

# Vorwort

## **Mais – tiergerecht und qualitätsbewusst veredeln**

Mais gehört weltweit zu den wichtigsten Nahrungsmitteln und nimmt in verschiedenen Regionen eine herausragende Stellung für die Humanernährung ein. Demgegenüber dient der Maisanbau in Mitteleuropa vorwiegend der Erzeugung von betriebseigenen Futtermitteln für die Tierproduktion. Dabei steht der Mais mit einer Gesamtfläche von etwa 1,5 Mio. ha in Deutschland nach den Getreidearten Weizen und Gerste an dritter Stelle aller Ackerfrüchte. Die verschiedenen Futtermittel der Maisproduktion wie Mais-silage, Silage von Lieschkolbenschrot und Corn-Cob-Mix oder Körnermais können für alle landwirtschaftlichen Nutztiere wie Rind, Schwein, Geflügel und Pferd eingesetzt werden.

Maisprodukte sind energiereich sowie besonders konservierungs- und verarbeitungsfreundlich. Sie besitzen für die verschiedenen Tierarten und Leistungsrichtungen einerseits besonders wertvolle Inhaltsstoffe, andererseits sind unerwünschte Inhaltsstoffe kaum vorhanden. Insgesamt lässt sich ein steigender Anteil an Maisprodukten in den verschiedensten Futterrationen gerade auch bei zunehmender Leistung beobachten. Diese positi-

## **Impressum**

Herausgegeben von: Deutsches Maiskomitee e.V.  
Clemens-August-Straße 54  
53115 Bonn  
Telefon 02 28/26 59 25  
Telefax 02 28/26 58 63  
E-Mail: dmk@maiskomitee.de

Autor: Dr. Jürgen Weiss  
Hessisches Dienstleistungszentrum für Landwirtschaft,  
Gartenbau und Naturschutz,  
Kassel

Redaktion: Dipl.-Ing. agr. Petra Spingler,  
Dr. Helmut Meßner,  
Dipl.-Ing. agr. Jürgen Rath  
Deutsches Maiskomitee e.V.,  
Bonn 2002

Auflage: 5.000 Stück

Schutzgebühr: 2,90 €


ven Zusammenhänge sind jedoch auch als eine Herausforderung anzusehen, sich mit dem Futtermittel „Mais“ intensiv auseinander zu setzen.

Die vorliegende Broschüre hat das Ziel, die verschiedenen Maisprodukte in ihren Inhaltsstoffen und dem energetischen Futterwert anhand der neuesten Versuchsergebnisse näher zu charakterisieren und einen optimierten Einsatz in der Rationsgestaltung für Milchkühe, Mastrinder, Schweine, Geflügel und Pferde vorzuschlagen. Da der innerbetrieblichen Kontrolle und der Produktsicherheit von betriebseigenen Futtermitteln ein zunehmender Stel-

lenwert zuzuordnen ist, beschäftigt sich die Broschüre auch ausführlich mit der Ernte-, Häcksel- und Konservierungstechnik zur Sicherung und Verbesserung des Futterwertes.

Mais kostengünstig und qualitätsbewusst zu veredeln, ist für jeden Tierhalter eine Aufgabe, die aus ökonomischen und ökologischen Gründen gleichermaßen von Bedeutung ist. Die vorliegende Broschüre kann dazu einen wertvollen Beitrag leisten.

Prof. Dr. Frieder J. Schwarz  
Vorsitzender des  
DMK-Ausschusses  
Futterkonservierung und Fütterung



**Bildnachweis:**

AgroConcept: 6, 8, 11, 12, 19, 21

DMK: 15, 16, 17, 20, 24, 25

Raiser: 22

Hensch: 17 (klein), 29, 30, 32, 33

Meyer: 22 (klein)

Schiffer: 13

# Inhaltsverzeichnis

<b>Vorwort</b> .....	<b>2</b>
<b>I. Einleitung</b> .....	<b>6</b>
<b>II. Wie setzen sich die Futtermittel zusammen ?</b> .....	<b>9</b>
1. Rohprotein .....	10
2. Rohfett .....	10
3. Rohfaser .....	10
Strukturbewertung .....	11
4. Stärke und Zucker .....	12
Beständige Stärke .....	13
5. Mineralstoffe .....	14
6. Vitamine .....	15
7. Energetischer Futterwert .....	15
<b>III. Welche Faktoren beeinflussen den Futterwert ?</b> .....	<b>18</b>
1. Erntetechnik .....	19
2. Häckseltechnik .....	20
Problem: Nacherwärmung .....	21
3. Konservierung .....	22
4. Schimmelbildung und Mykotoxine .....	23
<b>IV. Wie werden die Maisprodukte in der Fütterung eingesetzt ?</b> .....	<b>25</b>
1. Mais in der Milchviehfütterung .....	25
Futterrationen .....	26
2. Mais in der Bullenmast .....	29
3. Mais in der Schweinefütterung .....	30
4. Mais in der Geflügelfütterung .....	32
5. Mais in der Pferdefütterung .....	33
<b>V. Ausblick</b> .....	<b>34</b>
<b>VI. Literatur</b> .....	<b>35</b>

# Einleitung

Von der Maispflanze wird eine breite Palette unterschiedlicher Futtermittel gewonnen, die für die Ernährung aller landwirtschaftlichen Nutztiere eingesetzt werden können. Sie reicht von Silomais als Ganzpflanzensilage über Korn-Spindelgemische in Form von Lieschkolbenschrot (LKS) oder Corn-Cob-Mix (CCM) bis hin zu den Maiskörnern. Aber auch im Rahmen der industriellen Maisverarbeitung zu Stärke und Öl fallen Nebenprodukte an, die meistens über die Mischfutterindustrie wieder in den Fütterungskreislauf zurückgeführt werden. In der Positivliste für Einzelfuttermittel sind bei Mais neben den Körnern 12 weitere Futtermittel gelistet, wie z.B. Maiskeimextraktionsschrot und Maiskleberfutter.



Von allen Futtermitteln hat Silomais die größte Bedeutung

In dieser Broschüre werden nur die Futtermittel aus Mais besprochen, die im landwirtschaftlichen Betrieb erzeugt und als wirtschafts-

eigene Grob- oder Kraftfuttermittel eingesetzt werden. Die in der Abbildung 1 dargestellte Maisanbaufläche in Deutschland vermittelt eine Übersicht über die Bedeutung der Verwertungsformen in den landwirtschaftlichen Betrieben.

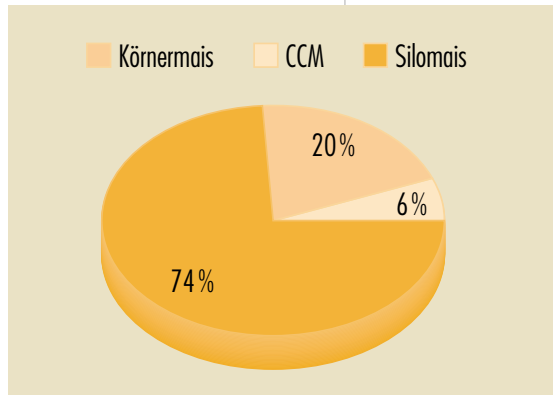
Von allen Maisfuttermitteln hat der **Silomais** die größte Bedeutung, 74 % der Maisanbaufläche entfallen auf diese Verwertungsform. Seine Anbaufläche ist größer als die aller anderen Feldfutterpflanzen und Futterhackfrüchte zusammen. Das breite Sortenspektrum ermöglicht auf den meisten Standorten Deutschlands einen erfolgreichen Anbau, der sich auch arbeitswirtschaftlich gut in Futterbau-Rindviehbetriebe integrieren lässt. Bei Silomais wird die ganze Pflanze geerntet, gehäckselt und einsiliert. Für den Futterwert spielt allerdings der Kolbenanteil die



entscheidende Rolle. Das optimale Vegetationsstadium für die Ernte ist deshalb die Teigreife der Körner.

Aus ernährungsphysiologischer Sicht passt dieses Futtermittel hervorragend in Rindviehrationen. In der Bullenmast ist Silomais die Hauptfuttergrundlage, in der Milchviehfütterung bildet er zusammen mit Grassilage die Grobfutterbasis. Mit zunehmender Leistung der Milchkühe kommt der Maissilage in der Fütteration wegen ihrer hohen Energiedichte und relativ wiederkäuferfreundlichen Energieform eine besondere Bedeutung zu.

**Lieschkolbenschrot (LKS)** ist ein Maisprodukt, das im Wesentlichen aus dem Maiskolben (Körner und Spindel) und den ihn umschließenden Hüllblättern (Lieschen) besteht. Der Anteil an Lieschblättern und oberen Pflanzenteilen hängt davon ab, ob und in welchem Umfang bei der Ernte Grobbestandteile abgeseibt werden. Dadurch wird der Futterwert entsprechend beein-



flusst. Obwohl sich dieses Verfahren flächendeckend nicht durchgesetzt hat, kommt ihm jedoch in einigen Betrieben insbesondere in den neuen Bundesländern eine gewisse Bedeutung zu. LKS ist ein Rindviehfutter mit Kraftfuttercharakter und kann sowohl bei Milchvieh als auch in der Bullenmast eingesetzt werden.

Das **Korn-Spindel-Gemisch (Corn-Cob-Mix – CCM)** enthält Maiskörner und etwa 30 – 80 % der

Abbildung 1: Maisanbaufläche in Deutschland nach Verwertungsformen (Anbaujahr 2001)



Die Spindelanteile im CCM sorgen für den notwendigen Rohfasergehalt in der Mastschweinefütterung



Der Spindelanteil im Kolben und damit auch der Rohfasergehalt im Erntegut kann je nach Sorte erheblich schwanken

Maisspindel. Die Spindel ist zwar relativ nährstoffarm, sie enthält jedoch nennenswerte Mengen an Zucker, der sich günstig auf die Silierung auswirkt. Die Praxis tendiert in den letzten Jahren eindeutig zu niedrigeren Spindelanteilen von ca. 30 %, um die Energiedichte im CCM zu erhöhen. Der Trockenmassegehalt liegt dann bei 58 – 60 %. Insbesondere in den Regionen

Westfalen-Lippe und Weser-Ems ist die CCM-Gewinnung weit verbreitet. 82 % der Anbaufläche entfallen auf die Bundesländer Nordrhein-Westfalen und Niedersachsen. Dies ist darauf zurückzuführen, dass die Nährstoffträge auf nicht weizenfähigen Böden bedeutend höher als im Getreidebau sind. CCM ist ein typisches Schweinefutter. Es kann allerdings auch als Kraftfutterkomponente bei Milchkühen eingesetzt werden.

Durch Dreschen der reifen Maispflanze wird **Körnermais** gewonnen. Da der Feuchtigkeitsgehalt in den Maiskörnern beim Drusch noch relativ hoch ist, müssen diese für die Haltbarmachung getrocknet oder in einer geeigneten Weise mit Säuren oder durch Silieren konserviert werden. Handelsfähig ist allerdings nur getrockneter Körnermais, der eine interessante Kraftfutterkomponente in Milchvieh-, Schweine- und Geflügelfutter ist.

## II. Wie setzen sich die Futtermittel zusammen

Von grundlegender Bedeutung ist der Trockenmassegehalt, da sich alle organischen und anorganischen Nährstoffe in der Trockenmasse eines Futtermittels befinden. Er ergibt sich nach Bestimmung des Wassergehaltes. Der Trockensubstanzgehalt der Maisfuttermittel schwankt in erheblichem Umfang. Am niedrigsten ist er bei Maissilagen (27 – 38 %), am höchsten in den trockenen Maiskörnern (>86 %). Lieschkolbensilage (LKS) und Corn-Cob-Mix (CCM) liegen mit durchschnittlich 60 % dazwischen.

Die Zusammensetzung der Trockenmasse der verschiedenen Maisfuttermittel ist in der Abbildung 2 dargestellt. Zusätzlich wurde die Restpflanze ohne Kolben mit aufgeführt. Da die Maissilage ein durch

die Schnitthöhe in den mengenmäßigen Anteilen beeinflussbare Mischung aus Kolben und Restpflanze ist, können durch Verzicht auf Teile der Restpflanze Nährstoffe angereichert werden.

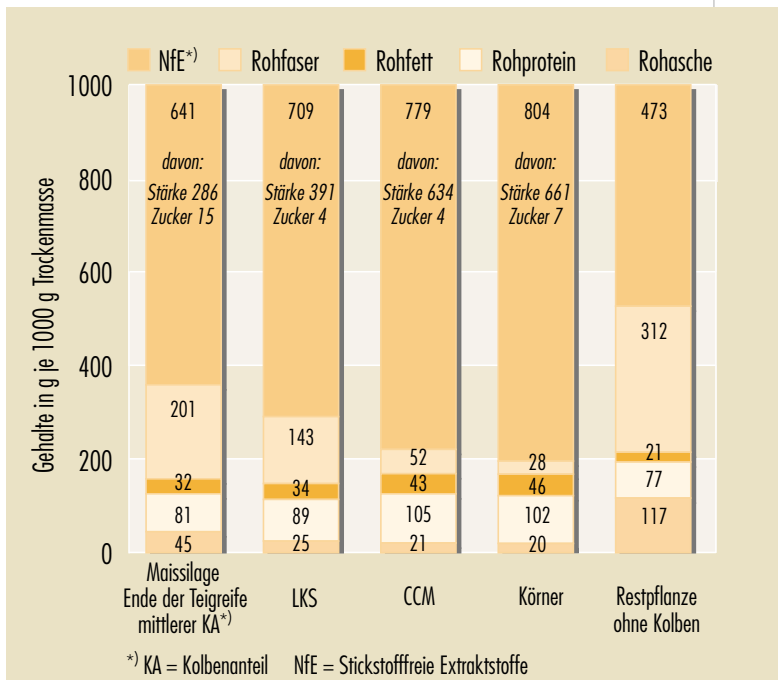


Abbildung 2: Nährstoffgehalte von Maisfuttermitteln (DLG-Futterwertabelle Wiederkäuer, 1997)



## Proteinversorgung der Milchkuh

Diejenige Rohproteinmenge, die in den Dünndarm gelangt und somit für die Proteinversorgung der Kuh zur Verfügung steht, wird als nutzbares Rohprotein (nXP) bezeichnet und ist ein wichtiges Kriterium des Proteinbewertungssystems für Milchkühe. Das nXP setzt sich aus dem unabgebauten Futterprotein (UDP) und dem Mikrobenprotein (MP) zusammen. Das MP kann auf der Basis der umsetzbaren Energie bzw. der verdaulichen organischen Substanz eines Futtermittels berechnet werden. Zusätzlich zum nXP muss bilanziert werden, ob im Pansen genügend Stickstoff aus dem Futterprotein zur Verfügung steht, um eine optimale mikrobielle Proteinsynthese sicherzustellen. Dieser Zusammenhang wird durch die Ruminale Stickstoffbilanz (RNB) beschrieben.

Zur Beurteilung der Proteinversorgung der Milchkühe sind deshalb sowohl das nXP als auch der RNB-Wert erforderlich. Für Futtermittel mit einem hohen Gehalt an verdaulicher organischer Substanz wie z. B. die Maisfuttermittel wird ein hoher nXP-Gehalt ausgewiesen. Da jedoch der Rohproteingehalt dieser Futtermittel nicht ausreicht, um die Pansenmikroben bedarfsgerecht mit Stickstoff zu versorgen, haben sie gleichzeitig eine negative RNB. Diese muss in der Ration durch Ergänzung rohproteinreicher Futtermittel oder anderer Stickstoffquellen (z.B. Harnstoff) ausgeglichen werden.

## 1. Rohprotein

Der Rohproteingehalt wird aus dem analysierten Stickstoffgehalt berechnet. Für die Ernährung der Tiere ist er nur beschränkt aussagekräftig. Er verdeutlicht allerdings, dass Maisfuttermittel generell einen sehr niedrigen Eiweißgehalt haben. Für die Wiederkäuerfütterung ist auf Grund der Besonderheiten des mikrobiellen Proteinstoffwechsels die Abbaubarkeit des Rohproteins der Futtermittel im Pansen durch Mikroorganismen von besonderer Bedeutung. Nur das

unabgebaute Futterrohprotein (UDP) dient direkt der Proteinversorgung der Tiere, während aus dem abgebauten Futterweiß bei gleichzeitiger Verfügbarkeit von Energie Mikrobenprotein gebildet wird. Für die Wiederkäuer ist dieses die Hauptversorgungsquelle an Protein.

In der Schweinefütterung spielt die biologische Wertigkeit des Proteins die entscheidende Rolle. In diesem Zusammenhang interessieren vor allem die Gehalte des Rohproteins an den wichtigsten essentiellen Aminosäuren wie Lysin, Methionin plus Cystin, Threonin und Tryptophan.

## 2. Rohfett

Der Fettanteil der verschiedenen Maisfuttermittel ist nahezu doppelt so hoch wie in Weizen und Gerste. Beim Einsatz von CCM und Maiskörnern in der Schweinemast ist zu beachten, dass Maisöl einen sehr hohen Anteil an ungesättigten Fettsäuren (Polyensäuren) hat. In größeren Anteilen in der Futtermischung kann dies zu einer unerwünschten weichen Konsistenz des Schweinespektes führen. Deshalb sollte in Mischungen, die sehr hohe Anteile an CCM oder Körnermais enthalten, kein weiteres Pflanzenöl (z.B. Sojaöl) eingesetzt werden.

## 3. Rohfaser

Rohfaser besteht aus Zellulose und Lignin (Holzstoff) sowie anderen Bauelementen der Zellwände. Diese Stoffe werden zusammengefasst als Faserstoffe, Gerüstsubstanzen oder Zellwandbestandteile bezeichnet.

Ihr Anteil ist besonders hoch in Stängeln und anderen verholzten Pflanzenteilen. In der Fütterung nimmt diese Gruppe eine Sonderstellung ein. In der Wiederkäuerernährung ist die Rohfaser aufgrund der Bedeutung für die Futterstruktur und als Nährstoff für die Mikroorganismen im Pansen ein unverzichtbarer Bestandteil der Futtermittel. Alle Tiere mit einhöhligem Magensystem kön-

## Strukturbewertung

Im Zusammenhang mit dem Rohfasergehalt eines Futtermittels ist die Futterstruktur zu sehen. Diese spielt in der Wiederkäuerfütterung – und hier besonders in der Milchviehfütterung – eine wichtige Rolle. Sie sorgt für die erforderliche Kau- und Wiederkautätigkeit, wodurch ein ausreichender Speichelfluss und ein



nen dagegen Rohfaser kaum verdauen, ein gewisser Anteil an „Ballast“ (z.B. bei Zuchtsauen) ist jedoch erwünscht. Die Abbildung 2 verdeutlicht, dass der Rohfasergehalt in Maisfuttermitteln sehr unterschiedlich ist. Besonders niedrig ist dieser in Maiskörnern und CCM. Diese Futtermittel eignen sich deshalb auch besonders gut für die Schweine- und Geflügelfütterung. In Maissilagen besteht ein enger negativer Zusammenhang zwischen Rohfasergehalt der Gesamtpflanze und dem Kornanteil.

stabiler pH-Wert im Pansen sichergestellt werden. Des Weiteren bewirkt sie eine feste Strukturierung des Panseninhaltes, einen gleichmäßigen Durchfluss der teilverdauten Futterbestandteile zum Labmagen, Dünn- und Dickdarm und eine feste Kotkonsistenz. In der praktischen Rationsberechnung wird als Kennwert einer wiederkäuergerechten Fütterung die strukturwirksame Rohfaser benutzt. Danach ist eine Futtermittelration noch wiederkäuergerecht, wenn sie in der Trockenmasse mindestens 18 % Rohfaser enthält

Die Häckselqualität von Silomais ist entscheidend für den Futterwert der Maissilage

und 2/3 davon in strukturierter Form vorliegt.

In Großbritannien und Nordamerika werden statt der Rohfaser die Detergenzienfasern als Kenngröße in der Rationsplanung verwendet, wobei die neutralen Detergenzienfasern (NDF) die Summe aller pflanzlichen Gerüstsubstanzen darstellt. Für die Beurteilung der Futterstruktur wird die NDF aus Grobfutter oder die physikalisch effektive NDF herangezogen. Dieses System wird bei uns bisher nur vereinzelt angewendet.

Größere Bedeutung hat in jüngerer Zeit der Strukturwert (SW) nach De Brabander u.a. (1999) erlangt. Dieser wurde aus den Fress- und Wiederkauzeiten abgeleitet. Zusätzlich wurden als Indikatoren der Milchfettgehalt, die Futteraufnahme und die Milchleistung zur Beurteilung des kritischen Grobfutteranteils in der Ration herangezogen. Für Maissilage ergibt sich mit zuneh-

mendem Reifegrad und Kolbenanteil ein abnehmender Strukturwert (roh-faserreichere Maissilage 2,02 SW; roh-faserärmere Maissilage 1,57 SW/kg TM). Mittlere Grassilage hat dagegen einen Strukturwert von 3,05 SW. In der Gesamtration sollte bei Hochleistungskühen ein SW von 1,1 je kg Trockenmasse der Gesamtration nicht unterschritten werden. Der Strukturwert von Maissilage wird auch von der Häcksellänge beeinflusst. Bei theoretischen Häcksellängen unter 6 mm werden Abschläge, über 6 mm entsprechende Zuschläge vorgenommen. Von der Strukturwirksamkeit her ist eine Maissilage mit einer Häcksellänge von 10 – 15 mm zwar positiver zu bewerten als eine solche von 6–8 mm. Hier ergibt sich allerdings ein Widerspruch zu der Notwendigkeit der Optimierung der Verdaulichkeit und einer ausreichenden Verdichtung der Silage, die eine kurze Häckselung erfordert. Wichtig ist jedoch, dass die Strukturwirksamkeit der Maissilage nicht noch nachträglich im Futtermischwagen durch „Vermusen“ vermindert wird.

Der Stärkegehalt ist mit 63 – 66%

TS-Gehalt in Körnermais und CCM sehr hoch



## 4. Stärke und Zucker

Wie die Rohfaser gehören auch Stärke und Zucker zu den stickstofffreien Extraktstoffen. Aus ernährungsphysiologischer Sicht interessiert ihr Gehalt in den Futtermitteln besonders. Zucker spielt bei den Maisfuttermitteln keine Rolle. Anders sieht es bei der Stärke aus. Besonders in den Maiskörnern und im CCM ist der Stärkegehalt mit 63 bis 66 % der Trockenmasse sehr hoch.

## Beständige Stärke

Die Stärke ist der wichtigste Energieträger in den Maisfuttermitteln. In der Wiederkäuerernährung kommt auch der Abbaubarkeit der Stärke durch die Pansenbakterien eine besondere Bedeutung zu. Stärke, die im Pansen relativ schnell und vollständig durch die Pansenbakterien abgebaut wird, führt zu einer raschen und hohen Bildung von flüchtigen Fettsäuren (insbesondere Propionsäure) mit entsprechenden Auswirkungen auf den pH-Wert. Wenn dieser bei sehr hohen Stärkemengen in der Ration und entsprechend geringen Grobfutteranteilen zu stark absinkt, wird die Bakterientätigkeit ungünstig beeinflusst. Im Extremfall kommt es zu einer Pansenübersäuerung (Acidose). Bei Hochleistungskühen ergibt sich also einerseits die Notwendigkeit, durch stärkereiche Futtermittel die erforderlich hohe Energieversorgung sicherzustellen, andererseits eine Pansenübersäuerung zu vermeiden. Futtermittel, deren Stärke im Pansen nur langsam und nicht vollständig mikrobiell abgebaut wird, sind deshalb



günstig zu beurteilen. Hierzu gehören die Maisfuttermittel, deren Stärkegehalt eine geringere Abbauraten aufweisen und die somit mehr „Durchflussstärke“ bzw. beständige Stärke liefern. Diese gelangt unabgebaut aus den Vormägen in den Dünndarm und wird dort wie bei Monogastriern enzymatisch zu Glucose aufgeschlossen. Aufgrund theoretischer Kalkulation kann diese Durchflussstärke im Dünndarm energetisch um bis zu 40 % effizienter genutzt werden als Stärke, die im Pansen von Bakterien abgebaut wird (Lebzien, Matthé und Flachowsky, 2001). Hier-

bei ist allerdings zu berücksichtigen, dass die Kapazität für den enzymatischen Stärkeaufschluss und für die Glucoseabsorption im Dünndarm der Wiederkäuer begrenzt ist. Deshalb sollte die Menge an beständiger Stärke in der Ration von Hochleistungskühen entsprechend begrenzt werden.

Die Beständigkeit der Maisstärke ist vom Reifegrad des Maiskorns abhängig. Während zu Beginn der Teigreife noch der größte Anteil im Pansen mikrobiell verdaut wird, geht dieser mit zunehmender Reife zurück und die enzymatische Verdauung im Dünndarm gewinnt an Bedeutung. Je reifer das Korn wird, desto mehr steigt allerdings auch die Gefahr, dass dann die Stärkeverluste über Ausscheidung im Kot zunehmen können. Dies unterstreicht die Notwendigkeit, Maiskörner – auch bei der Maissilagegewinnung – unbedingt vollständig zu zerkleinern bzw. zu zermahlen, um den Verdauungsenzymen eine möglichst große Angriffsfläche zu bieten.

Da die Restpflanze ohne Kolben keine Stärke enthält, beeinflusst das Verhältnis von Restpflanze zu Kol-

ben wesentlich den Stärkegehalt in der Maissilage. Dies trifft in eingeschränktem Maße auch für LKS zu.

## 5. Mineralstoffe

Die bei der Weender Analyse ausgewiesene Rohasche enthält neben den vom Tierkörper benötigten Mineralstoffen auch Sand, der als HCL-unlösliche Asche noch gesondert ermittelt werden kann. Diese ist in der Tierernährung keinesfalls erwünscht. Bei den Ernteverfahren für die verschiedenen Maisfuttermittel besteht allerdings kaum die Gefahr, dass in größerem Umfang Erde in das Erntegut gelangt. Dennoch spielt gerade der Rohaschegehalt für den Energiegehalt der Maissilage eine erhebliche Rolle, da ein zunehmender Rohaschegehalt den Energiegehalt mindert. Bei den Mineralstoffen interessiert besonders Calcium, Phosphor, Magnesium, Natrium und Kalium, bei den Spurenelementen Eisen, Zink, Mangan, Kupfer, Kobalt, Jod und Selen.

Die Mineralstoffgehalte der wichtigsten Maisfuttermittel sind in der Tabelle 1 aufgeführt. Sowohl Maissilage als auch Maiskörner sind relativ mineralstoffarm. Dies trifft besonders für Calcium und Natrium zu. Der Phosphorgehalt liegt in einem mittleren Bereich. Für Tiere mit einhöhl-

gem Magensystem (Schweine, Geflügel) ist der Phosphor allerdings schlecht verwertbar, da er überwiegend in der Phytat-Bindung vorliegt und diese Tiere nicht über das für die Verdauung dieser Verbindung erforderliche Enzym Phytase verfügen. Die Verdaulichkeit hängt deshalb von dem im Futtermittel vorhandenen Phytasegehalt ab. Dieser schwankt unter anderem je nach Erntestadium und Konservierungsbedingungen. Er ist z. B. in CCM höher als in getrockneten Maiskörnern, woraus die in der Tabelle ersichtlichen Unterschiede im Gehalt an verdaulichem Phosphor resultieren. Das für Schweine in jüngster Zeit neu eingeführte Bewertungssystem „Verdaulicher Phosphor“ berücksichtigt dies. In der Milchviehfütterung ist der im Vergleich zu Grasprodukten niedrigere Kaliumgehalt positiv zu bewerten.

Der Gehalt an Spurenelementen ist in der Tabelle 2 aufgeführt. Die Gehalte sind im Vergleich zum Bedarf der Tiere relativ niedrig. Außerdem ist zu berücksichtigen, dass sie großen Schwankungen unterliegen und deshalb stets eine Spurenelementergänzung vorzunehmen ist.

**Tabelle 1:**  
**Mineralstoffgehalte**  
**in Maisfuttermitteln**  
Angaben in mg/kg  
Trockenmasse

Futtermittel	Ca	P	vP*)	Mg	Na	K
Maissilage						
- Beginn der Teigreife	3,3	2,6	1,1	1,5	0,1	14,4
- Ende der Teigreife	2,9	2,6	1,1	1,7	0,1	13,1
Lieschkolben-						
schrotsilage (LKS)	1,0	3,2	1,6	1,4	0,2	12,4
Corn-Cob-Mix (CCM)	0,3	3,2	1,6	1,2	0,2	4,8
Maiskörner	0,5	3,2	0,5	1,1	0,1	3,4
*) verdaulicher Phosphor (Schweine)						

Quelle: Kleiner Helfer für die Berechnung von Futtrationen – Wiederkäuer und Schweine, 10. Auflage 1999

	Maissilage		CCM	Mais- körner
	milchreif	teigreif		
Eisen (Fe)	176	209	32	32
Mangan (Mn)	32	44	9	9
Zink (Zn)	25	25	21	31
Kupfer (Cu)	3,7	3,7	5,4	3,8
Kobalt (Co)	0,07	0,09	< 0,10	0,13
Jod (J)	–	–	–	0,38
Selen (Se)	–	0,18	0,10	0,10

Quelle: täglich Mineralfutter, 8. Auflage 2000

**Tabelle 2:**  
Spurenelement-  
gehalte in Mais-  
futtermitteln  
(Angaben in mg je kg  
Trockenmasse)

## 6. Vitamine

Bei pflanzlichen Futtermitteln interessiert hauptsächlich der Gehalt an  $\beta$ -Carotin – dem so genannten Pro-Vitamin A. Dieses wird u.a. im Organismus zum Aufbau von Vitamin A verwendet.  $\beta$ -Carotin hat jedoch hinsichtlich des Brunstgeschehens eine eigene Funktion, die nicht vom Vitamin A übernommen werden kann. Maissilage ist im Vergleich zu Grassilage arm an  $\beta$ -Carotin. In Maissorten, deren Restpflanze bei der Ernte noch grün ist, ist der Carotingehalt jedoch deutlich höher.

Maiskörner und in der Folge auch körnerreiche Silagen enthalten auch nennenswerte Mengen an Vitamin E. Vitamin E ist der Sammelbegriff für verschiedene Verbindungen von Tocopherolen und Tocotrienolen. Die biologische Wirksamkeit der im Getreide vorhandenen Tocopherolverbindungen ist jedoch wesentlich geringer als die der handelsüblichen Vitamin E-Präparate.

## 7. Energetischer Futterwert

Voraussetzung für die Verwertung von Nährstoffen im Stoffwechsel und deren energetische Nutzung ist die Verdaulichkeit des Futtermittels. Diese wird im Tierversuch ermittelt. Aus den verdaulichen Nährstoffen wird die verdauliche Energie abgeleitet, die zurzeit noch in der Pferdefütterung als Energiemaßstab angewendet wird. Eine genauere Vorhersage über die Leistung von Futtermitteln wird durch die Berücksichtigung der Energieverluste über

Die Häcksellänge entscheidet über die Strukturwirksamkeit der Maissilage





Für die praktische Fütterung muss der energetische Futterwert durch Schätzverfahren ermittelt werden



### Schätzverfahren zur Bestimmung des energetischen Futterwertes von Silomais

Für Maissilage kann die Schätzung auf der Basis von Rohnährstoffen nach der Gleichung

$$\text{ME (MJ/kg T)} = 14,03 - 0,01386 \times \text{g Rohfaser} - 0,01018 \times \text{g Rohasche} \text{ erfolgen.}$$

Eine andere Formel berücksichtigt die auf der Basis der Cellulosemethode ermittelte enzymunlösliche organische Substanz (EULOS) sowie die Rohasche und das Rohprotein:

$$\text{ME (MJ/kg T)} = 14,27 - 0,0147 \times \text{g Rohasche} - 0,0120 \times \text{g EULOS} + 0,00234 \times \text{g Rohprotein.}$$

Die Schätzgleichungen berechnen jeweils den ME-Gehalt. Dieser wird nach Weissbach u.a. wie folgt auf NEL umgerechnet:

$$\text{NEL} = \text{ME} (0,45 + 13,40 \text{ ME} : (1000 - \text{Rohasche})).$$

den Harn und insbesondere bei Wiederkäuern durch das bei der mikrobiellen Fermentation entstehende Methan möglich. Werden diese von der Verdaulichen Energie abgezogen, erhält man die Umsetzbare Energie (ME, englisch: „metabolisable energy“). Sie ist in der Schweine-, Geflügel- und Rinder (Aufzucht und Mast)-fütterung der gültige Energiemaßstab, wobei bei Schweinen noch weitere Korrekturen (bakteriell fermentierbare Substanz) vorgenommen werden. Wird von der umsetzbaren Energie noch die thermische Energie in Abzug gebracht, kommt man zu der Nettoenergie. Diese wird in der Milchviehfütterung als Maßstab

(NEL= Nettoenergie-Laktation) verwendet.

Für die Bestimmung des energetischen Futterwertes ist zunächst die Durchführung von Verdauungsversuchen erforderlich. Diese Vorgehensweise ist für Routineuntersuchungen zu zeit- und kostenaufwendig. Für die praktische Fütterung ist es deshalb von Interesse, über vereinfachte, auf wenige Analysenwerte gestützte Schätzverfahren eine ausreichend genaue Aussage über den energetischen Futterwert der im Betrieb erzeugten Grobfuttermittel zu bekommen. Hierfür sind von der Gesellschaft für Ernährungsphysiologie 1997 für den Wiederkäuer entsprechende Schätzgleichungen empfohlen worden.

Bei CCM wird der Energiegehalt für Schweine und Geflügel in erster Linie vom Rohfasergehalt beeinflusst. Da der Rohfasergehalt in CCM sehr stark durch Einflüsse von Sorte, Standort, Witterungsverlauf, Erntezeitpunkt und Erntetechnik schwanken kann, muss im Einzelbetrieb in jedem Fall eine Futterwertuntersuchung durchgeführt werden. Für das Schwein lässt sich der energetische Futterwert von CCM nach Roth-Maier und Kirchgessner (1986) relativ genau anhand der beiden Kriterien Trockensubstanz- und Rohfasergehalt schätzen.

Der Rohfasergehalt von CCM kann sehr stark durch den Einfluss von Sorte, Witterung, Erntezeitpunkt und Erntetechnik schwanken



**Schätzverfahren zur Bestimmung des energetischen Futterwertes von CCM**  
 **$ME (MJ/kg T) = 16,03 + 0,0062 \times \% T \text{ minus } 0,299 \times \% \text{ Rohfaser i. d. T.}$**

# III. Welche Faktoren beeinflussen den Futterwert?

Da der Silomais einerseits mit 74 % der Maisanbaufläche die größte Bedeutung für die landwirtschaftlichen Betriebe hat und andererseits viele Faktoren den Futterwert beeinflussen können, beziehen sich die Ausführungen hauptsächlich auf diese Verwertungsform.

Silomais ist in erster Linie ein Energiefuttermittel. Deshalb ist es wichtig, durch entsprechende produktionstechnische Maßnahmen den hohen Anforderungen hinsichtlich des energetischen Futterwertes

zu entsprechen. Hierzu gehören pflanzenbauliche Maßnahmen, die Sortenwahl, der Erntezeitpunkt, die Häcksel-, Silier- und Fütterungstechnik. Für den Futterwert ist letztlich die Maissilage entscheidend, die den Tieren im Futtertrog zur Verfügung gestellt wird. Folgende Zielwerte müssen angestrebt werden: (s. nebenstehende Tabelle S. 19).

Auf die pflanzenbaulichen und sortenspezifischen Einzelfaktoren kann im Rahmen dieser Broschüre nicht eingegangen werden. Hier

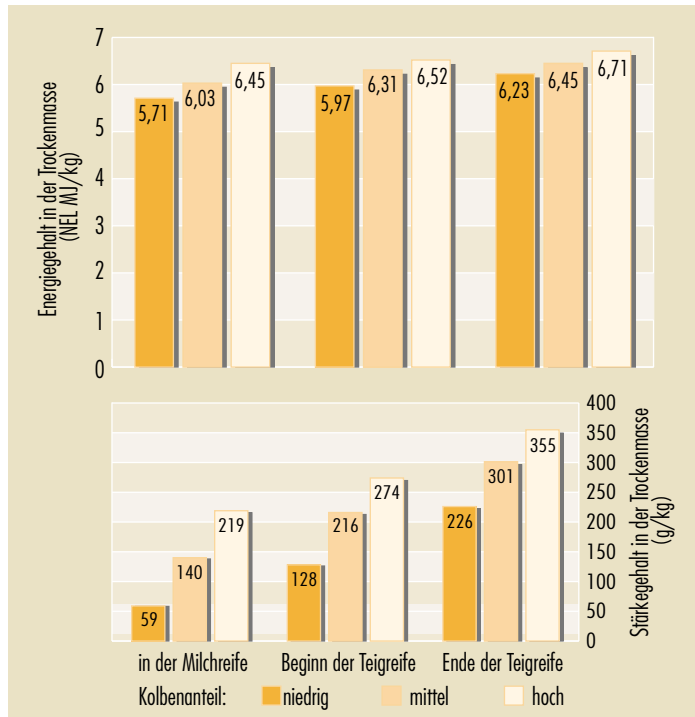


Abbildung 3: Energie- und Stärkegehalt in Maissilage in Abhängigkeit vom Reifestadium und Kolbenanteil

werden die Einflussfaktoren der Ernte und Häckseltechnik, der Konservierung und Verfütterung behandelt.

In der Abbildung 3 ist die Energiekonzentration (=MJ NEL/kg T) in Abhängigkeit vom Reifestadium und jeweils vom Kolbenanteil dargestellt. Hier wird die Bedeutung des Kolbenanteils deutlich, der durch entsprechende Sortenwahl zu beeinflussen ist. Als optimaler Erntezeitpunkt ist aus der Abbildung das Reifestadium „Ende der Teigreife“ abzuleiten. Bei kolbenstarken Beständen liegt der Trockensubstanzgehalt des optimalen Reifebereiches bei 30 – 38 %.

Im unteren Teil der Abbildung 3 ist der Stärkegehalt aufgeführt, der eng mit dem Kolbenanteil korrespondiert und entscheidend für den Energiegehalt ist. Dieser wird allerdings nicht allein vom Stärkegehalt, sondern auch von den Nährstoffgehalten und deren Verdaulichkeit in der Restpflanze bestimmt.

## 1. Erntetechnik

Der Kolbenanteil an der Maissilage kann in gewissen Grenzen durch die **Schnitthöhe** beeinflusst werden. Nach Untersuchungen von Jilg (1991) ist die Energiedichte der Restpflanze in den Abschnitten unterhalb der Kolbenzone (bis zu einer Höhe von 55 cm) am niedrigsten – bedingt durch die sehr hohen Rohfasergehalte. Wenn der Mais etwa auf dieser Höhe geschnitten wird, kann die Energiekonzentration in der Trockenmasse im Vergleich zum Tiefschnitt um ca. 6 % erhöht werden. Man verzichtet dabei auf

Merkmale		Optimalbereich
T – Gehalt	%	30 – 38
Stärke	% in T	> 30
Rohfaser	% in T	17 - 20
Rohasche	% in T	< 4,0
Energie	MJ NEL/kg T	> 6,5
Milchsäure	% in FM	1,5 – 2,5
Essigsäure	% in FM	0,3 – 0,5
Häcksellänge	mm	6 – 8
Einsatz eines Korncrackers		
Lagerdichte	kg T / m <sup>3</sup>	250 – 290
Geruch: angenehm säuerlich, aromatisch, brotartig		
Farbe, Gefüge: dem Ausgangsmaterial entsprechend		

T= Trockenmasse; FM= Frischmasse

13 – 14 % des Trockenmasseertrages und auf 8 – 9 % des Energieertrages. Ein noch weitergehendes Verfahren ist die **Pflück-Häcksel-Silage**. Hier werden jeweils zwei Einzugseinheiten eines vier- oder sechsstufigen Maishäckslers gegen Pflückeinheiten ausgetauscht, so dass wahlweise zu zwei Pflückreihen (nur Kolben) zwei, drei oder vier zusätzliche Maisreihen hinzugehäcksel werden. Je nach der Relation Pflückreihen zu Häckselreihen kann die Energiekonzentration in dieser

### Kenndaten einer guten Maissilage

Der Kolbenanteil der Maissilage kann in gewissen Grenzen durch die Schnitthöhe beeinflusst werden



## Forderungen hinsichtlich eines optimalen Siliererfolges

- Kapazität der Silobefüllung und Verdichtung gibt Schlagkraft der Erntetechnik vor
- Erntetechnik mit hoher Schnelligkeit und Sauberkeit
- Einsatz von Korncracker
- theoretische Häcksellänge von 6 – 8 mm
- Einsatz schwerer Walzschlepper
- max. 30 cm Schicht mit neuem Erntegut
- max. 4 km/h Fahrgeschwindigkeit
- Futterstock schnellstmöglich luftdicht abdecken
- Folie von 0,18 – 0,20 Stärke
- mindestens 3 Wochen Gärphase vor erster Öffnung

Pflück-Häckselilage um bis zu 10 % erhöht werden. Das Problem, sowohl bei der Hochschnittsilage als auch bei der Pflück-Häckselilage, besteht darin, dass die verbleibenden Restpflanzen bzw. Stoppeln zerkleinert und eingearbeitet werden müssen. Ob diese Verfahren für einen Betrieb sinnvoll sind, hängt u.a.



Das Häckselgut muss im Silo intensiv verdichtet werden

davon ab, ob auf die relativ gute Strukturwirksamkeit einer Tiefchnittsilage verzichtet werden kann und die „angereicherte“ Maissilage vorwiegend zur Energieaufwertung der Ration eingesetzt werden soll.

## 2. Häckseltechnik

Die Häckseltechnik ist von besonderer Bedeutung für den Futterwert der Maissilage.

Bei Ernte in der Teigreife sind die Maiskörner bereits relativ ausgereift. Damit sie von den Rindern optimal verdaut werden können, müssen sie sehr gut zerkleinert sein. Ansonsten wird ein mehr oder weniger großer Teil unverdaut mit dem Kot ausgeschieden, was gleichbedeutend mit Energieverlusten ist. Die notwendige Zerkleinerung der Körner kann nur mittels eines Korncrackers erreicht werden.

Die Restpflanze soll dagegen nicht zu intensiv zerkleinert werden, um die Strukturwirksamkeit möglichst zu erhalten. Die Häcksellänge muss jedoch so gewählt werden, dass eine sehr hohe Verdichtung des Erntematerials im Silo noch realisierbar ist. Die theoretische Häcksellänge richtet sich nach dem Trockenmassegehalt der Maissilage. Ist die Restpflanze noch grün, kann sie bei 8 mm liegen. Bei stärker abgereifter Restpflanze kann eine weitere Minderung der Häcksellänge bis auf 4 mm die Futtermaterialeinnahme noch deutlich erhöhen. Allerdings darf dann bei der Futtervorlage keine Nachzerkleinerung durch die Entnahme- und Mischtechnik erfolgen. Die genannten Häcksel-längen verbessern gegenüber sol-



### **Problem: Nacherwärmung**

Wird die Silage nach dem Öffnen des Silos warm, ist dies auf Umsetzungen von Hefen und Schimmelpilzen zurückzuführen. Diese haben im Endeffekt einen Verderb zur Folge und bedeuten somit hohe Verluste. Derartige Silage führt zu einer verringerten Futteraufnahme und einem Leistungsrückgang. Deshalb müssen in erster Linie solche Probleme vermieden werden. Wenn sie erst einmal auftreten, gibt es kaum wirksame Gegenmaßnahmen.

Die Vermeidungsstrategien zur Minderung des Nacherwärmungsrisikos betreffen einmal das Einsilieren. Alle Maßnahmen, die zu einem optimalen Silierfolg führen, minimieren auch das Nacherwärmungsrisiko. In erster Linie ist hier nochmals auf den Trockenmassegehalt bei Maissilage hinzuweisen, der in Problemfällen eher bei 30 als bei 38 % liegen sollte.

Unverzichtbar ist die Messung der Dichtlagerung. Bei 33 % Trockenmassegehalt sollte die Dichte  $270 \text{ kg T/m}^3$  erreichen. Je trockener die Silage ist, desto höher muss die Dichtlagerung sein. Nach Spiekers (2002) gilt als Faustzahl, dass bei T-Gehalten über 33 % mit jedem Prozentpunkt Trockenmasse mehr, die Dichte um etwa  $10 \text{ kg T/m}^3$  ansteigen sollte.

Als weiterer wesentlicher Einflussfaktor ist der Vorschub im Silo zu nennen. In kühleren Jahreszeiten ist die Entnahme von 1 m pro Woche als untere Grenze zu betrachten.

Im Sommer sollte der wöchentliche Vorschub 2 – 3 m betragen. Der erforderliche Vorschub muss durch die Dimensionierung des Silos sowie die richtige Silobefüllhöhe ermöglicht werden. Außerdem sollte die Entnahmetechnik auf keinen Fall den Anschnittbereich lockern und damit einen Luftzutritt in den Silostock ermöglichen.



Betriebe, in denen es bereits öfter Probleme mit Nacherwärmung gab, sollten vorrangig ein Siliermittel mit dem DLG-Gütezeichen II (Verbesserung der aeroben Stabilität) einsetzen. Zusätzlich heterofermentative Milchsäurebakterien sind über vermehrte Essigsäurebildung wirksam. Säurezusätze sind wirkungsvoll, jedoch relativ teuer. Auch der Zusatz von 5 kg Futterharnstoff je Tonne Frischmasse hat sich als geeignet erwiesen, die aerobe Stabilität von Maissilage zu verbessern. Durch diese Maßnahme wird gleichzeitig die Ruminale Stickstoffbilanz (RNB) der Maissilage erhöht.

**Die Dimensionierung des Silos und die Befüllhöhe beeinflussen den Vorschub**



chen, die größer als 12 – 15 mm sind, eindeutig auch die mögliche Verdichtung des Erntematerials.

Bei CCM ist die ausreichende Zerkleinerung des Erntegutes mit leistungsfähigen Mühlen von großer Bedeutung. Für die Schweinefütterung sollten über 80 % des Erntegutes kleiner als 2 mm, maximal 55 % kleiner als 1 mm sein.

### 3. Konservierung

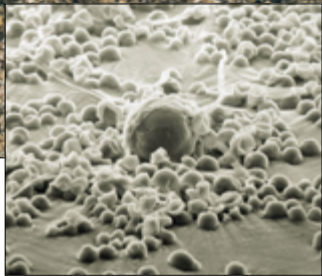
Konservieren heißt haltbar machen. Dies ist im Grunde für alle Futtermittel notwendig, die nicht sofort in frischem Zustand verfüttert werden. Für Körner ist das gängigste Verfahren die Trocknung. Futtermittel mit weniger als 14 % Wassergehalt sind bei ordnungsgemäßer Lagerung haltbar. Für feuchte Futtermittel ist die Silierung die sicherste und kostengünstigste Methode. Maisfuttermittel sind leicht vergärbare, weshalb im Prinzip mit einem sehr guten Siliererfolg gerechnet werden kann. Wenn in der Praxis das Ergebnis nicht immer befriedigt, sind vielfach gravierende verfahrenstechnische Mängel dafür die Ursache. Hier sind in erster Linie die Erntetechnik, die Silobefüllung und Verdichtung, die Abdeckung sowie die Futterentnahme anzusprechen.

Die Forderung hinsichtlich der Erntetechnik sind hohe Schlagkraft, Schnelligkeit und Sauberkeit. Auf die Häcksellänge und Kornzerkleinerung wurde bereits eingegangen. Sie sind wesentliche Voraussetzungen für den Siliererfolg. Hohe Schlagkraft und Schnelligkeit treffen in der Regel für die Häckslers auf dem Felde



zu, schaffen jedoch oft Probleme bzgl. der Verteilung und Verdichtung des Erntematerials im Silo.

Es besteht also die Notwendigkeit, das Ernteverfahren und die Verdichtungsmöglichkeit im Silo aufeinander abzustimmen. Nur bei Einsatz sehr schwerer Walzschlepper mit Planierschild können große Mengen an Erntematerial überhaupt ausreichend verdichtet werden. Pro Walzgang dürfen nur Schichten von maximal 30 cm je Abladevorgang aufgeschüttet werden. Die Walzgeschwindigkeit muss weniger als 4 km pro Stunde betragen, jede Schicht muss mindestens viermal überfahren werden. Schlecht verdichtete Regionen im Silostock, wie insbesondere die Randzonen, sind die Problemstellen, in denen sich Hefe- und Schimmelpilze halten und vermehren. Das Silo muss jedoch insgesamt zügig befüllt werden, längere Befüllpausen sind zu vermeiden. Die fachgerechte Silobefüllung wird durch eine schnellstmögliche



Schimmelnest  
in der Silage  
Kleines Foto:  
*Monascus ruber*,  
elektronenmikros-  
kopische Aufnahme

Bedingungen ist der Einsatz von Siliermitteln in Form von Säureprodukten für Partien, die im Frühjahr verfüttert werden, notwendig. Dies ist auch bei CCM mit Trockenmassegehalten über 60 % sowie bei geringerem Vorschub dringend zu empfehlen. Eine gute CCM-Silage soll entsprechend dem Ausgangsmaterial hellgelb aussehen und einen angenehmen brotartigen Geruch aufweisen. Einfach messbar ist die Silierqualität über den pH-Wert, der zwischen 3,8 und 4,2 liegen sollte.

## 4. Schimmelbildung und Mykotoxine

Schimmelpilzbefall von Futtermitteln führt zu einem direkten Qualitätsverlust. Weiterhin kann daraus eine Belastung mit Mykotoxinen resultieren. Mykotoxinhaltige Futtermittel können die Gesundheit und Leistungsfähigkeit der Tiere beeinträchtigen und über die vom Tier stammenden Lebensmittel in die Nahrungskette des Menschen gelangen.

Eine bestimmte Gruppe von Schimmelpilzen, deren natürlicher Lebensraum der Erdboden ist, können bereits die Pflanzen auf dem Feld befallen. Klimatische, sortenbedingte und anbautechnische Einflussfaktoren sind für das Ausmaß eines eventuellen Befalls ausschlaggebend. Infektionsfördernde Risikofaktoren sind feuchte Witterung, anbauanfällige Sorten, einseitige Fruchtfolgen, ungünstige Standorte, unausgewogene Düngung, Verletzung des Pflanzengewebes, späte Ernte und Verbleib von infizierten

luftdichte Abdeckung des Futterstockes abgeschlossen. Nur eine gut aufliegende Qualitätsfolie mit einer Stärke von 0,18 – 0,20 mm, die ganzflächig belastet ist, gewährleistet einen sicheren Luftabschluss. Da die Hauptgärphase bei Mais etwa drei Wochen dauert, darf das Silo nicht vorher geöffnet werden.

Die Silierung von CCM muss äußerst sorgfältig erfolgen, um Nacherwärmungen besonders in der warmen Jahreszeit zu vermeiden. Bei Flachsilos sollten die Seitenwände mit Folie ausgelegt werden. Beim Befüllen des Silos muss eine sehr gute Verdichtung vorgenommen werden. Die Siloabmessungen (Silobreite, Befüllhöhe) sind so zu wählen, dass der tägliche Vorschub im Winter mehr als 10 cm und im Sommer mehr als 15 cm beträgt.

Auch bei Realisierung all dieser

Ernterückständen auf dem Boden.

Unter mitteleuropäischen Bedingungen können beim Mais auf dem Feld vor allem Schimmelpilze der Gattung *Fusarium* vorkommen. Sie können Mykotoxine bilden, von denen Desoxygenivalenol (DON) und Zearalenon (ZON) eine größere Bedeutung haben. Diese wirken sich bei hohen Konzentrationen negativ auf Futteraufnahme und Verdauung (Futterverweigerung, Erbrechen, Durchfall, Blutungen im Magen u.a.) und auf die Fruchtbarkeit aus (östrogene Wirkung von Zearalenon). Bei weiblichen Tieren äußert sich dies in einer Schwellung des Gesäßes, Ödemen an Scham und Scheide, Scheiden- und Mastdarmvorfall, übermäßiger Vergrößerung der Gebärmutter, Schwund der Eierstöcke, verringerter Wurfgröße, Fehlgeburten oder Frühgeburten und Unfruchtbarkeit. Eine besonders empfindliche Tierart ist das Schwein. Zum anderen können diese beiden Toxine als „Leitsubstanzen“ für die Toxinbelastung von Futtermitteln angesehen werden. Für sie liegen

Orientierungswerte für Futtermischungen vor, bei deren Unterschreitung nach derzeitigem Wissensstand Gesundheit, Produktqualität und Leistungsfähigkeit nicht beeinträchtigt werden. Bei Desoxygenivalenol beträgt der Orientierungswert für Schweine 1,0 mg/kg luftgetrocknetem Futter, bei Milchkühen, Mast- und Aufzuchtrindern 5,0 mg. Dieser Wert gilt auch für Geflügel. Bei Zearalenon beträgt der Orientierungswert für Zuchtläufer 0,05 mg/kg luftgetrocknetem Futter, für Mast- und Zuchtschweine 0,25 mg sowie für weibliche Aufzuchtrinder und Milchkühe 0,5 mg. Für Mastrinder und Geflügel ist nach derzeitigem Wissensstand kein Orientierungswert erforderlich.

Bei der Lagerung im Silo kann es ebenfalls zu Schimmelbildung kommen und zwar immer dann, wenn sich Luft im Futterstock befindet! Bei Maissilage und CCM können insbesondere zwei Lagerpilze auftreten. Es sind dies *Monascus ruber* mit roten bis rötlichen Knollen und *Penicillium roqueforti*, der je nach Entwicklungsstadium weiße bis grünlich-bläuliche Pilzgeflechte bildet. Beide Pilzarten erzeugen nur schwach toxinogene Stoffwechselprodukte. Sichtbare Knollen bzw. Schichten dieser Pilze sollten jedoch in jedem Fall vorsorglich ausgesondert werden.

Schimmelpilzbefall bei Silomais wird durch entsprechende pflanzenbauliche Maßnahmen, Einhaltung der Silierbedingungen sowie Sorgfalt bei der Futterentnahme und Verfütterung vermieden.

Nur eine gut aufliegende Qualitätsfolie gewährleistet einen sicheren Luftabschluss



# IV. Wie werden die Maisprodukte in der Fütterung eingesetzt?

Die in dieser Broschüre besprochenen Maisfuttermittel werden bei nahezu allen landwirtschaftlichen Nutztieren – allerdings mit unterschiedlicher mengenmäßiger Bedeutung – eingesetzt. Maissilage ist vielfach in der Milchvieh- und generell in der Bullenmastfütterung das bedeutendste Grobfutter. Aber auch in der Pferdefütterung und in der Sauenfütterung kann sie eingesetzt werden. In der Schweinefütterung spielt in bestimmten Regionen Deutschlands CCM als Mastfutter eine dominierende Rolle. Aber auch in der Milchviehfütterung kann CCM oder LKS erfolgreich als Kraftfutter verwendet werden. Körnermais ist traditionell eine wichtige Komponente im Geflügelfutter. Inzwischen findet er jedoch auch vermehrt in der Fütterung von Hochleistungskühen Verwendung. Im Folgenden wird auf die Fütterung bei einzelnen Tierarten näher eingegangen

## 1. Mais in der Milchviehfütterung

Aus ökonomischen Gründen ist die Realisierung möglichst hoher Milchleistungen je Kuh und Jahr erforderlich. In vielen Herden sind die genetischen Voraussetzungen für Leistungen zwischen 8.000 – 10.000 Liter gegeben oder durch konsequente Zuchtmaßnahmen zu realisieren. Hochleistungstiere stellen allerdings an die Fütterung sehr hohe Anforderungen. Bei begrenztem Futteraufnahmevermögen ist besonders die leistungsgerechte Energieversorgung schwierig abzuschern. Über Kraftfutter allein ist dies nicht mehr möglich, der Einsatz von

Grobfuttermitteln mit hoher Energiedichte ist für eine leistungs- und wiederkäuergerechte Fütterung unabdingbare Voraussetzung. Neben

Maissilage ist für Milchvieh das bedeutendste Grobfutter



**Tabelle 3:**  
Orientierungswerte  
für die Versorgung  
von Milchkühen  
mit Kohlenhydraten  
nach Leistungs-  
niveau und  
Laktationsstand

Phase Leistungsniveau der Herde, .... kg	Anfütterung	Frischmelk		Altmelk	
		10.000	8.000	10.000	8.000
Milch, kg Tag		42	37	25	22
unbeständige Stärke und Zucker, g/kg T *					
– Minimum	100	150	125	75	75
– Maximum	200	250	250	225	200
beständige Stärke, g/kg T *					
– Minimum	15 **	30	20	–	–
– Maximum	–	60	60	30	30

\* Spanne in der Gesamtration \*\* je nach Leistungshöhe und Rationstyp

Quelle: DLG-Informationen 02/2001

der quantitativen Energieversorgung gewinnen bei Hochleistungskühen auch qualitative Aspekte des Energieangebotes an Bedeutung. In diesem Zusammenhang ist besonders auf den Bereich Stärke/Zucker unter Einbeziehung der Stärkebeständigkeit hinzuweisen. Es interessieren dabei die Gehalte an Zucker, beständiger Stärke und unbeständiger Stärke plus Zucker in der Gesamtration.

Um diese Kriterien bei der Rationsplanung berücksichtigen zu können, sind geeignete Empfehlungen für die anzustrebenden Gehalte

erforderlich. In der Tabelle 3 sind Orientierungswerte zusammengestellt. Sie werden in den folgenden Rationsbeispielen mit in die Beurteilung einbezogen. Für die wichtigsten Maisfuttermittel ist der Futterwert für Rinder in der Tabelle 4 zusammengestellt.

## Futtermitteln

In der Tabelle 5 sind Rationen mit unterschiedlichen Maissilageanteilen aufgeführt. Bei den Rationen 1, 2 und 3 handelt es sich um jeweils ausgeglichene Grundrationen. Zu einer Grassilage mittlerer Qualität

**Tabelle 4:**  
Futterwert der  
wichtigsten Mais-  
futtermittel für  
Rinder

Futtermittel	T	1 kg Futtermittel enthält							
		NEL	ME	nXP	RNB	Roh- protein	Roh- faser	Stärke + Zucker	best. Stärke
		%	MJ	MJ	g	g	g	g	g
Maissilage									
Beginn der Teigreife									
KA mittel (35 - 45 %)	27	1,70	2,84	35	– 2	24	57	58	15
KA hoch (> 45 %)	29	1,89	3,13	39	– 2	25	54	78	22
Ende der Teigreife									
KA mittel (45 - 55 %)	35	2,26	3,75	46	– 3	28	70	105	30
KA hoch (> 55 %)	38	2,55	4,20	51	– 3	30	67	135	39
Lieschkolbenschrotsilage	50	3,69	5,99	73	– 5	45	72	198	58
Corn-Cob-Mix (CCM)	60	4,85	7,73	95	– 5	63	31	383	114
Maiskörner	88	7,38	11,70	144	– 8	93	23	627	257

Quelle: DLG-Futterwerttabelle – Wiederkäuer 1997 und DLG-Information 2/2001 (Kolbenanteil = KA)

wurde eine sehr gute Maissilage (6,7 MJ NEL/kg T) gewählt, um den Einfluss auf die Rationen deutlich herauszustellen. Die Rationen haben einen unterschiedlichen Eiweißergänzungsbedarf, der hier über entsprechende Sojaextraktionsschrotmengen bis zu einer ausgeglichenen RNB gedeckt wird. Der energetische Milcherzeugungswert steigt mit zunehmendem Maissilageanteil um 4 bzw. 3 Liter an. Die Zuckergehalte liegen generell sehr niedrig, die Gehalte an beständiger Stärke dagegen hoch. In der Ration 3 wird der Orientierungswert sogar erheblich überschritten. Bei niedrig leistenden Kühen besteht die Gefahr der Energieübersorgung und damit der Verfettung. Hier ist der Maissilageanteil zu reduzieren. Es muss allerdings beachtet werden, dass die gewählte Maissilagequalität mit 35 % Stärke in der Trockenmasse in vielen Betrieben nicht erreicht wird.

Die Rationen 1 a, 2 a und 3 a sind auf eine Milchleistung von 30 Liter ausgerichtet. Es wurden jeweils unterschiedliche Milchleistungsfutter (MLF) eingesetzt, um die Anforderungen hinsichtlich der Kohlenhydratfraktionen zu erfüllen. Das MLF 19/4 hat ei-

## Empfehlungen für die Praxis

1. Bei geringen Maissilageanteilen muss das Leistungsfutter mehr beständige Stärke enthalten.
2. Zu Rationen mit bester Maissilage sollte ein Teil des Leistungsfutters aus Getreide bestehen, das einen höheren Anteil an unbeständiger Stärke in die Rationen bringt.

Die erforderliche Mineralstoffergänzung ist von den Gehalten in den Futtermitteln, dem Einsatz von mineralisiertem Milchleistungsfutter sowie dem Leistungsniveau abhängig. In den Rationsbeispielen wurde eine Mindestmenge von 0,10 kg je Tier und Tag wegen der erforderlichen Spurenelementversorgung nicht unterschritten.

**Tabelle 5:**  
Rationen mit unterschiedlichen  
Maissilageanteilen  
(Futtermengen je Tier und Tag)

Maissilageanteil an Grobfutter - T Ration	34 %		50 %		68 %	
	1	1a	2	2a	3	3a
Grassilage grasreich, 1.N. (35 % T) mittlere Qualität kg	25	22	20	18	13	11
Maissilage Ende Teigreife. (38 % T) KA hoch kg	13	11	20	18	27	24
Mineralfutter 6% Ca, 0% P, 8% Na kg	0,10	0,10	–	–	–	–
Mineralfutter 21% Ca, 3% P, 12% Na kg	–	–	0,10	0,10	0,12	0,17
Sojaextraktionsschrot kg	0,7	0,7	1,5	1,5	2,5	3,0
Körnermais kg	–	1,0	–	–	–	–
Weizen kg	–	–	–	2,0	–	2,0
Milchleistungsfutter 19/4 kg	–	7,5	–	–	–	–
Milchleistungsfutter 20/4 kg	–	–	–	4,0	–	–
Milchleistungsfutter 18/3 kg	–	–	–	–	–	2,5
<b>MEW nach NEL kg</b>	<b>16</b>	<b>30</b>	<b>20</b>	<b>30</b>	<b>23</b>	<b>30</b>
nach nXP kg	18	32	22	32	25	32
RNB g	3	22	0	28	1	23
Zucker g/kg T	8	39	14	34	20	33
beständige Stärke g/kg T	46	43	64	57	81	74
unbeständige Stärke und Zucker g/kg T	84	165	120	192	156	206
Strukturwert SW/kg T	2,39	1,54	2,07	1,54	1,74	1,33

MEW= Milcherzeugungswert

Rationen 1,2,3 = ausgeglichene Grundration

Rationen 1a,2a,3a = für 30 Liter Milchleistung



nen Energiegehalt von 7,2 MJ NEL sowie 175 g nXP mit 3g RNB je kg, das MLF 20/4 7,0 MJ NEL und 190 g nXP mit 8 g RNB. Bei dem MLF 18/3 handelt es sich um einen gängigen Typ mit 6,7 MJ NEL und 160 g nXP mit 3g RNB. Außerdem waren in der Ration 1a der Einsatz von 1 kg Körnermais sowie in den anderen beiden Rationen jeweils 2 kg Weizen sinnvoll, um einerseits den Gehalt an beständiger Stärke sowie andererseits den Gehalt an unbeständiger Stärke plus Zucker im Sinne einer optimalen Pansen-synchronisation zu verbessern.

In der Tabelle 6 ist ein Beispiel für TMR-Rationen dargestellt, und zwar ausgerichtet auf ein Leistungs-niveau von 35 und 25 Liter. Es handelt sich hier um sehr vielseitige Mischungen. Als Grobfutter wurde Grassilage mittlerer Qualität und teigreife Maissilage mit mittlerem Kolbenanteil (6,45 MJ NEL/kg T) eingesetzt. Die Vorgehensweise orientiert sich zwar auch an der Rationsberechnung für das Einzeltier. Entscheidend sind letztendlich jedoch die Energie- und Nährstoffgehalte in der Trockenmasse der Gesamtmischung. Hier interessiert besonders die Ration 4. Die ausgewiesenen Gehalte der TMR für die Hochleistungsgruppe entsprechen den gestellten Anforderungen für ein Leistungs-niveau von 35 kg Milch täglich.

Auch die Orientierungswerte für die Kohlenhydrate und den Strukturwert werden erreicht. Die angegebene erforderliche Trockenmasseaufnahmen je Kuh und Tag ist zur Abdeckung des Bedarfs für das angegebene Leistungs-niveau erforderlich und auch realistisch. Es kann davon ausgegangen werden, dass höher leistende Kühe entsprechend mehr fressen. Bei einer Futter-

**Tabelle 6:**  
**TMR-Rations-**  
**beispiel**  
(Futtermengen je Tier und Tag)

<b>Leistungsniveau</b>	<b>Liter</b>	<b>35</b>	<b>25</b>
<b>Ration</b>		<b>4</b>	<b>5</b>
Grassilage, mittel (35 % T)	kg	13	18
Maissilage, KA mittel (35 % T)	kg	13	18
Heu, 1. Schnitt, mittel	kg	1,0	0,5
CCM (60 % T)	kg	4	–
Biertrebersilage (26 % T)	kg	5	4
Pressschnittzelsilage (22 % T)	kg	6	–
Weizen	kg	2,4	2,0
Sojaextraktionsschrot	kg	1,6	0,5
Rapsextraktionsschrot	kg	1,5	1,5
Milchleistungsfutter 18/3	kg	2,5	1,0
Mineralfutter 20 % Ca, 3 % P, 10 % Na	kg	0,18	0,10
<b>Gehalte in der TMR</b>			
T-Gehalt	%	45	41
in der T: NEL	MJ	7,1	6,6
nXP	g	165	152
RNB	g	32	17
Zucker	g/kg T	31	23
beständige Stärke	g/kg T	52	45
unbeständige Stärke und			
Zucker	g/kg T	189	149
Strukturwert	SW/kg T	1,36	1,81
erforderliche T-Aufnahme je Tier und Tag	kg	22,0	18,5

T = Trockenmasse

aufnahme von z.B. 24 kg Trockenmasse reicht die Ration 4 für knapp 40 Liter. Eine weitere Erhöhung der Energiedichte der Ration 4 ist nur noch in geringen Grenzen möglich.

## 2. Mais in der Bullenmast

Zur Qualitätsfleischerzeugung über die Bullenmast muss die Fütterungsintensität so gesteuert werden, dass die Bullen möglichst jung das gewünschte Schlachtgewicht erreichen. Hierfür ist es erforderlich, die Wachstumsintensität der jungen Tiere voll auszuschöpfen, d.h. insbesondere die Energieversorgung für den Fleischansatz bei beschränkter Futteraufnahme sicherzustellen. Energiereiche Futtermittel, wie insbesondere teigreife Maissilage mit einem hohen Körneranteil, sind hierfür notwendig und müssen gezielt mit Kraftfutter zur Protein-, Mineral- und Wirkstoffversorgung, aber auch zur weiteren Steigerung der Energiedichte der Ration ergänzt werden. Entsprechende Fütterungsstrategien müssen sich nach der Tierrasse, der Futtergrundlage sowie dem angestrebten Endgewicht richten.

Standardmastverfahren ist die Maissilagefütterung zur freien Aufnahme, ergänzt durch geeignete Kraftfutttergaben. In der Tab. 7 ist als Beispiel eine Futterrationsliste für die Mast von Fleckviehbullen mit durchschnittlich 1300 g Tageszunahmen aufgeführt. Es wurde die bestmögliche Silagequalität (s. Tab. 4) unterstellt. Das Kraftfutter sollte 27 % Rohprotein enthalten und

Gewichtsabschnitt kg	tägl. Zunahmen g	Ø Futtermenge (kg / Tag) in Gewichtsabschnitt	
		Maissilage*	Kraftfutter**)
175 – 250	1150	6,6	2,4
250 – 350	1250	10,3	2,5
350 – 450	1550	13,9	2,7
450 – 550	1400	15,3	2,9
550 – 625	1200	16,6	3,0

T= Trockenmasse

\*) 38% T, 11,0 MJ ME/kg T

\*\*\*) 10,8 MJ ME / kg und 27 % Rohprotein

muss in den einzelnen Gewichtsabschnitten mengenmäßig angepasst werden.

Auch bei Mastbullen ist die Kohlenhydratfraktion in der aufgenommenen Ration von Interesse. Bei einer energetischen Aufwertung der Silomaisration über sehr hohe Anteile an Getreide, konnte in Fütterungsversuchen kein gravierender zusätzlicher Energiegewinn über die aufgenommene Gesamtration festgestellt werden. Schwarz u.a. (1991) stellten in einem Fütterungsversuch fest, dass bei hoher Kraftfuttterergänzung mit Weizen 1 kg Weizen-trockenmasse etwa 0,85 kg Maissi-

**Tabelle 7:**  
Futterrationsliste für die Mast von Fleckviehbullen

In der Bullenmast sichert Maissilage als energiereiches Futtermittel hohe Tageszunahmen



lagetrockenmasse verdrängt. Wurde die Steigerung der Kraftfuttermengen über Körnermais vorgenommen, trat ein deutlicher leistungssteigernder Effekt auf, da Körnermais wesentlich weniger Silomastrockenmasse aus der Ration verdrängte. Es ist also auch in der Bullenmast darauf zu achten, dass nicht zuviel unbeständige Stärke plus Zucker in der Gesamtration enthalten ist, um eine Pansenübersäuerung mit der Folge von verringerter Futteraufnahme zu vermeiden.

### 3. Mais in der Schweinefütterung

Der Futterwert der wichtigsten Futtermittel, die in der Schweinefütterung eingesetzt werden können, ist in der Tabelle 8 aufgeführt.

Maissilage kann in der so genannten „kombinierten Fütterung“ auch bei Zuchtsauen eingesetzt werden. Mit zunehmender Spezial-

sierung der Betriebe in Verbindung mit entsprechender Bestandsaufstockung wird diese Fütterungsmethode (Grobfutter und Kraftfutter) aus arbeitswirtschaftlichen Gründen immer weniger durchgeführt. Möglich ist dieses Fütterungsverfahren nur bei tragenden Sauen, da sie geringere Ansprüche an die Energie- und Nährstoffversorgung haben. Von einer körnerreichen Maissilage, die allerdings im Trockenmassegehalt möglichst im Bereich von 30 % liegen sollte, können täglich 5–6 kg je tragende Sau eingesetzt werden. Mit einer solchen Fütterung sind die Sauen besser gesättigt und dadurch ruhiger. Die Maissilage muss allerdings durch ein geeignetes Kraftfutter zur Sicherstellung der Aminosäuren-, Mineral- und Wirkstoffversorgung ergänzt werden.

Demgegenüber wird in der Schweinemast häufig CCM unter weitgehender Nutzung von Flüssigfütterungsanlagen eingesetzt. Für die Leistungsfähigkeit dieser Mastmischungen mit CCM ist ihre bedarfsgerechte Ausstattung mit Nähr-, Mineral- und Wirkstoffen ausschlaggebend. Diese orientiert sich am Leistungsniveau der Mastschweine. Die heutigen Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung beziehen sich auf 700, 800 und 900 g Tageszunahmen. Hinzu kommen die verschiedenen Mastverfahren, die von einphasiger über zwei- und dreiphasiger bis zur Multiphasen-Fütterung reichen. Mischungen mit CCM sollten deshalb betriebsspezifisch berechnet wer-

Mischungen mit CCM in der Schweinefütterung sollten betriebsspezifisch berechnet werden



Futtermittel	T %	1 kg Futtermittel enthält							
		ME MJ	Roh- protein g	Lysin g	Methio- nin + Cystin/g	Threo- nin g	Trypto- phan g	Roh- fett g	Roh- faser g
Maissilage Beginn der Teigreife KA mittel	27	2,44	24	0,6	0,7	0,8	0,1	9	57
Lieschkolben- schrotsilage (LKS)	50	5,91	45	1,1	1,9	1,6	0,2	17	72
Corn-Cob-Mix (CCM)	60	8,95	63	1,7	2,4	2,2	0,4	26	31
Maiskörnersilage	60	9,39	61	1,8	2,6	2,2	0,4	28	17
Maiskörner	88	14,08	93	2,7	4,0	3,3	0,6	40	23

den. Dann kann auch berücksichtigt werden, in welchem Umfang und in welcher Qualität CCM zur Verfügung steht. Mischungsverhältnisse von 60 % CCM zu 40 % Ergänzungsfutter Typ I, 70 % zu 30 % Ergänzungsfutter Typ II oder 80 – 85 % CCM zu 20 – 15 % Eiweißkonzentrat sind möglich und erfordern jeweils spezifische Ausstattungen an Aminosäuren, Mineral- und Wirkstoffen der Ergänzungsfuttermittel.

Hinsichtlich des mengenmäßigen Anteils von CCM in den Mastmischungen ist allerdings der Gehalt an mehrfach ungesättigten Fettsäuren (besonders Linol- und Linolensäure = Polyensäuren) zu beachten. Ein zu hoher Gehalt beeinflusst die Konsistenz von Speck und damit die Qualität von Dauerwaren (Rohwurst, Schinken) negativ. Während Triticale, Weizen und Gerste im Mittel rund 11, 12 und 16 g Polyensäure je kg T enthalten, weist CCM im Mittel 30 g auf. Nach Untersuchungen von Sommer (2000) variiert der Rohfettgehalt und damit auch

der Gehalt an Polyensäuren in CCM erheblich. Man kann davon ausgehen, dass der Polyensäurenanteil am Gesamtfettsäuremuster bei etwa 60 % liegt. Um den Grenzwert von 18 g Polyensäuren je kg Futtermischung nicht zu überschreiten, muss CCM mit Rohfettgehalten über 4 % in der Trockenmasse in der Mastmischung mengenmäßig begrenzt werden und zwar bei 5 % Rohfett auf 60 – 65 % und bei Gehalten oberhalb 5 % Rohfett im Mittel maximal auf ca. 50 % CCM in der Frischsubstanz der Gesamtration.

Auch in der Sauenfütterung hat sich CCM als Energiekomponente bestens bewährt. Da sich die Energiedichte von gutem CCM zwischen der von Gerste und Weizen bewegt, ergibt sich allerdings auch bei CCM-Mischungen an tragende Sauen wie bei anderen Kraftfuttermischungen das Problem der Sättigung bzw. der Energieübersversorgung. Eine entsprechende Rationierung und Ergänzung durch Ballastfutter wie Heu oder Stroh sind deshalb auch hier erforderlich.

**Tabelle 8:**  
Futterwert der  
wichtigsten Mais-  
futtermittel für  
Schweine

Mischungen mit CCM für säugende Sauen unterscheiden sich im Grunde nicht von denen für Mastschweine. Allerdings darf hier kein Mastergänzungsfutter bzw. Mastmineralfutter verwendet werden das Zusatzstoffe enthält, die futtermittelrechtlich nur für die Mast zugelassen sind. Ein energieärmeres Futter für tragende Sauen mit 11,4 MJ ME/kg oder ein Kompromissfutter mit 12,2 – 12,6 MJ ME/kg zu konzipieren, ist mit CCM nur unter Verwendung von Anteilen rohfaserreicher Futtermittel wie z.B. Hafer, Weizenkleie und Trockenschnitzel möglich.

## 4. Mais in der Geflügelfütterung

Schon Anfang der 80er Jahre hat die Eigenmischung von Geflügelfutter unter Verwendung von Getreide als alleinige Energiekomponente Eingang in die Praxis gefunden. Es lag daher nahe, auch das wirt-

schaftseigene Energiefutter CCM hierfür einzusetzen (Roth-Maier und Kirchgeßner, 1988).

Stoffwechselfersuche haben ergeben, dass CCM im Bereich zwischen 3,0 bis 6,5 % Rohfaser in der Trockenmasse einen Gehalt von 13,1 – 14,8 MJ ME je kg T hat. Die vergleichbaren Energiegehalte liegen in Maiskörnern bei 15,6 MJ, in Weizen bei 14,4 MJ und in Gerste bei 12,9 MJ ME.

In mehreren Fütterungsversuchen wurde die Verfütterung von CCM-Mischungen in Kombination mit einem Eiweißkonzentrat an Legehennen im Vergleich zu einem handelsüblich zusammengesetzten Aleinfuttermittel geprüft. Es zeigte sich, dass die Legehennen in der Lage waren, von der wegen des geringeren Trockensubstanzgehaltes voluminöseren Futtermischung eine höhere Menge aufzunehmen, so dass auf den Trockensubstanzgehalt bezogen, die Futteraufnahme ebenso hoch war wie bei Fertigfutter. Aus diesen Untersuchungen kann geschlossen werden, dass CCM mit einem Rohfasergehalt unter 7 % in der T als alleiniger Energieträger in Legehennen-Mischungen eingesetzt werden kann.

Eine bedarfsgerechte Ergänzung mit Protein, Mineralstoffen und Vitaminen ist selbstverständlich erforderlich, die Aufnahme von unlöslichem Grit sollte ermöglicht werden.

Auf der Basis CCM in Kombination entweder mit Sojaschrot, kohlenurem Futterkalk und Mineralfutter oder eiweißreichem Ergänzungsfutter lassen sich relativ

In der Hähnchenmast kann CCM mit Getreide kombiniert oder allein verfüttert werden



einfache Mischungen herstellen.

Auch in der Hähnchenmast kann CCM als alleiniges Energiefuttermittel oder mit Getreide kombiniert eingesetzt werden. Da Broiler einen höheren Proteinbedarf haben, sollte hier ein Eiweißkonzentrat mit 45 % Rohprotein verwendet werden. Bei einer Mastdauer von 42 Tagen beträgt der mittlere Tagesverzehr an CCM bei ad-libitum-Vorlage 72 g je Tier und Tag. Beim Broiler ist genau wie beim Schwein darauf zu achten, dass 75 – 80 % der Schrotpartikel kleiner als 2 mm sind.

Körnermais ist eine beliebte Komponente im Geflügelmischfutter. Da das Geflügel gelbe grobe Partikel bevorzugt, wird z.B. im Legehennenfutter bei entsprechender Futterstruktur (die Maiskörner werden lediglich gebrochen) etwas mehr Futter aufgenommen. Dies ist bei den leichten Legehennenherkünften mit sehr hohem Leistungsniveau ein wichtiger Aspekt. Der im Vergleich zu anderen Getreidearten höhere Rohfettgehalt mit hohem Linolsäureanteil beeinflusst die Eiggröße positiv. Schließlich enthält Körnermais einen natürlichen Gelbfarbstoff (Zeaxanthin), der in Verbindung mit Rotfarbstoffen für die Eidotterfärbung von Bedeutung ist.

## 5. Mais in der Pferdefütterung

Obwohl Pferde natürlicherweise gleiche Futtermittel wie Rinder fressen, baut sich der Verdauungskanal in einer anderen Reihenfolge auf. So findet beim Pferd zuerst die enzy-



matische Verdauung statt und anschließend wird im Dickdarm (insbesondere Blinddarm) faserreiches Futter durch Mikroorganismen aufgeschlossen.

Da das Pferd von Natur aus an eine stärkearme Futtergrundlage gewöhnt ist, produziert es nur geringe Mengen des stärkeaufschließenden Enzyms Amylase im Dünndarm. Daraus ergeben sich für die Pferdefütterung bestimmte Anforderungen. So ist ein hoher Anteil kaufähigen Raufutters und eine strikte Mengenbegrenzung stärkereicher Kraftfuttermittel je Mahlzeit notwendig. Hinsichtlich der Stärkeverdaulichkeit gibt es jedoch futtermittelspezifische Unterschiede. So wird die Stärke aus Hafer im Dünndarm sehr gut verdaut, was die traditionelle Verwendung dieser Getreideart in der Pferdefütterung erklärt. Maisstärke kann dagegen nur in geringem Maße enzymatisch aufgeschlossen werden. Durch gute Zerkleinerung (= feine Vermahlung) und besonders durch

**In der Pferdefütterung ist auf einen hohen Anteil kaufähigen Raufutters und eine streng geregelte Menge an stärkereichem Kraftfutter zu achten**



Wärmebehandlung wird die Verdaulichkeit erheblich verbessert. Zum anderen muss jedoch die Menge an Maisschrot auf 0,3 kg je 100 kg Körpergewicht und Mahlzeit beschränkt werden. Insgesamt sollten nicht mehr als 2 – 2,5 g Stärke/ kg Körpergewicht und Mahlzeit verabreicht werden. Die Stärke aus Maissilage wird besser verdaut als die aus Körnermais. Nach Meyer (1994) können von Maissilage, die von hygienisch einwandfreier Qualität ist (frei von Mykotoxinen, Listerien u.a.) 2 – 3 kg / 100 kg Körpergewicht und Tag ohne gesundheitliche

Probleme gefüttert werden. Hierbei ist zu beachten, dass 10 kg Maissilage dem Futterwert von ca. 2 kg Heu und 1,6 kg Kraftfutter entsprechen. Dies muss bei der Rationsgestaltung selbstverständlich berücksichtigt werden. Problematisch dürfte in der Praxis allerdings die täglich notwendige Entnahmemenge an Maissilage und damit zusammenhängend der realisierte Vorschub im Silo sein. Insofern ist der Maissilageinsatz entweder nur bei größeren Beständen oder in Verbindung mit der gleichzeitigen Fütterung an Rinder praktikabel.

## Ausblick

Die Maispflanze liefert eine große Vielfalt an Futtermitteln, von denen der größte Teil im landwirtschaftlichen Betrieb erzeugt und verfüttert wird. Für eine tiergerechte und qualitätsbewusste Veredelung dieser Futtermittel ist deshalb die Kenntnis des Futterwertes und dessen Beeinflussungsmöglichkeiten wichtig. Hinzu kommt die richtige Auswahl und der sachgerechte Einsatz in der Fütterung der verschiedenen landwirtschaftlichen Nutztiere.

Im Zusammenhang mit der Futtermittelsicherheit kommt der hygieni-

schen Beschaffenheit der Futtermittel eine besondere Bedeutung zu. Sachgerechte Ernte, Aufbereitung, Konservierung, Entnahme und Zwischenlagerung der Futtermittel sind hierfür wichtige Voraussetzung. Die hierfür erforderlichen Maßnahmen müssen in jedem Betrieb und jedes Jahr erneut umgesetzt werden. Insofern kann es keine allgemeingültigen Rezepte geben. Nur bei Kenntnis aller fachlichen Zusammenhänge können die möglichen Einflussfaktoren eingeordnet und Schwachstellen vermieden werden.

# Literatur

1. De Brabander, D.L., De Boever, J.L., Vanacker, J.M., Boucque, Ch.V. und Bottermann, S.M.: Evaluation of physical structure in dairy cattle nutrition in: Recent Advances in Anima Nutrition, P.C. Garnsworthy und J. Wiseman (Eds.) Nottingham University Press Loughborough UK, 1999, 111 – 145
2. DLG-Futterwerttabellen –Wiederkäuer, DLG-Verlag, Frankfurt, 1997
3. DLG-Information 2/2001: Struktur- und Kohlenhydratversorgung der Milchkuh
4. DLG-Information 1/2002: Leistungs- und qualitätsgerechte Schweinefütterung, Teil A : Mastschweine
5. Jilg, Th.: Einfluss der Schnitthöhe beim Silomais auf die Wirtschaftlichkeit der Bullenmast. Staatliche Lehr- und Versuchsanstalt für Viehhaltung und Grünlandwirtschaft Aulendorf, Versuchsbericht Nr. 4/1991
6. Kleiner Helfer für die Berechnung von Futterrationen: Wiederkäuer und Schweine. 10. Auflage, 1999. DLG-Verlag, Frankfurt
7. Lebzien, P., Matthé, A., Flachowsky, G.: Bedeutung von Stärke für die Glucoseversorgung von Milchkühen. Kraftfutter 10/2001
8. Meyer, H., Radicke, S. und Rottmann, J.: Verdaulichkeit (insgesamt und praeeileal und Futterwert von Mais- und Maiskolbensilagen beim Pferd. Monatshefte Veterinärmedizin 49, 299 – 304, 1994
9. Roth-Maier, D.A., Kirchgeßner, M.: Zur Schätzung der umsetzbaren Energie (ME) von Maiskolbenschrot-silage. Das wirtschaftseigene Futter, Bd.32, Heft 3, 1986
10. Roth-Maier, D.A., Kirchgeßner, M.: Corn-Cob-Mix (CCM) in der Geflügelfütterung. Übersichten Tierernährung 16, 213 – 222, 1988
11. Schwarz, F.J., Kirchgeßner, M., Augustini, Ch. und Temisan, H.: Mastleistung, Schlachtkörper- und Fleischqualität von Jungbullen der Rasse Fleckvieh nach unterschiedlichen Weizen- und Körnermaiszulage in der Endmast. Züchtungskunde 63, 317 – 327, 1991
12. Sommer, W.: CCM in der Schweinemast unter Berücksichtigung der Fett- und Fleischqualität. Tagungsband: Zum Futterwert von Mais. Landbauforschung Völkenrode, Sonderheft 217, 2000
13. Spiekers, H.: Maßnahmen zur Vermeidung von Nacherwärmungen. In: Futtermittelkonservierung, 6. Auflage, 2002
14. ‚täglich Mineralfutter‘, 8. Auflage 2000. Herausgegeben vom Fachverband der Futtermittelindustrie e.V. – Fachabteilung Mineralfutter, Bonn