

1. Prüfer: Prof. Dr. K.H. Köller
2. Prüfer: Prof. Dr. Oliver Hensel

Bestimmung von Qualitätsparametern für Biogassubstrate - Entwicklung eines Modells zur Berechnung des Methanertrages von Silomais *Zea mays L.* und Grünlandschnitt –

Doktorarbeit vorgelegt von: Daniela Stoffel

Hohenheim, Mai 2012

Zusammenfassung

Zur Modellierung des spezifischen Methanertrages von Silomais und Grünlandschnitt wurden in den Jahren 2007 bis 2009 an fünf Standorten in Baden- Württemberg Silomais und Grünschnittproben genommen. Die Proben wurden nach Richtlinien des VDLUF A auf ihre Rohnährstoffe und mittels des Hohenheimer Biogasertragstest auf ihren spezifischen Methanertrag untersucht. Die so gewonnenen Daten zeigten für alle relevanten Parameter weitgehend eine ausreichende Variabilität. Vorerst wurden anhand der gewonnenen Daten aus der Literatur bekannte Modelle überprüft. Dabei stellte sich heraus, dass die Vorhersagequalität fast aller Modelle unzureichend war. Aufgrund der mangelhaften Vorhersagequalität der vorhandenen Modelle wurden verschiedene eigene Modelle zur Vorhersage des Methanertrages auf Basis der Rohnährstoffe entwickelt. Dabei stellte sich die Methode der multiplen linearen Regression als für den vorgegebenen Zweck nicht geeignet heraus, da die so gewonnenen Modelle dem komplexen Prozess der Biogaserzeugung nicht gerecht werden. Daher wurde für Mais ein neues, exponentielles Modell zur Vorhersage des Methanertrages entwickelt. Das ermittelte Modell berücksichtigt das Verhältnis der Rohstärke zum Ligninanteil in der Pflanze. Dieses Verhältnis wird an einen nicht-linearen Funktionstyp angepasst. Das Verhältnis der Stärke zum Ligninanteil nähert sich dabei asymptotisch einem maximalen Wert von $0,38 \text{ Nm}^3 / \text{kg oTS}$ für den Methanertrag. Das Modell kann 50 % der Varianz des Methanertrages erklären. Das vorgestellte exponentielle Modell bietet einen neuen Ansatz zur Berechnung des Methanbildungspotentials von Silomais. Jedoch ist auch hier eine permanente Fortentwicklung und bei Bedarf eine neue Interpretation der Daten erforderlich.

Für Grünschnitt konnte kein zufriedenstellendes Modell für die Berechnung des Methanertrages gewonnen werden. Hier ergab sich ein multiples lineares Modell unter Berücksichtigung der Parameter Rohfaser, Rohprotein und Rohzucker. Dieses wird jedoch aufgrund der unzureichenden Datenlage und der mangelhaften Anpassung durch den Funktionstyp als ungeeignet angesehen. Da Grünlandschnitte aufgrund der sehr unterschiedlichen Nutzungsintensität und der standortabhängig sehr vielfältigen Zusammensetzung eine enorme Variabilität in ihrer Zusammensetzung aufweisen, müssen für die Entwicklung eines Modells zur Vorhersage des Methanertrages sehr umfangreiche Daten gesammelt werden. Die hier verwendeten Daten wiesen die für eine Modellierung erforderliche Variabilität nicht auf.

Um dennoch mögliche Qualitätskriterien zu definieren, wurde der Einfluss der einzelnen Rohnährstoffe anhand einer Korrelationsanalyse näher untersucht. Alle Parameter korrelierten mit dem Methanertrag, jedoch zeigten nur wenige Parameter eine deutliche positive Korrelation. Bei Mais war ein Rohstärkegehalt von minimal 32 % in der Trockensubstanz für eine optimale Methanbildung erforderlich. Die besonders guten Proben zeichneten sich außerdem durch einen TS-Gehalt von mindestens 32 % in der Frischmasse aus. Proben, die in einem früheren Entwicklungsstadium geerntet wurden, und daher einen niedrigen TS-Gehalt aufwiesen, wiesen auch einen signifikant niedrigeren spezifischen Methanertrag auf. Bei Grünlandschnitten hatte lediglich der Rohzuckergehalt einen signifikant positiven Einfluss auf das spezifische Methanbildungsvermögen.

Da das Ziel der Arbeit war, mögliche Qualitätsparameter für Silomais zur Methanherzeugung zu definieren, und die Stärke einen solchen Parameter darstellt, wurde weiterhin untersucht, inwiefern diese Parameter kostengünstig und schnell zuverlässig ermittelt werden können. Hierzu wurde die am Markt erhältliche Nahinfrarotspektroskopie eingesetzt, die während der Ernte den TS-Gehalt und Inhaltsstoffe von Silomais ermitteln soll. Dabei stellte sich heraus, dass diese Technologie geeignet war, den Stärkegehalt mit einer mittleren Abweichung von 2 % zu bestimmen.

Somit stehen nun kostengünstige Verfahren zur Verfügung, die es Anwendern der Biogastechnologie ermöglichen, die Qualität von zugekauften Substraten einzuschätzen und somit eine optimale Qualität ihrer Silagen zu erzeugen.