



Feldversuch zur Einführung dampfbetriebener Mini-BHKW

1. Der Feldversuch – Rahmen, Laufzeit, Partner
2. Messprogramm
3. Einordnung der Geräte in die Hausinstallation
4. Zwischenergebnisse
5. Zusammenfassung

Dr. Hartmut Krause, DBI Gas- und Umwelttechnik GmbH Freiberg

Feldversuch dampfbetriebene Mini-BHKW Rahmen, Laufzeit, Partner



- Wissenschaftliche Begleitung eines Feldversuches zur Einführung dampfbetriebener Mini-BHKW – Typ: lion-Powerblock
- Laufzeit: Beginn: 01/2006
 Beobachtungsdauer: 2 Jahre
- Partner: Versorger: GASAG, DVGW, EMB, VNG
 Hersteller: OTAG
 Installationsbetriebe
 wiss. Begleitung: DBI GUT
- Anzahl der Geräte:
 10 Stück in
 Einfamilienhäuser (beheizte Fläche: 100 – 180 m²)
 Mehrfamilienhäusern (beheizte Fläche: 300 – 350 m²)
 kleine Gewerbebetriebe (beheizte Fläche: > 240 m²)
 davon 5 mit kontinuierlicher Datenerfassung

Feldversuch dampfbetriebene Mini-BHKW



Rahmen, Laufzeit, Partner

- System: 2-Zylinder-Freikolbendampfmaschine mit integriertem Lineargenerator
- Brennstoff: Erdgas H
- Anschluss: 3~, 230 V, 50 Hz (Einspeisung einphasig)
- Leistung elektrisch/ thermische: 0,2 – 2,2 kW / 2,5 – 16 kW
max. VL/RL: 65 / 58 °C
- Arbeitsmedium: Wasser
Temperatur: 400 °C
Druck: 25 – 30 bar
- Größe: 1,26 x 0,62 x 0,85 [m]
ca. 190 kg
- Geräusch: 50 – 54 dB (A)
- installierte Geräte: 94 Stück (Dez. 2006)



Quelle www.otag.de

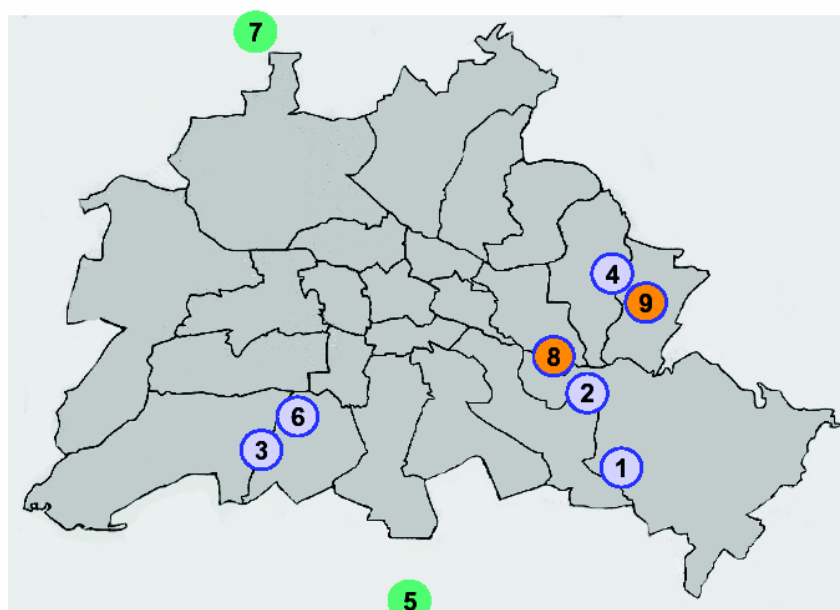
25. Jan. 2007

3

Feldversuch dampfbetriebene Mini-BHKW



Rahmen, Laufzeit, Partner



- GASAG, realisiert
- GASAG, bis 03/2007
- EMB, realisiert

Standorte mit Datenerfassung: 2, 3, 5, 6, 7

Inbetriebnahmen
1-2: 06/2006
3: 07/2006
4: 08/2006
5-6: 11/2006
7: 02/2007

25. Jan. 2007

4

Feldversuch dampfbetriebene Mini-BHKW



Messprogramm

- Aufbau einer Datenerfassung zur zeitlich differenzierten Bilanzierung (Gasverbrauch, Wärme- und Stromerzeugung)
- Punktuelle Messung (in Abhängigkeit von der Leistung)
 - Abgasemissionen
 - Schallemissionen (in der Geräteumgebung)
 - Analyse der Stromqualität (an ausgewählten Standorten)
- Bewertung der Anlagen nach:
 - energetischen Gesichtspunkten (Wirkungs- und Nutzungsgrade, Stromqualität)
 - Umweltschutz-Gesichtspunkte (Emissionen)
 - Wirtschaftliche Gesichtspunkte (Verfügbarkeit, Wartungskosten, Wirtschaftlichkeit, Stromgestehungskosten)

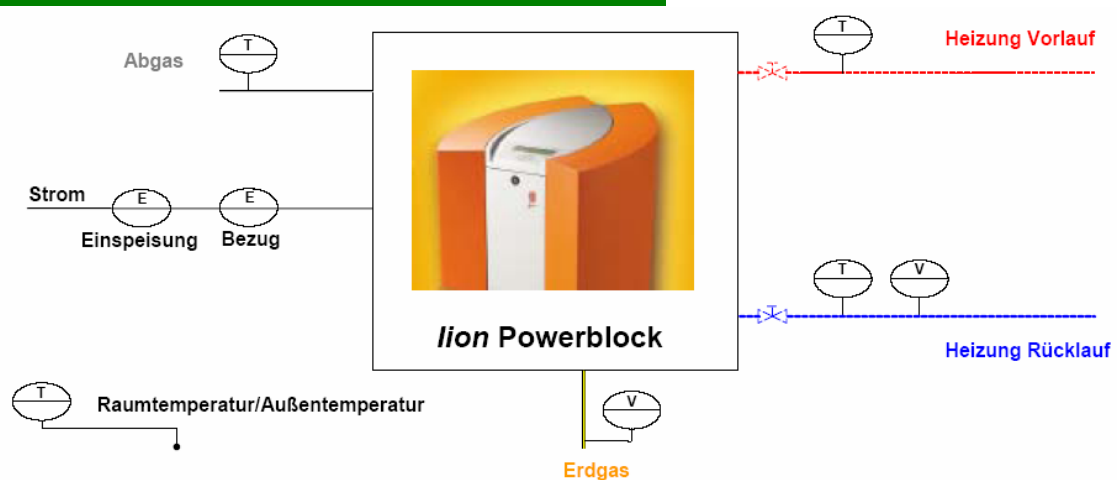
25. Jan. 2007

5

Feldversuch dampfbetriebene Mini-BHKW



Messprogramm



Messstellenplan eines Standortes zur Erfassung sämtlicher Daten für eine vollständige Energiebilanz

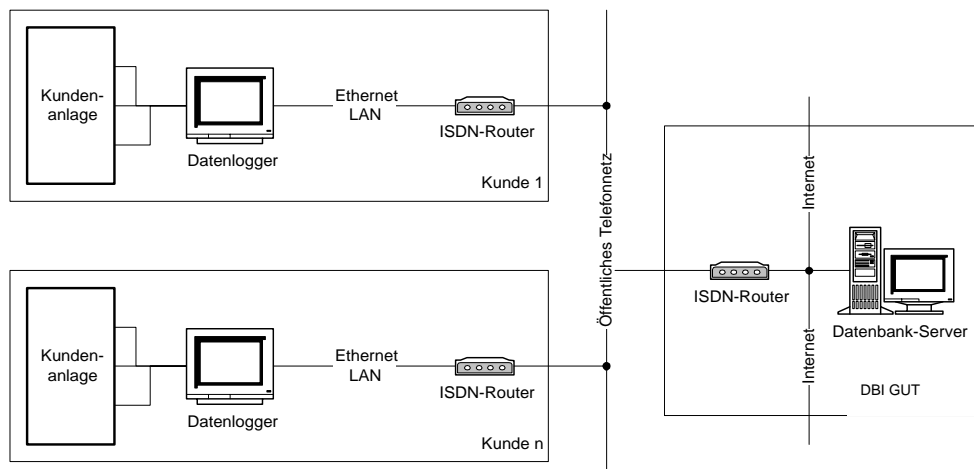
Datenerfassung: Datenlogger Eurotherm Chessel 5180 V
(inkl. Display zur Vorortdiagnose)

25. Jan. 2007

6

Feldversuch dampfbetriebene Mini-BHKW

Messprogramm



Übersicht zur Datenfernübertragung

- Online-Diagnose des Anlagenbetriebes und der Messtechnik
- Mindestens wöchentliche Datenübernahme

25. Jan. 2007

7

Feldversuch dampfbetriebene Mini-BHKW

Messprogramm



Einordnung des Lion-Powerblocks mit der Datenerfassung

25. Jan. 2007

8

Einordnung der Geräte in die Hausinstallation

Zielgruppe für den gegenwärtigen Einsatz:

- **Ein-** und Mehrfamilienhäuser
- Wärmebedarf (Heizung und Warmwasser): 25.000 – 70.000 kWh/a
- Strombedarf > 3.000 kWh/a

Einordnung in die Hausinstallation:

- Spitzenlastkessel nicht zwingend erforderlich, der Bedarf ist abhängig vom Nutzerverhalten und Größe der beheizten Fläche (im Feldtest sind bestehende Geräte in Betrieb geblieben)
- Kombination mit Spitzenlastkessel im **Parallelbetrieb** oder als Rücklaufanhebung
- Vorsehen eines Kombispeichers (Heizung und Warmwasser) oder Puffer- und Warmwasserspeichers über hydraulische Weiche Speichervolumen jeweils 250 - 500 l je nach Objekt.

Einordnung der Geräte in die Hausinstallation

Kriterien für den optimalen Betrieb:

- BHKW-Betrieb immer im Vorrang bei Kombination mit Spitzenlastkessel
 - bei **Parallelbetrieb wird eine Master-Slave-Steuerung eingesetzt**
 - alternativ kann eine übergeordnete Steuerung verwendet werden
 - bei Rücklaufanhebung immer gegeben
- Abstimmung der Pumpenleistungen und Strömungsverhältnisse im Heizungssystem
- Häufige Schaltvorgänge vermeiden, möglichst lange Laufzeiten je Schaltvorgang

Nutzerverhalten (energiebewusste Nutzer):

- Vermeidung von Spitzenverbräuchen
- Optimale Einstellung der Heizungsthermostaten, nicht auf „Null“ drosseln
- Optimale Programmierung des Heizbedarfes, angepasst an das Nutzerverhalten (per Modem einstellbar - Schulung durch OTAG vorgesehen)

Zwischenergebnisse – Installation/Wartung

Handhabung für den Installateur:

- Einbaumaße sind für übliche Heizungsräume kein Hindernis
- Gerätemasse ist deutlich höher als vergleichbare Gaskessel.
- Einbau der Geräte in vorhandene Heizungssysteme bei gewissenhafter Planung problemlos möglich.
- Geringfügig höherer Aufwand durch erweiterte Elektroinstallation (Rückspeisezähler, bzw. gesonderter Zweizegezähler)

Wartung:

- Fernwartung durch den Hersteller möglich, erlaubt zielgerichtete Diagnose für den Austausch von defekten Teilen. (GSM – Modem jetzt im lion eingebaut.)
- Optimierung auf dem gleichen Weg möglich
- Das Gerät ist wartungsfreundlich bei Bauteilaustausch.

Zwischenergebnisse - Betriebsverhalten

Charakterisierung des bisherigen Betriebes:

- Geringer Wärmebedarf an fast allen Standorten
Folge: intermittierender Betrieb, kurze Laufzeiten
 - Schwerpunkt der bisherigen Arbeiten:
Optimierung der Heizungseinbindung und des Betriebsverhaltens
 - Änderungen an Baugruppen (Linator)
- Anlagen liefern zum großen Teil im Heizbetrieb (ohne Stromerzeugung)

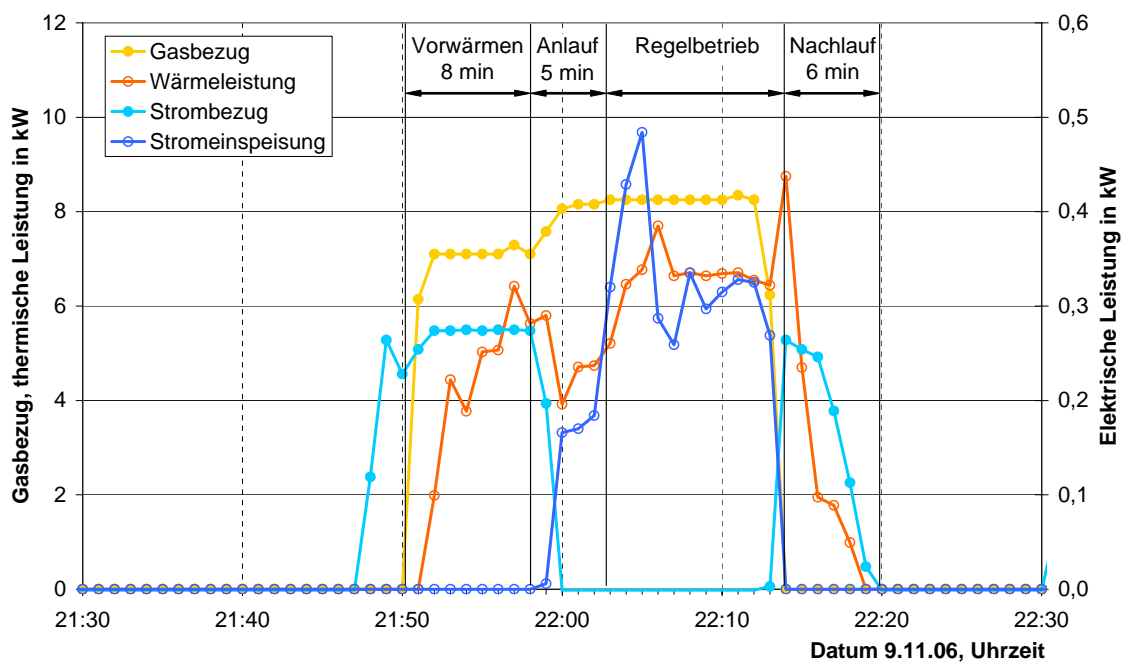
Auswertbare Zwischenergebnisse:

- Anfahrverhalten
- Betriebsverhalten
- Wirkungsgrade in Phasen des Dauerbetriebes
- Emissionen

Feldversuch dampfbetriebene Mini-BHKW



Zwischenergebnisse - Anfahrbetrieb



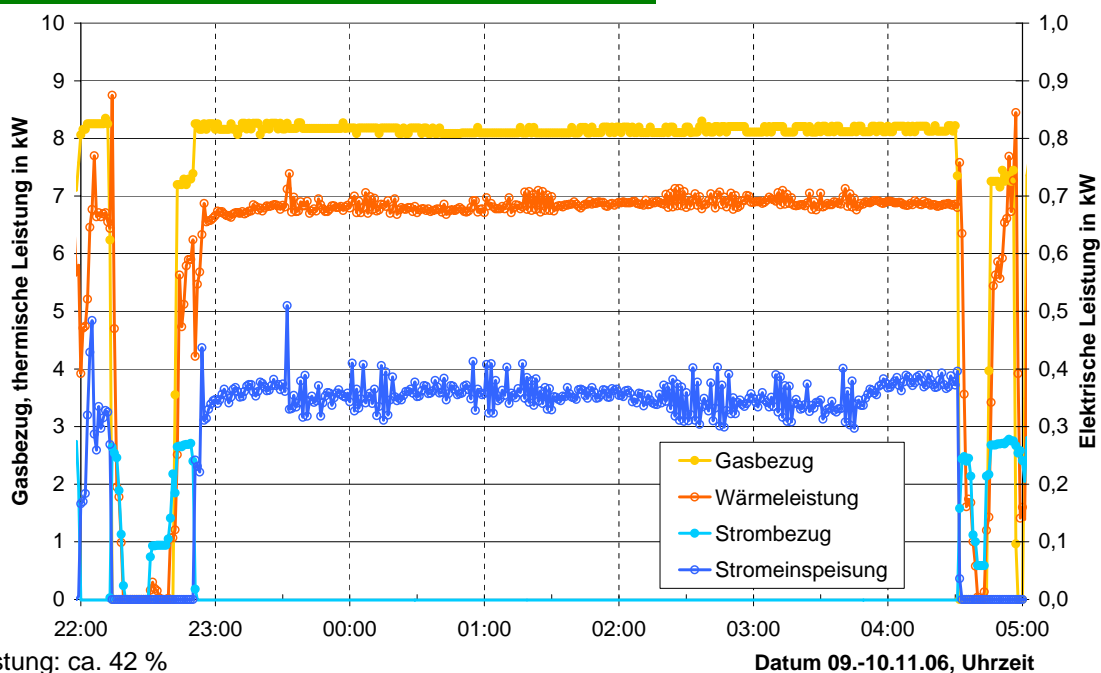
25. Jan. 2007

13

Feldversuch dampfbetriebene Mini-BHKW



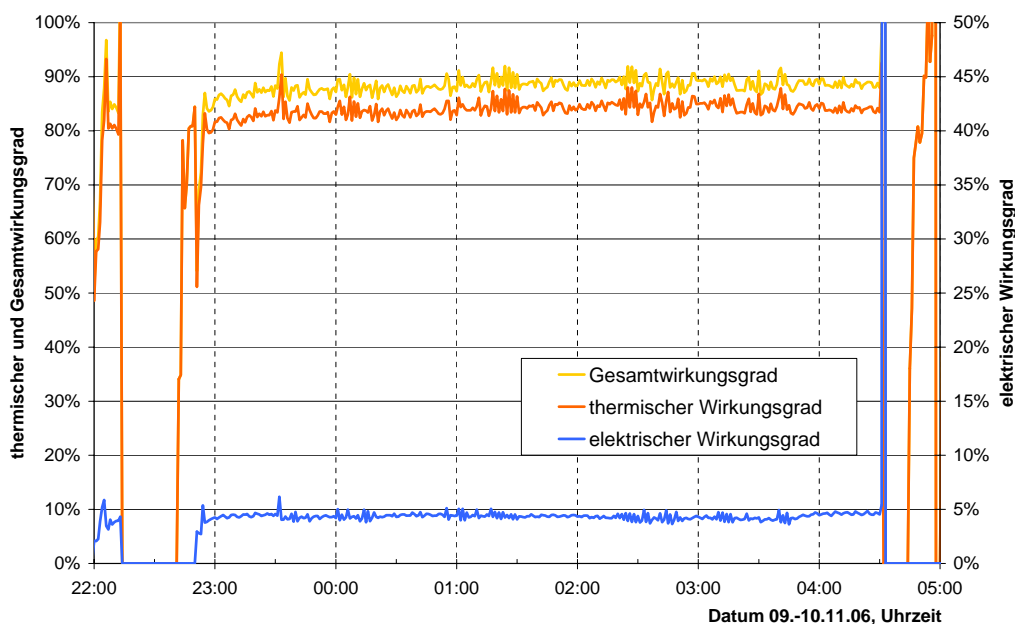
Zwischenergebnisse - Regelbetrieb



Leistung: ca. 42 %

25. Jan. 2007

14



Elektrischer Wirkungsgrad (netto, inkl. einer Heizungspumpe)

25. Jan. 2007

15

Erreichte Kennziffern (November 2006):

| Standort | 2 | 3 | 5 | 6 |
|--|------|------|------|------|
| beheizte Fläche [m ²] | 180 | 140 | 300 | 350 |
| Stationärer Betrieb | | | | |
| - Gesamtwirkungsgrad | 86 % | 87 % | 89 % | 95 % |
| - thermischer | 81 % | 80 % | 84 % | 89 % |
| - elektrischer (netto) | 5 % | 7 % | 4 % | 6 % |
| Schalhäufigkeiten (d ⁻¹) | 34 | 3 | 20 | 3 |
| Gesamtwirkungsgrad (inkl. Heizbetrieb) | 89 % | 87 % | 94 % | 95 % |

- Die Anlagen laufen im Teillastbetrieb (< 50 %).
- Während des bisherigen Betriebes ist ein hoher Anteil Heizbetrieb (ohne Stromproduktion) enthalten.

25. Jan. 2007

16

Abgasmesswerte:

| Standort | 2 | 3 | 6 |
|--|----------------|----------|----------|
| Abgasemissionen – CO [ppmN] | 33 – 38 | 114 | 73 |
| Feuerungstechnischer Wirkungsgrad [%] | 98,2 – 98,4 | 97,8 | 98,1 |
| Lastfall [%] | 38 - 42 % | 56 % | 40 % |

- Die Anlage 5 konnte noch nicht vermessen werden.
- Schornsteinfegertaste wurde nachgerüstet.

Empfehlungen für den Einsatz von KWK-Systemen

- Anpassung des hydraulischen Systems bei der Einordnung von KWK-Systemen in bestehende Heizungsanlagen
 - Vorsehen von Wärmespeichern,
 - Abstimmung der Pumpenleistungen
- Optimierung des Anlagenbetriebes
 - Senkung der Schalzhäufigkeit
 - Bevorzugung des Betriebes im unteren Leistungsbereich
 - lange Laufzeiten des Gerätes
- Schulung der Nutzer
 - Einstellung der Thermostate
 - Vermeidung von Lastspitzen

Erkenntnisse aus dem bisherigen Betrieb

- Der lion-Powerblock erreicht einen hohen Gesamtwirkungsgrad auch bei ungünstigen Randbedingungen
- Der elektrische Wirkungsgrad ist mit durchschnittlich 5 % (bei Teilleistung unter 50 %) niedrig, **aber** ausreichend für die Deckung des Grundlast-Eigenbedarfs.
- Der bisherige Betrieb ist noch nicht geeignet eine abschließende Aussage zur Effektivität und Lebensdauer des lion-Powerblock zu geben.

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit.