

## 06 Vergleich der Futtervorlage als Gesamtmischung und Teilmischung im Hinblick auf Futteraufnahme, Milchleistung sowie Energie- und Nährstoffsalden

J. Denißen<sup>1</sup>, S. Beintmann<sup>2</sup>, M. Otten<sup>2</sup>, S. Hoppe<sup>2</sup>, G. Janknecht<sup>2</sup>, B. Feldmann<sup>1</sup>, M. Pries<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen, Fachbereich 71 Tierhaltung und Tierzucht, Ostinghausen Haus Düsse, 59505 Bad Sassendorf, gregor.janknecht@lwk.nrw.de

<sup>2</sup>Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen, VBZL Haus Riswick, Elsenpaß, 47533 Kleve

### 1. Einleitung

Eine wiederkäuergerechte Rationsgestaltung zur Gesunderhaltung der Tiere mit gleichzeitigem Blick auf die Wirtschaftlichkeit und die Umweltwirkung ist der Grundbaustein für eine zukunftsfähige, erfolgreiche und nachhaltige Milchproduktion. Neben einem optimalen Gesundheitsstatus der Kühe wird die Nachhaltigkeit und Umweltwirkung der Milchkuhhaltung entscheidend vom Ressourcen- und Nährstoffaufwand beeinflusst. Mit einer Nährstoffversorgung, die sich nah am Bedarf der Tiere befindet, kann die Ressourcennutzungseffizienz in der Milchkuhhaltung gesteigert werden, da die Ausscheidung überschüssiger Nährstoffe vermindert wird. Über den Zukauf von Futterkomponenten gelangen große Mengen an Stickstoff (N) und Phosphor (P) in den Stoffkreislauf der Betriebe. Durch die Reduktion der Nährstoffeinträge über das Futter kann der Nährstoffanfall in der Gülle deutlich reduziert werden (DLG, 2020). Dies ist sowohl einzelbetrieblich hinsichtlich einer Entlastung des Stoffwechsels der Tiere, verminderter Kosten für den Zukauf von Proteinfuttermitteln und der Verminderung des Nährstoffanfalls im Wirtschaftsdünger als auch aus globaler Sicht vor dem Hintergrund des Umweltschutzes und der Verminderung der Klimawirkung von großer Bedeutung.

In dem DLG-Merkblatt 444 „Berücksichtigung N- und P-reduzierter Fütterungsverfahren bei den Nährstoffausscheidungen von Milchkühen“, welches 2020 veröffentlicht wurde, sind für unterschiedliche Herdenleistungen Vorschläge zur Umsetzung einer bedarfsangepassten Phasenfütterung dargestellt. Die angegebenen Nährstoffgehalte sollen Luxuskonsum vermeiden, unterschreiten aber in keiner Laktationsphase die von der GfE (2001) veröffentlichten Bedarfsnormen. Die Umsetzung der Phasenfütterung stellt viele Landwirte vor neue Herausforderungen. Es steht die Frage im Raum, ob eine Umsetzung der Phasenfütterung sowohl bei Vorlage einer Gesamtmischung (TMR) als auch einer Teilmischung (PMR) gelingen kann. Aus früheren Versuchsergebnissen wurde abgeleitet, dass eine präzise Energie- und Nährstoffversorgung des Einzeltieres im Konflikt zu einer gleichmäßigen Rationsvorlage zur Aufrechterhaltung einer stabilen und physiologischen Situation im Pansen steht. So zeigten Versuche auf Haus Riswick im Verbundprojekt „OptiKuh“ in den Jahren 2015 – 2016, dass eine erhöhte Kraftfuttermenge je kg ECM in einer PMR zu einer starken Grobfutterverdrängung führt (Denißen et al., 2018). Außerdem wurde eine geringere Energie- und Proteineffizienz der Tiere ermittelt. In anderen Versuchsbetrieben gab es hingegen bei Vorlage einer TMR diese Beobachtung nicht (Gerster et al., 2018).

In der vorliegenden Studie sollten sowohl der Effekt der Futtervorlage (TMR oder PMR) auf die Futteraufnahme und die Leistungsparameter von Milchkühen in einer gesamten Laktation als auch die Umsetzbarkeit der Phasenfütterung innerhalb den beiden Futtervorlagesystemen geprüft werden.

### 2. Material und Methoden

Im Versuchs- und Bildungszentrum Landwirtschaft Haus Riswick der Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen, Kleve, wurde zwischen September 2020 und August 2021 ein Fütterungsversuch mit 2 x 24 mehrlaktierenden Milchkühen der Rasse Deutsche Holstein durchgeführt. Die Tiere wurden ab dem 5. Laktationstag in die Gruppen eingestallt und im Mittel bis 305. Laktationstag beobachtet. Die Versuchsgruppen wurden nach und nach befüllt. Das Kalbedatum der Kühe lag im Maximum 99 Tage auseinander. Die Gruppeneinteilung erfolgte nach den Kriterien Laktationsnummer, Laktationstag, Lebendmasse, BCS und der 305-Tage Milchleistung in der Vorlaktation. Während des Versuches wurden die Futter- und Wasseraufnahmen sowie die Milchmengen der Tiere täglich individuell erfasst. Eine Milchleistungsprüfung erfolgte im wöchentlichen Abstand. Die Lebendmasse der Kühe wurde täglich zweimal nach dem Melken über eine Übertriebwaage ermittelt. Eine BCS-Bonitierung wurde im zweiwöchigen Abstand durchgeführt. Die Tiere beider Futtergruppen erhielten eine Ration bestehend aus den Komponenten Maissilage, Grassilage, Luzerneheu, Rapsextraktionsschrot (RES), Milchleistungsfutter (MLF) sowie Mineralfutter. In der Gruppe PMR wurde etwa ein Drittel des MLF über den Mischwagen und die übrigen zwei Drittel über die Konzentratfütterung (KF)-stationen verabreicht. Die Zuteilung erfolgte tierindividuell in der ersten Phase nach

einer fixen Kurve und anschließend in Abhängigkeit der Milchleistung. In der ersten Fütterungsphase erhielten die Kühe der PMR-Gruppe im Durchschnitt 4,1 kg TM MLF an der KF-Station, in der zweiten 3,3 kg TM und in der dritten 1,9 kg TM. Die TMR-Gruppe erhielt die gesamte Menge des MLF über den Mischwagen. In Tabelle 1 sind die durchschnittlichen Energie- und Nährstoffgehalte der Rationen in den drei Fütterungsphasen dargestellt. Im Verlauf des Versuches kam es zu Wechseln bei den Gras- und Mais-silagen, so dass die Rationszusammensetzungen geringfügig angepasst werden mussten. Die Rationsgestaltung erfolgte auf Basis der Versorgungsempfehlungen der GfE (2001). Bezüglich des Gehaltes an XP, nXP und P wurden die Vorgaben des DLG-Merkblatts 444 für N- und P-reduzierte Fütterungsverfahren berücksichtigt. Es wurde die Einhaltung der Zielgrößen zur Fütterung einer Herde mit 10.000 kg Jahresmilchleistung pro Kuh mit einer maisbetonten Ration angestrebt. Dazu wurde eine dreiphasige Fütterung umgesetzt. Phase 1 umfasste einen Zeitraum 134 Tagen, Phase 2 von 106 Tagen und Phase 3 von 94 Tagen.

Tabelle 1: Durchschnittliche Rationszusammensetzungen sowie Energie- und Nährstoffgehalte der vorgelegten Trogrationen in den beiden Versuchsgruppen und Fütterungsphasen

	Einheit	Phase 1 5. bis 116. LT		Phase 2 117. bis 223. LT		Phase 3 224 bis 305. LT	
		PMR	TMR	PMR	TMR	PMR	TMR
Maissilage	% d. TM	44,1	35,0	44,4	37,4	56,7	52,0
Grassilage	% d. TM	23,3	18,5	30,1	25,3	31,8	29,1
Luzerne	% d. TM	8,0	6,0	12,0	10,0	8,0	8,0
RES	% d. TM	10,1	8,0	13,0	10,9	1,8	1,7
MLF	% d. TM	12,4	30,4	0,0	15,9	0,0	8,3
Propylengl.	% d. TM	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Mineralf.	% d. TM	1,0	0,8	0,8	0,7	1,3	1,2
NEL	MJ	6,7	7,0	6,6	6,9	6,6	6,7
<b>XP</b>	<b>g/kg TM</b>	<b>152</b>	<b>165</b>	<b>140</b>	<b>149</b>	<b>130</b>	<b>135</b>
<b>nXP</b>	<b>g/kg TM</b>	<b>153</b>	<b>163</b>	<b>151</b>	<b>157</b>	<b>139</b>	<b>143</b>
aNDF	g/kg TM	387	363	393	370	404	391
XS	g/kg TM	156	190	148	181	154	171
XZ	g/kg TM	53	58	68	71	55	58
<b>P</b>	<b>g/kg TM</b>	<b>3,9</b>	<b>4,6</b>	<b>3,6</b>	<b>3,8</b>	<b>3,3</b>	<b>3,4</b>

LT: Laktationstag

Die statistische Auswertung der Versuchsdaten 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 die Versuchsgruppe, die Fütterungsphase innerhalb der Versuchsgruppe und die Laktationsnummernklasse (Klasse 1: 2. und 3. Laktation; Klasse 2: 4. und 5. Laktation; Klasse 3:  $\geq 6$ . Laktation) berücksichtigt wurden. Als zufällige Effekte gingen die Kuh sowie der Restfehler in das Modell ein. Die Milchleistung aus dem Grobfutter wurde zum einen nach Weiß (2001) berechnet. Zum anderen wurde der prozentuale Beitrag der Grobfutterenergie an der Energiebedarfsdeckung berechnet und hieraus die Grobfuttermilchleistung kalkuliert (Anteilsmethode).

### 3. Ergebnisse und Diskussion

Die Futteraufnahme lag mit durchschnittlich 23,9 bzw. 24,0 kg TM/Tag in der Zeit vom 5. bis 305. Laktationstag auf einem hohen Niveau (Tabelle 2) Die TM-Aufnahme der Kühe im Projekt „OptiKuh“ in Haus Riswick lag zwischen dem 5. und 350. Laktationstag je nach Versuchsvariante bei 20,2 bis 22,5 kg TM/Tag (Denißen et al., 2018). Das Futtevorlagesystem (PMR, TMR) hatte im aktuellen Versuch in keiner Laktationsphase einen signifikanten Einfluss auf die Futteraufnahme sowie die Energie- und Nährstoffaufnahme. Die Tränkwasseraufnahme unterschied sich teilweise signifikant zwischen den Versuchsgruppen. Dies resultierte aus einer differenzierten Wasserzulage in der Mischration, um einen vergleichbaren TM-Gehalt in der Trogration zu erzielen. Aus früheren Studien ist bekannt, dass die Wasseraufnahme über die Mischration die Tränkwasseraufnahme beeinflusst (Denißen et al., 2021).

Tabelle 2: Einfluss der Fütterungsstrategie auf die Futter-, Nährstoff- und Tränkwasseraufnahme sowie die Lebendmasse und den Body-Condition-Score. LSQ-Mittelwertvergleiche innerhalb der Fütterungsphasen und der Gesamtlaktation zwischen den Versuchsgruppen.

	Einheit	Phase 1		Phase 2		Phase 3		Gesamt	
		5. bis 116. LT		117. bis 223. LT		224 bis 305. LT		5. bis 305. LT	
		PMR	TMR	PMR	TMR	PMR	TMR	PMR	TMR
Futteraufnahme	kg TM	25,2	25,7	25,3	25,3	21,3	21,0	23,9	24,0
Energieaufnahme	MJ	175	180	173	175	142	141	163	165
XP-Aufnahme	g	4077	4216	3727	3771	2830	2848	3545	3612
XZ+XS-bXS	g	5175	5395	5419	5537	4176	4283	4923	5071
TW-Aufnahme	kg	95,0 <sup>a</sup>	84,0 <sup>b</sup>	88,0 <sup>a</sup>	80,3 <sup>b</sup>	78,1	74,1	87,1 <sup>a</sup>	79,5 <sup>b</sup>
Lebendmasse	kg	762	792	741	777	722	755	742	775
BCS		3,19 <sup>a</sup>	3,35 <sup>b</sup>	3,08 <sup>a</sup>	3,26 <sup>b</sup>	3,30	3,42	3,19 <sup>a</sup>	3,35 <sup>b</sup>

<sup>a,b</sup>: unterschiedliche Buchstaben innerhalb eines Zeitabschnitts kennzeichnen signifikante Unterschiede mit  $p < 0,05$

LT: Laktationstag TW: Tränkwasser

In Tabelle 3 ist der Einfluss der Fütterungsstrategien auf die Milchleistung und die Milchinhaltsstoffe dargestellt. In der Phase 1 lag die täglich erfasste Milchleistung der PMR-Gruppe trotz nahezu identischer Energieaufnahme signifikant um 3 kg pro Tag höher. Dem entspricht der signifikant geringere BCS der PMR-Gruppe in dieser Phase (Tabelle 2). Über den gesamten Erhebungszeitraum ergab sich kein signifikanter Einfluss des Futtermittelsystems auf die tägliche Milchleistung der Kühe. Der im Laufe der Laktation fallende Milchharnstoffgehalt spiegelt die Absenkung des Proteingehaltes in den drei Fütterungsphasen wider.

Tabelle 3: Einfluss der Fütterungsstrategie auf die Milchleistung, die Milchinhaltsstoffe und die ECM-Leistung. LSQ-Mittelwertvergleiche innerhalb der Fütterungsphasen und der Gesamtlaktation zwischen den Versuchsgruppen.

	Einheit	Phase 1		Phase 2		Phase 3		Gesamt	
		5. bis 116. LT		117. bis 223. LT		224 bis 305. LT		5. bis 305. LT	
		PMR	TMR	PMR	TMR	PMR	TMR	PMR	TMR
Milch	kg	46,0 <sup>a</sup>	42,8 <sup>b</sup>	35,1	33,5	24,0	23,8	35,0	33,4
Fettgehalt	%	3,91	4,11	4,22	4,42	4,34	4,65	4,16	4,39
Eiweißgehalt	%	3,26	3,40	3,37	3,49	3,33	3,50	3,32 <sup>a</sup>	3,46 <sup>b</sup>
<b>ECM</b>	<b>kg</b>	<b>45,4</b>	<b>43,4</b>	<b>34,9</b>	<b>34,4</b>	<b>24,4</b>	<b>25,4</b>	<b>34,9</b>	<b>34,4</b>
Harnstoffgehalt	mg/l	204	210	155	161	150	146	170	172

<sup>a,b</sup>: unterschiedliche Buchstaben innerhalb eines Zeitabschnitts kennzeichnen signifikante Unterschiede mit  $p < 0,05$

LT: Laktationstag

Die Fütterungsstrategie beeinflusste die aufgenommene MLF-Menge und damit aufgrund vergleichbarer ECM-Leistung in den Fütterungsphasen auch den MLF-Aufwand je kg ECM signifikant (Tabelle 4). Die individuelle MLF-Zuteilung nach Milchleistung senkte die nötige MLF-Menge zur Erzielung der gleichen ECM-Leistung. Der MLF-Aufwand je kg ECM lag in allen Fütterungsphasen auf äußerst geringem Niveau, was mit der hohen Grobfutterqualität zu erklären ist. Diese führte in der Folge zu einer hohen Grobfutterleistung, die sich in der ersten Fütterungsphase zwischen den beiden Versuchsgruppen bei beiden Berechnungsmethoden signifikant unterschied.

Tabelle 4: Einfluss der Fütterungsstrategie auf die MLF-Aufnahme, die MLF-Effizienz und die Grobfutterleistung. LSQ-Mittelwertvergleiche innerhalb der Fütterungsphasen und der Gesamtlaktation

	Einheit	Phase 1		Phase 2		Phase 3		Gesamt	
		5. bis 116. LT		117. bis 223. LT		224 bis 305. LT		5. bis 305. LT	
		PMR	TMR	PMR	TMR	PMR	TMR	PMR	TMR
MLF-Aufnahme	kg	9,2 <sup>a</sup>	10,1 <sup>b</sup>	6,2 <sup>a</sup>	6,9 <sup>b</sup>	1,4 <sup>a</sup>	2,2 <sup>b</sup>	5,59 <sup>a</sup>	6,39 <sup>b</sup>
<b>MLF je kg ECM</b>	<b>g</b>	<b>209<sup>a</sup></b>	<b>238<sup>b</sup></b>	<b>179<sup>a</sup></b>	<b>201<sup>b</sup></b>	<b>55<sup>a</sup></b>	<b>92<sup>b</sup></b>	<b>148<sup>a</sup></b>	<b>177<sup>b</sup></b>
Grobfutterleistung (nach Weiß)	kg	23,2 <sup>a</sup>	19,1 <sup>b</sup>	20,1 <sup>a</sup>	18,2 <sup>b</sup>	21,4	20,2	21,6 <sup>a</sup>	19,2 <sup>b</sup>
Grobfutterleistung (Anteilsmethode)	kg	28,2 <sup>a</sup>	24,9 <sup>b</sup>	24,0	22,8	24,8	23,1	25,7 <sup>a</sup>	23,6 <sup>b</sup>

<sup>a,b</sup>: unterschiedliche Buchstaben innerhalb eines Zeitabschnitts kennzeichnen signifikante Unterschiede mit  $p < 0,05$

LT: Laktationstag

In Tabelle 5 sind der gesamt N- und P-Aufwand sowie die errechneten N- und P-Ausscheidungen je Kuh vom 5. bis zum 305. Laktationstag dargestellt. Zum Vergleich sind die Werte aus der DLG-Broschüre 199 (DLG 2014) bei Unterstellung einer Jahresmilchleistung von 12.000 kg und die Angaben aus dem DLG-Merkblatt 444 für Jahresmilchleistungen von 10.000 und 12.000 kg angegeben. Bei diesen Werten ist der Nährstoffaufwand für die Trockenstehzeit mit eingerechnet. Der Aufwand und die Ausscheidungen der Kühe aus der vorliegenden Studie sind nahezu identisch zu den Angaben der DLG (2020) bei einer 10.000 kg Jahresmilchleistung. Es ist jedoch zu beachten, dass in dieser Studie die Trockenstehzeit keine Berücksichtigung findet. Aufgrund der hohen Futteraufnahmen während der Laktation ist der Aufwand an Nährstoffen höher als bisher angenommen. Hier sollte beachtet werden, dass in diesem Versuch keine Erstlaktierenden beteiligt waren.

Tabelle 5: Einfluss der Fütterungsstrategien auf die N- und P-Salden sowie die Angaben aus DLG (2014) und DLG (2020) bei Unterstellung einer maisbetonten Fütterung.

	Ein- heit	DLG (2014)** Laktation	DLG (2020)* TS-Phase und Laktation	DLG (2020)**	PMR 5. bis 305. LT	TMR
N- Aufnahme	kg	216,3	169,0	194,4	170,1	173,4
<b>N- Saldo</b>	<b>kg</b>	<b>151,7</b>	<b>115,0</b>	<b>129,8</b>	<b>117,0</b>	<b>119,4</b>
P- Aufnahme	kg	35,1	27,7	31,9	27,8	28,4
<b>P- Saldo</b>	<b>kg</b>	<b>22,9</b>	<b>17,5</b>	<b>19,7</b>	<b>17,3</b>	<b>18,4</b>

\*bei 10.000 kg Jahresmilchleistung; \*\* bei 12.000 kg Jahresmilchleistung; LT: Laktationstag

#### 4. Fazit

Bezogen auf den gesamten Versuchszeitraum gab es keine signifikanten Unterschiede im Hinblick auf Futteraufnahme und Milchleistung zwischen den beiden Futtervorlagesystemen. Es wurden Milchleistungen von über 11.500 kg je Kuh erzielt. Der Konzentratfutteraufwand war im Verfahren TMR signifikant höher als bei Vorlage einer PMR, was eine höhere Milchmenge aus dem Grobfutter zur Folge hatte. In beiden Verfahren konnten durch eine dem Laktationsstand angepasste Nährstoffversorgung die N- und P-Ausscheidungen auf dem Niveau der im DLG-Merkblatt 444 angegebenen Größen eingestellt werden. Im Detail scheinen weitere Rationsanpassungen im Verlauf der Laktation möglich und erforderlich zu sein, um die Nährstoffausscheidungen zu reduzieren. Für eine erfolgreiche und nachhaltige Milcherzeugung sind beide Verfahren praktikabel.

#### 5. Literatur

Denißen, J., Beintmann, S., Hoppe, S., Pries, M., Hummel, J., Südekum, K.-H. (2021): Influence of the addition of water to total mixed rations on the feeding behaviour, feed intake and milk performance of high-yielding dairy cows. *Livest. Sci.* 254, 104743.

Denißen, J., Beintmann, S., Hoppe, S., Stamer, E., Spiekers, H., Pries, M., Südekum, K.-H. (2018): Einfluss der Energiedichte im Grobfutter und der Kraftfuttermenge auf die Futteraufnahme, das Wiederkauverhalten und die Milchleistung von Milchkühen der Rasse Deutsche Holstein in der Gesamtlaktation. *Züchtungskunde* 90 (6): 430–452.

DLG (2014): Bilanzierung der Nährstoffausscheidungen landwirtschaftlicher Nutztiere. *Arbeiten der DLG*, Band 199, 2. Auflage, DLG-Verlag, Frankfurt am Main.

DLG (2020): Berücksichtigung N- und P-reduzierter Fütterungsverfahren bei den Nährstoffausscheidungen von Milchkühen. DLG-Merkblatt 444. DLG-Verlag, Frankfurt am Main.

Gerster, E., T. Jilg, H. Steingass, M. Rodehutsord und H. Spiekers (2018): Ergebnisse aus zwei Jahren TMR-Fütterung von Milchkühen der Rasse Fleckvieh bei einem Kraftfutteraufwand von 150 und 250 g pro kg ECM. Tagungsband „Abschlussveranstaltung Verbundprojekt optiKuh“ am 30/31.01.2018 in Braunschweig, Herausgeber: Spiekers, H., P. Hertel-Böhnke, U. Meyer, LfL-Schriftenreihe 2/2018, 34-39.

GfE (2001): Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung der Milchkühe und Aufzuchtrinder. DLG-Verlag, Frankfurt am Main.

Weiß, J. (2001): Grundfutterleistung einheitlich berechnen, *Forum angewandte Forschung in der Rinder- und Schweinefütterung*, Fulda, Tagungsband 2001, Verband der Landwirtschaftskammern, Bonn [Hrsg.].