

Technische und ökonomische Kennzahlen landwirtschaftlicher Biogasanlagen

Zur Bewertung landwirtschaftlicher Biogasanlagen gewinnen Kennzahlen zunehmend an Bedeutung. Sie ermöglichen neben einer klassischen Analyse der Einzelanlage vor allem anlagenübergreifende vertikale und horizontale Vergleiche. Dazu müssen die eingesetzten Bewertungskriterien jedoch branchenweit abgestimmt sein. Das Ziel des vorliegenden Projektes war die Definition eines Kennzahlenkatalogs, um diesen bei Folgeprojekten einzusetzen sowie für eine breite Abstimmung zur Diskussion zu stellen.

Dipl.-Ing.agr. Martin Strobl ist wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Agrarökonomie der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL), Menzinger Str. 54, 80638 München; e-mail: martin.strobl@LfL.bayern.de.
Dipl.-Ing.agr. Ulrich Keymer ist Leiter der Arbeitsgruppe für Ökonomik nachwachsender Rohstoffe am Institut für Agrarökonomie.
Dieser Beitrag entstand im Rahmen des Forschungsvorhabens „Kennzahlen der Biogasproduktion“ im Auftrag des BStLF. Das Projekt ist grundlegender Baustein einer externen Promotion am Weihenstephaner Lehrstuhl für Wirtschaftslehre des Landbaus der Technischen Universität München (Ordinarius: Prof. Dr. A. Heißenhuber).

Schlüsselwörter

Landwirtschaftliche Biogasanlage, Begriffsbestimmungen, Kennzahlen

Keywords

Agricultural biogas plant, term definitions, operating figures

Literatur

Literaturhinweise sind unter LT 06508 über Internet <http://www.landwirtschaftsverlag.com/landtech/lo-cal/fliteratur.htm> abrufbar.

Die landwirtschaftliche Biogasanlage etabliert sich zunehmend als neuer Betriebszweig. Die Optimierung der Einzelanlage setzt deren ständige Bewertung mit technischen und ökonomischen Kennzahlen voraus. Für Analysen sowie horizontale oder vertikale Anlagenvergleiche sind aber die derzeit bekannten Kennzahlen nur bedingt einsetzbar. Ursache sind sowohl begriffliche Überschneidungen bei den vorhandenen Kennzahlen als auch die mangelnde Abstimmung zur Erfassung und Abgrenzung der in der Praxisanlage erhobenen oder in der Buchführung vorliegenden Datengrundlage.

Daraus resultierende Missverständnisse waren bisher verschwindend gering, weil die Bilanzierung landwirtschaftlicher Biogasanlagen überwiegend innerhalb von Institutionen oder Verbänden erfolgte. Die interne Abstimmung garantierte die einheitliche Verwendung. Vorschriften zur Abgrenzung und Erfassung wurden bisher nur unvollständig veröffentlicht [1, 2].

Im Rahmen des Arbeitsschwerpunktes „Biogas“ der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft wurde ein interdisziplinärer Forschungsansatz mit Wissenschaftlern aus den Bereichen Ökonomie, Landtechnik und Pflanzenbau gewählt. Die Datengrundlage stammt von ausgewählten und wissenschaftlich begleiteten landwirtschaftlichen Biogasanlagen. Die Erkenntnisse sollen direkt oder über Berater dem einzelnen Anlagenbe-

treiber zur Verfügung stehen. Es entsteht dadurch ein vielgerichteter Informationsfluss zwischen den Anlagenbetreibern, den Beratern und nicht zuletzt den Mitgliedern des Arbeitsschwerpunktes. Für einen möglichst verwechslungsfreien und effizienten Informationsaustausch benötigen alle Beteiligten einen Katalog von biogasspezifischen Begriffen und Kennzahlen. Dieser wurde im Rahmen des Projektes „Kennzahlen der Biogasproduktion“ definiert. Soweit möglich, sind bereits vorhandene Begriffe, Konventionen, Normen und Methoden berücksichtigt. Der Kennzahlenkatalog ist derzeit zur Abstimmung vorgeschlagen. Die Überprüfung auf Praktikabilität erfolgt im Folgeprojekt „Wirtschaftlichkeitskontrolle von Biogasanlagen“.

Modellierung landwirtschaftlicher Biogasanlagen

Die Definition biogasspezifischer Begriffe und der Kennzahlen erfolgte methodisch anhand eines fünfstufigen Konzepts:

1. Begriffsbestimmungen
2. Bilanzierungsrahmen
3. Bilanzierungsräume
4. Stoffströme
5. Kennzahlen

Als Grundlage der Definitionen wurden biogasspezifische Begriffe bestimmt (Stufe 1). Die Begriffsbestimmungen entsprechen

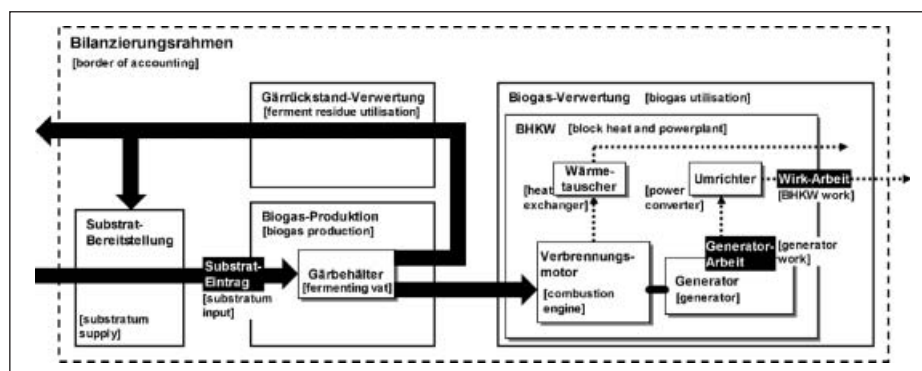


Bild 1: Schematische Übersicht der Biogasproduktion und -verwertung mit ausgewählten Objekten und Stoffströmen

Fig. 1: Scheme of biogas production and energy recovery with selective objects and stock flows

einer ersten Modellierung von Biogasanlagen. Sie gruppieren gleichartige Objekte unter identische Bezeichnungen. Beispielsweise bezeichnet *Gärbehälter* alle Behälter in ihrer Funktion als Vorgärer, Hauptgärer oder Nachgärer.

Die Begriffsbestimmungen ermöglichen die Festlegung eines Bilanzierungsrahmens (Stufe 2). Der Bilanzierungsrahmen ist die Außengrenze des Unternehmensbereiches Biogas und grenzt ihn eindeutig zu anderen Unternehmensbereichen ab.

Anschließend definierte Bilanzierungsräume teilen den Bilanzierungsrahmen in kleinere Bereiche (Stufe 3). Derartige Bereiche sind die Substrat-Produktion, die Substrat-Ernte oder der Substrat-Transport. Der höhere Detaillierungsgrad ermöglicht die Bearbeitung spezieller Fragestellungen zu Teilbereichen der Biogasproduktion und -verwertung. Für Auswertungen können Bilanzierungsräume zu Gruppen zusammengefasst werden. *Bild 1* zeigt die vier verfahrenstechnischen Bilanzierungsgruppen Substrat-Bereitstellung (hier finden sich die oben erwähnten Bilanzierungsräume wieder), Biogas-Produktion, Biogas-Verwertung und Gärückstandverwertung.

Bilanzierungsrahmen, -räume und -gruppen sind für die ökonomische, die verfahrenstechnische sowie für die ökologische Bilanzierung identisch. Auf dieser Einteilung basierende Kennzahlen aller drei Disziplinen werden dadurch vergleichbar und können zueinander in Bezug gesetzt werden.

Zwischen den einzelnen Bilanzierungsräumen wurden Stoffströme definiert (Stufe 4). Die Bezeichnung Stoffstrom schließt alle Bewegungen von Gütern, Diensten und Rechten in einen oder aus einem Bilanzierungsraum ein. Stoffströme sind damit das mit einer Bezeichnung versehene Abbild tatsächlich in der Praxis auftretender Ströme von Materialien, Geld oder sonstigen Ressourcen. Stoffströme legen fest, um welche Stoffart es sich handelt, welcher Bilanzierungsraum betroffen ist und ob dieser Stoff zu- oder abfließt. Beispielsweise bezeichnet der Stoffstrom *Substrat-Eintrag* das Substrat, welches die Eintragsöffnung des Gärbehälters passiert und ihm zugeführt wird (*Bild 1*).

Es ist zwischen absoluten (= messbaren) und abgeleiteten Kennzahlen (= Gliederungszahlen) [3] zu unterscheiden (Stufe 5).

Bild 2: Abgeleitete verfahrenstechnische Kennzahlen

Fig 2: Calculated operating figures of the process

$$\begin{aligned}
 \text{Arbeitsausnutzung BHKW } [] &= \frac{\text{Wirkarbeit BHKW [kWh]}}{\text{El. Nennleistung BHKW [kW] * Nennzeit BHKW [h]}} \\
 \text{Auslastung BHKW } [] &= \frac{\text{Wirkarbeit BHKW [kWh]}}{\text{El. Nennleistung BHKW [kW] * Betriebszeit BHKW [h]}} \\
 \text{Arbeitsausnutzung Generator } [] &= \frac{\text{Generatorarbeit Generator [kWh]}}{\text{El. Nennleistung Generator [kW] * Nennzeit Generator [h]}} \\
 \text{Auslastung Generator } [] &= \frac{\text{Generatorarbeit Generator [kWh]}}{\text{El. Nennleistung Generator [kW] * Betriebszeit Generator [h]}}
 \end{aligned}$$

Die Herleitung absoluter Kennzahlen basiert auf den mit den Stoffströmen und Objekten verbundenen Informationen. Stoffströme und Objekte besitzen in diesem Sinne eine Vielzahl von Eigenschaften. So sind denkbare Eigenschaften des Substrateintrags die *Frischmasse* oder der *Trockenmassegehalt*. Jede Kombination aus Eigenschaft und Stoffstrom oder Objekt ergibt eine absolute Kennzahl. Diese sind im genannten Beispiel der *Frischmasseeintrag* oder *Trockenmassegehalt des Substrats am Eintrag*. Allen durch direkte Messung in einer Biogasanlage oder in der Buchhaltung erfassten Werten wird nach diesem Schema eine absolute Kennzahl zugewiesen. Ein in der Praxis erfasster Wert wird damit eindeutig ins Modell eingeordnet und ist für das in einer Software abgebildete Modell für Computer weiter verrechenbar.

Abgeleitete Kennzahlen entstehen durch mathematische Verrechnung absoluter Kennzahlen. So ergibt das Produkt der absoluten Kennzahlen *Frischmasseeintrag* und *Trockenmassegehalt des Substrats am Eintrag* die abgeleitete Kennzahl *Trockenmasseeintrag*.

Kennzahlen

Die Notwendigkeit dieses methodischen Vorgehens wird durch die leicht verwechselbaren abgeleiteten Kennzahlen Arbeitsausnutzung und Auslastung veranschaulicht:

Betrachtet werden die in *Bild 1* schematisch dargestellten Stoffströme *Generatorarbeit* und *Wirkarbeit* sowie die Objekte Blockheizkraftwerk (*BHKW*) und dessen integrierter *Generator*. Auf der Anlage wird von den Stoffströmen jeweils die Eigenschaft *Arbeit* (elektrische Energiemenge) erfasst. Aus dem Anlagenspiegel ist von den Objekten *BHKW* und *Generator* jeweils die Eigenschaft *elektrische Nennleistung* (elek-

trische Leistung unter Nennbedingungen) bekannt. Deren *Nennzeit* (Zeitraum im Zustand Stillstand, Leerlauf, Teil- oder Volllast) sowie die *Betriebszeit* (Zeitraum im Zustand Leerlauf, Teil- oder Volllast) werden wiederum direkt in der Anlage erhoben. Daraus ergeben sich als Datengrundlage die in *Tabelle 1* aufgelisteten absoluten Kennzahlen.

Die absoluten Kennzahlen können nun zu anlageninternen oder -übergreifenden Analysen verwendet werden. Zur Erhöhung der Aussagekraft oder Verdichtung der Information mehrerer Kennzahlen zu einem einzigen Wert lassen sich diese beliebig zu abgeleiteten Kennzahlen verrechnen. *Bild 2* zeigt die Herleitung der *Arbeitsausnutzung* [4] und *Auslastung* für das *BHKW* und den *Generator*. Für die Berechnung der Kennzahl *Auslastung* wird allerdings vorausgesetzt, dass das *BHKW* und der *Generator* im Betrachtungszeitraum im stationären oder quasistationären Zustand betrieben werden (also bei konstanter Last).

Fazit

Nach dieser Methode wurden mehr als 200 Begriffe und Kennzahlen definiert. Jede Definition enthält eine eindeutige Bezeichnung mit Beschreibung sowie, falls vorhanden, gebräuchliche Synonyme. Während die Definition bei absoluten Kennzahlen zusätzlich die Methode der Erfassung und die Einordnung in die Modellierung angibt, erläutert sie bei abgeleiteten Kennzahlen den Rechenweg und führt eine Einheitenkontrolle durch.

Die Definitionen dienen zum Aufbau eines Systems zur Wirtschaftlichkeitskontrolle von landwirtschaftlichen Biogasanlagen. Im Sinne des Projektziels sind diese Definitionen außerdem die Vorlage einer möglichst breiten noch anstehenden Abstimmung, um überregional vergleichbare Anlagenanalysen zu ermöglichen. Den Autoren ist bewusst, dass sich Kennzahldefinitionen nur dann durchsetzen können, wenn sie eine breite Akzeptanz finden.

Stoffstrom / Objekt	Eigenschaft	Bezeichnung Kennzahl	Einheit
Generator-Arbeit	Arbeit (el. Energiemenge)	Generatorarbeit Generator	[kWh]
Wirk-Arbeit	Arbeit (el. Energiemenge)	Wirkarbeit BHKW	[kWh]
BHKW	Nennleistung (elektrisch)	El. Nennleistung BHKW	[kW]
BHKW	Nennzeit	Nennzeit BHKW	[h]
BHKW	Betriebszeit	Betriebszeit BHKW	[h]
Generator	Nennleistung (elektrisch)	El. Nennleistung Generator	[kW]
Generator	Nennzeit	Nennzeit Generator	[h]
Generator	Betriebszeit	Betriebszeit Generator	[h]

Tab 1: Absolute verfahrenstechnische Kennzahlen

Tab 1: Measurable operating figures of the process