

Technische Anforderungen an das Flex-Biogas-BHKW



Dipl.-Ing. Michael Wentzke



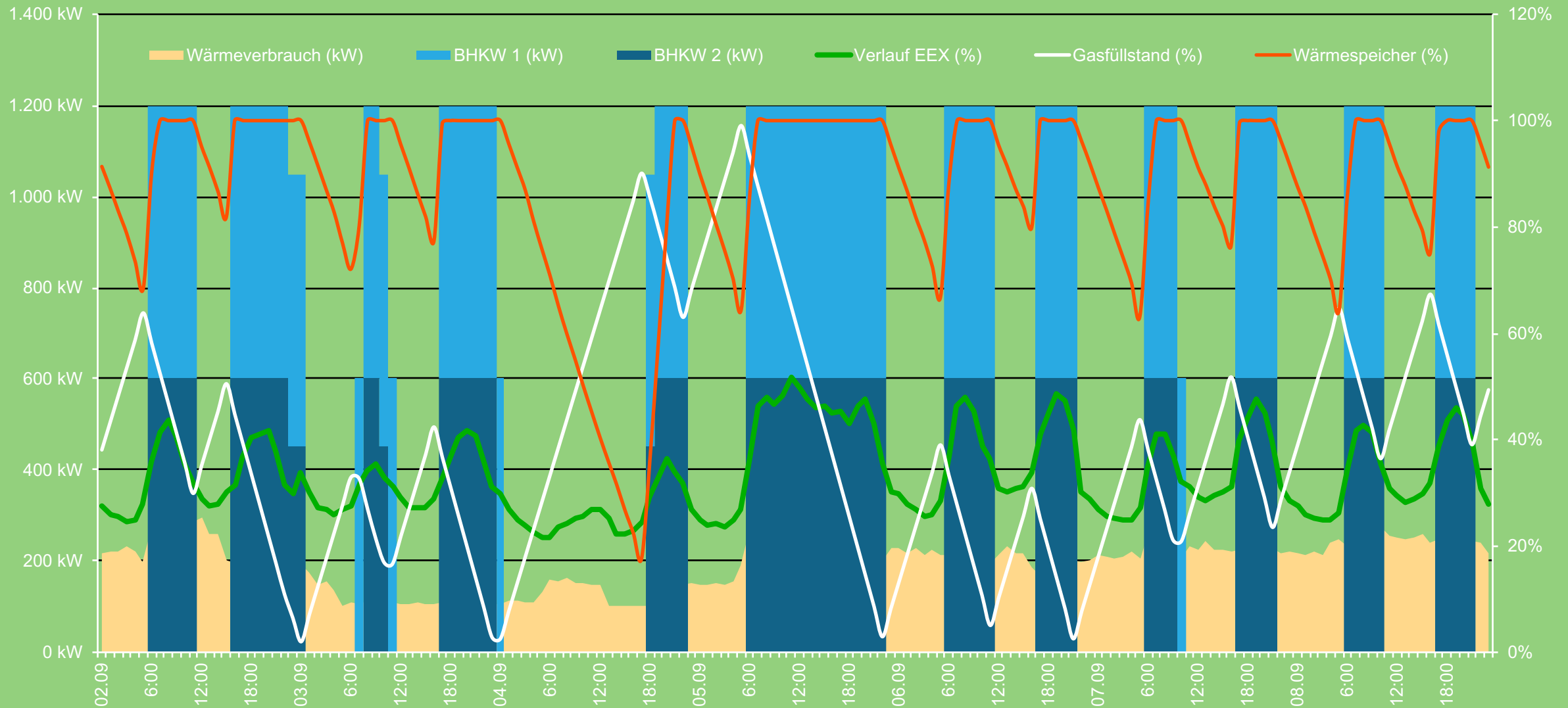
Gliederung

1. Flexfahrplan: welche Anforderungen lassen sich an den Biogasmotor ableiten?
2. Kalt- Warm-Wechsel: Was bedeutet dies für die Biogasaufbereitung und den Biogasmotor?
3. Belastungen im Flexbetrieb: Bewertung der Starts
4. Auswirkung des Flex-Fahrplanes auf die Servicekosten



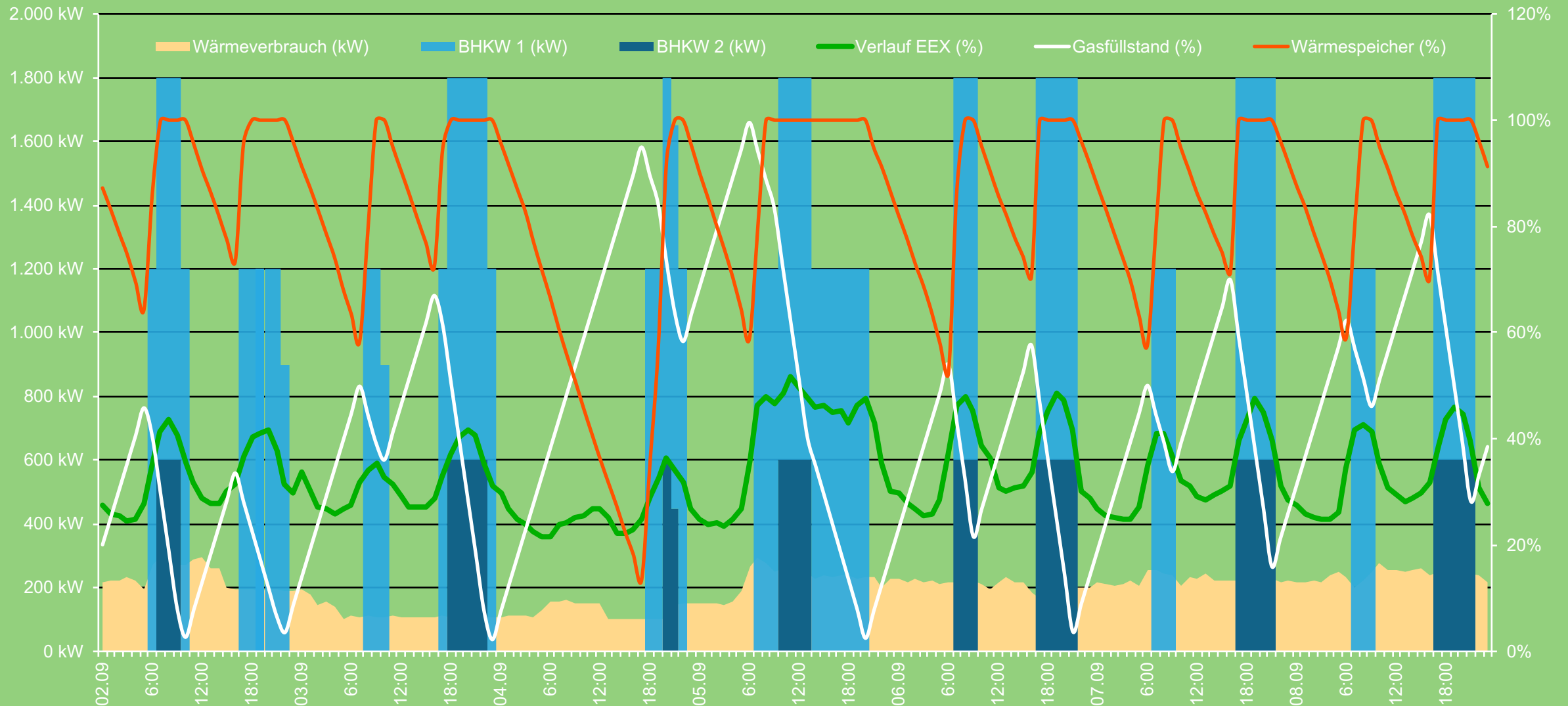
Flexfahrplan 600 kW + 600 kW

Quelle: SKVE AG



Flexfahrplan 600 kW + 1200 kW

Quelle: SKVE AG



1. Fahrplan-Prämissen (Gas- und Wärmespeicher!)

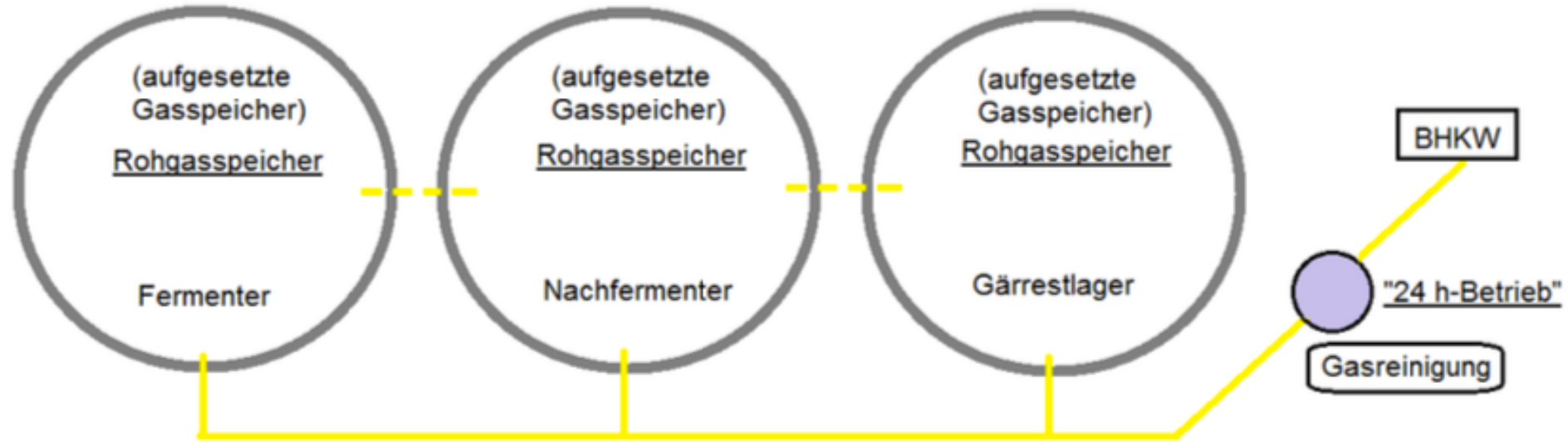
1. Wärmekunden mit Vorrang bedienen
(ca. 3 Cent/kWh sind an der Strombörse nicht zusätzlich zu verdienen)
2. Kein Gas über die Gasfackel verlieren
3. Motoren aus bei schwachen Strompreisen (nachts und am Wochenende)
4. Wenn Motoren laufen, dann Vollast – Ausnahme
„Schonprogramm“ wegen Motorzustand oder Gasspeicher
5. Konstant füttern – allenfalls Sommer- und Winterfahrpläne



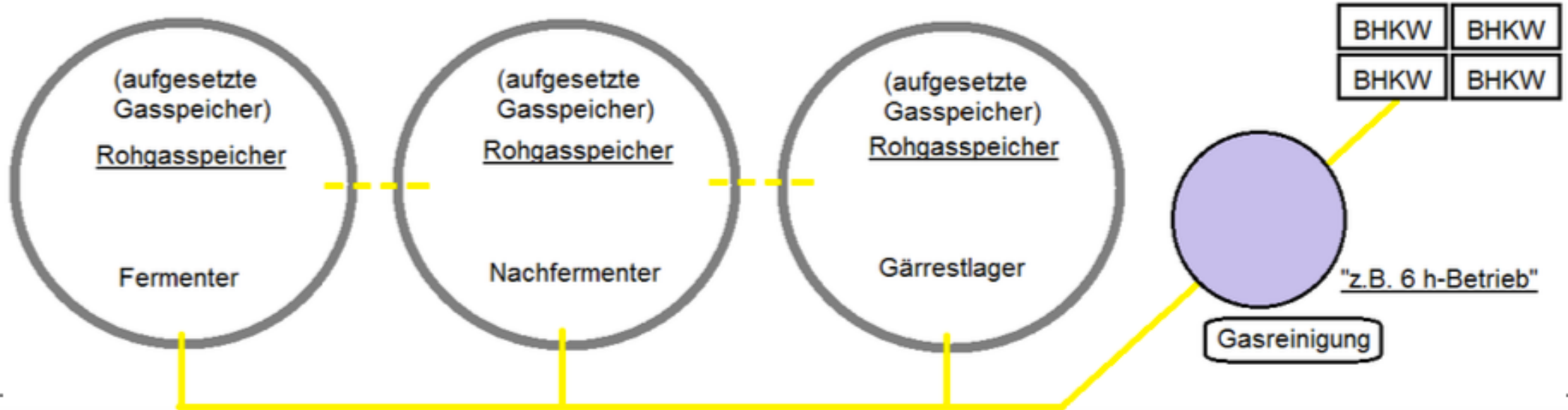
1. Biogasversorgung

- Um optimale (Stromvermarktungs-) Erlöse zu erzielen, werden alle Motoren gleichzeitig laufen oder stehen (Ausnahme Wärmebedarf und Speicherengpass)
- Motoren mit unterschiedlichem Schluckvolumen benötigen unterschiedliche Rohrquerschnitte
- Auch die Biogasaufbereitung muss diskontinuierlich laufen, wenn kein Reingasspeicher vorgesehen ist.

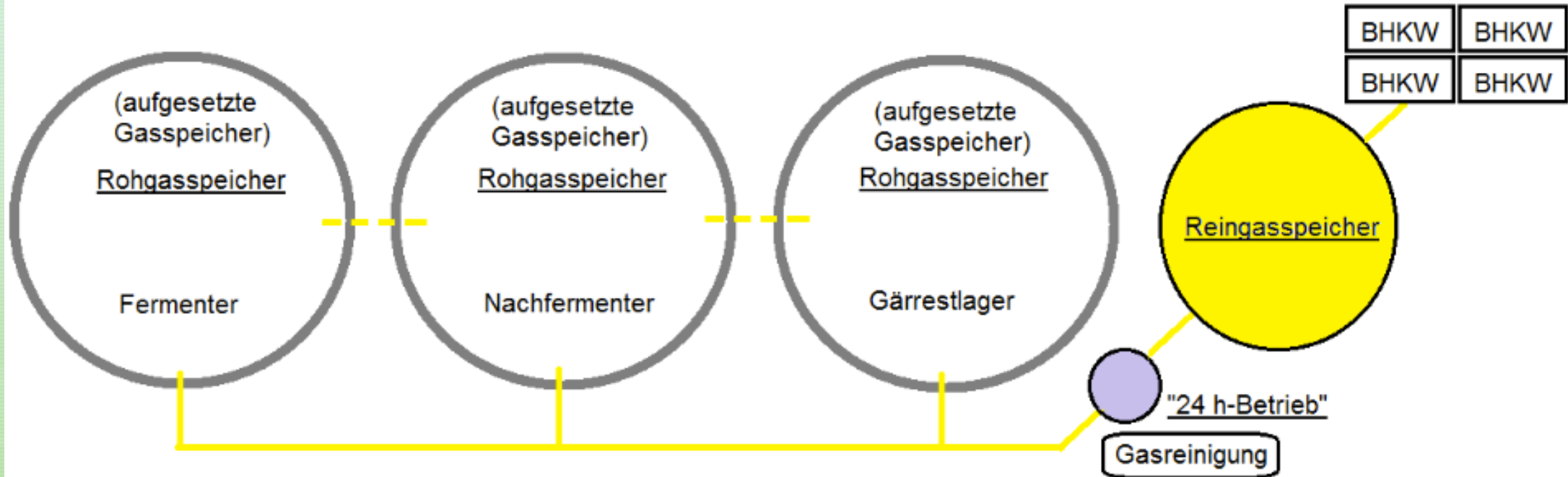
Standard-BGA:



Variante 1: BGA mit Rohgasreinigung bei Flexstromproduktion



Variante 2: BGA mit Reingasreinigung bei Flexstromproduktion



Anmerkungen:

- ++ **beim Reingasspeicher** kann i.d.R. die vorhandene Gasreinigung weiter betrieben werden
- - **bei der Rohgasspeicherung** ist die Funktionalität / Effektivität der Gasreinigung aufgrund „Teillast / Ein-Aus-Betrieb“ mit dem Anbieter der Technik zu prüfen.



2. Biogasaufbereitung unter wechselnden Temperaturen

Biogas verlässt den Fermenter

- mit ca. 38°C – 48°C (mesophil – thermophil)
- zu 100% wasserdampfgesättigt
- mit ca. 52% Methan und ca. 45% CO₂ , H₂S sowie NH₃ und Schmutz- und Staubpartikeln

1. Biogasaufbereitung unter wechselnden Temperaturen

Biogasmotoren stehen still für 8 - > 24 Std.

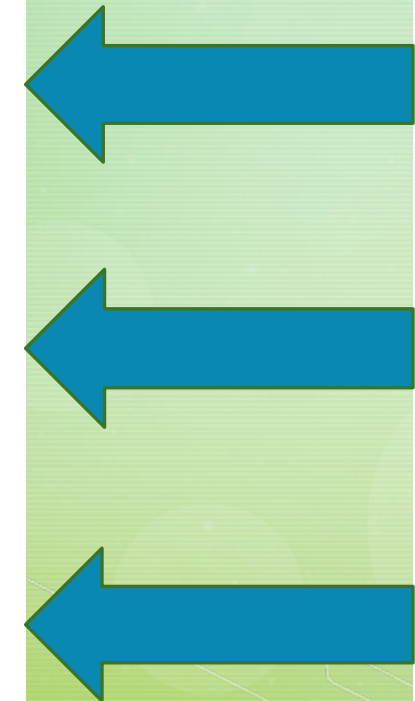
- Biogas ruht in der Gasleitung und kühlt ab
- Der Aktivkohlebehälter kühlt aus
- In langen Rohbiogasleitungen (Satelliten BHKW) kommt es zur Entmischung von Methan und CO₂

Fahrplan mit
täglich 2 Starts



2. Biogasaufbereitung zur nachfolgenden Gemischaufbereitung

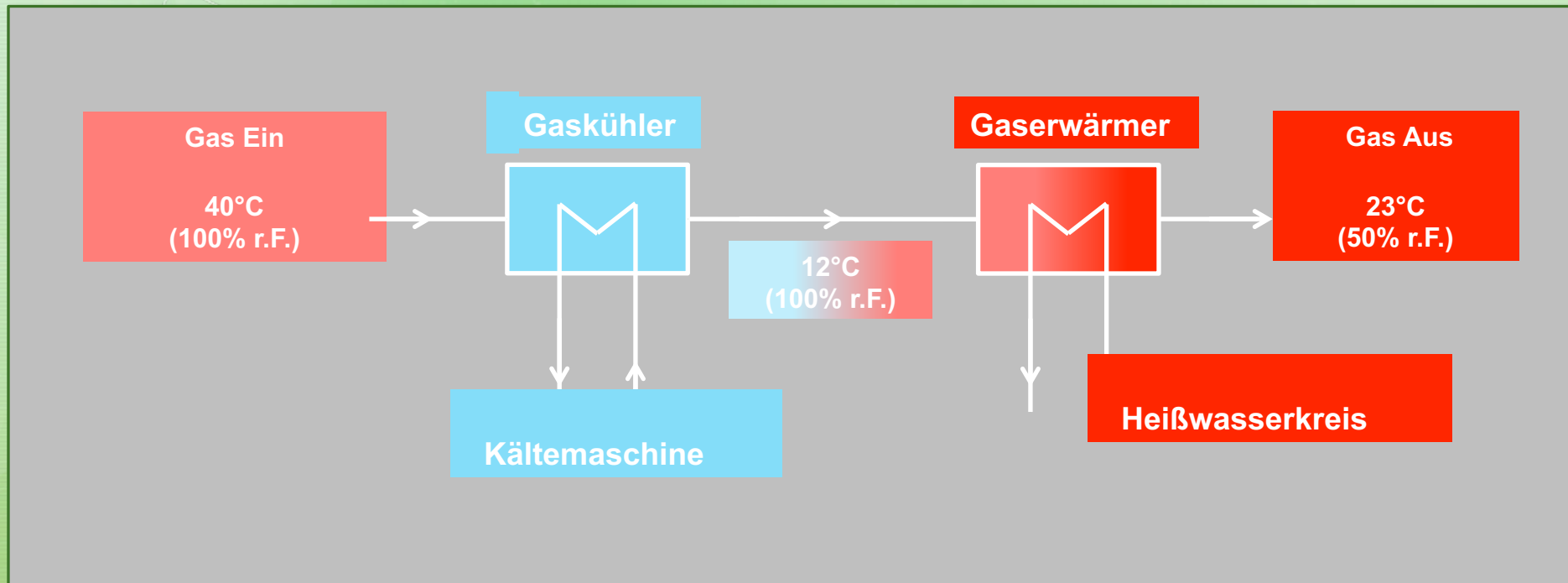
- Kühlung
- Wasserabscheidung
- Nacherwärmung
- Aktivkohlefilter-Behandlung
- Zuführung in die Gasregelstrecke des BHKWs



Fahrplan mit
täglich 2 Starts

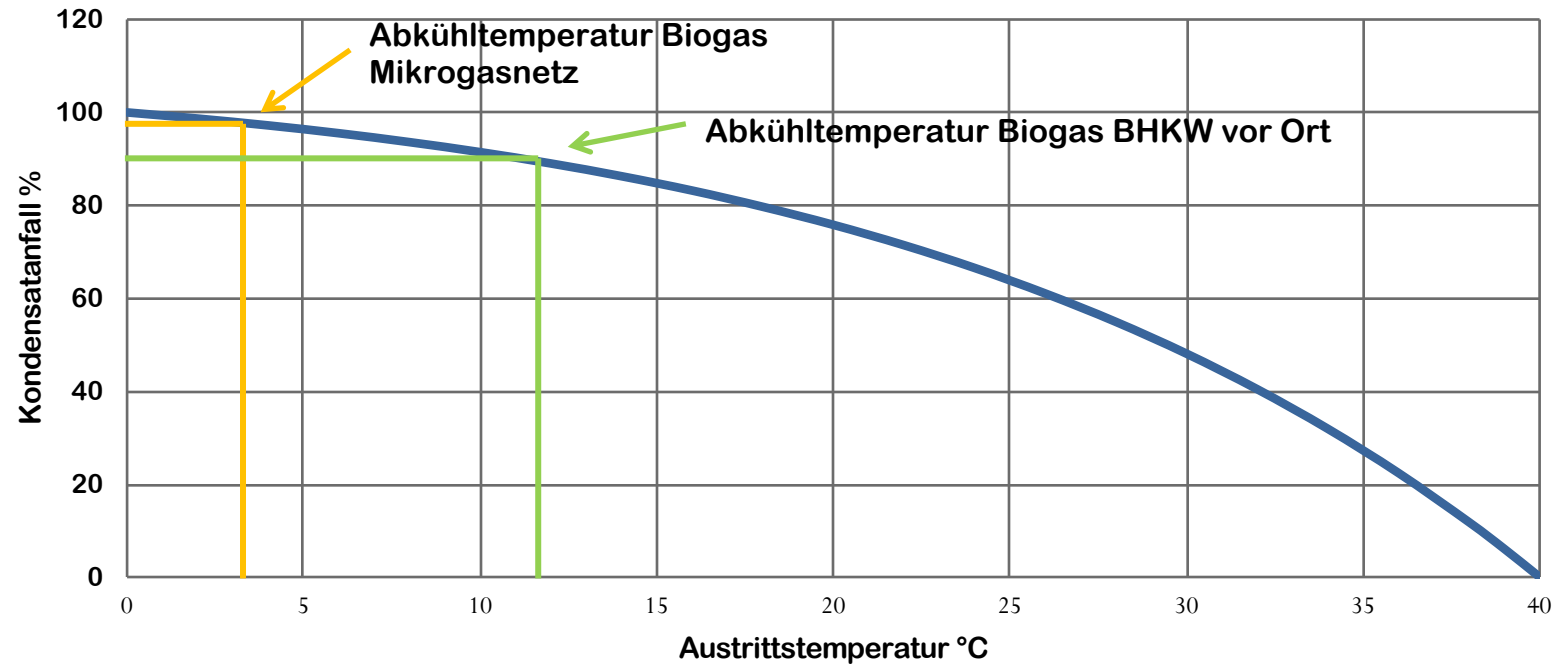


2. Biogasaufbereitung nach Entfeuchtung optimale Aufbereitung für Aktivkohleeinsatz



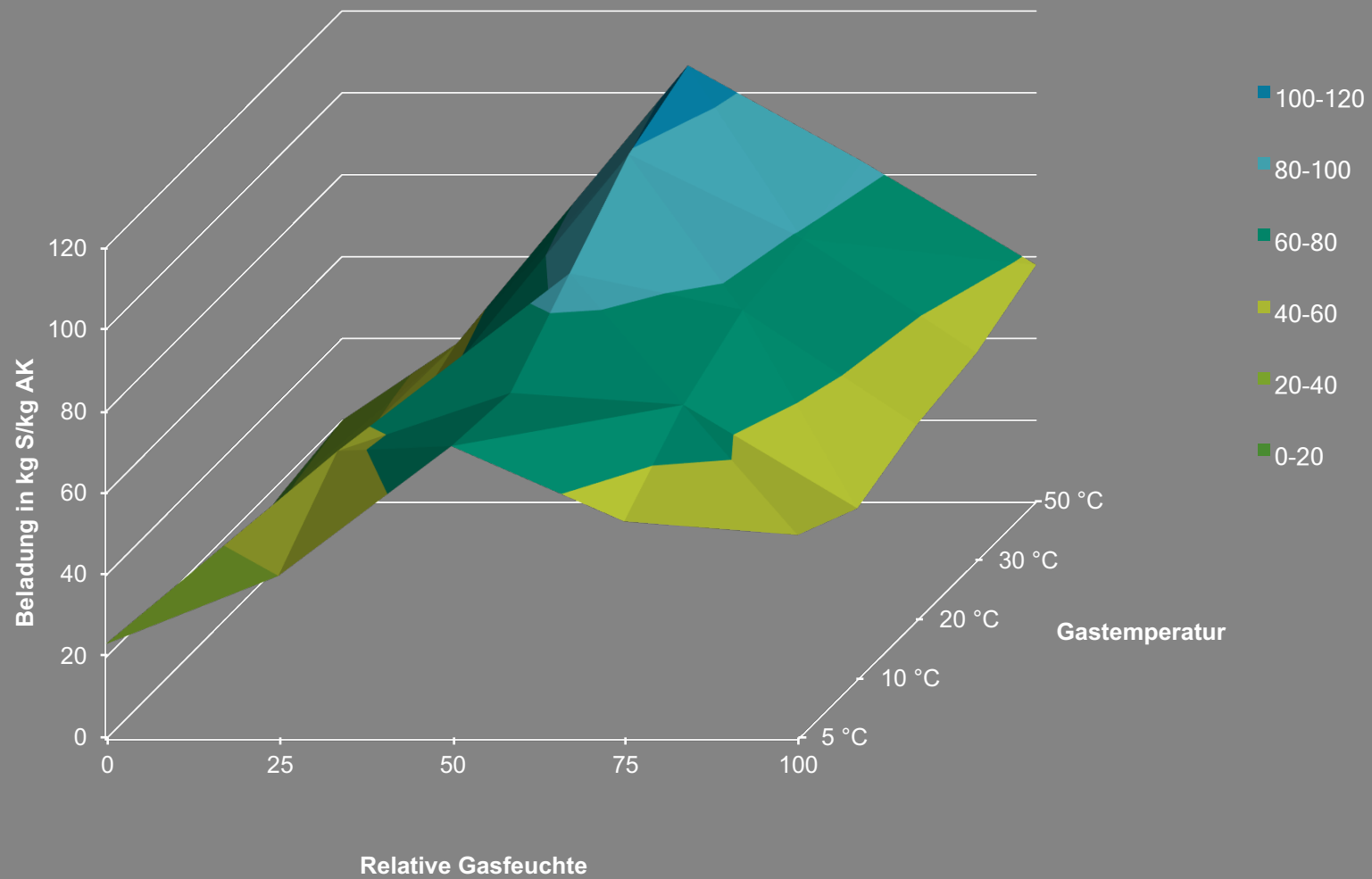
Quelle: Aprovis

Auf das technisch notwendige Maß abkühlen

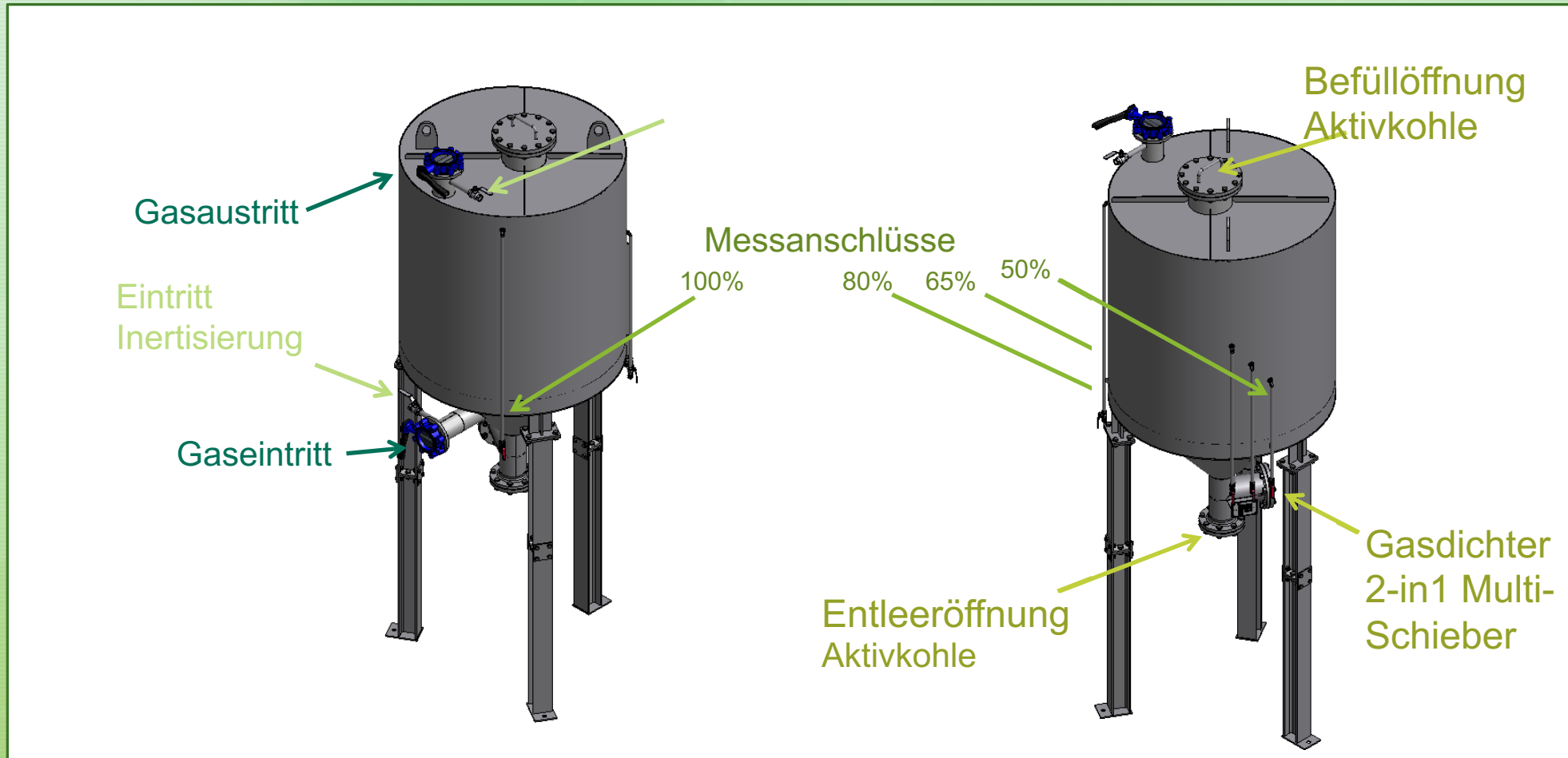


Quelle Aprovis

Beladungskurve Aktivkohle



2. Biogasaufbereitung : Aktivkohlefilter



2. Geregelte Biogaserwärmung nach Entfeuchtung

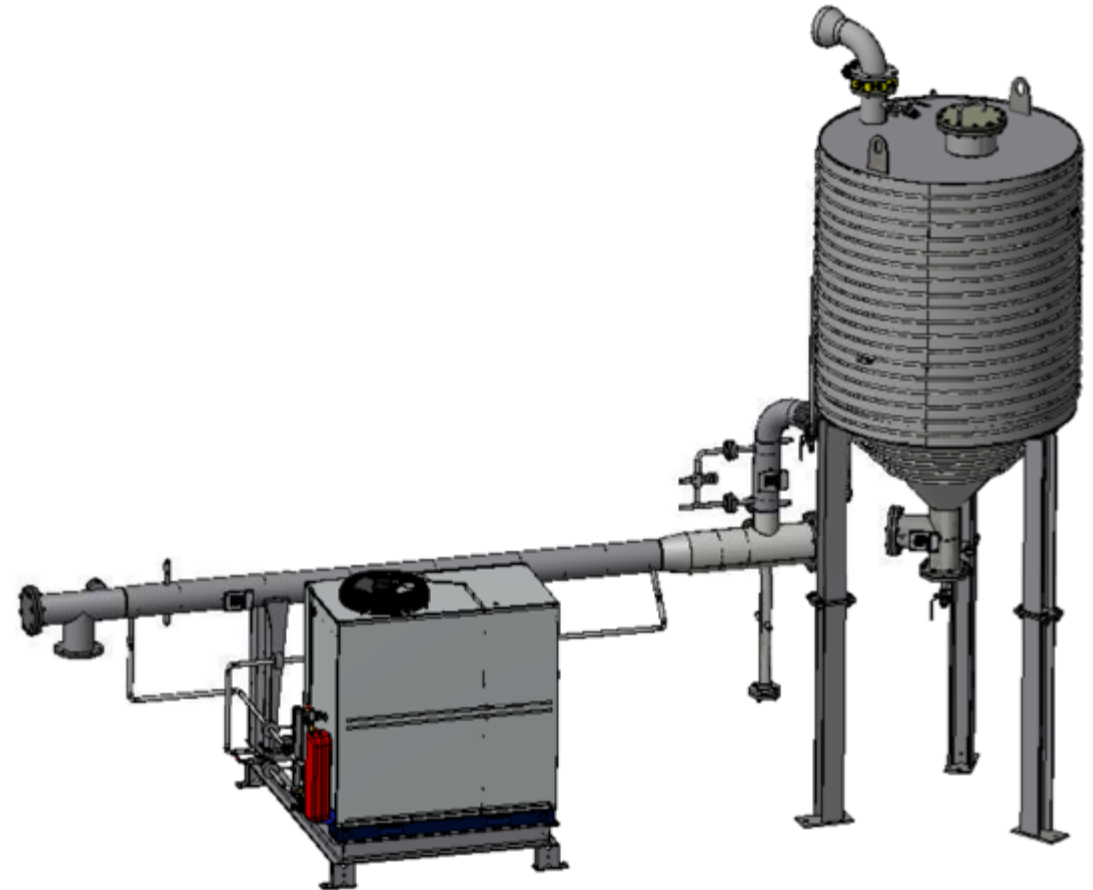
- Erwärmung durch Gasgebläse nach Entfeuchtung reicht nicht aus.
- Nacherwärmung aus Wärmepufferspeicher
- Biogas-Rohrleitung isolieren
- Aktivkohlefilter-Behälter vorwärmen auf 25°C, geregelt erwärmen
- Ziel : Kondensatbildung vermeiden und Wirksamkeit des Aktivkohlefilters sicherstellen



Kältebeständige Isolierung
verklebt, anschließend mit
Blechmantel umhüllt gegen
UV-Strahlung und Nager

Kältespeicher senkt
Kompressorlaufzeit

- **Warmwasser-Flexheizung** hält die Temperatur im Behälter auch in Stillstandszeiten konstant
 - Verhindert dadurch Kondensation im Behälter
 - *Kondensat im Behälter führt zu nasser Aktivkohle, die dann für bis zu 30 min keinen Schwefel absorbieren kann*
 - ▶ *Korrosionsschaden am AWT*



2. Kalt- und Warmwechsel für den Biogasmotor

- Moderne Gasmotoren sind auch gewichtsoptimiert: dünne Bauteilwände reagieren empfindlich auf Wärmeverzug
- Die Betriebsspiele in den Reibpaarungen Laufbuchse, Kolben, Kolbenring sind optimiert auf „Betriebstemperaturen“ eines durchgewärmten Motors
- Differenz Vorlauf-Rücklaufemperatur Motorkühlkreislauf soll im Betrieb $< 7^{\circ} \text{C}$ betragen
- Kühlkreislauf ist verantwortlich für „Wohlfühltemperatur“

2. Kalt- und Warmwechsel für den Biogasmotor

- Vorwärmung des Biogasmotors elektrisch nur als Back-up-Lösung, da betriebskostenintensiv
- Hydraulische Vorwärmung aus Wärmepufferspeicher kostengünstiger, da mit Fahrplandaten präzise vorgewärmt werden kann. (WPS in BHKW-Nähe oder extra WPS)
- Vorwärmung des Motors auf ca. 50-60°C Wassertemperatur, Ölerwärmung z.B. über Zirkulation durch Ölkühler

3. Belastungszustände im Flexbetrieb

Hauptbelastungsparameter:

1. Anzahl Motorstarts p.a.
2. Laufzeit nach Motorstart in Betriebsstd.
3. Jährliche Betriebsstunden
4. Volllastanteil in % an jährlichen Betriebsstd.



mehr Ereignisse mit Temperatur- und Druckveränderungen



3. Belastung im Flexbetrieb für den Motor durch **kluge Fahrplangestaltung** reduzierbar:

Hauptbelastungsparameter:

1. Anzahl Motorstarts p.a. : **< 650 Starts**
2. Laufzeit nach Motorstart in Betriebsstd. : **mindestens 2 Stunden nach Start, besser 3-4**
3. Jährliche Betriebsstunden: **2000-3500 Bh**
4. Volllastanteil in % an jährlichen Betriebsstd. : **> 95%**
5. Vollautomatische Steuerung, **sanfte und geplante Starts**



3. Belastung im Flexbetrieb für den Motor durch **Instandhaltungskonzept** verringerbar:

1. Statt starrer Fristen **Umrechnung der Verschleißvorräte** auf die neue Betriebsstunden-Verteilung
2. **Verkürzte Kontrollen** des erhöhten Kondensatanfalles wegen größerer Anzahl der Kalt-Warm-Wechsel: Kondensatschächte, Kondensatabläufe AWT, Isolierung der Leitungen
3. **Zustandsmessungen** Laufbuchsen, Endoskopie vor Austausch
4. **Lückenlose** Schmierölanalysen, **Dokumentation** der Betriebsmitteldrücke und Temperaturen in Kühlkreisläufen

3. Schmierölanalyse als Frühindikator von Motorschäden

Eigenschaften	Grenzwert	Prüfverfahren
Aluminium	max. 1 mg/kg pro 100 Bh	DIN 51396 (ICP OES / RFA)
Chrom	max. 0,5 mg/kg pro 100 Bh	DIN 51396 (ICP OES / RFA)
Kupfer	max. 2,5 mg/kg pro 100 Bh	DIN 51396 (ICP OES / RFA)
Eisen	max. 3 mg/kg pro 100 Bh	DIN 51396 (ICP OES / RFA)
Blei	max. 2 mg/kg pro 100 Bh	DIN 51396 (ICP OES / RFA)
Zinn	max. 1 mg/kg pro 100 Bh	DIN 51396 (ICP OES / RFA)



Auszug Grenzwerte gem. MWM TR 2105

Quelle :Caterpillar Energy Solutions GmbH



4. Beispiel 1: HBL 380 kW

400 kW 50.000 Bh,
thermische Probleme
Zylkopf+Zündkerzen

- Leistung reduziert um 2-3%
(Standzeiten s.o. erhöht)
- Milder Flexbetrieb : 1x 6 Std
täglich für Wärmepuffer-
speicher **p.a. 2190 Stunden**
- Kleiner Wärmepufferspeicher
Wärmebereitstellung

1200 kW neu

- Flexbetrieb 2x 3 Std täglich
- **2044 Std p.a.**
- Kann Wärmetechnisch
unterstützen
- Führt Strompreisspitzen aus



4. Beispiel 2: HBL 380 kW

400 kW 30.000 Bh,
Zwischenüberholung bei
32.000 Bh steht an

- Volle Leistung, Vorwärmung nachgerüstet
- Flexbetrieb : 2x 4 Std täglich für Wärmepufferspeicher
2774 Stunden p.a.
- Kleiner Wärmepufferspeicher Wärmebereitstellung

800 kW neu

- Flexbetrieb 2x 4 Std täglich
- **2774 Stunden p.a.**
- unterstützt Wärmetechnik
- Beide Aggregate fahren Strompreisspitzen aus

4. Servicekosten Flex

Kalkulationsparameter

- Anzahl der Starts p.a.
- Betriebsstunden p.a.
- Laufzeit in Std. nach Start
- Volllastanteil in % der Betriebsstunden

Größenordnung

- Hersteller machen Angaben zu Mindestbetriebsstunden
- Preisniveau pro kWh_{el} ohne Schmieröl reicht von < 1,0 Cent/kWh bis über 1,5 Cent
- abhängig von Motorgröße

Interessengemeinschaft Biogasmotoren unterstützt Betreiber für profitablen (Flex-) Betrieb

IG Biogasmotoren e.V.
Osterstr. 58
20259 Hamburg

info@ig-biogasmotoren.de
<http://ig-biogasmotoren.de>
Tel. 040 60847746



Michael Wentzke
Geschäftsführer

Sie erhalten als Teilnehmer dieses
Flex-Praxisworkshops

3 Flex-Checklisten als PDF zugemailt,
wenn Sie mir eine SMS nur mit dem
Stichwort *flex-checklisten*, einem
Leerzeichen und Ihre *Emailadresse* an

0177 1789317

senden

