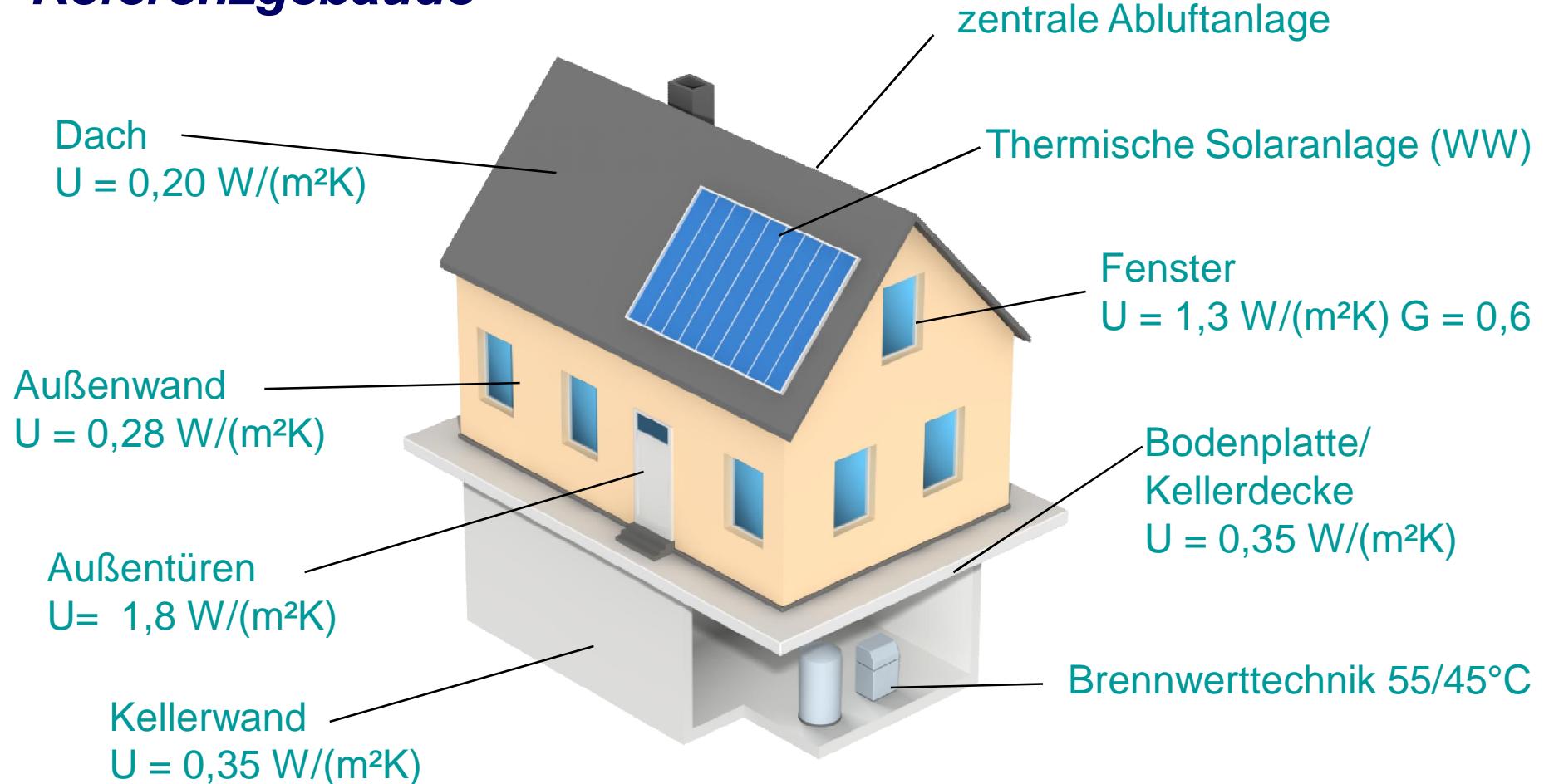
## **Wohngebäude - Nichtwohngebäude**

- 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

## von Primär- zu Endenergie



## 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 W/(m<sup>2</sup>K),  
**oder** Dachdämmung mit 0,24 W/(m<sup>2</sup>K))  
Übergangsfrist bis spätestens 31.12.2015

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



Solare  
Strahlungsenergie  
15%



Gasförmige  
Biomasse  
30%



Flüssige  
Biomasse  
50%



Feste Biomasse  
50%



Geothermie,  
Umweltwärme  
50%

Ersatzmaßnahmen:



Kraft-Wärme-Kopplung,  
Abwärme,  
Nah- oder Fernwärme



EnEV -15%

## KfW-Förderung

### » Energieeffizient Sanieren – Kredit (151/152)

Förderstufen und Tilgungszuschüsse

Förderstufen	Jahresprimär-energiebedarf	Transmissionswärmeverlust	Tilgungszuschuss	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:            | › <b>30,0 %</b> Zuschuss, max. 30.000 Euro je WE* |
| › KfW-Effizienzhaus 70:            | › <b>25,0 %</b> Zuschuss, max. 25.000 Euro je WE  |
| › KfW-Effizienzhaus 85:            | › <b>20,0 %</b> Zuschuss, max. 20.000 Euro je WE  |
| › KfW-Effizienzhaus 100:           | › <b>17,5 %</b> Zuschuss, max. 17.500 Euro je WE  |
| › KfW-Effizienzhaus 115 / Denkmal: | › <b>15,0 %</b> Zuschuss, max. 15.000 Euro je WE  |
| › Heizungs-/Lüftungspaket:         | › <b>15,0 %</b> Zuschuss, max. 7.500 Euro je WE   |
| › Einzelmaßnahmen:                 | › <b>10,0 %</b> Zuschuss, max. 5.000 Euro je WE   |

► Antragstellung direkt bei der KfW: [www.kfw.de/430](http://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<sub>el</sub>

### ► 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...

## Heizung der Zukunft

Jutta Maria Betz  
Dipl.-Ing.(FH)

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

Klaus Kretzschmar  
Dipl.-Phys.

## durch BAFA - Sonstiges:



### Heizungsoptimierung

Seit 1. August 2016 werden der Ersatz von Heizungspumpen und Warmwasserrücklauftankpumpen 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



### Programmteil Heizungstausch-Plus

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



### Programmteil EnergieSystemHaus

## **zusätzlich in Bayern** (Fortsetzung 10.000-Häuser-Programm)



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

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 Solarthermieanlage mit großem Wärmespeicher	1.000 – 9.000 €
5 Holzpelletheizung mit Brennwerttechnik oder Partikelabscheider (in Verbindung mit Wärmespeicher)	1.500 €

## *und von der n-ergie: CO<sub>2</sub>-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-CO<sub>2</sub>-Minderungsprogramm gilt nur für Strom-/Erdgas-Kunden der n-ergie.**

# Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

*Netzwerk für EnergieEffizienz*



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.