

---

Dr. H. Krause, F. Erler,  
DBI Gas- und Umwelttechnik GmbH

**„Initiative für Mikrokraftwerke in Berlin“ –  
Erfahrungen mit dem OTAG  
„*lion*<sup>®</sup>-Powerblock“**

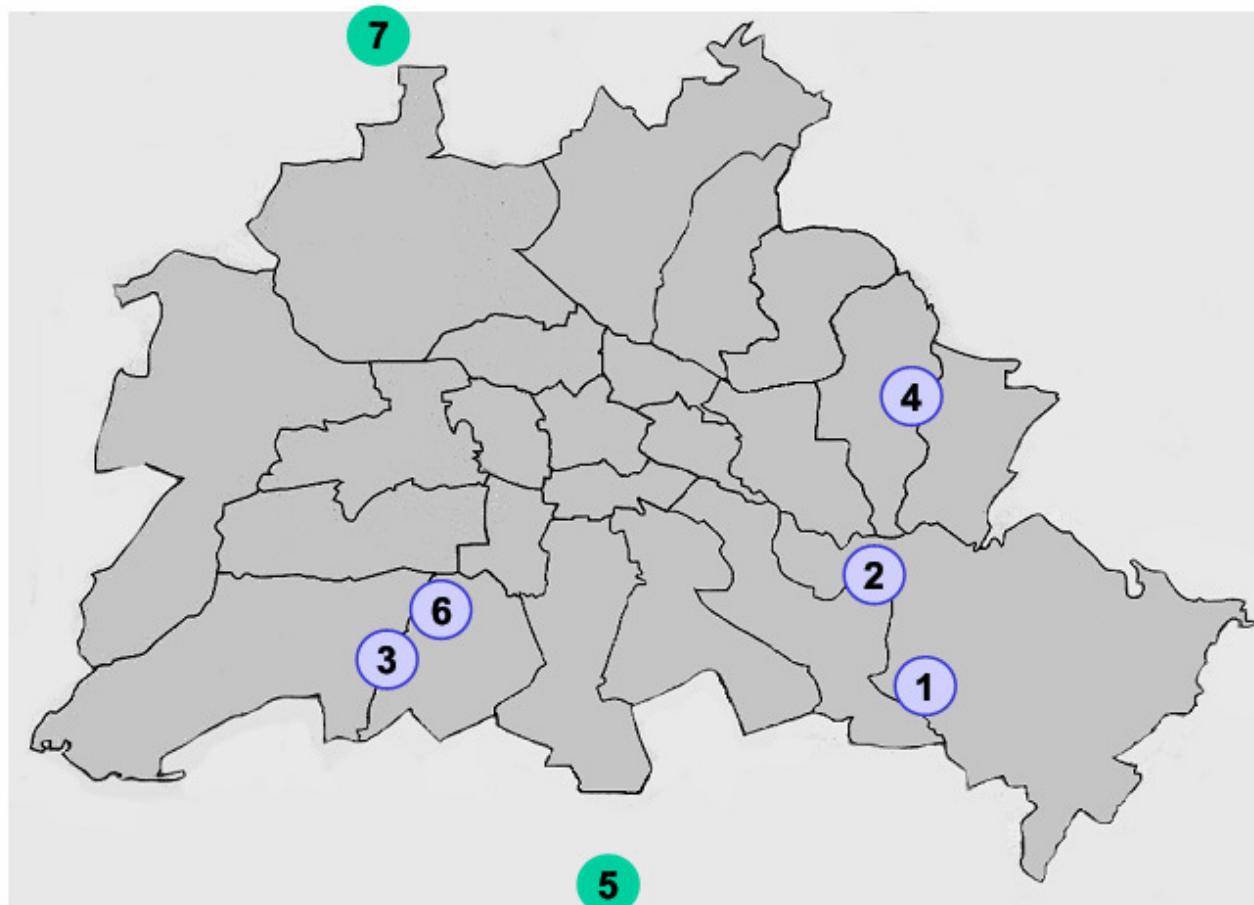
**ASUE-Fachtagung: Strom erzeugende Heizung -  
Wärme und Strom im Haus umweltschonend selbst erzeugen**

Augsburg, am 28. September 2007

---

- 1. Der Feldversuch – Rahmen, Laufzeit, Partner**
- 2. Messprogramm**
- 3. Einordnung der Geräte in die Hausinstallation**
- 4. Bisherige Erfahrungen und Ergebnisse**
- 5. Bewertung**

- 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 GmbH
- Geräteanzahl: 8 Stück in:  
                          **Einfamilienhäusern (beheizte Fläche: 100 – 180 m<sup>2</sup>)**  
                          Mehrfamilienhäusern (beheizte Fläche: 300 – 350 m<sup>2</sup>)  
                          - davon 5 Geräte mit kontinuierlicher Datenerfassung zur  
                          wiss. Begleitung



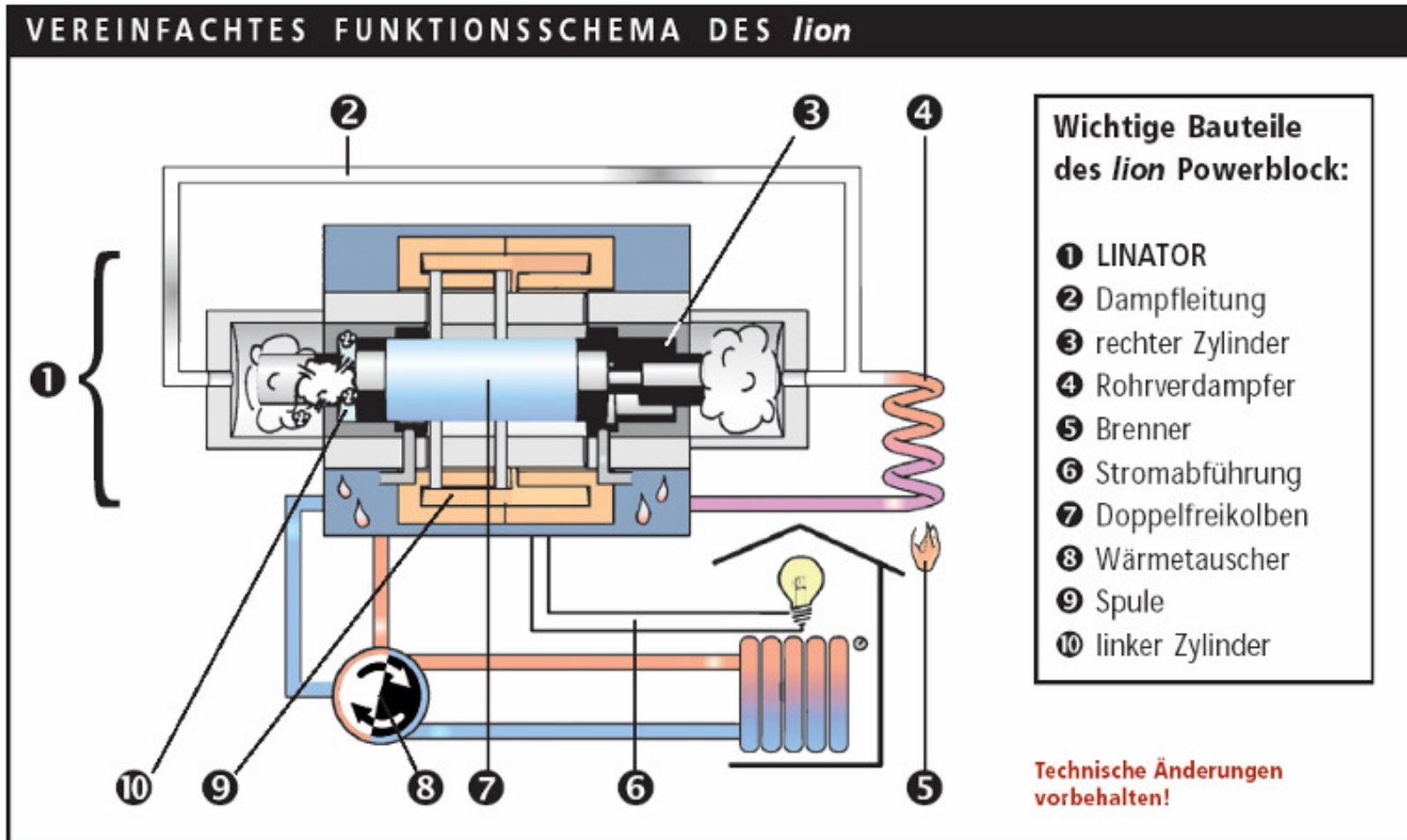
-  Standorte Berlin
-  Standorte Brandenburg

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

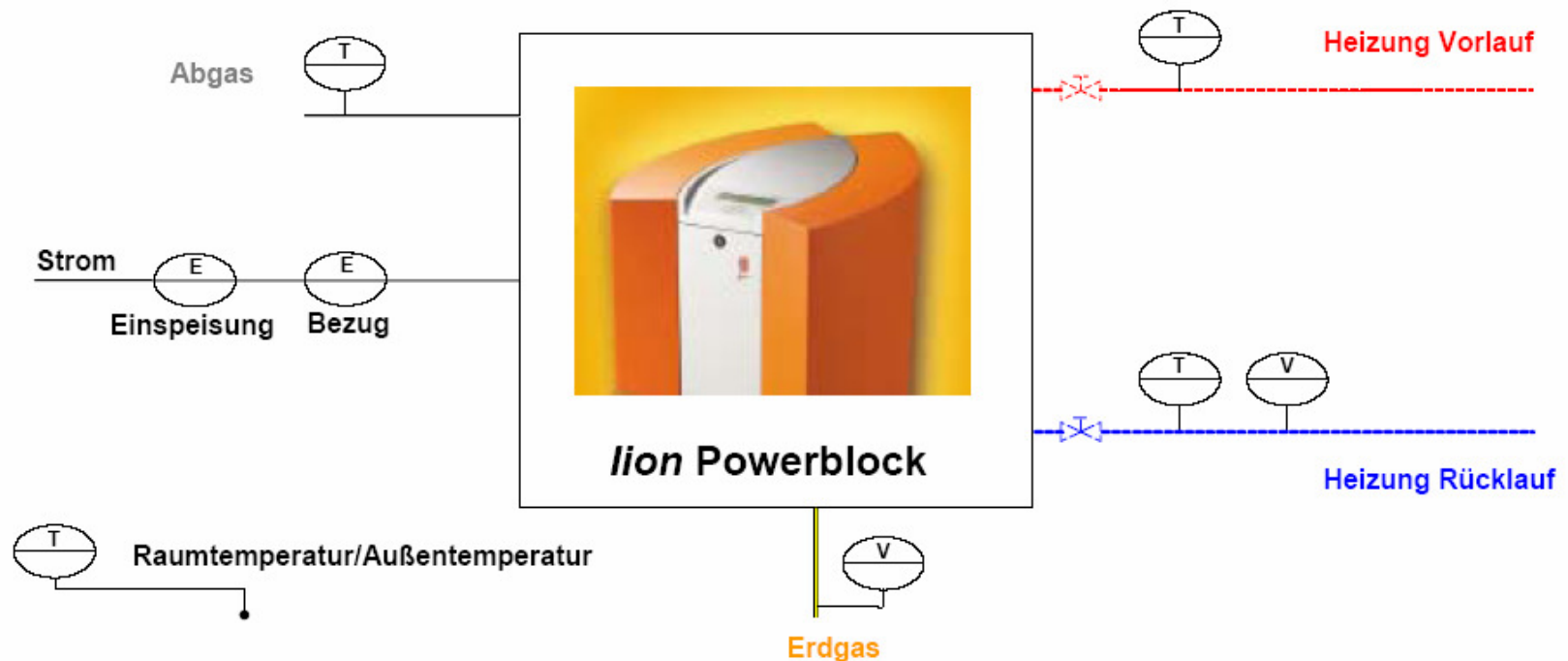
Inbetriebnahmen

1-2:	06/2006
3:	07/2006
4:	08/2006
5-6:	11/2006
7:	05/2007

- System: 2-Zylinder-Freikolbendampfmaschine mit integriertem Lineargenerator
- Brennstoff: Erdgas H
- Anschluss: 3~, 230 V, 50 Hz  
(Einspeisung einphasig)
- Leistung  
elektrisch/ thermisch: 0,2 – 2,0 kW ( $\pm 10\%$ ) / 2,5 – 16 kW  
max. VL/RL: 65 / 58 °C
- Arbeitsmedium: Wasser  
Temperatur: 300 - 400 °C  
Druck: 5 – 30 bar
- Größe: 1,26 x 0,62 x 0,85 [m]  
ca. 195 kg
- Geräusch: 50 – 54 dB (A)
- installierte Geräte: 145 Stück (Aug. 2007)

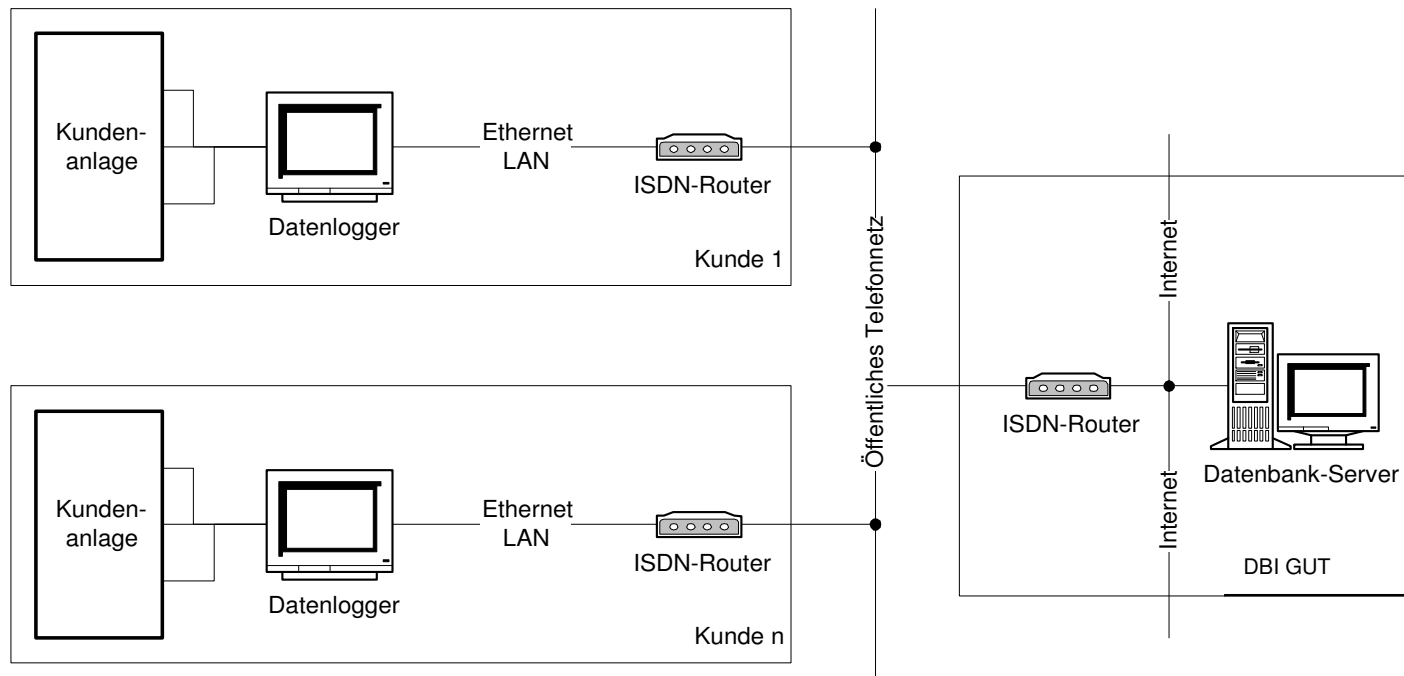


- Aufbau einer Datenerfassung zur zeitlich differenzierten Bilanzierung (Gasverbrauch, Wärme- und Stromerzeugung)
- Punktuelle Messungen (leistungsabhängig)
  - Abgasemissionen
  - Schallemissionen (in der Geräteumgebung)
  - Analyse der Stromqualität (an ausgewählten Standorten)
- Bewertung der Anlagen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





Messstellenplan eines Standortes zur Erfassung sämtlicher Daten für eine vollständige Energiebilanz

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



## Übersicht zur Datenfernübertragung:

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



Einordnung des *lion*<sup>®</sup>-Powerblocks mit der Datenerfassung

### 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** (600 l für Heizung und Warmwasser) oder Puffer- und Warmwasserspeichers über hydraulische Weiche Speichervolumen jeweils 250 - 500 l je nach Objekt.

### 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
- Optimale Programmierung des Gerätes, angepasst an das Nutzerverhalten (per Modem einstellbar - Schulung durch OTAG vorgesehen)

### Handhabung für den Installateur:

- Einbaumaße sind für übliche Heizungsräume kein Hindernis.
- Gerätemasse (195 kg) 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-Powerblock eingebaut.)
- Optimierung auf dem gleichen Weg möglich
- Das Gerät ist wartungsfreundlich bei Bauteilaustausch.

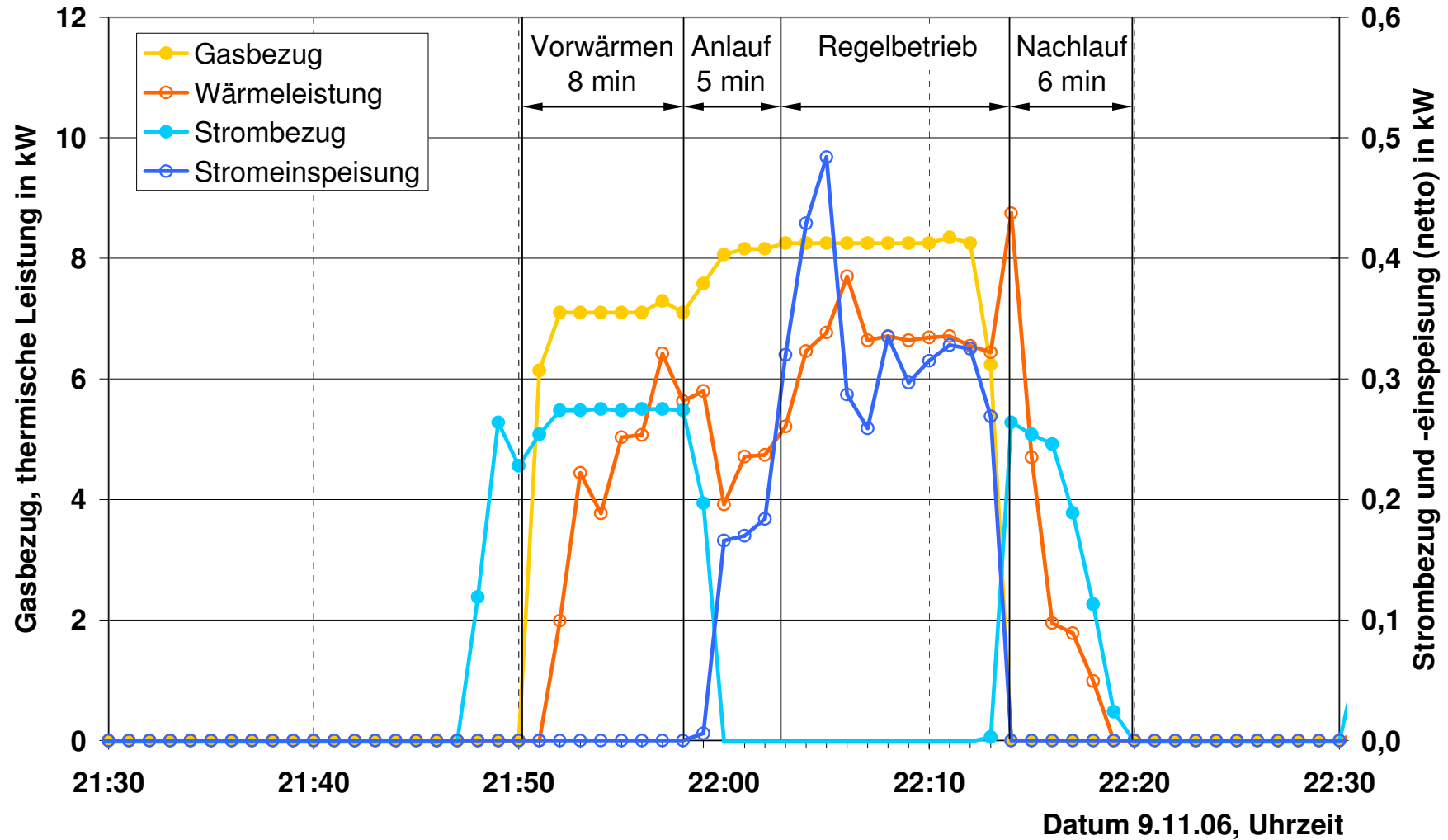
### **Charakterisierung des bisherigen Betriebes:**

- Überwiegend 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 liefen häufig im Heizbetrieb (ohne Stromerzeugung)

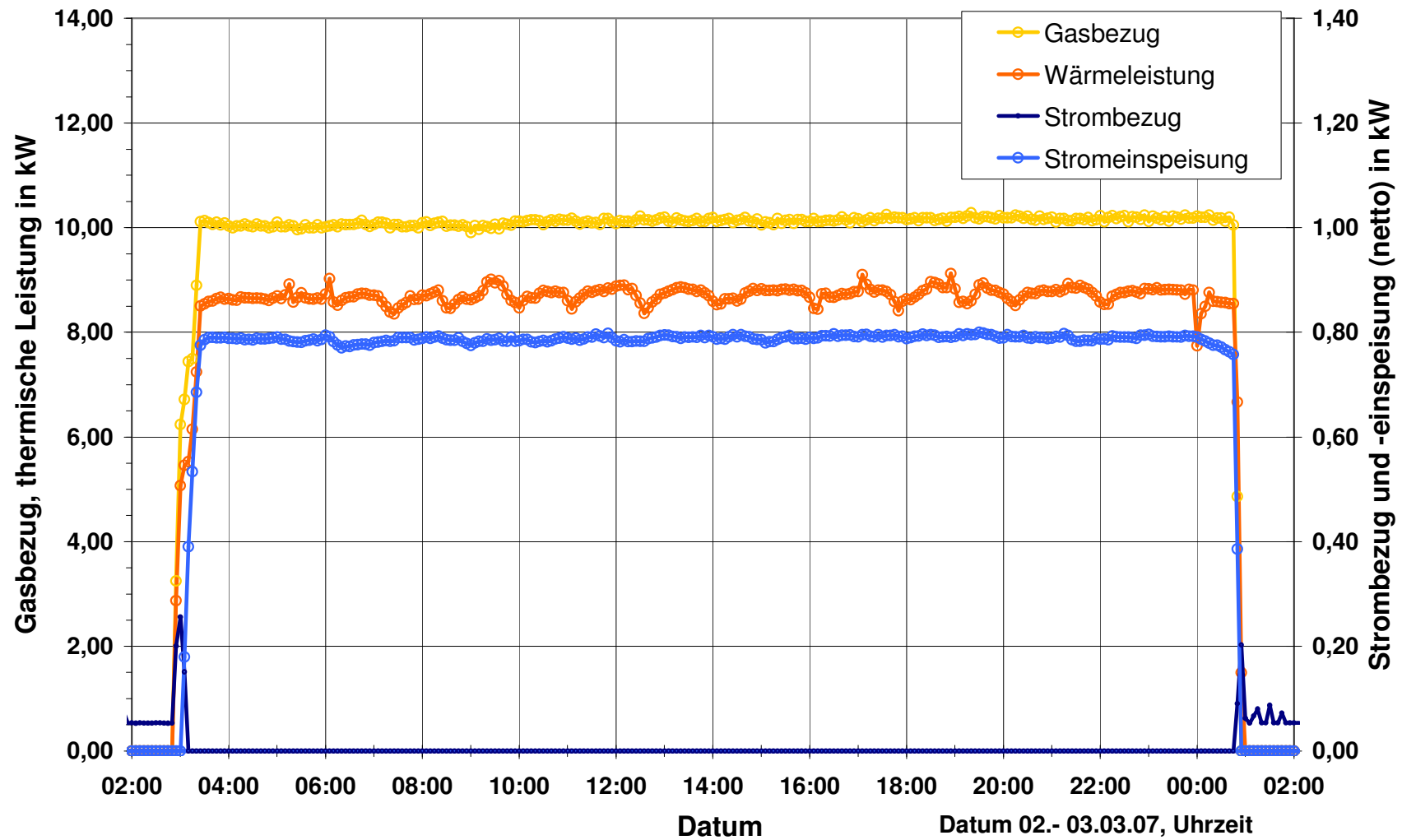
### **Auswertbare Zwischenergebnisse:**

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

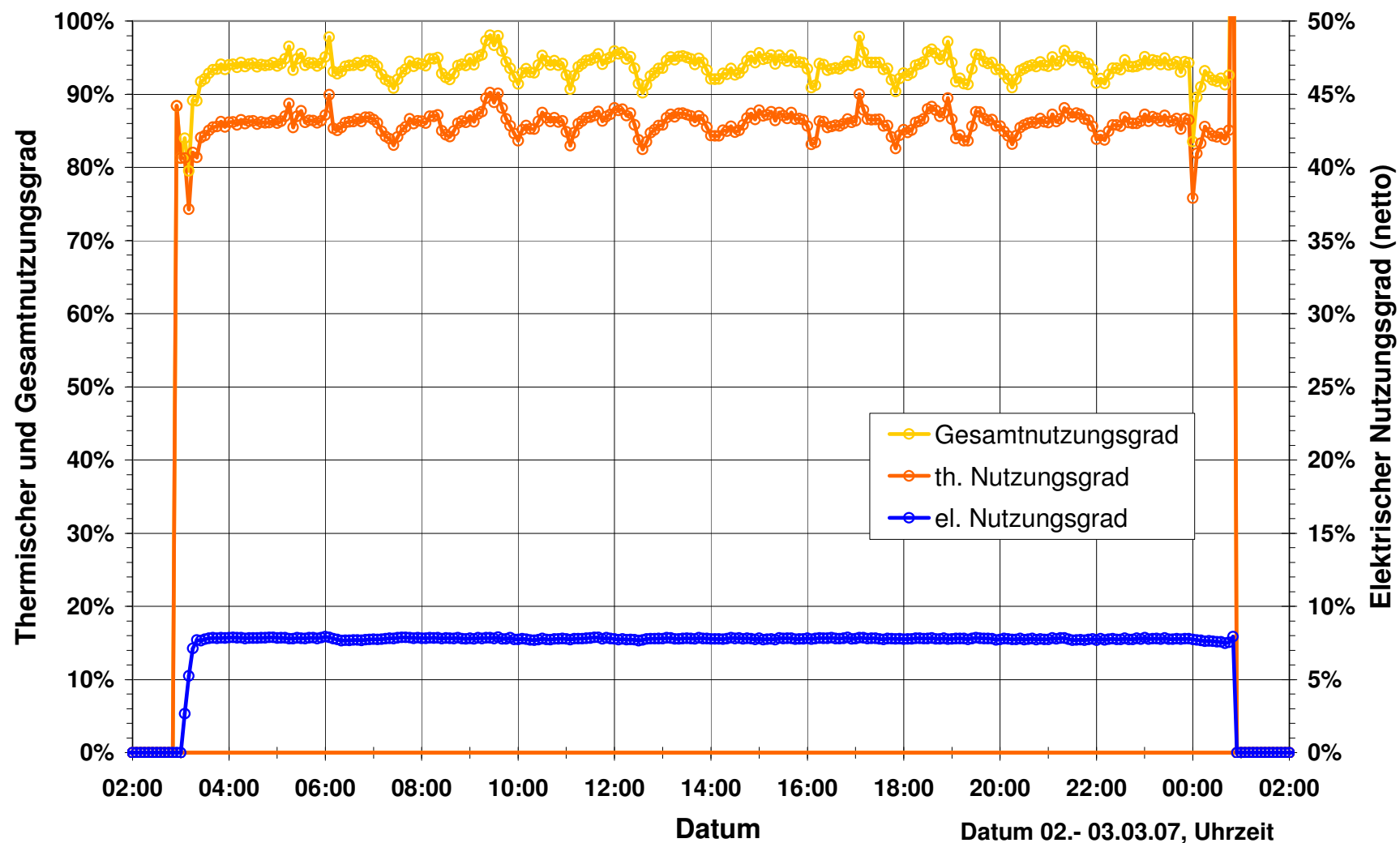
# Bisherige Ergebnisse - Anfahrverhalten



# Bisherige Ergebnisse - Regelbetrieb



# Bisherige Ergebnisse - Regelbetrieb



### Erreichte Kennziffern in langen stationären Betriebszuständen (Laufzeit > 240 Minuten)

<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
- Gesamtnutzungsgrad	87 %	86 %	91 %	94 %
- thermischer	81 %	79 %	83 %	86 %
- elektrischer (netto)	6 %	7 %	8 %	6 %
bei mittlerer el. Leistung (W)	429	753	824	870
- Leistung bezogen auf PN (derzeit 1500 W)	29 %	50 %	55 %	58 %
- Mittlere Vor- / Rücklauftemp. (°C)	60 / 54	52 / 42	60 / 50	47 / 41
- Stromkennzahl	0,07	0,09	0,09	0,09

### **Empfehlungen für den Einsatz von KWK-Systemen**

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

### Nutzungsgrade

- Gesamtnutzungsgrad gut (bezogen auf Brennwertnutzung)
- elektrischer Nutzungsgrad unter Herstellerangaben

### Untersuchte Kriterien

- Abgasverluste: sehr gut (2 - 3 %)
- Abgasemissionen: CO sehr gut („Blauer Engel“ wird erfüllt)
- NOx sehr gut („Blauer Engel“ wird erfüllt)
- Schallemissionen: Optimierungsbedarf
- Verfügbarkeit: Optimierungsbedarf

**Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit.**