

**Aus dem Institut für Tierernährung**

**Thomas Etle  
Peter Lebzien**

**Frieder-Jörg Schwarz  
Gerhard Flachowsky**

**Futterwert von Silagen aus unterschiedlichen  
Maishybriden und Einfluss auf Leistungskriterien von  
Milchkühen**

Manuskript, zu finden in [www.fal.de](http://www.fal.de)

Published in: Landbauforschung Völkenrode 52(2002)3,  
pp. 157-165

**Braunschweig  
Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL)  
2002**

## Futterwert von Silagen aus unterschiedlichen Maishybriden und ihr Einfluss auf Leistungskriterien von Milchkühen

Thomas Ettle<sup>1</sup>, Frieder-J. Schwarz<sup>1</sup>, Peter Lebzien<sup>2</sup> und Gerhard Flachowsky<sup>2</sup>

### Zusammenfassung

In zwei siebenwöchigen Fütterungsversuchen mit jeweils 36 Milchkühen wurden 4 Maissilagen (Versuch 1: Sorten A und B; Versuch 2: Sorten C und D) gegenübergestellt, bei deren Körnern Loose (1999) in situ eine besonders hohe (Sorten A und C) bzw. niedrige (Sorten B und D) effektive ruminale Abbaubarkeit der Stärke festgestellt hatte. Um einen Einfluss des Reifegrades der unterschiedlichen Hybriden zum Erntezeitpunkt zu minimieren, wurde der Silomais bei einem einheitlichen T- Gehalt von im Mittel 35,8 % (35,1 – 36,1 % T) geerntet.

Die im Hammelversuch ermittelte Verdaulichkeit der organischen Substanz (Angabe in %) variierte zwischen den Maishybriden B (77,8), C (76,8) und D (78,0) nur gering, jedoch war die Verdaulichkeit der Sorte A (81,9) deutlich höher. Auch für die effektive ruminale Abbaubarkeit der organischen Substanz ergab sich eine vergleichbare Reihung der Maishybriden, wobei sich jedoch keine signifikante Differenzierung zeigte.

In Versuch 1 lag die tägliche Futtermittelaufnahme bei 19,3 kg T/Tier (Sorte A) bzw. 20,0 kg T/Tier (Sorte B) und die tägliche Milchleistung bei 26,8 kg/Tier (Sorte A) bzw. 25,7 kg/Tier (Sorte B). Während der Eiweißgehalt mit durchschnittlich 3,54 % ebenso keinen Behandlungseinfluss erkennen ließ, lag der Fettgehalt in der Behandlung A mit 3,44 % deutlich unter dem der Behandlung B mit 3,66 %. In Versuch 2 betrug die tägliche Futtermittelaufnahme 20,7 kg T in der Behandlung C und 20,0 kg T in der Behandlung D. Die tägliche Milchleistung, der Fett- und der Eiweißgehalt lagen im Mittel bei 26,3 kg/Tier, 3,59 und 3,42 %, wobei sich kein Effekt der Behandlung zeigte.

Aufgrund des einheitlichen Reifegrades der Silagen ergaben sich nur marginale Differenzierungen im Futterwert der vier Hybriden, was die relativ geringen Auswirkungen auf die Leistungskriterien erklärt.

*Schlüsselworte: Milchviehfütterung, Maissilage, Stärke, ruminale Abbaubarkeit, Verdaulichkeit*

### Abstract

#### Effect of different genotypes on feeding value of maize silages and performance of dairy cows

Two feeding trials with 36 dairy cows each were carried out for 7 weeks each in order to compare 4 maize silages of different hybrids (trial 1: hybrids A and B; trial 2: hybrids C and D).

These four hybrids were chosen, because Loose (1999) showed a high effective ruminal degradability of starch in situ for kernels of hybrids A and C and a low degradability for hybrids B and D. The maize used in making the silage was harvested with similar amount of dry matter content for all the hybrids averaging 35.8 % (35.1–36.1 %) in order to ensure a uniform stage of maturity.

Results of a digestibility trial with sheep indicated similarity of digestibility of organic matter for silages B (77.8 %), C (76.8 %) and D (78.0 %) whereas digestibility of silage A (81.9 %) was significantly higher. There were no significant differences between the effective degradabilities of organic matter of silages, but the values obtained for degradability followed similar pattern of inclination as in digestibility.

In trial 1 daily feed intake and daily milk yield were 19.3 kg DM/animal and 26.8 kg/animal in group A and 20.0 kg DM/animal and 25.7 kg/animal in group B. Milk fat content differed significantly between treatments A (3.44 %) and B (3.66 %). Average milk protein content was 3.54 %. In trial 2 daily feed intake was 20.7 kg DM and 20.0 kg DM for groups C and D. Average daily milk yield, milk fat and protein content were 26.3 kg/animal, 3.59 and 3.42 %, respectively.

The marginal differences in feeding value between the different hybrids were a consequence of the similar stage of maturity at harvest date and resulted in quite small differences of performance criteria in dairy cows.

*Key words: Dairy cow feeding, maize silage, starch, ruminal degradability, digestibility*

<sup>1</sup> Wissenschaftszentrum Weihenstephan für Ernährung, Landnutzung und Umwelt, Department für Tierwissenschaften, Bereich Tierernährung, Technische Universität München, Hochfeldweg 6, 85350 Freising

<sup>2</sup> Institut für Tierernährung der Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL), Bundesallee 50, 38116 Braunschweig

## 1 Einleitung

Silomais weist gegenüber anderen Ackerfutterpflanzen verschiedene vorteilhafte Eigenschaften wie einen dauerhaft hohen Energiegehalt während einer relativ langen Abreifephase, eine hohe Mechanisierbarkeit der nur einschneidigen Ernte, eine hohe Siliereignung ohne Notwendigkeit zum Anwelken und die Gewährleistung einer hohen Futteraufnahme auf (Paul et al., 2000; Schwarz und Ettle, 2000). Diese Gründe dürften dazu beitragen, dass nach einer Praxiserhebung von Weiß et al. (1999) in einem Grossteil der befragten Betriebe Maissilage neben Grassilage weit vor anderen Grundfuttermitteln in der Fütterung hochleistender Milchviehherden zum Einsatz kommt. Gleichzeitig bringt der Einsatz von Maissilage bereits über das Grundfutter hohe Mengen an Stärke als Energieträger in die Ration. Neben der absoluten Höhe der Stärkezufuhr, die sich aus dem Stärkegehalt des jeweiligen Futtermittels und der Futteraufnahme ergibt, gewinnt die Höhe der Stärkeabbaubarkeit im Pansen in den letzten Jahren zunehmend an Bedeutung. Vor dem Hintergrund einer Belastung des Pansenstoffwechsels durch hohe Mengen an rasch fermentierbarer Stärke einerseits und einer im Vergleich zum Pansen effizienteren Stärkeverwertung im Dünndarm (Bergner und Hoffmann, 1996) andererseits wurden Effekte einer geringen Abbaubarkeit der Stärke aus Maisprodukten im Vergleich zu Stärke aus Weizen oder Gerste diskutiert (Matthé, 2000). Darüber hinaus weist jedoch auch die ruminale Abbaubarkeit der Maisstärke eine erhebliche Variationsbreite auf. Diese Variation ist unter anderem auf unterschiedliche Aufbereitungsverfahren wie die Silierung (Ettle et al., 2001), den Zerkleinerungsgrad (Theurer, 1986), das Trocknungsverfahren (Matthé et al., 1998) oder den Reifegrad bei der Ernte (Ettle et al., 2001) zurückzuführen. Auf der anderen Seite wird jedoch auch ein erheblicher Sorteneinfluss auf die ruminale Abbaubarkeit der Maisstärke diskutiert (Kotarski et al., 1992), der sich unter anderem aus einer differierenden Zusammensetzung des Maiskornes und der Maisstärke ergibt. Daher wird versucht, die Anflutung an Stärke am Duodenum aus Maisprodukten durch unterschiedliche Produktionstechniken und die Sortenwahl gezielt zu steuern. Mit vorliegender Arbeit sollte untersucht werden, ob die Verfütterung von Maissilagen aus verschiedenen Maishybriden, für die vorausgehend eine unterschiedliche ruminale Abbaubarkeit der Maisstärke gemessen wurde (Loose, 1999), Einflüsse auf den Futterwert und Leistungskriterien bei der Milchkuh ausübt. Die Differenzierung in der ruminale Abbaubarkeit der Stärke der Silagen sollte sich ausschließlich aus der Sorte ergeben. Um weitere Einflussfaktoren auszuschalten, wurde ein einheitlicher Reifegrad bei der Erstellung der Maissilagen durch die Wahl des Erntezeitpunktes bei ansonsten identischen Produktionsbedingungen angestrebt. Die Wahl der vier untersuchten Hybriden ergab sich aus einer

Arbeit von Loose (1999), die bei einem Screening bei zwei der Sorten eine besonders hohe und für die beiden anderen eine besonders niedrige Abbaubarkeit der Maiskörner festgestellt hatte, obwohl die 4 Hybriden genetisch verwandt sind. Zeitgleich wurden mit denselben Hybriden die Umsetzungen im Verdauungstrakt mit fistulierten Kühen gemessen (Höner et al., 2002a).

## 2 Material und Methodik

### 2.1 Pflanzenmaterial, Erntezeitpunkt, Silierung

Im Jahr 1998 wurde Mais von 4 Sorten (A: Avenir, B: CGS 5104, C: Byzance und D: CGS 5107) auf der Versuchsstation Hirschau als Silomais unter identischen Bedingungen (Saatzeit, Saatedichte, Unkrautbekämpfung u.a.) angebaut. Nähere Angaben zu pflanzenbaulichen Maßnahmen finden sich bei Höner et al. (2002a) und Ettle et al. (2001). Neben der Gewinnung von Körnern der verschiedenen Hybriden für in situ- Abbaubarkeitsversuche (Ettle et al., 2001; Höner, 2001; Hric et al., 2000), wurden aus diesen Hybriden Maissilagen für vorliegende Untersuchungen und für Messungen der Stärkeabbaubarkeit in vivo (Höner et al., 2002a) erstellt. Um Effekte einer zwischen den Sorten differierenden Abreife zu minimieren, wurde ein einheitlicher T-Gehalt der Ganzpflanze von etwa 35 - 36 % zum Erntezeitpunkt angestrebt. Um den Reifestatus bestimmen zu können, wurden ab dem 1. September für jede Silomaisart 14-tägig nach den Maßgaben des Bundessortenamtes Ganzpflanzen aus dem stehenden Bestand entnommen (siehe auch Schwarz et al., 1996). Diese wurden nach der Ernte in Restpflanze und Kolben aufgetrennt, der Kolben entliescht, die Teilmengen verwogen und die Restpflanzen mit Lieschen gehäckselt. Anschließend wurde an der jeweiligen Teilmenge eine T-Bestimmung durchgeführt. Durch die Wahl verschiedener Erntezeitpunkte wurden T-Gehalte der Silagen von 35,5 % bis 37,2 % erreicht, so dass sich ein durchaus vergleichbarer Probenpool ergab. Die Silierung erfolgte in Fahrtilos (Fassungsvermögen jeweils etwa 60-70 m<sup>3</sup>) ohne Silierzusätze mit einer theoretischen Häcksellänge von 6 mm.

### 2.2 Fütterungsversuche mit Milchkuhen

In Fütterungsversuch 1 wurden die Hybriden A und B und in Versuch 2 die Hybriden C und D gegenübergestellt. Für beide Fütterungsversuche standen je 36 Milchkuhe der Rasse Fleckvieh x Red Holstein Friesian (mittlere Lebendmasse 606 ± 56 kg und 617 ± 50 kg zu Beginn der Versuche 1 und 2) zur Verfügung, so dass jede Behandlung mit 18 Kühen besetzt war. Die Zuordnung der Milchkuhe zu den einzelnen Behandlungen erfolgte in beiden Fütterungsversuchen unter Berücksichtigung der vorausgehenden Milchmengenleistung und Milchinhaltsstoffe.

Tabelle 1

Mittlere T-, Nährstoff- und Nettoenergiegehalte der Kraftfuttermittel und des Heus in den Milchviehfütterungsversuchen

	T %	XA	OS	XP	XL	XF g/kg T	NfE	XS	nXP	RNB	NEL MJ/kg T
<i>Versuch 1</i>											
Leistungskraftfutter	87,8	63	937	239	10	53	635	354	207	5	8,10
Sojaextraktionsschrot	86,7	69	931	523	5	72	332	20	313	34	8,58
Heu	85,9	58	942	121	17	309	496	0	133	-2	5,80
<i>Versuch 2</i>											
Leistungskraftfutter	90,0	75	925	215	9	104	598	127	196	3	7,70
Sojaextraktionsschrot	87,5	65	935	491	12	77	355	35	302	30	8,62
Heu	84,6	73	927	131	22	279	496	0	128	1	5,42

Im Mittel von Fütterungsversuch 1 bzw. 2 befanden sich die Kühe zwischen der zweiten und dritten Laktation (2,4 bzw. 2,9 Laktationen), wobei in Versuch 1 7 und in Versuch 2 5 Erstlingskühe in jeder Behandlung enthalten waren. Die Kühe waren weiterhin einheitlich in Abhängigkeit der Laktationstage (Versuch 1 im Mittel 115 DIM, Versuch 2 im Mittel 122 DIM) den einzelnen Behandlungen zugeordnet. Beide Versuche gliederten sich in eine einwöchige Vorperiode zur Ermittlung der behandlungsunbeeinflussten Messkriterien Futteraufnahme, Milchleistung und Milchhaltsstoffe und in eine siebenwöchige Versuchsperiode. Die Kühe waren in Anbindehaltung auf verbessertem Kurzstand mit Gitterrost, Gummimatten und Gelenkhalsrahmen aufgestellt. Um die Futteraufnahme des Einzeltieres erfassen zu können, waren die Futtertröge mit Blechen zwischen den Tieren unterteilt. Gemolken wurde zweimal täglich (4 Uhr 30 und 16 Uhr 30) in einem 2 x 6er Fischgrätenmelkstand (De Laval).

### 2.2.1 Ration, Fütterungstechnik und Fütterungsablauf

Die Ration bestand in beiden Versuchen aus der zu überprüfenden Maissilage ad libitum, 2,0 kg Heu sowie 1,3 (Versuch 1) bzw. 1,0 kg (Versuch 2) Sojaextraktionsschrot, 200 g Mineralfutter und 120 g Harnstoff. Leistungskraftfutter wurde ab einer Milchleistung von 19 kg (Versuch 1) bzw. 17 kg (Versuch 2) zugeteilt. Die Nährstoff- und Energiegehalte des Leistungskraftfutters, Sojaextraktionsschrotes und Heus sind für beide Versuche in Tabelle 1 dargestellt. In Versuch 1 wurde der Stärkegehalt der Ration durch das Milchleistungsfutter (10 % Trockenschnitzel, 30 % Winterweizen, 28 % Gerste, 30 % Sojaextraktionsschrot und 2% Mineralfutter) erhöht, während in Versuch 2 versucht wurde, Effekte der Maissilagen durch Einsatz eines stärkearmen Milchleistungsfutters (50 % Trockenschnitzel, 10 % Winterweizen, 10 % Gerste, 28 % Sojaextraktionsschrot und 2 % Mineralfutter) hervorzuheben.

Die Maissilage wurde mit einem selbstfahrenden Futtermischwagen mit Fräsaggregat aus den Silos entnommen, per Hand in Wannen eingewogen und dem Einzeltier

zugeteilt. Um eine einheitliche und vollständige Aufnahme des zugeteilten Heus zu erreichen, wurde dieses zunächst in Mischung mit 10 kg Maissilage zugeteilt. Erst wenn diese Mischung verzehrt war, erhielten die Tiere Maissilage ohne Heu nachgefüttert. Futterreste wurden einmal täglich aus den Trögen entfernt und gewogen. Das Leistungskraftfutter wurde mit Hilfe eines schienengebundenen Kraftfutterautomaten mit automatischer Platzerkennung sieben mal täglich und der Sojaextraktionsschrot zweimal täglich per Hand zugeteilt.

### 2.3 In situ-Versuche mit Milchkühen

Während der Fütterungsversuche wurden von den Maissilagen dreimal wöchentlich Proben von jeweils etwa 1 kg entnommen, luftdicht in Plastikbeuteln verpackt und bei -14° C tiefgefroren. Nach dem Auftauen wurde von jeder Maissilage für jede Versuchswoche eine Mischprobe von ca. 500 g erstellt, die gefriergetrocknet wurde. Schließlich wurden die Proben zu einer einzigen Mischprobe von jeder Maissilagesorte vereinigt und über ein 3mm-Sieb (Analysenmühle, Retsch) vermahlen.

Die Messung der in situ-Abbaubarkeit an den Maissilagen erfolgte in Anlehnung an Madsen und Hvelplund (1994) an der FAL Braunschweig. Von jeder Maissilage und den Inkubationszeiten von 2, 4, 8, 12, 16, 24, 48, 72 und 96 h wurden 8 Messungen (4 Parallelen x 2 Kühe) durchgeführt. Nähere Angaben zu Tiermaterial, Tierhaltung und Durchführung der Abbaubarkeitsmessungen sind bei Ettle et al. (2001) zu finden.

### 2.4 Verdaulichkeitsversuch mit Hammeln

Der Verdaulichkeitsversuch mit den in den Fütterungsversuchen eingesetzten Maissilagen wurde in der Versuchsanlage Tierernährung des Departments für Tierwissenschaften der TU München durchgeführt. Der Versuch war in 2 Versuchsreihen aufgeteilt, wobei die Sorte B im ersten und die übrigen Sorten im zweiten Durchgang getestet wurden. Der Versuch wurde nach der konventionellen Kotsammelmethode durchgeführt und gliederte

sich jeweils in eine 11-tägige Vorperiode und eine 10-tägige Sammelperiode. Als Versuchstiere standen 12 vierjährige Hammel ( $n=4$  je Behandlung) der Rasse Merinolandschaf zur freien Verfügung. Das Durchschnittsgewicht betrug  $79,4 \pm 8,2$  kg zu Versuchsbeginn. Die in Stoffwechselläufigen untergebrachten Tiere wurden während der gesamten Versuchsperiode zweimal täglich gefüttert, Wasser stand ihnen ständig zur Verfügung.

Die Rationen wurden etwa dem energetischen Erhaltungsbedarf entsprechend eingestellt, der Rohproteingehalt betrug durch Zulage von Sojaextraktionsschrot etwa 13 %. Daraus ergab sich ein Angebot von durchschnittlich  $2,4 \pm 0,2$  kg Maissilage, welche vorausgehend aus den Fahrtilos entnommen und portioniert tiefgefroren wurde. Jede Tagesportion wurde mit  $130 \pm 7$  g Sojaextraktionsschrot und 20 g Mineralfutter (R 12 ADE für Schafe, Höveler) ergänzt.

Der von den Hammeln abgesetzte Kot wurde während der Versuchsperiode täglich zweimal entfernt und in einem Kühlraum aufbewahrt. Zu Versuchsende wurde die gesamte Kotmenge eines Tieres gemischt, ein Aliquot von etwa 1 kg entnommen und gefriergetrocknet. Nach dem Gefrierdrehen wurden die Proben vermahlen und die Inhaltsstoffe mit Hilfe der Weender-Analyse (Naumann und Bassler, 1976) bestimmt bzw. das Rohfett als Gesamtfett nach HCl-Aufschluss erfasst.

#### 2.4.1 Probenahme, Probenaufbereitung und Analytik

Zur Bestimmung von Trockenmasse und Futterinhaltsstoffen wurden von den Maissilagen während der Milchviehfütterungsversuche dreimal wöchentlich, von Rückwaagen zweimal wöchentlich, von Heu dreimal je Versuch und von Kraftfuttermitteln einmal je Mischung bzw. Charge Proben gezogen. Die T-Bestimmung erfolgte bei Maissilagen an den Einzelproben, bei Rückwaagen an wöchentlichen Mischproben und bei Kraftfuttermitteln an einer Mischprobe je Versuch.

Die Maissilagen wurden zu jeweils einwöchigen Mischproben zusammengefasst, an denen die Inhaltsstoffe (Restwasser, Rohfett, Rohasche, Rohfaser, organische Substanz) durch das übliche Verfahren der Weender-Analyse bestimmt wurden (Naumann und Bassler, 1976). Die Stickstoff-Analytik erfolgte mit einem Macro-N-Analyser

Tabelle 2  
Charakterisierung der Maispflanzen zum Termin der Ernte und Silierung

Sorte	Ernte-termin	Kolben	Rest-pflanze % T	Ganz-pflanze	Kolben-anteil % der T
A	10.09.98	57,8	23,8	36,5	59,4
B	30.09.98	59,0	25,0	35,9	52,9
C	28.09.98	59,4	22,7	35,1	57,3
D	23.09.98	59,8	24,0	35,7	54,8

(Foss Haereus Analysensysteme GmbH, Hanau). Bei den Kraftfuttermitteln und bei Heu fanden die Analysen nach demselben Schema an jeweils 1 bis 2 Mischproben je Versuch statt.

Die Stärkegehalte der Einzelkomponenten des Kraftfutters wurden polarimetrisch (Sucromat, Optik Elektronik Automation) bestimmt (Naumann und Bassler, 1976). Die Stärkegehalte der Leistungskraftfutter wurden anhand von Analysenwerten der Einzelkomponenten berechnet. Die Stärkeanalytik an den Maissilagen erfolgte an der FAL in Braunschweig nach der Methode von Salomonsson et al. (1984).

### 2.5 Statistische Auswertung

Die statistische Auswertung erfolgte mit Hilfe des Statistikprogramms SAS (Release 6.12, SAS Institute Inc., Cary North Carolina, USA 1996) unter Verwendung der Prozedur PROC GLM. Mit dem Student-Newman-Keuls-Test (Keuls, 1952) wurde bei signifikanten F-Werten untersucht, welche Mittelwerte sich bei einer Irrtumswahrscheinlichkeit von 5 % unterscheiden.

## 3 Ergebnisse

### 3.1 Beschreibung der Maissilagen

In Tabelle 2 sind die Trockenmassegehalte von Kolben, Restpflanze und Ganzpflanze sowie der Kolbenanteil an der Gesamtpflanze (T) zum Zeitpunkt der Ernte und Silierung dargestellt. Die Sorte A wurde etwa zwei Wochen vor der Sorte D und etwa 3 Wochen vor den Sorten B und C geerntet. Im Mittel der vier Sorten ergaben sich vergleichbare T-Gehalte von Kolben (durchschnittlich 59 %), Restpflanze (durchschnittlich 24 %) und Ganzpflanze (durchschnittlich knapp 36 %). Allerdings lag der Kolbenanteil bei der Sorte A trotz des frühen Erntetermins mit 59,4 % etwa 7 Prozentpunkte über dem der Sorte B und knapp 2 bzw. 5 Prozentpunkte über denjenigen der Sorten C bzw. D.

Die Nährstoff- und Energiegehalte der 4 Maissilagen sind in Tabelle 3 dargestellt. Entsprechend dem Versuchsplan variierte der T-Gehalt, der im Mittel bei 36,5 % lag, zwischen den 4 Sorten nur geringfügig. Bedingt durch den erhöhten Kolbenanteil wies die Maissilage der Sorte A mit 19 % einen um etwa 1 Prozentpunkt niedrigeren Rohfasergehalt als die restlichen Sorten auf. Der Stärkegehalt betrug 39 %, 37 %, 33 % und 37 % bei den Sorten A, B, C und D. Aus den Rohnährstoffen und den im Hammelversuch ermittelten Verdaulichkeiten errechnet sich für die Sorte A mit 7,5 MJ NEL/kg T im Vergleich zu den übrigen Sorten ein um etwa 0,5 MJ NEL/kg T erhöhter Energiegehalt.

Tabelle 4 zeigt die effektive ruminale Abbaubarkeit der organischen Substanz der Maissilagen. Bei Annahme

Tabelle 3

Mittlere T-, Nährstoff- und Nettoenergiegehalte der Maissilagen (n=7 je Maissilage)

Maissilage	T %	XA	OS	XP	XL g/kg T	XF	NfE	XS	nXP	RNB	NEL MJ/kg T
A	37,2	36	964	76	30	191	667	386	145	-11	7,46
B	36,5	36	964	79	30	204	652	365	139	-10	7,00
C	35,5	36	964	77	32	203	653	327	138	-10	6,89
D	36,6	33	967	81	29	203	654	368	141	-10	7,02

Tabelle 4

Effektive Abbaubarkeit (%) der organischen Substanz der Maissilagen

Sorte	Passagerate (h <sup>-1</sup> )			
	k=0,02	k=0,04	k=0,06	k=0,08
A	74,3	68,0	65,1	63,5
B	73,5	67,6	65,0	63,5
C	72,9	66,8	64,2	62,7
D	73,1	66,6	63,7	62,1

Tabelle 5

Verdaulichkeiten (%) der Maissilagen (n=4 je Behandlung)

	Maissilage			
	A	B	C	D
T	79,6 <sup>a</sup> ± 2,7	75,6 <sup>b</sup> ± 2,0	74,3 <sup>b</sup> ± 2,3	75,5 <sup>b</sup> ± 1,1
OS	81,9 <sup>a</sup> ± 2,3	77,8 <sup>b</sup> ± 2,0	76,8 <sup>b</sup> ± 2,3	78,0 <sup>b</sup> ± 0,9
XL	81,7 ± 2,6	78,7 ± 4,6	77,2 ± 3,0	75,2 ± 2,2
XF	70,3 <sup>a</sup> ± 3,1	64,4 <sup>ab</sup> ± 3,2	61,6 <sup>b</sup> ± 4,4	65,0 <sup>ab</sup> ± 1,3

a>b, p≤0,05

Tabelle 6

Futteraufnahme und Nährstoffversorgung in Versuch 1 (n=18 je Behandlung)

	Maissilage	
	A	B
Maissilageaufnahme (kg T/Tag)	11,6 ± 1,9	12,3 ± 1,1
Gesamtfutteraufnahme (kg T/Tag)	19,3 ± 2,5	20,0 ± 2,2
Energieaufnahme (MJ NEL/Tag)	143 ± 19	142 ± 18
nXP- Aufnahme (g/Tag)	3210 ± 453	3236 ± 441
Stärkeaufnahme (g/Tag)	6119 ± 904	6111 ± 797
Rohfaseraufnahme (g/Tag)	3071 <sup>b</sup> ± 350	3355 <sup>a</sup> ± 242

a>b, p≤0,05

einer niedrigen Passagerate (k=0,02) lag sie im Durchschnitt der vier Sorten bei 73,5 %, bei einer hohen Passagerate (k=0,08) bei 63,0 %, wobei im Sinne einer Charakterisierung der Maissilagen als Rationskomponenten keine nennenswerten Sortenunterschiede bestanden. Allerdings wies die Silage aus der Sorte A bei allen angenommenen Passageraten die höchste effektive Abbaubarkeit auf.

### 3.2 Verdaulichkeit

Tabelle 5 zeigt die im Hammelversuch gemessenen Verdaulichkeiten der Maissilagen. Die Gesamtverdaulichkeit (T) der Sorte A lag mit 79,6 % erheblich über denen der Sorten B mit 75,6 %, C mit 74,3 % und D mit 75,5 %. Auch die Verdaulichkeit der organischen Substanz war bei der Sorte A mit 81,9 % gegenüber den anderen Sorten erhöht. Bei den Sorten B, C und D betrug sie 77,8 %, 76,8 % und 78,0 %. Die Rohfaserverdaulichkeit unterschied sich zwischen der Sorte A mit 70,3 % und der Sorte C mit 61,6 % deutlich. Bei den Sorten B und D betrug sie etwa 65 %. Die Verdaulichkeiten des Rohfettes lagen bei 81,7 % (Sorte A), 78,7 % (Sorte B), 77,2 % (Sorte C) und 75,2 % (Sorte D).

### 3.3 Futteraufnahme und Milchleistung

In Fütterungsversuch 1 wurden die Maissilagen der Hybriden A und B gegenübergestellt (Tabelle 6). Die durchschnittliche tägliche Maissilage- und Gesamtfutteraufnahme lag in diesem Versuch mit 11,9 kg T/Tier und 19,7 kg T/Tier insgesamt geringfügig niedriger, als in Fütterungsversuch 2. Die tägliche Maissilage- und Gesamtfutteraufnahme ergab für die einzelnen Sorten 11,6 bzw. 12,3 kg T/Kuh und 19,3 und 20,0 kg T/Kuh (A gegenüber B). Die Zufuhr an Heu (im Mittel 1,7 kg T pro Kuh, Tag), an Sojaextraktionsschrot (1,1 kg T pro Kuh, Tag) sowie an Mineralfutter und Harnstoff erfolgte restriktiv, wobei alle Futtermittel von allen Kühen vollständig verzehrt wurden. Die mittlere tägliche Menge an Leistungskraftfutter lag in beiden Behandlungen bei 4,6 ± 2,1 kg T pro Kuh. Die tägliche Energie-, nXP- und Stärkeaufnahme betrug im Mittel 143 MJ NEL/Tier, 3223 g/Tier und 6115 g/Tier. Zwischen den Behandlungsgruppen A und B ergab sich kein deutlicher Unterschied.

Tabelle 7  
Milchleistung, Milch Inhaltsstoffe und Lebendmasse in Versuch 1 (n=18 je Behandlung)

	Maissilage	
	A	B
Milchmenge (kg/Tag)	26,8 ± 6,6	25,7 ± 4,8
FPCM* (kg/Tag)	25,2 ± 4,7	25,2 ± 3,9
Milchfett (%)	3,44 <sup>b</sup> ± 0,53	3,66 <sup>a</sup> ± 0,39
Milcheiweiß (%)	3,52 ± 0,25	3,55 ± 0,18
Milchlaktose (%)	4,69 ± 0,16	4,69 ± 0,20
Milchharnstoff (mg/100 ml)	27,3 ± 4,9	29,7 ± 4,6
Lebendmasse (kg)	612 ± 53	622 ± 55

\* Fett- und Proteinkorrigierte Milch  
a>b, p≤0,05

Die tägliche Milchleistung der Kühe von Behandlungsgruppe A und B lag bei 26,8 kg und 25,7 kg (Tabelle 7). Der Eiweiß-, Laktose- und Harnstoffgehalt betrug im Mittel beider Behandlungen 3,53 %, 4,69 % und 28,5 mg/100ml. Ein deutlicher Behandlungseffekt wurde nicht beobachtet. Demgegenüber lag der Fettgehalt in der Behandlungsgruppe A mit 3,44 % signifikant unter demjenigen der Behandlungsgruppe B mit 3,66 %. Im Mittel aller Versuchstage wiesen die Tiere der Behandlung A eine Lebendmasse von 612 und Tiere der Behandlung B von 622 kg auf. Im Versuchsverlauf war in beiden Behandlungen einheitlich eine Gewichtszunahme von 21 kg/Tier zu beobachten.

Im Milchviehfütterungsversuch 2 wurden die weiteren beiden Maissilagen der Hybriden C und D überprüft.

Tabelle 8  
Futtermittel- und Nährstoffversorgung in Versuch 2 (n=18 je Behandlung)

	Maissilage	
	C	D
Maissilageaufnahme (kg T/Tag)	12,8 ± 1,9	12,2 ± 2,1
Gesamtfuttermittelaufnahme (kg T/Tag)	20,7 ± 2,2	20,0 ± 1,9
Energieaufnahme (MJ NEL/Tag)	143 ± 16	140 ± 14
nXP-Aufnahme (g/Tag)	3215 ± 389	3156 ± 342
Stärkeaufnahme (g/Tag)	4845 ± 564	5137 ± 630
Rohfaseraufnahme (g/Tag)	3660 ± 356	3527 ± 341

Dabei ergab sich mit 12,8 und 20,7 kg T/Tier und Tag eine geringfügig höhere Maissilage- und Gesamtfuttermittelaufnahme bei den Tieren, die mit der Maissilage C gefüttert wurden, als bei den Vergleichstieren (D) mit 12,2 und 20,0 kg T/Tier und Tag (Tabelle 8). Die verzehrte Menge der restriktiv vorgelegten Komponenten betrug im Mittel der Kühe für beide Behandlung einheitlich an Heu 1,7 kg T, an Sojaextraktionsschrot 0,9 kg T und an Leistungskraftfutter 5,0 ± 2,1 kg T (Behandlung C) bzw. 4,9 ± 2,2 kg T (Behandlung D) pro Tag. Die tägliche Energie-, nXP- und Stärkeaufnahme lag im Mittel beider Behandlungen bei 142 MJ NEL/Tier, 3186 g/Tier und bei 4991 g/Tier. Aufgrund der vergleichbaren Nährstoffzusammensetzung der beiden Silagen und der vergleichbaren Futtermittelaufnahme ergaben sich nur geringfügige Unterschiede zwischen beiden Behandlungsgruppen.

Die tägliche Milchleistung, der Milchfett- und der Milcheiweißgehalt betragen im Mittel aller Tiere 26,3 kg/Tier, 3,59 % und 3,42 % (Tabelle 9). Ein gerichteter Behandlungseffekt wurde nicht beobachtet. Auch der Laktose- und der Harnstoffgehalt differierte zwischen den Behandlungen nicht. Sie betragen im Durchschnitt beider Behandlungen 4,73 % und 24,5 mg/100 ml. Die Lebendmasse der Kühe betrug im Versuchsmittel 632 kg im Durchschnitt beider Behandlungen. Im Versuchsverlauf nahmen die Kühe der Behandlung C durchschnittlich 21 kg und Kühe der Behandlung D 17 kg an Lebendgewicht zu.

Tabelle 9  
Milchleistung, Milch Inhaltsstoffe und Lebendmasse in Versuch 2 (n=18 je Behandlung)

	Maissilage	
	C	D
Milchmenge (kg/Tag)	26,5 ± 5,7	26,0 ± 4,9
FPCM* (kg/Tag)	25,4 ± 4,3	24,7 ± 3,8
Milchfett (%)	3,59 ± 0,51	3,59 ± 0,60
Milcheiweiß (%)	3,45 ± 0,26	3,39 ± 0,26
Milchlaktose (%)	4,70 ± 0,13	4,75 ± 0,12
Milchharnstoff (mg/100 ml)	23,8 ± 3,3	25,2 ± 4,1
Lebendmasse (kg)	634 ± 50	629 ± 57

\* Fett- und Proteinkorrigierte Milch

#### 4 Diskussion

Vorliegende Untersuchung sollte klären, ob die in einer vorausgehenden Arbeit mit Körnermais von dem Standort Frankreich erzielte unterschiedliche ruminale Abbaubarkeit der Stärke auch Auswirkungen auf Leistungskriterien bei Milchkühen hat. Auswahlkriterium für die verschiedenen Hybriden war eine deutliche Variation der in situ-Abbaubarkeit der Stärke von Körnermais (Loose, 1999). In dieser Untersuchung ergab sich bei einer Passagerate von  $k=0,08$  für Körner der Sorten A und C eine hohe effektive Abbaubarkeit der Stärke in situ (A: 64 %, C: 69 %), für die Sorten B und D dagegen eine niedrige (B: 58 %, D: 60 %). Allerdings wurde dabei ein eventueller Einfluss des T-Gehaltes bzw. des Reifestatus bei der Ernte nicht näher erfasst. In vivo-Messungen des Stärkeflusses am Duodenum mit dem selben Probenmaterial konnten diese Reihung nicht bestätigen (Loose, 1999). Im Jahr 1998 wurden dieselben Hybriden auf der Versuchsstation Hirschau angebaut, um die Maissilagen für vorliegende Untersuchung zu erstellen. Parallel wurden zu verschiedenen Erntezeitpunkten Körner aus diesen Beständen entnommen, an denen Hric et al. (2000), Ettle et al. (2001) und Höner (2001) die in situ-Abbaubarkeit nach unterschiedlicher Aufbereitung der Körner untersuchten. Auch diese Arbeiten konnten die Reihung der Hybriden bezüglich der Höhe der in situ-Abbaubarkeit von Loose (1999) nicht bestätigen. Im Gegenteil zeigte die Sorte A in Abhängigkeit von Erntezeitpunkt, Aufbereitung der Körner und angenommener Passagerate im Vergleich zu den anderen Hybriden eine um bis zu 13 %-Punkte geringere Abbaubarkeit der organischen Substanz bzw. T. Demgegenüber zeigten erneute in vivo-Flussmengenmessungen am Duodenum an den vorliegenden Maissilagen (Höner et al., 2002a) weitgehende Übereinstimmung bezüglich der Reihung zu den früheren Daten (Loose, 1999).

Mögliche Ursachen für die unterschiedlichen Ergebnisse wurden an anderer Stelle (Höner et al., 2002a; Ettle et al., 2001) diskutiert. Ettle et al. (2001) schließen aus in situ-Untersuchungen an silierten Körnern der vorliegenden Hybriden, dass bei Berücksichtigung des Effektes eines unterschiedlichen Reifestadiums bei der Ernte die ruminale Stärkeabbaubarkeit zwischen diesen Sorten kaum noch variiert, was sich mit den in situ-Messungen an den Maissilagen bei Höner et al. (2002b) und den vorliegenden Messungen der Abbaubarkeit der organischen Substanz der Maissilagen (Tabelle 4) deckt. Allerdings wurde in diesen Untersuchungen nur die in situ-Abbaubarkeit der organischen Substanz, nicht jedoch die der Stärke gemessen. Höner et al. (2002a) fanden hingegen bei in vivo-Flussmengenmessungen mit den in der vorliegenden Untersuchung verfütterten Maissilagen Differenzen in der Stärkeabbaubarkeit von bis zu 10 Prozentpunkten. An dieser Stelle sollen deshalb für eine weitere Diskussion die von Höner et al. (2002a) gefundenen ruma-

len Stärkeabbaubarkeiten aus in vivo-Messungen sowie die Verdaulichkeiten, die im Hammelversuch ermittelt wurden, herangezogen werden. Allerdings ist darauf hinzuweisen, dass die absolute Höhe der von Höner et al. (2002a) dargestellten Stärkeabbaubarkeiten für die Maissilagen wegen der Differenzrechnung aus der Gesamtration schwierig zu interpretieren ist (Höner et al., 2002a). Darüber hinaus überraschen die Unterschiede in der ruminale Abbaubarkeit der Stärke von bis zu 10 %-Punkten bei den Maissilagen, da alle eingesetzten Maishybriden bezüglich ihrer Klassifizierung in "dent oder flint-Typen" als genetische Mischtypen zu bezeichnen sind (Ettle et al., 2001) und die Maissilagen zudem im Reifegrad kaum differierten.

In Fütterungsversuch 1 liegt die tägliche Maissilageaufnahme von Tieren der Gruppe A bei 11,6 kg T und von Tieren der Behandlung B bei 12,3 kg T. In Fütterungsversuch 2 ergab sich für die Sorte C eine tägliche Maissilageaufnahme von 12,8 kg T/Tier und für die Sorte D von 12,2 kg T/Tier. Nach Schwarz und Gruber (1999) stellt die Gesamtverdaulichkeit der Ration eine wichtige Variable zur Regulierung der Höhe der Futteraufnahme dar. Die Verdaulichkeit bzw. damit korrelierende Messgrößen wie der Gehalt an pflanzlichen Gerüstsubstanzen stehen in kurvilinearer Beziehung zum Verzehr, d. h. die Grundfutteraufnahme steigt mit höherer Verdaulichkeit bis zu einem Grenzbereich, in dem die Regulation des Verzehrs von einer physikalischen in eine metabolische Kontrolle übergeht (Schwarz et al., 1996). Auch Kleinmanns und Potthast (1984) sehen in der Verdaulichkeit der organischen Substanz des Grundfutters neben der Höhe der Kraftfutteraufnahme die wichtigste Einflussgröße auf die Grundfutteraufnahme. Die Verdaulichkeit der Silage A war etwas besser als die der Silage B, ebenso wie die der Silage D gegenüber der Silage C. Demzufolge wäre in Versuch 1 in der Gruppe A eher eine höhere Futteraufnahme zu erwarten gewesen als in der Gruppe B und in Versuch 2 eine höhere Futteraufnahme bei der Behandlung D als bei der Behandlung C. Ein höherer Anteil ruminal abbaubarer bzw. fermentierbarer Stärke kann zu einem Absinken des pH-Wertes im Pansen und einer Verminderung der Futteraufnahme führen. Aus den in vivo-Versuchen von Höner et al. (2002a) ergibt sich eine Differenz in der ruminale Stärkeabbaubarkeit von 9 %-Punkten im Vergleich der Sorten A und B sowie von 10 %-Punkten im Vergleich der Sorten C und D. Da die Kraftfuttermittellieferung innerhalb der Versuche 1 und 2 zwischen den Versuchsgruppen identisch war, lässt sich unter Berücksichtigung der etwas unterschiedlichen Stärkegehalte der Maissilagen und der täglichen Aufnahme an Maissilage für die Gruppe C eine um etwa 160 g höhere Menge an ruminal abbaubarer Stärke als für die Sorte D berechnen. In Versuch 1 ergibt sich eine etwas deutlichere Differenzierung zwischen den Behandlungsgruppen. Hier liegt die Menge an ruminal abbaubarer Stärke bei der Gruppe A um etwa

400 g höher als in der Gruppe B. Da zudem auch die Rohfaseraufnahme in der Behandlung A vermindert war, ergibt sich insgesamt ein wesentlich weiteres Verhältnis von ruminal abbaubarer Stärke zu Strukturkohlenhydraten als in der Behandlung B. Dieser Ansatz könnte eine geringere Futtermittelaufnahme in der Behandlung A als Folge einer Beeinträchtigung der Fermentationsverhältnisse im Pansen erklären. In Versuch 2 differiert die Futtermittelaufnahme zwischen den Behandlungen jedoch in gleicher Höhe wie in Versuch 1, obwohl das Verhältnis von ruminal abbaubarer Stärke zu Strukturkohlenhydraten im Vergleich der Behandlungen identisch ist.

Neben dem möglichen Einfluss auf die Fermentationsverhältnisse im Pansen wird eine verbesserte Energieversorgung der Milchkuh bei einer erhöhten Stärkeanflutung am Duodenum diskutiert. Unter Annahme der Stärkeabbaubarkeiten der Maissilagen von Höner et al. (2002a) errechnet sich in Versuch 1 für die Tiere der Gruppe A eine um 400 g/Tier und Tag geringere duodenale Stärkeanflutung als für die Tiere der Behandlung B. In Versuch 2 liegt die kalkulierte Stärkeanflutung in der Behandlungsgruppe C um etwa 450 g/Tier und Tag niedriger als in Behandlung D. Diese Differenzen in der Stärkeanflutung am Duodenum resultierten in den Fütterungsversuchen jedoch nicht in Unterschieden in den Milchleistungskriterien. Im Gegenteil lag die tägliche Milchleistung in beiden Versuchen bei einer niedrigeren Stärkeanflutung (Sorten A/C) geringfügig höher, in Fütterungsversuch 2 auch die mittlere FPCM. Dass in der Gruppe A trotz der tendenziell verminderten Futtermittelaufnahme die Milchleistung etwas höher lag als in der Gruppe B, lässt sich dementsprechend nicht durch eine erhöhte Stärkeanflutung am Duodenum erklären. Eine insgesamt erhöhte Energiekonzentration der Sorte A infolge der etwas höheren Verdaulichkeiten könnte jedoch der Grund für eine etwas höhere Leistung bei tendenziell verringerter Futtermittelaufnahme sein. In Fütterungsversuch 2 waren die Milchinhaltsstoffe durch die Behandlung völlig unbeeinflusst, in Versuch 1 ergab sich für die Behandlungsgruppe A lediglich ein verringerter Milchfettgehalt, was wahrscheinlich auf den geringeren Rohfasergehalt der Silage bzw. die verminderte Gesamtzufuhr an Rohfaser zurückzuführen ist. Dies kann durch eine gleichzeitig steigende ruminale Stärkeabbaubarkeit - wie in den vorliegenden Silagen - verstärkt worden sein (Ørskov, 1986).

Ursache für die fehlende Beeinflussung der Leistungskriterien in vorliegender Untersuchung könnte sein, dass die Unterschiede in der duodenalen Stärkeanflutung zwischen den Behandlungsgruppen auch bei Annahme einer hohen Differenzierung der Stärkeabbaubarkeit zwischen den Sorten von bis zu 10 %-Punkten gering sind. Fütterungsversuche zur Variation der Stärkeanflutung am Duodenum wurden in erster Linie bei Einsatz verschiedener Stärkequellen wie Weizen oder Gerste gegenüber Körnermais durchgeführt. Daenicke et al. (1997) variierten die

Stärkeanflutung durch Austausch von Körnermais gegen Weizen (jeweils 8,5 kg T/Tier und Tag) im Kraftfutter. Eine um 0,9 kg/Tier und Tag erhöhte Milchleistung in der Maisgruppe sowie geringfügige Differenzen in den Milchinhaltsstoffen erwiesen sich als nicht signifikant. In einem Folgeversuch mit derselben Versuchsanstellung (Daenicke et al., 1999) ergab sich ebenfalls nur ein geringer Vorteil der Maisgruppe von etwa 1 kg Milch/Tier und Tag. Eine Literaturzusammenstellung von Daenicke (2000) über ähnliche Versuchsanstellungen (Austausch von Weizen/Gerste gegen Körnermais) zeigt Effekte von -0,5 kg FCM bis +1,7 kg FCM. Über alle aufgeführten Versuche mit vergleichbaren Anteilen von Körnermais und Gerste/Weizen ergibt sich eine Kraftfuttelaufnahme von 8,8 kg T/Tag. Im Tabellenanhang der DLG-Information 2/2001 (DLG, 2001) sind Angaben zur ruminalen Abbaubarkeit der Stärke verschiedener Futtermittel gemacht. Unterstellt man für Weizen und Gerste eine Beständigkeit der Stärke von 15 % und für Körnermais von 42 % (DLG, 2001), ergibt sich bei Annahme einheitlicher Stärkegehalte in Getreide und Mais von nur 60 % für die Körnermaisgruppen durchschnittlich eine um 1,4 kg höhere Stärkeanflutung am Duodenum als für die Getreidegruppen. Andere Autoren geben eine mittlere Stärkeabbaubarkeit von 90 % für Gerste und Weizen sowie von 70 % für Körnermais an (Loose, 2000), woraus sich bei Körnermaissfütterung immer noch eine um etwa 1 kg höhere Stärkeanflutung am Duodenum errechnet als bei Gerste- oder Weizenfütterung. Letztendlich zeigt sich, dass auch eine hohe Differenzierung in der Stärkeanflutung zwischen den Versuchsgruppen in einzelnen Versuchen nur geringe Auswirkungen auf Milchleistungskriterien (im Mittel  $\pm$  0 kg Milch bei Austausch von Gerste gegen Körnermais und einer Versuchsdauer von 21-40 Tagen; + 1,1 kg Milch bei Austausch von Gerste/Weizen gegen Körnermais und einer Versuchsdauer von 77 - 126 Tagen) zur Folge hatte. Dabei ist weiterhin zu berücksichtigen, dass die Stärke in Getreide auch wesentlich schneller abgebaut wird als im Körnermais (DLG, 2001), so dass auch in dieser Hinsicht eher Effekte zu erwarten wären als beim Vergleich von Maissilagen verschiedener Sorten.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die Bedeutung einer Differenzierung in der in vivo ermittelten ruminalen Stärkeabbaubarkeit der 4 Maissilagen von bis zu 10 Prozentpunkten (Höner et al., 2002a) mit parallel durchgeführten in situ- Versuchen (Hric et al., 2000, Etle et al., 2001) kritisch zu hinterfragen ist. Auch die Ergebnisse der vorliegenden Fütterungsversuche lassen keine Rückschlüsse auf starke Auswirkungen der Variation der ruminalen Stärkeabbaubarkeit zwischen den verschiedenen Maissilagen mit identischem Reifegrad auf die Milchleistungskriterien zu. Fehlende Reaktionen auf Leistungskriterien in vorliegenden Fütterungsversuchen sind aber auch im Zusammenhang mit der Leistungshöhe bzw. dem Laktationsstand und der Fütterungstechnik zu diskutieren.

**Literatur**

- Bergner H, Hoffmann L (1996) Bioenergetik und Stoffproduktion landwirtschaftlicher Nutztiere; Kap 3: Bioenergetik des intermediären Nährstoffumsatzes. Chur : Harwood Acad Publ, pp 51-188
- Daenicke R (2000) Fütterungsversuche zum Einsatz verschiedener Stärkequellen bei Milchkühen. *Landbauforsch Völkenrode SH 217*: 60-70
- Daenicke R, Gädeken D, Lebzien P (1997) Einsatz von Körnermais in der Milchvieh- und Mastbullenfütterung. In: Tagungsber 11. Maiskolloquiums, Halle. pp 41-42
- Daenicke R, Gädeken D, Lebzien P (1999) Comparison of wheat and corn. Book of abstracts / Annual Meeting of the European Association of Animal Production 5: 94, ISBN 90-74134-73-4
- DLG (2001) Struktur- und Kohlenhydratversorgung der Milchkuh. *DLG-Informationsschrift 2/2001*.
- Ettle T, Lebzien P, Flachowsky G, Schwarz F J (2001) Effect of harvest date and variety on ruminal degradability of ensiled maize grains in dairy cows. *Arch Anim Nutr* 55: 69-84
- Ettle T (2001) Vergleichende Untersuchungen zur Protein- und Stärkebewertung in der Milchviehfütterung. Diss, Techn Univ München
- Höner K (2001) Einfluss von Silagen aus unterschiedlichen Maishybriden auf die Umsetzungen im Verdauungstrakt von Kühen. Diss, Tierärztl Hochschule Hannover
- Höner K, Lebzien P, Schwarz FJ, Ettle T, Flachowsky G (2002a) Einfluss von Silagen aus unterschiedlichen Maishybriden auf die Umsetzungen im Verdauungstrakt von Kühen. *Landbauforsch Völkenrode* 3:149-156
- Höner K, Lebzien P, Flachowsky G, Schwarz FJ (2002b) The influence of silages prepared from different corn hybrids on the metabolism in the digestive tract of ruminants. *Proc Soc Nutr Physiol* 11: 44
- Keuls M (1952) The use of the „studentized range“ in connection with analysis of variance. *Euphytica* 1: 112
- Kleinmanns J, Potthast V (1984) Zur Verdrängung von Grundfutter durch Kraftfutter in der Milchviehfütterung. *Übers Tierern* 12: 165-186
- Kotarski SF, Waniska RD, Thurn KK (1992) Starch hydrolysis by the ruminal microflora. *J Nutr* 122: 178-190
- Loose K (1999) Untersuchungen zum Einfluß verschiedener Körnermaishybriden auf die Stärke- und Proteinumsetzungen im Verdauungstrakt von Milchkühen. Diss, Tierärztl Hochschule Hannover
- Loose K (2000) Ruminaler Abbau verschiedener Stärkequellen und duodenale Stärkeanflutung. *Landbauforsch Völkenrode SH 217*: 14-24
- Madsen J, Hvelplund T (1994) Prediction of in situ protein degradability in the rumen; results of a European ringtest. *Livestock Prod Sci* 39: 201-212
- Matthé A (2000) Zur Stärkenutzung im Dünndarm. *Landbauforsch Völkenrode SH 217*: 33-45
- Matthé A, Lebzien P, Flachowsky G (1998) Einfluß unterschiedlicher Trocknung von Maiskörnern auf den in sacco Abbau im Pansen von Milchkühen. *VDLUFA-Schriftenreihe* 49: 509-512
- Naumann C, Bassler R (1976) Die chemische Untersuchung von Futtermitteln; Methodenbuch, Bd III. Melsungen : J Neumann-Neudamm
- Ærskov ER (1986) Starch digestion and utilization in ruminants. *J Anim Sci* 63: 1624-1633
- Paul C, Greef JM, Höppner F (2000) Veränderung der Inhaltsstoffmatrix in Abhängigkeit von Abreife und methodischer Erfassbarkeit. *Landbauforsch Völkenrode SH 217*: 116-127
- Salomonsson AC, Theander O, Westerlund O (1984): Chemical characterization of some swedish cereal whole meal and bran fractions. *Swedish J Agric Res* 14: 111-117
- SAS Institute Incorporation (1985) SAS User's Guide Statistics; Version 5 Edition. Cary, NC : SAS Inst Inc
- Schwarz FJ, Heindl U, Kirchgessner M (1996) Zur Schätzung der Grundfutteraufnahme von Milchkühen. *Züchtungskunde* 68: 65-76
- Schwarz FJ, Gruber L (1999) Fütterung der 10.000 Liter Kuh: Futteraufnahme - Einflussfaktoren und Abschätzung. *Arbeiten der DLG* 196: 171-191
- Schwarz FJ, Ettle T (2000) Erntezeitpunkt, Sorte und deren Einfluss auf Inhaltsstoffe, Verdaulichkeit und in situ-Abbaubarkeit der Stärke von Silomais. *Landbauforsch Völkenrode SH 217*: 102-115
- Schwarz FJ, Pex EJ, Kirchgessner M (1996) Zum Sorteneinfluß von Silomais auf Verdaulichkeit und Energiegehalt von Maissilage bei Rind und Schaf. *Wirtschaftseig Futter* 42: 161-172
- Theurer CB (1986) Grain processing effects on starch utilization by ruminants. *J Anim Sci* 63: 1649-1662
- Weiß J, Mirbach D, Bonsels T (1999) So wirtschaften Spitzenbetriebe in Deutschland; die Ergebnisse einer bundesweiten Umfrage. *Arbeiten der DLG* 196: 43-56

