

***„Analyse bestehender Bioenergieanlagen und
informationelle Unterstützung von
Anlagenbetreiberinnen und -betreibern bei
Modernisierungsvorhaben“
2017/18***

Stand Dezember 2017

Ziel:

**Identifikation von Biogas-Bestandsanlagen mit
Optimierungspotenzialen, Motivation und Beratung
der Anlagenbetreiberinnen und -betreiber zur
Modernisierung**

**im Auftrag des
Ministeriums für Landwirtschaft, Umwelt, und ländliche
Entwicklung des Landes Brandenburg**

Inhalt

1. Ausgangslage
2. Ziele
3. Projektdurchführung
4. gering investive Maßnahmen
5. Auswertung (monetäre Bewertung)
6. Einspeisevarianten/Eigenstrom
7. THG und Ökonomie
8. Hemmnisse
9. Erste Ergebnisse (Tabelle)

Ausgangslage

- ✓ Wegen der geringen Liquidität vieler Anlagenbetreiber, bei denen es sich zu einem großen Teil um Betriebe mit Tierhaltung handelte, sind oft nur gering investive Maßnahmen umsetzbar.
- ✓ Die bisherigen Untersuchungen ergaben, dass oft bereits **geringintensive Maßnahmen** zu einer erheblichen wirtschaftlichen und ökologischen Verbesserung führen.
- ✓ Diese betreffen vor allem
 - ✓ - den **biologischen Prozess** und
 - ✓ - Veränderungen in der **Verfahrenstechnik**.
- ✓ Anhand von Sensitivitätsanalysen konnte gezeigt werden, dass hier an den meisten Biogasanlagen relativ hohe Effekte mit vergleichsweise geringen investiven Mitteln zu erzielen sind.

Biogasanlagenanalyse

Projektziele

Verbesserung der

- Ressourceneffizienz,
- Klimafreundlichkeit und
- Wirtschaftlichkeit



Inhalt der kostenlosen Beratung ist die Umsetzung von identifizierten Modernisierungsschwerpunkten aus bereits erfolgten Beratungen, die als effektiv und realisierbar eingeschätzt wurden.

Biogasanlagenanalyse

Vorgehen:

Dazu werden Anlagenbetreiberinnen und -betreiber insbesondere zur Umsetzung geringinvestiver Maßnahmen beraten.

Bei ausgewählten Anlagen erfolgt eine fachliche Beratung zu konkreten Schritten der Umsetzung.

Die Betreiber werden bei der Umsetzung unterstützt, zugleich werden Umsetzungshemmnisse aufgedeckt und beseitigt.

Gering investive Maßnahmen an Biogasanlagen

Definition gering intensive Maßnahme

$$\text{Umsatz} : \text{Investition} < 20 \%$$

Zu gering intensiven Maßnahmen zählen:

- die Optimierung der Rührtechnik selbst, der Rührwerkszeiten in Bezug auf das jeweilige Substrat der Anlage,
- die Einbringung auf das jeweilige Substrat der Anlage anpassen,
- die Entschwefelungsstrategie,
- die Gasstrecken- und Pumpwegeoptimierung,
- die Optimierung der Prozessbiologie,
- die Vermeidung von Rezirkulat .

Investfaktorberechnung gering investiver Maßnahmen

Jahresertrag			
Umsatz/ Erlös in Euro	Kapitaleinsatz Investition	zusätzlicher Gewinn	Investition/Umsatz Investfaktor
639.483 €	85.800 €	12.280 €	13%
622.779 €	81.700 €	22.266 €	13%
355.740 €	61.500 €	48.456 €	17%
646.889 €	1.500 €	31.027 €	0%
346.673 €	48.200 €	24.375 €	14%
988.279 €	189.300 €	67.666 €	19%
801.900 €	525.000 €	109.348 €	65%
865.529 €	86.400 €	46.878 €	10%
631.419 €	1.500	25.650 €	0%
419.689 €	78.000 €	100.858 €	19%
1.138.349 €	105.000 €	75.823 €	9%
485.713 €	60.000 €	12.349 €	12%
749.170 €	71.400 €	45.806 €	10%
809.089 €	700.200 €	62.842 €	87%

Quantitative und Qualitative Bewertung gering- investiver Maßnahmen

Anlage X/ Maßnahme	Kosten/Finanzierung	Genehmigung	Netza nschlu ss	Personal	Kosten / Nut: qual. Einschätzg
Beschickung	20-120.000€	nein	nein		gut bis mittel ökologischer Effekt ist hoch
Biologischer Prozess	in der Regel Erhöhung	nein	nein	ja	sehr gut ökologischer Effekt ist sehr hoch
Gaslager	20-200.000€	meist ja	nein		gut bis mittel
Pumpen und Leitungen	6-20.000€	nein	nein		mittel ökologischer Effekt ist hoch
BHKW/Flexibil isierung	BHKW 400.000€	ja	ja	ja	mittel
	Flex doppelte Überbauung	ja	ja	ja	schlecht
Rührtechnik	je Rührwerk ca. 25.000€	nein	nein	nein	gut bis mittel ökologischer Effekt ist hoch

Biogasanlagen- analyse

Hemmnisse

Tabelle 3 Beispielhafte Darstellung wichtigster fördernder und hemmender Rahmenbedingungen zur Umsetzung ausgewählter investiver Maßnahmen

Anlage X/ Maßnahme/Bedingungen	Finanzierung	Genehmigung	Netzanschluss	Personal
Beschickung	Geringinvestiv, Bank hat wenig Interesse	kein Problem	kein Problem	kein Problem
Biologischer Prozess	nur laufende Kosten kein Problem	kein Problem	kein Problem	Vorh. Personal muss beraten und geschult werden
Gaslager	Bank hat wenig Interesse	Störfallverord- nung Verhandlung und Beantragung	kein Problem	Vorh. Personal muss beraten und geschult werden
Pumpen und Leitungen	Geringinvestiv, Bank hat wenig Interesse	kein Problem	kein Problem	Vorh. Personal muss beraten und geschult werden
BHKW/Flexibilisierung	Verhandlung und Beantragung	Verhandlung und Beantragung	Verhandlung und Beantragung	Vorh. Personal muss beraten und geschult werden
Rührtechnik	Geringinvestiv, Bank hat wenig Interesse	kein Problem	kein Problem	Vorh. Personal muss beraten und geschult werden

Erste umgesetzte Maßnahmen

Anlagen-Nr.	Anlagenleistung	Gasqualität		Gausausbeuten Ist nach KTBL	Gausausbeuten Soll nach KTBL	Raumbelastung	Verweilzeit Ist		Verweilzeit Soll		Eigenstrombedarf in Prozent Ist	Eigenstrombedarf in Prozent Soll	Vermeidung	THG Emissionen Ist	THG Emissionen Soll
		Vol-% CH4	ppm H2S				%	%	kgTS/m³	Tage F.					
Mittelw	503	52,2	57,0	109,2	109,2	4,5	51,3	139	51,3	139	7,5	7,5			
2	366	49,9	134	117,7	126,3	2,5	112,5	387,4	117,4	409,8	7,8	6,3		1.171	1.205
7	190	52	140	101,0	113,1	7,8	37,0	117,0	41,0	129,0	10,5	5,2		224	234
21	265	53,0	0,4	104,5	115,4	4,1	48,0	152	50,0	159	7,8	7,7		1.729	1.871
														3124	3309
														185	CO 2 t/a

Einsparung

Typische Rührwerksoptimierung

Austausch eines Tauchmotorrührwerkes (TMR) gegen ein Langwellenrührwerk (LMR). Die Kosten mit Einbau und einem Frequenzumrichter (FU) liegen bei 25.000 Euro. Die Durchmischung wird mit dem LMR über den FU auf das Substrat optimiert.

Baugruppe	Rührtechnik	gemessene Werte						
	Einheit	A	kW	Laufzeit in h	kWh / Tag	kWh/a	Kosten pro Jahr bei	
Istzustand								
Fermenter	TMR		17,7	11,0	24	264,7		0,21 € pro kWh
	TMR		18	11,2	3	33,6		
						0,0		
						298,3	108.877	22.646 €
Soll Austausch TMR gegen LWR								
Fermenter	LWR		14	8,7	6	52,3		
	TMR		18	11,2	3	33,6		
						86,0		
						86,0	31.381	6.527,15 €
Einsparung						212,3	77.496	16.119,21 €

Ökologische Auswertung einer kleineren Biogasanlage

Das größere Gaslager verhindert das Abfackeln des wertvollen Biogases und ermöglicht einen späteren Flexbetrieb. (noch nicht umgesetzt) Die schon optimierte Rührtechnik und die biologische Prozessoptimierung verbessert die Substratausnutzung. Die Gasausbeute ist um über 25% gestiegen. In der Summe werden ca. 88t/a Maissilage eingespart, **bei mehr Stromerzeugung**. Bei gleicher Stromerzeugung wären es 365t/a ($365 \times 38 \text{€} / \text{t} = 13.870 \text{€}$). Dies minimiert die THG - Emissionen. Der Eigenstrom wird um 77.500kWh/a reduziert. Dies ergibt eine weitere Einsparung von 44.948 kg CO₂ oder 45 t CO₂.

Durch den optimierten Betrieb der Biogasanlage werden in Summe 1.283 t CO₂ gegenüber dem deutschen Strommix vermieden.

Ist: 828 t CO₂

Soll: 1.293 t CO₂

Ökologische Gesamtauswertung

Durch den optimierten Betrieb der analysierten Biogasanlagen können in Summe **26.478 t CO₂** gegenüber dem deutschen Strommix vermieden werden.

Ist: 24.190 t CO₂

Soll: 26.478 t CO₂

Die Einsparung beträgt 2.288 t CO₂

Im Bereich der Eigenstromversorgung der Anlagen werden weitere **492 t CO₂** vermieden.

Die Kosten betragen ca 27.000€. Der Mehrertrag pro Jahr 29.989€.

Die Berechnung erfolgte mit dem Treibhausgasrechner des Fachverbandes Biogas-

Ökonomische Gesamtauswertung

Durch den optimierten Betrieb aller analysierten Biogasanlagen steigt die Gasausbeute um über **11%**, von 102% auf 113%.

Der Eigenstrom der Anlagen sinkt von 9,6% auf 7,7%.

In Bayern gibt es einen „Pool“ von ca. 12 Anlagen. Fast alle Anlagen liegen mittlerweile bei über **120%** Gasausbeute. „Pool“ bedeutet hier ein intensiver Erfahrungsaustausch der Betreiber.

Unter den untersuchten Anlagen befinden sich mehrere, die im Bereich Gasertrag und -verwertung durch entsprechende Optimierungsmaßnahmen **weit über 10%** Steigerung der Gaserzeugung und bis zu **50%** Steigerung des unternehmerischen Gewinns erzielen können.

Gesamtauswertung

Gasausbeuten Ist nach KTBL	Gasausbeuten Soll nach KTBL	Raumbelastung	Verweilzeit Fermenter Ist	Verweilzeit Fermenter Soll	Gesamtverweilzeit Ist	Gesamtverweilzeit Soll	Eigenstrombedarf in Prozent Ist	Eigenstrombedarf in Prozent Soll	THG Emissionen Ist	THG Emissionen Soll
%	%	kgTS/m³	Tage F.	Tage F.	Tage ges	Tage ges	%	%	CO 2 t/a	CO 2 t/a
109,2	109,2	4,5	51,3	51,3	139	139	7,5	7,5		
84,3	94,4	8,5	36,0	37,0	133,0	137,0	15,6	13,9	2.924	3.148
104,5	114,1	4,7	22,4	53,3	213,2	223,7	8,9	4,7	2.263	2.364
117,7	126,3	2,5	112,5	117,4	387,4	409,8	7,8	6,3	1.171	1.205
101,0	113,1	7,8	37,0	41,0	117,0	129,0	10,5	5,2	224	234
95,3	102,6	3,5	97,0	99,0	97,0	99,0	8,3	4,9	1.149	1.140
95,0	127,7	2,9	61,0	61,0	182,2	182,2	11	6,6	828	1.293
107,1	120,1	4,0	22,6	37,6	50,7	84,4	6,0	5,4	1.796	1.931
114,5	114,5	3,3	63,0	63,0	197,0	197,0	8,7	8,7	1.278	1.278
97,2	105,2	3,7	46,0	86,0	46	184	13,2	11,9	1.736	1927
99,6	99,6	2,7	22	22	163,9	164	13,0	13,0	2.800	2.800
109,8	114,1	9,4	24,0	45,0	173	178	9,0	7,0	2.722	2.773
104,5	115,4	4,1	48,0	50,0	152	159	7,8	7,7	1.729	1.871
121,6	130,6	5,2	23,0	43,0	330	346	7,2	4,8	3.898	3.995
95,7	95,7	4,3	43,3	43,3	151	151	6,10	6,1	1.431	1.497
78,0	105,0	4,9	24,1	37,0	63	74	10,3	8,9	1.165	2.172
101,7	111,9	4,8	45,5	55,7	164	181	9,6	7,7	24190	26478

Resümee

Im Bereich der Kenntnisse über das technische Verfahren und den biologischen Prozess des Gesamtsystems, welche für den optimalen Betrieb einer Biogasanlage notwendig sind, liegt ein zu hebendes Potential.

Da der Landwirt kein Biologe oder Maschinenbauer ist (und auch nicht sein kann) wird er schließlich auf „irgendetwas“ vertrauen oder schauen, was beim Nachbarn zum Erfolg geführt hat.

Nach erfolgter Optimierung der Biogasanlage kann unserer Ansicht nach auch die Flexibilisierung erfolgreich erfolgen.

Es sollte dringend ein Erfahrungsaustausch der Betreiber erfolgen.

Resümee

Weiterer sinnvoller Optimierungsschwerpunkt: **Flexibilisierung**

Nach Einschätzung der Verfasser sollte die Flexibilisierung der Biogasanlage erst nach oder in Zusammenhang mit den erforderlichen Optimierungsmaßnahmen erfolgen.

Die Flexibilisierung kann nur in **beschränktem Umfang** zu einer Verbesserung der Wirtschaftlichkeit beitragen. Sie darf nicht pauschal sondern muss jeweils für die individuelle Situation der Anlage betrachtet werden.

In einer Untersuchung von acht Anlagen in Bayern liegt der Mehrerlös im Mittel bei 0,3 Cent/kWh. Bei einer 250 kW Biogasanlage und einer eingespeisten Jahresstrommenge von etwas über 2 Mio. kWh sind dies 6.250 Euro. Die Flexprämie wird nach diesen Erfahrungen gänzlich für die Investition benötigt.

Der positive Effekt ist, dass alle Anlagen nach der Flexibilisierung die Bemessungsleistung von 95% bequem erreichen. Mit sehr viel weniger Stress für den Betreiber.

Empfehlungen

Unserer Ansicht nach sollte

- ein moderierter, Themen orientierter Erfahrungsaustausch zwischen den Betreibern
- und eine neutrale, Hersteller unabhängige, Fach-Beratung
- Eine Förderung für geringinvestive Maßnahmen erfolgen

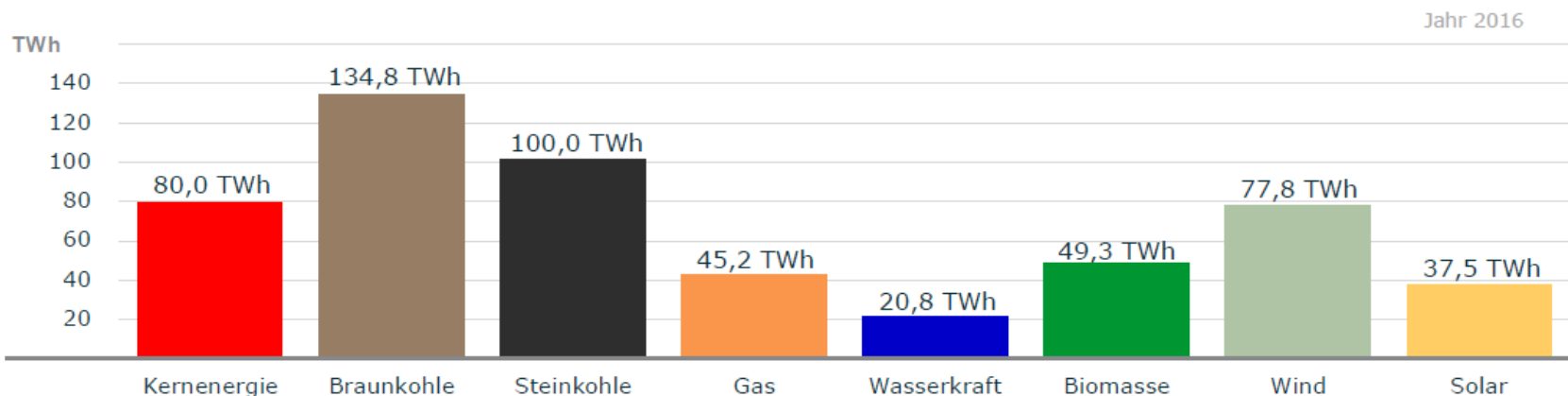
Abhilfe schaffen und auf Dauer einen effizienten und ökologisch sinnvollen Anlagenbetrieb gewährleisten.

Die Beratung sollte unter einer wissenschaftlichen Begleitung bzw. als Prozess eines moderierten, organisierten Lernens stattfinden.

Stromerzeugung Deutschland

Nettostromerzeugung zur öffentlichen Stromversorgung Jahr 2016

Nettostromerzeugung 2016



Die Grafik zeigt die Nettostromerzeugung aus Kraftwerken zur öffentlichen Stromversorgung. Das ist der Strommix, der tatsächlich aus der Steckdose kommt. Die Erzeugung aus Kraftwerken von „Betrieben im verarbeitenden Gewerbe sowie im Bergbau und in der Gewinnung von Steinen und Erden“, d.h. die industrielle Erzeugung für den Eigenverbrauch, ist bei dieser Darstellung nicht berücksichtigt.

Grafik: B. Burger, Fraunhofer ISE; Daten: DESTATIS und Leipziger Strombörse EEX, energetisch korrigierte Werte

Biogasanlagenanalyse **Erweiterte Datenaufnahme**

Der Fragebogen wurde grundsätzlich überarbeitet und um folgende Punkte ergänzt:

Monetäre Ergebnisgrößen nach Gruppen

Wirtschaftsdüngernutzung

Stromvermarktung (Flex),

Eigenversorgung mit Energie

Technische- und Substratveränderungen

Hemmnisse

Verfahrensaufnahme

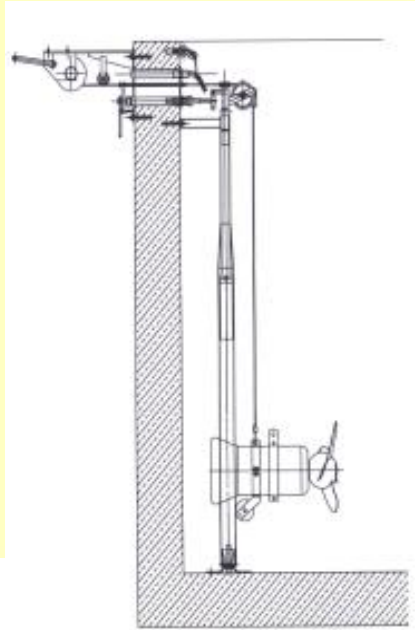
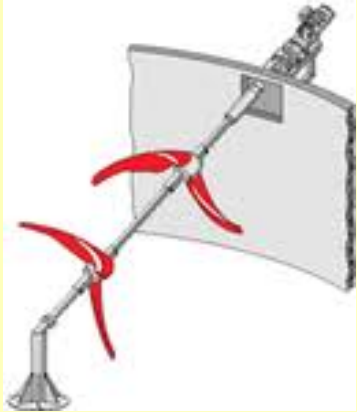
Neue Rahmenbedingungen, Düngeverordnung, AwSV, EEG

Biologischer Prozess

Ein Beispiel für geringinvestive Maßnahmen ist die Rührtechnik.

Optimiert man die Rührwerkstechnik seiner Reaktoren wird deutlich mehr Gas aus dem Substrat gewonnen.

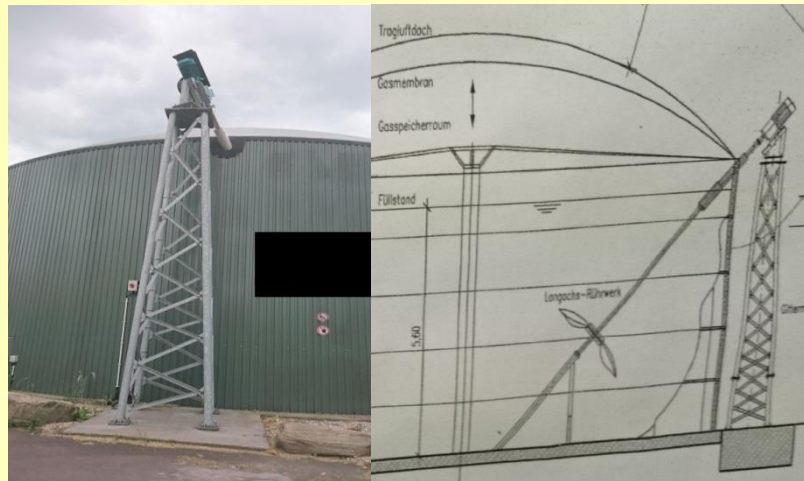
Bei TS-Gehalten im Fermenter von über 8,5% sollten auf jeden Fall langsam laufende großflügelige schwenkbare Axial- oder Langachsrührwerke in Kombination mit Tauchmotorrührwerken zum Einsatz kommen.



Bildokumentation – Beispiel Rührtechnik



Hier ein TMR Rührwerk.
Der Durchmesser ist durch Verschleiß
um ca. 10cm geschrumpft.



Hier wurde ein einflügeliges
Langachs-Rührwerk eingesetzt. Für den
Betrieb der Anlage wäre hier ein
zweiflügeliges mit Frequenzumrichter
sinnvoll gewesen. Damit würden
Schwimmschichten vermieden und eine
gute Durchmischung gegeben.

Allgemeine Aussagen bis zu diesem Zeitpunkt

1. Betriebswirtschaftliche Zahlen waren für die Analyse kaum zugänglich. Hierzu war lediglich für eine Reihe von Anlagen der Anteil der Einsatzstoff-Kosten (Futter) an den Stromgestehungskosten ermittelbar. Aber auch hier gibt es Verzerrungen und Unschärfen durch die oft willkürliche monetäre Bewertung der Einsatzstoffe (interne Verrechnungen).
2. Aus dem vorhergehenden Punkt folgt, dass die wirtschaftliche Bewertung der Anlagen nur indirekt durch die errechneten Effizienzkennzahlen möglich ist. Sie sprechen eine mehr oder weniger deutliche Sprache hinsichtlich der Ökonomie der Anlagen ohne diese jedoch in monetären Gewinn- oder Verlustgrößen darstellen zu können.