

## *Biomassebefeuerte Klein- u. Mikro-Kraftwärmekopplung*

Stand der Entwicklung u. aktuelle Forschungsvorhaben

Günther Friedl  
12. November 2009

## *Struktur*

- ⇒ Stand der Entwicklung von biomassebefeuereten Mikro-KWK
- ⇒ Aktuelle Forschungsvorhaben
- ⇒ Aspekte der Integration von Stromerzeugung in Biomassefeuerungen anhand des Beispiels Thermogeneratoren

## Mikro-KWK

Schwerpunkt: kleinste Leistungen

bioenergy2020+

Brennstoff Luft



Strom Wärme

Quelle: Button Energy

### Erkennungsmerkmale:

- Gekoppelte Wärme- und Strombereitstellung
- Hoher Gesamtwirkungsgrad
- Kompakte Bauweise
- Anschluss- oder schlüsselfertig
- seriennahes Produkt oder Serienprodukt

3

Günther Friedl  
Highlights der Bioenergieforschung, BMVIT, 12. November 2009

COMET

Competence Centers for  
Excellent Technologies

## Entwicklung moderner Biomassefeuerungen

bioenergy2020+

- ⇒ um 1980: Typenprüfung für Serienfeuerungen initiiert Effizienzsteigerung und Emissionsreduktion
- ⇒ 1980iger: Automatische Hackgutfeuerungen
- ⇒ 1990iger: Automatische Pelletsfeuerungen
- ⇒ 2000er: Emissionsreduktion (allen voran Feinstaub)
- 2010er: Nutzungsgradsteigerung
- 2020er: Biomassebefeuerte Mikro-KWK

4

Günther Friedl  
Highlights der Bioenergieforschung, BMVIT, 12. November 2009

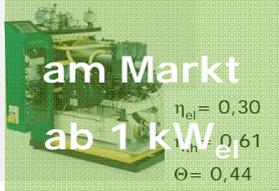
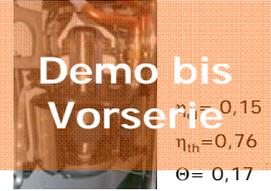
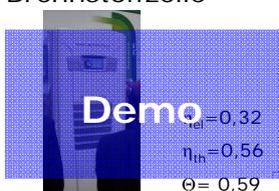
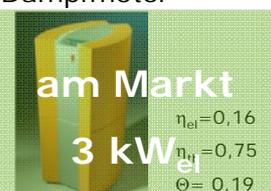
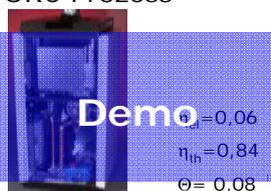
COMET

Competence Centers for  
Excellent Technologies

## Stand der Entwicklung

Firmenangaben

bioenergy2020+

<b>Verbrennungsmotor</b>  <b>am Markt</b> <b>ab 1 kW<sub>el</sub></b> $\eta_{el} = 0,30$ $\eta_{th} = 0,61$ $\Theta = 0,44$	<b>Stirlingmotor</b>  <b>Demo bis Vorserie</b> $\eta_{el} = 0,15$ $\eta_{th} = 0,76$ $\Theta = 0,17$	<b>Mikrogasturbine</b>  <b>am Markt</b> <b>ab 28 kW<sub>el</sub></b> $\eta_{el} = 0,25$ $\eta_{th} = 0,58$ $\Theta = 0,41$
<b>Brennstoffzelle</b>  <b>Demo</b> $\eta_{el} = 0,32$ $\eta_{th} = 0,56$ $\Theta = 0,59$	<b>Dampfmotor</b>  <b>am Markt</b> <b>3 kW<sub>el</sub></b> $\eta_{el} = 0,16$ $\eta_{th} = 0,75$ $\Theta = 0,19$	<b>ORC Prozess</b>  <b>Demo</b> $\eta_{el} = 0,06$ $\eta_{th} = 0,84$ $\Theta = 0,08$

$\Theta = P_{el}/Q_{th}$  Stromkennzahl

Quelle: Herstellerangaben

5

Günther Friedl  
Highlights der Bioenergieforschung, BMVIT, 12. November 2009

COMET

Competence Centers for  
Excellent Technologies

## Biomassebefeuerte Mikro-KWK

bioenergy2020+

- ⇒ Feste Biobrennstoffe für Mikro-KWK mit externer Verbrennung
  - Dampfmotor
  - ORC
  - Stirling
  - Thermogeneratoren
- ⇒ Flüssige Biobrennstoffe für
  - ✓ (Diesel-) Motoren
- ⇒ (Virtuelles) Biogas für
  - ✓ Gas-Ottomotoren
  - ✓ Mikrogasturbinen
  - Brennstoffzellen

← F&E-BEDARF  
Technologieentwicklung

6

Günther Friedl  
Highlights der Bioenergieforschung, BMVIT, 12. November 2009

COMET

Competence Centers for  
Excellent Technologies

- ⇒ Dezentrale Erzeugung für dezentrale Nutzung
- ⇒ Erzeugung von Strom in Zeiten hohen Wärmebedarfs und geringem Angebot anderer erneuerbarer Quellen:
  - Im Winter
  - In der Dämmerung
  - In Zeiten ohne Sonnenschein und Wind
- ⇒ Serienfertigung senkt die Herstellkosten
- ⇒ Integration in bestehende Infrastruktur
  - Heizraum oder Wohnraum
  - Pellets- oder Scheitholzfeuerung
- ⇒ Steigerung der Effizienz des Energiesystems

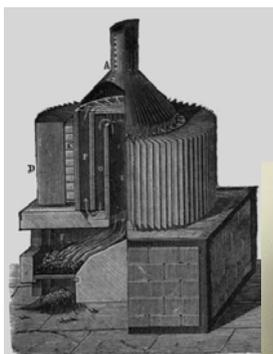
### TECHNOLOGIEUNABHÄNGIG

- Ermittlung des Stands der Technik von Mikro-KWK-Anlagen im Zuge der Erstellung eines Modells für den zukünftigen Einsatz von Mikro-KWK-Systemen
- Entwicklung einer standardisierten Methode zur Beurteilung von Effizienz und dynamischem Verhalten von Mikro-KWKs
- Monitoring von Feldtestanlagen

**TECHNOLOGIESPEZIFISCH**

- Lineargenerator:
  - Monitoring eines pelletbefeuerten Mikro-KWK
- Thermoelektrische Stromerzeugung:
  - Integration von Thermogeneratoren in Biomassekleinfeuerungen für Holzpellets
- Stirling-Motor:
  - Berechnung der Wärmeübertragung von der Biomasseverbrennung in den Stickstoffkreislauf des Stirling-Prozesses
  - Integration eines 4 Zylinder Stirling-Motors in ein Biomasse-KWK
- Pflanzenöl-BHKW:
  - Bewertung des Entwicklungsstand einer neuartigen Expansionsmaschine

**Historische Anwendung  
von Thermogeneratoren**



1879



1925



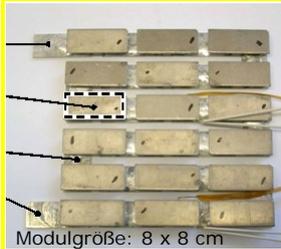
1951

## Pelletfeuerung mit Thermogenerator Prototyp

bioenergy2020+

Brennstoffnennwärmeleistung: 10 kW  
Elektrische Nennleistung: 200 - 400 W

Thermoelektrisches Modul



Modulgröße: 8 x 8 cm

Baugruppe: Thermogenerator



Mikro-KWK Prototyp



11

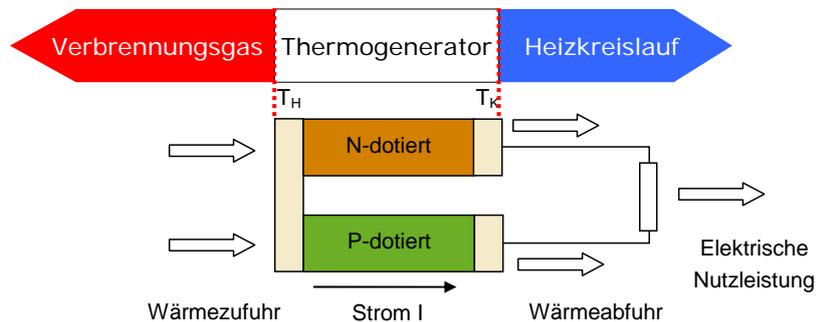
Günther Friedl  
Highlights der Bioenergieforschung, BMVIT, 12. November 2009

COMET

Competence Centers for Excellent Technologies

## Prinzip der thermoelektrischen Stromerzeugung

bioenergy2020+



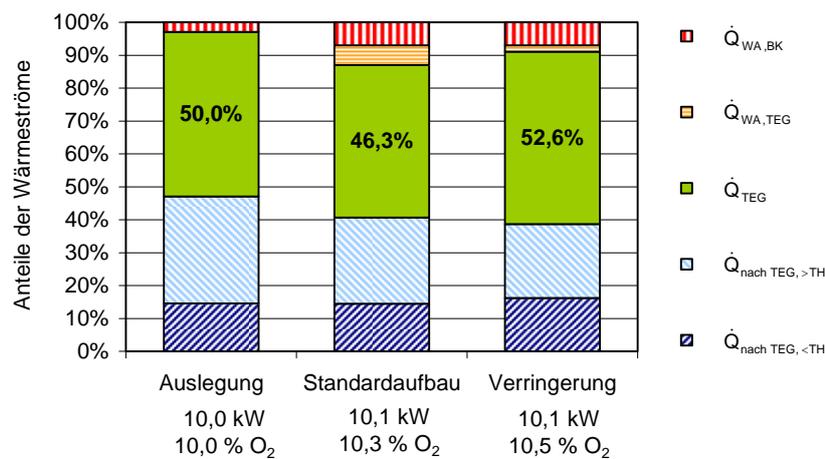
12

Günther Friedl  
Highlights der Bioenergieforschung, BMVIT, 12. November 2009

COMET

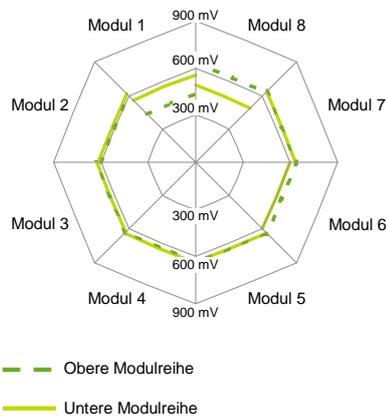
Competence Centers for Excellent Technologies

1. Wärmetausch
  - Anteil der Wärmeauskopplung über den Generator
  - Konstanter definierter Wärmestrom
  - Konstante definierte Heiß- und Kaltseitentemperaturen
  - Gleichmäßige Temperaturverteilung
2. Materialbeständigkeit
  - Temperaturbelastung
  - Korrosion
3. Betriebssicherheit
  - Verschmutzung
  - Ausfall der Stromerzeugungstechnologie
4. Kosten



## Gleichmäßigkeit der Temperaturverteilung

bioenergy2020+



### F&E-Ergebnisse:

Temperaturniveau der Heißseite  
 $250\text{ }^\circ\text{C} \rightarrow \Delta T < 10\text{ K}$

Temperaturniveau der Heißseite  
 $400\text{ }^\circ\text{C} \rightarrow \Delta T < 15\text{ K}$

in beiden Fllen kein erkennbares Verschmutzungsproblem

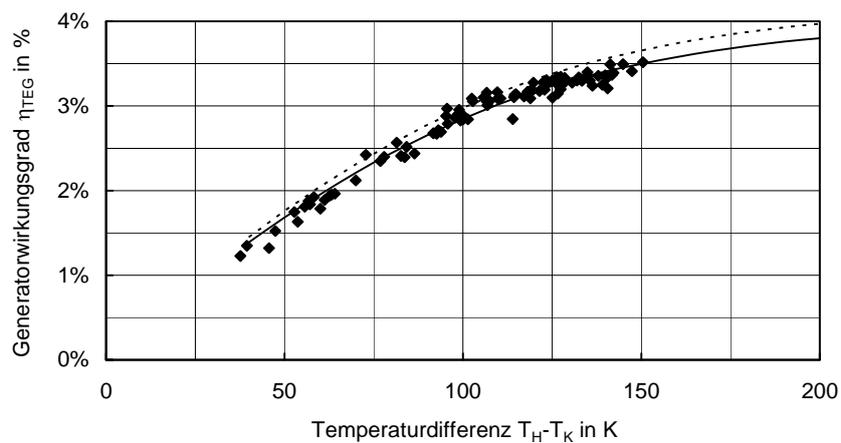
15

Günther Friedl  
Highlights der Bioenergieforschung, BMVIT, 12. November 2009

COMET  
Competence Centers for  
Excellent Technologies

## 4. Testergebnisse Generatorwirkungsgrad

bioenergy2020+

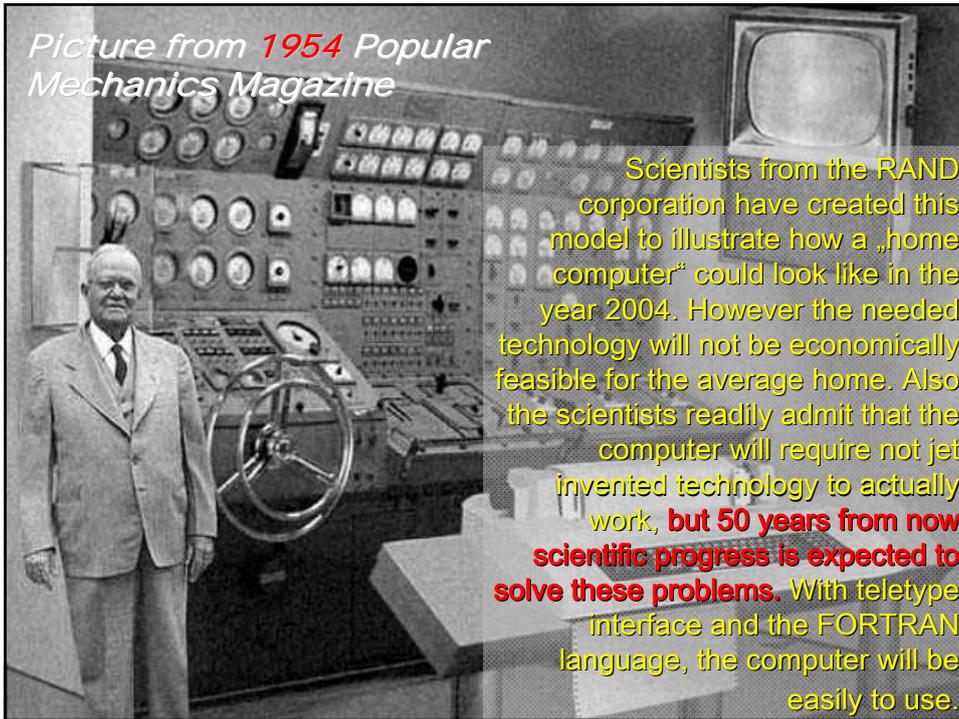


16

Günther Friedl  
Highlights der Bioenergieforschung, BMVIT, 12. November 2009

COMET  
Competence Centers for  
Excellent Technologies

Picture from 1954 Popular Mechanics Magazine



Scientists from the RAND corporation have created this model to illustrate how a „home computer“ could look like in the year 2004. However the needed technology will not be economically feasible for the average home. Also the scientists readily admit that the computer will require not jet invented technology to actually work, **but 50 years from now scientific progress is expected to solve these problems.** With teletype interface and the FORTRAN language, the computer will be easily to use.

## Kontakt

bioenergy2020+

### KONTAKT

DI Dr. Günther Friedl  
Senior Researcher

Tel ++ 43 (0) 7416 52238-22  
Fax ++ 43 (0) 7416 52238-99  
Mobil ++ 43 (0) 664 3767175  
[guenther.friedl@bioenergy2020.eu](mailto:guenther.friedl@bioenergy2020.eu)

BIOENERGY 2020+ GmbH  
Standort Wieselburg  
Gewerbepark Haag 3  
A 3250 Wieselburg-Land  
[www.bioenergy2020.eu](http://www.bioenergy2020.eu)

### DANK

Die Ergebnisse wurden im Rahmen des **Kplus**-Programmes erarbeitet und mit Mitteln des Bundes, der Länder Steiermark und Niederösterreich sowie der Stadt Graz gefördert.

Dank gebührt weiters den Firmenpartnern

**HET, KWB, RIKA, Schrödl, SHT und Viessmann**, den wissenschaftlichen Partnern TU-Wien (Institut für Verfahrenstechnik) und HBLFA Francisco Josephinum und den Entwicklungspartnern **TEC COM und DLR**.

