

SCHULBIOLOGIE  
ZENTRUM  
HANNOVER

global bis  
molekular



# Biogasanlagen



[www.schulbiologiezentrum.info](http://www.schulbiologiezentrum.info)



# Aufbau und Funktion von Biogasanlagen

In Biogasanlagen wird aus organischen Substraten wie Abfälle, Gülle oder angebaute Pflanzen (z.B. Mais) durch geregelte Vergärung Methan hergestellt. Das gewonnene Methan kann dann im Anschluss in einem Gasmotor verbrannt und in elektrische Energie und Wärmeenergie (Prozesswärme) umgewandelt werden. Die elektrische Energie wird in das Energienetz eingespeist. Die Wärmeenergie wird einerseits für den Betrieb der Biogasanlage genutzt und häufig in ein lokales Nahwärmenetz eingespeist, sodass mehrere Haushalte oder Betriebe mit Wärme versorgt werden. Das gewonnene Gas kann auch aufbereitet in das Gasnetz eingeleitet und somit u.a. für die Gasheizungen in Häusern oder an Tankstellen für Autos genutzt werden (Walter, 2013).



Detailaufnahme des Pufferbehälters einer Biogasanlage

# Das Substrat

Häufig wird ein Gemisch aus Gülle und Mais als Substrat gewählt, welches in Biogasanlagen für die Methangewinnung vergoren wird. Generell wird bei der Vergärung zwischen Anlagen zur Flüssigvergärung (z. B. Gülle, Flüssigmist) und zur Trockenfermentation (Vergärung von trockener und faseriger Biomasse wie Mais oder Gras) unterschieden. Je nachdem, welches Substrat gewählt wird, kann eine bestimmte Menge an Methan gewonnen werden. Neben der Substratspezifität richtet sich die Methanausbeute auch nach der Temperatur oder der Anlagenbetriebsweise (Walter, 2013).

**Tabelle 1:** Verändert nach Handreichung Biogasgewinnung und -nutzung (FNR, 2008); Datensammlung Energiepflanzen (KTBL, 2012)

Biogasertrag in m <sup>3</sup> pro Tonne frischer Biomasse [FM] (Methanertrag)	
Rindergülle	25 m <sup>3</sup> /t FM (15,0 m <sup>3</sup> /t FM)
Schweinegülle	28 m <sup>3</sup> /t FM (18,2 m <sup>3</sup> /t FM)
Hühnermist	80 m <sup>3</sup> /t FM (48,0 m <sup>3</sup> /t FM)
Bioabfall	100 m <sup>3</sup> /t FM (61,0 m <sup>3</sup> /t FM)
Futtermübe	111 m <sup>3</sup> /t FM (56,6 m <sup>3</sup> /t FM)
Sudangras	128 m <sup>3</sup> /t FM (70,4 m <sup>3</sup> /t FM)
Grassilage	172 m <sup>3</sup> /t FM (92,9 m <sup>3</sup> /t FM)
Maissilage	202 m <sup>3</sup> /t FM (105,0 m <sup>3</sup> /t FM)



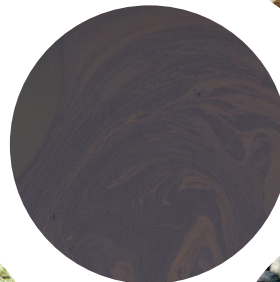
Bioabfall



vergorene Mais-Silage



Sudangras-Silage



Gülle



Futtermübe



Eine Biogasanlage von oben.  
Die Fermenter besitzen Hauben,  
damit das Gas nicht entweichen  
kann.

# Ablauf bei der Gasgewinnung in einer Biogasanlage

Der wesentliche Prozess der Biogasgewinnung findet im Fermenter statt. Bevor das Substrat jedoch in den Fermenter gelangt, kommt es zunächst in eine Vorgrube. Hier werden die unterschiedlichen Substrate gesammelt und vermischt. Für den Ablauf einer gut funktionierenden Biogasanlage ist ein kontinuierlicher Zufluss von möglichst gleichmäßigem Substrat wichtig. Die anaeroben Bakterien, die im Fermenter für die Biogasgewinnung verantwortlich sind, sind sehr empfindlich gegenüber Sauerstoff. Anaerobe Bakterien kommen nur dort vor, wo es keinen Sauerstoff gibt. Wenn es zu Störungen der Zufuhr von Biomasse kommt, zu Sauerstoffeintrag oder wenn zu unterschiedliches Substrat hinzugeführt wird, kann die Biogasausbeute einbrechen. In der Vorgrube werden daher die zugeführten Substrate aufbereitet und dem Fermenter kontinuierlich zugefügt (Walter, 2013).

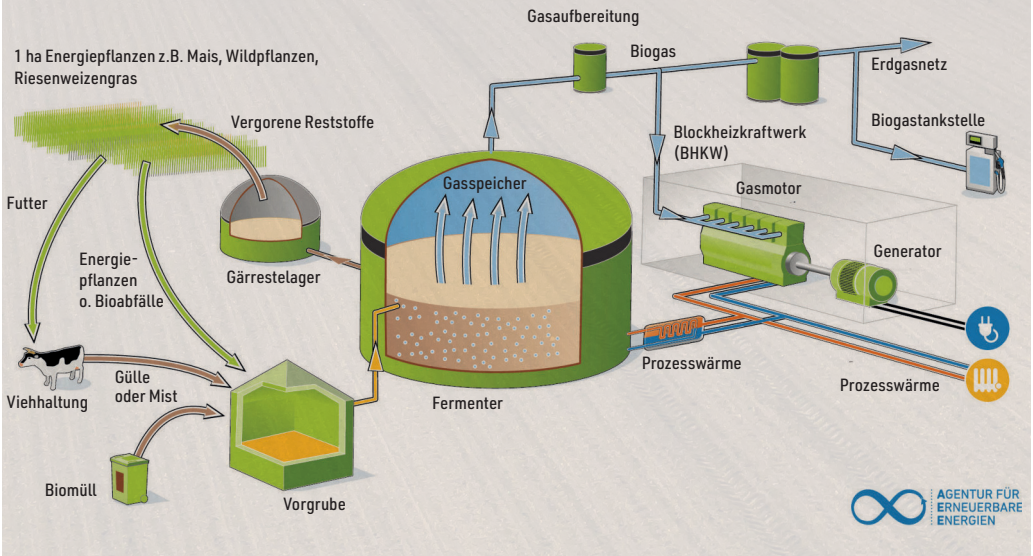
Das homogenisierte und aufbereitete Substrat gelangt danach in den Fermenter. Dies ist ein wasser- und luftdichter Behälter. Dort finden die anaeroben Abbauprozesse statt. Der Fermenter wird durch die angefallene Prozesswärme bei der Verstromung vom Methan auf einer konstanten Temperatur zwischen 35°C – 40 °C (mesophiler Anlagenbetrieb) oder 50 °C – 55 °C (thermophiler Anlagenbetrieb) gehalten. Durch die konstante Temperatur können die Mikroorganismen das zugeführte Substrat bestmöglich verwerten. Eine Durchmischung des Substrats durch ein speziell dafür entwickeltes Rührwerk sorgt bei Trocken- und Nassfermentation für ein gleichbleibendes homogenes Substrat. 90 % der Energie in der Biomasse wird in Biogas umgesetzt. Das durch die Vergärung gewonnene Gas wird in der Haube des Fermenters aufgefangen. Die nicht umgesetzte Biomasse wird anschließend als Gärrest in das Gärrestelager überführt und als landwirtschaftlicher Dünger verwendet (Walter, 2013).





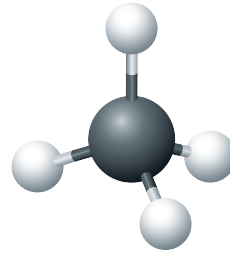
# Schema einer landwirtschaftlichen Biogasanlage

Für die Biogasproduktion eignen sich Gülle, feste Biomasse und biogene Abfälle. Die Exkremente von drei Kühen reichen aus, um einen durchschnittlichen Haushalt ein Jahr mit Strom zu versorgen. Pro Tag liefern die Exkremente eines Rindes eine Gasausbeute von maximal 1,5 m<sup>3</sup>. Energetisch entspricht dies in etwa einem Liter Heizöl. Nachwachsende Rohstoffe liefern jährlich zwischen 6.000 m<sup>3</sup> (Wiesengras) und 12.000 m<sup>3</sup> (Silomais/Futtererphen) Biogas pro Hektar Anbaufläche.



AGENTUR FÜR ERNEUERBARE ENERGIEN

# Verwendung des Biogases



Wie in Tabelle 2 ersichtlich, ist nur ein Teil des Biogases tatsächlich Methan. Das aufgesammelte Gas aus der Biogasanlage muss daher in einem weiteren Schritt aufbereitet werden. Nicht erwünschte Gase werden hierbei entfernt. Schwefelwasserstoff ( $\text{H}_2\text{S}$ ) z.B. erhöht den Verschleiß bei der anschließenden Verstromung des Gases durch einen Gasmotor.

**Tabelle 2:** Durchschnittliche Zusammensetzung von Biogas (FNR, 2008)

Bestandteil	Formelzeichen	Gehalt (Vol.-%)
Methan	$\text{CH}_4$	50 - 75
Kohlenstoffdioxid	$\text{CO}_2$	25 - 45
Wasser	$\text{H}_2\text{O}$	2 - 7
Sauerstoff	$\text{O}_2$	< 2
Stickstoff	$\text{N}_2$	< 2
Ammoniak	$\text{NH}_3$	< 1
Wasserstoff	$\text{H}_2$	< 1
Schwefelwasserstoff	$\text{H}_2\text{S}$	< 1

Das Methan muss einem gewissen Reinheitsgrad (Qualität) entsprechen, wenn es in das nationale Gasnetz eingespeist werden soll. Die Verstromung des Methans geschieht mit Hilfe eines Ottomotors. Dies ist vom Prozess her vergleichbar mit einem Verbrennungsmotor in Autos. Die gewonnene Bewegungsenergie wird nur nicht zur Fortbewegung genutzt, sondern durch einen nachgelagerten Generator in Strom umgewandelt. Durch diesen Prozess wird neben der elektrischen Energie viel Wärmeenergie freigesetzt (Prozesswärme). Diese Wärmeenergie wird einerseits zum Betreiben der Anlage genutzt, indem der Fermenter beheizt wird. Andererseits kann die Wärmeenergie in ein lokales Nahwärmenetz eingespeist werden, wodurch mehrere Privathaushalte oder Gewerbeobjekte mit Wärmeenergie versorgt werden können. Die aktuellen gesetzlichen Regelungen beim Bau von Biogasanlagen erfordern zudem ein Konzept zur Nutzung der Prozesswärme. Dadurch soll verhindert werden, dass diese einfach an die Umwelt abgegeben wird (Walter, 2013).



# Erträge pro Fläche

Durch den Anbau verschiedener Energiepflanzen werden unterschiedliche Mengen Biogas gewonnen. Theoretisch kann auf einer Fläche von 200 ha 9.000 t frische Biomasse [FM] Mais für Maissilage geerntet werden, welches einem Biogasertrag von 1.600.000 m<sup>3</sup> entspricht. Beim Anbau von Gras für Grassilage auf gleicher Fläche können 7.200 t FM geerntet werden bzw. 11.000 t FM Sudangras. Aus den 7.200 t FM Grassilage können 1.090.000 m<sup>3</sup> und aus 11.000 t FM Sudangras 1.240.000 m<sup>3</sup> Biogas gewonnen werden.

Im Durchschnitt entspricht 1 m<sup>3</sup> Biogas einem Heizwert von 6 kWh oder einem Heizöläquivalent von 0,6 Litern Heizöl (FNR, 2008). Im Durchschnitt wird in Deutschland pro Quadratmeter Wohnfläche 15,4 Liter Heizöl pro Jahr verbraucht.



Fermenter  
einer Biogasanlage

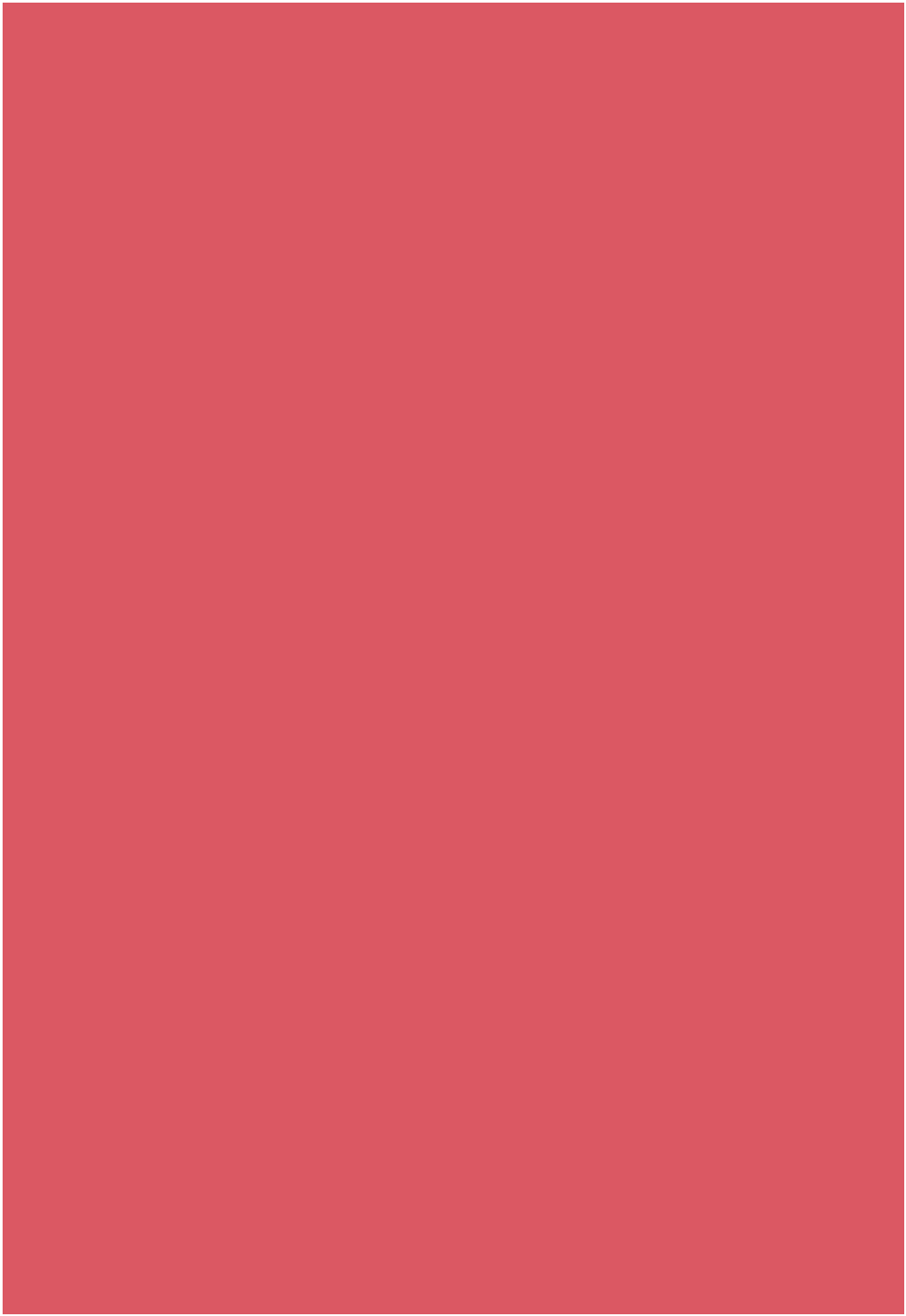
## Literaturverzeichnis

Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR). (2008).  
*Biogas Basisdaten Deutschland*. FNR

Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e. V. (KTBL). (2012).  
*Energiepflanzen Daten für die Planung des Energiepflanzenanbaus*. KTBL Darmstadt  
Walter, D. (2013). *Sicherer Betrieb von Biogasanlagen*. DLG-Verlag

## Bildnachweise

S. 1: iStockphoto.com/Bim; S. 2: iStockphoto.com/kontrast-fotodesign; S. 3: iStockphoto.com/kontrast-fotodesign; S. 4: iStockphoto.com/alle12, iStockphoto.com/undefined undefined, iStockphoto.com/Bim, shutterstock.com/aquatarkus; S. 5: iStockphoto.com/Bim; S. 6: iStockphoto.com/kontrast-fotodesign; S. 7: iStockphoto.com/Ralf Geithe, unendlich-viel-energie.de/Agentur für erneuerbare Energien; S. 8: shutterstock.com/Peter Hermes Furian; S. 9: shutterstock.com/Nerksi



## Schulbiologiezentrum Hannover

Vinnhorster Weg 2  
30419 Hannover

Tel.: 0511 . 168 47074  
Fax: 0511 . 168 47352

[schulbiologiezentrum@hannover-stadt.de](mailto:schulbiologiezentrum@hannover-stadt.de)  
[www.schulbiologiezentrum.info](http://www.schulbiologiezentrum.info)

Die  
**politische**  
**Pflanze**



U N I K A S S E L  
V E R S I T Ä T



**HAN  
NOV  
ER** 