

Verbesserung der Nährstoffversorgung von ökologisch bewirtschafteten Flächen durch die Aufbereitung des Leguminosenaufwuchses in Biogasanlagen

Ergebnisse eines Forschungsprojekts gefördert durch:
Bayerisches Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten
Bearbeitung: Dr. Vasilis Dandikas und Rainer Kissel

Rainer Kissel, Institut für Landtechnik und Tierhaltung
Biogas-Convention; 12.09.2023

Gliederung

- Ausgangslage und Motivation
- Ziel
- Versuchsdurchführung
 - Meilensteine
 - Material & Methoden
- Ergebnisse
- Zusammenfassung
- Fazit

Ausgangslage und Motivation

- Drastische Zunahme der ökologisch genutzten Flächen: 350.000 auf 1,8 Mio ha (1996 bis 2022 – bundesweit)
- Bayern: knapp 12.000 Öko-Betriebe fast 415.000 ha (13 % LNF)
- Umstellungsbetriebe oft ohne Tierhaltung (zwischen 2015 und 2017: 40 %)
- Limitierte Nährstoffversorgung im ökologischen Landbau
 - Wirtschaftsdünger
 - Leguminosen in der Fruchtfolge (Mulchen)

+

Verbesserung der Nährstoffversorgung durch die Vergärung des Leguminosenaufwuchses in Biogasanlagen

-

Instabiler Biogasbildungsprozess (NH_4^+ / NH_3 Toxizität)

Ausgangslage und Motivation – Bayerische Pilotbiogasanlagen

Bay. Pilotbetriebe - Anlagenmonitoring (2012 bis 2015)

Biobetrieb - Substratmix: *17 % Geflügelmist*
 56 % Kleegrassilage

Durchschnittswerte erste Stufe (n = 29):

Ammonium: **4.693** mg/L (Soll: < 3000)

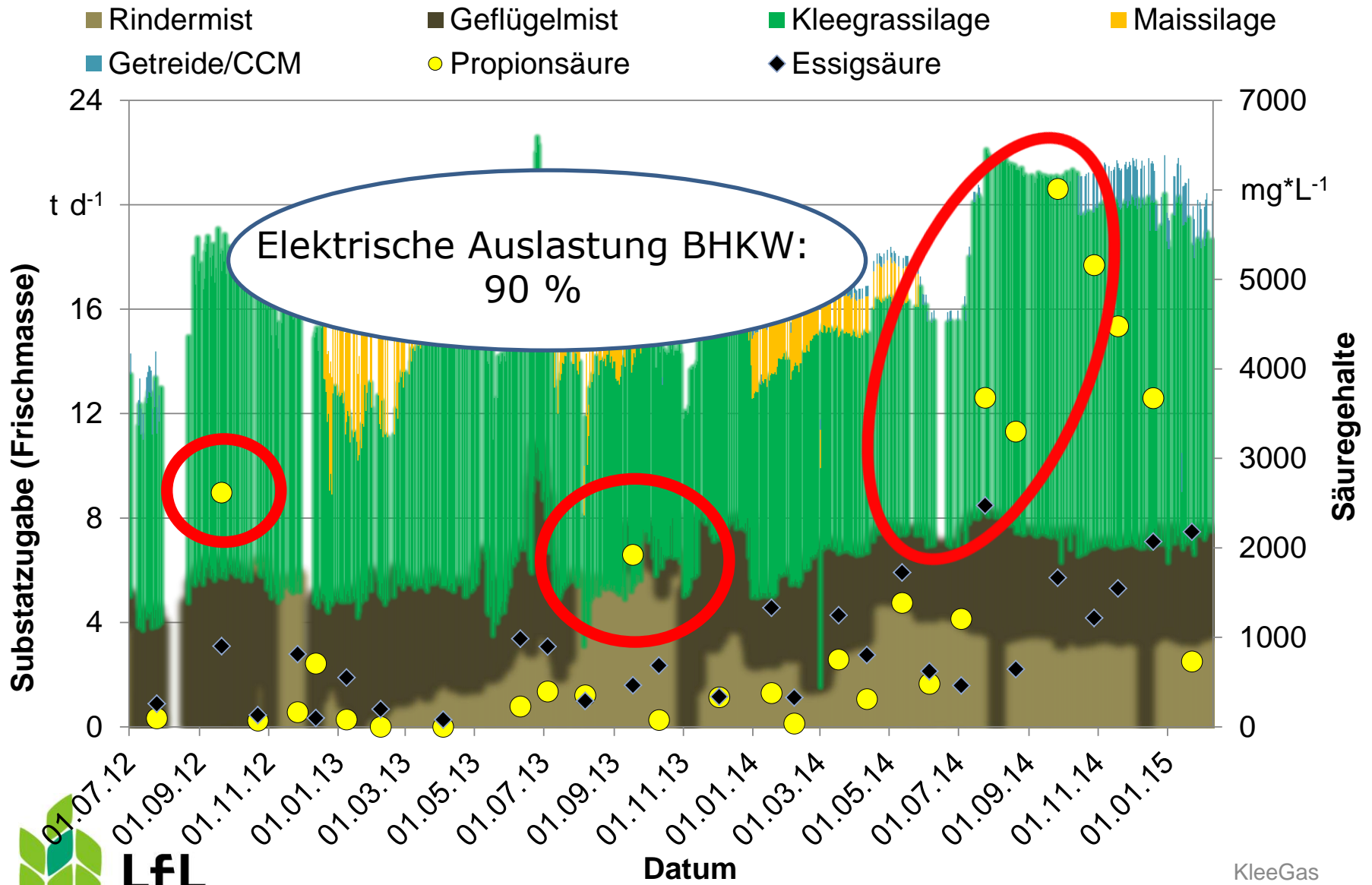
Ammoniak: **1.360** mg/L (Soll: < 600)

Essigsäure: **870** mg/L (Soll: < 3000)

Propionsäure: **1.331** mg/L (Soll: < 1000)

Sollwerte nach Effenberger et al. 2008

Ausgangslage und Motivation – Ergebnisse (Praxis)



Wie funktioniert das?

Hypothese:

- *hoch angepasste aber sehr sensible Biologie*
- *Anregung der Essigsäurebildung durch CCM*

Offene Fragen:

- Anhand welcher Parameter ist eine Störung schnell erkennbar
- Wie genau können sie zuverlässig und möglichst schnell beseitigt werden
- Können sie bereits im Vorfeld verhindert werden

Versuchsdurchführung – Fütterungsstrategie

1. *Kurativ (Varianten 1 + 2): Zusatzfütterung bei Störungen mit schnell verfügbaren, stickstoffarmen und wasserreichen Einsatzstoffen*
2. *Präventiv: (Varianten 3 + 4):
Einstellung des C/N-Verhältnisses auf (16 : 1)*

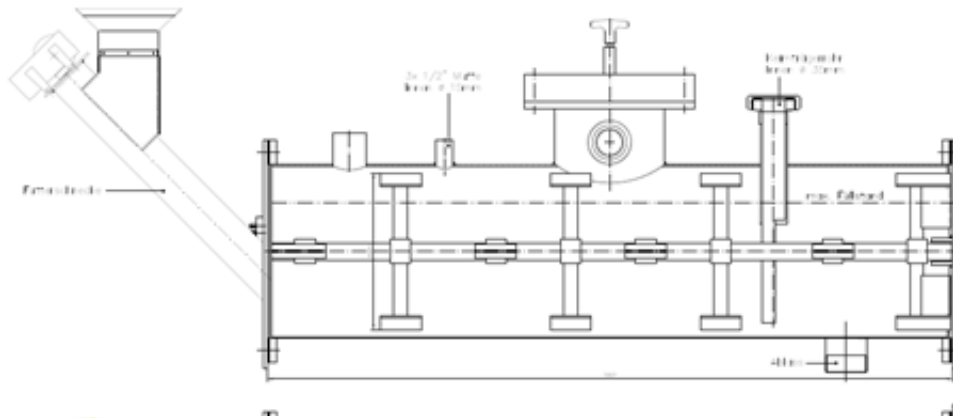
	Kleegras- silage	Rinder- gülle	Körner- maisstroh
Variante 1	70	30	
Variante 2	100	0	
Variante 3	60	20	20
Variante 4	70	0	30

Bei Störungen: 20 : 70 : 10 (KG : RG : CCM)

Versuchsdurchführung – technische Einrichtungen

4 x 40 l Fermenter

- Langsames Horizontalarührwerk
- Fütterung 2 x täglich
- RB: 4 kg oTM/m³·d
- Temperatur: 45 °C
- Verweilzeit: 60 bis 80 Tage
- Spurenelemente: alle vier Wochen



Versuchsdurchführung – Anfahrphase

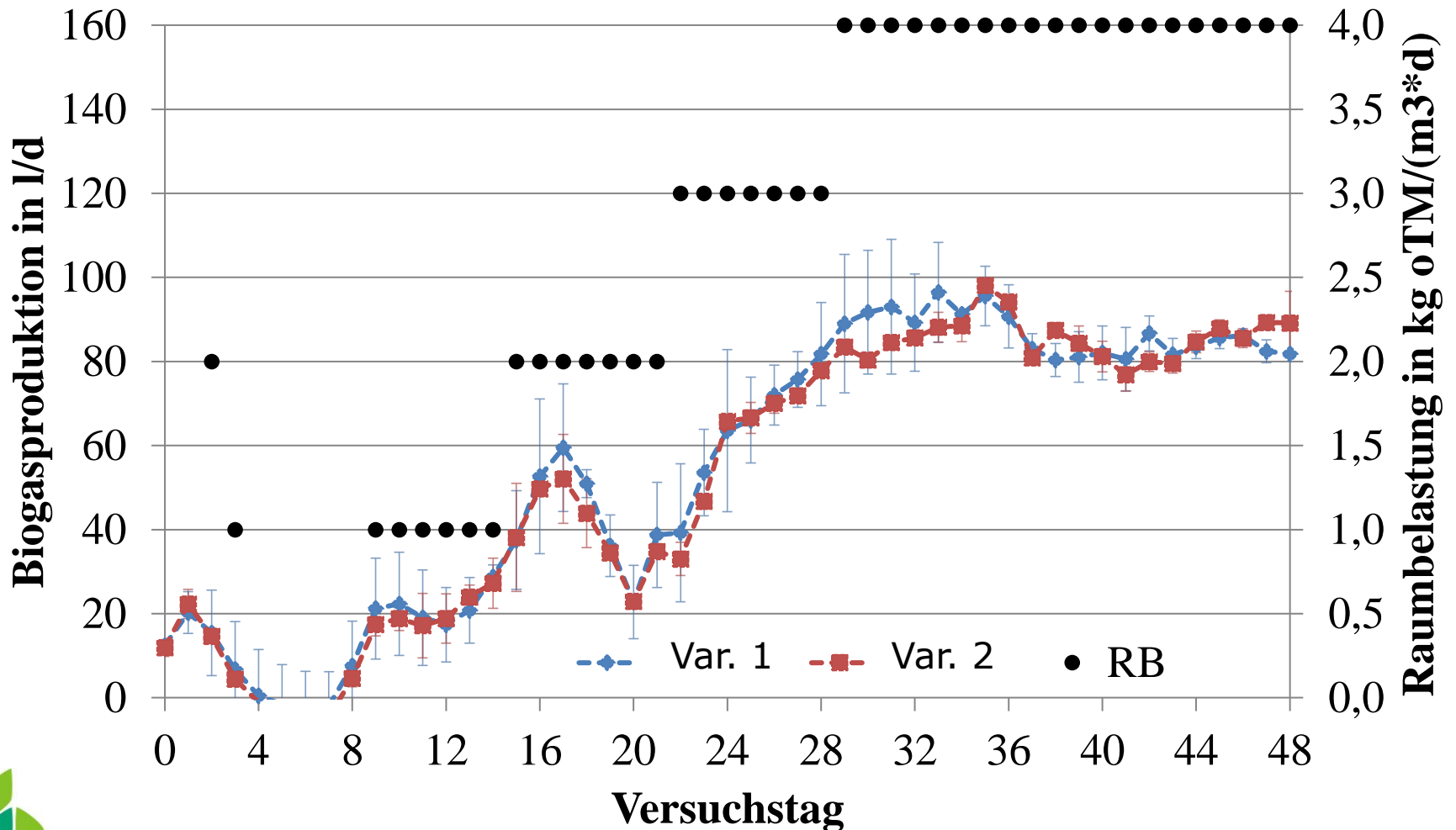
Gärrest eines Biobetriebs verdünnt auf TS = 12 %

Impfmateriale

Zweck: erhebliche Beschleunigung der Anfahrphase:

Versuchsdurchführung - Anfahrphase

Startphase mit 30 % RG und 70 % KG (bez. auf FM)



Versuchsdurchführung – Regelbetrieb

Tägliche Fütterung jeder Variante für ca. ein Jahr mit:

TS-Gehalte der Ausgangsmaterialien:

- Gülle: 7 %
- Kleegrassilage: 36 %
- KMS: 40 %
- Nur im Störfall: CCM: 66 %

Stündliche Erfassung von:

- Gasproduktion- und Zusammensetzung, Temperatur

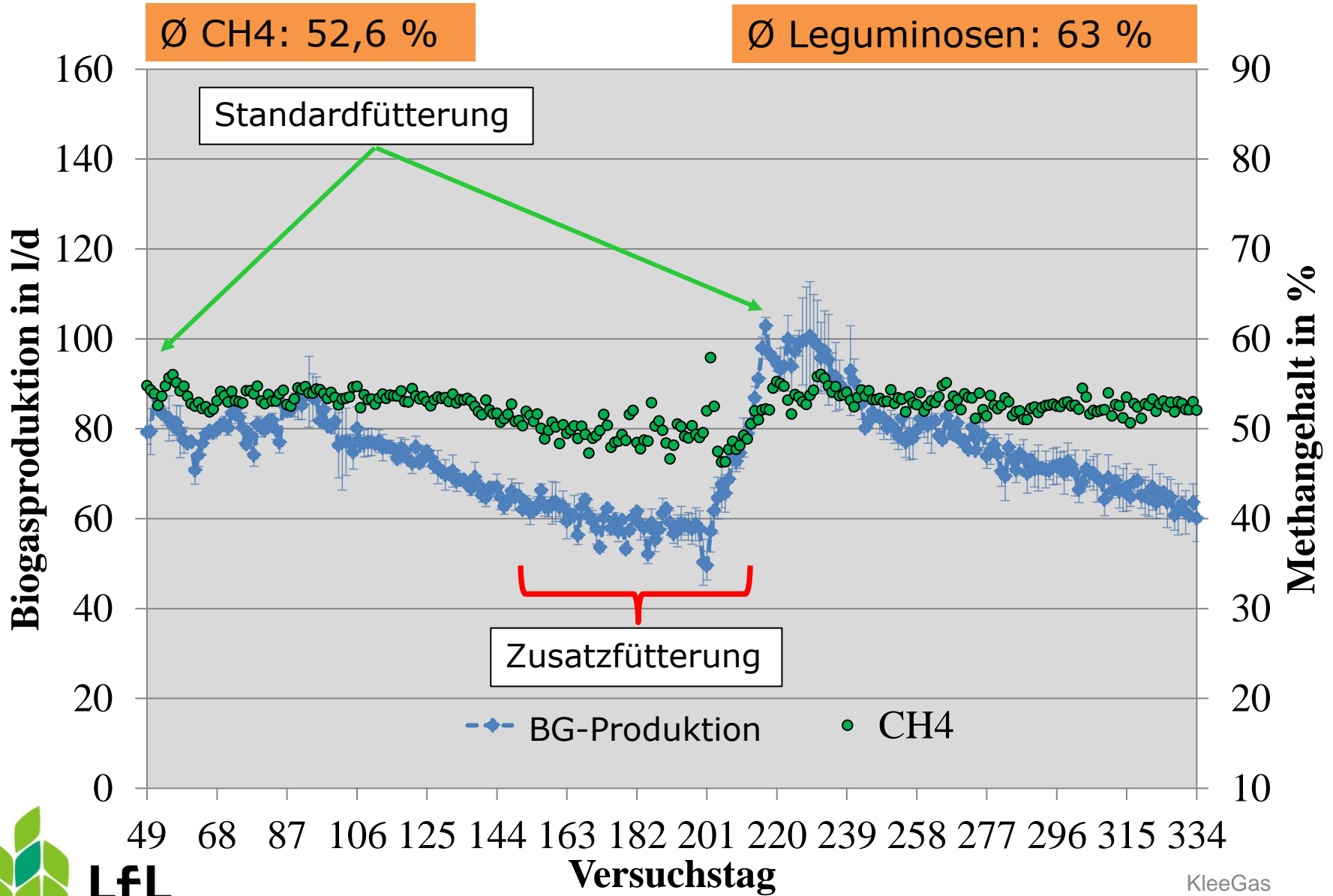
Alle zwei Wochen Probenahme:

- oTM, NH₄-N, pH, FOS/TAC, Säurespektrum

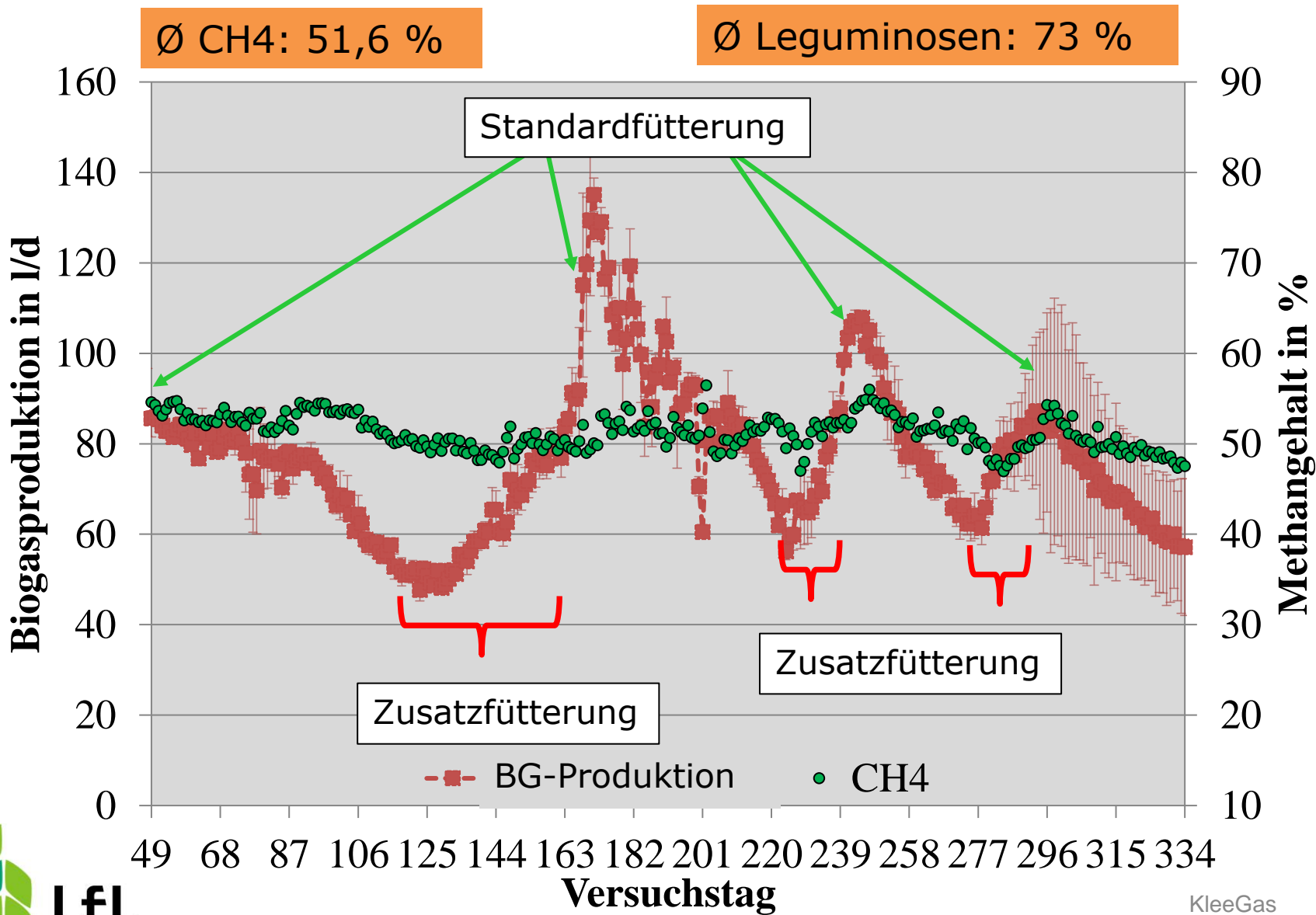
Jährlich:

- Methanpotentiale der Ausgangsmaterialien

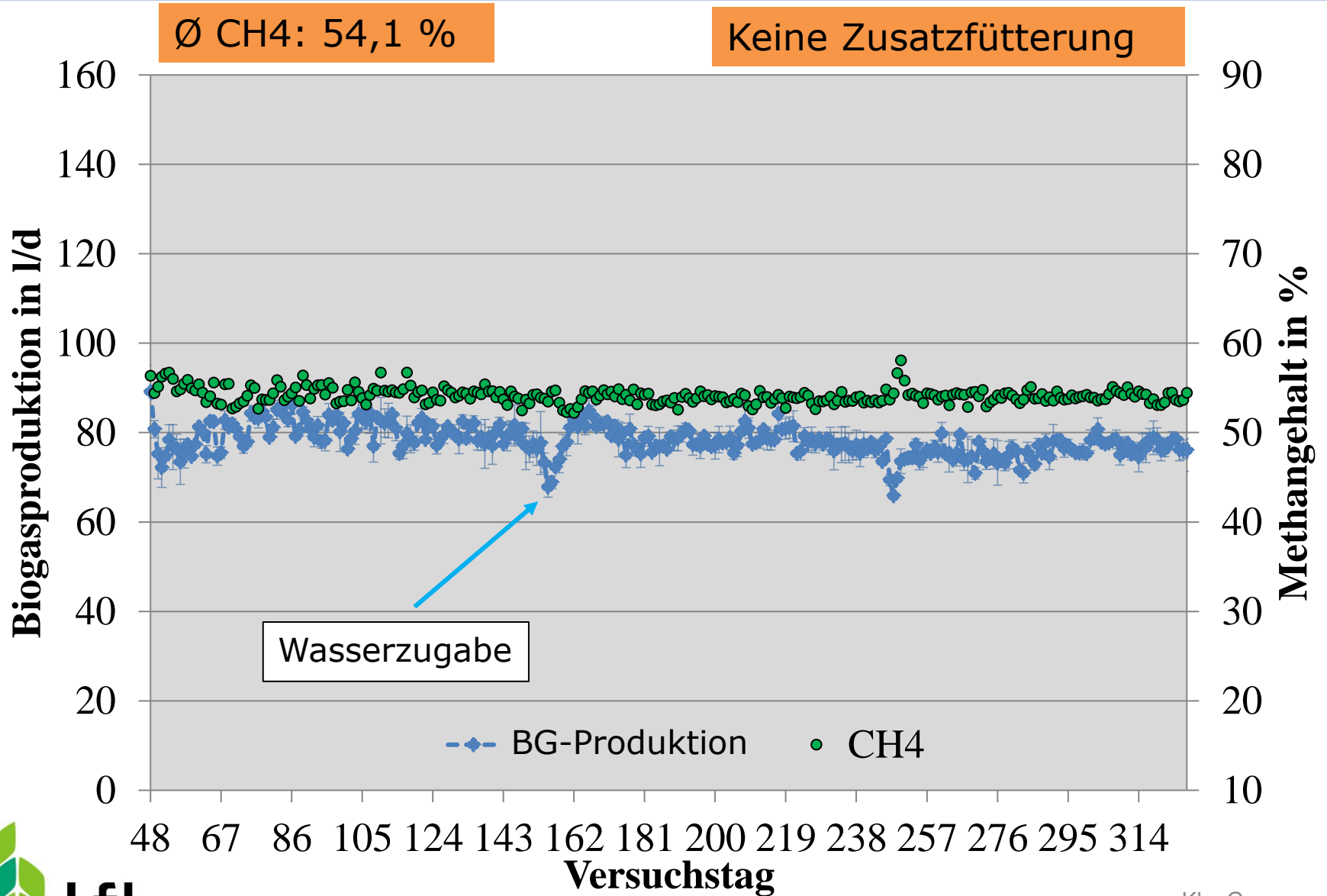
Ergebnisse: Gasbildung - Variante 1 - (70 % KGS + 30 % RG)



Ergebnisse – Gasbildung -Variante 2 (100 % KGS)



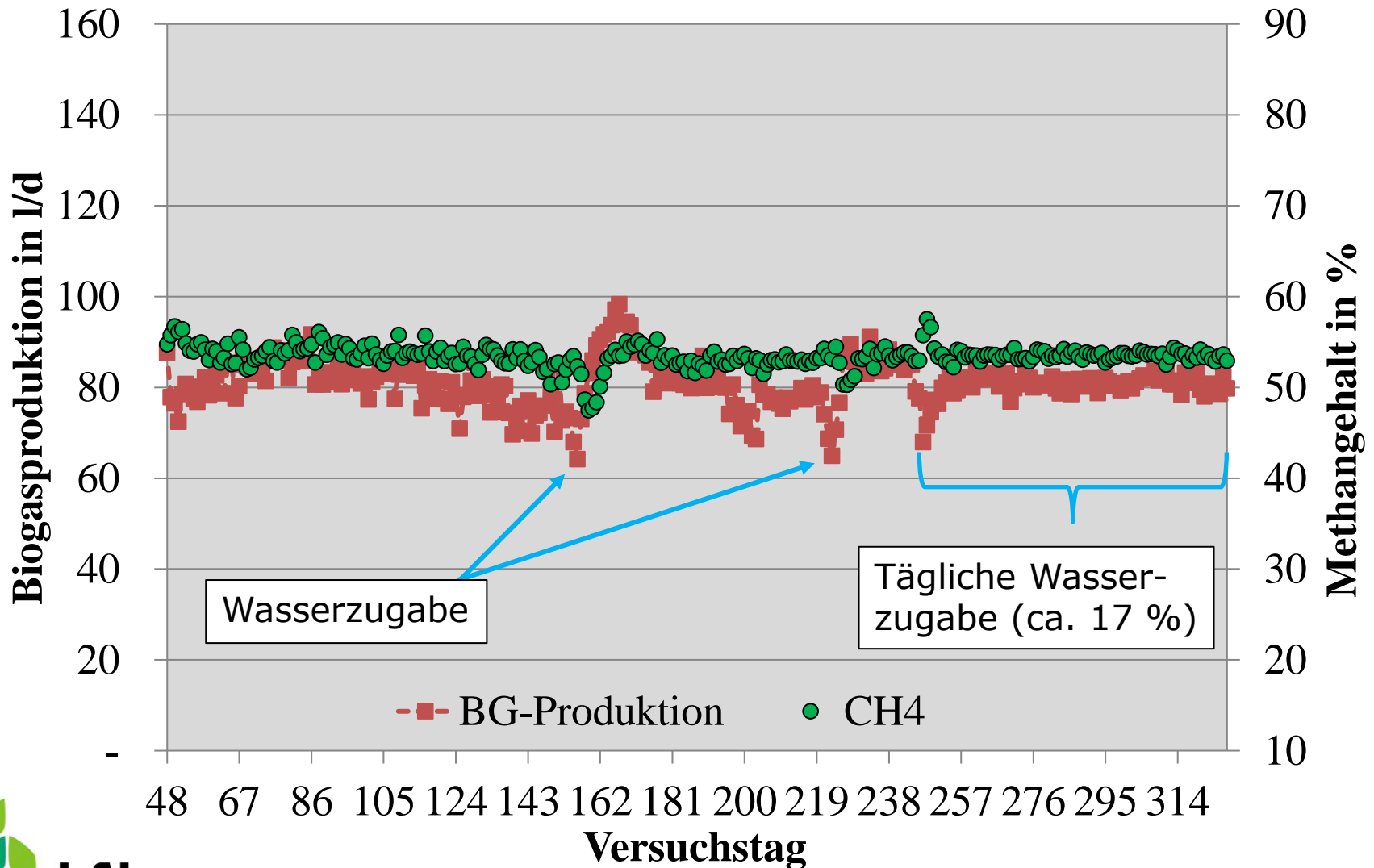
Ergebnisse – Gasb. – V. 3 (60 % KGS + 20 % RG + 20 % KMS)



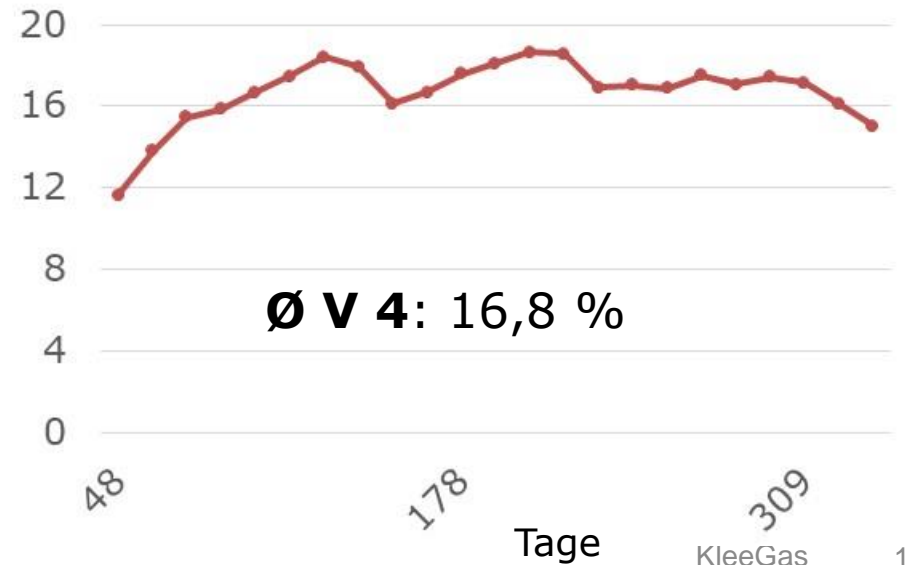
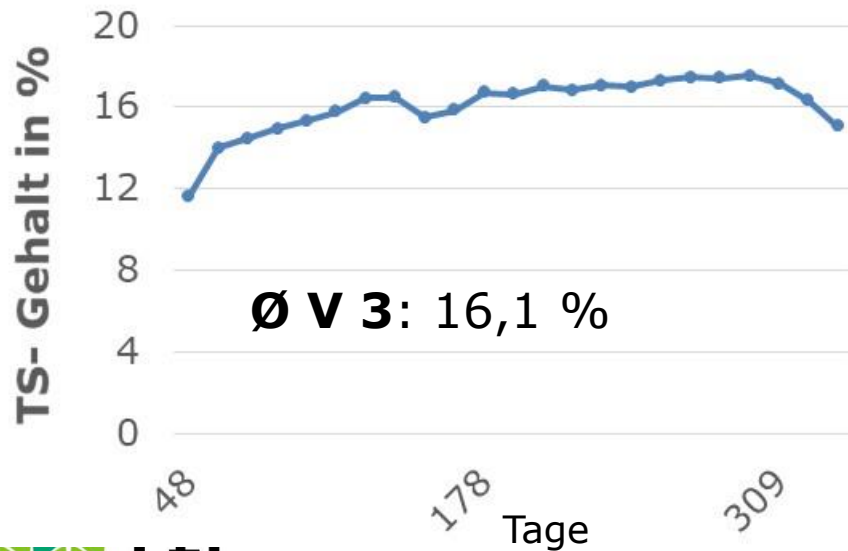
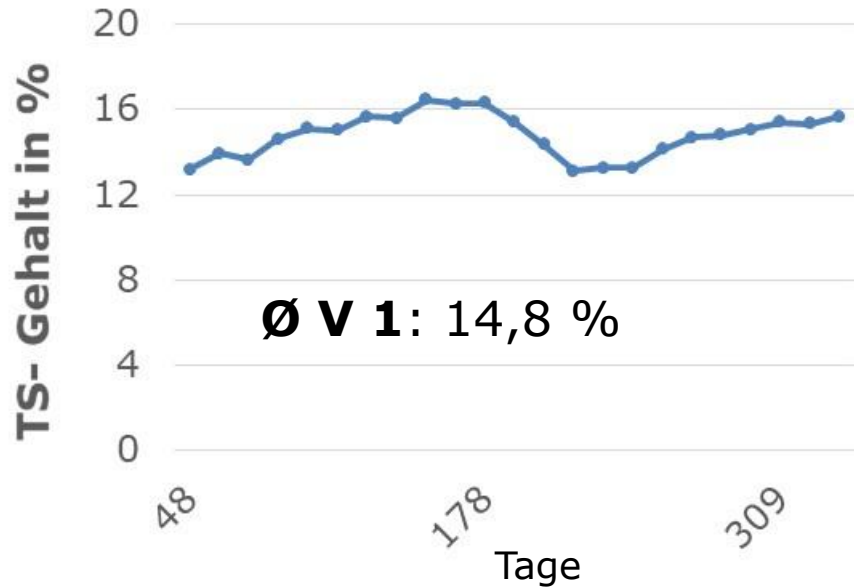
Ergebnisse – Gasbildung -Variante 4 (70 % KGS + 30 % KMS)

Ø CH₄: 53,4 %

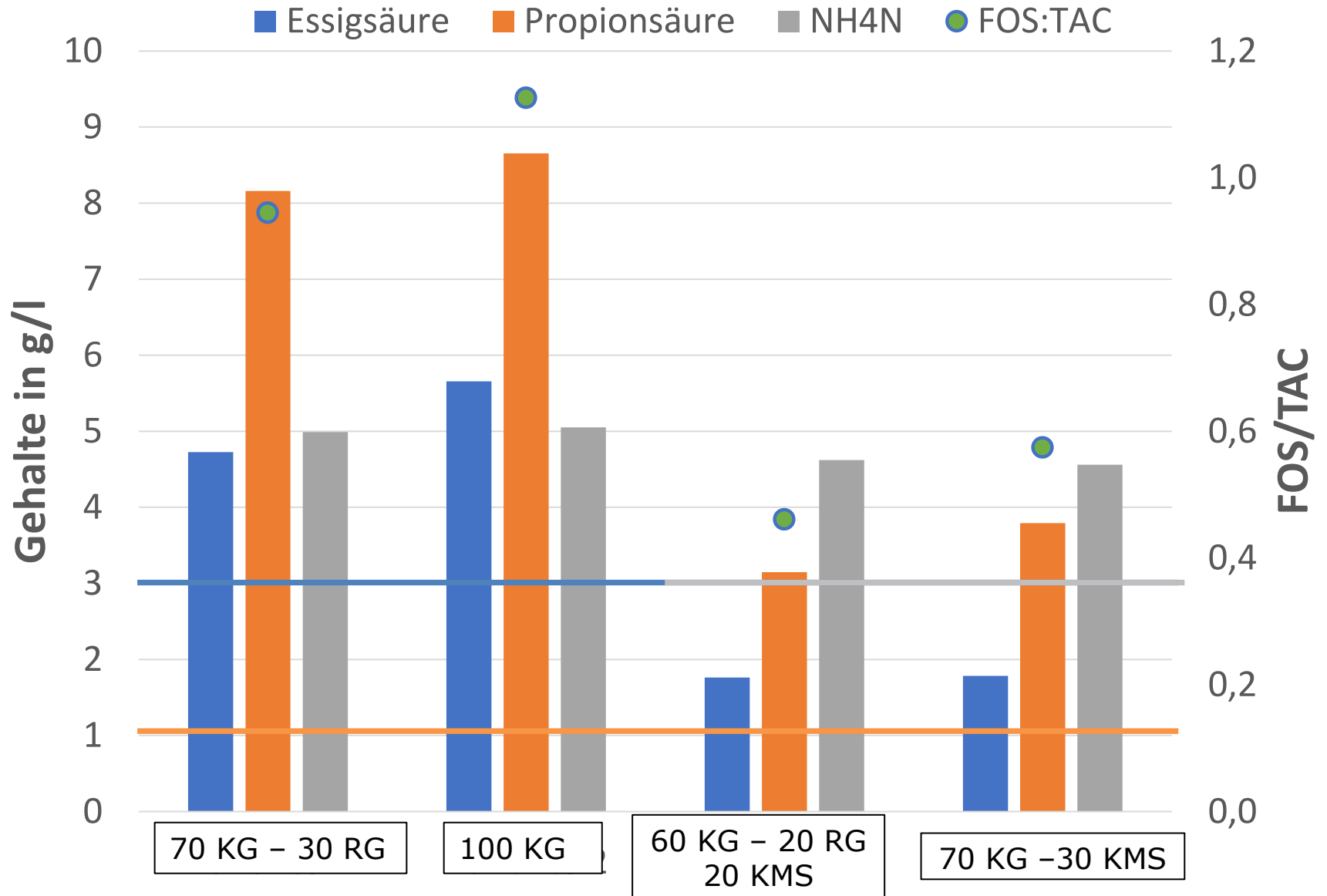
Keine Zusatzfütterung



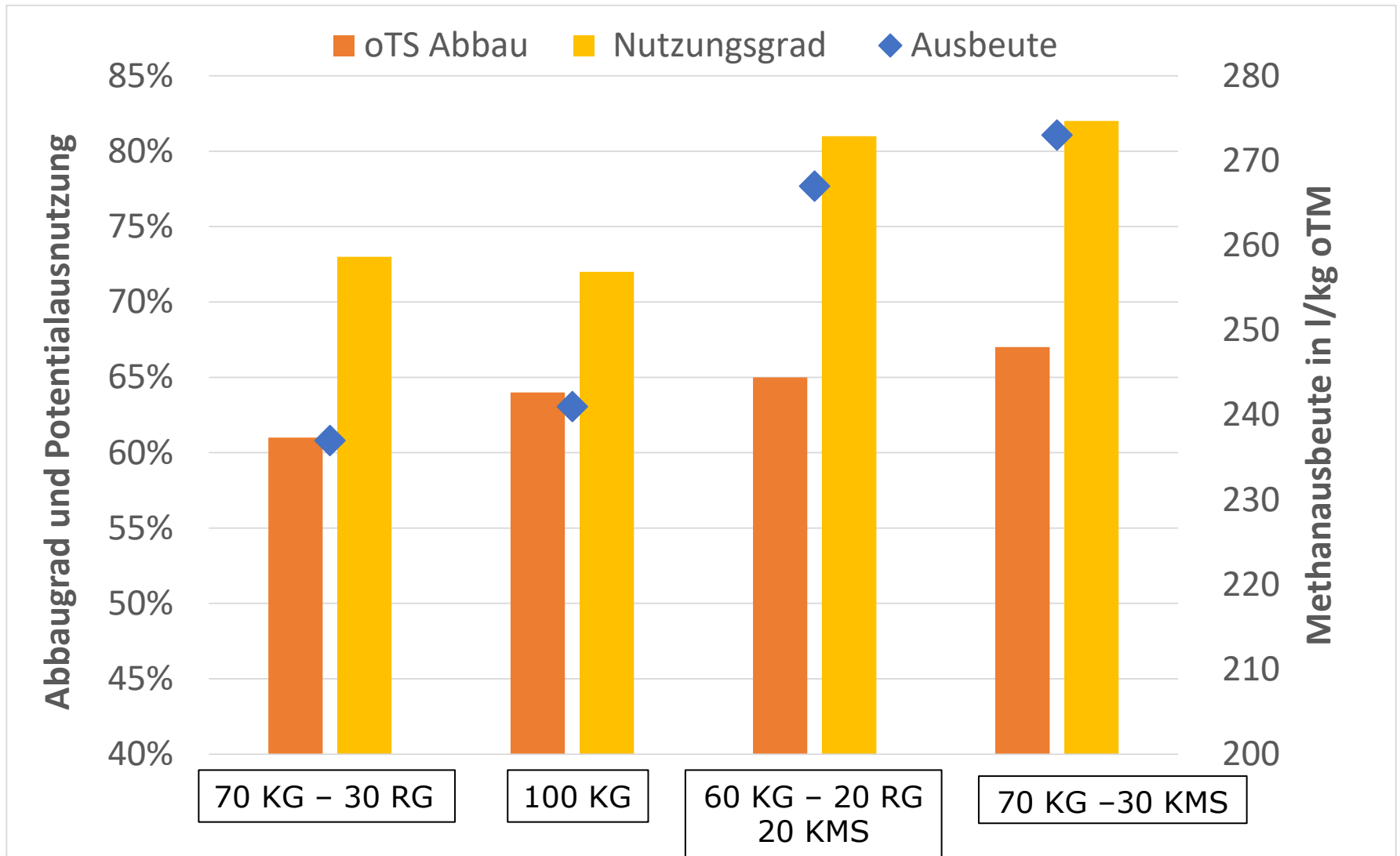
Ergebnisse: TS-Gehalte



Ergebnisse – Prozessindikatoren



Ergebnisse – Ausbeuten und Abbaugrade



Zusammenfassung – Einsatz hoher Leguminosenanteile

- **Methanausbeuten** relativ hoch zw. 240 und 270 m³/t oTM
- **oTS - Abbau** (erste Stufe) zufriedenstellend
- Deutliche Überschreitung der gängigen **Richtwerte** für Prozessindikatoren
- Definition aussagekräftigerer Indikatoren: **CH₄** und **Produktivität**
- Maßnahmen zur Störungsbeseitigung innerhalb **2 Wochen wirksam**
- **Störanfälligkeit** bei Varianten **ohne KMS** hoch
- Störungsfreier Betrieb der Varianten mit **C/N = 16 / 1**, aber TS-Anreicherung erfordert Verdünnung
- **Rindergülleinsatz** in beiden Systemen stabilisierend
- Hohe **NH₄⁺-N-Gehalte** in allen Varianten (ø zw. 4,5 und 5 g/l)
- Hohe **TS-Gehalte** in allen Varianten

Fazit - Einsatz hoher Leguminosenanteile

- Sorgfältige **Überwachung** von **CH₄** und **Gasproduktion** der Verwendung der gängigen Indikatoren vorziehen!
- Bei Störungen hilft der Einsatz von RG und CCM rasch
- Der Einsatz von **KG** zu **100 %** ist **nicht** zu **empfehlen**
- Auch **70 % KG** und **30 % RG** erfordern **höchste Aufmerksamkeit**
- 30 % stickstoffarme, kohlenstoffreiche Substrate (**C/N = 16 / 1**) stabilisieren wirksamer
- erfordern aber von Zeit zu Zeit eine Verdünnung
- Der Einsatz von **RG** wirkt sich **immer** vorteilhaft aus
- Hoher Düngewert des Gärrests
- Robuste Technik erforderlich (wegen hoher **TS-Gehalte**) und
- **Nachgärbehälter** (Potential nur zu 70 bzw. 80 % genutzt)

Leguminoseneinsatz in Biogasanlagen

Danke für Ihre Aufmerksamkeit!

