

Untersuchungen zum Einsatz von getrockneter Weizen- und Maisschlempe (Starprot) bei Wiederkäuern

M. URDL, L. GRUBER, J. HÄUSLER, G. MAIERHOFER und A. SCHAUER

Einleitung und Fragestellung

In Brennereien werden zucker- und stärkehaltige Rohstoffe zu Alkohol verarbeitet. Durch die Vergärung der Kohlenhydrate, meistens mit Hilfe von Hefen, entsteht Alkohol, der abdestilliert wird. Als Nebenprodukt entsteht Schlempe. Beim Einsatz von Getreide als Ausgangsmaterial reichern sich die nach der Entfernung der Stärke übrig bleibenden Nährstoffe im Korn relativ an. Die sich bei der Fermentation vermehrenden Hefezellen führen zusätzlich zu einer Neubildung von Protein. Um ihre geringe Haltbarkeit und die durch den hohen Wassergehalt (90 - 95 %) bedingte niedrige Nährstoffkonzentration zu erhöhen, können die Frischschlempen getrocknet werden. Das als Futtermittel einsetzbare Endprodukt dieser Trocknung wird im amerikanischen Sprachgebrauch distillers dried grains (DDG, getrocknete Getreideschlempe) bzw. distillers dried grains with solubles (DDGS, getrocknete Getreideschlempe mit Feinbestandteilen) bezeichnet (MENKE und HUSS 1987).

Ab dem Jahr 2007 wird in Österreich mit einer Produktion von DDGS aus der Biotreibstoffproduktion von etwa 170.000 t gerechnet (AGES 2005). Abgesehen vom energiepolitischen Aspekt der Energie-

gewinnung aus Getreide bzw. der Verwertung von Getreideüberschüssen stehen mit Getreideschlempen Eiweißfuttermittel zur Verfügung, die GVO-frei sind (vorausgesetzt, dass bei der Erzeugung keine Enzyme eingesetzt werden, die mit gentechnisch veränderten Mechanismen hergestellt wurden) und einen hohen Anteil an unabbaubarem Protein aufweisen. Um diese Futtermittel beim Einsatz in der Milchviehfütterung zu testen, wurden an der HBLFA Raumberg-Gumpenstein Fütterungsversuche mit Milchkühen und Verdauungsversuche mit Schafen durchgeführt sowie die Abbaubarkeit im Pansen mit der *in situ*-Technik an fistulierten Ochsen geprüft.

Die Änderung der Nährstoffgehalte bei der Alkoholherstellung lässt sich anhand der in *Tabelle 1* (DLG 1997) angeführten Werte von Getreidearten und der daraus erzeugten Schlempen verfolgen (verglichen werden die Durchschnittswerte der DLG-Angaben). Der Stärkegehalt der Getreideausgangsmaterialien sinkt von 60 - 70 % auf unter 10 %, die Anteile aller anderen Nährstoffe nehmen zu (Rohprotein von durchschnittlich 12 auf durchschnittlich 31 %, Rohfett von 3 auf 7 %, Rohfaser von 3,6 auf 10,9 %). Der Rückgang der Verdaulichkeit von 87 auf 73 % lässt sich durch den Verlust an

leicht verdaulicher Stärke und die relative Anreicherung mit schwerer verdaulichen Gerüstsubstanzen erklären. Die niedrigere Energiekonzentration der Schlempen (7,1 zu 8,4 MJ NEL) ist damit verbunden. Da zur Beurteilung in der praktischen Fütterung vor allem der Vergleich der Nährstoffgehalte mit anderen Kraftfuttermitteln von Bedeutung ist, sind in *Tabelle 1* auch die Nährstoffgehalte der „typischen“ Eiweißfuttermittel Sojaextraktionsschrot und Rapskuchen angegeben.

Während der Proteingehalt der Schlempen gegenüber Getreide etwa um das 2,7-fache erhöht ist, ist er niedriger als in Sojaextraktionsschrot und in etwa gleich dem des Rapskuchens. Getreideschlempen sind daher typische Eiweißfuttermittel. Hervorzuheben ist die hohe Beständigkeit des Proteins im Pansen (niedrige Proteinabbaubarkeit), die durch den Trocknungsprozess begründet ist. Dies macht diese Futtermittel interessant für die Erzielung hoher Milchleistungen, die aus ernährungsphysiologischen Gründen Rationen mit hohem UDP-Gehalt erfordern. Da im Zuge der Alkoholherstellung der hochverdauliche Nährstoff Stärke entzogen wird, erhöht sich der Gehalt an Rohfaser (aus dem Schalenanteil) in der Schlempe etwa um das Doppelte. Daraus

Tabelle 1: Nährstoffgehalt von Kraftfutterkomponenten (in der T) (DLG 1997)

	XP	XL	XF	XX	XA	XS	dOM	ME	NEL	UDP	nXP	RNB
	g	g	g	g	g	g	%	MJ	MJ	%	g	g
Gerste	119	23	52	779	27	604	87	12,93	8,16	25	165	-7
Weizen	138	20	29	794	19	662	89	13,37	8,51	20	172	-5
Mais	106	45	26	806	17	694	86	13,29	8,39	50	164	-9
Gerstenschlempe	283	68	126	467	56	50	67	10,94	6,49	40	206	+12
Weizenschlempe	362	67	97	416	58	33	-	-	-	-	-	-
Starprot Weizen ¹⁾	360	30	70	490	50	20	81	12,10	7,40	60	317	+7
Maisschlempe	297	82	104	466	51	92	79	12,68	7,75	50	242	+9
Starprot Mais ¹⁾	290	130	67	461	52	58	89	13,60	8,40	70	306	-3
Sojaextr.schrot 44	510	15	67	341	67	69	91	13,75	8,63	35	308	+32
Rapskuchen	370	101	128	326	75	0	80	13,06	7,99	30	217	+25

¹⁾ Firmenangabe (STHG – STARREIN, Weitersfeld, NÖ)

Autoren: Dipl.-Ing. Marcus URDL, Univ.-Doz. Dr. Leonhard GRUBER, Johann HÄUSLER, Ing. Günter MAIERHOFER und Ing. Anton SCHAUER, Institut für Nutztierforschung, HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Raumberg 38, A-8952 IRDNING, email: marcus.urd1@raumberg-gumpenstein.at

resultiert ein gegenüber dem Getreide etwas geringerer Energiegehalt. Dies muss bei der Rationsgestaltung berücksichtigt werden. Allerdings ist bei der (Handels-)Maisschlempe auf den hohen Fettgehalt von 13 % hinzuweisen, wodurch sich die gleiche Energiekonzentration wie bei Maisschrot ergibt.

In *Tabelle 2* sind nochmals die Inhaltsstoffe von Getreideschlempen aus Analysenergebnissen verschiedener Labors denen der DLG-Futterwerttabellen (1997) und den Firmenangaben des Produzenten von Starprot gegenübergestellt. Ziel des Fütterungsversuchs mit Milchkühen war die Prüfung des Futterwertes (besonders der Proteinwirkung) von Weizen- und Maisschlempe (Handelsnamen Starprot Weizen bzw. Starprot Mais) im Vergleich zu den Eiweißträgern Sojaextraktionsschrot und Rapskuchen.

Literaturübersicht

In zwei Fütterungsversuchen von VOSS et al. (1988) ist der Einfluss auf die Milchleistung bei der Verwendung verschiedener (relativ) pansenstabiler Proteinquellen untersucht worden. Im ersten Durchgang wurden 60 Holstein-Kühen post partum nach einer zehntägigen Standardration mit einem Proteingehalt von 18 % vier verschiedene Rationen angeboten, die sich nur in der Art des Eiweißkraftfutters unterschieden. Der Versuch lief über 30 Tage, in denen das Futter *ad libitum* zur Verfügung stand. Die auf Maissilage (56 %) und Maisschrot (25 %) basierenden Rationen hatten einen durchschnittlichen Rohproteingehalt von 14,7 %. Die Mischung mit Sojaextraktionsschrot als Eiweißträger wies einen XP-Gehalt von 14,8 % und die mit getrockneten Getreideschlempen (DDGS) + Maiskleber (im Verhältnis 66:34) einen von 14,5 % auf. Die zugehörigen Energiegehalte waren 6,91 bzw. 6,99 MJ NEL. Sowohl in der Futteraufnahme als auch in der Milchleistung zeigten sich signifikante Unterschiede zwischen diesen zwei Behandlungen. Die Kühe, die mit Getreideschlempe und Maiskleber gefüttert wurden, zeigten eine Futteraufnahme von 19,9 kg T/Tag (3,25 % der LM) und eine durchschnittliche Milchleistung von 31,8 kg/Tag, im Gegensatz zu 22,5 kg T (3,89 % der LM) und 37,5 kg Milch bei der Sojaextrakti-

onsschrot-Ration. Der Proteingehalt der Milch war bei der DDGS-Mischung ebenfalls signifikant niedriger (2,72 zu 3,14 %). Als mögliche Erklärung für die niedrigere Milchproduktion führen VOSS et al. an, dass der Einsatz von geschütztem bzw. im Pansen schwer abbaubarem Protein der Schlempe zu einem Mangel an abbaubarem Protein für die Pansenmikroben geführt haben könnte. Des Weiteren wird auf den gerade in dieser Ration besonders niedrigen Lysin-Gehalt hingewiesen, der neben dem Methionin-Gehalt bei einer Mais-basierenden Milchviehfütterung zu den erstlimittierenden Aminosäuregehalten gehört.

Im zweiten Versuch von VOSS et al. (1988) wurden an 105 Holstein-Kühen 13 Tage nach der Abkalbung sieben verschiedene Rationen über einen Zeitraum von 60 Tagen getestet. DDGS und Maiskleber in einem Verhältnis von 59:41 war neben Sojaextraktionsschrot auch in diesem Durchgang eines der Eiweißkraftfutter. Das Grundfutter bestand aus jeweils 27,5 % Luzerne- und Maissilage, sowie 31 % Maiskolbensilage. Die durchschnittlichen Rohproteingehalte der Sojaextraktionsschrot- und der DDGS + Maiskleber-Ration betragen 15,9 bzw. 16,2 % bei NEL-Gehalten von 6,57 bzw. 6,66 MJ/kg T. Die durchschnittliche Futteraufnahme bei beiden Behandlungen war 20,3 kg T/Tag, die Milchleistung 37,2 bzw. 35,2 kg/Tag und der durchschnittliche Milchproteingehalt 2,89 bzw. 2,85 % für Sojaextraktionsschrot bzw. DDGS + Maiskleber. Die leicht niedrigere Proteinproduktion, die sich mit den Ergebnissen aus Versuch 1

deckt, lässt sich laut VOSS et al. möglicherweise auf eine unzureichende Lysin-Versorgung der Milchdrüsen zurückführen.

GRINGS et al. (1992) haben in einer Dosis-Wirkungsstudie den Effekt steigender Anteile von getrockneten Getreideschlempen in Luzerne-basierten Futterrationen auf die Milchleistung untersucht. Für die Studie wurden 24 in der Früh-laktation stehende Kühe mit einer Mindestleistung von 27 kg/Tag herangezogen. Die Rationen für die vier Behandlungen enthielten 13,9, 16,0, 18,1 und 20,3 % Rohprotein, wobei der TMR jeweils 0, 10,1, 20,8 bzw. 31,6 % DDGS (auf T-Basis) beigemischt waren. Die Getreideschlempen hatten einen XP-Gehalt von 29,9 %. Die Proteinabbaubarkeit im Pansen wurde an zwei Kühen mit der *in situ*-Methode bei einer angenommenen Passage-Rate von 8 %/h ermittelt. Der UDP-Wert (undegradable protein) der DDGS betrug demnach 55 %. Die Milchleistung stieg mit dem steigenden Anteil an Rohprotein in den vier Rationen, wobei keine signifikanten Unterschiede in der Futteraufnahme beobachtet werden konnten (25,3, 26,3, 26,4 bzw. 26,5 kg T/Tag; bei allen > 4 % der LM). Bis zu einer UDP-Aufnahme von ca. 2,0 kg/Tag stimmte die tatsächliche mit der vorhergesagten Leistungssteigerung (abnehmender Trend) überein (*Abbildung 1*). Die Ergebnisse der von GRINGS et al. vergleichend herangezogenen Untersuchungen bezüglich des gesunkenen Milchproteingehalts beim Einsatz von DDGS anstelle von Sojaextraktionsschrot (PALMQUIST und CONRAD

Tabelle 2: Inhaltsstoffe von Getreideschlempen (Werte verschiedener Labors)

	Rohprotein g/kg T	Rohfaser g/kg T	Stärke g/kg T	NEL MJ/kg T
Weizenschlempe				
STHG - STARREIN ¹⁾	360	70	20	7,40
Futtermittel-Labor Rosenau	375	66	-	7,74
LKS-Lichtenwalde (D)	363	72	21	7,40
HBLFA Raumberg-Gumpenstein	351	73	30	6,93
DLG 1997	362	97	33	-
Mittelwert	362	76	26	7,51
Maisschlempe				
STHG - STARREIN ¹⁾	290	67	58	8,90
Futtermittel-Labor Rosenau	282	66	69	9,17
LKS-Lichtenwalde (D)	299	66	56	8,40
HBLFA Raumberg-Gumpenstein	292	77	99	8,18
DLG 1997	297	104	92	7,75
Mittelwert	292	76	75	8,56

¹⁾ Firmenangabe (STHG - STARREIN, Weitersfeld, NÖ)

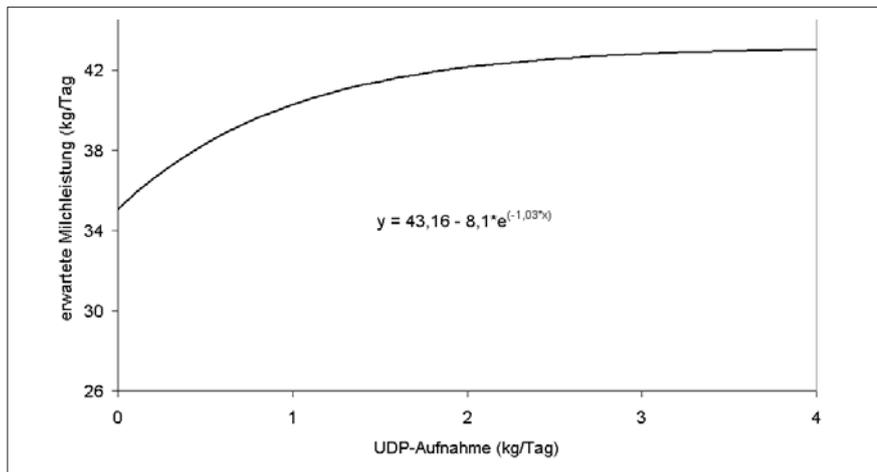


Abbildung 1: Erwarteter Milchleistungsanstieg bei zunehmender UDP-Aufnahme in frühem Laktationsstadium (nach GRINGS et al. 1992)

1982, Van HORN et al. 1985) konnten nicht bestätigt werden (allerdings ist dieser Effekt in den genannten Studien vermutlich auf den niedrigeren Energiegehalt der Rationen mit Schlempe und einer Schädigung bei deren Trocknung zurückzuführen). Vielmehr zeigte sich eine Erhöhung des Milchproteingehaltes durch die erhöhten XP-Gehalte der Getreideschlempen. Als weiterer positiver Effekt des Einsatzes von DDGS wird von GRINGS et al. (1992) die scheinbare Schmachhaftigkeit dieses Eiweißfüttermittels angegeben.

Bei dem Versuch von PALMQUIST und CONRAD (1982) wurden 16 Holstein- und 8 Jersey-Kühe, in früher Laktation stehend (4. Tag), verschiedenen Behandlungen unterzogen. Es sollte der Substitutionswert von getrockneten Schlempen als Protein- und Energiequelle gegen fettangereicherte Rationen für Milchkühe evaluiert werden. Der DDGS-Anteil der Testration war 24 % der T, wobei die Zusammensetzung des Kraftfutters 50 % Maisschrot, 48 % DDGS, 2 % Mineralstoffe + Salz war. Die Kontrollration hatte 42 % Maisschrot und an Stelle der Schlempe 28 % Haferschrot, 21 % Sojaextraktionsschrot und 7 % Fett. Es zeigten sich unterschiedliche Ergebnisse für beide Rassen. Jersey-Kühe neigten im Vergleich zur Kontrollration zu höheren (20,3 zu 18,3 kg/Tag), Holstein-Tiere zu niedrigeren Milchleistungen (28,8 zu 31,1 kg/Tag). Der Milchproteingehalt sank bei beiden Rassen, wobei nur bei den Jerseys eine Signifikanz ($P < 0,05$) zu beobachten war. Bei der Futterraufnahme war durch den Einsatz der

getrockneten Schlempen kein Einfluss zu verzeichnen (13,0 zu 12,4 kg T/Tag bei den Jersey- und 15,5 zu 15,5 kg bei den Holstein-Kühen). Die genannten Ergebnisse stützen sich bei diesem Versuch auf jeweils (Kontroll-, Testfutter) fünf Beobachtungen bei den Jerseys und je elf Beobachtungen bei den Holsteins.

In der Studie von Van HORN et al. (1985), bei der unter anderem der Einfluss der Proteinquelle auf die Leistungen laktierender Kühe (36 Holsteins) untersucht wurde, zeigte sich, dass Rationen mit getrockneten Schlempen im Gegensatz zu solchen mit Sojaextraktionsschrot als Eiweißkraftfutter signifikant niedrigere Ergebnisse zu verzeichnen hatten ($P < 0,05$ %). Die auf Maissilage (50 % der T) basierenden Futterraationen wurden auf zwei Rohproteingehaltsniveaus getestet (14 und 18 % XP). Die Kontrollen enthielten Sojaextraktionsschrotanteile von 10,7 bzw. 19,8 %, zwei der DDGS-Rationen (jene ohne Harnstoff-Zusatz) 22,5 bzw. 41,6 % Getreideschlempen. Die durchschnittlichen Leistungen waren 25,8 kg Milch/Tag, 3,50 % Milchfettgehalt und 3,18 % Milchproteingehalt für die Kontrollrationen und 23,6 kg, 3,65 % sowie 2,97 % für die (insgesamt sechs verschiedenen DDGS-) Testrationen, wobei diese Werte auf eine einheitliche Futterraufnahme korrigiert wurden. Die schwächeren Ergebnisse beim Einsatz von getrockneten Schlempen führen Van HORN et al. auf eine Schädigung beim Trocknungsvorgang zurück, da eine nachträgliche Analyse der DDGS einen unerwartet hohen ADIN (acid detergent insoluble nitro-

gen)-Wert (32,9 %) erbrachte und dieser Stickstoff somit für die Kühe in hohem Maße nicht verfügbar war.

Bei einem von OWEN und LARSON (1991) durchgeführten Fütterungsversuch haben Kühe, die mit DDGS als zusätzlichem Eiweißträger versorgt wurden, eine leicht höhere Milchleistung (35,1 kg FCM/Tag) gezeigt als die Vergleichsgruppe mit Sojaextraktionsschrot (34,5 kg; XP-Gehalt der Rationen 14,6 %). An den Laktationskurven war erkennbar, dass Kühe, die mit Getreideschlempen (Mais) gefüttert wurden, in der Früh-laktation weniger Milch produzierten und ihre höchste Leistung später erbrachten. Hingegen war die Persistenz besser und deutete eine in Summe ähnliche Milchmenge über die gesamte Laktation an. Die Futterraufnahme war hingegen bei beiden Gruppen annähernd gleich hoch (25,1 kg T/Tag, 4,31 % der LM bei DDGS bzw. 23,7 kg und 4,11 % der LM bei Sojaextraktionsschrot). Bei einer Kontrollgruppe, die mit einem weit höheren Anteil an DDGS gefüttert wurde (36 % der T, XP-Gehalt der Ration 17,7 %), waren in allen Bereichen der Milchleistung (Menge, FCM, Fett-, Protein-, Laktosegehalt) signifikant schwächere Ergebnisse (bspw. nur 29,4 kg FCM/Tag) zu verzeichnen. OWEN und LARSON führen diese Tatsache auf eine Lysin-Unterversorgung zurück, da insgesamt 86 % der Futterraation aus Maisprodukten bestand (50 % Silage + 36 % Schlempe) und diese nachweislich einen niedrigen Lysin-Gehalt haben.

Dieser Effekt kann eventuell durch einen Zusatz von pansenstabilem Lysin (und Methionin) zur Ration behoben werden. NICHOLS et al. (1998) haben bei einem Versuch festgestellt, dass Milchkühe, die mit Maisschlempe als zusätzlicher Proteinquelle gefüttert wurden, eine höhere Futterraufnahme (30,0 gegenüber 29,4 kg T/Tag), Milchleistung (36,7 zu 35,3 kg/Tag) und Milchproteingehalt (3,08 zu 3,02 %) zeigten als solche, die kein geschütztes Lysin und Methionin in der Ration hatten. Allerdings waren die Lysin-Gehalte im Blut der Versuchstiere weiterhin niedriger als erwartet bzw. ließen sich durch die Behandlung nicht anheben. Ein weiterer Zusatz von dieser limitierenden Aminosäure könnte die Milchleistung weiter steigern.

Auch LIU et al. (2000) kommen zu dem Schluss, dass der alleinige Zusatz von RPLM (ruminally protected lysine and methionine, pansenstabiles Lysin und Methionin) bei der Verwendung von Maisschlempe als Proteinquelle, den Blut-Lysin-Status nicht signifikant heben kann und diese Aminosäure weiterhin die erstlimitierende ist. Der Methionin-Status solch einer Futterration konnte in ihrem Versuch gesteigert werden, beim Einsatz einer Mischung von Eiweißergänzungsfuttern (Maisschlempe, Fischmehl und Sojaextraktionsschrot) auch die Lysin-Versorgung. Weitere Ergebnisse des Fütterungsversuchs im 4 x 4 lateinischen Quadrat mit zwölf Holstein-Kühen waren folgende (jeweils die Behandlungen ohne RPLM): Weder in der Futteraufnahme (28,4 kg T/Tag für die Maisschlempe-Ration zu 27,8 kg für die Mischung der Proteinkraftfutter; 4,73 bzw. 4,63 % der LM), der Milchleistung (32,6 zu 32,8 kg/Tag) noch bei den Milchhaltsstoffen zeigten sich signifikante Unterschiede (3,72 zu 3,67 % Fett, 3,23 zu 3,25 % Eiweiß).

In der von NICHOLS et al. (1998) ebenfalls in einem 4 x 4 lateinischen Quadrat durchgeführten Studie wurden an zwölf Holstein-Kühen die Eiweißkraftfutter Sojaextraktionsschrot sowie Mais-DDG jeweils mit und ohne RPLM getestet. Jede Periode dauerte vier Wochen, wobei die erste der Anpassung an die Ration und die drei folgenden für die Datenerhebung diente. Das Futter bestand aus gehäckseltem Luzerneheu, Maissilage (je 25 % Anteil an der Gesamtration, T-Basis) und gequetschtem Mais, die Anteile der Proteinträger waren 14 % bei Sojaextraktionsschrot und 20,25 % bei Maisschlempe. Die Futteraufnahme war bei den DDG-Rationen signifikant höher ($P < 0,01$) als die der Sojaextraktionsschrot-Rationen (29,4 zu 28,7 kg T/Tag bzw. 30,0 zu 27,7 kg T/Tag bei den Behandlungen mit bzw. ohne RPLM; bei allen > 4 % der LM). Die Milchleistung (35,3 zu 34,3 kg/Tag) sowie die Milchhaltsstoffe unterschieden sich bei der alleinigen Betrachtung der Testfuttermittel ohne RPLM nicht.

POWERS et al. (1995) haben beim Vergleich von Getreideschlempen unterschiedlicher Herkunft (1x aus Whisky-, 2x aus Ethanol-Herstellung) für die Milchviehfütterung folgende Ergebnis-

se erzielt: Die *in situ* ermittelten UDP-Werte (5 %/h) lagen zwischen 43,7 und 46,5 %, der Gehalt von Sojaextraktionsschrot bei 26,5 %. Die T-Aufnahme der 48 Versuchskühe wurde weder von den verschiedenen zusätzlichen Proteinquellen (DDGS bzw. Sojaextraktionsschrot) noch von der Höhe des XP-Gehaltes (Gruppen von 14 und 18 %) signifikant beeinflusst. Die Milchleistung war in allen Behandlungen mit dem höheren Rohproteingehalt um durchschnittlich 1 kg/Tag größer als in den 14 %-Gruppen (28,0 zu 27,0 kg/Tag). Eine von OWEN und LARSON (1991) empfohlene obere Grenze für den Einsatz von Getreideschlempen konnte in dieser Studie nicht in gleicher Weise bestätigt werden, da die Supplementierung mit 26 % DDGS (18 % XP-Ration) eine höhere Milchleistung erbrachte als der 13 %-ige Zusatz (14 % XP-Ration). Der Fettgehalt der Milch wurde von den Behandlungen nicht beeinflusst, der Milchproteingehalt war in den proteinreicher gefütterten Gruppen erwartungsgemäß größer. Bezüglich der Qualität der verschiedenen Schlempen kamen POWERS et al. zu dem Schluss, dass eine Variation existiert und diese berücksichtigt werden muss, wenn eine Verfütterung an Milchvieh erfolgt. Aufgrund der Ergebnisse des Versuchs können als mögliche Hinweise auf Qualitätsunterschiede von DDGS unterschiedlicher Herkunft demnach die Farbe des Futters, der Gehalt an nicht verfügbarem Protein bzw. Stickstoff (ADFIP, Acid Detergent Fibre Insoluble Protein bzw. ADIN) im Futtermittel sowie die *in situ* Abbauraten herangezogen werden.

BOILA und INGALLS (1994a, 1994b) bestätigten in ihren Versuchen zur Abbaubarkeit und Verdaulichkeit von Trockenmasse, Stickstoff und Aminosäuren verschiedener Getreideschlempen erniedrigte Abbaubarkeiten *in sacco* bei höheren Werten der nicht verfügbaren Stickstofffraktion (ADIN) in den Testfuttermitteln. HAM et al. (1994) sowie andere Autoren (PLEGGE et al. 1985, BRITTON et al. 1986, ROGERS et al. 1986 und NAKAMURA et al. 1994) weisen jedoch darauf hin, dass der ADIN-Wert keinen genauen Indikator der Proteinschädigung im Eiweißergänzungsfutter darstellt und (zumindest) nicht direkt proportional (eins zu eins)

mit dem unverdaubarem Protein in Beziehung gesetzt werden sollte.

Die unterschiedliche Qualität von getrockneten Getreideschlempen (Mais) beschreiben auch SPIEHS et al. (2002), die DDGS aus mehreren Destillieren in Minnesota und South Dakota (USA) über einen längeren Zeitraum analysiert haben (Tabellen 3 bis 5). Hohe Variationskoeffizienten zeigten sich beim Mineralstoffgehalt (11,7 % für Phosphor bis zu 80,4 % für Zink) und geringere in den Lysin- und Methionin-Gehalten (17,3 bzw. 13,6 %). Als Ursachen für diese Schwankungen in den Nährstoffgehalten werden der verwendete Mais, der Anteil der den Futtermitteln rückgeführten Dünnschlempe (dried solubles) und die Dauer bzw. Vollständigkeit des Fermentationsprozesses, die den Grad des Stärkeentzugs beeinflusst, genannt. Ebenso weisen SPIEHS et al. auf die Qualitätsunterschiede der Futtermittel zwischen verschiedenen Produktionsjahren der Destillieren hin, die sich durch Anpassungen des Fermentationsprozesses oder den Differenzen des eingesetzten Mais erklären lassen.

BELYEA et al. (1989) haben gezeigt, dass sich der Proteingehalt in getrockneten Getreideschlempen zwischen 27 und 35 % bewegen kann. Des Weiteren ist bekannt, dass die Feinbestandteile (solubles) als ein Hauptbestandteil der DDGS bedeutende Variationen in der Zusammensetzung aufweisen können (BELYEA et al. 1998). Da sowohl der Protein- als auch der Fettgehalt von Getreideschlempen ihren Marktwert mitbestimmen und somit betriebswirtschaftliche Aspekte der Destillieren beeinflussen, haben BELYEA et al. (2004) eine Studie durchgeführt, welche die Beziehungen zwischen dem verwendeten Mais in der Ethanolproduktion und den daraus gewonnenen DDGS aufzeigen sollte. Viele Maisverarbeiter vermuten darin die Ursache der Variation der Nährstoffgehalte der Schlempen. Fünf Jahre lang (1997 - 2001) wurden Maisproben verschiedener Ernten und die erhaltenen DDGS analysiert. Die Zusammensetzung der getrockneten Schlempen wurde durch das Erntejahr signifikant beeinflusst (Tabelle 6). Allerdings konnten keine Korrelationen zwischen den Komponenten (Fett, Protein, Stärke, ADF, Rohfaser) bei Mais und den DDGS ge-

Tabelle 3: Nährstoffgehalt getrockneter Maisschlempen unterschiedlicher Herkunft (nach SPIEHS et al. 2002, abgeändert)

Herkunft	TM	XP	XL	XF	XX	XA	NDF	ADF
	Nährstoffgehalte in % auf T-Basis (in Klammern Variationskoeffizienten)							
neue Destillieren ¹⁾	87,2 - 90,2 (0,6 - 2,0)	28,7 - 31,6 (2,1 - 10,2)	10,2 - 11,7 (4,4 - 10,5)	8,3 - 9,7 (4,3 - 11,1)	42,2 - 46,9 (2,8 - 8,8)	5,2 - 6,7 (7,4 - 16,7)	36,7 - 49,1 (2,4 - 23,1)	13,8 - 18,5 (6,6 - 55,8)
<i>Durchschnitt²⁾</i>	88,9 (1,7)	30,2 (6,4)	10,9 (7,8)	8,8 (8,7)	44,5 (6,1)	5,8 (14,7)	42,1 (14,3)	16,2 (28,4)
ältere Destillieren ³⁾	88,3 (0,9)	28,1 (2,4)	8,2 (12,6)	7,1 (4,2)	50,3 (5,9)	6,3 (17,5)	35,4 (1,8)	16,7 (-)
Mais-DDGS (NRC ⁴⁾)	90,2	29,7	10,0			5,2	38,8	19,7
Weizen-DDG (NRC)		42,3						

Tabelle 4: Essentielle Aminosäuren getrockneter Maisschlempen unterschiedlicher Herkunft (nach SPIEHS et al. 2002, abgeändert)

Herkunft	Arg	His	Ile	Leu	Lys	Met	Phe	Thr	Trp	Val
	Nährstoffgehalte in % auf T-Basis (in Klammern Variationskoeffizienten)									
neue Destillieren ¹⁾	1,11 - 2,17 (2,1 - 11,5)	0,72 - 0,82 (2,1 - 9,0)	1,05 - 1,17 (5,6 - 11,1)	3,42 - 3,81 (3,1 - 7,9)	0,72 - 1,02 (2,9 - 25,7)	0,49 - 0,69 (2,5 - 10,2)	1,41 - 1,57 (2,8 - 7,8)	1,07 - 1,21 (2,5 - 7,9)	0,21 - 0,27 (5,9 - 13,9)	1,43 - 1,56 (2,8 - 10,1)
<i>Durchschnitt²⁾</i>	1,20 (9,1)	0,76 (7,8)	1,12 (8,7)	3,55 (6,4)	0,85 (17,3)	0,55 (13,6)	1,47 (6,6)	1,13 (6,4)	0,25 (6,7)	1,50 (7,2)
ältere Destillieren ³⁾	0,92 (18,7)	0,61 (15,2)	1,00 (9,1)	2,97 (12,4)	0,53 (4,5)	0,50 (4,5)	1,27 (8,1)	0,98 (7,3)	0,19 (19,8)	1,39 (2,3)
Mais-DDGS (NRC ⁴⁾)	1,21	0,74	1,10	2,85	0,67	0,54	1,45	1,02	0,26	1,40
Weizen-DDG (NRC)	1,10	1,34	1,49	2,59	0,66	0,60	1,87	1,29	0,46	1,92

Tabelle 5: Mengen- und Spurenelemente getrockneter Maisschlempen unterschiedlicher Herkunft (nach SPIEHS et al. 2002, abgeändert)

Herkunft	Ca	P	Mg	K	Na	S	Fe	Mn	Zn	Cu
	Nährstoffgehalte auf T-Basis (in Klammern Variationskoeffizienten)									
	%	%	%	%	%	%	ppm	ppm	ppm	ppm
neue Destillieren ¹⁾	0,03 - 0,13 (13,9 - 51,2)	0,82 - 0,99 (3,1 - 15,3)	0,25 - 0,37 (4,3 - 14,0)	0,69 - 1,06 (4,4 - 14,3)	0,12 - 0,51 (9,4 - 96,2)	0,33 - 0,74 (6,4 - 40,8)	75,3 - 175,7 (5,9 - 60,9)	10,7 - 21,3 (4,4 - 57,5)	44,7 - 312,1 (6,9 - 39,6)	4,7 - 7,6 (8,8 - 24,8)
<i>Durchschnitt²⁾</i>	0,06 (57,2)	0,89 (11,7)	0,33 (12,1)	0,94 (14,0)	0,24 (70,5)	0,47 (37,1)	119,8 (41,1)	15,8 (32,7)	97,5 (80,4)	5,9 (20,4)
ältere Destillieren ³⁾	0,44 (34,7)	0,90 (7,5)	0,40 (3,3)	0,99 (8,7)	0,28 (65,2)	0,51 (43,5)	219,2 (52,5)	49,5 (66,6)	80,2 (30,5)	13,5 (63,6)
Mais-DDGS (NRC ⁴⁾)	0,22	0,83	0,33	1,10	0,30	0,44	178	27,0	65	8,0

¹⁾ Neue Destillieren in Minnesota (MN) und South Dakota (SD, USA) (118 Proben)
 Durchschnittswerte über alle analysierten Proben in den Jahren 1997 - 1999
³⁾ Ältere Destillieren aus dem Mittelwesten der USA (4 Proben)
⁴⁾ National Research Council 2001

Tabelle 6: Zusammensetzung (g/100 g TM) von getrockneten Maisschlempen aus Maisernten unterschiedlicher Jahre (BELYEA et al. 2004)

Erntejahr	n	XP	XL	XF	XA	ADF	Stärke
1997	48	28,3 ^a	10,9 ^a	10,4 ^a	4,3 ^a	15,4 ^a	4,7 ^a
1998	52	30,8 ^b	11,9 ^b	10,6 ^a	5,0 ^b	16,3 ^a	4,9 ^{ab}
1999	51	31,5 ^c	12,3 ^c	10,3 ^a	4,5 ^a	19,3 ^b	5,2 ^b
2000	48	32,9 ^d	12,4 ^c	9,6 ^b	4,5 ^a	15,7 ^a	5,7 ^c
2001	36	33,3 ^e	12,6 ^c	10,1 ^a	4,5 ^a	17,1 ^a	5,9 ^c
Durchschnitt		31,3	11,9	10,2	4,6	17,2	5,1
MNC ¹⁾		30,2	10,9	8,8	5,8	na ²⁾	na

^{a,b,c,d,e} Werte innerhalb der Spalten mit unterschiedlichen Hochbuchstaben unterscheiden sich (P < 0,05)
¹⁾ Minnesota Nutrition Conference 2001
²⁾ na = nicht analysiert

funden werden. Als mögliche (Teil-)Ursache der Variationen der Nährstoffgehalte in den DDGS vermuten die Auto-

ren der Untersuchung einerseits unterschiedliche Mischungsverhältnisse von der Nassschlempe und den Feinbestand-

teilen (solubles), die im Produktionsprozess vor der Trocknung zusammengeführt werden, andererseits wird auf die unzureichende Dokumentation des Verhältnisses von Hefeprotein zu Maisprotein der DDGS in der Literatur hingewiesen.

KLEINSCHMIT et al. (2005) führten einen Fütterungsversuch mit 12 Holstein-Kühen durch, um den Einfluss von DDGS aus drei verschiedenen Destillieren auf die Futteraufnahme und die Milchleistung zu untersuchen. Alle Rationen (XP-Gehalt 16 %) hatten ein Grundfutter:Kraftfutter-Verhältnis von 55:45 und Sojaextraktionsschrot war die primäre Proteinquelle der Eiweißergänzungsfutter. In den Versuchsfuttern ersetzten die getrockneten Maisschlempen einen Teil (20 % der TM) des Sojaex-

Tabelle 7: Einfluss von Getreideschlempen auf die Milchleistung im Vergleich zu Sojaextraktionsschrot (nach SANTOS et al. 1998, abgeändert und ergänzt)

Autor(en)	Gruppe	XP %	Futteraufn. kg T	Milch kg	FCM kg	Fett %	Eiweiß %	Eiweiß kg	Rationsgestaltung ¹⁾ % der Gesamtration
Armentano (1994)	Soja ²⁾ 18,5 % DDGS ³⁾	-	25,9 ^b 27,0 ^a	44,1 43,6	-	-	-	1,39 ^a 1,26 ^b	44 % LuzSil 44 % LuzSil
Broderick et al. (1990)	7,2 % Soja 4,2 % DDG ⁴⁾	18,9 18,9	22,9 22,7	31,1 31,0	31,5 31,6	3,58 3,64	3,12 3,12	-	58 % LuzSil, 34 % MKS 58 % LuzSil, 36 % MKS
McGuffey et al. (1990), V1	16,2 % Soja 19,2 % DDG 7,3 % Soja	17,6 17,8	20,7 21,9	33,0 ^a 35,2 ^a	31,3 ^b 34,0 ^a	3,15 3,29	3,19 3,12	-	30 % MaisSil, 10 % LuzSil, 30 % MKS, 8 % Mais 30 % MaisSil, 10 % LuzSil, 23 % MKS, 0 % Mais
McGuffey et al. (1990), V2	8,4 % Soja 13,5 % DDG 3,0 % Soja	14,0 13,8	21,6 21,8	32,4 33,5	30,3 ^b 31,8 ^a	3,11 3,22	3,17 3,12	-	30 % MaisSil, 10 % LuzSil, 30 % MKS, 15,6 % Mais 30 % MaisSil, 10 % LuzSil, 30 % MKS, 4,65 % Mais
Owen und Larson (1991), V1	10,6 % Soja 18,8 % DDGS	14,6	23,7 ^a	33,8 ^a	34,5 ^a	3,65	2,99 ^a	-	50 MaisSil, 16 % Hafer, 18 % Mais
Owen und Larson (1991), V2	21,0 % Soja 36,0 % DDGS	18,7	24,0 ^a	34,3 ^a	35,1 ^a	3,62	2,76 ^b	-	50 MaisSil, 16 % Hafer, 10 % Mais
Powers et al. (1995), V1	8,8 % Soja 13,0 % DDGS1	13,7	24,2	26,5	-	3,25	3,13	-	50 MaisSil, 30 % Mais
Powers et al. (1995), V2	13,0 % DDGS2 13,0 % DDGS3	14,2 13,8	23,6 23,6	27,5 26,4	-	3,60 3,39	3,12 2,95	-	50 % MaisSil, 23 % Mais 50 % MaisSil, 23 % Mais
Powers et al. (1995), V3	17,6 % Soja 26,0 % DDGS1	17,6	23,5	27,0	-	3,47	3,25	-	50 % MaisSil, 21 % MaisFM
Powers et al. (1995), V4	26,0 % DDGS2 26,0 % DDGS3	18,7 17,8	24,4 24,4	28,0 27,0	-	3,68 3,59	3,76 3,08	-	50 % MaisSil, 6 % MaisFM 50 % MaisSil, 6 % MaisFM
Voss et al. (1988), V1	7,1 % Soja 13,0 % DDGS1	13,8	24,0	26,7	-	3,51	3,15	-	50 % MaisSil, 1 % BlutM, 31 % Mais
Voss et al. (1988), V2	11,5 % Soja 7,1 % DDGS 4,9 % MaisKI	14,5 16,0	19,9 ^b 20,3	31,8 ^a 37,2	29,1 34,5	3,45 3,52	2,72 ^b 2,89	-	50 % MaisSil, 1 % BlutM, 24 % Mais 50 % MaisSil, 1 % BlutM, 24 % Mais 50 % MaisSil, 2 % BlutM, 23 % Mais 50 % MaisSil, 2 % BlutM, 9 % Mais 50 % MaisSil, 2 % BlutM, 9 % Mais
Grings et al. (1992)	34,2 % Mais 10,1 % DDGS 21,9 % Mais 20,8 % DDGS 10,5 % Mais 31,6 % DDGS	13,9 16,0 18,1 20,3	25,3 26,3 26,4 26,5	37,8 ^a 40,2 ^b 41,9 ^a 42,0 ^c	-	-	-	0,99 ^a 1,07 ^b 1,16 ^c 1,18 ^d	21,1 % LuzHeu, 18,3 % LuzSil, 12,8 % BaumW, 11,4 % TSchn 21,1 % LuzHeu, 18,3 % LuzSil, 12,8 % BaumW, 13,6 % TSchn 21,1 % LuzHeu, 18,3 % LuzSil, 12,8 % BaumW, 14,3 % TSchn 21,1 % LuzHeu, 18,3 % LuzSil, 12,8 % BaumW, 14,0 % TSchn
Palmquist und Conrad (1982), V1 [Jerseys]	21,0 % Mais 14,0 % Hafer 10,5 % Soja 3,5 % Fett	18,4	12,4	18,3	21,4	5,05	3,77 ^a	0,69	25 % LuzPel, 25 % MaisSil
Palmquist und Conrad (1982), V1 [Holsteins]	24,0 % DDGS 25 % Mais 21,0 % Mais 14,0 % Hafer 10,5 % Soja 3,5 % Fett 24,0 % DDGS 25 % Mais	19,6 18,4 19,6	13,0 15,5 15,5	20,3 31,1 28,8	22,9 28,9 27,4	4,82 3,59 3,69	3,40 ^b 3,00 2,85	0,70 0,93 0,82	25 % LuzPel, 25 % MaisSil 25 % LuzPel, 25 % MaisSil 25 % LuzPel, 25 % MaisSil
Nichols et al. (1998), V1	14,0 % Soja 20,25 % DDG	18,7	28,7 ^a	34,3 ^a	32,6	3,63	2,99	1,03 ^a	25 % LuzHeu, 25 % MaisSil, 25 % Gerste, 4,25 % Gerste, 2,0 % Fett
Nichols et al. (1998), V2	20,25 % DDG + RPLM ⁵⁾ 14,0 % Soja + RPLM ⁵⁾	17,9 18,7	29,4 ^b 27,7 ^a	35,3 ^b 34,0 ^a	32,9 32,3	3,59 3,71	3,02 3,06	1,07 ^b 1,04 ^a	25 % LuzHeu, 25 % MaisSil, 21 % Mais, 3,25 % Gerste, 0,4 % Fett 25 % LuzHeu, 25 % MaisSil, 25 % Mais, 4,25 % Gerste, 2,0 % Fett 25 % LuzHeu, 25 % MaisSil, 21 % Mais, 3,25 % Gerste, 0,4 % Fett
Liu et al. (2000), V1	7,45 % Soja 5,5 % DDG 2,75 % FischM	16,5	27,8	32,8	33,6	3,67	3,25	1,06	20 % LuzHeu, 30 % MaisSil, 31 % Mais
Liu et al. (2000), V2	18,85 % DDG 7,45 % Soja 5,5 % DDG 2,75 % FischM + RPLM	16,6 16,5	28,4 27,3	32,6 32,8	33,5 33,2	3,72 3,63	3,23 3,26	1,05 1,07	20 % LuzHeu, 30 % MaisSil, 31 % Mais 20 % LuzHeu, 30 % MaisSil, 27 % Mais
Al-Suwatigh et al. (2002)	18,85 % DDG + RPLM 15,0 % Hirse-DDG 15,0 % Mais-DDG	16,6 18,4 18,2	27,7 25,9 24,8	31,7 - -	32,8 31,9 33,3	3,76 3,5 3,7	3,26 3,2 3,4	1,02 1,1 1,2	20 % LuzHeu, 30 % MaisSil, 27 % Mais 25 % LuzSil, 25 % MaisSil, 24 % Mais, 9 % Soja 25 % LuzSil, 25 % MaisSil, 24 % Mais, 9 % Soja

^{a,b,c,d} Werte innerhalb der Gruppen innerhalb der Spalten gefolgt von unterschiedlichen Hochbuchstaben unterscheiden sich signifikant ($P < 0,05$). ¹⁾ LuzSil = Luzmeslage, LuzHeu = Luzerpellets, MaisSil = Maislage, MKS = Maiskornlage, MaisFM = Maisfüttermehl, MaisKI = Maiskleber, BaumW = Baumwollisamen, TSchn = Trockenschrot, BlutM = Blutmehl, ²⁾ Soja = Sojaextraktionsschrot, ³⁾ DDGS = distillers dried grains with solubles (getrocknete Getreideschlempen mit Feinbestandteilen), ⁴⁾ DDG = distillers dried grains (getrocknete Getreideschlempen (ohne Feinbestandteile)) ⁵⁾ RPLM = ruminally protected lysine and methionine (pansenstabilisiertes Lysin und Methionin)

traktionsschrotes und des Maisschrots. Die Futteraufnahme bei den verschiedenen Behandlungen unterschied sich nicht signifikant und betrug im Schnitt 21,4 kg/Tag. Kühe, die DDGS bekamen, zeigten höhere Milchleistungen (34,6 zu 31,2 kg/Tag; 32,7 zu 29,6 kg FCM/Tag; $P < 0,01$) als jene der Sojaextraktionsschrot-Kontrolle. Beim Milchfettgehalt gab es keinen Effekt der Getreideschlempen, die Fettmengen waren jedoch höher (1,26 zu 1,14 kg/Tag; $P = 0,02$). Der Milchproteingehalt war bei der Sojaextraktionsschrot-Ration signifikant höher als bei den drei DDGS-Rationen (3,28 zu 3,13, 3,19 und 3,17 %; $P < 0,01$). Zwischen den Schlempen verschiedener Herkunft zeigten sich keine signifikanten Unterschiede in den Milchleistungsparametern, einzig im Milchproteingehalt konnten Tendenzen ($P = 0,10$) innerhalb der DDGS-Quellen festgestellt werden.

AL-SUWAIEGH et al. (2002) führten eine Studie zur Verwendung von Schlempen aus der Fermentation von Hirse und Mais in der Rinderendmast und den (kurzfristigen) Effekt auf die Leistung laktierender Kühe aus. Die vier Testfuttermittel der auf Luzerne- (25 %), Mais-silage (25 %) und Maisschrot (24,3 %) basierten Rationen waren jeweils die getrockneten und nassen Formen von Mais- bzw. Hirseschlempe (15 %, T-Basis). Der Rohproteingehalt wurde bei allen Behandlungen auf 18,5 % eingestellt, um die UDP-Versorgungsempfehlungen des NRC (1989) für Kühe mit einer Leistung von 35 kg Milch/Tag zu erfüllen. Die Ergebnisse dieses Teilversuches (zwölf Holstein-Kühe; lateinisches Quadrat 4 x 4 mit vierwöchigen Perioden) zeigten in keinem Merkmal (Futteraufnahme, Milchleistung, Milch Inhaltsstoffe) signifikante ($P > 0,10$) Unterschiede. Die durchschnittlichen Werte für getrocknete Maisschlempe waren eine Futteraufnahme von 24,8 kg T/Tag (3,9 % der LM), 33,3 kg FCM/Tag, 3,7 % Milchfettgehalt, 3,4 % Milcheiweißgehalt und 4,7 % Milchlaktosegehalt.

In ihrer Studie zur Wirksamkeit von Gerüstsubstanzen (NDF) aus getrockneten Getreideschlempen (DDG) und ganzen Baumwollsamens im Gegensatz zu NDF aus Luzerneheu in Milchviehrationen kommen CLARK und ARMENTANO (1993) zu folgendem Ergebnis: Die Erhöhung des Anteils an NDF mit DDG in

Tabelle 8: Milchleistungsparameter bei Einsatz von getrockneter Weizenschlempe im Vergleich zur Kontrolle (DUNKEL 2005)

		Kontrolle n = 123	Weizenschlempe n = 126
Milch	kg/Kuh und Tag	37,0	35,8
ECM ¹⁾	kg/Kuh und Tag	38,4	36,7
Eiweiß	%	3,53	3,51
Fett	%	4,2	4,1

¹⁾ fett- und eiweißkorrigierte Milch (4,0 % Fett, 3,4 % Eiweiß)

einer gerüstsubstanzenarmen, auf Luzerneheu basierenden Futterration, zeigte einen Anstieg bei den Milchfett- und -proteinstoffen sowie -konzentrationen, ohne die Milchleistung zu beeinflussen (3,09 zu 3,05 % Eiweiß, 3,27 zu 3,16 % Fett, 32,5 zu 32,2 kg Milch/Tag bei Zugabe von DDG zur Basisration). Zum Vergleich brachte eine NDF-Erhöhung durch weitere Zugabe von Luzerneheu zur Kontrollration ebenfalls einen Anstieg im Milchfettgehalt (3,30 %), allerdings verbunden mit einer niedrigeren Milchleistung (30,6 kg/Tag) und tieferem Eiweißgehalt (2,98 %).

SANTOS et al. (1998) haben eine breit angelegte Literaturliteraturauswertung zu den Effekten von unabbaubarem Protein (UDP) auf die Leistungen von Milchkühen durchgeführt. Dabei wurden auch acht Vergleiche zwischen Sojaextraktionsschrot, DDG (ohne Feinbestandteile; solubles), DDGS und einer Kombination von DDGS mit Maiskleber zusammengefasst (Tabelle 7). Die Futteraufnahme in den vier Fällen, bei denen Sojaextraktionsschrot teilweise oder gänzlich durch DDG oder DDGS ersetzt wurde und 13,5 bis 19,2 % der Rations-T ausmachte, war jedes Mal numerisch höher, wobei dieser Effekt bei zwei Versuchen signifikant ausfiel. Ebenso war die Milchleistung bei zwei der vier betrachteten Studien durch den Einsatz von getrockneten Getreideschlempen signifikant höher, der Milchproteingehalt jedoch war zwei Mal signifikant und bei allen vier Vergleichen numerisch niedriger.

DUNKEL (2005) hat einen Fütterungsversuch mit getrockneter Weizenschlempe in einer Totalen Mischration (TMR) bei hochleistenden Milchkühen durchgeführt. Es sollte der Einfluss auf Milchleistung, Milch Inhaltsstoffe und Futteraufnahme im Vergleich zu einer Kontrollgruppe ohne Weizenschlempe ermittelt werden. In der Versuchsgruppe wurden 2,1 kg der TMR (1,7 kg Eiweiß- und

0,4 kg Energieträger) durch 2 kg des Versuchskrafftutters ersetzt. Die Futteraufnahme (T-Basis) unterschied sich bei den beiden Varianten nicht, die Kühe der Kontrollgruppe nahmen jedoch im Durchschnitt 0,1 MJ NEL/kg T mehr auf als die Versuchsgruppe. Die Ergebnisse der Milchleistungsparameter sind in Tabelle 8 dargestellt. Die leicht höhere Milchleistung der Kontrollgruppe (37,0 zu 35,8 kg/Kuh und Tag der Versuchsgruppe) könnte laut der Autorin durch eine Differenz in der Milchleistung zu Versuchsbeginn oder die höhere Energieaufnahme der Kühe mit der TMR ohne getrockneter Weizenschlempe zu Stande kommen. Die Milch Inhaltsstoffe unterschieden sich nicht signifikant.

Material und Methoden

Versuchstiere und Fütterungsversuch

Der Fütterungsversuch an Milchkühen wurde in zwei Versuchsdurchgängen durchgeführt (VD1, VD2). Sowohl VD1 als auch VD2 wurde in 3 Perioden gegliedert, wobei die Dauer einer Periode 4 Wochen umfasste. Der Versuch wurde nach der Methode des lateinischen Quadrats durchgeführt (3 x 3) (Tabelle 9), VD1 mit 9 Tieren der Rassen Holstein-Friesian (7), Fleckvieh (1) und Brown-Swiss (1), VD2 mit 6 Kühen (4 HF, 1FV, 1 BS), wobei jedes Tiertriolett bzw. -duett alle Futterrationen in einer der Perioden angeboten bekam. Die Gruppeneinteilung erfolgte nach den Milchleistungen der Tiere. Die durchschnittliche Milchleistung im ersten Durchgang betrug zu Versuchsbeginn 24,5 kg/Tag, am Anfang des zweiten 34,1 kg/Tag.

Das Grundfutter bestand aus 50 % Grasisilage (2. Schnitt), 20 % Heu (1. Schnitt) und 30 % Maissilage (T-Basis) und wurde *ad libitum* angeboten (5 bis 7 % Rückwaage). Ausgehend von einer möglichen Milchleistung aus dem Grundfutter in

der Höhe von 14 kg wurde pro kg darüber hinaus gehender Milchleistung 0,5 kg Kraftfutter verabreicht (FM-Basis). Die Tiere erhielten täglich 100 g Mineralstoffmischung und 40 g Viehsalz.

Das Kraftfutter setzte sich aus Energieträgern (90 % Gerste, 10 % Weizenkleie) und Proteinträgern zusammen. Die Protein-futtermittel stellten die Versuchsfrage dar. Das Eiweißkraftfutter der Raps/Soja-Kontrollgruppe bestand aus 60 % Rapskuchen, 35 % Sojaextraktionsschrot und 5 % Pflanzenfett. Das Versuchskraftfutter Starprot Weizen setzte sich aus 90 % Starprot Weizen und 10 % Pflanzenfett zusammen, Starprot Mais wurde ohne Zusatz verfüttert. Rapskuchen und Pflanzenfett wurden verwendet, um den hohen Fettgehalt der Komponente Starprot Mais auszugleichen. Die Mischungsanteile der Versuchskraftfutter und deren Nährstoffgehalt sind in *Tabelle 10* angeführt. Die Kraftfutter sollten im Gehalt an nXP, NEL und Rohfett gleich sein (180 g nXP, 43 g XL, 8,0 MJ NEL).

Erhebungen

Einmal pro Woche wurden die Versuchstiere gewogen. Die Milchleistung wurde täglich ermittelt (Milchmenge und Milch-inhaltsstoffe). Nach einer dreiwöchigen Anpassungsphase wurde jeweils in der letzten Woche einer Versuchsperiode die Futteraufnahme bestimmt. Zwei Mal pro Periode, d.h. jede zweite Woche wurde eine Körperkonditionsbeurteilung durchgeführt. Die chemische Analyse der Versuchsfuttermittel nach den Methoden der ALVA (1983) erfolgte an Sammelproben, die in jeder Periode gezogen wurden. Die Analyse umfasste die Weender Nährstoffe, die Van Soest-Gerüstsubstanzen, Mineralstoffe und Spurenelemente sowie die Bestimmung der enzymlöslichen organischen Substanz nach der Cellulase-Methode (VDLUFA 1993). Für die Bestimmung der Nährstoffverdaulichkeiten und die Energiebewertung der Weizen- und Maisschlempe wurde ein *in vivo*-Verdauungsversuch mit vier Hammeln nach den Leitlinien der Gesellschaft für Ernährungsphysiologie (1991) durchgeführt (Regressionsmethode mit 0, 25, 50 und 75 % Versuchsfutter).

Versuchsauswertung

Die Daten des Fütterungsversuchs wurden nach dem Modell 3 des Statistikpro-

Tabelle 9: Versuchsanordnung (Lateinisches Quadrat)

Versuchsdurchgang 1 Versuchsdurchgang 2	Triplett 1 Duett 1	Triplett 2 Duett 2	Triplett 3 Duett 3
Periode 1	Raps/Soja	Starprot Weizen	Starprot Mais
Periode 2	Starprot Mais	Raps/Soja	Starprot Weizen
Periode 3	Starprot Weizen	Starprot Mais	Raps/Soja

Tabelle 10: Zusammensetzung (% FM) und Nährstoffgehalt der Versuchskraftfutter (in T) Inhaltsstoffe laut Tabellenangaben)

		Raps/ Soja	Starprot Weizen	Starprot Mais
Zusammensetzung				
Gerste	%	72,0	74,3	74,7
Weizenkleie	%	8,0	8,3	8,3
Rapskuchen	%	12,0	-	-
Sojaextraktionsschrot 44	%	7,0	-	-
Starprot Weizen	%	-	15,8	-
Starprot Mais	%	-	-	17,0
Pflanzenfett	%	1,0	1,8	-
Nährstoffgehalt				
XP	g	179	158	151
XL	g	43	43	43
XF	g	68	61	61
XX	g	672	705	710
XA	g	38	33	34
NEL	MJ	8,07	8,00	8,01
nXP	g	181	181	180
UDP	% XP	28,2	37,5	39,6
RNB	g	-0,4	-3,5	-4,5

gramms LSMLMW PC-1 (HARVEY 1987) mit den fixen Effekten „Versuchskraftfutter“, „Periode“, „Versuchsdurchgang“ und dem zufälligen Effekt „Tier innerhalb Versuchsdurchgang“ ausgewertet.

Ergebnisse und Diskussion

Nährstoffgehalt der Futtermittel

In *Tabelle 11* ist der durchschnittliche Nährstoffgehalt der Futtermittel angegeben.

Die Energiekonzentrationen der Grundfuttermittel wurden mittels der Cellulase-Methode berechnet. Die Energiegehalte der Kraftfuttermischungen wurden mit den Tabellenwerten der DLG (1997) berechnet, mit Ausnahme der Komponenten Starprot Weizen und Starprot Mais, für welche die Energiebewertung mit den im Verdauungsversuch ermittelten Verdaulichkeiten der Rohnährstoffe erfolgte (*Tabelle 12*).

Abbaubarkeit von getrockneten Getreideschlempen im Pansen

Mit steigender Milchleistung erhöht sich auch der Proteinbedarf, und zwar in relativ stärkerem Ausmaß als der Energie-

bedarf. Dies ist in der Tatsache begründet, dass mit steigender Milchleistung auch der Erhaltungsbedarf an Protein ansteigt (GfE 2001). Da die Bildung von Mikrobenprotein im Pansen – die entscheidende Eiweißquelle der Wiederkäuer – energieabhängig ist, nimmt somit der Beitrag des Mikrobenproteins an der Gesamteiweißversorgung mit steigender Milchleistung relativ ab. Abgesehen davon ist bei hohen Milchleistungen ohnehin sehr häufig mit einem Energie-defizit zu rechnen, wie auch in vielen Fällen an geringen Milcheiweißgehalten zu erkennen ist. Um den Proteinbedarf hochleistender Milchkühe dennoch zu decken, muss der Anteil des im Pansen unabbaubaren Proteins (UDP) erhöht werden. Laut GfE (2001) beträgt der Anteil des UDP an der gesamten Proteinversorgung bei 20, 30, 40 und 50 kg Milch 4, 17, 24 bzw. 28 %. Dies kann nur durch die Verwendung von Futtermitteln mit hoher Beständigkeit im Pansen (d.h. niedriger Abbaubarkeit) erreicht werden.

Die Abbaubarkeit eines Futtermittels im Pansen wird vor allem von der Art des Futtermittels (z.B. Gerste – Mais), von der Verarbeitung bzw. Konservierung

(z.B. Silage – Heu, frische Schlempe – getrocknete Schlempe) und von der Höhe der Futteraufnahme beeinflusst. Generell gilt, dass eine Trocknung die Abbaurate vermindert und somit den Anteil des UDP erhöht. Daher ist auch zu erwarten, dass getrocknete Schlempe Eiweißfutter mit hohem UDP-Anteil darstellen. Dies wurde von GRUBER et al. (2005) mit der *in situ*-Technik an fistulierten Ochsen geprüft.

In *Abbildung 2* ist der Verlauf des Abbaus der T von einigen Kraftfuttermitteln bis 3 Tage nach der Inkubation dargestellt. Es zeigt sich, dass bei den Eiweißfuttermitteln (*Abbildung 2* links) die getrockneten Getreideschlempen tatsächlich in geringerem Ausmaß (Abbaubarkeit) und langsamer (Abbaurrate) im Pansen abgebaut werden als Sojaextraktionsschrot. Die Nährstoffe der Versuchsfuttermittel (Starprot) sind also in hohem Ausmaß vom Abbau im Pansen geschützt. Dies bedeutet, dass die Nährstoffe dem Wiederkäuer im Dünndarm direkt zur Verfügung stehen. Zum Vergleich ist in *Abbildung 2* rechts der Verlauf des Nährstoffabbaus von einigen Getreidearten angeführt. Die Nährstoffe von Gerste und Weizen sind bereits nach 12 Stunden fast vollständig abgebaut, während Maisschrot eine wesentlich langsamere Energiequelle für die Pansenmikroben darstellt. Somit verläuft auch die bei der Pansenfermentation entstehende Bildung von flüchtigen Fettsäuren (Essigsäure, Propionsäure) langsamer, d.h. solche Kraftfutter sind pansenchonender und dadurch tritt eine Pansenazidose seltener auf.

BATAJOO und SHAVER (1998) berichten von *in situ*-Abbaubarkeiten der T im Pansen für Gerste und Getreideschlempen (DDG ohne Feinbestandteile) von 89,1 bzw. 84,2 %. Obwohl die Differenz der Werte nicht so stark ausgeprägt ist wie bei GRUBER et al. (91,9 zu 86,9 der Weizenschlempe bzw. 89,6 der Maisschlempe), entsprechen die Ergebnisse doch den aus dem aktuellen Versuch gewonnenen Resultaten, da die Abbaurate der Gerste um ein Vielfaches über der von DDG lag (15,6 gegenüber 4,9 %/h bei der langsam abbaubaren B-Fraktion der T bei BATAJOO und SHAVER, 30,8 %/h gegenüber 4,7 bzw. 4,8 %/h bei GRUBER et al.). Ebenso zeigte sich ein wesentlich niedrigerer und langsamerer Prote-

inabbau bei den Getreideschlempen (60 % UDP7, angenommene Passagerate von 0,07), der im Einklang mit den erwarteten höheren UDP-Anteilen in den hier geprüften (Handels-)Futtermitteln (Starprot Weizen bzw. Starprot Mais) liegt. Als mögliche Ursachen für den im Gegensatz zu anderen Studien relativ hohen UDP-Wert der Gerste (40 % UDP7) verweisen BATAJOO und SHAVER auf die von anderen Autoren genannten Einflussfaktoren der Partikelgröße der Futtermittel (FIGROID et al. 1972, NOCEK 1985, CERNEAU und MICHALET-DORÉAU 1991), der Beutel-Oberfläche der bags (UDEN et al. 1974, MEHREZ und ORSKOV 1977), der Einwaage, der Herkunft der Getreide und des Materials sowie der Maschenweite der bags (WEAKLEY et al. 1983, NOCEK 1985), der Futterrationen der Inkubationstiere (GANEV et al. 1979, WEAKLEY et al.

1983), des Waschvorganges (CHERNEY et al. 1990) und der Probenahmen (NOCEK 1985, FADEL 1992). Weitere *in situ*-ermittelte UDP-Werte für Getreideschlempen lauten 55 % (GRINGS et al. 1992) und 43,7 - 46,5 % (POWERS et al. 1995). Auch MADSEN und HVELPLUND (1994) schreiben, dass auftretende Differenzen zwischen den Angaben verschiedener Autoren zum Teil auf Unterschiede in der Methodik der *in situ*-Technik zurückzuführen sind.

Verdaulichkeit und Energiegehalt von getrockneten Getreideschlempen

Bei der Herstellung von Alkohol wird dem Getreide der am höchsten verdauliche Nährstoff, die Stärke, entzogen und neben Eiweiß und Fett auch die schwerverdaulichen Gerüstsubstanzen (aus den Getreideschalen) angereichert. Dadurch

Tabelle 11: Nährstoffgehalt der Futtermittel

		Grundfutter			Kraftfutter		
		Heu	Gras-silage	Mais-silage	Raps/ Soja	Starprot Weizen	Starprot Mais
Trockenmasse	g/kg FM	831	413	315	872	870	870
Nährstoffe							
XP	g/kg T	149	173	89	194	186	177
XL	g/kg T	22	34	34	40	40	41
XF	g/kg T	275	270	224	80	69	69
XX	g/kg T	468	418	606	646	669	678
XA	g/kg T	86	106	47	40	37	35
NDF	g/kg T	519	477	452	286	296	297
ADF	g/kg T	311	318	253	93	84	77
ADL	g/kg T	34	34	30	27	24	17
nXP	g/kg T	135	135	127	185	191	190
UDP	%	20,7	15,0	25,0	28,2	37,3	39,7
RNB	g/kg T	+2,2	+6,0	-6,1	+1,4	-0,8	-2,1
Energiekonzentration							
ME	MJ/kg T	9,81	9,96	10,14	12,90	12,72	12,75
NEL	MJ/kg T	5,83	5,90	6,03	8,07	7,94	7,97
Mengenelemente							
Ca	g/kg T	5,8	6,3	2,7	1,9	1,7	1,6
P	g/kg T	3,3	3,3	2,2	6,7	6,0	6,1
Mg	g/kg T	2,1	2,5	1,4	1,8	1,5	1,5
K	g/kg T	21,6	27,3	13,1	9,6	9,4	9,5
Na	g/kg T	0,29	0,29	0,08	0,17	0,54	0,58
Spurenelemente							
Mn	mg/kg T	95	84	27	31	40	26
Zn	mg/kg T	30	28	20	34	37	34
Cu	mg/kg T	9,7	10,9	6,8	7,0	8,6	7,0

Tabelle 12: Verdaulichkeit *in vivo* und Energiegehalt der Getreideschlempen

		Verdaulichkeit					Energiekonzentration	
		dOM %	dXP %	dXL %	dXF %	dXX %	ME MJ/kg T	NEL MJ/kg T
Starprot Weizen		75,0	77,7	53,4	47,3	79,6	11,48	6,93
Starprot Mais		78,5	84,0	85,1	42,6	80,4	13,34	8,18

wird die Verdaulichkeit und Energiekonzentration vermindert. Dies geht auch aus *Abbildung 3* hervor, in der die Werte von einigen Eiweißfuttermitteln und – zum Vergleich – von Getreide dargestellt sind. Die Verdaulichkeit der organischen Substanz (OM) von Maisschlempen ist höher als die von Weizenschlempen (82 bzw. 74 %). Diese Literaturwerte entsprechen auch in etwa den Ergebnissen des Verdauungsversuches (78,5 bzw. 75,0 % für Starprot Mais bzw. Starprot Weizen). Sojaextraktionsschrot hingegen ist deutlich höher verdaulich (92 %). Wie zu erwarten und durch den Produktionsprozess auch zu erklären, ist die Verdaulichkeit der Getreide-Ausgangsmaterialien infolge des Stärkegehaltes wesentlich höher. So weist Weizen eine Verdaulichkeit von 88 und Mais eine von 89 % auf. Dies schlägt sich auch im Energiegehalt (NEL) nieder, der im Wesentlichen gleich verläuft wie die Verdaulichkeit, allerdings zusätzlich noch vom Fettgehalt überlagert wird. Dies ist bei Mais und bei Rapskuchen zu beachten. Der Energiegehalt ist der wesentlichste Nährstoffparameter eines Futtermittels, weil er zusätzlich zur Energieversorgung über die Bildung von Mikrobenprotein auch die Eiweißversorgung entscheidend mitbestimmt.

LODGE et al. (1997) haben in ihrer Studie zu Mais- und Hirsenprodukten aus Brennereien einen Verdauungsversuch mit 16 Hammeln durchgeführt, bei dem Maisschlempe eines der Testfuttermittel war. Die Ration bestand aus 80 % Mais-DDGS, 10 % Melasse, 8 % Luzerneheu sowie 2 % Vitaminen, Mineralstoffen und Harnstoff (um alle Rationen auf einheitlichen XP-Gehalt zu bringen). Für die scheinbare Verdaulichkeit der organischen Masse (Verdaulichkeit = [(Menge im Futter - Menge im Kot) / Menge im Futter] * 100) berechneten LODGE et al. einen Wert von 71,6 %. Die NDF- und die scheinbare Verdaulichkeit von Stickstoff betragen 71,7 bzw. 65,5 %. Mit der Korrektur über den NDFIN (neutral detergent fibre insoluble nitrogen) als Anhaltspunkt für den unverdaulichen Stickstoff im Kot wurde eine wahre N-Verdaulichkeit von 78,4 % ermittelt.

Fütterungsversuch

Die Ergebnisse des Fütterungsversuchs sind in *Tabelle 13* angeführt. Weder in der Futteraufnahme noch in der Milchleistung

zeigten sich signifikante Unterschiede zwischen den Versuchsgruppen. Die Futteraufnahme betrug im Versuchsmittel 20,9 kg T und die Milchleistung 26,2 kg pro Tier und Tag. Die Gruppen waren auch in den Milchhaltsstoffen nahezu identisch (4,46 % Fett, 3,35 % Eiweiß). Signifikante Unterschiede zwischen den drei Gruppen zeigten sich bei der Rohproteinaufnahme bzw. -konzentration (P < 0,05 bzw. P = 0,001) sowie in der ADL-Aufnahme über den gesamten Versuch (P < 0,001). Wie zu erwarten war, wurden höchst signifikante Unterschiede (P < 0,001) in den UDP-Werten und der ruminalen Stickstoffbilanz verzeichnet (25 bzw. 24 zu 22 % UDP von XP und

0,43 bzw. 0,91 zu 1,56 g RNB/kg T für die Mais- bzw. Weizenschlempe-Gruppe im Gegensatz zur Raps/Soja-Kontrollgruppe). Die gleich bleibende Futteraufnahme beim Einsatz von getrockneten Getreideschlempen deckt sich mit Ergebnissen anderer Versuche zum Einsatz von DDGS (distillers dried grains with solubles) in Milchviehrationen (PALMQUIST und CONRAD 1982, OWEN und LARSON 1991, GRINGS et al. 1992, POWERS et al. 1995, KLEINSCHMIT 2005, DUNKEL 2005). Bezüglich der Milchmenge sind die Ergebnisse der bisher durchgeführten Studien mit Getreideschlempen widersprüchlich. Van HORN et al. (1985) er-

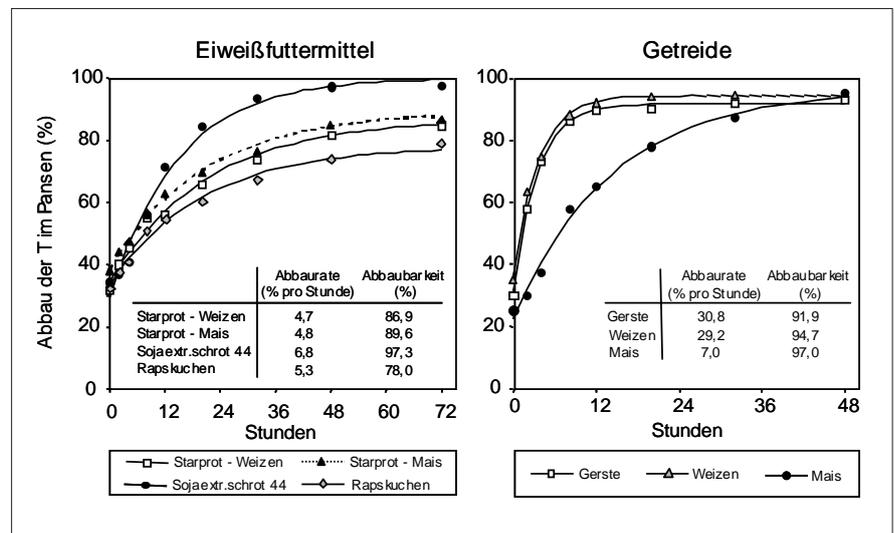


Abbildung 2: Abbau der Nährstoffe im Pansen von verschiedenen Kraftfuttermitteln (GRUBER et al. 2005)

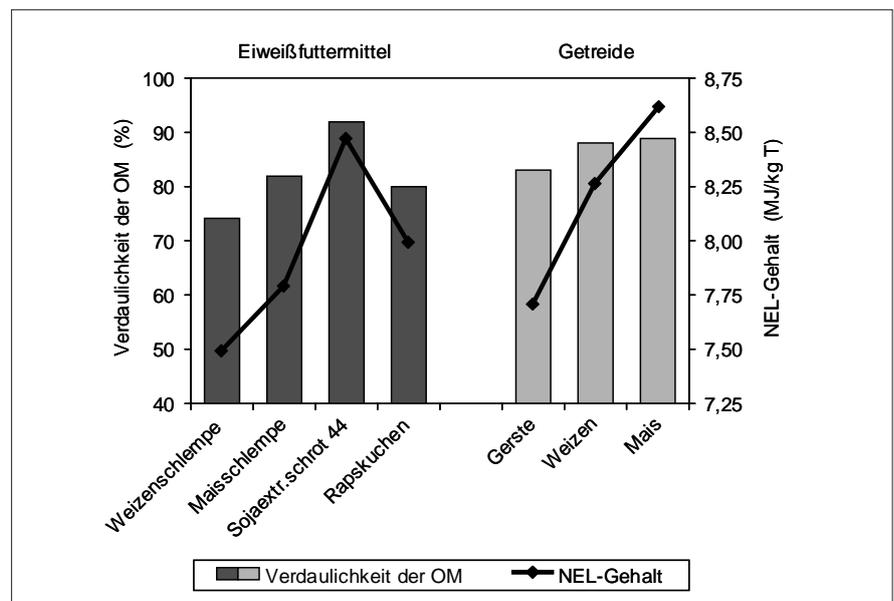


Abbildung 3: Verdaulichkeit und Energiegehalt verschiedener Kraftfuttermittel (SAUVANT et al. 2004)

klären die schwächeren Ergebnisse beim Einsatz von DDGS durch deren Schädigung beim Trocknungsvorgang. Auch DUNKEL (2005) führt die geringeren Milchmengen der Versuchsgruppe auf nachvollziehbare Umstände zurück (niedrigere Energieaufnahme, Unterschiede zu Versuchsbeginn). VOSS et al. (1988), NICHOLS et al. (1998) und LIU et al. (2000) berichten von keinen Differenzen, während OWEN und LARSON (1991) sowie KLEINSCHMIT et al. (2005) in ihren Versuchen höhere Milchmengenleistungen zu verzeichnen haben. Es lässt sich deshalb kein genereller Schluss über den Einfluss getrockneter Getreideschlempen auf die Milchleistung ziehen. Im vorliegenden Fütterungsversuch zeigten sich keine signifikanten Unterschiede im Milchfett- und -proteingehalt. Dies entspricht auch den Ergebnissen von NICHOLS et al. (1998), LIU et al. (2000) und DUNKEL (2005).

Zusammenfassung

In einem Fütterungsversuch mit 15 Milchkühen (lateinisches Quadrat) wurde der Futterwert von getrockneten Getreideschlempen (Weizen, Mais) im Vergleich zu den Eiweißträgern Sojaextraktionsschrot und Rapskuchen getestet. Das Grundfutter bestand aus 50 % Grassilage (2. Schnitt), 20 % Heu (1. Schnitt) und 30 % Maissilage (T-Basis) und wurde *ad libitum* angeboten. Das Kraftfutter setzte sich aus Energieträgern (90 % Gerste, 10 % Weizenkleie) und den die Versuchsfrage darstellenden Proteinträgern (Raps/Soja-Kontrolle, getrocknete Weizenschlempe, getrocknete Maisschlempe) zusammen.

Unter den gewählten Versuchsbedingungen zeigten sich weder in der Futteraufnahme noch in den Milchleistungsparametern signifikante Unterschiede zwischen der Kontroll- und den Versuchsgruppen. Daher kann davon ausgegangen werden, dass getrocknete Getreideschlempen auf Grund ihres hohen Anteils an UDP als Eiweißfuttermittel, besonders für den höheren Leistungsbereich, geeignet sind.

Aus dem Entzug von Stärke bei der Gewinnung von Alkohol resultiert (vor allem bei Weizenschlempe) ein gegenüber dem Getreide und auch Sojaextraktionsschrot etwas geringerer Energiegehalt,

Tabelle 13: Ergebnisse des Fütterungsversuches mit Milchkühen (URDL et al. 2006)

		Raps/ Soja	Starprot Weizen	Starprot Mais	s _e	P-Wert
Futteraufnahme						
Heu	kg T	2,73	2,83	2,76	0,38	0,785
Grassilage	kg T	7,43	7,64	7,39	0,46	0,311
Maissilage	kg T	4,20	4,30	4,25	0,35	0,771
Grundfutter	kg T	14,36	14,76	14,40	0,89	0,421
Kraftfutter	kg T	6,44	6,09	6,38	0,99	0,605
Gesamtfutter ¹⁾	kg T	20,87	20,92	20,84	0,60	0,941
Nährstoffaufnahme						
XP	g	3317	3264	3197	110	0,026
nXP	g	3118	3153	3150	118	0,672
RNB	g	31,8	17,7	7,5	11,3	< 0,001
NEL	MJ	137,2	136,0	136,3	4,9	0,800
Nährstoffkonzentration						
XP	g/kg T	159	156	154	3	0,001
XL	g/kg T	34	34	34	1	0,742
XF	g/kg T	202	202	199	8	0,511
XX	g/kg T	531	533	540	13	0,177
NDF	g/kg T	414	421	419	13	0,419
ADF	g/kg T	234	235	230	10	0,333
ADL	g/kg T	31	30	28	1	< 0,001
nXP	g/kg T	149	150	151	2	0,201
UDP	% XP	21,7	24,5	25,5	1	< 0,001
RNB	g/kg T	+1,56	+0,91	+0,43	0,54	< 0,001
ME	MJ/kg T	10,84	10,74	10,79	0,12	0,087
NEL	MJ/kg T	6,56	6,48	6,53	0,09	0,102
Milchleistung						
Milchmenge	kg	26,16	25,91	26,40	1,71	0,751
Fettgehalt	%	4,43	4,48	4,46	0,24	0,862
Eiweißgehalt	%	3,39	3,34	3,33	0,13	0,420
Laktosegehalt	%	4,71	4,67	4,69	0,13	0,631
Lebendmasse	kg	657	653	659	10	0,275

¹⁾ inkl. Mineralstoffe

woran sich der Marktpreis der Handelsfuttermittel neben dem Proteingehalt zu orientieren hätte. Besonders hervorzuheben ist, dass es sich um GVO-freie Futtermittel handelt, was im Hinblick auf die neuen Produktionsrichtlinien der meisten österreichischen Molkereien besonders aktuell ist. Getrocknete Getreideschlempen stellen somit eine Alternative zur herkömmlichen Proteinversorgung mit Sojaextraktionsschrot dar.

Literatur

AGES (Österreichische Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit GmbH), 2005: Machbarkeitsstudie zur Auslobung „gentechnikfrei“ und Vermeidung von GVO bei Lebensmittel aus tierischer Erzeugung. Eigenverlag AGES, 281 S.

AL-SUWAIEGH, S., K.C. FANNING, R.J. GRANT, C.T. MILTON und T.J. KLOPFENSTEIN, 2002: Utilization of distillers grains from the fermentation of sorghum or corn in diets for finishing beef and lactating dairy cattle. *J. Anim. Sci.* 80, 1105-1111.

ALVA (Arbeitsgemeinschaft landwirtschaftlicher Versuchsanstalten), 1983: Österreichisches Methodenbuch für die Untersuchung von Fut-

termitteln, Futterzusatzstoffen und Schadstoffen. Selbstverlag ALVA.

BATAJOO, K.K. und R.D. SHAVER, 1998: *In situ* dry matter, crude protein, and starch degradabilities of selected grains and by-product feeds. *Anim. Feed Sci. Technol.* 71, 165-176.

BELYEA, R.L., B.J. STEEVENS, R.R. RESTREPO und A.P. CLUBB, 1989: Variation in composition of by-product feeds. *J. Dairy Sci.* 72, 2339-2345.

BELYEA, R.L., S.R. ECKHOFF, M.A. WALLIG und M.E. TUMBLESON, 1998: Variation in the composition of distillers solubles. *Biores. Technol.* 66, 207-212.

BELYEA, R.L., K.D. RAUSCH und M.E. TUMBLESON, 2004: Composition of corn and distillers dried grains with solubles from dry grind ethanol processing. *Biores. Technol.* 94, 293-298.

BOILA, R.J. und J.R. INGALLS, 1994a: The ruminal degradation of dry matter, nitrogen and amino acids in wheat-based distillers' dried grains *in sacco*. *Anim. Feed Sci. Technol.* 48, 57-72.

BOILA, R.J. und J.R. INGALLS, 1994b: The post-ruminal digestion of dry matter, nitrogen and amino acids in wheat-based distillers' dried grains and canola meal. *Anim. Feed Sci. Technol.* 49, 173-188.

- BRITTON, R.A., T.J. KLOPFENSTEIN, R. CLEALE, F. GOEDEKEN und V. WILKERSON, 1986: Methods of estimating heat damage in protein sources. Proc. Distillers Feed Conf. 41, 67.
- CERNEAU, P. und B. MICHALET-DOREAU, 1991: *In situ* starch degradation of different feeds in the rumen. Reprod. Nutr. Dev. 31, 65.
- CHERNEY, D.J.R., J.A. PATTERSON und R.P. LEMENAGER, 1990: Influence of *in situ* bag rinsing technique on determination of dry matter disappearance. J. Dairy Sci. 73, 391-397.
- CLARK, P.W. und L.E. ARMENTANO, 1993: Effectiveness of neutral detergent fiber in whole cottonseed and dried distillers grains compared with alfalfa haylage. J. Dairy Sci. 76, 2644-2650.
- DLG (Deutsche Landwirtschaftsgesellschaft), 1997: DLG-Futterwerttabellen – Wiederkäuer. 7. Auflage, DLG-Verlag, Frankfurt/Main, 212 S.
- DUNKEL, S., 2005: Fütterung von getrockneter Weizenschlempe an Milchkühen. <http://www.LfL-Bayern.de> [02.02.2006].
- FADEL, J.G., 1992: Application of theoretically optimal sampling schedule designs for fiber digestion estimation *in sacco*. J. Dairy Sci. 75, 2184-2189.
- FIGROID, W., W.H. HALE und B. THEURER, 1972: An evaluation of the nylon bag technique for estimating rumen utilization of grains. J. Anim. Sci. 35, 113-120.
- GANEV, G., E.R. ORSKOV und R. SMART, 1979: The effect of roughage or concentrate feeding and rumen retention time on total degradation of protein in the rumen. J. Agric. Sci. (Camb.) 93, 651-656.
- GfE (Gesellschaft für Ernährungsphysiologie – Ausschuss für Bedarfsnormen), 1991: Leitlinien für die Bestimmung der Verdaulichkeit von Rohnährstoffen an Wiederkäuern. J. Anim. Physiol. a. Anim. Nutr. 65, 229-234.
- GfE (Gesellschaft für Ernährungsphysiologie – Ausschuss für Bedarfsnormen), 2001: Energie- und Nährstoffbedarf landwirtschaftlicher Nutztiere; Nr. 8: Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung der Milchkühe und Aufzuchtrinder. DLG-Verlag, Frankfurt/Main, 135 S.
- GRINGS, E.E., R.E. ROFFLER und D.P. DEITELHOFF, 1992: Responses of dairy cows to additions of distillers dried grains with solubles in alfalfa-based diets. J. Dairy Sci. 75, 1946-1953.
- GRUBER, L., G. STÖGMÜLLER, K. TAFERNER, L. HABERL, G. MAIERHOFER, B. STEINER, A. STEINWIDDER, A. SCHAUER und W. KNAUS, 2005: Protein- und Kohlenhydrat-Fractionen nach dem Cornell System sowie ruminaler Trockenmasseabbau *in situ* von energie- und proteinreichen Kraftfuttermitteln. Übers. Tierernährg. 33, 129-143.
- HAM, G.A., R.A. STOCK, T.J. KLOPFENSTEIN, E.M. LARSON, D.H. SHAIN und R.P. HUFFMAN, 1994: Wet corn distillers byproducts compared with dried corn distillers grains with solubles as a source of protein and energy for ruminants. J. Anim. Sci. 72, 3246-3257.
- HARVEY, W.R., 1987: User's guide for mixed model least-squares and maximum likelihood computer program. Ohio State University, USA.
- KLEINSCHMIT, D.H., D.J. SCHINGOETHE, K.F. KALSCHUR und A.R. HIPPEN, 2005: Evaluation of various sources of corn distillers dried grains plus solubles (DDGS) for lactating dairy cattle. J. Anim. Sci. 83 (Suppl. 2), 24.
- LIU, C., D.J. SCHINGOETHE und G.A. STEGEMAN, 2000: Corn distillers grains versus a blend of protein supplements with or without ruminally protected amino acids for lactating cows. J. Dairy Sci. 83, 2075-2084.
- LODGE, S.L., R.A. STOCK, T.J. KLOPFENSTEIN, D.H. SHAIN und D.W. HEROLD, 1997: Evaluation of corn and sorghum distillers byproducts. J. Anim. Sci. 75, 37-43.
- MADSEN, J. und T. HVELPLUND, 1994: Prediction of *in situ* protein degradability in the rumen. Results of a European ringtest. Livest. Prod. Sci. 39, 201-212.
- MEHREZ, A.Z. und E.R. ORSKOV, 1977: A study of artificial fiber technique for determining the digestibility of feeds in the rumen. J. Agric. Sci. 88, 645.
- MENKE, K.-H. und W. HUSS, 1987: Tierernährung und Futtermittelkunde. Verlag Eugen Ulmer Stuttgart, 3. Aufl., 424 S.
- MNC, 2001: 62nd Minnesota Nutrition Conference and Minnesota Corn Growers Association Technical Symposium. Univ. of Minn. Ext. Serv. St. Paul, MN, USA.
- NAKAMURA, T., T.J. KLOPFENSTEIN und R.A. BRITTON, 1994: Evaluation of acid detergent insoluble nitrogen as an indicator of protein quality in nonforage proteins. J. Anim. Sci. 72, 1043-1048.
- NICHOLS, J.R., D.J. SCHINGOETHE, H.A. MAIGA, M.J. BROUK und M.S. PIEPENBRINK, 1998: Evaluation of corn distillers grains and ruminally protected lysine and methionine for lactating dairy cows. J. Dairy Sci. 81, 482-491.
- NOCEK, J.E., 1985: Evaluation of specific variables affecting *in situ* estimates of ruminal dry matter and protein digestion. J. Anim. Sci. 60, 1347-1358.
- NRC (National Research Council), 1989: Nutrient Requirements of Dairy Cattle (6th Edition). National Academy Press, Washington, D. C., 157 S.
- NRC (National Research Council), 2001: Nutrient Requirements of Dairy Cattle (7th Edition). National Academy Press, Washington, D. C., 381 S.
- OWEN, F.G. und L.L. LARSON, 1991: Corn distillers dried grains versus soybean meal in lactation diets. J. Dairy Sci. 74, 972-979.
- PALMQUIST, D.L. und H.R. CONRAD, 1982: Utilization of distillers dried grains plus solubles by dairy cows in early lactation. J. Dairy Sci. 65, 1729-1733.
- PLEGGE, S.D., L.L. BERGER und G.C. FAHEY, Jr., 1985: Effect of roasting temperature on the proportion of soybean meal nitrogen escaping degradation in the rumen. J. Anim. Sci. 61, 1211-1218.
- POWERS, W.J., H.H. Van HORN, B. HARRIS, Jr. und C.J. WILCOX: Effects of variable sources of distillers dried grains plus solubles on milk yield and composition. J. Dairy Sci. 78, 388-396.
- ROGERS, J.A., H.R. CONRAD, B.A. DEHORITY und J.A. GRUBB, 1986: Microbial numbers, rumen fermentation, and nitrogen utilization of steers fed wet or dry brewers grain. J. Dairy Sci. 69, 745-753.
- SAUVANT, D., J.-M. PEREZ und G. TRAN (Eds.), 2004: Tables of Composition and Nutritional Value of Feed Materials, 2nd revised and corrected edition, Wageningen Academic Publishers und INRA 2004, 304 S.
- SANTOS, F.A.P., J.E.P. SANTOS, C.B. THEURER und J.T. HUBER, 1998: Effects of rumenundegradable protein on dairy cow performance: A 12-year literature review. J. Dairy Sci. 81, 3182-3213.
- SPIEHS, M.J., M.H. WHITNEY und G.C. SHURSON, 2002: Nutrient database for distiller's dried grains with solubles produced from new ethanol plants in Minnesota and South Dakota. J. Anim. Sci. 80, 2639-2645.
- UDEN, P., R. PARRA und P.J. Van SOEST, 1974: Factors influencing reliability of the nylon bag technique. J. Dairy Sci. 57, 622.
- URDL, M., L. GRUBER, J. HÄUSLER, G. MAIERHOFER und A. SCHAUER, 2006: Untersuchungen zum Einsatz von getrockneten Getreideschlempen bei Wiederkäuern. In Vorbereitung.
- Van HORN, H.H., O. BLANCO, B. HARRIS, Jr. und D.K. BEEDE, 1985: Interaction of protein percent with caloric density and protein source for lactating cows. J. Dairy Sci. 68, 1682-1695.
- VDLUFA (Verband deutscher landwirtschaftlicher Untersuchungs- und Forschungsanstalten), 1976 inkl. Ergänzungsblätter 1983, 1988, 1993, 1997: Methodenbuch Band III – Die chemische Untersuchung von Futtermitteln. VDLUFA-Verlag, Darmstadt.
- VOSS, V.L., D. STEHR, L.D. SATTER und G.A. BRODERICK, 1988: Feeding lactating dairy cows proteins resistant to ruminal degradation. J. Dairy Sci. 71, 2428-2439.
- WEAKLEY, D.C., M.D. STERN und L.D. SATTER, 1983: Factors affecting disappearance of bags suspended in the rumen. J. Anim. Sci. 56, 493-507.