

Birte Darnhofer, Joachim Eder, Hauke Heuwinkel, Friedbert Horstmann und Carsten Rieckmann

# Der Einfluss der Kolben- und Restpflanzenfraktion auf die Biogaserzeugung aus Silomais

In einem Versuch mit Mais wurde der Einfluss des jeweiligen Anteils von Kolben und Restpflanze auf die Biogaserzeugung untersucht. In mehreren Umwelten wurden zwei Sorten angebaut und die Fraktionen auf ihre Biogasbildung geprüft. Zwischen den Sorten unterschied sich die Biogasausbeute nicht signifikant. Aus der Restpflanze bildete sich im Mittel 13 % weniger Biogas pro kg oTS als aus dem Kolben, bei zugleich geringerem Methangehalt. Die Gasbildung aus dem Kolben erfolgte vor allem in den ersten 10–12 Tagen der Vergärung, die der Restpflanze war, nach einem kurzen Peak zu Beginn, im weiteren Verlauf gering, aber stetig. Die Ergebnisse weisen darauf hin, durch die Wahl einer restpflanzen- oder kolbenbetonten Sorte die Gasbildung im Fermenter beeinflussen zu können.

## Schlüsselwörter

Mais, Biogasausbeute, Restpflanze, Kolben

## Keywords

Maize, biogas production, stover, ear

## Abstract

Darnhofer, Birte; Eder, Joachim; Heuwinkel, Hauke; Horstmann, Friedbert and Rieckmann, Carsten

## The influence of ear and stover fraction on biogas production of maize

Landtechnik 65 (2010), no. 5, pp. 360-363, 1 figure, 1 table, 6 references

The study was designed to investigate the influence of ear and stover of silage maize on biogas production. Two varieties were planted in different environments. The stover and the ear were harvested separately and analysed in a batch experiment. No significant influence of the variety on gas production was found. On average the ear reached a 13 % higher specific biogas gas yield as well as a higher methane content as the stover. The gas production from the ear mainly took place during the first 10-12 days of the fermentation period. In contrast biogas from the stover emitted

more steadily almost throughout the whole experiment.

This points out to the potential that a manipulation of the gas production can be possibly achieved through the choice of the maize variety.

■ Die Biogaserzeugung aus nachwachsenden Rohstoffen hat sich in den vergangenen Jahren zu einem wichtigen Betriebszweig der Landwirtschaft in Deutschland entwickelt. Dabei ist Mais das dominierende pflanzliche Substrat [1]. Für den Anbau stehen derzeit verschiedene Sortentypen zur Verfügung, einerseits restpflanzenbetonte (sogenannte Biogassorten) mit hohen Massenerträgen und geringem Kolbenanteil, andererseits klassische, teilweise kolbenbetonte Silomaisarten, wie sie in der Tierernährung zum Einsatz kommen. Das breite Angebot ist auch das Ergebnis der bisher ungeklärten Diskussion, ob die Gasbildung aus Kolben und Restpflanze unterschiedlich ist und inwieweit Anteile beider Fraktionen einen Einfluss auf den Verlauf der Bildung von und die Ausbeute an Methan haben. Seit dem Anbaubaujahr 2007 wird dieser Frage in einem gemeinsamen Projekt von Bayerischer Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL), Landwirtschaftskammer Niedersachsen und Syngenta Seeds an zwei Standorten mit zwei ausgewählten Sorten gezielt nachgegangen.

## Material und Methode

Die Feldversuche wurden an zwei Standorten (Dasselsbruch, Niedersachsen; Freising, Bayern) in vierreihigen Parzellen zu je 18 m<sup>2</sup> in dreifacher Wiederholung angelegt. Es wurden die mittelfrühen Sorten NK Magitop (Reifezahl S240, Silo- und

Biogasmais) und NK Famous (Reifezahl S250, Silo- und Körnermais) geprüft. Bestandesdichte, Bodenbearbeitung, Düngung und Pflanzenschutz wurden nach ortsüblichem Standard ausgeführt. Die mittleren zwei Reihen der Parzellen wurden beerntet. Eine Reihe wurde als Ganzpflanze gehäckselt, aus der zweiten Reihe wurden zuerst die Kolben entnommen und anschließend die Restpflanze gehäckselt. Das geerntete Pflanzenmaterial wurde bei maximal 60 °C schonend getrocknet und für die Untersuchung auf 10 mm vermahlen.

Das Biogas- und Methanbildungspotenzial wurde am Institut für Landtechnik und Tierhaltung (ILT) nach der dort in Anlehnung an die VDI 4630 entwickelten Labormethode [2] bestimmt. Jede Umwelt (Standort × Jahr) wurde separat in einem Ansatz untersucht. Die untersuchten Proben bestanden aus Mischproben der drei Feldwiederholungen. Die Gasbildung wurde in drei Parallelen untersucht, während der Methangehalt als gewichtetes Mittel gemessen wurde. Da es sich inzwischen herausgestellt hat, dass es zwischen einzelnen Laboransätzen relevante Unterschiede im Gasertrag und im Methangehalt geben kann, die die Vergleichbarkeit von deren Ergebnissen

erschweren [2], sind alle Gaswerte der einzelnen Umwelten als Werte des speziellen Ansatzes zu sehen. Die gemessenen Gaserträge wurden auf Temperatur (25 °C) und Luftdruck (1023 hPa) normiert, um den Wassergehalt korrigiert und anhand eines mitgeführten internen Standards (Zellulose) normiert. Der Zellulose wurde dabei ein Gasertragspotenzial von 745 L<sub>N</sub> · kg<sup>-1</sup> oTS zugeordnet. Die Methangehalte des Biogases unterlagen keiner weiteren Korrektur.

### Ergebnisse und Diskussion

Der Mais zeigte jedes Jahr über die gesamte Wachstumsperiode eine normale Entwicklung. Die Ernte erfolgte durchweg bei einem für die Silierung geeigneten Trockensubstanzgehalt der ganzen Pflanze (**Tabelle 1**). Die Sorten unterschieden sich kaum. NK Magitop wies etwas geringere Kolben- und etwas höhere Restpflanzen-TS-Gehalte auf als NK Famous.

Die Variationskoeffizienten in der Bestimmung des Biogasbildungspotenzials betragen 2007 im Durchschnitt aller Proben aus Dasselsbruch 9,8 %, 2008 aus Freising 5,9 %, 2009 aus Dasselsbruch 8,0 % und 2009 aus Freising 7,5 %. Sie lagen

Tab. 1

Trockensubstanzgehalt und potenzieller spezifischer Biogasertrag sowie Methangehalt der Erntefractionen der untersuchten Sorten NK Magitop und NK Famous in den vier geprüften Umwelten

Table 1: Dry matter content, potential specific biogas yield and methane content of the harvested parts of the varieties NK Magitop and NK Famous in the four tested environments

Sorte Variety	Ganzpflanze Whole plant		Kolben Ear		Restpflanze Stover		
	TS-Gehalt Dry matter content [%]	TS-Gehalt Dry matter content [%]	Spezifischer Biogasertrag Specific biogas yield [L <sub>N</sub> · kg <sup>-1</sup> oTS]	Methangehalt Methane content [%]	TS-Gehalt Dry matter content [%]	Spezifischer Biogasertrag Specific biogas yield [L <sub>N</sub> · kg <sup>-1</sup> oTS]	Methangehalt Methane content [%]
<b>Dasselsbruch 2007</b>							
NK Magitop	31,1	52,8	570	53,2	25,1	506	50,7
NK Famous	31,2	55,7	610	53,5	21,5	500	50,9
<b>Freising 2008</b>							
NK Magitop	33,4	53,1	703	56,8	23,2	598	53,8
NK Famous	31,5	57,0	702	56,6	20,6	554	51,3
<b>Dasselsbruch 2009</b>							
NK Magitop	34,5	53,0	839	53,3	24,5	670	52,9
NK Famous	33,3	57,7	673	53,2	23,8	673	51,3
<b>Freising 2009</b>							
NK Magitop	33,4	54,9	623	52,3	24,1	610	51,0
NK Famous	33,3	56,9	666	52,3	22,4	572	51,0
<b>Sorten-Mittelwerte (über Standorte · Jahre) / Variety means (for variety · year)</b>							
NK Magitop	33,1	53,5	684	53,9	24,2	596	52,1
NK Famous	32,3	56,8	663	53,9	22,1	575	51,1

somit im normalen Bereich der Messmethode (bis zu 10 % pro Dreifachmessung) [2]. Für etwas anders gestaltete Ansätze zur Bestimmung des Gasertragspotenzials wird teilweise von einer geringeren Variation berichtet [3], bisweilen aber auch von einer deutlich höheren [4; 5; 6].

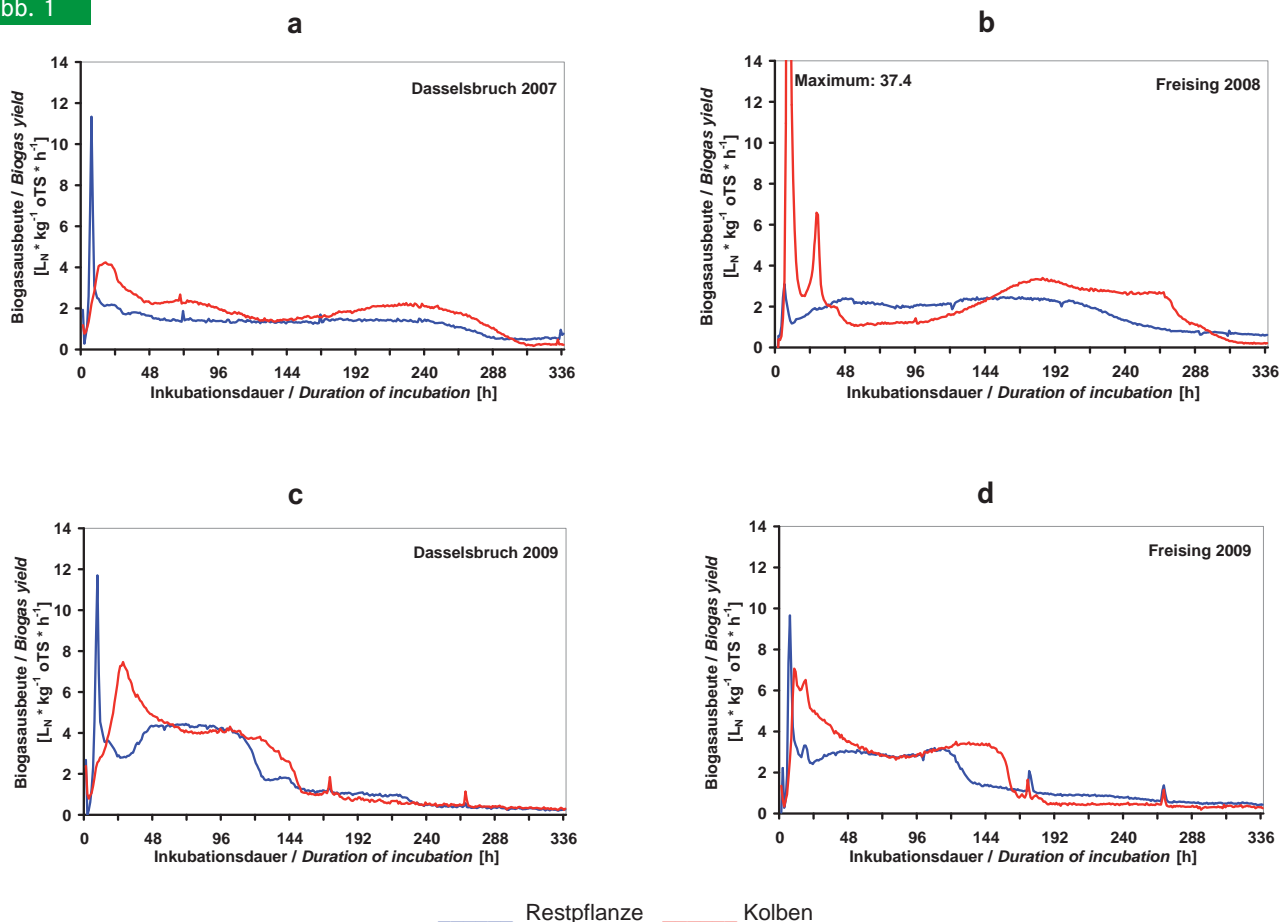
Die spezifischen Biogaserträge sowie Methangehalte unterschieden sich in den Versuchen deutlich. Diese Unterschiede können auf der stofflichen Zusammensetzung des Substrates oder auf dem für die Vergärung verwendeten Inokulum beruhen, oder auch die Folge einer Interaktion der beiden sein [2]. Fast in jedem direkten Vergleich waren allerdings sowohl der Biogasertrag aus dem Kolben als auch dessen Methangehalt höher als der aus der Restpflanze. Im Mittel bildete die Restpflanze 87 % der Gasmenge des Kolbens, ohne dass ein Sorteneinfluss erkennbar war. Die höhere Gasbildung des Kolbens beruht möglicherweise auf dem zwar geringen, aber doch höheren Fettgehalt im Kolben als in der Restpflanze.

Neben dem potenziellen Gasertrag ist beim Betrieb einer Biogasanlage auch der Verlauf der Freisetzung des Gases aus dem Substrat von Interesse, um gezielter zu füttern und möglichen Fehlentwicklungen in der Anlage entgegenzuwirken bzw. diese zu vermeiden.

Vergleicht man die Verläufe der vorgestellten Versuche (Abbildung 1 a-d), so fallen sowohl Gemeinsamkeiten als auch deutliche Unterschiede auf, obwohl das eingesetzte Material relativ ähnlich gewesen war. Meist weist die Vergärung der Restpflanze zu Beginn einen kurzen, aber kräftigen Peak in der Gasbildung auf, gefolgt von einer stetig gleichbleibenden Gasbildung. Der Anfangspeak repräsentiert vermutlich den Abbau leicht verdaulicher wasserlöslicher Kohlenhydrate aus dem Blatt und Stängelbereich. Später dominiert vermutlich der Abbau von Zellwandbestandteilen wie beispielsweise Zellulose und Hemizellulose. Nach etwa 14 Tagen ist die Gasbildung aus der Restpflanze nur noch gering, allerdings höher als die des Kolbens. Dies wurde bis fast zum Ende der Verweilzeit im Fermenter beobachtet (nicht dargestellt).

Aus dem Kolben begann die Gasbildung in der Regel etwas langsamer. Ungefähr nach einem Tag wurde eine hohe Gasbildung erreicht, die dann mehrere Tage anhielt. Nach rund zehn Tagen nahm die Gasbildung relativ stark ab und fiel sogar unter das Niveau der Restpflanze zurück. Der im Vergleich größere Anteil leichter umsetzbarer Kohlenhydrate im Kolben, insbesondere in Form von Stärke, dürften diesen Abbauverlauf er-

Abb. 1



Entwicklung der Gasausbeute als Mittelwert über die Sorten NK Magitop und NK Famous für Kolben und Restpflanze in den vier geprüften Umwelten a-d. Dargestellt sind die Stundenwerte innerhalb der ersten 14 Tage im Batchversuch

Fig. 1: Gas production of ear and stover as a mean value of the varieties NK Magitop and NK Famous in the four tested environments a to d. Hourly data of the first 14 days of the batch experiment are presented

klären. Dies bedeutet aber auch, dass die deutlich untypischen Verläufe für Freising im Jahr 2008 über eine andere Zusammensetzung des Substrates zu erklären sind, obwohl der TS-Gehalt einen passenden Zustand nahe legt. Eine Untersuchung der dafür relevanten Parameter lag zum Zeitpunkt der Abfassung dieses Beitrages nicht vor.

Für den stetig wiederkehrenden kleinen Unterschied im spezifischen Gasertrag von Kolben und Restpflanze sind der höhere Fettgehalt im Kolben und der Ligningehalt in der Restpflanze mögliche Erklärungsansätze, deren Relevanz aktuell noch geprüft wird.

### Schlussfolgerungen

Aufgrund des gewählten Versuchsaufbaus ließen sich wiederholt Unterschiede im Gasertrag zwischen Kolben und Restpflanze nachweisen, die bisher immer wieder in den Streuungen der Messwerte untergingen, da sie insgesamt gering sind.

Die in Verlauf und Menge unterschiedliche Gasentwicklung aus dem Kolben und der Restpflanze scheint es potenziell zu ermöglichen, durch die Wahl einer stärker restpflanzen- oder kolbenbetonten Sorte oder durch die Nutzung von CCM eine gewisse Steuerung der Gasbildung im Fermenter zu erzielen. Eine Verifizierung der Beobachtungen anhand einer Analyse der Inhaltsstoffe steht noch aus.

Die Unterschiede zwischen den Versuchen, insbesondere in der gebildeten Gasmenge, zeigen, dass ein Vergleich von Ergebnissen zwischen verschiedenen Versuchen und Laboransätzen und vermutlich noch mehr zwischen Labors nur mit Einschränkungen möglich ist.

### Literatur

- [1] Weiland, P. (2009): Ergebnisse aus dem aktuellen Biogasmessprogramm II. FNR/KTBL-Kongress „Biogas in der Landwirtschaft – Stand und Perspektiven“, 15./16. September 2009 in Weimar. Gülzower Fachgespräche 32, S. 14–25
- [2] Heuwinkel, H.; Aschmann, A.; Gerlach, R.; Gronauer, A. (2009): Die Genauigkeit der Messung des Gasertragspotentials von Substraten mit der Batchmethode. Internationale Wissenschaftstagung Biogas Science 2009, 2.–4. Dezember 2009 in Erding. Schriftenreihe der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft 15, S. 95–103
- [3] Helfrich, D.; Oechsner, H. (2003): Hohenheimer Biogasertragstest. Agrartechnische Forschung 3, S. 27–30
- [4] Kaiser, F. (2007): Einfluss der stofflichen Zusammensetzung auf die Verdaulichkeit nachwachsender Rohstoffe beim anaeroben Abbau in Biogasreaktoren. Dissertation, TU München
- [5] Linke, B.; Mähner, P. (2005): Einfluss der Raumbelastung auf die Gasaubeute von Gülle und Nachwachsenden Rohstoffen. Biogas – Nachwachsende Rohstoffe, Tagungsband zur 14. Jahrestagung des Fachverband Biogas e.V. Nürnberg, S. 33–46
- [6] Neureiter, M.; Teixeira Pereira dos Santos, J.; Perez Lopez, C.; Pichler, H.; Kirchmayr, R.; Braun, R.: Effect of silage preparation on methane yields from whole crop maize silages. Proc. 4th. Int. Symposium Anaerobic Digestion of Solid Waste, Copenhagen (1), pp. 119–125

### Autoren

**Dr. Birte Darnhofer** ist Mitarbeiterin und **Dr. Joachim Eder** ist Koordinator der Arbeitsgruppe Mais der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL), Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung, Am Gereuth 4, 85354 Freising-Weißenstephan, E-Mail: Joachim.Eder@LfL.bayern.de

**Dr. Hauke Heuwinkel** ist Mitarbeiter am Institut für Landtechnik und Tierhaltung (ILT) der LfL.

**Friedbert Horstmann** ist Mitarbeiter der Syngenta Seeds GmbH, Zum Knipkenbach 20, 32107 Bad Salzflufen.

**Carsten Rieckmann** ist Mitarbeiter der Landwirtschaftskammer Niedersachsen, Fachbereich Grünland, Futterbau, Johannsenstr. 10, 30159 Hannover.