



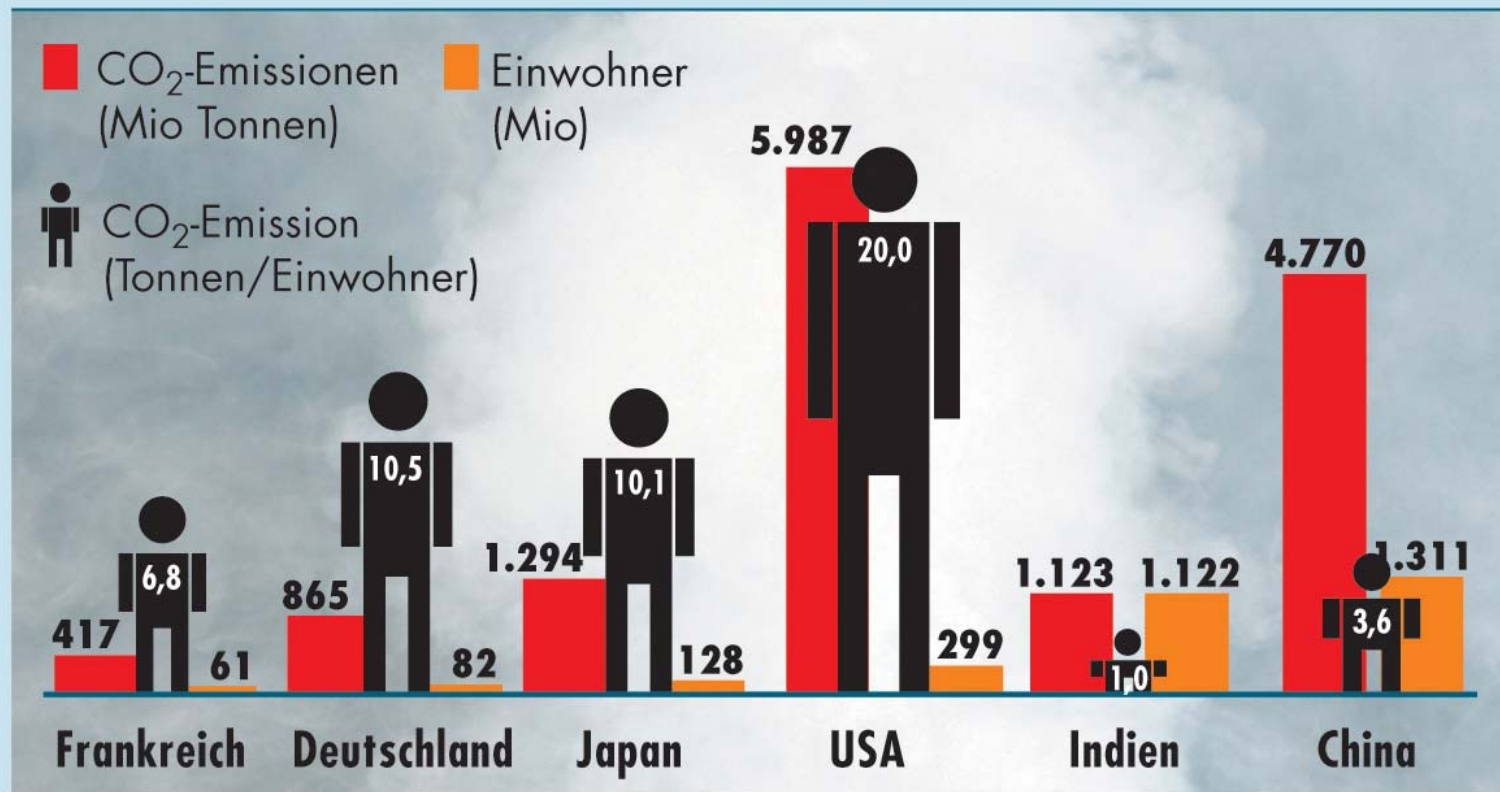
# Die Strom erzeugende Heizung – Status Quo und Technologieperspektiven

Berliner Energietage 2010

12. Mai 2010

Dr. Thorsten Formanski  
Arbeitsgemeinschaft für sparsamen und  
umweltfreundlichen Energieverbrauch, Essen

## Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>) kennt keine Grenzen Energiebedingte CO<sub>2</sub>-Ausstöße in verschiedenen Ländern



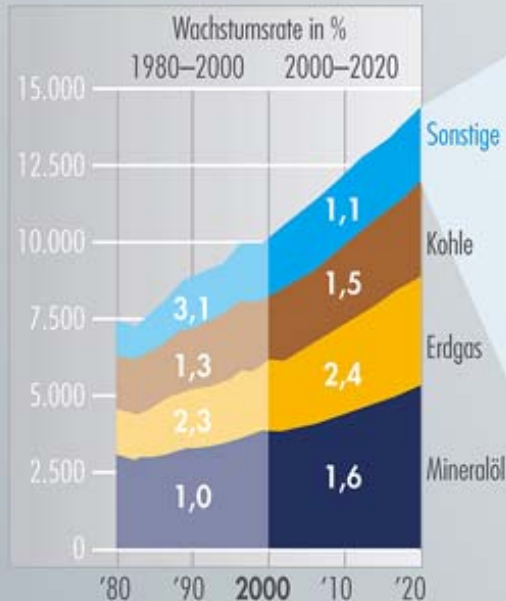
Quellen: DIW Wochenbericht 35/2006; DSW Länderdatenbank

[www.asue.de](http://www.asue.de)

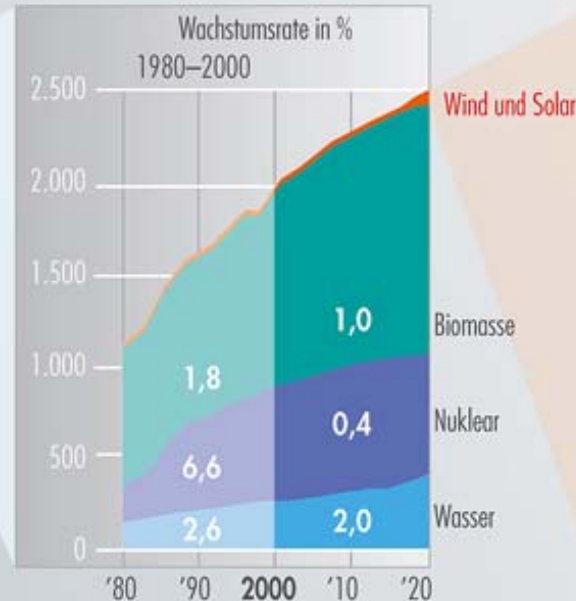
# Hintergrund und Motivation

## Weltenergiebedarf in Millionen Tonnen Öläquivalent [OE]

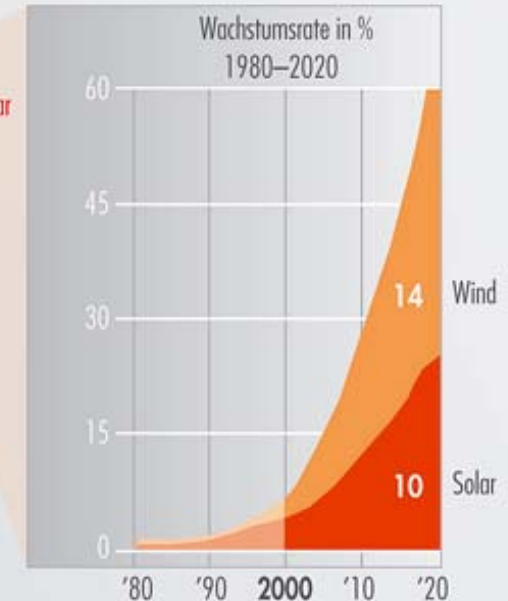
### Energiebedarf gesamt



### Sonstige Energieträger



### Wind und Solar



Quelle: Esso



## Möglichkeiten zur Senkung der energiebedingten CO<sub>2</sub>-Emissionen

### Energieeinsparung

Herabsetzung  
des Nutz-  
energiebedarfs

Rationelle  
Energie-  
verwendung

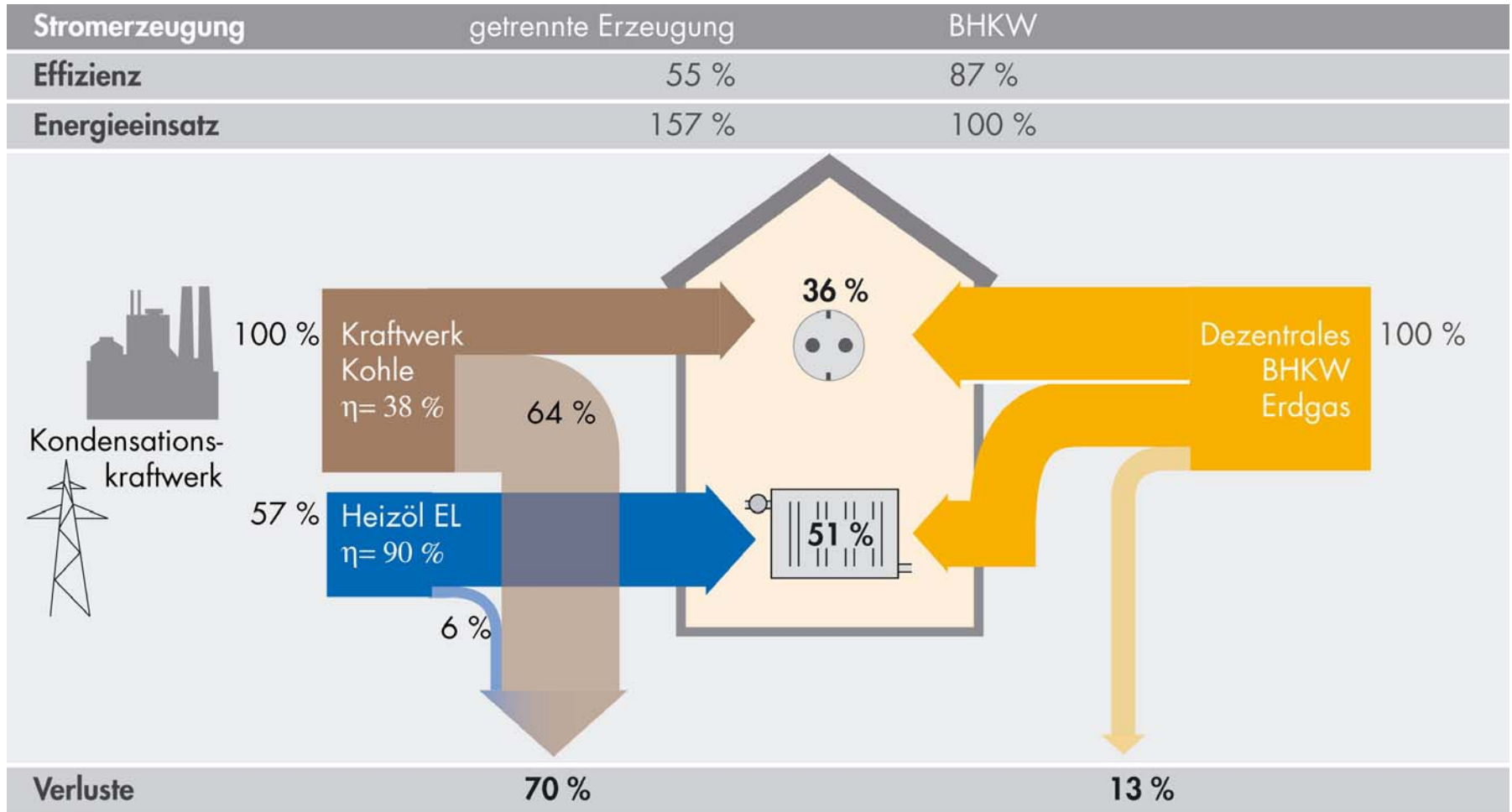
### Substitution CO<sub>2</sub>-reicher durch CO<sub>2</sub>-ärmere Energieträger

Verstärkte  
Nutzung  
erneuerbarer  
Energien

Verstärkter  
Einsatz  
von Erdgas

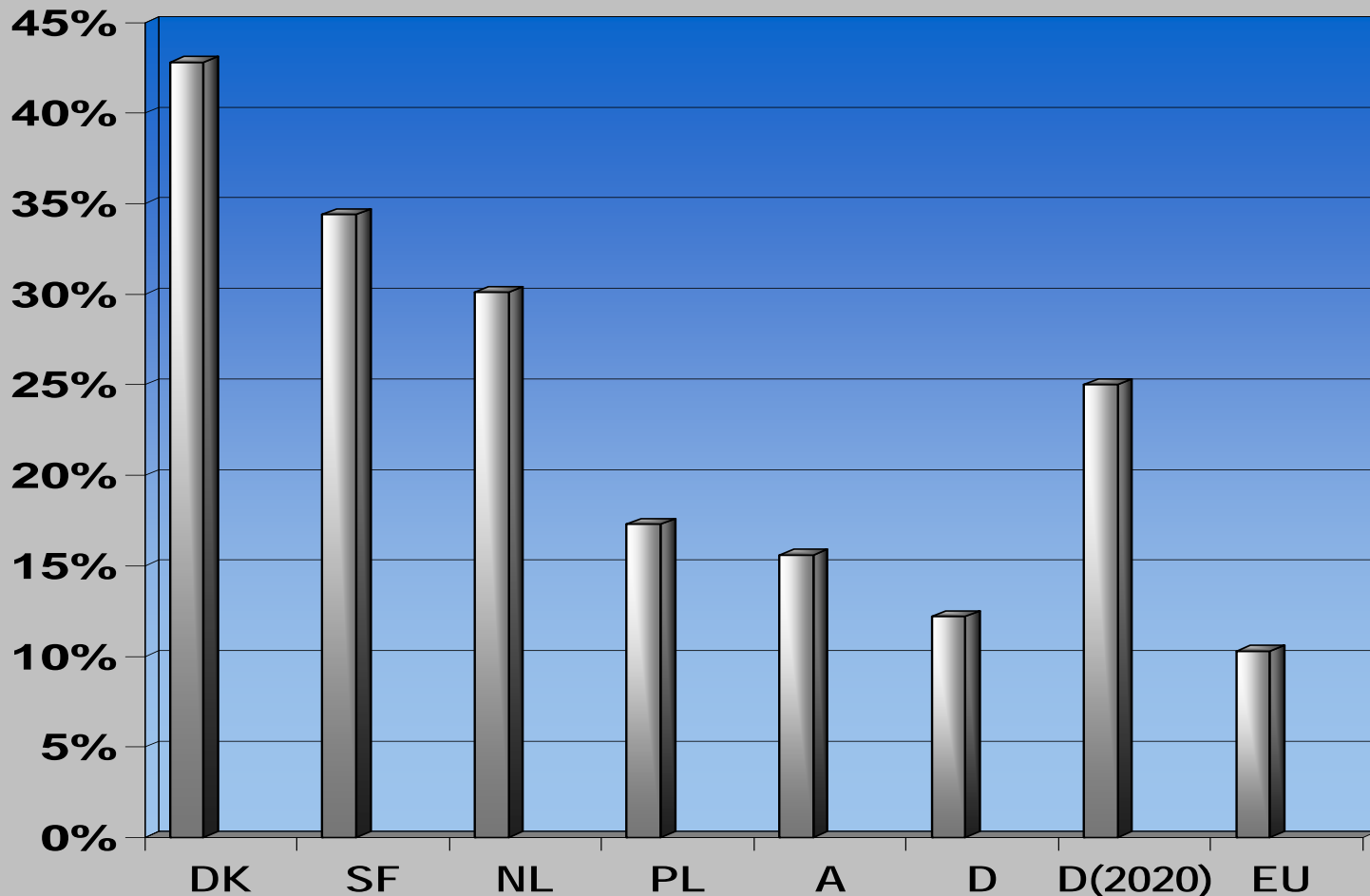
Senkung der energiebedingten CO<sub>2</sub>-Emissionen

# Hintergrund und Motivation





## Anteil KWK-Strom an der Gesamtstromerzeugung (2007)



Quelle: Eurostat



## Energiesteuergesetz

- ⇒ Anmeldung gemäß neuem Energiesteuergesetz (1.08.2006) nicht mehr notwendig
- ⇒ Stromsteuer entfällt für erzeugten Strom bei Nutzung in räumlichem Zusammenhang  
(2,05 ct / kWh elektrisch)
- ⇒ Antrag auf Energiesteuerrückerstattung für den eingesetzten Brennstoff  
(0,55 ct / kWh H<sub>0</sub> Erdgas)
- ⇒ Berechnung u. Nachweis des Jahresnutzungsgrades (> 70%) bei Anlagen bis 2 MW
- ⇒ bis 10 kW<sub>el</sub> ohne Notkühlung i.d.R. Datenblätter und Betriebsstundenzähler ausreichend
- ⇒ Antrag ist bis zum 31. März des Folgejahres einzureichen ([www.zoll.de](http://www.zoll.de))



## KWK-Gesetz / KWKG-Novelle

- ⇒ Zuschuss-Antrag für Mini-BHKW-Anlagen vor der Bestellung bei der BAFA
- ⇒ Zulassung als zuschlagsberechtigte Anlage gemäß KWK-Gesetz nach Inbetriebnahme
- ⇒ Voraussetzung für den Zuschlag für die eingespeiste Energiemenge (Dauer: 10 Jahre)  
  
(5,11 ct / kWh elektrisch)
- ⇒ Einspeisevergütung gemäß Baseload-Preis an der Strombörse EEX Leipzig
- ⇒ Kompensationszahlung für vermiedene Netznutzung (0,05 – 0,75 ct / kWh elektrisch)
- ⇒ KWKG-Novelle ab 1.01.2009: Zuschlag auch für intern genutzten Strom
- ⇒ Stromzähler für KWK-Strom / nur hocheffiziente KWK-Anlagen werden gefördert.



## Weitere Formalitäten

- ⇒ **Baubehörde:** Erfüllungsnachweis EnEV und für Neubauten ab 2009 EEWärmeG
- ⇒ **Stromversorger:** Erzeugungsanlage für den Parallelbetrieb mit dem öffentlichen Netz
- ⇒ **Stromversorger:** Festlegung des Einspeisepunktes und der Sicherheitsvorkehrungen
- ⇒ **Gasversorger:** Anmeldung der Gasanlage (bei Erdgasbetrieb)
- ⇒ **Schornsteinfeger:** Anzeige/Abnahme der Abgasleitung sowie der Aufstellung

## Klimaschutz-Impulsprogramm zur Förderung von Mini-KWK-Anlagen

- ⇒ Förderung von KWK-Anlagen bis  $50 \text{ kW}_{\text{el}}$  in den Jahren 2008 / 2009. STOP in 2010
- ⇒ bis Ende 2009 wurden 4. 419 Anlagen gefördert, davon 931 Anlagen  $< 5 \text{ kW}_{\text{el}}$

## Bisherige Situation der Mikro-KWK im häuslichen Bereich

- Seit Jahren Mini-BHKW erfolgreich auf dem Markt, z.B.:

Senertec (Dachs)

Gasottomotor

$5,5 \text{ kW}_{el} / 12,5 - 20,5 \text{ kW}_{th}$



PowerPlus (ecopower e4.7)

Gasottomotor

$1,3 - 4,7 \text{ kW}_{el} / 4,0 - 12,5 \text{ kW}_{th}$



Neu: PowerPlus (ecopower e3.0)

Gasottomotor

$1,3 - 3,0 \text{ kW}_{el} / 4,0 - 8,0 \text{ kW}_{th}$



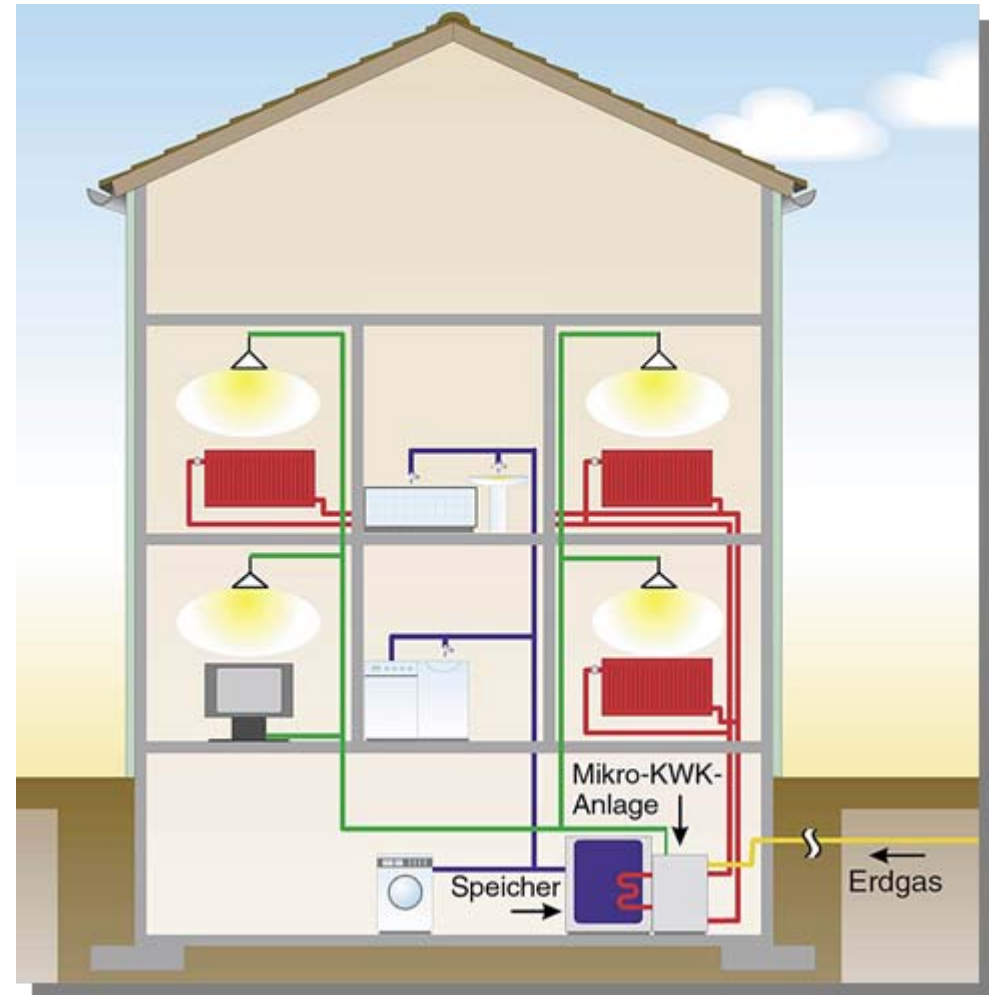
- Verfügbares Geräteangebot für das Einfamilienhaus ist begrenzt

⇒ Verbreitung der Mikro-KWK im Einfamilienhaus-Bereich bisher gering!

Mikro-KWK = „Strom erzeugende Heizung“!

## Fragen

- Monovalenter Heizbetrieb oder Kombination mit Spitzenlastkessel
- Möglichkeit bzw. Notwendigkeit der Leistungsregelung
- Wärme- oder stromgeführte Fahrweise
- Möglichkeit der Einspeisung bei Stromüberschuss



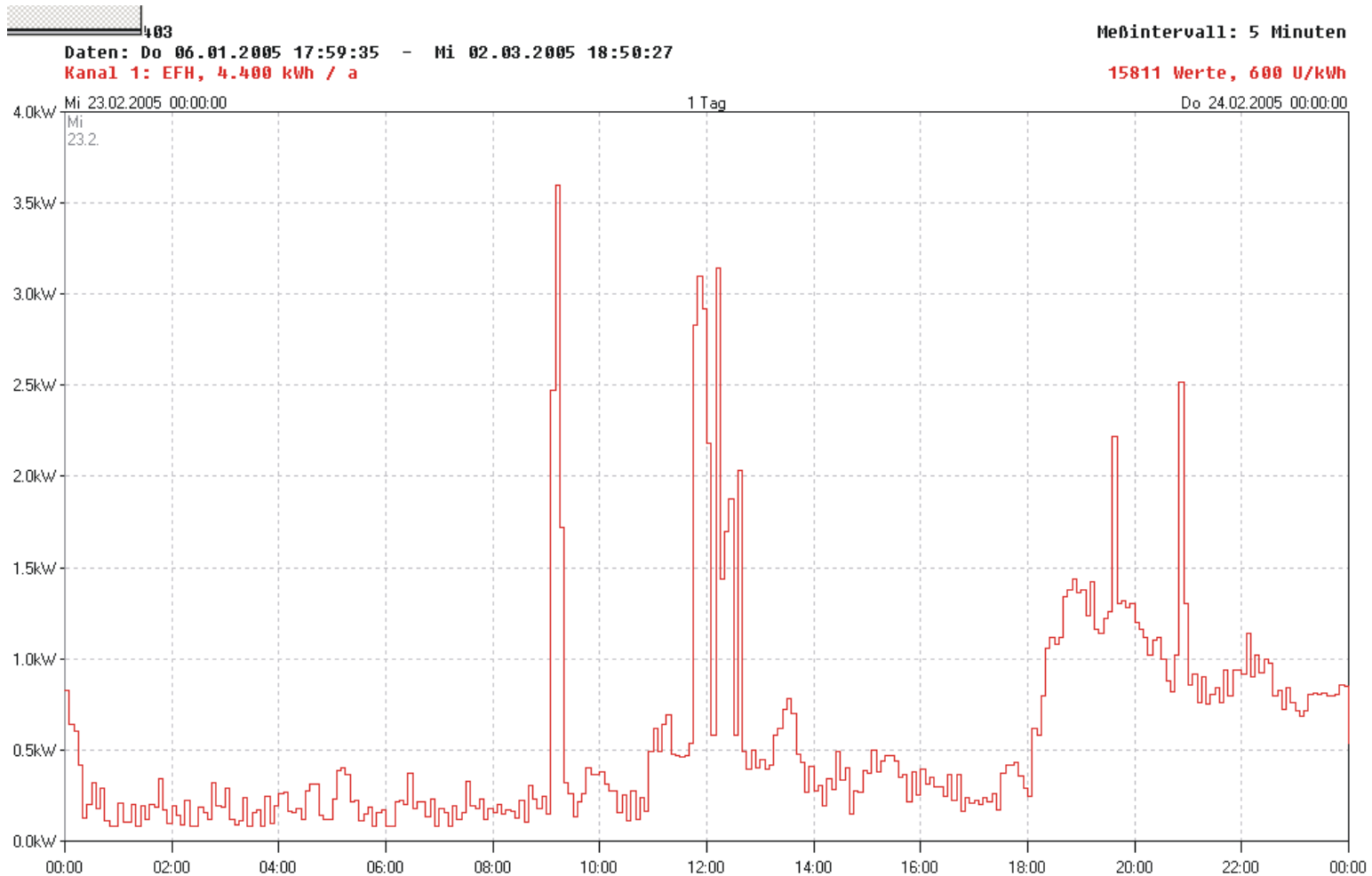


## Auslegungskriterien

- Energiebedarf Wärme / Strom (Gesamtmenge)
- Leistungsanforderung (max. / min. / Durchschnitt / Profile)
- Gleichzeitigkeit von Strom- und Wärmebedarf
  
- Flexibilität der Strom- und Wärmeerzeugung
- Modulationsbereich der Strom erzeugenden Heizung
- Verfügbarkeit von Speicherkapazität (Platz / Kosten)
  
- Laufzeiten der Strom erzeugenden Heizung
- Kosteneinsparungen / Wirtschaftlichkeit



## Lastanforderungen im Einfamilienhausbereich





## Geräteanforderungen bei Einsatz im Wohnbereich

- hohe Energieeffizienz der eingesetzten Primärenergie
- geringe Emissionen, insb. CO<sub>2</sub>- und NO<sub>x</sub>-Emissionen
- kostengünstig (Mehrpreis zu konventioneller Technik)
- möglichst kompakte Abmessungen
- geringe Schallemissionen
- Wartungsfreiheit oder möglichst lange Serviceintervalle
- einfache Einbindung in das Heizungs- und Warmwassersystem
- hohe Stromqualität im Falle der Einspeisung
- Einsetzbarkeit in allen Arten von Wohngebäuden
- Unterstützung dezentraler Energieerzeugungsstrukturen

# Übersicht aktueller Entwicklungen

## Entwicklungen auf Basis verschiedener Technologien

- Basis:
- Ottomotoren (interne Verbrennung)
  - Stirlingmotoren (externe Verbrennung)
  - Dampfexpansionsmaschinen
  - Brennstoffzellen

Marktreife



Honda



WhisperGen



Otag



BBT / Enatec



Baxi / Remeha  
Viessmann

Prototyp



Brennstoff-  
zelle

Entwicklungsfortschritt



## Qualitativer Vergleich der unterschiedlichen Basistechnologien

	Ottomotor	Stirlingmotor	Dampfexpansionsmaschine	Brennstoffzelle
Gesamtnutzungsgrad	hoch	hoch	hoch	mittel
Elektrischer Wirkungsgrad	mittel	gering bis mittel	gering bis mittel	hoch
Emissionen	abhängig von Wartung, Grundkonzept, Betrieb, usw.	gering	gering	sehr gering

# “ECOWILL”

## Strom erzeugende Heizung von Honda



elektrische Leistung	1,0 kW
thermische Leistung	2,8 kW
elektr. Wirkungsgrad	ca. 22,5 %
therm. Wirkungsgrad	ca. 62,5 %
Abmessungen (BxTxH)	64 x 38 x 94 cm
Gewicht	82 kg
Geräusch	44 dB(A) / 1 m
Emissionen (NO <sub>x</sub> )	max. 60 ppm
Motortyp	4-Takt-Gasottomotor

Seit März 2003 in Japan über 90.000 Systeme installiert, bestehend aus Motoreinheit, Zusatzkessel und Warmwasserspeicher. Seit Herbst 2006 Markteinführung in den USA. Seit März 2009 Entwicklungs-kooperation von Honda und Vaillant, Feldtest mit 100 Systemen in D .

# “WhisperGen”

## Strom erzeugende Heizung von WhisperGen



elektrische Leistung	1,0 kW
thermische Leistung	ca. 7,5 kW Stirlingmotor ca. 4,5 kW Zusatzbrenner
elektr. Wirkungsgrad	ca. 7 %
therm. Wirkungsgrad	ca. 85 %
Abmessungen (BxTxH)	49 x 56 x 84 cm
Gewicht	148 kg
Geräusch	max. 46 dB(A) / 1 m
Motortyp	Stirlingmotor

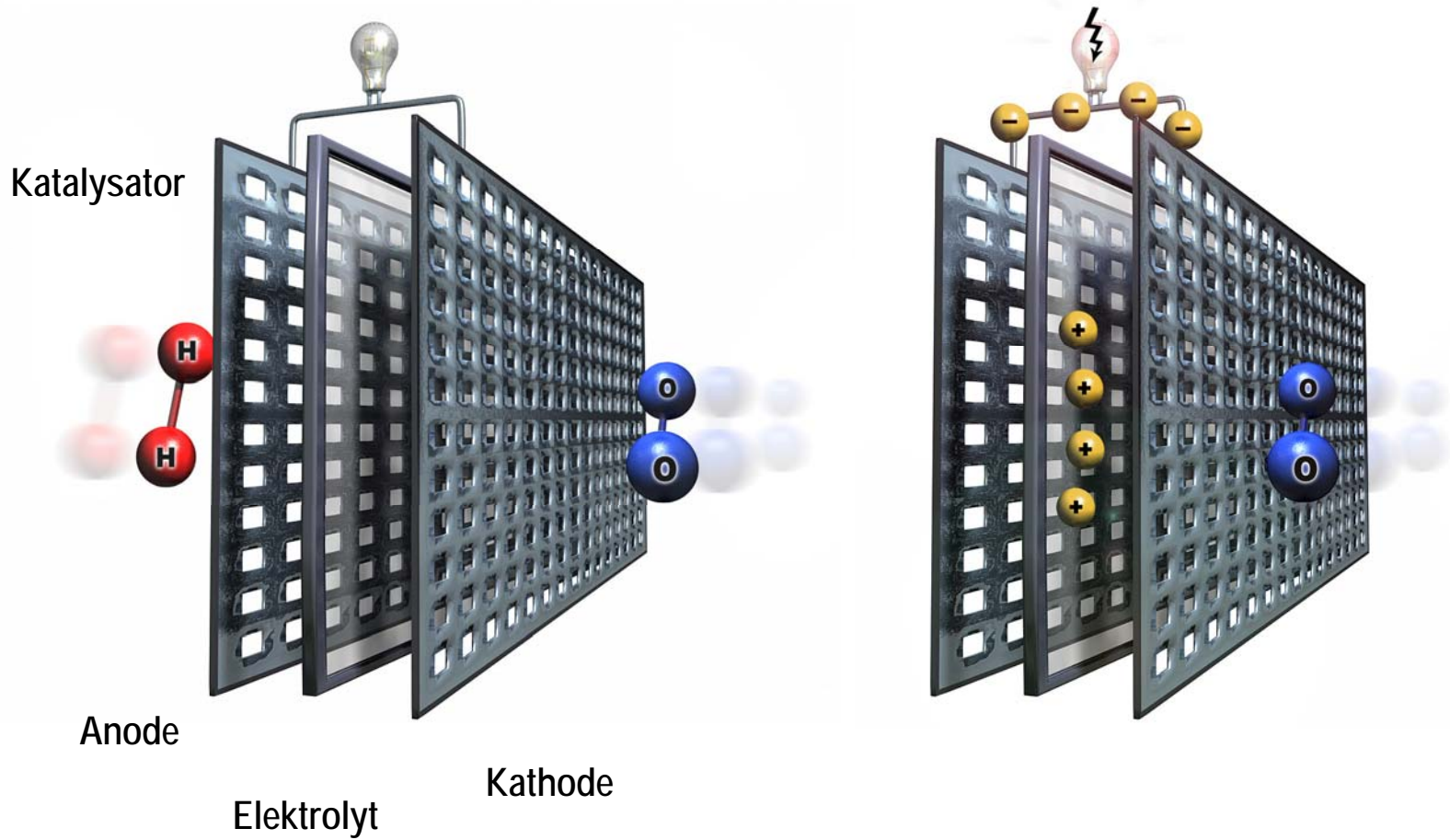
Früher manuelle Fertigung von 200 Geräten pro Jahr in Neuseeland.  
Momentan Aufbau einer Serienfertigung in Spanien mit dem Ziel der flächendeckenden Markteinführung in Europa über ausgewählte Vertriebspartner mit „zertifizierten“ Installationsbetrieben.

# “lion-Powerblock” Strom erzeugende Heizung von Otag





elektrische Leistung	0,3 – 2,0 kW modulierend
thermische Leistung	3,0 – 16,0 kW modulierend
elektr. Wirkungsgrad	ca. 10 – 13 %
therm. Wirkungsgrad	ca. 85 %
Abmessungen (BxTxH)	62 x 83 x 126 cm
Gewicht	195 kg
Geräusch	48 – 54 dB(A) / 1 m
Motortyp	Freikolbendampfmaschine
Erweiterte Feldtests in Deutschland laufen. Kleinserienfertigung von 600 Geräten pro Jahr geplant, die momentan mit entsprechenden Zulieferern aufgebaut wird. Markteinführung über ausgewählte Vertriebspartner.	

# Funktionsprinzip von Brennstoffzellen





# Vergleich PEM- und SOFC-Brennstoffzellen

	Polymere Membran-Brennstoffzelle	Oxidkeramische Brennstoffzelle
Funktionsprinzip		
Elektrolyt	Protonenleitende Membran	Yttriumdotiertes Zirkondioxid
Temperaturbereich	70 – 90 °C	900 – 1000 °C
Anwendungen	Mobile Anwendungen, z.B. Fahrzeuge, portable Elektronik Stationäre Anwendungen, d.h. KWK zur Gebäudeversorgung	Stationäre Anwendungen, d.h. KWK zur Deckung des Energiebedarfes von Gebäuden bis hin zu Siedlungen
Leistungsbereich	1 – 100 kW	1 – 1000 kW
Entwickler	Baxi Innotech, Vaillant	Ceramic Fuel Cells (Aus), Hexis (Ch)
Status	Status: Demoanlagen / Feldtest	Status: Prototyp / Feldtest
Marktreife	Technisch: ca. 2011/12	Wirtschaftlich: ca. 2015/16

# “Galileo 1000 N” SOFC-Brennstoffzelle von Hexis



elektrische Leistung	1,0 kW
thermische Leistung	2,0 kW Brennstoffzelle 20,0 kW Zusatzbrenner
elektr. Wirkungsgrad	ca. 30 %
therm. Wirkungsgrad	ca. 60 %
Abmessungen (BxTxH)	55 x 55 x 160 cm
Gewicht	170 kg
Hexis:	„«Galileo 1000 N» befindet sich noch in der Entwicklung. Schwerpunkt der aktuellen Entwicklungsarbeit ist es, den Brennstoffzellen-Stapel in seiner Leistungsfähigkeit und Lebensdauer zu verbessern. Kommerzieller Einsatz einer größeren Zahl von BZ nicht vor 2011 möglich.“
	Ergebnisse und Erfahrungen aus Tests bei Energieunternehmen in Deutschland (u. a. Teilnahme Callux) und in der Schweiz fließen direkt in die Entwicklung ein.



elektrische Leistung	0 – 2,0 kW
thermische Leistung	0,3 – 1,0 kW
elektr. Wirkungsgrad	max. 60 %
Gesamtwirkungsgrad	max. 85 %
Abmessungen (BxTxH)	60 x 66 x 97cm
Gewicht	< 200 kg

2007 haben CFCL, Remeha und Nuon eine Kooperation zur Markteinführung geschlossen. In Heinsberg (Nuon Industriepark Oberbruch) ist eine Produktionsstätte für den Zellstapel errichtet worden. Das System funktioniert entweder als reiner Stromerzeuger ohne Wärmerückgewinnung oder als BHKW mit Wärmerückgewinnung. 2010 starten Feldtests in Deutschland.

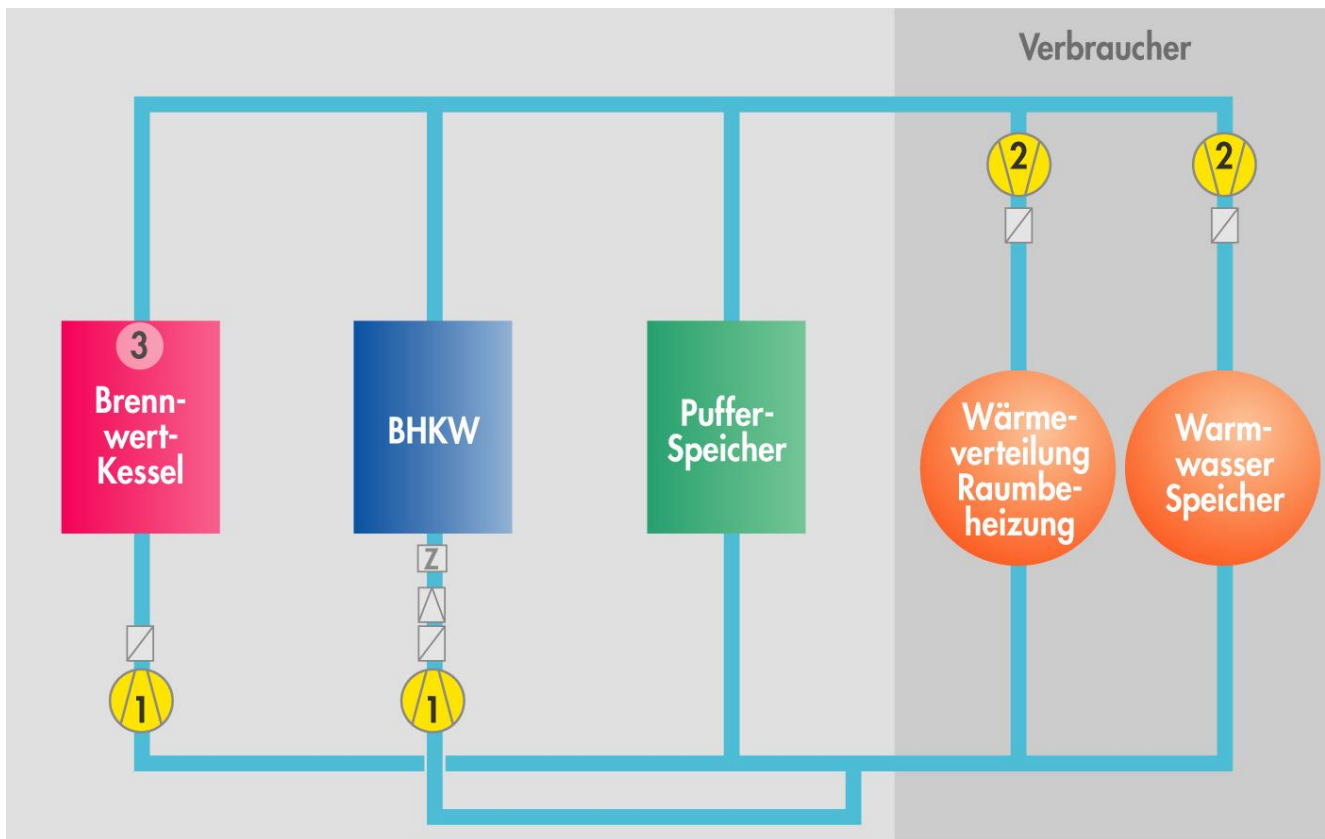


## Einflussgrößen

- Abdeckung der Spitzenlast durch Heizkessel
  - Niedertemperaturkessel / konventioneller Kessel
  - Brennwertkessel
- Gleichzeitigkeit von Wärme- und Strombedarf
  - Speicher
- Umschaltung
  - Ventile
  - Pumpen
  - Rückflussverhinderer



# Hydraulische Einbindung



**Umwälzpumpe**  
(mit Nummer der jeweiligen Ansteuerung)

**Rückflussverhinderer**

**Schmutzfänger**

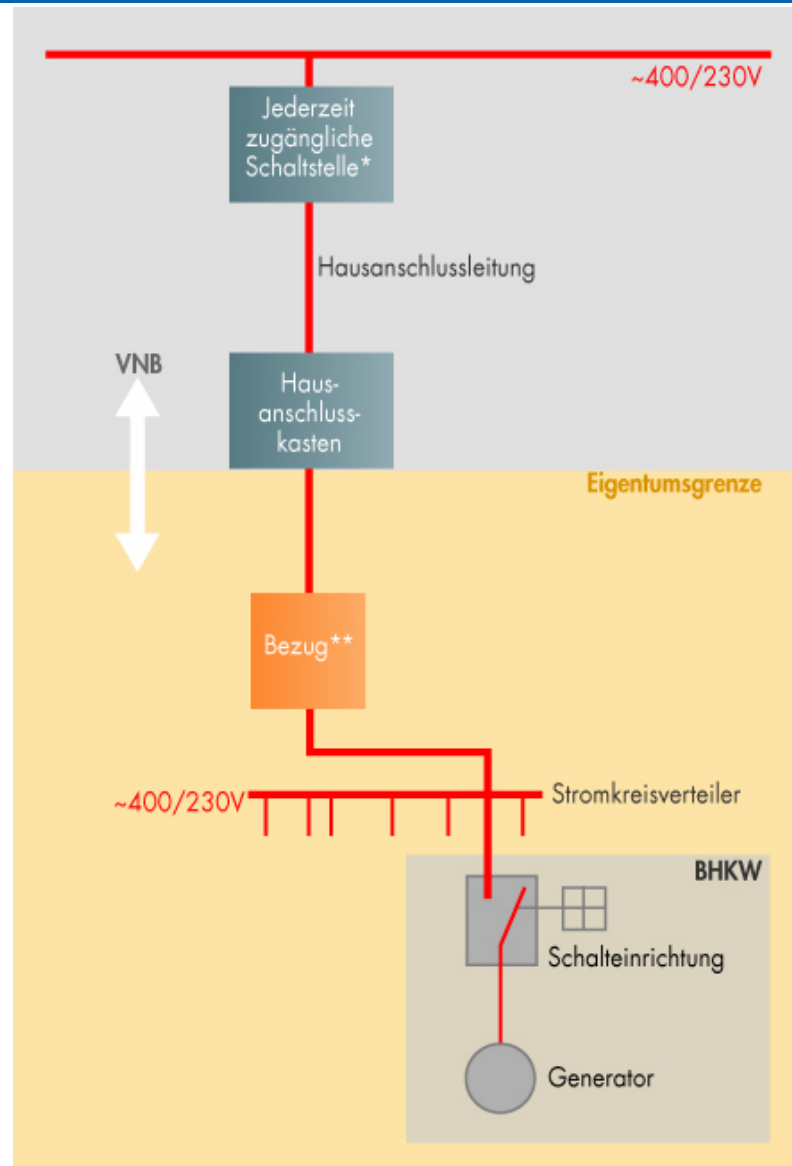
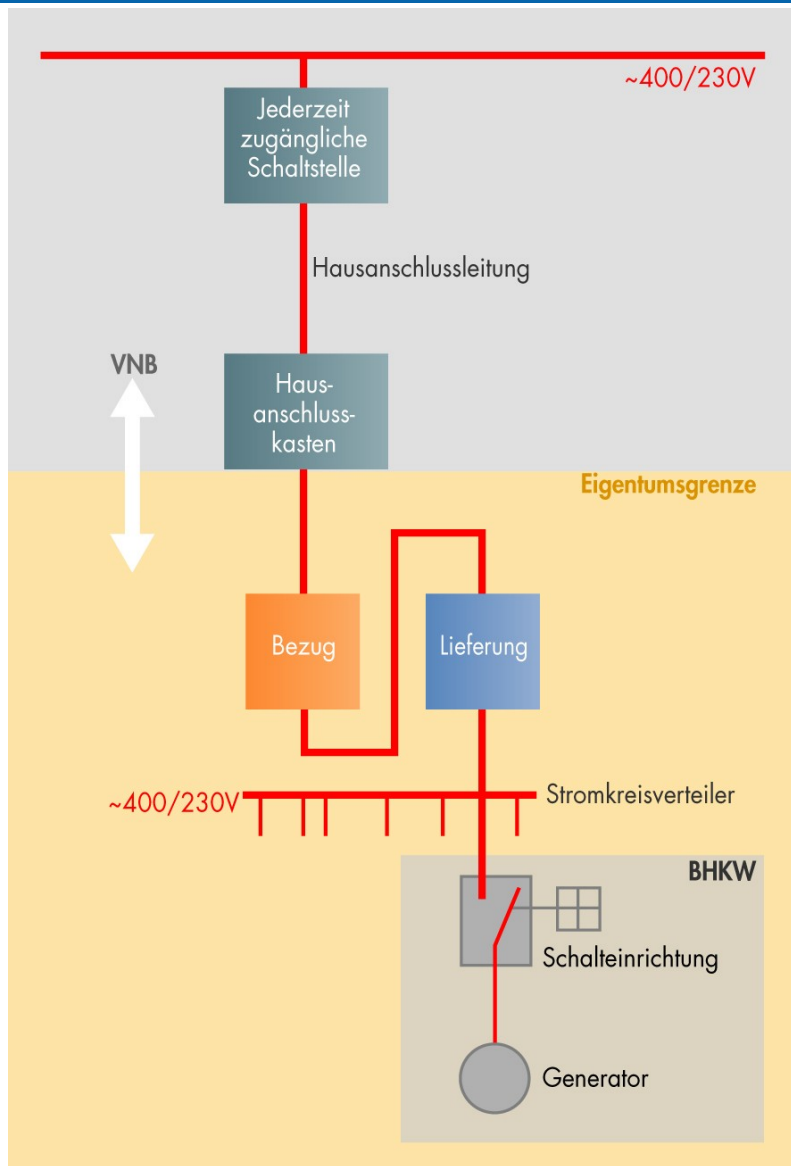
**Motorabsperrentil**

**Wärmemengenzähler**

**Fließrichtung**



# Elektrische Einbindung





# Einbindung: Sonstige Einflussgrößen

- Abgassystem
  - Schwingungsentkopplung
  - Strömung
- Erdgasanschluss
- Fundament



## „Stromerzeugende Heizungen“ sind interessant, weil.....

- ⇒ vielfältige Entwicklungsaktivitäten die Bedeutung des Themas belegen!
- ⇒ es ein Spektrum von ausgereiften bis zu zukünftigen Technologien gibt!
- ⇒ damit Primärenergie eingespart und die Energieeffizienz gesteigert werden kann!
- ⇒ das Interesse der Endkunden bereits heute besteht!
- ⇒ sie einen Mehrnutzen für den Endkunden bieten!
- ⇒ damit dezentrale Energieerzeugung in begrenztem Umfang möglich sein wird!
- ⇒ damit Marktnischen mit „noch“ geringer Konkurrenz besetzt werden können!



## Wichtige Fragestellungen sind ....

- ⇒ die Verfügbarkeit von Seriengeräten
- ⇒ die Unterstützung durch die Politik bzw. die aktuelle Gesetzgebung
- ⇒ die Möglichkeiten der Förderung
- ⇒ das lokale Lastmanagement bei dezentralen Erzeugungsstrukturen
- ⇒ der Einsatz im Contracting
- ⇒ die Entwicklung der Strombezugskosten
- ⇒ die Ausbildung des Fachhandwerkes bzgl. der gewerkeübergreifenden Installation
- ⇒ die Behandlung im Energieausweis



⇒ neutrales Informationsforum

⇒ Geräteübersicht

⇒ virtueller Showroom

⇒ Innovationskarte

⇒ Informationen zum Download





Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

