

Einfluss der Silagebereitung eines Mais-Stangenbohnen-Gemisches auf den Phasingehalt

U. Wyss¹, A. Enggist², D. Brugger³

¹Agroscope, Gruppe Wiederkäuer, Posieux, ²Landwirtschaftliches Zentrum Liebegg, Gränichen, ³Lehrstuhl für Tierernährung, Wissenschaftszentrum für Ernährung, Landnutzung und Umwelt, Technische Universität München, Freising

1 Einleitung

Der Anbau von einem Mais-Stangenbohnen-Gemisch könnte eine Alternative zum konventionellen Silomaisanbau sein. Die Bohnen (*Phaseolus vulgaris*) nutzen die Maispflanzen als Stütze und sollen den Proteingehalt in der Maissilage steigern. Die gesamte Bohnenpflanze hat mit rund 14 % Protein einen doppelt so hohen Proteingehalt wie der Mais. Zudem gehören die Bohnen zu den Leguminosen und haben somit die Fähigkeit, mit Knöllchenbakterien Stickstoff zu fixieren. Dieser Stickstoff steht dem Mais oder später der Folgekultur zur Verfügung. Im Weiteren wachsen die Bohnen schneller als der Mais, dadurch wird das Unkraut besser unterdrückt und das Erosionsrisiko kann gesenkt werden.

Die Samen und Hülsen der Bohnen enthalten jedoch hohe Gehalte an Phasinen, welche im rohen Zustand giftig sind. Nach Brugger et al. (2018) schwanken die Phasingehalte in den Bohnen je nach Sorte sehr stark. Es ist bekannt, dass die Bohnen durch eine Hitzebehandlung bzw. durch das Kochen ihre Giftigkeit verlieren.

In Deutschland wurden in den letzten Jahren bereits verschiedene Untersuchungen mit einem Mais-Stangenbohnen-Gemisch durchgeführt. Dabei konnten bei der Verfütterung an Milchkühe keine negativen Auswirkungen auf die Leistung der Tiere festgestellt werden (Kälber et al., 2017). Dies konnte auch in weiteren, bisher noch nicht veröffentlichten Betrachtungen mit hochleistenden Holstein-Friesian Kühen bestätigt werden (Brugger 2018, persönliche Mitteilung). In vitro Untersuchungen mittels Hohenheimer Gastest zeigten, dass die Phasine bei der ruminalen, bakteriellen Proteolyse mit hoher Effizienz abgebaut wurden und keinerlei Korrelation zwischen dem Phasingehalt und der Gasbildung in vitro besteht (Brugger et al., 2018). Um zu untersuchen, ob die Phasine

bereits bei der Silagebereitung abgebaut werden, wurden 2016 und 2017 die folgend beschriebenen Versuche durchgeführt.

2 Material und Methoden

In Oberentfelden Kanton Aargau, Schweiz (420 m ü.M.), prüfte das Landwirtschaftliche Zentrum Liebegg 2016 und 2017 in Tastversuchen den Anbau von einem Silomais-Stangenbohnen-Gemisch. Dabei wurden 2016 unterschiedliche Saatzeitpunkte der Bohnen und unterschiedliche Saatechniken (Breitsaat und Einzelkornsaat) mit dem konventionellen Silomaisanbau (Sorte Gottardo) verglichen (Tab. 1). 2016 wurde die Bohnensorte Anellino Giallo (gelbes Posthörnli) verwendet. Neben Ertragsbestimmungen wurde im Herbst 2016 das Siliergut der verschiedenen Verfahren am 30. September gehäckselt und in Siloballen und auch Laborsilos einsiliert. Beim Einsilieren und in den Silagen wurden Proben zur Bestimmung der Inhaltsstoffe gezogen. Die Proben in den Silagen wurden nach einer Silierdauer von 104 Tagen gezogen. Zusätzlich wurden in den Silagen auch verschiedene Gärparameter bestimmt. Zur Bestimmung der Phasine wurden die Proben vorgängig gefriergetrocknet. Die Phasinanalytik erfolgte nach Bolduan et al. (2016).

Tab. 1: Versuchsvarianten 2016

Variante	Saatechnik	Saadichte Mais	Saadichte Bohnen	Saat-Zeit- punkt
V 1	Einzelkorn- saat	7.5	-	
V 2	Breitsaat	7.5	7.5	gleichzeitig
V 3	Einzelkorn- saat	7.5	7.5	gleichzeitig
V 4	Breitsaat	7.5	7.5	später
V 5	Einzelkorn- saat	7.5	7.5	später

Saadichte: Körner pro m²

Gleichzeitig: 10. Mai 2016; später: 7. Juni 2016

Im Jahr 2017 wurden bei den Bohnen unterschiedliche Saatkichten und bei allen Varianten zwei Düngungsstufen getestet (Tab. 2). Das Saatgut wurde vor der Saat im jeweiligen Verhältnis miteinander vermischt und anschließend mit einer herkömmlichen Einzelkornsämaschine ausgesät. Beim Mais wurde die Sorte Benedictio und bei den Bohnen WAV 512 verwendet. Diese Sorte weist nach den Untersuchungen von Brugger et al. (2018) einen wesentlich tieferen Phasingehalt auf. Die Silageballen mit den verschiedenen Mais-Bohnen-Varianten wurden wiederum im Freien gelagert. Zusätzlich wurden von den Mischungen noch Bohnen separat geerntet, die in Laborsilos einsiliert wurden. 2017 wurde neben den reinen Bohnen nur noch Material der Variante 18 in Laborsilos einsiliert. Aufgrund der Ergebnisse zwischen den Ballen und Laborsilos von 2016 wurde die Hälfte der Silos bei Raumtemperatur ($\varnothing 20,2\text{ °C} \pm 0,5$) und die andere Hälfte bei Aussentemperatur ($\varnothing 10,7\text{ °C} \pm 7,5$) gelagert. Die Ernte erfolgte am 21. September 2017 und die Silageproben wurden nach einer Silierdauer von 82 Tagen gezogen.

Tab.2: Versuchsvarianten 2017

Variante	Saatdichte Mais	Saadichte Bohnen	N-Düngung
V 11	10	-	101 kg/ha
V 12	10	-	74 kg/ha
V 13	7.5	5.0	101 kg/ha
V 14	7.5	5.0	74 kg/ha
V 15	7.5	6.0	101 kg/ha
V 16	7.5	6.0	74 kg/ha
V 17	7.5	7.5	101 kg/ha
V 18	7.5	7.5	74 kg/ha

Saadichte: Körner pro m², Saatzeitpunkt 11. Mai 2017

3 Ergebnisse und Diskussion

Die Ernte im Jahr 2016 mit einem 6-reihigen-Maishäcksler erwies sich bei den Varianten, bei denen der Mais als Breitsaat gesät wurde, als schwierig. Die Ranken der Bohnen bildeten ein dichtes Netz, dadurch gab es beim Häcksler einige

Male Verstopfungen. Die Verfahren mit Einzelkornsaat konnten dagegen deutlich einfacher geerntet werden.

Die Erträge in den Verfahren mit dem Mais-Bohnen-Gemisch schwankten zwischen 136 und 164 dt Trockenmasse(TM)/ha und lagen niedriger als im Verfahren mit Silomais allein mit 192 dt TM/ha (Abb. 1). Die Erträge vom Mais-Bohnen-Gemisch waren zwischen 15 und 29% niedriger im Vergleich zum Silomais allein.

Beim Einsilieren wies der Mais einen TM-Gehalt von 42 % und die vier Gemische zwischen 36 und 39 % auf. Eine zusätzliche Probe von den reinen Bohnen, die von den Mischungen separat genommen wurde, gab einen TM-Gehalt von 28 %. Der Rohproteingehalt des Maises betrug 66 g/kg TM und derjenige der Bohnen 145 g/kg TM. Bei den vier Varianten mit dem Mais-Bohnen-Gemisch variierten die Rohproteingehalte zwischen 60 und 74 g/kg TM.

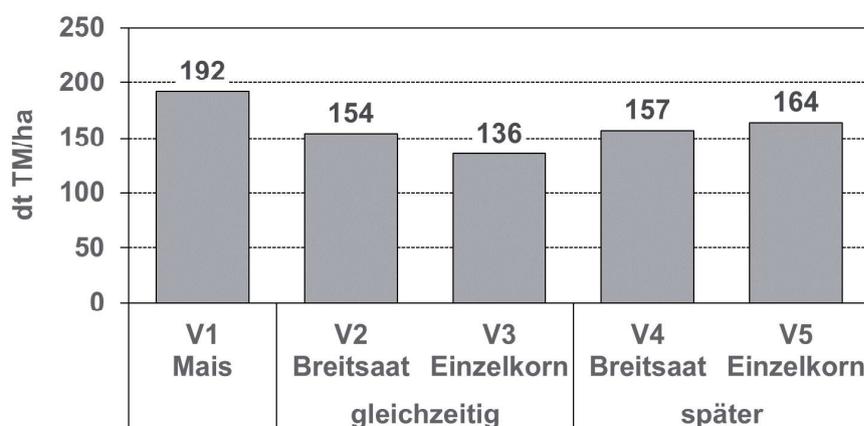


Abb. 1: Trockenmasse-Erträge der Varianten von 2016

Im zweiten Versuchsjahr variierten die TM-Erträge zwischen 153 und 195 dt/ha (Abb. 2). Wiederum waren die Erträge beim Mais-Bohnen-Gemisch zwischen 13 und 21 % geringer als im Verfahren mit Silomais allein. Bei den Varianten 15 und 16 beziehungsweise 17 und 18 konnte bei der reduzierten Düngung ein geringerer Ertrag festgestellt werden. Der Anteil der Bohnen am Gemisch betrug bezogen auf die TM zwischen 9 und 19%. Die höchsten Bohnenanteile wurden bei den Varianten 16 und 18 festgestellt, die auch die tiefsten TM-Erträge aufwiesen. Der Mais wies beim Einsilieren einen TM-Gehalt von 40 %, die Mais-Bohnen-Gemische zwischen 38 und 42 % und die Bohnen allein 22 % auf. Der Rohproteingehalt

des Mais betrug 54 g/kg TM und derjenige der Bohnen 154 g/kg TM. Die Mais-Bohnen-Gemische hatten Rohproteingehalte zwischen 58 und 74 g/kg TM. Dies bedeutet zwischen 7 und 36% höher im Vergleich zum Mais.

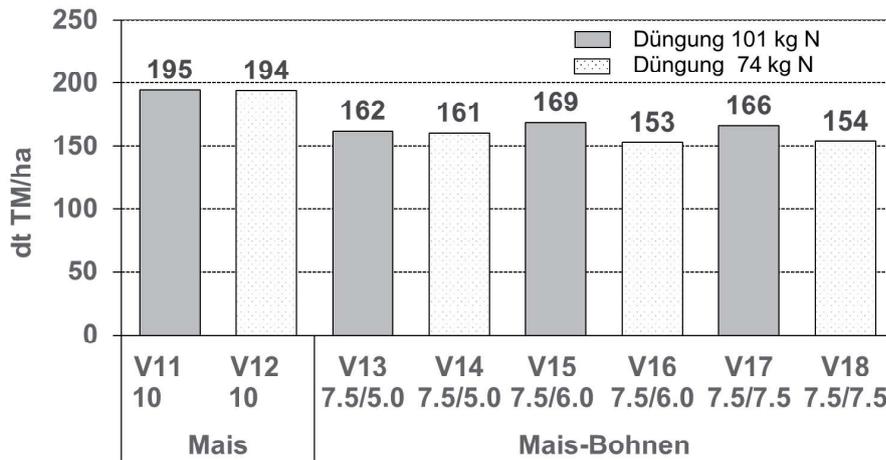


Abb.2: TM-Erträge der Varianten von 2016

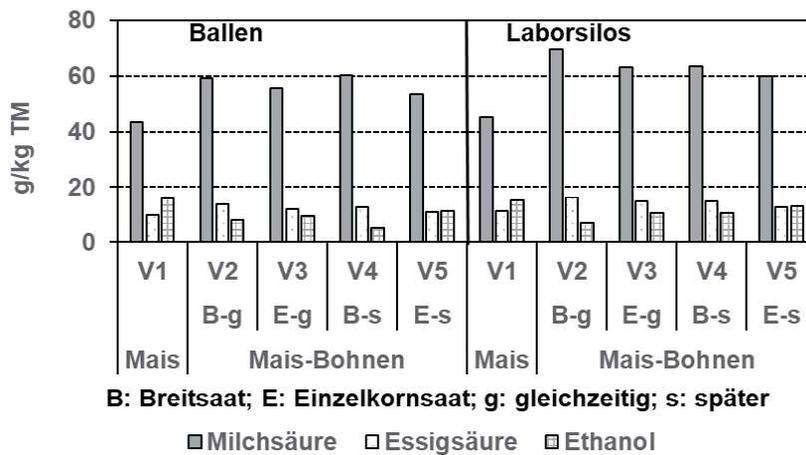


Abb.3: Gärparameter der Silagen vom Versuchsjahr 2016

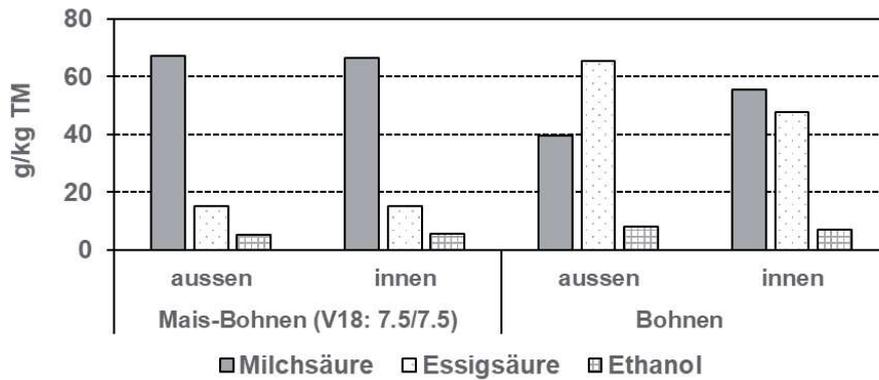


Abb. 4: Gärparameter der Silagen aus den Laborsilos vom Versuchsjahr 2017 bei unterschiedlichen Lagerungstempertaturen (aussen und innen)

Sowohl 2016 als auch 2017 wiesen die Silagen eine gute Gärqualität auf. Butter-säure konnte nur in Spuren nachgewiesen werden. Die Gärparameter vom Ver-suchsjahr 2016 sind aus Abbildung 3 ersichtlich. Der pH-Wert betrug im Durch-schnitt 4,0.

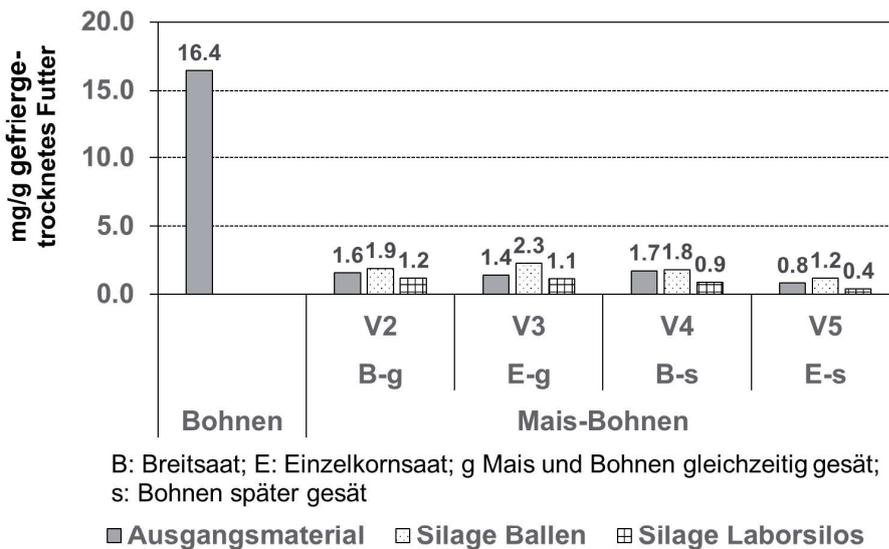


Abb. 5: Phasingehalte im Ausgangsmaterial und den Silagen vom Versuchs-jahr 2016

In den reinen Bohnensilagen vom Versuchsjahr 2017 wurde weniger Milch-, dafür mehr Essigsäure gebildet (Abb. 4). Der pH-Wert betrug 4,8. Zwischen den bei Raumtemperatur beziehungsweise Außentemperatur gelagerten Laborsilos gab es keine Unterschiede hinsichtlich der Gärsubstanzen.

Die Bohnen der Sorte Anellino Giallo wiesen einen Phasingehalt von 16 mg/g gefriergetrocknetes Futter auf. Die Silierung in den Ballen beziehungsweise in den Laborsilos hatte unterschiedliche Auswirkungen auf den Phasingehalt, obwohl die Gärparameter sehr ähnlich waren.

In den Siloballen waren die Phasingehalte durchschnittlich 30 % höher und in den Laborsilos 35 % tiefer als im Futter vor dem Einsilieren (Abb. 5).

Die im zweiten Versuchsjahr verwendete Bohnensorte WAV 512 wies mit 0,94 mg/g gefriergetrocknetes Futter einen wesentlich geringeren Phasingehalt auf im Vergleich zur Sorte Anellino Giallo, die im ersten Jahr verwendet wurde.

In den Varianten mit dem Mais-Bohnen-Gemisch waren in den Ballensilagen die Phasingehalte nur leicht tiefer beziehungsweise höher als im Ausgangsmaterial (Abb. 6). Dies deckt sich mit den Untersuchungen von 2016.

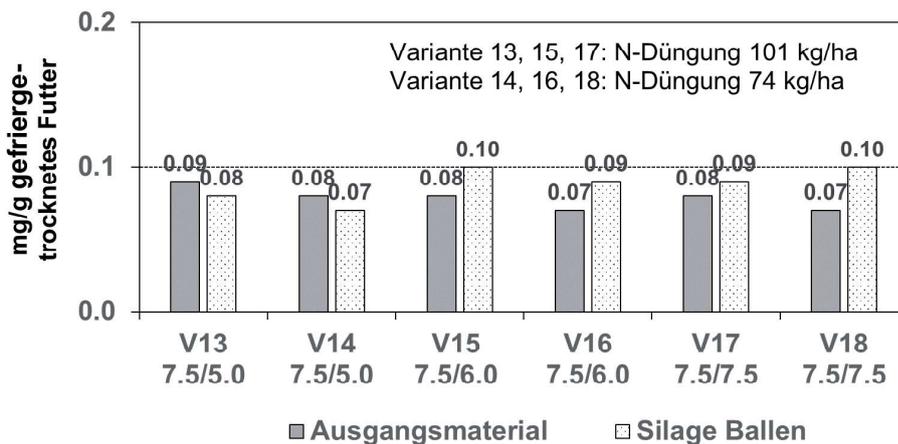


Abb. 6: Phasingehalte im Ausgangsmaterial und den Ballensilagen vom Versuchsjahr 2017

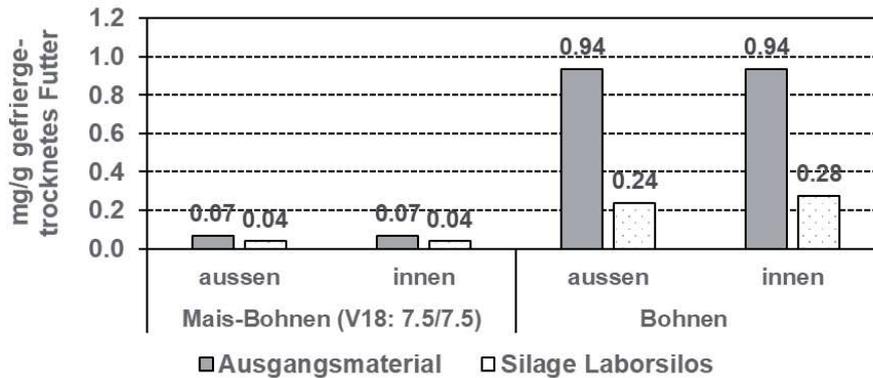


Abb. 7: Phasingehalte im Ausgangsmaterial und den Laborsilagen bei unterschiedlicher Lagerungstemperatur vom Versuchsjahr 2017

In den Laborsilagen konnte wiederum eine stärkere Abnahme des Phasingehaltes als in den Ballen festgestellt werden. Die unterschiedliche Lagerungstemperatur hatte hingegen keinen Einfluss auf die Abnahme (Abb. 7).

4 Folgerungen

- Durch den Anbau eines Mais-Bohnen-Gemischs sanken die TM-Erträge in den Jahren 2016 und 2017 zwischen den verschiedenen Varianten um 13 bis 29 % im Vergleich zum reinen Maisanbau.
- Die Rohproteingehalte waren bis zu 36 % höher im Vergleich zum reinen Maisanbau.
- Der Phasingehalt in den Bohnen ist stark von der Sorte abhängig (2016: Anellino Giallo; 2017: WAV 512).
- Bei der Silierung unter Praxisbedingungen sank der Phasingehalt nur leicht bzw. war sogar erhöht.
- In den Laborsilos nahm der Phasingehalt durch die Silierung ab. Die Gründe sind noch nicht bekannt, es könnte aber mit den klimatischen Bedingungen zusammenhängen.
- Für die Verfütterung des Mais-Bohnen-Gemisches an Milchvieh wird empfohlen, Bohnensorten mit tiefen Phasingehalten zu verwenden.

5 Literaturangaben

- Bolduan, C., Stähler, R., Buffler, M., Windisch, W., 2016: Untersuchungen zum Gehalt von aktiven Lektinen in Gartenbohnen mittels ELISA. In: Arbeitsgemeinschaft für Lebensmittel-, Veterinär- und Agrarwesen (ALVA), editor. 71 ALVA Jahrestagung 2016. Klagenfurth (Austria).
- Brugger, D., Hobmeier, T., Buffler, M., Bolduan, C., Windisch, W., 2018: Zum ruminalen Abbau von Phasinen aus Stangenbohnen (*Phaseolus vulgaris*) sowie deren Einfluss auf die Gasbildung in vitro. VDLUFA-Schriftenreihe 75/2018. VDLUFA-Verlag, Darmstadt. p. 381-388.
- Kälber, T., Aulrich, K., Barth, K., Böhm, H., Bussemas, R., Fischer, J., Höinghaus, K., Weissmann, F., 2017. Mais-Stangenbohnen-Silage als Futtermittel für Milchkühe und Mastschweine. 14. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau in Freising-Weihenstephan, 100-103.