

## Futterwert von Mais-Bohnen-Silagen: Stangen- und Feuerbohnen im Vergleich

Aulrich K<sup>1</sup>, Meyer U<sup>2</sup>, Fischer J<sup>1</sup> & Böhm H<sup>1</sup>

*Keywords: maize, Phaseolus vulgaris, P. coccineus, silage, feed value, digestibility.*

### Abstract

*Maize for silage is a major forage source for dairy cows with its high energy density, but the protein concentration is low. Therefore intercropping systems with maize and climbing beans, which have the potential to improve the protein- and energy supply from regional grown roughage, were investigated since 2014 in field experiments. Four cultivars of Phaseolus vulgaris and two cultivars of P. coccineus were evaluated for their potential in intercropping with maize and their crude nutrient contents were evaluated in comparison with maize. Furthermore defined mixtures of two cultivars of P. vulgaris and two cultivars of P. coccineus with maize were produced to assess their digestibility in sheep. All intercrop silages (IS) had higher crude protein values than maize. The in vivo organic matter digestibility were higher for IS when compared to maize. The metabolisable energy for IS were also higher than for maize silage.*

### Einleitung und Zielsetzung

Der Gemengeanbau von Mais mit Stangen- oder Feuerbohnen bietet großes Potential für die Gewinnung eines Futtermittels, das energiereich ist und gleichzeitig höhere Proteingehalte als reine Maissilage aufweist. So kann dem Anspruch des ökologischen Landbaus nach Verbesserungen der Leistungen aus regionalem Grundfutter bei reduziertem Kraftfuttereinsatz im Besonderen in der Milchviehfütterung nachgekommen werden.

In ersten Versuchen am Institut für Ökologischen Landbau (TI-OL) konnte der Gemengeanbau von Mais mit Stangen- (*Phaseolus vulgaris*) bzw. Feuerbohnen (*P. coccineus*) erfolgreich etabliert werden, wobei sich zeigte, dass die Roh Nährstoffgehalte stark von der Sortenwahl abhängen. Daher werden die Sortenversuche mit dem Ziel fortgeführt, geeignete Bohnensorten für den Mais-Bohnen-Gemengeanbau zu identifizieren und hinsichtlich ihrer Futterqualität zu optimieren. Da die Datengrundlage zu Verdaulichkeitswerten dieser Gemenge gering ist, wurden Gemenge mit definierten Anteilen an Mais und Bohnen siliert und diese in Fütterungsversuchen an Hammeln geprüft.

### Methoden

Der Sortenversuch wurde in den Jahren 2014 und 2015 als Parzellenversuch auf dem Versuchsbetrieb des TI-OL angelegt. Es wurden vier Stangenbohnen (Cobra, Grünes Posthörnchen, Tarbais, Terli (2014) bzw. Anellino verde (2015)) sowie zwei Feuer-

---

<sup>1</sup> Johann Heinrich von Thünen-Institut, Bundesforschungsinstitut für Ländliche Räume, Wald und Fischerei, Institut für Ökologischen Landbau, Trenthorst 32, 23847, Westerau, Deutschland, karen.aulrich@thuenen.de, www.thuenen.de

<sup>2</sup> Friedrich-Loeffler-Institut, Bundesforschungsinstitut für Tiergesundheit, Institut für Tierernährung, Bundesallee 50, 38116 Braunschweig, Deutschland

bohnen (Preisgewinner, Weiße Riesen) im Gemenge mit Mais gegenüber der Maisreinsaat geprüft. Nach der Ernte wurden die Proben bei 60 °C getrocknet, auf 1 mm vermahlen und anschließend im Labor des TI-OL auf ihre Gehalte an Rohnährstoffen analysiert. Die Verdaulichkeiten und Energiegehalte der Mais-Bohnen-Gemenge wurden entsprechend der von der Gesellschaft für Ernährungsphysiologie vorgeschriebenen Methodik zur Prüfung von Futtermitteln in Fütterungsversuchen mit Hammeln (GfE 1991) am Institut für Tierernährung des FLI bestimmt. Dazu wurden auf dem Versuchsbetrieb des TI-OL Reinsaat von Mais, Stangen- (2014: Tarbais, 2015: Cobra) und Feuerbohnen (2014: Preisgewinner, 2015: Weiße Riesen) angebaut. Nach der Ernte wurden gezielt Gemenge erstellt, um bezogen auf die Trockensubstanz Anteile von jeweils 15, 30 und 45% der Bohnen in den Gemengen zu erreichen. Die Gemenge wurden in 100 l Fässern verdichtet, einsiliert und Proben zur Analyse der Rohnährstoffe entnommen. Nach einer Silierdauer von mindestens 90 Tagen wurden die Modell-Silagen aus 2014 im Hammelversuch geprüft. Die statistische Auswertung erfolgte mit dem Tukey-Kramer-Test (SAS 9.3, proc mixed) und dem Makro %mult.

### Ergebnisse

Im Sortenversuch traten deutliche Unterschiede in den Rohnährstoffgehalten beider Versuchsjahre auf. So lagen die Rohprotein (XP)- Gehalte aller Bohnensorten 2015 weit über denen des Anbaujahres 2014. Auch für den reinen Mais wurde ein um 2,2%-Punkte erhöhter XP-Gehalt analysiert (Tab. 1). Im Vergleich zum reinen Mais wurden 2015 durch den Gemengeanbau signifikante XP-Gehalterhöhungen von bis zu 1,7%-Punkten erreicht. Die höchsten XP-Erhöhungen wurden in beiden Anbaujahren durch die Sorte Tarbais verzeichnet. Die Stärkegehalte (XS) lagen 2015 unter dem Niveau der Ernte 2014.

**Tabelle 1: Rohnährstoffgehalte (% T) der Mais-Reinsaat und der Mais-Bohnen-Gemenge aus den Sortenversuchen der Jahre 2014 und 2015**

Jahr	Kultur	XP	XS	XL	XA	XF	XZ
2014	M	5,1 <sup>a</sup>	35,8 <sup>b</sup>	2,5	4,0	18,6 <sup>a</sup>	5,7
	M-WR	5,5 <sup>b</sup>	34,6 <sup>ba</sup>	2,6	4,1	19,1 <sup>a</sup>	5,9
	M-PG	5,3 <sup>ab</sup>	35,2 <sup>b</sup>	2,6	4,0	17,8 <sup>a</sup>	6,3
	M-TA	6,3 <sup>c</sup>	32,8 <sup>a</sup>	2,5	4,3	19,7 <sup>b</sup>	5,7
	M-GP	5,4 <sup>ab</sup>	35,9 <sup>b</sup>	2,5	3,8	18,4 <sup>a</sup>	6,1
	M-TE	5,3 <sup>ab</sup>	35,9 <sup>b</sup>	2,6	3,7	18,4 <sup>a</sup>	6,0
	M-Co	5,5 <sup>b</sup>	35,4 <sup>b</sup>	2,7	3,6	18,5 <sup>a</sup>	5,9
2015	M	7,3 <sup>a</sup>	33,6 <sup>de</sup>	2,4 <sup>abc</sup>	3,5 <sup>a</sup>	19,8 <sup>bc</sup>	2,8 <sup>a</sup>
	M-WR	8,3 <sup>b</sup>	28,0 <sup>a</sup>	2,2 <sup>a</sup>	3,9 <sup>bc</sup>	20,0 <sup>bc</sup>	3,9 <sup>ab</sup>
	M-PG	8,3 <sup>b</sup>	31,7 <sup>bc</sup>	2,6 <sup>c</sup>	3,8 <sup>bc</sup>	18,8 <sup>abc</sup>	5,5 <sup>c</sup>
	M-TA	9,0 <sup>c</sup>	30,8 <sup>b</sup>	2,3 <sup>ab</sup>	4,0 <sup>c</sup>	20,4 <sup>c</sup>	3,9 <sup>ab</sup>
	M-GP	8,2 <sup>b</sup>	33,3 <sup>ce</sup>	2,6 <sup>c</sup>	3,6 <sup>ab</sup>	17,5 <sup>a</sup>	5,4 <sup>c</sup>
	M-AV	8,7 <sup>bc</sup>	32,5 <sup>bcd</sup>	2,4 <sup>abc</sup>	3,8 <sup>bc</sup>	18,5 <sup>ab</sup>	4,9 <sup>bc</sup>
	M-Co	8,2 <sup>b</sup>	34,5 <sup>e</sup>	2,5 <sup>b<sup>c</sup></sup>	3,7 <sup>abc</sup>	17,8 <sup>a</sup>	4,3 <sup>ac</sup>

T: Trockenmasse, M: Mais-Reinsaat, M-WR: Gemenge (G) M-Weiße Riesen, M-PG: G M-Preisgewinner, M-TA: G M-Tarbais, M-GP: G M-Grünes Posthörnchen, M-TE: G M-Terli, M-AV: G M-Anellino Verde, M-Co: G M-Cobra, XP: Rohprotein, XS: Stärke, XL: Rohfett, XA: Rohasche, XF: Rohfaser, XZ: Zucker; ungleiche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede zwischen den Varianten (Tukey-Kramer,  $\alpha=0,05$ )

**Tabelle 2: Rohrnährstoffgehalte (% T) der Reinsaat und der Mais-Bohnen-Gemenge für die Erstellung der Modellsilagen der Jahre 2014 und 2015**

Jahr	Kultur	XP	XS	XL	XF	XA
2014	M	5,4	35,4	3,1	24,4	3,3
	TA	13,7	18,4	1,8	28,3	10,9
	M-TA 15	6,8	30,9	2,8	21,1	4,7
	M-TA 30	7,8	28,8	2,7	21,5	5,3
	M-TA 45	9,8	25,0	2,8	22,8	6,5
	M-PG 15	6,5	31,1	2,8	21,6	4,5
	M-PG 30	7,5	30,0	2,8	20,2	5,1
	M-PG 45	8,2	27,8	2,5	22,7	5,8
2015	M	7,6	36,9	2,9	19,8	3,4
	Co	15,1	15,1	1,3	23,3	8,1
	WR	12,0	9,8	1,1	31,0	8,0
	M-Co 15	9,3	31,3	2,4	20,4	4,4
	M-Co 30	10,4	29,2	2,5	19,6	4,8
	M-Co 45	11,5	29,4	2,2	18,9	5,2
	M-WR 15	8,3	35,6	2,5	20,1	3,9
	M-WR 30	9,0	31,1	2,1	21,4	4,4
M-WR 45	9,5	27,6	1,7	22,9	5,1	

T: Trockenmasse, M: Mais-Reinsaat, M-TA 15, 30, 45: Gemenge (G) M-Tarbais 15%, 30 %, 45 %, M-PG: G M-Preisgewinner, M-Co: G M-Cobra, M-WR: G Mais-Weiße Riesen

**Tabelle 3: Verdaulichkeit der Organischen Substanz, des Rohfettes, der Rohfaser und Energiegehalte der Silagen aus dem Anbaujahr 2014**

Silage	Verdaulichkeit (%)			Energiegehalt (MJ/kg T)	
	OS	XL	XF	ME	NEL
M	65,4	72,4	49,3	9,5	5,6
M-TA15	67,2	68,2	46,7	9,8	5,8
M-TA30	73,3	70,2	58,6	10,5	6,3
M-TA45	74,7	66,0	58,6	10,6	6,4
M-PG15	73,0	76,3	58,1	10,6	6,4
M-PG30	72,9	74,6	54,7	10,5	6,3
M-PG45	69,6	61,5	52,9	9,8	5,8

T: Trockenmasse, M: 100 % Mais, M-TA15, 30, 45: Gemenge (G) M-Tarbais 15%, 30 %, 45 %, M-PG15, 30, 45: G M-Preisgewinner 15%, 30 %, 45 %, OS: Organische Substanz, XL: Rohfett, XF: Rohfaser, ME: Umsetzbare Energie, NEL: Nettoenergie-Laktation

Die für die Fütterungsversuche an Hammeln erstellten Modellsilagen der Jahre 2014 und 2015 (Tab. 2) variierten in ihren XP- und XS-Gehalten stark. So wurde 2015 ein um 2,2%-Punkte höherer XP-Gehalt in der Maiskontrolle analysiert. Die Stangenbohne Cobra (2015) wies einen höheren XP-Gehalt auf als die Sorte Tarbais (2014). Die Feuerbohnen dagegen zeigten geringere XP-Gehalte als die Stangenbohnen auf. Mit zunehmendem Bohnenanteil in den Gemengen ging eine Erhöhung der XP-Gehalte einher, die bei den Stangenbohnen auf höherem Niveau als bei den Feuerbohnen lag. So konnte eine Erhöhung des XP-Gehaltes um 4,4%-Punkte bei 45 % Tarbais im Gemenge und um 3,9%-Punkte durch 45% Cobra im Gemenge im Vergleich zum reinen Mais erzielt werden. Bei den Feuerbohnen (45%) wurde 2014

ein um 2,8%- und 2015 um 1,9%-Punkte erhöhter XP-Gehalt festgestellt. Die XS-Gehalte nahmen mit steigenden Bohnenanteilen ab.

Die Verdaulichkeit der organischen Masse variierte zwischen 65 und 75%, die des Rohfettes zwischen 66 und 76% und die der Rohfaser zwischen 47 und 59% (Tab. 3). Die Umsetzbare Energie wies Werte von 9,5 für reinen Mais bis 10,6 MJ/kg T für die Gemenge auf, die der Nettoenergie Laktation Werte von 5,6 bis 6,4 MJ/kg T (Tab. 3).

### **Diskussion**

Im Sortenversuch konnte gezeigt werden, dass die gewünschte Erhöhung des XP-Gehaltes durch den Gemengeanbau von Mais mit Stangen- oder Feuerbohnen erreicht werden kann. Die Ursachen für die unterschiedliche Höhe der XP-Steigerung können in den Sorten bzw. deren Ertragsanteilen in den Gemengen, aber auch in den Anbau- und Witterungsbedingungen begründet sein, wie aus den Schwankungen zwischen den Jahren und den Sorten deutlich wird. So wiesen die Ergebnisse von Contreras-Govea et al. (2009) bei Feuerbohnen ebenso nur eine geringe Erhöhung des XP-Gehaltes um 0,2%-Punkte aus.

Bei der Bewertung der Modellsilagen zeigte sich, dass die zugesetzten definierten Anteile der jeweiligen Bohnensorte zur Erhöhung des XP-Gehaltes des Gemenges führen. Die Verdaulichkeit der organischen Substanz war in den Mais-Bohnen-Gemengen deutlich verbessert. Bei der Rohfettverdaulichkeit zeigte sich kein einheitliches Bild, wohingegen die Faserverdaulichkeit bis auf die Variante mit 15% Tarbais ebenso gesteigert werden konnte. Die positiven Effekte spiegeln sich auch in den erhöhten Energiegehalten, sowohl bei der ME als auch der NEL, wider, wohingegen Anil et al. (2000) zwar eine Erhöhung des XP-Gehaltes des Gemengeanbaus mit Feuerbohnen nachwies, aber keine Verbesserung der Verdaulichkeit im Vergleich zu reiner Maissilage und eine Erniedrigung des Energiegehaltes feststellten.

### **Schlussfolgerungen**

Die ersten Ergebnisse zur Futterbewertung von Mais-Bohnen-Gemengen sind vielversprechend, die Datengrundlage zu ihren Inhaltsstoffen und Verdaulichkeiten ist jedoch noch zu gering, um endgültige Aussagen und eine solide Energieberechnung dieser Gemenge durchzuführen zu können. Weitere Versuche dazu sind dringend geboten.

### **Danksagung**

Das Projekt wird gefördert durch das Bundesministerium für Ernährung aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages im Rahmen des Bundesprogramms Ökologischer Landbau und andere Formen nachhaltiger Landwirtschaft.

### **Literatur**

- Anil L, Park J & Phipps RH (2000) The potential of forage-maize intercrops in ruminant nutrition. *Anim Feed Sci Technol* 86: 157-164.
- Contreras-Govea FE, Muck RE, Armstrong KL & Albrecht KA (2009) Nutritive value of corn silage in mixture with climbing beans. *Anim Feed Sci Technol* 150(1-2): 1-8.
- GFE (1991) Leitlinien für die Bestimmung der Verdaulichkeit von Rohnährstoffen an Wiederkäuern. *J Anim Physiol Anim Nutr* 65 (5): 229-234.