

Entwicklungstrends moderner Gasmotoren

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

Gliederung

- 1. Anforderungen der Betreiber an Biogasmotoren**
- 2. Entwicklungsrichtungen der Forschungseinrichtungen**
- 3. Beispiel einer Forschungsarbeit zur Erhöhung des Nutzmitteldruckes**
- 4. Vergleich mit Entwicklungen im Automotivbereich**



1. Kundenanforderungen

**Hoher mechanischer und
thermischer Wirkungsgrad**

Total Cost of Ownership

Der Kunde will alles

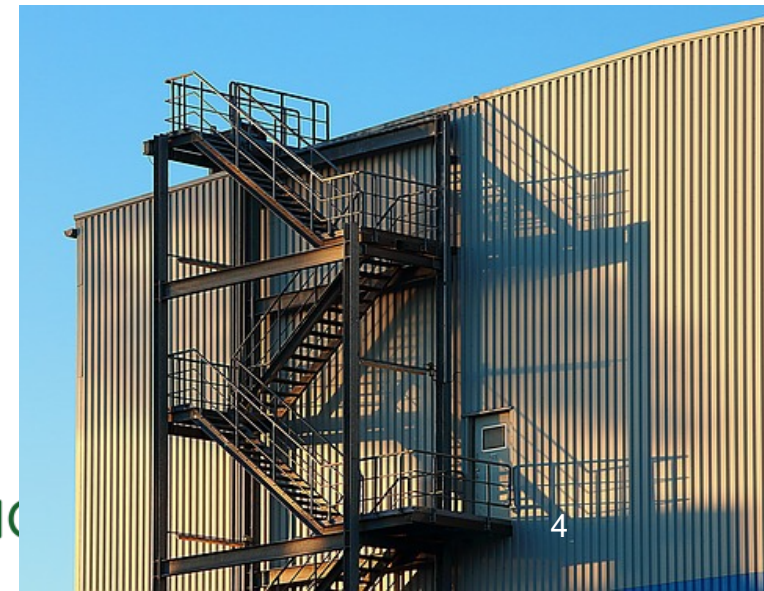
Zuverlässigkeit

Geringer Platzbedarf

Geringe Emissionen



FS Biogasmotoren 5.9.2019



2. Entwicklungsrichtungen und „Großbaustellen“ der Verbrennungskraftmaschinen Institute

1. **Thermodynamische Verbesserung** des Brennverfahrens: hohe Aufladung, Steuerzeiten Ventile, Zündsysteme
2. **Thermomechanische Optimierung**: Kolben und Zylinderköpfe werden weich, daher ist Kühlung und Werkstoffoptimierung gefordert.
3. **Emissionsvorschriften** (CO , CH_x und No_x) engen Entwicklungen zu Punkt 1 und 2 ein.
4. **Regenerativ erzeugte Brennstoffe** wie Biomethan und Wasserstoff müssen im Punkt 1 berücksichtigt werden.
5. **Komponentenentwicklung**: Gasinjektoren, Zündsysteme, etc.
6. **Simulationsverfahren**: z.B. Wärmeleitung durch den Kolben an das Schmieröl, Körperschallemission korreliert mit NO_x -Emission



3. Brennverfahren für 30 bar Nutzmitteldruck unter Einhaltung der TA-Luft (S.Eicheldinger TU München, Vortrag am 11.4.2019 Gasmotorenkonferenz in Dessau)

Geringe Anlaufzeiten

**schadstoffarme, flexible und
kostengünstig zur Stromerzeugung**

**effiziente Ressourcennutzung durch
einen besseren Teillastwirkungsgrad**

**Gasmotoren mit breitem Leistungsband
und hohen Mitteldrücken**

nachhaltige Biogasquellen CO2-neutral

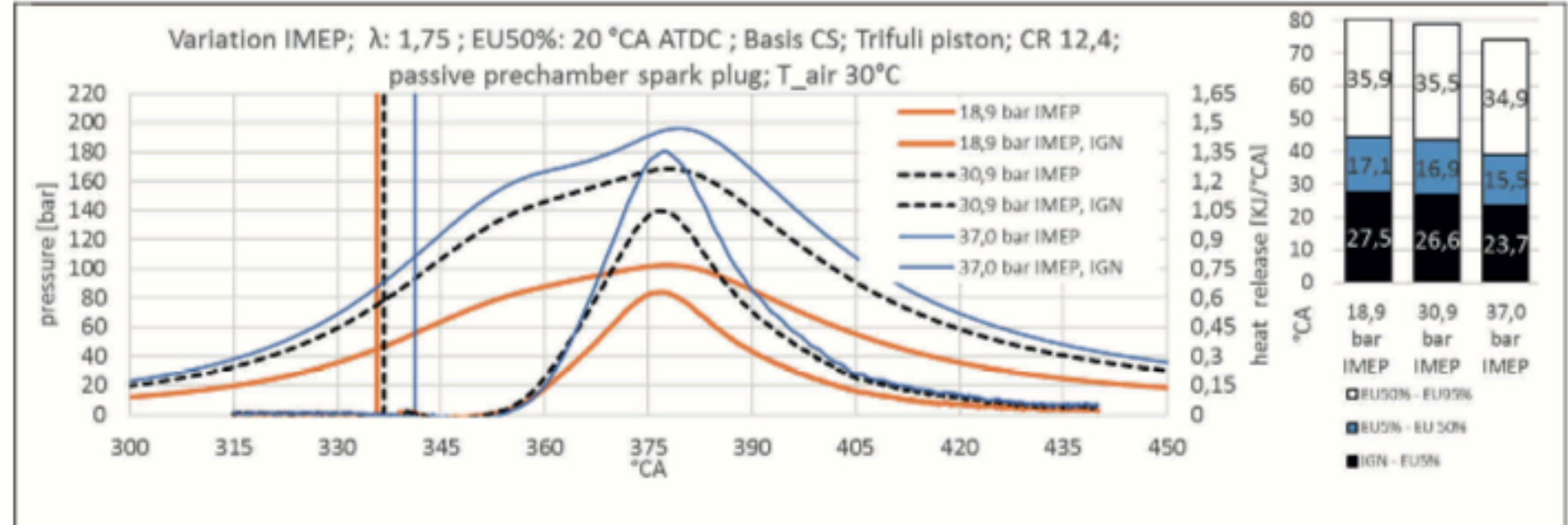
Kann variable Lasten abdecken





Abbildung 10: Trifuli-Kolben

Quelle für Bild 10
und 11:
S.Eicheldinger TU
München, Vortrag
GMK Dessau am
11.4.2019



IMEP [bar]	Brenngas- masse [kg/h]	Luftmasse [kg/h]	Ladedruck [bar]	P_i [kW]	Drehmoment [Nm]	η_i [%]	NO _x TA Luft [mg/m ³]	THC TA Luft [mg/m ³]	T Zylinder- kopf [°C]
18,9	20	588	3,58	113	629	41,7	147	2601	228
30,9	32	966	5,86	185	1091	42,7	160	2260	259
37,0	38,3	1131	6,79	223	1320	43,1	168	2135	272

Abbildung 11: Variation Last bei konstantem EU50% und λ mit Basis-Nockenwelle, Trifulli-Kolben und ungespülter Vorkammerzündkerze [3]

3. Anforderungen für 30 bar Mitteldruck

- Hohe Massenströme und Ladedrücke mit über 6 bar durch mehrstufige Aufladung
- Mechanische Festigkeit der Komponenten für mittlere Brennraumdrücke von 250 bar und Spitzendrücken bis zu 300 bar
- Effizientes Kühlungssystem der Betriebsstoffe (Kühlmittel, Schmieröl)

Was bedeutet dies zukünftig für Betreiber?

- Genaue Zustandsüberwachung von Kühlmittel und Schmieröl
- Kühlkreisläufe mit ausreichend hohem Betriebsdruck fahren
- Regelmäßige, enge Zustandsüberwachung der Wärmetauscher



4. Vergleich Motorenentwicklung zum Automotivbereich

Caterpillar Energy Solutions TCG 3020 V20

- Biogasmotor
- 2300 kW bei 1500 U/Min
- 89 l Hubraum
- Nutzmitteldruck 20,67 bar

- 60.000 Bh entsprechen bezogen auf einen PKW rund 3 .000.000 Km

Innio Jenbacher J 420

- Biogasmotor
- 1560 kW bei 1500 U/Min
- 61,3 l Hubraum
- Nutzmitteldruck 20,36 bar

- 60.000 Bh entsprechen bezogen auf einen PKW rund 3 .000.000 Km

4. Aktueller Stand im Automotivbereich

PKW Gas-Otto-Motor

M 260 E20 DE LA

- 2 l Hubraum (Vierzylinder)
- Leistung 225 kW bei 5800 U/min
- Scroll –Abgasturbolader
- Dreiwege-Kat und Partikelfilter
- Nutzmitteldruck 23,27 bar

- **8.000 Bh** entsprechen bei 50 km/h Durchschnittsgeschwindigkeit ca. **400.000 Km Fahrleistung**

PKW Diesel Motor

OM 654 DE 20 G SCR

- 2 L Hubraum (Vierzylinder)
- 180 kW bei 4200 U/min
- Abgasturbolader
- SCR-Katalysator
- Nutzmitteldruck 25,71 bar

- **8.000 Bh** entsprechen ca. **400.000 Km**

Fazit

1. Der „Fünfkampf“ für Gasmotoren-Entwickler geht weiter, damit Kunden auch kaufen
2. Entwicklungszeit verringert sich mit ausgefeilten Simulationswerkzeugen
3. Komplexe Bauteilarchitekturen (z.B. Kolben, Zylinderkopf) werden zukünftig im 3D-Druck mit neuen Werkstoffen abgebildet
4. „Erneuerbare“ Kraftstoffe und die Minimierung von Emissionen werden obligatorisch