

Wirtschaftlichkeit von Kleinbiogasanlagen auf Güllebasis



Foto: C.A.R.M.E.N. e.V.

Nr. V - 21/2015

Zusammengestellt von der Arbeitsgruppe V (Ökonomie) im „Biogas Forum Bayern“ von:



Robert Wagner, Melanie Glötzl

C.A.R.M.E.N. e.V.



Dr. Stefan Rauh

Fachverband Biogas e.V.



Josef Schober

Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Landtechnik und Tierhaltung



Stefan Haberstetter

Amt für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten Rosenheim

Hannes Geitner

Amt für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten Nördlingen

Inhaltsverzeichnis

1. Hinführung	2
2. Rahmenbedingungen	3
2.1 Rechtliche Rahmenbedingungen	3
2.2. Potenziale	4
3. Wirtschaftlichkeit	4
3.1 Hinführung	4
3.2 Reine Gülleanlagen	5
3.3 Vergärung Gülle und Nachwachsende Rohstoffe (Nawaro)	6
3.4 Vergärung Gülle, Mist und Nawaro	7
3.5 Biogasanlagen auf Basis von Gülle und Mist	8
3.6 Einsatz von Abfallstoffen	10
3.7 Wärmenutzung	10
4. Zusammenfassung	11
5. Kalkulationsgrundlagen	12
6. Betriebswirtschaftliche Kennzahlen	14

1. Hinführung

Der Begriff „Kleinbiogasanlage“ ist nicht eindeutig definiert. In der Regel versteht man darunter Biogasanlagen mit geringer installierter elektrischer Leistung. Häufig findet auch der Begriff Hofbiogasanlage Verwendung, der ausdrückt, dass eine Biogasanlage in den landwirtschaftlichen Betrieb integriert ist. Diese Fachinformation befasst sich ausschließlich mit solchen Hofbiogasanlagen, die mindestens über 80 Masseprozent Gülle sowie Mist einsetzen und ein Blockheizkraftwerk mit maximal 75 kW installierter elektrischer Leistung betreiben. Diese Anlagen fallen unter die Regelung des § 46 EEG 2014 und erhalten eine höhere Vergütung als andere neu zu errichtende Biogasanlagen.

Die Vergärung von Wirtschaftsdünger hat sowohl aus Umwelt- als auch aus betrieblicher Sicht Vorteile. So werden einerseits klimawirksame und Geruchsemissionen bei sachgerechter Ausbringung deutlich reduziert; andererseits erhöht der Abbau der organischen Substanz die Pflanzenverfügbarkeit der Nährstoffe und die Fließfähigkeit des Gärrests (Verringerung der Viskosität). Die Biogaspioniere kamen aus dem ökologischen Landbau mit der Zielsetzung, einen mineralisierten und besser verfügbaren Dünger zur Verfügung zu haben. Des Weiteren verbessert der Vergärungsprozess den hygienischen Status des Wirtschaftsdüngers.

Genau geprüft werden muss, ob eine Kleinbiogasanlage rentabel zu betreiben ist. Den langfristig kalkulierbaren Erlösen stehen erhebliche Kosten für die Anschaffung und den Betrieb der Biogasanlage gegenüber, insbesondere da die Entwicklung in den letzten Jahren zu hohen technischen und regulatorischen Anforderungen bei Biogasanlagen geführt hat. Hinzu kommt, dass die Tierbestände in Bayern teilweise so klein sind, dass die anfallende Menge an Wirtschaftsdünger nicht ausreicht, um eine wirtschaftlich sinnvolle Anlagengröße zu erreichen. Bei der gemeinsamen Vergärung von Wirtschaftsdüngern verschiedener Herkunft ist die Seuchenhygiene zu beachten, die zu zusätzlichen veterinärrechtlichen Anforderungen führen kann. Zudem ist die Transportwürdigkeit von Gülle auf Grund der geringen Trockenmassegehalte gering. Ebenso muss die Vorlagedauer der Gülle an der Anfallstelle beachtet werden. Ist diese zu hoch, kann sich der Biogasertrag reduzieren.

Im Folgenden werden die Rahmenbedingungen für Kleinbiogasanlagen kurz dargestellt und anschließend die Wirtschaftlichkeit verschiedener Konzepte in Modellrechnungen aufgezeigt.

2. Rahmenbedingungen

2.1 Rechtliche Rahmenbedingungen

Entscheidend für die Entwicklung der Biogaserzeugung in Deutschland war die Einführung des EEG, das die Abnahme und die Vergütung des erzeugten Stroms sicherstellt. Eine eigene Vergütung für die „Vergärung von Gülle“ wurde im Jahre 2012 eingeführt und im Wesentlichen in § 46 des EEG 2014 übernommen. Dort ist festgelegt, dass für Strom aus anaerober Vergärung 23,53 Cent/kWh gezahlt werden, wenn eine Reihe von Anforderungen eingehalten wird. Dazu zählen, dass im Jahresdurchschnitt mindestens 80 Masseprozent der Einsatzstoffe Gülle sein muss. Gülle im Sinne des EEG 2014 sind ausschließlich „Exkremate und/oder Urin von Nutztieren abgesehen von Zuchtfisch, mit oder ohne Einstreu“. Allerdings dürfen Wirtschaftsdünger aus der Geflügelhaltung nicht auf die 80 Masseprozent angerechnet werden. Die installierte elektrische Leistung der Anlage darf 75 kW nicht überschreiten und die Stromerzeugung muss am Standort der Biogasanlage stattfinden. Satelliten-BHKW sind demnach nicht möglich. Die Vergütung könnte um 0,2 Cent/kWh höher ausfallen, wenn der Strom direktvermarktet würde. Auf Grund der geringen Anlagenleistung und dem geringen finanziellen Anreiz - nach Abzug der Kosten bleiben weniger als 1.000 €/a übrig – wird die Direktvermarktung bei diesen Anlagen nur eine untergeordnete Rolle spielen. In den nachfolgenden Berechnungen sind daher 23,53 Cent/kWh angesetzt. Zu beachten ist, dass ab 2016 die Vergütung für ab dann neu in Betrieb genommene Anlagen um mindestens 0,5% pro Quartal sinken wird.

Bei neuen Anlagen oder bei Änderungen der Anlage ist eine Meldung im Anlagenregister unter www.bnetza.de notwendig. Wird keine Meldung binnen der vorgegebenen kurzen Frist nach Erhalt der Genehmigung und nach Inbetriebnahme gemacht, gibt es keine EEG-Vergütung bis zur nachgeholtten Anmeldung! Derzeit wird an der Änderung des EEG gearbeitet. Es kann sein, dass sich dadurch die Fördersätze ändern.

Eine für die Wirtschaftlichkeit und die möglichen Anlagenkonzepte wichtige Regelung ist, dass Anlagen, die nicht ausschließlich Wirtschaftsdünger einsetzen, 150 Tage Verweilzeit im gasdichten System nachweisen müssen. Dies führt in aller Regel zu deutlich höheren Anschaffungen, da zusätzlich gasdichtes Behältervolumen notwendig wird.

Bei der Anschaffung sowie bei den jährlichen Kosten wurden die aktuell gültigen Rahmenbedingungen berücksichtigt. Seit mehreren Jahren ist man bestrebt, eine bundeseinheitliche Verordnung über Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen (AwSV) zu erlassen. Derzeit gibt es dazu einen Entwurf, der auch für Bestandsanlagen neben anderen Auflagen mehr Gärrestlagerkapazität fordert als dies bisher üblich ist. Ob und wie dieser Entwurf in Kraft tritt, ist jedoch bislang nicht absehbar.

2.2. Potenziale

Wie groß eine Biogasanlage sein muss, um unter den gegebenen Bedingungen wirtschaftlich zu sein, lässt sich nicht pauschal beantworten. Klar ist aber, dass es sowohl bei den BHKW als auch bei den Gärbehältern gewisse Grenzen nach unten gibt. Bei Anlagen, die als vorgefertigte Bauteile geliefert werden, entscheidet der Preis über die notwendige Auslastung, um die Investition lohnenswert zu machen. Als erste Abschätzung kann man davon ausgehen, dass sich Anlagen unter 30 kW_{el} nur sehr schwer wirtschaftlich darstellen lassen. Daher muss ein landwirtschaftlicher Betrieb über gewisse Mindestmengen an Gülle und/oder Mist verfügen, damit eine Biogasanlage sinnvoll integriert werden kann. Die Viehhaltung in Bayern ist insgesamt sehr kleinteilig strukturiert. Eine ausführliche Abschätzung des Wirtschaftsdüngerpotenzials in Bayern bietet die [Lfl Schriftenreihe 7/2013](#). Als Faustzahl gilt, dass ca. 8 bis 10 GV notwendig sind, um 1 kW elektrische Leistung sinnvoll auszulasten. Werden die nach EEG 2014 zulässigen 20 Masseprozent mit Substraten mit hoher Energiedichte ausgefüllt, so sind entsprechend weniger Tiere nötig, um sinnvolle Mindestgrößen zu erreichen.

Insgesamt lässt sich für Bayern festhalten, dass zwar ein erhebliches Potenzial an Wirtschaftsdüngern vorhanden ist, dieses auf Grund zu geringer Betriebsgrößen aber nur zum Teil erschlossen werden kann.

3. Wirtschaftlichkeit

3.1 Hinführung

Bei den nachfolgenden Modellrechnungen zur Wirtschaftlichkeit verschiedener Kleinbiogasanlagen handelt es sich nur um Abschätzungen, die in keinem Fall eine individuelle Beratung ersetzen können. Es handelt sich um eine über den Betrachtungszeitraum gemittelte Jahresbetrachtung. Der Betrachtungszeitraum beträgt in Anlehnung an die Dauer der EEG-Vergütung 20 Jahre. Wird die Nutzungsdauer für bestimmte Anlagenteile, wie für das BHKW, kürzer angesetzt, so bedeutet dies, dass in der Berechnung eine Ersatzinvestition nach der entsprechenden Zeit schon berücksichtigt ist. Die Gasausbeuten werden nach KTBL „[Gasausbeuten in landwirtschaftlichen Biogasanlagen](#)“ angesetzt. Anschaffungs- und Instandhaltungskosten wurden nach der ASUE angesetzt. Die BHKW-Wirkungsgrade wurden ebenso dieser Quelle entnommen. Daraus wurden die Nutzungsgrade abgeschätzt. Der Arbeitszeitaufwand beruht auf den Angaben im FNR-Leitfaden Biogas 2010. Die Anschaffung für Behälter und Rührwerke orientieren sich an den Zahlen der KTBL-Betriebsplanung Landwirtschaft 08/09 mit einem Aufschlag von 10%. Die restlichen Annahmen beruhen auf Erfahrungswerten. In den folgenden Berechnungen wurden die Kosten für Rührkesselformer angesetzt.

3.2 Reine Gülleanlagen

Politisch und ökologisch allseits gewollt sind Kleinbiogasanlagen, die Wirtschaftsdünger verwerten. Das einfachste Konzept ist eine Biogasanlage auf Basis von flüssiger Gülle. Aus betrieblicher Sicht muss sorgfältig geprüft werden, ob der zusätzliche Arbeitsaufwand erbracht werden kann. Die Tatsache, dass eine derartige Biogasanlage als Nebeneinrichtung zu Ackerbau und Viehhaltung geführt wird, darf auch hier nicht zu Lasten des Gewässerschutzes und der Anlagensicherheit führen. Beide Bereiche können im Extremfall strafrechtsbewehrt sein. Auch die räumlichen Gegebenheiten vor Ort können einen Einfluss auf die Investitionsentscheidung haben. Die Baukosten für diesen Anlagentyp können sehr stark variieren. Außerdem muss sorgfältig geprüft werden, ob die Einbindung eines bestehenden Güllelagers als Gärrestlager technisch und genehmigungsrechtlich möglich ist, da JGS-Anlagen teils geringere Anforderungen einhalten müssen als Gärrestlager für Biogasanlagen. Ungünstig sind lange Vorhalteeinrichtungen für die Gülle außerhalb der Biogasanlage.

Sofern die nötigen Güllemengen an einem Standort verfügbar sind, können reine Gülleanlagen ab 30 kW_{el} wirtschaftlich betrieben werden. Der nötige Milchviehbestand sowie die nötigen Güllemengen für 8.000 Volllaststunden können aus Tabelle 1 entnommen werden:

Tabelle 1: Mindestviehbestand für reine Gülleanlagen

BHKW-Leistung	Milchviehbestand	Gülleanfall
30 kW _{el}	260 GV	6.400 m ³ / a
50 kW _{el}	400 GV	9.850 m ³ / a
75 kW _{el}	550 GV	13.730 m ³ / a

Selbst der Mindestviehbestand für eine 30 kW_{el} - Biogasanlage ist in Bayern selten an einem Betrieb zu finden. Würde man Gülle mindestens über mittlere Entfernungen transportieren, wäre die Wirtschaftlichkeit nicht mehr gegeben. Ebenso gefährdet ist diese bei zu hohen Investitionskosten. Geringere Methan- bzw. Stromerträge führen gleichfalls zur Unwirtschaftlichkeit. Um dies zu vermeiden, sollten im Rahmen der Planung die zu erwartenden Methanerträge möglichst gut und Hersteller neutral untersucht werden. Die Wirtschaftlichkeit der Vergärung von Schweinegülle ist tendenziell schlechter zu bewerten als die Vergärung von Rindergülle, da erstere noch höhere Wasseranteile aufweist.

Da auch die Anschaffungskosten von reinen Gülleanlagen nicht unwesentlich sind, muss jeder Investor für sich entscheiden, ob er damit die richtige strategische Entscheidung trifft. Derartige Anlagen haben zunächst vielfältige Vorteile:

- Geringe Verweildauer, ca. 30 Tage
- Keine 150 Tage gasdichte Verweildauer nötig, ggf. keine zusätzlichen Gärrestlager
- Weniger Eigenstrombedarf, ca. 5 %
- Einfachere Rührtechnik möglich

- Keine Feststoffeinbringtechnik erforderlich

Hat man als Investor diese Vorteile in Anspruch genommen, ist man jedoch insbesondere bei den baulichen Voraussetzungen auf die ausschließliche Verwertung von flüssigem Wirtschaftsdünger fixiert. Feststoffe können nur bedingt mitvergoren werden. Hier hat die jüngere Geschichte der Biogasanlagen gezeigt, dass derartige Biogasanlagen häufig nach einigen Jahren umgebaut wurden, um größere Anteile Feststoffe vergären zu können. Dies ist aus betriebswirtschaftlicher Sicht zu vermeiden.

3.3 Vergärung Gülle und Nachwachsende Rohstoffe (Nawaro)

Aus betrieblicher Sicht kann es sinnvoll sein, die Vergärung von Gülle durch bereits im Betrieb vorhandene Rohstoffe wie etwa Mais- oder Grasschnitte zu ergänzen. Da die Energiedichte pro Tonne Frischmasse bei Silage um ein Mehrfaches höher ist als bei Gülle, verringert sich der notwendige Viehbestand deutlich. Meist ist die Technik für die Ernte und Silierung vorhanden, so dass keine zusätzlichen Anschaffungen notwendig werden. Um die Anforderungen des EEG zu erfüllen, müssen bei der Mitvergärung von Nawaro 150 Tage gasdichte Verweildauer eingehalten werden. Außerdem wird eine Vorrichtung für die Einbringung der Feststoffe notwendig, die Anforderungen an die Rührtechnik und der Strombedarf werden höher und es steigt der Arbeitsaufwand etwas an.

Tabelle 2: Wirtschaftlichkeit: 75 kW_{el}, 213 GV Milchvieh inkl. weibl. Nachzucht, 84 Masse-% Gülle, 16 % Nawaro

Parameter	Veränderung	Unternehmer- gewinn	Gewinn	Gesamtkapital- rendite
Grundvariante		2.233 €/a	11.398 €/a	5,6%
Anschaffung	+ 20 %	-11.192 €/a	-2.027 €/a	1,4%
	- 20 %	15.658 €/a	24.823 €/a	11,8%
Strom-, Methanausbeute	+10 %	14.121 €/a	23.436 €/a	9,9%
	- 20 %	-21.476 €/a	-12.611 €/a	-3,0%
Substratkosten	+ 3 €/t bzw. m ³	-16.560 €/a	-7.395 €/a	-1,2%
	- 3 €/t (- 0,5 €/m ³)	7.809 €/a	16.974 €/a	7,6%

Tabelle 2 zeigt, dass in den Grundannahmen eine Wirtschaftlichkeit gerade noch gegeben ist. Kleinere Anlagen fallen schlechter aus. Zunächst wird jedoch deutlich, dass 213 GV ausreichen, um einen Masseanteil von 84% Wirtschaftsdünger zu erreichen, wenn zusätzlich Mais- und Grassilage zum Einsatz kommen. Da Nawaro eine längere Verweildauer im Fermenter benötigen, um abgebaut zu werden, ist eine Behältergröße im Bereich von 1.200 m³ sinnvoll, obwohl insgesamt deutlich weniger Masse als bei einer reinen Gülleanlage eingesetzt wird. Für die Beschickung der Feststoffeinbringung wurde ein zusätzlicher Arbeitszeitaufwand von ca. 10 Minuten pro Tag eingerechnet. Im Unterschied zur reinen Güllevergärung fällt in dieser Variante auch Wirtschaftsdünger aus der Silage an. Dadurch ergeben sich zwar Ausbringkosten, die ohne die Biogasanlage nicht zustande kä-

men, allerdings kann hier der zusätzliche Düngerwert gegen gerechnet werden, so dass dieser Aspekt bei der vorliegenden Berechnung vernachlässigt wurde. Den größten Einfluss haben jedoch die deutlich höheren Substratkosten im Vergleich zur ausschließlichen Güllevergärung und die Kosten für das Gärrestlager. Durch die Verpflichtung nach dem EEG, eine gasdichte Verweildauer von 150 Tagen aufweisen zu müssen und durch die insgesamt steigenden Anforderungen an die Läger selbst ergeben sich hier erhebliche Mehrkosten. In der Berechnung wurde angesetzt, dass ein **neues gasdichtes Gärrestlager mit einer Lagerkapazität für 90 Tage errichtet wird. Ist hier aus genehmigungsrechtlichen Gründen die Errichtung von 180 Tagen gasdichter Kapazität notwendig, so ist kaum mehr eine Wirtschaftlichkeit zu erreichen.** Eine günstige Ausgangssituation liegt also vor, wenn vorhandene Behälter genutzt werden können oder wenn für die Viehhaltung ohnehin eine Investition in ein Güllelager nötig ist, so dass diese nicht zu Lasten der Biogasanlage gerechnet werden kann. Die angegebenen Substratkosten von 40 €/t Silomasse sind frei Einbringung zu verstehen. Allerdings wurden keine zusätzlichen Kosten für die Lagerung der Maissilage berücksichtigt. Muss der landwirtschaftliche Betrieb durch den Bau der Biogasanlage in ein zusätzliches Substratlager investieren, müssen entsprechend noch zusätzliche Anschaffungs- und Instandhaltungskosten angesetzt werden. Für die Substratversorgung einer 75 kW Anlage auf Maisbasis ist beispielsweise bereits ein Silolagerraum von ~1.400 m³ notwendig, so dass zusätzlicher Investitionsbedarf wahrscheinlicher wird.

Des Weiteren kann aus Tabelle 2 gezeigt werden, dass die Wirtschaftlichkeit maßgeblich von der Anschaffung, der Strom-, Methanausbeute und den Substratkosten bestimmt wird. Insbesondere die Sensibilität hinsichtlich Anschaffung darf nicht dazu führen, dass Sicherheit und Gewässerschutz in der Bauphase vernachlässigt werden. Zu beachten ist, dass in der Praxis geringere Methan- bzw. Stromausbeuten durch höhere Substratzugaben ausgeglichen werden. Dies wurde hier nicht angenommen. Sofern dies möglich ist, wäre die Wirtschaftlichkeit etwas besser als in Tabelle 2 kalkuliert. Allerdings muss dabei dennoch die Mindestgrenze von 80 Masse-% überschritten werden. Ist der Gülleanfall fix, kann eine niedrigere Strom-Methanausbeute nur in engen Grenzen durch mehr Substrat ausgeglichen werden.

3.4 Vergärung Gülle, Mist und Nawaro

Im vorausgegangenen Beispiel war es notwendig, dass Gülle von 213 GV verwertet werden kann. Dieser Viehbestand ist in Süddeutschland nicht oft anzutreffen. Da Gülle wirtschaftlich schwierig transportierbar ist, wird hier unterstellt, dass der fehlende Anteil zur Überschreitung der 80%- Mindestgrenze durch Festmist gestellt wird. Damit würde ein Viehbestand von 84 GV Gülle zzgl. Viehbestand für Festmist ausreichen. Wird Festmist von anderen Betrieben zugefahren, können die hygienischen Auflagen steigen. Derartige Kosten werden in Tabelle 3 nicht berücksichtigt. Aufgrund der höheren Energiedichte von Festmist verglichen mit Gülle könnte der Fermenter kleiner ausfallen mit 800 m³. Das Gärrestlager könnte bei 1.000 m³ liegen.

Tabelle 3: Wirtschaftlichkeit: 75 kW_{el}, 84 GV Milchvieh inkl. weibl. Nachzucht^{*)}, 50 Masse-% Gülle, 34 % Rinderfestmist, 16 % Nawaro

Parameter	Veränderung	Unternehmer- gewinn	Gewinn	Gesamtkapitalrendite
Grundvariante		16.335 €/a	25.500 €/a	10,9%
Anschaffung	+ 20 %	3.102 €/a	12.267 €/a	5,7%
	- 20 %	29.568 €/a	38.733 €/a	18,7%
Strom-, Methanausbeute	+10 %	28.230 €/a	37.545 €/a	15,4%
	- 20 %	-7.388 €/a	1.477 €/a	1,9%
Substratkosten	+ 3 €/t bzw. m ³	3.828 €/a	12.993 €/a	6,2%
	- 3 €/t (-1,0 €/t - 0,5 €/m ³)	20.772 €/a	29.937 €/a	12,6%

Aufgrund des merklichen Anteils des günstigen Rohstoffs Festmists und der kleineren Bauwerke steigt die Wirtschaftlichkeit dieser Variante gegenüber dem Beispiel ohne Festmist an. Dabei ist zu berücksichtigen, dass bei Umsetzung einer derartigen Anlagenkonstellation der Festmist sicher für die nächsten 20 Jahre zur Verfügung stehen muss!

Die Wirtschaftlichkeit wird auch in diesem Modell maßgeblich von der Anschaffung, der Strom-, Methanausbeute und den Substratkosten bestimmt. Wollte man diesen Substratmix in einer kleineren Anlage verwerten, wäre eine Wirtschaftlichkeit nicht mehr gegeben gemäß Tabelle 4.

Tabelle 4: Wirtschaftlichkeit: 50 Masse-% Gülle, 34 % Rinderfestmist, 16 % Nawaro

Leistung	Milchvieh inkl. weibl. Nachzucht ^{*)}	Unternehmer- gewinn	Gewinn	Gesamtkapitalrendite
50 kW_{el}	60 GV	-1.694 €/a	5.281 €/a	3,9%
75 kW_{el}	84 GV	16.335 €/a	25.500 €/a	10,9%

3.5 Biogasanlagen auf Basis von Gülle und Mist

Wenn Mist oder Flüssiggülle und Mist eingesetzt werden sollen, muss die Mindestverweildauer von 150 Tagen nach den Vorgaben des EEG 2014 nicht eingehalten werden. Es ist jedoch vorab zu klären, welche Anforderungen seitens der Genehmigungsbehörde gestellt werden. Des Weiteren wird Mist in der Regel auf Bodenplatten gelagert. Somit ist davon auszugehen, dass durch die Vergärung von Mist in höheren Anteilen neue Gärrestlagerkapazitäten notwendig werden. In der Regel muss diese mindestens 180 oder 270 Tage betragen. Anders als bei der ausschließlichen Vergärung von flüssiger Gülle benötigt Mist, bedingt durch die Anteile an Einstreu, längere Verweildauern, um aufgeschlossen und abgebaut zu werden. Somit kommen auch bei diesem Modell verhältnismäßig große Behältervolumina zum Einsatz.

^{*)} bezieht sich nur auf Flüssiggülle, Viehbestand für Festmist ist zusätzlich notwendig

In Tabelle 5 wurde unterstellt, dass keine Investition in ein Gärrestlager nötig ist. Da nur Reststoffe zum Einsatz kommen und der Anteil an Feststoffen vergleichsweise gering ausfällt, wurde für den Fermenter als Kompromiss nur eine statistische Verweildauer von 50 Tagen bzw. 1.000 m³ angenommen. Tabelle 6 gibt hingegen die gleiche Variante wieder mit dem Unterschied, dass zusätzlich 1.800 m³ Gärrestlager berücksichtigt werden.

Tabelle 5: Wirtschaftlichkeit: 50 kW_{el}, 269 GV Milchvieh inkl. weibl. Nachzucht^{*)}, 10 Masse-% Rinderfestmist, ohne Investition in neues Gärrestlager

Parameter	Veränderung	Unternehmer- gewinn	Gewinn	Gesamtkapitalrendite
Grundvariante		19.293 €/a	26.283 €/a	15,3%
Anschaffung	+ 20 %	9.724 €/a	16.714 €/a	9,2%
	- 20 %	28.862 €/a	35.852 €/a	24,4%
Strom-, Methanausbeute	+10 %	27.028 €/a	34.138 €/a	19,5%
	- 20 %	3.745 €/a	10.495 €/a	6,8%
Substratkosten	+ 3 €/t bzw. m ³	-3.017 €/a	3.973 €/a	3,1%
	-1,0 €/t	23.398 €/a	30.388 €/a	17,5%
	- 0,5 €/m ³			

Aufgrund der vergleichsweise geringen Anschaffung sowie der geringen Substratkosten ergibt sich aus Tabelle 5, dass für dieses Modell bereits eine 50 kW_{el} Biogasanlage wirtschaftlich erscheint. Aufgrund der geringen Substratkosten ist diese Variante jedoch sehr sensibel im Bereich der Substratkosten. Ist es nötig, ein neues Gärrestlager zu errichten, sinkt die Wirtschaftlichkeit gemäß Tabelle 6. Ein wirtschaftlicher Betrieb erscheint dennoch gegeben zu sein.

Tabelle 6: Wirtschaftlichkeit: 50 kW_{el}, 269 GV Milchvieh inkl. weibl. Nachzucht^{*)}, 10 Masse-% Rinderfestmist, mit Investition in neues Gärrestlager

Parameter	Veränderung	Unternehmer- gewinn	Gewinn	Gesamtkapitalrendite
Grundvariante		10.698 €/a	17.688 €/a	9,4%
Anschaffung	+ 20 %	-590 €/a	6.400 €/a	4,5%
	- 20 %	21.986 €/a	28.976 €/a	16,6%
Strom-, Methanausbeute	+10 %	18.433 €/a	25.543 €/a	12,7%
	- 20 %	-4.850 €/a	1.900 €/a	2,7%
Substratkosten	+ 3 €/t bzw. m ³	-11.612 €/a	-4.622 €/a	-0,2%
	-1,0 €/t	14.803 €/a	21.793 €/a	11,1%
	- 0,5 €/m ³			

Für diesen Substratmix lohnt sich ein Vergleich der Anlagengröße gemäß Tabelle 7. Stünde ausreichend Material zum Versorgen einer Anlage mit 75 kW_{el} zu den angenommenen Kosten zur Verfügung, würde sich eine sehr gute Wirtschaftlichkeit ergeben. Der wirtschaftliche Betrieb einer 30 kW_{el}-Anlage erscheint jedoch nicht möglich.

^{*)} bezieht sich nur auf Flüssiggülle, Viehbestand für Festmist ist zusätzlich notwendig

Tabelle 7: Wirtschaftlichkeit: 90 Masse-% Gülle^{*)}, 10 Masse-% Rinderfestmist, mit Investition in neues Gärrestlager

Leistung	Milchvieh inkl. weibl. Nachzucht	Unternehmer-gewinn	Gewinn	Gesamtkapitalrendite
30 kWel	174 GV	-5.792 €/a	-827 €/a	1,5%
50 kWel	269 GV	10.698 €/a	17.688 €/a	9,4%
75 kWel	374 GV	38.764 €/a	47.944 €/a	17,9%

3.6 Einsatz von Abfallstoffen

Das EEG 2014 ermöglicht es, Abfallstoffe zusätzlich zu den 80 Massenprozent Gülle einzusetzen. Die Biogasanlagen werden dadurch in der Regel jedoch als Abfallanlagen eingestuft, was zu einer erheblich höheren Anschaffung führen kann. Genehmigungsrechtliche Anforderungen sind frühzeitig mit der zuständigen Behörde abzuklären!

3.7 Wärmenutzung

Bisher völlig unberücksichtigt in den Betrachtungen ist die Nutzung der Abwärme des BHKW. Dies liegt vor allem daran, dass es hier je nach Bauweise und Substrateinsatz eine große Schwankungsbreite gibt. Grundsätzlich weisen kleine Biogasanlagen mit hohen Gülleanteilen einen vergleichsweise hohen Eigenwärmebedarf auf. Dies liegt zum einen daran, dass mit der Gülle auch sehr viel Wasser aufgeheizt werden muss und zum anderen daran, dass bei kleineren Behältern das Verhältnis von Oberfläche zu Volumen ungünstiger ist sowie somit höhere Abstrahlverluste auftreten als bei größeren Behältern.

Falls die Möglichkeit besteht, Wärme außerhalb der Anlage sinnvoll zu verwerten, sollte schon bei der Planung darauf geachtet werden, den Prozesswärmebedarf möglichst gering zu halten. Die Gülle sollte möglichst frisch und somit warm in die Biogasanlage gelangen. Eine Wärmerückgewinnung mittels Wärmetauschern beim Überlauf ins Gärrestlager reduziert den Prozesswärmebedarf weiter. Auch bei der Feststoffeinbringung ist darauf zu achten, keine unnötigen Wärmeverluste zu erzeugen. Grundsätzlich wird der Eigenwärmebedarf bei einem Fermenter mit isolierter Betondecke geringer sein als bei einem Fermenter mit Folienspeicher oder Tragluftdach.

^{*)} bezieht sich nur auf Flüssiggülle, Viehbestand für Festmist ist zusätzlich notwendig

4. Zusammenfassung

Grundsätzlich können reine Gülleanlagen auch im kleineren Leistungsbereich wirtschaftlich betrieben werden. Hinderlich daran ist, dass man bereits für eine 30 kW_{el}-Anlage Gülle von 260 GV benötigt. Ebenso legt man sich durch den Bau einer reinen Flüssigkeitsanlage für die nächsten 20 Jahre auf diesen Aggregatzustand fest.

Andererseits ist es wirtschaftlich schwierig, Anlagen mit der Möglichkeit zur Feststoffvergärung zu betreiben. Dies gilt insbesondere für eine Gülle/Nawaro-Anlage. Durch den Ersatz von Gülle durch Festmist kann das Betriebsergebnis verbessert werden. Substratkonzepte auf Basis von Gülle und Mist können bereits ab 50 kW_{el} wirtschaftlich sein.

Alle hier diskutierten Substratkonzepte sind sehr sensibel hinsichtlich Anschaffung, Strom-, Methan- ausbeute und Substratkosten. Eine individuelle Betrachtung unter Zuhilfenahme eines Beraters ist zu empfehlen.

5. Kalkulationsgrundlagen

Stoffdaten	Preis Grund- variante frei Anlage	TS/oTS- Gehalt	Biogas	Methan
	In €/t	in %	in m ³ BG/t oTS	in %
Rindergülle	0,50	7,5 / 80,0	380	55,0 %
Rinderfestmist	1,00	25,0 / 85,0	450	55,0 %
Maissilage	40,00 (einsiliert, abgedeckt)	34,0 / 95,0	650	52,0 %

KTBL „Gasausbeuten in landwirtschaftlichen Biogasanlagen“, Empfehlungen

Gewerk	Nutzungsdauer	Instandhaltung
Bauwerke, Wege	20 a	1,0% p.a. von Anschaffung
Planung und Genehmigung	20 a	
BHKW-Motor Gas-Otto 40 %	8 a	ASUE BHKW-Kenndaten
BHKW-Rest 60 %	12 a	50 % von Vollwartung
Rührwerke	10 a	7,0% p.a. von Anschaffung
Einbringung	7 a	7,0 % p.a. von Anschaffung
Sonstige Technik	10 a	5,0% p.a. von Anschaffung

Abschreibung	auf Basis der zu erwartenden Nutzungsdauer
Anfänglicher Zinssatz	4,0 %
Anlagenbedienung und -reinigung	FNR Leitfaden Biogas 2010 15,00 €/h Bei Feststoffen: + 10'/d
Anschaffung Fahriloanlage	Annahme: bereits abgeschrieben
Anschaffungskosten für Behälter und Rührwerke	KTBL Betriebsplanung Landwirtschaft 08/09 mit einem Aufschlag von 10%
Auflagen Hygiene	Anschaffung und jährliche Kosten für Hygiene berücksichtigt wie für eine normale Gülleanlage üblich. Keine darüber hinausgehenden Kosten unterstellt.
Ausbringkosten Gärrest aus JGS	0,00 €/m ³
Ausbringkosten Gärrest aus Nicht-JGS	0,00 €/m ³ - mit Düngerwert verrechnet
Auslegung BHKW	ca. 8.000 Vbh/a
Betrachtungszeitraum	ein gemitteltes Jahr
BHKW	Auf Basis eines Gas-Otto-Motors
Bürgerschaftskosten Rückbau Anlage	0 € p.a.
Eigenstromkosten	0,20 €/kWh _{el}
Einspeisung Strom	bis 75 kW _{el} in Niederspannungsseite – keine Anschaffung und keine Transformationsverluste
elektrischer Jahresnutzungsgrad	elektrischer Wirkungsgrad ASUE BHKW Kenndaten, abzgl. 5 % wegen Norm, abzgl. Abschlag für Unterschied Nutzungsgrad – Wirkungsgrad: 30 kW _{el} : 30 %, 50 kW _{el} : 32,5 %, 75 kW _{el} : 35,0 %
Labor	30 kW _{el} : 500 €/a, 50 kW _{el} / 75 kW _{el} : 1.000 €/a
Milchviehgülle, spezifischer Anfall	68 l/GV/d
Planungskosten	4 % der Anschaffung

Unterer Heizwert Methan	9,97 kWh/m ³
Versicherung	0,5 % p.a. von Anschaffung
Verzinsung eingelagertes Material	1,5 % von 50 % des eingelagerten Materials
Wärmenutzung	In der Grundvariante keine
Instandhaltung	umfasst: Inspektion, Wartung und Instandsetzung
Kleinbiogasanlage	Biogasanlage gemäß § 46 EEG 2014

Anschaffung: 75 kWel, 213 GV Milchvieh inkl. weibl. Nachzucht, 84 Masse-% Gülle, 15 % Nawaro

Position	Anschaffung	
Bauwerk Rest,	55%	83.234 €
Wege		
Vorgrube flüssig	50 m ³	13.586 €
Fermenter	1.200 m ³	116.085 €
Gärproduktelager	1.500 m ³	96.183 €
BHKW	1.080 €/kWel	
Motor	40%	32.400 €
Rest	60%	48.600 €
Rührwerke	15 Tauch, 15 Lang	20.892 €
Einbringung	8 m ³	28.000 €
sonstige Technik		93.195 €
Planung,	4%	21.287 €
Genehmigung		
Summe		553.462 €

Anschaffung: 75 kWel, 84 GV Milchvieh inkl. weibl. Nachzucht^{*)}, 50 Masse-% Gülle, 34 % Rinderfestmist, 16 % Nawaro

Position	Anschaffung	
Bauwerk Rest,	55%	114.894 €
Wege		
Vorgrube flüssig	50 m ³	13.586 €
Fermenter	800 m ³	84.425 €
Gärproduktelager	1.000 m ³	64.122 €
BHKW	1.080 €/kWel	
Motor	40%	32.400 €
Rest	60%	48.600 €
Rührwerke	10 Tauch, 15 Lang	19.837 €
Einbringung	17 m ³	37.000 €
sonstige Technik		93.195 €
Planung,	4%	20.322 €
Genehmigung		
Summe Anschaffung		528.381 €

^{*)} bezieht sich nur auf Flüssiggülle, Viehbestand für Festmist ist zusätzlich notwendig

Anschaffung: 50 kWel, 269 GV Milchvieh inkl. weibl. Nachzucht^{*)}, 10 Masse-% Rinderfestmist, mit Investition in neues Gärrestlager

Position	Anschaffung	
Bauwerk Rest, Weg	55%	59.000 €
Vorgrube flüssig	50 m ³	13.586 €
Fermenter	1.000 m ³	96.737 €
Gärproduktelager	1.800 m ³	93.252 €
BHKW	1.320 €/kWel	
Motor	40%	26.400 €
Rest	60%	39.600 €
Rührwerke	10 tauch, 15 lang	19.837 €
Einbringung	7 m ³	28.000 €
sonstige Technik		70.000 €
Planung,	4%	17.856 €
Genehmigung		
Summen		464.268 €

6. Betriebswirtschaftliche Kennzahlen

Betriebswirtschaftliche Kennzahl	Definition
Abschreibung und Zins	$= \frac{\left(\frac{\text{Zinssatz}}{100\%} + 1\right)^{\text{Nutzungsdauer}} - \frac{\text{Zinssatz}}{100\%}}{\left(\frac{\text{Zinssatz}}{100\%} + 1\right)^{\text{Nutzungsdauer}} - 1} \cdot 100\% \quad \text{Gl. (1)}$
Gesamtkapitalrendite	= (Unternehmergewinn + Zins) / (Anschaffungskosten / 2)
Gewinn	= Unternehmergewinn + Ansatz für Anlagenbedienung u. Anlagenreinigung
Unternehmergewinn	= Einnahmen - Ausgaben
elektrischer Jahresnutzungsgrad	= erzeugte Elektrizität / zugeführte Biogasenergie

^{*)} bezieht sich nur auf Flüssiggülle, Viehbestand für Festmist ist zusätzlich notwendig

Das „Biogas Forum Bayern“ ist eine Informationsplattform zum Wissenstransfer für die landwirtschaftliche Biogasproduktion in Bayern

Arbeitsgruppe V (Betriebs- und volkswirtschaftliche Bewertung)

hier erarbeiten Experten Publikationen zu folgenden Themen:

- Gesetzliche und politische Rahmenbedingungen
- Betriebswirtschaft
- Volkswirtschaft
- Organisation und Management
- Finanzierung

Mitglieder der Arbeitsgruppe

- Amt für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten Rosenheim
- Bayerischer Bauernverband
- Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft und Medien, Energie und Technologie
- Biogasanlagenbetreiber
- Centrales Agrar-Rohstoff-Marketing- und Energie-Netzwerk e.V. (C.A.R.M.E.N.)
- Fachverband Biogas e.V.
- Landesanstalt für Landwirtschaft
Institut für Landtechnik und Tierhaltung
Institut für Betriebswirtschaft und Agrarstruktur
- OmniCert GmbH
- Technische Universität München

Zitiervorlage

Wagner, R.; Glözl, M.; Rauh, S.; Schober, J.; Haberstetter, S. und Geitner, H. (2015): Wirtschaftlichkeit von Kleinbiogasanlagen auf Güllebasis. In: Biogas Forum Bayern Nr. V – 21/2015, Hrsg. ALB Bayern e.V., http://www.biogas-forum-bayern.de/publikationen/Wirtschaftlichkeit_von_Kleinbiogasanlagen_auf_Gullebasis.pdf, Stand [Abrufdatum].



Herausgeber:

Arbeitsgemeinschaft Landtechnik
und landwirtschaftliches Bauwesen in Bayern e.V.
Vöttinger Straße 36
85354 Freising
Telefon: 08161/71-3460
Telefax: 08161/71-5307
Internet: <http://www.biogas-forum-bayern.de>
E-Mail: info@biogas-forum-bayern.de