

25 Auswirkungen einer phosphorreduzierten Versorgung von Milchkühen auf das Milchleistungsgeschehen und die Phosphorausscheidungen

Denißen, J.¹, M. Pries¹, S. Beintmann², E. Scherber², S. Hoppe²,

¹Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen, Ostinghausen – Haus Düsse, 59505 Bad Sassendorf, jana.denissen@lwk.nrw.de

²Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen, Versuchs- und Bildungszentrum Landwirtschaft Haus Riswick, Elsenpaß 5, 47533 Kleve, sebastian.hoppe@lwk.nrw.de

1. Einleitung

In der jüngeren Vergangenheit hat eine zunehmende Nachfrage nach GVO-frei erzeugten Milchprodukten auf Seite der Konsumenten zu neuen Anforderungen und notwendigen Anpassungen in der Fütterung der Milchkühe geführt. Sojaextraktionsschrot (SES) aus GVO-Anbau, in der Regel aus Übersee importiert, steht hier als Proteinträger nicht mehr zur Verfügung. Gleichzeitig konnte in verschiedenen Versuchen gezeigt werden, dass der Austausch von SES durch Rapsextraktionsschrot (RES) ohne negative Auswirkungen möglich ist (Pries et al., 2012). RES ist daher in der GVO-freien Fütterung regelmäßig der wichtigste Proteinträger. Einsatzmengen von bis zu 6 kg RES je Tier u. Tag werden häufig praktiziert. Nachteil hoher Einsatzmengen an RES ist die ansteigende Menge an Phosphor (P), die die Milchkühe über das Futter aufnehmen. Im Vergleich zu SES (7,3 g P/kg TM) hat RES einen Phosphorgehalt von 12,5 g/kg TM. Rationen für hochleistende Milchkühe (Laktationsleistung >10.000 kg) mit RES als Proteinträger weisen selbst bei gleichzeitigem Einsatz P-freier Mineralfuttermittel Phosphorgehalte zwischen 4,5 und 5,0 g/kg TM auf. Dies stellt im Vergleich zur Versorgungsempfehlung der GfE (2001), die mit 3,4 bis 3,9 g P/kg TM in der Gesamtration beschrieben ist, eine deutliche Überversorgung dar. Überschüssig aufgenommener P wird überwiegend mit dem Kot der Tiere ausgeschieden und muss über den Dünger im Nährstoffkreislauf genutzt werden (Cerosaletti et al., 2004). Kalkulatorisch ergibt sich über unvermeidliche Verluste sowie den Bedarf für Milchbildung nach GfE (2001) bei einer unterstellten Futteraufnahme von 21 kg und einer Tagesmilchleistung von 35 kg ein P-Bedarf je Tier u. Tag von etwa 80 g.

Mit Inkrafttreten der neuen Dünge-VO im Juni 2017 wurden die tolerierbaren P₂O₅-Bilanzen auf 10 kg/ha halbiert, so dass eine gezielte Verwertung des innerbetrieblich anfallenden P problematisch werden kann. Der Einsatz von RES in der Rationsgestaltung für Milchkühe stellt somit im Hinblick auf die P-Effizienz und P-Überschüsse eine Herausforderung dar, zumal alternative GVO-freie Proteinträger knapp am Markt verfügbar und regelmäßig mit deutlichen Preisaufschlägen versehen sind.

Um eine P-reduzierte Versorgung von Milchkühen unter GVO-freien Bedingungen zu gewährleisten, kommen daher vor allem Futtermittel mit niedrigem P-Gehalt in Frage wie Weizen, Gerste, Roggen oder Triticale mit P-Gehalten zwischen 3,1 und 3,8 g/kg TM, insbesondere aber Melasse- und Pressschnitzel mit unter 1,0 g P/kg TM. Durch entsprechende Anpassungen in der Rationsgestaltung kann hierüber eine Absenkung des Gesamt-P Gehalts in RES-reichen Rationen erzielt werden. In einem voran gegangenen Versuch konnte festgestellt werden, dass die bedarfsangepasste P-Versorgung keine Auswirkungen auf Futteraufnahme sowie die Milchleistungsparameter hatte (Pries et al., 2019). Durch eine reduzierte P-Versorgung konnten die P-Gehalte im Kot deutlich reduziert werden, so dass sich die P-Ausscheidungen unter P-reduzierten Fütterungsbedingungen verglichen mit einer derzeit praxisüblichen Fütterung um 28% absenken ließen. Zur Bilanzierung der P-Ausscheidungen mit dem Kot wird derzeit ein konstanter P-Gehalt in der Milch von 1 g/kg Milch (3,4 % Protein) angenommen (DLG, 2014). Derzeit steht die Frage im Raum, ob sich der P-Gehalt in der Milch in Abhängigkeit der P-Versorgung über das Futter verändert. Dies würde zu anderen Ergebnissen bei der Bilanzierung der P-Ausscheidungen mit dem Kot führen.

2. Material und Methoden

Im Versuchs- und Bildungszentrum Landwirtschaft Haus Riswick der Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen, Kleve, wurde zwischen Oktober und Dezember 2019 ein Fütterungsversuch mit 48 Milchkühen der Rasse Deutsche Holstein durchgeführt. Die Tiere befanden sich zum Versuchsstart im ersten Drittel der Laktation. Die Gruppeneinteilung in Versuch und Kontrolle erfolgte nach den Kriterien Laktationsnummer, Laktationstag, Milchleistungsparameter sowie Lebendmasse. Die durchschnittliche Laktationsnummer lag bei 3,4 Laktationen und der durchschnittliche Laktationstag bei 44 (Kontrolle) bzw. 45 (P-red.) Tagen. Die Milchleistung lag vor Versuchsstart bei 38,2 kg/Tag (Kontrolle) bzw. 38,3 kg/Tag (P-red.). Die ECM-Leistung lag bei 38,8 kg/Tag (Kontrolle) und 38,5 kg/Tag (P-red.).

Die Fütterung der Milchkühe wurde als TMR einmal täglich morgens während der Melkzeit über einen selbstfahrenden Futtermischwagen vorgenommen. Die Rationszusammensetzung ist in Tabelle 2 dargestellt. Die Grundfutterkomponenten wurden zu gleichen Anteilen in den Rationen eingesetzt. Die Absenkung des P-Gehalts in der Ration wurde über die MLF eingestellt. Gegenüber dem MLF der Kontrolle wurde der Anteil an ungeschütztem RES von 12% auf 6% im MLF der Versuchsgruppe abgesenkt. Im Gegenzug waren im Versuchsfutter 10% geschütztes RES enthalten. Deutlich erhöht gegenüber der Kontrollration wurden die Anteile an Trockenschnitzeln in der Versuchsration mit 22%, gegenüber 15% in der Kontrollration. Um den XP-Gehalt auf vergleichbarem Niveau zu halten, wurde das MLF in der Versuchsvariante zudem mit 80 g Futterharnstoff je kg FM ergänzt. Die Gesamtmischration bestand aus vergleichbaren Anteilen an Gras- und Maissilage, 10 kg des jeweiligen Konzentratfutters und 0,5 kg Luzerneheu. Zusätzlich wurde der Ration 8 kg Wasser pro Tier und Tag beigemischt. Die Energie- und Nährstoffgehalte der Rationen sind in Tabelle 1 dargestellt.

Tabelle 1: Zusammensetzungen und Gehalte der TMR in g/kg TM

	Kontrolle	P-reduziert
NEL, MJ	6,9	7,0
XP, g	173	176
nXP, g	141	142
UDP, %	12	12
P, g	4,6	3,9

Während des Versuchs wurden die Futter- und Wasseraufnahmen der Tiere täglich individuell erfasst, ebenso die Milchmengen. Eine Milchleistungsprüfung erfolgte im wöchentlichen Abstand. Die Lebendmasse der Kühe wurde täglich zweimal nach dem Melken über eine Übertriebwaage ermittelt. Von 5 Kühen jeder Variante wurden einmalig Kot- und Harnproben gezogen, um die P-Ausscheidungen zu kalkulieren. 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 der Beobachtungstag, die Laktationsnummer sowie die Versuchsgruppe berücksichtigt wurden. Die Modellierung der Laktationskurve erfolgte mit Hilfe der Ali und Schaeffer-Funktion für die Merkmale der Futter- und Nährstoffaufnahme innerhalb der Laktationsnummer. Als zufällige Effekte gingen die Kuh sowie der Restfehler in das Modell ein.

3. Ergebnisse

Die TM-Aufnahmen während der 8 Versuchswochen lagen in der Kontrollgruppe bei 21,1 kg/d und damit auf ähnlichem Niveau wie in der Versuchsvariante mit 21,7 kg/d. Hierdurch ergaben sich ebenso vergleichbare Energie- und Nährstoffaufnahmen in den beiden Versuchsgruppen (Tabelle 2).

Tabelle 2: Ergebnisse des Fütterungsversuchs für wesentliche Parameter der täglichen Futter-, Wasser- und Nährstoffaufnahme (LS-Means, Standardfehler SE)

Parameter	Kontrolle	P-reduziert	SE	p-Wert
TM, kg	21,1	21,7	0,469	0,2142
Wasser, kg	83,3	81,4	2,70	0,4927
NEL, MJ	145 ^a	152 ^b	3,11	0,0398
XP, g	3657	3816	81,8	0,0573
aNDFom, g	8466	8275	184	0,3040
XZ+XS-bXS, g	3525 ^a	4133 ^b	83,5	0,0001
P, g	98 ^a	85 ^b	2,04	0,0001

^{a,b}: unterschiedliche Buchstaben innerhalb einer Zeile kennzeichnen signifikante Unterschiede ($p \leq 0,05$)

Die Anpassungen in der Zusammensetzung der MLF in den beiden Gruppen führten zu einer erhöhten Aufnahme von unbeständiger Stärke und XZ unter der P-reduzierten Fütterung. Die Absenkung des P-Gehalts in der Versuchsgruppe führte zu einer signifikant verminderten Aufnahme von P mit täglich 85 g/Tier verglichen mit den Tieren in der Kontrollgruppe, die 98 g/d aufnahmen ($p < 0,01$). Hinsichtlich der Milchleistungsparameter ergaben sich keine signifikanten Unterschiede zwischen den beiden Fütterungsvarianten (Tabelle 3). Bei vergleichbaren Inhaltsstoffen realisierten die Kühe der Kontrolle eine ECM-Leistung von 36,2 kg. Die Kühe der Gruppe „P-reduziert“ lagen mit 35,2 kg ECM leicht darunter. Im Versuchsverlauf wurden an drei Terminen im Rahmen der Milchleistungsprüfung zusätzliche Milchpro-

ben zur Bestimmung des Milchphosphorgehaltes gezogen. Die Bestimmung des Milch-P-Gehaltes erfolgte bei der Landwirtschaftlichen Kommunikations- und Servicegesellschaft mbH in Lichtenwalde. Den Ergebnissen ist zu entnehmen, dass die P-Aufnahme über das Futter keinen Einfluss auf die P-Ausscheidungen mit der Milch haben. Diese lagen bei 0,89 bzw. 0,92 g/kg Milch und damit unterhalb der unterstellten Werte der DLG (2014).

Tabelle 3: Ergebnisse des Fütterungsversuchs für wesentliche Parameter der Milchleistung (LS-Means, Standardfehler SE)

Parameter	Kontrolle	P-reduziert	SE	p-Wert
Milchmenge, kg	37,9	36,7	1,25	0,3123
Fett, %	3,85	3,81	0,115	0,7523
Eiweiß, %	3,21	3,29	0,061	0,2538
Laktose, %	4,86	4,85	0,037	0,7128
ECM, kg	36,2	35,2	1,13	0,3817
Harnstoff, mg/kg	235	236	6,42	0,8416
Zellzahl, log.	1,98	2,29	0,443	0,4819
Phosphorgehalt, g/kg	0,89	0,92	0,041	0,4830
Phosphormenge, g	33,6	32,8	2,03	0,7037

Wie in Tabelle 2 dargestellt, wurden in Abhängigkeit von der Versuchsvariante 98 g P (Kontrolle) bzw. 85 g P (P-reduziert) täglich von den Kühen aufgenommen. Über die Parameter TM-Aufnahme, Milchleistung und Milch-P-Gehalt (vgl. Tabelle 2 und 3) kann für beide Gruppen der P-Bedarf kalkuliert werden. Für die Kühe der Gruppe „P-reduziert“ ergab sich eine bedarfsdeckende Versorgung (Tabelle 4).

Tabelle 4: P-Versorgung der Kühe im Fütterungsversuch und kalkulierte P-Ausscheidungen

	g P	Kontrolle	P-reduziert
P-Bedarf für unverm. Verluste (je kg TM-Aufnahme)	1,43 ¹	30	31
P-Bedarf für Milchbildung (je kg Milch)	1,43 ¹	52	50
P-Bedarf, g/Tier u. Tag		82	81
P-Aufnahme, g/Tier u. Tag		98 ^a	85 ^b
P-Abgabe über Milch		34	33
P-Ausscheidung		64 ^a	52 ^b

¹ GfE (2001)

^{a,b}: unterschiedliche Buchstaben innerhalb einer Zeile kennzeichnen signifikante Unterschiede ($p \leq 0,05$)

Bei ECM-Leistungen von 36,2 bzw. 35,2 kg ergeben sich P-Abgaben über die Milch in Höhe von 33 bis 34 g je Tier u. Tag (Tabelle 4). Über die fütterungsbedingt unterschiedlichen P-Aufnahmen kommt es in der Kontrollgruppe zu täglichen P-Ausscheidungen von 64 g je Tier. Diese sind in der P-reduziert versorgten Versuchsgruppe mit 52 g je Tier u. Tag signifikant geringer. Neben der Anwendung dieses Saldierungsverfahren wurden auf Basis von 5 Kühen jeder Versuchsgruppe die P-Ausscheidungen über Kot und Harn berechnet (Tabelle 5).

Tabelle 5: P-Ausscheidung auf Basis der der Kot- und Harnanalysen von jeweils 5 Kühen jeder Gruppe

Parameter	Kontrolle	P-reduziert	T-Test
TM-Aufnahme, kg	21,1	21,3	0,47
ECM, kg	33,3	33,1	0,48
Verdaulichkeit d. OM, % ¹	76,1	76,8	0,19
Kotmenge, kg OM/d	6,3	6,2	0,45
P-Gehalt im Kot, g/kg OM	9,9 ^a	8,5 ^b	0,02
P-Ausscheidung Kot, g/d	62,8	52,3	0,11
P-Ausscheidung Kot+Harn, g/d ²	63,4	54,7	0,13

¹ Lukas et al. (2005)

² Harnmenge kalkuliert mit Kalium als Marker

^{a,b}: unterschiedliche Buchstaben innerhalb einer Zeile kennzeichnen signifikante Unterschiede ($p \leq 0,05$)

Der P-Gehalt im Kot ist bei P-reduzierter Fütterung signifikant geringer (8,5 g/kg OM) als in der Kontrollgruppe (9,9 g/kg OM). Auf Basis von jeweils 5 Einzeltieren je Variante konnten P-Ausscheidungen

über Kot von 63 g täglich in der Kontrolle bzw. 52 g bei P-reduzierter Fütterung ermittelt werden. Sie bewegen sich damit im Bereich der über die Saldierung berechneten Werte (Tabelle 4).

4. Diskussion

Die Anpassungen in der Zusammensetzung der MLF zur Realisierung der P-Absenkung in der Versuchsvariante haben in der Gesamtration nicht zu einer veränderten Futtermittelaufnahme geführt. Die TM-Aufnahmen über den gesamten Versuchszeitraum lagen auf einem angemessenen Niveau. Hieraus haben die Kühe vergleichbare Milchleistungen realisiert. Damit bestätigen sich die Ergebnisse aus dem Vorgängerprojekt (Pries et al., 2019). Eine Versorgung oberhalb des Bedarfs mit Phosphor hat keinen Effekt auf die P-Ausscheidungen mit der Milch. Der Milchphosphorgehalt lag bei 0,89 bzw. 0,92 g/kg und damit in dem von Sieber (2012) beschriebenen Bereich. Bei der Kalkulation der Nährstoffausscheidungen von Milchkühen unterstellt die DLG (2014) einen Gehalt von 1 g/kg Milch, was leicht oberhalb der eigenen Messergebnisse liegt. Eine bedarfsgerechte Versorgung der Milchkühe führte im Versuch zu einer deutlichen Reduktion der P-Ausscheidungen mit dem Kot.

5. Fazit

Über den Austausch von Komponenten und über variierende Mischungsanteile ist die Herstellung von einem MLF mit abgesenktem P-Gehalt gelungen. Der Einsatz in einer hochleistenden Herde führte zu einer bedarfsgerechten P-Versorgung und hatte keine Auswirkungen auf die Futtermittelaufnahme sowie die Milchleistungsparameter. Eine P-Versorgung oberhalb der Bedarfswerte führte zu keiner erhöhten P-Ausscheidung mit der Milch. Der ermittelte P-Gehalt in der Milch lag etwa 0,1 g unterhalb der in der DLG (2014) beschriebenen Werte.

Durch eine angepasste P-Versorgung konnten die P-Gehalte im Kot deutlich reduziert werden, so dass sich die P-Ausscheidungen unter P-reduzierten Fütterungsbedingungen um 18% verglichen mit einer derzeit praxisüblichen Fütterung absenken ließen. Damit bestätigten sich die Ergebnisse von Pries et al., 2019.

6. Literatur

Cerosaletti, P. E., D. G. Fox und L. E. Chase (2004): Phosphorus reduction through precision feeding of dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 87: 2314-2323.

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

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

Lukas, M., K. H. Südekum, G. Rave, K. Friedel, und A. Susenbeth (2005): Relationship between fecal crude protein concentration and diet organic matter digestibility in cattle. *J. Animal Sci.* 83(6): 1332-1344.

Pries, M., K. Mahlkow-Nerge, T. Engelhard, A. Meyer und H. Steingass (2012): Raps gegen Soja austauschen? Forum der angewandten Forschung in der Rinder- und Schweinefütterung am 14. u. 15.03.2012 in Fulda. Tagungsband, 45 – 48, Verband der Landwirtschaftskammern und Deutsche Landwirtschaftsgesellschaft, Frankfurt am Main.

Pries, M., J. Denißen, S. Beintmann, A. Remmersmann, S. Hoppe und B. Bothe (2019): Auswirkungen einer Phosphor reduzierten Versorgung von Milchkühen. Tagungsband Forum für angewandte Forschung Fulda 2019, S. 99 - 102

Sieber, R. (2012): Zusammensetzung von Milch und Milchprodukten schweizerischer Herkunft. *ALP Science* Nr. 538