

Juli 2008

## **Stärkebeständigkeit für silierte Maisprodukte**

Ergänzung zur Broschüre „Struktur- und Kohlenhydratversorgung der Milchkuh, DLG-Information 2/2001, Kapitel 4, Vorgaben zur Rationsplanung

DLG-Arbeitskreises Futter und Fütterung [www.futtermittel.net](http://www.futtermittel.net)



Für die Rationsplanung ist die Kalkulation der Versorgung mit pansenstabiler/beständiger Stärke von Bedeutung. Hintergrund ist die Erkenntnis, dass im Dünndarm verdaute Stärke im Vergleich zur im Pansen fermentierten Stärke eine effizientere Energienutzung bringt. Aus im Dünndarm verdauter Stärke steht direkt Glucose für energetische Zwecke und zur Bildung von Lactose zur Verfügung. Im Pansen wird Stärke vornehmlich zur Propionsäure abgebaut, aus der erst im Rahmen der Gluconeogenese in der Leber Glucose entsteht. Die begrenzte Kapazität der Glucoseverdauung im Dünndarm wird in den Orientierungswerten der DLG durch die Angabe von Maximalwerten für die beständige Stärke berücksichtigt (s. DLG-Info 1/2001 und 2/2001).

Die Stärkebeständigkeit für Maissilage wird bisher in Anlehnung an CVB (1999) in Abhängigkeit vom Stärkegehalt festgelegt, wobei für Stärkegehalte ab 30 % eine konstante Beständigkeit von 30 % angenommen wird. Auf Grund aktueller deutscher, französischer und dänischer in situ und in vivo Untersuchungen ergeben sich neue Erkenntnisse für die Beständigkeit der Stärke in silierten Maisprodukten. Nach diesen Untersuchungen wird die Stärke aus Maissilage zum überwiegenden Teil im Vormagen fermentiert. Erklärt wird die im Vergleich zu frischem und getrocknetem Mais hohe Fermentationsrate durch die Säureeinwirkung auf das Mais Korn in der Silage. Hierdurch werden die Stärkegranula so verändert, dass sie dem mikrobiellen Abbau in großem Ausmaß zugänglich sind. Der Arbeitskreis Futter und Fütterung der DLG empfiehlt deshalb für die Kalkulation der beständigen Stärke (bXS) in Maissilage einen Wert von 10 % bis 15 %. Nach Arbeiten von Ettle et al. (2001) nimmt die Beständigkeit der Stärke mit dem Grad der Ausreife, ausgedrückt im Trockenmassegehalt der Körner bei der Ernte, zu. In einer darauf aufbauenden Untersuchungsreihe von Kurtz (2006) wurden die Ergebnisse im Prinzip bestätigt. Allerdings zeigten sich größere Unterschiede zwischen verschiedenen Maistypen. Auch bei anderen silierten Maisprodukten wie Feuchtmals oder CCM kann auf Grund des Säureeinflusses von höheren Fermentationsraten im Pansen bzw. entsprechend geringeren Gehalten an beständiger Stärke als bisher ausgegangen werden.

In der Tabelle 1 sind die bisherigen sowie die angepassten Stärkebeständigkeiten für Maisprodukte zusammenfassend dargestellt. Alle silierten Maisprodukte sind zum Teil mit deutlichen Abschlägen in der Beständigkeit versehen. Dies führt auch dazu, dass zum Beispiel der Wert für den Abbau der Stärke aus Maissilage jetzt ähnlich hoch liegt wie der für Weizenstärke. Dennoch sind Mais- und Weizenstärke nicht als austauschbar zu betrachten, da hinsichtlich der Abbaugeschwindigkeit nach wie vor die in der DLG-Info 2/2001 beschriebenen Unterschiede bestehen, was in den Rationsplanungen zu berücksichtigen ist. Die Kohlenhydrate aus Maissi-

lage werden in der Geschwindigkeit des Abbaus als mittel schnell, während die im Getreide als sehr schnell eingestuft. Hieraus resultiert ein unterschiedliches Risiko zur Auslösung der Acidose. Berücksichtigt ist dies auch in den Strukturwerten (SW).

Bei der Maissilage wird bezüglich der Stärke-Beständigkeit in 2 Klassen unterschieden. Bedingt ausgereifte Maissilage mit weniger als 55 % Trockenmasse im Korn bei der Ernte ist mit 10 % Beständigkeit der Stärke anzusetzen. Für voll ausgereiften Mais mit TM-Gehalten im Korn von 60 % und mehr ist eine Beständigkeit der Stärke von 15 % zu verwenden. Diese Abstufung ergibt sich aus einer gemeinsamen Auswertung der Arbeiten von Ettle und Kurtz (Schwarz und Kurtz, 2007). Um die Maissilage einordnen zu können, kann eine Orientierung am Trockenmassegehalt der Silage erfolgen. Je nach Kolben- bzw. Kornanteil sowie den Trockenmassegehalten in Korn und Restpflanze ergeben sich große Unterschiede in der Kornausreife bei gleichem Gehalt an Gesamttrockenmasse (näheres s. Anlage).

**Tabelle 1:** Angepasste Stärkebeständigkeiten für Maisprodukte

Futtermittel	TM %	XS g/kg TM	Stärkebeständigkeit (%)	
			alt*	neu
Frischmais	28	225	23	23
Maissilage, ca. 55 % TM im Korn	28 - 32	210 – 300	21 – 30	10
Maissilage, ca. 60 % TM im Korn	33 - 36	> 300	30	15**
Lieschkolbenschrotsilage (LKS)	50	420		15
CCM	60 - 65	634	30	25
Feuchtmais	60 - 65	661	30	25
Körnermais	88	694	42	42
Maiskleberfuttersilage	44	340	10	10
Maiskleberfutter	89	201	21	21
Maisschlempe, getrocknet	90	92	15	15

\* DLG-Info 2/2001;

\*\* Sofern die Restpflanze nicht frühzeitig abreift, wird die Ernte für Silomais bei voller Ausreife des Kornes empfohlen (58 % TM und mehr). In der Regel ist daher von einer Beständigkeit der Stärke im Silomais von 15 % auszugehen.

Maissilage ist in vielen Rationen für Milchkühe mengenmäßig das wichtigste Grobfutter. Bei Anpassung der Werte für die Stärkebeständigkeit in diesem zentralen Futter ergeben sich daher erhebliche Konsequenzen für die rechnerischen Gehalte an beständiger Stärke. In einer Ration mit 9 kg TM Maissilage reduziert sich z.B. der Gehalt an beständiger Stärke je nach Stärkegehalt der Maissilage um 300 bis 500 g bzw. 14 bis 23 g/kg TM. Um keine falschen Akzente für die ergänzende Versorgung mit beständiger Stärke z. B. aus Körnermais zu setzen, wird eine Anpassung der Orientierungsdaten für die Rationsplanung für notwendig erachtet. Die angepassten Werte für die beständige Stärke in Abhängigkeit von der Herdenleistung sind aus der Tabelle 2 ersichtlich. Diese berücksichtigen auch, dass mit steigender Futteraufnahme die Passagerate und damit die Beständigkeit der Stärke steigt (s. Flachowsky et al., 2000).

**Tabelle 2:** Orientierungsdaten für die Rationsplanung bezüglich der Versorgung mit beständiger Stärke (bXS) in Abhängigkeit vom Milchleistungsniveau der Herde

<b>Herdenleistung, kg/Tier/Jahr</b>	<b>6.000</b>	<b>8.000</b>	<b>10.000</b>
<b>Frischmelkende Kuhgruppe Tagesleistung, kg/Kuh/Tag</b>	<b>32</b>	<b>37</b>	<b>42</b>
Bisher: bXS, g/kg TM	10 – 60	20 – 60	30 – 60
<b>Neu: bXS, g/kg TM</b>	<b>10 – 50</b>	<b>20 – 50</b>	<b>25 - 50</b>

Eine optimierte Versorgung mit beständiger Stärke ist bei hohen Herdenleistungen vor allem für den Laktationsbeginn von Bedeutung, da hier die Futteraufnahme langsamer als die Milchmenge steigt und demzufolge häufig Energiemangelsituationen und dadurch Probleme in der Bereitstellung von Vorstufen der Milchzuckerbildung bestehen. Eine möglichst effiziente Nutzung der Stärke kann das Ausmaß und die zeitliche Dauer der negativen Energiebilanz verringern. Für geringe Herdenleistungen und für altmelkende Kühe erübrigt sich eine optimierte Zufuhr von beständiger Stärke, da der Bedarf ohnehin gedeckt ist und eher eine überhöhte Versorgung mit Stärke auftritt, die dann zur Verfettung der Kühe führt. Aus diesen Gründen wird für altmelkende Kühe die „unkritische Versorgung“ weiterhin mit max. 30 g beständiger Stärke je kg TM angegeben.

In der Beratung soll darauf hingewiesen werden, dass höhere Aufnahmen an beständiger Stärke nicht zwingend zu besseren Leistungen führen. Deshalb wird eine Spannweite bezüglich der Versorgung mit beständiger Stärke empfohlen, innerhalb derer erfahrungsgemäß hohe Leistungen bei guter Tiergesundheit erreicht werden können.

In der Rationsplanung spielt auch die Aufnahme an pansenfermentierbaren Kohlenhydraten eine Rolle, die sich aus der Aufnahme an unbeständiger Stärke und Zucker ergibt. Die Versorgungsempfehlung für hochleistende Kühe beträgt für dieses Kriterium 125 bis 250 g/kg TM. Diese Empfehlung hat nach wie vor Bestand, auch wenn durch die Herabsetzung der Werte für die beständige Stärke in silierten Maisprodukten eine höhere Aufnahme an unbeständiger Stärke gegeben ist und damit die Vorgaben eher überschritten werden. Durch das Festhalten an der bisherigen Empfehlung sollen die Probleme, die durch zu strukturarme und kohlenhydratreiche Fütterung ausgelöst werden, weitestgehend verhindert werden.

### **Empfehlungen für die Rationsplanung:**

- Die Werte für die Beständigkeit der Stärke sind bei silierten Maisprodukten dem aktuellen Kenntnisstand wie folgt anzupassen:
  - Maissilage: **10 % - 15 %** Stärke-Beständigkeit
  - LKS: **15 %** Stärke-Beständigkeit
  - CCM und Feuchtmais **25 %** Stärke-Beständigkeit
  
- Der unkritische Bereich in der Ration wird auf maximal **50 g** bXS je kg TM angepasst.
- Der unkritische Bereich für die unbeständige Stärke und Zucker bleibt bei max. **250 g** je kg TM.
- Zwischen Mais- und Getreidestärke sind die Unterschiede in der Geschwindigkeit des Abbaus der Kohlenhydrate zu beachten.
- Bei maisbetonten Rationen empfiehlt sich die Anwendung der Strukturwerte (SW).

### **Literatur:**

- |            |   |
|------------|---|
| CVB (1999) | Handleiding Voedwardebekning Ruwvoeder<br>Centrale Veevoederbureau, Lelystad        |
| CVB (2000) | Veevoedertabel 2000<br>Centrale Veevoederbureau, Lelystad                           |
| DLG (2001) | Empfehlungen zum Einsatz von Mischrationen bei Milchkühen<br>DLG-Information 1/2001 |
| DLG (2001) | Struktur- und Kohlenhydratversorgung der Milchkuh<br>DLG-Information 2/2001         |

Ettle, T.; P. Lebzien; G. Flachowsky, F.-J. Schwarz (2001): Effect of Harvest date and variety on ruminal degradability of ensiled maize grains in dairy cows  
Arch. Anim. Nutr., 2001, Vol 55, p.p. 69-84

Flachowsky, G., K. Losse; P. Lebzien; A. Matthe; K. Gollnisch; R. Daenicke (2000): Zur Bereitstellung von Maisprodukten als Stärkequellen für Milchkühe

in: Landbauforschung Völkenrode Sonderheft 217 „Zum Futterwert von Mais“; S. 71 - 85

Kurtz, H. (2006) Vergleichende Untersuchungen zum Einfluss der Pflanzengenetik und der physiologischen Reife von Körnern und Restpflanzen verschiedener Maishybriden auf die ruminale Abbaubarkeit; Dissertation agr. TUM

Schwarz, F.J.; H. Kurtz (2007): Corn grain processing and its effect on ruminal degradability  
in: Book of Abstracts of the 58<sup>th</sup> Annual Meeting of the European Association for Animal Production, Dublin 2007, 19

Bearbeiter:

Dr. Martin Pries, Landwirtschaftskammer NRW, Münster

Dr. Hubert Spiekers, LfL, Institut für Tierernährung und Futterwirtschaft, Grub

Redation:

Dr. Walter Staudacher, DLG e.V., Frankfurt am Main

- Anlage

**Anlage: Kornausreife und Gehalt an Trockenmasse im Silomais**

Die Maispflanze wird bei Probebeerntungen üblicherweise in Kolben ohne Lieschen und Restpflanze getrennt. Für beide Größen liegen daher Angaben zu Anteilen und Gehalten an Trockenmasse vor. Der Kornanteil wird nur in wenigen Fällen und wenn dann oft von getrockneten Kolben bestimmt. Aus diesen Untersuchungen ist allerdings bekannt, dass im Mittel der Spindelanteil im Kolben ohne Lieschen 13 % der Trockenmasse beträgt. Für die Berechnungen in der Tabelle A1 wurde unter dieser Annahme vom Kolben- auf den Kornanteil geschlossen. Bei Kolbenanteilen von 45 % bis 65 % der geernteten Trockenmasse liegen die Kornanteile dann bei 39 % bis 57 % der TM.

Für das Korn wurde in TM-Gehalte von 50 % und 60 % unterschieden. Bei gesetzten Gehalten an Trockenmasse in Korn und Restpflanze lässt sich der Gehalt an Trockenmasse in der Maissilage in Abhängigkeit vom Kolbenanteil tabellieren. In der Restpflanze wurden als Stufen 20, 22 und 25 % Trockenmasse gewählt. Oberhalb von 25 % liegt die Trockenmasse in der Restpflanze so hoch, dass mit starken Problemen bei der Verdichtung zu rechnen ist. Bei niedrigeren Gehalten ist mit dem Austritt von Sickersaft zu rechnen. Für die Spindel wurde ein TM-Gehalt zwischen Korn und Restpflanze angesetzt. Der TM-Gehalt im Kolben (Korn + Spindel) ist folglich um 3 - 4 % - Punkte niedriger als im Korn.

**Tabelle A1:** Kalkulierter TM-Gehalt (%) in Maissilage in Abhängigkeit vom Kolbenanteil und den TM-Gehalten in Korn und Restpflanze

<b>Kolbenanteil</b>	<b>TM im Korn</b>	<b>TM der Restpflanze*</b>		
<b>% der TM</b>	<b>%</b>	<b>20 %</b>	<b>22 %</b>	<b>25 %</b>
<b>45</b>	<b>50</b>	<b>27,0</b>	<b>28,9</b>	<b>31,7</b>
	<b>60</b>	<b>28,2</b>	<b>30,3</b>	<b>33,4</b>
<b>50</b>	<b>50</b>	<b>28,1</b>	<b>30,0</b>	<b>32,6</b>
	<b>60</b>	<b>29,5</b>	<b>31,6</b>	<b>34,6</b>
<b>55</b>	<b>50</b>	<b>29,2</b>	<b>31,1</b>	<b>33,7</b>
	<b>60</b>	<b>31,0</b>	<b>33,1</b>	<b>36,0</b>
<b>60</b>	<b>50</b>	<b>30,5</b>	<b>32,3</b>	<b>34,8</b>
	<b>60</b>	<b>32,6</b>	<b>34,7</b>	<b>37,5</b>
<b>65</b>	<b>50</b>	<b>31,9</b>	<b>33,6</b>	<b>35,9</b>
	<b>60</b>	<b>34,4</b>	<b>36,4</b>	<b>39,2</b>

\* ohne Spindel

Die tabellierten Trockenmassegehalte zeigen, dass der Kolben- bzw. Kornanteil und der Abreifeegrad der Restpflanze entscheidend sind für den TM-Gehalt der Silage. Bei hohen Kornanteilen können auch Sickersaftaustritte in Silagen mit über 28 % TM durch geringe TM-Gehalte in der Restpflanze erklärt werden. Umgekehrt müssen TM-Gehalte von über 35 % nicht zwangsläufig zu Verdichtungsproblemen führen, wenn die Ursache in hohen Kornanteilen mit TM-Gehalten in der Restpflanze von 22 bis 25 % begründet liegt.

Der Einfluss der Korntrockenmassegehalte ist bei gleichem Kolbenanteil relativ gering. Je nach TM-Gehalt der Restpflanze und Kolbenanteil steigt der TM-Gehalt im Silomais um 1 bis 3 %-Punkte bei Anstieg des TM-Gehalts im Korn von 50 auf 60 %.

**Fazit:**

Zur Beurteilung der Abreife von Aufwüchsen für Silomais empfiehlt sich die getrennte Betrachtung von Korn bzw. Kolben und Restpflanze. Aus dem Trockenmassegehalt im Silomais kann nur bedingt auf den Ausreifeegrad der Maiskörner geschlossen werden.

Dr. Hubert Spiekers  
Dr. Karl Rutzmoser  
LfL, Institut für Tierernährung und Futterwirtschaft, Grub