

*Samstags-Forum Regio Freiburg*

**Information**  
**Blockheizkraftwerke**

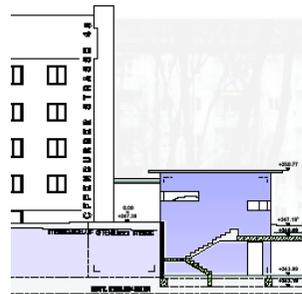
- Technik und Energieeffizienz –  
*Samstag 27. Juni 2009*

**Klaus Schipek**  
Dipl.-Wirtsch.-Ing. (FH)

1. **BHKW der EVB Energieversorgungsgesellschaft  
Bauverein Breisgau mbH**
2. **Technik und Effizienz**
3. **Auslegung und Betrieb von BHKW**
4. **Investition und Wirtschaftlichkeit**

# BHKW Offenburger Straße, Freiburg

- Wärmeversorgung für 887 Wohneinheiten mit 48.000 m<sup>2</sup> beheizter Wohnfläche und dem ehem. Areal Autohaus Breisgau
- Neubau BHKW
- IBN 07.11.2007



FR- Offenburger Str.  
mit Nahwärme Areal Autohaus Breisgau

## Technische Daten

- 3 Erdgaskessel  $400 + 650 + 1.750 \text{ kW}_{th}$
- Erdgas-BHKW  $357 \text{ kW}_{el}, 529 \text{ kW}_{th}$
- Wärmeerzeugung:  $4.500 \text{ MWh/a}$
- Stromerzeugung:  $2.300 \text{ MWh/a}$
- CO<sub>2</sub>-Einsparung  $750 \text{ t/a}$



# Info und Übersicht EVB

Stand Juni 2009

## Gründung: 1997

- Sitz in Freiburg, Zähringer Straße 48
- Stammkapital: 25.564,59 €
- Bilanzsumme 2008: 3.773.763,50 €
- Bauverein Breisgau eG (75,2%), Kaufm. GF Herr Disch
- badenova AG & Co. KG (24,8%) ab 2004, Techn. GF Herr Schipek

## Zielstellung

- Modernisierung und Wirtschaftlichkeit von Energieerzeugungsanlagen
- Kostenneutralität für Mieter
- Primärenergieeinsparung und CO<sub>2</sub>-Einsparung

## Umsetzungskonzept

- Realisierung mit qualifiziertem und erfahrenem Partner
- Projektmanagement – technische Konzeption Anlagen
- Laufende technische u. energiewirtschaftliche Betreuung
- §5 EnWG Genehmigung zum Verkauf (Handel) von Strom
- Technische Kaufmännische, betriebswirtschaftliche Angelegenheiten

## Realisierung KWK/KWKK

- 5 Standorte in Betrieb + 2 in Planung
- Anzahl versorgte Wohneinheiten: 2.130 Stück
- Beheizte Wohnfläche: 136.623 m<sup>2</sup>
- Elektrische Leistung BHKW: 1.135 kW / thermische Leistung: 1.756 kW
- Thermische Leistung Spitzenkessel 10,3 MW (ca. 2.100 HH)
- Stromproduktion BHKW: 5.900.000 kWh/a (ca. 2.100 HH)
- Wärmeproduktion: 9.500.000 kWh/a / Gaseinsatz ca. 20.000.000 kWh/a
- CO<sub>2</sub>-Einsparung: 2.100 t/a (ca. 850 St Kleinwagen EURO3 15.000 km/a)



## Gegenstand des Unternehmens

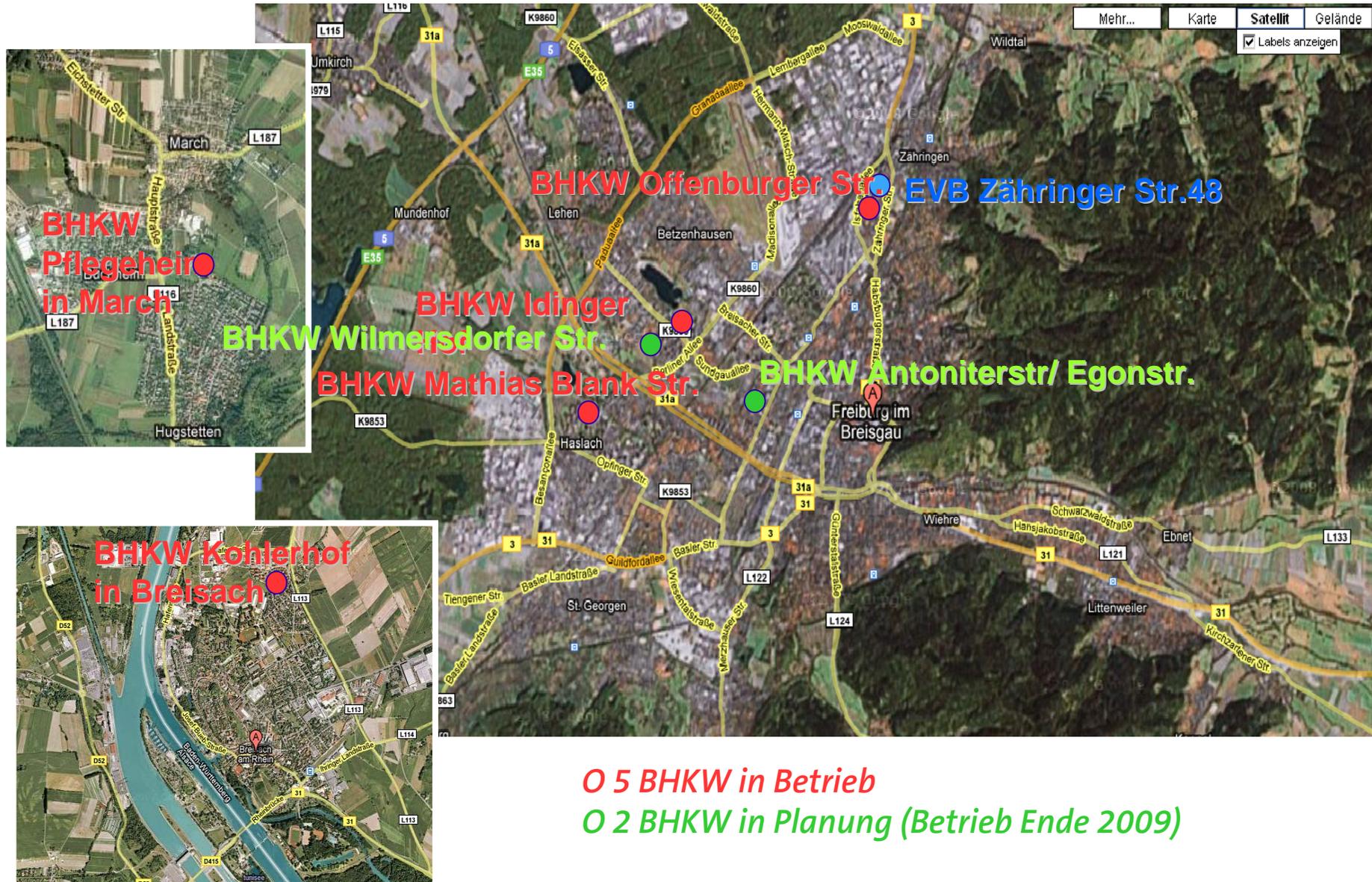
Errichtung und Betrieb von Energieversorgungsanlagen insbesondere zur Energieversorgung für die Mieter und Eigentümer des vom Bauverein Breisgau verwalteten Gebäudebestandes



## Ausgangslage und Zielstellung

Modernisierung älterer Energieerzeugungsanlagen zur rationellen und wirtschaftlichen Energieversorgung auf Basis Kraft-Wärme-Kopplung mit Blockheizkraftwerken (BHKW).

# EVB- Übersicht Energiezentralen mit BHKW



**0 5 BHKW in Betrieb**  
**0 2 BHKW in Planung (Betrieb Ende 2009)**

# Energiekennzahlen EVB ab 2009

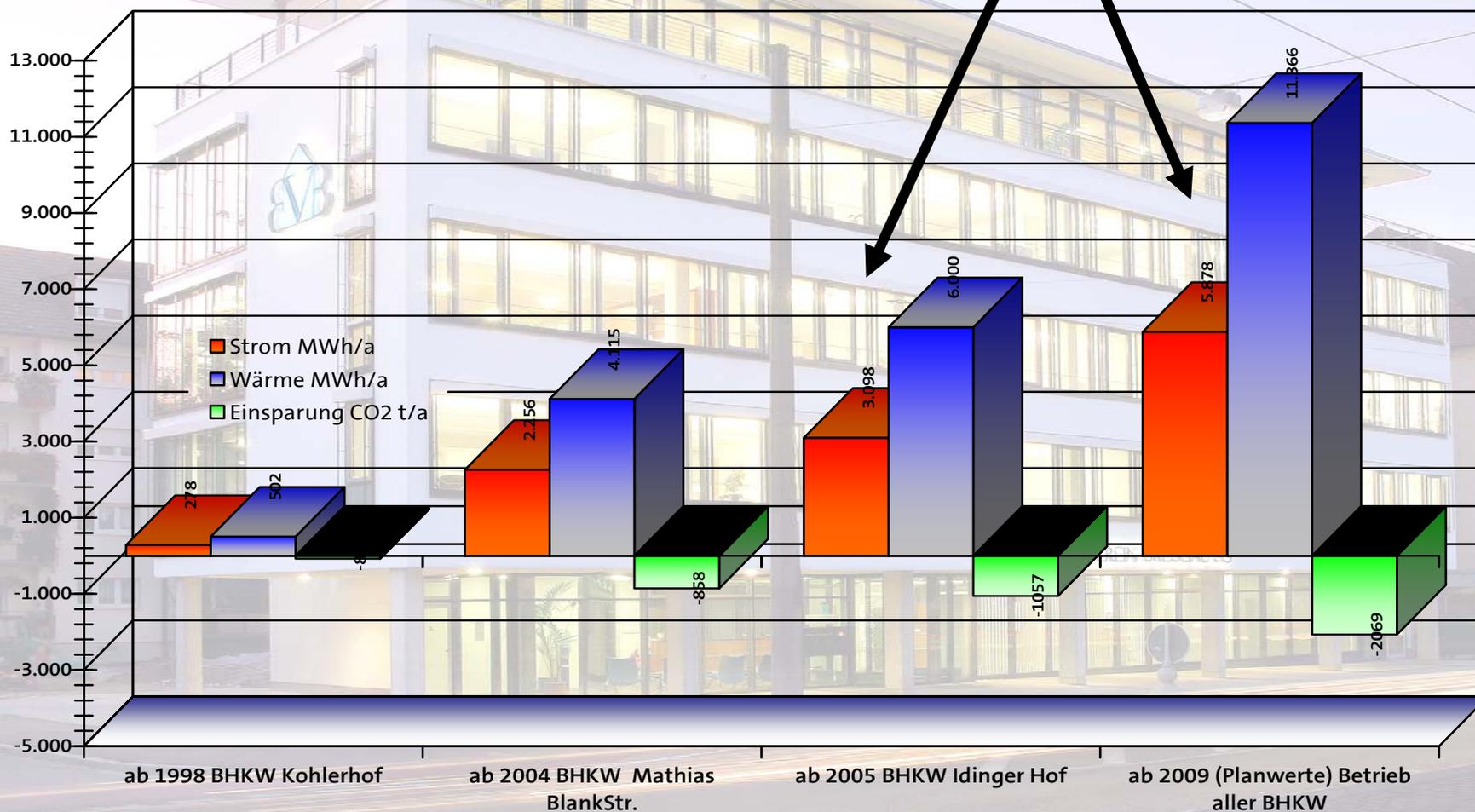
	Ende	zum 31.12 2005	ab 2009
<b>Gebäudedaten</b>			
Anzahl Wohneinheiten	St	926	2.130
Beheizte Wohnfläche	m <sup>2</sup>	67.640	136.623
<b>Installierte Leistung Erzeugungsanlagen</b>			
Elektrische Leistung BHKW	kW <sub>el</sub>	625	1.135
Thermische Leistung BHKW	kW <sub>th</sub>	960	1.756
Thermische Leistung Kessel	kW <sub>th</sub>	5.361	10.291
<b>Jahres-Energieproduktion</b>			
Stromerzeugung BHKW	MWh/a	3.098	5.878
(=> entspricht Anzahl Wohneinheiten 3.000 kWh/a) St		1.127	2.138
<b>Jahres-Einsparung an CO<sub>2</sub></b>			
(=> entspricht Anzahl Kleinwagen bei 15.000 km/a)	t/a St	-1.057 432	-2.069 844

# Betriebliche Entwicklung

## Steigerung der Energie- und Ökobilanz seit Bestehen der Gesellschaft

Energie in MWh/a  
(Einsparung CO<sub>2</sub> t/a)

Verdoppelung der Energie- und Ökobilanz ab Ende Jahr 2009 gegenüber Jahr 2005



## BHKW Kohlerhof, Breisach

- Wärmeversorgung für 58 Wohneinheiten (30 Reihenhäuser und 28 MFH) mit 4.640 m<sup>2</sup> beheizter Wohnfläche
- Neubau BHKW mit Nahwärme
- IBN 26.11.1998
- IBN Sanierung BHKW 26.10.2006



Breisach, Biesheimer Str.

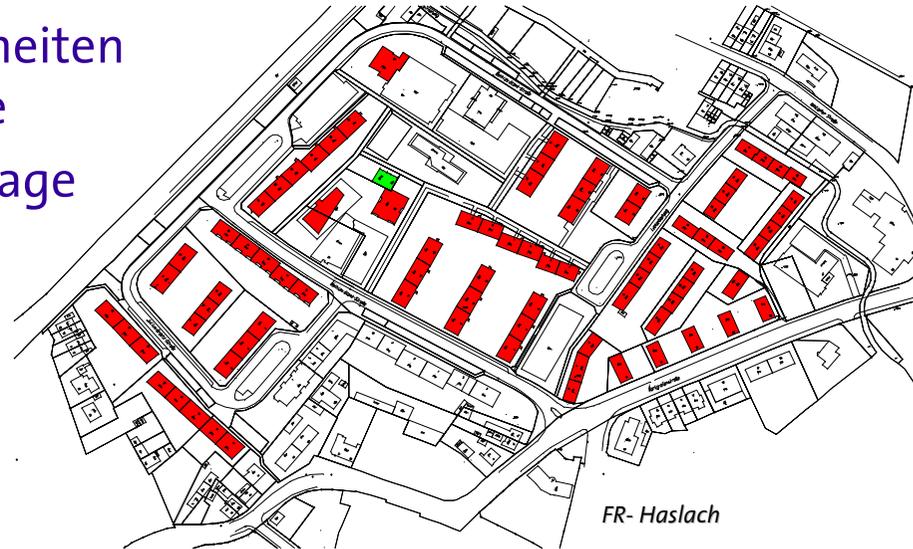
### Technische Daten

- 1 Erdgaskessel: 350 kW<sub>th</sub>
- Erdgas-BHKW: 50 kW<sub>el</sub>, 80 kW<sub>th</sub>
- Wärmeerzeugung: 500 MWh/a
- Stromerzeugung: 280 kWh/a
- CO<sub>2</sub>-Einsparung: 80 t/a



## BHKW Mathias Blank Straße, Freiburg

- Wärmeversorgung für 530 Wohneinheiten mit 36.000 m<sup>2</sup> beheizter Wohnfläche
- Neubau BHKW / Sanierung Kesselanlage
- IBN 04.11.2004



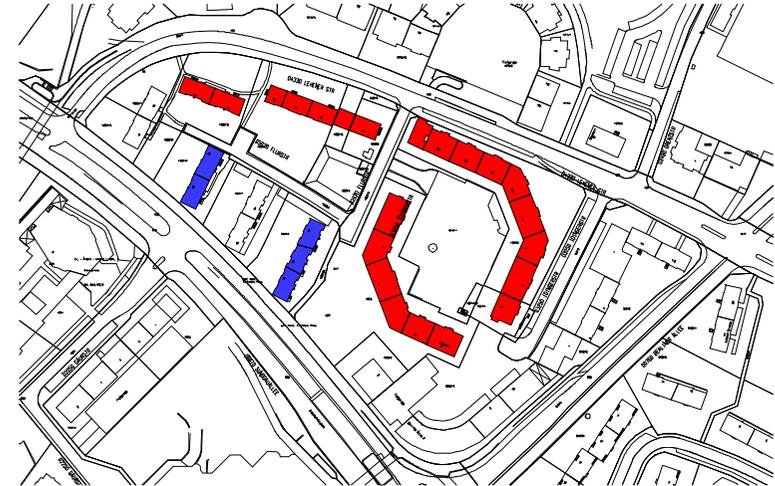
### Technische Daten

- 2 Erdgaskessel je 1.750 kW<sub>th</sub>
- Erdgas-BHKW 357 kW<sub>el</sub>, 529 kW<sub>th</sub>
- Wärmeerzeugung: 3.600 MWh/a
- Stromerzeugung: 2.000 MWh/a
- CO<sub>2</sub>-Einsparung 770 t/a



## BHKW Idinger Hof, Freiburg

- Wärmeversorgung für 338 Wohneinheiten mit 27.000 m<sup>2</sup> beheizter Wohnfläche
- Neubau BHKW / Sanierung Kesselanlage
- IBN 11.11.2005



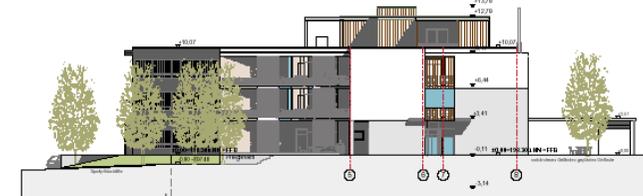
### Technische Daten

- 2 Erdgaskessel 930 + 500 kW<sub>th</sub>
- Erdgas-BHKW 225 kW<sub>el</sub>, 345 kW<sub>th</sub>
- Wärmeerzeugung: 2.000 MWh/a
- Stromerzeugung: 912 MWh/a
- CO<sub>2</sub>-Einsparung 410 t/a



# KWKK Pflegeheim, March-Hugstetten

- Wärme- und Kälteversorgung mit Kraft-Wärme-Kälte-Kopplung für 67 Pflegeplätze mit 36.000 m<sup>2</sup> beheizter Fläche
- Neubau IBN im Oktober 2008



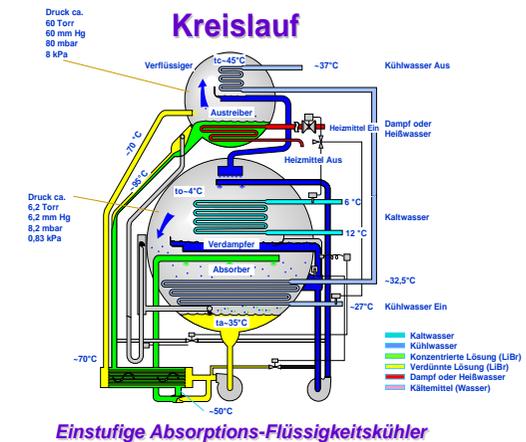
March-Hugstetten Sportplatzstr.



230 kW<sub>th</sub>

## Technische Daten

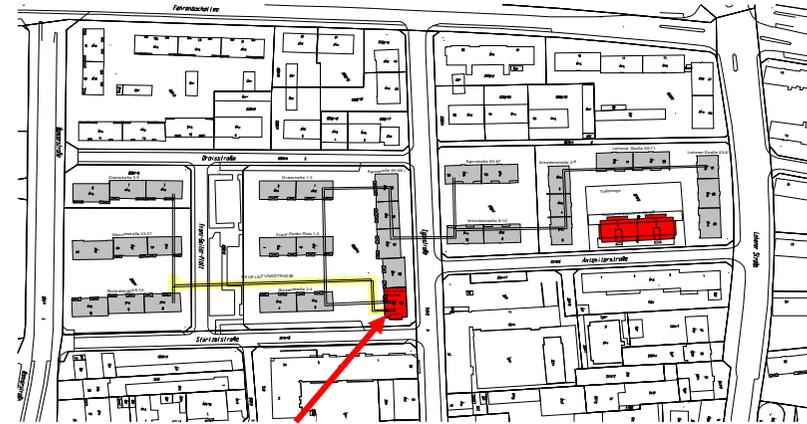
- Erdgaskessel
- Erdgas-BHKW
- Absorptionskälte
- Wärmeerzeugung: 20 kW<sub>el</sub>, 43 kW<sub>th</sub>
- Stromerzeugung: 30 kW<sub>th</sub>
- Kälteerzeugung: 450 MWh/a
- CO<sub>2</sub>-Einsparung: 175 MWh/a
- 60 MWh/a
- 85 t/a



# BHKW Egon- / Antoniterstraße, Freiburg

Wärmeversorgung für 320 Wohneinheiten  
mit 26.000 m<sup>2</sup> beheizter Wohnfläche

In Planung Betrieb Ende 2009:  
Bestandsoptimierung der  
Energieversorgungszentrale „Egonstraße“  
und Nachverdichtung von 20 Wohnungen in  
der „Antoniterstraße“.



FR- Stühlinger

Energiezentrale mit BHKW



## Technische Daten

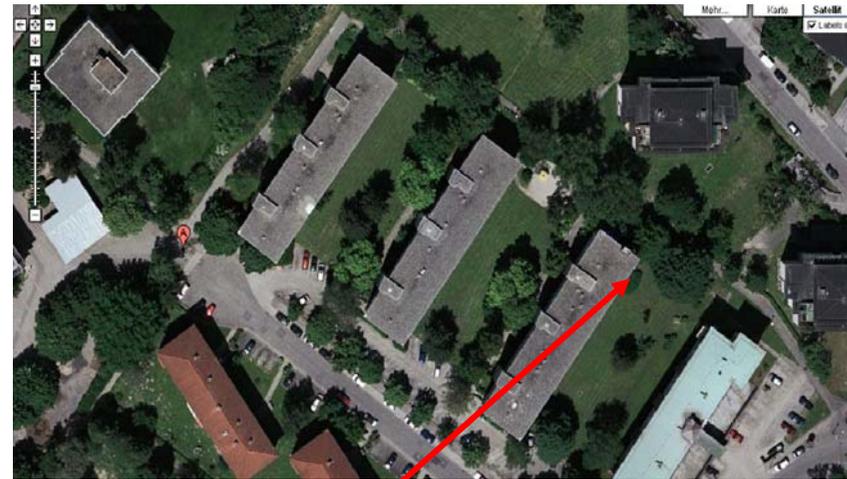
- Erdgaskessel  $1.200 \text{ kW}_{\text{th}}$
- Erdgas-BHKW  $140 \text{ kW}_{\text{el}}/82 \text{ kW}_{\text{th}}$
- Wärmeerzeugung:  $720 \text{ MWh/a}$
- Stromerzeugung:  $1.550 \text{ MWh/a}$
- CO<sub>2</sub>-Einsparung:  $320 \text{ t/a}$



## BHKW Wilmersdorfer Straße, Freiburg

Wärmeversorgung für 90 Wohneinheiten  
mit 6.850 m<sup>2</sup> beheizter Wohnfläche

In Planung Betrieb Ende 2009:  
Bestandsoptimierung der  
Energieversorgungszentrale



Energiezentrale mit BHKW

FR-Betzenhausen

### Technische Daten

- Erdgaskessel 370 kW<sub>th</sub>
- Erdgas-BHKW 50 kW<sub>el</sub>/82 kW<sub>th</sub>
- Wärmeerzeugung: 560 MWh/a
- Stromerzeugung: 1.550 MWh/a
- CO<sub>2</sub>-Einsparung: 320 t/a



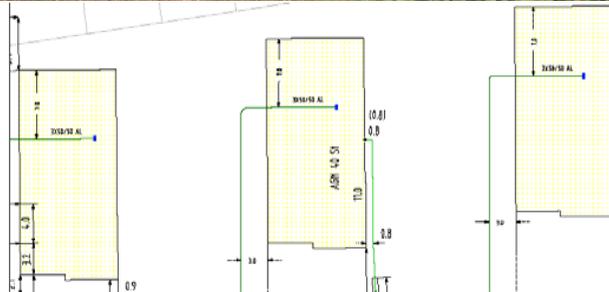
# Weitere Mini-BHKW (Bauverein Breisgau eG)

## Kageneckstraße, Stegen

Bau 2008 (BVB)

### Technische Daten

Erdgaskessel	130 kW
Erdgas-BHKW	5,5 kW el, 12,5 kW th

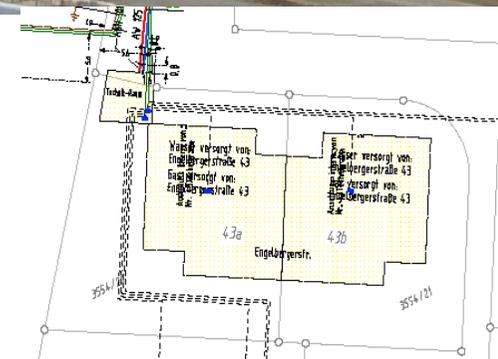


## Engelbergerstraße, Freiburg

Im Bau 2009 (BVB)

### Technische Daten

Erdgaskessel	130 kW
Erdgas-BHKW	5,5 kW el, 12,5 kW th



# Anforderung an Umwelt- und Klimaschutz

## Grundsatz: Vor dem Hintergrund

- *gestiegener Energiekosten*
- *knapper werdender Primärenergiequellen und*
- *erhöhten Anforderungen an Umwelt- und Klimaschutz*  
(aktuell, 20% weniger CO<sub>2</sub>-Emissionen bis zum Jahr 2020)

⇒ muss die *Energie rationell und umweltschonend* eingesetzt werden.  
Bei der *Umwandlung/Veredelung von Primärenergie in Strom und Wärme*  
müssen auch die *Umwandlungsverluste minimiert* werden.

Wirksame Instrumente zur Umsetzung hierfür sind der Einsatz moderner, ökonomisch und ökologisch effizienter Anlagen auf Basis *Kraft-Wärme-Kopplung* mit *Blockheizkraftwerken*.

## Was ist Kraft-Wärme-Kopplung (KWK)?

Ist die Umwandlung von Brennstoffenergie durch die gekoppelte, d.h. gleichzeitige Produktion von Kraft (Strom) und Wärme in stationären Verbrennungsmotoren und Turbinen.

## Blockheizkraftwerke (BHKW)

sind moderne KWK-Anlagen mit kompakter Bauart. Der wesentliche Vorteil dieser Technik ist:

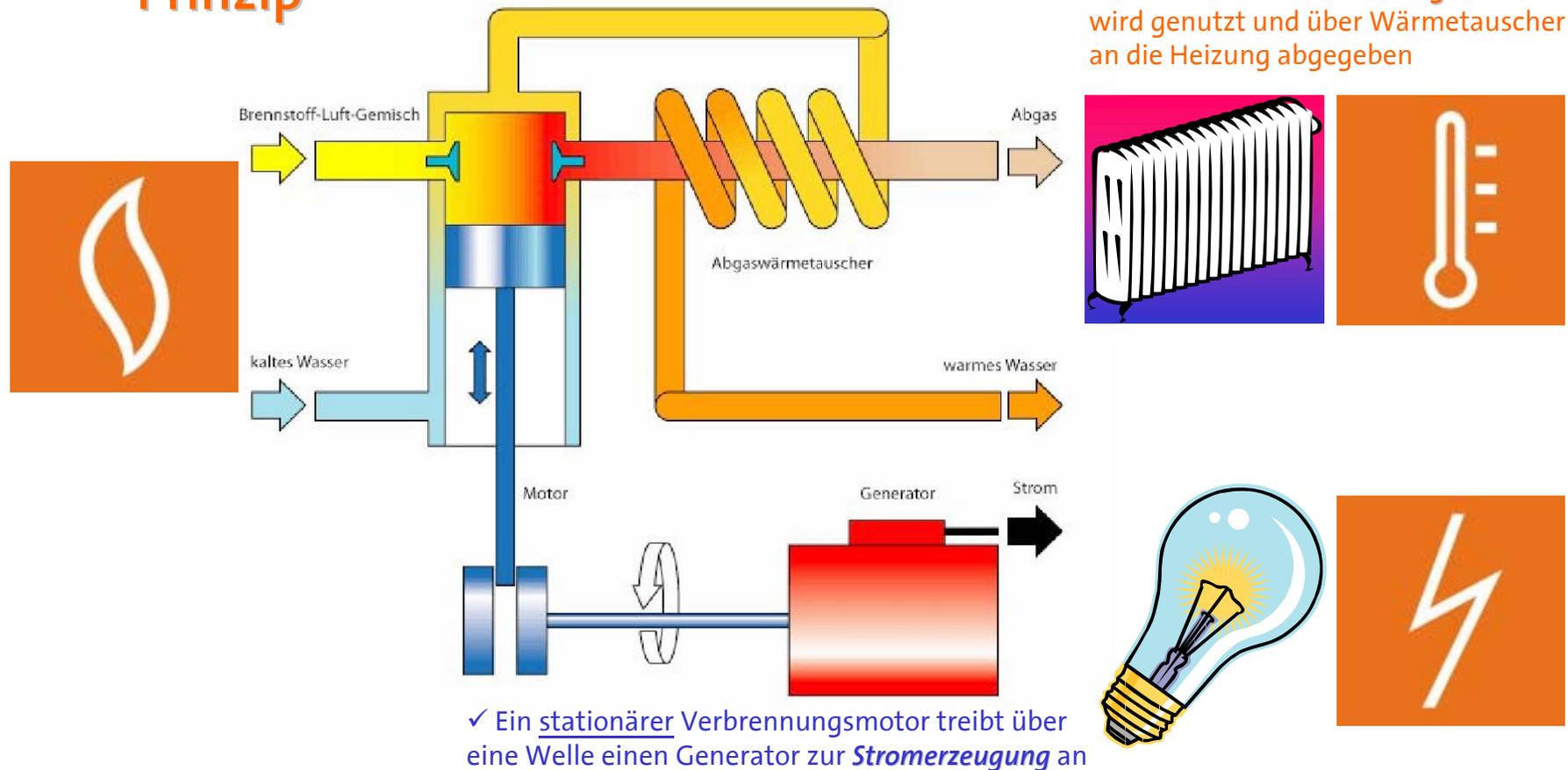
⇒ *Rationelle und effiziente Nutzung der eingesetzten Primärenergie.*



# Kraft-Wärme-Kopplung

Ist die Umwandlung von **Brennstoffenergie (Erdgas)** durch die gekoppelte, d.h. gleichzeitige Produktion von **Kraft (Strom)** und **Wärme (Heizwasser)** in stationären Verbrennungsmotoren

## Prinzip



## Primärenergieeinsparung BHKW

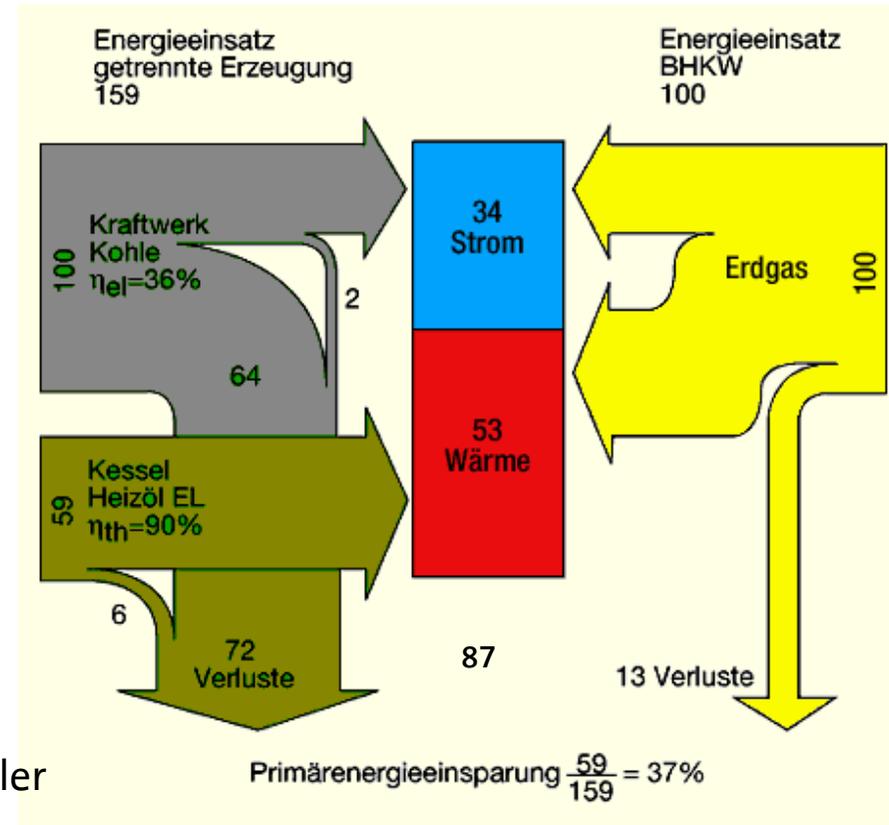
### Konventionelle getrennte Energieerzeugung vs. Kraft-Wärme-Kopplung

Bei gleichzeitigem Bedarf von Strom und Wärme beträgt die

*Brennstoffausnutzung eines BHKW min. 87 bis > 90 %. Davon werden min. 34% Strom und min. 53% Wärme umgewandelt.*

*Müssen die Energien Strom und Wärme getrennt in zentralen Kraftwerken zur Stromerzeugung und in Kesselanlagen hergestellt werden ist ein Primärenergieeinsatz von 159% erforderlich.*

Der Primärenergiebedarf BHKW liegt gegenüber getrennter und konventioneller Erzeugung von **Strom- und Wärme** um mehr als **1/3 niedriger** und führt unmittelbar...=>



=> **Senkung der Energiekosten**

=> **Einsparung an CO<sub>2</sub>-Schadstoffemissionen**

## BHKW-Modul

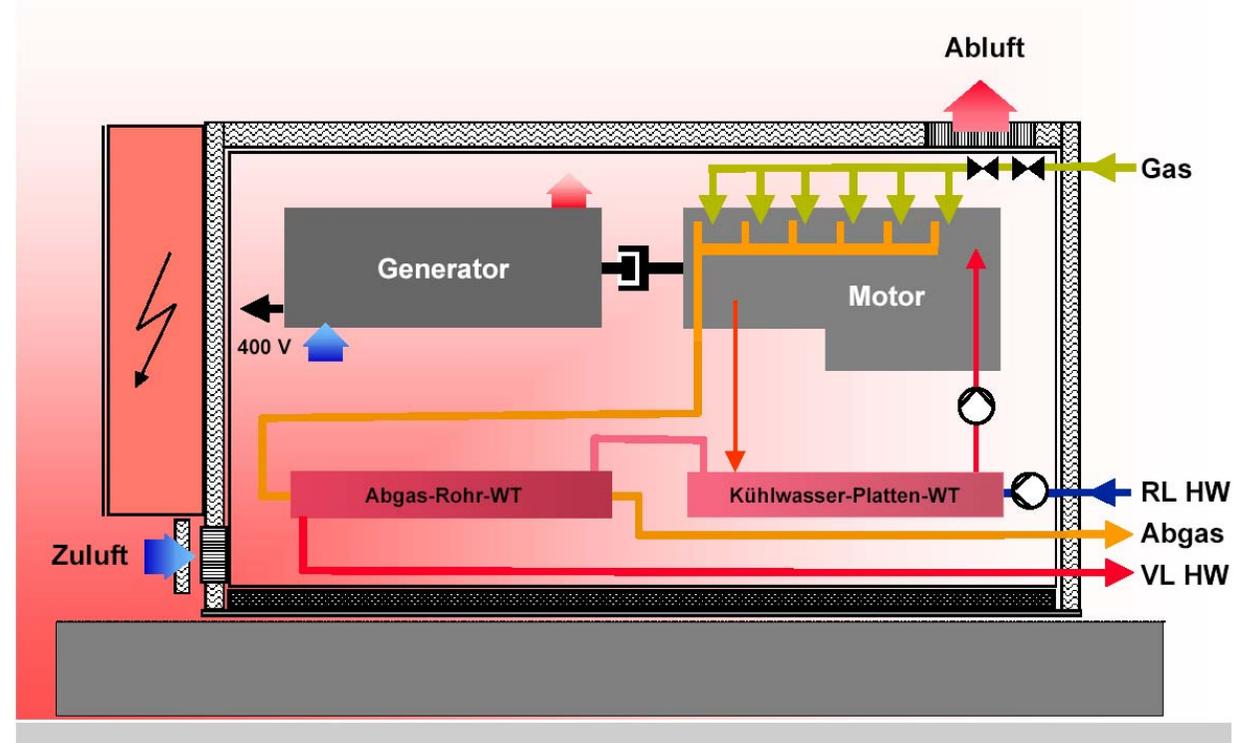


### Bestandteile modularer Aufbau und Ausgereifte Technologie

- Verbrennungsmotor
- Generator
- Wärmetauschern
- Steuerung
- Überwachung
- Schalldämmhaube

Aggregate bis 400 kW<sub>el</sub> :

Alle Bauteile sind bereits betriebsfertig auf Grundrahmen montiert.



(gekapselte Bauweise, auch offene Bauweise)

## Motor



Weiterentwicklung PKW-, LKW oder Schiffsmotor

- Stationärer Gas-Otto-Motor
- Industriemotor 4-Takt
- 1 bis 20 Zylinder
- Drehzahl 1500 1/min
- Motorblock aus Stahlguss

Für die Wirtschaftlichkeit und Langlebigkeit (15 bis 20 Jahre, entspricht 9 Mio. bis 12 Mio. km) sind von großer Bedeutung:

- Kraftstoffverbrauch
- Wartungsfreundlichkeit

## Generator



Für die Stromerzeugung werden Asynchron- oder Synchrongeneratoren (Inselbetrieb) eingesetzt.

Synchrongeneratoren sind mit speziellen **Reglern** ausgerüstet, die während der Synchronisation mit dem öffentlichen Netz die

**Generatorspannung an das Netz** anpassen

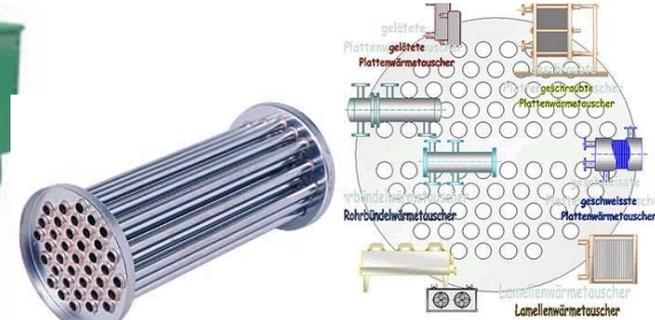
Überwachungseinrichtungen:

Spannung 400 V: Spannungsdifferenz: +/- 10 %

Frequenz 50 Hz: Frequenzdifferenz: +/- 0,5 Hz

Phasenwinkel: Phasenwinkeldifferenz +/- 10 °

## Wärmetauscher /Überträger



**Anteile an der (Ab-) Wärmenutzung ca.:**

- 45% Motorkühlwasser
- 10% Schmieröl / Gemischkühler
- 45% Abgaswärme

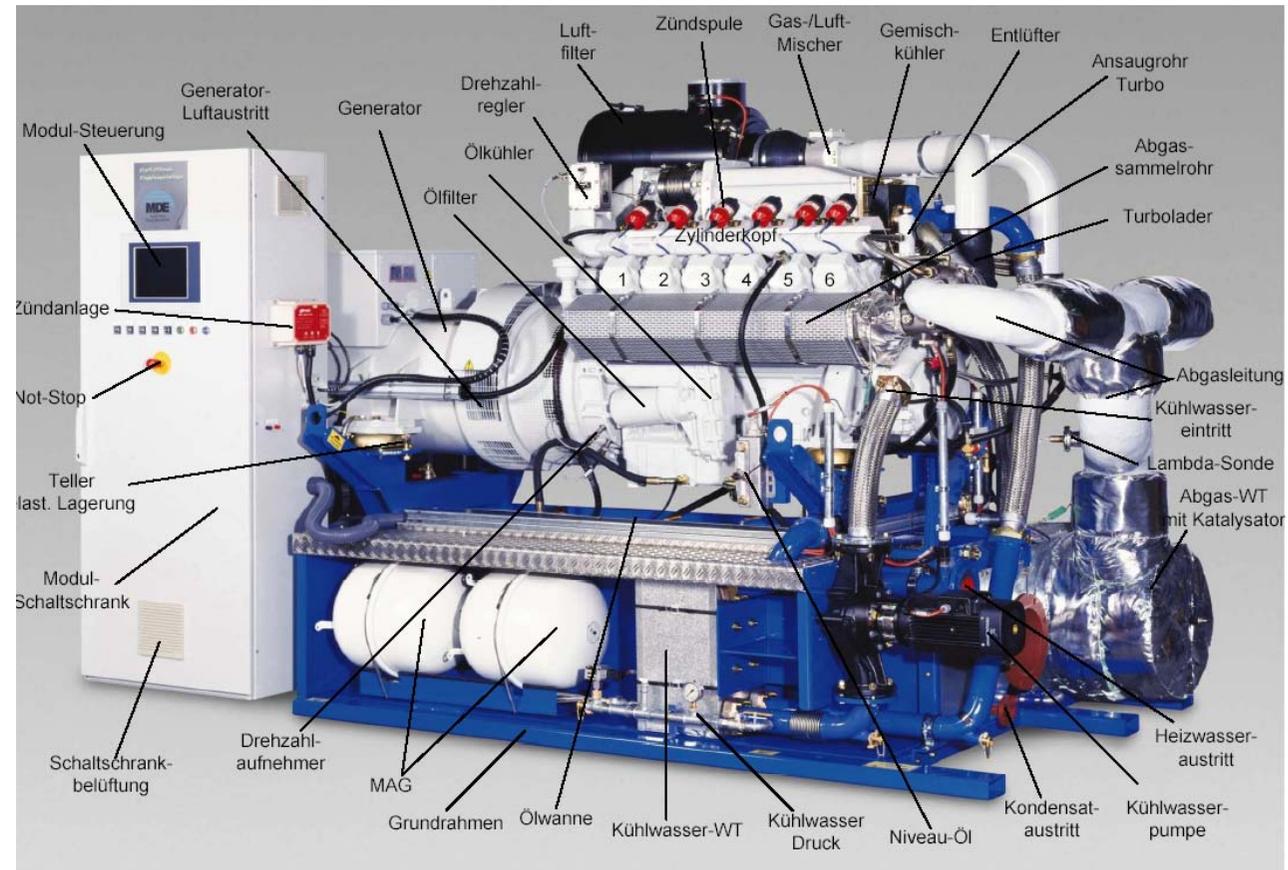
Die Motorabwärme, die Abwärme des Schmieröls und der Abgase werden über Wärmetauschersysteme an das Heizungswasser übertragen und genutzt.

(Bei Magermotoren mit Abgasturbolader auch Nutzung durch Kühlung des Gas-Brennstoffgemisches mittels Gemischkühler)

# Abmessungen und Gewichte BHKW

## BHKW-Modul

- Länge: 3.700 mm
- Breite: 1.770 mm
- Höhe: 2.340 mm
  
- Gewicht: 5.000 kg
  
- Schall offen: 95 dB (A)  
(SD-Haube: < 70 dB (A))



### Technische Daten:

Elektr. Leistung: 350 kW<sub>el</sub>

Thermische Leistung: 520 kW<sub>th</sub> (entspricht Leistung von ca. 500 PS)

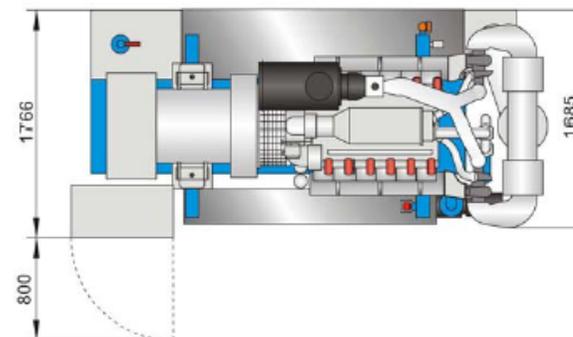
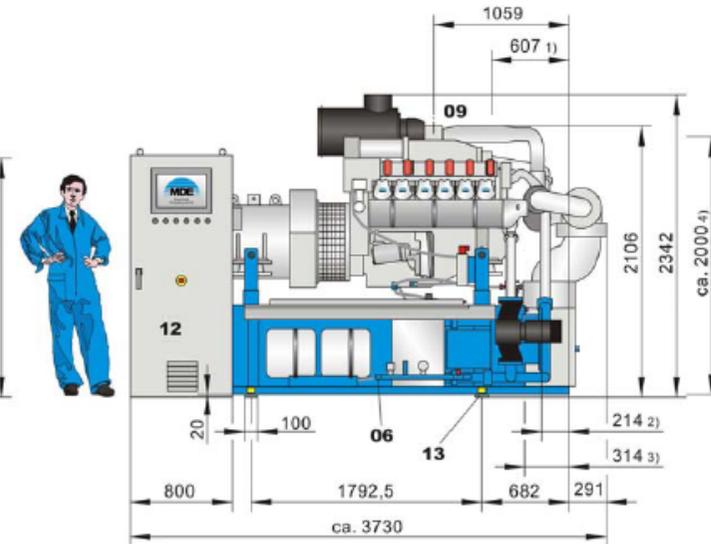
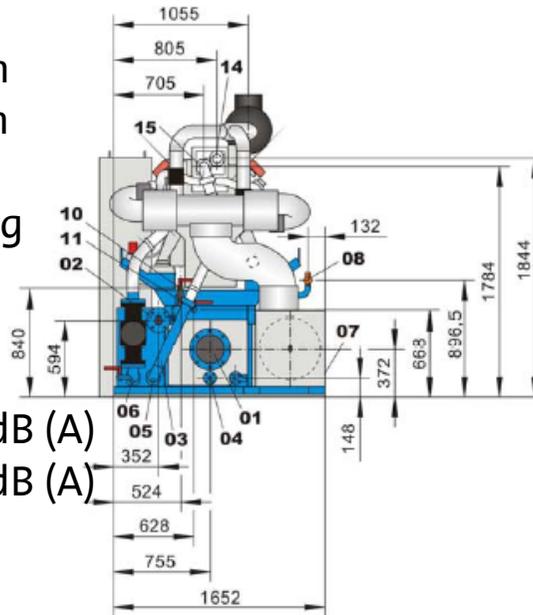
Brennstoffleistung 971 kW<sub>(Hu)</sub>

# Abmessungen und Gewichte BHKW

## BHKW-Modul (offen)

- Länge: 3.700 mm
- Breite: 1.770 mm
- Höhe: 2.340 mm
- Gewicht: 5.000 kg

- Schall offen: 95 dB (A)  
(SD-Haube: < 70 dB (A))



### Technische Daten:

- Elektr. Leistung: 350 kW<sub>el</sub>
- Thermische Leistung: 520 kW<sub>th</sub>
- => entspricht Leistung von ca. 500 PS
- Brennstoffleistung 971 kW<sub>(Hu)</sub>

# Einteilung BHKW – Größe und Leistung

## BHKW-Kompaktmodule

50 – 400 kW (gekapselt)



## Groß-BHKW

2.000 - 7.000 kW



## Standard-BHKW

400 – 2.000 kW  
(offene Bauweise)



## Klein-/Mini BHKW

1 – 5 kW



# Einteilung BHKW - Primärenergieeinsatz

## Brennstoffeinsatz

Als Kraftstoffe kommen *fossile* oder *regenerative* Energieträger mit Kohlenwasserstoffe wie z.B. Heizöl, Pflanzenöl (Raps- oder Palmöl), Biodiesel, Biomethan, Erdgas, Biogas, Grubengas, Klärgas, Deponiegas oder auch Lösungsmitteldämpfe zum Einsatz.

In Stirlingmotoren und Dampfkraftanlagen mit externer Verbrennung werden auch Holzhackschnitzel und Holzpellets als nachwachsende Rohstoffe verwendet.

=> Trend derzeit Biogasmotoren

Als Antrieb werden Verbrennungsmotoren wie Diesel-, Gasmotoren (Gas-Otto-Motoren, bzw. Zündstrahlmotoren) oder Gasturbinen) eingesetzt. => Hier Erdgasmotoren.

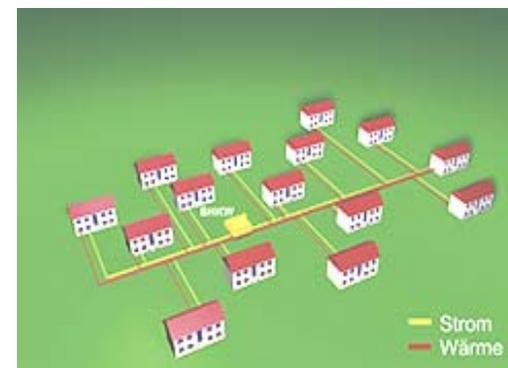


# Einsatzgebiete BHKW

## Bedarf an Wärme und Strom

Typische Einsatzobjekte von BHKW haben einen **kontinuierlichen Wärme- und Stromverbrauch** über das ganze Jahr:

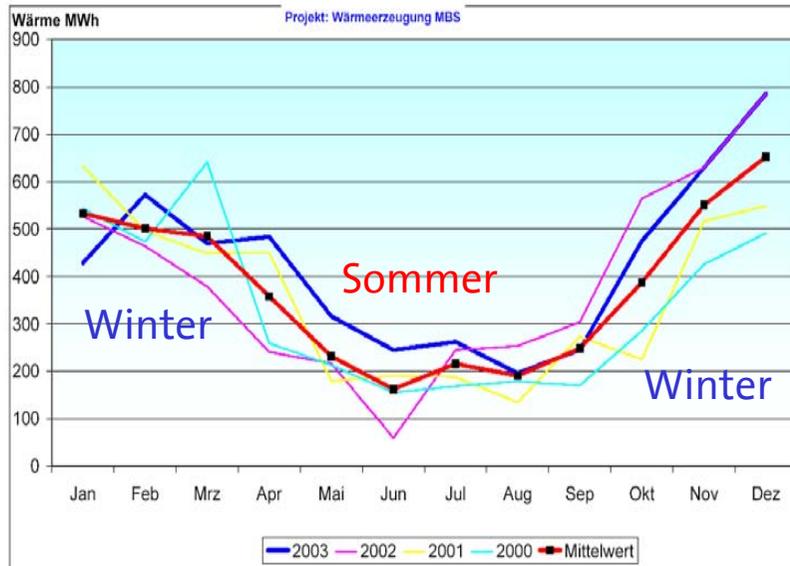
- Hallenbäder
- Krankenhäuser
- Altenheime, Pflegeheime, Hotels
- **Wohngebäude / Mehrfamilienhäuser**
- **Nahwärmenetze mit Wohn-/ Mischgebiet**
- Gewerbeobjekte / Verwaltungsgebäude
- Schulen mit Schwimmbecken
- Industriegebäude mit Prozesswärmebedarf
- klimatisierte Objekte (Kraft-Wärme-Kälte-Kopplung) mit Absorptionskälteanlagen.



# Wirtschaftliche Auslegung BHKW

## Wärmebedarf

BHKW werden i.d.R. nach dem **Wärmebedarf** der/des zu versorgenden Objekte ausgelegt. Es ist in der Planung erforderlich den **Jahreswärmeverlauf und Bedarf** zu analysieren.



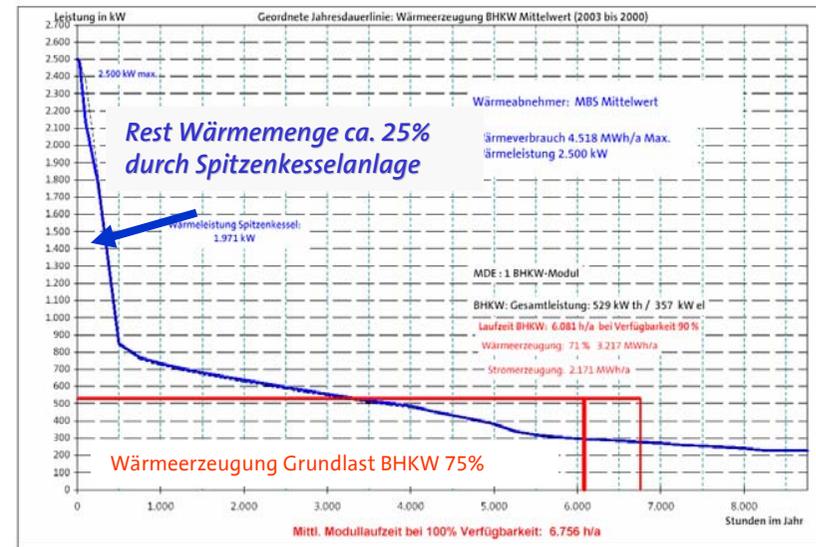
Aufzeichnung des typ. **Wärmebedarfs** (kWh/a) über den Verlauf eines Jahres (oder mehrerer Jahre).

Wirtschaftlichkeit steht bei Dimensionierung der BHKW-Anlage im Vordergrund.

Ziel: Mit **Minimum an installierter Leistung (kW)** => **Maximum an Nutzen (kWh)** erreichen.

## Geordnete Jahresdauerlinie

**Dimensionierung der Größe und Anzahl der BHKW** erfolgt anhand der geordneten Jahresdauerlinie.



### Wirtschaftliche Auslegung:

- ✓ Laufzeit 4.500 bis 6.000 Stunden im Jahr
- ✓ BHKW leistet 20 % - 40 % der Gesamtwärmeleistung
- ✓ => deckt 70 % - 80 % des Gesamtjahreswärmebedarfs
- ✓ Restwärmebedarf 20% – 30% erfolgt durch Zuschaltung und Wärmeerzeugung durch die **Spitzenkesselanlage**.

# Bestandteile BHKW / Hydraulische Einbindung

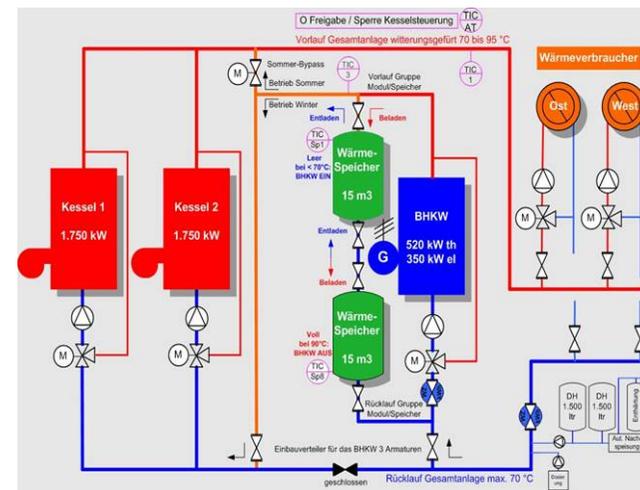
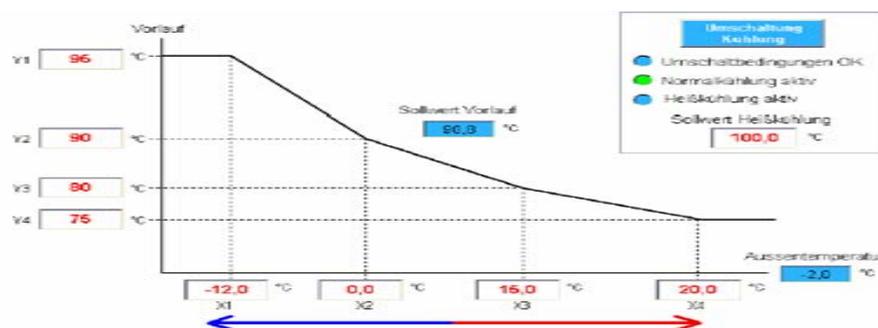
## BHKW und Spitzenkessel

BHKW soll grundsätzlich **wärmegeführt** betrieben werden (mit Möglichkeit stromgeführt in HBZ).

Der Eingriff in die bestehende Hydraulik der Anlage und in das vorhandene Steuerungs- und Regelung sollen minimiert werden.

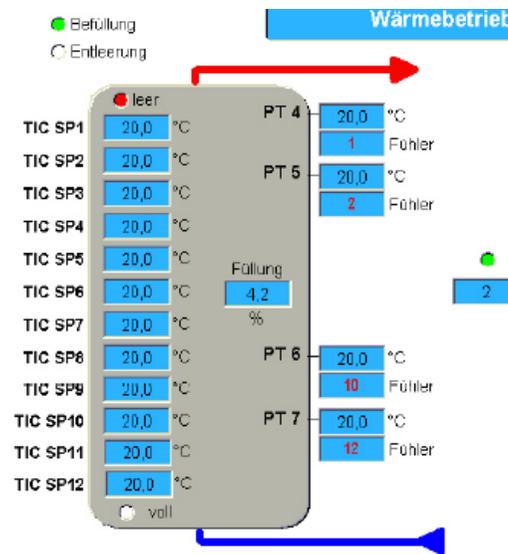
Das BHKW dient als **Grundlastversorger** und gleichzeitig als Vorwärmung der Heizkessel.

Reicht die Wärmeleistung des BHKW (Winter) nicht aus, werden die Spitzenkessel lastabhängig zu- bzw. abgeschaltet.



## BHKW-Pufferspeicher

Zur Ermöglichung einer **stromgeführten BHKW-Fahrweise** wird ein Pufferspeicher integriert. Der Strom kann dann für ca. 1-2 Stunden erzeugt werden, ohne dass die vom BHKW erzeugte Wärme vom Verbraucher abgenommen wird.



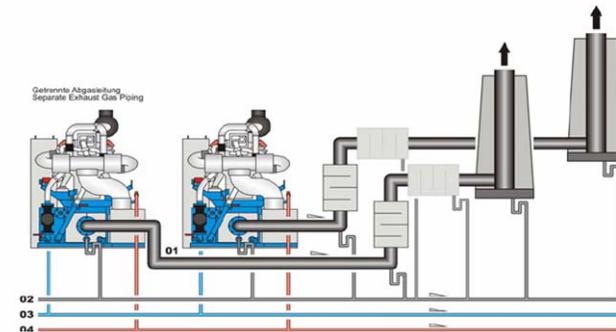
## „Übergeordnete Steuerung“

- Wärmegeführte Betriebsweise für das BHKW und Heizkessel
- An und Abwahl des BHKW-Moduls in Abhängigkeit des Speicherladezustandes
- An und Abwahl der Kessel in Abhängigkeit der Gesamtvorlauftemperatur
- Optimierung des Wärmespeicherbetriebes mit Leistungsregelung BHKW-Modul
- Stromgeführte Betriebsweise zur Reduzierung Stromspitzen in Hauptbelastungszeit
- Schnittstelle (externer Kontakt) zu Fernwirktechnik oder Leitwarte

# Einbindung eines BHKW

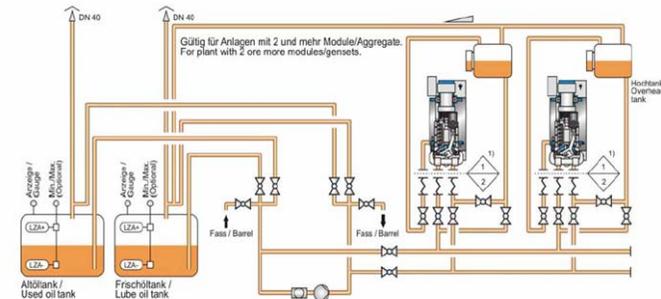
## Einbindung Abgas:

Getrennte Abgasführung je BHKW-Modul (2 Module) bis OK-Schornstein mit je einem separatem Abgasschalldämpfer zur Reduzierung Schalldruckpegel von ca. 78 dB (A) auf < 60 dB (A).



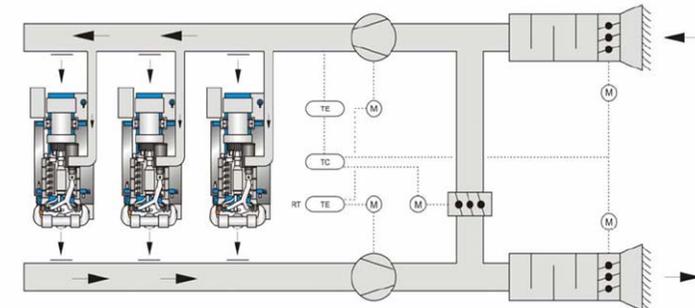
## Einbindung Schmieröl:

Vergrößertes Ölvolumen (Altöltank/Frischöltank) => längere Laufzeiten und Wartungsintervalle



## Einbindung Zu- und Abluft:

Zu- und Abluftventilator mit je einem separatem Schalldämpfer für Zu- und Abluft.



Quelle: MDE

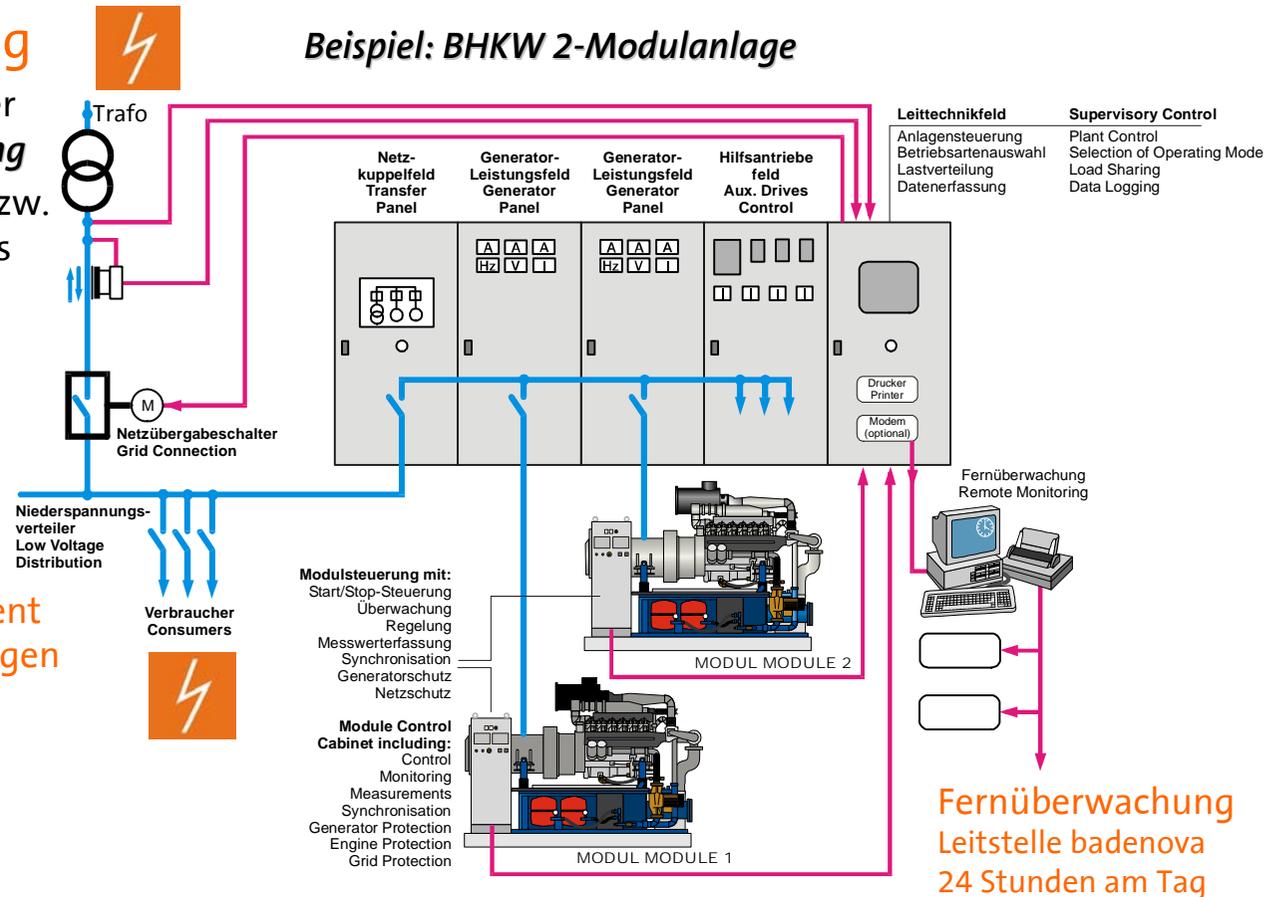
# BHKW Schaltanlagen

## Elektrische Einbindung

Schaltanlagen dienen der **Stromverteilung und Einspeisung** in das Niederspannungsnetz bzw. in das öff. Versorgungsnetz des Versorgungsnetzbetreibers.

## Zus. Steuer- Motormanagement mit Überwachungseinrichtungen

- Kühlwassertemperatur
- Kühlwasserdruck
- Heizwassertemperatur
- Schmieröldruck
- Abgastemperatur
- Lambdasondenspannung
- Signal Klopferfassung



Quelle: 2 Modulanlage MDE

- Kontinuierliche Übertragung von Betriebs- / Störmeldungen und Alarmen
- Kommunikation über Modem, ISDN, GSM oder Standleitung
- 24 Stunden Störungsdienst und Weiterleitung auch an Sonn- und Feiertagen



# Anlieferung und Einbringung BHKW

## Anlieferung



## Einbringung



# Beispiel BHKW Mathias Blank Str. Freiburg

## Elektrische Netzeinbindung BHKW

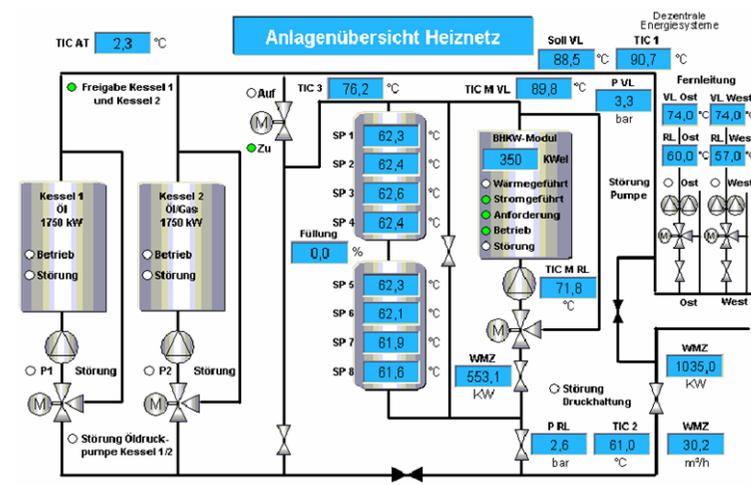
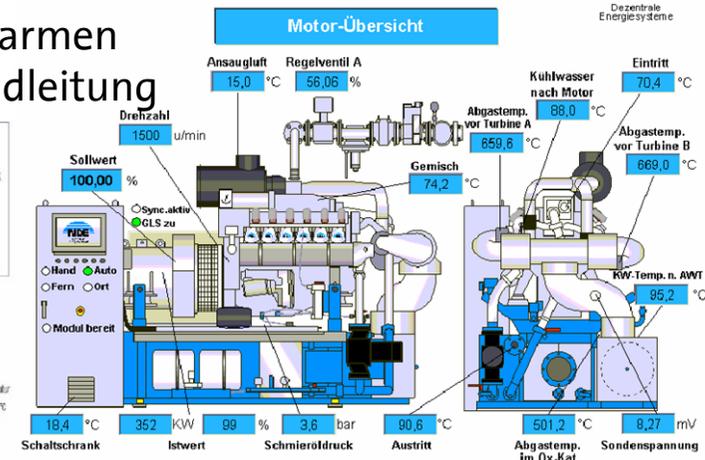
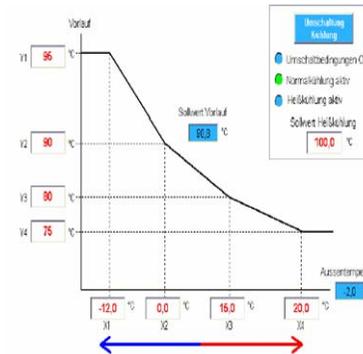


## Anlieferung der Trafostation



# Steuerung, Datenübertragung und Fernüberwachung

- Übertragung von Betriebs- / Störmeldungen und Alarmen
- Kommunikation über Modem, ISDN, GSM oder Standleitung



# Investitionen eines BHKW

## Investition

Hohe Investitionen im Vergleich zu einer konv. Kesselanlage, deshalb:

- BHKW: Grundlastwärmeerzeuger
- Kessel: Spitzenlastwärmeerzeuger

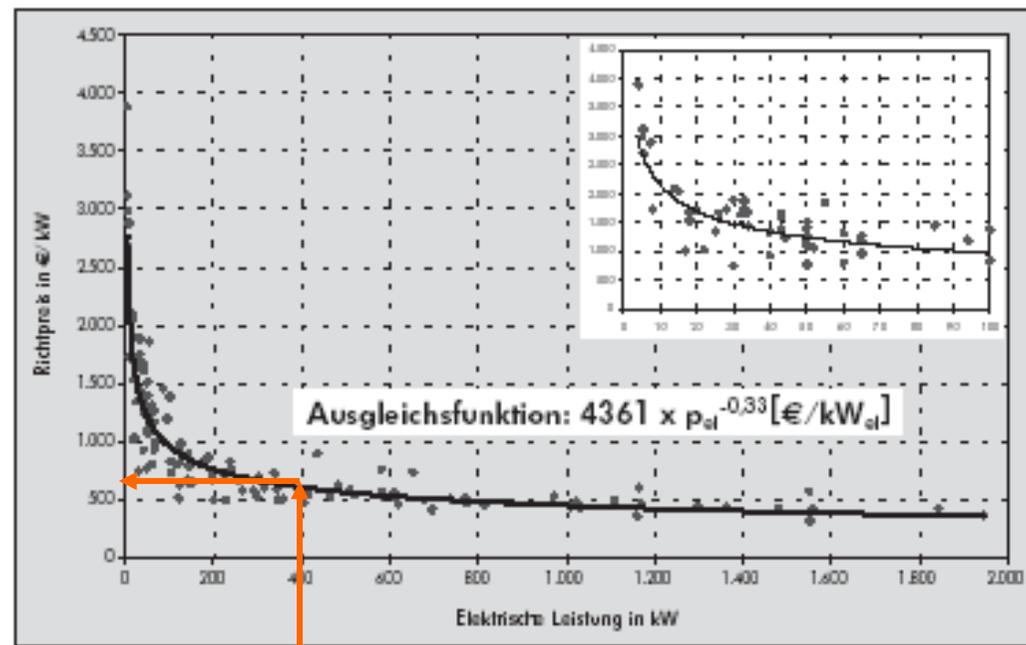
Beispiel Investition: 280.000 €  
(400 kW<sub>el</sub> x 700 €/kW)



## Überblick Kostenanteile BHKW einzelner Komponenten

Kostenaufteilung BHKW-Anlagen						
Elektrische Leistung in kW:	<= 50	<= 100	<= 250	<= 500	<= 1.000	<= 2.000
Pos. 1 Motor	58,3 %	59,2 %	58,8 %	57,2 %	54,3 %	49,8 %
Pos. 1b Schalldämpfung	5,9 %	5,6 %	5,1 %	4,8 %	4,5 %	4,2 %
Pos. 1c Katalysator	3,0 %	2,0 %	1,2 %	0,8 %	0,6 %	0,4 %
Pos. 2 Schmierölver- und -entsorgung	2,2 %	2,1 %	1,9 %	1,8 %	1,7 %	1,6 %
Pos. 3 Schaltschrank	14,1 %	13,3 %	12,2 %	11,4 %	10,7 %	10,0 %
Pos. 4 Be- und Entlüftung	8,3 %	10,5 %	14,4 %	18,2 %	23,0 %	29,1 %
Pos. 6 Transport und Montage	4,6 %	4,4 %	4,1 %	3,9 %	3,7 %	3,5 %
Pos. 7 Inbetriebnahme	3,6 %	2,9 %	2,3 %	1,9 %	1,6 %	1,3 %

## Richtpreise BHKW (Preisindikation) in Abhängigkeit der elektrischen Leistung



Quelle: ASUE / BHKW Kenndaten 2005



# Wartung und Instandhaltung eines BHKW

## Vollwartung (Wartungsvertrag Hersteller)

Bei einem BHKW-Betrieb von 15 bis 20 Jahren und einer Laufzeit von 6.000 Bh/a ( $\Rightarrow$  600.000 km/a) werden rund 90.000 bis 120.000 Bh erreicht ( $\Rightarrow$  9 Mio bis 12 Mio km).

Erforderlich:

- Durchführung regelmäßiger Wartungen **Beispiel: 27.600 €/a**
- Motor-Generator Generalüberholung (400 kW  $\Rightarrow$  1,15 Cent/kWh)

Wartungsplan		Nach 50 Bh	Alle 1.250 Bh	Alle 2.500 Bh	Alle 5.000 Bh	Alle 10.000 Bh	Nach 20.000 Bh	Nach 40.000 Bh
A01	Motoröl wechseln <sup>1</sup>	x	x				x	x
A02	ÖlfILTER wechseln	x	x				x	x
A14	Ventilspiel einstellen, Dichtungen erneuern	x	x				x	x
A12	Verdichtungsdruck messen			x			x	x
A16	Zylinderkopfschrauben nachziehen <sup>2</sup>		x					
A24	Zündkerzen prüfen / wechseln		x				x	x
A25	Zündkabel prüfen ggf. erneuern			x			x	x
	Schraubverbindungen prüfen	x	x				x	x
A30	Gestänge Drosselklappen schmieren			x			x	x
	Drosselklappe Dichtheitsprüfung			x			x	x
A40	Luftfilter prüfen ggf. reinigen		x				x	x
A50	Kühlmittel erneuern					x	x	x
A51	Kühlmittelkonzentration prüfen	x	x		x		x	x
S12a	Kühlkreislauf Systemdruck prüfen	x	x				x	x
A61	λ-Sonde reinigen				x			
A60	λ-Sonde wechseln, Abgasmessung durchführen					x	x	x
B00	Generatorlager schmieren			x			x	x
B50	Kondensatablaufleitung prüfen			x			x	x
B90	Gasventildichtheitskontrolle		x				x	x
S01	Batterie prüfen (dest. Wasser, Säure, Spannung)		x				x	x
	Dichtheitskontrolle durchführen	x	x				x	x
S04	AWT-Reinigen (bei Bedarf)			x			x	x
S05a	Wartung (Kabel, Dichtheit, Öl, Entlüfter)	x	x				x	x
S07a	STB Schaltpunkte			x			x	x
S09a	Schnellentlüfter erneuern					x	x	x
S11	Kupplungsschrauben kontrollieren	x			x		x	x
S51	Überprüfen Kupplungsgummi				x		x	x
D02	Startablauf kontrollieren	x	x				x	x
C05	Generatorrückleistung, Drehzahlüberwachung			x			x	x

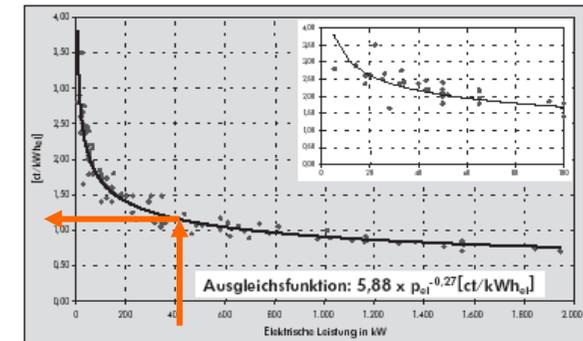
6.000 h/a bzw. 2.400.000 kWh/a  
= 4,60 €/Bh

**1. Austausch  
Motor / Generator  
bei > 40.000 - 60.000 Bh**

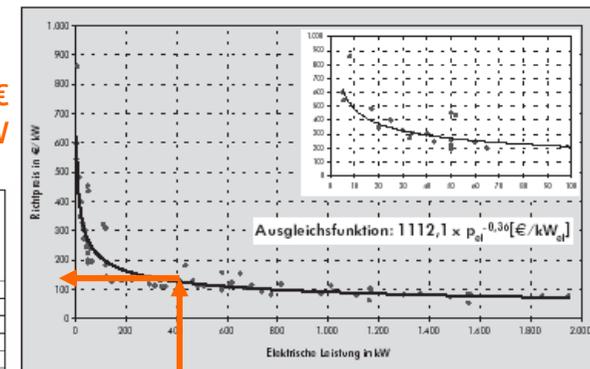
**Beispiel: 48.000 €  
400 kW x 120 €/kW**

Wartungsplan	50 Bh	Alle 1.250 Bh	Alle 2.500 Bh	Alle 5.000 Bh	Alle 10.000 Bh	Nach 20.000 Bh	Nach 40.000 Bh	
A21	Zündzeitpunkt		x			x	x	
S10	Gasfilter Differenzdruck ggf. Gasfilter erneuern		x			x	x	
D11a	Betr.daten (T <sub>CO</sub> , λ, T <sub>Kat.vor</sub> , T <sub>Kat.nach</sub> , T <sub>Abg</sub> , p <sub>ab</sub> )			x		x	x	
D13	Betr.daten (P <sub>Gas</sub> , T <sub>Gas</sub> , T <sub>VL</sub> , T <sub>RL</sub> , Abgasgedr.)	x	x			x	x	
S13a	Betr.daten (p <sub>Gas</sub> , p <sub>Gas</sub> , Gasregelventil, Drehzahlregler.)	x	x			x	x	
S06	Betr.daten (Ströme)			x		x	x	
	Zylinderkopfüberholung durchführen						x	
	Laufbuchsenringe erneuern						x	
	Motorgrundüberholung durchführen						x	
	Sonder Wartung Elektro (Anzeigegeräte prüfen, Klemmverb. Leistungsteil, ggf. Netzausfall testen)			x		x	x	
	<b>Zeitbedarf in Summe [ h ]</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>1,5</b>	<b>5</b>	<b>3</b>	<b>18</b>	<b>36</b>

## Richtpreise (Preisindikation) Kosten für Vollwartung



## Kosten für Generalüberholung



Quelle: ASUE / BHKW Kenndaten 2005

## Weitere Infos BHKW

### Weitere Infos zum Thema BHKW im Internet

... oder direkten Kontakt mit den Herstellern ...



Adresse	Bemerkung
<a href="http://www.asue.de">http://www.asue.de</a>	Arbeitsgemeinschaft für sparsamen und umweltfreundlichen Energieverbrauch e.V.; Broschüren, Anbieterübersichten, Presse-Newsletter, Grafik-Download etc. zu rationellen Energietechniken
<a href="http://www.bhkw-info.de">http://www.bhkw-info.de</a>	„Die Welt der Kraft-Wärme-Kopplung und der Blockheizkraftwerke“; BHKW Info-Server des ZSW (Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoffforschung)
<a href="http://www.bhkw-infozentrum.de">http://www.bhkw-infozentrum.de</a>	BHKW-Infozentrum Rastatt Fakten und aktuelle Hinweise zum Thema Kraft-Wärme-Kopplung, Newsletter, Diskussionsforum KWK, Tagungen und Veranstaltungen zum Thema KWK
<a href="http://www.bhkw-zentrum.de">http://www.bhkw-zentrum.de</a>	Handwerkskammer Osnabrück mit einem breiten Schulungsangebot zum Thema BHKW
<a href="http://www.bkww.de">http://www.bkww.de</a>	Bundesverband Kraft-Wärme-Kopplung; aktuelle Infos zu Politik, Gesetzgebung und Praxisauswirkungen
<a href="http://www.carmen-ev.de">http://www.carmen-ev.de</a>	Interessante Informationen zum Thema regenerative Brennstoffe; Unter der Rubrik: Marktplatz, Technik finden Sie eine Liste mit weiteren Herstellern von Pflanzenöl-BHKW
<a href="http://www.cogen.org/home.html">http://www.cogen.org/home.html</a>	Homepage des europäischen Kraft-Wärme-Kopplungs-Verbandes
<a href="http://www.cogen-challenge.org">http://www.cogen-challenge.org</a>	Homepage einer europäischen Informationsplattform zum Thema KWK; Downloads von Informationen und Berechnungsprogrammen, Datenbank von europäischen Herstellern, Datenblätter von 1000 KWK-Installationen unter 1 MW <sub>el</sub> europaweit (im Aufbau)
<a href="http://www.kfa-juelich.de/DBF/DBF.html">http://www.kfa-juelich.de/DBF/DBF.html</a>	Informationen über Brennstoffzellen
<a href="http://www.krm.vdma.org">http://www.krm.vdma.org</a>	Fachgemeinschaft Kraftmaschinen im VDMA