

Gasausbeute in landwirtschaftlichen Biogasanlagen

Potenziale, Erträge, Einflussfaktoren

KTBL-Schrift 526





KTBL-Schrift 526

Gasausbeute in landwirtschaftlichen Biogasanlagen

Potenziale, Erträge, Einflussfaktoren

Vasilis Dandikas | Christiane Herrmann | Benedikt Hülsemann |
Fabian Jacobi | Niclas Krakat | Gabriele Meißbauer |
Ute Merrettig-Bruns | Hans Oechsner | Susanne Ohl |
Mark Paterson | Gerd Reinhold | Ursula Roth | Sören Weinrich

Herausgeber

Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V. (KTBL), Darmstadt

Fachliche Begleitung

KTBL-Arbeitsgruppe „Gaserträge in landwirtschaftlichen Biogasanlagen“

Dr. Vasilis Dandikas | Dr. Christiane Herrmann | Dr. Fabian Jacobi | Gabriele Meißbauer |
Dr. Ute Merrettig-Bruns (Vorsitzende) | Dr. Hans Oechsner | Mark Paterson |
Dr.-Ing. Gerd Reinhold | Ursula Roth

Unter Mitwirkung von: Dr. Manfred Bischoff | Yvonne Dills | Frank Hengelhaupt |
Benedikt Hülsemann | Dr.-Ing. Niclas Krakat | Kirsten Loewe | Dr. Jürgen Pröter |
Dr. Susanne Ohl | Dr. Sören Weinrich

Bitte zitieren Sie diese Publikation bzw. Teile daraus wie folgt:

KTBL (2021): Gasausbeute in landwirtschaftlichen Biogasanlagen. Potenziale, Erträge, Einflussfaktoren.
Darmstadt, Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V. (KTBL)

Aus Gründen der besseren Lesbarkeit wird im Text das generische Maskulinum verwendet.

© KTBL 2021

Herausgeber und Vertrieb

Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V. (KTBL)
Bartningstraße 49 | 64289 Darmstadt
Telefon +49 6151 7001-0 | E-Mail: ktbl@ktbl.de
vertrieb@ktbl.de | Telefon Vertrieb +49 6151 7001-189
www.ktbl.de

Herausgegeben mit Förderung des Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft
aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages.

Titelfoto

© Countrypixel - www.stockadobe.com

Druck und Bindung

Druck- und Verlagshaus Zarbock GmbH & Co. KG
Sontraer Straße 6 | 60386 Frankfurt am Main

Vorwort

Die KTBL-Richtwerte für die Gasausbeute der wichtigsten Biogassubstrate haben sich in der Biogasbranche etabliert. Ob bei der Planung oder der Effizienzbewertung von landwirtschaftlichen Biogasanlagen – die Richtwerte und Laborangaben liefern überall dort belastbare Daten, wo eigene Werte fehlen oder Referenzwerte benötigt werden.

Mit dem Ende der Förderprämie des EEG ändert sich die Wirtschaftlichkeit vieler Biogasanlagen. Der ökonomische Druck steigt und altbekannte Substrate müssen in dem einen oder anderen Fall durch günstigere Alternativen ersetzt werden. Die Anforderungen an die Anlagenbetreiberinnen und Anlagenbetreiber bleiben jedoch gleich. Denn wie bisher gilt auch künftig: Substrate, Anlagentechnik und Prozesse optimal aufeinander abstimmen, Gaspotenziale voll ausschöpfen und Gasverluste vermeiden.

Die Datenlage für die Richt- und Laborwerte verbessert sich kontinuierlich: Das gilt sowohl für die Anzahl als auch für die Qualität der Substratanalysen. Nicht zuletzt konnten durch den „Ringversuch Biogas“, den das KTBL gemeinsam mit der VDLUFA Qualitätssicherung NIRS GmbH jährlich durchführt, die teilnehmenden Labore ihre Leistungen in den letzten Jahren weiter verbessern und unter Beweis stellen.

Diese KTBL-Schrift ersetzt das bisherige Heft „Gasausbeute in landwirtschaftlichen Biogasanlagen“, denn die Inhalte sind aus dem alten Format herausgewachsen. Die Autorinnen und Autoren gehen an vielen Stellen weiter ins Detail. Die Erfahrungen der letzten Jahre haben gezeigt, an welchen Stellen die Leserinnen und Leser weitergehende Informationen wünschten – z. B. bei den Faktoren, die die Gasausbeute beeinflussen. Neu ist aber auch eine ergänzende Liste von mehr als 140 Substraten, die eher selten eingesetzt werden und zum Teil gar exotisch wirken. Die Daten mögen zwar weniger abgesichert sein als die abgestimmten Richt- sowie Laborwerte, können aber als wertvolle Informationsquelle dienen.

Mein Dank gilt den beteiligten Experten und Expertinnen aus den Laboren, die zum Gelingen dieser Schrift beigetragen haben. Nicht zuletzt danke ich dem Autorenteam für seinen sehr engagierten Einsatz und den Mitgliedern der Arbeitsgruppe „Gaserträge in landwirtschaftlichen Biogasanlagen“ für die kompetente fachliche Begleitung der Arbeiten.

Ich bin sicher, dass die neuen Richtwerte wieder breite Verwendung finden und bei vielen Fragestellungen weiterhelfen werden.

Kuratorium für Technik und Bauwesen
in der Landwirtschaft e.V. (KTBL)



DR. MARTIN KUNISCH
Hauptgeschäftsführer

Darmstadt, Oktober 2021

Inhalt

1	Einleitung.....	7
2	Ermittlung des Gasbildungspotenzials	10
2.1	Probenahme.....	10
2.1.1	Durchführung der Probenahme	10
2.1.2	Probenahmeprotokoll	13
2.1.3	Probenlagerung, -aufbereitung und -transport	14
2.2	Methoden zu Bestimmung des Gasbildungspotenzials.....	15
2.2.1	Batchversuchsaufbauten	16
2.2.2	Kontinuierliche Systeme	18
2.2.3	Rechenmodelle	19
2.3	Was bei der Ergebnisberechnung zu beachten ist	21
2.3.1	Trockenmassekorrektur um flüchtige organische Bestandteile	21
2.3.2	Normierung des Gasvolumens	24
3	Gasausbeute – Laborversuche.....	26
3.1	Auswahl und Bewertung der Ergebnisse aus Laborversuchen.....	26
3.2	Mittelwerte der Laborversuche.....	29
4	Gasausbeute – Richtwerte	32
4.1	Die KTBL-Richtwerte für die Gasausbeute – ein Zusammenspiel aus Laborergebnissen und Praxiserfahrung	32
4.2	Richtwerte für die Gasausbeute	34
5	Einflüsse auf die Gasausbeute	37
5.1	Substratkonservierung und Silomanagement	46
5.2	Substrataufbereitung und Desintegration.....	50
5.3	Methanverluste entlang der Prozesskette	51
5.4	Restgas-/Restmethan- und Emissionspotenzial	52
5.5	Beispiele zur Berechnung und Darstellung der Anlageneffizienz.....	56
	Literatur	60
	Formeln und Berechnungsanleitungen	63
	Laborwerte für Substrate mit nur einzelnen Datensätzen oder Daten von nur einem Labor	66
	Abkürzungsverzeichnis	73
	Glossar.....	75
	Mitwirkende.....	80

1 Einleitung

Das regenerative Multitalent Biogas ist, als Teil der Bioenergie, seit vielen Jahren eine wichtige Säule der Energiewende. So erfüllen die bestehenden Biogasanlagen bereits wichtige Funktionen: Bereitstellung von erneuerbarem Strom, Wärme und Kälte sowie Kraftstoff, aber auch Systemdienstleistungen für die Energiewirtschaft, die Landwirtschaft und weitere Sektoren. Mit der Einführung des Erneuerbare-Energien-Gesetzes (EEG) im Jahre 2000 stieg die Anzahl der Biogasanlagen in Deutschland bis heute auf über 9.500 an, mit einer installierten elektrischen Leistung von über 5.000 MW (FvB 2020).

Da nun für viele Anlagen nach und nach die für 20 Jahre garantierte EEG-Vergütung ausläuft, stellt sich für ihre Betreiber die Frage nach den Möglichkeiten für einen ökonomisch sinnvollen Weiterbetrieb, auch mit geänderter betrieblicher Ausrichtung der Biogasanlage. Zwar spricht aus technischer Sicht für zahlreiche landwirtschaftliche Biogasanlagen nichts gegen einen Weiterbetrieb über die 20 Jahre hinaus, jedoch hängt das wirtschaftliche Bestehen einer Biogasanlage eng von den ökonomischen Rahmenbedingungen ab. Ein besonderes Augenmerk fällt dabei auf die eingesetzten Substrate, die bis zu 60% der jährlichen Betriebskosten ausmachen können und maßgeblich den Methanertrag der Anlage bestimmen.

Die Abschätzung der zu erwartenden Gasausbeute ist sowohl für die Planung von Neuanlagen als auch für die Anpassung von Bestandsanlagen notwendig. Weil sich die Technik durch einen hohen Kapitalbedarf und Langlebigkeit auszeichnet, wirken sich Auslegungsmängel meist gravierend auf die Wirtschaftlichkeit aus. So können Fehldimensionierungen aufgrund einer Über- oder Unterschätzung der Gasausbeute der eingesetzten Substrate massive Folgen für das wirtschaftliche Bestehen einer Anlage haben.

Der in der Biogasanlage erzielbare Methanertrag wird von der Zusammensetzung der eingesetzten Substrate (Methanpotenzial) und der Verfahrens- und Prozesstechnik beeinflusst. Die Abschätzung des Methanertrags, der für die Auslegung der Biogasanlagen im Zuge der Planung, aber auch bei Änderungen im Substrateinsatz notwendig ist, basierte in der Vergangenheit häufig auf individuellen Erfahrungswerten. Vor diesem Hintergrund hatte das KTBL 2005 erstmals die sogenannten Gasertragsrichtwerte zur Einschätzung der Gasausbeute in landwirtschaftlichen Biogasanlagen veröffentlicht (KTBL 2005). Die darin enthaltenen KTBL-Gasertragsrichtwerte wurden zuletzt 2010 umfassend überarbeitet (KTBL 2010) und haben sich über die Jahre als fundierter Standard zur Auslegung und Bewertung von Biogasanlagen bewährt und etabliert.

Durch die methodischen Vorgaben von VDLUFA und VDI zur Bestimmung der Biogas- und Methanausbeute in Gärtests und die regelmäßige Durchführung des KTBL/VDLUFA-„Ringversuchs Biogas“ für Biogaslabore konnte die Variation in den Messergebnissen der einzelnen Labore im Vergleich zur ersten Auflage von 2005 deutlich ver-

ringert werden. Darüber hinaus lenken das aktuelle EEG und die „Post-EEG“-Thematik das Augenmerk auf eine größere Vielfalt an Substraten für die Biogasproduktion.

Nachdem für die dritte Auflage des Hefts (KTBL 2015a) nochmals auf die Datenbasis von 2009/10 zurückgegriffen wurde, hat die Arbeitsgemeinschaft „Energie“ des KTBL 2020 beschlossen, die Datengrundlage der Veröffentlichung vollständig überarbeiten zu lassen. Zum einen, um die mittlerweile verbesserte Datenqualität zu nutzen, und zum anderen, um auch eine größere Substratvielfalt abbilden zu können.

Diese umfassende Neubearbeitung, die nunmehr als KTBL-Schrift herausgegeben wird, fasst die Ergebnisse der zugänglichen Fermentationsversuche im Batchverfahren zusammen und dokumentiert die statistische Auswertung der ermittelten Gaserträge. Durch die Auswertung von über 6.000 Gärversuchen – unter vergleichbaren Bedingungen in 13 verschiedenen Einrichtungen im Labormaßstab durchgeführt – und die Einbeziehung des Wissens von Experten konnten fundierte Richtwerte für den zu erwartenden Gasertrag als Basis für die Anlagenauslegung und -bewertung erarbeitet werden.

Die aufgeführten Gasausbeuten sollten in der Planungsphase von Biogasanlagen, bei Erweiterungskonzepten oder bei Substratwechseln herangezogen werden. Es empfiehlt sich, das Anlagenkonzept von einer neutralen Institution, z. B. einer landwirtschaftlichen Beratungsstelle, technisch und ökonomisch überprüfen zu lassen. Insbesondere die langfristige Entwicklung der Bereitstellungskosten und die kontinuierliche Verfügbarkeit der eingeplanten externen Substrate sind zu prüfen. Eine Worst-Case-Betrachtung schafft zusätzliche Sicherheit.

In der Praxis wird die Gasausbeute der Einsatzstoffe jedoch nicht nur durch deren Gasbildungspotenzial bestimmt. Biologische und technische Parameter im Anlagenbetrieb, aber auch das Substratmanagement haben erheblichen Einfluss auf den resultierenden Gasertrag. Diesen Aspekten wird in dieser KTBL-Schrift zusätzliche Bedeutung eingeräumt. Insgesamt stellt die Schrift Anlagenbetreibern und Beratern über die reinen Gasertragswerte hinaus praxisnahe Informationen zu den vielfältigen Einflussgrößen auf die im Labor und in Praxisanlagen erzielbare Gasausbeute zur Verfügung.