

Chancen und Perspektiven für den Bau und Weiterbetrieb güllebasierter Biogasanlagen

Mark Paterson, Ursula Roth

Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V. (KTBL)

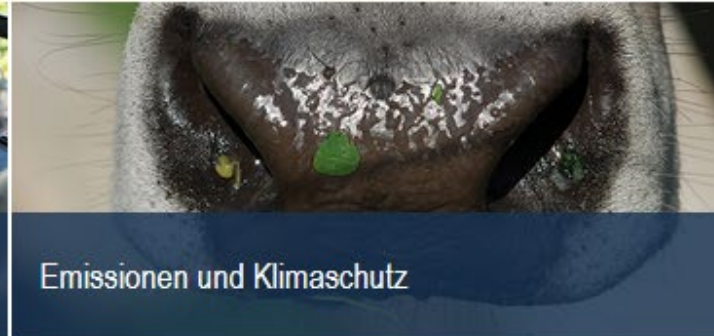
Online-Seminar „Zukunftsperspektiven der Güllevergärung in Deutschland“ am 28.6.2023
im Rahmen der FNR-Seminarreihe „Vergärung von Wirtschaftsdüngern“

Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V.

- Geschäftsstelle in Darmstadt
- Über 100 Mitarbeiter
- Organisiert als gemeinnütziger Verein
- Institutionelle gefördert durch das Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL)
- Auftrag des KTBL:
Technologietransfer für den landwirtschaftlichen Bereich



Arbeitsschwerpunkte



Kernaufgaben

Kalkulationsdaten
für Landwirtschaft
erheben &
aufbereiten

Stand der Technik
beschreiben & neue
Verfahren bewerten

Forschungsvorhaben
initiieren,
koordinieren,
bearbeiten



Gesprächsplattform

Zuarbeit für Politik
& Verwaltung

Mitwirken an
nationalen und
internationalen
Regelwerken

Informationsangebote - Beispiel Biogas



Veröffentlichungen, z.B.

- Gasausbeute in landwirtschaftlichen Biogasanlagen
- Biogasanlagen effizient betreiben
- Schwachstellen an Biogasanlagen verstehen und vermeiden



Konferenzen und Workshops, z.B.

- FNR/KTBL-Kongress „Biogas in der Landwirtschaft – Stand und Perspektiven“



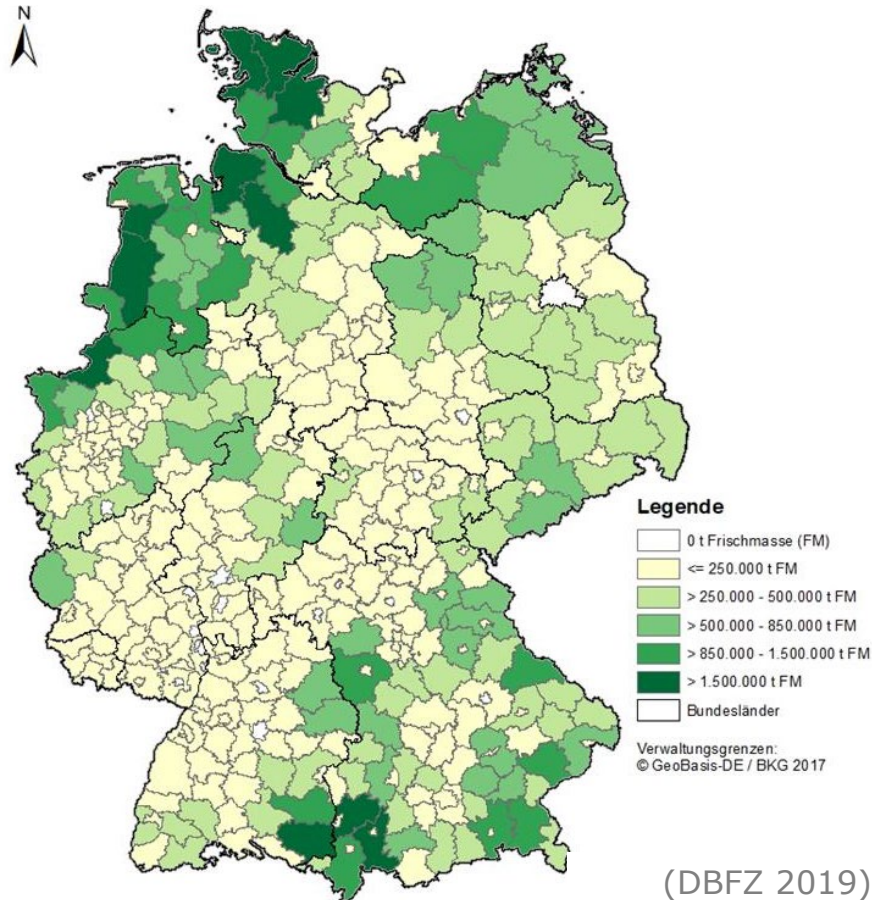
Online-Anwendungen

- Planungshilfe für neue Biogasanlagen
- Planungshilfe für Bestands-Biogasanlagen



Wirtschaftsdüngerpotenzial und Biogasproduktion (Vor-Ort-Verstromung)

Regionale Verteilung der techn. Potenziale für Exkreme von Rindern und Schweine (aufsummiert, in t pro Jahr) auf FM-Basis



(DBFZ 2019)

- Im Jahr 2021 kamen über 50% der EE aus Biomasse
 - Biogas lieferte rund 13% des EE-Stroms und fast 10% der erneuerbaren Wärme
 - Hinzu kommt die Nutzung von Biomethan im Strom/Wärme- und Verkehrssektor
- Biogas/Biomethan sind somit ein wichtiger Bestandteil des deutschen Versorgungssystems
- Zudem leistet es noch einen aktiven Beitrag zum Emissionsschutz
 - Rund 50% der Einsatzstoff- und etwa 19% der Energiemengen aus landwirtschaftlichen BGA stammen aus tierischen Exkrementen
 - Dennoch sind derzeit etwa 2/3 des technischen WD-Potentials ungenutzt

THG-Minderung durch die Gülle-Vergärung

Methanbildung bei der Lagerung von 1 m³ Rindergülle

Berechnung nach landwirtschaftlichem Emissionsinventar (KTBL nach Rösemann et al. 2021, IPCC 2006)

Ausgestaltung Gülle-/ Gärrestbehälter	offener Güllebehälter		Güllebehälter feste Abdeckung mit Zelt ¹⁾	Biogasnutzung	
	ohne natürliche(r) Schwimmdecke	mit		Gärrestlagerung offen	gasdicht
Methanproduktion in m ³ CH ₄ /m ³ Gülle	3,13	1,84	3,13	18,4 ²⁾	
Treibhausgasemissionen	in kg CO ₂ äq/m ³ Gülle				
NH ₃ (indir. N ₂ O)	2,42	0,61	0,24	0,77	0,00
N ₂ O	0,00	12,2	12,2	12,2	0,00
CH ₄	56,3	33,1	56,3	18,9	6,6 ⁴⁾
Summe THG	58,7	45,9	68,7	31,8	6,6

**WIRTSCHAFTSDÜNGER VERGÄREN
METHAN-EMISSIONEN EINSPAREN**

250.000 t Methan pro Jahr
Offene Güllelagerung

bis zu 90 % weniger Methan pro Jahr
Güllevergärung in Biogasanlagen

Emission in die Atmosphäre

zum großen Teil energetisch genutzt

¹⁾ nicht gasdicht; „emissionsmindernd“ => NH₃-Minderung

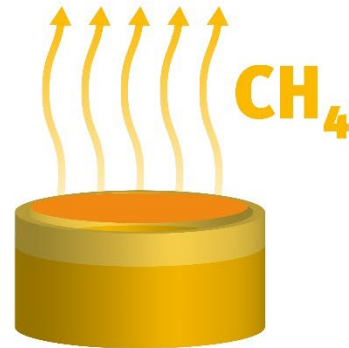
²⁾ energetische Nutzung

³⁾ Annahme: Restgaspotenzial 3,7%; bis zu diesem Wert laut TA-Luft offene Gärrestlagerung zulässig (Nachweisführung)

⁴⁾ nicht vermeidbare Methanemissionen beim Anlagenbetrieb: Diffusion durch Folien, Schlupf; d.h. „best practice“

THG-Minderung durch die Gülle-Vergärung

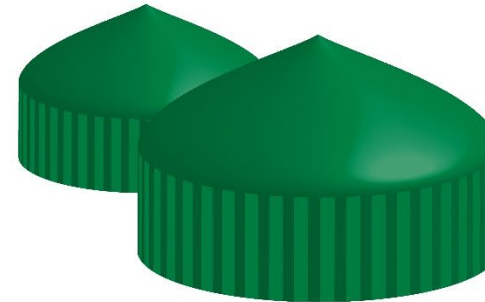
**250.000 t
Methan pro Jahr**



**Offene
Güllelagerung**

Quelle: FNR nach KTBL

**bis zu 90 % weniger
Methan pro Jahr**



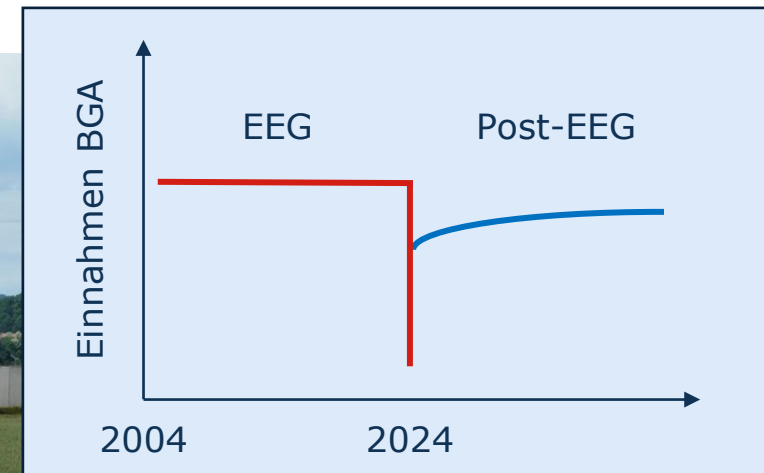
**Güllevergärung in
Biogasanlagen**

© FNR 2023

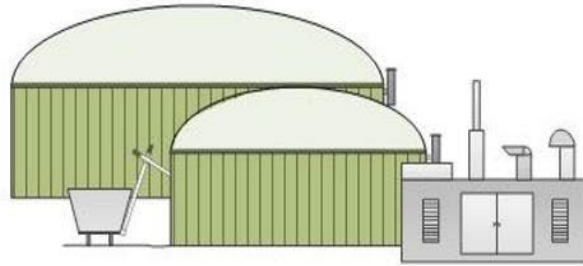
**bei gasdichter Lagerung der Gärreste
und Minimierung der CH₄-Verluste**

Hintergrund Post-EEG

- Die EEG-Vergütungsgarantien für Bestandsanlagen (1. Förderperiode) enden nach 20 Jahren
→ Wie kann es nach 20 Jahren EEG-Förderung weitergehen?
- „Post-EEG-Problematik“ gewinnt zunehmend an Relevanz
→ wie können Betreiber nach Ablauf der 1. Förderperiode rentabel EE produzieren?
- Die Weiterbetriebskonzepte sind grundsätzlich möglich, aber technisch / ökonomisch herausfordernd
→ Diversifizierung der Erlöse – Zusatzerlöse durch Gärprodukt, CO₂, Systemdienstleistung, etc.?



Unter welchen Bedingungen ist ein Weiterbetrieb von Biogasanlagen nach Auslaufen der EEG-Förderung wirtschaftlich?



Basis-Modellanlagen
(Grundlage)

„ausschreibungsertüchtigt“
(EEG 2021)



Zusatzoptionen für Weiterbetrieb

Option 1
Substratwechsel

Option 2
**Nahwärmenetz/
Mikrogasnetz**

Option 3
**Anlagen-
flexibilisierung**

Option 4
Biomethan

Option: Substratwechsel (Sub 5)

▪ Anpassung

- Im Vergleich zu den Basis-Modellen: Maissilage halbiert (red. auf 20%) und durch Maisstroh (erh. auf 13%) sowie Pferdemist (erh. auf 7%) ersetzt.
- Beim Einsatz von WD wird davon ausgegangen, dass sie am Standort der Biogasanlagen anfallen und durch ihre Nutzung keine zusätzlichen Kosten entstehen.
- Bei Koppelprodukten wie dem hier betrachteten Maisstroh schlagen sich die Kosten für Ernte, Transport und anteilige Gärrestausbringung im veranschlagten Preis nieder.
- BGA-Erweiterung mit Substrataufbereitung (mech. Verfahren) in Flüssigeinbringsystem

▪ Effekte

- sinkender Substratbedarf
- geringere Substratkosten
- höherer Gasertrag (Annahme +5%)
- zusätzl. Substratechnik
- höherer Stromverbrauch

		Maissilage	Maisstrohsilage	Pferdemist	Rindermist
TS	%	35	50	31	25
oTS	%	95	90	82	85
Biogas	m³/t oTS	660	522	351	450
Methangehalt	%	54	53	56	56
Methanertrag	m³/t FM	118,5	124,5	50,0	53,6
Substratpreis	€/t FM (Ernte)	35	30	5	0
Silierverluste	%	12	8	0	0
spez. Substratpreis	€/m³ CH₄	0,34	0,26	0,10	0
1t FM ersetzt ... t Maissilage			1,05	0,42	0,45

Option: Ausbau Wärmenetz (Wärme 5)

▪ Technische Anpassungen

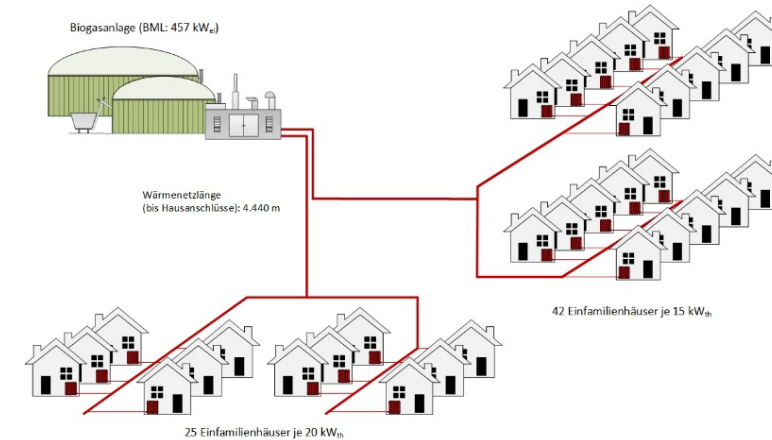
- Bau eines Wärmenetzes inkl. Peripherie
- Zwei Hauptleitungsstränge mit jeweils zwei Nebenleitungen

▪ Auswirkungen:

- Steigerung extern genutzter Wärmemenge von bis 64% (bezogen auf die anfallende BHKW-Abwärme)
- Höherer Wärmeerlös

▪ Hemmnisse:

- Große Entfernung zur Wärmesenke (hohe Netzverluste)
- geringer Wärmeabsatz

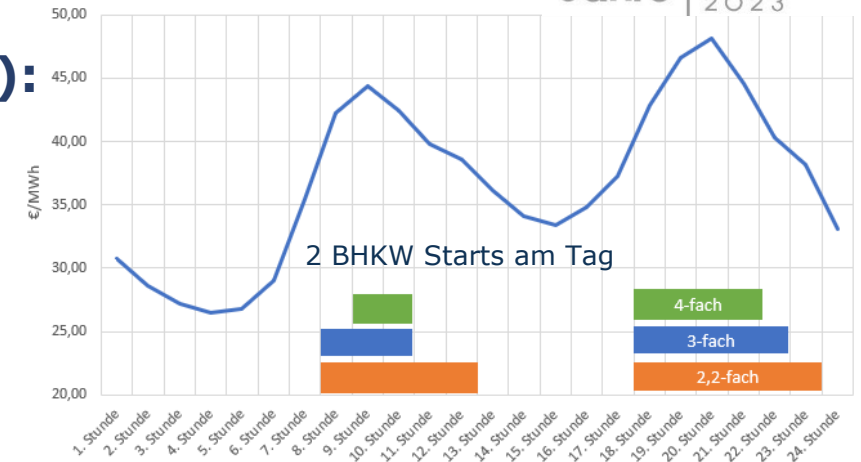


Bemessungsleistung	457 kW _{el}
Nahwärmenetz	Nahwärme 5
Netzlänge (Doppelrohr)	4.920 m
Wärmepufferspeicher	250 m ³
Wärmeabnehmer	77
Wärmeanschluss (indir. Wärmeübergabestation inkl. Hilfsenergie)	27 x 15 kW _{th} 44 x 20 kW _{th} 6 x 100 kW _{th}
Ext. Wärmenutzung	69%
Wärmelieferung	3,9 MWh

Option: Anlagenflexibilisierung (3-flex/ 4-flex)

Technische Anpassungen Basis-Modell 5 (457 KW_{el}):

Basismodell	Basis 5	
Anlagenmodell	3-Flex 5	4-Flex 5
Installierte Leistung	1.500 kW	2.000 kW
Überbauungsfaktor	3,3	4,4
Substrateinsparung (WG)	328 t/a	470 t/a
2. BHKW inkl. Gasreinigung	1.000 kW	1.500 kW
Trafo	2.500 kVA	3.500 kVA
Ext. Gasspeicher	1.600 m ³	2.100 m ³
Wärmepufferspeicher	200 m ³	200 m ³



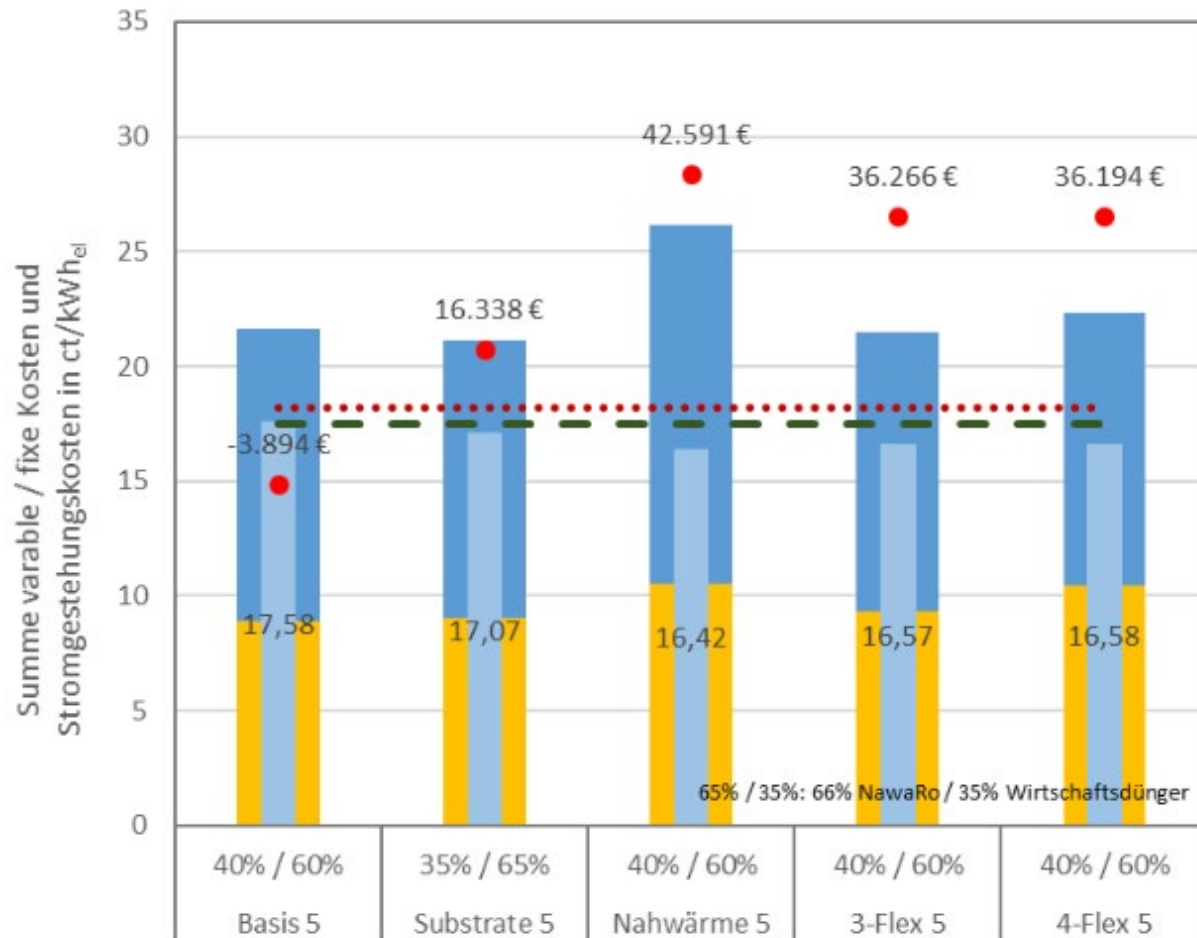
Auswirkungen:

Mehreinnahmen aus Flex-Betrieb

Überbauungs-faktor	Durchschnittlich jährlicher Spotmarktpreis
2,2-Fach	0,56 Ct/kWh
3,3-Fach	0,65 Ct/kWh
4,4-Fach	0,73 Ct/kWh

EPEX-Einnahmen: Grundlage sind die durchschnittlichen jährlichen Spotmarktpreise der vergangenen 4 Jahre.

Modellanlage 457 kW BML / 60 % WD



Vergleich zu den Basis-Modellen

- Sub5: Verminderte Substratkosten (ca. 36 k€/a) stehen geringen technischen Mehraufwand gegenüber (Resultat: -1,14 Ct/kWh_{el})
- NaWä5: nötigen Mehrinvestitionen ca. 770 k€. Dem stehen Einnahmesteigerungen von 225 k€ (5,64 Ct/kWh_{el}) gegenüber
- 3-flex: Mehreinnahmen (Flex-Zuschlag und DV) steigen um 0,82 Ct/kWh_{el} (3-Flex)
- 4-flex: Mehreinnahmen (Flex-Zuschlag und DV) steigen um 1,71 Ct/kWh_{el} (4-Flex)



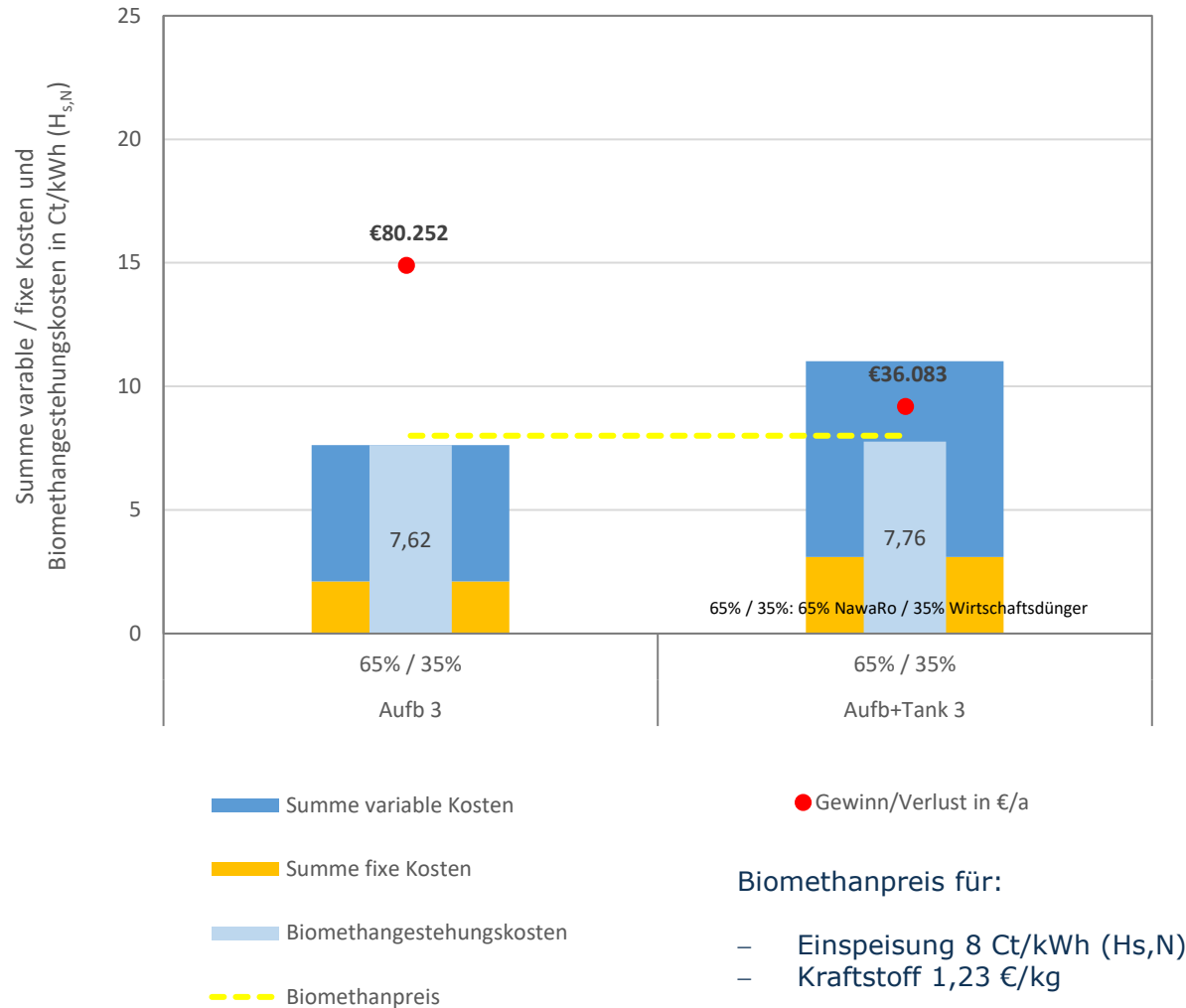
Die RED II: Vorteile für BGA mit hohem Wirtschaftsdüngeranteil

- Die Erneuerbare-Energien-Richtlinie der EU (RED II) Verpflichtung zur Nachhaltigkeitszertifizierung für BGA ab 2 MW Feuerungswärmeleistung
- Minderungsverpflichtungen im Vergleich zu fossilen Referenzen
 - für Strom-, Wärme- und Kälteerzeugung aus Biomassebrennstoffen $\geq 70\%$ bis 12/25, danach $\geq 80\%$
 - für Biokraftstoffe seit 01/21 $\geq 65\%$
- Teilnahme an der Treibhausgasminderungsquote im Verkehrssektor
=> Vergütung der Emissionsminderung im Vergleich zur fossilen Referenz (Diesel/Benzin)

Bearbeitung der Thematik im KTBL im FNR-geförderten Verbundvorhaben BIOKRAFT und Überarbeitung/Neuaufgabe der KTBL-Schrift 495 „Biomethaneinspeisung“
- hohe Gutschriften für Wirtschaftsdüngereinsatz wegen vermiedener Emissionen im Vergleich zur konventionellen Güllelagerung

Option: Biomethan:

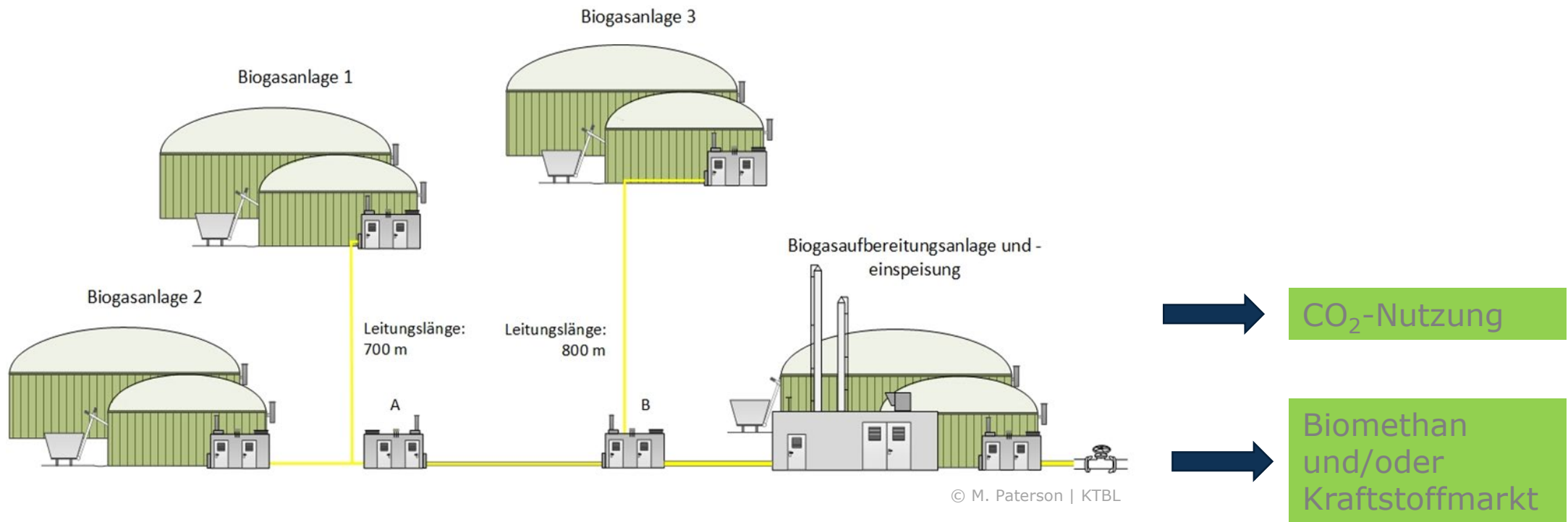
Modell 913 BML // 500 m³/h Rohgas // 35 % WD



- Mehrkosten für Betriebsstoffe und Wartungen/Reparaturen um 25% höher im Vergleich zur Basis
- Etwa gleich hohe Einnahmen wie Basis
- Mögliche Einnahmen aus THG-Quotenhandel oder CO₂-Nutzung sind hier nicht berücksichtigt!
 - Der Quotenpreis ist z.T. sehr schwankend:
2022 bei über 400 €/t CO₂
2023 ca. 250 €/t CO₂
- Wirtschaftlicher Betrieb ist trotz erheblicher Steigerung der variablen Kosten möglich

Biomethan-Option: Anlagenpooling (Rohgas-Cluster)

- Dabei schließen sich mehreren Biogasanlagen über ein Mikrogasnetz zusammen, um eine gemeinsame Biomethan-Produktion und Gasnetzeinspeisung zu ermöglichen
- Diese Verfahrensoption kann für Anlagen mit geringerer Rohgasmenge eine (Post-EEG)-Alternative zur bisherigen Vor-Ort-Verstromung darstellen
 - Kostendegression durch größere Aufbereitungsanlage übersteigt im Regelfall die Mehrosten für den Bau von Biogasleitungen



<https://www.zukunftbiogas.de>



Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Empfehlungen für die Praxis



KTBL-Betriebsmodelle

[» mehr lesen](#)



Machbarkeitsstudien

[» mehr lesen](#)



Konzeptbeschreibungen

[» mehr lesen](#)



Post-EEG-Rechner Biogas

[» mehr lesen](#)

Die Biogas-Rechner des KTBL

<https://www.ktbl.de/webanwendungen>

Nutzung ist kostenlos



Neuanlagen



Planungshilfe für neue landw. Biogasanlagen

Bestandsanlagen (Post-EEG)



Planungshilfe für landw. Bestandsbiogasanlagen

1. Nach der dynamischen Modellierung einer individuellen Bestands-Biogasanlage - Rohgasproduktion

2. Auswahl von (Teil-)Anlagen für Weiterbetrieb [SOLL-BGA]



- inkl. Wärmeauskopplung
- Flexibilisierung (4fach)
- Biogas-Leitung und Satelliten-BHKW
- Biomethan (gängige BGAA-Verfahren)
- CNG-Tankstellen (optional)

Verbundvorhaben „BIOKRAFT“

Leitfaden und Online-Anwendung zur Produktion und Bereitstellung erneuerbarer Kraftstoffe als Geschäftsfeld für landwirtschaftliche Biogasanlagen

Projektdauer: 1. November 2022 bis 30.04.2024

Weitere Informationen unter www.ktbl.de/themen/b/biogas-biokraft



Institut für Biogas
Kreislaufwirtschaft & Energie



Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

- Wirtschaftsdüngervergärung ist ein wirkungsvoller Beitrag zum Klimaschutz
- Baulich, technisch und betrieblich müssen die Anlage einen hohen Stand aufweisen, da hohe Retrofit-Kosten einen wirtschaftlichen Post-EEG Betrieb erschweren od. ausschließen
- Ein rentabler Weiterbetrieb ist vor allem für Anlagen $\geq 500 \text{ kW}_{el}$ möglich
 - Einfluss des Anlagenzustands und Standortbedingungen erhöhen sich für kleinere BGA
- Nahwärmekonzepte zeigten sich wirtschaftlich besonders interessant
 - Erfolg hängt allerdings maßgeblich vom Standort bzw regionalen Verfügbarkeiten ab
- Die Flexibilisierung sowie Biomethan sind gute Optionen für Bestandsanlagen, trotz ihres hohen Investitionsbedarfs
- Die Vorgaben der RED II sind ein deutlicher Anreiz für den vermehrten Einsatz von Wirtschaftsdüngern in Biogasanlagen für die Kraftstoff-Vermarktung; wohlgleich diese Option nicht für jede BGA (wirtschaftlich) realisierbar sein wird

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

25

100KTBL
Jahre | 1923
2023



Kongress „Biogas in der Landwirtschaft - Stand und Perspektiven“ am 11. & 12. September in Bonn/Online



© Countrypixel

Alle Infos unter <https://www.ktbl.de/themen/biogastagung>