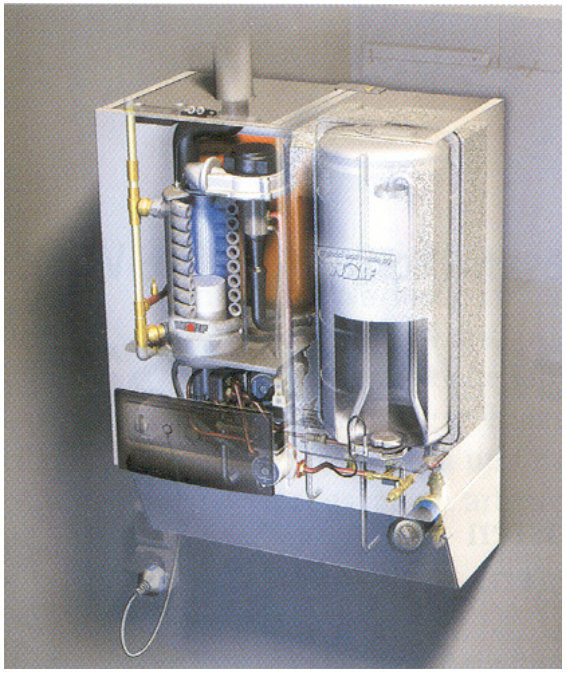
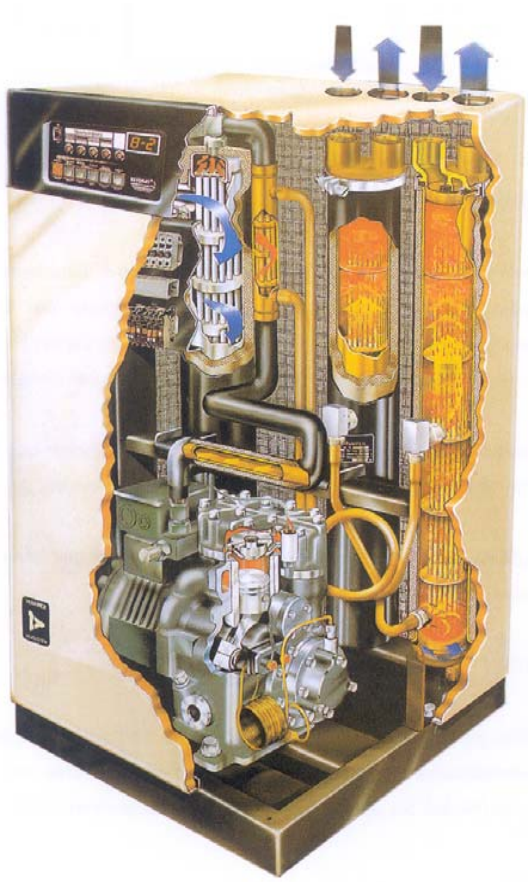
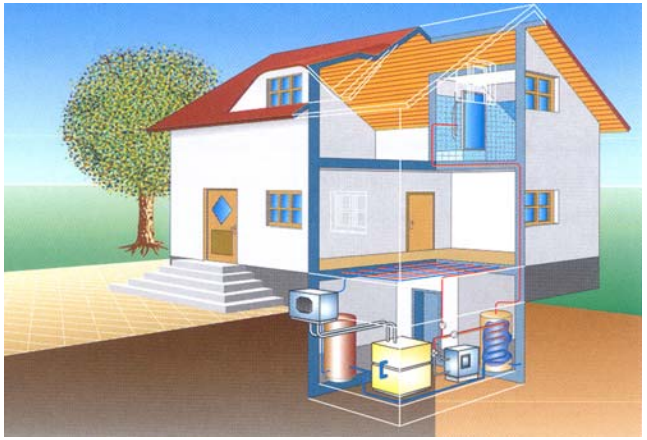
Hochschule Esslingen
University of Applied Sciences

Prof. Dr.-Ing. Martin Dehli: Wärmeversorgung von Altbauten

Wärmeversorgung von Altbauten



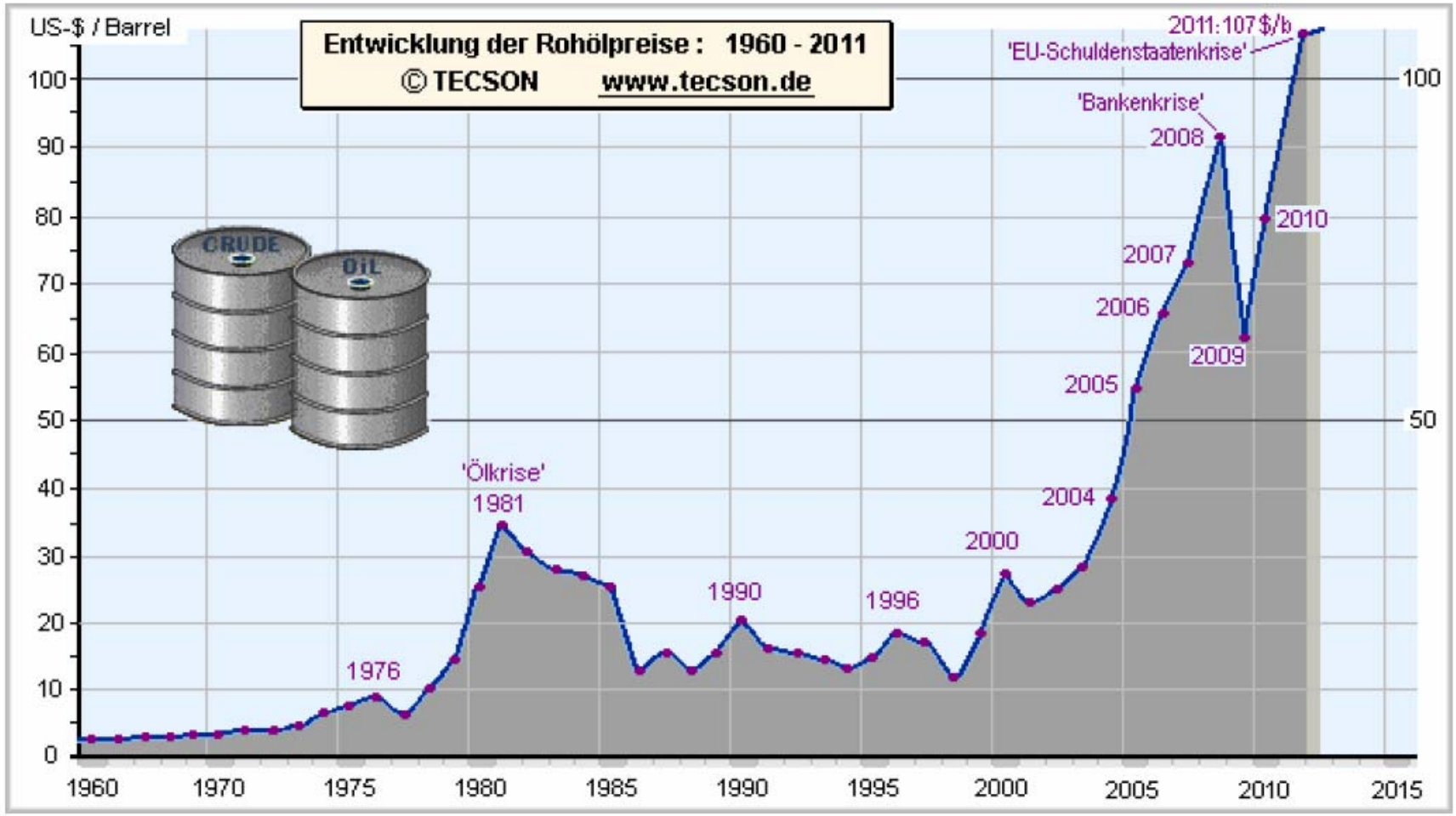




- **Hausbesitzer, Bauherren, Architekten und TGA-Planungsingenieure müssen sich mit einer kaum mehr zu überschauenden Vielfalt von Wettbewerbs- und Ergänzungssystemen**
  - für die **Wärmeversorgung** (für Heizen und Trinkwassererwärmung)
  - ggfs. für die **Kühlung**
  auseinandersetzen.

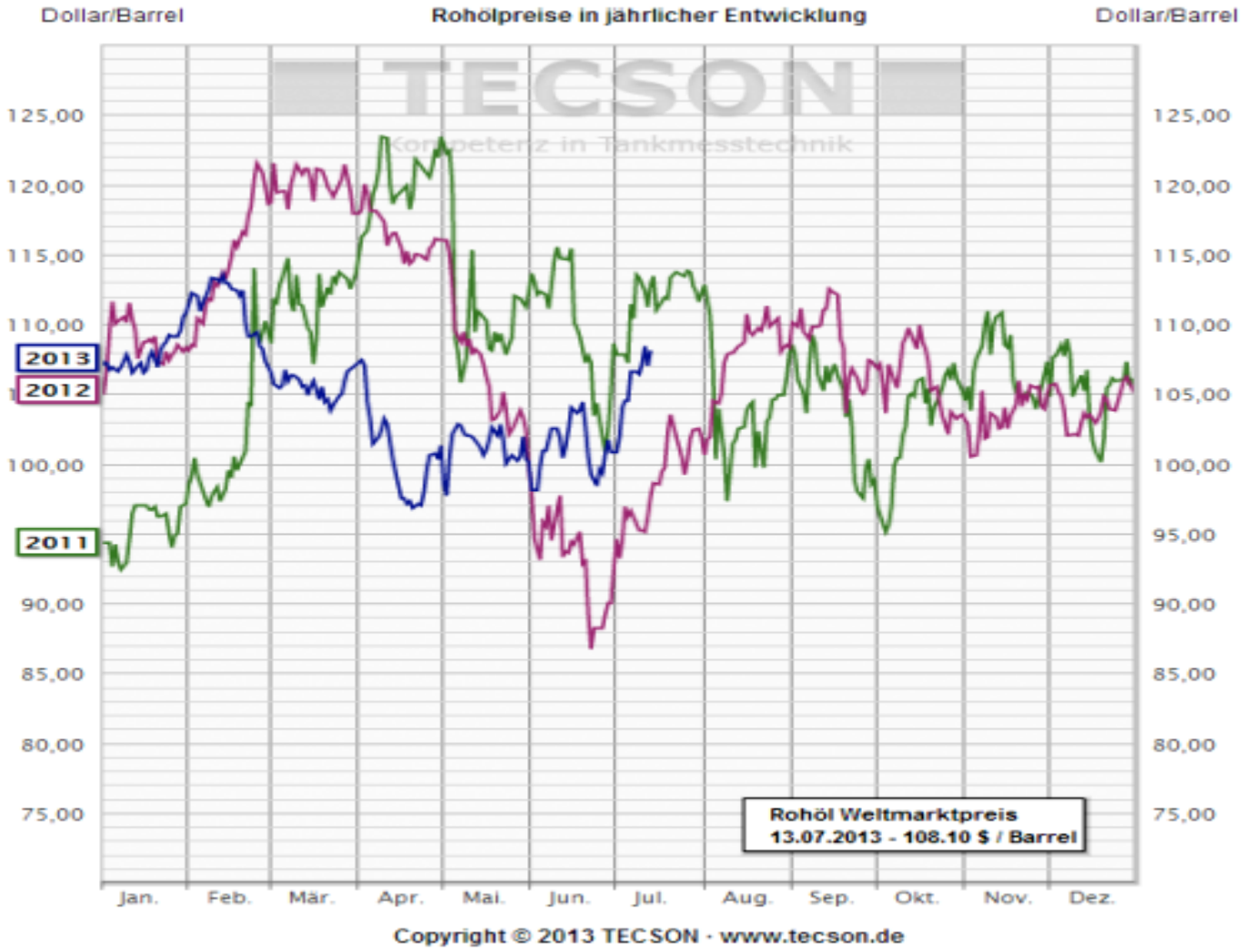
- **Entscheidungskriterien:**

- **Kosten und Wirtschaftlichkeit**
- **Technische Eigenschaften** im Hinblick auf die Erfordernisse des jeweiligen Anwendungsfalls
- **Technische Reife** (Lebensdauer, Aufwand für Wartung und Instandhaltung, Risiken hinsichtlich Betriebssicherheit und Gewährleistungsfragen)
- **Ökologische Vor- oder Nachteile** (Emissionen, Ressourcenschonung)
- **Energieeffizienz**

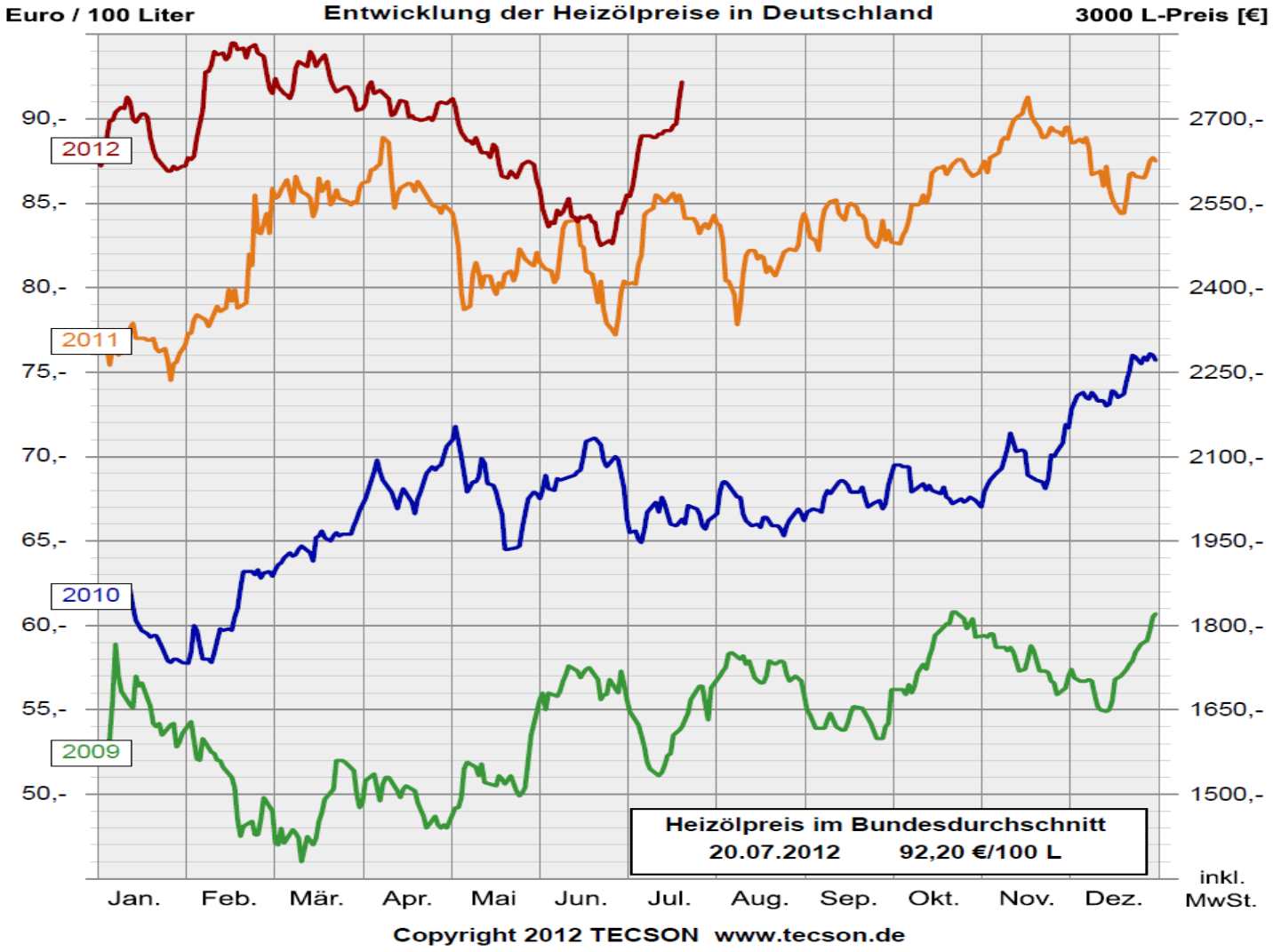


Entwicklung der Erdölpreise / Rohölpreise im Jahresmittel

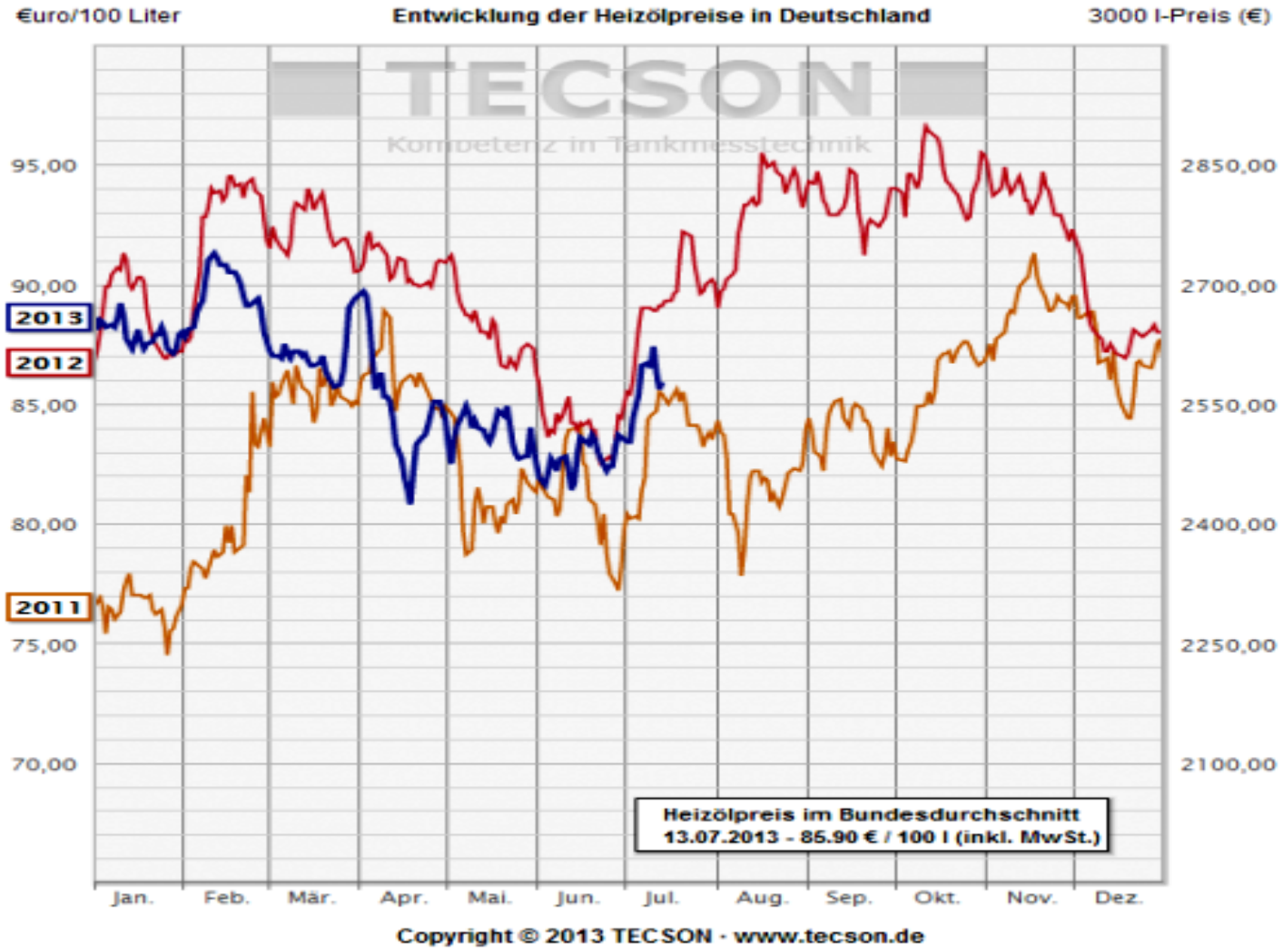
Entwicklung der Rohölpreise zwischen 1960 und 2012
(Quelle: Tecson)



Entwicklung der Rohölpreise zwischen 2011 und 2013 (Quelle: Tecson)



Entwicklung der Heizölpreise in Deutschland zwischen 2009 und 2012 (Quelle: Tecson)



Entwicklung der Heizölpreise in Deutschland zwischen 2009 und 2012 (Quelle: Tecson)

ENERGIEAUSWEIS für Wohngebäude

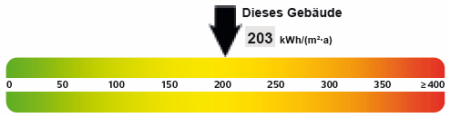
gemäß den §§ 16 ff. Energieeinsparverordnung (EnEV)

Erfasster Energieverbrauch des Gebäudes

Musterstr. 123b
Vorderhaus

3

Energieverbrauchskennwert



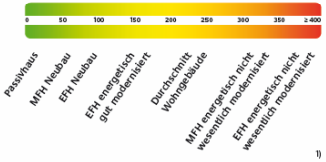
Energieverbrauch für Warmwasser: ☒ enthalten ☐ nicht enthalten

☐ Das Gebäude wird auch gekühlt; der typische Energieverbrauch für Kühlung beträgt bei zeitgemäßen Geräten etwa 6 kWh je m² Gebäudenutzfläche und Jahr und ist im Energieverbrauchskennwert nicht enthalten.

Verbrauchserfassung – Heizung und Warmwasser

Energieträger	Zeitraum von	Zeitraum bis	Energieverbrauch [kWh]	Anteil Warmwasser [kWh]	Klimafaktor	Energieverbrauchskennwert in kWh/(m²·a) (zeitlich bereinigt, klimabereinigt) Heizung	Warmwasser	Kennwert
Erdgas H	01.01.2006	31.12.2006	106.268	19.128	1,07	162,2	33,3	195,4
Erdgas H	01.01.2007	31.12.2007	114.826	20.669	1,06	173,6	35,9	209,5
Erdgas H	01.01.2008	31.12.2008	109.422	19.696	1,08	168,5	34,3	202,8
							Durchschnitt	202,6

Vergleichswerte Endenergiebedarf



1)

Die modellhaft ermittelten Vergleichswerte beziehen sich auf Gebäude, in denen die Wärme für Heizung und Warmwasser durch Heizkessel im Gebäude bereitgestellt wird.

Soll ein Energieverbrauchskennwert verglichen werden, der keinen Warmwasseranteil enthält, ist zu beachten, dass auf die Warmwasserbereitung je nach Gebäudegröße 20 – 40 kWh/(m²·a) entfallen können.

Soll ein Energieverbrauchskennwert eines mit Fern- oder Nahwärme beheizten Gebäudes verglichen werden, ist zu beachten, dass hier normalerweise ein um 15 – 30 % geringerer Energieverbrauch als bei vergleichbaren Gebäuden mit Kesselheizung zu erwarten ist.

Erläuterungen zum Verfahren

Das Verfahren zur Ermittlung von Energieverbrauchskennwerten ist durch die Energieeinsparverordnung vorgegeben. Die Werte sind spezifische Werte pro Quadratmeter Gebäudenutzfläche (A_N) nach Energieeinsparverordnung. Der tatsächliche Verbrauch einer Wohnung oder eines Gebäudes weicht insbesondere wegen des Witterungseinflusses und sich ändernden Nutzerverhaltens vom angegebenen Energieverbrauchskennwert ab.

1) EFH: Einfamilienhäuser, MFH: Mehrfamilienhäuser

ENERGIEAUSWEIS für Wohngebäude

gemäß den §§ 16 ff. Energieeinsparverordnung (EnEV)

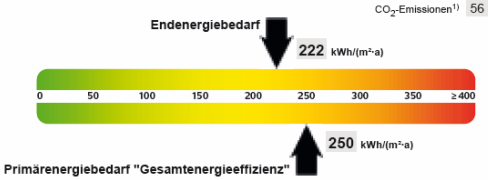
Berechneter Energiebedarf des Gebäudes

Musterstr. 123b
Vorderhaus

2

Energiebedarf

CO_2-Emissionen 1) 56 [kg/(m²·a)]



Anforderungen gemäß EnEV 2)

Primärenergiebedarf
Ist-Wert kWh/(m²·a) Anforderungswert kWh/(m²·a)

Energetische Qualität der Gebäudehülle H'_T
Ist-Wert W/(m²·K) Anforderungswert W/(m²·K)

Sommerlicher Wärmeschutz (bei Neubau) ☐ eingehalten

Für Energiebedarfsberechnungen verwendetes Verfahren

☒ Verfahren nach DIN V 4108-6 und DIN V 4701-10
☐ Verfahren nach DIN V 18599
☐ Vereinfachungen nach § 9 Abs. 2 EnEV

Endenergiebedarf

Energieträger	Jährlicher Endenergiebedarf in kWh/(m²·a) für Heizung	Warmwasser	Hilfsgeräte 4)	Gesamt in kWh/(m²·a)
Erdgas H	177,9	40,5	0,0	218,4
Strom	0,0	0,0	3,6	3,6

Ersatzmaßnahmen 3)

Anforderungen nach § 7 Nr. 2 EEWärmeG

☐ Die um 15 % verschärften Anforderungswerte sind eingehalten.

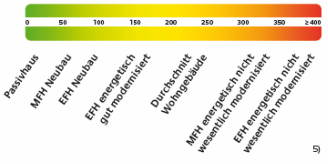
Anforderungen nach § 7 Nr. 2 i. V. m. § 8 EEWärmeG

Die Anforderungswerte der EnEV sind um % verschärft.

Primärenergiebedarf
Verschärfter Anforderungswert: kWh/(m²·a)

Transmissionswärmeverlust H'_T
Verschärfter Anforderungswert: W/(m²·K)

Vergleichswerte Endenergiebedarf



5)

Erläuterungen zum Berechnungsverfahren

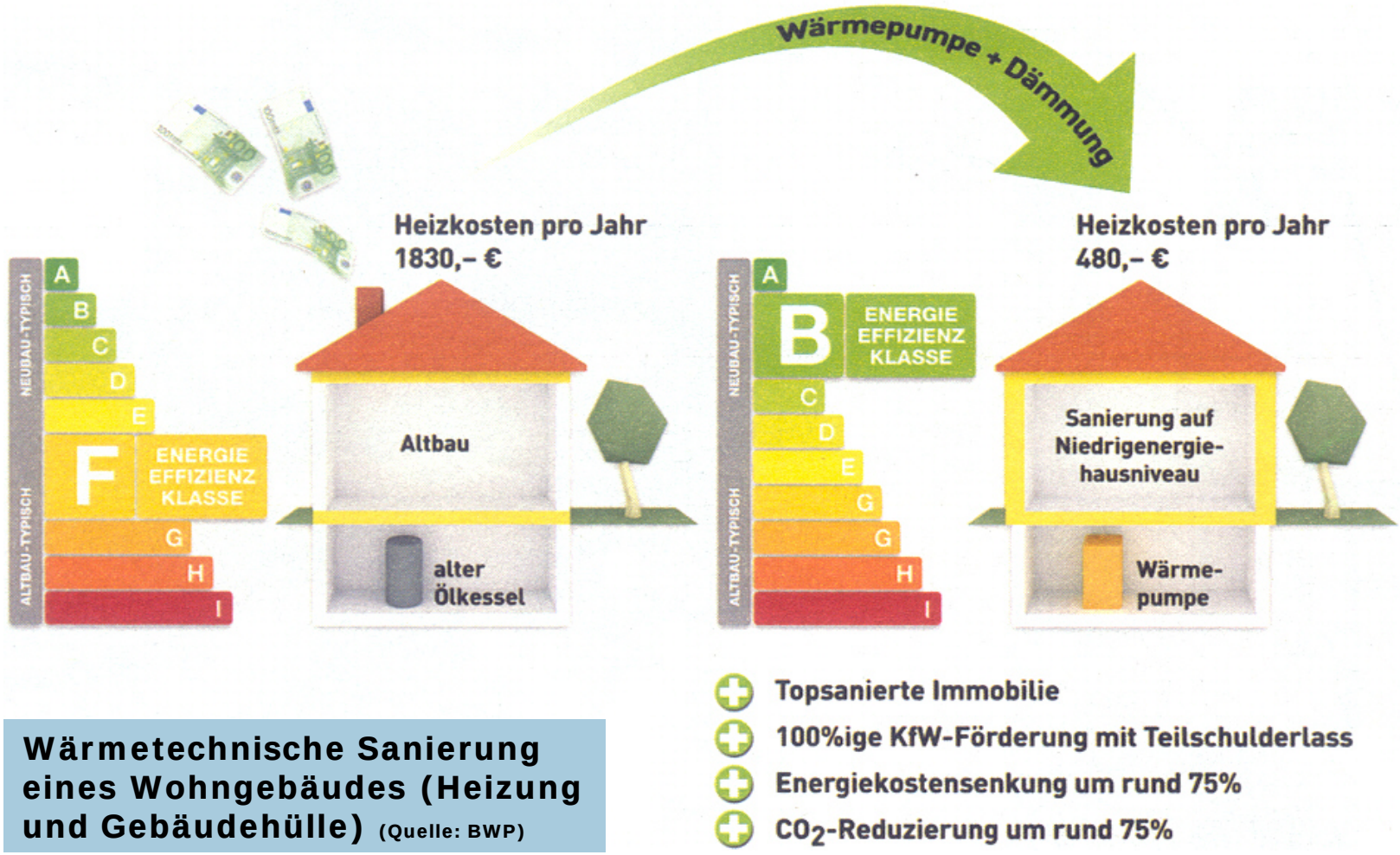
Die Energieeinsparverordnung lässt für die Berechnung des Energiebedarfs zwei alternative Berechnungsverfahren zu, die im Einzelfall zu unterschiedlichen Ergebnissen führen können. Insbesondere wegen standardisierter Randbedingungen erlauben die angegebenen Werte keine Rückschlüsse auf den tatsächlichen Energieverbrauch. Die ausgewiesenen Bedarfswerte sind spezifische Werte nach der EnEV pro Quadratmeter Gebäudenutzfläche (A_N).

1) Freiwillige Angabe 2) bei Neubau sowie bei Modernisierung im Fall des § 16 Abs. 1 Satz 2 EnEV 3) nur bei Neubau im Falle der Anwendung von § 7 Nr. 2 Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz 4) Ggf. einschließlich Kühlung 5) EFH: Einfamilienhäuser, MFH: Mehrfamilienhäuser

Quelle: dena/BMVBS

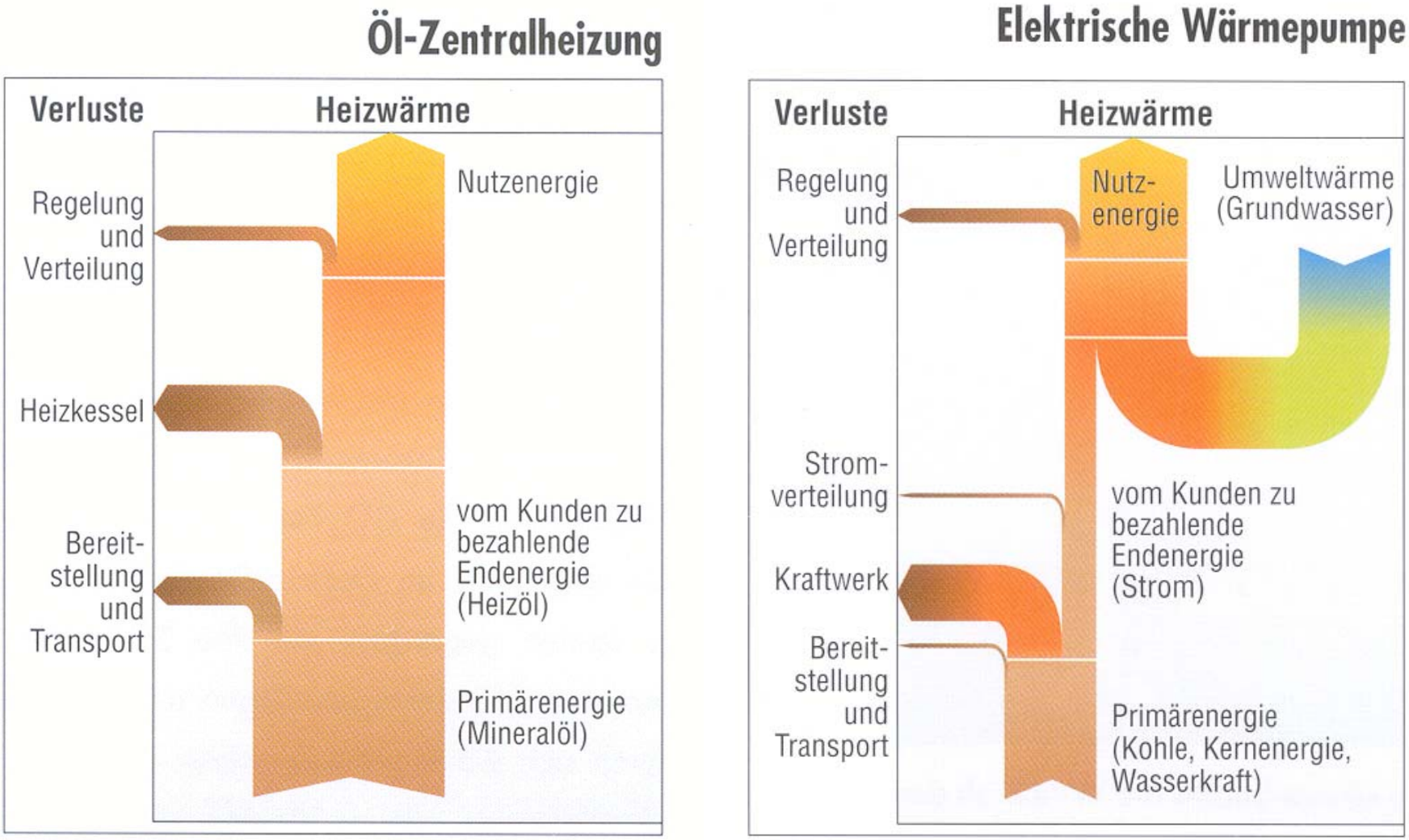
Energieausweis für Wohngebäude (Quelle: Bundesministerium für Bauwesen (BMVBS), dena)

Heizungssanierung - mit dem Altbau auf Niedrigenergiehausniveau

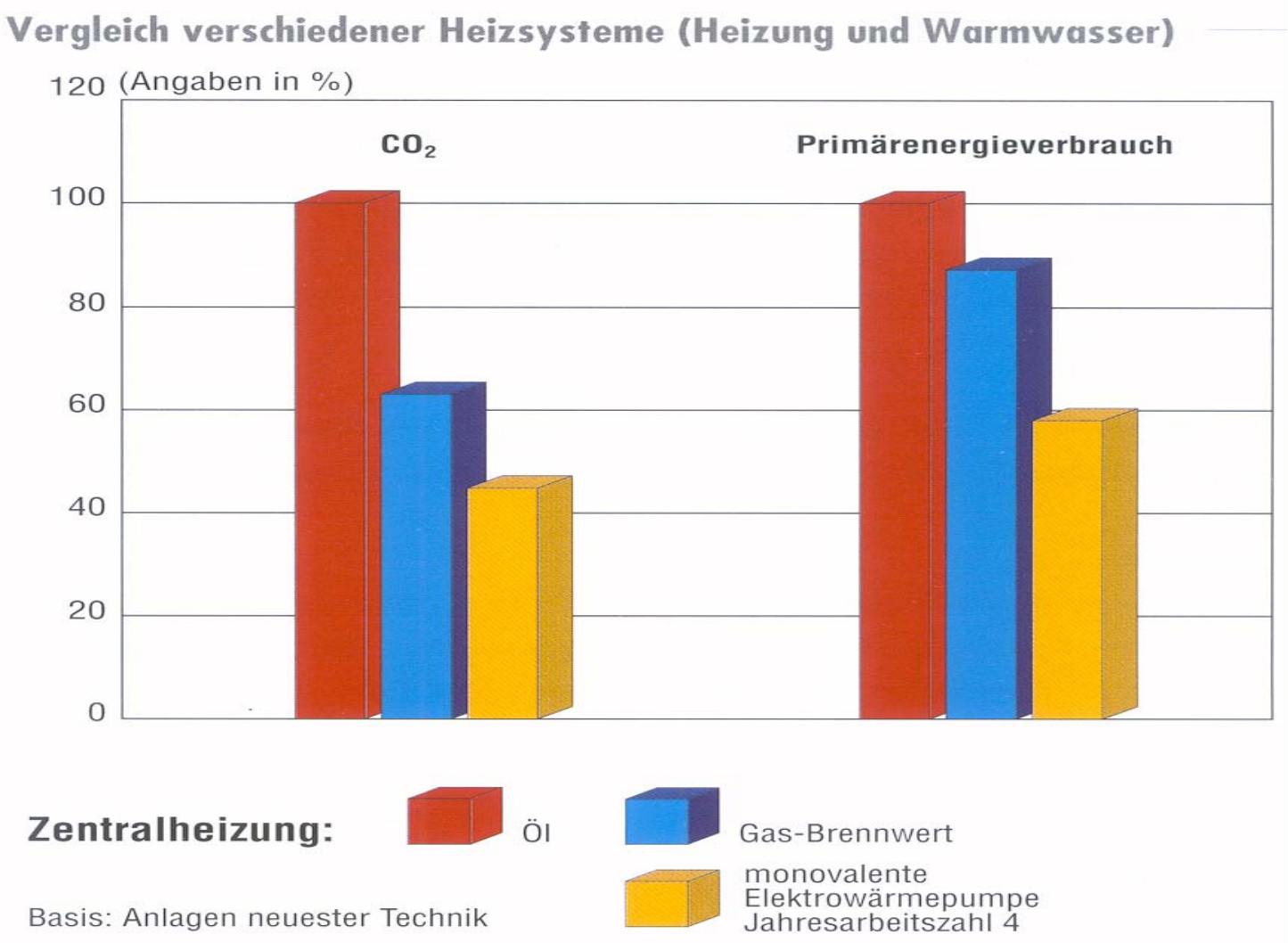


Wärmetechnische Sanierung eines Wohngebäudes (Heizung und Gebäudehülle) (Quelle: BWP)

- Topsanierte Immobilie
- 100%ige KfW-Förderung mit Teilschulderlass
- Energiekostensenkung um rund 75%
- CO_2-Reduzierung um rund 75%



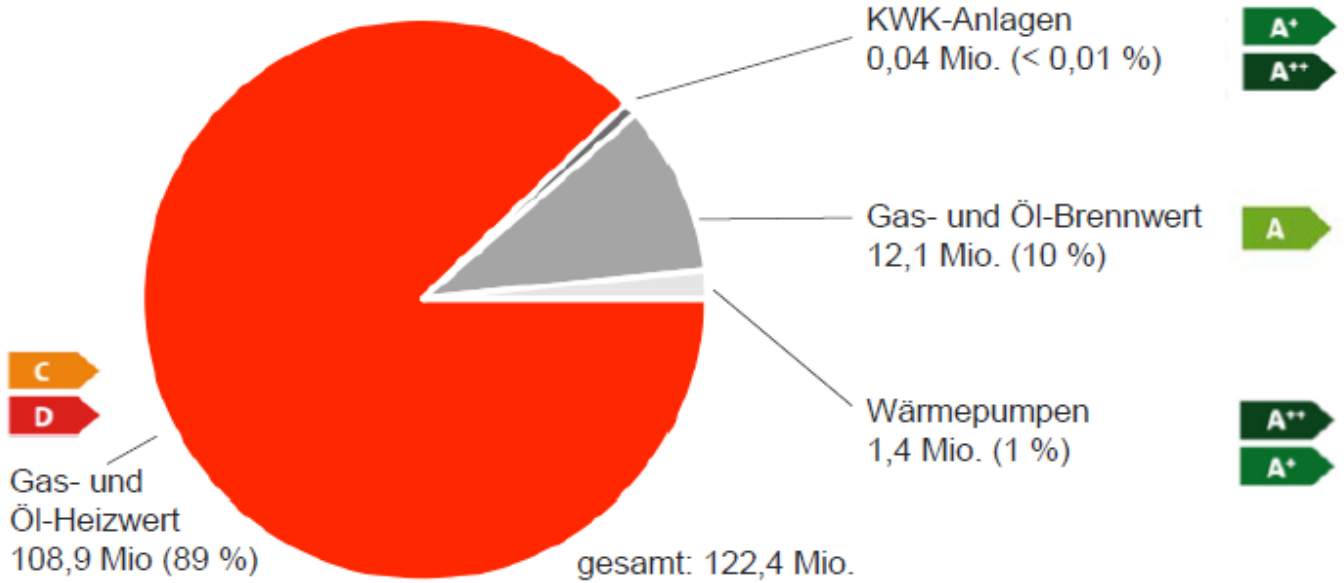
Energieumwandlungsketten für eine Öl-Zentralheizung und für eine elektrische Wärmepumpe (Quelle: BWP)



Spezifische CO_2-Emissionen und Primärenergieverbrauch unterschiedlicher Heizsysteme (Quelle: BWP)

Anlagenbestand in Europa

Modernisierungsstau muss aufgelöst werden



- 89 Prozent des Anlagenbestands in der EU sind nicht effizient („C“, „D“). Die größten Einsparpotenziale können durch Sanierung des Anlagenbestands gehoben werden.

Quellen: Eurostat, Euroheat and Power, JRC IPTS Ecolabel Study

Effizienz von Heizungsanlagen in Europa (Bestand)
(Quelle: Eurostat, Euroheat and Power, JRC IPTS Ecolabel Study)

Hochschule Esslingen
University of Applied Sciences

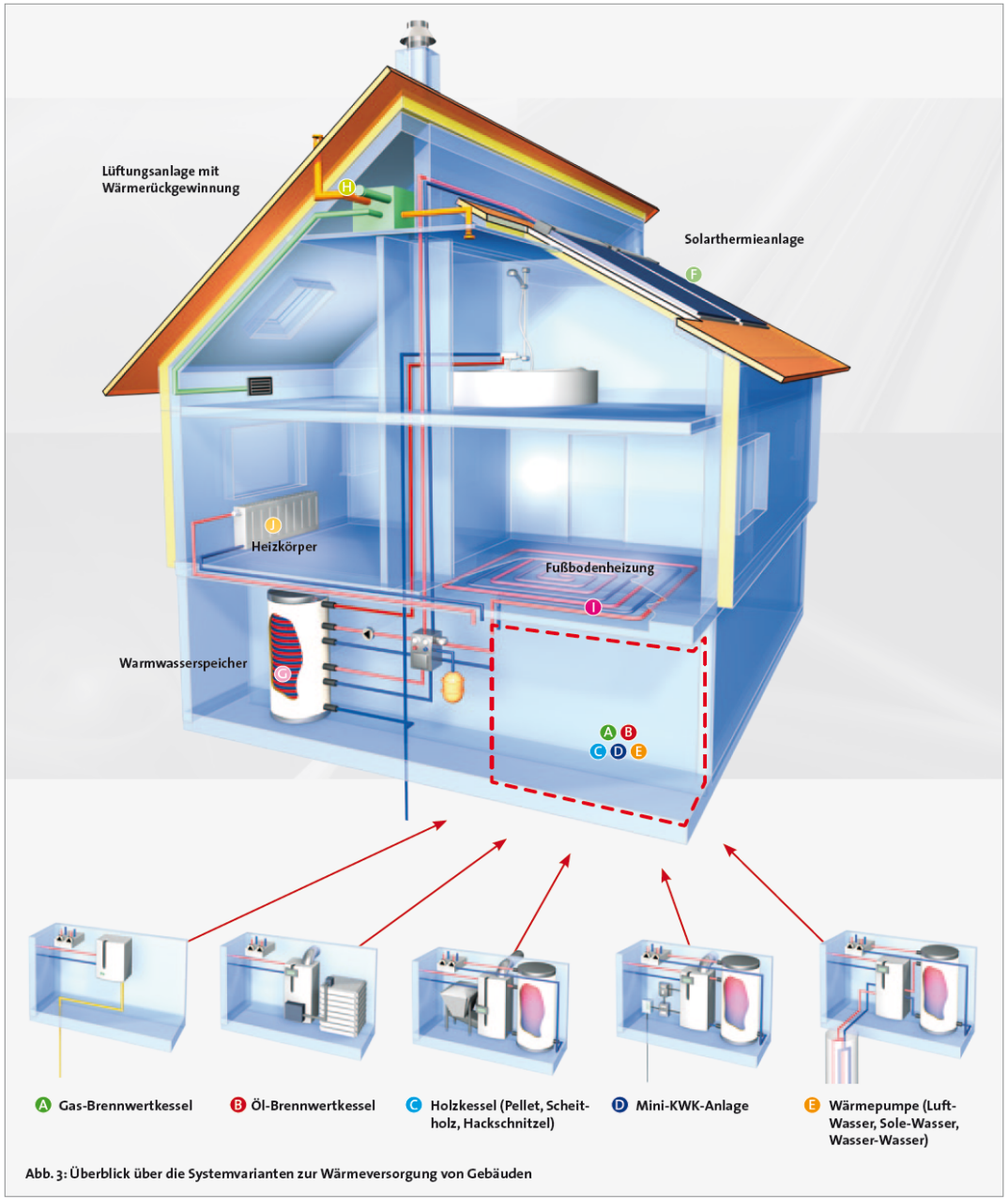
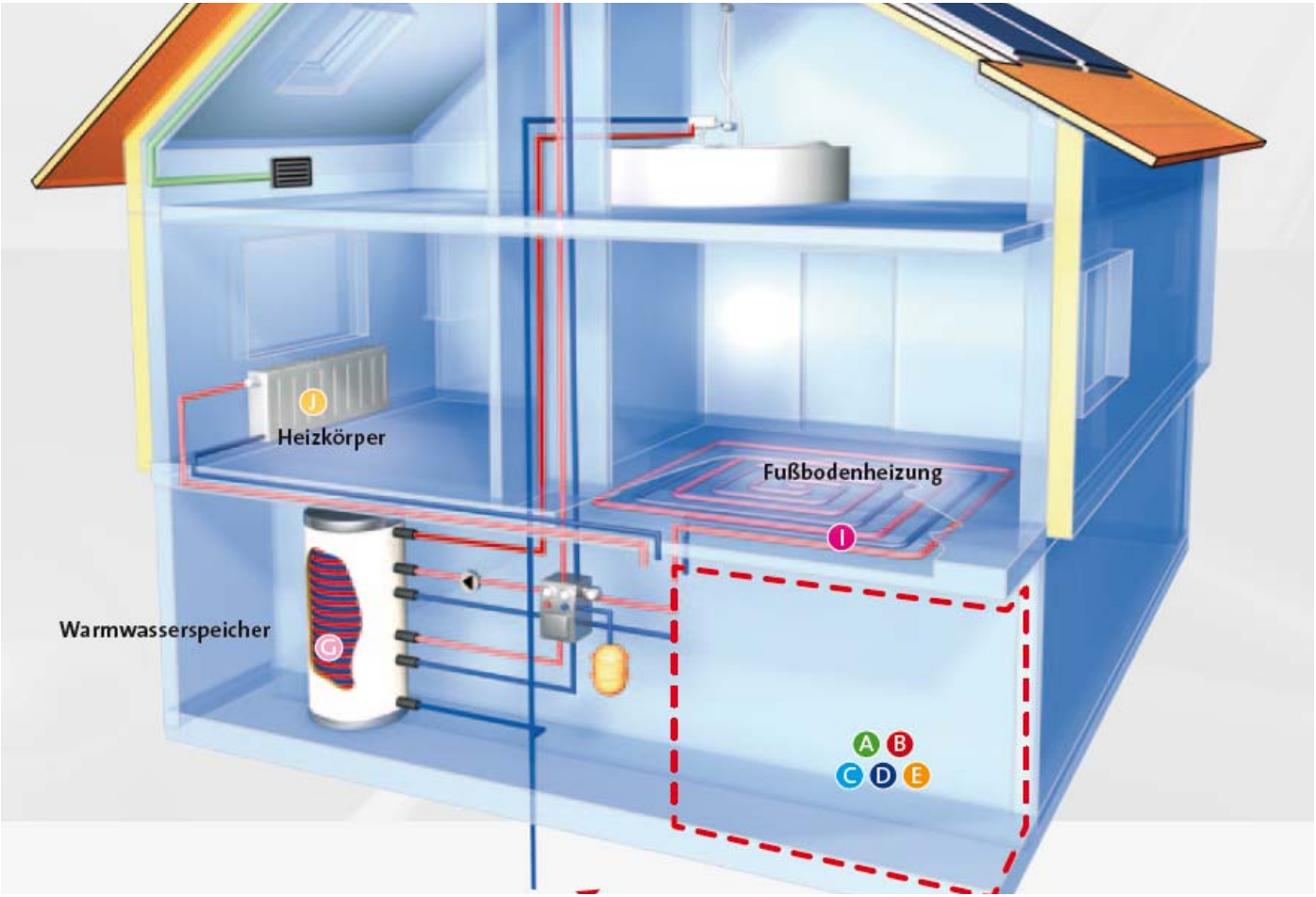


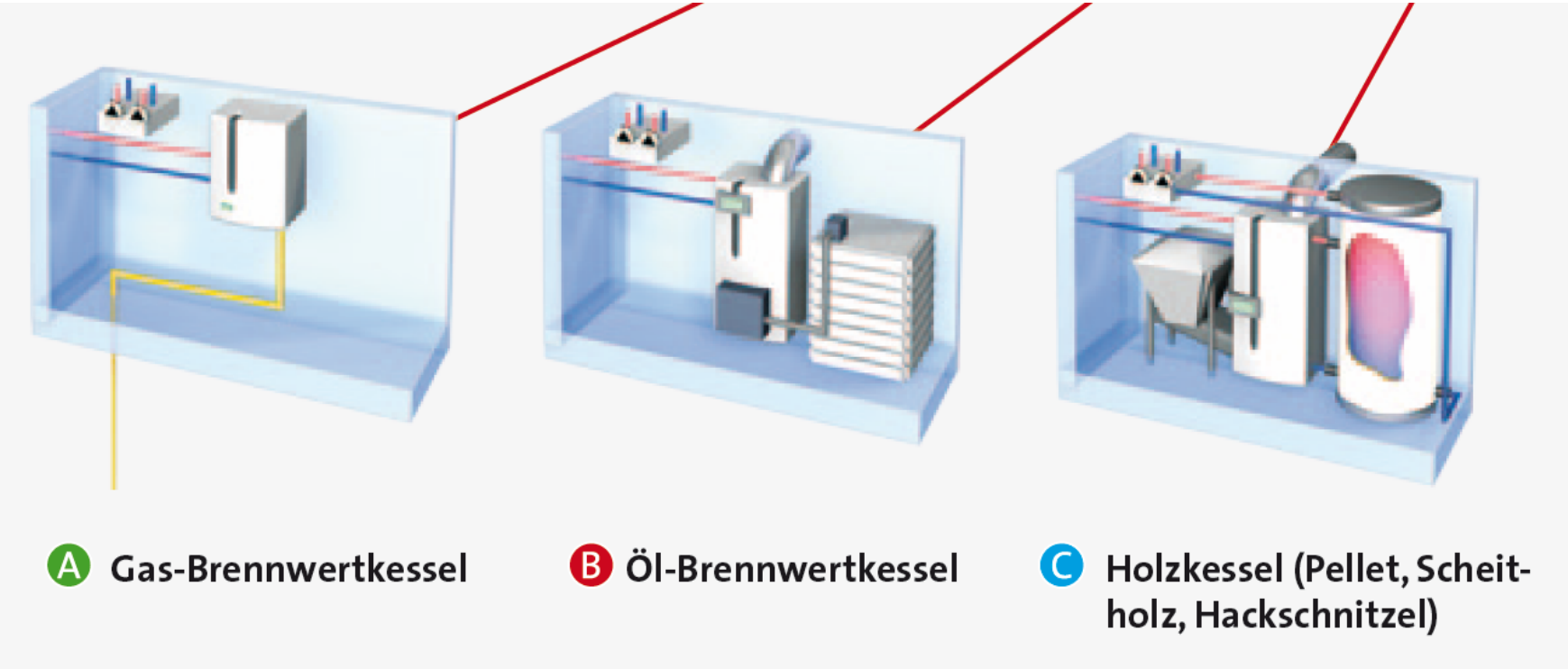
Abb. 3: Überblick über die Systemvarianten zur Wärmeversorgung von Gebäuden

Systemvarianten zur Wärmeversorgung von Gebäuden

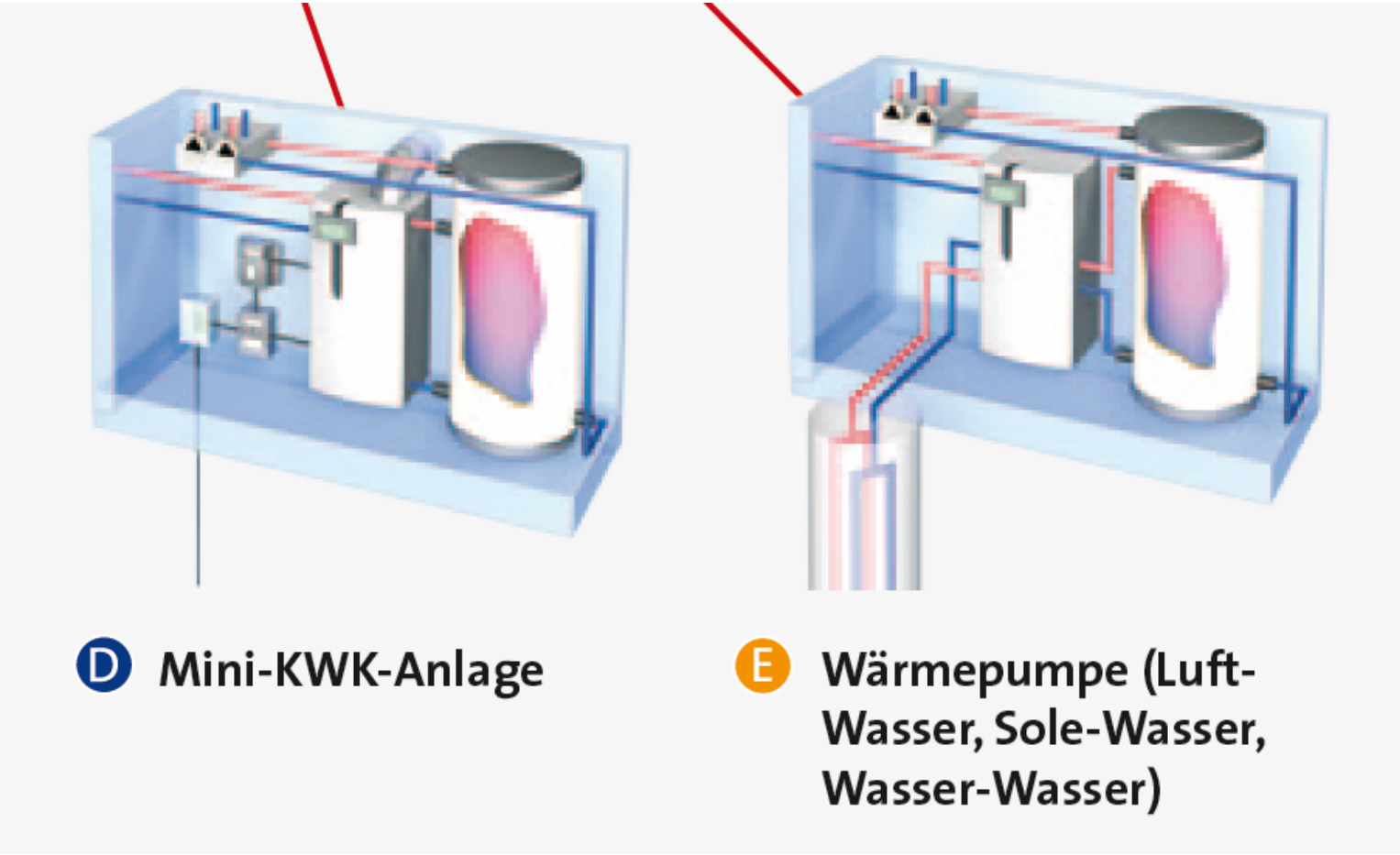
(Quelle: Bundesindustrieverband Deutschland Haus-, Energie- und Umwelttechnik e. V. (BDH))



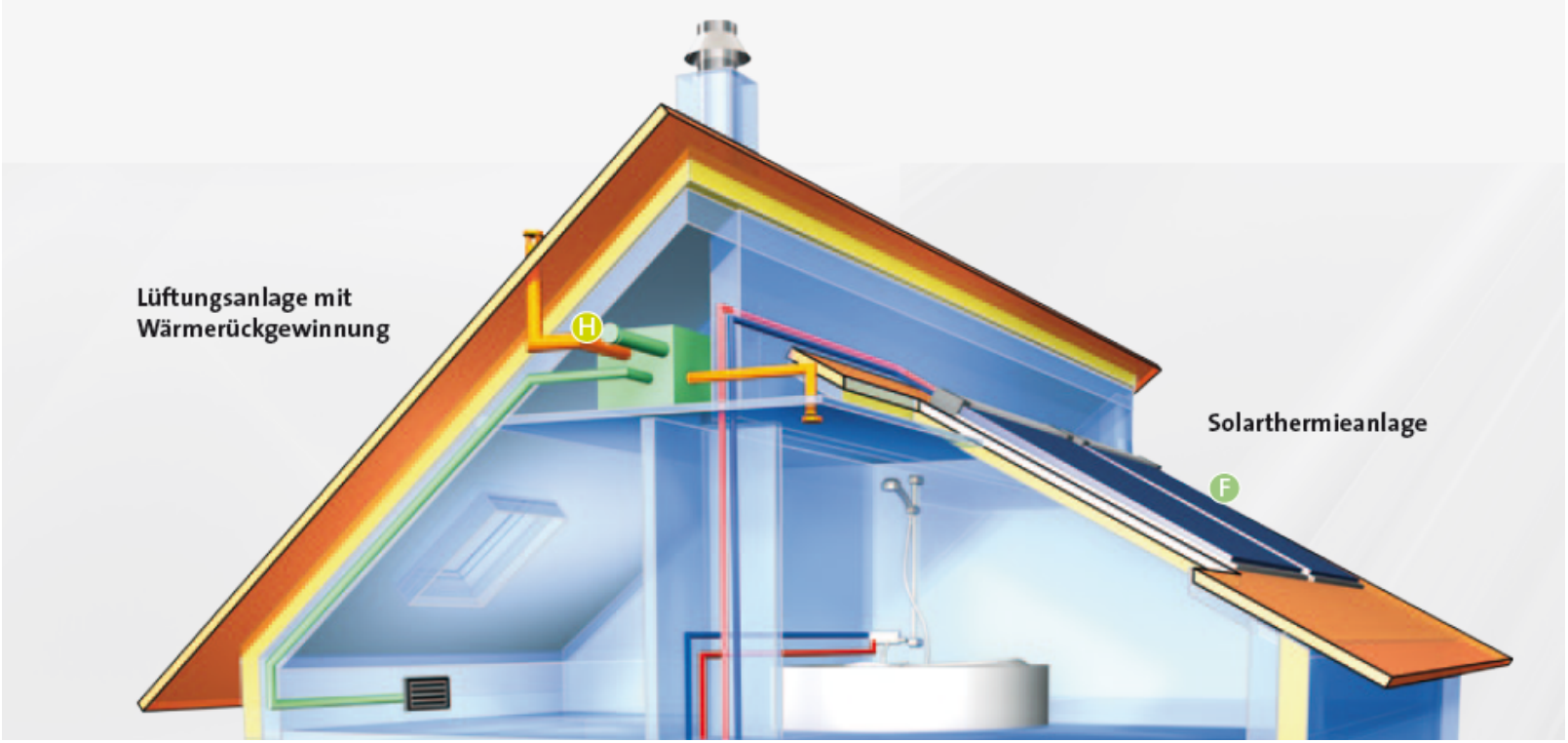
Systemvarianten zur Wärmeversorgung von Gebäuden
(Quelle: Bundesindustrieverband Deutschland Haus-, Energie- und Umwelttechnik e. V. (BDH))



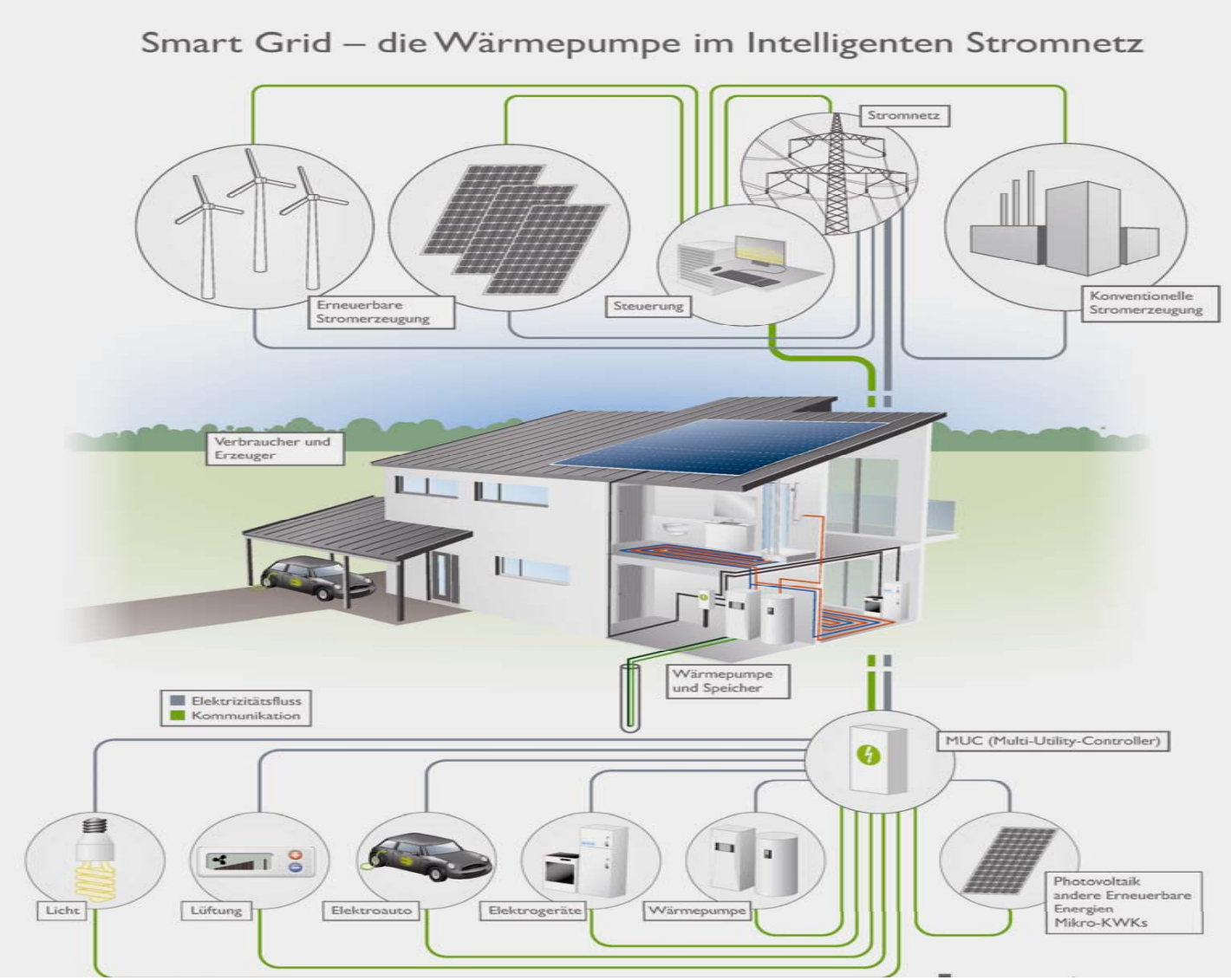
Systemvarianten zur Wärmeversorgung von Gebäuden
(Quelle: Bundesindustrieverband Deutschland Haus-, Energie- und Umwelttechnik e. V. (BDH))



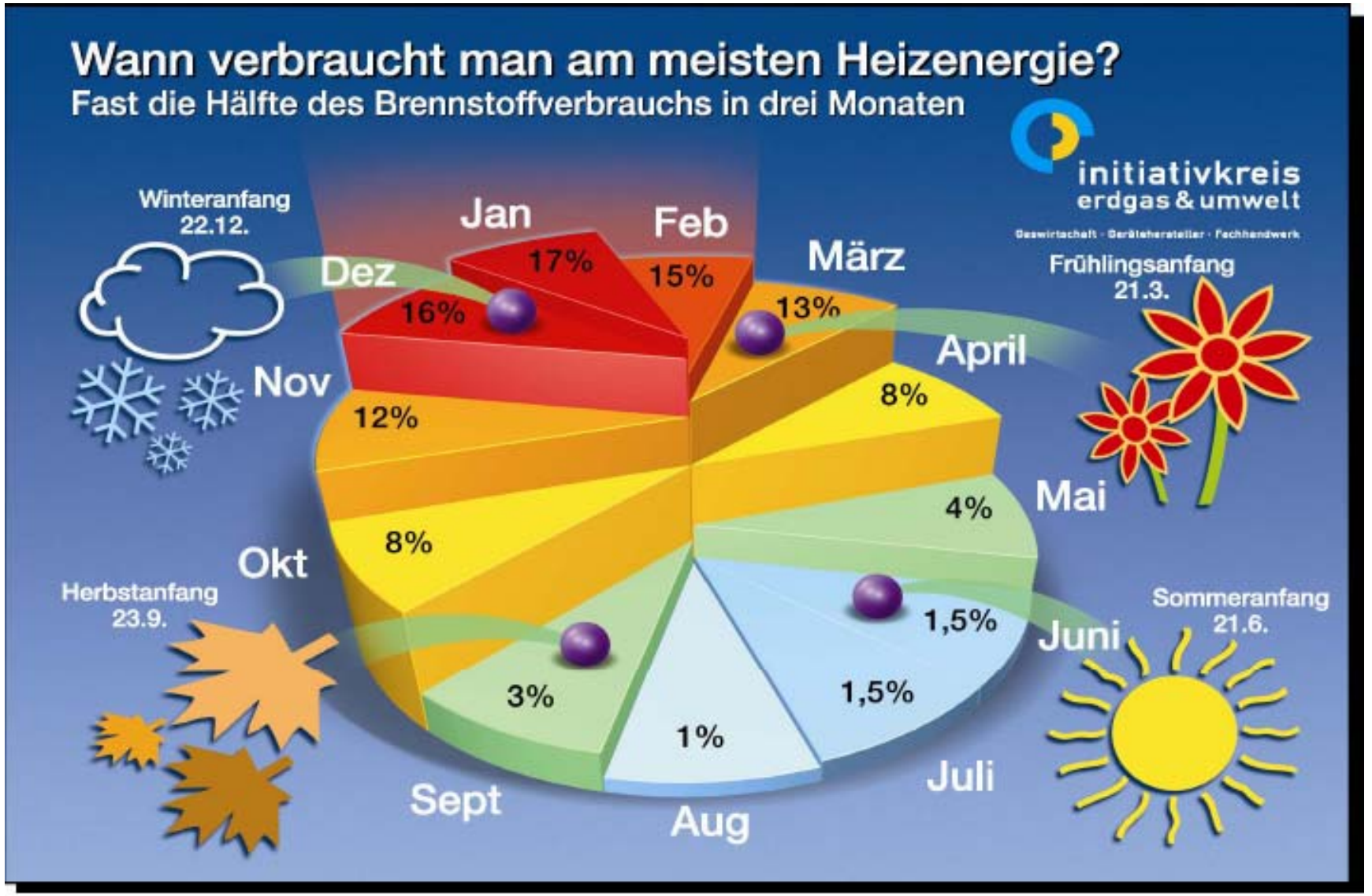
Systemvarianten zur Wärmeversorgung von Gebäuden
(Quelle: Bundesindustrieverband Deutschland Haus-, Energie- und Umwelttechnik e. V. (BDH))



Systemvarianten zur Wärmeversorgung von Gebäuden
(Quelle: Bundesindustrieverband Deutschland Haus-, Energie- und Umwelttechnik e. V. (BDH))

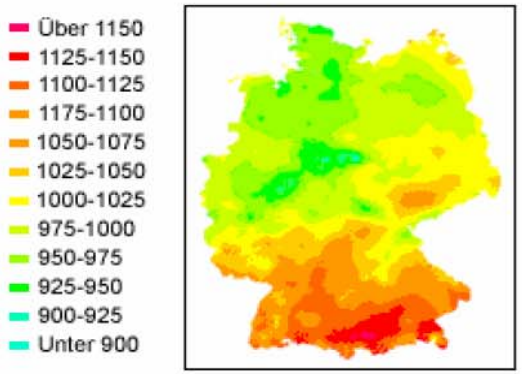


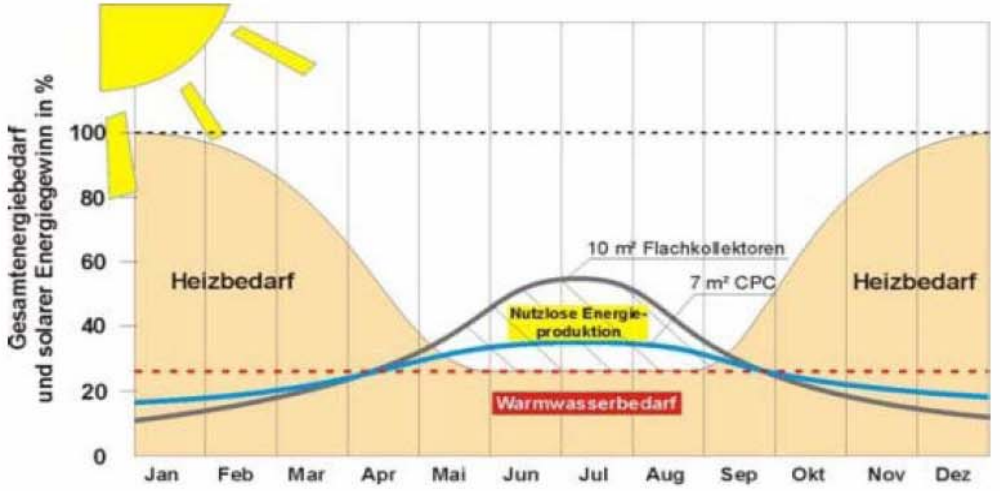
Einbindung von Heizungsanlagen in ein „intelligentes Netz“ (Quelle: BWP)



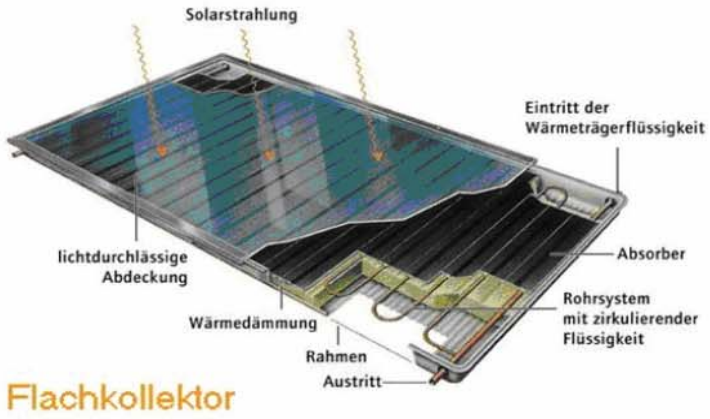
Heizwärmebedarf im Jahresverlauf (Quelle: Initiative Erdgas & Umwelt

thermische Solaranlagen



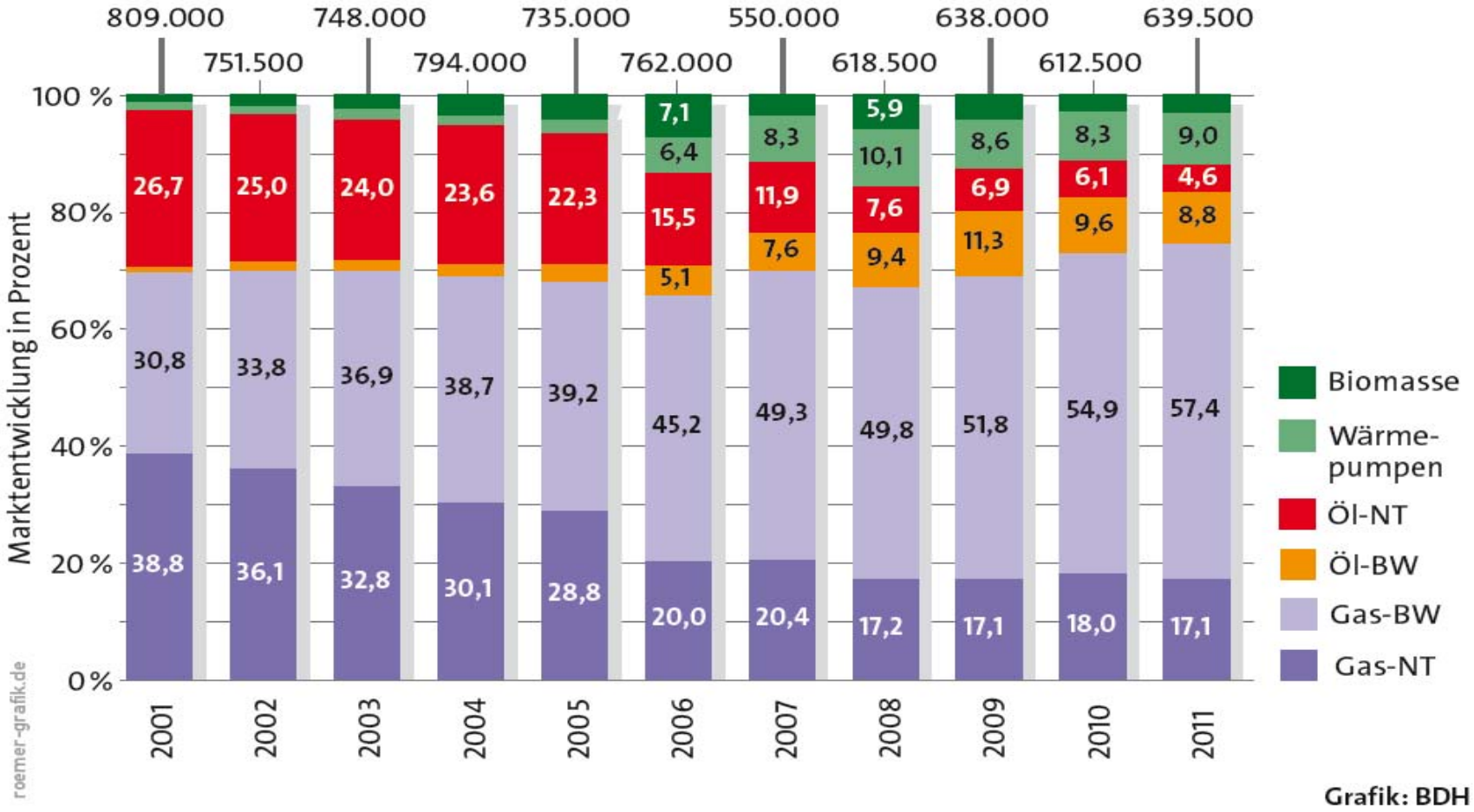


Quelle: Paradigma

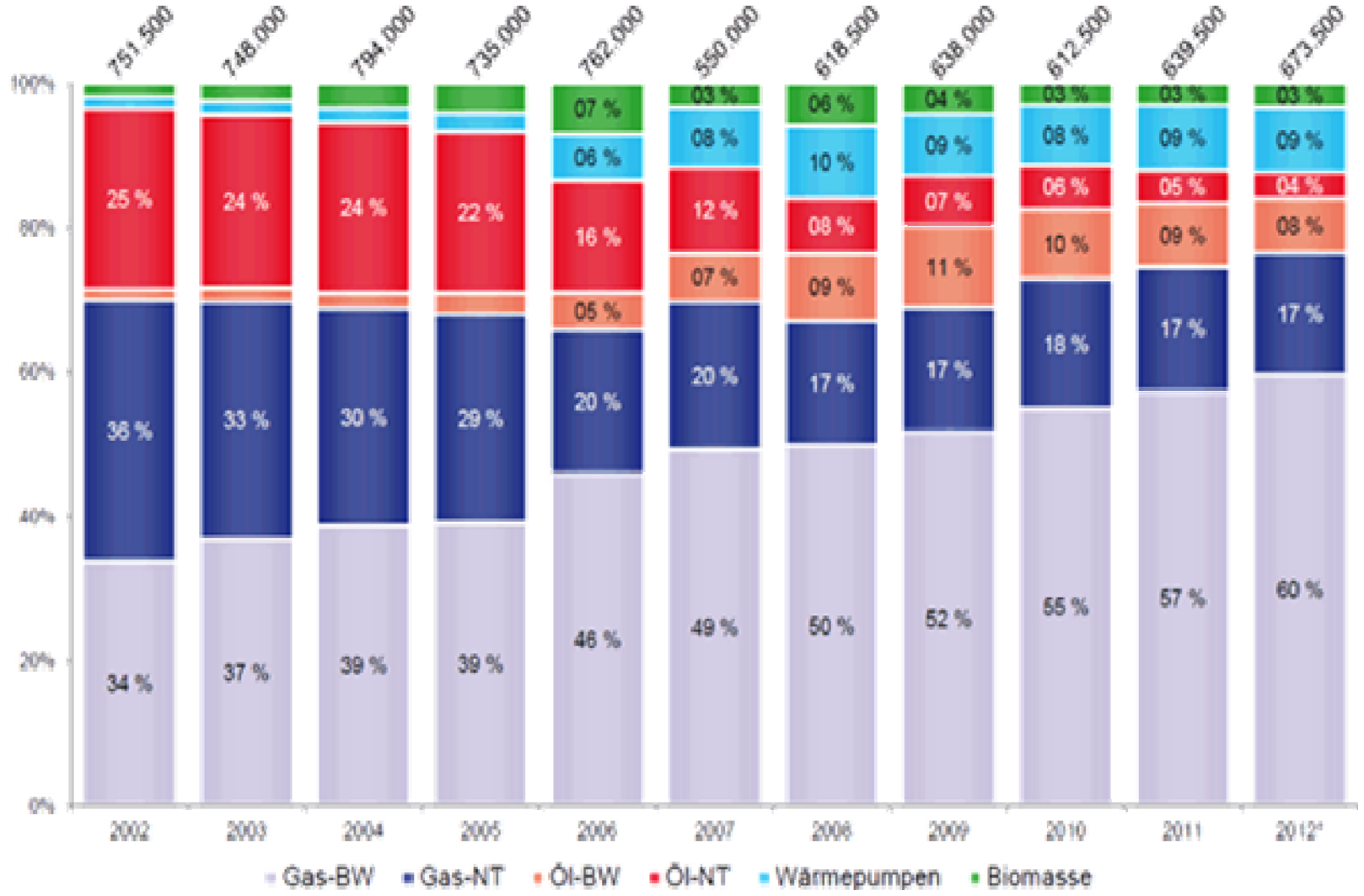


Thermische Solarenergienutzung (Quelle: Viessmann)

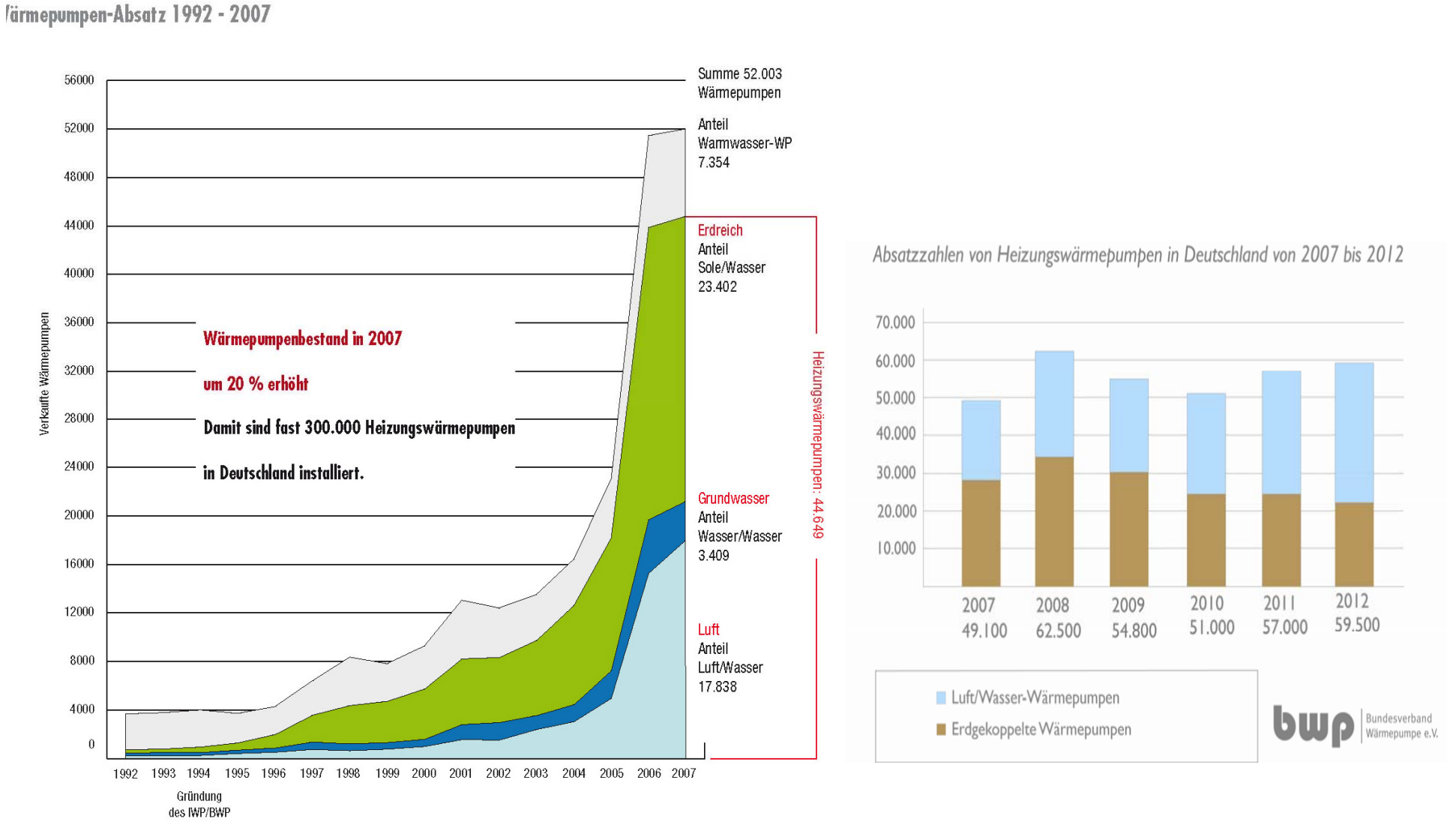
Marktentwicklung Wärmeerzeuger 2001-2011



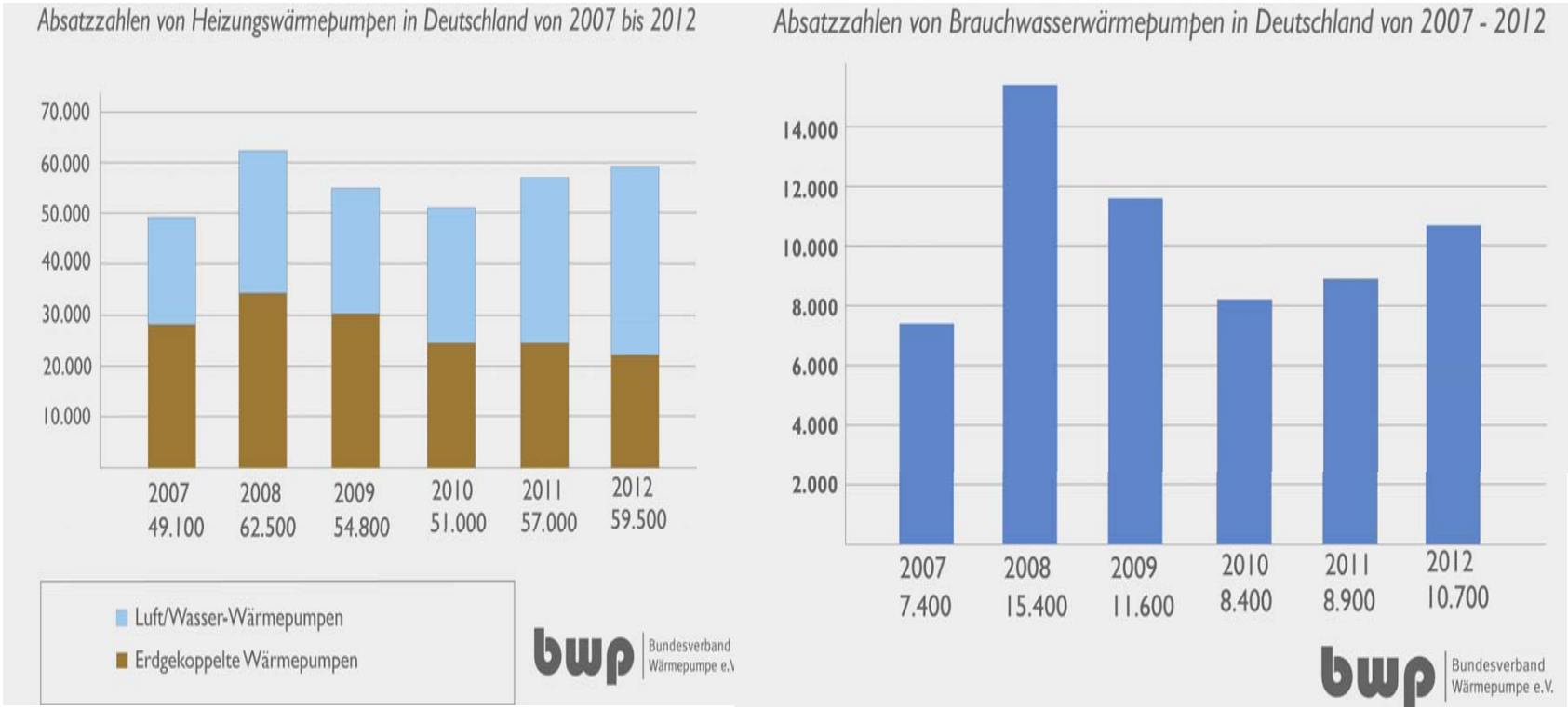
Anteile von Wärmeerzeugern in Deutschland 2001 bis 2011 (Quelle: BDH)



Anteile von Wärmeerzeugern in Deutschland 2001 bis 2012 (Quelle: BDH)



Wärmepumpenabsatz in Deutschland 1992 bis 2012 (Quelle: BWP)



Wärmepumpenabsatz in Deutschland 2007 bis 2012 (Quelle: BWP)

„Erneuerbare Energien Wärme Gesetz - EWärmeG“

für Land Baden-Württemberg, tritt zum 01.Januar 2008 in Kraft

„…Einsatz von Erneuerbaren Energien bei Heizung und Warmwasser wird zum Standard…“

„…bei Neubauten gilt es ab April 2008 ein Fünftel des Energiebedarfes durch erneuerbare Energien zu decken (Einsatz von Biomasse, Sonne- und **Erdwärme**, Biogas, Bioöl etc)…“

„…bei Altbauten 10% des Energiebedarfes bei Erneuerung der Heizungsanlage, jedoch mit Übergangsfrist bis zum Jahr 2010…“

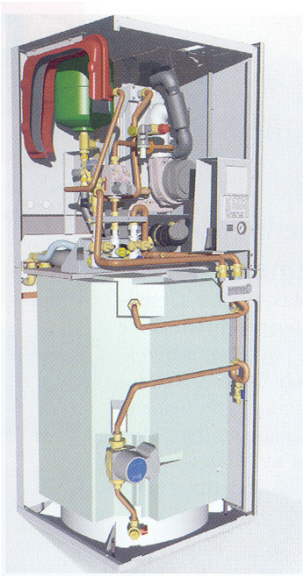
(Quelle: Stuttgarter Zeitung, 11.Juli 2007 / Beschluss 07.11.07)

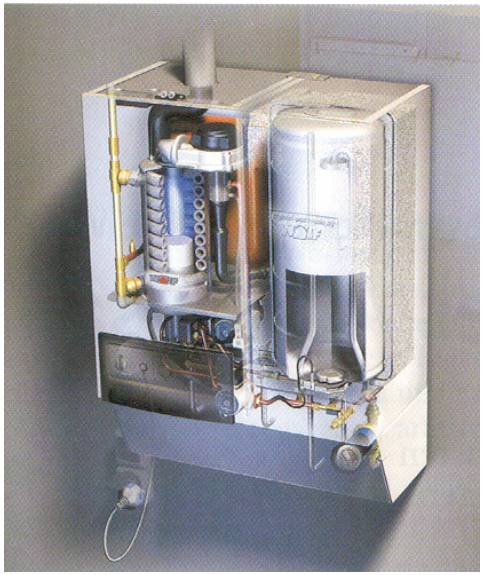
Erneuerbare-Energien-Wärme-Gesetz Baden-Württemberg (Quelle: Bosch Thermotechnik)

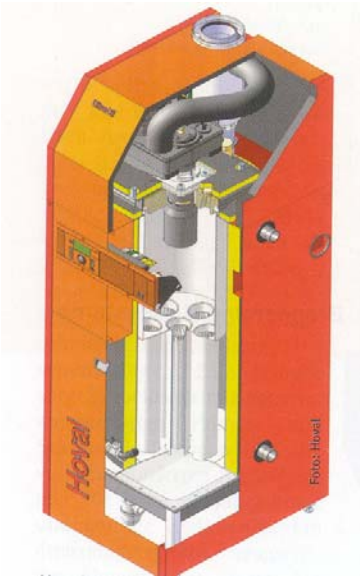
Vergleich
EEWärmeG Neubau – EWärmeG BW

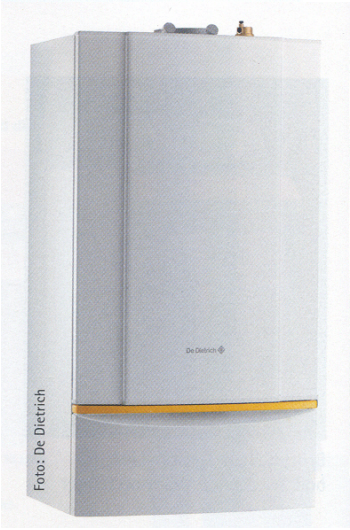
Übersicht Maßnahmen	Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz Bund		Erneuerbare-Wärmegesetz Baden Württemberg
Betroffene Gebäude	Neubau Wohn- und Nichtwohngebäude	Bestehende öffentlicher Gebäude	Wohngebäude
Gültigkeit	Bauantrag ab 01.09.2009	Grundlegende Renovierung nach 01.07.2011	Bauantrag vor 01.04.2008, Heizungssanierung nach 01.01.2010
Thermische Solaranlagen	generell ≥ 15% des Wärme- und Kälteenergiebedarfs bis 2 WE Kollektorfläche ≥ 4% Nutzfläche, ab 3 WE Kollektorfläche ≥ 3% Nutzfläche		generell ≥ 10% des Wärmeenergiebedarfs Kollektorfläche ≥ 4% der Nutzfläche
Biomasse gasförmig	Nutzung nur in Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) für ≥ 30% des Wärme- und Kälteenergiebedarfs	Nutzung mit Gas-Brennwerttechnik Deckung ≥ 25% des Wärme- und Kälteenergiebedarfs	Deckung ≥ 10% des Wärmeenergiebedarfs
Biomasse flüssig	Deckung ≥ 50% des Wärme- und Kälteenergiebedarfs	Deckung ≥ 15% des Wärme- und Kälteenergiebedarfs	Deckung ≥ 10% des Wärmeenergiebedarfs
Biomasse fest	Deckung ≥ 50% des Wärme- und Kälteenergiebedarfs	Deckung ≥ 15% des Wärme- und Kälteenergiebedarfs	Holzpellets- oder Scheitholzzentralheizung 100% für des Wärmeenergiebedarfs Einzelraumfeuerung Deckung ≥ 25% der Wohnfläche überwiegend beheizt oder Wassertasche Wirkungsgrad beachten
Wärmepumpen	Deckung ≥ 50% des Wärme- und Kälteenergiebedarfs	Deckung ≥ 15% des Wärme- und Kälteenergiebedarfs -	bis 2 WE Deckung ≥ 100%, ab 3 WE ≥ 50 % des Wärmeenergiebedarfs!
	Verbrauchserfassung einbauen		Verbrauchserfassung einbauen
Wärmepumpe elektrisch	Luft-Wasser-Wärmepumpe: JAZ ≥ 3,5	Luft-Wasser-Wärmepumpe: JAZ ≥ 3,3	Luft-Wasser-Wärmepumpe: JAZ ≥ 3,5
WWB fossil	Sole-Wasser-/Wasser-Wasser WP: JAZ ≥ 4,0	Sole-Wasser-/Wasser-Wasser WP: JAZ ≥ 3,8	Sole-Wasser-/Wasser-Wasser WP: JAZ ≥ 4,05
Wärmepumpe elektrisch	Luft-Wasser-Wärmepumpe: JAZ ≥ 3,3	Luft-Wasser-Wärmepumpe: JAZ ≥ 3,1	Luft-Wasser-Wärmepumpe: JAZ ≥ 3,3
WWB über WP oder regenerativ	Sole-Wasser-/Wasser-Wasser WP: JAZ ≥ 3,8	Sole-Wasser-/Wasser-Wasser WP: JAZ ≥ 3,6	Sole-Wasser-/Wasser-Wasser WP: JAZ ≥ 3,8
Wärmepumpe fossil	Luft-Wasser-/Luft-Luft-WP: JAZ ≥ 1,2	Luft-Wasser-/Luft-Luft-WP: JAZ ≥ 1,0	Luft-Wasser-/Luft-Luft-WP: JAZ ≥ 1,2
Kälte aus erneuerbaren Energien	Freie Kühlung, thermische Kälteerzeugung mit Wärme aus erneuerbaren Energien zur anteiligen Anrechnung der Bilanz des Wärme- und Kälteenergiebedarfs		
Abwärme	Abwärmenutzung Deckung ≥ 50% des Wärme- und Kälteenergiebedarfs mit Wärmepumpe, JAZ wie vor oder RLT Wärmerückgewinnungsgrad ≥ 70%		
Kraft-Wärme-Kopplung	Deckung ≥ 50% des Wärme- und Kälteenergiebedarfs		Deckung ≥ 50% des Wärmebedarfs
Energieeinsparung	Q_P und H_T' 15% besser EnEV (Dämmung, Anlagentechnik, PV…)		Dämmung Dächer / Dachschrägen und oberste Geschossdecke 30% besser EnEV
	Transmissionswärmetransferkoeffizient		oder Dämmung Außenwände 30% besser EnEV
	30 % besser EnEV	1,4fache Wert 20 % besser EnEV	Tranmissionswärmeverlust H_T' -30% bis +40% EnEV (baujahrabhängig)
Wärmenetze	mit Erfüllung o.g. Anteile z.B.> 50% Erneuerbare Energien, Abwärmenutzung, KWK-Anlagen		mit Erfüllung o.g. Anteile z.B. ≥ 50% Holz oder KWK
			Pflicht entfällt wenn entgegenstehen - andere öffentlich-rechtliche Vorschriften - bereits vor Inkrafttreten Anlage zur Nutzung erneuerbarer Energien eingebaut wurde (Ausnahme Einzelöfen) - thermische Solaranlage technisch nicht möglich - Photovoltaik-Anlage vorhanden

Vergleich Erneuerbare-Energien-Wärme-Gesetz Deutschland und Baden-Württemberg (Quelle: Bunse Beratende Ingenieure GmbH Heilbronn)









Erdgas- und Öl-Brennwertkessel (Quelle: Verschiedene Hersteller)

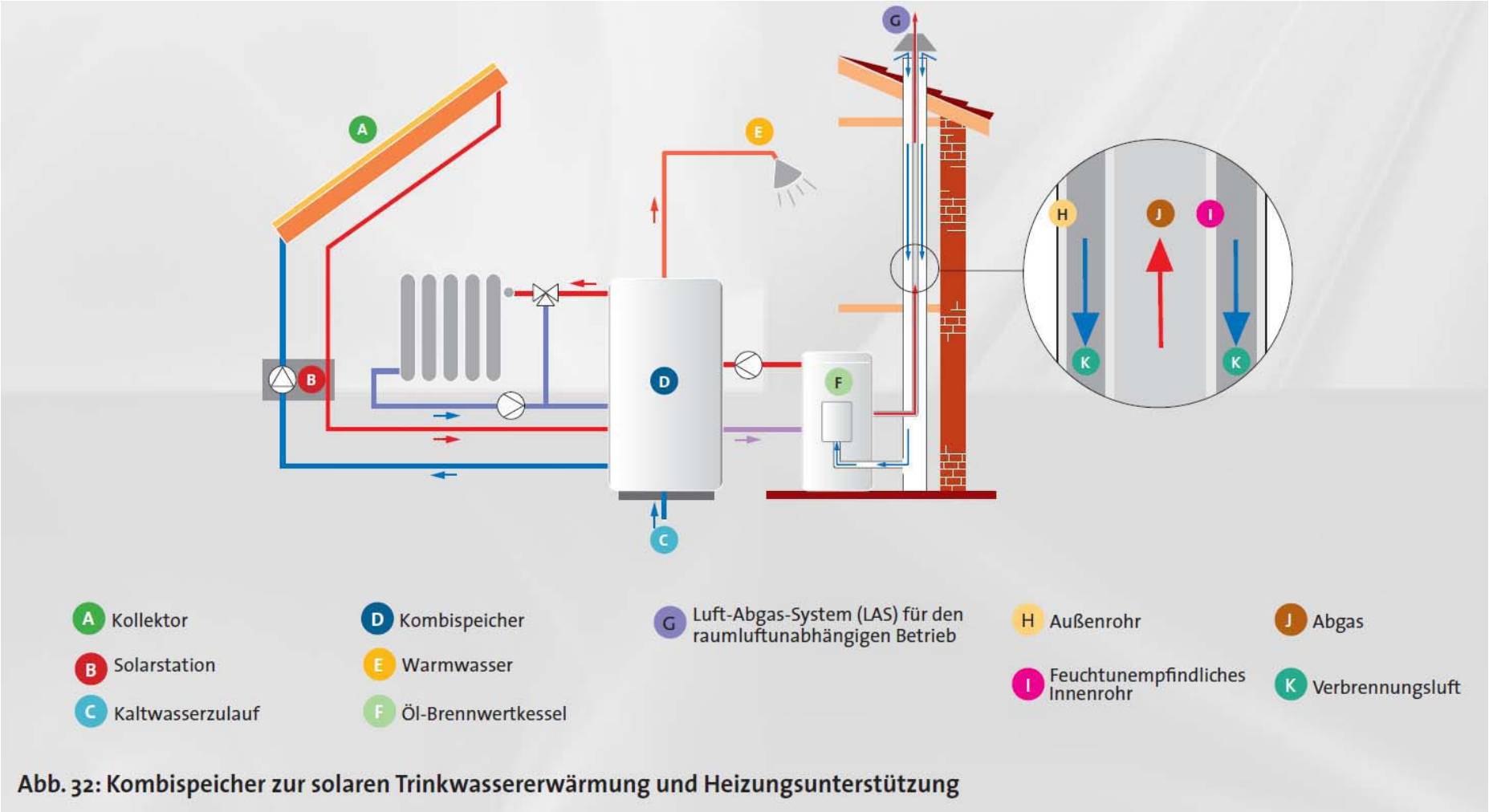
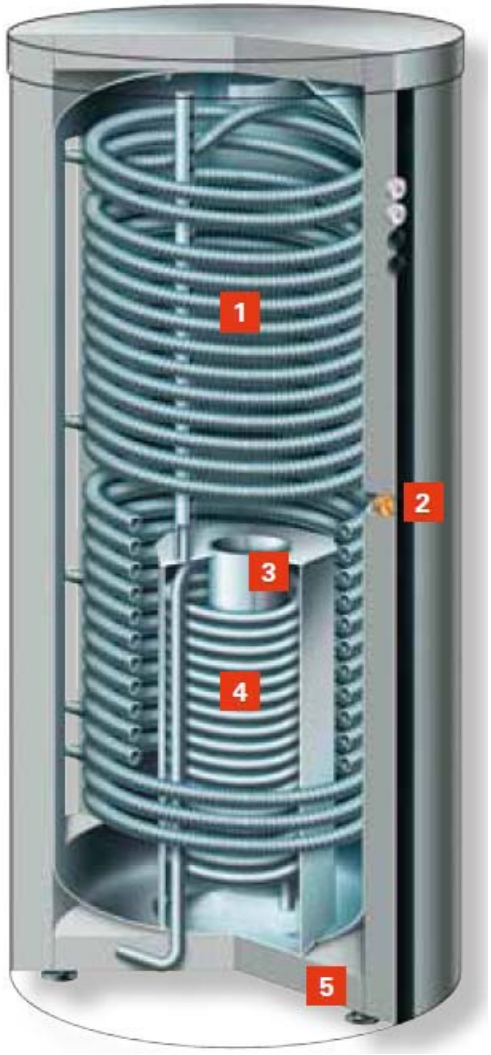


Abb. 32: Kombispeicher zur solaren Trinkwassererwärmung und Heizungsunterstützung

Wandhängender Erdgas- oder Öl-Brennwertkessel und thermische Solarenergienutzung (Quelle: Viessmann)

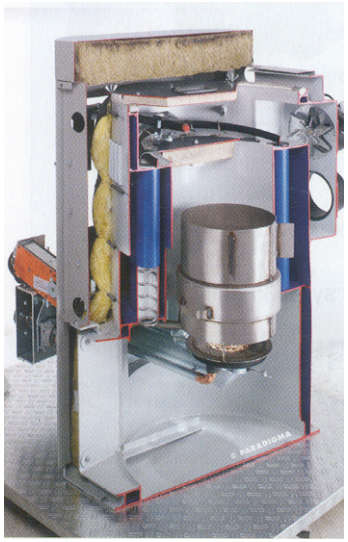


1. Trinkwasser-Wellrohr aus Edelstahl Rostfrei
2. Anschluss für Elektro-Heizeinsatz
3. Schichtladesystem
4. Heizwendel aus Stahl für den Anschluss von Sonnenkollektoren
5. Hochwirksame Rundum-Wärmedämmung aus Polyestervlies

Erdgas- oder Öl-Brennwertkessel und Schichtladespeicher für die Trinkwasser-erwärmung kombiniert mit einer thermischen Solarenergieanlage (Quelle: Viessmann)

Hochschule Esslingen
University of Applied Sciences

Prof. Dr.-Ing. Martin Dehli: Wärmeversorgung von Altbauten



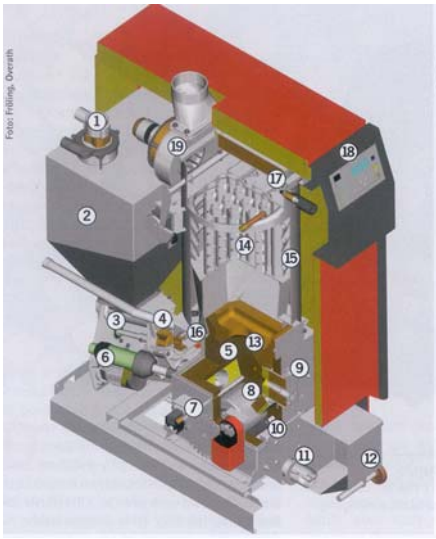


Bild 3
Aufbau und Ausrüstung eines Pelletheizkessels:
1 Saugturbine
2 Pelletvorratsbehälter
3 Dosierschnecke
4 Zellradschleuse
5 Stokerschnecke
6 Heißluft-Zündgebläse
7 Lichtschranke
8 Selbstreinigender Walzenrost
9 Schwenkbare Rostklappe
10 Abstreifkamm
11 Entaschungsschnecke
12 Aschebehälter
13 Vollschamottierte Brennkammer
14 Wärmeübertrager
15 Thermohydraulischer Wärmeübertrager
16 Thermisches Mischventil
17 Lambdasonde
18 Regelung
19 Saugzuggebläse

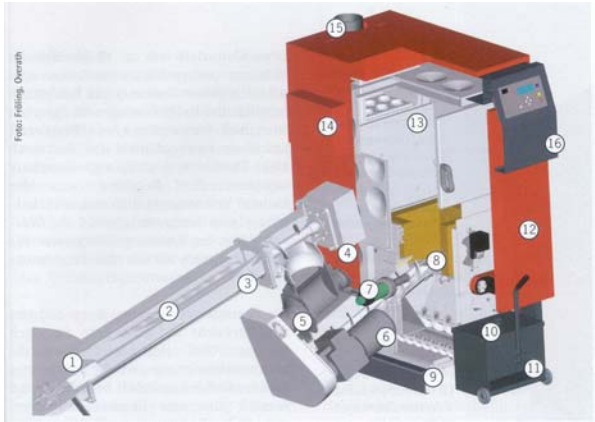
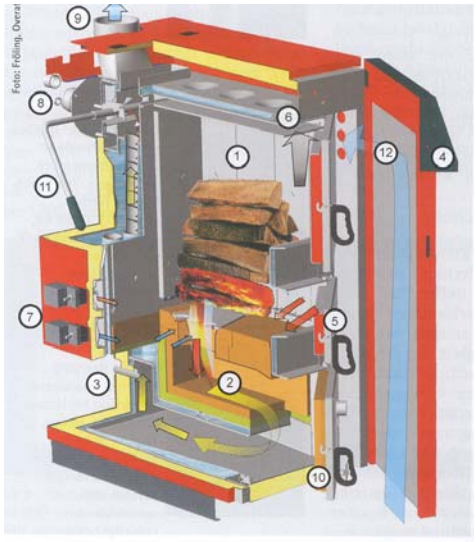
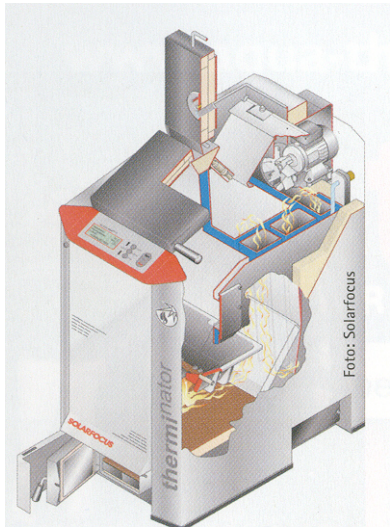
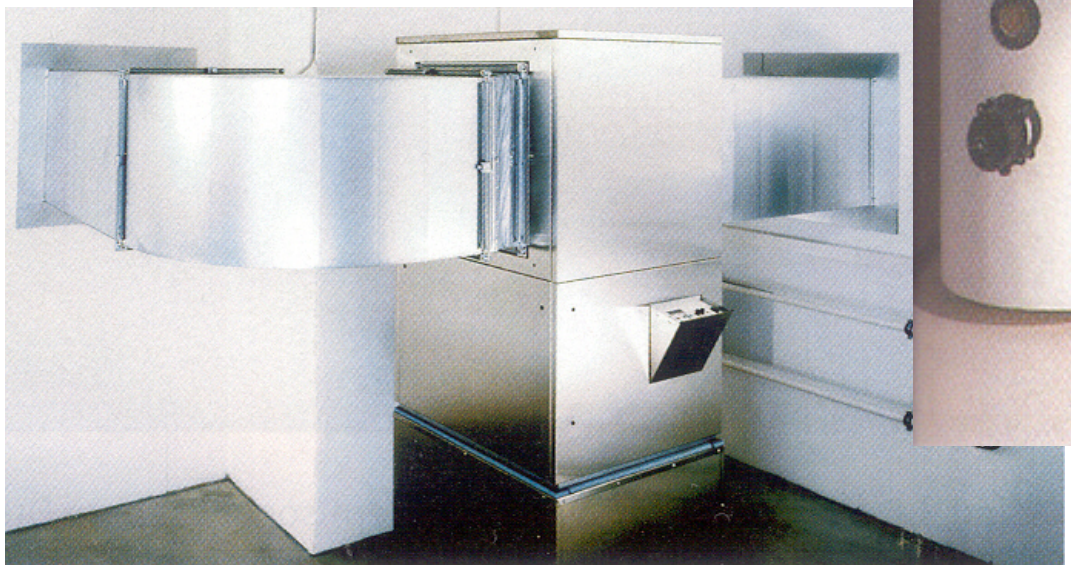


Bild 2 Aufbau und Ausrüstung einer Hackschnitzelfeuerung:
1 Gelenk mit Freilauf, 2 Progressive Schnecke, 3 Kugelaufsatz, 4 und 5 Ein-Kammer-Freifallschleuse mit Antriebseinheit, 6 Automatische Zündung, 7 Niveauschalter als Überfüllsicherung, 8 Entaschung über Schnecken in Aschebehälter, 9 Kipprost, 10 Aschebehälter, 11 Primär- und Sekundärluftstellmotor, 12 Wärmeübertragerfläche, 13 Vollautomatische Wärmetauscherreinigung, 14 Drehzahlgeregeltes Saugzuggebläse, 15 Bedienungseinheit

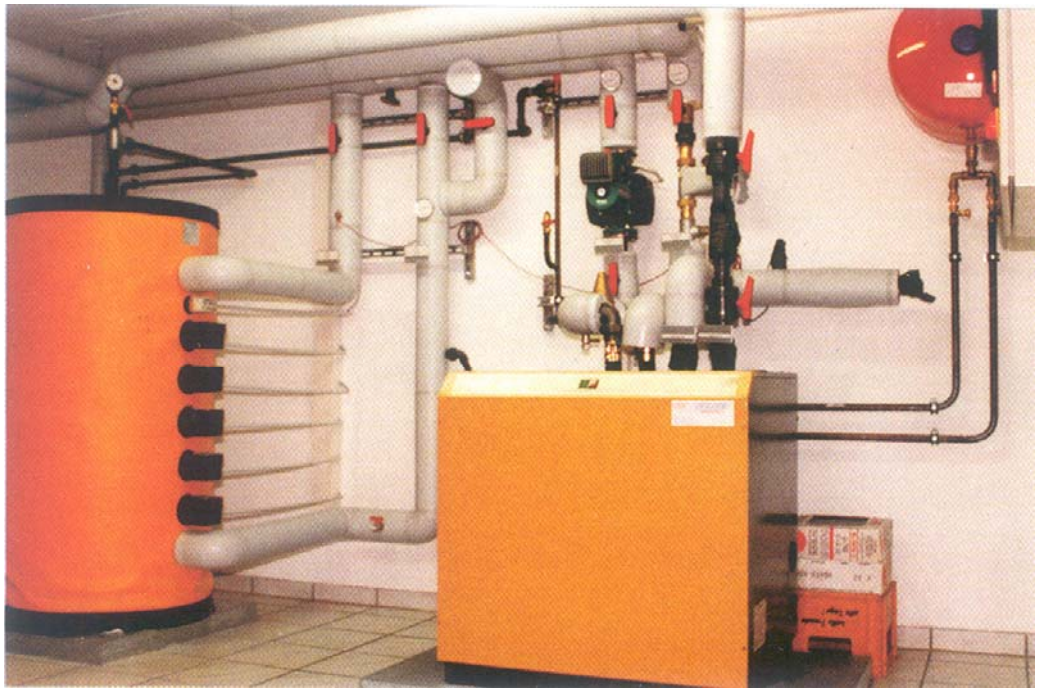


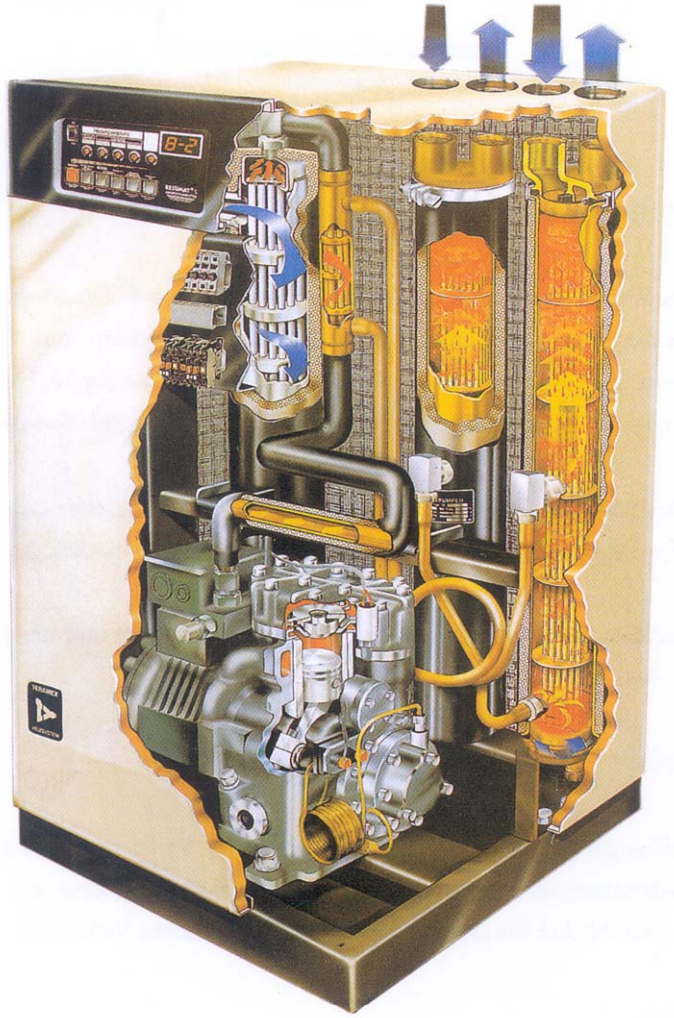


Feststoffbiomasse-Kessel (Quelle: Verschiedene Hersteller)



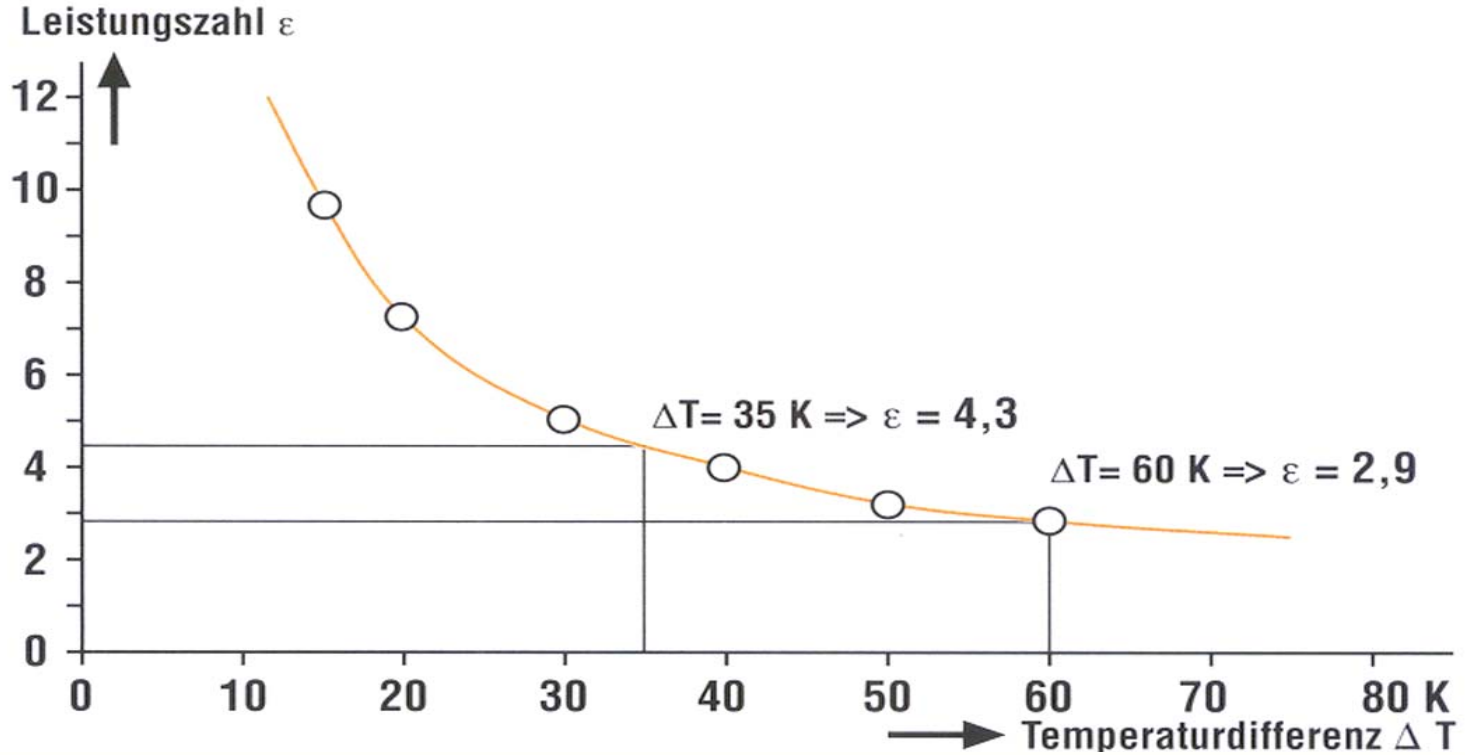
Elektrische Heizungswärmepumpen (Quellen: Alpha Innotec, Bartl, Dimplex)





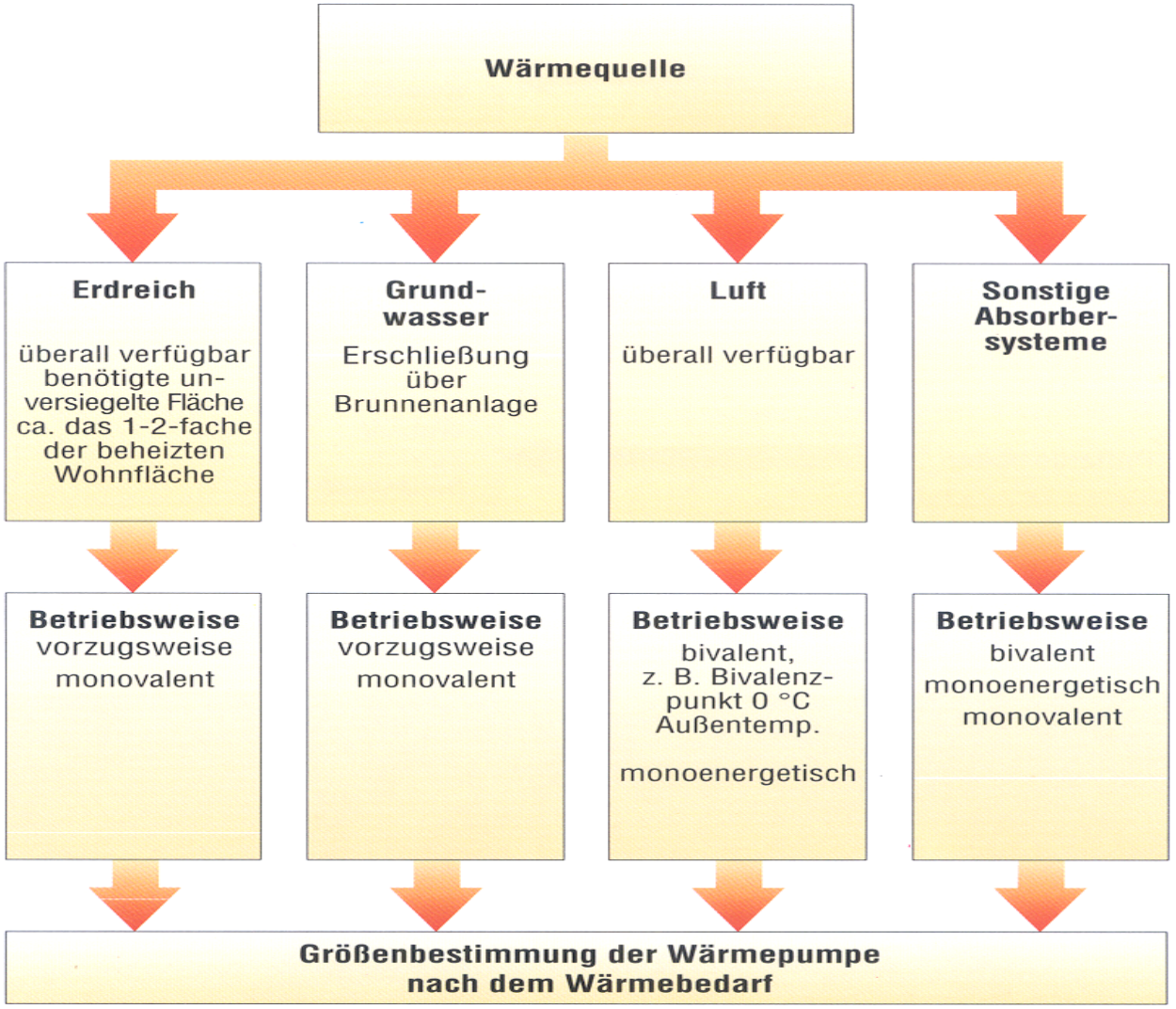
Elektrische Heizungswärmepumpen (Baujahr 1980; Baujahr 2005)
(Quellen: EVS, Bartl)

Leistungszahl in Abhängigkeit vom Temperaturunterschied



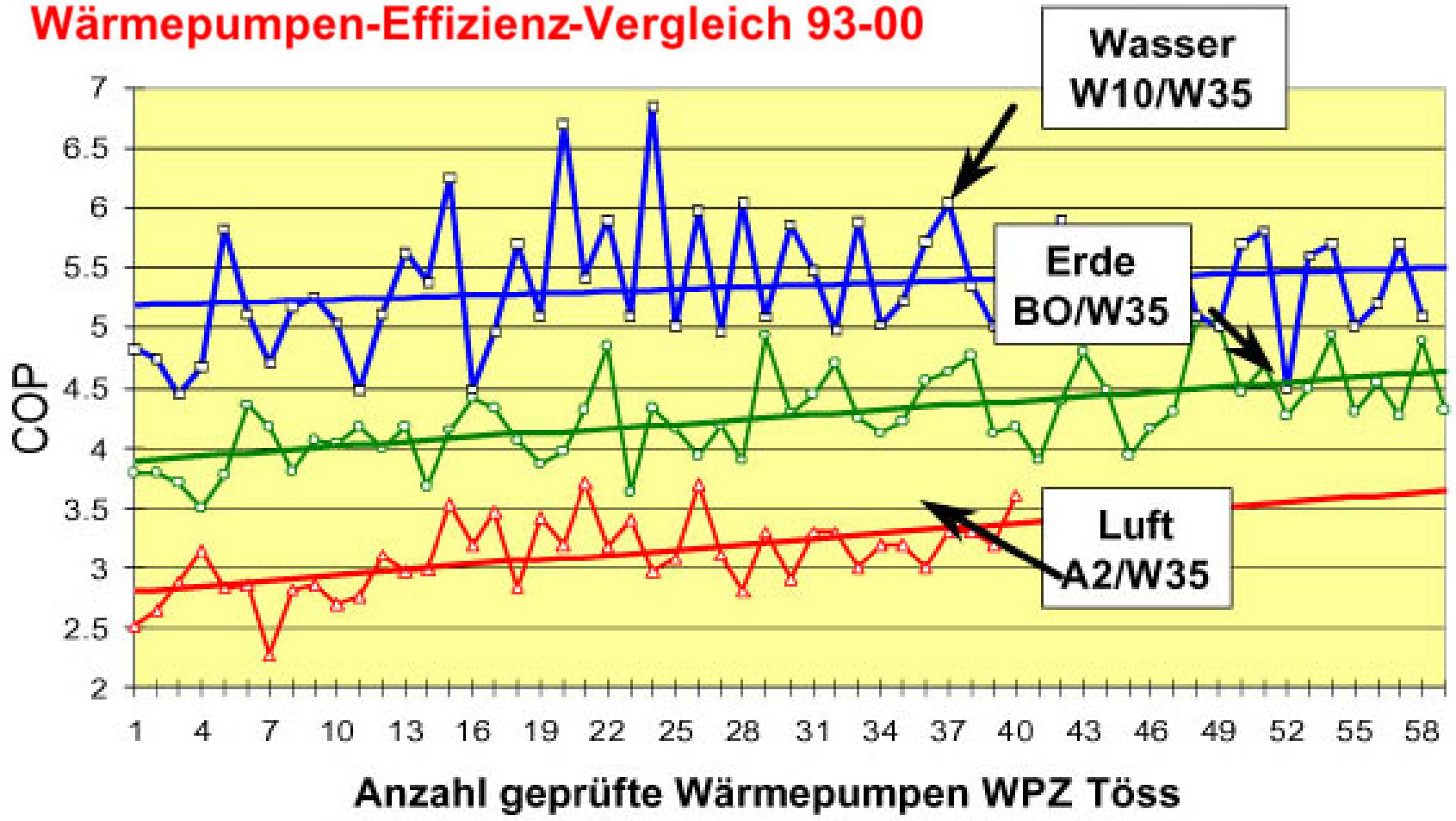
$\varepsilon = 0{,}5 \times \varepsilon_C$ bezogen auf $T_o = 273$ K

Elektrische Wärmepumpe: Leistungszahl als Funktion des Temperaturunterschieds
(Quelle: BWP)



Wärmequellen der Wärmepumpe (Quelle: BWP)

Wärmequelle Außenluft: Luft-Wasser-Wärmepumpe (Quelle: BWP)



Quelle: Wärmepumpentest- und Ausbildungszentrum Töss

COP-Wert von elektrischen Kompressionswärmepumpen
(Quelle: Wärmepumpenzentrum Töss/Schweiz)

INVERTER-SCROLL

Mit dem ZHW-Verdichter hat Emerson Climate Technologies den ersten drehzahlgeregelten CopelandScroll-Verdichter mit Inverter entwickelt. Der im BFE-Projekt an der Hochschule Luzern in dem Wärmepumpen-Prototyp eingesetzte ZHW-Verdichter (Kältemittel R410A) vereint den Entwicklungsstand verschiedener Technologien. Ein neuer bürstenloser Permanentmagnetmotor mit hohem Wirkungsgrad ermöglicht die Anpassung der Verdichterdrehzahl stufenlos zwischen 1800 und 7000 min^{-1}. Die benötigte Heizleistung kann während der Heizperiode punktgenau verfolgt werden. Selbst der monovalente Betrieb ist bei der Wärmequelle Luft möglich, weil die von Emerson entwickelte Kältemitteldampfeinspritzung angewendet wird. Dadurch ist an den kältesten Tagen des Jahres mit einer Verdampfungstemperatur von – 30 °C noch eine Verflüssigungstemperatur von annähernd 65 °C erreichbar, bei einer Umgebungstemperatur von – 20 °C kann die zur Trinkwassererwärmung und für Radiator-Heizungen erforderliche Vorlauftemperatur bereitgestellt werden, im Optimum liegt die Verflüssigungstemperatur bei 68 °C. Den Start machen zwei Modelle: beginnend mit dem ZHW16 und gefolgt vom ZHW08 kann in Kürze der Heizleistungsbereich zwischen 2 und 16 kW komplett abgedeckt werden.

Bild: Emerson Climate Technologies

❸ Drehzahlgeregelter ZHW-Verdichter mit Inverter.

OPTIMIERTE VENTILATOREN

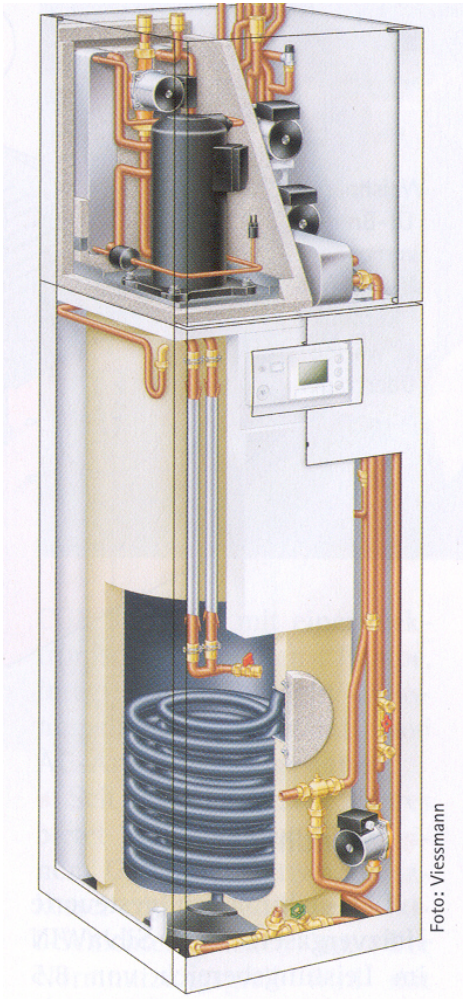
Eine energetisch, wie auch akustisch optimale Wärmepumpe kann nur in Kombination mit einem Ventilator entstehen, der dieselben Eigenschaften aufweist. Hierfür werden Ventilatoren mit überzeugender Aerodynamik und Antriebstechnologie benötigt, die dann gezielt optimiert und in die Wärmepumpe integriert werden. Eine wesentliche Anforderung neben der Effizienz ist die Geräuscharmut. Denn bei Luft/Wasser-Wärmepumpen ist häufig der Ventilator die dominante Geräuschquelle,

Bild: Ziehl-Abegg

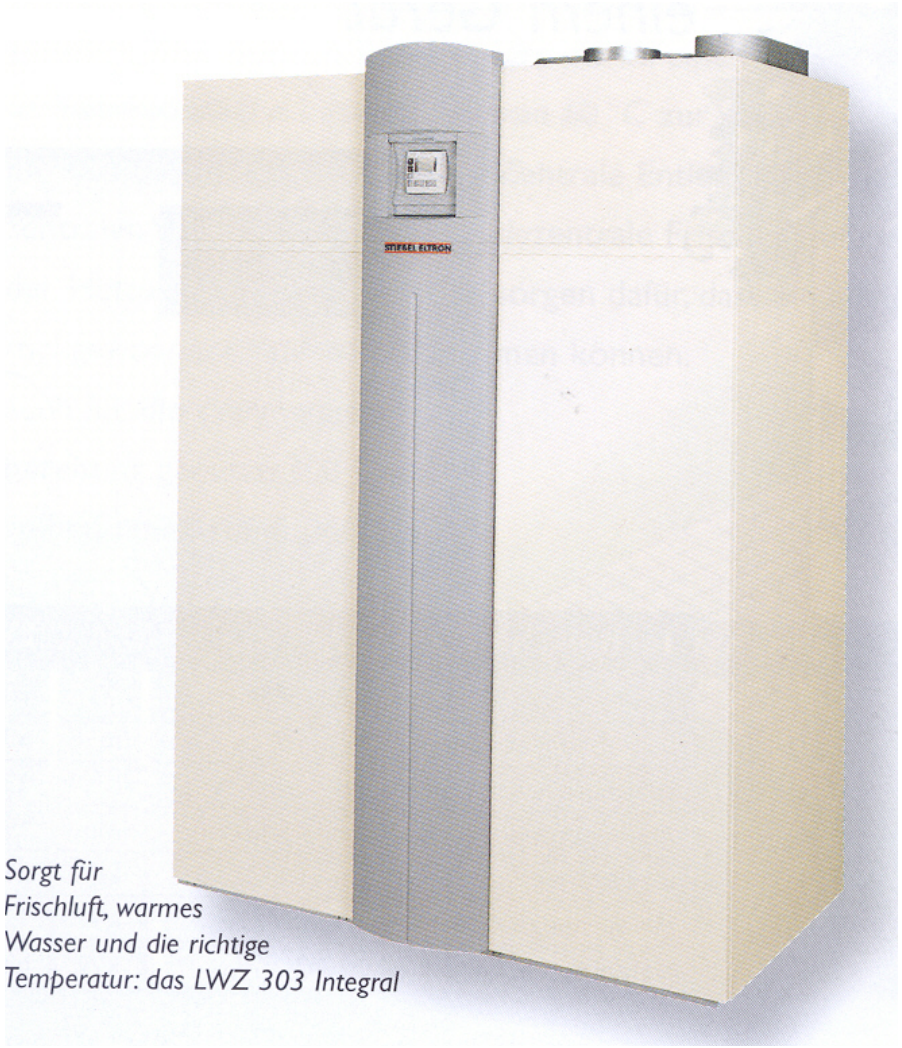
❺ Geräusch- und energieoptimierter Axial-Ventilator für Luft/Wasser-Wärmepumpen.

weil der Verdichter sehr gut gekapselt werden kann. Bei modernen Ventilatoren, zum Beispiel FE2owlet und Vpro von Ziehl-Abegg, wurde die Schallleistung deutlich reduziert. Mit spe-

Luft-Wasser-Wärmepumpe mit geregeltem Verdichter und Ventilator
(Quelle: Hochschule Luzern; Emerson Climate Technologies; Ziehl-Abegg)

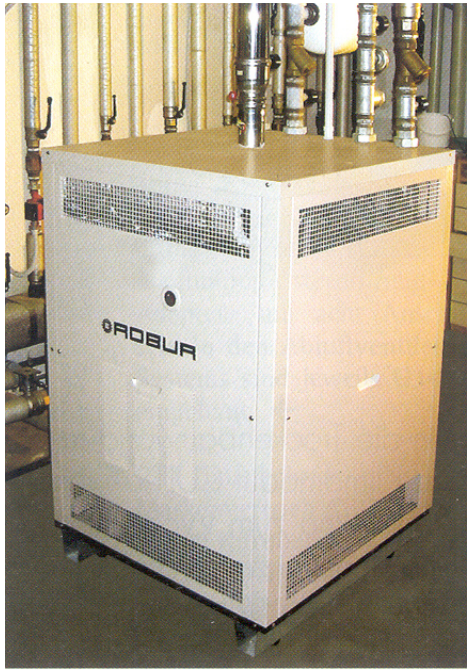


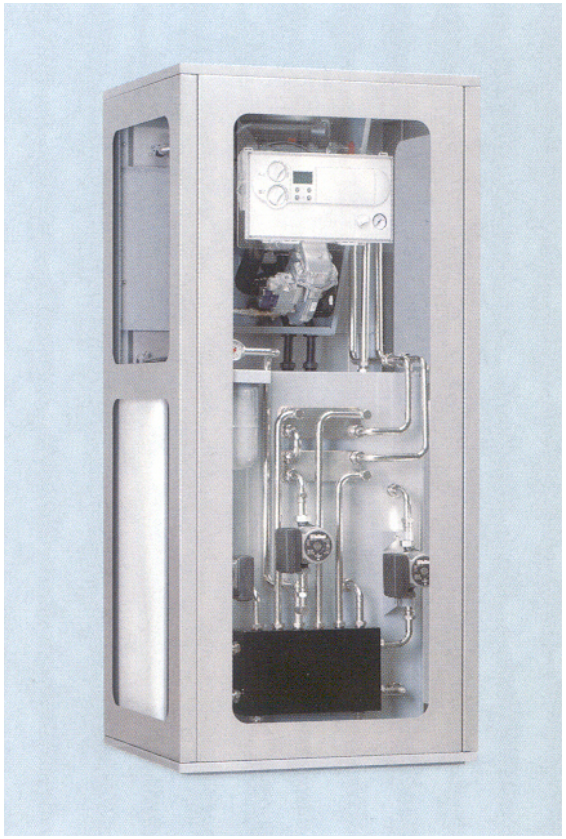
Viessmann: Vitocal 343 Wärme-pumpen-Kompaktheizzentrale



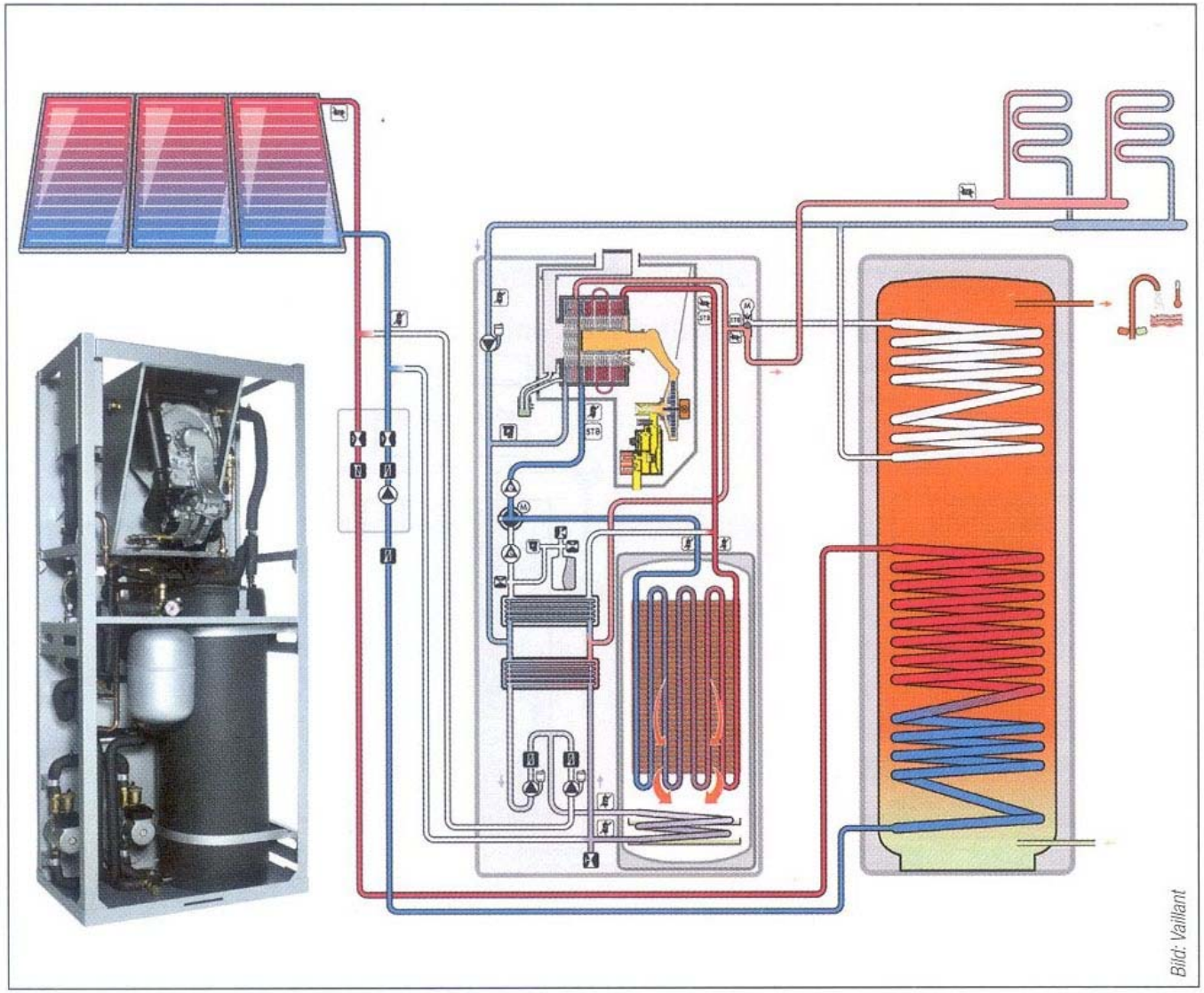
Sorgt für Frischluft, warmes Wasser und die richtige Temperatur: das LWZ 303 Integral

Wärmepumpen-Kompaktheizzentralen im Zusammenwirken mit Lüftungsanlagen (Quelle: Viessmann, Stiebel Eltron)

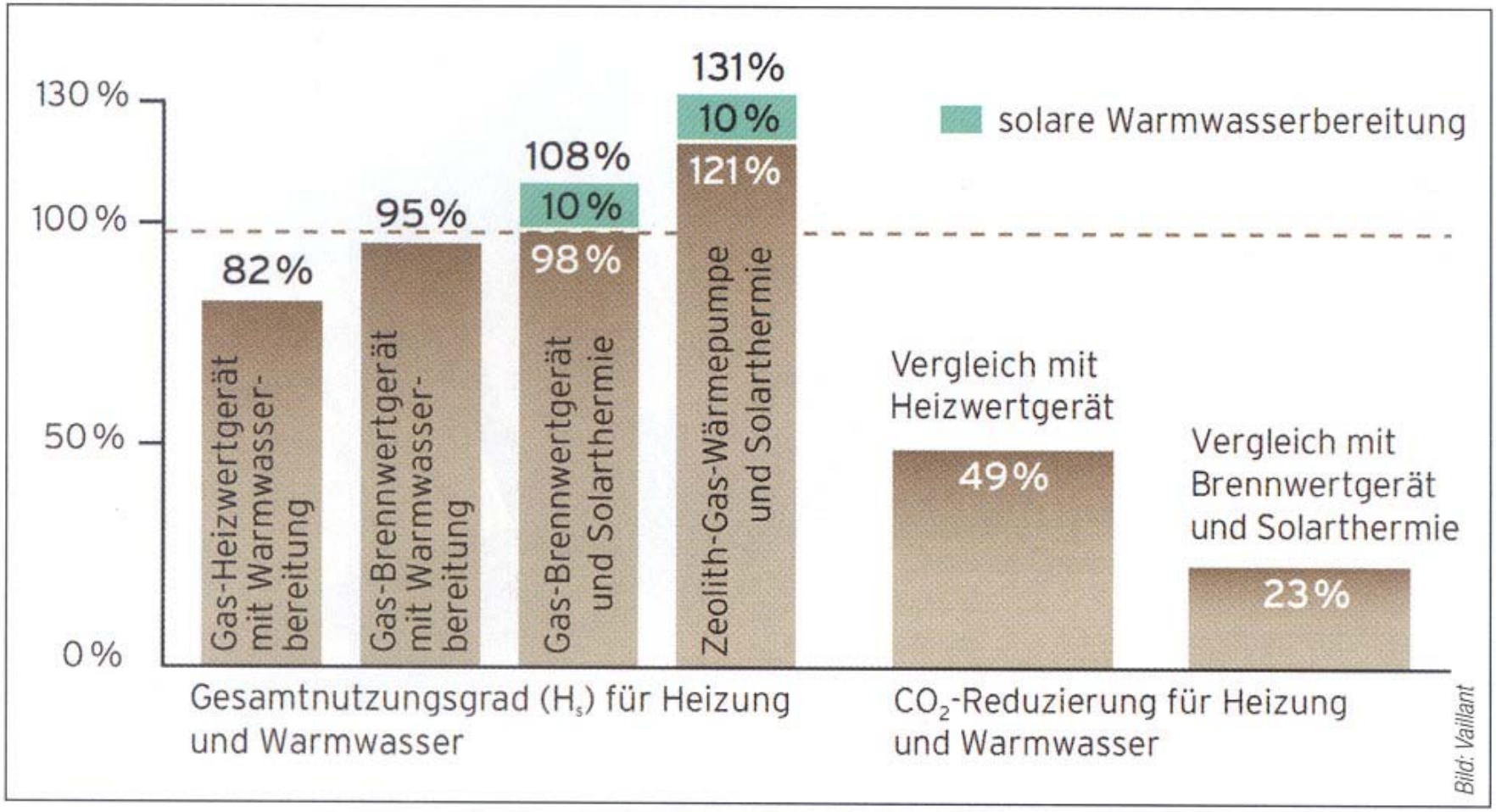




Erdgas-Absorptions- und -Adsorptionswärmepumpen
(Quelle: Robur, York, Vaillant)

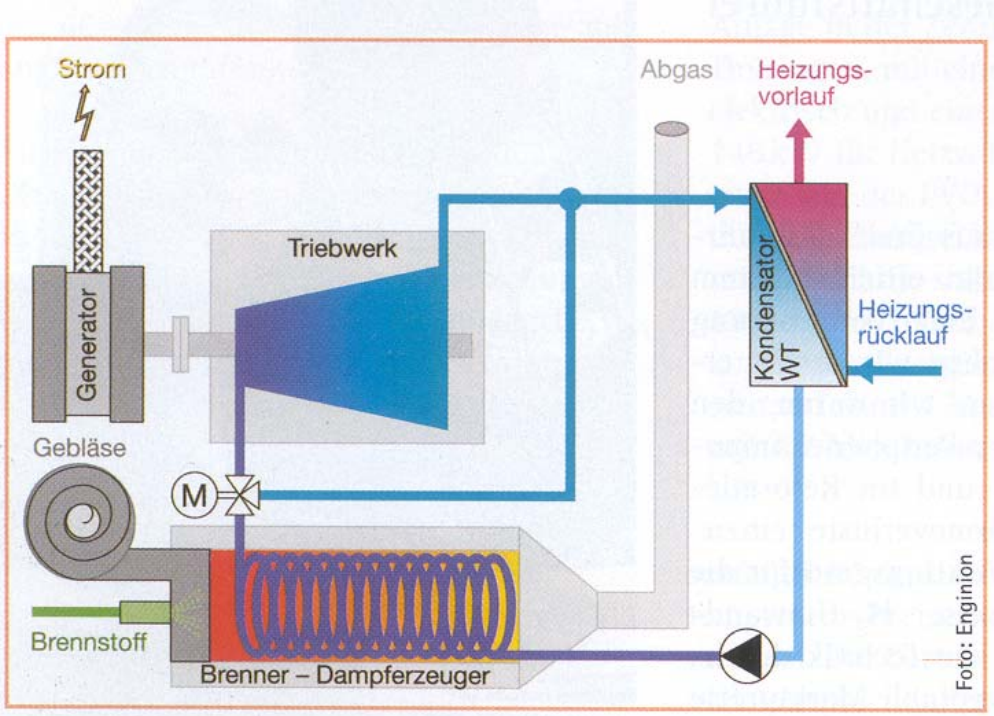


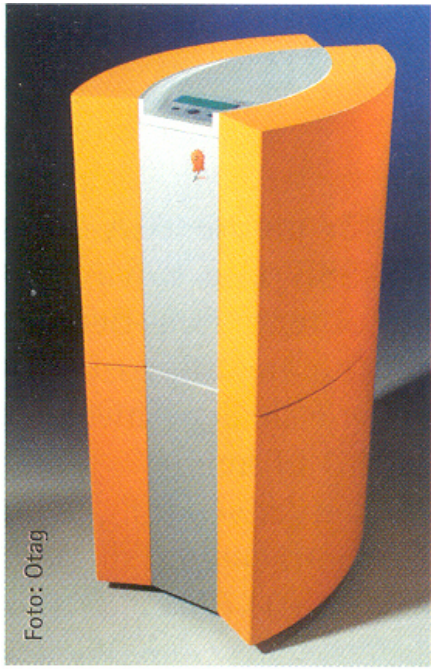
Die Gas-Adsorptionswärmepumpe als Heizungswärmepumpe (Quelle: Vaillant)



Effizienz der Gas-Adsorptionswärmepumpe im Vergleich mit anderen Heiztechniken
(Quelle: Vaillant)

Klein-Blockheizkraftanlagen mit Verbrennungsmotoren
(Quelle: Vaillant, Viessmann, SenerTec Dachs)



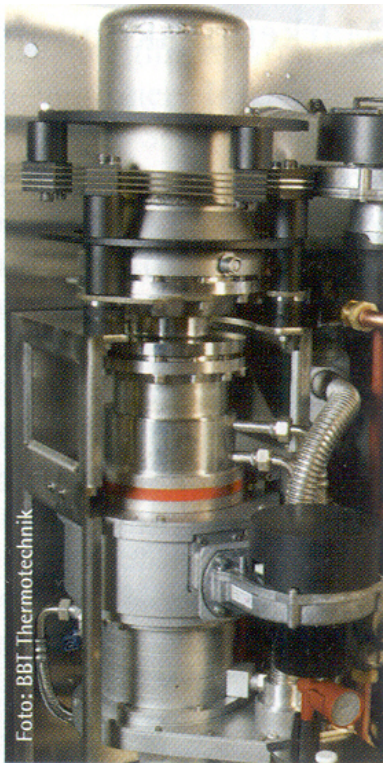


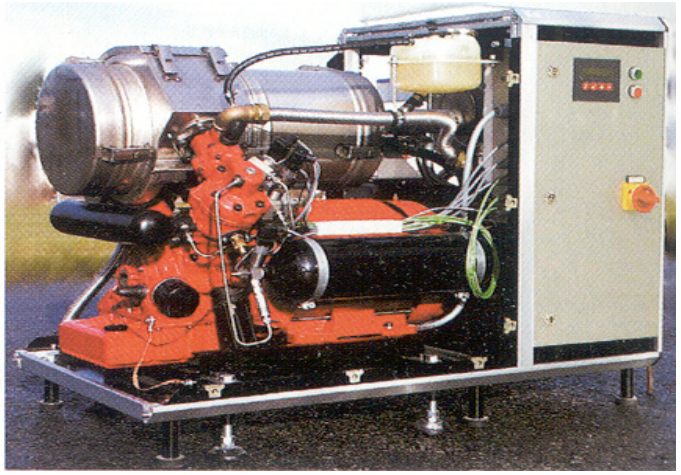
Klein-Blockheizkraftanlagen mit Dampfmotoren
(Quelle: Enginion, Lion Otag Powerblock)

Hochschule Esslingen
University of Applied Sciences

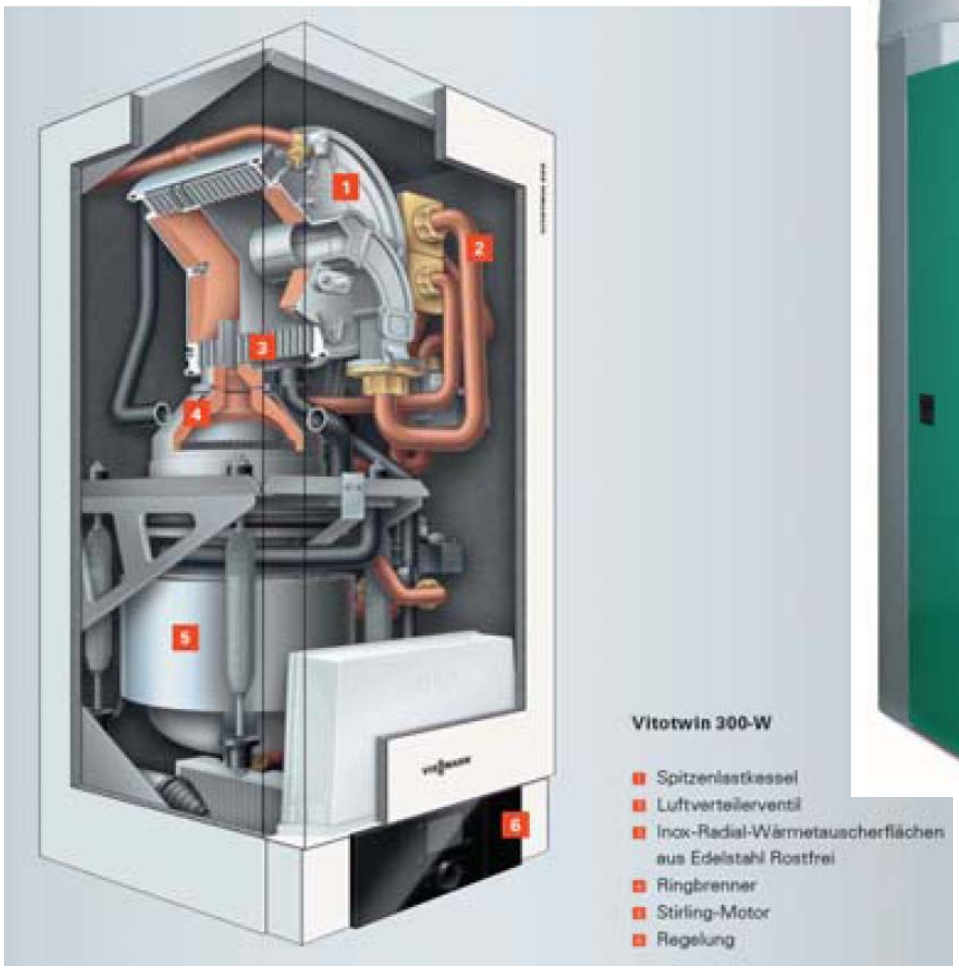
Prof. Dr.-Ing. Martin Dehli: Wärmeversorgung von Altbauten

KWK im Küchenschrank. Neue Antriebskonzepte arbeiten besonders leise und vibrationsarm





Klein-Blockheizkraftanlagen mit Stirlingmotoren
(Quelle: BBT Thermotechnik, De Dietrich Remeha EVita, Cleanergy)

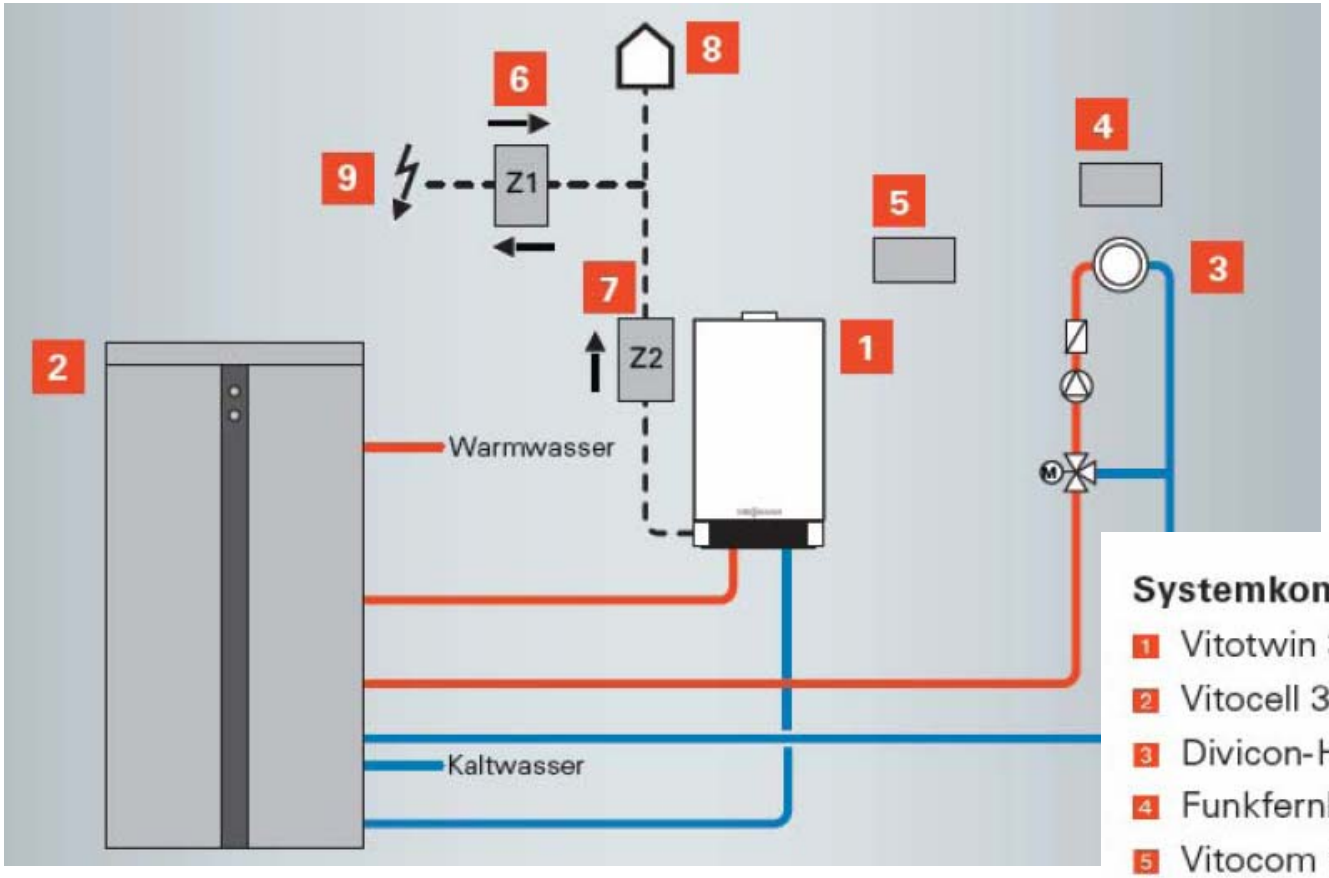


Vitotwin 300-W

- Spitzenlastkessel
- Luftverteilerventil
- Inox-Radial-Wärmetauscherflächen aus Edelstahl Rostfrei
- Ringbrenner
- Stirling-Motor
- Regelung

Klein-Blockheizkraftanlagen mit Stirlingmotoren

(Quelle: Viessmann, SenerTec Dachs, DeDietrich Remeha EVita)



Systemkomponenten

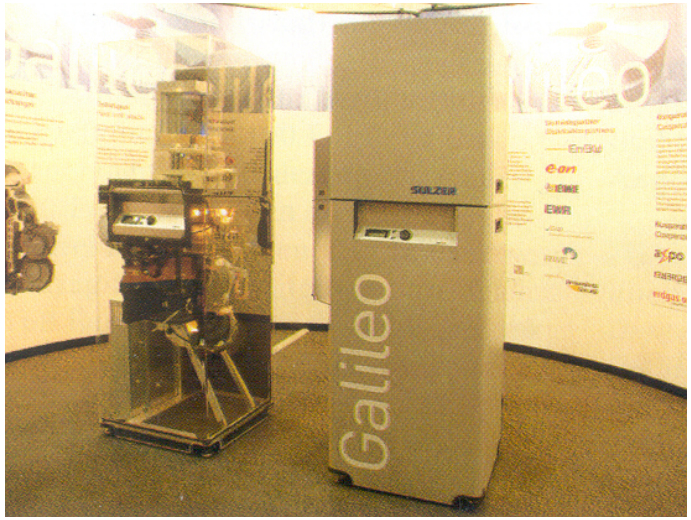
1. Vitotwin 300-W
2. Vitocell 340-M
3. Divicon-Heizkreisverteilung
4. Funkfernbedienung
5. Vitocom 100

Stromanbindung

6. Zweirichtungszähler
7. Stromerzeugerzähler (im Gerät integriert)
8. Stromnetz im Haus
9. Öffentliches Netz

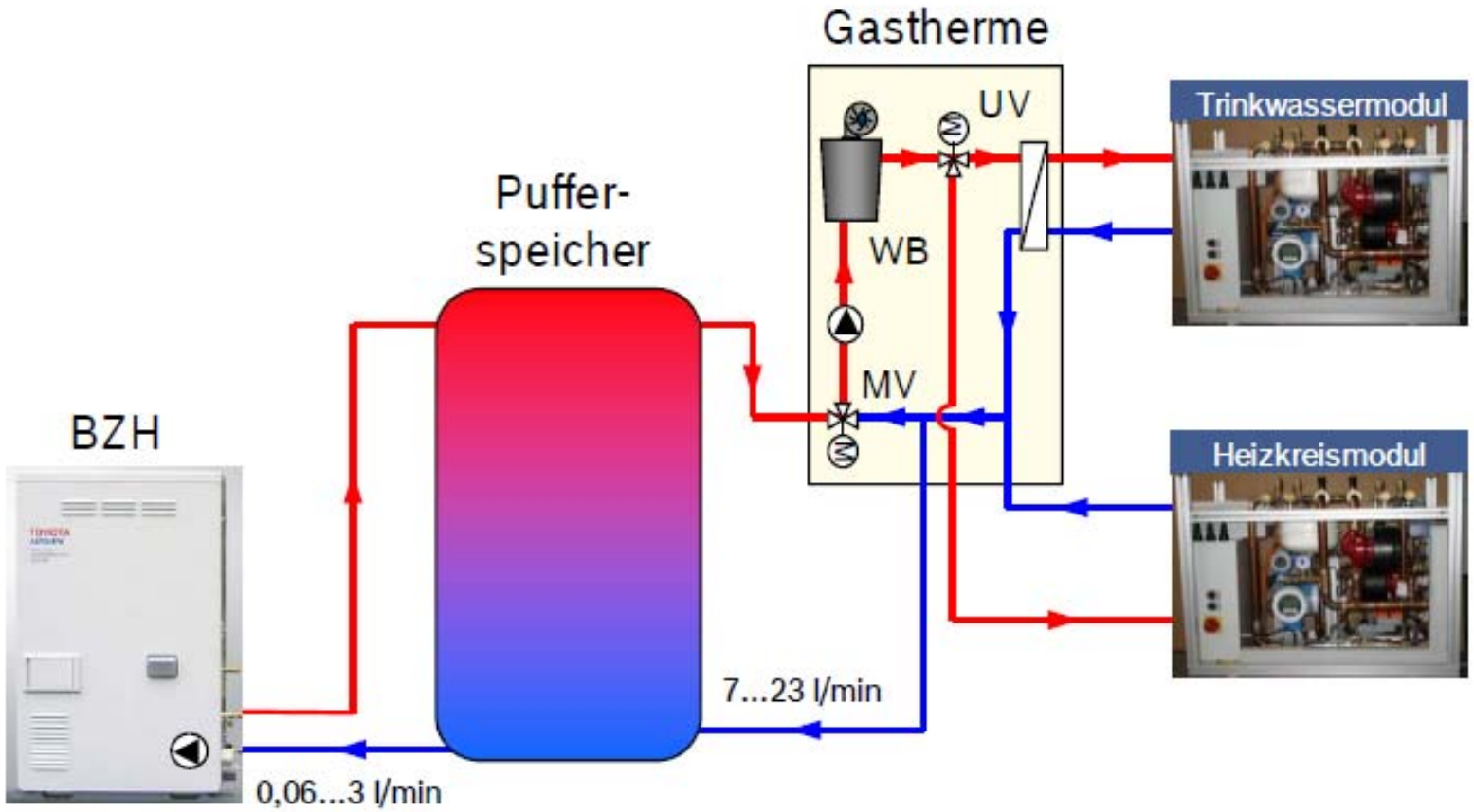
Klein-Blockheizkraftanlage mit Stirlingmotor
(Quelle: Viessmann Vitotwin-300-W)

Bild 1: Brennstoffzellen-BHKW PC 25C in Kamenz (linkes Bild) und Brennstoffzellen-Heizgerät HXS 1000 PREMIERE (rechtes Bild)



Klein-Blockheizkraftanlagen mit Brennstoffzelle

(Quelle: Hexis, Vaillant, Galileo)



Kleinst-Brennstoffzellen-Heizgerät (mit Gastherme und Pufferspeicher) für Heizung und Trinkwassererwärmung und ergänzende Stromerzeugung
(Quelle: Bosch Thermotechnik)

Split-Kleinwärmepumpen (Quelle: Viessmann, Mitsubishi)

Hochschule Esslingen
University of Applied Sciences

Prof. Dr.-Ing. Martin Dehli: Wärmeversorgung von Altbauten

Strom erzeugende Heizung

Stand: November 2011

GERÄTEÜBERSICHT

der Strom erzeugenden Heizungen

Hersteller	Gerät	Prinzip	elek. Leistung [kW]	elek. Wirkungsgrad [%]	therm. Leistung [kW]	Maße (BxHxT) [m]	Gewicht [kg]	Geräusch-pegel [dB(A)]	Status	CE	Link zum Hersteller
AISIN Seiki Co., Ltd.	Mini-BHKW	Otto-Motor	0,3 – 4,6	28,8	11,7	1,10 x 1,50 x 0,66	465	54		✓	www.berndt-enersys.de
EC Power A/F	XRGI 15G-TO	Otto-Motor	6,0 – 15,2	ca. 30,0	17,0 – 30,0	0,60 x 1,00 x 0,40	700	< 49		✓	www.ecpower.de
green energy solutions	green micro	Otto-Motor	2,5	ca. 30,0	5,0	0,63 x 1,40 x 1,08	180	ca. 50		✓	www.green-energy-solutions.de
green energy solutions	green two	Otto-Motor	5,0 – 6,5	ca. 27,0	12,0 – 16,0	0,70 x 1,24 x 1,38	570	ca. 56		✓	www.green-energy-solutions.de
intelli production GmbH	Intelli-Heimkraftwerk	Otto-Motor	2,5	ca. 20,0	8,75	0,75 x 0,75 x 1,00	450	50			www.intelli-production.de
Kirsch GmbH	microBHKW L 4.12	Otto-Motor	2,0 – 4,0	25,0	5,0 – 12,0	0,68 x 1,27 x 0,79	200	< 55		✓	www.kirsch-homeenergy.de
LichtBlick AG / Volkswagen AG	ZuhauseKraftwerk	Otto-Motor	20,0	ca. 33,0	35,0	1,17 x 1,71 x 0,84	910	< 50			www.lichtblick.de
proenvis GmbH & Co. KG	primus 1.4	Otto-Motor	2,0 – 3,8	ca. 24,2	5,6 – 10,7	0,70 x 0,98 x 0,98	350	< 55		✓	www.proenvis.de
SenerTec GmbH	Dachs G5.5	Otto-Motor	5,5	27,0	12,5	0,72 x 1,00 x 1,07	530	52 – 56		✓	www.senertec.de
Vaillant GmbH	ecoPOWER 1.0	Otto-Motor	1,0	26,3	2,5	1,18 x 1,13 x 0,32	100	< 46		✓	www.vaillant.de
Vaillant GmbH	ecoPOWER 3.0	Otto-Motor	1,3 – 3,0	25,0	4,0 – 8,0	0,76 x 1,08 x 1,37	395	< 50		✓	www.vaillant.de
Vaillant GmbH	ecoPOWER 4.7	Otto-Motor	1,3 – 4,7	25,0	4,0 – 12,5	0,76 x 1,08 x 1,37	395	< 56		✓	www.vaillant.de

Anbieter von Klein-Blockheizkraftanlagen (Strom erzeugenden Heizungen)
(Quelle: KWK-Interessenverbände)

Hersteller	Gerät	Prinzip	elek. Leistung [kW]	elek. Wirkungsgrad [%]	therm. Leistung [kW]	Maße (BxHxT) [m]	Gewicht [kg]	Geräusch-pegel [dB(A)]	Status	CE	Link zum Hersteller
Baxi Group	Ecogen	Stirling-Motor	0,2 – 1,0	14,0	3,7 – 25,2	0,43 x 0,92 x 0,43	115	< 45		✓	www.baxi.co.uk
Bosch Thermotechnik GmbH / Enatec micro-cogen B.V.	CHP 29/1T100S	Stirling-Motor	0,3 – 1,0	ca. 10,0 – 13,0	3,0 – 29,0	0,60 x 1,80 x 0,60	ca. 250	< 47		✓	www.enatec.com
Buderus (Bosch Thermotechnik GmbH)	Logavolt STH102-29 T100S	Stirling-Motor	0,3 – 1,0	ca. 10,0 – 13,0	3,0 – 29,0	0,60 x 1,80 x 0,60	ca. 250	< 47		✓	www.buderus.de
Cleanergy AB	ehemals Solo Stirling 161	Stirling-Motor	2,0 – 9,0	ca. 24,0	8,0 – 26,0	0,70 x 0,98 x 1,28	450	53 – 60		✓	www.cleanergyindustries.com
Junkers (Bosch Thermotechnik GmbH)	CERAPOWER STH102-29 T100S	Stirling-Motor	0,3 – 1,0	ca. 10,0 – 13,0	3,0 – 29,0	0,60 x 1,80 x 0,60	ca. 250	< 47		✓	www.junkers.com
Remeha (DeDietrich Remeha GmbH)	eVita	Stirling-Motor	1,0	ca. 14,0	3,0 – 23,7	0,49 x 0,91 x 0,47	110	< 47		✓	www.dedietrich-remeha.de
SenerTec GmbH		Stirling-Motor	1,0	ca. 13,0	3,5 – 24,0	0,45 x 0,93 x 0,43	110	< 45			www.senertec.de
Sunmachine GmbH	Sunmachine Gas	Stirling-Motor	1,5 – 3,0	ca. 20,0 – 25,0	4,5 – 10,5	0,76 x 1,59 x 1,16	300	< 49		✓	www.sunmachine.com
Vaillant GmbH	ecoPOWER stirling	Stirling-Motor	1,0	ca. 14,0	24,0	0,63 x 0,99 x 0,56	130			✓	www.vaillant.de
Viessmann Werke GmbH & Co. KG	Vitotwin 300-W	Stirling-Motor	1,0	15,0	3,6 – 26,0	0,48 x 0,90 x 0,48	ca. 100	< 46		✓	www.viessmann.de
WhisperGen (EHE Efficient Home Energy SL)		Stirling-Motor	1,0	ca. 10,0 – 11,0	7,5 – 14,5	0,49 x 0,84 x 0,56	142	< 46		✓	www.2g-home.de www.dse-vertrieb.de www.sanevo.de

Anbieter von Klein-Blockheizkraftanlagen (Strom erzeugenden Heizungen)
(Quelle: KWK-Interessenverbände)

Prinzip	elek. Leistung [kW]	elek. Wirkungsgrad [%]	therm. Leistung [kW]	Maße (BxHxT) [m]	Gewicht [kg]	Geräusch-pegel [dB(A)]	Status	CE	Link zum Hersteller
Freikolben-Dampfmaschine	0,3 – 2,0	ca. 12,0	3,0 – 16,0	0,62 x 1,26 x 0,83	195	48 – 54		✓	www.otag.de
Mikrogasturbine	1,2 – 3,0	16,5	7,5 – 14,2	0,55 x 0,90 x 0,85	ca. 150	< 45			www.mtt-eu.com
Brennstoffzelle (PEM)	0,3 – 1,0	32,0	0,5 – 21,7	0,60 x 1,60 x 0,60	ca. 200	< 45		✓	www.baxi-innotech.de
Brennstoffzelle (PEM)	5,0	30,0	0,2 – 10,0	0,70 x 1,50 x 1,00	ca. 350				www.rbz-fc.de
Brennstoffzelle (SOFC)	max. 2,0	60,0	0,3 – 1,0	0,60 x 0,97 x 0,66	< 200	< 45		✓	www.bluegen.info
Brennstoffzelle (SOFC)	1,0	30,0	2,0	0,55 x 1,60 x 0,55	170	30 (1m vor dem Gerät)		✓	www.hexis.com
Brennstoffzelle (SOFC)	1,0	30,0	2,0	0,55 x 0,88 x 0,38	ca. 100				www.vaillant.de

Anbieter von Klein-Blockheizkraftanlagen (Strom erzeugenden Heizungen)
(Quelle: KWK-Interessenverbände)

Freistehendes Einfamilienhaus (EFH siehe Baualtersklasse E aus Abbildung 12)

Quelle: Institut Wohnen und Umwelt GmbH

- Einfamilienhaus, Baujahr 1963
- Nutzfläche 209 m²
- Bruttovolumen 654 m³
- Wohnfläche ca. 150 m²
- A/V_e 0,68/m
- Die thermische Hülle umschließt Erd-, Ober- und Dachgeschoss.
- Der Keller befindet sich außerhalb der thermischen Hülle.

Beispiel für die Sanierung der Wärmeversorgung eines älteren Einfamilienhauses (Quelle: Bundesindustrieverband Deutschland Haus-, Energie- und Umwelttechnik e. V. (BDH))

Ausgangssituation

	Heizung	Trinkwassererwärmung
Erzeuger 1	NT-Gebläsekessel (vor 1987), Heizöl	Wärmeerzeuger Heizung
Speicherung	—	indirekt beheizter Speicher, Dämmung abhängig von Gebäude- bzw. Wärmeerzeugerbaujahr gewählt, Standardgröße nach jeweiliger Norm
Verteilung	Heizkreisauslegungstemperaturen 70/55 °C, mäßige Leitungsdämmung, kein hydraulischer Abgleich, Umwälzpumpe ungeregelt und überdimensioniert	mit Zirkulation, mäßige Leitungsdämmung
Übergabe	alte Heizkörper, Anordnung im Außenwandbereich, alte Thermostatventile	—

Quelle: Institut Wohnen und Umwelt GmbH

Beispiel für die Sanierung der Wärmeversorgung eines älteren Einfamilienhauses (Quelle: Bundesindustrieverband Deutschland Haus-, Energie- und Umwelttechnik e. V. (BDH))

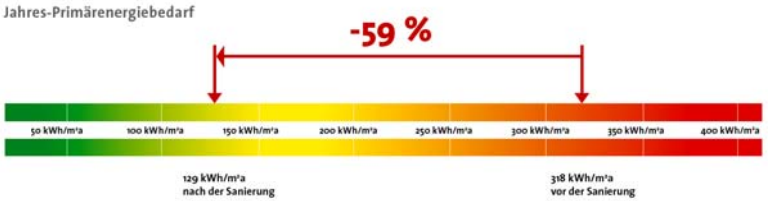
Sanierungsmaßnahmen:

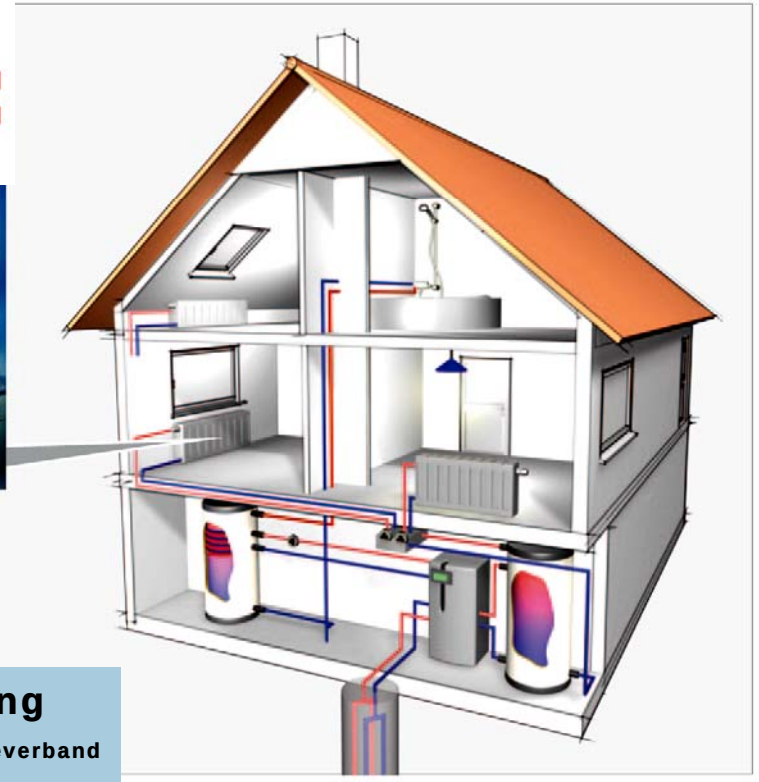
- Alter Wärmeerzeuger wird durch Sole-Wasser-Wärmepumpe ersetzt
- Absenkung der Systemtemperatur mit Heizkörper auf 55/45
- Neue Heizkörper im Außenwandbereich mit neuen Thermostatventilen
- Indirekt beheizter Trenn-Pufferspeicher, da unterschiedliche Massenströme (Hydraulische Weiche)
- Indirekt beheizter Speicher, Standardgröße nach Norm
- Trinkwassererwärmung mit Zirkulation
- Dämmung der Verteilleitungen im Keller nach EnEV
- Neue Umwälzpumpe geregelt und bedarfsausgelegt
- Optimierter Betrieb durch hydraulischen Abgleich und optimale Heizkurve

Energetische Kennwerte

Anlage	Endenergie				Primärenergie				CO_2-Emissionen			
	Bedarf [kWh]		Einsparung		Bedarf [kWh]		Einsparung		vorher [kg/a]	nachher [kg/a]	Einsparung	
	vorher	nachher	absolut	relativ	vorher	nachher	absolut	relativ			absolut	relativ
Sole-Wasser-EWP	59.577	10.392	49.185	83 %	66.549	27.019	39.530	59 %	19.107	6.692	12.415	65 %

Berechnungsdaten nach DIN V 4108-6/4701-10





Beispiel für die Sanierung der Wärmeversorgung eines älteren Einfamilienhauses (Quelle: Bundesindustrieverband Deutschland Haus-, Energie- und Umwelttechnik e. V. (BDH))

Vielen Dank
für Ihre Aufmerksamkeit!