

19 Einsatz von flüssiger Weizenschlempe als Substitut von Rapsextraktionsschrot in Rationen für hochleistende Milchkühe

G. Janknecht¹, J. Denißen², S. Beintmann¹, M. Otten¹, B. Feldmann², M. Pries², J. Stratbücker³

¹Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen, VBZL Haus Riswick, Elsenpaß 5, 47533 Kleve, gregor.janknecht@lwk.nrw.de

²Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen, Fachbereich 71 Tierhaltung und Tierzuchtrecht, Ostinghausen Haus Düsse, 59505 Bad Sassendorf

³Institut für Tierwissenschaften, Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn, Endenicher Allee 15, 53115 Bonn

1. Einleitung

Bei der Herstellung von Bioethanol aus Getreide fallen Getreideschlempen an. Die Schlempen werden nach der zugrundeliegenden Getreideart und der Konservierungsart unterschieden. Es gibt trockene Schlempen und Pressschlempen mit einem geringeren Trockensubstanzgehalt auf Basis von Mais, Weizen, Weizen/Gerste und Roggen. Die Schlempen bestehen aus den bei der Vergärung verbleibenden Getreiderückständen sowie eventuellen Zusätzen an Hefen, Enzymen und deren Umsetzungsprodukten. Die Zusammensetzung und weitergehende Qualitätsmerkmale hängen darüber hinaus stark von den werkspezifischen Prozessen ab. Trockene Getreideschlempen stellen eine übliche Komponente in Mischfuttern für Rinder dar. Für Milchkühe werden Einsatzmengen von bis zu 2 kg TM getrockneter Schlempe je Tier und Tag empfohlen. Bezüglich des Nährstoffgehalts und des Nährstoffabbaus im Verdauungstrakt zeigen Trockenschlempen eine gute Vergleichbarkeit mit den Futtereigenschaften von Rapsextraktionsschrot (DLG 2011).

Bisher liegen nur wenige Versuchsergebnisse zum Einsatz flüssiger Schlempen in Milchkuhrationen vor. Aus diesem Grund wurde in einem Fütterungsversuch geprüft, ob der Einsatz flüssiger Weizenschlempe in Mengen von 5 kg bzw. 10 kg FM bei proteinäquivalentem Austausch von Rapsextraktionsschrot in der Kontrollration zu vergleichbaren Futteraufnahmen und Milchleistungen führt.

2. Material und Methoden

Im Versuchs- und Bildungszentrum Landwirtschaft Haus Riswick der Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen, Kleve, wurde von Juni bis September 2021 ein Fütterungsversuch mit 3 x 24 Milchkühen der Rasse Deutsche Holsteins durchgeführt. Der Färsenanteil betrug 21 %. Die Gruppeneinteilung erfolgte nach den Kriterien Laktationsnummer, Laktationstag, Lebendgewicht, BCS, Milchleistung und den Milch-inhaltsstoffen (s. Tab. 1). Während des Versuches ist ein Tier verendet. Weitere drei Tiere haben wegen Eutererkrankungen den Versuch verlassen. Die vier Kühe wurden durch vergleichbare Tiere ersetzt.

Tabelle 1: Gruppeneinteilung zu Versuchsbeginn nach Laktationsnummer und –tag sowie nach Milchmenge

Gruppenbezeichnung	Kontrolle	5 kg Schlempe	10 kg Schlempe
Laktationsnummer	3,1	3,0	3,1
Laktationstag	72	75	78
ECM, kg	42,4	42,4	42,4

Die Rationen erfüllten die Versorgungsempfehlungen der GfE (2001) für hochleistende Milchkühe. Sie setzten sich aus den Komponenten Grassilage, Maissilage, Milchleistungsfutter, Rapsextraktionsschrot, Propylenglykol, Mineralfutter sowie Wasser zusammen (s. Tab. 2 und 3). In den Versuchsgruppen wurde zusätzlich 5 bzw. 10 kg flüssige Weizenschlempe eingesetzt. Im Gegenzug wurden die Mengen an Rapsextraktionsschrot und Milchleistungsfutter in diesen Rationen verringert, um vergleichbare Energie- und Nährstoffgehalte in den Rationen zu erzielen. Bei der flüssigen Weizenschlempe handelte es sich um das Produkt Protiform 25+ der Firma Dieckmann Futtermittel, Dülmen. Es soll einen Trockensubstanzgehalt von 20 – 23 % und einen pH-Wert ≤ 4 vorweisen. Die Fütterung der Milchkühe erfolgte einmal täglich morgens während der Melkzeit mit einem selbstfahrenden Futtermischwagen.

Tabelle 2: Zusammensetzung der Kontroll- und Versuchsrationen im Versuchsverlauf am Beispiel der Ration vom 01.06. bis zum 12.07.2021 (je Kuh und Tag)

Komponente	Einheit	Kontrolle	5 kg Schlempe	10 kg Schlempe
Maissilage	kg TM	7,8	7,8	7,8
Grassilage	kg TM	5,9	5,9	5,9
Luzerneheu	kg TM	1,1	1,4	1,5
Rapsextraktionsschrot	kg TM	2,9	1,9	1,1
Milchleistungsfutter	kg TM	3,1	2,7	2,2
Weizenschlempe Protiform	kg TM	0	1	2
Wasser	kg	9	5	2
Propylenglycol	kg TM	0,2	0,2	0,2
Mineralfutter	kg TM	0,2	0,2	0,2

Tabelle 3: Mittlere Energie- und Nährstoffgehalte der Kontroll- und Versuchsrationen

Parameter	Einheit	Kontrolle	5 kg Schlempe	10 kg Schlempe
ME	MJ/kg TM	11,5	11,4	11,3
NEL	MJ/kg TM	7,10	7,05	7,03
XP	g/kg TM	158	159	161
nXP	g/kg TM	158	158	158
aNDFom	g/kg TM	362	353	343
ADFom	g/kg TM	207	202	196
bXS	g/kg TM	43,2	40,6	38,1
XZ+XS-bXS	g/kg TM	208	203	199
XA	g/kg TM	70	72	73
DCAB	meq/kg TM	235	254	277

Während des Untersuchungszeitraums kam es im Abstand von jeweils 14 Tagen zu acht Lieferungen des Produktes ProtiFerm 25+. Von jeder Charge wurde am Liefertag eine Futterprobe entnommen und auf die Rohnährstoffe analysiert. Bei drei Chargen wurde während der Verfütterung zusätzlich in einem wöchentlichen Intervall neben den Rohnährstoffen die Keimzahl und das Gär säuremuster bestimmt.

Zur Bestimmung der Verdaulichkeit der Rohnährstoffe wurden Verdaulichkeitsmessungen der Mischration (n = 1) und der flüssigen Weizenschlempe (n = 3) mit Hammeln durchgeführt. Die Prüfung erfolgte entsprechend der Vorgaben der GfE (1991) zur Durchführung von Verdaulichkeitsmessungen an Wiederkäuern mit vier bzw. fünf Hammeln. Bei der Bestimmung der Verdaulichkeit der Mischrationen wurde den Hammeln täglich 2.700 g Mischration vorgelegt. Bei der Verdaulichkeitsbestimmung der Schlempe wurden die Hammel mit täglich 2.000 g Schlempe und 500 g Heu gefüttert. Nach einer zweiwöchigen Anfütterungsphase wurden Kot und Futter über sieben Tage quantitativ erfasst. Auf Basis der verdaulichen Rohnährstoffe wurden die Gehalte an ME und NEL nach den Maßgaben der GfE (2001) kalkuliert.

Die statistische Auswertung des Milchkuhversuchs wurde in Zusammenarbeit mit der TiDa GmbH, Kiel, mit der Software SAS, Version 9.4, durchgeführt. Zur Anwendung kam ein lineares, gemischtes Wiederholbarkeitsmodell, wobei als fixe Effekte der Beobachtungstag, die Laktationsnummer sowie die Versuchsgruppe berücksichtigt wurden. Die Modellierung der Laktationskurve erfolgte mithilfe des Regressionsansatzes von Ali und Schaeffer (1987) innerhalb der Laktationsnummer. Als zufällige Effekte gingen die Kuh sowie der Restfehler in das Modell ein.

3. Ergebnisse und Diskussion

Der Einsatz der flüssigen Weizenschlempe in Rationen für hochleistende Milchkühe beeinflusste die Futter- und Energieaufnahme der Kühe nicht signifikant (s. Tab. 4). Mit steigenden Anteilen an Schlempe in der Ration nahm die Aufnahme an Stärke, beständiger Stärke sowie Zucker + unbeständiger Stärke ab. Dies führte in Kombination mit den numerisch sinkenden Futterraufnahmen zu signifikant geringeren Aufnahmen dieser Nährstoffe bei den beiden Versuchsgruppen. Die Analysen der Gär säuremuster der Schlempen zeigen, dass diese durch sehr hohe Milchsäure- und moderate Essigsäuregehalte gekennzeichnet sind. In Folge des Einsatzes der Schlempe gelangten hohe Säurefrachten in die Ration und führten bei den beiden Versuchsgruppen zu signifikant höheren Milchsäure- sowie Essigsäureaufnahmen als bei der

Kontrollvariante. Der Schlempeeinsatz hatte keinen Einfluss auf die Wasseraufnahme sowie die Lebendmasse und die Körperkondition der Tiere.

Tabelle 4: Einfluss der Versuchsgruppe auf die Merkmale der täglichen Futter-, Energie- und Nährstoffaufnahme sowie die tägliche Aufnahme an Milchsäure, Essigsäure und Ethanol

Merkm ^{al}	Einheit	F-Test	Kontrolle	5 kg Schlempe	10 kg Schlempe
Futteraufnahme	kg TM	0,2404	24,4	24,1	23,6
Energieaufnahme	MJ NEL	0,2167	172	170	166
XP	g	0,4587	3844	3812	3747
nXP	g	0,1164	3876	3813	3712
bXS	g	0,0001	1091 ^a	1025 ^b	948 ^c
XZ+XS-bXS	g	0,0068	5048 ^a	4905 ^{ab}	4716 ^b
aNDFom	g	0,0002	8764 ^a	8433 ^a	7997 ^b
Milchsäure	g	0,0001	1082 ^a	1385 ^b	1671 ^c
Essigsäure	g	0,0006	293 ^a	309 ^b	320 ^b
Ethanol	g	0,8805	109	109	110

LSQ-Mittelwerte mit unterschiedlichen Buchstaben unterscheiden sich signifikant mit $p \leq 0,05$ (nach Bonferroni-Korrektur)

In Tabelle 5 sind die im Versuch erzielten Milchmengen und Milchinhaltstoffe dargestellt. Die tägliche Milchleistung nahm mit zunehmender Menge an Schlempe in der Ration tendenziell ab. Die prozentualen Fett-, Eiweiß- und Laktosegehalte wurden nicht beeinflusst. Die Eiweißmenge (kg/Tag) nahm mit steigendem Einsatz an flüssiger Schlempe in der Ration signifikant ab, obwohl die Proteinaufnahme der Kühe vergleichbar war. Dies könnte in Zusammenhang mit den hohen Säurefrachten stehen, die sich negativ auf die Pansenmikrobiologie auswirken und dadurch die mikrobielle Proteinsynthese negativ beeinflussen. Ebenso verringerte sich mit dem Einsatz von 10 kg flüssiger Schlempe in der Ration die ECM-Leistung im Vergleich zur Kontrollvariante signifikant um 3 kg auf 35 kg/Kuh und Tag. In erster Linie erklärt sich dies durch die veränderten Milcheiweißmengen. Die Harnstoffgehalte von ca. 190 mg/l in allen Gruppen deuten auf eine bedarfsgerechte Proteinversorgung aller Versuchsgruppen hin.

Tabelle 5: Einfluss der Versuchsgruppe auf die Merkmale der täglichen Milchleistung und Milchinhaltstoffe

Merkm ^{al}	Einheit	F-Test	Kontrolle	5 kg Schlempe	10 kg Schlempe
Milchmenge	kg	0,0612	39,9	38,8	37,3
Fettgehalt	%	0,7906	3,81	3,75	3,83
Fettmenge	kg	0,0583	1,49	1,42	1,38
Eiweißgehalt	%	0,3965	3,33	3,27	3,26
Eiweißmenge	kg	0,0015	1,30 ^a	1,24 ^{ab}	1,18 ^b
Laktosegehalt	%	0,6763	4,80	4,80	4,77
ECM	kg	0,0100	38,0 ^a	36,5 ^{ab}	35,0 ^b
Harnstoff	mg/l	0,6038	193	188	189

LSQ-Mittelwerte mit unterschiedlichen Buchstaben unterscheiden sich signifikant mit $p \leq 0,05$ (nach Bonferroni-Korrektur)

Während der zweiwöchigen Lagerung der flüssigen Weizenschlempen in einem Tank mit Rührwerk stieg der Gehalt an Gär säuren, Ethanol und Essigsäure an. Der erhöhte Gehalt an Ethanol ist auf die Aktivität von Hefen zurückzuführen (s. Abb.1). Als Ausgangssubstrat des Abbauprozesses dient Zucker. Die Zuckergehalte von 50 – 100 g/kg TM bei der Lieferung sinken im Laufe der Lagerung auf Gehalte unterhalb der Nachweisgrenze ab. Ebenso reduzieren

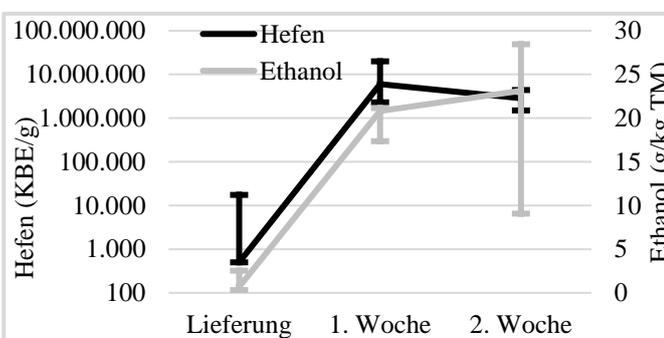


Abbildung 1: Streubreite der Gehalte an Hefen und Ethanol bei drei Chargen im Verlauf der zweiwöchigen Lagerung

sich die Gehalte an Stärke. Während des Herstellungsprozesses werden den Schlemphen Enzyme zugesetzt, auf deren Aktivität dieser Abbau der Stärke zurückzuführen ist. Diese Energiequelle steht auch den Hefen zur Verfügung.

Die Ergebnisse der Verdaulichkeitsmessungen zeigen, dass das Produkt sehr gut verdaulich ist (s. Tab. 5). Die Verdaulichkeit der organischen Substanz liegt bei $\geq 90\%$ und damit auf hohem Niveau. Aus der Verdaulichkeit der Rohnährstoffe errechnen sich Energiegehalte von 8,4 bis 8,6 MJ NEL/kg TM.

Tabelle 4: Nährstoffverdaulichkeit und Energiehalte der Mischrationen sowie drei verschiedener Chargen der Schlempe

Parameter	Mischration (n = 1)			Protiform 25+		
	Kontrolle	5 kg Schlempe	10 kg Schlempe	1. Charge	2. Charge	3. Charge
Anzahl Hammel	4	4	4	5	5	5
dOS, %	81,4 ± 0,4	82,3 ± 1,1	82,0 ± 0,9	89,8 ± 2,5	91,0 ± 1,9	91,0 ± 2,0
dXP, %	72,3 ± 1,1	73,2 ± 2,4	72,2 ± 1,3	81,3 ± 2,6	82,4 ± 4,0	76,9 ± 6,3
dXF, %	66,2 ± 1,2	66,3 ± 2,2	71,0 ± 2,4	88,8 ± 14,6	97,7 ± 5,2	99,2 ± 1,8
dOR, %	84,4 ± 0,4	85,1 ± 0,9	84,4 ± 0,6	89,9 ± 1,6	90,6 ± 1,7	90,6 ± 2,0
NEL, MJ/kg TM	7,1 ± 0,0	7,4 ± 0,1	7,4 ± 0,1	8,4 ± 0,3	8,6 ± 0,2	8,5 ± 0,2
ME, MJ/kg TM	11,5 ± 0,1	12,0 ± 0,2	11,9 ± 0,1	13,4 ± 0,3	13,7 ± 0,2	13,5 ± 0,3

dOS: Verdaulichkeit der organischen Masse; dXP: Verdaulichkeit des Rohproteins; dXF: Verdaulichkeit der Rohfaser; dOR: Verdaulichkeit des organischen Restes; NEL: Netto-Energie-Laktation; ME: Umsetzbare Energie

4. Fazit

- Während der zweiwöchigen Lagerung der flüssigen Schlempe findet durch die Aktivität von Hefen ein Umbau von Zucker in flüchtige Substanzen statt.
- Die Ergebnisse aus den Verdaulichkeitsmessungen zeigen, dass die geprüften Schlemphen eine sehr hohe Verdaulichkeit aufweisen und die Energiegehalte höher sind als in den bisherigen Tabellenwerken beschrieben.
- Der Einsatz von 10 kg flüssiger Weizenschlempe reduziert die ECM-Leistung signifikant um 3 kg/Tag im Vergleich zur Kontrollgruppe.
- Die hohen Milchsäuregehalte von 200 – 300 g/kg TM begrenzen den Einsatz in der Milchkuhfütterung.
- Die Analysebefunde der Proben unterschiedlicher Futterchargen deuten auf schwankende Produktqualitäten hin.

5. Literatur

- Ali, T., Schaeffer, L. R. (1987): Accounting for covariance among test day milk yields in dairy cows. *Can. J. Anim. Sci.* 67, 637-644.
- DLG (2011): Futterwert und Einsatz von getrockneter Weizen- und Weizen/Gersteschlempe aus der Bioethanolproduktion beim Rind. Stellungnahme des DLG-Arbeitskreis Futter und Fütterung.
- GfE (1991): Leitlinien zur Bestimmung der Verdaulichkeit von Rohnährstoffen an Wiederkäuern. *J. Anim. Physiol. Anim. Nutr.* 65, 229-234.
- GfE (2001): Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung der Milchkühe und Aufzuchtrinder. DLG-Verlag, Frankfurt am Main.