

Perspektiven für gülledominierte Bestands-Biogasanlagen

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

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 des KTBL



Kernaufgaben des KTBL

Kalkulationsdaten
für Landwirtschaft
erheben &
aufbereiten

Stand der Technik
beschreiben & neue
Verfahren bewerten

Forschungsvorhaben
initiiieren,
koordinieren,
bearbeiten



Gesprächsplattform
bieten

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

- FNR/KTBL-Kongress „Biogas in der Landwirtschaft – Stand und Perspektiven“ (alle 2 Jahre)



Online-Anwendungen

- Planungshilfe für neue BGA
 - Planungshilfe für Bestands-BGA (ab 2023)
- >> www.ktbl.de/webanwendungen



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 m³ CH₄/m³ Gülle	3,13	1,84	3,13	18,4 ²⁾	
Treibhausgasemissionen	in kg CO₂äq/m³ Gülle				
NH₃ (indir. N₂O)	2,42	0,61	0,24	0,77	0,00
N₂O	0,00	12,2	12,2	12,2	0,00
CH₄	56,3	33,1	56,3	18,9	6,6 ⁴⁾
Summe THG	58,7	45,9	68,7	31,8	6,6

85-90% THG-Minderung durch Güllevergärung **bei gasdichter Lagerung der Gärreste und Minimierung der CH₄-Verluste**

Emission in die Atmosphäre

zum großen Teil energetisch genutzt

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

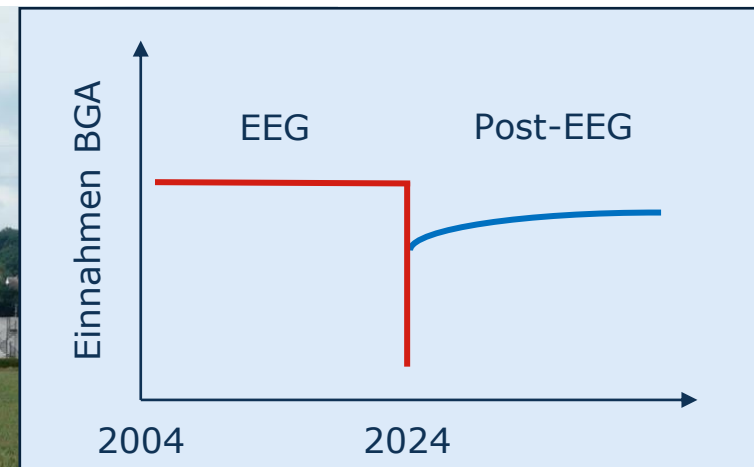
²⁾ energetische Nutzung

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“

Hintergrund Post-EEG

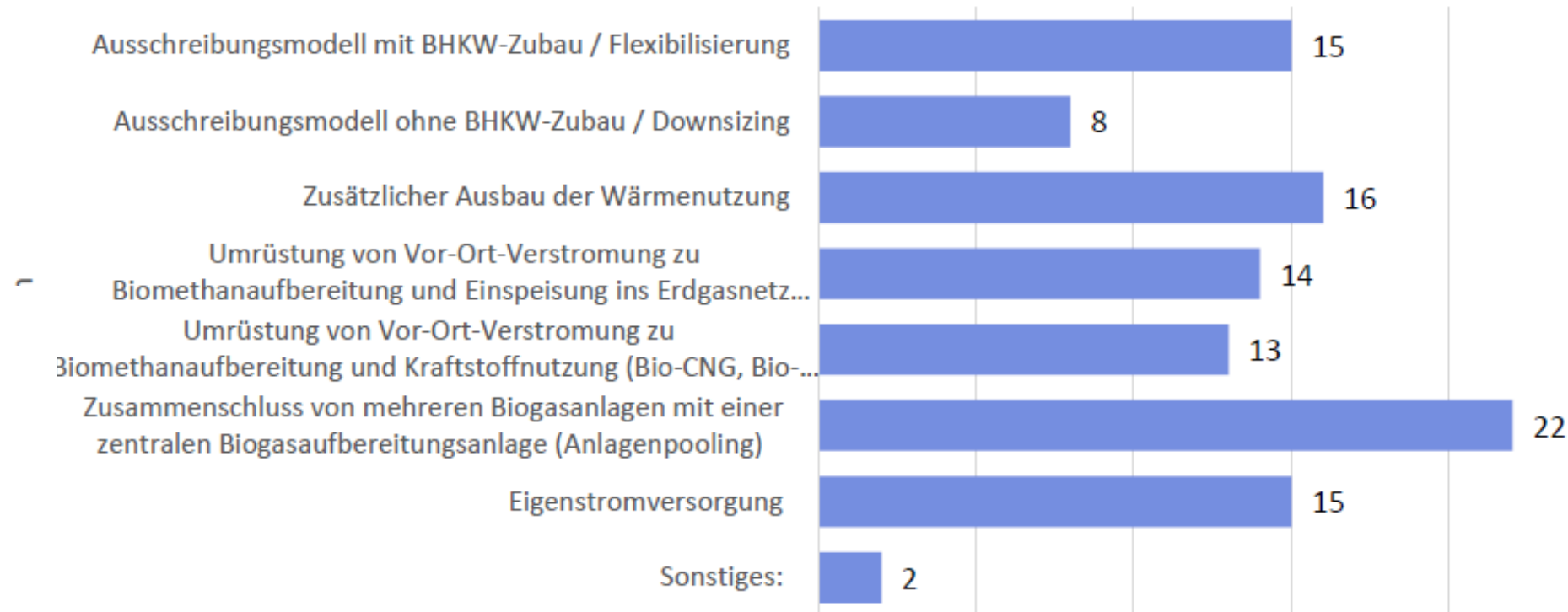
- Die EEG-Vergütungsgarantien für Bestandsanlagen (1. Förderperiode) enden nach 20 Jahren
→ Wie kann es nach 20 Jahren EEG-Förderung weitergehen?
- „Post-EEG-Problematik“ gewinnt an Relevanz
→ wie können Betreiber nach Ablauf der 1. Förderperiode rentabel EE produzieren?
- Die Weiterbetriebskonzepte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



KTBL-Umfrage „Post-EEG Biogas“ (Auszug)

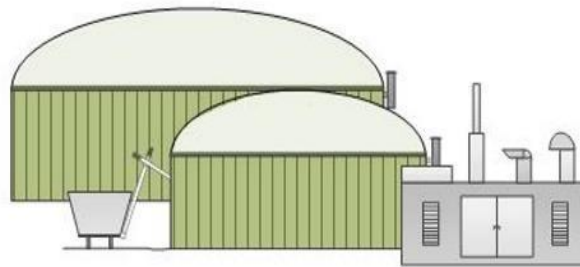
Im Nachgang zur TRANSBIO-Tagung „Post-EEG-Biogas: Zukünftiger Beitrag landwirtschaftlicher Biogasbestandsanlagen für die Energiewende“ am 6. Juli 2022

Welches der folgenden Optionen / Geschäftsfelder würden Sie aktuell für ein Weiterbetriebskonzept für Biogasanlagen in Betracht ziehen (Mehrfachnennungen möglich)



Biogasbetreibende /-
mitarbeiter: n = 12;
Beratende, Planende,
Hersteller: n = 9
Forschung, Industrie,
Verband: n = 6;
Sonstige: n = 7

**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

Übersicht Betriebsmodelle

Basis-Modelle			Verfahrensoption						
Modell	Anlagenklasse / BHKW- Leistung ¹⁾ / BML	Substratmix - Anteile NawaRo/ WD	Option 1 Substrate	Option 2 Netzausbau		Option 3 Flexibilisierung		Option 4 Biomethan	
				Nahwärme- netz	Mikrogas- netz (Pooling)	3-Flex	4-Flex	Gasnetzeinsp- eisung	Gasnetzei- nspeisung mit Tankstelle
Basis 1	Anlagenklasse 1: 150 kW _{el} / 137 kW _{el}	65 % / 35 %	Substrat 1	-	Mikro+ Aufb 1	-	-		-
Basis 4		30 % / 70 %	Substrat 4	-	-	-	-	-	-
Basis 2	Anlagenklasse 2: 500 kW _{el} / 457 kW _{el}	65 % / 35 %	Substrat 2	Nahwärme 2	Mikro+ Aufb 2	3-Flex 2	4-Flex 2	-	-
Basis 5		40 % / 60 %	Substrat 5	Nahwärme 5	-	3-Flex 5	4-Flex 5	-	-
Basis 3	Anlagenklasse 3: 1.000 kW _{el} / 913 kW _{el}	65 % / 35 %	Substrat 3	Nahwärme 3	Mikro+ Aufb 3	-	-	Aufb 3	Aufb+ Tank 3
Produkt			Strom, Wärme	Strom, Wärme	Biomethan	Strom, Wärme		Biomethan	Biomethan auch als Kraftstoff

BML: Bemessungsleistung; NawaRo: Nachwachsende Rohstoffe; WD: Wirtschaftsdünger

¹⁾ Installierte el. BHKW-Leistung der Bestandsbiogasanlage vor der Ausschreibungsertüchtigung für einen Weiterbetrieb nach Anforderungen des EEG 2021

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
Siliverluste	%	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

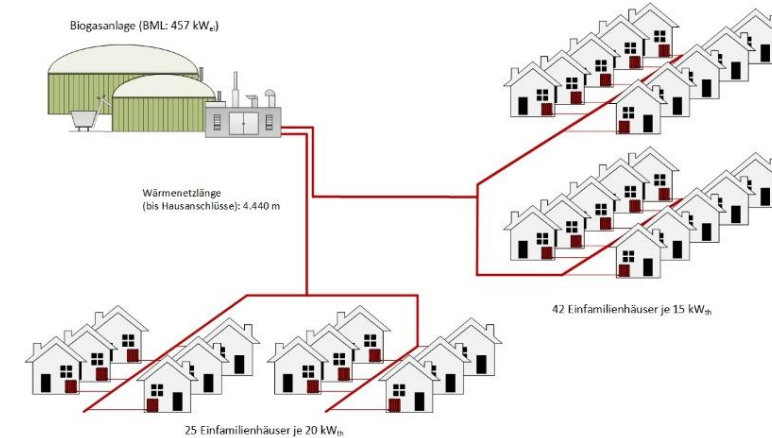
- Bau eines Wärmenetzes inkl. Peripherie
- Zwei Hauptleitungsstränge mit jeweils zwei Nebenleitungen

■ 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

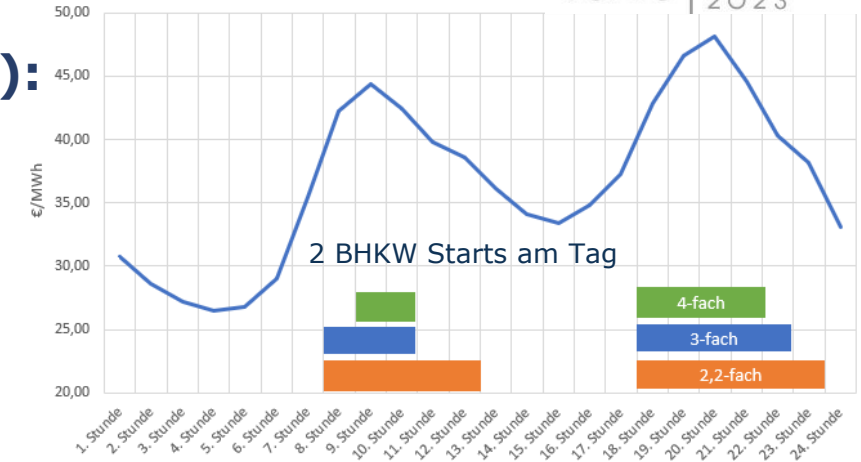


Bemessungsleistung	457 kW _{el}
Nahwärmenetz	Nahwärme 5
Netzlänge (Doppelrohr)	4.920 m
Wärmepufferspeicher	250 m ³
Wärmeabnehmer	77
Wärmeanschluss (indir. Wärmeübergabestation inkl. Hilfsenergie)	27 x 15 kW _{th} 44 x 20 kW _{th} 6 x 100 kW _{th}
Ext. Wärmenutzung	69%
Wärmelieferung	3,9 MWh

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



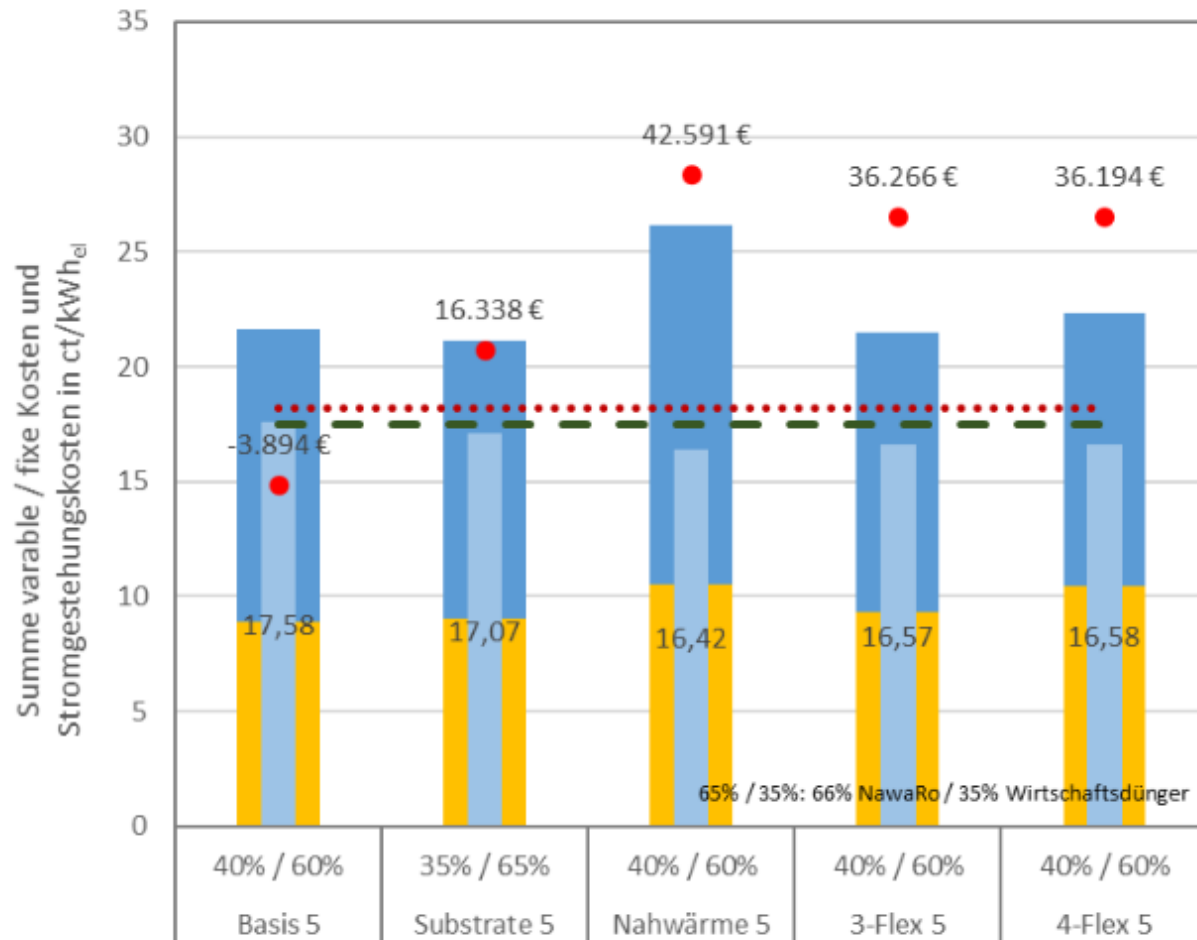
Auswirkungen:

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

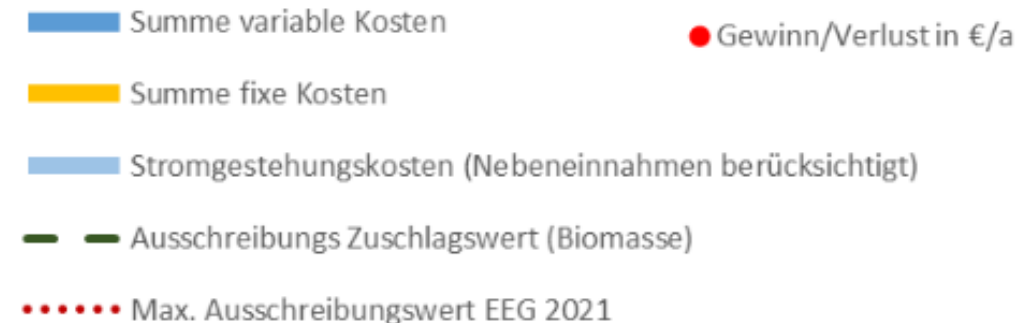
EPEX-Einnahmen: Grundlage sind die durchschnittlichen jährlichen Spotmarktpreise der vergangenen 4 Jahre.

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)



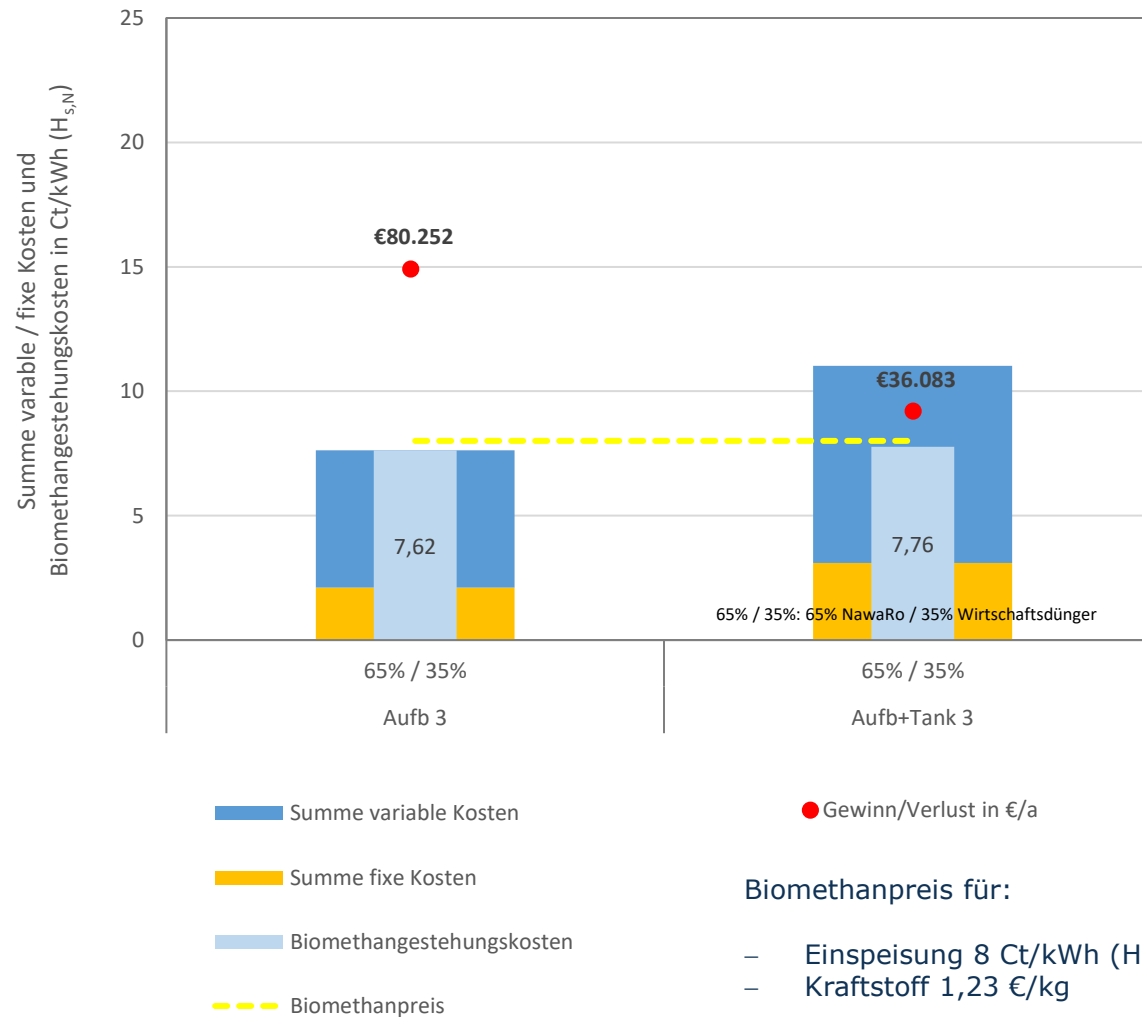
Die RED II: Vorteile für BGA mit hohem Wirtschaftsdüngeranteil

- 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:

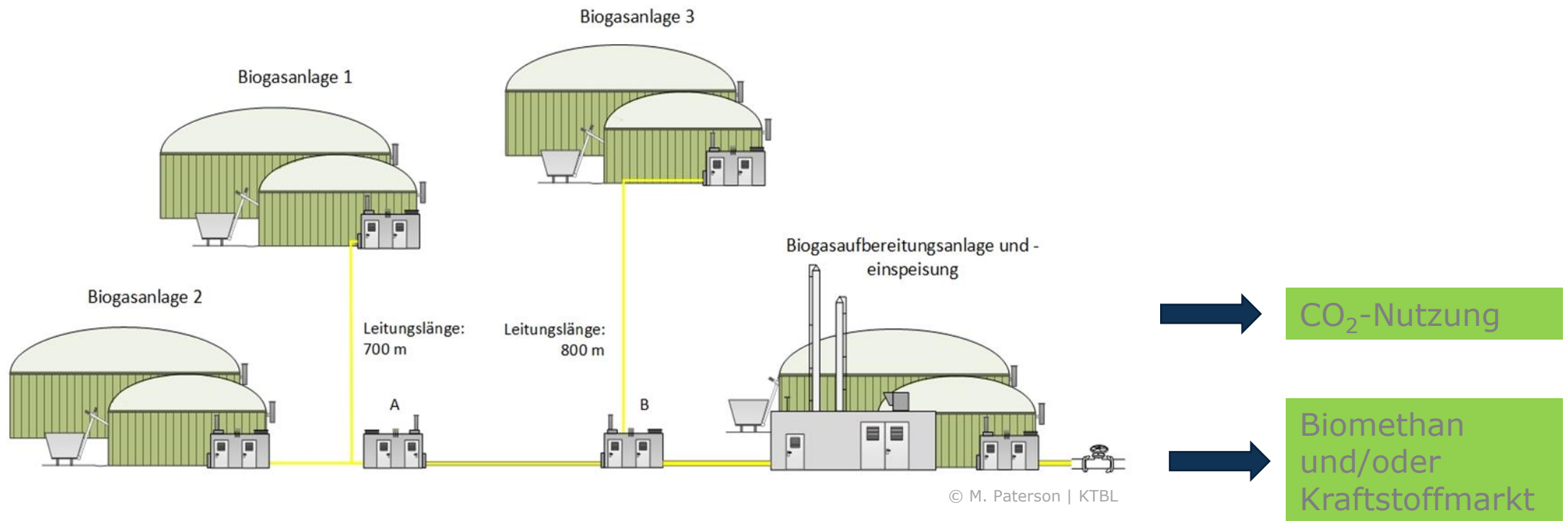
Modell 913 BML / 500 m³/h Rohgas



- 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 (Kraftstoff-Vermarktung für 22-28 ct/kWh)

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 Mehrkosten für den Bau von Biogasleitungen



<https://www.zukunftbiogas.de>



Empfehlungen für die Praxis



KTBL-Betriebsmodelle

[» mehr lesen](#)



Machbarkeitsstudien

[» mehr lesen](#)



Konzeptbeschreibungen

[» mehr lesen](#)



Post-EEG-Rechner Biogas

[» mehr lesen](#)

Die KTBL Biogas-Rechner

<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



Institut für Biogas
Kreislaufwirtschaft & Energie



Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

- Wirtschaftsdüngervergärung ist ein wirkungsvoller Beitrag zum Klimaschutz
- Ein rentabler Weiterbetrieb ist vor allem für Anlagen $\geq 500 \text{ kW}_{\text{el}}$ möglich
→ Einfluss des Anlagenzustands und Standortbedingungen erhöhen sich für kleinere BGA
- Baulich, technisch und betrieblich müssen die Anlage einen hohen Stand aufweisen, da hohe Retrofit-Kosten einen wirtschaftlichen Post-EEG Betrieb erschweren od. ausschließen
- Bei den betrachteten Konzepte mit Strom- und Wärmeproduktion konnten die Stromgestehungskosten um mind. 4% gesenkt bzw. die Gewinne um mind. 7% erhöht werden
- Nahwärmekonzepte zeigten sich wirtschaftlich besonders interessant
→ Der Erfolg hängt allerdings maßgeblich vom Standort bzw regionalen Verfügbarkeiten ab
- Die „Flexibilisierung“ ist eine 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. Die Kraftstoff-Vermarktung ist wirtschaftlich sehr interessant; wenn auch nicht für jede BGA realisierbar

Vielen Dank für eure Aufmerksamkeit!

23

100 KTBL
Jahre | 1923
2023

KTBL

GFNR
Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V.

Gefördert durch:
 Bundesministerium
für Ernährung
und Landwirtschaft
aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Medienpartner

BIOGAS Journal
Das Fachmagazin der Biogas-Branche

Ideeller Partner

 Landwirtschaftskammer
Nordrhein-Westfalen

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

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

© Countrypixel