

Mikro KWK – Kraft-Wärmekopplung für Jedermann



Referent: Ute Scholz
Innovative Technologien



● **Agenda**



- Heizungsmarkt
- Gesetzliche Grundlagen
- Kraft-Wärme-Kopplung
- Geräteübersicht
- Förderung von KWK - Anlagen
- Ausblick Brennstoffzelle

Wohnungsbeheizung Deutschland (Wohnungsbestand: 38,2 Mio.)

Wohnungen mit
Erdgasheizung

Anteile in %

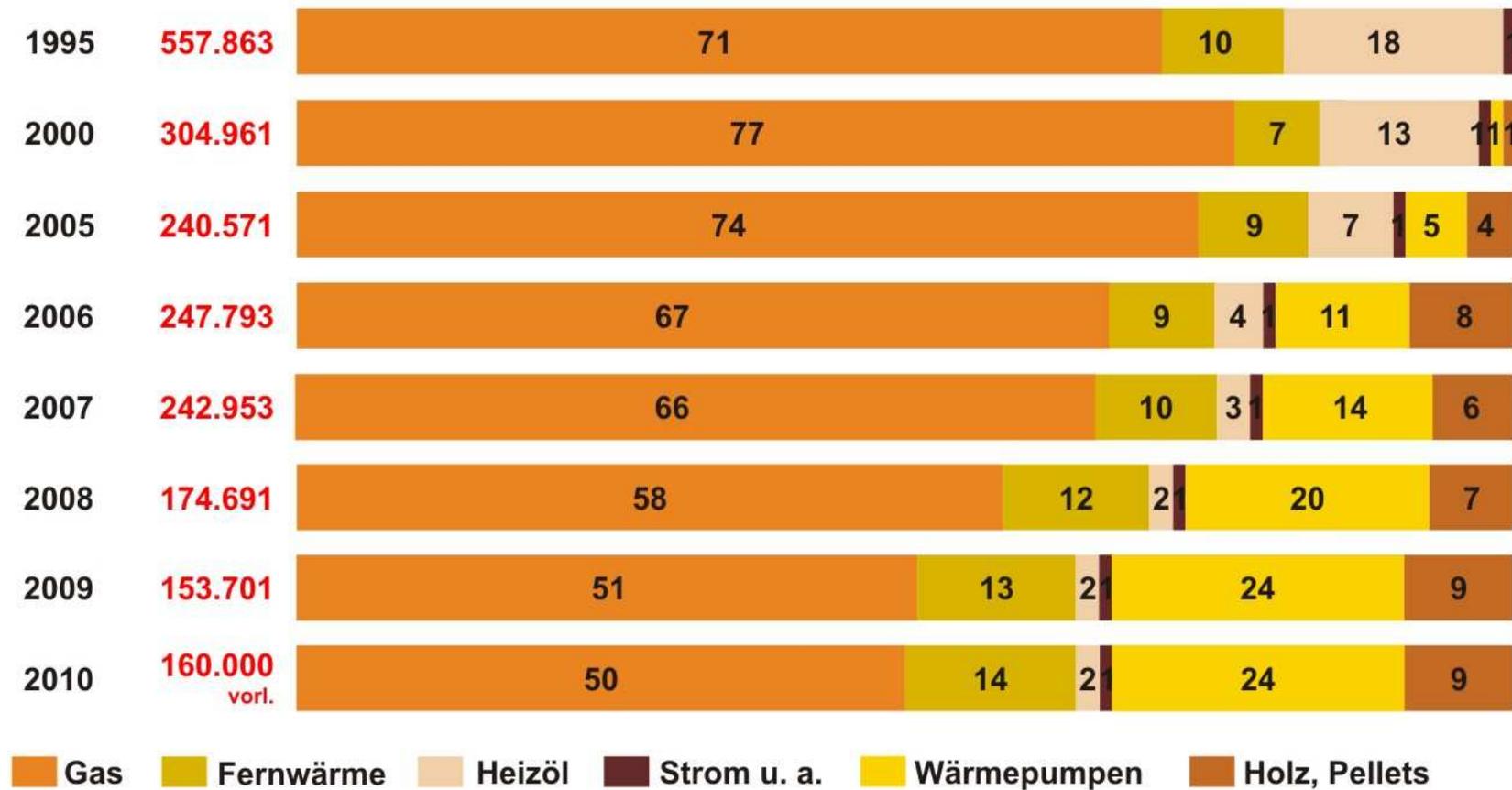
10,7 Mio	1992	31	4	8	35	16	6
11,5 Mio	1993	33	5	7	35	14	6
12,3 Mio	1994	35	6	6	34	13	6
13,2 Mio	1995	37	7	5	34	11	6
13,9 Mio	1996	39	8	4	34	9	6
14,6 Mio	1997	41	8	4	33	8	6
15,3 Mio	1998	42	8	4	33	7	6
15,9 Mio	1999	43	8	4	33	6	6
16,4 Mio	2000	45	8	4	33	5	5
16,8 Mio	2001	45	8	4	32	5	6
17,2 Mio	2002	46	8	4	32	4	6
17,5 Mio	2003	46	8	4	32	4	6
17,8 Mio	2004	47	8	4	32	3	6
18,0 Mio	2005	47	9	4	31	3	6
18,2 Mio	2006	48	9	3	31	3	6
18,3 Mio	2007	48	9	3	30	3	7
18,5 Mio	2008	48	9	3	30	3	7
18,6 Mio	2009	49	9	4	30	2	6
18,7 Mio	2010	49	9	4	30	2	6



Wohnungsbeheizung – Neubauten Deutschland

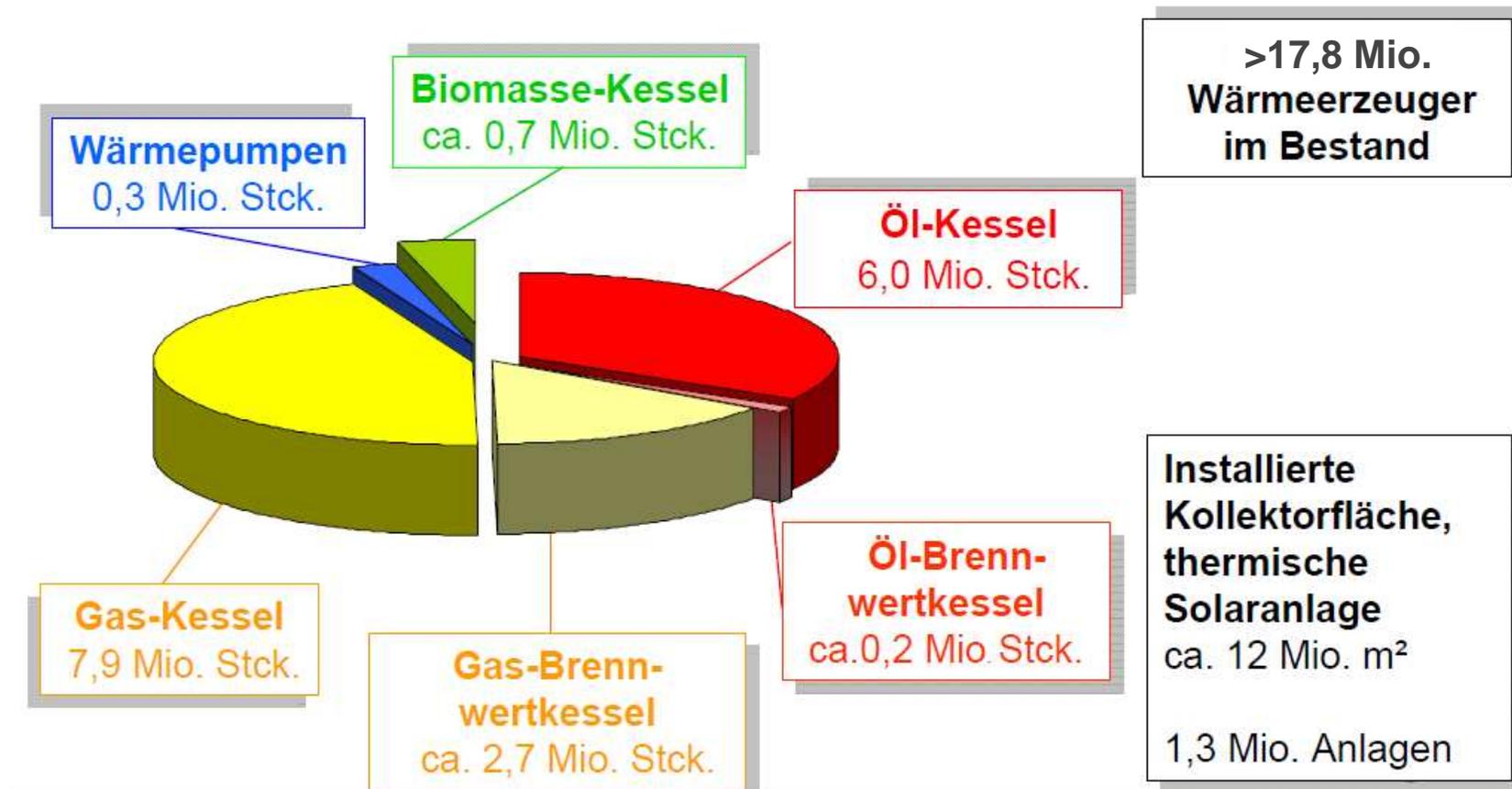
Anteile in %

Baugenehmigungen



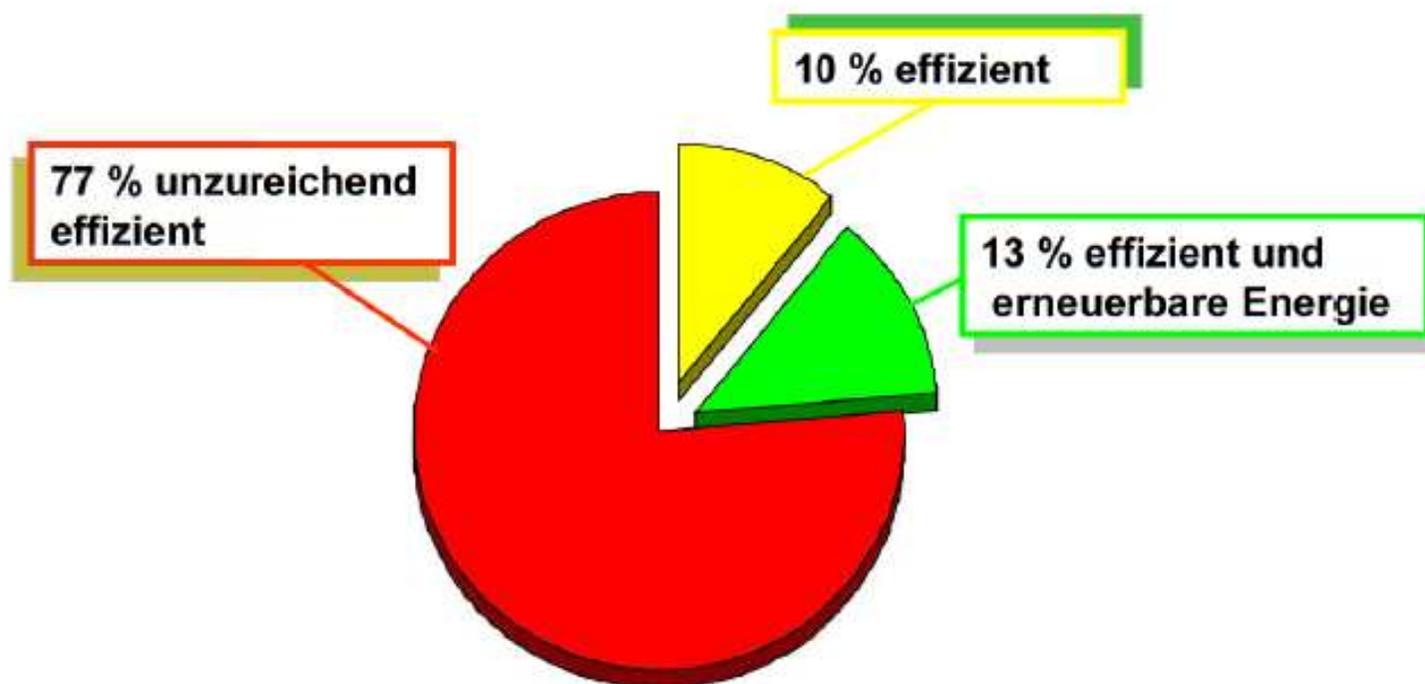
Quelle: Statistisches Bundesamt

Heizungsanlagen in deutschen Wohnhäusern



Quelle: BDH Stand: 1/2010

Effizienzstruktur Heizungsanlagenbestand 2010



**nur 13 % der 18,6 Mio. Wärmeerzeuger mit
„Effizienz und erneuerbarer Energie“**

Quelle: BDH

● Marktanalyse

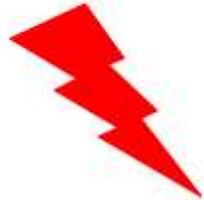


Modernisierungstau

Ursache:

- Kaufkraft
- Verunsicherung
 - Energiepreise
 - Förderpolitik
 - Wissensdefizite
- fehlende innovative, effiziente und marktfähige Gerätetechnik

Marktanalyse



Modernisierungsstau

Ursache:

- Kaufkraft
- Verunsicherung
 - Energiepreise
 - Förderpolitik
 - Wissensdefizite
- fehlende innovative, effiziente und marktfähige Gerätetechnik

**Chance zur Positionierung von Mikro-KWK
im Heizungsmarkt**

● Kraft-Wärme Kopplung

aus Artikel 3 der Richtlinie 2004/8/EG
(„KWK-Richtlinie der EU)

Im Sinne dieser Richtlinie bezeichnet der Ausdruck:

- KWK-Kopplung ist die gleichzeitige Umwandlung von eingesetzter Energie in thermische Energie und elektrischer und /oder mechanischer Energie in einem Prozess

Ersatzmaßnahmen nach §7 sind: (Deckung WB \geq 50%)

- Nutzung von Abwärme (z.B. LWRA mit $\eta \geq 70\%$ u. SKZ 10)
- **KWK – Kraft-Wärme-Kopplung**
- Unterschreitung der gültigen EnEV um 15%
- Anschluss an Nah- und Fernwärmenetz
(wenn die Wärme mind. zu 50% aus EE, KWK oder Abwärme erzeugt wurde)

Kombinationen nach §8

- EE und Ersatzmaßnahmen können untereinander und miteinander kombiniert werden.

● Kraft- Wärme- Kopplung (KWK)

Mikro BHKW als Heizsystem



Quelle Senertec

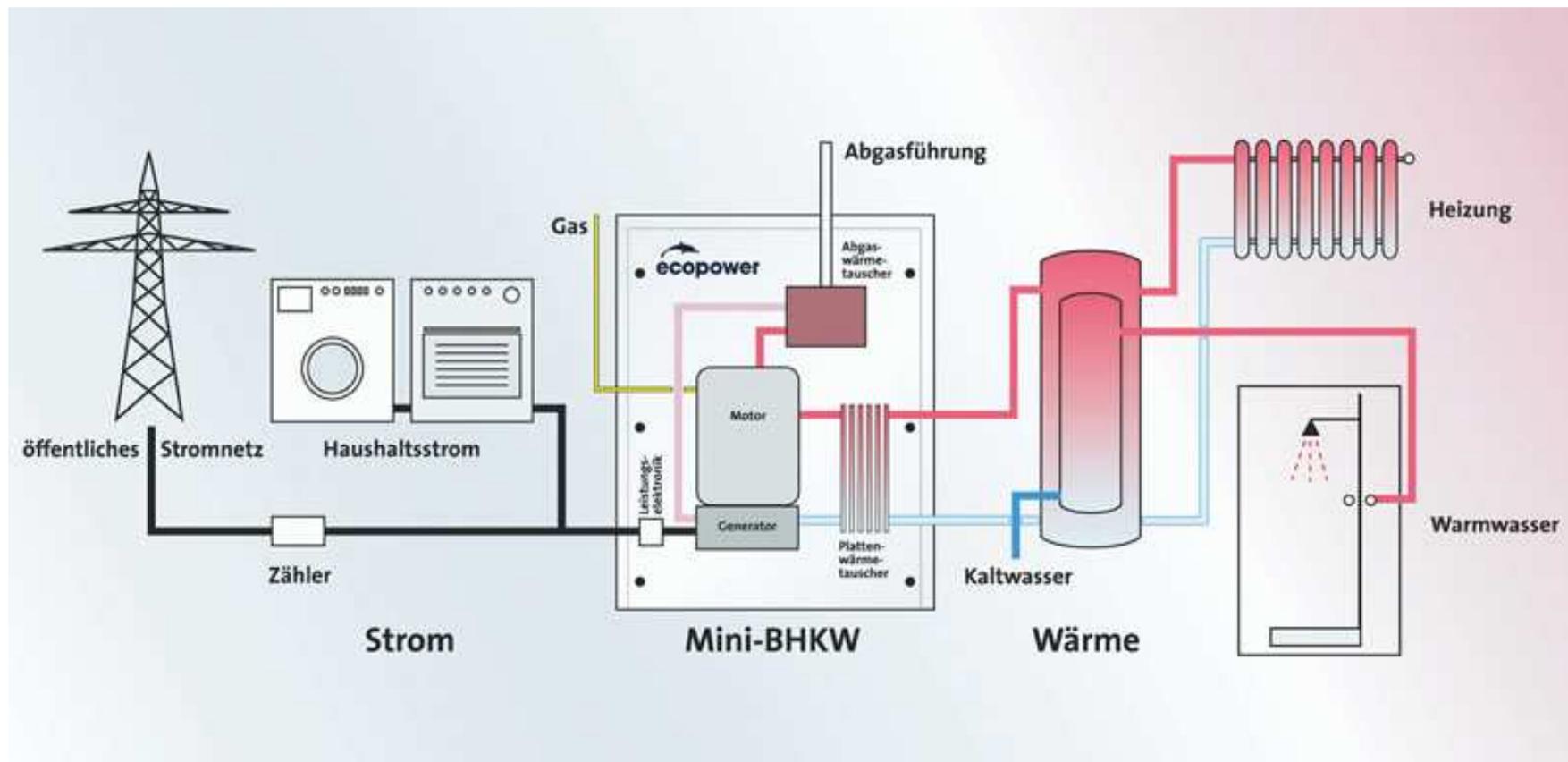
KWK- Kopplung ist die gleichzeitige Umwandlung von eingesetzter Energie in thermische Energie und elektrischer und /oder mechanischer Energie in einem Prozess

Argumente für KWK

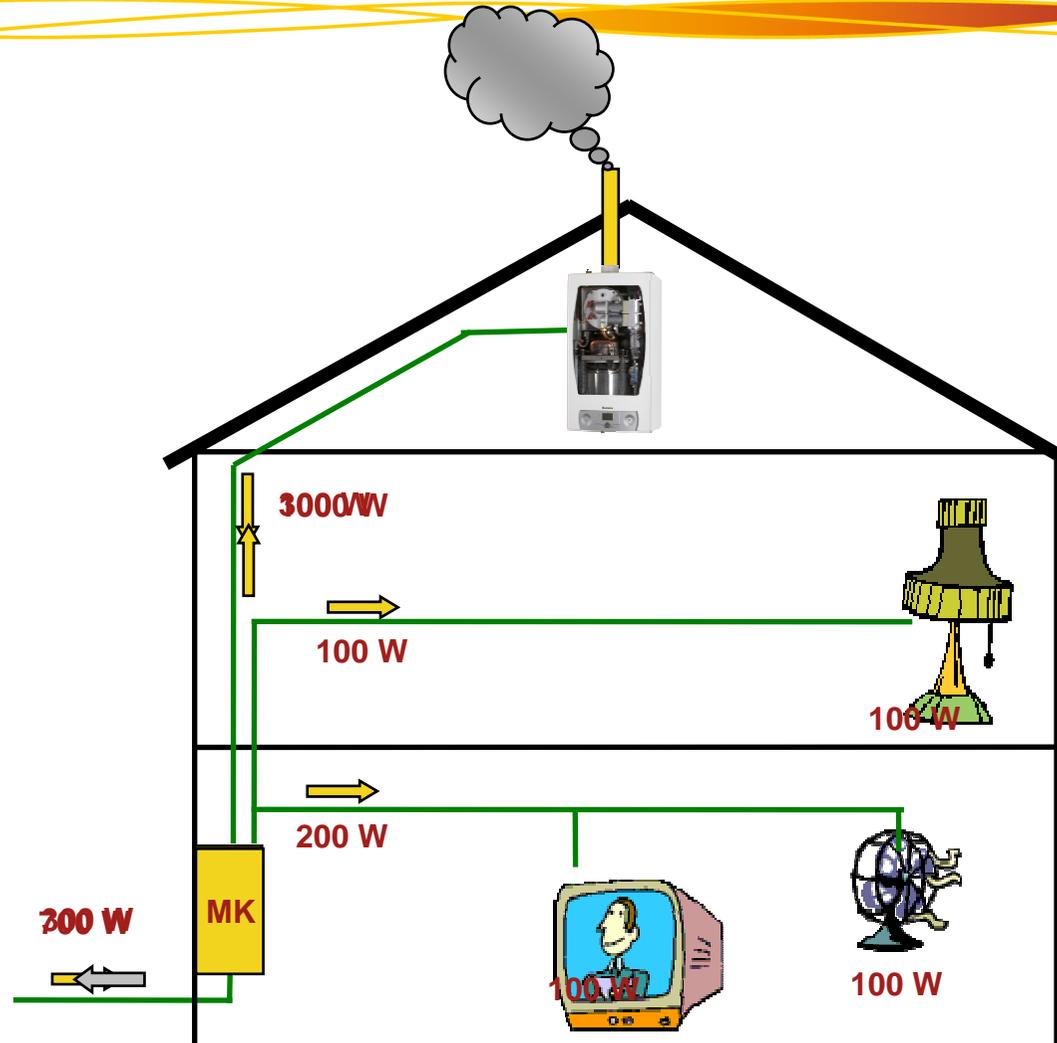
- Verringerung Primärenergieeinsatz
- Verringerung der CO₂-Emissionen
- Verringerung Staub, NO_x, SO_x
- Nutzung Strom und Wärme
- Keine Übertragungsverluste

● Einbindung einer KWK-Anlage

- Prinzipielle Einbindung BHKW in Heizkreis (Heizung und Warmwasser)
- und Stromkreis (Eigenbedarf und Netzeinspeisung)



Wie funktioniert KWK in meinem Haus?



Quelle: Remeha

● KWK Varianten

Antrieb durch:

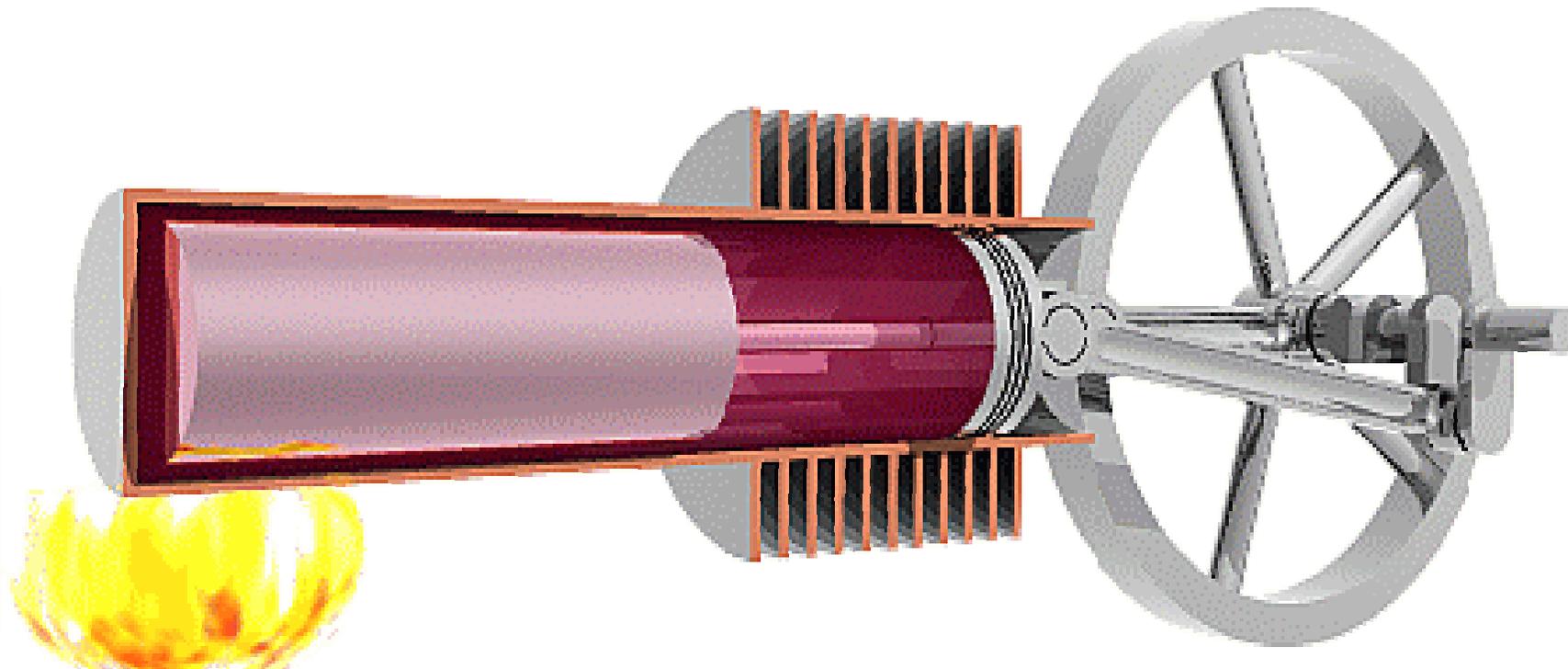
- Otto-Motor (interne Verbrennung)
- Stirling-Motor (externe Verbrennung)
- Dampfexpansionsmaschine
- Brennstoffzelle
- Gasturbine

● Funktionsprinzip Otto-Motor

- Vermischung von Brennstoff und angesaugter Luft
- kontrollierte Explosion mittels Zündfunken
- entstehende Verbrennungsgase dehnen sich aus → Überdruck bewegt einen Kolben
- Kolbenbewegung wird auf eine Welle übertragen, die einen Generator antreibt
- Motorwärme wird über Wärmeübertrager für Heizung genutzt

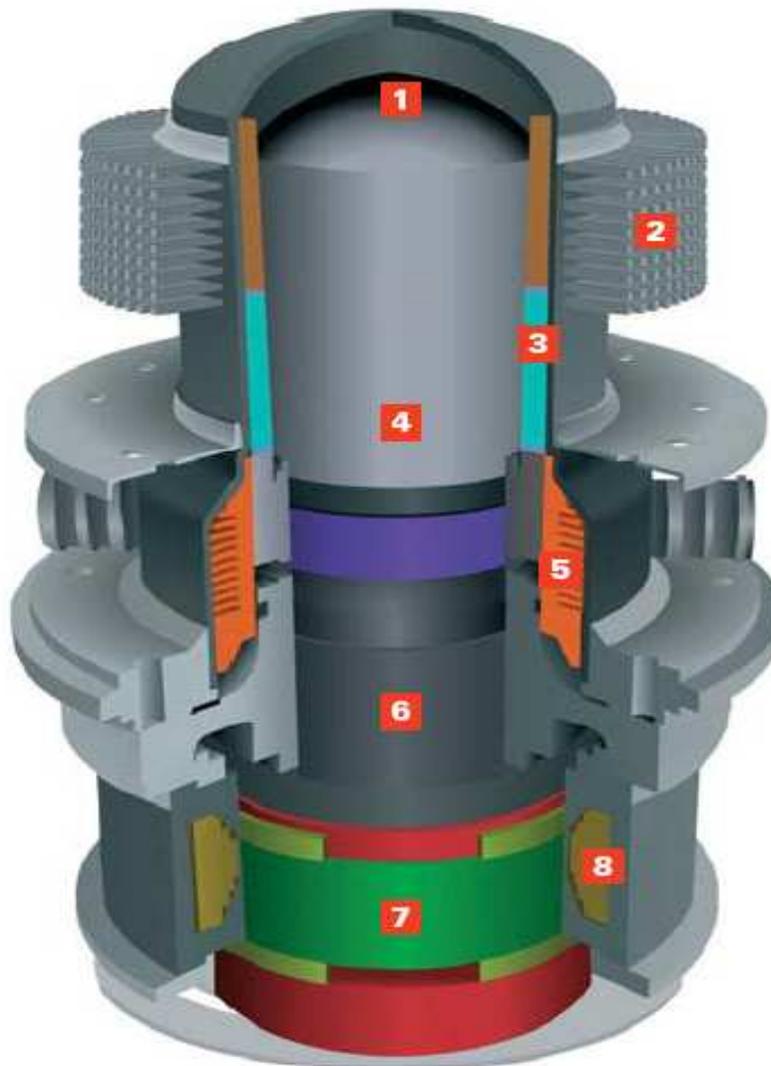


● Funktionsweise Stirling-Motor



Der Stirlingmotor arbeitet nach dem Prinzip eines geschlossenen Kreisprozesses und ist ein Beispiel für die Energieumwandlung von einer schlecht nutzbaren Energieform (thermische Energie) in die besser einsetzbare Energieform mechanischer Energie.

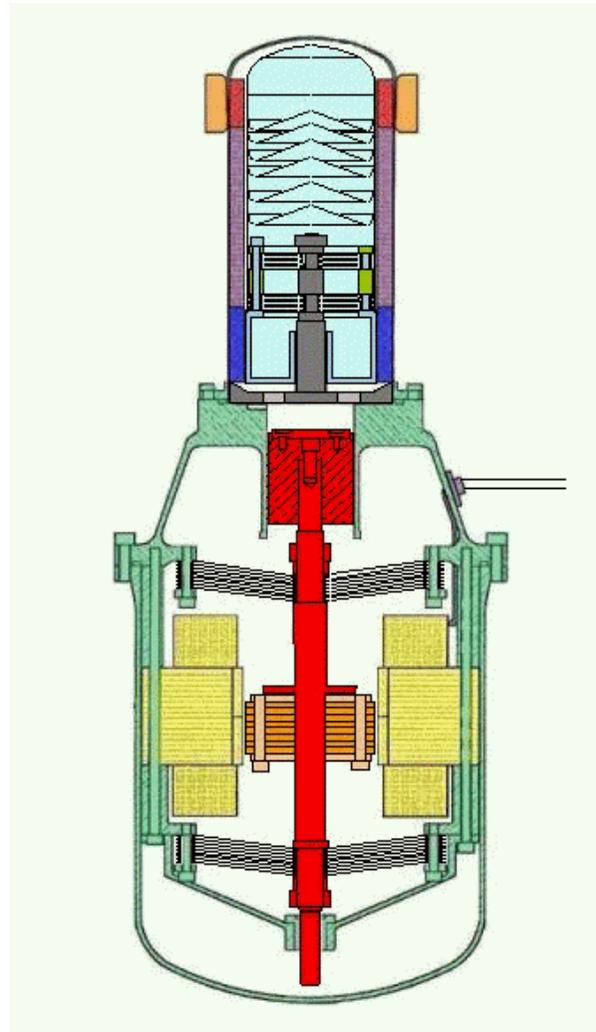
Funktionsweise Stirling-Motor



Stirling-Motor

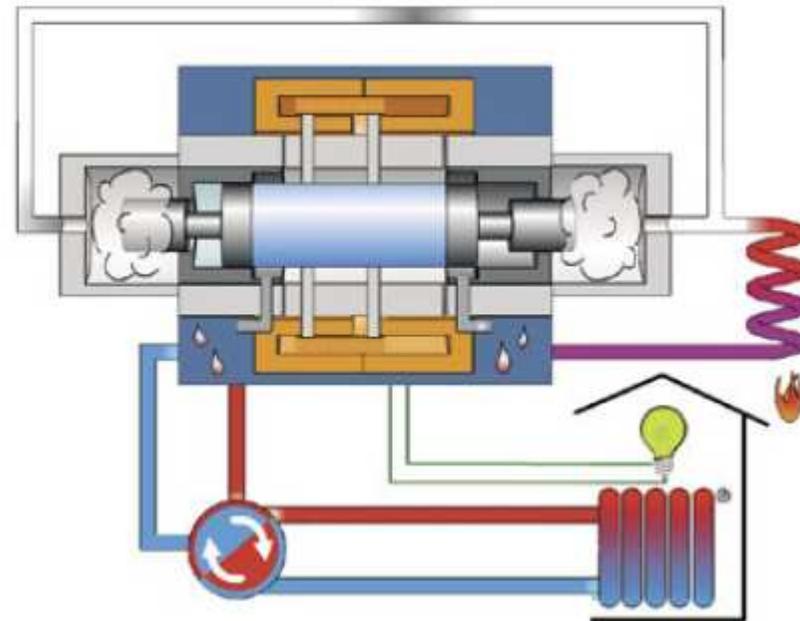
- 1 Stirlingkopf
- 2 Rippen
- 3 Regenerator
- 4 Verdrängerkolben
- 5 Wassergekühlter Bereich
- 6 Arbeitskolben
- 7 Magnetband
- 8 Kupferspule

● Funktionsweise Stirling-Motor



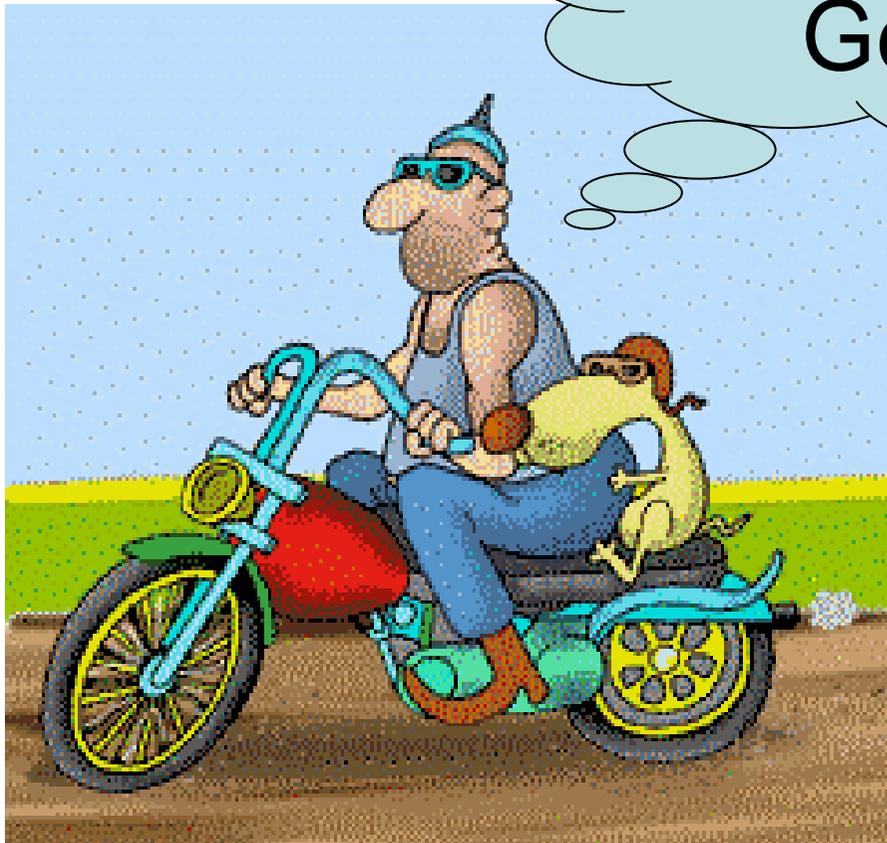
Funktionsprinzip Dampfexpansionsmaschine

- Wasser wird im geschlossenen Kreislauf durch externe Wärmequelle erhitzt und verdampft
- Wasserdampf wird einem Arbeitsraum zugeführt und dort entspannt → Dampf kondensiert
- Entspannung des Dampfes setzt einen Kolben in Bewegung, der einen Generator antreibt



Quelle: ASUE

Welches
Gerät?



Übersicht Stromerzeugende Heizung (SeH)

Hersteller	Gerät	Prinzip	elek. Leistung [kW]	elek. Wirkungsgrad [%]	therm. Leistung [kW]	Maße (B x H x T) [m]	Gewicht [kg]	Geräuschpegel [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.bemdt-enersys.de
EC Power A/F	XRGI 15G-T0	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 two	Otto-Motor	4,0 – 6,9	ca. 22,5	8,0 – 18,7	0,70 x 1,24 x 1,38	570	ca. 58		✓	www.green-energy-solutions.de
Intelli production GmbH	Intelli-Heizkraftwerk	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	mikroBHKW 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

- Produktidee
- Makteinführungsphase
- Technische Entwicklung
- Produkt eingeführt
- Optimierungs-/Testphase

Ausführliche und aktuelle Informationen zum Thema „Strom erzeugende Heizung“ finden Sie unter: www.stromerzeugendeheizung.de

Quelle: ASUE

Stand August 2011

Übersicht Stromerzeugende Heizung (SeH)

Hersteller	Gerät	Prinzip	elek. Leistung [kW]	elek. Wirkungsgrad [%]	therm. Leistung [kW]	Maße (BxHxT) [m]	Gewicht [kg]	Geräuschpegel [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
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
Vallant GmbH	ecoPOWER stirling	Stirling-Motor	1,0	ca. 14,0	24,0	0,63 x 0,99 x 0,56	130			✓	www.vallant.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

- Produktidee
- Technische Entwicklung
- Optimierungs-/Testphase
- Markteinführungsphase
- Produkt eingeführt

Ausführliche und aktuelle Informationen zum Thema „Strom erzeugende Heizung“ finden Sie unter: www.stromerzeugende-heizung.de

Quelle: ASUE

Stand August 2011

Übersicht Mikro-KWK (SeH)



Kirsch L 4.12



Baxi Ecogen



Brötje Stirling



Bosch Stirling



Remeha evita



Vaillant ecopower 1.0



Viessmann
Vitolwin 300-W



WhisperGen



OTAG Typ Lion



Senertec
Dachs Stirling SE

Marktreife /-nahe Mikro-BHKW

OTAG
Strom mit Wärme



Quelle: Otag

Otag – Lion Powerblock

Thermische Leistung	3,0 – 16,0 kW
Elektrische Leistung	0,3 – 2,0 kW
Motorenart	Freikolben- Dampfmaschine
Energieträger	Erdgas
Gesamtwirkungsgrad	ca. 98 %
Gewicht	195 kg
Abmaße (BxHxT)	620 x 1260 x 830 mm
Status	Produkt eingeführt
Zielgruppe	EFH / ZFH

Marktreife /-nahe Mikro-BHKW

 **WHISPERGEN™**
HEAT AND POWER SYSTEM



Quelle: bhkw-service-sebastian.de

WhisperGen – Stirling

Thermische Leistung	7,5 – 14,5 kW
Elektrische Leistung	1,0 kW
Motorenart	Vierkolbenstirling
Energieträger	Erdgas
Gesamtwirkungsgrad	ca. 95 %
Gewicht	142 kg
Abmaße (BxHxT)	490 x 840 x 560 mm
Status	Produkt eingeführt
Zielgruppe	EFH / ZFH

Marktreife /-nahe Mikro-BHKW

QR remeha

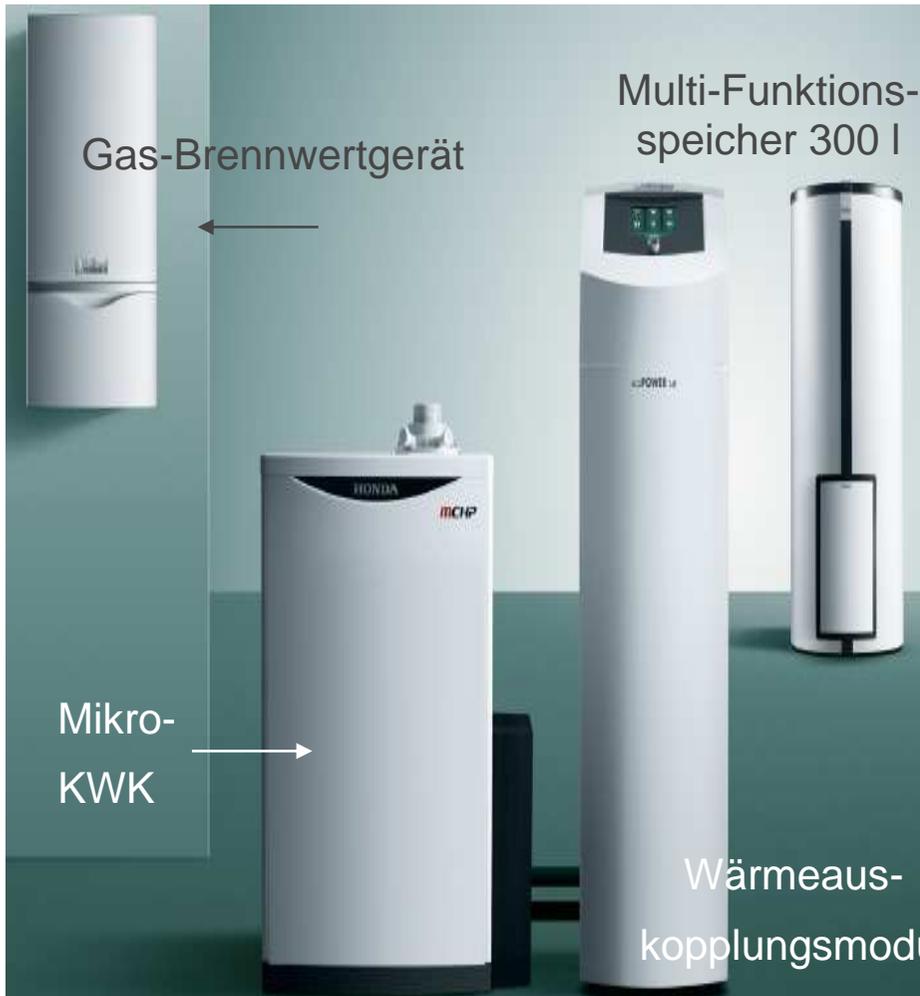


Quelle: Remeha

DeDietrich Remeha – eVita

Thermische Leistung	3,0 – 23,7 kW
Elektrische Leistung	1,0 kW
Motorenart	Einzylinder-Freikolben-Stirling
Energieträger	Erdgas
Gesamtwirkungsgrad	ca. 91 %
Gewicht	110 kg
Abmaße (BxHxT)	490 x 910 x 470 mm
Status	Optimierungs-/ Testphase
Zielgruppe	EFH / ZFH

Marktreife /-nahe Mikro-BHKW



Vaillant – ecoPOWER 1.0

Thermische Leistung	2,5 kW
Elektrische Leistung	1,0 kW
Motorenart	1 Zylinder, 4-Takt-Ottomotor
Energieträger	Erdgas
Gesamtwirkungsgrad	ca. 92 %
Gewicht	100 kg
Abmaße (BxHxT)	1180 x 1130 x 320 mm
Status	Markteinführungs- -phase
Zielgruppe	EFH

Marktreife /-nahe Mikro-BHKW

Viessmann – Vitotwin 300-W

VIESSMANN
climate of innovation



Quelle:viessmann

Thermische Leistung	3,6 – 26,0 kW
Elektrische Leistung	1,0 kW
Motorenart	Einzylinder- Freikolben-Stirling
Energieträger	Erdgas
Gesamtwirkungsgrad	ca. 96 %
Gewicht	100 kg
Abmaße (BxHxT)	480 x 900 x 480 mm
Status	Optimierungs-/ Testphase
Zielgruppe	EFH / ZFH

Marktreife /-nahe Mikro-BHKW



Quelle: SenerTec

SenerTec – Dachs Stirling SE

Thermische Leistung	3,5 – 24,0 kW
Elektrische Leistung	1,0 kW
Motorenart	Stirling-Motor
Energieträger	Erdgas
Gesamtwirkungsgrad	ca. 91 %
Gewicht	110 kg
Abmaße (BxHxT)	450 x 930 x 430 mm
Status	Optimierungs-/ Testphase
Zielgruppe	EFH / ZFH

Mikro-BHKW im Feldtest

BAXI Ecogen



Quelle: Baxi Innotech

Name	Ecogen
Antrieb	Stirling-Motor
elektrische Leistung	1,0 kW
thermische Leistung	3,5-24 kW

BRÖTJE
HEIZUNG



Quelle: www.bhkw-prinz.de

Name	Stirling-BHKW
Antrieb	Stirling-Motor mit Zusatzbrenner
elektrische Leistung	1,0 kW
thermische Leistung	6,0 kW (Stirling) 18 kW (Zusatzbrenner)

Mikro-BHKW im Feldtest



Quelle: Vaillant

Name	Stirling-BHKW
Antrieb	Stirling-Motor mit Zusatzbrenner
elektrische Leistung	1,0 kW
thermische Leistung	6,0 kW (Stirling) 18 kW (Zusatzbrenner)



BOSCH



Quelle: www.baulinks.de

Name	Stirling-BHKW
Antrieb	Stirling-Motor mit Zusatzbrenner
elektrische Leistung	1,0 kW
thermische Leistung	3 – 31 kW

Mikro-BHKW im Feldtest

KIRSCH
HomeEnergy



Quelle: Kirsch HomeEnergy

Name	L 4.12
Antrieb	Otto - Motor
elektrische Leistung	2 - 4 kW
thermische Leistung	5 - 12 kW

INTELL
production



Quelle: intelli production

Name	Heimkraftwerk
Antrieb	Otto-Motor m. variablen Zusatzbrenner
elektrische Leistung	2,5 kW
thermische Leistung	8,75 kW (Otto) (var.) kW Zusatzbrenner

● Förderung KWK - Technologie

- KWK-Gesetz
- Energiesteuergesetz
- Marktanzreizprogramm der Bundesregierung
- KfW-Förderungen
- Spezielle Landesprogramme
- Verschiedene Förderungen durch EVU

● **Marktanreizprogramm**

Basisförderung

Fördersatz je installierte kW_{el}

Leistung (min [kW _{el}])	Leistung (max. [kW _{el}])	Förderbetrag [€/kW _{el}] kumuliert über Leistungsstufen
> 0	<= 4	1.550,00
> 4	<= 6	775,00
> 6	<= 12	250,00
> 12	<= 25	125,00
> 25	<= 50	50,00

**Förderung seit
01.01.2010 ausgesetzt**

● KfW-Programm

KfW-Programm „Energieeffizient Sanieren“ (Investitionszuschuss)

430

gefördert wird u. a.:

- „....Erneuerung der Heizung einschließlich Einbau einer Umwälzpumpe der Energieeffizienzklassesowie Durchführung des hydraulischen Abgleichs“
- „Planungs- und Baubegleitungsleistungen“

→ Zuschuss bis zu 2.500 €/WE

KfW-Programm „Energieeffizient Sanieren“ (Kredit)

gefördert wird u. a.:

152

- „....Erneuerung der Heizung einschließlich Einbau einer Umwälzpumpe der Energieeffizienzklassesowie Durchführung des hydraulischen Abgleichs“
 - „Planungs- und Baubegleitungsleistungen“
- Zinsen z. Zt. Ab 1% effektiv (Lz: 8 -30a)

● KfW-Programm

KfW-Programm „Energieeffizient Sanieren“ (Sonderförderung)

431

gefördert wird u. a.:

- Die professionelle Baubegleitung durch Sachverständige während der Sanierungsphase
- Zuschuss in Höhe von 50% der Kosten
(bis zu 2.000 €/Vorhaben)

● KWK-Vergütung für Strom aus Erdgas

Die Vergütung von KWK-Strom laut KWK-Gesetz ist modular aufgebaut und setzt sich folgendermaßen zusammen:

Zuschlagszahlung nach §7 KWK-Gesetz:	1,5 - 5,11 ct/kWh
Vergütung für gelieferten Strom (EEX):	4.197 ct/kWh (III.Quartal 11)
Kompensationszahlung:	< 1 ct/kWh (durchschnittlich)
Energiesteuerbefreiung:	0,55 ct/kWh

FAZIT: KWKG - Vergütungsermittlung

- **Was erhält der Betreiber einer KWK Anlage ?**
 - 1. die für die Beheizung notwendige **Wärme**
 - 2. den für den Strombedarf notwendigen **Strom**
 - 3. **Zuschläge** für den erzeugten Strom (gemäß KWKG)
 - eine Vergütung für den gelieferten Strom (EEX-Baseload)
 - eine Kompensationszahlung für vermiedene Netznutzungsentgelte
 - 4. **Steuerrückerstattung** zum eingesetzten Brennstoff
 - 5. **Steuervergünstigung** auf selbstgenutzten Strom
 - 6. **EEG-Umlage** Befreiung für selbstgenutzten Strom

● **Stromverkauf oder Stromeigennutzung**

Finanzieller Nutzen beim Stromverkauf



Baseloadpreis EEX (1/2011) 4,917 ct/kWh	+	Förderung KWK-Gesetz 5,11 ct/kWh	+	Energiesteuer- rückerstattung 0,55 ct/kWh	+	Vermiedene Netz- nutzungsentgelte 1 ct/kWh
= ca. 12 ct/kWh						

Finanzieller Nutzen bei Stromeigennutzung



Vermiedener Strombezug ~ 24 ct/kWh inkl. Stromsteuer +EEG-Umlage	+	Förderung KWK-Gesetz 5,11 ct/kWh	+	Energiesteuer- rückerstattung 0,55 ct/kWh
= ca. 30 ct/kWh				

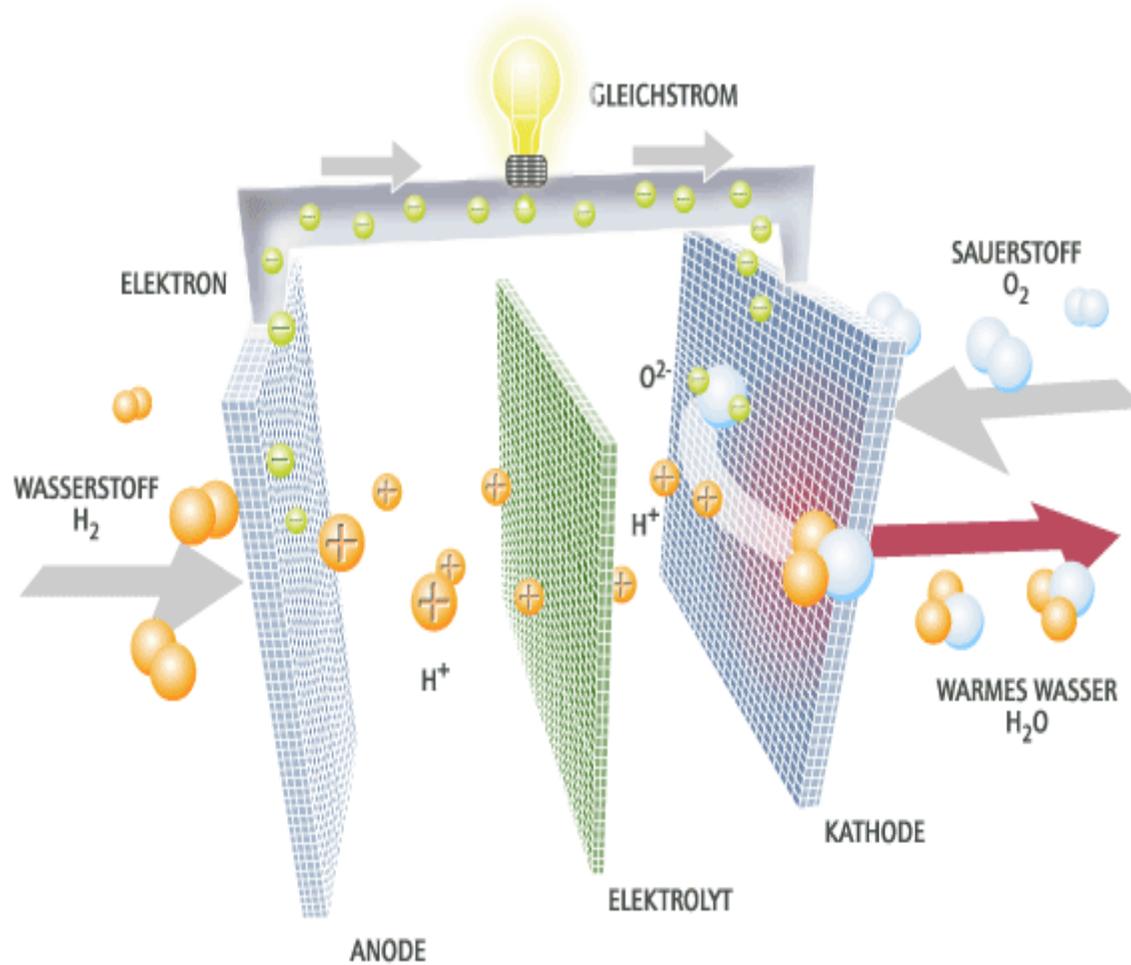
Generell kann man sagen....

Vorteile von Mikro KWK Anlagen sind:

- Verringerung des Primärenergiebedarfs
- gute Einbindung in bestehende Systeme
- bessere Energieeffizienz durch Nutzung von thermischer und mechanischer Energie (*Wärme/Strom*)
- Wirtschaftlichkeit durch Stromproduktion
- Verringerter Eigenstrombezug aus dem öffentlichen Netz
- lange Laufzeiten durch kleine Leistungen
- höchste gesetzliche Förderung (*KWKG*)
- Verringerung des CO₂-Ausstoß
- Umstieg auf Bioerdgas problemlos möglich (*gemäß EEG*)

Hier noch etwas zur Brennstoffzelle

Funktionsprinzip Brennstoffzelle



Brennstoffzellen im Feldtest



Name	Gamma 1.0
Typ	PEM

Name	Galileo 1000 N
Typ	SOFC

Name	G 4
Typ	SOFC

Themen der Basisinformationen

- ✓ **Umwelt, Ressourcen, Energieeffizienz**
- ✓ **Kraft-Wärme-Kopplung**
- ✓ **Brennstoffzellen-Heizgeräte**
- ✓ **Einbindung in die Haustechnik**
- ✓ **Energie- und Betriebsmanagement**
- ✓ **Rahmenbedingungen für den Markterfolg**
- ✓ **BZH – Was habe ich damit zu tun?**

Ich interessiere mich für die Basisinformationen...

woher bekomme ich diese?

Auf www.callux.net stehen die Basisinformationen zum kostenlosen Download bereit.

muss ich für den Download etwas bezahlen?

Nein, die Basisinformationen sind ein Serviceangebot der Callux-Projektpartner und deswegen kostenlos.

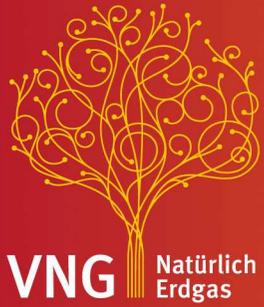
ich bin Lehrer und möchte die Informationen im Unterricht nutzen, sind diese auch offline verfügbar?
Ja, die Basisinformationen lassen sich auch offline nutzen. Dazu das Programm downloaden und auf einem handelsüblichen PC abspielen, für die Animationen sind Lautsprecher notwendig.

denn im Kundengespräch wären sie für eine Darstellung der Technik gut einsetzbar. Darf ich die Basisinformationen dazu abspielen?

Ja, mit den Basisinformationen soll gerade dem Handwerk eine leicht verständliche und ansprechende Präsentationsmöglichkeit geboten werden.

und generell zum Callux-Projekt, wo finde ich weitere Informationen?

Sie erfahren alles Neue über die Projektseite www.callux.net.



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Angenehm,

**Verbundnetz
Gas AG**