



**University of  
Zurich**<sup>UZH</sup>

**Zurich Open Repository and  
Archive**

University of Zurich  
University Library  
Strickhofstrasse 39  
CH-8057 Zurich  
[www.zora.uzh.ch](http://www.zora.uzh.ch)

---

Year: 2021

---

## **Einsatz von Mais-Stangenbohnen-Silage in der Milchviehfütterung, Ergebnisse des Silocontrollings**

Jilg, T ; Jilg, A ; Ismail, M ; Brugger, Daniel

Posted at the Zurich Open Repository and Archive, University of Zurich  
ZORA URL: <https://doi.org/10.5167/uzh-203781>  
Conference or Workshop Item  
Published Version

Originally published at:

Jilg, T; Jilg, A; Ismail, M; Brugger, Daniel (2021). Einsatz von Mais-Stangenbohnen-Silage in der Milchviehfütterung, Ergebnisse des Silocontrollings. In: Tagung des Ausschusses Futterkonservierung und Fütterung im Deutschen Maiskomitee e. V. (DMK), Bonn, 25 February 2021, 45-51.

# EINSATZ VON MAIS-STANGENBOHNEN-SILAGE IN DER MILCHVIEHFÜTTERUNG, ERGEBNISSE DES SILOCONTROLLINGS

Dr. T. Jilg und A. Jilg · LAZBW Aulendorf, M. Ismail · HFWU Nürtingen, und Dr. D. Brugger · TUM Freising

## Zusammenfassung

Dieser Versuch ist ein Folgeversuch zum Versuch 2018/2019, bei dem die Maissilagen und Mais-Bohnen-Silagen aufgrund klimatischer Besonderheiten (Trockenheit, sehr frühe Ernte) nicht repräsentativ für normale Erntejahre waren.

Der Trockenmasseertrag im Erntejahr 2019 war bei Mais-Bohnen-Gemenge mit 192 dt TM/ha um 9 % niedriger als bei Maissilage. Die Bohnenanteile am TM-Ertrag betragen 2019 11,2 %.

Mit 0,029 mg/kg TM wies die Mais-Bohnen-Silage einen äußerst geringen Phasingehalt auf, so dass der Einsatz von Mais-Bohnen-Silage in der Milchviehfütterung mit phasinarmen Sorten unproblematisch ist.

Die Futteraufnahme mit Mais-Bohnen-Silage war um 0,5 kg TM/Kuh und Tag signifikant niedriger als bei der Kontrollration. Die Milchmenge mit Mais-Bohnen-Silage war mit 34,3 kg/Kuh und Tag signifikant um 0,3 kg/Tag niedriger. Jedoch war die ECM-Leistung mit 34,3 vs. 35,0 kg/Tag nicht signifikant unterschiedlich.

Die Vergärbarkeit von Mais-Bohnen-Gemenge und Silomais waren vergleichbar.

In der Proteinfractionierung fielen die Unterschiede zwischen den Futterarten moderat aus, wobei in der Maissilage mit 68 % des XP eine etwas höhere Proteinlöslichkeit als

in der Mais-Bohnen-Silage gefunden wurde (62 %). UDP5 befand sich mit 27 % (Mais-Bohnen-Silage) und 26 % (Maissilage) auf einem fast identischen Niveau.

In der Mais-Bohnen-Silage wurde ein etwas höherer  $\gamma$ -Aminobuttersäure-Gehalt (GABA) detektiert (2,6 g/kg TM im Vergleich zu 1,4 g/kg TM in der Maissilage), jedoch lag die Menge an biogenen Aminen in der Maissilage etwas höher (1,6 g/kg TM versus 1,4 g).

## 1. Material und Methoden

### Silocontrolling

Für den Versuch 2019 wurden 4,74 ha Mais-Bohnen-Gemisch und 4,51 ha Silomais angebaut. Zur Aussaat kam beim Mais-Bohnen-Gemisch die Gartenbohne (*Phaseolus vulgaris*) WAV 512 und die Maissorte Figaro der Firma KWS (Mais 8 Körner/m<sup>2</sup>, Bohne 4 Körner/m<sup>2</sup>), beim Mais im Reinanbau ebenfalls die Sorte Figaro mit 9 Körnern/m<sup>2</sup>. Die Aussaat erfolgte als Mischung mit einem Kuhn-Maissägerät. Der Reihenabstand betrug 50 cm. Die Ernte erfolgte am 01.10.2019 mit einem reihenunabhängigen Maishäcksler.

Im Rahmen des Silocontrollings fand an sechs Messstellen die Beprobung der Futterstöcke an 6 Terminen im zweiwöchigen Rhythmus im Zeitraum vom 20.04. bis zum 29.06.2020 statt. Die Probenahmen für die Analyse auf den Phasingehalt erfolgten dreimal. Da es sich bei den Messungen um reine Wiederholungen handelte, erfolgte eine beschreibende Statistik.

### Fütterungsversuch

Der Versuch wurde mit 32 Kühen im Cross-Over-Design durchgeführt. Die Kühe wurden vor Versuchsbeginn in die Gruppen 11 und 12 nach Leistung und Laktationstag aufgeteilt. Vor Phase 1 war eine 7-tägige Eingewöhnungsphase, zwischen Phase 1 und 2 eine 7-tägige Umstellungsphase angeordnet. Die Wasserversorgung erfolgte an 2 Wassertrögen mit Wiegeeinrichtung.

### Aufstallung

Die Kühe waren im Versuchsbereich des Kuhstalls mit eingestreuten Liegeboxen aufgestallt. Die Milchgewinnung erfolgte mit einem automatischen Melksystem (AMS).

### Datenerfassung, Analysen

- Täglich tierindividuell: Milchmenge (VMS 300, Fa. deLaval, Glinde D) und Futtermittelverzehr (RIC Wiegetröge, Fa. Insentec, Marke-nesse NL).
- Wöchentlich tierindividuell: Milchinhaltstoffe, Lebendmasse auf einer Durchlaufwaage.
- 14-tägig: Analyse der Rationskomponenten auf Nährstoffgehalte nach VDLUFA-Methodenbuch (1976, 4. Ergänzungslieferung 1997), Methan mit Laser-Methandetektor tierindividuell (Laser-methane-mini, Fa. Crowcon UK) nach Messprotokoll der UNI Halle.
- Monatlich tierindividuell: Body Condition Score (BCS) nach Edmonson et. al (1989) durch visuelle Bonitur.

### Statistik

Die statistische Auswertung erfolgte mit einem linearen gemischten Modell mit SAS, Version 9.4, unter Berücksichtigung von Versuchstag, Tier, Tiergruppe, Laktationsabschnitt, Laktationsnummer, Behandlung (V, K).

### Futtermittellagerung

In Tabelle 1 ist die Trogration dargestellt. Der Anteil der Maissilage bzw. Mais-Bohnen-Silage lag bei ca. 38 %, der Grassilageanteil bei 34 % der TM bei einem KF-Anteil von ca. 27 bis 28 %. Im automatischen Melksystem wurden 3 kg/Tag AMS-Mix angeboten.

**Tab. 1: Zusammensetzung der Trogration**

Trogration mit	Maissilage (K)	Mais-Bohnen-Silage (V)
	Anteile in % der TM	
Grassilage	34,4	34,4
Maissilage	38,2	
Mais-Bohnen-Silage		37,5
KF_MIX <sup>1)</sup>	10,4	10,1
Rapsextraktionsschrot	12,7	13,3
Stroh Gerste	3,2	3,7
Mineralfutter	0,6	0,6
Kohlensaurer Futterkalk	0,2	0,2
Viehsalz	0,2	0,2
<b>Summe</b>	<b>100</b>	<b>100</b>
<b>Kraftfutteranteil</b>	<b>27,3</b>	<b>28,1</b>

<sup>1)</sup> KF\_MIX 1: 40 % Weizen, 40 % Gerste, 20 % Ackerbohnen/Erbsen bis 01.06.2020  
KF\_MIX 2: 48 % Weizen, 40 % Gerste, 12 % Rapsextraktionsschrot ab 02.06.2020

## 2. Ergebnisse

Die Ernteerträge sind in Tabelle 2 aufgeführt. Die TM-Erträge je ha waren beim Mais-Bohnen-Gemenge um 10,5 % niedriger als beim Silomais. Der Ertragsanteil der Bohnenpflanzen betrug an der Frischmasse 17,7 %, an der Trockenmasse 11,2 %.

**Tab. 2: Ernteerträge Mais-Bohnen-Gemenge und Silomais in Aulendorf, 2019**

Variante	dt FM/ha	% TM	dt TM/ha
Mais-Bohnen-Gemenge	546,00	35,2	192,2
Silomais	625,65	34,3	214,6

In Tabelle 3 sind die Ergebnisse der Phasinuntersuchungen der Futtermittel dargestellt. Das Niveau in den Futtermitteln ist auf den niedrigen Gehalt der Sorte WAV 512 zurückzuführen.

**Tab. 3: Phasingehalte in den Substraten in mg/g TM**

Substrat	n	MW	±s
Saatgut WAV 512 <sup>1)</sup>	4	0,622	0,032
Bohnen Ganzpflanze	3	0,268	0,142
Mais-Bohnen-Gemenge	3	0,023	0,005
Mais-Bohnen-Silage	6	0,029	0,010

<sup>1)</sup> Spannweite in 20 Sorten 0,16 mg/g TM und 67,4 mg/g TM n. Bruggler et al. (2016)

In Tabelle 4 sind die Nährstoffgehalte der Rationskomponenten dargestellt. Aufgrund der Situation bei den Futtervorräten mussten Kraftfuttermischung KF\_Mix und die Grassilagen im Lauf des Versuchs bei beiden Gruppen gleichzeitig ausgetauscht werden. Die Mais-Bohnen-Silage hatte mit 81 g/kg TM 12,5 % mehr Rohprotein als die Maissilage. Der Energiegehalt der Mais-Bohnen-Silage

war mit 7,02 MJ NEL/kg TM niedriger als der der Maissilage mit 7,20 MJ NEL/kg TM.

Die Gesamtration (Tabelle 5) umfasst die Trogration und die Kraftfuttermgaben, die über das automatische Melksystem dosiert werden. Die Rohproteingehalte der Ration mit Maissilage (K) lag mit 157 g/kg TM leicht unter dem der Ration mit Mais-Bohnen-Silage (V) mit 161 g/kg TM. Die durchschnittlichen nXP-Gehalte waren identisch. Die NEL-Konzentration der Ration K betrug 6,94 MJ/kg TM, die der Ration V 6,86 MJ/kg TM. Die Unterschiede sind durch die Differenzen zwischen Maissilage und Mais-Bohnen-Silage im Energiegehalt zu erklären.

In Tabelle 6 werden die Ergebnisse der Verzehrmessungen dargestellt. Der Trockenmasseverzehr der Trogration war mit Maissilage

**Tab. 4: Nährstoffgehalte der Rationskomponenten**

Trogration mit	TM	XA	XP	aNDF <sub>DM</sub>	Ca	P	ME	NEL	nXP	RNB
	g/kg			g/kg TM		MJ/kg TM		g/kg TM		
Mineralfutter bis 22.06.	976	994			39					
Mineralfutter ab 23.06.	967	981			48					
KF_Mix 1 bis 01.06.	878	27	169	242	1,3	5,9	13,5	8,51	181	-1,9
KF_Mix 2 ab 02.06.	875	31	167	282	2,3	5,9	13,3	8,43	179	-2
Stroh Gerste	901	61	46	768	4,4	1,6	6,9	4,22	82	-5,8
Rapsextraktionsschrot	875	86	375	310	8,0	14,9	11,8	7,18	248	20,4
Grassilage bis 17.04.	421	81	174	383	8,0	4,2	11,1	6,7	148	4,2
Grassilage 18.04. bis 04.06.	442	96	163	425	9,0	4,8	10,3	6,12	137	4,2
Grassilage ab 05.06.	423	114	173	441	8,4	5,2	9,1	5,88	134	6,2
Maissilage	350	33	72	308	2,0	2,2	11,8	7,2	138	-10,6
Mais-Bohnen-Silage	341	40	81	314	3,5	2,6	11,5	7,02	139	-9,2
AMS-Mix	887	63	203	221	7,8	6,9	13,1	8,23	181	3,5

**Tab. 5: Nährstoffgehalte der Gesamtration (Trogration + Kraftfutter im Automatischen Melksystem (AMS))**

Ration mit	TM	XP	ADF <sub>DM</sub>	aNDF <sub>DM</sub>	NFC	P	Ca	ME	NEL	nXP	RNB	
	g/kg TM		g/kg TM		MJ/kg TM		g/kg TM					
Maissilage (K)	MW	470	157	201	340	402	5,3	7,3	6,94	11,25	156	0,2
	s	5,7	2,9	5,1	8,5	11	0,2	0,2	0,08	0,21	1,8	0,3
Mais-Bohnen-Silage (V)	MW	466	161	206	344	391	5,5	7,9	6,86	11,14	156	0,8
	s	6,5	4,6	6,4	9,3	12	0,3	0,2	0,08	0,19	2,2	0,5

**Tab. 6: Futterverzehr (LS-means)**

Parameter	Beob.	Maissilage (K)		Mais-Bohnen-Silage (V)		p<
	n	MW	s	MW	s	
Trogration, kg/Tag	2317	46,1	0,9	45,3	0,87	0,0004
Trogration, kg TM/Tag	2317	20,5	0,4	20	0,38	0,0001
KF-Anteil, g/kg TM		243		244		
KF-AMS, kg TM/Tag	2316	2,6	0	2,5	0,04	0,0427
KF ges., kg TM/Tag	2317	7,5		7,4		ber.
TM-Verzehr, kg/Tag	2317	23,0	0,4	22,5	0,38	0,0001
Wasser, kg/Tag	2317	97,2	3,2	98	3,2	0,084

um 0,5 kg höher. Dieser hochsignifikante Unterschied von 0,5 kg TM/Tag war auch im Gesamttrockenmasseverzehr vorhanden. Über das automatische Melksystem (AMS) wurden bei K 2,6 kg, bei V 2,5 kg Kraftfutter pro Tier und Tag dosiert. Die gesamte Kraftfuttermenge (KF) betrug bei K 7,5 kg TM, bei V 7,4 kg TM pro Tag. Im Wasserverzehr gab es keinen signifikanten Unterschied.

**Tab. 7: Milchleistung (LS-means)**

Parameter	Beob.	Maissilage (K)		Mais-Bohnen-Silage (V)		p<
	n	MW	s	MW	s	
Milchmenge, kg/Tag	2317	34,6	1,01	34,3	1,01	0,0032
Milchfett, %	375	3,96	0,1	3,98	0,08	0,6884
Milcheiweiß, %	375	3,69	0,1	3,68	0,06	0,638
Laktose, %	343	4,8	0,1	4,74	0,06	0,2234
ECM, kg/Tag	375	35,0	1,03	34,3	1,04	0,0798
MH <sup>1)</sup> , mg/Liter	372	213	5,7	241	5,9	0,0001
MH <sup>1)</sup> Ref.methode, mg/Liter	310	228	5,2	247	5,4	0,0001
Zellzahl, in 1.000/ml	343	209	60	198	63,6	0,7858

<sup>1)</sup> Milchharnstoff  
n.s. p> 0,05, \* p< 0,05, \*\* p< 0,01, \*\*\* p< 0,001.

**Tab. 8: Weitere Ergebnisse (LS-means)**

Parameter	Beob.	Maissilage (K)		Mais-Bohnen-Silage (V)		p<
	n	MW	s	MW	s	
BCS (Körperkondition)	88	3,4	0,1	3,4	0,2	0,823
Lebendmasse, kg	297	804	14	803	14,2	0,684
Futterkonvertierungseffektivität FKE, kg ECM/kg TM	377	1,51	0	1,55	0,04	0,178
Methanausscheidung, g/Tag	325	425	14	406	14,8	0,138

Die Parameter der Milchleistung werden in Tabelle 7 dargestellt. Der Unterschied in der Milchmenge von 0,3 kg/Kuh/Tag war signifikant. Bei den Milchinhaltsstoffen Fett-, Eiweiß-, Laktosegehalt gab es keine signifikanten Unterschiede. Der Fettgehalt lag knapp unter 4 %, der Eiweißgehalt war mit fast 3,7 % in beiden Gruppen sehr hoch. Die energiekorrigierte Milchmenge (ECM) der Kontrolle K von 35 kg/Kuh/Tag ist nicht signifikant verschieden zur ECM der Versuchsgruppe V mit 34,3 kg/Kuh/Tag. Ration V führte zu signifikant höheren Milchharnstoffgehalten obwohl der Rohproteingehalt der Ration V mit 161 g/kg TM nur unwesentlich höher war als bei der Ration K mit 157 g/kg TM. Mit der Referenzmethode wurden bei V 247 mg Milchharnstoff/Liter, bei K 228 mg Milchharnstoff/Liter gemessen.

In Tabelle 8 sind weitere Ergebnisse dargestellt. Die Körperkondition (BCS) und die Lebendmasse waren bei beiden Behandlungen gleich. Das gilt auch für die Futterkonvertierungseffektivität (FKE), die bei K 1,51, bei V 1,55 betrug. Die gemessenen Methanausscheidungen waren bei K mit 425 g/Kuh/Tag ca. 5 %, aber nicht signifikant, höher als bei V mit 406 g/Tag.

### Ergebnisse des Silierversuchs

Maissilage und Mais-Bohnen-Silage zeigten eine sehr gute Vergärbarkeit (Vergärbarkeitskoeffizient (VK) > 45).

### Proteinqualität

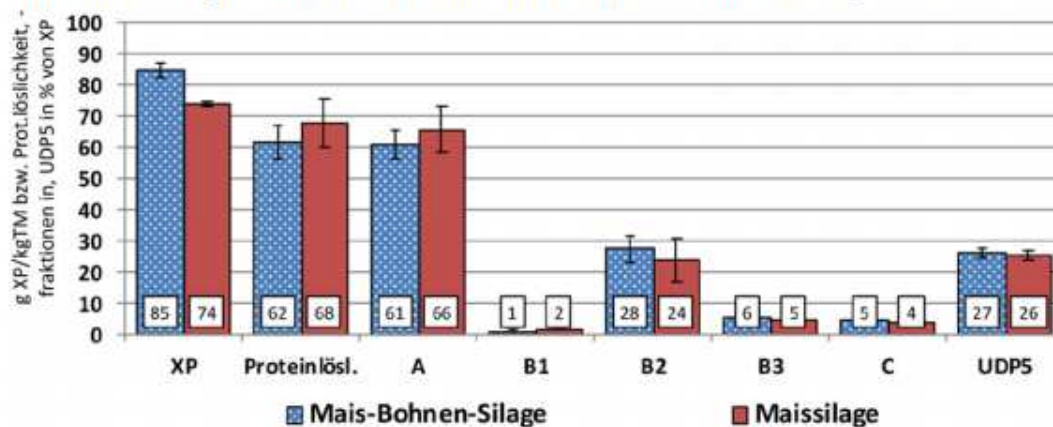
Die Ammoniak-Stickstoffgehalte (NH<sub>3</sub>-N (% v. Nges)) lagen in der Mais-Bohnen-Silage mit 8,91 % (s=0,48) und 8,73 % (s=0,15) in der Maissilage über dem Orientierungswert von 6 %. Sie schwankten während der Entnahmephase in beiden Silagen zwischen rund 8,2 bis 9,7 %.

Es zeigte sich in der Maissilage mit 68 % Proteinlöslichkeit ein um 6 % höherer Wert als in der Mais-Bohnen-Silage (Abb. 1). Des Weiteren wurde ein leichter Unterschied in Fraktion B2 nachgewiesen, die anderen Fraktionen und der UDP5 (unabbaubares Protein bei ei-

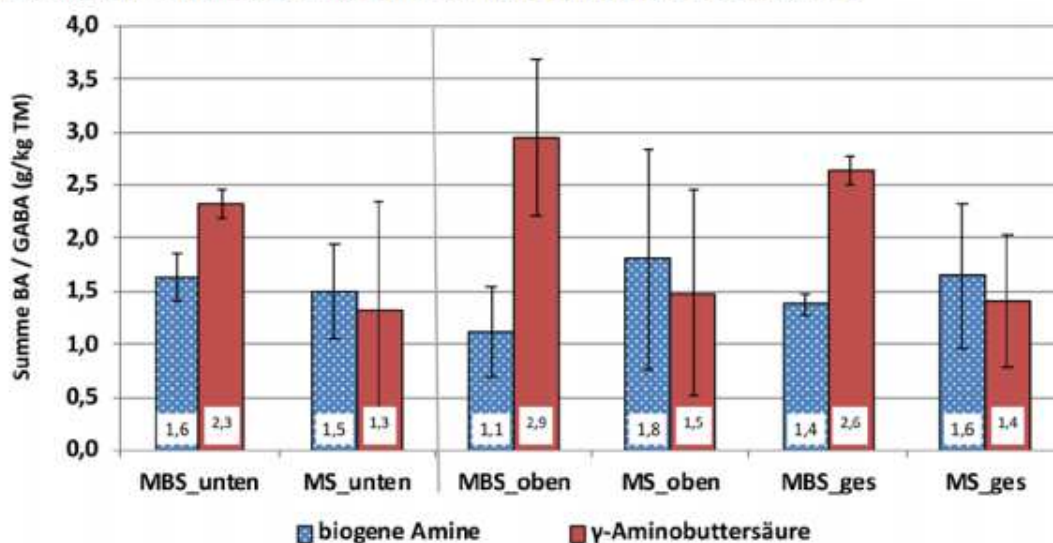
ner unterstellten Passagerate von 5%/h) lagen auf dem gleichen Niveau.

In den jeweiligen Ausgangsmaterialien wurden keine biogenen Amine (BA) detektiert. Die Gehalte an  $\gamma$ -Aminobuttersäure (GABA) beliefen sich mit 0,37 g/kg TM im Mais-Boh-

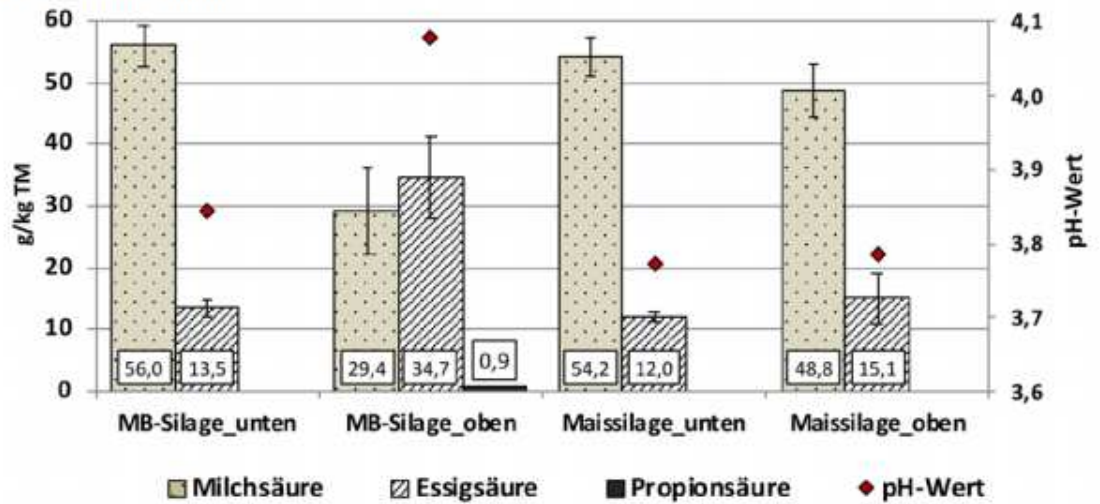
**Abb. 1: Rohproteingehalt (g XP/kg TM), Proteinlöslichkeit (A+B1), Proteinfractionierung (Fraktionen A, B1, B2, B3, C) und daraus berechnetes unabbaubares Protein bei einer unterstellten Passagerate von 5%/h (UDP5) in Mais-Bohnen- und Maissilage, n=6**



**Abb. 2: Biogene Amine ( $\Sigma$  Putrescin, Histamin, Phenylethylamin und Tyramin in g/kg TM) sowie  $\gamma$ -Aminobuttersäure (GABA (g/kg TM)) im oberen und unteren Silobereich und deren Standardabweichung von Mais-Bohnen- (MBS) und Maissilage (MS), n=3**



**Abb. 3:** Gärssäuren (Milch-, Essig- und Propionsäure) und pH-Werte im oberen und unteren Bereich der Anschnittsfläche bei Mais-Bohnen- (MB-Silage) und Maissilage, Summe jeweils aus 3 Probestellen, n=6

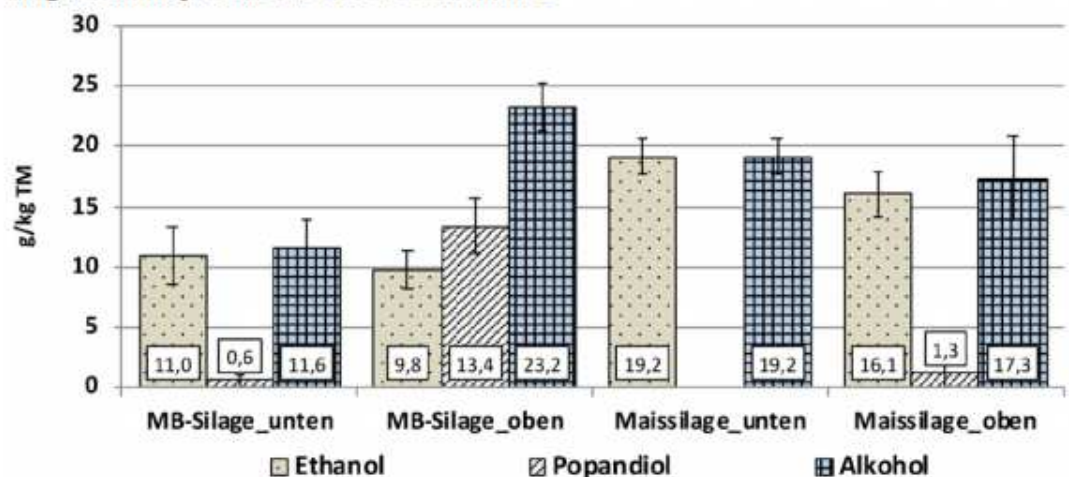


nen-Gemenge und 0,2 g/kg TM im Silomais auf einem sehr niedrigen Niveau. In den Silagen wurde kein Cadaverin und Tryptamin nachgewiesen.

konnte ein höherer Gehalt an biogenen Aminen in der Maissilage nachgewiesen werden (Abb. 2). Grundsätzlich lagen die Parameter unter dem Orientierungswert (< 5 g/kg TM).

Während in der Mais-Bohnen-Silage ein höherer Gehalt an GABA festgestellt wurde

**Abb. 4:** Ethanol-, 1,2-Propandiol- und Alkoholgehalte ( $\Sigma$  Ethanol und 1,2-Propandiol) im oberen und unteren Bereich der Anschnittsfläche bei Mais-Bohnen- (MB-Silage) und Maissilage, Summe jeweils aus 3 Probestellen, n=6



**Gärqualität**

Der obere Bereich der Anschnittsfläche der Mais-Bohnen-Silage wies etwas höhere pH-Werte auf (Abb. 3). Die Ansäuerung ist insgesamt als sehr gut einzustufen. In keinem der beiden Futterstöcke wurde Butter- und Ameisensäure nachgewiesen.

Die geringsten Milchsäuregehalte wurden im oberen Bereich bei der Mais-Bohnen-Silage festgestellt. Mit durchschnittlich 35 g/kg TM zeigten sich hier die höchsten Essigsäuregehalte. Propionsäure wurde nur im unteren Bereich in der Mais-Bohnen-Silage detektiert, an 4 der 6 Termine lagen die Gehalte zwischen 0,4 bis 3,6 g/kg TM.

Die Maissilage wies sowohl unten als auch oben höhere Ethanolgehalte auf (Abb. 4). Hingegen zeigte sich im oberen Bereich der Mais-Bohnen-Silage die höchste Menge an 1,2-Propanediol, in der Summe wurde dort der höchste Alkoholgehalt ( $\Sigma$  Ethanol, 1,2-Propanediol) gemessen.

**3. Auswirkung auf die Rationsgestaltung**

Bei Verfütterung von 8 kg TM/Kuh und Tag Mais-Bohnensilage alternativ zu Maissilage können ca. 72 Gramm Rohprotein pro Kuh/Tag ( $\approx$ ca. 0,200 kg Rapsschrot) für die Eiweißergänzung eingespart werden.