



Ecotrinova

# Samstags-Forum Regio Freiburg

ECOtrino**v**a e.V.\* mit u-asta Umwelt-Referat u.a.

Zusammengestellt von Dr. Georg Löser, Stand 081130. \*Hrsg: ECOtrino**v**a e.V., VR Freiburg 2551, [www.ecotrinova.de](http://www.ecotrinova.de), [ecotrinova@web.de](mailto:ecotrinova@web.de), gemeinnütziger Verein (Umwelt-/Verbraucherschutz), Post: Weiherweg 4 B, 79194 Gundelfingen

## 29.Nov.2008 Klimaschutz+Neue Energien 7 Green City konkret Teil 4 Stadt der 1000 Blockheizkraftwerke Energie-intelligente Stadt & Region

### Vorträge:

**22 Thesen für Freiburger Altbaustadtteile**

Dr. Georg Löser, Vorsitzender ECOtrino**v**a e.V., Freiburg

**Energie-intelligente Stadt Freiburg**

Dipl.-Geogr. Klaus Hoppe, Umweltschutzamt Stadt Freiburg

**BHKW innovativ für Freiburg und Region**

Klaus Preiser, GF badenovaWärmeplus GmbH, Freiburg

**Große neue BHKW-Chancen: D-Förderung, KWK- & Wärmegesetze, gemeinsamer Betrieb**

Dipl.-Ing. Ch. Meyer, EnergyConsulting Meyer, March

**Führung Blockheizkraftwerk Stadttheater**, Nahwärme, Klaus Preiser, Klaus Schipek, badenovaWärmeplus GmbH.

**Info:** Die Vorträge und weitere Unterlagen zum Termin sind separat bei [www.ecotrinova.de](http://www.ecotrinova.de) unter Projekte/Samstags-Forum bei 29.11.2008 eingestellt. **Weitere Info und Links zu Blockheizkraft** siehe dort unter 25.11.2006, 10.3.2007, 8.3.2008 (dort ausführlicher Vortrag von Dipl.-Ing. Christian Meyer) sowie zu Biogas/Biomüll (zu Solarstadt siehe dort Vortrag G. Löser 10.3.2007) und z.T. bei den Internetpräsenzen zu den Referenten (zur Person +kurzes Hintergrundinfo s. Pressemit. 20.11.08):[www.freiburg.de](http://www.freiburg.de), [www.badenova.de](http://www.badenova.de), [www.energy-consulting-meyer.de](http://www.energy-consulting-meyer.de), [www.ecotrinova.de](http://www.ecotrinova.de).



Am Stadttheater Blick auf die Abgasrohre des BHKW Nahwärmenetz Theater-BHKW (+HBF +Schulen +X-Press)



Wo das BHKW ins Theater kam, mit Regionalräten E. Friebis, auch Fraktionsvors. FR, und S. Schillinger. Ing. Klaus Schipek



BHKW Stadttheater (Contracting-Anlage der badenovaWärmeplus GmbH), einer der 2 Motoren, mit Samstags-Forum



Die Wärmespeicher für das BHKW

bei den Spitzen-Heizkesseln



die beiden Umwälzpumpen des Nahwärmenetzes

gelb: die Erdgaszufuhr, hinten oben: die Nahwärmeleitung

### 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

Abwärme von Motor und Abgas wird genutzt und über Wärmetauscher an die Heizung abgegeben.

Ein stationärer Verbrennungsmotor treibt über eine Welle einen Generator zur Stromerzeugung an.

### Kraft-Wärme-Kopplung

#### KFZ: Kraft-Fahrzeug (mobil)

- Ein mobiler Verbrennungsmotor treibt über eine Welle die Räder eines Fahrzeuges zur Fortbewegung an

#### KWK: Kraft-Wärme-Kopplung

- Ein stationärer Verbrennungsmotor treibt über eine Welle einen Generator zur Stromerzeugung an

Motorabwärme wird an die Umgebung abgegeben (nur teils- und zeitweise (im Winter) zur Erwärmung genutzt)

Abwärme von Motor und Abgas wird genutzt und über Wärmetauscher an die Heizung abgegeben (zur Erwärmung von Heizwasser und Brauchwarmwasser in das lokale Heizungsnetz eingespeist)

### Vergleich Ökologie

#### CO<sub>2</sub>-Emissionen

CO<sub>2</sub>-Emissionen der betrachteten Heizungs- und Warmwasserbereitungssysteme

System	CO <sub>2</sub> -Äquivalent [kg/m <sup>2</sup> a]
Heizkörper über dem Ofen (BHKV)	6
Gas-Brennwert-Heizung	21
Sub-WP mit Fußboden-Heizung	27
Öl-Heizung	35
Feststoff-WP zur abkl. Eigen-Heizung	40
Elektr.-Speicher-Heizung	84

⇒ Einsparung an CO<sub>2</sub>-Emissionen gegenüber Brennwert-Gasheizung

#### Staub

Grantsstaufällensumme normiert: Entgas. (Brennstoff) = 1

⇒ Einsparung an CO<sub>2</sub>-Emissionen gegenüber Brennwert-Gasheizung

### Emissionswerte BHKW

#### Schadstoffminimierung bei Motoren

**Primärmaßnahmen = motorische konstruktive Maßnahmen**, die verhindern, dass bereits höhere Schadstoffkonzentrationen erst gar nicht auftreten (Brennraumgestaltung, Verdichtungsverhältnis, Gemischbildung usw.)

z. B. **Magerverbrennung**: Durch hohen Luftüberschuss wird die Verbrennungstemperatur gesenkt und die Bildung von NO und NO<sub>2</sub> unmittelbar verringert. Hohe Luftüberschüsse => Verringerung des Energiegehalts der Gemischladung und damit Minderleistung. Dies wird durch Abgas-Turboaufladung ausgeglichen.

**Sekundärmaßnahmen = Abgasnachbehandlung**

- Drei-Wege-Katalysator: Lambda-1 / Reduktion NO+CO => N<sub>2</sub>+CO<sub>2</sub>
- Oxidationskatalysatoren: Magermotoren CO => CO<sub>2</sub>

#### Emissionsgrenzwerte TA Luft (Novellierung ab 01.10.2002)

Motor	NO	CO
Motorenklasse	500 mg/Nm <sup>3</sup>	300 mg/Nm <sup>3</sup>
sonstige Motoren	250 mg/Nm <sup>3</sup>	300 mg/Nm <sup>3</sup>
Gasturbinen	75 mg/Nm <sup>3</sup>	100 mg/Nm <sup>3</sup>

### 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.

#### 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

### Hydraulische Einbindung

#### 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

### 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>ps</sub>

### Bestandteile BHKW

#### Motor

- 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 Abgasüberhitzer auch Nutzung durch Kühlung des Gas-Brennstoffgemisches mittels Gemischkühler)