

# Wirtschaftlichkeit von Klein-Biogasanlagen auf Güllebasis



[www.biogas-forum-bayern.de/bif32](http://www.biogas-forum-bayern.de/bif32)

Biogas Forum Bayern, Verfasser:

Robert Wagner

Stefan Rauh

Stefan Haberstetter

Hannes Geitner

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

Fachverband  
Biogas e.V.

Regierung von  
Oberbayern

Amt für Ernährung, Land-  
wirtschaft und Forsten  
Nördlingen-Wertingen

## Foren der ALB Bayern e.V.

ALB-Arbeitsblätter, ALB-Beratungsblätter, ALB-Infobriefe, ALB-Leitfäden und Fachinformationen werden in den Foren der Arbeitsgemeinschaft Landtechnik und Landwirtschaftliches Bauwesen in Bayern e.V. erarbeitet.

Die Foren, denen Fachleute der jeweiligen Sachgebiete angehören, sind Expertenausschüsse zum Informationsaustausch und zur Wissensvermittlung in die landwirtschaftliche Praxis.

- ▶ Bau Forum Bayern (BaF),  
Leitung: Jochen Simon, LfL-ILT
- ▶ Bewässerungsforum Bayern (BeF),  
Leitung: Dr. Martin Müller, ALB
- ▶ Biogas Forum Bayern (BiF),  
Leitung: Dr. Martin Müller, ALB
- ▶ Landtechnik Forum Bayern (LaF),  
Leitung: Dr. Markus Demmel, LfL-ILT

## Förderer



Bayerisches Staatministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten



Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft



Ämter für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten

## Impressum

Herausgeber: Arbeitsgemeinschaft Landtechnik und Landwirtschaftliches Bauwesen in Bayern e.V.  
(ALB), Vöttinger Straße 36, 85354 Freising

Telefon: 08161 / 887-0078

Telefax: 08161 / 887-3957

E-Mail: [info@alb-bayern.de](mailto:info@alb-bayern.de)

Internet: [www.alb-bayern.de](http://www.alb-bayern.de)

2. Auflage Juni 2022

© ALB Alle Rechte vorbehalten

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

## Inhaltsverzeichnis

Seite

1.	Hinführung .....	4
2.	Rahmenbedingungen .....	4
2.1	Rechtliche Rahmenbedingungen .....	4
2.2	Potentiale .....	6
3.	Wirtschaftlichkeit.....	6
3.1	Hinführung.....	6
3.2	Kleine Gülleanlagen.....	7
3.3	Beispielkalkulation für: Milchviehgülle mit Nawaro: 99 kW <sub>el</sub> -Anlage .....	8
3.4	Beispielkalkulation für: Milchviehgülle mit Nawaro: 150 kW <sub>el</sub> -Anlage .....	10
3.5	Beispielkalkulation für: Mastschweinegülle und Körnermaisstroh: 99 kW <sub>el</sub> -Anlage .....	11
3.6	Einsatz von Abfallstoffen .....	12
3.7	Wärmenutzung.....	12
3.8	Förderung.....	13
4.	Zusammenfassung.....	13
5.	Kalkulationsgrundlagen.....	14
6.	Betriebswirtschaftliche Kennzahlen.....	15
	Anhang: Kalkulation Grundvariante: 99 kW <sub>el</sub> , Milchvieh.....	17

## 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 80 Masseprozent Gülle / Mist (ausgenommen Mist bzw. Trockenkot von Geflügel) einsetzen und ein Blockheizkraftwerk mit maximal 150 kW installierter elektrischer Leistung betreiben. Diese Anlagen fallen unter die Regelung des § 44 EEG 2021 und erhalten eine höhere Vergütung als andere neu zu errichtende Biogasanlagen.

Die Vergärung von Wirtschaftsdünger bringt sowohl für den Tierhaltungsbetrieb selbst als auch für die Umwelt bedeutende Vorteile (Siehe hierzu: Viehhaltung und Biogas-Güllekleinanlagen Produktionsformen, die sich fördern und ergänzen - [www.biogas-forum-bayern.de/bif26](http://www.biogas-forum-bayern.de/bif26)). Allerdings muss genau geprüft werden, ob eine Kleinbiogasanlage rentabel zu betreiben ist. Den langfristig kalkulierbaren Erlösen stehen erhebliche Anschaffungswerte und Kosten durch den Betrieb der Biogasanlage gegenüber, insbesondere da die Ent-

wicklung in den letzten Jahren zu hohen technischen und regulatorischen Anforderungen bei Biogasanlagen geführt hat. Hinzu kommt, dass die Tierbestände in Bayern teilweise so verstreut sind, dass die auf den einzelnen Betrieben anfallende Menge an Wirtschaftsdünger nicht ausreicht, um eine eigene Hofbiogasanlage wirtschaftlich betreiben zu können.

Bei der gemeinsamen Vergärung von Wirtschaftsdüngern verschiedener Herkunft sind wiederum zusätzliche veterinärrechtliche Anforderungen aus seuchenhygienischen Gründen zu beachten ([www.biogas-forum-bayern.de/De/Fachinformationen/Substrate/nachhaltig-erneuerbar-energie\\_hinweisegulleinsatz.html](http://www.biogas-forum-bayern.de/De/Fachinformationen/Substrate/nachhaltig-erneuerbar-energie_hinweisegulleinsatz.html))

Zudem ist die Transportwürdigkeit von Gülle auf Grund der geringen Trockenmassegehalte gering. Außerdem sollte die Vorlagedauer der Gülle am Ort des Anfallens möglichst kurz sein, um unkontrollierte Methanemissionen und eine Verringerung der Biogausausbeute zu minimieren.

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 Vergütungsstufe für die „Vergärung von Gülle“ wurde im Jahre 2012 eingeführt und in veränderter Form in § 44 des EEG 2021 übernommen. Dort ist festgelegt, dass für Strom aus an-

aerober Vergärung ein anzulegender Wert von 22,23 Cent / kWh gilt, wenn bestimmte Anforderungen eingehalten werden: Im Jahresdurchschnitt müssen mindestens 80 Masseprozent der Einsatzstoffe aus Gülle im Sinne der EG-Verordnung 1069<sup>1</sup> bestehen, wobei Wirtschaftsdünger aus der Geflügelhaltung nicht auf die 80 Masseprozent angerechnet werden dürfen. Die

<sup>1</sup>Verordnung (EG) Nr. 1069/2009 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 21. Oktober 2009 mit Hygienevorschriften für nicht für den menschlichen Verzehr bestimmte tierische Nebenprodukte und zur Aufhebung der Verordnung (EG) Nr. 1774/2002 (Verordnung über tierische Nebenprodukte) (ABl. L 300 vom 14.11.2009, S. 1), die durch die Verordnung (EU) Nr. 1385/2013 (ABl. L 354 vom 28.12.2013, S. 86)

installierte elektrische Leistung der Anlage darf 150 kW nicht überschreiten und die Stromerzeugung muss am Standort der Biogasanlage stattfinden, Satelliten-BHKW sind demnach nicht zulässig.

Anlagen, die den erzeugten Strom nicht direkt vermarkten, erhalten als Einspeisevergütung den oben genannten anzulegenden Wert abzüglich 0,2 Cent / kWh. Anlagen mit weniger als 100 kW installierter elektrischer Leistung werden häufig ohne Direktvermarkter betrieben. Anlagen ab 100 kW<sub>el</sub> haben hingegen nur die Direktvermarktung als Option, zudem sind sie in das Redispatch 2.0 eingebunden. Zu beachten ist, dass im Unterschied zu alten EEG-Versionen bereits Anlagen ab 25 kW eine Fernsteuerung der Anlage durch den Netzbetreiber ermöglichen müssen.

Bei Inbetriebnahme ab 01.07.2022 verringert sich der anzulegende Vergütungssatz um 0,5 %. Dieser wird in Folge weiter jährlich zum 01.07. um jeweils 0,5 % bzgl. des bis dahin geltenden Werts abgesenkt. – Für in Betrieb genommene Anlagen bleibt der jeweils aktuelle anzulegende Wert für 20 Jahre zuzüglich Inbetriebnahmejahr fest.

In den nachfolgenden Beispielberechnungen wurde von einer Inbetriebnahme im Herbst 2022 ausgegangen. Der anzulegende Wert für die verpflichtend direkt vermarktende 150 kW-Anlage beträgt somit:  $22,23 \text{ Cent} * 0,995 = 22,12 \text{ Cent} / \text{kWh}$ . Der Anlagenbetreiber erhält den anzulegenden Wert abzgl. Marktwert vom zuständigen Stromnetzbetreiber. Als weitere Erlösponente erhält der Betreiber die Erlöse aus der Vermarktung des Stroms. Hierzu muss ein passender Direktvermarktungsvertrag abgeschlossen werden.

Anlagen ab einer installierten elektrischen Leistung von 100 kW erhalten eine sogenannte Höchstbemessungsleistung zugewiesen, die der Hälfte der installierten Leistung entspricht. Vergütet wird dann diejenige Strommenge, die sich aus der Höchstbemessungsleistung multipliziert

mit den vollen Jahresstunden ergibt. Im Gegenzug für die Bereitstellung der Flexibilität („doppelte Überbauung“) erhält der Anlagenbetreiber zusätzlich den Flexzuschlag in Höhe von 65,00 € je kW installierter elektrischer Leistung, bei 150 kW also 9.750 € pro Jahr.

Die Einspeisevergütung für die 99 kW-Anlage beläuft sich auf:  
 $22,12 \text{ Cent} - 0,2 \text{ Cent} = 21,92 \text{ Cent} / \text{kWh}$

Bei neuen Anlagen oder bei Änderungen der Anlage ist eine Meldung im Marktstammdatenregister unter [www.bnetza.de](http://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!

Als weitere wichtige Regelung ist zu beachten, dass Anlagen, die nicht ausschließlich Wirtschaftsdünger einsetzen (hier: einschließlich Geflügelmist und -trockenkot), eine Verweilzeit von mindestens 150 Tagen im gasdichten System einhalten müssen. Dies führt in aller Regel zu deutlich höheren Anschaffungswerten, da zusätzlich gasdichtes Behältervolumen notwendig wird.

Im EEG 2021 in Betrieb genommene Biogasanlagen die als KWK-Anlagen betrieben werden, müssen als eine „hocheffiziente KWK-Anlage“ betrieben werden, um einen Anspruch auf Vergütung zu haben. Der Nachweis hierfür erfolgt durch eine Bescheinigung des BHKW-Herstellers. Zusätzlich ist eine externe Wärmenutzung außerhalb der Anlage / des Fermenters notwendig. Die Wärmenutzung sollte ab der Inbetriebnahme vorliegen bzw. möglichst schnell erschlossen werden. Alternativ muss der Betreiber bereits vor der Inbetriebnahme der Anlage nachweisen, dass keine kostengünstige Möglichkeit besteht, die Anlage als (hocheffiziente) KWK-Anlage zu betreiben. Diese Option wird allerdings rechtlich als schwer nachweisbar angesehen.

## 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 Anschaffungswert über die notwendige Auslastung, um die Investition lohnenswert zu machen. In der Praxis werden seit dem Inkrafttreten des EEG 2021 nahezu ausschließlich Anlagen mit 99 kW installierter Leistung errichtet. 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 ein Tierbestand von ca. 8 bis 10 GV notwendig ist, um 1 kW elektrische Leistung sinnvoll auszulasten. Werden die nach EEG 2021 zulässigen 20 Masseprozent mit Einsatzstoffen 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 bzw. des verstreuten Anfalls 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. Hierbei wird eine Jahresbetrachtung vorgenommen, die über den Betrachtungszeitraum von 20 Jahren in Anlehnung an die Dauer der EEG-Vergütung gemittelt wird. Wird die Nutzungsdauer für bestimmte Anlagenteile, z. B. das BHKW, kürzer angesetzt, so bedeutet dies, dass in der Berechnung eine Ersatzinvestition nach der entsprechenden Zeit schon berücksichtigt ist. Die Gasausbeuten werden nach LfL-Biogasgärrest-Rechner<sup>2</sup> zuzüglich 15 %<sup>3</sup> angenommen.

Anschaffungswerte und Instandhaltungskosten wurden nach ASUE<sup>4</sup> angesetzt, ebenso die BHKW-Wirkungsgrade. Daraus wurden die Nut-

zungsgrade abgeschätzt. Der Arbeitszeitaufwand beruht auf den Angaben im FNR-Leitfaden Biogas 2010. Die restlichen Annahmen beruhen auf Erfahrungswerten. In den folgenden Berechnungen wurden die Kosten für Rührkesselfermenter angesetzt.

Bei den hier angesetzten Anschaffungswerten wurde unterstellt, dass insbesondere folgende Positionen enthalten sind:

- ▶ Umwallung nach AwSV<sup>5</sup>
- ▶ Geeignete Notfackel
- ▶ Einhaltung VDE Niederspannung
- ▶ Ausreichend vorhandenes und nutzbares Gärrestelager offen
- ▶ Regenwasser verursacht keine weiteren Anschaffungswerte bzw. bedarfsgebundene Kosten

<sup>2</sup><https://www.lfl.bayern.de/iab/duengung/031516/index.php>; Download 10.09.2021

<sup>3</sup>Erfahrungswert bayerischer Landtechnikberater

<sup>4</sup>Arbeitsgemeinschaft für sparsamen und umweltfreundlichen Energieverbrauch e. V. (ASUE): [https://asue.de/blockheizkraftwerke/broschueren/309754\\_bhkw-kenndaten\\_2014-15](https://asue.de/blockheizkraftwerke/broschueren/309754_bhkw-kenndaten_2014-15)

<sup>5</sup>Verordnung über Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen

Für jeden Betrieb muss einzeln durchgerechnet werden, wie groß der Bedarf an offenen Gärrestlagern nach den Vorgaben der DüngeV ist. In diesem Zusammenhang ist mit der zuständigen wasserrechtlichen Stelle bei der Genehmigungsbehörde zu klären, ob bestehende Güllegruben auch als Gärrestlager für die Biogasanlage anerkannt werden. Weisen diese Gruben bereits eine Leckageerkennung nach AwSV auf, sollte dies einfacher sein. Komplizierter wird es bei älteren Gruben, die derartige Vorrichtungen nicht aufweisen.

Mit derselben Stelle ist zu klären, wie mit dem auf den befestigten Flächen der Biogasanlage aufgefangenen, nicht-kontaminierten Regenwasser zu verfahren ist. Darf es nicht in einen Vorfluter eingeleitet werden, müssen die offenen Gärrestlager größer gebaut werden und es fallen zusätzliche Ausbringkosten an. Es kann auch gefordert werden, dass das Regenwasser durch den Fermenter geschleust werden muss, sodass auch dieser größer zu dimensionieren ist. In einigen Fällen wurden deshalb Reinigungsstufen für Niederschlagswasser installiert, damit das gereinigte Wasser in einen Vorfluter geleitet werden darf.

### 3.2 Reine Gülleanlagen

Politisch und ökologisch allseits gewollt sind Kleinbiogasanlagen, die ausschließlich Wirtschaftsdünger verwerten. Das einfachste Konzept hierfür ist eine Biogasanlage auf Basis von flüssiger Gülle. Aus betrieblicher Sicht muss allerdings 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 (Anlagen zum Lagern von Jauche, Gülle und Silagesickersaft) teils geringere Anforderungen einhalten müssen als Gärrestlager für Biogasanlagen. Ungünstig sind lange Vorlagerdauern für die Gülle am oder im Stall, da hierdurch bereits Methan verloren geht.

Sofern die nötigen Güllemengen an einem Standort verfügbar sind, können reine Gülleanlagen gebaut werden. Der nötige Milchviehbestand sowie die nötigen Güllemengen für 8.000 Volllaststunden können aus Tab. 1 entnommen werden:

**Tab 1:** Mindestviehbestand für reine Gülleanlagen

BHKW-Leistung	Milchviehbestand	Gülleanfall
30 kW <sub>el</sub>	229 GV	5.692 m <sup>3</sup> / a
50 kW <sub>el</sub>	353 GV	8.757 m <sup>3</sup> / a
150 kW <sub>el</sub> (50 %)	493 GV	12.238 m <sup>3</sup> / a
75 kW <sub>el</sub>	491 GV	12.198 m <sup>3</sup> / a
99 kW <sub>el</sub>	619 GV	15.357 m <sup>3</sup> / a

Der Mindestviehbestand für eine 30 kW<sub>el</sub> - Biogasanlage ist schon erheblich. Würde man Gülle mindestens über mittlere Entfernungen transportieren, wäre die Wirtschaftlichkeit nicht mehr gegeben, ebenso gefährdet ist diese bei zu hohen Anschaffungswerten. 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 geringere Trockensubstanzgehalte aufweist.

Da auch die Anschaffungswerte für reine 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. 40 Tage
- ▶ Keine vorgeschriebene Mindestverweilzeit von 150 Tagen, ggf. keine zusätzlichen Gärrestlagerbehälter erforderlich
- ▶ Geringerer Stromeigenbedarf der Anlage (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 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 Beispielkalkulation für: Milchviehgülle mit Nawaro: 99 kW<sub>el</sub>-Anlage<sup>6</sup>

Aus betrieblicher Sicht kann es sinnvoll sein, die Vergärung von Gülle durch bereits im Betrieb vorhandene Rohstoffe wie etwa Mais oder Grasschnitt zu ergänzen. Zu beachten ist, dass Futterreste nicht dem Gülleanteil zugerechnet werden können. 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. Es wurde vorausgesetzt, dass eine technisch einwandfreie Siloanlage vorhanden ist, welche bereits abgeschrieben ist. Empfohlen wird eine Verweildauer im Fermenter von 60 Tagen und von 90 Tagen im gasdichten Gärrestlager. Weitere offene Gärrestlager wurden als vorhanden angenommen.

**Tab. 2:** Wirtschaftlichkeit: 99 kW<sub>el</sub>, 234 GV Milchvieh inkl. weibl. Nachzucht, 88 Masse-% Wirtschaftsdünger, 12 % Nawaro

Parameter	Veränderung	Gewinn <sup>7</sup>	Gesamtkapitelrendite
<b>Grundvariante</b>		38.261 € / a	11,0 %
<b>Anschaffungswert</b>	+ 20 %	25.627 € / a	6,8 %
<b>Strom-, Methanausbeute</b>	+ 10 %	45.817 € / a	12,9 %
	- 20 %	17.427 € / a	5,8 %
<b>Substratkosten</b>	43 € / t Mais; 3,50 € / m <sup>3</sup> Gülle	15.637 € / a	5,4 %
	37 € / t Mais; 0 € / m <sup>3</sup> Gülle	44.765 € / a	12,6 %

<sup>6</sup> Nachwachsende Rohstoffe, hier insbesondere Energiepflanzen

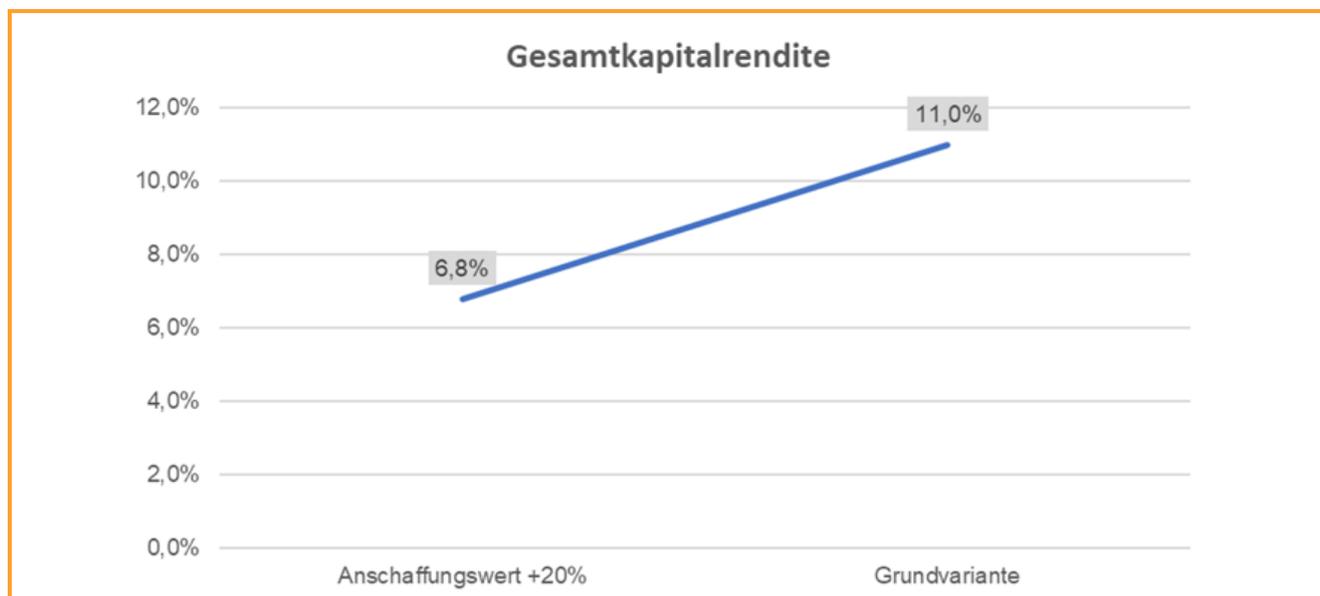
<sup>7</sup> Aus dem Gewinn sind bis zu 800 Stunden/Jahr für Anlagenbedienung und -reinigung zu entlohnen.

Tabelle 2 zeigt, dass in den Grundannahmen eine Wirtschaftlichkeit gegeben ist. Kleinere Anlagen fallen schlechter aus. Zunächst wird jedoch deutlich, dass 234 GV ausreichen, um einen Masseanteil von 88 % Wirtschaftsdünger zu erreichen, wenn zusätzlich Mais- oder Grassilage zum Einsatz kommen. Im Unterschied zur reinen Güllevergärung fällt in dieser Variante auch Gärrest aus der Silage an. Dadurch ergeben sich zwar Ausbringkosten, die ohne die Biogasanlage nicht zustande kämen, 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 Verweildauer im gasdichten System von mindestens 150 Tagen einzuhalten und

durch die insgesamt steigenden Anforderungen an die Behälter selbst ergeben sich hier Mehrkosten. 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 Anschaffungswerte und Instandhaltungskosten angesetzt werden.

Des Weiteren kann anhand von Tabelle 2 gezeigt werden, dass die Wirtschaftlichkeit maßgeblich vom Anschaffungswert, der Strom-/ Methanausbeute und den Substratkosten bestimmt wird. Abbildung 1 veranschaulicht den Einfluss des Anschaffungswerts auf die Gesamtkapitalrentabilität.

**Abb. 1:** Einfluss des Anschaffungswertes der Anlage auf die Gesamtkapitalrendite



In der Grundvariante wurde ein Anschaffungswert von 800.000 € unterstellt. Steigt dieser auf 960.000 € an, sinkt die Gesamtkapitalrentabilität auf 6,8 %.

Insbesondere die Sensitivität hinsichtlich des Anschaffungswerts darf nicht dazu führen, dass Sicherheit und Gewässerschutz in der Bauphase vernachlässigt werden.

### 3.4 Beispielkalkulation für: Milchviehgülle mit Nawaro: 150 kW<sub>el</sub>-Anlage

Um zu untersuchen, ob es wirtschaftlich vorzüglicher ist, das BHKW so groß wie möglich auszu-legen, wurde diese Variante kalkuliert. Damit erkauft man sich allerdings den Nachteil, dass nurmehr die Stromerzeugung während 50 % der vollen Zeitstunden eines Jahres (i.d.R. 4.380 Stunden) bei Nennleistung nach EEG vergütet werden. Dies soll, wie oben erwähnt, durch den Flexzuschlag kompensiert werden. Um diesen zu rechtfertigen, müssen in mindestens 4.000 Viertelstunden (1.000 Stunden) je Kalenderjahr mindestens 85 % der installierten Leistung be-trieben worden sein (Qualitätskriterium).

Durch die verpflichtende Direktvermarktung kann eine um 0,2 Cent höhere spezifische Ver-gütung erhalten werden. Zusatzeinnahmen durch bedarfsorientierte Stromerzeugung wur-den hier nicht berücksichtigt. Kosten für die Di-rektvermarktung wurden ebenfalls nicht unter-stellt.

Es gibt zwei Möglichkeiten, dieser 50 %-Regelung konzeptionell zu begegnen:

#### I. Installation eines 150 kW<sub>el</sub> BHKW

- + Günstigere Anschaffungswerte in Bezug auf die installierte elektrische Leistung
- + Geringere spezifische Instandhaltungskosten
- + Höherer elektrischer Jahresnutzungsgrad
- BHKW-Warmhaltung und Vorschmierung vor Neustart erforderlich
- Wenn nur ein Start / Stopp pro Tag vom Hersteller zugelassen ist, müssen Gas- und Wärmespeicher auf eine Kapazität von mehr als zwölf Stunden ausgelegt werden

#### II. Installation von zwei 75 kW<sub>el</sub> BHKW

- + Immer ein BHKW zur Wärmeerzeugung in Betrieb => Wärmespeicher i.d.R. nicht nötig
- + Gasspeicher nur in geringem Umfang nötig
- Höhere spezifische Anschaffungswerte für das BHKW
- Höhere spezifische Instandhaltungskosten
- Geringerer elektrischer Jahresnutzungsgrad / höherer Gasverbrauch
- Wegen Qualitätskriterium: mind. 1.000 h / a Betrieb beider BHKW

**Tab. 3:** Wirtschaftlichkeit: 150 kW<sub>el</sub>, 234 GV Milchvieh inkl. weibl. Nachzucht, 94 Masse-% Wirtschaftsdünger, 6 % Nawaro

Parameter	Veränderung	Gewinn <sup>7</sup>	Gesamtkapitalrendite
<b>Grundvariante</b>		37.612 € / a	10,1 %
<b>Anschaffungswert</b>	+ 20 %	24.643 € / a	6,2 %
<b>Strom-, Methanausbeute</b>	+ 10 %	43.413 € / a	11,4 %
<b>Substratkosten</b>	37 € / t Mais; 0 € / m <sup>3</sup> Gülle	42.266 € / a	11,1 %

Tab. 3 zeigt im Vergleich mit Tab. 2 einen sehr ähnlichen Gewinn. Die Gesamtkapitalrendite reduziert sich, da der Anschaffungswert steigt.

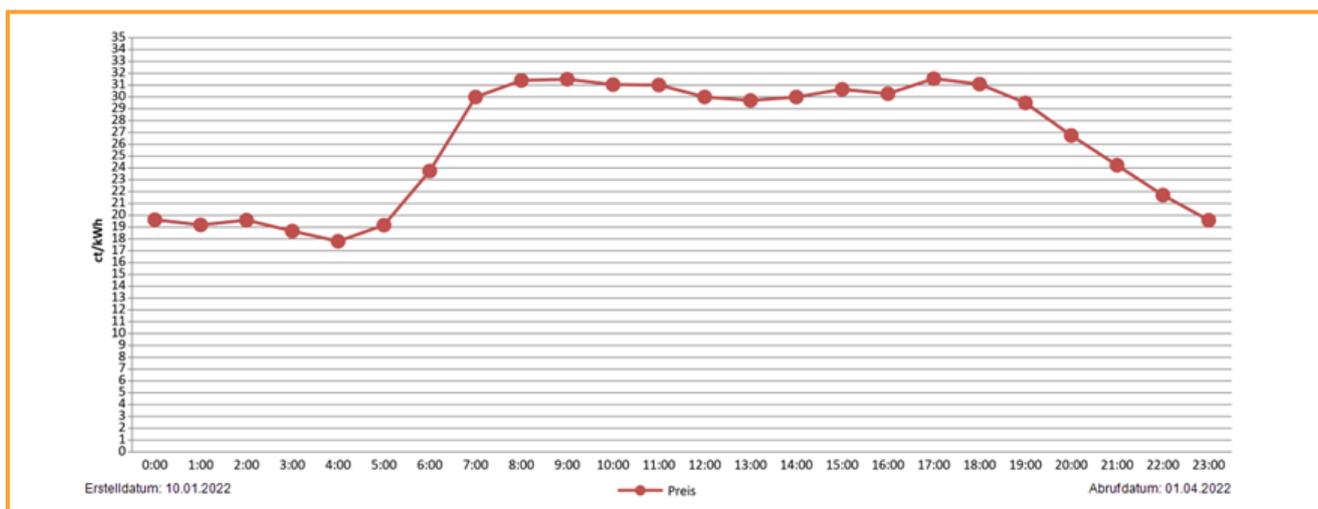
Allerdings muss bedacht werden, dass dieser

Anlagentyp bereits direktvermarktet wird. Sollte es weiterhin am allgemeinen Strommarkt hohe Erlöse geben, profitiert dieser Anlagentyp davon. Zusätzlich soll diese Anlage in der Lage sein, zwölf Stunden Stillstand zu überbrücken

und kann somit zu Hochpreiszeiten über dem Tagesdurchschnitt Strom produzieren. In der Vergangenheit wurden so Zusatzerlöse bis zu einigen Cent je kWh realisiert. Beispielhaft kann man aus dem Spotmarktpreisverlauf vom 10.01.22 (Abb. 2) schon mit dem Auge sehen,

dass der Betrieb des BHKW von 6 bis 18 Uhr die höchsten Preise des Tages abgreifen kann und somit über dem Tagesdurchschnitt liegt. Durch die Verwerfungen am Strommarkt aufgrund des Ukrainekriegs haben sich diese Kurvenverläufe jedoch stark verändert.

Abb. 2: Spotmarktpreis vom 10.01.2022<sup>8</sup>



Solange das Qualitätskriterium eingehalten wird, kann auch eine kleinere jahreszeitliche Flexibilisierung ermöglicht werden, indem im Winter etwas mehr Mais und im Sommer etwas

weniger zugegeben wird. So kann die Wärmeerzeugung besser an die Wärmenachfrage von Gebäuden angepasst werden.

### 3.5 Beispielkalkulation für: Mastschweinegülle und Körnermaisstroh: 99 kW<sub>el</sub>-Anlage

In der Praxis werden auch immer mehr Kleingülleanlagen in Mastschweinebetrieben errichtet. Neben der Gülle kommt dort in der Regel Körnermaisstroh als Koppelprodukt bei der Körnermaisproduktion zum Einsatz (siehe auch [www.biogas-forum-bayern.de/bif10](http://www.biogas-forum-bayern.de/bif10)). Von Vorteil ist der hohe TS-Gehalt von Körnermaisstroh, welcher den geringen TS-Gehalt der Schweinegülle ausgleichen kann. Beide Einsatzstoffe sind Koppelprodukte und müssen nicht eigens angebaut werden.

tigt. Im Bereich des AELF NW<sup>9</sup> gibt es die Erfahrung, dass Körnermaisstroh durch Einwässern beim Silieren gut verdichtbar und silierbar ist. Ohne das Einwässern würde die Lagerdichte deutlich unter der von Maissilage liegen. Damit würde sich der nötige Silolagererraum markant erhöhen.

In der Kalkulation wurde keine zusätzliche Voraufschlusstechnik berücksichtigt. Sollte diese nötig werden, erhöht sich der Anschaffungswert zudem.

Da bei Schweinehaltenden Betrieben nicht davon ausgegangen wird, dass eine brauchbare Fahriloanlage vorhanden ist, wurde diese Position zusätzlich im Anschaffungswert berücksich-

<sup>8</sup> <https://www.netztransparenz.de/EEG/Marktpraemie/Spotmarktpreis#>; für 10.01.2022, abgerufen 01.04.22

<sup>9</sup> Amt f. Ernährung, Landwirtschaft u. Forsten Nördlingen-Wertingen

**Tab. 4:** Wirtschaftlichkeit: 99 kW<sub>el</sub>, 185 GV Gülle von Mastschweinen, 83 Masse-% Gülle, 17 % Körnermaisstroh

Parameter	Veränderung	Gewinn <sup>7</sup>	Gesamtkapitelrendite
<b>Grundvariante</b>		51.848 € / a	13,6 %

Tab. 4 zeigt, dass dieser Anlagentyp eine bessere Wirtschaftlichkeit ergibt als die Konstellationen mit Rindergülle in Tab. 2. Diese rührt im

Wesentlichen durch die deutlich geringer angesetzten Substratkosten für das Körnermaisstroh her.

### 3.6 Einsatz von Abfallstoffen bzw. Stoffen nicht landwirtschaftlicher Herkunft

Das EEG 2021 ermöglicht es, Abfallstoffe zusätzlich zu den 80 Massenprozent Gülle einzusetzen. Die Biogasanlagen werden dadurch in der Regel jedoch als Abfallanlagen eingestuft, was zu erheblich höheren Anschaffungswerten führt.

Zusätzlich zum Abfallrecht (BioAbfV und KrWG) ist das Wasserrecht zu beachten. In § 2, Abs. (8), AwSV werden „Gärsubstrate landwirtschaftlicher Herkunft“ wie folgt festgelegt:

- ▶ pflanzliche Biomassen (Teile oder Ganzpflanze) aus landwirtschaftlicher Grundproduktion bzw. aus der Landschaftspflege
- ▶ pflanzliche Rückstände aus der Herstellung von Getränken sowie Rückstände aus der Be- und Verarbeitung landwirtschaftlicher Produkte, wie Obst-, Getreide- und Kartoffelschlempen, soweit bei der Be- und Ver-

arbeitung keine wassergefährdenden Stoffe zugesetzt werden und sich die Gefährlichkeit bei der Be- und Verarbeitung nicht erhöht,

- ▶ Silagesickersaft sowie
- ▶ tierische Ausscheidungen wie Jauche, Gülle, Festmist und Geflügelkot.

Es ist unbedingt empfehlenswert, ausschließlich solche Einsatzstoffe zu verwenden, da für derartige Anlagen vereinfachte wasserrechtliche Anforderungen gelten. Sollen zusätzlich andere Stoffe eingesetzt werden, müssen beispielsweise die Gärbehälter doppelwandig ausgeführt werden, was die Anschaffungswerte erheblich steigert.

Generell sind die genehmigungsrechtlichen Anforderungen frühzeitig mit der zuständigen Behörde abzuklären!

### 3.7 Wärmenutzung

Bisher völlig unberücksichtigt in den Betrachtungen blieb die Nutzung der Abwärme des BHKW. Grundsätzlich weisen kleine Biogasanlagen mit hohen Gülleanteilen einen vergleichsweise hohen Eigenwärmebedarf auf. Dies liegt daran, dass zum einen mit der Gülle auch sehr viel Wasser aufgeheizt werden muss und zum anderen bei kleineren Behältern das Verhältnis von Oberfläche zu Volumen ungünstiger ist, so dass höhere Abstrahlverluste auftreten als bei größeren Behältern. Dennoch verfügen gerade Anlagen mit 99 kW über ein nicht unerhebliches Wärmepotential, das zur Beheizung von Gebäu-

den oder zur Trocknung landwirtschaftlicher Produkte genutzt werden kann.

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 Wärmetauscher 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.

### 3.8 Förderung

Das Bundeslandwirtschaftsministerium hat eine „Richtlinie zur Förderung von Investitionen in emissionsmindernde Maßnahmen bei der Vergärung von Wirtschaftsdüngern“ erlassen. Grundsätzlich sind dort neben anderem förderfähig:

- ▶ Gasdichte Abdeckung von bestehenden, offenen Lagern für Gärrückstände, ggf. Ersatzbau,
- ▶ Investitionsbegleitende Maßnahmen

Anträge können

- ▶ für bauliche Maßnahmen bis zum 31.12.2023 und
- ▶ für alle anderen Maßnahmen bis zum 30.6.2024

gestellt werden.

Weitere Informationen:

<https://wirtschaftsduenger.fnr.de/>

### 4. Zusammenfassung

Grundsätzlich können auch reine Gülleanlagen wirtschaftlich betrieben werden. Man legt sich allerdings durch den Bau einer Anlage zur ausschließlichen Vergärung von Gülle / Flüssigmist für die nächsten 20 Jahre auf diese Einsatzstoffe fest.

Sind die Voraussetzungen günstig für eine Gülle-Nawaro-Anlage, kann diese eine gute Wirtschaftlichkeit erzielen. Allerdings darf diese nicht zu teuer gebaut werden.

Eine doppelte Überbauung und Installation von 150 kW<sub>el</sub> liegt vom Gewinn im Bereich der nicht

überbauten Anlage. Allerdings sind hier Mehrererlöse zu erwarten, die diese Variante vorteilhaft erscheinen lassen.

Wirtschaftlich interessant ist die Kombination von Schweinegülle mit Körnermaisstroh, wenn letzteres günstig hergestellt werden kann.

Alle hier diskutierten Anlagenkonzepte sind sehr empfindlich hinsichtlich Anschaffungswert, Strom- / Methanausbeute und Substratkosten. Eine individuelle Betrachtung unter Zuhilfenahme eines Beraters ist zu empfehlen.

## 5. Kalkulationsgrundlagen

Stoffdaten	Preis Grundvariante frei Anlage	TS / oTS-Gehalt	Biogas	Methan
	in € / t	in %	in m <sup>3</sup> BG / t oTS	in %
Rindergülle	0,50	7,5 / 85,0	402	55,0
Rinderfestmist	1,00	23,0 / 80,0	518	55,0
Mastschweinegülle	0,50	5,0 / 85,0	460	60,0
Körnermaisstroh	23,00 (einsiliert, abgedeckt)	50,0 / 96,0	712	53,0
Maissilage	40,00 (einsiliert, abgedeckt)	32,0 / 96,0	677	52,0

Quelle: LfL-Biogas-Gärrestrechner zzgl. 15 % Aufschlag<sup>2</sup>

Quelle TS-Gehalt Körnermaisstroh: <https://www.biogas-forum-bayern.de/bif10>

Gewerk	Nutzungsdauer	Instandhaltung
Bauwerke, Wege	20 a	2,5 Cent / kWh <sub>el</sub>
BHKW Gas-Otto	12 a	Quelle: AELF NW, Auswertung BZA 2004-2006, 26 Anlagen
Technik	11 a	
Planung und Genehmigung	20 a	

Anfänglicher Zinssatz	1,5 %
Anlagenbedienung und –reinigung	FNR Leitfaden Biogas 2010 15,00 €/h; Bei Feststoffen: + 10'/d
Anschaffungswert Fahriloanlage	Annahme: bereits abgeschrieben
Auflage Hygiene	Anschaffung und jährliche Kosten für Hygiene berücksichtigt wie für eine normale Gülleanlage üblich. Keine darüber hinaus gehenden Kosten unterstellt.
Ausbringkosten Gärrest aus JGS	0,00 € / m <sup>3</sup>
Ausbringkosten Gärrest aus Nicht-JGS	0,00 €/m <sup>3</sup> - mit Düngerwert verrechnet
Auslegung BHKW 99 kW <sub>el</sub>	ca. 8.300 Vbh / a
Auslegung BHKW 150 kW <sub>el</sub>	ca. 4.380 Vbh/a
Betrachtungszeitraum	ein gemittelttes Jahr
BHKW	Auf Basis eines Gas-Otto-Motors
Bürgerschaftskosten Rückbau Anlage	0 € p.a.
Eigenstromkosten	0,20 €/kWh <sub>el</sub>
Einspeisung Strom	Niederspannungsseite – keine Anschaffungswerte u. Transformationsverluste
elektrischer Jahresnutzungsgrad	elektrischer Wirkungsgrad ASUE BHKW Kenndaten, abzgl. 5 % wegen Norm, abzgl. Abschlag für Unterschied Nutzungsgrad – Wirkungsgrad: 30 kW <sub>el</sub> : 30 %, 50 kW <sub>el</sub> : 32,5 %, 75 kW <sub>el</sub> : 35,0 % 99 kW <sub>el</sub> : 36,7%, 150 kW <sub>el</sub> : 38,2%
Labor	30 kW <sub>el</sub> : 500 €/a, ab 50 kW <sub>el</sub> : 1.000 €/a
Milchviehgülle, spezifischer Anfall	68 l/GV/d
Mastschweinegülle, spezifischer Anfall	68 l/GV/d
Planungskosten	4 % vom Anschaffungswert

## 6. Betriebswirtschaftliche Kennzahlen

Betriebswirtschaftliche Kennzahl	Definition
<b>Abschreibung</b>	kalkulatorisch, linear, Abschreibung in Höhe der zu erwartenden Lebensdauer der jeweiligen Gewerke
<b>Zins</b>	= anfänglicher Zinssatz * Anschaffungswert / 2 vereinfachte Formel für gemittelte Zinszahlungen bezogen auf ein Kalenderjahr
<b>Gesamtkapitalrendite</b>	= (Gewinn + Zins) / (Anschaffungswert / 2)
<b>Gewinn</b>	= Unternehmergeinn + Ansatz für Anlagenbedienung u. Anlagenreinigung
<b>Unternehmergeinn</b>	= Einnahmen - Ausgaben
<b>Elektrischer Jahresnutzungsgrad</b>	= erzeugte Elektrizität / zugeführte Biogasenergie

## Anhang Kalkulation Grundvariante: 99 kW<sub>el</sub>, Milchvieh

Einsatzstoff	Ausgang	spezifischer Anfall	FS/a	TS	oTS
Rindergülle	234 GV	0,068 t/GV/d	5.808 t/a	7,5%	370,3 t oTS/a
Rinderfestmist			800 t/a	25,0%	170,0 t oTS/a
Mais silage			931 t/a	32,0%	286,0 t oTS/a
	7.539 m <sup>3</sup> /a	1,00 t/m <sup>3</sup>	7.539 t/a	12,4%	826,3 t oTS/a
	20,65 m <sup>3</sup> /d		20,65 t/d		2.263,8 kg oTS/d
Einsatzstoff	Biogasertrag	Methanertrag	Energieanteil		
Rindergülle	402 m <sup>3</sup> BGt oTS	148.861 m <sup>3</sup> BG/a	55,0%	81.874 m <sup>3</sup> Wa	36%
Rinderfestmist	450 m <sup>3</sup> BGt oTS	76.500 m <sup>3</sup> BG/a	55,0%	42.075 m <sup>3</sup> Wa	19%
Mais silage	677 m <sup>3</sup> BGt oTS	193.622 m <sup>3</sup> BG/a	52,0%	100.683 m <sup>3</sup> Wa	45%
<b>Summe/Mittel</b>	507 m <sup>3</sup> BGt oTS	418.983 m <sup>3</sup> BG/a	53,6%	224.632 m <sup>3</sup> Wa	100%
		47.829 m <sup>3</sup> BG/h		615.430 m <sup>3</sup> M/d	

Biogasmasse gesamt		Biogasmasse aus nicht-Wirtschaftsdünger	
Methan	224.632 m <sup>3</sup>	160,9 t	72,1 t
Kohlendioxid	194.351 m <sup>3</sup>	383,5 t	183,4 t
Biogasmasse		544,4 t	255,5 t
<b>Gärprodukt</b>		6.994 t/a	676 t/a
		<b>6.994 m<sup>3</sup>/a</b>	<b>676 m<sup>3</sup>/a</b>

	Anschaffungswert	Nutzungsdauer	anfänglicher Zinssatz	Zins	Abschreibung, linear
Bauwerk Rest, Wege, Umwallung	55%	440.000 €	20,0 a	1,5%	3.300,00 €/a
BHKW	940 €/kW <sub>el</sub>	93.060 €	12,0 a	1,5%	697,95 €/a
Technik		240.000 €	11,0 a	1,5%	1.800,00 €/a
Planung, Genehmigung	4%	30.922 €	20,0 a	1,5%	231,92 €/a
<b>Summen</b>		803.982 €			<b>6.030 €/a</b>
					<b>53.119 €/a</b>

### 6.2.3 Instandhaltung, Betrieb, Verbrauch, sonstiges Instandhaltungskosten

821.926 kWh<sub>el</sub>/a      0,025 €/kWh<sub>el</sub>      20.548 €/a  
Quelle AELF NW, Auswertung BZA 2004-2006, 26 Anlagen

#### betriebsgebundene Kosten

Anlagenbedienung u. -reinigung      584 h/a      zzgl. 10<sup>3</sup>/d Feststoffe      645 h/a      15,0 €/h      9.673 €/a

#### bedarfsgebundene Kosten

Rindergülle      5.808 t/a      0,50 €/t      2.904 €/a  
Rinderfestmist      800 t/a      1,00 €/t      800 €/a  
Mais silage      931 t/a      40,00 €/t      37.240 €/a  
Verzinsung Siloware      37.240 €/a      50%      0,5%      93 €/a  
Eigenbedarf      821.926 kWh<sub>el</sub>/a      8,0%      0,2000 €/kWh<sub>el</sub>      13.151 €/a  
Elektrizität

#### sonstige Kosten

Laborbetreuung      1.000 €/a  
Versicherung      803.982 €      0,5%      4.020 €/a  
Verwaltung allgemein      3.000 €/a  
Bürgerschaftskosten Rückbau Anlage      - €      1,0% p.a.      0 €/a

**Summe laufende Kosten**      **92.429 €/a**

### 6.3 Zusammenstellung

#### 6.1 Einnahmen

Kleinanlagentarif      180.166 €/a  
Zins und AfA      39%      59.149 €/a  
6.2.3 Instandhaltung, Betrieb, Verbrauch, sonstiges      61%      92.429 €/a

**Unternehmergewinn**      **28.588 €/a**

**Gewinn**      **Arbeitsansatz**      9.673 €/a      **38.261 €/a**

#### Bei Betrachtung Gesamtkapitalrendite

Anschaffungswert      803.982 €  
Gesamtkapitalrendite      **11,0%**



Arbeitsgemeinschaft Landtechnik und  
Landwirtschaftliches Bauwesen (ALB)  
in Bayern e.V.

Vöttinger Straße 36, 85354 Freising

Telefon: 08161 / 887-0078

Telefax: 08161 / 887-3957

E-Mail: [info@alb-bayern.de](mailto:info@alb-bayern.de)

Internet: [www.alb-bayern.de](http://www.alb-bayern.de)