

Typische Schäden am Biogas-BHKW und wie sich Betreiber dagegen schützen können

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

1. Kurzvorstellung IG Biogasmotoren e.V.

- **Gründung:** 2013 von 6 Biogas-BHKW Betreibern und Michael Wentzke
- **Ziel:** Technische Probleme im BHKW-Betrieb klären, um Instandhaltungskosten und ungeplante Stillstandszeiten zu senken
- **Zielgruppe:** Landwirtschaftl. Biogasanlagenbetreiber, Institutionelle Biogasanlagen-Betreiber, Abfallverwertung, Kläranlagen, Stadtwerke
- **Beratung vom BHKW-und Komponenten-Herstellern** zur Verbesserung von Produkten und Dienstleistungen für Betreiber
- **Werkzeuge:** Status-Checks für BHKWs, Schulung von Betreibern, Schadensingenieuren der Versicherer, Vortragsveranstaltungen und Inhouse-Schulungen für Betreiber, **Biogasmotoren-App**, **Mitgliederbereich**
- **Mehr als 1500 Seminarteilnehmer** in Technik-Seminaren, Flex-Seminaren, Technische Betriebsführung, **Optimaler BHKW-Betrieb**
- **Netzwerk von Spezialisten** : Gutachter, Schwingungsmesser, Schmieröl-Experten, Komponenten-Hersteller, Servicedienstleister ,.....

Agenda

1. Ursachenfelder von Biogas-BHKW-Problemen
2. Konkrete Probleme
 - 2.1 Hoher Aktivkohleverbrauch
 - 2.2 Motorklopfen
 - 2.3 Kurbelwellenbrüche und Gestellrisse
 - 2.4 Lochfraß am Motorblock: Kavitationsschäden
 - 2.5 Zu geringe Standzeiten von Zündkerzen und Zylinderköpfen
 - 2.6 Schmierölverbrauch, -Zustand und –Auswahl (Aschegehalt)
3. Bewertung von Frühindikatoren zur Schadenprävention in der technischen Betriebsführung

5 Ursachenfelder von BHKW-Problemen

1. Konstruktion

2. Projektierung

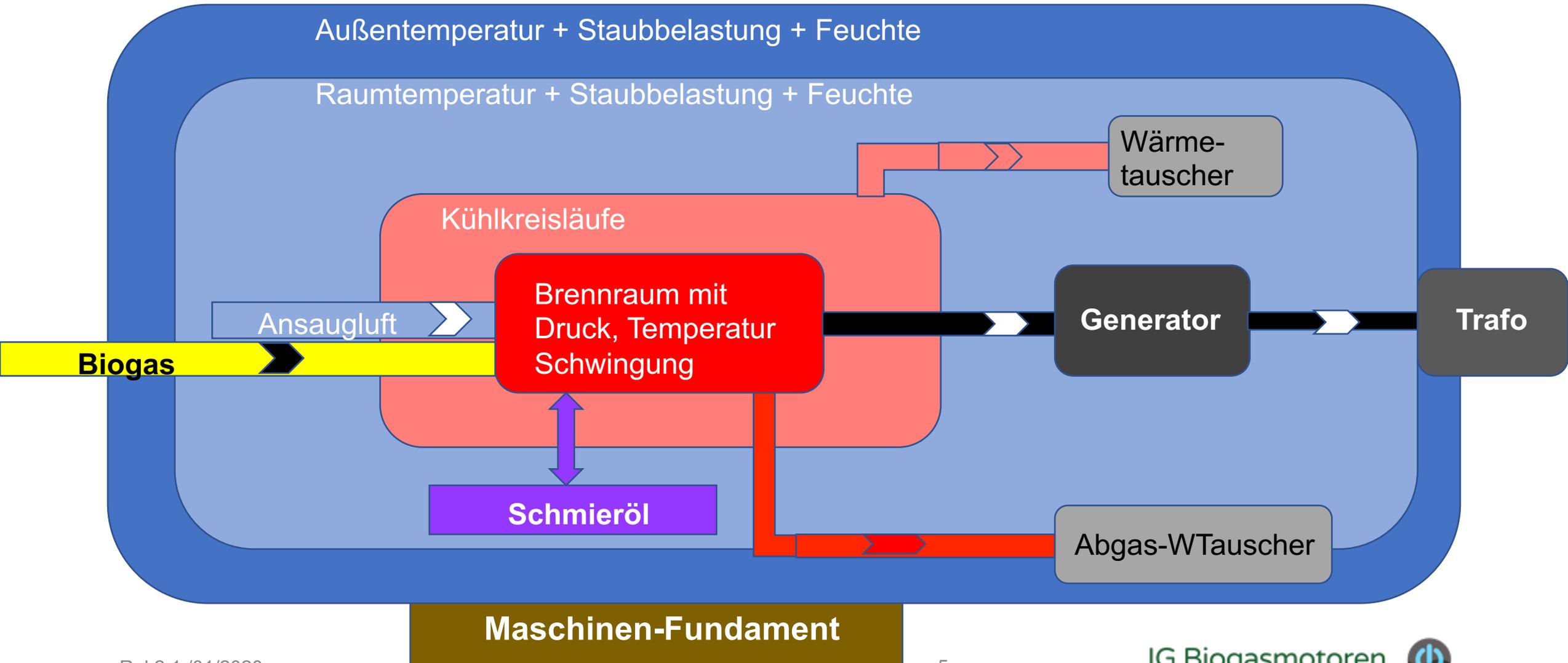
3. Errichtung und Inbetriebnahme

4. Instandhaltungskonzept

5. Reaktion auf Frühindikatoren im BHKW-Betrieb



4. Modellierung Biogas-BHKW

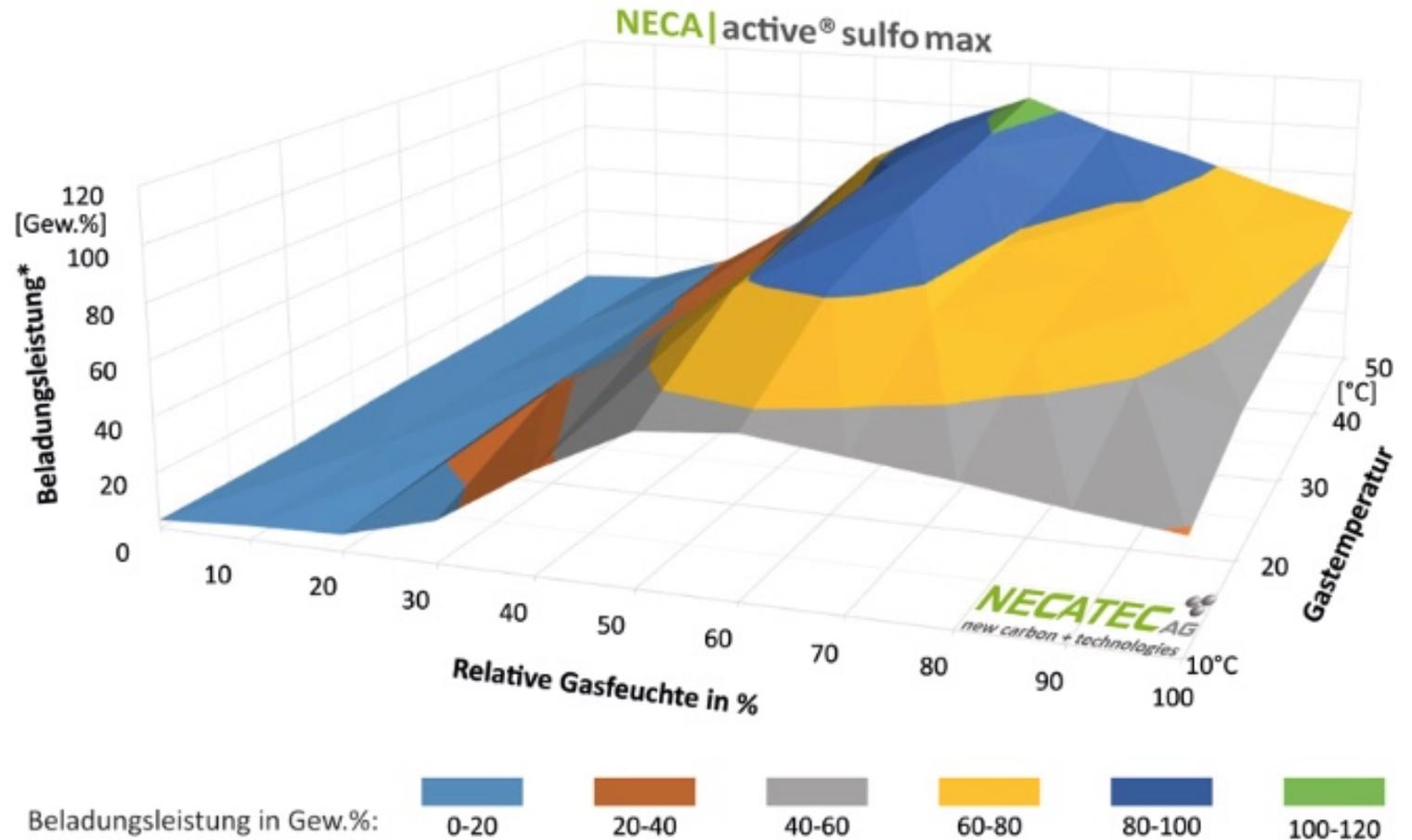


2.1 Hoher Aktivkohle-verbrauch

3. Maßgeblicher Einflussfaktor auf Höhe der Beladung:

Sauerstoffgehalt > 0,5% im Biogas vor Aktivkohle-Filterbehälter

Diagramm H₂S-Beladungsleistung in Abhängigkeit von Temperatur und rel. Gasfeuchte



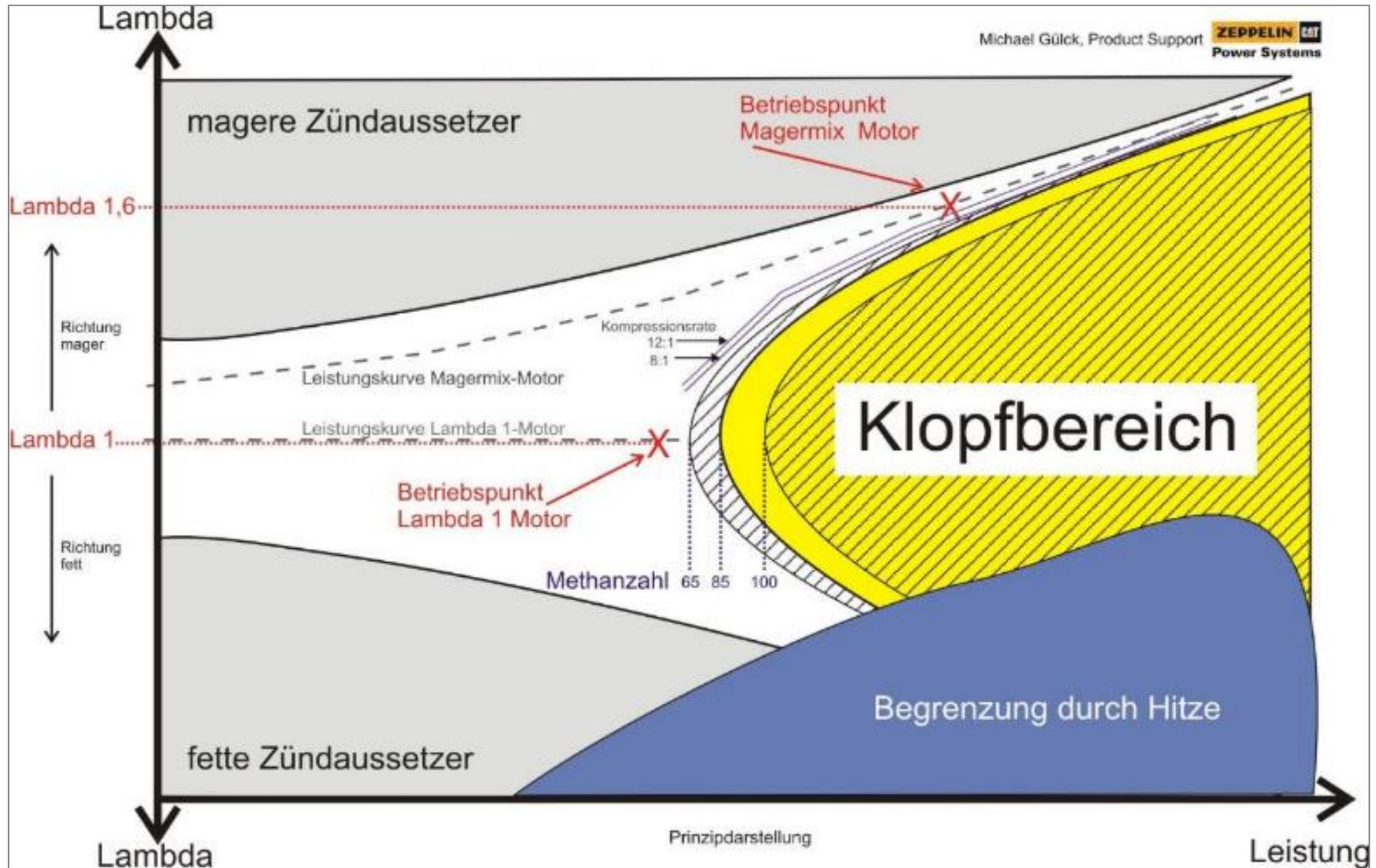
* Labor bei ca. 2.400ppm H₂S, Trägergas N₂ mit 0,5Vol.% O₂, fraktale Verweilzeit im Adsorber ca. 2s, keine weiteren Spurengase, Durchbruch bei C/C₀=0,05

Achtung: Messwerte ermittelt unter vergleichbaren Laborbedingungen; reale Werte z.B. in Biogasanlagen können und werden durch vielfältige Einflüsse geringer ausfallen.

2.1 Standzeit der Aktivkohle verlängern

- Gaskühlung auf 12° C einstellen
- Relative Feuchte 55% bis 65%
- Nacherwärmung auf 30 bis 35°C, Sauerstoffgehalt 0,6 Vol%
- Aktivkohlefilterbehälter und Gasleitung zum BHKW isolieren

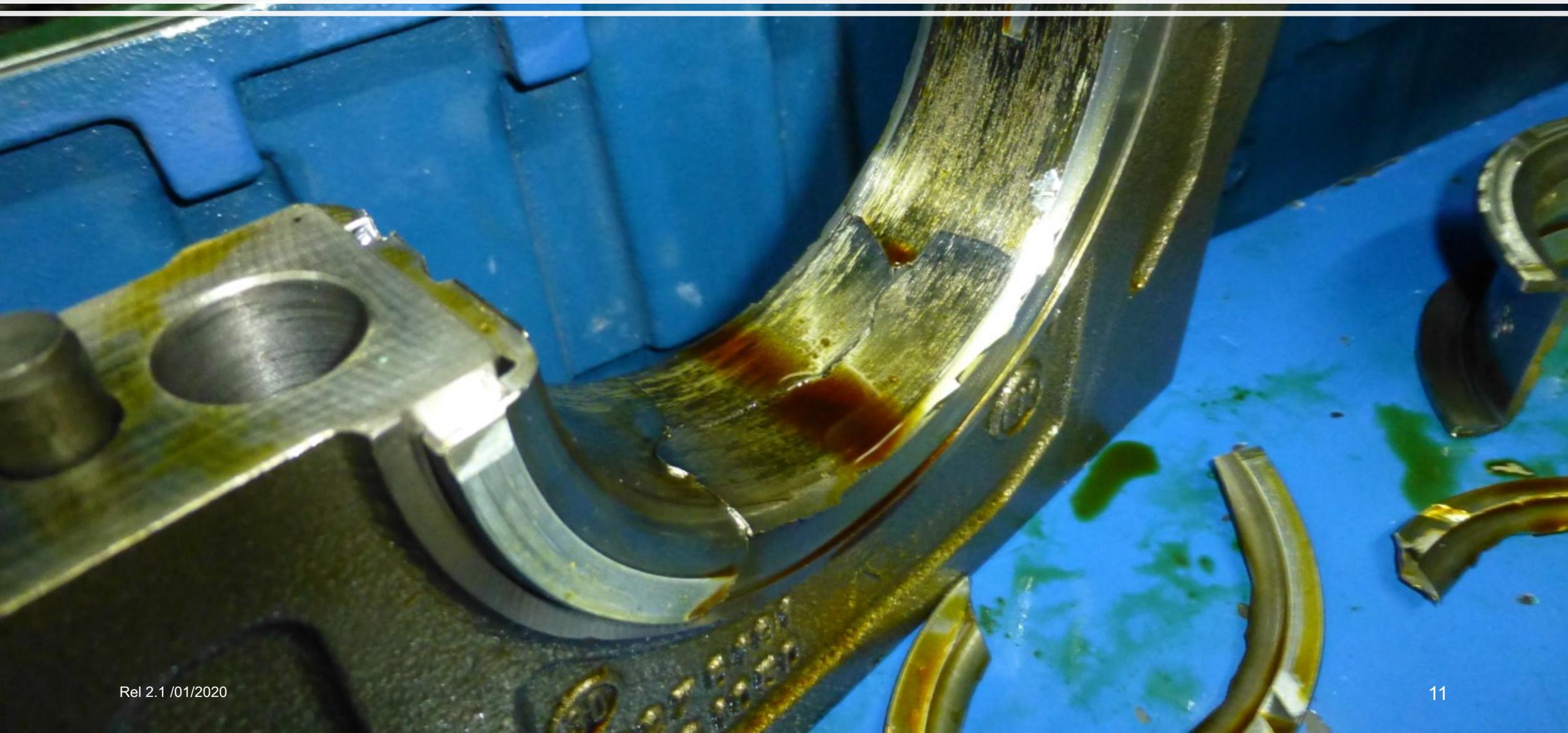
2.2 Motor- klopfen



2.2 Motorklopfen verhindern Sie, indem

- das Gemisch auf unter 50°C gekühlt wird,
- kein Ölnebel verbrannt wird, (KGE, ATL, Ventilführung, Kolbenringe, Laufbuchsen)
- die Raumluft zwischen 20°C und 35°C beträgt und
- Motorkühlung i.O. (Wasserdruck, Entlüftung, Kühlmittel,..) ist

2.3 Kurbelwellenbrüche und Gestellrisse





Gestellriss – nicht schweißbar

2.3 Schwingungsschäden-Prävention:

- Dämpfungselemente nach 30.000 Bh prüfen und austauschen
- Schwingungsmessung nach jeder Trennung zwischen Motor und Generator, spätestens nach 30.000 Bh
- Verspannte Kompensatoren sind nur einachsig zu beanspruchen, ggfls. neu ausrichten, Motor muss sich im Stillstand „bewegen“ lassen.



2.4 Kavitations- schäden

2.4 Maßnahmen gegen Kavitationsschäden

- Kühlkreisläufe entlüften, Betriebsdruck $>1,5$ bis $2,5$ bar
- Kühlmittel jährlich Probe auf Abbauprodukte untersuchen lassen, Wechsel nach spätestens 30.000 Bh
- Nitrihaltige und aminhaltige Kühlmittel nicht mischen: Achtung Krebsgefahr durch Nitrosamine
- Umstellung auf silikatfreie Kühlmittel empfohlen



2.5 Standzeiten Zündkerzen und Zylinderköpfe



2.5 Zylinderköpfe mit Belag Aufbau



2.5 Zylinderkopf nach Ventiltellerabriss

2.5 Zylinderköpfe

Ablagerungen:

Siloxane oder
Sulfatascheanteile

Verschleiß durch hohe
Ventilrückstandsmaße:
Gußmaterial zu weich
oder Brennraum-
Temperaturen zu hoch



2.5 Standzeiten von Zündkerzen und Zylinderköpfen verlängern:

- Motor-Kühlkreislauf OK?
- Kein Klopfen, besonders Ölnebeldämpfe im Brennraum vermeiden
- Geringen Sulfataschegehalt im Schmieröl wählen
- Kontrolle der Zylinderköpfe auf harte Beläge (Ventiltellerabriss)

2.6 Schmierölverbrauch, Sulfatascheanteil und Umlaufvolumen

Schmierölverbrauch wird zu selten genau genug gemessen:

Normalverbräuche 0,1 g/kWh bis 0,3 g/kWh

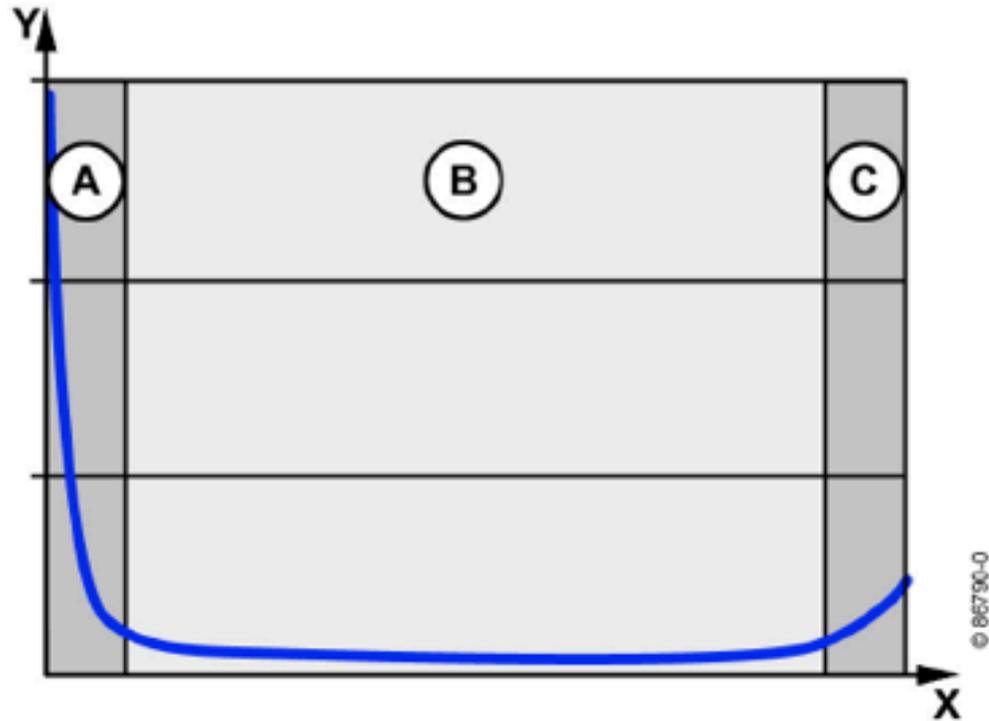
Verbrauch pro Tag für 800 kW el. zwischen 2,1 und 6,3 Liter/Tag

Schmierölverbrauch ist ein zuverlässiger Indikator für

- Verschleißzustand Kolben, Kolbenringen, Laufbuchsen
- Ölnebeldampfabscheidung

2.6 Ölverbrauch über Laufzeit

Rel 2.1 /01/2020



A 4 Quelle: Caterpillar Energy Solutions GmbH

X-Achse:	Laufzeit
Y-Achse:	Schmierölverbrauch
Bereich A:	Einlaufzeitraum
Bereich B:	Betriebszeitraum
Bereich C:	Zeitraum steigenden Schmierölverbrauchs aufgrund zunehmenden Materialverschleißes

2.6 Schmierölaufvolumen

Empfehlung Caterpillar Energy Solutions GmbH:

800 kW: 400 Liter (50% der elektrischen Leistung in kW als Liter-Angabe)

Hintergrund: Schmierölauf liefert bei diesem Volumen „Erholungszeit“ für Schmieröl gegenüber

- mechanische Belastung (Scherkräfte gegenüber langkettigen Molekülen)
- thermische Belastung
- chemische Angriffe durch Säuren (H_2S und HCl durch FeCl_3)

2.6 Schmierölanalyse

TBN-Abbau (TBN = total base number / Basenzahl)

MWM Grenzwert =

$TBN > TAN$ und $TBN > 2,0$
[mgKOH/g]

TAN-Anstieg (TAN = total acid number / Säurezahl)

MWM Grenzwert = $TAN < TBN$
[mgKOH/g]

ipH-Wert-Abbau

MWM Grenzwert $\geq 4,5$ [-]

Aussage über Säuren, welche nicht hinreichend über das Verhältnis von TBN/TAN abgedeckt werden.



Beispiel: Lager mit Korrosion

Quelle: Caterpillar Energy
Solutions GmbH 24

3. „Störgrößen“, die technische Betriebsführung registrieren muss

1. Externe Einflussgrößen auf den BHKW-Betrieb:

- **Temperatur- und Kondensat-Schwankungen im Tagesablauf und**
- **im jahreszeitlichen Wechsel**
- **Verschmutzung Notkühler „Bioteppich“**

2. Interne Einflussgrößen:

- **mechanischer Verschleiß der Motorkomponenten,**
- **Verschmutzung von Filtern, Wärmetauschern und Notkühlern,**
- **Verbrauch/Veränderung von Schmier- und Kühlmitteln**

3. Bewertung der Betriebsdaten und Entscheidung über Instandsetzungsmaßnahmen

3. Betriebsdatenerfassung:

- ✓ Zylinderselektiv Temperaturen Brennraum / Abgas,
- ✓ Zündspannungswerte,
- ✓ Kühlkreislauf Vor- und Rücklaufwerte Temperatur sowie Betriebsdruck,
- ✓ AWT Temperatur ,
- ✓ H₂S-Gehalt Biogas, Biogas-Temperatur vor Gasregelstrecke (Kondensat)
- ✓ Schmieröltemperatur und - Analyse

4. Bewertung und Maßnahmendurchführung, Auswertung zur Schadensprävention und -Analyse : **BHKW-Check, BGM-App**

Interessen Gemeinschaft Biogasmotoren unterstützt Betreiber für einen profitablen (Flex-) Betrieb des Biogas- BHKWs

IG Biogasmotoren e.V.
Osterstr. 58
20259 Hamburg

info@ig-biogasmotoren.de
<https://ig-biogasmotoren.de>



Michael Wentzke
Geschäftsführer

Club-Mitgliedschaft kostenfrei:
<https://bit.ly/2Lo10wC>

**Info-Mitgliedschaft mit
Biogasmotoren App**