

# Technische Realisierung Flexbetrieb

Praxisworkshop Flexibilisierung am 14. Februar 2017 in Hannover

IG Biogasmotoren e.V.  
Dipl.-Ing. Michael Wentzke  
<http://ig-biogasmotoren.de>



## Wir arbeiten für Biogas-BHKW Betreiber:

- ✓ Unterstützung bei Schadenspräventionsmaßnahmen
- ✓ Verbesserung der Produkte und Dienstleistungen für Betreiber
- ✓ Bewertung von Produktangeboten und Dienstleistungsverträgen
- ✓ Erhöhung der Verfügbarkeit bestehender BHKWs
- ✓ Einsatz externer Spezialisten (z.B. Schwingungsmessungen)
- ✓ Bewertung der Betriebsdaten von Biogasmotoren, Ableitung von gezielten Wartungs- und Instandsetzungsmaßnahmen
- ✓ Verbesserung der Ersatzteilverfügbarkeit und Servicepräsenz
- ✓ Wir stärken Ihr BHKW-Know-How durch Technik-Seminare von A bis Z

## Was sagen unsere Mitglieder?



"Das Unternehmen Aller-Energie GmbH ist Mitglied in der IG Biogasmotoren e.V. und ich bin davon überzeugt, dass durch die Informationen, die Schulungen und den enormen persönlichen Einsatz von Herrn Wentzke, bei der Beratung und Begutachtung, die Aller-Energie GmbH mehr Laufsicherheit der BHKW erzielt hat und einen starken Auftritt bei Verhandlungen über Gewährleistung und Schadensersatz mit den Geschäftspartnern sichert.

Der Verein stärkt die Interessen von uns BHKW Betreibern gegenüber der Industrie und trägt dazu bei, dass die Hersteller und Zulieferer umdenken und die Qualität der Produkte im Bereich Biogas verbessert wird."

Landwirt Georg Rahlfs in Adelheidsdorf

## Was sagen unsere Mitglieder?

Hans-Peter und Jan-Peter Hansen aus Winnert führen die Energiehof Hansen GmbH&Co KG und haben mit Unterstützung der IG Biogasmotoren, einen wenig Freude bereitenden Biogasmotor nach vier Jahren gegen ein zuverlässigeres Aggregat ausgetauscht.



Hans-Peter Hansen: "Ich finde Information, Austausch, Beratung und das Wissen über Motoren als gute Ansätze. Ich bin erst seit mehr als einem Jahr als Mitglied dabei und damit sehr zufrieden."

Jan-Peter Hansen ergänzt: "Die von Lieferanten unabhängige Betreuung und Beratung gefällt uns sehr gut."

Auf die Frage, was sich beide für die Zukunft wünschen, antwortet Jan-Peter Hansen spontan: "Bessere und zuverlässigere BHKWs und ein besserer Service von den BHKW-Herstellern."

# Gliederung

1. Anforderungen im Flex- und Regelenergie-Betrieb
2. Biogasversorgung
3. Motorbetrieb: Gemischbildung
4. Wärmeversorgung
5. Motormechanik und Motorschmierung im dynamischen Betrieb
6. Abstimmung Wartungsplan auf den Fahrplan

## 1. Anforderungen im Flex- und Regelenergiebetrieb

### Flexbetrieb:

1. Biogasmotor hat mehr Aufwärm- und Abkühlphasen (Start/Stop-Ereignisse)
2. Unterschiedliche Lastphasen im Teillastbetrieb (Auswirkungen auf Wärmeleistung und mechanischem Wirkungsgrad)
3. (Milde) Dynamik der Laständerungen im Betrieb

### Regelenergiebetrieb: (wirtschaftlich derzeit uninteressant)

1. dynamischere Laständerungen im gesamten zugelassenen Lastbereich des Biogasmotors (50-100%)
2. kürzere Betriebszeiten, häufigere Start/Stop Ereignisse

# 1. Fahrplan Flexbetrieb

Zielgröße: *produzieren, wenn der Strompreis an der Böse attraktiv ist bei Aufrechterhaltung der Wärmeversorgung*

- ➡ Wenn der Motor läuft, möglichst mit Volllast (Wirkungsgrad)
- ➡ Nach dem Start mindestens 2 Stunden Betrieb
- ➡ Es darf kein Biogas verloren gehen (Notfackel), Stillstandszeit solange, wie der Gasspeicher aufnehmen kann
- ➡ Wärmespeicher muss so groß sein, dass Wärmekunden während der Stillstandszeit bedient werden können **und** thermische Leistung muss für Aufladezeit des Speichers reichen
- ➡ Fütterung konstant, Ausnahme: Verschiebung Sommer/Winterfahrplan wegen Wärmebedarf

# 1. Bestehendes BHKW - neues Flex-BHKW

## altes BHKW:

- „Schonprogramm“ mit weniger Betriebsstunden, wenn gefordert oder notwendig (Alter)
- ebenfalls mehr Starts und Stillstandszeiten
- Fitness wie im Volllast-Betrieb notwendig
- Vorwärmung und Vorschmierung nachrüstbar
- Bei Wirkungsgraddifferenz: altes BHKW stärker zur Wärmeerzeugung einsetzen

## neues Flex-BHKW:

- größerer Anteil an den Gesamtbetriebsstunden
- bis zu 1000 Starts p.a. und
- nach Start mindestens 2 Stunden Betrieb und
- mehr als 3000 Std. Betrieb im Jahr:
- gewertet wie normaler Volllastbetrieb
- mit normalen Instandsetzungskosten von 1,0 - 1,5 Cent/kWh el.

# Bisherige typische Schadensbilder durch nicht angepasste Motorentechnik

- ★ **Kolbenfresser** nach 3 Tagen mit 50 Laständerungen im Fahrplanbetrieb. Gemischbildung konnte Laständerungen nicht ausregeln, Luft-Biogas-Gemisch war zu „fett“ bzw. zu „mager“, massives Klopfen führte schließlich zur Überlastung.
- ★ Motor mit **Startschwierigkeiten** verschleißt Anlasser und fällt aus dem Fahrplan. Schlechte Starteinstellung und zu geringe Anlasserdrehzahl sind häufige Ursachen.
- ★ **Stärkere Kondensatbildung** im Abgasstrang durch tieferes Temperaturniveau / längere Stillstandszeiten, in Verbindung mit schlechter Entschwefelung/Aktivkohlefilterung massive Korrosion und Versauerung des Schmieröles (**Lagerschaden**)
- ★ Häufige Starts und **fehlende Vorschmierung** erhöhen den Lagerverschleiß im Kurbeltrieb.
- ★ Hohe Anforderungen an Regelgüte der **Kühlkreislaufregler** und Reserven der **Wärmetauscher**: partielle Überhitzungen reduzieren Zylinderkopf- und Zündkerzenstandzeiten
- ★ Wartungspläne sind unzureichend angepasst: Filter und Schmieröl müssen engmaschiger überwacht werden.

## Was muss ein Flex-BHKW können?

- ★ 10-16 Stunden Stillstand täglich und in dieser Zeit sollte der Gasspeicher das produzierte Biogas speichern
- ★ Während des BHKW-Stillstandes die Wärmeversorgung aus dem Wärmespeicher gewährleisten
- ★ Die thermische Leistung muss so groß sein, dass sich der Speicher ausreichend schnell aufladen lässt und der Wärmebedarf gedeckt wird
- ★ Peripherie (Rohrleitung, Wärmetauscher, Pumpen, Regelventile und Ansteuerung) muss zum Wärmelastprofil passen
- ★ Spitzenleistung el. muss von der Biogasversorgung und dem Transformator und dem Netzanschluss „gestemmt“ werden.

## 2. Biogasversorgung

**Bislang:** konstanter Volumenstrom mit definiertem Vordruck des Biogases aus dem Fermenter in die Gasregelstrecke des Biogasmotors

**Neu:** schwankender Volumenstrom, je nach Bedarf eines oder mehrerer Biogasmotoren:

*Verdichterstation : besser 2 Verdichter als ein größerer Verdichter*

*Entfeuchtung : Kühlleistung erhöhen für max. Volumenstrom*

*Nacherwärmung: Gemischkühlerwärme bereitstellen,  
Wärmetauscher vergrößern*

*Aktivkohlefilterung : Dimensionierung, „Verbrauchsgrad“ messen*

Maximalvolumen und Teillastbereiche abdecken

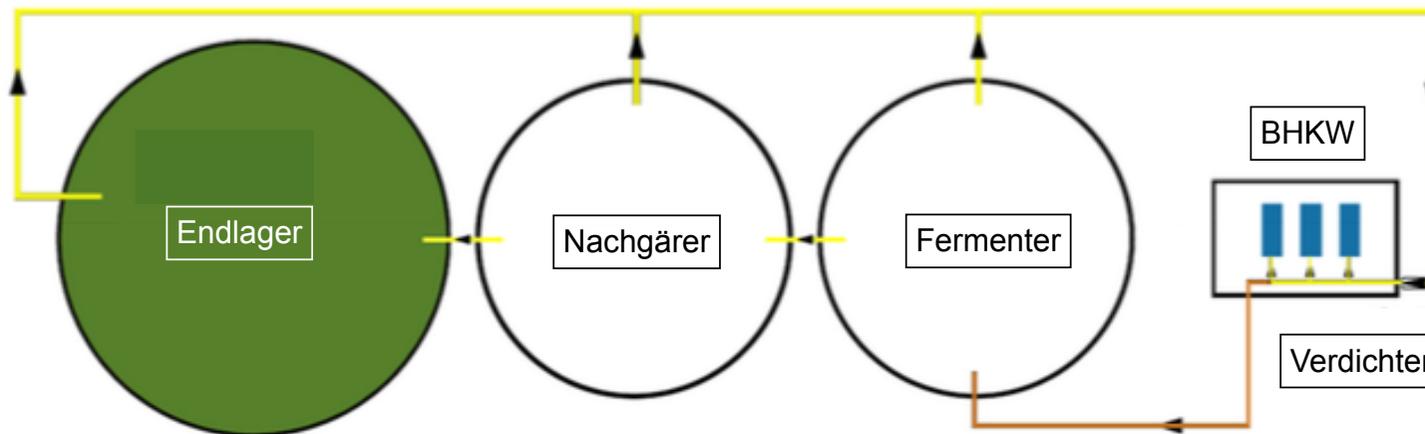
## 2. Biogasversorgung

Ruhendes Biogas entmischt sich: Dichte-Unterschied zwischen Methan und  $\text{CO}_2$  führt zu Startproblemen.

Rezirkulationsleitung zwischen Fermenter und Biogasaufbereitung notwendig

Bei abgesetzten Satelliten-BHKWs: Zwischen Kondensatschacht und Entwässerung rezirkulieren

# Rezirkulation des Biogases: Auch bei BHKW-Stillstand bleibt Biogas in Bewegung



Quelle: Biogas Hochreiter

## Maßnahmen für angepasste Biogasversorgung:

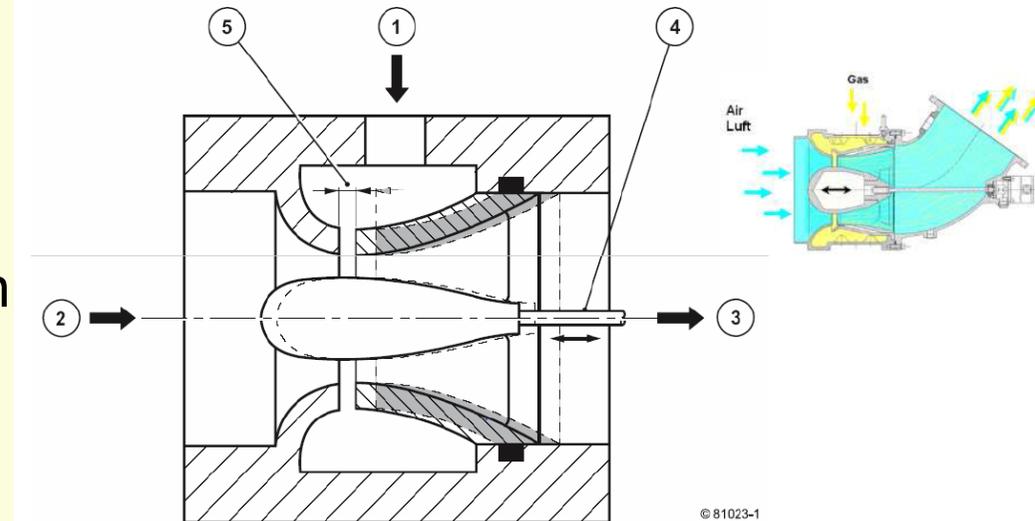
1. Für maximalen und minimalen Volumenstrom Biogas mit ausreichendem Vordruck sind alle Bauteile der Biogasversorgung auszulegen (Gasverdichter, Entfeuchtung, Nacherwärmung, Aktivkohlefilterung, Rohrweiten, Isolierung)
2. Je nach baulicher Anordnung der BHKWs sollte ein kompletter zweiter Biogas-Strang aufgebaut werden.
3. Raumaufstellung mit mehreren Biogasmotoren: regelbarer Gasverdichter, der sich an den Bedarf anpasst: Volumenstrom und Gasvordruck muss in jedem Leitungsstrang gehalten werden.

### 3. Motorbetrieb: Gemischbildung

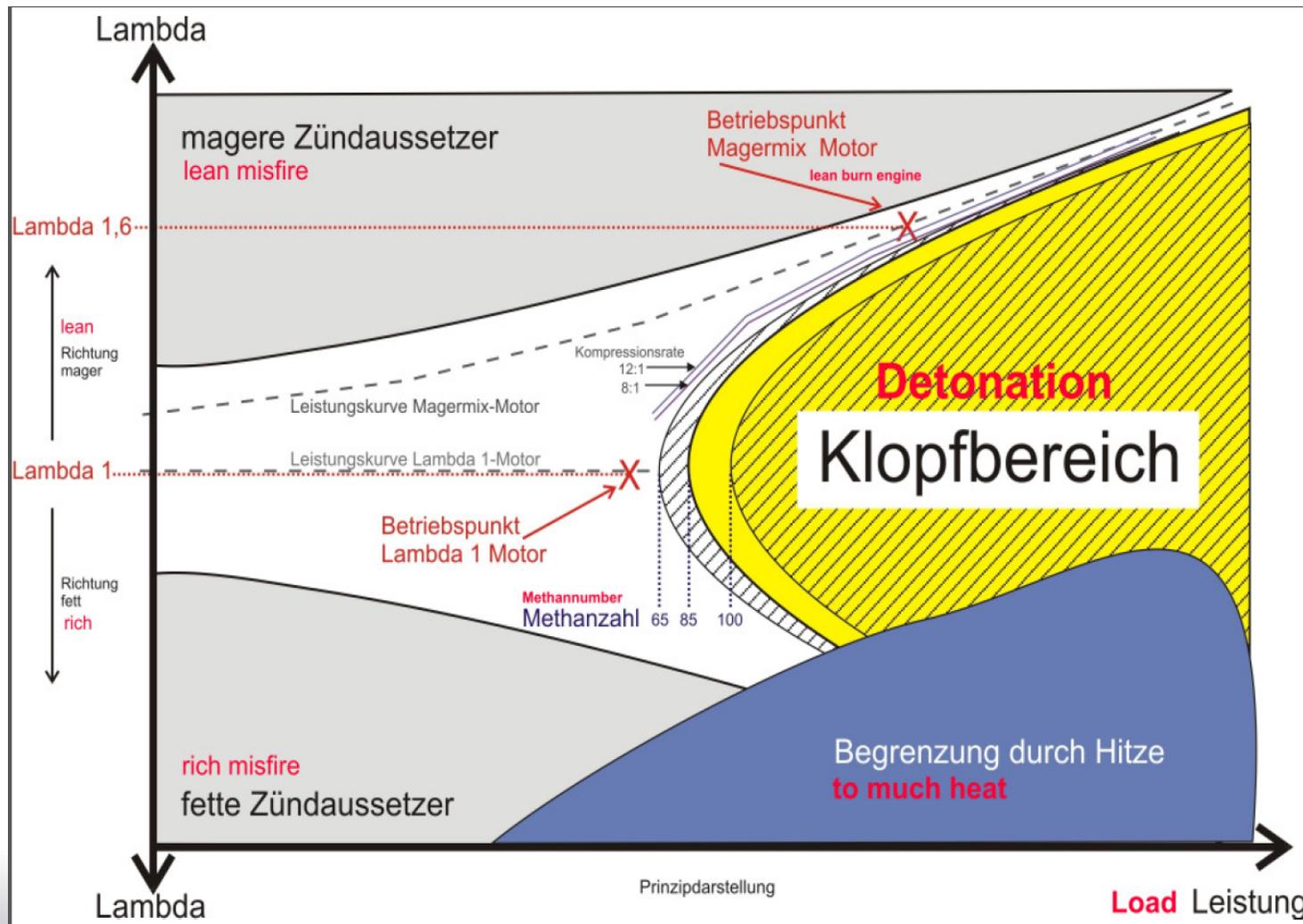
Biogasmotoren mit „starrer“ Gemischbildung ohne Regelung sind für Flex- und Regelenergiebetrieb ungeeignet.

Biogasmotoren benötigen eine Gemischregelung mit Rückführung der Brennraumtemperatur, o.ä. Größen, um das Verbrennungsluftverhältnis

- a) bei Teillast korrekt einzustellen
- b) für eine Startanhebung zu sorgen
- c) und bei dynamischen Laständerungen einen Sicherheitsabstand von der Klopfgrenze einzuhalten



### 3. Präzision der Gemischregelung gefordert bei Wechsel von Teil- auf Vollast



## Maßnahmen zur Anpassung an eine dynamische Gemischbildung

- ◆ Einsatz einer geregelten Gemischbildung mit Brennraumsignal und Einbindung in Motorsteuerung
- ◆ Umrüstung bestehender Biogasmotoren möglich und wirtschaftlich sinnvoll bei ausreichender Restlaufzeit (4-6 Jahre) (Gemischregler, Ansteuerung, Motorsteuerung)
- ◆ Raum- und Ansaugluft Filterung und Temperierung stellt bei Teillast hohe Anforderungen an Regelgüte (Sommer/Winter/Verschmutzung)
- ◆ Einsatz Umluft-Temperaturregelung und Filterüberwachung mit Differenzdrucksignal

## 4. Motorkühlung

### **Anforderung:**

- unter allen Lastbereichen eine konstante Differenz zwischen Motoreintritts- und Austrittstemperatur des Kühlwassers sicherstellen
- Einsatz elektronischer Thermostate mit hoher Regelgüte
- Notkühleinrichtungen richtig parametrisieren (und dimensionieren)
- Einbindung Wärmespeicher für Wärmeverbraucher und Vorwärm-einrichtung (Entkopplung Wärmeproduktion und Wärmeverbrauch)

## Lösungsansatz:

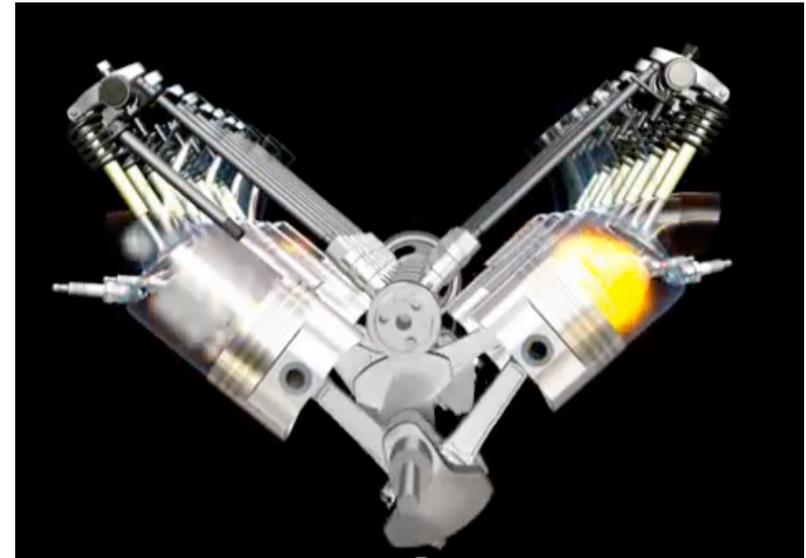
- Einsatz einer hydraulischen Weiche mit großem Speichervolumen : stabile Rücklauftemperaturen auch bei Laständerungen im Wärmeverbrauch (gerade bei mehreren Verbrauchsstellen)
- Sorgfältige Planung unter Berücksichtigung der Fahrplan - Bandbreite und des Wärme-Lastprofils für Wärmetauscher, Pumpen, Rohrquerschnitte, Wärme-Speicher, Regelkonzepte
- Vorwärmung und Warmhaltung des Biogasmotors aus geladenem Wärmespeicher (Simulation hilfreich) oder stromversorgt.

## 5. Motormechanik und Motorschmierung im dynamischen Betrieb

Belastungen:

Teillastbetrieb, häufige Starts und Stillstandszeiten begünstigen:

- stärkeren Lagerverschleiß durch höhere Mischreibungsanteile
- Kondensate im Schmieröl (Gefahr der Versauerung)
- Schwingungsbelastungen durch Zündaussetzer (Gemischbildung)
- Warmlaufphasen/Kaltstarts mit ungünstigen Material-Spielen:
- Stärkerer Verschleiß an allen Reibpaarungen, insbesondere im Zylinder



## Maßnahmen:

- Vorwärmung von Kühlwasser und Schmieröl nachrüsten, Anpassung der Motorsteuerung notwendig.
- Vorschmierung zur Reibungsreduktion bei häufigen Starts: elektrische Vorschmierpumpe nachrüstbar und in Motorsteuerung integrierbar.
- Enge Schmierölüberwachung mit regelmäßiger Ölanalyse, Ölverbrauch messen, Ölwechselintervalle an Lastkollektiv anpassen (über Fahrplan hochrechnen).

## 6. Abstimmung Wartungsplan und Fahrplan

Anforderungen an die technische Betriebsführung steigen:

Fahrplan beeinflusst Zeitpunkt und Intervall der  
Wartungsmaßnahmen

Belastungskollektiv des Biogasmotors nach Laufzeit, Leistung und  
(Verschleiß-) Ereignissen (Betriebsstunden, Last in %, Anzahl  
Starts) ermitteln

Bislang geringe Unterstützung von Motorenherstellern und  
Anlagenbauern, erste passende Wartungsverträge für Flexbetrieb im  
Markt verfügbar.

## Unterstützung der Technischen Betriebsführung

- Vorplanung von Regelwartung anhand des Fahrplanes bzw. der Eckpunkte des Regelenergiebetriebes
- Auswertung der Schmierölanalysen
- erweiterte Betriebsdatendokumentation: Temperaturen und Drücke aller Kühlkreisläufe, Abgastemperatur, Schmieröl- und Gemischtemperatur, Anzahl Starts und Laufzeit nach Start, Last und Gasqualität (Methan, H<sub>2</sub>S)
- Verschleiß- und Verschmutzungsgrade von wichtigen Komponenten wie Wärmetauschern, Gemisch- und Ölkühler etc. sollten kontinuierlich überwacht werden.

## Fazit:

Ohne technische Planung mit Anlagen-Anpassung des bestehenden BHKWs und der Anlagenerweiterung droht der

# Crash

Wer den Flexibilisierungsprozess konsequent durchläuft und bis zum Ergebnis rechnet, freut sich berechtigt über mehr

# Cash

IG Biogasmotoren vertritt BHKW-Betreiber und sorgt dafür, dass Motorenhersteller, Anlagenbauer und Dienstleister für Sie gute Leistungen bringen. Betreiber erhalten unterstützendes Wissen für den eigenen Verantwortungsbereich zum BHKW-Betrieb.



Dipl.-Ing. Michael Wentzke  
Geschäftsführer IG Biogasmotoren e.V.

IG Biogasmotoren e.V.  
Osterstr. 58  
20259 Hamburg

Tel.: 040 608477-46  
Fax: 040 608477-45  
[info@ig-biogasmotoren.de](mailto:info@ig-biogasmotoren.de)  
<http://ig-biogasmotoren.de>