

Thomas Amon | Alexander Bauer | Vitaly Kryvoruchko | Debora Lyson |
Barbara Amon | Andrea Machmüller | Vitomir Bodiroza | Violetta Simic

BIOGASERZEUGUNG AUS ENERGIEMAIS

In neuerer Zeit gewinnt die Biogaserzeugung aus Rohstoffen der Landwirtschaft stark an Bedeutung. Sie trägt in besonderer Weise zu einer nachhaltigen Stoff- und Energienutzung bei. Kulturarten, die zunehmend zur Biogaserzeugung genutzt werden, wurden bislang vorwiegend für die menschliche Ernährung und für die Tierernährung gezüchtet. In Deutschland wurden 2004 etwa 1,7 Mio. Hektar mit Mais (Körnermais und Silomais) angebaut. 70 Prozent des in Deutschland angebauten Maises werden für Futterzwecke (Silomais) verwendet, der Rest wird in der Lebensmittelindustrie verarbeitet.

ENERGIEMAIS FÜR DIE BIOGASERZEUGUNG

Für die Biogaserzeugung aus Energiepflanzen hat Mais als Rohstoff derzeit die größte Bedeutung. Zum einen besitzt er als C_4 -Pflanze von allen bei uns heimischen Kulturpflanzenarten das höchste Ertragspotenzial. Zum anderen sind Anbau-, Ernte, Konservierungs-, Entnahme- und Beschickungssysteme für Mais differenziert entwickelt und verfahrenstechnisch weitgehend optimiert.

Die Biomasse des Maises besteht zum größten Teil aus Kohlenhydraten und weniger aus Fetten und Proteinen. Durch Photosynthese bildet die Maispflanze zunächst

Einfachzucker aus Kohlenstoffdioxid und Wasser auf. Zum Zellaufbau und zur Speicherung werden die Einfachzucker dann zu Mehrfachzuckern, Stärke und Strukturkohlenhydraten wie Zellulose und Hemicellulose verkettet. Lignin bilden die Pflanzen vorwiegend in der „Rohfaserfraktion“ des Stängels. Es sorgt für die Standfestigkeit der Maispflanzen. Je älter die Pflanzen werden, desto mehr verzweigen und verästeln sich die Ligninmoleküle. Lignin kann durch anaerobe Mikroorganismen im Fermenter nicht abgebaut werden. Mit Eintritt in die generative Wachstumsphase des Maises ändert sich der Lignin-gehalt in der Pflanzenbiomasse nur mehr wenig. Allerdings verzweigen sich die Ligninmoleküle auch weiterhin. Vergleicht man die Strukturkohlenhydrate (Zellulose, Hemizellulose) und Stärke aus denen letztendlich einfache Zucker gebildet werden, mit der Protein- und Fettfraktion, erkennt man, dass das Verhältnis Protein : Fett : Kohlenhydratfraktionen sich im Verlauf der Vegetation zugunsten der Kohlenhydrate verschiebt.

METHANERTRAG AUS ENERGIEMAIS

SPEZIFISCHE METHANAUSBEUTE UND METHANENERGIEWERTMODELL

Mit dem Methanenergiewertmodell kann das spezifische Methanbildungsvermögen

einer Maissilage anhand seiner Nährstoffzusammensetzung bestimmt werden. Der Methanenergiewert wird in l_N/kg oTS angegeben.

Tabelle 1 zeigt die Regressionskoeffizienten der Schätzgleichung zur praktischen Kalkulation des Methanenergiewertes von Maissilage. Die Regressionskoeffizienten geben den Beitrag der einzelnen Rohnährstoffkomponenten zur Methanbildung der Maissilage an und sind höchst signifikant.

Das Regressionsmodell mit seinen Koeffizienten wird nun dazu verwendet, das spezifische Methanbildungsvermögen von Silomaissilage anhand seiner Rohnährstoffzusammensetzung, die z. B. auch in den DLG-Futterwerttabellen für Wiederkäuer tabelliert sind, berechnen zu können.

Wie das Berechnungsergebnis zeigt, ist das spezifische Methanbildungsvermögen von „unreifer“ Maissilage (Trockenmassegehalt unter 20 Prozent) höher als das von silierreifer Maissilage (Trockenmassegehalt 30 bis 33 Prozent). Offensichtlich nimmt mit zunehmender Reife der Pflanzen das spezifische Methanbildungsvermögen ab. Bei einem Trockenmassegehalt von > 22 Prozent bewegt sich das Methanbildungsvermögen auf einem Niveau von ca. $370 l_N/kg$ oTS.

Mit einem Trockenmassegehalt von ca. 30 Prozent ist Mais optimal silierfähig. Günstig für die Methanbildung ist das Nährstoffmuster von silierfähigen Maispflanzen im Bereich von 27–34 Prozent TM. Eine Ernte unter 25 Prozent TM der Gesamtpflanze ist nicht erstrebenswert, weil die Maissilage Sickersaft bildet, und in den meisten Fällen

Tabelle 1: Parameter der Regressionsgleichung zur Berechnung des Methanenergiewertes von Maissilage anhand seiner Rohnährstoffe.

Inhaltsstoff	Regressionskoeffizient	Signifikanz
Rohprotein	15,27	0,000
Rohfett	28,38	0,001
Rohfaser	4,54	0,000
N-freie Extraktstoffe	1,12	0,008
Qualitätsparameter der Gesamtgleichung: $R^2 = 0,968$; F-Wert = 1583,027; Durbin-Watson-Wert = 1,176; Signifikanzniveau = 0,000; n = 95		

die Biomassebildung der Pflanzen noch mit höherem TM-Gehalt zunimmt.

METHANHEKTARERTRAG

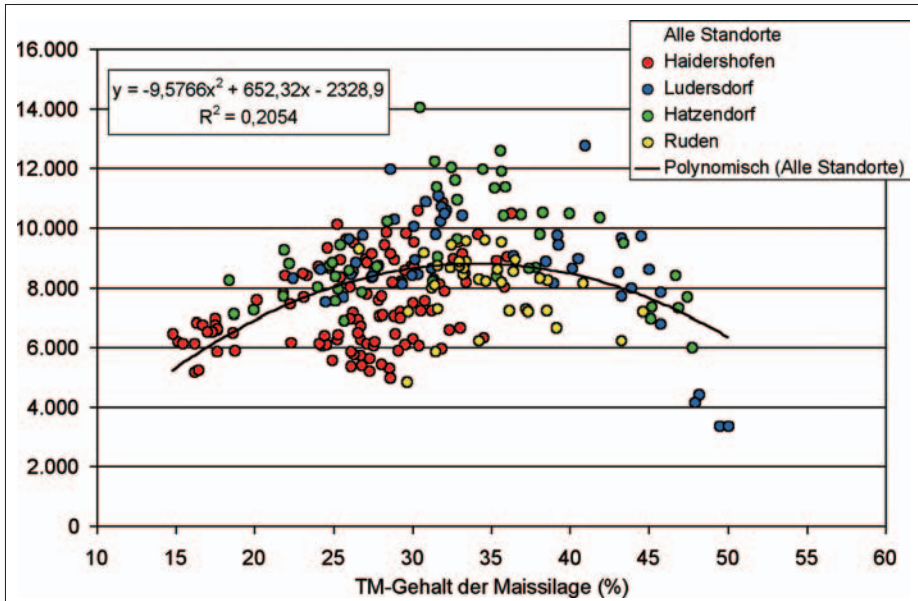
Ziel aller züchterischen und pflanzenbaulichen Bestrebungen muss es sein, einen hohen Methanhektarertrag zu erreichen und gleichzeitig eine hohe Qualität der Silage zu sichern. Der Methanhektarertrag ergibt sich aus den Ertragsfaktoren:

- Biomasseertrag,
- spezifische Methanausbeute.

Abbildung 1 zeigt den Zusammenhang zwischen dem Trockenmassegehalt der Maissilage und dem Methanhektarertrag. Dargestellt sind die Daten aller Sorten und Erntezeitpunkte von Sortenversuchen.

Im Durchschnitt aller Versuche erreichte der Methanhektarertrag bei 33 Prozent TS in der Gesamtpflanze sein Maximum von ca. 8.600 m³_N CH₄/ha. Das Ertragsmaximum ist dabei relativ breit. Mehr als 8.000 m³_N CH₄/ha wurden im TM-Bereich der Gesamtpflanzen zwischen 25 bis 44 Prozent TS erreicht. Standort- und Sorteneinflüsse auf den Ertrag waren deutlich erkennbar.

Abbildung 1: Abhängigkeit des Methanhektarertrages vom Trockenmassegehalt der Maissilage verschiedener Maissortentypen auf verschiedenen Standorten in den Jahren 2004/2005.



SCHLUSSFOLGERUNGEN UND AUSBLICK

Wie unsere Erfahrungen zum Energiemaisanbau zeigen, waren Zuchtstrategien für spezialisierten Energiemais, die auf die Verwendung eher spätreifer Futtermaissorten basieren, erfolgreich. Konventionelle Sorten mit leicht erhöhtem Reifegrad zeigten bislang die höchsten Methanhektarerträge bei gleichzeitig guter Silierfähigkeit der Biomasse und hoher Ertragssicherheit. Weitere Versuche müssen die Rolle der Inhaltsstoffe von Ganzpflanzensilage vor allem der Rohfaserkomponenten und der Stärke auf das spezifische Methanbildungsvermögen klären. Energiemais kann am besten zur Biogaserzeugung genutzt werden, wenn er in nachhaltigen, standortangepassten und vielfältigen Fruchtfolgesystemen optimal integriert wird. Die Ertragsfähigkeit (Methanhektarertrag) neuer „Energiemais-Hybriden“ muss auf verschiedenen Standorten über mehrere Vegetationsperioden hinweg untersucht werden, um vorliegende Standort/Sorteninteraktionen aufzuklären.

Aus heutiger Sicht sollten Maissorten gezüchtet werden, die hohe Flächenerträge an löslichen Kohlenhydraten wie Einfachzucker, Mehrfachzucker sowie Stärke und anaerob verfügbare Strukturkohlenhydrate wie Zellulose und Hemicellulose bilden. Ein gegebenenfalls erforderlicher Proteinausgleich (Stickstoff) erfolgt durch N-reiche Rationskomponenten.

Ao. Univ.-Prof. Dr. Thomas Amon, DI Alexander Bauer, Univ.-Ass. DI Dr. Vitaly Kryvoruchko, DI Debora Lyson, DI Dr. Barbara Amon, DI Dr. Andrea Machmüller, DI Vitomir Bodiroza, Mag. Violetta Simic; alle: Universität für Bodenkultur Wien, Wien.