

# Hohenheimer Biogasertragstest

## Vergleich verschiedener Laborverfahren zur Vergärung von Biomasse

*Zur Planung landwirtschaftlicher Biogasanlagen müssen die erzielbaren Biogausbeuten der einzusetzenden Substrate bekannt sein. Der Hohenheimer Biogasertragstest (HBT) ist ein neues Verfahren zur Ermittlung des Methanertrags aus organischer Substanz, das mit handelsüblichen Laboreinrichtungen durchgeführt werden kann. In umfangreichen Untersuchungen konnte am Beispiel von Rindergülle, Grassilage und Speiseresten belegt werden, dass mit dem einfachen Versuchsaufbau mindestens ebenso gute Ergebnisse erzielt werden können wie mit den sonst eingesetzten Systemen.*

Dipl.-Ing. sc. agr. Dominik Helffrich ist wissenschaftlicher Mitarbeiter (e-mail: [helffric@uni-hohenheim.de](mailto:helffric@uni-hohenheim.de)), Dr. Hans Oechsner ist Projektleiter „Biogas“ an der Landesanstalt für landwirtschaftliches Maschinen- und Bauwesen (e-mail: [oechsner@uni-hohenheim.de](mailto:oechsner@uni-hohenheim.de)) der Universität Hohenheim, Garbenstr. 9 70599 Stuttgart.

Referierter Beitrag der **LANDTECHNIK**, die Langfassung finden Sie unter **LANDTECHNIK-NET.com**.

### Schlüsselwörter

Gärtest, Batch-Versuche, Biogasertrag

### Keywords

Fermentation test, batch fermentation experiments, biogas yield

In landwirtschaftlichen Biogasanlagen werden verschiedene organische Stoffe als Gärsubstrate eingesetzt. Gerade die Planung dieser Anlagen erfordert eine genaue Kenntnis der erzielbaren Methanausbeuten aus den vorhandenen Substraten. Hierfür werden in der Regel diskontinuierliche Gärversuche im Labor angesetzt, bei denen das maximale Biogasertragspotenzial ermittelt wird. Das Standardverfahren nach DIN 38 414 Teil 8 ist für dünnflüssige Substrate mit geringem Gasbildungspotenzial aus der Abwasserwirtschaft ausgelegt. Für die in der Landwirtschaft üblichen Gärsubstrate mit erheblich höherem organischen Anteil ist das Verfahren kaum geeignet. Daher werden von den Forschungseinrichtungen, die sich mit Biogasverfahren beschäftigen, unterschiedliche, meist in Eigenarbeit und mit viel Aufwand hergestellte Versuchsaufbauten zur Bestimmung des Gasbildungspotenzials verwendet [1, 5].

### Zielsetzung

Das Ziel der Entwicklung des Hohenheimer Biogasertragstests war es, den Versuchsaufbau zu vereinfachen und zu verkleinern, um mehr Wiederholungen oder Analysen gleichzeitig durchführen zu können und mögliche Fehlerquellen wie Undichtigkeiten in den Gasleitungen zu vermeiden. Der Arbeitsaufwand zum Aufbau der Laboreinrichtungen, der Betreuungsaufwand während der Versuche und die Testsubstratmenge sollten verringert werden. Es galt, das neue Verfahren so zu konzipieren, dass es mit handelsüblichen Laboreinrichtungen durchführbar ist.

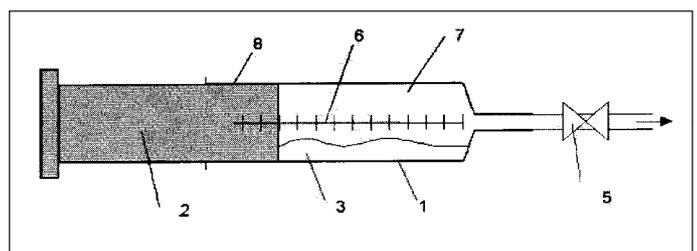
Durch eine Reduzierung des Impfgüllebedarfs sollte es einfacher werden, das Impfsubstrat selbst zu kultivieren. Insgesamt muss das Verfahren reproduzierbare und mit bisherigen Methoden vergleichbare Ergebnisse liefern.

### Material und Methode

Aufbauend auf der Vorgehensweise des Hohenheimer Futterwerttests dienen Glasspritzen (Kolbenprober) mit einem Volumen von 100 ml und einer 1/1 Graduierung sowie einem Kapillaransatz, wie in *Bild 1* gezeigt, als Fermenter. Auf den Kapillaransatz wird ein gasdichtes Schlauchstück aufgesetzt, das mit einer Schlauchklemme verschlossen werden kann. Um den Spalt zwischen Stopfen und Glaskolben abzudichten, wird ein gegenüber dem anaeroben Abbau inertes Gleitfett verwendet. Etwa 60 Kolbenprober werden in einen motorbetriebenen Rotor eingesteckt. Die Rotation der Kolben bewirkt die Durchmischung des Substrats. Die gesamte Einheit wird in einen Brutschrank eingebaut. Dort kann die gewünschte Gärtemperatur gewählt werden [4].

Da die für einen Fermenter benötigte Menge an Testsubstrat weniger als ein Gramm beträgt, kommt der Probennahme und -aufbereitung eine besondere Bedeutung zu. Je nach Trockensubstanzgehalt wird eine repräsentative Probe von etwa einem Kilogramm Frischmasse gezogen. Die Probe wird auf den Gehalt an Trockensubstanz, organischer Substanz und Asche untersucht. Anschließend wird sie 48 Stunden lang in einem Trockenschrank schonend bei 50 bis

*Bild 1: Kolbenprober mit 1) Glasspritze; 2) Stopfen; 3) Gärsubstrat; 4) Öffnung zur Gasanalyse; 5) Schlauchklemme; 6) Graduierung 1/1; 7) Gasraum; 8) Gleit- und Dichtmittel*



*Fig. 1: Retort sampler with 1) glass syringe, 2) stopper, 3) fermentations substrate, 4) opening for gas analysis, 5) tube clip, 6) graduation 1/1, 7) gas chamber, 8) sliding and sealing mean*

60°C getrocknet. Danach wird die Probe auf einen Millimeter Siebdurchgang zerkleinert. Die Aufbereitung der Probe ermöglicht eine repräsentative Einwaage von 500 mg Testsubstrat in den Fermenter. Diese Kombination aus Trocknung und Zerkleinerung entspricht auch der gängigen Aufbereitungsmethode für Futtermitteluntersuchungen [3].

Für den Versuchsansatz werden zuerst etwa 30 ml Impfsupstrat in die vorbereiteten Kolben gegeben und die Einwaage auf 1/100 Gramm genau bestimmt. Anschließend werden 500 mg des Testsubstrates mit Hilfe einer Analysenwaage auf 1/1000 Gramm genau eingewogen. Die Restluft wird mit dem eingefetteten Stopfen aus dem Kolben verdrängt und dieser gasdicht verschlossen. Mit jedem Testsubstrat werden mindestens drei Wiederholungen angesetzt und mindestens drei Kolben mit reinem Impfsupstrat als Nullvariante betrieben. Zur weiteren Absicherung der Ergebnisse werden gleichzeitig Referenzsubstrate vergoren.

Um die Übertragbarkeit des Hohenheimer Biogasertagstests auf etablierte Gärverfahren und die Zuverlässigkeit des Tests weiter zu überprüfen, wurden im Biogaslabor der Landesanstalt für landwirtschaftliches Maschinen- und Bauwesen und des Instituts für Agrartechnik der Universität Hohenheim diskontinuierliche Vergleichsversuche durchgeführt. Die Substrate, reine Impfgülle, Rindergülle, Grassilage und Speisereste, wurden dabei zum Vergleich roh und aufbereitet in Eudiometern nach DIN 38 414 Teil 8 sowie in liegenden und stehenden Laborbiogasfermentern mit 16 oder 32 Litern Faulraumvolumen (in Hohenheim verwendete Standardfermenter) vergoren. Die verschiedenen Fermentertypen wurden mit der gleichen Raumbelastung beaufschlagt.

## Ergebnisse

Bei allen eingesetzten Fermentern zeigte sich eine zunächst starke und nach etwa zehn Tagen langsam abnehmende Methanproduktion. In Bild 2 sind exemplarisch die aufsummierten Methanerträge von drei Varianten mit Speiseresten und der dazugehörigen Impfgülle dargestellt. Hierbei zeigt sich, dass die aufbereiteten Substrate schneller vergoren werden als die rohen. Die Gesamtsumme der Biogas- (Methan-) produktion nach 30 Tagen ist allerdings unabhängig von der Aufbereitung gleich hoch. Die Ergebnisse der aufbereiteten Proben streuen zudem weniger stark als die der rohen Substrate. Dies liegt an der besonderen Aufbereitung der Substratproben. Trotz Verwendung sehr geringer Mengen kann eine repräsentative Aufteilung der Probe erfolgen. Die Wiederholungen weichen dann kaum noch voneinander ab, was eine erhebliche Verbesserung

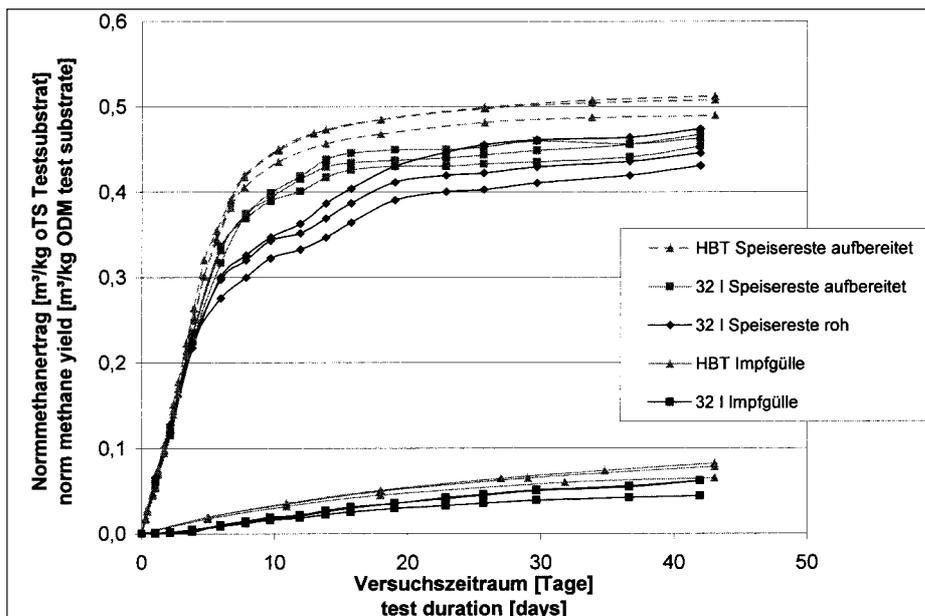


Bild 2: Summenkurven von jeweils drei Wiederholungen bei der Vergärung von aufbereiteten und rohen Speiseresten und den dazugehörigen Impfgüllen in verschiedenen Fermentertypen

Fig. 2: Sum graphs of each of three independent repetitions of digesting processed and non-processed kitchen wastes and the liquid manures for inoculation; digestion in different fermenter types

der Ergebnisse bedeutet. Der erfassbare Normmethantrag lag sowohl für die Impfgülle als auch für die aufbereiteten Speisereste bei der Vergärung nach dem HBT geringfügig höher als in den stehenden Fermentern (Variationskoeffizient [CV]: 7,1%). Bei den anderen verwendeten Substraten waren noch deutlich geringere Abweichungen zwischen den verschiedenen Fermentertypen zu beobachten (Gülle 3,3%, Grassilage 2,3%).

## Folgerung

Der Hohenheimer Biogasertagstest eignet sich dank der vorgeschalteten Aufbereitung der Testsubstrate sehr gut zur Bestimmung des substratspezifischen Methanertrages aus organischen Substanzen. Die Wiederholungen zeigen nur eine geringe Abweichung untereinander. Auch der Vergleich der verschiedenen Vergärungsmethoden zeigte eine gute Übereinstimmung der Ergebnisse. Dies trifft auch bei Verwendung unterschiedlicher Gärsubstrate wie Rindergülle, Grassilage und Speisereste zu. Die Untersuchung von Maissilage und anderen Gärsubstraten brachte ebenfalls plausible Resultate [2].

Der HBT stellt einen Fortschritt im Bereich der Gärversuche dar, da er auf Standardverfahren aufbauend die bisherigen Versuchsaufbauten vereinfacht. Durch die technische Vereinfachung wird die Schlagkraft des Labors, bei gleichzeitiger Reduktion von Fehlermöglichkeiten und Personalaufwand, erhöht.

## Literatur

Bücher sind mit • gezeichnet

- [1] DEV Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser- und Schlammuntersuchung, Gruppe S-Schlamm und Sedimente, Bestimmung des Faulverhaltens. DIN 38 414 Teil 8, 1985
- [2] Lemmer, A., C. Neuberger und H. Oechsner: Feldfrüchte als Gärsubstrat in Biogasanlagen. Landtechnik 58 (2003), H. 3, S. 146 - 147
- [3] • Naumann, C. und R. Bassler: Methodenbuch III. Die chemische Untersuchung von Futtermitteln, 1. Ergänzungslieferung VDLUFA-Verlag, Darmstadt, 1983
- [4] Steingäß, H. und K.H. Menke: Schätzung des energetischen Futterwerts aus der in vitro mit Pansensaft bestimmten Gasbildung und der chemischen Analyse. Übersicht der Tierernährung, 14 (1986), S. 251 - 270
- [5] Schertler, C. und H. Kübler: Gärtest zur Bestimmung des Biogasertagspotentials. Entsorgungspraxis 14 (1996), H. 9, S. 33 - 36