

---

***Dampfbetriebene Blockheizkraftwerke -  
Erprobung  
von lion<sup>®</sup>-Powerblocks in Berlin-Brandenburg***

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

## Dampfbetriebene Blockheizkraftwerke

### 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 m<sup>2</sup>)**  
                          Mehrfamilienhäusern (beheizte Fläche: 300 – 350 m<sup>2</sup>)  
                          kleine Gewerbebetriebe (beheizte Fläche: > 240 m<sup>2</sup>)  
                          davon 5 mit kontinuierlicher Datenerfassung

## Dampfbetriebene Blockheizkraftwerke

### Rahmen, Laufzeit, Partner

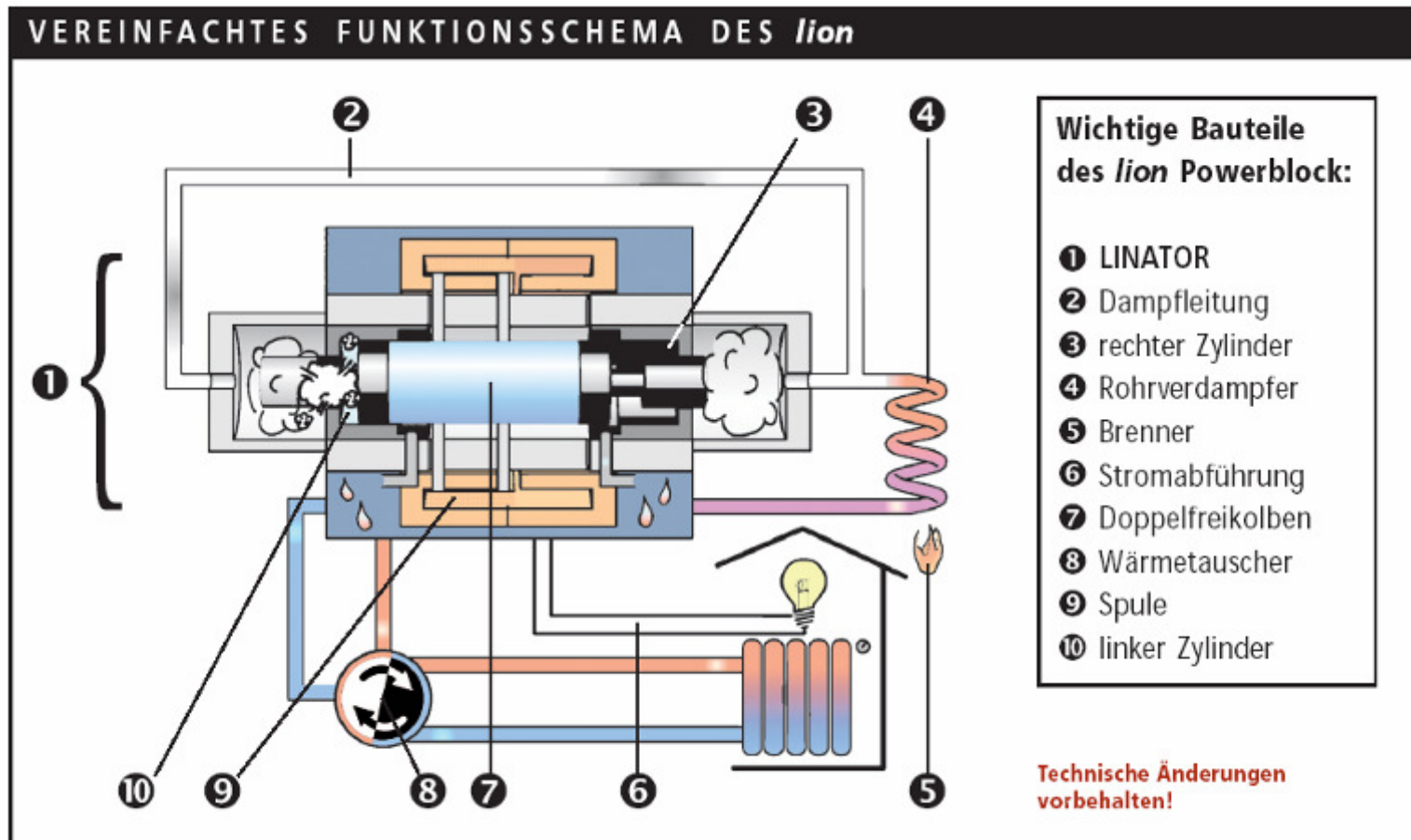
- System: 2-Zylinder-Freikolbendampfmaschine mit integriertem Lineargenerator
- Brennstoff: Erdgas H
- Anschluss: 3~, 230 V, 50 Hz  
(Einspeisung einphasig)
- Leistung  
elektrisch/ thermische: 0,2 – 2,2 kW / 2,5 – 16 kW  
max. VL/RL: 65 / 58 °C
- Arbeitsmedium: Wasser  
Temperatur: 400 °C  
Druck: 25 – 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](http://www.otag.de)

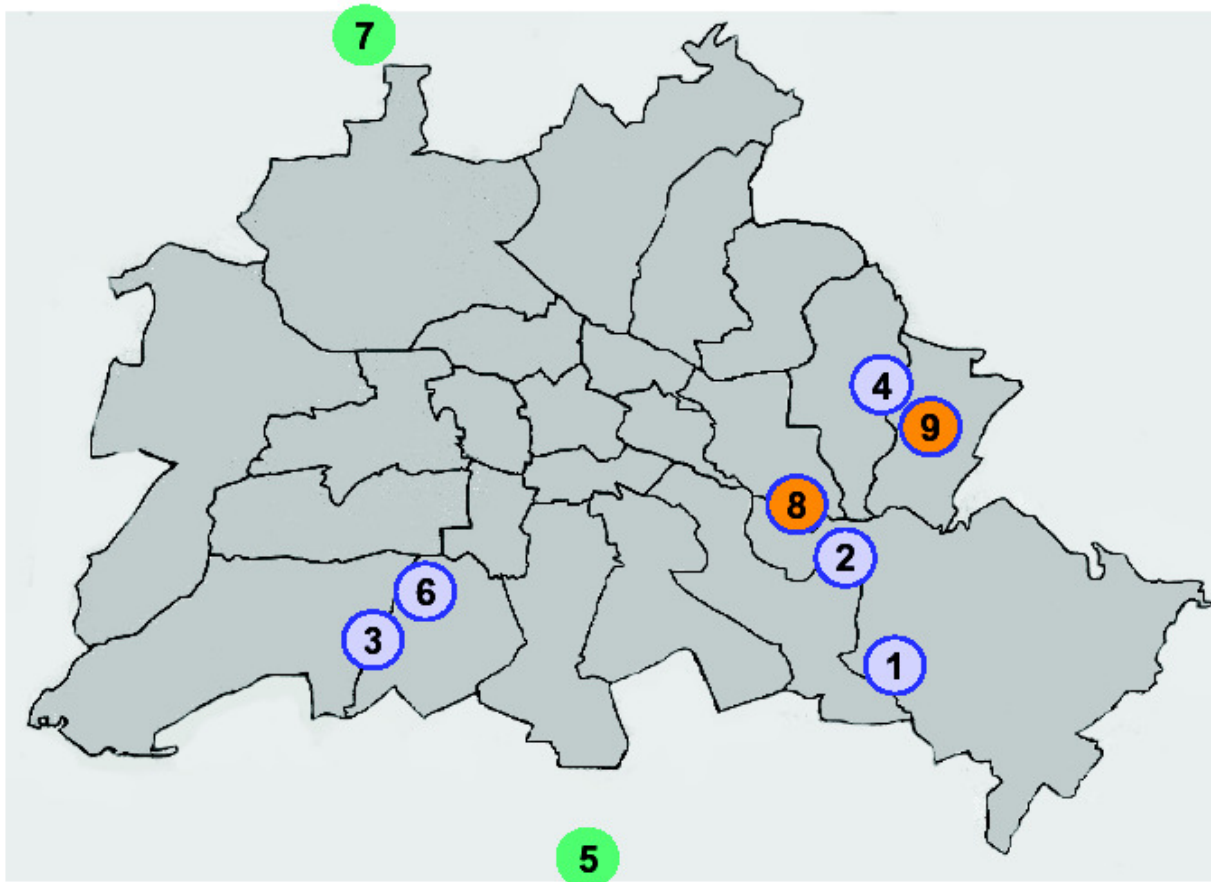
# Dampfbetriebene Blockheizkraftwerke




## Rahmen, Laufzeit, Partner



# Dampfbetriebene Blockheizkraftwerke

## 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

## Dampfbetriebene Blockheizkraftwerke

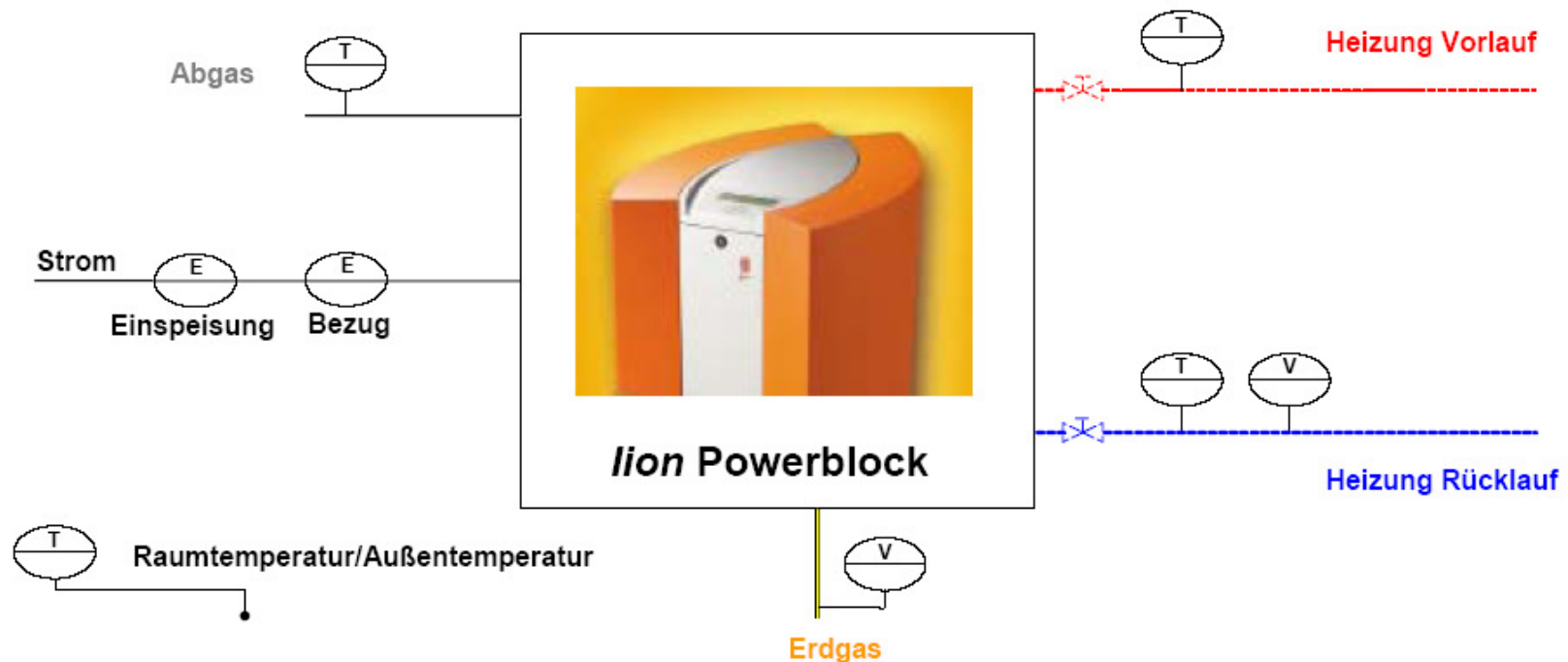
### Messprogramm

---

- 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)

# Dampfbetriebene Blockheizkraftwerke

## Messprogramm

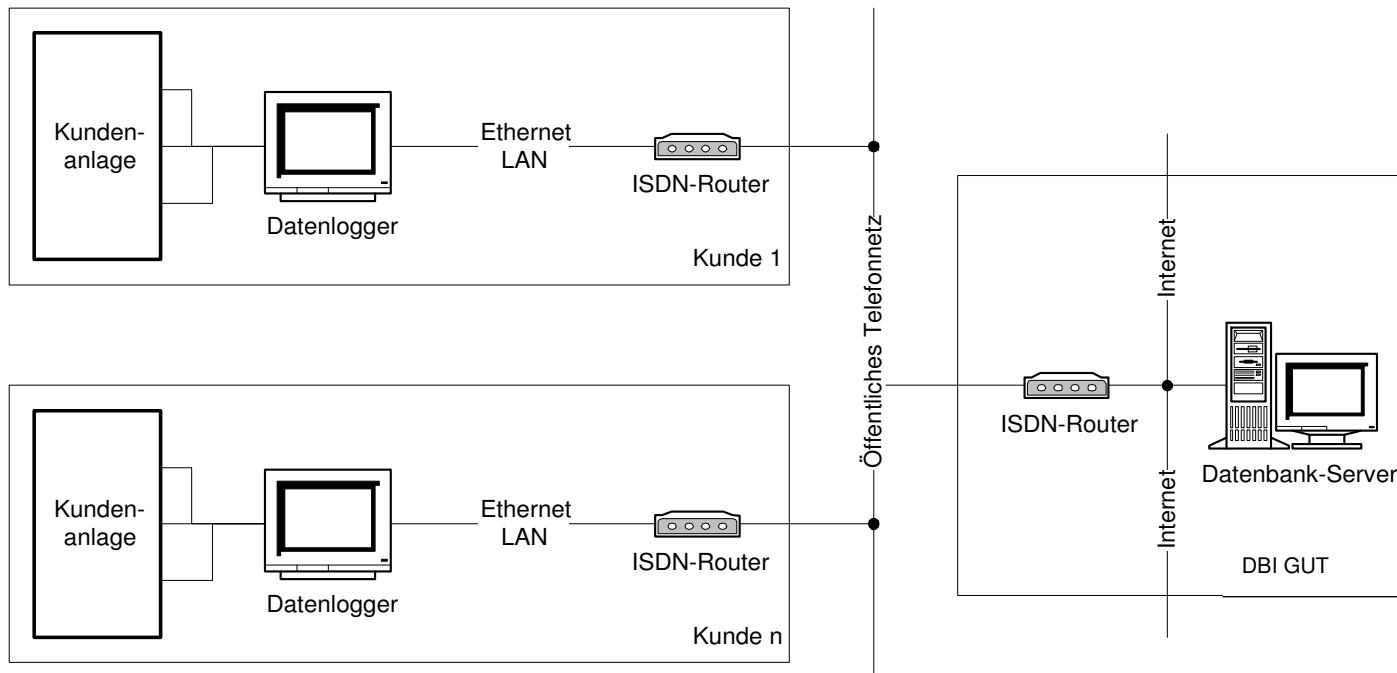


Messstellenplan eines Standortes zur Erfassung sämtlicher Daten für eine vollständige Energiebilanz

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

# Dampfbetriebene Blockheizkraftwerke

## Messprogramm

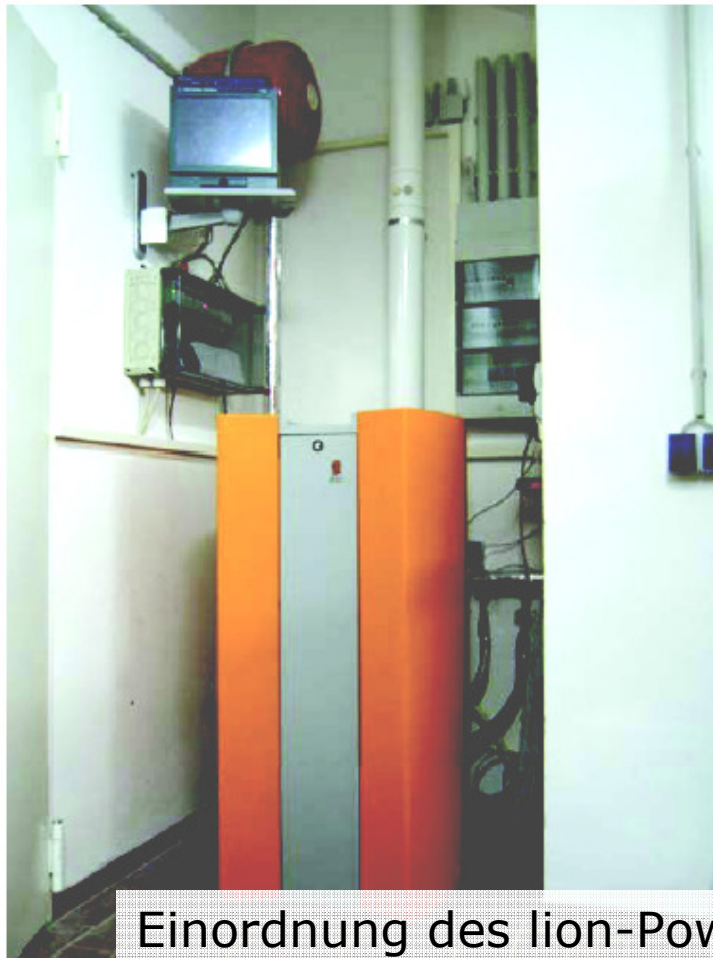


### Übersicht zur Datenfernübertragung

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

# Dampfbetriebene Blockheizkraftwerke

## Messprogramm



Einordnung des lion-Powerblocks mit der Datenerfassung

## Dampfbetriebene Blockheizkraftwerke

### 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.

## Dampfbetriebene Blockheizkraftwerke

### 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)

## Dampfbetriebene Blockheizkraftwerke

### Bisherige Ergebnisse – 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 Zweiwegezähler)

#### 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.

## Dampfbetriebene Blockheizkraftwerke

### Bisherige Ergebnisse - Betriebsverhalten

---

#### Charakterisierung des bisherigen Betriebes:

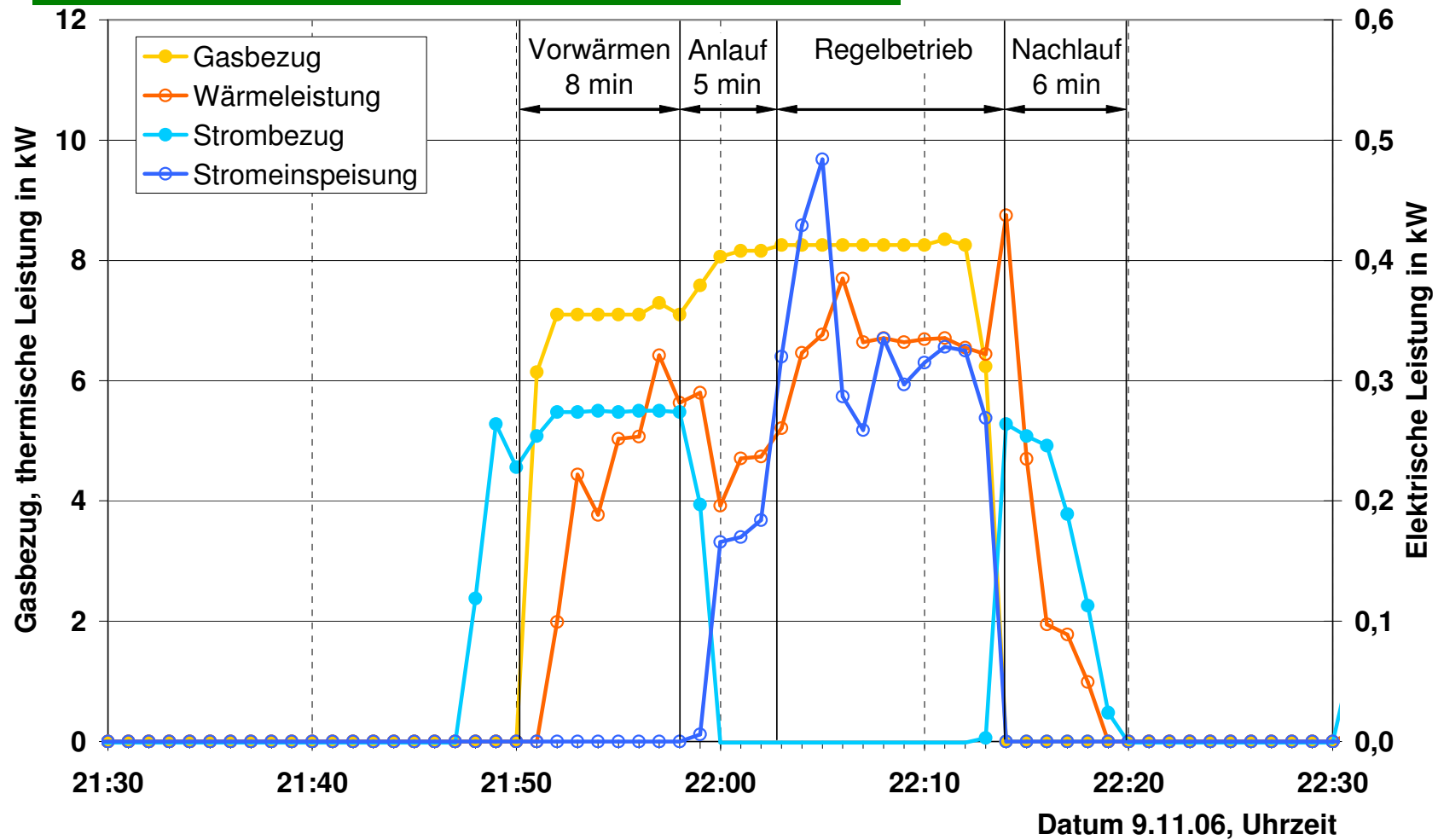
- Geringer Wärmebedarf an fast allen Standorten  
Folge: intermittierender Betrieb, kurze Laufzeiten
  - Schwerpunkt der bisherigen Arbeiten:  
Optimierung der Heizungseinbindung und des Betriebsverhaltens
  - Änderungen an Baugruppen (Linator)
- Anlagen liefern häufig im Heizbetrieb (ohne Stromerzeugung)

#### Auswertbare Zwischenergebnisse:

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

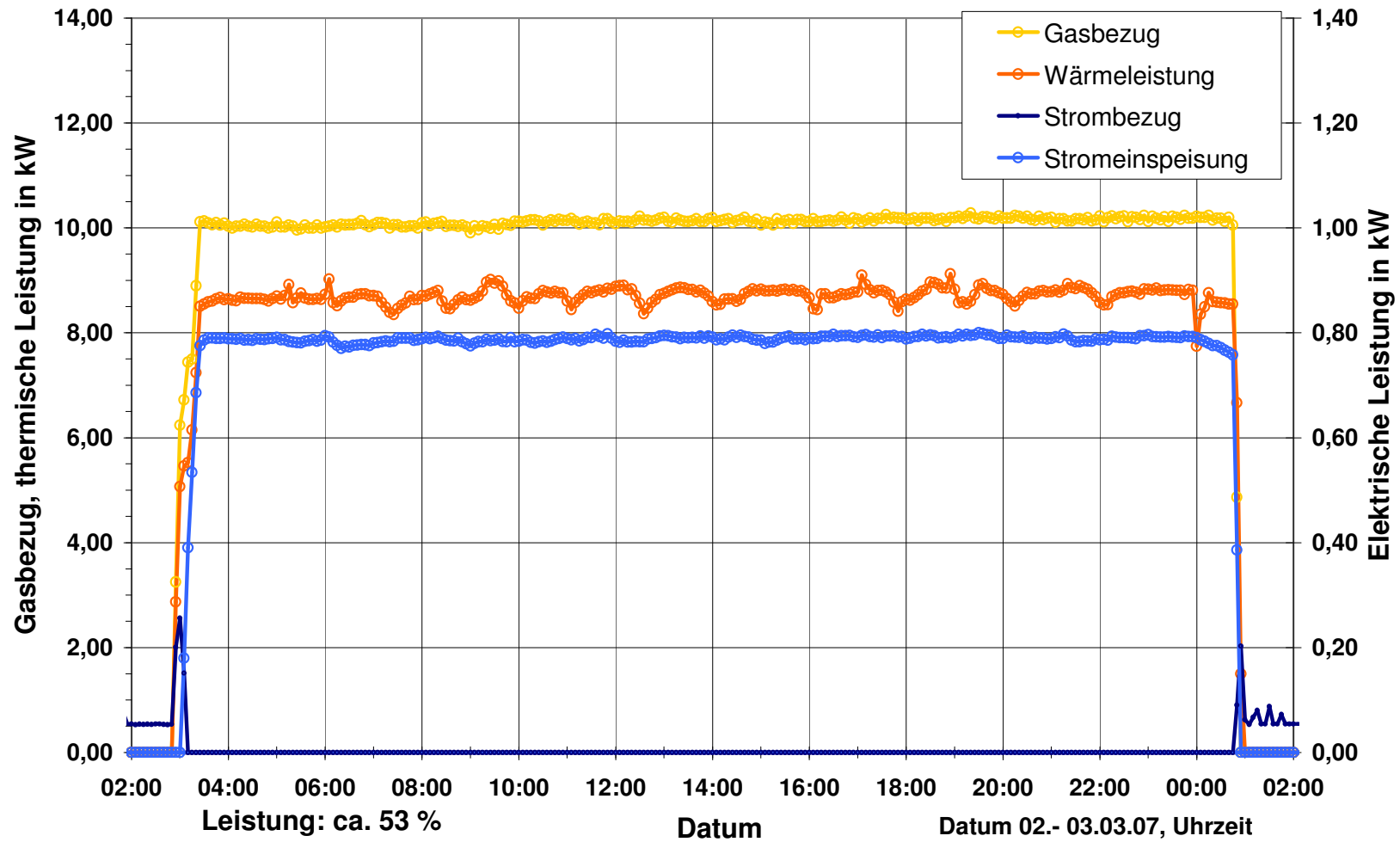
# Dampfbetriebene Blockheizkraftwerke

## Bisherige Ergebnisse - Anfahrbetrieb



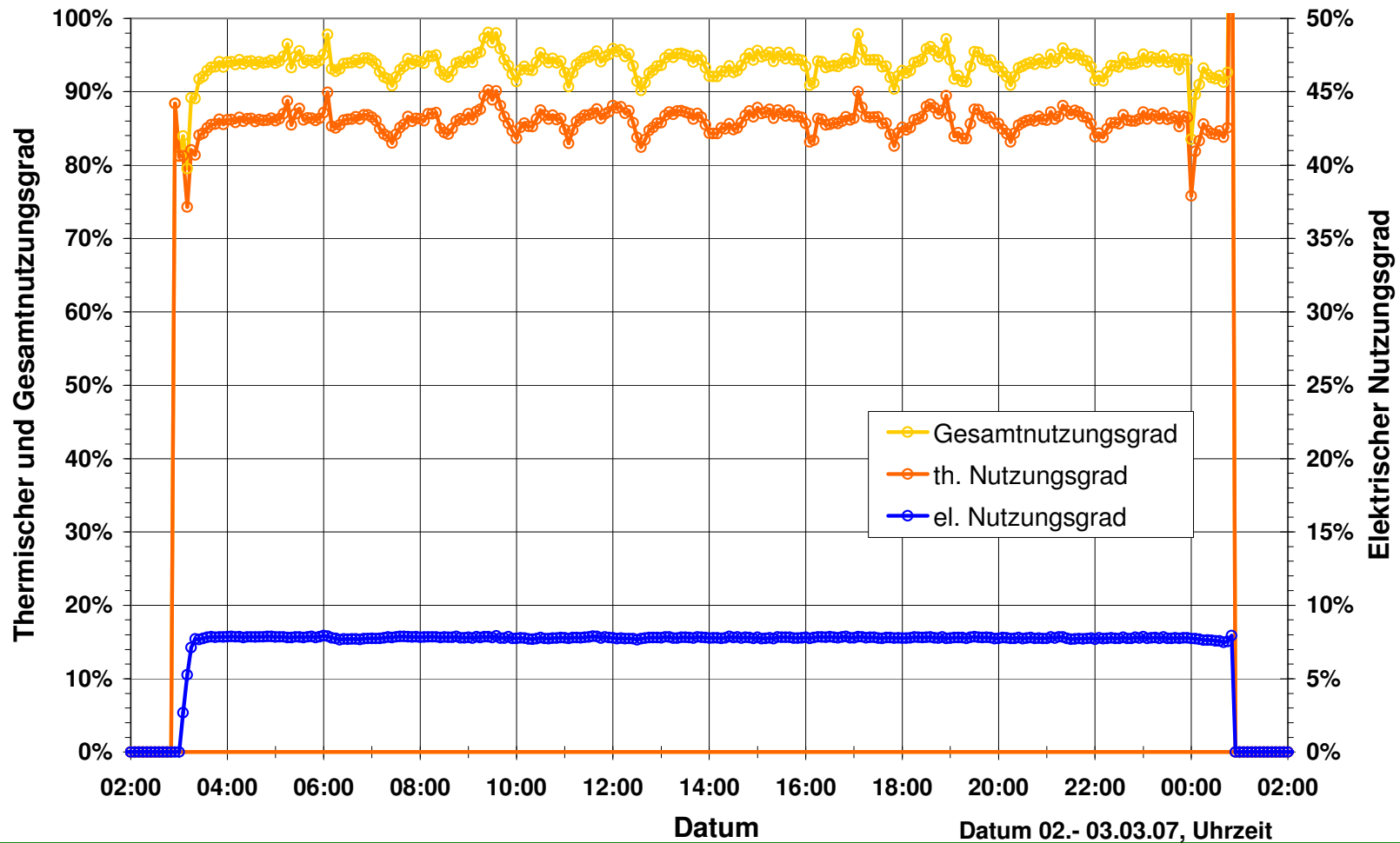
# Dampfbetriebene Blockheizkraftwerke

## Bisherige Ergebnisse - Regelbetrieb



# Dampfbetriebene Blockheizkraftwerke

## Bisherige Ergebnisse - Regelbetrieb



## Dampfbetriebene Blockheizkraftwerke

### Bisherige Ergebnisse - Regelbetrieb

#### Erreichte Kennziffern (Mittelwert 2007):

<b>Standort</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>5</b>	<b>6</b>
beheizte Fläche [m <sup>2</sup> ]	180	140	300	350
- Gesamtwirkungsgrad	82 %	79 %	91 %	94 %
- thermischer	77 %	74 %	85 %	86 %
- elektrischer (netto)	5 %	5 %	6 %	8 %
- Stromkennzahl	0,06	0,05	0,07	0,09
- Schalthäufigkeiten (d <sup>-1</sup> )	7,7	2,5	5,2	2,3
- mittlere el. Einspeisung (W)	370	520	670	810
Thermischer Nutzungsgrad bei Heizbetrieb	84 %	83 %	93 %	86 %

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

# Dampfbetriebene Blockheizkraftwerke

## Zusammenfassung

---

### 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 Schalthäufigkeit
  - Bevorzugung des Betriebes im unteren Leistungsbereich
  - lange Laufzeiten des Gerätes
- Schulung der Nutzer
  - Einstellung der Thermostate
  - Vermeidung von Lastspitzen

# Dampfbetriebene Blockheizkraftwerke

## Zusammenfassung

---

### Erkenntnisse aus dem bisherigen Betrieb

- Der lion-Powerblock erreicht einen hohen Gesamtwirkungsgrad auch bei ungünstigen Randbedingungen.
- Der elektrische Wirkungsgrad ist mit durchschnittlich 6 % (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.

## Dampfbetriebene Blockheizkraftwerke

---



**Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit.**