

## Versuchsbericht

### **Verdaulichkeitsbestimmung von Maissilagen verschiedener Maissorten mit unterschiedlichen Beizungen**

Thomas Etle, Sabine Weinfurter, Anton Obermaier,  
Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Tierernährung und  
Futterwirtschaft

#### **Prüfzeitraum:**

Durchgang I: 14.01. bis 03.02.2010: Erster Erntezeitpunkt

Durchgang II: 04.02. bis 24.02.2010: Zweiter Erntezeitpunkt

#### **1. Einführung**

In der Rindermast und Milchviehhaltung sind hohe Leistungen aus dem Grobfutter anzustreben. Silomais spielt dabei als ertrag- und energiereiches Futtermittel eine wichtige Rolle. Die mit den Tieren angestrebten hohen Leistungen setzen beste Futterqualität voraus. Aus diesem Grund rückt in der Maiszüchtung zunehmend der Futterwert in den Vordergrund. Ein wesentliches Ziel einer fortschrittlichen Silomaiszüchtung ist die Verbesserung der Energielieferung. Die Bestimmung des Energiewertes von Maissilagen wird in Verdaulichkeitsexperimenten mit Rindern und/oder Hammeln durchgeführt. Zur Bewertung neuer Maissorten ist dieses Verfahren unumgänglich.

Neben der Züchtung könnten auch spezifische Behandlungsverfahren des Saatgutes Wirkungen auf die Entwicklung der Maispflanzen und in der Konsequenz auf Verdaulichkeit und Energiegehalt haben. Aus diesem Grund soll in vorliegender Untersuchung geklärt werden, ob eine Beizung des Saatgutes mit einem Bodenhilfsstoff (Manager®, Bodenhilfsstoff mit pflanzlichen Aminosäuren, agaSaat GmbH & Co. KG) Einfluss auf die Verdaulichkeit von Silagen zweier Maissorten (Sorte A und Sorte B) hat.

## 2. Material und Methodik

### Maisanbau und -ernte, Silagebereitung

Gegenstand des Versuchs waren die zwei Maissorten A und B aus dem Programm der agaSaat GmbH (Auftraggeberin des Versuches). Es wurde je eine Variante mit Standardbeizung (A, B ohne Beize) und eine mit dem Bodenhilfsstoff Manager® inkrustierte Variante (A, B mit Beize) angebaut. Die Vergleichssorte C (eine Sorte eines anderen Anbieters, ohne Bodenhilfsstoff) wurde von der Auftraggeberin ausgewählt. Das Saatgut wurde durch die Auftraggeberin bereit gestellt.

Die Aussaat erfolgte am 14.04.2009 auf jeweils 0,36 ha großen nebeneinander liegenden Parzellen (Abbildung 1). Jede Variante wurde auf 16 Reihen gesät. Weitere acker- und pflanzenbauliche Maßnahmen sind Anhang 1 zu entnehmen. Alle Parzellen wurden identisch behandelt.

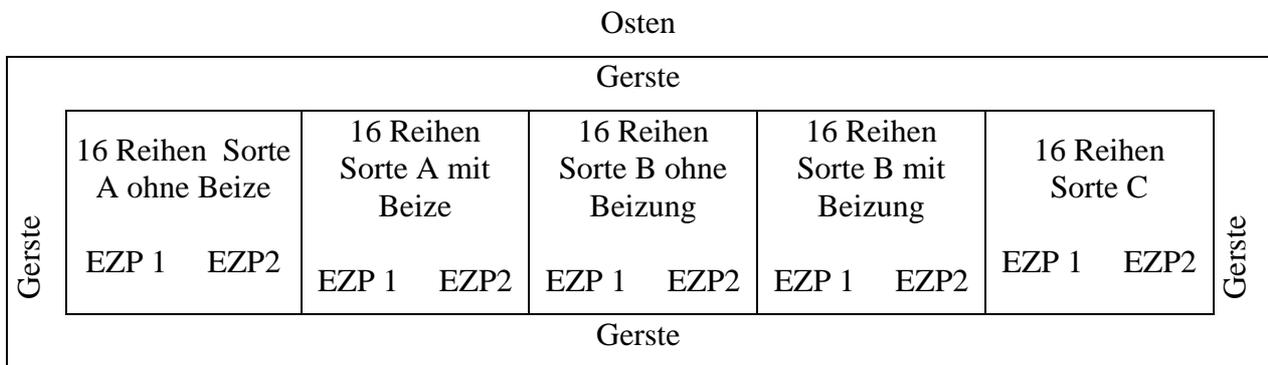


Abbildung 1: Versuchsanlage im Feld, Standort Grub

Um eine vergleichende Einordnung zu ermöglichen, wurden für die Silierung 2 Erntezeitpunkte (07.09.2009 und 21.09.2009) gewählt. Insgesamt ergeben sich somit 10 Varianten (Sorte x Beizung x Erntezeitpunkt). Zu beiden Erntezeitpunkten wurden grundsätzlich von jeder Parzelle 8 Reihen geerntet. Bei der Versuchsvariante A ohne Beizung mussten allerdings die beiden äußeren Reihen am Feldrand (Nordseite) aufgrund von Minderwuchs verworfen werden, d.h. sie wurden getrennt gehäckselt und nicht in die Auswertungen mit einbezogen. Somit wurden bei der Versuchsvariante A ohne Beizung an beiden Ernteterminen je 7 Reihen gehäckselt.

An der Westseite war zum ersten Erntetermin Verunkrautung festzustellen. Aus diesem Grund wurde an der Westseite über den gesamten Schlag das Erntegut einer Häckslerbreite getrennt geerntet und verworfen.

Die Ernte erfolgte durch einen Lohnunternehmer mit einem achtreihigen (1. Erntezeitpunkt) bzw. sechstreihigen (2. Erntezeitpunkt) SF-Häcksler. Die Schnitthöhe betrug 50 cm. Die je Variante geerntete Frischmasse wurde durch Wiegen der leeren und befüllten Schlepper-Anhänger-Gespanne ermittelt.

An beiden Erntezeitpunkten wurden die Maisvarianten sortenrein in Rundballen gepresst und gewickelt (6 Lagen). Es wurde kein Silierhilfsmittel verwendet. Der jeweils erste erzeugte Silageballen einer Variante wurde zum Ausschluss von Verunreinigungen durch Sortenverschleppungen verworfen. Zum ersten Erntezeitpunkt am 07.09.2009 wurden von den Versuchsvarianten A ohne Beizung und A mit Beizung je vier, von B ohne Beizung, B mit Beizung und C je drei Maissilageballen hergestellt. Zum zweiten Erntezeitpunkt (21.09.2009) wurden

einheitlich über alle Versuchsvarianten drei Silageballen hergestellt. Für die Ermittlung des Trockenmasseverlustes wurden die für den Verdauungsversuch vorgesehenen Ballen bei der Einlagerung und vor dem Öffnen gewogen (siehe Anhang 2).

### **Probenahmeschema am Feld**

Beginnend mit dem 13.08.2009 bis zum 21.09.2009 wurde im wöchentlichen Abstand der Abreifegrad des Maises anhand des Trockensubstanzgehaltes der Kolben ermittelt. Es wurden im Wochenwechsel die ersten 8 Reihen und die zweiten 8 Reihen jeder Parzelle beprobt. Innerhalb der Teilparzellen wurden aus den Reihen 5 und 6 alternierend Kolben gebrochen, der Abstand zwischen den Maispflanzen einer Reihe belief sich auf 100 Pflanzen, um bei den neun Probekolben einen repräsentativen Ausschnitt des Versuchsfeldes abbilden zu können. Die 9 Kolben je Variante und Probenahmetag wurden noch am Feld entliescht. Anschließend wurden die unzertheilten Kolben über 72 Stunden bei 55°C im Frischluftbetrieb getrocknet. Aus der Differenz Frischmasse zu Trockenmasse der Kolben wurde der Trockensubstanzgehalt der Kolben berechnet.

Am 27.08.2009, 02.09.2009, 07.09.2009 und 21.09.2009 wurden Ganzpflanzen zur Bestimmung der TM-Gehalte im Vegetationsverlauf aus dem Bestand entnommen. Dazu wurden alle Maispflanzen auf 2 x 1 laufenden Meter aus den Versuchspartellen geschnitten.

An den Ernteterminen 07.09.2009 und 21.09.2009 wurden die Ganzpflanzen für die Bestimmung des Kolbenanteils fraktioniert, d.h. die Kolben wurden abgenommen und entliescht und die Lieschen den Restpflanzen zugeschlagen. Das Restpflanzenmaterial und die Kolben wurden getrennt gewogen und die Restpflanzen mit einem Scheibenradhächsler zerkleinert. Die Restpflanzen wurden für 24h bei 65°C und anschließend für 4h bei 105°C im Trockenschrank getrocknet. Die Kolben wurden wie oben beschrieben getrocknet.

### **Verdaulichkeitsbestimmung**

Die Maissilagen wurden in der Stoffwechselanlage der LfL in Grub nach den Leitlinien der GfE (1991) im Differenzversuch mit Sojaextraktionsschrot auf die Verdaulichkeit der Rohnährstoffe an Hammeln geprüft. Die Verdaulichkeiten des Sojaextraktionsschrotes wurden den DLG-Futterwerttabellen für Wiederkäuer (DLG, 1997) für ungeschälte Saat, dampferhitzt, entnommen. Die 5 Maissilagen des ersten Erntezeitpunktes und die 5 Maissilagen des zweiten Erntezeitpunktes wurden getrennt in 2 Durchgängen geprüft. Für jede zu testende Maissilage wurden 5 Hammel eingesetzt. Wegen eines Tierausfalles kamen für Sorte C, erster Erntezeitpunkt, Daten von 4 Tieren zur Auswertung.

Die Silageballen wurden nach 90 (Erntezeitpunkt 1) bzw. 134 (Erntezeitpunkt 2) Tagen Silierdauer geöffnet und die im Verdauungsversuch jeweils benötigten Tagesmengen in der Stoffwechselanlage des Instituts für Tierernährung und Futterwirtschaft Grub der LfL eingefroren. Vor der Verfütterung wurden die Maissilagen über jeweils etwa 24 h aufgetaut. Maissilage und Sojaextraktionsschrot wurden für die Tagesportionen getrennt abgewogen und gemeinsam in zwei Mahlzeiten vorgelegt. Ergänzend erhielten die Tiere ein spezielles Mineralfutter. Die Tagesrationen deckten etwa den 1,2-fachen Erhaltungsbedarf der Tiere.

Nach einer zweiwöchigen Vorperiode wurden Futter und Kot sieben Tage lang erfasst. Die Proben wurden im chemischen Labor Grub der LfL nach VDLUFA-Methoden (Naumann und Bassler, 2007) untersucht. Für die Maissilagen wurde die Trockenmassekorrektur nach Weißbach und Kuhla (1995) vorgenommen. Auf Basis der verdaulichen Rohnährstoffe wurden die Gehalte an ME und NEL nach den Vorgaben der GfE (1995) kalkuliert.

### Statistik

Die Verdaulichkeiten und Energiegehalte wurden mit dem Statistikprogramm SAS (proc glm) einer Varianzanalyse unterzogen. Bei signifikanten P-Werten ( $P < 0,05$ ) wurde mit dem SNK-Test überprüft, welche Mittelwerte sich voneinander unterscheiden.

### 3 Ergebnisse

In Tabelle 1 sind die TM-Gehalte des Kolbens zu den Probenahmeterminen dargestellt. Im Zeitraum vom 13.08.2009 bis zum 20.08.2009 ist für alle Varietäten ein sprunghafter Anstieg des Kolben-TM-Gehaltes festzustellen, im weiteren Vegetationsverlauf ist der Anstieg für alle Varietäten geringer. Der Verlauf des Kolben-TM-Gehaltes ist für alle Varietäten vergleichbar, insgesamt sind die Kolben-TM-Gehalte bei Sorte C tendenziell erhöht.

Tabelle 1: Entwicklung des TM-Gehaltes (%) des Kolbens im Vegetationsverlauf

Datum	13.08.	20.08.	27.08.	02.09.	07.09.	15.09.	21.09.
Variante	TM-Gehalt des Kolbens, %						
A ohne Beize	25,6	48,3	44,6	58,4	55,4	62,5	64,3
A mit Beize	29,0	48,5	48,1	55,7	57,0	61,1	63,5
B ohne Beize	29,9	47,7	48,9	56,3	58,6	62,8	63,9
B mit Beize	28,0	48,2	48,9	56,3	58,3	63,6	63,1
C	31,8	45,8	49,8	58,3	60,9	62,9	66,6

Proben von Ganzpflanzen zur Bestimmung des Reifeverlaufs wurden am 27.08.2009 sowie am 02.09.2009, 07.09.2009 und 21.09.2009 gezogen (Tabelle 2). Bei allen Varietäten ist vom ersten zum 2. Probenahmetermin ein deutlicher Anstieg der TM-Gehalte zu erkennen, zwischen dem 2. und 3. Probenahmetermin ist kein weiterer Anstieg ersichtlich. Zwischen dem 07.09.2009 und dem 21.09.2009 nimmt der TM-Gehalt der Ganzpflanze dann durchschnittlich nochmals um über 5 % zu. Die Ganzpflanzen-TM liegt bei Sorte C zwischen dem 02.09.2009 und dem 21.09.2009 sichtlich höher als bei den anderen Varietäten. Die Ganzpflanzen-TM liegt mit Beize

jeweils etwas unter der Ganzpflanzen-TM ohne Beize, diese Unterschiede sind jedoch marginal. Die TM-Gehalte der Sorten A und B sind vergleichbar.

Tabelle 2: Trockenmasseentwicklung (%) der Ganzpflanzen im Vegetationsverlauf

Datum	27.08.2009	02.09.2009	07.09.2009	21.09.2009
Variante	TM-Gehalt der Ganzpflanze, %			
A ohne Beize	29,1	35,8	35,8	40,9
A mit Beize	29,5	35,7	35,2	39,7
B ohne Beize	29,1	36,5	37,2	41,2
B mit Beize	30,8	35,7	36,1	40,6
C	31,1	39,6	39,2	47,7

Zu den Ernteterminen 07.09.2009 und 21.09.2009 wurden Proben von Ganzpflanzen aus dem Bestand entnommen und in Kolben und Restpflanze getrennt. Die beiden Proben wurden getrennt verwogen und für die Ermittlung des Kolbenanteils auf den Trockenmassegehalt untersucht. Während der aus den Einzelfractionen rückgerechnete TM-Gehalt der Ganzpflanze am 21.09.2009 weitgehend mit den an der Ganzpflanze ermittelten TM-Gehalten übereinstimmt, ergeben sich am 07.09.2009 größere Abweichungen. Die Kolbenanteile steigen bei allen Varianten vom ersten zum 2. Erntezeitpunkt an (Tabelle 3). Für Variante C wurde zu beiden Erntezeitpunkten der geringste Kolbenanteil ermittelt. Sorte B hatte zu beiden Erntezeitpunkten unabhängig von der Beizung etwas höhere Kolbenanteile als Sorte A.

Tabelle 3: TM-Gehalte (%) von Ganzpflanze, Restpflanze und Kolben sowie Kolbenanteil (%) an der Ganzpflanzen-Trockenmasse

Variante	Datum	TM der	TM des	Kolben-	TM der	TM der
		Restpflanze	Kolbens		anteil	Ganzpflanze
		%		% der TM	(errechnet)*	(analysiert)
					%	
A ohne	07.09.09	23,6	55,4	61,4	36,4	35,8
Beize	21.09.09	23,8	64,3	64,8	40,2	40,9
A mit	07.09.09	28,5	57,0	60,0	40,7	35,2
Beize	21.09.09	27,3	63,5	64,4	43,1	39,7
B ohne	07.09.09	31,0	58,6	63,6	44,2	37,2
Beize	21.09.09	27,0	63,9	67,2	44,1	41,2
B mit	07.09.09	29,5	58,3	62,5	42,7	36,1
Beize	21.09.09	24,3	63,1	67,4	41,5	40,6
C	07.09.09	36,2	60,9	58,0	47,3	39,2
	21.09.09	33,2	66,6	60,3	47,5	47,7

\* errechnet aus TM Restpflanze und Kolben

Die TM-Gehalte der im Verdauungsversuch überprüften Silagen steigen zwischen dem ersten und zweiten Erntezeitpunkt von durchschnittlich 35,5 auf 41,1 % an (Tabelle 4). Bei Sorte C ist mit 45,1 % zum 2. Erntetermin der ideale TM-Gehalt zum Silieren deutlich überschritten. Im Vergleich zum frischen Material (Tabelle 2) liegen die TM-Gehalte der Silagen meist etwas niedriger, was sich neben den reinen TM-Verlusten durch zusätzliche Wasserbildung bei den mikrobiellen Umsetzungen während des Silierprozesses erklären lässt (Rutzmoser et al., 2001). Die Rohaschegehalte liegen mit 3,3 bis 3,9 % der TM in einem günstigen Bereich und

auch die XP-Gehalte bewegen sich mit 6,3 bis 8,0 % der TM im Erwartungsbereich. Die XF-Gehalte steigen bei den Varianten A ohne Beizung, A mit Beizung und C vom ersten zum zweiten Erntetermin um 1,0 bis 1,6 %-Punkte an, während bei B ohne Beizung und B mit Beizung kaum eine Veränderung des XF-Gehaltes zwischen diesen beiden Ernteterminen festzustellen ist. Bei Variante A mit Beizung ist zwischen dem ersten und dem zweiten Erntetermin ein Abfall im Stärkegehalt festzustellen. Bei den übrigen Varianten steigen die Stärkegehalte zwischen dem ersten und dem zweiten Erntetermin an. Die Zuckergehalte fallen bei allen Varianten zwischen dem ersten und zweiten Erntetermin ab.

Ein gerichteter Effekt der Beizung (ohne vs. mit Bodenhilfsstoff) auf die Roh Nährstoffgehalte ist nicht ersichtlich. Die XP-Gehalte liegen bei den gebeizten Varianten zwar jeweils über den korrespondierenden Varianten ohne Beizung, die Unterschiede zwischen den ungebeizten und gebeizten Varianten sind jedoch insgesamt sehr gering.

Tabelle 4: Roh Nährstoffgehalte der im Verdauungsversuch überprüften Silagen

<b>Variante</b>	<b>EZP*</b>	<b>TM (%)</b>	<b>XA</b>	<b>XP</b>	<b>XL</b>	<b>XF (% der TM)</b>	<b>NfE</b>	<b>Stärke</b>	<b>Zucker</b>
A ohne	07.09.09	33,7	3,3	6,3	2,6	18,4	69,4	31,9	2,4
Beize	21.09.09	40,6	3,4	6,9	3,3	19,8	66,5	34,8	0,6
A mit	07.09.09	34,3	3,4	6,7	2,8	17,3	69,8	37,2	2,1
Beize	21.09.09	39,9	3,9	7,5	3,9	18,3	66,4	34,7	0,8
B ohne	07.09.09	36,2	3,4	6,7	3,1	17,9	68,8	33,8	2,2
Beize	21.09.09	39,9	3,4	7,0	3,4	17,5	68,7	37,8	1,1
B mit	07.09.09	35,0	3,4	8,0	3,2	18,7	66,6	33,0	2,2
Beize	21.09.09	40,1	3,6	7,1	3,7	18,5	67,1	34,4	1,2
C	07.09.09	38,3	3,5	7,0	3,4	19,3	66,7	29,7	2,5
	21.09.09	45,1	3,3	6,9	3,6	20,9	65,4	34,1	0,6

\*Erntezeitpunkt

Tabelle 5 zeigt die Ergebnisse der erweiterten Futteranalysen an den Silagen. ELOS (enzymlösliche organische Substanz) und ADForg zeigen keine klare Beziehung zum Erntezeitpunkt. NDForg steigt mit zunehmender Ausreife an, während die Gasbildung gegenläufig absinkt. Zwischen Varianten mit und ohne Beizung sind keine größeren gerichteten Unterschiede zu erkennen.

Tabelle 5: Ergebnisse der erweiterten Futteranalysen der Silagen

Variante	EZP*	ELOS	ADForg (% in TM)	NDForg	Gasbildung ml/200 mg TM
A ohne	07.09.09	69,5	18,8	33,7	56,0
Beize	21.09.09	66,4	22,5	43,3	51,1
A mit	07.09.09	72,5	19,1	34,8	55,9
Beize	21.09.09	73,1	19,1	36,2	50,6
B ohne	07.09.09	71,1	21,5	33,6	54,5
Beize	21.09.09	70,4	18,3	38,2	50,6
B mit	07.09.09	71,1	19,9	40,9	53,1
Beize	21.09.09	73,6	20,2	40,3	49,2
C	07.09.09	67,2	17,4	39,8	51,3
	21.09.09	67,5	23,5	42,6	46,3

\*Erntezeitpunkt

Tabelle 6 zeigt die Gärqualitäten der Maissilagen zu den beiden Erntezeitpunkten. Bei allen Varianten wurde zum ersten Erntezeitpunkt eine effektivere pH-Wert-Absenkung als zum zweiten Erntetermin erreicht. Lediglich bei Variante C, Erntetermin 21.09.2009, wurde ein pH-Wert der Silage von über 4 ermittelt, was angesichts des hohen TM-Gehaltes jedoch vertretbar ist. Die Milchsäuregehalte bewegen sich zwischen 27 und 48 g/kg TM, wobei jeweils zum zweiten Erntetermin etwas niedrigere Werte beobachtet wurden. Die Essigsäurekonzentrationen lagen in einem Bereich von etwa 7 bis 9 g/kg TM. Butter- und Propionsäure konnte in keiner der Silagen nachgewiesen werden. Der Anteil an NH<sub>3</sub>-N am Gesamt-N lag bei etwa 2 bis 5 %. Nach dem DLG-Schlüssel 2006 (DLG, 2006) wurden alle Silagen mit 100 Punkten und der Note 1 (sehr gut) bewertet.

Tabelle 6: Gärparameter der Maissilagen

Variante	EZP*	TM (%)	pH	Milchsäure g/kg TM	Essigsäure	NO <sub>3</sub> mg/kg TM	NH <sub>3</sub> -N % des Gesamt-N
A ohne	07.09.09	33,7	3,81	43,8	8,2	52	2,63
Beize	21.09.09	40,6	3,96	33,0	7,4	51	4,01
A mit	07.09.09	34,3	3,90	47,6	8,0	105	2,74
Beize	21.09.09	39,9	3,99	36,9	8,0	51	4,20
B ohne	07.09.09	36,2	3,85	42,8	8,0	52	2,53
Beize	21.09.09	39,9	3,97	27,2	6,6	51	<NWG
B mit	07.09.09	35,0	3,85	41,0	8,0	52	2,23
Beize	21.09.09	40,1	3,98	33,8	8,0	51	4,46
C	07.09.09	38,3	3,84	39,5	6,6	53	2,12
	21.09.09	45,1	4,07	43,5	9,0	51	5,30

\*Erntezeitpunkt

### Verdaulichkeiten und Energiegehalte

Die Ergebnisse der im Differenzversuch gemessenen Verdaulichkeiten der Maissilagen sind in Tabelle 7 zusammengestellt. Signifikante Unterschiede zwischen den 5 Varianten innerhalb des ersten Erntezeitpunktes sind durch hochgestellte Kleinbuchstaben gekennzeichnet, signifikante Unterschiede innerhalb des zweiten Erntezeitpunktes durch hochgestellte Großbuchstaben.

Die Verdaulichkeit der OS bewegte sich zum ersten Erntezeitpunkt zwischen 73 und 77 %, wobei die Unterschiede zwischen den Varianten nur nominal waren. Zum zweiten Erntezeitpunkt lag die Verdaulichkeit der OS bei A ohne Beizung und C auf demselben Niveau. Im Vergleich zu den anderen Varietäten war die Verdaulichkeit von C jedoch erniedrigt ( $p < 0,05$ ). Vergleicht man die Beizung innerhalb von Sorte und Erntezeitpunkt, so fällt auf, dass außer bei Sorte B, erster Erntezeitpunkt, durch die Beizung jeweils eine etwas höhere Verdaulichkeit der OS erreicht wurde, als ohne Beizung. Dieser Effekt beläuft sich im Mittel über alle Beobachtungen auf etwa 1 %, was jedoch statistisch nicht abzusichern ist (siehe auch Tabelle 8).

Neben der Verdaulichkeit der organischen Substanz ist als zweiter bedeutsamer Effekt auf den Energiegehalt von Silagen die Verdaulichkeit der Rohfaser zu betrachten. Mit 58 % Verdaulichkeit der XF wurde zu beiden Erntezeitpunkten für Sorte C der niedrigste Wert ermittelt. Gegenüber der Variante ohne Beize wurde die Verdaulichkeit der XF mit der Beize im Mittel nominal um 2 % erhöht (Tabelle 8). Bei der Verdaulichkeit des XL und der NfE ergaben sich beim Vergleich der Sorten innerhalb des Erntezeitpunktes teilweise signifikante Unterschiede. Die Verdaulichkeit des XL war mit der Beize im Vergleich zu keiner Beizung mit dem Bodenhilfsstoff um 2 % ( $p < 0,05$ ) erhöht. Aufgrund der insgesamt geringen Fettgehalte von Maissilage ist dieser Effekt für die Energiebewertung allerdings von untergeordneter Bedeutung.

Im Vergleich der Varianten ergeben sich für die ermittelten Energiegehalte innerhalb des ersten Erntezeitpunktes nur nominale Unterschiede. Die Sorte A weist sowohl bei Beizung als auch ohne Beize etwas geringere Energiegehalte auf als Sorte B. Varietät A ordnet sich hier im Bereich der Sorte C ein. Zum zweiten Erntezeitpunkt weist Sorte C im Vergleich zu den anderen Varietäten außer A ohne Beize einen erniedrigten ( $p < 0,05$ ) Energiegehalt auf. Wie zum ersten Zeitpunkt liegen die Energiegehalte von Sorte B unabhängig von der Beizung etwas über den Energiegehalten von Sorte A.

Die Energiegehalte liegen beim Vergleich der Beizung innerhalb von Sorte und Erntezeitpunkt außer bei Sorte B, erster Erntezeitpunkt mit Beizung stets etwas höher als ohne Beizung. Über beide Erntezeitpunkte hinweg ergibt sich daraus ein numerischer Vorteil von etwa 0,1 MJ NEL/kg TM bzw. 0,2 MJ ME/kg TM für die Variante mit gegenüber der Variante ohne Beizung.

Tabelle 7: Verdaulichkeiten (%) der geprüften Maissilagen und kalkulierte Energiegehalte (Mittelwerte  $\pm$  Standardabweichungen)

Variante	EZP*	VQ OS	VQ XL	VQ XF	VQ OR	ME	NEL
						MJ/kg TM	
%							
A ohne	07.09.09	73	84 <sup>b</sup>	58	76	10,77	6,51
		2	2	3	2	0,32	0,23
Beize	21.09.09	74 <sup>AB</sup>	88 <sup>B</sup>	63	76 <sup>AB</sup>	11,01 <sup>AB</sup>	6,66 <sup>AB</sup>
		3	1	2	3	0,36	0,27
A mit	07.09.09	75	88 <sup>a</sup>	61	77	11,05	6,71
		5	2	6	4	0,64	0,48
Beize	21.09.09	77 <sup>A</sup>	92 <sup>A</sup>	65	79 <sup>A</sup>	11,46 <sup>A</sup>	7,00 <sup>A</sup>
		2	1	2	2	0,23	0,18
B ohne	07.09.09	77	91 <sup>a</sup>	65	80	11,46	7,01
		2	2	5	2	0,35	0,26
Beize	21.09.09	76 <sup>A</sup>	91 <sup>A</sup>	63	79 <sup>A</sup>	11,38 <sup>A</sup>	6,95 <sup>A</sup>
		3	1	4	2	0,38	0,29
B mit	07.09.09	77	91 <sup>a</sup>	64	79	11,43	6,98
		1	1	2	1	0,13	0,10
Beize	21.09.09	77 <sup>A</sup>	92 <sup>A</sup>	64	80 <sup>A</sup>	11,55 <sup>A</sup>	7,07 <sup>A</sup>
		2	1	4	1	0,24	0,18
C	07.09.09	73	90 <sup>a</sup>	58	77	10,95	6,62
		4	2	6	3	0,54	0,41
	21.09.09	71 <sup>B</sup>	92 <sup>A</sup>	58	74 <sup>B</sup>	10,72 <sup>B</sup>	6,44 <sup>B</sup>
		4	1	7	3	0,51	0,38

\*Erntezeitpunkt; <sup>a,b</sup> Werte mit unterschiedlichen Buchstaben innerhalb von EZP 1 unterscheiden sich signifikant (P<0,05); <sup>A,B</sup> Werte mit unterschiedlichen Buchstaben innerhalb von EZP 2 unterscheiden sich signifikant (P<0,05)

Tabelle 8: Hauptwirkung der Beizung (ohne vs. mit) auf die Verdaulichkeit (%) und die kalkulierten Energiegehalte der geprüften Maissilagen (Mittelwerte  $\pm$  Standardabweichungen)

Beizung	VQ OS	VQ XL	VQ XF	VQ OR	ME	NEL
					MJ/kg TM	
%						
ohne (n=20)	75	89 <sup>b</sup>	62	78	11,16	6,79
	3	3	4	3	0,43	0,32
mit (n=20)	76	91 <sup>a</sup>	64	79	11,38	6,94
	3	2	4	3	0,39	0,29

<sup>a,b</sup> Werte mit unterschiedlichen Buchstaben unterscheiden sich signifikant (P<0,05)

Ergänzend sind in Tabelle 9 die Effekte des Erntezeitpunktes über alle Varianten auf die Verdaulichkeiten und Energiegehalte dargestellt. Die Verdaulichkeit des XL steigt vom ersten zum zweiten Erntezeitpunkt signifikant ( $p<0,05$ ) an, bei der Verdaulichkeit der XF ist ein gleichgerichteter nominaler Effekt zu erkennen. Für die Energiegehalte ergibt sich im Mittel kaum eine Veränderung im Vergleich der beiden Erntezeitpunkte, was in Übereinstimmung mit Schwarz und Ettle (2000) die relativ große Ernteelastizität von Mais über einen weiten Bereich der Vegetationsperiode hinweg unterstreicht.

Tabelle 9: Hauptwirkung des Erntezeitpunktes auf die Verdaulichkeit und die kalkulierten Energiegehalte der geprüften Maissilagen (Mittelwerte  $\pm$  Standardabweichungen)

EZP*	VQ OS	VQ XL	VQ XF	VQ OR	ME	NEL
	(%)				MJ/kg TM	
07.09.09	75	89 <sup>b</sup>	61	78	11,14	6,77
	3	3	5	3	0,48	0,36
21.09.09	75	91 <sup>a</sup>	63	78	11,23	6,83
	3	2	4	3	0,46	0,34

\* Erntezeitpunkt; <sup>a,b</sup> Werte mit unterschiedlichen Buchstaben unterscheiden sich signifikant (P<0,05)

### TM- und Energieertrag je Hektar

In Tabelle 10 sind die aus der Verwiegung der geernteten Mengen festgestellten Ertragsdaten des Grüngutes zum Silieren bzw. der Maissilagen dargestellt. Da bei A mit Beizung zum 2. Erntezeitpunkt ein Teil einer Reihe durch den Häcksler nicht erfasst wurde, ergeben sich trotz eines Korrekturversuches vergleichsweise geringe Ertragswerte. Insgesamt liegen die TM-Erträge zu beiden Erntezeitpunkten bei allen Varianten auf hohem Niveau, ordnen sich aber in die insgesamt in 2009 in Grub erzielten Silomaiserträge gut ein (Ernte: Anfang September 2009; mittlerer Ertrag: 15,9 t TM/ha (Köhler et al., 2010)). Bei allen Varietäten wurde zwischen dem ersten und dem zweiten Erntezeitpunkt noch ein deutlicher Ertragszuwachs festgestellt. Während bei Sorte B mit Beizung zu beiden Erntezeitpunkten nominal höhere TM-Erträge (Grüngut und Silagen) festgestellt wurden als ohne Beizung, war bei Sorte A (erster Erntezeitpunkt) das Gegenteil der Fall. Die kalkulierten Energieerträge lagen bei den gebeizten Varianten jedoch durchgängig etwas höher als bei den nicht gebeizten Varianten. Diese Effekte bewegen sich (auf MJ NEL bezogen) im Bereich bis zu 3%. Die Energieerträge von Sorte C lagen zu beiden Erntezeitpunkten unter den anderen Varianten.

Tabelle 10: TM- und Energieerträge zu den beiden Erntezeitpunkten

Variante		Grüngut zum Silieren		Maissilagen			
		TM (%)	Ertrag (t TM/ha)	TM (%)	Ertrag (t TM/ha)	GJ ME/ha	GJ NEL/ha
A ohne	07.09.09	35,8	<b>17,7</b>	33,7	16,6	183	111
Beize	21.09.09	40,9	<b>19,2</b>	40,6	19,0	205	124
A mit	07.09.09	35,2	<b>16,5</b>	34,3	16,1	184	113
Beize	21.09.09	39,7	<b>(17,6)*</b>	39,9	(17,6)	(195)	(118)
B ohne	07.09.09	37,2	<b>16,6</b>	36,2	16,2	184	113
Beize	21.09.09	41,2	<b>20,2</b>	39,9	19,5	224	137
B mit	07.09.09	36,1	<b>17,0</b>	35,0	16,5	190	116
Beize	21.09.09	40,6	<b>20,5</b>	40,1	20,2	231	141
C	07.09.09	39,2	<b>16,7</b>	38,3	16,3	175	105
	21.09.09	47,7	<b>19,6</b>	45,1	18,5	203	123

\* unvollständige Ertragserfassung

## Einordnung der Ergebnisse

Die Verdaulichkeit der organischen Substanz lag bei den geprüften Maissilagen im Bereich der in den DLG-Futterwerttabellen für Wiederkäuer (1997) angeführten Werte. Für Maissilagen ab Beginn der Teigreife werden dort Verdaulichkeiten der organischen Substanz in Abhängigkeit von Reifestufe und Kolbenanteil zwischen 69 und 75 % angegeben. Auch im Vergleich zu den in den letzten 10 Jahren in Grub durchgeführten Verdauungsversuchen an Maissilagen lassen sich die Ergebnisse gut einordnen (Abbildung 2).

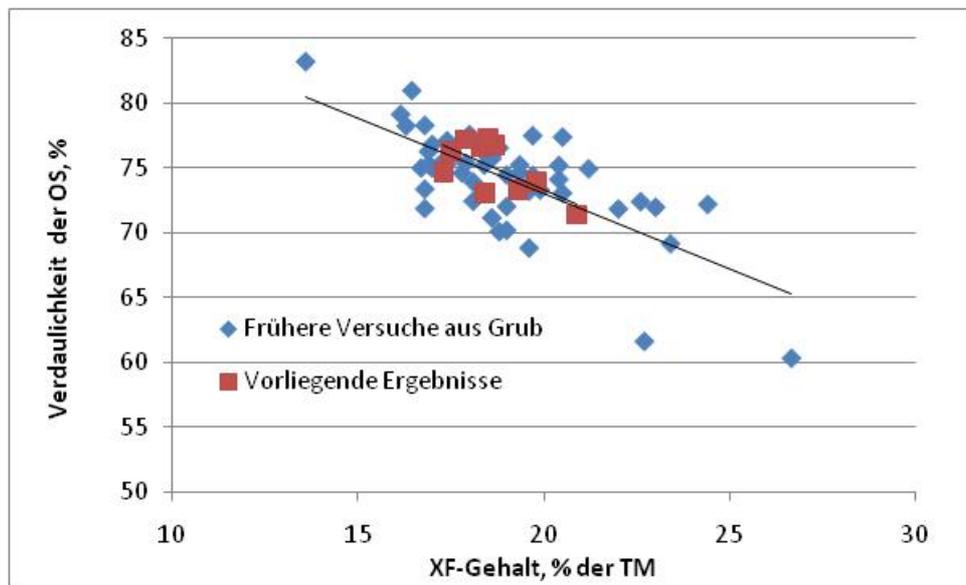


Abbildung 2: Vergleich der ermittelten Verdaulichkeit der OS (%) in Abhängigkeit vom Rohfasergehalt mit Ergebnissen aus Verdaulichkeitsuntersuchungen an Maissilagen (n=49) aus Grub

Auch die Verdaulichkeit der Rohfaser ordnet sich bei den geprüften Maissilagen überwiegend bei den in den DLG-Tabellen angegebenen Werten von 63 – 66% ein. Lediglich bei Sorte A, erster Erntezeitpunkt, und Varietät C, beide Erntezeitpunkte, wurden mit jeweils 58 % Verdaulichkeit der Rohfaser doch deutlich niedrigere Verdaulichkeiten gemessen.

Aus den Verdaulichkeiten und den Rohnährstoffgehalten errechnen sich Energiegehalte der Silagen von 10,7 bis 11,6 MJ ME, was in allen Fällen im oberen Bereich der Angaben der DLG-Tabellen für Maissilagen ab Beginn der Teigreife (10,05 bis 11,06 MJ ME/kg TM) bzw. darüber liegt. Im Vergleich zu früheren Versuchsergebnissen aus Grub ordnen sich die ermittelten Energiegehalte in Abhängigkeit der Rohfasergehalte gut ein (Abbildung 3).

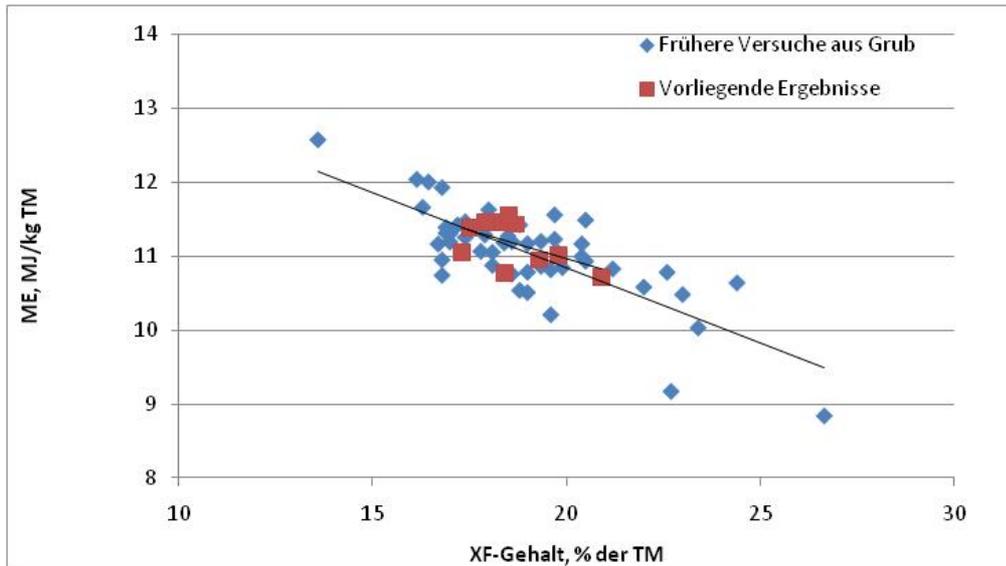


Abbildung 3: Vergleich der ermittelten ME-Gehalte (MJ/kg TM) in Abhängigkeit vom Rohfasergehalt mit Ergebnissen aus Verdaulichkeitsuntersuchungen an Maissilagen aus Grub

Die Sorten A und B weisen im Vergleich zu Sorte C unabhängig von der Beizung oder dem Erntezeitpunkt hohe Verdaulichkeiten und Energiegehalte auf. Allerdings ist zu berücksichtigen, dass bei Sorte C die TM-Gehalte der Silage zu beiden Erntezeitpunkten deutlich oberhalb der als optimal zu erachtenden 28 – 35 % (DLG, 2006) liegen, was insbesondere auf Grund der hohen TM-Gehalte der Restpflanze als kritisch zu erachten ist (Spiekers und Rutzmoser, 2008).

Hauptinteresse der vorliegenden Untersuchung war der Einfluss einer Beizung mit einem Bodenhilfsstoff auf Parameter des Futterwertes von Silagen. Bezüglich TM-Gehalten und Roh Nährstoffgehalten konnten keine über beide Erntezeitpunkte gleich gerichteten Effekte beobachtet werden. Verdaulichkeit und Energiegehalt waren durch die Beizung über beide Erntezeitpunkte positiv beeinflusst. Allerdings waren die Effekte außer bei der Verdaulichkeit des Rohfettes gering und statistisch nicht abzusichern und sollten deshalb mit Vorsicht interpretiert werden.

### **Fazit**

Vorliegende Untersuchung erbrachte für alle geprüften Maissilagen hohe Energiegehalte. Die Art der Beizung (ohne versus mit Bodenhilfsstoff) hatte geringe Auswirkungen auf die Nährstoffzusammensetzung der Silagen. Auf Verdaulichkeit und Energiegehalte zeigte sich ein gerichteter positiver Effekt der Beizung. Da dieser Effekt jedoch statistisch nicht zu sichern ist, empfiehlt sich eine Überprüfung in weiteren Untersuchungen.

### **Danksagung**

Wir bedanken uns herzlich bei den Abteilungen Versuchsbetriebe (AVB) und Qualitätssicherung und Untersuchungswesen (AQU) der LfL für die Unterstützung bei der Durchführung der vorliegenden Arbeit.

## Literatur

DLG (1997): DLG Futterwerttabellen Wiederkäuer, DLG-Verlag Frankfurt/Main

DLG (2006): DLG-Information 2/2006 Grobfutterbewertung, [www.DLG.org](http://www.DLG.org)

GfE (Ausschuss für Bedarfsnormen der Gesellschaft für Ernährungsphysiologie) (1991): Leitlinien zur Bestimmung der Verdaulichkeit von Roh Nährstoffen an Wiederkäuern, J. Anim. Physiol. Anim. Nutr. 65, 229 - 234

GfE (Ausschuss für Bedarfsnormen der Gesellschaft für Ernährungsphysiologie) (1995): Zur Energiebewertung beim Wiederkäuer. Proc. Soc. Nutr. Physiol. (1995) 4, 121 - 123

Köhler, B., Spiekers H., Demmel, M., Diepolder, M., Thurner, S. (2010): Effizienz der Futterwirtschaft: Erträge von Silomais und Genauigkeit der Ertrags- und Trockenmasse(TM)-Messung am Feldhäcksler. Tagungsband: Tagung des Ausschusses Futterkonservierung und Fütterung im Deutschen Maiskomitee e.V. am 16./17. März 2010 an der LfL in Grub. LfL-Schriftenreihe 06/2010, 63-70.

Naumann, C., Bassler, R. (2007): Methodenbuch Band III. Die chemische Untersuchung von Futtermitteln. 3. Auflage inklusive 1-7. Ergänzungslieferung. VDLUFA-Verlag, Darmstadt.

Rutzmoser, K., Spann, B., Richter, W. (2001): Vorschätzung von Silagen aus dem Grüngut. Teil 1: Veränderungen von Roh Nährstoffgehalten von Gras und daraus gewonnenen Silagen. Schule und Beratung, 9, IV-10 – IV-16

Schwarz, F.J., Ettle, T. (2000) Erntezeitpunkt, Sorte und deren Einfluss auf Inhaltsstoffe, Verdaulichkeit und in situ-Abbaubarkeit der Stärke von Silomais. Landbauforschung Völkenrode, Sonderheft 217, 102–115.

Spiekers, H., Rutzmoser, K. (2008): „Stärkebeständigkeit für silierte Maisprodukte“. Ergänzung zur Broschüre „Struktur- und Kohlenhydratversorgung der Milchkuh“, DLG-Information 2/2001, Kapitel 4, Vorgaben zur Rationsplanung. [www.futtermittel.net](http://www.futtermittel.net)

Weißbach, F. und Kuhla, S. (1995): Stoffverluste bei der Bestimmung des Trockenmassegehaltes von Silagen und Grünfütter: Entstehende Fehler und Möglichkeiten der Korrektur. Übers. Tierern. 23, 189-214

Anhang 1: Feldchronik

<b>Datum</b>	<b>Tätigkeit</b>	<b>Menge je ha</b>	<b>Bemerkung</b>
23.03.2009	Abschleppen		
09.04.2009	Gülleausbringung	30 m <sup>3</sup>	Rindergülle
09.04.2009	Gülle einarbeiten		
14.04.2009	Saatbettbereitung		
14.04.2009	Saat		8,5 Körner/m <sup>2</sup> mit
	Harnstoff	0,5 dt	Unterfußdüngung
14.04.2009	Walzen		
20.05.2009	Pflanzenschutz		3-Blatt-Stadium
	Successor T	2,5 l	
	Task	255,0 g	
03.06.2009	Reihendüngung		5-Blatt-Stadium
	ASS	4,0 dt	Düngermischung
07.09.2009	Silomaisernte		Rundballen
21.09.2009	Silomaisernte		Rundballen
21.09.2009	Mulchen		

## Anhang 2: Massenverluste der Großballen

<b>Sorte</b>	<b>EZP</b>	<b>Ballen (kg)</b>	<b>Silierdauer (Tage)</b>	<b>Verlust (kg)</b>	<b>Verlust (%)</b>
A ohne	07.09.09	940	90	11,9	1,27
Beize	21.09.09	773	134	8,5	1,10
A mit	07.09.09	914,5	90	9,3	1,02
Beize	21.09.09	775,8	134	7,8	1,01
B ohne	07.09.09	907	90	6,9	0,76
Beize	21.09.09	793,1	134	6,8	0,86
B mit	07.09.09	972	90	7,6	0,78
Beize	21.09.09	776,8	134	8,7	1,12
C	07.09.09	869,5	90	1,1	0,13
	21.09.09	660,7	134	8,1	1,23