

# Landwirtschaftliche Biogasanlagen

Energie und Dünger in der  
Kreislaufwirtschaft

TEAM **ENERGIEWENDE** BAYERN



Bayerisches Staatsministerium für  
Wirtschaft, Landesentwicklung und Energie  
Bayerisches Staatsministerium für  
Ernährung, Landwirtschaft und Forsten



**C.A.R.M.E.N.**



# Landwirtschaftliche Biogasanlagen

## Energie und Dünger in der Kreislaufwirtschaft

Biogas hat in der Landwirtschaft eine jahrzehntelange Tradition. So entstanden schon unmittelbar nach dem zweiten Weltkrieg erste Biogasanlagen, deren Hauptzweck allerdings darin bestand, durch die Vergärung von Gülle einen hochwertigeren Dünger zu erzeugen. Ein positiver Nebeneffekt dabei war, dass das entstehende Gas energetisch zu Heizzwecken genutzt werden konnte. In den darauffolgenden Dekaden konnte sich aufgrund niedriger Energie- und Mineraldüngerpreise diese Entwicklung nicht fortsetzen. Erst in Folge der Ölkrise wurden wieder vermehrt Biogasanlagen gebaut, die mit Gülle betrieben wurden. Im Jahr 1990 trat als Vorläufer des Erneuerbare-Energien-Gesetzes (EEG) das Stromeinspeisegesetz in Kraft, das erstmals Erzeugern von erneuerbarem Strom eine feste Vergütung zusicherte und es somit den Landwirten ermöglichte, Biogasanlagen in Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) zu betreiben. Um die Anlage, insbesondere das BHKW, besser auszulasten, wurden nun vermehrt biologische Rest- und Abfallstoffe wie z. B. Fett aus der Gastronomie als Kosubstrate eingesetzt, für deren Verwertung die Betreiber Entsorgungserlöse erhielten. Nachdem 2004, bei der ersten Novellierung

des 2000 in Kraft getretenen EEGs, die Vergärung von eigens angebauten Energiepflanzen mit einem Zuschlag bei der Vergütung belohnt wurde (sog. NawaRo-Bonus), stieg die Zahl der Anlagen weiter stark an. Einen Höhepunkt erlebte diese Entwicklung in den Jahren 2009 bis 2011, als innerhalb von drei Jahren ca. 3.300 Anlagen in Betrieb gingen. In den letzten Jahren ging der Anlagenzubau aufgrund verschlechterter wirtschaftlicher Rahmenbedingungen stark zurück. Derzeit sind nur noch kleine güllebasierte Anlagen wirtschaftlich, von denen deutschlandweit im ersten Halbjahr 2015 ca. 40 entstanden. Ende 2014 gab es in Deutschland knapp 8.000 Biogasanlagen, davon ca. 2.360 in Bayern. Damit trägt Strom aus Biogas zu knapp 5% zur Strombereitstellung in Deutschland bei.

### Substrate

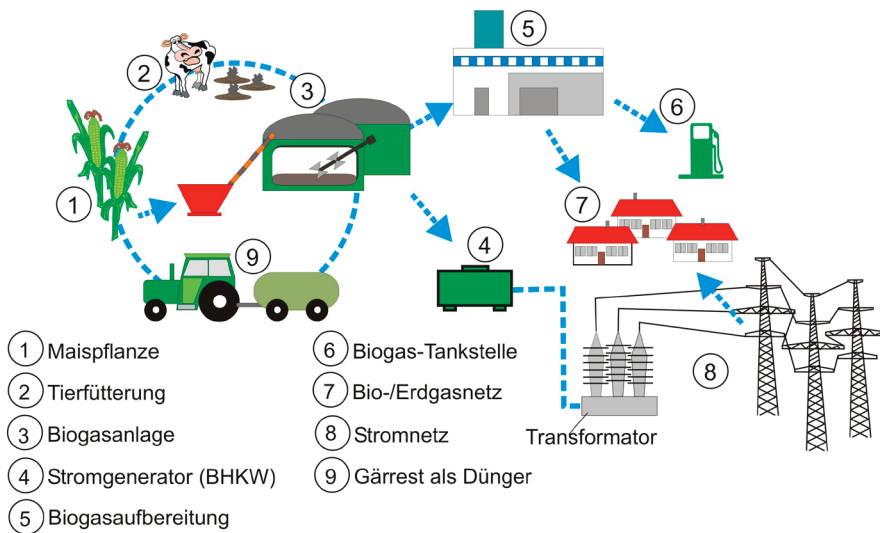
95 % der in Biogasanlagen in Deutschland eingesetzten Substrate sind Energiepflanzen und Wirtschaftsdünger (W. ist der Oberbegriff für Gülle, Mist und Futterreste aus der Viehhaltung). Die restlichen 5 % setzen sich aus Reststoffen verschiedener Art und insbesondere kommunalem Bioabfall zusammen. Hierbei

machen Energiepflanzen – bezogen auf die Masse - etwas mehr als die Hälfte der Einsatzstoffe aus, liefern aber nahezu 80 % der Energie. Grund hierfür ist die deutlich geringere Energiedichte von Wirtschaftsdünger, insbesondere Gülle, die zu über 90 % aus Wasser besteht.

Daher reicht insbesondere in landwirtschaftlich eher kleinstrukturierten Regionen Deutschlands wie beispielsweise in Bayern die Gülle eines einzelnen Betriebes häufig nicht aus, um eine Biogasanlage zu betreiben. Der spezifische Anfall von Gülle hängt nicht nur von der Tierart, sondern auch von einer Reihe weiterer Bedingungen wie etwa der Haltungsart ab. Letztlich kann man aber als Faustzahl ansetzen, dass ca. 8 bis 12 Großvieheinheiten (1 GV = ca. 500 kg Lebendgewicht Tier) nötig sind, um Biogas für 1 kW elektrische BHKW-Leistung zu erzeugen. Daher sind für eine kleine, rein mit Gülle betriebene Biogasanlage mit 30 kW, schon Viehbestände von 250 bis 300 GV erforderlich. Wenn diese Mengen nicht an einem Betrieb vorhanden sind, ist es auch denkbar, Gülle und Mist von verschiedenen landwirtschaftlichen Betrieben in einer



## Lagerungs-, Einbring- und Gärtechnik



Energiepflanzen werden zum Erntezeitpunkt in Fahrsilos einsilert und können nach Abschluss des Silierprozesses (ca. 2 Wochen) in der Biogasanlage genutzt werden. Sie werden dann zusammen mit anderen festen Substraten (z. B. Mist) mit Hilfe von Beschickungseinrichtungen (z. B. Schnecken, Schubböden) direkt in den Fermenter eingebracht, während Gülle im einfachsten Fall vom Stall direkt in die Vorgrube und von dort in den Fermenter fließt. Es kann erforderlich oder sinnvoll sein, die Biomasse vor der eigentlichen Einbringung aufzubereiten. So müssen z. B. Speiseabfälle aus hygienischen Gründen thermisch vorbehandelt werden, andererseits durchlaufen aufgrund ihrer Struktur schwerer vergärbare Substrate (z. B. Landschaftspflegegras) häufig eine separate Zerkleinerungsstufe (Mühle, Schredder).

Bei über 90 % der Biogasanlagen findet der Gärprozess in stehenden zylinderförmigen, luft- und lichtundurchlässigen Behältern aus Stahl bzw. Stahlbeton statt, auf denen als Dach eine Betondecke oder eine kugel- oder kegelförmige Folienhaube installiert wird. Seltener werden liegende oder Boxenfermenter eingesetzt. Eine mehrstufige Prozessführung wird in der Regel durch Hintereinanderschaltung von Fermenter und Gärproduktlager oder Fermenter, Nachgärer und Gärproduktlager erreicht. Der Transport zwischen den Behältern erfolgt mit Pumpen oder im freien Überlauf, die Durchmischung der Behälter mit ein oder mehreren Rührwerken. Hier werden je nach technischer Anforderung Propeller-, Langachs- oder Paddelrührwerke eingesetzt. Fermenter und Nachgärer sind mit Wärmedämmung und integrierter Heizung ausgerüstet. Um das Risiko von klimaschädlichen Methanemissionen aus dem Fermenter auszuschließen, ist eine zusätzliche Gasverbrauchseinrichtung, in der Regel eine Notfackel, vorgeschrieben.

**Abbildung 1: Einfaches Ablaufschema einer Biogasanlage**

gemeinsamen Biogasanlage zu vergären. Allerdings muss in diesem Fall auf die Vorgaben aus dem Dünge- und Veterinärrecht und auf die geringe Transportwürdigkeit von Gülle geachtet werden.

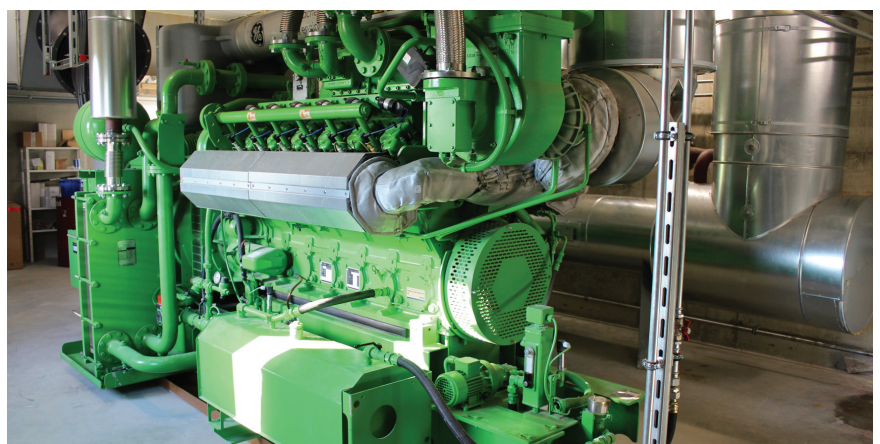
Bei Energiepflanzen wie Mais, als Ganzpflanze geerntetem Getreide oder Grünland liegen die Trockensubstanzanteile häufig über 30 %. Auf die Frischmasse bezogen entsteht aus Energiepflanzen somit deutlich mehr Methan als aus Gülle (Abbildung 3). Weil der Trockensubstanzgehalt im Fermenter nicht über 15 % liegen sollte, bedeutet das aber auch, dass bei einer alleinigen Vergärung dieser Stoffe Wasser zugegeben oder Gärsubstrat recycelt werden muss, um das Substrat im Fermenter gut rührbar und pumpfähig zu machen.

Werden Energiepflanzen in einer Biogasanlage eingesetzt, so hängt der Flächenbedarf vor allem von den Trockenmasseerträgen pro Hektar ab. Als Faustzahl kann hier angesetzt werden, dass man ca. 0,5 (Maissilage) bis 2 Hektar (extensives Grünland) pro kW elektrischer Leistung benötigt. Der vergleichsweise höchste Masseertrag, der geringe Faktoreinsatz beim Anbau sowie die weit verbreitete Anbautechnik erklären auch, warum vor allem Mais (bezogen auf die Energiepflanzen mit einem Anteil von über 70 %) als Biogassubstrat zum Einsatz kommt. Daneben werden Getreideganzpflanzen und Grünlandaufwuchs, aber auch Zuckerrüben und Getreidekorn verwendet.

Da aber in Biogasanlagen grundsätzlich - mit Ausnahme holzartiger Stoffe (Lignin) - nahezu jegliche organische Substanz vergoren werden kann, ermöglicht Biogas wie kein anderer landwirtschaftlicher Produktionszweig die Eta-

bilierung von neuen, ökologisch vorteilhaften Energiepflanzen, die Erweiterung von Fruchtfolgen, die Nutzung von nicht als Viehfutter verwertbarem Grünland oder Schnitten aus der Biotoppflege (sog. Landschaftspflegematerial) und den Einsatz von Zwischenfrüchten, was insbesondere für ökologisch arbeitende Betriebe eine interessante Möglichkeit darstellt. So gibt es zahlreiche Forschungsprogramme, um neue Energiepflanzen und angepasste Anbausysteme zu etablieren. Dadurch können neue Arten wie Sorghum, Durchwachsene Silphie oder ungarisches Energiegras die Vielfalt auf dem Acker erhöhen. Einen Überblick über bekannte und neuartige Energiepflanzen gibt eine eigene C.A.R.M.E.N. e.V. -Broschüre.

Schließlich bietet eine Biogasanlage auch eine ideale Möglichkeit, um landwirtschaftliche Reststoffe bzw. Nebenprodukte wie beispielsweise Stroh oder Kartoffelschalen energetisch zu verwerten.



**Abbildung 2: BHKW einer Biogasanlage (537 kW<sub>e</sub>)**

## Gärprozess

Die Etablierung und Beibehaltung eines stabilen Gärprozesses ist eine anspruchsvolle Aufgabe. Bei Inbetriebnahme der Biogasanlage wird Gärsubstrat aus einer bestehenden Anlage oder auch Rindergülle zum Animpfen des Gärprozesses in den Fermenter eingebracht. Danach kann es aber noch mehrere Monate bis zum Erreichen des Vollastbetriebs dauern. Die Prozesstemperatur im Fermenter bzw. Nachgärer wird meist im mesophilen Bereich, auf etwa 37 bis 42° C, gehalten. Aber auch eine thermophile Betriebsweise im Bereich von 50 bis 55°C, die schnellere Umsetzungsraten ermöglicht, aber auch höheren Betreuungsaufwand erfordert, ist möglich.

Die Biogasproduktion erfolgt als biochemischer Prozess durch Mikroorganismen (Bakterien und Archaeen), die organisches Material unter anaeroben Bedingungen abbauen und umsetzen. Dabei werden zunächst ungelöste Polymere wie Fette, Eiweiße und Kohlenhydrate durch Hydrolyse in niedermolekulare Verbindungen wie Zucker, Fett- und Aminosäuren oder Glycerin aufgespalten. Im nächsten Schritt, der Acidogenese, entstehen niedere Fettsäuren, wie Essig-, Propion- und Buttersäure sowie Alkohole, Wasserstoff und Kohlendioxid. Die darauf folgenden Prozesse der Acetogenese und Methanbildung laufen parallel ab. In der Acetogenese werden Essigsäure, Kohlendioxid und Wasserstoff gebildet. Daraus werden in der Methanogenese Methan (CH<sub>4</sub>) und Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>) synthetisiert. Das schließlich entstehende Biogas besteht zu etwa 50 bis 65 Volumenprozent aus Methan, ca. 35 bis 45 Volumenprozent sind unverwertbares Kohlenstoffdioxid. Ammoniak, Schwefelwasserstoff, Stickstoff, Sauerstoff und Wasserstoff machen weniger als ein bis zwei Volumenprozent des Biogases aus. Zur energetischen Verwertung muss das Biogas noch aufbereitet werden. Dies erfolgt meist mittels biologischer Entschwefelung im Fermenter und einfacher Auskondensation des Wasseranteils im Biogas. Alternativ gibt es Module zur externen Entschwefelung. Möglich ist auch die Zugabe von Eisenoxidlösungen zum Substrat, um den Schwefel im Fermenter auszufällen und aus der Gasphase zurückzuhalten. Außerdem werden Filter angeboten, die mittels Aktivkohle Schwefelwasserstoff aus dem Biogasstrom entfernen.

## Gärprodukte

Nach Abschluss des Gärprozesses in Fermenter und Nachgärer fließt das Substrat in ein Gärproduktlager, in dem es bis zur Aus-

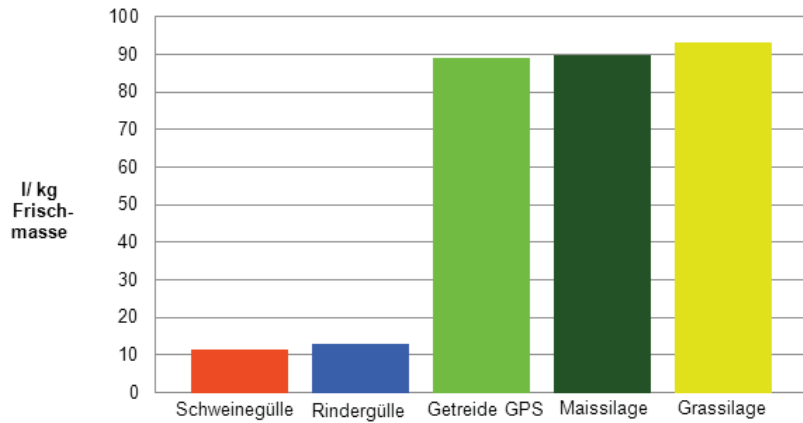


Abbildung 3: Methanertrag verschiedener Substrate

bringung als Gärprodukt auf die landwirtschaftlichen Flächen gespeichert wird. Dieses ist unbeheizt und unisoliert, aber häufig noch gasdicht, so dass entstehendes Biogas noch aufgefangen und verwertet werden kann. Bei der Ausbringung des Gärprodukts sollten bodennahe Verfahren (Schleppschlauch/-schuh, Injektion, Grubber) eingesetzt werden. Dadurch werden zum einen Treibhausgasemissionen vermieden und zum anderen wird eine Ausgasung des wertvollen Stickstoffs reduziert. Insbesondere vergorene Gülle zeichnet sich durch einen verbesserten Düngerwert aus, d. h. die Flüssigkeit ist weniger aggressiv und die enthaltenen Nährstoffe, insbesondere Stickstoff, sind für die Pflanzen leichter verfügbar. Mittlerweile werden insbesondere bei größeren Anlagen vermehrt verschiedene Aufbereitungstechnologien eingesetzt, um die Düngereffizienz zu optimieren und die Transportwürdigkeit zu erhöhen.

## Gasverwertung

Die Biogasspeicherung erfolgt in der Regel drucklos im Kunststoffoliensack oder im Luftraum über der Flüssigkeit in den Gärbehältern. Das erzeugte Biogas wird zum größten Teil zur Verstromung eingesetzt. Ein Motor verbrennt das erzeugte Biogas und treibt einen Generator an. Diese Kombination von Verbrennungsmotor mit Elektrogenerator und

Wärmetauscher nennt man Blockheizkraftwerk (BHKW) (siehe Abbildung 2). Die elektrische Energie wird ins öffentliche Netz eingespeist. Mit der Motor- und Abgasabwärme wird zunächst der Fermenter beheizt, um dort die notwendige Gärtemperatur aufrecht zu erhalten. Die darüber hinausgehenden, meist noch erheblich hohen Wärmeenergiemengen können außerhalb der Anlage, z. B. zur Beheizung von Wohn-, Stall- sowie Betriebsgebäuden, zur Trocknung oder als Prozesswärme verwendet werden.

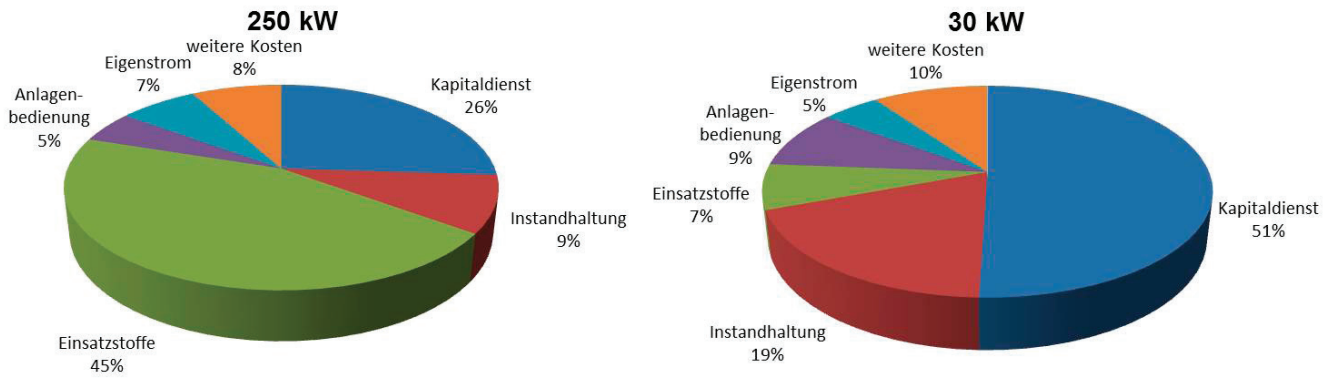
Da Wärme nicht ohne erhebliche Verluste über größere Distanzen transportiert werden kann, sollte die Planung einer Biogasanlage von einer Wärmeverwertungsmöglichkeit her begonnen werden. Alternativ wird das Biogas über eine Niederdruckleitung zu einer Wärmesenke transportiert und erst dort in einem BHKW verstromt. Damit werden die transportbedingten Wärmeenergieverluste vermieden. Größere Entfernungen zwischen BHKW und Wärmeverbraucher werden vereinzelt auch mit mobilen Wärmespeichern überbrückt.

## Aufbereitung und Einspeisung

Zunehmend wird auch die Aufbereitung von Biogas auf Erdgasqualität und die Einspeisung in das öffentliche Erdgasnetz verfolgt. Dazu müssen das Kohlendioxid und die weiteren

Einnahmen	Ausgaben
<b>Stromeinnahmen</b>	<b>Kapitalkosten</b>
<b>Eventuell Wärme-einnahmen</b>	<b>Instandhaltungs- und betriebsgebundene Kosten</b> Instandhaltung von Bauwerk, BHKW, Technik Arbeitszeit, Versicherung, Betreuung durch ein Labor
<b>Eventuell Verwertungserlöse</b>	<b>Verbrauchsgebundene Kosten</b> Einsatzstoffe, evtl. Zündöl, evtl. externes Wasser, Eigenstrombedarf, Ausbringkosten Gärprodukt
	<b>Sonstige Kosten</b> Gutachten, Versicherung, Öffentlichkeitsarbeit, Verwaltung

Tabelle 1: Kostenpunkte und Einnahmequellen



**Abbildung 4: Vergleich der jährlichen Kostenstruktur einer 250 kW-NawaRo-Anlage mit einer 30 kW-Gülle-Anlage**

Spurengase vom Methan abgetrennt werden. Es gibt hierfür verschiedene Verfahren. Zum einen kann das Kohlendioxid in der sogenannten Druckwechseladsorption an festen Adsorbenten, z. B. Aktivkohle, angelagert werden. Zu den absorptiven Verfahren, bei denen das Kohlendioxid in einer Flüssigkeit gelöst wird, zählen z. B. die Druckwasserwäsche oder die Aminwäsche. Beim Membranverfahren werden die unerwünschten Gasbestandteile an einer Membran abgetrennt.

Das so erzeugte Biomethan unterscheidet sich in seinen chemischen Eigenschaften nicht vom Erdgas und muss dann vor der Einspeisung nur noch auf den entsprechenden Druck des Gasnetzes gebracht werden. An einer anderen Stelle im Netz kann dann das Biomethan entnommen und in einem BHKW eingesetzt werden. Die Nachverfolgbarkeit wird über ein Bilanzierungssystem gewährleistet.

Auch die Betankung von Gasautos mit Biomethan findet bereits in der Praxis statt. So konnte 2012 an 230 Erdgastankstellen in Deutschland Biomethan in unterschiedlichen Anteilen getankt werden. An 76 Tankstellen war sogar reines Biomethan erhältlich. Mittlerweile ist aufgrund von steuerrechtlichen Änderungen die Zahl der Biomethantankstellen rückläufig.

Weiterführende Informationen zum Thema Biomethan finden sich in einer eigenen C.A.R.M.E.N. e.V. -Broschüre.

### Betriebsorganisation und Ökonomie

Viele Biogasanlagen werden einzelbetrieblich geführt. In kleinstrukturierten Gebieten kann aber häufig ein einzelner Betrieb nicht ausreichend Rohstoffe zur Versorgung einer Biogasanlage zur Verfügung stellen. Hier bietet sich das Modell einer Gemeinschaftsbiogasanlage von mehreren Landwirten an. Die Biogasproduktion stellt für den Betreiber – meist ein

Landwirt - einen neuen Betriebszweig dar, für den nicht nur die finanziellen, rohstofftechnischen und arbeitszeitlichen Voraussetzungen gegeben sein müssen, sondern auch spezifische fachliche Kenntnisse erworben werden müssen. Insbesondere müssen mehrere Personen in der Lage sein, die Biogasanlage zu bedienen, um bei einem Ausfall des eigentlichen Betriebsleiters eine sichere Weiterführung der Gasproduktion zu gewährleisten. Aber auch für Aspekte wie Arbeits- und Anlagensicherheit, Öffentlichkeitsarbeit, Umweltschutz oder Controlling sollten Verantwortlichkeiten festgelegt werden.

Als Rechtsform wird häufig eine Gesellschaft des bürgerlichen Rechts (GbR) gewählt. Dabei handelt es sich um eine Personengesellschaft. Das bedeutet auch, dass der Betreiber mit seinem gesamten Privatvermögen haftet. Daher ist insbesondere bei Betreibermodellen mit mehreren Beteiligten eine GmbH oder eine GmbH & Co. KG die Rechtsform der Wahl. Bei einer Vielzahl an Beteiligten bieten auch Genossenschaften gewisse Vorteile. Man sollte sich in jedem Fall von einem Rechtsbeistand juristischen Rat einholen.

Auch genehmigungsrechtlich müssen beim Bau und Betrieb der Biogasanlage vielfältige Vorschriften beachtet werden. Je nach Größe der Anlage müssen die Regelungen des Bundesimmissionsschutzgesetzes eingehalten werden, darüber hinaus existieren eine Vielzahl von Verordnungen und Gesetzen, die Teilbereiche des Betriebs einer Biogasanlage regeln (z. B. Düngegesetz, Kreislaufwirtschaftsgesetz, Bioabfallverordnung, Störfallverordnung, Energiesteuergesetz, Verordnung über Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen).

Bei der Neuerrichtung einer Biogasanlage sind erhebliche Investitionen nötig. So fallen neben den Kosten für die eigentliche Biogasanlage (Fermenter, Einbringtechnik, Gebäude,

BHKW) auch Ausgaben für die Silos, Wärmeleitungen, Netzanschluss, aber auch für Planung und Inbetriebnahme an. Daher ist vor der Investitionsentscheidung eine sorgfältige Prüfung der Wirtschaftlichkeit als Teil eines Businessplans notwendig. Während z. B. die jährlichen Kosten güllebasierter Anlagen sehr stark vom Kapitaldienst dominiert werden, bilden bei Biogasanlagen, die überwiegend Energiepflanzen einsetzen, Substratkosten den größten Block bei der Kostenstruktur (siehe Abbildung 4). Daher sollte hier der optimalen Substratausnutzung bei Planung und Betrieb der Anlage größte Aufmerksamkeit gewidmet werden. Aber auch Kostenblöcke wie Instandhaltung oder Eigenenergieverbrauch können durch sinnvolle Planung und Betrieb reduziert werden. Tabelle 1 gibt einen Überblick zu den verschiedenen Kostenpunkten und Einnahmequellen.

### EEG

Seit Einführung des EEG als Nachfolger des Stromeinspeisegesetzes im Jahr 2000 besteht für die Netzbetreiber eine Anschlusspflicht für die Anlage und eine Abnahme- und Vergütungspflicht für Strom, der durch Vergärung von Biomasse gewonnen wurde. Die darin festgelegte Vergütung für 20 Jahre auf Basis von Festpreisen ermöglichte erstmals die notwendige Planungssicherheit für die relativ kostenintensiven Projekte. Das EEG wurde in den Jahren 2004, 2009 und 2012 novelliert. Zuletzt trat zum 1. August 2014 ein neues EEG in Kraft.

Während bei den ersten beiden Novellierungen (2004 und 2009) die Rahmenbedingungen sich jeweils verbesserten, wurden 2012 die Vergütungsvoraussetzungen deutlich verschärft. Es wurde eine Wärmenutzungspflicht und ein sogenannter Maisdeckel eingeführt. Mit letzterem reagierte der Gesetzgeber auf die öffentliche Diskussion, die unter dem Be-



griff „Vermaisung“ geführt wurde. In der Folge brachen die Anlagenneubauzahlen deutlich ein, während ein Zubau an installierter Leistung vorwiegend durch Erweiterung bestehender Anlagen erfolgte.

Mit der aktuell seit August 2014 gültigen Fassung des EEG wurde einerseits der Erweiterung von Bestandsanlagen ein Riegel vorgeschoben und andererseits die Vergütungen für Neuanlagen so deutlich reduziert, dass der Neubau einer Biogasanlage sich aktuell nur noch im Bereich der kleinen güllebasierten Anlagen wirtschaftlich darstellen lässt. Eine Übersicht über die Vergütungssätze in den Jahren 2010 und 2015 bieten Tabellen 2 und 3.

Für die weitaus überwiegende Anzahl der Biogasanlagen in Deutschland (ca. 90 %) gelten die Regelungen des EEG 2009. Hier besteht eine strikte Trennung zwischen sogenannten NawaRo-Anlagen, die nur Wirtschaftsdünger und Energiepflanzen einsetzen dürfen, und sonstigen sogenannten Reststoffanlagen. Die spezifische Vergütung einer Biogasanlage setzt sich zusammen aus der Grundvergütung und verschiedenen Boni und unterscheidet sich von Anlage zu Anlage teilweise erheblich. NawaRo-Anlagen erhalten den NawaRo-Bonus, häufig zusätzlich noch den Güllebonus, manchmal auch den Landschaftspflegebonus, je nach Art und Zusammensetzung der Einsatzstoffe. Andere Boni, die mehr von der eingesetzten Technik abhängen, sind der Luftreinhaltebonus, der KWK-Bonus und der Technologiebonus. Darüber hinaus gibt es Leistungsklassen, die bewirken, dass größere Anlagen eine geringere Vergütung als kleiner erhalten (siehe Tabellen 2 & 3). Die Einhaltung der im EEG festgelegten Vorgaben wird teilweise von einem sogenannten Umweltgutachter geprüft und zertifiziert. So muss er bei vielen Anlagen z. B. einmal im Jahr prüfen, ob die Wärmenutzung den Anforderungen

des EEG entspricht und damit Anspruch auf den KWK-Bonus besteht. Bei anderen Anlagen mit anderer Vergütungsstruktur oder anderem Inbetriebnahmejahr besteht diese Prüfpflicht möglicherweise nicht. Möchte man daher also Aussagen über eine bestimmte Biogasanlage treffen, ist immer zu beachten, unter welchen rechtlichen Rahmenbedingungen sie errichtet wurde und betrieben wird.

## Ökologie

Bei der Lagerung unvergorener Gülle wird Methan freigesetzt. Durch die Verwertung in einer Biogasanlage wird die Gülle ausgefault und das entstehende Methan verbrannt, wodurch seine klimaschädliche Wirkung deutlich reduziert wird. Das bei der Verbrennung des Methans freigesetzte Kohlendioxid stammt nicht aus fossilen Quellen vergangener Erdzeitalter, sondern aus dem sich ständig wiederholenden Prozess der Kohlendioxidentnahme aus der Luft, dem Aufbau von Pflanzenmaterial und seiner Zersetzung bei abbauenden Prozessen (hier Vergärung, Verbrennung). Da sich diese Vorgänge innerhalb eines Kreislaufs befinden, ist die energetische Nutzung von Biogas CO<sub>2</sub>-neutral. Durch die anaerobe Vergärungstechnik werden zudem viele unangenehm wirkende Geruchsstoffe im Substrat zerstört sowie Krankheitserreger im Substrat reduziert. Somit trägt die Biogasanlage zur deutlichen Senkung von Geruchsemissionen bei der Lagerung und auch der Ausbringung bei.

Vergorene Gülle führt bei der Ausbringung zu weniger Ättschäden an den Kulturpflanzen sowie an den Bodenlebewesen. Durch die Vergärung wird der Anteil an mineralischem Stickstoff in der Gülle erhöht, welcher bei der Ausbringung leichter pflanzenverfügbar ist. Dies führt bei sachgemäßer Handhabung zu weniger Auswaschung von Stickstoff ins Grundwasser.

Leistungsklasse	≤ 150 kW	≤ 500 kW	≤ 5 MW	≤ 20 MW
Grundvergütung	11,55	9,09	8,17	7,71
NawaRo-Bonus	6,93	6,93	3,96	--
+ Gülle-Bonus	3,96	0,99	--	--
+ LaPf-Bonus	1,98	1,98	--	--
Technologiebonus	1,98	1,98	1,98	--
KWK-Bonus	2,97	2,97	2,97	2,97
Luftreinhaltebonus	0,99	0,99	--	--

**Tabelle 2: Vergütungssätze für Strom aus Biogas bei Inbetriebnahme 2010 (jeweils in €-ct/ kWhel)**

Leistungsklasse	≤ 75 kW Gülle	≤ 150 kW	≤ 500 kW	≤ 5 MW	≤ 20 MW
Grundvergütung	23,73	13,66	11,78	10,55	5,85

**Tabelle 3: Vergütungssätze für Strom aus Biogas bei Inbetriebnahme 2015 (jeweils in €-ct/ kWhel)**

Die Einsatzstoffe, die Technik und die Verwendungsmöglichkeiten bei Biogas sind sehr vielfältig. Daher ist auch die energetische und ökologische Bilanz von Biogas stark vom Konzept abhängig. Grundsätzlich sind die Umweltwirkungen umso positiver, je mehr Reststoffe und Gülle eingesetzt werden und je mehr Wärme verwertet werden kann. Aber auch beim gezielten Anbau von Energiepflanzen ist eine deutliche CO<sub>2</sub>-Einsparung gegenüber dem Strommix in Deutschland zu erreichen.

Auch die Energiebilanz fällt positiv aus. Wird Mais zur Vergärung in Biogasanlagen angebaut und das Biogas anschließend verstromt, so ergibt sich laut einer Studie der bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft ein Verhältnis von Output zu Input von ca. 2,3 : 1. Durch eine Nutzung der Wärme kann dieser Faktor auf über 4 : 1 angehoben werden.

## Flexibilisierung und bedarfsgerechte Stromeinspeisung

Bis vor einigen Jahren wurden nahezu alle Biogasanlagen in Vollast mit dem Ziel einer maximalen eingespeisten Strommenge betrieben. Mittlerweile hat bei den Betreibern ein Umdenken stattgefunden. Immer mehr nutzen den Vorteil, den der Energieträger Biogas gegenüber Wind- und Solarenergie besitzt. Während das Angebot letzterer fluktuiert und nicht steuerbar ist, kann Biogas über einen längeren Zeitraum gespeichert und dann flexibel und bedarfsgerecht verstromt werden. Zwei Einsatzgebiete stehen hier im Vordergrund.

Einerseits kann Biogas die Schwankungen von Sonne und Wind teilweise ausgleichen, d.h. die Anlage schaltet ab, wenn viel Wind- und Solarstrom im Netz zur Verfügung stehen, während sie zu den anderen Zeiten dafür mit höherer Leistung betrieben wird. Diese bedarfsgerechte Stromeinspeisung kann dem Betreiber verglichen mit der klassischen Volleinspeisung durchaus Mehreinnahmen bringen.

Das andere Gebiet ist der Regelleistungsmarkt. Regelleistung wird benötigt, um kurzfristige unvorhergesehene Schwankungen zwischen Stromerzeugung und -nachfrage auszugleichen, da andernfalls das Stromnetz zusammenbrechen könnte. Hier können Biogas-BHKWs, die schnell an- und abgeschaltet bzw. in ihrer Leistung angepasst werden können, einen signifikanten Beitrag zur Stützung des Stromnetzes leisten. Diese Dienstleistung wird vergütet, so dass der Betreiber auch hier Mehreinnahmen generieren kann.



## Wichtige Sicherheitsaspekte

Beim Betrieb von Biogasanlagen können vor allem in tieferliegenden Bereichen gefährliche Gaskonzentrationen entstehen. Gesundheitsrisiken und Lebensgefahr bestehen bei folgenden Gasen:

### Kohlendioxid $\text{CO}_2$

- Schwerer als Luft, verdrängt die Atemluft, Erstickungstod!

### Schwefelwasserstoff $\text{H}_2\text{S}$

- Schwerer als Luft, Nervengift, Tod durch Atemlähmung!

### Ammoniak $\text{NH}_3$

- Gesundheitsschädlich, reizt Augen und Haut!

### Methan $\text{CH}_4$

- Bei zündfähiger Gaskonzentration (4,4 bis 16,5 Vol.-%) besteht Explosionsgefahr!

### Weitere Gefahren und Sicherheitsmaßnahmen:

Weitere Gefahren liegen im Entstehen von Bränden und der Bildung von Kondensat, was zum Einfrieren von Leitungen führen kann. Mit technischen Maßnahmen können eine Reihe von möglichen Unfällen und Störungen vermieden werden. Dazu zählen z. B. Sicherheitseinrichtungen am Gärbehälter und am Gasspeicher, die eine unzulässige Änderung des Innendruckes verhindern. Befüllöffnungen, Kanäle und Schächte müssen gegen ein Hineinstürzen von Personen gesichert werden. Das Blockheizkraftwerk muss durch einen außenliegenden Notausschalter abgeschaltet werden können.

Wichtig ist, dass die Betriebsanweisungen und eine Gefährdungsbeurteilung vom Betreiber der Biogasanlage erstellt werden. Daneben muss auch ein Auslaufen von Sickersäften und Gärsubstraten vermieden werden. Insbesondere bei der Lagerung großer Mengen an Energiepflanzen in Silos fallen große Mengen an Sickersäften an. Diese müssen direkt in die Biogasanlage gelangen und dürfen keinesfalls im Erdreich versickern oder in Gewässer gelangen.

Schutzabstände und Exzonen sind nach den geltenden Vorschriften einzuhalten. Alle Bedienungsvorrichtungen sollten oberirdisch angebracht werden. Auf das Verbot von Feuer, offenem Licht und Rauchen muss deutlich hingewiesen werden. Heiße Materialien sind gegen Berühren zu schützen. Ein Brandschutzkonzept sollte mit der örtlich zuständigen Feuerwehr erstellt werden.

Detaillierte Sicherheitsaspekte können zum Beispiel in den Technischen Regeln Anlagensicherheit Biogas (TRAS) und den Technischen Regeln für Gefahrstoff Biogas (TRGS) nachgelesen werden.

# Centrales Agrar-Rohstoff Marketing- und Energie-Netzwerk e.V.



C.A.R.M.E.N. e.V., das Centrale Agrar-Rohstoff Marketing- und Energie-Netzwerk, wurde am 6. Juli 1992 in Rimpar bei Würzburg durch den Freistaat Bayern gegründet. Anfang 2001 wurde der eingetragene Verein Teil des Kompetenzzentrums für Nachwachsende Rohstoffe (KoNaRo) mit Sitz in Straubing. Seit 2012 unterstützt C.A.R.M.E.N. e.V. zudem aktiv die Umsetzung der Ziele der Energiewende.

Der von 75 Mitgliedern getragene Verein beschäftigt aktuell 40 Mitarbeitende. Diese befassen sich mit den Themen biogene Festbrennstoffe, Biogas und übrige Erneuerbare Energien sowie Mobilität, Stoffliche Nutzung, Bioökonomie, Energieeffizienz, Akzeptanz und Öffentlichkeitsarbeit.

Die Einbindung in das KoNaRo bietet günstige Voraussetzungen für die Arbeit des Netzwerks. C.A.R.M.E.N. e.V. ist zwar zunächst eine bayerische Einrichtung, doch die Aktivitäten reichen längst über Landes- und Bundesgrenzen hinaus.

## Dienstleistungen

C.A.R.M.E.N. e.V. bietet unterschiedliche Dienstleistungen für land- und forstwirtschaftlich Beschäftigte, Kommunen und die öffentliche Hand, Forschung, Unternehmen sowie Privatpersonen an. Die Beschäftigten tragen mit ihrem Fachwissen und ihren Erfahrungen zur Umsetzung und zum Gelingen verschiedenster Vorhaben bei. Die Erstinformation ist eine kostenfreie Dienstleistung des Netzwerks. Auch für Veranstaltungen Dritter stehen die Mitarbeitenden als Referenten und Kontakt u. a. rund um die Themen Bioenergie, Solarenergie, Windenergie, Stromspeicherung, Energieeffizienz, Akzeptanzmanagement und stoffliche Nutzung zur Verfügung.



- Unabhängige Beratung und Projektbegleitung:  
Einschätzungen zur Wirtschaftlichkeit, fachliche und methodische Unterstützung und Optimierung von Projekten, z. B. bei der Realisierung von Energiekonzepten in Kommunen
- Umfangreiche Publikationen und Informationsangebote:  
Broschüren, Pressemitteilungen, Fachartikel, Tagungsbände sowie Internetpräsenz mit aktuellen Informationen, Branchenverzeichnissen, Terminkalender u.v.a.
- Informationsveranstaltungen und Fachtagungen
- Messeauftritte und -beteiligungen, Ausstellungen, Führungen, Exkursionen



**Hinweis:** Diese Broschüre wendet sich an alle Interessierten gleichermaßen. Auf eine durchgehend geschlechtsneutrale Schreibweise wird zugunsten der besseren Lesbarkeit des Textes verzichtet.



**C.A.R.M.E.N.**

Herausgeber: C.A.R.M.E.N. e.V.,  
Centrales Agrar-Rohstoff Marketing-  
und Energie-Netzwerk  
Schulgasse 18 · 94315 Straubing  
Tel.: 09421 960 300 · Fax -333  
E-Mail: [contact@carmen-ev.de](mailto:contact@carmen-ev.de)  
Internet: [www.carmen-ev.de](http://www.carmen-ev.de)  
V.i.S.d.P.: Edmund Langer  
Text und Konzeption: C.A.R.M.E.N.  
e.V.  
Bildnachweis: C.A.R.M.E.N. e.V.  
Stand: September 2015