

Wirtschaftlichkeit von Biogasanlagen

Biogas lohnt sich !

Die Frage ob sich Biogas lohnt kann durch einen Vergleich der Kosten und der Nutzen im Einzelfall beantwortet werden. Übersteigt der monetäre Nutzen die jährlichen Kosten, so ist der Bau einer Biogasanlagen wirtschaftlich sinnvoll. Anhand der folgenden Schritte kann die Wirtschaftlichkeit einer Anlage geschätzt werden.

Wie groß darf es denn sein ?

Die Spannweite der Investitionskosten hängt unter anderem von der Anlagengröße ab. Diese wird in erster Linie von der zu vergärenden Mist- bzw. Güllemenge und von der Menge an zusätzlichen Kosubstraten bestimmt.

Zur Berechnung der Anlagengröße sind vorab die folgenden 5 Fragen zu klären :

1. Welches Fermentervolumen?

$$\frac{\text{Tägliche Gülleaufkommen (m}^3\text{/Tag)}}{\text{Mittlere Verweilzeit (Tage)}} = \text{Fermentervolumen (m}^3\text{)}$$

2. Wie viel Biogas wird produziert ?

$$\frac{\text{Tägliche Gülleaufkommen (m}^3\text{/Tag)} \times \text{Organische Trockensubstanzgehalt (\%)}}{\text{Spezifischer Methanertrag (Flüssigmist = ca. 0,25 m}^3\text{ Methan / m}^3\text{ oTS) (Kosubstrate = ca. 0,50 m}^3\text{ Methan / m}^3\text{ oTS)}} = \text{Tägliche Organische Trockenmasseaufkommen (m}^3\text{ oTS / Tag)}$$

$$\frac{\text{Tägliche Organische Trockenmasseaufkommen (m}^3\text{/Tag)} \times \text{Spezifischer Methanertrag (Flüssigmist = ca. 0,25 m}^3\text{ Methan / m}^3\text{ oTS) (Kosubstrate = ca. 0,50 m}^3\text{ Methan / m}^3\text{ oTS)}}{\text{Spezifischer Methanertrag (Flüssigmist = ca. 0,25 m}^3\text{ Methan / m}^3\text{ oTS) (Kosubstrate = ca. 0,50 m}^3\text{ Methan / m}^3\text{ oTS)}} = \text{Tägliche Biogasmenge (m}^3\text{/Tag)}$$

3. Welches Gülle – Lager- Volumen?

$$\text{Anzahl der Großvieheinheiten (GV)} \times 0,05 \text{ m}^3\text{/Großvieheinheiten (m}^3\text{/GV)} = \text{Gülle – Lagervolumen (m}^3\text{)}$$

4. Welches Gas –Speicher- Volumen?

Bei der Verstromung ist die Speicherung von geringer Bedeutung, da die Gasverwertung in Blockheizkraftwerken (BHKW's) der Gaserzeugung gut angepasst werden kann.

5. Welche BHKW Leistung?

$$\frac{\text{Tägliche Biogasmenge (m}^3\text{/Tag)} \times \text{Verstromungsfaktor (= 2,0 kWh}_{el}\text{/ m}^3\text{ Biogas)}}{\text{Tägliche Betriebsstunden (h / Tag)}} = \text{Elektrische BHKW – Leistung (kW)}$$

Faustregel:

Für die überschlägige Berechnung kann folgende Faustregel angewendet werden:

- ✓ Je 12 bis 15 m³ Biogas / Tag ist 1 kW BHKW – Leistung zu veranschlagen.
- ✓ Je kW installierte Leistung ist bei BHKW's im Leistungsbereich von 15 bis 250 kW (Gas-Otto- bzw. Zündstrahlmotoren) mit Anschaffungskosten von 500 bis 750 € zu rechnen.

Für die Planung der Anlagen haben sich in der Praxis die folgenden Richtwerte für die maximal vertretbaren Kosten einer landwirtschaftlichen Biogasanlage abgezeichnet.

Tabelle: Richtwerte für Investitionskosten von landwirtschaftlichen Biogasanlagen

	Richtwerte
Investitionen je Großvieheinheit	750–1.750 €/ GV
Investitionen je m ³ Faulraum	250 – 400 €/ m ³
Investitionen je kW installierte Leistung	2.500 – 4.000 €/ kW
Investitionen je erzeugtem kWh Strom	0,40 – 0,60 €/ kWh
Gesamtinvestitionen	???

Diese Richtwerte können den eigenen Investitionskosten zum Vergleich gegenübergestellt werden.

Dazu werden die Gesamtinvestitionen wie folgt berechnet:

Was kostet eine Biogasanlage ?

Die Investitionskosten der Anlage bestehen aus den Kosten für die 3 Anlagenteile Fermenter, Gasnutzung und Kofermentation.

Kosten für den Fermenter:

Die Kosten des Fermenters setzen sich aus den Kosten für die folgenden baulichen und technischen Positionen zusammen:

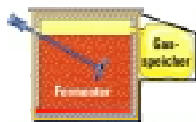
Tabelle: Positionen der Gebäudekosten des Fermenters

Erdarbeiten	Aushub, Bagger, LKW, Rohrgraben
Sauberkeitsschicht	Kies, Sand, Schotter
Gärbehälter	Betonarbeiten, Abdichtungen, Baumaterial, Beton-/Stahlbehälter, Installationsmaterial
Wärmedämmung	Dämmstoffe, Schutzverkleidungen
Gasleitungen	Armaturen, Rohre, Gasbauteile
Gaslager	Gasspeicher
Aufstellraum für Folienspeicher	Container, Schutzverkleidung
Substratleitungen	Armaturen, Leitungen, Schieber
Bauseitige Vorleistungen	Zuvor zu erbringende Leistungen
Mithilfe Bauherr	Eigenleistung, Bauhelfer

Tabelle: Positionen der Technikkosten des Fermenter

Heizung (inkl. Puffer)	Gärbehälterheizung, anschlussmaterial, Armaturen, Heizungsrohre.
Rührwerk	Rührgeräte, Montageteile
Gasaufbereitung/ -	Entschwefelung/-wässerung, Filter,
Pumpen	Beschickungspumpe, Montagematerial
Elektroinstallation	Elektroarbeiten/-installation, Leitungen,
Sonstiges Fermenter	Kleinteile, Zubehör

Die Kosten für den Fermenter können mit der folgenden Gleichungen geschätzt werden:



$$\text{Kostenblock Fermenter} = \text{€}23.182 + \text{€}98 \times \text{Fermentervolumen (m}^3\text{)}$$

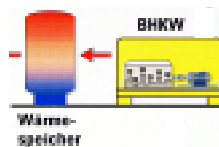
Kosten für die Gasnutzung:

Die Kosten für den Anlagenteil der Gasnutzung setzt sich aus den folgenden Positionen zusammen:

Tabelle: Positionen der Anlagenkosten für Gasnutzung

BHKW Zündstrahl	Aggregat, Abgasleitung
Zubehör BHKW ZS (z.B.	Heizöltank, Notkühlung
BHKW Gasmotor	Aggregat, Abgasleitung
Zubehör BHKW GM (z.B. Verdichter)	Verdichter, Notkühlung
Wärmenutzung (z.B. Verbindungsleitung Wohnhaus)	Wärmeleitung
Elektroinstallation BHKW	Ansteuerung, Anschluß, Kompensationsanlage,
Aggregaterraum	Aggregaterraum, Schalldämmung, Baumaterial, Installationsmaterial, Containereinheit

Die Kosten für den Anlagenteil der Gasnutzung werden wie folgt geschätzt:



$$\text{Kostenblock Gasnutzung} = \text{€}11.870 + \text{€}583 \times \text{Elektrische Leistung (kW)}$$

Kosten für die Kofermentation:

Die Kosten für den Anlagenteil der Kofermentation setzt sich aus den folgenden Positionen zusammen:

Tabelle: Positionen der Anlagenkosten Kofermentation

Annahmebehältnis	Annahmebehältnis
Substrataufbereitung	Fettabscheider, Hammerrmühle, Störfstoffauslese
Zerkleinerung	Zerkleinerung
Pasteurisierung	Pasteurisierungsbehälter
Zusätzliche Pumpe-/Mischtechnik	Einzugsschnecke, Heizrührwerk, Mixer
Sonstiges Kofermentation	Einfülltrichter, Spülschacht, zusätzliche Kosten für Lagerbehälter

Die Kosten für den Anlagenteil der Kofermentation wie folgt geschätzt:



$$\text{Kostenblock Kofermentation} = \text{€}10.983 + \text{€}4.055 \times \text{Kosubstratmenge (m}^3\text{ / Tag)}$$

Ist die Biogasanlage rentabel?

Hierzu müssen die jährlichen Betriebskosten mit den Erträgen der Anlage verglichen werden.

Die jährlichen Betriebskosten der Anlage setzen sich zusammen aus Kapitalkosten oder Abschreibungen der Anlage und den Kosten für Betrieb, Wartung und Reparaturen. Diese werden wie folgt berechnet:

Betriebskosten =

Abschreibungen der Gebäude:

$$\begin{aligned} & \text{Kostenanteil für die Gebäude (z.B. 68\%)} \\ & \quad \times \\ & \text{Gesamtinvestition (€)} \\ & \quad \times \\ & \text{Abschreibungssatz der Gebäude (z.B. 6,25\% / Jahr)} \\ & \quad = \\ & \underline{\underline{\text{Abschreibungen der Gebäude (€ / Jahr)}}} \end{aligned}$$

Abschreibungen der Technik: +

$$\begin{aligned} & \text{Kostenanteil für die Technik (z.B. 32\%)} \\ & \quad \times \\ & \text{Gesamtinvestition (€)} \\ & \quad \times \\ & \text{Abschreibungssatz der Technik (z.B. 12,5\% / Jahr)} \\ & \quad = \\ & \underline{\underline{\text{Abschreibungen der Technik (€ / Jahr)}}} \end{aligned}$$

Finanzierungskosten: +

$$\begin{aligned} & \text{Anteil der Fremdfinanzierung (z.B. 50\%)} \\ & \quad \times \\ & \text{Gesamtinvestition (€)} \\ & \quad \times \\ & \text{Zinssatz (z.B. 6\% / Jahr)} \\ & \quad = \\ & \underline{\underline{\text{Zinszahlungen (€ / Jahr)}}} \end{aligned}$$

**Kosten für Reparatur und
Wartung der Gebäude:** +

$$\begin{aligned} & \text{Prozentsatz für Reparatur und} \\ & \text{Wartung der Gebäude (z.B. 1\% / Jahr)} \\ & \quad \times \\ & \text{Gesamtinvestition (€)} \\ & \quad \times \\ & \text{Kostenanteil für die Gebäude (z.B. 68\%)} \\ & \quad = \\ & \underline{\underline{\text{Kosten für Reparatur und} \\ \text{Wartung der Gebäude (€ / Jahr)}}} \end{aligned}$$

**Kosten für Reparatur und
Wartung der Technik:** +

$$\begin{aligned} & \text{Prozentsatz für Reparatur und} \\ & \text{Wartung der Technik (z.B. 4\% / Jahr)} \\ & \quad \times \\ & \text{Gesamtinvestition (€)} \\ & \quad \times \\ & \text{Kostenanteil für die Technik (z.B. 32\%)} \\ & \quad = \\ & \underline{\underline{\text{Kosten für Reparatur und} \\ \text{Wartung der Gebäude (€ / Jahr)}}} \end{aligned}$$

Versicherungskosten: +

$$\begin{aligned} & \text{Prozentsatz für Versicherungen (z.B. 2\% / Jahr)} \\ & \quad \times \\ & \text{Gesamtinvestition (€)} \\ & \quad = \\ & \underline{\underline{\text{Versicherungskosten (€ / Jahr)}}} \end{aligned}$$

Arbeitslohn: +

$$\begin{aligned} & \text{Arbeitszeit für Anlagenunterhaltung (Stunden / Jahr)} \\ & \text{(zwischen 0,5 Stunden pro Tag bei 50 Großvieheinheiten} \\ & \text{und 8 Stunden pro Tag bei 1000 Großvieheinheiten)} \\ & \quad \times \\ & \text{Stundenlohn (€ / Stunde)} \\ & \quad = \\ & \underline{\underline{\text{Arbeitslohn (€ / Jahr)}}} \end{aligned}$$

Zündölkosten: +

$$\begin{aligned} & \text{Zündölkosten (€ / l)} \\ & \quad \times \\ & \text{Zündölverbrauch (l / Jahr)} \\ & \quad = \\ & \underline{\underline{\text{Zündölkosten (€ / Jahr)}}} \end{aligned}$$

Was für einen Ertrag bringt die Biogasanlage?

Der Haupterlös der Biogasanlage ergibt sich aus dem Verkauf des produzierten Stroms. Etwa 18 % des Energiegehalts (1m³ Methan entspricht 10 kWh) werden als Abwärme der Anlage verloren. Abbildung: Energieflussschema einer Biogasanlage. Die restlichen 72 % werden zu 35 % in Strom und zu 65 % in Wärme umgewandelt, von beiden wird ein kleiner Anteil als Eigenbedarf abgezweigt. Somit stehen zum Schluss 23,5 % der eingesetzten Primärenergie als verkaufbarer Strom zur Verfügung.

Mit was für einen Ertrag kann ich „rechnen“ ?

Für einen profitablen Betrieb der Anlage müssen die Erträge über den jährlichen Betriebskosten liegen. Der Gesamtertrag der Anlage errechnet sich wie folgt:

Gesamtertrag der Biogasanlage =

Ertrag aus der Wärmeeinspeisung :

$$\frac{\text{Erforderliche jährliche Wärmebedarf (kWh / Jahr)}}{\text{Wärmekosten (€ / kWh)}} = \text{Ertrag aus Wärmeeinspeisung (€ / Jahr)}$$

Ertrag aus der Stromeinsparung: +

$$\frac{\text{Jährliche Stromeinsparung (kWh / Jahr)}}{\text{Stromvergütung (z.B. € 0,1176 / kWh)}} = \text{Ertrag aus Stromeinsparung (€ / Jahr)}$$

Ertrag aus der Stromeinspeisung: +

$$\frac{\text{Methan aus Kosubstrat (m}^3\text{ / Tag)} + \text{Methan aus Flüssigmist (m}^3\text{ / Tag)}}{\text{Energiegehalt von Methan (ca. 9,75 kWh / m}^3\text{)}} = \text{Energie aus Methan (kWh / Tag)}$$

$$\frac{\text{Energie aus Methan (kWh / Tag)} \times \text{Energie aus Zündöl (kWh / Tag)} \times \text{Auslastung des BHKW's (z.B. 365 Tage)} \times \text{Wirkungsgrad vom Zündstrahlaggregat (z.B. 30\%)}}{1} = \text{Stromerzeugung (kWh / Jahr)}$$

$$\frac{\text{Jährliche Strom-Eigenverbrauch (kWh / Jahr)} - \text{Stromerzeugung (kWh / Jahr)}}{1} = \text{Stromüberschuss/-einspeisung} \times \text{Stromvergütung bei Einspeisung (z.B. € 0,075)} = \text{Ertrag aus Stromeinspeisung (€ / Jahr)}$$

Ertrag aus den Kosubstraten: +

$$\text{Kosubstratanfall pro Jahr (m}^3\text{ / Jahr)} \times \text{Vergütung der Kosubstratentsorgung (€ / m}^3\text{)} = \text{Ertrag aus Kosubstratannahmen (€ / Jahr)}$$

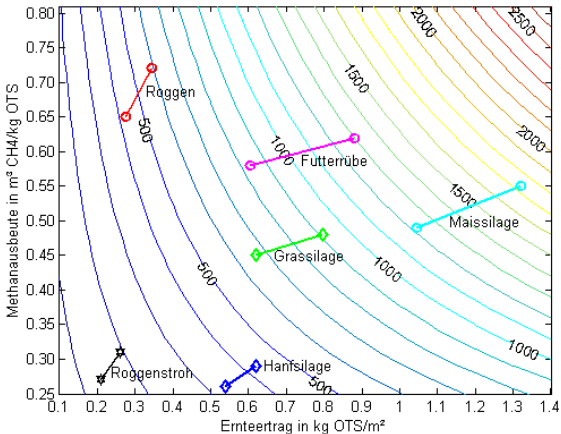


Abbildung: Schema zur Ermittlung des Erlöses von Kosubstraten aus dem Stromverkauf. Die Isolinien zeigen hierbei den Erlös in € pro ha bei einem elektrischen Wirkungsgrad von 23,5 an. Als Beispiele sind die typischen Methanausbeuten und Hektarerträge einiger Fruchtarten eingezeichnet.

Ertrag aus den Nebeneffekten:

Die positiven Nebeneffekte der Biogasgewinnung (u.a. Trockensubstanzabbau, erhöhter Ammonium-Stickstoff-Anteil, Geruchsminderung) sind schwierig zu bewerten. Für die Praxis erscheint ein vorsichtiger Ansatz mit Ø 10 € pro Großvieheinheit und Jahr angebracht.

Bitte beachten Sie, dass die hier vorgestellten Berechnungen nur unverbindliche Standard- und Erfahrungswerte beinhalten können.

Abbildung: Energieflussschema einer Biogasanlage

