

Hohe Silomaisanteile in Milchviehrationen

High proportions of corn silage in dairy cattle rations

Bernd Losand^{1*}

Zusammenfassung

Silomais hat sich in Europa in den letzten Jahrzehnten neben den Ernteprodukten vom Grünland zum wichtigsten Grobfutter für die Fütterung von hochleistenden Kühen und Mastrindern entwickelt und nimmt einen bedeutenden Anteil des landwirtschaftlich genutzten Ackerlandes in Anspruch. Für eine gegenüber der Marktfruchterzeugung konkurrenzfähige Veredelung in Milcherzeugung oder Rindermast bedarf es sicherer Erntemengen, stabil hoher Nährstoffgehalte, beherrschbarer Lagerungseigenschaften und sicherer hygienischer Qualitäten. Um ein solches Futter maximal in tierische Leistung umsetzen zu können, muss Silomais andererseits effektiv sowie leistungs- und gesundheitsgerecht in der Fütterung eingesetzt werden. Dazu ist Silomais in entsprechendem Umfang und der gewünschten Qualität gezielt zu erzeugen. In flächenarmen Viehhaltungsbetrieben liegt wegen des höheren Anteiles Mais in der Fütterung dabei der Schwerpunkt auf dem Grobfuttercharakter, d. h. der Stimulation des Wiederkauens bei Sicherung einer hohen Gärqualität und eines ausreichend guten Aufschlusses der Maiskörner und Häckselabschnitte. In grünlandreichen Regionen steht bei der Ernte und beim Einsatz von Silomais der Kraftfuttercharakter im Vordergrund. Maisstärke aus silierten Ernteprodukten ist potenziell besser und kontinuierlicher im Pansen verfügbar als Stärke aus reifen, trockenen Maiskörnern. Für den optimalen Einsatz von Silomais in seiner Komplexität von Maiskorn, Spindel und Restpflanze in der Hochleistungsfütterung ist dessen detaillierte Futterwertcharakterisierung einschließlich der Abbaudynamik der Restpflanze unabdingbar. Eine fachgerechte Silierung und verlustfreie Lagerung des Silomaises ist neben dem weitestgehenden Erhalt der wertbestimmenden Inhaltsstoffe auch wichtig für den Einsatz eines sicheren Futtermittels zur Erzeugung sicherer Lebensmittel und für hohe Futteraufnahmen.

Schlagwörter: Silomais, Milcherzeugung, Maisstärke, Restpflanze, Futterwert

Summary

Maize used for silage has developed in recent decades, in addition to harvested products from grassland, to the main roughage for the feeding of high-yielding cows and beef cattle, and claims a significant share of arable land. For a processing in milk production or cattle fattening, which is competitive with respect to the production of market crops, it is necessary to have secure harvests, stable high nutrient contents, controllable storage properties and safe hygienic qualities. On the other hand, in order to be able to implement such a feed maximally in animal performance, maize for silage must be used effectively in the feeding, in terms of performance and health. For this purpose, ensiled maize must be produced to the appropriate extent and the desired quality in a targeted manner. In area-poor livestock farms, the emphasis is on the roughage character due to the higher proportion in feeded rations i.e. the stimulation of rumination while ensuring a high fermentation quality and a sufficiently good digestion of corn kernels and shredded plant sections. In grassland-rich regions the use of silage maize focuses on concentrate character of this feed. Corn starch from ensiled harvest products is potentially better and more continuously available in the rumen than starch from mature, dry corn kernels. For the optimal use of silage maize in its complexity of corn kernel, spindle and residual plant in high-performance feeding, its detailed feed value characterization including the degradation behavior of the residual plant is indispensable. Proper silage and loss-free storage of the silage maize is, in addition to the greatest possible retention of the value-determining ingredients, also important for the use of a safe feed for the production of safe food and for high feed intake.

Keywords: corn silage, milk production, maize starch, residual plant, feed value,

Einleitung

Mais zur Grobfuttererzeugung wird in Deutschland auf einer Fläche von fast 2,1 Mio. ha angebaut, mithin auf 17,8 % der Ackerfläche. Damit stünden jedem Rind ab einem halben Jahr etwa 0,13 ha Maisanbaufläche zur Verfügung. Unter

Berücksichtigung des in den letzten 20 Jahren zusätzlich entstandenen Bedarfes für die Biogasproduktion und vielleicht auch geringer Mengen für die Fütterung von Monogastern kann trotzdem davon ausgegangen werden, dass 10–12 kg Silomais/Tag und Rind zur Verfügung stehen, setzt man die Erträge des Jahres 2017 voraus. Als Wiederkäuer war die

¹ Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei Mecklenburg-Vorpommern (LFA), Institut für Tierproduktion, Wilhelm-Stahl-Allee 2, D-18196 Dummerstorf

* Ansprechpartner: Dr. Bernd Losand, email: b.losand@lfa.mvnet.de



Milchkuh bis vor einer historisch kurzen Zeit (1950) in der Lage, ihren Futterbedarf überwiegend von Grünland decken zu können, wenn der Landwirt für ausreichende Qualitäten gesorgt hat. Es muss schon einen guten Grund geben, dass die Maispflanze, die in unserer mitteleuropäischen Region ursprünglich nicht zu Hause war, heute den Landwirt dazu bringt, seinen wichtigsten Produktionsfaktor, den Boden, für den Maisanbau zur Fütterung statt für den Anbau von marktfähigen Früchten zu nutzen und das mittlerweile in einem erheblichen Umfang. Aus der heutigen Milchviehhaltung ist der Silomais als wichtigstes energiereiches Grobfutter nicht mehr wegzudenken. In typischen Ackerbauregionen wird es zu Anteilen von bis zu 80 % des Grobfutters in Rationen für hochleistende Kühe eingesetzt. Dazu bedarf es sicherer Erntemengen, stabil hoher Nährstoffgehalte, beherrschbarer Lagerungseigenschaften und im Hinblick auf die Nutzung für die Lebensmittelerzeugung sicherer hygienischer Qualitäten. Um ein solches Futter maximal in tierische Leistung umsetzen zu können, bedarf es andererseits eines effektiven, leistungs- und gesundheitsgerechten Einsatzes.

Silomais- Kraft- und Grobfutter in einer Pflanze

Was man der sich im erntereifen Zustand befindlichen Maispflanze nicht ansieht, sie besteht zu einem großen Anteil aus dem Kolben. Etwa 50–60 % der Trockenmasse werden vom Kolben, der aus der Maisspindel, den darauf sitzenden Maiskörnern und den sie umhüllenden Lieschblättern besteht, gestellt. Erwartet werden heute hohe Stärkegehalte

von 35 % in der Trockenmasse der Gesamtpflanze. Es dürfen auch gern mehr sein. Hohe Stärkegehalte sind verbunden mit niedrigen Fasergehalten von deutlich weniger als 20 % Rohfaser bzw. <400 g aNDFom/kg TS (Tabelle 1). Ein solcher Silomais ist nicht mehr wiederkäuergerecht als alleiniges Grobfutter in der Rinderfütterung einsetzbar, sondern erfordert eine Optimierung der physikalischen Strukturwirkung des geernteten Produktes. Darüber hinaus hat es der Landwirt durch Variation des Ernteverfahrens selbst in der Hand die Zusammensetzung des Ernteproduktes Silomais noch energiereicher zu „gestalten“. So lässt sich durch den Einsatz der Pflück-Häckseltechnik der Anteil des Kolbens von 60 auf bis zu 75 % erhöhen, indem während der Ernte beispielsweise zwei Einzugsseinheiten eines 4- oder 6-reihigen Maishäckslers gegen Pflückereinheiten ausgetauscht werden, so dass wahlweise zu zwei Pflückreihen 2, 3 oder 4 zusätzliche Maisreihen hinzugehäcksel werden. Das ist verbunden mit einer Erhöhung des Energiegehaltes zwischen 1 und 2 MJ ME/kg TS (nach ZENS et al. 1997). Auch durch die Veränderung der Stoppelhöhe auf 30, 45 oder 50 cm kann der Anteil des Kolbens am geernteten Silomais verbessert werden. Dadurch erhöht sich die Verdaulichkeit des eigentlichen Grobfutters, weil ein Teil des verholzten Stängels und abgestorbene Blätter auf dem Acker verbleiben. Je nach Pflanzenhöhe und Kolbenausprägung sind hier 2–3% höhere Trockenmassegehalte mit um 0,1 bis 0,3 MJ ME/kg TS höheren Energiekonzentrationen zu erwarten. Im Extremfall kann auch nur der Lieschkolben geerntet werden und zu Lieschkolbenschrot, quasi einem Kraftfutter, verarbeitet und siliert werden (LKS).

Tabelle 1: Nährstoff- und Energiegehalt (g bzw. MJ/kg TS) unterschiedlich geernteten Silomaises

	TS (g/kg)	XA	XP	XL	XF	NDF	Stärke	ME	NEL
Maissilage ¹⁾	362	35	70	33	181	377	349	11,2	6,9
Silomais ²⁾	320	-	-	-	160–180	-	-	10,5	-
PHS (4+2) ³⁾	370	-	-	-	140–160	-	-	11,5	-
PHS (2+2) ³⁾	400	-	-	-	130–150	-	-	12,2	-
15 cm ³⁾	304	47	80,5	24,7	204	448	240	10,7	-
30 cm ³⁾	305	43	80,5	26,1	198	448	253	10,8	-
40 cm ³⁾	315	42	81,2	26,6	195	433	267	10,9	-

¹⁾ EUROFINS (2019), Mittelwert Untersuchungen 2014–2018

²⁾ nach ZENS et al. (1997), Silomais vs. Pflückhäcksel silage aus 2 Reihen gepflückt zu 4 bzw. 2 Reihen gehäcksel

³⁾ Untersuchungen der LFA MV 1998

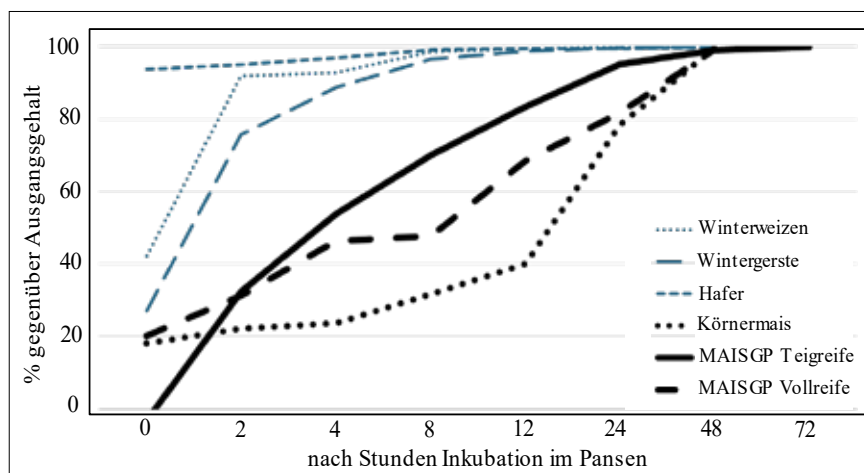


Abbildung 1: Mittlere scheinbare Verschwinderraten der Stärke [%] (in situ, nach SCHMIDT 2003)

Maisstärke ist nicht gleich Maisstärke

Die Maisstärke ist auch für das Grobfutter Silomais wertbestimmend. Bei einem Kornanteil an der Trockenmasse der Gesamtpflanze von 50–60 % und einem Stärkegehalt von 65–70 % im Korn sind zwischen 35 und 40 % Stärke in der Gesamtpflanze zu erwarten. Rohe Maisstärke unterscheidet sich durch Korngröße, Struktur, den Anteil Amylopektin und die Einbettung in eine Proteinmatrix innerhalb der Zelle deutlich in ihren Eigenschaften von der anderer in der Fütterung verwendeter Stärken (MATTHÉ 2001). Dadurch wirkt sie verdauungsphysiologisch anders als zum Beispiel Getreidestärken. Im Pansen wird sie langsamer und wegen der kontinuierlichen Pansenpassage insbesondere der kleineren Futterpartikel nicht vollständig abgebaut (Abbildung 1). Das hat den Vorteil, dass auch die durch die mikrobielle Fermentation der Maisstärke gebildeten Fettsäuren nicht unmittelbar und konzentriert nach der Futteraufnahme, sondern zeitlich verzögert im Pansen anfluten, was einer Pansenübersäuerung entgegenwirkt.

Tabelle 2: Angepasste Stärkebeständigkeiten für Maisprodukte (DLG 2008)

Futtermittel	TM %	XS g/kg TS	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
Feuchtmals	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 (in Anlehnung an CVB 1999)

Insbesondere gilt das für die ausgereifte Stärke des Körnermais, die nicht wasserlöslich ist und damit auch nicht sofort durch die Mikroben umgesetzt werden kann, was zudem durch eine ungenügende Zerkleinerung des Maiskorns begünstigt wird. Während der Silierung wird die harte Proteinmatrix im Stärkekorn soweit aufgeweicht, dass es für den mikrobiellen Abbau zugänglicher wird (DLG 2008). Dadurch wird die Abbaubarkeit der Maisstärke deutlich verbessert, bleibt aber trotzdem gegenüber anderen Stärkequellen in der Abbaugeschwindigkeit zurück. Für Maisprodukte wurden aufgrund neuerer Arbeiten zu silierten Maisernteerzeugnissen die Stärkebeständigkeitswerte in den Empfehlungen der DLG (2008) angepasst (Tabelle 2).

Nach Untersuchungen in den Niederlanden (OERLEMANS 2013) nimmt infolge des mikrobiellen Einflusses und durch die Einwirkung der gebildeten Gärsäuren die Stabilität der Maisstärke im Verlauf der Lagerung im Silo weiter ab. Dies wird in der Futtermittelanalytik berücksichtigt aufgrund des Zusammenhangs zwischen dem zunehmenden wasserlöslichen Stärkeanteil und der abnehmenden Pansenstabilität. Gegenüber der Probepung der Maissilage noch im Herbst nach seiner Einlagerung verringert sich die Pansenstabilität der Maisstärke bis zum kommenden Sommer um 5–6 %-Punkte.

Verdaulichkeit der Maisstärke verändert sich mit der Verzehrsmenge

Das Verdauungssystem der Wiederkäuer ist darauf ausgerichtet, dass die wesentliche Verdauungsarbeit des Futters durch die Mikroorganismen in den Vormägen verrichtet wird. Die Verdauungsprodukte werden entweder durch die Mikroorganismen für das eigene Wachstum genutzt oder aber bereits in den Vormägen resorbiert. Dazu gehören auch die Abbauprodukte aller Kohlenhydrate, die Milchsäure und die flüchtigen Fettsäuren Essig-, Propion- und Buttersäure. Sie spielen im Energiestoffwechsel der Wiederkäuer eine wichtige Rolle, wird aus ihnen doch im Stoffwechsel der Kuh selbst die Glukose wiederaufgebaut. Der größte Teil der von der Kuh auch substanziiell für die Synthese des Milchzuckers Laktose benötigten Glukose wird auf diesem Weg bereitgestellt und zwar aus für das Tier selbst unverdaulichem, zellulosehaltigem Pflanzenmaterial. Auf die direkte Verdauung von Zucker und Stärke durch in den Dünndarm sezernierte amylolytische Enzyme ist der Verdauungsapparat des Wiederkäuers nur unzureichend eingestellt. Futterstärke, die der bakteriellen Nutzung in

den Vormägen entgeht, muss durch entsprechend im Dünndarm gebildete Verdauungsenzyme zu Glukose verdaut werden. Dieser Weg der Bereitstellung von Glukose aus den Futterkohlenhydraten für den Energiewechsel und als Substrat für die Milchzuckerherstellung wäre an sich weniger aufwändig als der Abbau im Pansen zu den kurzkettigen Fettsäuren, deren Resorption in den Blutkreislauf und die anschließende Neusynthese von Glukose. Aber die Kapazität der Bauchspeicheldrüse und des Dünndarms, Kohlenhydrate

zu Glukose abzubauen und in die Blutbahn einzuschleusen, ist begrenzt. Fluten im Dünndarm zu große Mengen an Durchflussstärke an, wie es bei der mit viel Futtermals versorgten Hochleistungskuh passieren kann, dann reicht unter Umständen die Menge an Amylase und auch die bei der hohen Darmassage zur Verfügung stehende Zeit nicht aus, diese vollständig zu verdauen. Dieser Mangel wird oft noch dadurch unterstützt, dass das Maiskorn nicht ausreichend zerkleinert und die in das harte Endosperm des Maiskorns eingebettete Stärke zu wenig für die Enzyme angreifbar ist. Dadurch geht die Verdaulichkeit der Durchflussstärke zurück und die der Verdauung entgehende Stärke wird erst im Dickdarm mikrobiell oder aber gar nicht verdaut und ausgeschieden. Nach MATTHÉ (2001) wird der Energiegehalt von Glukose, wenn sie im Pansen zu Fettsäuren abgebaut und anschließend in der Gluconeogenese wieder zu Glukose aufgebaut wird, nur zur Hälfte wieder bereitgestellt. Wird die Glukose erst im Dünndarm verdaut und als Glukose direkt in den Blutkreislauf eingeschleust, hängt die Bereitstellung nur von der Verdaulichkeit ab. Nimmt die Verdaulichkeit aber bei zunehmender Bypass-Stärke ab, verringert sich der energetische Vorteil der direkten Bereitstellung von Glukose durch die Verdauung im Dünndarm. Nach MATTHÉ (2001) ist dieser Weg nur bis zu einer Menge von 1,3 bis 1,8 kg Durchflussstärke/Tag effizienter. Mengen an Bypassstärke darüber hinaus sind also für das Tier ineffektiv. Hier entsteht ein Zielkonflikt. Einerseits wollen wir den Pansen vor Übersäuerung schützen, indem wir den Ort der Stärkeverdauung in den Dünndarm verlagern, was für die Ausnutzung der Futterstärke auch noch effektiver sein kann. Das ist die Situation unter mitteleuropäischen Bedingungen mit relativ viel Einsatz von Getreidestärke und zusätzlicher Leistungsfütterung unter Einsatz von Körnermais. Unter amerikanischen Bedingungen mit hohen Anteilen Körnermais in der Fütterung geht das Bestreben dahin, mit verschiedenen Verfahren den Mais aufzubereiten und die Stärke schon im Pansen verfügbarer zu machen. Andererseits ist der positive Effekt der Pansenstabilität mit zunehmender Menge rückläufig. Der Einsatz hoher Anteile silierter Maiskörner, gemeinhin in der Maissilage, aber auch in Lieschkolbenschrot- bzw. Feuchtmalsilage dagegen liefert dem Pansen hohe Mengen gut aufgeschlossener Maisstärke, die langsamer als Getreidestärke im Pansen abgebaut wird und damit kontinuierlicher energetisch wirksam wird, ohne das Pansenmilieu stark zu belasten. Gleichzeitig wird die Verdauungskapazität des Dünndarms für die Stärke entlastet (KNOWLTON et al. 1998).

Welcher Wert kommt der Mais-Restpflanze zu?

Wertbestimmend für Maissilage als Grobfutter ist der Kraftfutteranteil, der Kolben mit den Maiskörnern. Wenn dieser mindestens einen Anteil von 50 % der Trockenmasse einnimmt, hat auch die Maissilage einen sehr hohen Energiegehalt und eine hohe Gesamtverdaulichkeit. Die anderen 40–50 % des Grobfutters Maissilage, die Restpflanze, sind physiologisch gesehen Gras im späten, reifen Vegetationsstadium bis hin zu Stroh. Dieser Restpflanzenanteil liefert noch 30–35 % der Gesamtenergie, deckt vor allem aber den Wiederkaubedarf der Rinder. Durch seinen hohen Anteil an relativ schwerverdaulichen Fasersubstanzen ist der Energiegehalt der Restpflanze vergleichsweise niedrig. Die Verdaulichkeit, d. h. die energetische Nutzbarkeit des Restpflanzenanteils ist eher gering, aber sehr variabel. So variiert die Rohfaserverdaulichkeit der Mais-Restpflanze zwischen 55 und 75 %, die Verdaulichkeit der organischen Substanz zwischen 54 und 67 % und der Energiegehalt zwischen 7,2 und 9,0 MJ ME/kg TS. Ursache dieser Variation ist zum einen die erreichte Abreife der Restpflanze bei der Ernte im Zusammenwirken mit der genetischen Konstitution der Maissorte. Mais, ob zur Körnerernte gedacht oder für die Nutzung als Silomais ist extrem durch Züchtungsarbeit beeinflusst worden. So werden seit den 20–30er Jahren des 20. Jh. die natürlichen „brown midrib“ Mutationen einiger C4-Pflanzen wie Mais, Sorghum und Sudangrass züchterisch genutzt. Brown midrib-Sorten zeichnen sich durch einen 2–3 % geringeren Faser- und Ligningehalt aus. Das führt nachweislich zu höherer Futteraufnahme und Verdaulichkeit der Restpflanze in etwa gleicher Größenordnung. Jedoch sind nach einer Übersicht von LAUER und COORS (1997) brown midrib Sorten weniger ertragreich, so dass der Vorteil einer ca. 4 % höheren Mast- oder Milchleistung je t eines solchen Futters auf den Hektar bezogen in einen leichten Nachteil mündet. Weitere Nachteile dieser Genetik sind geringe frühe Entwicklung, Lageranfälligkeit, verspätete Blüte.

Aber auch andere Züchtungsbemühungen wie z.B. „stay green“ Sorten bzw. die Züchtung nach Reifegruppe beeinflussen im Zusammenspiel mit den regionalen klimatischen Wachstumsbedingungen die Entwicklung der Maispflanze bis zum Erntezeitpunkt. Entscheidend für die Einschätzung des Futterwertes des Silomais sind daher oft weniger die Tabellenwerte als vielmehr die konkrete Futtermittelanalyse. Die Standardanalyse gibt aber nur den Hinweis auf den Energie-, den Stärke- und den Fasergehalt. Landwirte, die überwiegend Silomais als Grobfutter in der Milchproduktion oder Rindermast einsetzen, ist ein Hinweis auf die Verdaulichkeit wie auch Unverdaulichkeit der Restpflanze jedoch

zunehmend unabdingbar. Futterbewertungssysteme, die die Dynamik des Kohlenhydratabbaus und der mikrobiellen Proteinsynthese im Zusammenspiel mit Rationsoptimierungskalkulationen berücksichtigen (CNCPS, NORFOR, NL, INRA), benötigen Hinweise zum Abbauverhalten der Kohlenhydrate, also auch der Zellwandkohlenhydrate. NDF-digestibility bzw. Abbauraten oder aber die Fraktionierung der Kohlenhydrate in löslich, leicht und schwer abbaubar dienen dazu. Im Gegensatz zu Grasernteprodukten wie Frischgras, Silage oder Heu besteht bei der Maisganzpflanze jedoch kein Zusammenhang zwischen dem Faseranteil und dessen Verdaulichkeit, so dass die energetische Nutzbarkeit der Restpflanze per Roh Nährstoffanalyse nicht abgeschätzt werden kann. So beträgt z.B. die Korrelation zwischen dem Rohfasergehalt (ähnlich auch für NDF- und ADF-Gehalt) und der am Tier bestimmten Rohfaserverdaulichkeit bei Silomais (PRIES et al. 2019; GfE 2008) in einer Zusammenstellung von 220 Verdauungsversuchen nur 0,08, ist also nicht vorhanden. Zu einem ähnlichen Ergebnis kommen ZELLER et al. (2009), die Maisrestpflanzen von Silomais unterschiedlicher Reifegruppen in einer *in vitro*-Studie untersuchten. Für die Schätzung der Faser-Verdaulichkeit und deren Abbauraten in verschiedenen Systemen dienen *in situ* (in sacco)-Abbaustudien und die chemische Fraktionierung der Kohlenhydrate in wasserlöslich, leicht, schwer und unabbaubar. *In vitro*-Parameter für die Verdaulichkeit wie die Enzymlöslichkeit der organischen Substanz oder bei der analytischen Nutzung von aktivem Pansensaft können jedoch auch einen Hinweis auf die energetische Nutzbarkeit der Restpflanze bzw. deren Kohlenhydrate liefern. So beträgt der Zusammenhang (Korrelation *r*) zwischen der um den Stärkegehalt des Silomais bereinigten Enzymlöslichkeit der organischen Substanz (ELOS) und der Verdaulichkeit der Rohfaser in den von PRIES et al. (2019) genutzten Ergebnissen aus Verdauungsversuchen mit Hammeln immerhin 0,40.

Entscheidend sind Zubereitung und Anteil in der Ration

Wichtig für den Anbauumfang, die Ernteentscheidung, die Erntetechnologie und die Häcksellänge sind in erster Linie die Mengen- und Qualitäts-Erfordernisse der Tiere, die zur Verfügung stehenden Futterflächen und auch Konservierungsverfahren.

Wird der Silomais als vorrangiges Grobfutter benötigt, muss er zwar energiereich geborgen werden, aber unter größtmöglicher Sicherung der Lieferung an physikalisch wirksamer Struktur. Hierfür wird eher ein Verfahren für qualitativ hochwertige Silage mit langen Häcksellängen und gut aufgeschlossenem Korn benötigt, wobei eher tief geerntet

Tabelle 3: Futterwertangaben von Maissilage, Maiskolben und Maisrestpflanze im Vergleich

	TS g/kg	XA	XP	XL	XF g/kg TS	NDF	NFC	Hemicell.	XS	DOM ³⁾ %	DXF ³⁾ %	ME MJ/kg TS
Restpflanze ¹⁾	233	69	70	14	334	659	188	262	-	60	64	8,2
Maissilage ¹⁾	345	38	75	30	198	412	445	189	330	75	62	11,0
CCM ²⁾	600	14	90	43	40	165	688	118	692	84	42	12,9
Weizenstroh ²⁾	860	78	37	13	429	780	90	300	-	47	56	6,4

¹⁾ Datenmaterial aus Verdauungsversuchen in Deutschland und Österreich zur Ableitung und Validierung von Energieschätzgleichungen Maisernteprodukte (GfE 2008; PRIES et al. 2019)

²⁾ Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen (2018); DOM und DXF aus DLG (1997)

³⁾ DOM – Verdaulichkeit der organischen Masse; DXF – Verdaulichkeit der Rohfaser

wird. Steht genügend Weide-/Grünland für Frischgras bzw. die Herstellung von Grassilage und/oder Heu zur Verfügung, liegt der Fokus mehr auf dem „Kraftfuttercharakter“, d. h. hohem Kornanteil und hoher Restpflanzenverdaulichkeit, bei Bevorzugung kurzer Häcksellängen und Hochschnitt. Dies begünstigt zusätzlich die Silierarbeit, damit auch die Gärqualität und die Futteraufnahme, weil die notwendige Kau- und Wiederkauarbeit verringert wird. Bei welchem Reifestadium geerntet wird, entscheidet sich außer nach technologischen und agronomischen Aspekten an der Frage des angestrebten Futterwertes und der Siliereigenschaften, also des Trockenmassegehaltes der Gesamtpflanze, dem angestrebten Reifestadium und dem erreichbaren Stärkegehalt. Die einzustellende Häcksellänge ist in erster Linie eine Frage der Silierarbeit. Kurze Häcksellängen begünstigen die Verfestigung und verbessern den Aufschluss des Maiskorns und der Restpflanze. Große Häcksellängen erfordern eine intensivere Verfestigung des Silostapels, eine bessere Aufbereitung des Stängels und Maiskolbens einschließlich der Körnerzerkleinerung für den effektiveren Aufschluss während der Silierung und besseren Ausnutzung im Verdauungstrakt. Der höhere Aufwand für die Aufbereitung des Siliergutes steht hier gegen den geringeren Aufwand für das Häckseln.

Gärqualität beeinflusst die Futteraufnahme

Nach DLG (2006) wird die Futteraufnahme in der Milchkuhfütterung positiv beeinflusst, wenn Maissilage in die Ration integriert wird. Je Prozent Grobfuttertrockenmasse mehr aus Maissilage kann die Gesamt-Trockenmasseaufnahme um etwa 7 bis 10 g/Tag höher ausfallen. Jedoch können die Futteraufnahme aus silierten Futtermitteln und auch die Gesamtfutteraufnahme aus Rationen mit Gärfuttermitteln durch zu hohe Gehalte an den einzelnen kurzkettigen Fettsäuren oder den Gärsäuren insgesamt negativ beeinflusst sein. Die Ursachen dafür sind möglicherweise im Zusammenhang mit Fehlgärungen und den daraus entstehenden Abbauprodukten wie biogenen Aminen zu finden. Einer Literaturswertung zufolge sieht EISNER (2007) vor allem einen negativen Zusammenhang zwischen der Silageaufnahme und deren Essigsäuregehalt. Einem „Silage dry matter intake“-Index von HUHTANEN et al. (2002) zufolge wird eine Silage mit einem Gesamtsäuregehalt von 80 g/kg TS mit 100 Punkten bewertet. Abweichungen davon werden je Punkt des Indexes mit 0,1 kg TS-Aufnahme korrigiert.

Literatur

- DLG (Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft), 1997: DLG-Futterwerttabellen Wiederkäuer, 7., erweiterte und überarbeitete Auflage. Herausgeber Universität Hohenheim – Dokumentationsstelle. DLG-Verlag Frankfurt/Main.
- DLG (Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft), 2006: DLG-Information 1/2006 – Schätzung der Futteraufnahme bei der Milchkuh; erarbeitet durch den DLG-Arbeitskreis Futter und Fütterung und den Bundesarbeitskreis der Fütterungsreferenten bei der DLG.
- DLG (Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft), 2008: Stärkebeständigkeit für silierte Maisprodukte – Ergänzung zur Broschüre „Struktur- und Kohlenhydratversorgung der Milchkuh, DLD-Information 2/2001, erarbeitet durch den DLG-Arbeitskreis Futter und Fütterung. www.futtermittel.net
- EISNER, I., 2007: Statistische Analyse der Beziehungen zwischen Fermentationscharakteristika von Silagen und der Futteraufnahme sowie Milchleistung und Milchezusammensetzung bei Kühen. Dissertation zur Erlangung des Doktorgrades der Agrar- und Ernährungswissenschaftlichen Fakultät der Christian-Albrechts-Universität Kiel.
- Eurofins Agraranalytik Deutschland GmbH, 2019: persönliche Mitteilungen Büro Parchim.
- GfE (Gesellschaft für Ernährungsphysiologie – Ausschuss für Bedarfsnormen), 2008: New equations for predicting metabolizable energy of grass and maize products for ruminants. *Proc. Soc. Nutr. Physiol.* 17, 191-198.
- HUHTANEN P., H. KHALILI, J.I. NOUSIAINAN, M. RINNE, S. JAAKKOLA, T. HEIKKILÄ und J. NOUSIANINEN, 2002: Prediction of relative intake potential of grass silage by dairy cows. *Livest. Prod. Sci.* 73, 111-130. zitiert in EISNER (2007).
- KNOWLTON, K.F., B.P. GLENN und R.A. ERDMANN, 1989: Performance, Ruminal Fermentation, and Site of Starch Digestion in Early Lactation Cows Fed Corn Grain Harvested and Processed Differently, 1998. *J. Dairy Sci.* 81, 1972-1984.
- Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen, 2018: Futterwerttabelle Rinderfütterung, Fachbereich 71, Tierhaltung & Tierzuchtrecht, Ausgabe 2018.
- LAUER J. und J. COORS, 1997: Brown Midrib Corn. *Agronomy Advice*. March 1997; *Field Crops* 28.31-11. <http://corn.agronomy.wisc.edu>
- MATTHÉ, A., 2001: Nährstoffumsetzungen im Verdauungstrakt des Rindes nach Einsatz unterschiedlicher Mengen an Mais oder Weizenstärke Inaugural – Dissertation zur Erlangung des Doktorgrades (Dr. agr.) des Fachbereichs Agrarwissenschaften, Ökotrophologie und Umweltmanagement der Justus-Liebig-Universität Gießen.
- PRIES, M., B. FELDMANN und B. LOSAND, 2019: Validierung der Gleichung zur Schätzung der Umsetzbaren Energie für Wiederkäuer von Maisprodukten (GfE 2008). Jahrestagung Deutsches Maiskomitee (DMK), AS Futterkonservierung und Fütterung, 27./28.3.2019, Haus Düsse, Tagungsband.
- OERLEMANS, K., 2013: Abbaubarkeit der Stärke in Maisprodukten – Möglichkeiten der analytischen Erfassung. Persönliche Überlassung einer Vortragspräsentation; [blgg agroXpertus](http://blgg.agroXpertus).
- SCHMIDT, T., 2003: Untersuchungen zum Einfluss methodischer und futterspezifischer Faktoren bei der Charakterisierung der Dynamik ruminaler Abbauprozesse von Protein- und Kohlenhydratfraktionen. Inaugural – Dissertation, eingereicht an der Agrar- und Umweltwissenschaftlichen Fakultät der Universität Rostock.
- ZELLER, F., D. DOBBERSTEIN, M. BUNZEL und F.J. SCHWARZ, 2009: Kohlenhydratzusammensetzung von Maisrestpflanzen und deren Futterwert. *Landbauforschung – vTI Agriculture and Forestry Research*, Sonderheft 331 /Special Issue 331 (2009).
- ZENS, H.G., M. SCHWAB und G. STARK, 1997: Mit Pflück-Häcksel-Silage die Energiedichte steuern? *Zeitschrift „mais“*, 25. Jg. 1997, 128.