

## Mischanbau von Silomais mit Stangenbohnen – Ergebnisse zu Anbau und Vergärung

Nurk L<sup>1</sup>, Graß R<sup>1</sup>, Pekrun C<sup>2</sup>, Hubert S<sup>2</sup> & Wachendorf M<sup>1</sup>

*Keywords: mixture, maize, climbing beans, methane yield.*

### Abstract

*Organic farmers show an increasing interest in cultivation of silage maize as valuable forage for cattle and for energetic utilization in biogas plants. Maize cultivation systems are often characterized by environmental and cultivation problems like soil erosion, difficult weed control and poor nutrient supply. Aiming at a reduction of these problems a field experiment with mixture of maize and climbing beans (*Phaseolus vulgaris*) was carried out from 2013 to 2015 at the University of Kassel-Witzenhausen (Hesse). Results showed lower yields of the mixture treatments compared with sole cropped maize. The chosen bean variety had an impact on the bean yield and later sown beans caused lower bean proportions. Furthermore, methane yields of maize-bean silages decreased with increased bean proportions.*

### Einleitung und Zielsetzung

Das Interesse im ökologischen Landbau am Silomaisanbau und seiner Verwertung als ertragreiches und energiereiches Futter sowohl in der Rinderfütterung als auch in der Biogaserzeugung ist ungebrochen groß. Dabei gestaltet sich der Maisanbau aufgrund von Anbauproblemen (Unkrautregulierung und ausreichende Nährstoffversorgung) weiterhin schwierig. Ferner bestehen Bedenken, dass besonders im Biogasbereich analog zum konventionellen Landbau eine Fixierung auf den herkömmlichen Maisanbau entsteht. Daher ist es notwendig, Anbausysteme zur Reduzierung der genannten Probleme (weiter-) zu entwickeln. Hinzu kommt, dass sowohl in der Biogasanlage wie bei der Fütterung von Rindern häufig höhere Rohproteingehalte für optimierte Erträge nötig sind. Der Mischanbau von Mais mit Bohnen, wie er v.a. in Lateinamerika seit langem bekannt und verbreitet ist, könnte dazu einen Beitrag leisten. In einem umfangreichen Forschungsvorhaben wurden über drei Jahre verschiedene Anbauvarianten des Mischanbaus von Silomais und Stangenbohne geprüft und Untersuchungen hinsichtlich des Methan erzeugungspotentials dieses Gemenges durchgeführt.

### Methoden

Auf dem ökologisch bewirtschafteten Versuchsbetrieb Neu-Eichenberg bei Witzenhausen (Universität Kassel) wurden von 2013 bis 2015 Mais (Sorte *Fernandez*, S 250) und Bohnen (Sorte 2013: *Neckarkönigin*; 2014 und 2015: *Anellino verde*) angebaut, mit unterschiedlichen Aussaatstärken (5 und 7,5 Körner pro m<sup>2</sup>), verschiedenen Saatzeiten der Bohne (früh-f: 2-3 Blatt Stadium Mais und spät-s: 5-6 Blatt Stadium Mais) und mit folgenden Mischungsverhältnissen: 10 Körner (Kö) Mais (M) ohne

---

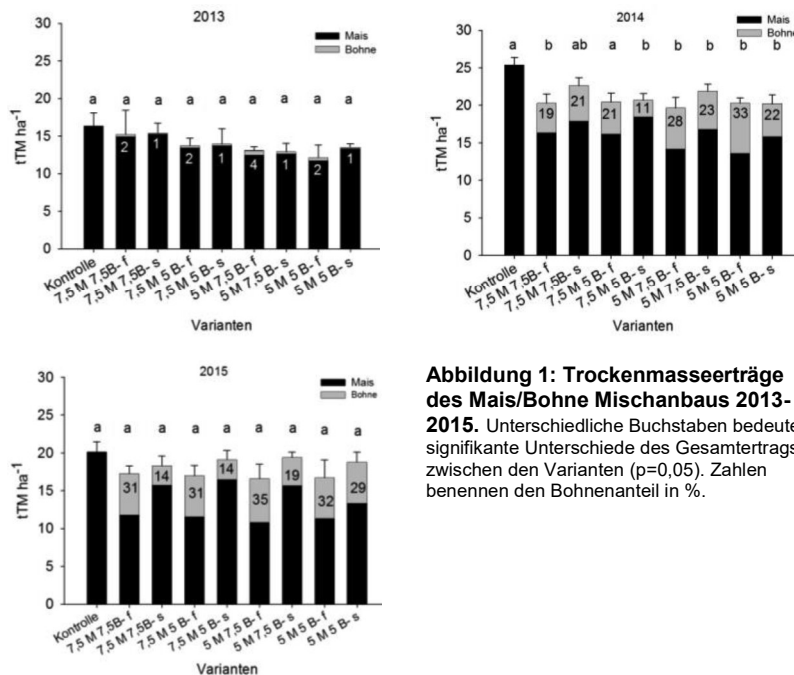
<sup>1</sup> Universität Kassel, FG GNR, Steinstraße 19, 37213 Witzenhausen, rgrass@uni-kassel.de

<sup>2</sup> Hochschule für Wirtschaft und Umwelt Nürtingen-Geislingen (HfWU), Neckarsteige 6-10, 72622 Nürtingen

Bohne (B) = Kontrolle; 7,5 Kö M mit 7,5 Kö B; 7,5 Kö M mit 5 Kö B; 5 Kö M mit 7,5 Kö B und 5 Kö M mit 5 Kö B. Mais wurde am 07.05.2013 (2014: 29.04.; 2015: 06.05.) gesät. Der erste Saattermin (f) der Bohnen war 2013 am 06.06. (2014: 02.06; 2015: 29.05.). Der zweite (s) erfolgte 2013 am 25.06. (2014: 13.06; 2015: 26.06.). Es wurde keine Düngung durchgeführt. Die Unkrautregulierung erfolgte mechanisch nach Bedarf. Erhoben wurden die Bestandesentwicklung, der Biomasse- und der Methan-ertrag. Die statistische Auswertung wurde mit dem Programm R durchgeführt. Zur Methanpotentialmessung wurde eine Messreihe von Mais und Bohne mit Abstufungen von 12,5 % erstellt, angefangen von 100% Mais bis zu 100% Bohne, so dass 9 Mischungsstufen untersucht wurden: 100% Mais (M); 87,5% M+12,5% Bohne (B); 75% M+25% B; 62,5% M+37,5% B; 50% M+50% B; 37,5% M+62,5% B; 25% M+75% B; 12,5% M+87,5% B; 100% B. Die Mischungen wurden nach Frischgewichtsanteilen erstellt. Die Vergärung erfolgte an der Universität Kassel in einem Batch-Experiment nach VDI-Norm 4630 in zweifacher Wiederholung mit einer Verweilzeit von 35 Tagen.

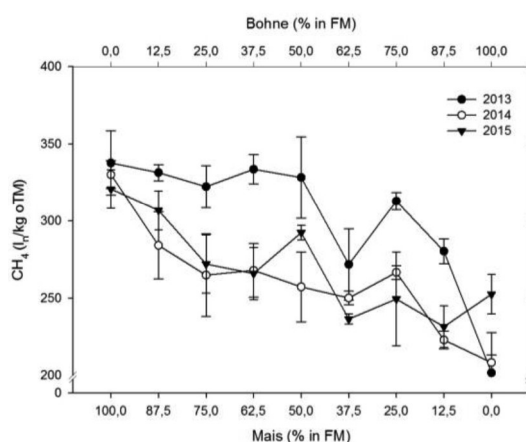
### Ergebnisse

Im Vergleich zum Jahr 2013 mit dem Anbau der Stangenbohnsorte *Neckarkönigin* wurden in den Jahren 2014 und 2015 mit dem Anbau der Sorte *Anellino verde* deutlich höhere Bohnenerträge erzielt (Abb. 1.). Dennoch lagen die Erträge des Mischanbaus von Mais und Bohne auch in den Jahren 2014 und 2015 auf einem niedrigeren Niveau als die Kontrollvariante mit alleinigem Maisanbau. Dieser Unterschied konnte nur in 2014 statistisch abgesichert werden.



**Abbildung 1: Trockenmasseerträge des Mais/Bohne Mischanbaus 2013-2015.** Unterschiedliche Buchstaben bedeuten signifikante Unterschiede des Gesamtertrags zwischen den Varianten (p=0,05). Zahlen benennen den Bohnenanteil in %.

Bei den Varianten der Maisreinsaat („Kontrolle“) wurden mit Werten zwischen 30,5 und 32,5 % in allen Jahren höhere Trockenmassegehalte als bei den Mischungsvarianten erzielt. In 2013 lagen die TM-Gehalte im Mischanbau nur geringfügig niedriger während in 2014 und 2015 um bis zu 7 % niedrigere TM-Gehalte im Mischanbau ermittelt wurden. Dabei galt: Je höher der Bohnenanteil (bzw. –ertrag), umso geringer der TM-Gehalt. Tendenziell führte ein späterer Saattermin der Bohnen zu niedrigeren Bohnen- und höheren Maiserträgen. Prozentual lagen die Bohnenanteile in 2013 zwischen 1 und 4 %. In 2014 und 2015 wurden mit Anellino verde höhere Bohnenanteile erreicht, die bei den Varianten unterschiedlich ausfielen (Abb. 1).



**Abbildung 2: Methanausbeute von Silagen unterschiedlicher Mais-Bohnen-Anteile (in %) bzw. von reiner Mais- und Bohnensilage.**

Die Methanermessungen zeigten einen Rückgang der Methanausbeute mit zunehmendem Bohnenanteil. Dieser Rückgang war im Jahr 2013 mit der Bohnensorte *Neckarkönigin* weniger stark ausgeprägt wie in den Jahren 2014 und 2015 mit der Sorte *Anellino verde*. Während die Vergärung von reiner Maissilage Methanausbeuten zwischen 325 und 345 NI/kg oTM erzielte, führte bereits die Zumischung von 12,5 % Bohnensilage der Sorte *Anellino verde* zu einem Rückgang der Methanausbeute um bis zu 55 NI/kg oTM.

### Diskussion

Die sehr geringen Bohnenanteile bei allen untersuchten Varianten in 2013 wurden bereits bei Nurk et al. (2015) beschrieben. Der daraufhin erfolgte Sortenwechsel zur Bohnensorte *Anellino verde* war erfolgreich und führte zu deutlich höheren Bohnenerträgen (Abb. 1). Dies verdeutlicht die Bedeutung der Auswahl einer geeigneten Sorte für den Mischanbau. Während die Sorte *Neckarkönigin* zur Ernte des Gemenges bereits größtenteils abgestorben war, verlief die Abreife der Sorte *Anellino verde* passender zur Abreife des Gemengepartners Mais, so dass zur Ernte der volle Blattapparat der Bohnen erhalten war. Dennoch erzielten die Varianten des

Gemengeanbaus in den Jahren 2014 deutlich und in 2015 geringfügig niedrigere Erträge als der alleinige Maisanbau. Damit werden Ergebnisse von Fischer et al. (2015) bestätigt. Im Gegensatz zu anderen Mischbauvarianten von Getreide und Leguminosen (z.B. Urbatzka et al. 2012) konnte der Rückgang des Maisertrags aufgrund der Verringerung der Saatstärke von 10 auf 7,5 bzw. 5 Körner je m<sup>2</sup> nicht vom Gemengepartner Stangenbohne kompensiert werden. Der Mais bleibt der Hauptertragsbildner in diesem Gemenge. Eine spätere Aussaat der Bohnen während des 5-6 Blatt-Stadiums des Mais führte tendenziell zu geringeren Bohnenanteilen bei gleichzeitig höheren Gesamterträgen der Gemengevarianten. Die Konkurrenzkraft des Mais gegenüber den Bohnen ist bei dem späteren Bohnensaattermin vermutlich so viel stärker ausgeprägt, dass die Bohnen in ihrer Entwicklung durch den Mais gehemmt werden.

Generell wachsen Mais und Bohnen gut miteinander im Gemenge. Bei versetzter Saat sollte vor der Bohnensaat zwischen den Maisreihen gehackt werden. Die Möglichkeiten der mechanischen Unkrautregulierung zwischen den Maisreihen ist durch die Bohnen eingeschränkt. Dies kann v.a. dann eine Herausforderung darstellen, wenn die Bohnen nach der Saat nur langsam beginnen zu wachsen und eine stärkere Verunkrautung droht. Die Vergärung der Mais-Bohnen-Mischsilagen führte mit zunehmendem Bohnenanteil zu geringeren Methanausbeuten (Abb. 2). Diese Dynamik lässt sich mit der chemischen Zusammensetzung der Stangenbohnen nicht vollständig erklären. Es wird vermutet, dass sich andere Pflanzeninhaltsstoffe wie Lektine, die in Form des Phasins in Stangenbohnen enthalten sind, hemmend auf die Gärbiologie im Gärreaktor auswirken können und damit zu geringeren Gasausbeuten führen. Die Sorte *Neckarkönigin*, die höhere Methanausbeuten erzielte, gilt als phasinarme Sorte, während *Anellino verde* hohe Phasingehalte aufweist. Zur Vergärung sollten daher phasinarme Sorten genutzt werden. Hierzu sind weitere Forschungsarbeiten notwendig.

### Schlussfolgerungen

Der Mischbau von Silomais und Stangenbohnen birgt ein bedeutendes Potenzial zur Steigerung des Rohproteingehalts in Mischsilagen und zur Verbesserung der ökologischen Verträglichkeit (Biodiversität, N<sub>2</sub>-Fixierung). Es besteht allerdings noch erheblicher Forschungsbedarf hinsichtlich geeigneter Sorten und Sätechnik für eine gleichzeitige Saat und der Verwertung, v.a. bezüglich der Wirkung des Inhaltsstoffes Phasin.

### Danksagung

Diese Untersuchungen wurden mit Mitteln des Bundesministeriums für Landwirtschaft und Ernährung über den Projektträger FNR e.V. gefördert.

### Literatur

- Fischer J, Höppner F & Böhm H (2015) Gemengeanbau von Mais mit Phaseolus-Bohnen: Einfluss von Sorte und Saattiefe der Bohnen auf die Bestandeszusammensetzung. Mitt. Ges. Pflanzenbauwiss. 27: 177-178.
- Nurk L, Graß R, Pekrun C, Hubert S & Wachendorf M. (2015) Mischbau von Silomais mit Stangenbohnen. Beiträge zur 13. Wissenschaftstagung, Eberswalde: 309-310.
- Urbatzka P, Graß R, Haase T, Schüler C, Trautz D & Heß J (2012): Grain yield and quality characteristics of different genotypes of winter pea in comparison to spring pea for organic farming in pure and mixed stands. Organic Agriculture, 1: 187-202.