

Einfluss von Zeolith und einem Milchsäurebakterien-Präparat auf Futteraufnahme und Milchleistung sowie Nährstoffverdaulichkeit von Milchkühen

Influence of zeolite and a supplement of lactic acid bacteria on feed intake, milk yield and nutrient digestibility of dairy cows

Leonhard Gruber^{*1}, Anna Patz², Anton Schauer¹, Johann Häusler¹, Walter Somitsch³, Matthias Frühwirth⁴, Barbara Steiner¹ und Marcus Urdl¹

Zusammenfassung

Ziel dieser Arbeit war die Prüfung der Wirkung von natürlichem Zeolith (Klinoptilolith) und eines Kräuterextrakts mit Milchsäurebakterienstämmen *L. rhamnosus* und *L. paracasei* auf Futteraufnahme, Milchleistung und Milchqualität sowie Zellzahlgehalt. Klinoptilolith sedimentären Ursprungs darf als Bindemittel, Fließhilfsstoff und Gerinnungshilfsstoff verwendet werden. Dies wurde erstmals in der Verordnung (EG) Nr. 1887/2000 festgelegt. Vorläufig wurde Klinoptilolith als Zusatzstoff für Mastschweine, Masthühner und Masttrüthühner sowie für Rinder und Lachs zugelassen. Diskutiert wird aber auch eine senkende Wirkung auf die Zellzahl sowie eine steigernde Wirkung auf Milchleistung, Milchinhaltsstoffe und Futteraufnahme. Kombioflor-F ist ein Futterzusatzstoff zur Aufwertung des Grund- und Kraftfutters. Es handelt sich um einen fermentierten Kräuterextrakt mit natürlich enthaltenen Gärssäuren, der eine Steigerung der Fresslust und Bekömmlichkeit des Futters zur Folge haben soll. Das Produkt besteht aus Zuckerrohrmelasse, Meersalz und Milchsäurekulturen. Die verwendeten Milchsäurebakterien-Stämme sind *Lactobacillus rhamnosus* und *Lactobacillus paracasei*.

Die Kühe für den Fütterungsversuch wurden aus der Herde des LFZ Raumberg-Gumpenstein bestehend aus den Rassen Holstein und Fleckvieh sowie Kreuzungen von Holstein, Fleckvieh und Brown Swiss ausgewählt. Die Tiere wurden in die drei Gruppen „Kontrolle“, „Klinoptilolith“ und „Kombioflor-F“ (n = 11 je Gruppe, N = 33) eingeteilt. Die Ration war bezogen auf die Trockenmasse wie folgt gestaltet: 40 % Grassilage, 35 % Maissilage, 25 % Heu, Kraftfutter konstant (25 % der Futteraufnahme). Das Kraftfutter war aus folgenden Komponenten zusammengesetzt: 24 % Gerste, 25 % Mais, 8 % Weizen, 8 % Trockenschnitzel, 5 % Kleie, 15 % Sojaextraktionsschrot 50, 15 % Rapsextraktionsschrot. Die Deckung des Bedarfs an Natrium, Mineralstoffen und Vitaminen erfolgte mittels Viehsalz und einer Mineral-

Abstract

The aim of this paper was to evaluate the effect of natural zeolite (clinoptilolite) and a herbal extract with lactic acid bacteria strains of *L. rhamnosus* and *L. paracasei* on feed intake, milk yield and milk quality, and on the somatic cell count. Clinoptilolite of sedimentary origin may be used as binders, anti-caking agents and coagulants. This was the first time in the Commission Regulation (EC) No 1887/2000. Clinoptilolite was authorized as an additive for pigs, chicken and turkeys, as well as for cattle and salmon. Discussed are also a decreasing effect on the somatic cell count, and an increasing effect on milk yield, milk composition and feed intake. Kombioflor-F is a feed additive to enhance the forage and concentrate. It is a fermented herbal extract with fermentation acids which should have a positive effect on feed intake and digestibility. The product is made of molasses, salt and lactic acid cultures. The lactic acid bacteria are *Lactobacillus rhamnosus*, and *Lactobacillus paracasei*.

The cows in the feeding experiment were from the herd of the AREC Raumberg-Gumpenstein consisting of the breeds Holstein, Simmental and crossbreeds of Holstein, Simmental and Brown Swiss. There were three groups, “Control”, “Clinoptilolite” and “Kombioflor-F” (n = 11 for each group, N = 33). The diet was based on 40 % grass silage, 35 % corn silage and 25 % hay. The concentrate was held constant at a level of 25 % of dry matter (DM). The concentrate was composed of the following components: 24 % barley, 25 % corn, 8 % wheat, 8 % dried sugar beet pulp, 5 % bran, 15 % soybean meal and 15 % rapeseed meal. In the present experiment, the following parameters were measured: forage intake and concentrate intake, milk yield and milk composition, somatic cell count and milk urea. Under the given conditions no significant influence was found by the use of the feed additives clinoptilolite and the lactic acid bacteria preparation Kombioflor-F on the parameters yield of milk and ECM as well as yield of milk fat, milk protein

¹ Institut für Nutztierforschung, LFZ Raumberg-Gumpenstein, A-8952 Irnding

² Institut für Nutztierwissenschaften, Universität für Bodenkultur, A-1180 Wien

³ Firma IPUS Mineral- und Umweltechnologie GmbH, A-8786 Rottenmann

⁴ Human Research Institut für Gesundheitstechnologie und Präventionsforschung GmbH, A-8160 Weiz

* Ansprechpartner: Univ.-Doz. Dr. Leonhard Gruber, email: leonhard.gruber@raumberg-gumpenstein.at



Wirkstoff-Mischung. Im Auslauf wurde ein Leckstein angeboten. Im vorliegenden Versuch wurden folgende Parameter erhoben: Aufnahme an Grundfutter und Kraftfutter, Milchmenge und Milchinhaltsstoffe, Zellzahl und Milhharnstoffgehalt. Unter den gegebenen Versuchsbedingungen wurde kein signifikanter Einfluss durch den Einsatz des Futtermittelzusatzstoffes Klinoptilolith und des Milchsäurebakterienpräparates Kombioflor-F auf die Parameter Milch- und ECM-Leistung (energy corrected milk) sowie Menge an Milchprotein, Milchlaktose festgestellt. Auch bezüglich der Gehalte an Fett, Eiweiß und Laktose sowie an Harnstoff traten keine signifikanten Unterschiede auf, allerdings war die Zellzahl bei Einsatz von Klinoptilolith und Kombioflor-F signifikant erhöht. Auch in Bezug auf die Aufnahme an Grundfutter, Kraftfutter und Gesamtfutter zeigte sich kein signifikanter Einfluss der Futtermittelzusatzstoffe. Auch hinsichtlich der Verdaulichkeit und Nährstoffbilanz wurden keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen festgestellt. Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass für den Einsatz der Futtermittelzusatzstoffe Klinoptilolith und Kombioflor-F keine steigernde Wirkung auf die Milchleistung, die Milchinhaltsstoffe sowie die Futterraufnahme und Verdauungsvorgänge belegt werden konnte.

Schlagwörter: Zeolith, Milchsäurebakterien, Futterraufnahme, Milchleistung, Verdaulichkeit

and lactose. Also there were no significant differences between the experimental groups regarding the content of the milk components fat, protein and lactose as well as urea. The somatic cell count was significantly increased in group clinoptilolite and Kombioflor-F. There were no significant differences between the experimental groups regarding intake of forage, concentrate and total dry mater. Further, there were no significant differences regarding digestibility and nutrient balance. In conclusion it can be stated that for the use of the feed additives clinoptilolite and Kombioflor-F an enhancing effect on the milk yield, the milk constituents as well as feed intake and digestibility could not be found. The somatic cell count was negatively affected.

Keywords: zeolite, lactic acid bacteria, feed intake, milk yield, digestibility

1. Einleitung und Literaturübersicht

Die Deckung des Nährstoff- und Energiebedarfes von hochleistenden Milchkühen ist eine der zentralen Fragen der Milchviehfütterung. Grundvoraussetzung einer hohen Energieaufnahme ist die hohe Energiekonzentration des Grundfutters (GRUBER 2013). Die Differenz zwischen der Energieversorgung aus dem Grundfutter und dem Energiebedarf der Kühe wird über Kraftfutter gedeckt (GRUBER 2007), wobei pansenphysiologische Grenzen zu beachten sind, deren Überschreitung durch zu hohe Kraftfutteranteile zu (subakuter) Pansenazidose führt (ØRSKOV 1986, NOCEK 1997, ZEBELI et al. 2008, DOEPEL et al. 2009). Darüberhinaus wird versucht, mit Futterzusatzstoffen die Verdaulichkeit und Ausnutzung der Nährstoffe zu erhöhen. Im vorliegenden Versuch wird der Einfluss von Klinoptilolith (Zeolith) und Kombioflor-F (Milchsäurepräparat mit Kräuterextrakt) auf Futterraufnahme, Milchleistung und Milchinhaltsstoffe von Milchkühen geprüft.

Der Versuch ist Teil des von der österreichischen Forschungsförderungsgesellschaft geförderten Kooperations- und Innovations-Projektes (COIN) „Integriertes Verfahren zur Optimierung des Stickstoffflusses in der Tierhaltung“ (Kurztitel MINAMMON). Das Projekt zielt darauf ab, in den einzelnen Abschnitten der komplexen Nahrungskette der Rinderhaltung entsprechende Maßnahmen der Guten Landwirtschaftspraxis (GLP) so zusammenzuführen, dass eine Verbesserung der Nährstoffausnutzung, des Stallklimas, der Tiergesundheit und der flüssigen Wirtschaftsdünger (Gülle) sowie eine Reduktion von umweltrelevanten Emissionen um mindestens 10 % erreicht wird. Um diese kostensparenden Effekte in einem integrierten Konzept zur

Optimierung des Stickstoffflusses in der Tierhaltung zu erzielen, müssen laut Projekt stallhygienische Vorkehrungen getroffen und gegebenenfalls mineralische sowie biologische Hilfsmittel eingesetzt werden. Ziel des Projekts ist die Entwicklung eines in die bestehende Praxis der Tierhaltung integrierten, biotechnologischen Verfahrens zur Steuerung des Stickstoffflusses von der Fütterung bis zur Güllelagerung. In der Literatur wird die positive Wirkung von physiologisch regulierenden Mineralien (Migulatoren wie z.B. Klinoptilolith) sowie von Pro- und Präbiotika auf Leistungs- und Gesundheitsparameter in der Tierhaltung beschrieben. Anhand eines wissenschaftlich angelegten Fütterungs- und Bilanzversuches sollen die positiven Effekte von Migulatoren und Synbiotika überprüft werden.

Mineralische Futteradditive auf Basis von natürlichem Klinoptilolith-Zeolith wurden bereits mehrfach hinsichtlich ihrer Wirkung auf Leistungsparameter und Stoffwechselcharakteristika von Rindern untersucht, da ihre große Oberfläche und Absorptionswirkung eine intensive Interaktion mit dem Pansensaft und der Pansenbiozönose nahelegen. Klinoptilolith sedimentären Ursprungs ist in der EU als Bindemittel E568 unter anderem für Rinder unbefristet zugelassen (Verordnung EC/1831/2003).

Klinoptilolith-Zeolith ist ein natürliches alumosilikatisches Mineral, dessen Kristallstruktur ein Netz an Kanälen definierter Größe aufweist, in denen bestimmte Ionen und kleine Moleküle temporär eingelagert werden können. Im natürlichen Mineral sind neben Wasser auch Calcium, Magnesium, Kalium, Natrium und weitere Spurenstoffe eingelagert, die im Austausch gegen andere Stoffe wie insbesondere Ammonium abgegeben werden. Dadurch wirkt das Mineral als chemischer Puffer, der in Abhängigkeit von

seiner Umgebung das Pansenmilieu entscheidend verändern kann. Die Sorptionsfähigkeit des Klinoptiloliths lässt sich durch bestimmte Vermahlungstechnologien noch deutlich verbessern, sodass man beim gezielten Einsatz in biologisch reaktiven Systemen von mineralischen Bioregulatoren (sog. Migulatoren) spricht.

KARATZIA et al. (2011) untersuchten die Wirkung von Klinoptilolith auf die Blutserumkonzentrationen von Aluminium (Al) und anorganischem Phosphor (P). Ebenso wurden der ruminale pH-Wert, die Konzentrationen von Al, P und flüchtigen Fettsäuren im Pansensaft bei Milchkühen (Holstein) bestimmt. Die Klinoptilolith-Supplementierung hatte keinen signifikanten Einfluss auf die Konzentrationen von Al und P. In der Klinoptilolith-Gruppe waren jedoch der pH-Wert und der Acetatgehalt im Pansen höher und der Gehalt von Propionat und Valeriat niedriger als in der Kontrollgruppe (KARATZIA et al. 2011). KATSOULOS et al. (2005) untersuchten die Wirkung von Klinoptilolith auf die Inzidenz von Gebärpärese und die Serum-Konzentrationen von Gesamt-Calcium (TCA), anorganischem Phosphor, Magnesium, Kalium und Natrium bei Milchkühen. Die Klinoptilolith-Supplementierung hatte eine verringerte Wirkung auf die Inzidenz der Gebärpärese bei Milchkühen. Aus den Versuchsergebnissen wurde des Weiteren geschlossen, dass die Wirksamkeit der Klinoptilolith-Supplementierung von der Menge in der Ration abhängt. Im Versuch wurden Mengen von 1,25 % und 2,50 % untersucht, eine Signifikanz zeigte sich bei der Supplementierung von 2,50 %. Während der Trockenstehzeit von Milchkühen könnte die Zugabe von Klinoptilolith im Kraftfutter eine kostengünstige vorbeugende Behandlung von Gebärpärese sein (KATSOULOS et al. 2005). An der Universität Bologna wurde die Wirkung des Zusatzes von Klinoptilolith zur TMR von Milchkühen auf die Milchleistung und die Zusammensetzung der Milch untersucht. Die Klinoptilolith-Supplementierung hatte keinen Einfluss auf Milchleistung und Milchinhaltsstoffe. Der Harnstoffgehalt war jedoch höher. Der Zusatz von Klinoptilolith hatte keinen Einfluss auf pH-Wert, Ammoniakgehalt und Gehalt an flüchtigen Fettsäuren im Pansen. Keine diätetische Wirkung wurde auch auf den Mineralstoffgehalt im Blutplasma (Na, K, Zn und Ca) beobachtet (BOSI et al. 2002). DSCHAAK et al. (2010) untersuchten die Wirkung von Klinoptilolith auf Futteraufnahme, Verdauung, ruminale Fermentation und Laktationsleistung bei Milchkühen. Neben der Kontrollgruppe wurde bei einer Gruppe Klinoptilolith und bei einer zweiten Versuchsgruppe Natrium-Bicarbonat zugefüttert. Bei Futteraufnahme und Milchleistung zeigten sich keine Unterschiede zwischen den Gruppen. Auch der Milchfettgehalt war bei Klinoptilolith-Supplementierung nicht signifikant unterschiedlich zu jenem der Kontroll- und der Natrium-Bicarbonat-Gruppe. Der Milchproteingehalt war tendenziell höher als in der Kontrollgruppe, der Milchsäuregehalt wurde nicht beeinflusst. Bei Klinoptilolith-Supplementierung zeigte sich aber auch eine tendenziell geringere Konzentration flüchtiger Fettsäuren im Pansen, während die molaren Anteile von Acetat und Propionat nicht beeinflusst wurden. Die Autoren der Studie schlagen vor, Klinoptilolith als eine kostengünstige Alternative zu Natrium-Bicarbonat als Puffersubstanz in der Milchviehration einzusetzen (DSCHAAK et al. 2010). In *Tabelle 1* sind die verschiedenen Ergebnisse des Einsatzes von natürlichem Zeolith bei Milchkühen zusammengefasst.

Aus rechtlicher Sicht sind Probiotika und Präbiotika mikroorganismenhaltige Futterzusatzstoffe, deren Einsatz in der EU-Verordnung VO (EG) 1831/2003 geregelt ist. Nach FULLER (1989) sind Probiotika Futtermittelzusatzstoffe, die lebende Mikroorganismen beinhalten, welche einen positiven Effekt auf die Balance des Verdauungstraktes haben. Häufig genutzte Spezies sind *Lactobacillus (L.) bulgaricus*, *L. acidophilus*, *L. casei*, *L. helveticus*, *L. lactis*, *L. salivarius*, *L. plantarum*, *Streptococcus thermophilus*, *Enterococcus faecium*, *E. faecalis*, *Bifidobacterium spp.* und *E. coli* (FULLER 1989). Nach einer Definition der FAO/WHO (2002) sind Probiotika „Lebende Mikroorganismen, welche, wenn sie in ausreichender Menge verabreicht werden, dem Wirt einen gesundheitlichen Nutzen bringen“.

Die Bedenken bezüglich der Verwendung von Antibiotika und anderen Wachstumsförderern in der Futtermittelindustrie haben zugenommen, wie KREHBIEL et al. (2003) in einer Übersichtsarbeit feststellten. Damit hat sich auch das Interesse an den Auswirkungen von Mikroorganismen auf die Tiergesundheit und Leistung erhöht. Bei Wiederkäuern werden mikrobielle Kulturen verwendet, um den Einsatz von Antibiotika zu ersetzen oder zu verringern. Angewendet werden diese direct-fed microbials (DFM) beispielsweise bei neugeborenen Kälbern, um die Milchproduktion bei Milchkühen zu steigern und um die Futterverwertung und tägliche Gewichtszunahme bei Mastrindern zu verbessern (KREHBIEL et al. 2003).

McALLISTER et al. (2011) berichten, dass DFM bei Wiederkäuern seit über 30 Jahren eingesetzt werden. Ursprünglich wurden DFM vor allem für junge Wiederkäuer verwendet, um den Aufbau der Darmflora zu fördern, die Verdauung des Futters zu verbessern und die Darmgesundheit zu fördern. Weitere Entwicklungen führten zu komplexeren Mischungen von DFM, die auf die Verbesserung der Faser-Verdauung und die Vermeidung von Pansenazidose bei erwachsenen Rindern ausgerichtet sind (McALLISTER et al. 2011).

Jene DFM, die für Wiederkäuer interessant sind, können laut SEO et al. (2010) in milchsäurebildende Bakterien und milchsäurenutzende Bakterien unterteilt werden. Häufig verwendete Mikroorganismen sind *Lactobacillus*, *Bifidobacterium*, *Enterococcus*, *Streptococcus*, *Bacillus* und *Propionibakterium* sowie Stämme von *Megasphaera elsdenii* und *Prevotella bryantii* sowie Hefeprodukte wie *Saccharomyces* und *Aspergillus*. Die milchsäureproduzierenden Bakterien dürften einen positiven Effekt auf den Pansen und den unteren Verdauungstrakt haben. DFM werden auch bezüglich ihrer verbessernden Wirkung auf Trockenmasseaufnahme, Milchmenge und Milchfettgehalt beschrieben (SEO et al. 2010).

HERRING et al. (2000) untersuchten die Wirkung von DFM auf Milchmenge und Milchsäurezusammensetzung sowie Gewichtsveränderung bei laktierenden Mutterkühen der Rasse Angus. Das DFM-Präparat setzte sich aus *Saccharomyces cerevisiae*, *Enterococcus faecium* und *Lactobacillus acidophilus* zusammen. Die Milchleistung sowie Eiweißgehalt und Zellzahl unterschieden sich nicht zwischen den Kühen der Versuchsgruppe (DFM) und der Kontrollgruppe. Allerdings zeigte sich in der Versuchsgruppe ein signifikant höherer Fettgehalt. Die Kühe der Versuchsgruppe verloren insgesamt gesehen auch weniger an Lebendmasse (HERRING et al. 2000). Auch RAETH-KNIGHT et al. (2007)

Tabelle 1: Literaturübersicht zum Einfluss von natürlichem Zeolith auf Milchleistung, Milchmehlsstoffe und Futteraufnahme von Milchkühen

Anzahl Tiere	Gruppenbezeichnung	Grundfutter	Krautfutter	TMR	Futteraufnahme kg TM/d	Milchleistung kg/d	Milchleistung kg ECM/d	Fettgehalt %	Eiweißgehalt %	Dauer Monate	Autoren
10	Kontrollgruppe	Heu, Maissilage,	KF-	ja	k. A.	30,9	27,6	3,23	3,23	2,5	BOSI et al.
16	Klimopitolith 200 g/d	Luzernesilage	Mischung	ja	k. A.	31,4	28,1	3,26	3,23	2,5	2002
15	Kontrollgruppe	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.	4,28 ^a	3,51	15	DOKOVIC et al.
15	Zeolith 2 %	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.	4,26 ^a	3,34	15	et al.
15	Zeolith 4 %	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.	4,62 ^b	3,44	15	2011
10	Kontrollgruppe	Luzerneheu,	Mais,	ja	26,5	41,5	38,9	3,77	2,94	3	DSCHAAK et al.
10	Zeolith 1,4 %	Maissilage	KF-	ja	26,7	39,6	37,8	3,84	3,09	3	et al.
10	Na-Bikarbonat 1,4 %	Mischung	Mischung	ja	26,4	41,0	39,2	3,94	2,93	3	2010

k. A. = keine Angabe

Tabelle 2: Literaturübersicht zum Einfluss verschiedener DFM-Präparate auf Milchleistung, Milchmehlsstoffe und Futteraufnahme von Milchkühen

Anzahl Tiere	Gruppenbezeichnung	Grundfutter	Krautfutter	Futteraufnahme kg TM/d	Milchleistung kg/d	Milchleistung kg ECM/d	Fettgehalt %	Eiweißgehalt %	Dauer Monate	Autoren
6	Kontrolle	Grassilage,	Gerste	21,2	k. A.	k. A.	3,54 ^a	k. A.	1,7	CHIQUETTE et al.
6	<i>P. bryantii</i> ¹⁾	Maissilage	Gerste	20,9	35,1	31,7	3,87 ^b	2,25	1,7	2008
10	Kontrolle	Heu	Gerste,	k. A.	5,1	4,6	3,27 ^a	3,33	2,3	HERRING et al.
12	DFM ²⁾	Heu	Hirse	k. A.	5,1	5,0	3,84 ^b	3,44	2,3	2000
18	Kontrolle	Maissilage,	Mais	24,2	41,1	36,2	3,27	2,86	4	RAETH-KNIGHT et al.
17	DFM 1 ³⁾	Luzerneheu	Mais	23,9	42,2	36,3	3,16	2,78	4	et al.
18	DFM 2 ⁴⁾	Maissilage,	Mais	23,6	41,5	35,1	3,08	2,82	4	2007
16	Kontrolle	Maissilage,	Mais,	25,5	37,8	35,6 ^a	3,19	2,95	2,5	WEST und BERNARD
16	B 1 ⁵⁾	Luzerneheu	Baumwollsaat	26,3	39,7	37,5 ^b	3,23	2,94	2,5	2011
16	B 2 ⁶⁾	Maissilage,	Baumwollsaat	26,4	38,6	37,6 ^b	3,40	3,00	2,5	2011
28	Kontrolle	Timothe,	k. A.	k. A.	niedriger ^a	k. A.	niedriger ^a	niedriger ^a	12	YASUDA et al.
30	B (DFM) ⁷⁾	Luzernegras	k. A.	k. A.	höher ^b	k. A.	höher ^b	höher ^b	12	2007

¹⁾ *Prevotella bryantii* 25A²⁾ *Saccharomyces cerevisiae*, *Enterococcus faecium*, *Lactobacillus acidophilus*³⁾ *Lactobacillus acidophilus* LA747, *Propionibacterium freudenreichii* PF24⁴⁾ *Lactobacillus acidophilus* LA747, *Lactobacillus acidophilus* LA45, *Propionibacterium freudenreichii* PF24⁵⁾ *Lactobacillus acidophilus*, *Propionibacteria freudenreichii*⁶⁾ *Lactobacillus acidophilus* und ein weiterer *L. acidophilus*-Stamm, *Propionibacterium freudenreichii*⁷⁾ *Lactobacillus casei* und *Dextran*

k. A. = keine Angabe

befassten sich mit einem DFM-Produkt, das *L. acidophilus* enthielt. Ziel war es, die Wirkung des Präparates, das außerdem noch *Propionibacterium freudenreichii* enthielt, auf Leistung, Nährstoffverdaulichkeit und Pansenfermentation von Milchkühen (Holstein Friesian) in der Mitte der Laktation zu erheben. Es ergaben sich keine Unterschiede in der durchschnittlichen TM-Aufnahme, auch bei Milchleistung und Milchhaltsstoffen waren keine signifikanten Unterschiede festzustellen. Die Autoren kamen zum Schluss, dass die Ergänzung mit DFM-Produkten, welche die Stämme *L. acidophilus* und *P. freudenreichii* enthalten, unter den Bedingungen dieser Studie keinen Einfluss auf die Leistung, Verdaulichkeit und den Pansenstoffwechsel haben (RAETH-KNIGHT et al. 2007). YASUDA et al. (2007) untersuchten ein Produkt bestehend aus *L. casei* und Dextran hinsichtlich der Effekte auf die Milchleistung bei Milchkühen der Rasse Holstein Friesian. Es zeigte sich, dass sowohl die Milchleistung als auch der Fett- und Eiweißgehalt in der Versuchsgruppe im Vergleich zur Kontrollgruppe signifikant höher waren. Zudem zeigte sich auch eine signifikant geringere Zellzahl in der Versuchsgruppe. Keinen Einfluss auf die Futteraufnahme, wohl aber auf die Milchleistung, zeigte die Untersuchung von WEST und BERNARD (2011), ebenfalls bei Holstein Kühen. Die erste Versuchsgruppe erhielt ein Produkt, welches *P. freudenreichii* und *L. acidophilus* enthielt, die zweite Versuchsgruppe bekam ein Produkt, das zusätzlich einen weiteren *L. acidophilus*-Stamm enthielt. Sowohl die Milchleistung (ECM) als auch der Fettgehalt waren durch die Verabreichung des Bakterienpräparates höher als in der Kontrollgruppe. Zwischen den Präparaten wurde in den geprüften Parametern kein Unterschied festgestellt. CHIQUETTE et al. (2008) untersuchten die Wirkung des Stammes *Prevotella bryantii* 25A bei Milchkühen. Erhoben wurden Milchmenge, Milchhaltsstoffe, Futteraufnahme und diverse Pansenparameter. Es konnte kein Unterschied zwischen Milchmenge, Gehalt an Milchprotein, Milchlactose, wohl aber ein signifikant höherer Milchfettgehalt festgestellt werden. Der pH-Wert der Pansenflüssigkeit war zwischen den Gruppen nicht signifikant unterschiedlich. In *Tabelle 2* sind die verschiedenen Versuchsergebnisse zum Einsatz von DFM-Präparaten bei Milchkühen zusammengefasst.

2. Material und Methoden

2.1 Versuchsplan

Der Versuchsplan sah einen einfaktoriellen Versuch mit 3 Gruppen vor:

- Kontrolle (KON)
- Klinoptilolith (ZEO)
- Kombioflor-F (MSB)

Pro Gruppe standen 11 Tiere im Versuch ($n = 33$). Der Versuch dauerte 12 Wochen mit zusätzlich 2 Wochen Vorperiode zur Ermittlung des Futteraufnahmevermögens und der Milchleistung der Versuchstiere (*Tabelle 3*). Diese Parameter dienten der gleichmäßigen Zuteilung der Tiere in die Versuchsgruppen und als Kovariable bei der statistischen Auswertung. Die Angaben zu den Tieren vor Versuchsbeginn zeigen, dass die 3 Versuchsgruppen hinsichtlich wesentlicher Kriterien (Laktationszahl, Lakta-

tionstag, Lebendmasse, Futteraufnahme und Milchleistung) sehr ausgeglichen waren (*Tabelle 3*). Die Tiere gehörten den Rassen Fleckvieh und Holstein an, sowie Kreuzungen von Fleckvieh, Holstein und Brown Swiss.

Die Ration bezogen auf Trockenmasse war wie folgt gestaltet:

- 40 % Grassilage (1. Schnitt)
- 35 % Maissilage
- 25 % Heu (2. Schnitt)
- Kraftfutter konstant (25 % der Futteraufnahme)

Das Kraftfutter war aus folgenden Komponenten zusammengesetzt:

- 24 % Gerste
- 25 % Mais
- 8 % Weizen
- 8 % Trockenschnitzel
- 5 % Weizenkleie
- 15 % Sojaextraktionsschrot 50
- 15 % Rapsextraktionsschrot

2.2 Fütterungsversuch

Die Fütterungszeiten waren 04:30 – 08:30 Uhr und 15:00 – 19:00 Uhr. Die Melkung begann um 04:30 bzw. 16:00 Uhr und erfolgte in einem 2 × 4 Autotandem-Melkstand. Die Milchleistung wurde täglich erhoben, ebenso wurden die Milchhaltsstoffe täglich analysiert (Milchprüflabor St. Michael).

Die Futtermittel wurden in der Reihenfolge Heu, Maissilage und Grassilage angeboten. Kraftfutter konnten die Tiere über eine transponder-gesteuerte Kraftfutter-Station abholen. Die Futterzusatzstoffe wurden auf die Maissilage aufgebracht, um eine vollständige Aufnahme sicher zu stellen (150 g Klinoptilolith, 10 ml Kombioflor-F). Die Ergänzung mit Mineral- und Wirkstoffen erfolgte mit 60 g einer Mineral-Wirkstoff-Mischung (Garant Rimir Phos 6 % Ca, 12 % P, 6 % Mg, 8 % Na, 750.000 i.E. Vit. A, 75.000 i.E. Vit. D3, 3.000 mg Vit. E., 800 mg Cu), 50 g kohlensaurem Futterkalk (380 g Ca) und 30 g Viehsalz (380 g Na) je Tag, wobei die Normen der GfE (2001) als Richtlinie dienten. Wasser stand den Tieren jederzeit über Selbsttränken zur Verfügung. Die Tiere wurden im Forschungsstall des LFZ Raumberg-Gumpenstein gehalten (Laufstallsystem). Die Fütterung erfolgte über Calan-Gates. Die Feststellung der täglichen, tierindividuellen Futteraufnahme errechnete sich aus der Einwaage der einzelnen Futtermittel minus der Rückwaage des nicht aufgenommenen Futters unter Berücksichtigung der jeweiligen Trockenmasse. Die Lebendmasse der Tiere wurde mit einer automatischen Wiegeeinrichtung im Kraftfutterstand mehrmals täglich festgestellt.

2.3 Verdauungs- und Bilanzversuch mit Kühen

Am Ende des Fütterungsversuches wurden von den 33 Kühen 6 Tiere für einen Verdauungs- und Bilanzversuch ausgewählt ($n = 2$ pro Gruppe). Die Tiere waren in einem Anbindestall untergebracht, der Vorrichtungen für die

Tabelle 3: Charakterisierung der Versuchskühe vor dem Versuch (Woche -2 und -1)

Tier	Rasse	Laktationszahl	Laktationstage	Lebendmasse kg	Futteraufnahme kg TM/d	Milchleistung kg/d	ECM-Leistung kg/d	Fettgehalt %	Eiweißgehalt %
Kontrollgruppe (KON)									
5	FV	5	127	719	20,9	29,2	32,3	4,92	3,42
15	FV	2	78	683	21,6	27,2	27,4	4,25	3,11
18	HF	2	41	580	19,1	22,9	24,6	4,54	3,60
24	HF×BS	1	41	545	16,0	23,9	20,6	3,15	2,93
29	BS×HF	2	75	632	22,4	38,8	39,5	4,47	2,89
30	HF	2	100	549	22,1	28,2	29,5	4,65	2,98
42	FV	2	219	670	16,8	22,7	21,8	3,78	3,30
44	HF	1	212	585	13,9	24,6	25,6	4,36	3,46
50	HF	1	149	571	14,3	26,6	27,1	4,25	3,33
52	HF×BS	1	29	433	13,1	24,2	24,0	4,19	3,02
59	HF×BS	1	76	555	15,4	24,6	25,3	4,37	3,24
Mittelwert KON		1,82	104	593	17,8	26,6	27,1	4,27	3,21
Gruppe Klinoptilolith (ZEO)									
4	HF	5	82	705	22,6	33,6	33,1	4,03	3,21
7	HF	2	70	596	24,1	40,4	38,3	3,95	2,78
13	HF	1	28	547	14,7	23,2	23,8	4,45	3,07
26	HF×BS	1	38	558	18,7	27,8	26,5	3,9	2,92
34	FV	1	112	631	17,7	20,7	21,7	4,27	3,76
45	HF	3	212	591	17,5	23,3	26,5	5,19	3,39
48	BS×HF	1	182	535	15,6	21,3	23,0	4,66	3,48
49	FV	1	156	576	17,2	22,3	25,2	4,85	3,92
51	FV×HF	2	206	682	20,6	23,3	25,8	4,82	3,65
58	RH×BS×HF	1	22	524	12,9	18,5	18,8	4,26	3,27
63	FV	3	104	796	18,6	28,1	29,4	4,41	3,42
Mittelwert ZEO		1,91	110	613	18,2	25,7	26,6	4,44	3,35
Gruppe Kombioflor-F (MSB)									
1	HF×FV	1	38	533	18,4	31,1	29,4	3,94	2,73
2	FV	3	74	721	20,9	30,6	33,2	4,81	3,31
6	HF	1	34	412	14,4	22,7	22,8	4,37	2,89
8	BS×HF	2	104	610	18,1	27,9	28,3	4,16	3,4
37	RH×HF	1	27	553	13,9	22,1	22,5	4,22	3,37
38	HF	2	69	646	20,6	33,9	33,8	4,02	3,4
46	HF	1	209	571	18,6	21,5	26,5	5,6	4,09
56	HF	1	134	602	18,0	22	24,2	4,71	3,73
57	BS×HF	4	123	668	17,9	25,5	28,5	4,96	3,55
60	FV	7	173	745	22,1	20,4	19,1	3,53	3,36
61	FV	2	162	550	15,8	22,4	24,2	4,12	4,48
Mittelwert MSB		2,27	104	601	18,1	25,5	26,6	4,40	3,48
Gesamtmittelwert		2,00	106	602	18,0	25,9	26,7	4,37	3,35

KON = Kontrollgruppe, ZEO = Klinoptilolith, MSB = Milchsäurebakterien-Präparat Kombioflor-F

quantitative Sammlung von Kot und Harn aufwies. Die Futteraufnahme wurde wie im Fütterungsversuch ermittelt. Der Versuch dauerte 5 Tage. Die Ausscheidung an Kot und Harn wurde den ganzen Tag über festgestellt (24 Stunden). Von den Exkrementen wurden aliquote Proben gezogen und diese gekühlt. Der Harn wurde zur Vermeidung von N-Verlusten angesäuert. Nach dem Ende des Bilanzversuches wurden die Proben der 5 Erhebungstage gemischt und zur Analyse gebracht.

2.4 Chemische Analysen und Bestimmung des Futterwertes

Von allen Futtermitteln wurden die chemischen Analysen monatlich durchgeführt. Dabei wurden täglich bei der Fütterung Proben entnommen und zu einer monatlichen Sammelprobe vereinigt. Der Gehalt an Trockenmasse wurde täglich (Mo – Fr) durch Trocknung im Trockenschrank

bestimmt (24 h bei 104 °C). Die bei der Trocknung von Silagen entstehenden Verluste über flüchtige Substanzen wurden nach den Angaben von WEISSBACH und KUHLA (1995) berücksichtigt. Die Weender Analyse (Trockenmasse [TM], Rohprotein [XP], Rohfett [XL], Rohfaser [XF], Rohasche [XA]) erfolgte nach den Methoden von VDLUFA (1976) bzw. ALVA (1983) mit Tecator-Geräten. Die Gerüstsubstanzen (NDF, ADF, ADL) wurden nach VAN SOEST et al. (1991) ebenfalls mit Tecator-Geräten analysiert. Ca und Mg wurden komplexometrisch bestimmt, P spektralfotometrisch sowie K, Na, Mn, Zn und Cu mit Atomabsorptionsspektroskopie.

Die Verdaulichkeit der Grundfuttermittel wurde *in vivo* mit Hammeln nach den Leitlinien der Gesellschaft für Ernährungsphysiologie (GfE 1991) für die Bestimmung der Verdaulichkeit von Rohnährstoffen festgestellt (14 Tage Vorperiode und 14 Tage Sammelperiode, Futterniveau 1 kg TM Versuchsration pro Tag, 4 Tiere pro Futtermittel).

Die Verdaulichkeit der Kraftfutter-Komponenten wurde den Angaben der DLG-Futterwerttabelle für Wiederkäuer (1997) entnommen.

Die Energiebewertung der einzelnen Futtermittel wurde nach den Gleichungen der GfE (2001) vorgenommen. Die Versorgung mit nutzbarem Rohprotein am Dünndarm (nXP) wurde entsprechend den Angaben der GfE (2001) – unter Berücksichtigung des in den DLG-Futterwerttabellen (DLG 1997) angegebenen UDP-Anteils der eingesetzten Futtermittel – kalkuliert.

2.5 Statistische Auswertung

Die Daten wurden mit dem Programm SAS (2010; Version 9.22, SAS Institute Inc., Cary, NC, USA) nach der Prozedur *Mixed* statistisch ausgewertet (Varianzkomponentenschätzung Methode *REML*, Freiheitsgradapproximation *Kenward-Roger*). Das statistische Modell für die Ergebnisse des Fütterungsversuches berücksichtigte die fixen Effekte Gruppe, Rasse, Laktationszahl und Versuchswoche, die Interaktionen Gruppe \times Rasse und Gruppe \times Laktationszahl sowie die Kovariablen Milchleistung und Futtermittelaufnahme aus der Vorperiode. Die zu Wochenabschnitten ($n = 12$) zusammengefassten Werte wurden im *repeated* statement als wiederholte Messungen am Einzeltier berücksichtigt. Zur Modellierung der Kovarianz wurden mehrere Strukturen geprüft, aufgrund des Akaike-Informationskriteriums (*AIC*) die autoregressive Struktur *AR(1)* gewählt. Der paarweise Mittelwertvergleich erfolgte mit dem Verfahren nach *Tukey-Kramer*. Als Signifikanzniveau wurde eine Irrtumswahrscheinlichkeit von 5 % ($p < 0,05$) festgelegt.

Bei der Auswertung des Verdauungsversuches mit Kühen ($n = 6$) wurde nur der Effekt der Gruppe sowie im *repeated* statement der Versuchstag als wiederholte Messung am Einzeltier ($n = 5$) berücksichtigt.

In den Ergebnistabellen werden die LS means und die gepoolte Standardabweichung innerhalb Gruppen (RSD) sowie die P-Werte für die Effekte angeführt.

$$Y_{ijklmn} = \mu + G_i + R_j + L_k + W_l + (G \times R)_{ij} + (G \times L)_{ik} + b_1 ECM_{vor} + b_2 GESTM_{vor} + \varepsilon_{ijklmn}$$

Y_{ijklmn}	= Beobachtungswert der abhängigen Variable
μ	= gemeinsame Konstante
G_i	= fixer Effekt der Gruppe i ($i = 1, 2, 3$)
R_j	= fixer Effekt der Rasse j ($j = 1, 2, 3$)
L_k	= fixer Effekt der Laktationszahl k ($k = 1, 2, 3$)
W_l	= fixer Effekt der Versuchswoche l ($l = 1, 2, \dots, 11, 12$)
GR_{ij}	= Wechselwirkung zwischen Gruppe i und Rasse j
GL_{ik}	= Wechselwirkung zwischen Gruppe i und Laktationszahl k
$b_1 ECM_{vor}$	= Kovariable ECM der Vorperiode
$b_2 GESTM_{vor}$	= Kovariable Gesamtfuttermittelaufnahme der Vorperiode
ε_{ijklmn}	= Restkomponente

2.6 Beschreibung der Futterzusatzstoffe

2.6.1 Klinoptilolith

Klinoptilolith ist ein Mineral aus der Gruppe der nanoporösen Struktur-Aluminiumsilicate, den Zeolithen. Laut Firmenangabe zeichnet sich das Klinoptilolith-Produkt „IPUSagro F“ durch eine hohe Qualität des Rohstoffes aus, das nur geringe Mengen an Begleitmineralen enthält. Der Rohstoff stammt aus einer natürlichen Lagerstätte in der Ostslowakei. Das Produkt ist pulverförmig und die Farbe hellgrün. Gemäß der derzeit gültigen Verordnung (EG) 1810/2005 der Kommission der Europäischen Union ist Klinoptilolith sedimentären Ursprungs als Fließhilfsmittel für Mastschweine, Masthühner, Mastruthühner, Rinder und Lachs in der Menge von bis zu max. 2 % der Rationstrockenmasse auf unbegrenzte Zeit zugelassen. Das Produkt erfüllt die Anforderung von mindestens 80 % Klinoptilolith sowie einem Höchstgehalt von 20 % Tonmineralien und ist frei von Fasern und Quarz.

2.6.2 Kombioflor-F

Kombioflor-F ist ein Futterzusatzstoff zur Aufwertung des Grund- und Kraftfutters. Es handelt sich um einen fermentierten Kräuterextrakt mit natürlich enthaltenen Gärssäuren, von dem eine Steigerung der Fresslust und Bekömmlichkeit des Futters erwartet wird. Das Produkt besteht aus Zuckerrohrmelasse, Meersalz und Milchsäurekulturen. Die verwendeten Milchsäurebakterienstämme sind *Lactobacillus rhamnosus* und *Lactobacillus paracasei*. Die Zuckerrohrmelasse dient als Fermentationsbasis. Die Aktivität der Milchsäurekulturen beträgt zum Zeitpunkt der Abfüllung $2 - 5 \times 10^8$ pro Milliliter. Der pH-Wert wird mit 3,5 – 3,7 angegeben. In *Tabelle 4* ist die Zusammensetzung des Präparats angeführt. Die Milchsäurebakterien sollen einerseits ein gesundes Milieu im Verdauungstrakt schaffen, zum anderen pathogene Keime unterdrücken. Vom Hersteller wird eine Dosierung von täglich 10 ml je GVE angegeben. Das Produkt kann in der ökologischen/biologischen Produktion gemäß den Verordnungen (EG) Nr. 834/2007 und (EG) 889/2008 verwendet werden und ist auch AMA-Gütesiegel tauglich.

3. Ergebnisse und Diskussion

In den *Tabellen 5* und *6* ist der Gehalt an Inhaltsstoffen der einzelnen Grund- und Kraftfuttermittel sowie der Gesamtration angeführt. In *Tabelle 7* werden die Ergebnisse zur Futter- und Nährstoffaufnahme sowie zur Rationszusammensetzung dargestellt und in *Tabelle 8* Angaben zu Lebendmasse, Körperkondition, Milchleistung und Milchinhaltstoffen gemacht.

Tabelle 4: Zusammensetzung der Kräutermischung von Kombioflor-F

Inhaltsstoffe	Einheit	in der FM	in der TM
Trockenmasse	g	35,00	1.000,0
Rohprotein	g	2,80	80,0
Rohfett	g	0,15	4,3
Rohfaser	g	0,25	7,1
N-freie Extraktstoffe	g	24,80	708,6
Rohasche	g	7,00	200,0
Zuckerstoffe	g	10,00	285,7
Summe der Gärssäuren	g	6,00	171,4

3.1 Inhaltsstoffe der Futtermittel und der Gesamtration

Die Qualität der Wiesenfutter (Heu 2. Aufwuchs) und Grassilage (1. Aufwuchs) lag im durchschnittlichen Bereich (130 und 139 g Rohprotein, 283 und 260 g Rohfaser, 506 und 449 g NDF, 5,74 und 5,88 MJ NEL, in der TM). Die ÖAG-Futterwert-Tabelle für das Grundfutter im Alpenraum gibt für Heu 2. Schnitt im Stadium Beginn Blüte 276 g XF an und für Grassilage 1. Schnitt im Stadium Beginn Blüte 274 g XF (ÖAG 2006). Die Maissilage wies einen Gehalt von 245 g XF, 448 g NDF sowie 6,04 MJ NEL auf. Diese nur unterdurchschnittlichen Werte erklären sich aus dem für Silomais als Grenzlage zu bezeichnenden Standort des LFZ Raumberg-Gumpenstein (700 m Seehöhe, 7,9 °C durchschnittliche Jahrestemperatur). Dadurch gelangen die Silomaispflanzen nicht in die vollständige Teigreife und entwickeln einen nur relativ niedrigen Kolbenanteil, wie auch der Vergleich mit der ÖAG-Futterwert-Tabelle (2006) zeigt. Das Kraftfutter wies einen Proteingehalt von 196 g XP und eine Energiekonzentration von 8,36 MJ je kg TM auf, die entsprechenden Werte des Sojaextraktionsschrotes betragen 542 g XP bzw. 8,19 MJ NEL (Tabelle 5).

Mit Ausnahme des Rohasche-Gehaltes unterschieden sich die drei Versuchsgruppen in keinem Parameter bezüglich des Gehaltes an Inhaltsstoffen (Tabelle 6). Der Gehalt an Rohprotein betrug 131, 129 bzw. 128 g XP je kg TM in den Gruppen KON, ZEO bzw. MSB. Ebenso war der Gehalt an Gerüstsubstanzen (390, 391 bzw. 392 g NDF) sowie an Energie (6,47, 6,39 bzw. 6,44 MJ NEL) nahezu identisch.

Tabelle 5: Nährstoffgehalte im Grundfutter und im Kraftfutter

Inhaltsstoff	Einheit	Heu 1. Aufwuchs	Grassil. 2. Aufwuchs	Mais- silage	Kraft- futter	Sojaextr.- schrot 50	Klino- ptilolith
Rohnährstoffe							
TM	g/kg FM	900	266	300	888	876	945
XP	g/kg TM	130	139	78	196	542	-
XL	g/kg TM	23	35	31	26	19	1
XF	g/kg TM	283	260	245	70	42	-
XX	g/kg TM	478	453	596	670	320	-
OM	g/kg TM	913	887	950	962	923	34
XA	g/kg TM	87	113	50	38	77	966
Zellwandbestandteile und Nichtfaser-Kohlenhydrate							
NDF	g/kg TM	506	449	448	204	85	-
ADF	g/kg TM	315	288	259	98	56	-
ADL	g/kg TM	31	30	26	21	6	-
NFC	g/kg TM	254	263	394	536	278	33
Mengenelemente							
Ca	g/kg TM	6,7	8,2	2,7	2,5	3,4	5,6
P	g/kg TM	3,5	3,9	2,7	5,3	6,8	0,5
Mg	g/kg TM	3,0	3,4	1,6	2,1	4,8	1,0
K	g/kg TM	17,4	24,9	13,1	10,5	24,3	12,1
Na	g/kg TM	0,51	0,42	0,21	0,38	0,09	0,45
Spurenelemente							
Mn	mg/kg TM	125	88	28	31	30	102
Zn	mg/kg TM	33	34	25	35	47	14
Cu	mg/kg TM	9,5	10,1	5,7	4,6	9,5	-
Proteinwert							
UDP	g/kg TM	26	21	19	49	190	-
nXP	g/kg TM	129	129	124	186	321	-
RNB	g/kg TM	0,13	1,60	-7,33	1,63	35,30	-
Energiekonzentration							
ME	MJ/kg TM	9,70	9,87	10,15	13,24	13,20	-
NEL	MJ/kg TM	5,74	5,88	6,04	8,36	8,19	-

Der Gehalt an RNB lag für alle Gruppen nahe bei Null. Das bedeutet, dass die Pansenmikroben ausreichend und bedarfsgerecht mit pansen-abbaubarem Stickstoff (RDP) versorgt waren (GfE 2001).

3.2 Futter- und Nährstoffaufnahme

In Tabelle 7 sind die Ergebnisse der Futter- und Nährstoffaufnahme angegeben. Auch in diesen Kriterien bestehen keine signifikanten Unterschiede zwischen den Versuchsgruppen. In allen drei Gruppen lag die Aufnahme an Heu bei 3.2 kg, an Grassilage bei 5.8 kg und an Maissilage bei 5.0 kg TM je Tag. Dies ergibt eine Aufnahme an Grundfutter von 13.9, 13.8 bzw. 13.8 kg TM in den Gruppen KON, ZEO bzw. MSB sowie an Aufnahme an Gesamtfutter an 19.0, 18.2 bzw. 18.5 kg TM. Bezogen auf Lebendmasse nahmen die Kühe 30.1, 26.4 bzw. 28.3 g TM je kg LM auf. Es zeigt sich ein leichter Trend zu geringerer Futteraufnahme in Gruppe ZEO, der vor allem von der niedrigeren Aufnahme an Kraftfutter herrührt (Abbildung 1). Gründe dafür sind nicht bekannt.

Die Zusammensetzung der Ration nach Versuchsplan wurde weitgehend eingehalten, gewisse Abweichungen ergeben sich durch die Fütterungsreihenfolge sowie die Gärqualität der Silagen und die Präferenz der Tiere für bestimmte Futtermittel.

3.2.1 Klinoptilolith

Im gegenständlichen Versuch zeigten sich keine signifikanten Einflüsse auf die Gesamtfutteraufnahme, auf die Aufnahme von organischer Masse, Rohprotein und den

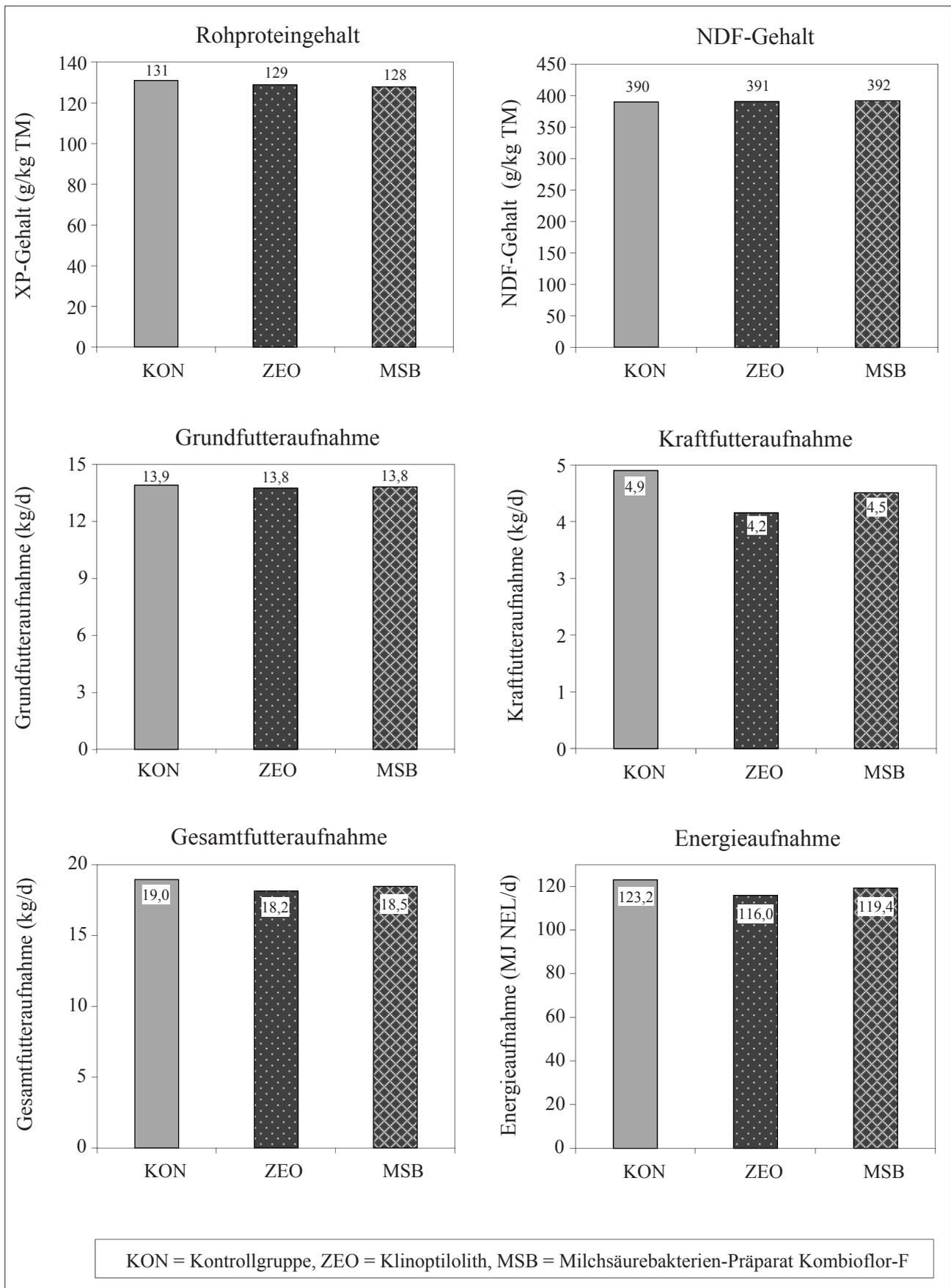


Abbildung 1: Nährstoffgehalt der Ration sowie Futter- und Nährstoffaufnahme

Gerüstsubstanzen NDF und ADF. Dieselben Ergebnisse erzielten auch DSCHAAK et al. (2010). Weder bei der Trockenmasse-Aufnahme noch der Aufnahme von Rohprotein und den Gerüstsubstanzen NDF und ADF wurden signifi-

kante Unterschiede festgestellt. COLE et al. (2007) stellten bei der Trockenmasse-Aufnahme ebenfalls keine steigernde Wirkung durch die Supplementierung mit Zeolith fest. Untersucht wurde die Wirkung von 1 % und 2 % Zeolith-

Zusatz zu einer konzentrierten Endmastration von Ochsen. McCOLLUM und GALYEAN (1983) untersuchten die Wirkung auf die Trockenmasse-Aufnahme bei Kreuzungsmastochsen. Es wurde eine hochkonzentrierte Ration auf Basis von Sorghum gefüttert. Die Klinoptilolith-Dosis betrug 1,25 % und 2,50 %. Auch in der Intensivmast wurden keine signifikanten Einflüsse auf die Trockenmasse-Aufnahme festgestellt, allerdings beobachteten sie tendenziell höhere Tageszunahmen.

Tabelle 6: Gehalt der Gesamtration an Inhaltsstoffen

Inhaltsstoff	Einheit	KON	ZEO	MSB	RSD	P-Wert
Rohnährstoffe						
XP	g/kg TM	131	129	128	18	0,876
XL	g/kg TM	29	29	29	2	0,945
XF	g/kg TM	209	211	211	10	0,892
XX	g/kg TM	537	531	536	10	0,194
XA	g/kg TM	80	87	81	7	0,010
Zellwandbestandteile und Nichtfaser-Kohlenhydrate						
NDF	g/kg TM	390	391	392	14	0,900
ADF	g/kg TM	234	236	235	10	0,920
ADL	g/kg TM	26	26	26	1	0,996
NFC	g/kg TM	356	351	355	13	0,486
Mengenelemente						
Ca	g/kg TM	5,5	5,6	5,6	0,7	0,951
P	g/kg TM	4,7	4,7	4,7	0,2	0,985
Mg	g/kg TM	3,3	3,3	3,3	0,3	0,890
K	g/kg TM	17,2	17,3	17,2	1,7	0,977
Na	g/kg TM	0,89	0,93	0,92	0,13	0,573
Spurenelemente						
Mn	mg/kg TM	74	76	75	7	0,676
Zn	mg/kg TM	70	73	72	7	0,365
Cu	mg/kg TM	13,0	13,4	13,2	1,1	0,389
Proteinwert						
UDP	% des XP	24,7	24,6	24,7	3,6	0,996
nXP	g/kg TM	145	143	143	4	0,426
RNB	g/kg TM	-0,12	-0,17	-0,32	0,73	0,649
Energiekonzentration						
NEL	MJ/kg TM	6,47	6,39	6,44	0,14	0,421

KON = Kontrollgruppe, ZEO = Klinoptilolith, MSB = Milchsäurebakterien-Präparat Kombioflor-F

Tabelle 7: Futter- und Nährstoffaufnahme sowie Rationszusammensetzung

Parameter	Einheit	KON	ZEO	MSB	RSD	P-Wert
Futteraufnahme						
Heu 1. Aufw.	kg TM/d	3,19	3,18	3,12	0,40	0,914
Grassil. 2. Aufw.	kg TM/d	5,75	5,78	5,77	0,98	0,995
Maissilage	kg TM/d	5,01	4,84	4,96	0,73	0,667
Energie-KF	kg TM/d	4,35	3,69	4,10	0,96	0,276
Protein-KF	kg TM/d	0,52	0,45	0,41	0,26	0,638
Grundfutter	kg TM/d	13,91	13,75	13,83	1,38	0,953
Krafftutter	kg TM/d	4,90	4,16	4,51	0,99	0,205
Gesamtfutter	kg TM/d	18,95	18,16	18,50	1,72	0,486
Gesamtfutter	g TM/kg LM	30,1	26,4	28,3	4,0	0,187
Faseraufnahme						
XF	g/d	3.921	3.833	3.875	396	0,861
NDF	g/d	7.334	7.119	7.229	706	0,751
NDF pro LM	g/kg LM	11,7	10,4	11,1	1,7	0,316
Proteinaufnahme						
XP	g/d	2.484	2.327	2.363	487	0,733
nXP	g/d	2.756	2.586	2.654	267	0,262
RNB	g/d	-1,0	-3,8	-6,1	13,1	0,447
Energieaufnahme						
NEL	MJ/d	123,2	116,0	119,4	11,9	0,298
Rationszusammensetzung						
Heu	% des GF	22,8	23,1	22,9	1,9	0,861
Grassilage	% des GF	41,3	41,6	41,4	4,9	0,956
Maissilage	% des GF	36,0	35,3	35,8	4,6	0,825
Krafftutter	% des GES	24,8	23,3	24,1	4,8	0,756

KON = Kontrollgruppe, ZEO = Klinoptilolith, MSB = Milchsäurebakterien-Präparat Kombioflor-F

3.2.2 Kombioflor-F

Im vorliegenden Versuch wurde hinsichtlich der Futteraufnahme kein signifikanter Unterschied zwischen der Versuchsgruppe und der Kontrollgruppe festgestellt. Zu gleichen Ergebnissen kamen auch WEST und BERNARD (2011). Sie untersuchten die Wirkung von verschiedenen *Lactobacillus acidophilus*-Stämmen in Verbindung mit *Propioni*-Bakterien an Holstein Friesian-Kühen. Es wurde kein signifikanter Unterschied bezüglich der Trockenmasse-Aufnahme gefunden. Die Milchleistung (ECM) war aber im Vergleich zur Kontrollgruppe signifikant höher, woraus WEST und BERNARD (2011) schlossen, dass die Effizienz pro Einheit Trockenmasse-Aufnahme gesteigert werden konnte. Dies wurde im gegenständlichen Versuch nicht bestätigt, da zwischen den Versuchsgruppen in Bezug auf die Milchleistung (ECM) kein signifikanter Unterschied besteht (siehe Tabelle 8). CHIQUETTE et al. (2008) erhoben die Wirkung von *Prevotella bryantii* 25A auf die Futteraufnahme bei Milchkühen. Auch hier konnte wie im vorliegenden Versuch kein signifikanter Unterschied in der Trockenmasse-Aufnahme festgestellt werden. HERRING et al. (2000) untersuchten die Wirkung von DFM (direct-fed microbials) bei Angus-Fleischrindern. Es wurde ein Mischpräparat aus *Lactobacillus acidophilus*, *Enterococcus faecium*, *Saccharomyces cerevisiae* und den Enzymen Amylase, Beta-Glucanase und Hemicellulase verwendet. HERRING et al. (2000) stellten fest, dass der Gewichtsverlust während der

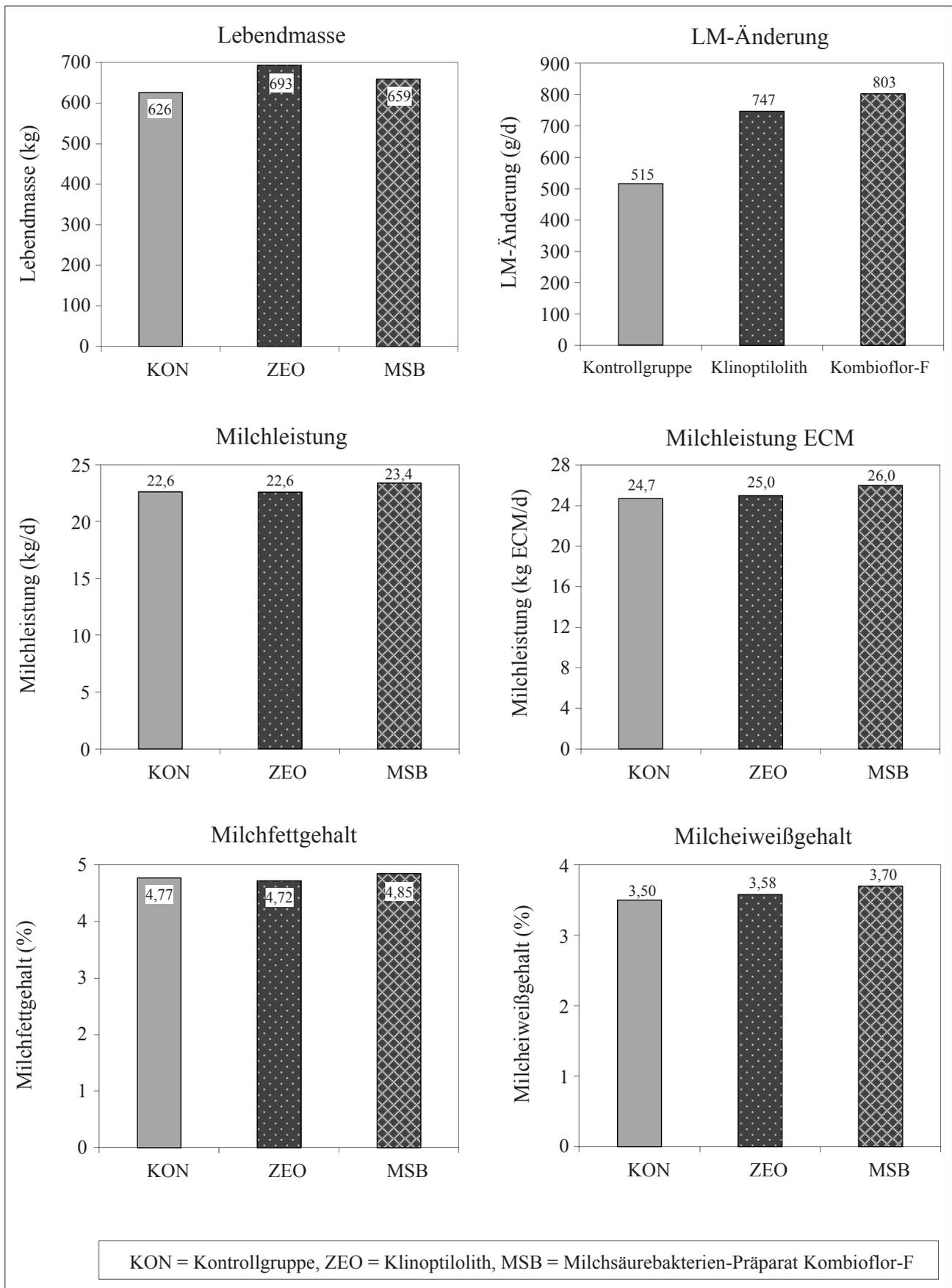


Abbildung 2: Lebendmasse und Milchleistung

Laktation bei den Tieren geringer war, denen DFM verabreicht wurden. Sie stellten die Hypothese auf, dass die Wirkung des DFM-Präparates von der Qualität des Grundfutters abhängt. RAETH-KNIGHT et al. (2007) untersuchten die Wirkung eines DFM-Präparates mit den gleichen Bakterien-Stämmen wie WEST und BERNARD (2011). Die Holstein Friesian-Kühe erhielten über den gesamten Versuchszeitraum dieselbe TMR. Wie im gegenständlichen Versuch konnte bezüglich der Futteraufnahme zwischen der Versuchs- und der Kontrollgruppe kein signifikanter Unterschied beobachtet werden. Es wurde weiters kein signifikanter Unterschied in der Aufnahme an XP, NDF und NFC festgestellt. Diese Ergebnisse wurden im gegenständlichen Versuch bestätigt. RAETH-KNIGHT et al. (2007) stellten auch hinsichtlich der Nährstoffverdaulichkeit keine signifikanten Unterschiede zur Kontrollgruppe fest und kamen zu dem Schluss, dass das verwendete DFM-Präparat keine Wirkung auf die untersuchten Futteraufnahme-Parameter hat.

3.3 Lebendmasse, Körperkondition und Milchleistung sowie Zellzahl

In der Lebendmasse und Körperkondition sowie in der täglichen Veränderung dieser Parameter während des Versuches bestanden zwischen den Versuchsgruppen keine signifikanten Unterschiede. Die Lebendmasse betrug in den Gruppen KON, ZEO bzw. MSB 626, 693 bzw. 659 kg und die Körperkondition 2.98, 3.04 bzw. 3.11 BCS-Punkte (Tabelle 8).

Weder in der Milchleistung noch im Gehalt bzw. in der Leistung an Milchinhaltsstoffen unterschieden sich die Gruppen signifikant (Abbildung 2). Die Milchleistung belief sich in den Gruppen KON, ZEO bzw. MSB auf 22,6, 22,6 bzw. 23,4 kg sowie 24,7, 25,0 bzw. 26,0 kg ECM. Somit ist ein leichter Trend zu einer höheren Milchleistung in Gruppe MSB erkennbar ($P = 0,388$).

Der Gehalt an somatischen Zellen (Zellzahl) war in der Kontrollgruppe signifikant niedriger als in den beiden Versuchsgruppen (77,9, 159,3 bzw. 132,6 Tsd. Zellen je ml). Somit ist die Zellzahl mehr oder weniger der einzige Parameter des Versuches, bei dem signifikante Unterschiede zwischen den Versuchsgruppen auftraten.

Tabelle 8: Lebendmasse, Körperkondition, Milchleistung und Milchinhaltsstoffe

Parameter	Einheit	KON	ZEO	MSB	RSD	P-Wert
Lebendmasse und Körperkondition						
Lebendmasse	kg	626	693	659	66	0,304
LM-Änderung	g/d	515	747	803	301	0,251
Körperkondition	BCS-Punkte	2,98	3,04	3,11	0,17	0,904
BCS-Änderung/d	BCS-Punkte	0,0019	0,0012	0,0020	0,0005	0,904
Gehalt an Milchinhaltsstoffen						
Milchfett	%	4,77	4,72	4,85	0,66	0,861
Milcheiweiß	%	3,50	3,58	3,70	0,44	0,577
Laktose	%	4,71	4,64	4,70	0,11	0,177
Harnstoff	mg/100 ml	26,9	25,0	25,9	4,6	0,363
Zellzahl	Tsd/ml	77,9 ^a	159,3 ^b	132,6 ^b	62,4	0,001
Milchleistung						
Milch	kg/d	22,62	22,64	23,44	4,54	0,906
ECM	kg/d	24,71	25,00	25,96	2,90	0,388
Milchfett	g/d	1.080	1.089	1.131	122	0,203
Milcheiweiß	g/d	795	824	866	110	0,200
Laktose	g/d	1067	1053	1111	225	0,844

KON = Kontrollgruppe, ZEO = Klinoptilolith, MSB = Milchsäurebakterien-Präparat Kombioflor-F

3.3.1 Klinoptilolith

Der Effekt der Supplementierung von Klinoptilolith bei Milchkühen ist vor allem auf Gebärparese, Mykotoxikosen, Durchfall, Ketose und diverse Blutparameter untersucht worden (KATSOULOS et al. 2005, PAPAIOANNOU et al. 2005). BOSI et al. (2002) führten ihre Studie zum Einsatz von Klinoptilolith ebenfalls mit Holstein Friesian-Milchkühen durch. Mit 200 g Klinoptilolith je Tier und Tag war die Supplementierung um 50 g höher als im gegenständlichen Versuch. Es ergaben sich keine signifikanten Unterschiede zwischen der Versuchsgruppe und der Kontrollgruppe in Bezug auf die Milchmenge sowie den Fett- und Proteingehalt. BOSI et al. (2002) vermuten als Ursache für dieses Ergebnis die geringere Gabe an Klinoptilolith. Auch bei DSCHAAK et al. (2010) wurden wie im gegenständlichen Versuch keine signifikanten Unterschiede festgestellt. In diesem Versuch wurden bei Holstein Friesian-Milchkühen 1,4 % Klinoptilolith bezogen auf die Rations-Trockenmasse eingesetzt. DSCHAAK et al. (2010) leiten dieses Ergebnis von der mit 1,4 % aus ihrer Sicht zu niedrigen Gabe von Klinoptilolith her. Bei der Milchleistung, dem Milchfett- und Proteingehalt stellten KATSOULOS et al. (2006) bei einer Konzentration von 2 % sehr wohl eine signifikante Steigerung fest. Zum selben Schluss kamen auch DOKOVIC et al. (2011). Sie verabreichten ein serbisches Zeolith-Präparat in einer Höhe von 2 % und 4 % an Serbisches Fleckvieh. Die Milchfett-Gehalte waren signifikant verschieden, wobei sie in der 4 %-Gruppe am höchsten waren. Die 2 %-Gruppe lag jedoch unter dem Wert der Kontrollgruppe. Im gegenständlichen Versuch wurde mit der vom Hersteller empfohlenen Menge von 150 g, umgerechnet 0,8 % der Trockenmasse-Aufnahme gearbeitet. Die Gabe erfolgte somit in wesentlich geringerem Ausmaß als bei den Versuchen, die eine signifikant positive Wirkung erzielen konnten.

Im gegenständlichen Versuch war die Zellzahl bei der Gruppe Klinoptilolith mit 159.320 Zellen je ml am höchsten, den geringsten Gehalt wies die Kontrollgruppe mit 77.900 Zellen je ml auf. Die Versuchsgruppen waren signifikant unterschiedlich ($P = 0,001$). Bei BOSI et al. (2002) wurde hingegen kein signifikanter Unterschied bei der Zahl somatischer Zellen in der Milch zwischen den Versuchsgruppen festgestellt. Im vorliegenden Versuch war der Harnstoffgehalt von der Klinoptilolith-Gabe nicht signifikant beeinflusst ($P = 0,363$). Es zeigte sich aber mit 25,0 mg je 100 ml Milch ein geringerer Wert als in der Kontrollgruppe (26,9 mg je 100 ml). DSCHAAK et al. (2010) stellten ebenfalls geringe Unterschiede, aber keine Signifikanzen, in Bezug auf den Gehalt an Milhharnstoff fest. Bei BOSI et al. (2002) war der Harnstoffgehalt bei Zeolith-Gabe signifikant höher, was von der auf Luzernesilage basierenden Ration hergeleitet wurde. Allerdings zeigten sich keine signifikanten Unterschiede im Ammoniakgehalt in der Pansenflüssigkeit, was dem erhöhten Milhharnstoffgehalten in der Versuchsgruppe widerspricht (BOSI et al. 2002). Ein erhöhter Milhharnstoff-Gehalt weist

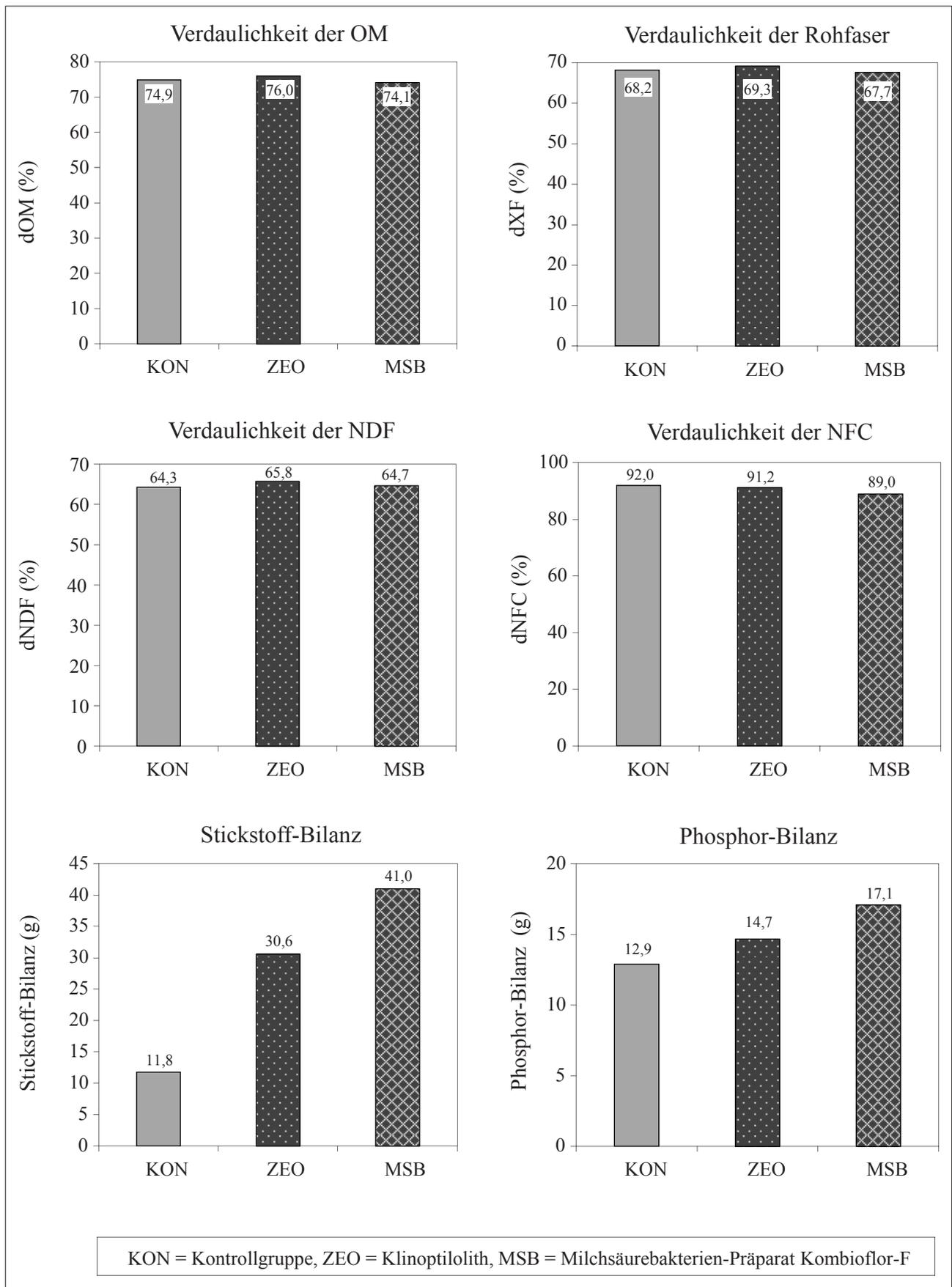


Abbildung 3: Ergebnisse des Verdauungs- und Bilanzversuches mit Kühen

auf eine Proteinübersversorgung oder eine Kombination aus Übersversorgung an Protein und Unterversorgung an Energie hin. Die ruminale Stickstoffbilanz (RNB) ist ein Indikator für die Versorgung der Pansenmikroben mit abbaubarem Protein, sie sollte ausgeglichen sein. Zu hohe Mengen an abgebautem Protein im Pansen belasten das Tier und die Umwelt (KIRCHGESSNER et al. 2008). Dies trifft im gegenständlichen Versuch nicht zu, wie aus *Tabelle 6* ersichtlich ist. Die ruminale Stickstoffbilanz ist für alle Gruppen im Versuch leicht negativ.

3.3.2 Kombioflor-F

Im vorliegenden Versuch wurde keine signifikante Wirkung des *Lactobacillus*-Präparates auf Milchleistung und Milchhaltsstoffe festgestellt. Auch HERRING et al. (2000) fanden in ihrer Arbeit mit Angus-Kühen gleich lautende Ergebnisse. Die Milchmenge, das Milchprotein und der Gehalt an somatischen Zellen der Versuchsgruppe unterschieden sich von jenen der Kontrollgruppe nicht signifikant. Allerdings war ein signifikant höherer Fett-Gehalt festzustellen (HERRING et al. 2000). Ähnliche Ergebnisse erzielten auch CHIQUETTE et al. (2008) in ihrem Versuch mit *P. bryantii* 25A. WEST und BERNARD (2011) beobachteten eine tendenziell höhere Milchleistung, Milchfett-Gehalt und ECM-Leistung unterschieden sich signifikant. Diese Ergebnisse wurden im vorliegenden Versuch nicht bestätigt. RAETH-KNIGHT et al. (2007) stellten keine signifikanten Unterschiede im Fettgehalt fest. Auch bezüglich der Milchmenge zeigte sich keine signifikante Wirkung des Bakterien-Präparats. Wie im gegenständlichen Versuch wurden ebenfalls keine signifikanten Unterschiede in Bezug auf den Protein- und den Laktose-Gehalt festgestellt. Hinsichtlich der Zellzahl zeigten sich dieselben Ergebnisse wie im vorliegenden Versuch. Wie erwähnt wurden hier die gleichen Bakterienpräparate wie bei WEST und BERNARD (2011) verwendet. Die gegensätzlichen Versuchsergebnisse werden von RAETH-KNIGHT et al. (2007) damit erklärt, dass bei WEST und BERNARD (2011) eine Ration mit höherer Nährstoffdichte gefüttert wurde, was sich auch in den höheren Milchsäuregehalten im Pansen und dem niedrigeren pH-Wert im Pansen zeigte (RAETH-KNIGHT et al. 2007). YASUDA et al. (2007) stellten bei einem Versuch mit Holstein Friesian-Kühen hingegen sehr wohl eine Steigerung des Milchfettgehalts in der Versuchsgruppe fest. Diese erhielt ein Mischpräparat aus *L. casei* und Dextran. Im Gegensatz zum gegenständlichen Versuch waren auch der Protein-Gehalt und die Milchmenge signifikant höher als in der Kontrollgruppe. Zusätzlich konnte im ersten Versuchsjahr auch ein signifikanter Unterschied bei den Gehalten

an somatischen Zellen festgestellt werden, im zweiten Versuchsjahr allerdings nicht mehr. Weiters wurde beobachtet, dass die Mastitis-Häufigkeit in der Versuchsgruppe geringer war als in der Kontrollgruppe (YASUDA et al. 2007). Im gegenständlichen Versuch wurde keine senkende Wirkung auf die Zellzahl festgestellt, sie war im Gegenteil in der Kontrollgruppe signifikant geringer als in den Versuchsgruppen. Zum selben Ergebnis kamen auch RAETH-KNIGHT et al. (2007). Der Milchharnstoff-Gehalt war im vorliegenden Versuch nicht signifikant unterschiedlich von jenem der Kontrollgruppe ($P=0,363$). RAETH-KNIGHT et al. (2007) stellten in ihrem Versuch dasselbe Ergebnis fest. WEST und BERNARD (2011) analysierten nur den Blutharnstoffgehalt und stellten fest, dass jener signifikant niedriger war als in der Kontrollgruppe.

3.4 Verdaulichkeit der Nährstoffe sowie N- und Mineralstoff-Bilanz

Die Ergebnisse des Verdauungs- und Bilanz-Versuches mit Kühen sind in *Tabelle 9* und in *Abbildung 3* angeführt. Bei der Interpretation der Ergebnisse ist zu beachten, dass pro Gruppe nur zwei Tiere geprüft wurden ($n=6$). Im Vergleich zum Fütterungsversuch ($n=33$) wiesen die Tiere des Verdauungs- und Bilanz-Versuches eine höhere Lebensmasse sowie eine höhere Futteraufnahme und Milchleistung auf. Wie auch beim Fütterungsversuch traten in keinem der Parameter des Verdauungs- und Bilanz-Versuches

Tabelle 9: Ergebnisse des Verdauungs- und Bilanzversuches mit Kühen (n = 6)

Parameter	Einheit	KON	ZEO	MSB	RSD	P-Wert
Lebendmasse und Milchleistung						
Lebendmasse	kg	658	669	619	119	0,911
Milchleistung	kg/d	26,32	31,89	24,77	4,50	0,362
Fett	%	4,52	4,71	4,93	0,79	0,850
Eiweiß	%	3,45	3,62	3,68	0,32	0,694
Laktose	%	4,70	4,60	4,85	0,08	0,056
ECM	kg/d	27,53	35,00	27,65	3,83	0,200
Futteraufnahme sowie Kot- und Harnausscheidung						
Heu	kg TM	3,02	3,21	2,69	0,17	0,070
Grassilage	kg TM	9,10	9,60	8,22	0,65	0,015
Maissilage	kg TM	2,95	3,70	4,52	1,19	0,228
Grundfutter	kg TM	15,04	16,54	15,23	1,44	0,283
Krafftutter	kg TM	7,08	7,07	5,86	0,31	0,047
Gesamtfutter	kg TM	22,13	23,69	21,16	1,25	0,031
Kotausscheidung	kg TM	6,06	6,28	6,03	0,88	0,704
Harnausscheidung	kg FM	21,8	25,0	19,5	4,1	0,321
Verdaulichkeit der Nährstoffe						
Organ. Masse	%	74,9	76,0	74,1	4,4	0,763
Rohprotein	%	63,5	68,7	66,4	7,2	0,606
Rohfett	%	66,0	68,3	64,2	6,3	0,596
Rohfaser	%	68,2	69,3	67,7	6,2	0,912
N-freie Extraktstoffe	%	81,3	81,3	79,6	3,4	0,644
NDF	%	64,3	65,8	64,7	6,4	0,914
ADF	%	63,5	65,6	62,3	6,5	0,704
NFC	%	92,0	91,2	89,0	1,9	0,185
Bilanz (Stickstoff und Mineralstoffe)						
Stickstoff	g/d	11,8	30,6	41,0	25,0	0,179
Calcium	g/d	-3,5	4,0	-8,6	16,6	0,494
Phosphor	g/d	12,9	14,7	17,1	9,7	0,775
Magnesium	g/d	2,8	-0,4	3,0	8,2	0,812
Kalium	g/d	62,1	69,2	53,2	31,0	0,220
Natrium	g/d	-1,5	0,2	5,1	2,4	0,125

KON = Kontrollgruppe, ZEO = Klinoptilolith, MSB = Milchsäurebakterien-Präparat Kombioflor-F

signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen auf. Die Verdaulichkeit der OM betrug 74,9, 76,0 und 74,1 % in den Gruppen KON, ZEO und MSB ($P = 0,763$). In Gruppe ZEO war ein leichter Trend zu etwas höherer Verdaulichkeit der Faser (XF, NDF, ADF) zu erkennen (64,3, 65,8 und 64,7 % dNDF), wogegen die Nichtfaser-Kohlenhydrate (NFC) etwas schlechter verdaut wurden (92,0, 91,2 und 89,0 % dNFC). Die Verdauungskoeffizienten der Gruppe MSB waren im Trend etwas niedriger. DSCHAAK et al. (2010) stellten ebenfalls keine signifikanten Unterschiede in der Verdaulichkeit der OM und der Nährstoffe (XF, NDF, ADF) zwischen Kontrollgruppe und Klinoptilolith fest.

Die Stickstoff-Bilanz war in allen Gruppen leicht positiv, in ZEO und MSB in einem höheren Ausmaß (11,8, 30,6 und 41,0 g/d). Bei Phosphor und Kalium war die Bilanz deutlich positiv (ohne signifikanten Unterschied zwischen den Gruppen). Dagegen lagen die Bilanz an Calcium, Magnesium und Natrium bei Null. Daraus ist der Schluss zu ziehen, dass sich die Futterzusatzstoffe ZEO und MSM auf die Verdaulichkeit und Nährstoffbilanz nicht signifikant auswirkten.

Zusammenfassend ist festzuhalten, dass durch den Einsatz des Futtermittelzusatzstoffes Klinoptilolith (ZEO) und des Milchsäurebakterienpräparates Kombioflor-F (MSB) unter den gegebenen Versuchsbedingungen kein signifikanter Einfluss auf die Parameter Milchleistung ($P = 0,906$) sowie die Menge an Milchfett ($P = 0,203$) und Milchprotein ($P = 0,200$) festgestellt werden konnte. Auch bezüglich des Gehaltes an Milchinhaltsstoffen sowie beim Harnstoffgehalt ($P = 0,363$) traten keine signifikanten Unterschiede auf. Die Zellzahl war bei Einsatz von Klinoptilolith und Kombioflor-F signifikant erhöht ($P = 0,001$). Auch in Bezug auf die Aufnahme an Grundfutter ($P = 0,953$), Kraftfutter ($P = 0,205$) sowie Gesamtfutter ($P = 0,486$) zeigte sich kein signifikanter Einfluss der Futtermittelzusatzstoffe. Schlussfolgernd ist festzustellen, dass der Einsatz der Futtermittelzusatzstoffe Klinoptilolith und Kombioflor-F keine steigernde Wirkung auf die Milchleistung, die Milchinhaltsstoffe sowie die Futtermittelaufnahme hat. Auch die Zellzahl wurde nicht positiv beeinflusst. Auch hinsichtlich der Verdauungsvorgänge und Nährstoffbilanz wurden keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen festgestellt.

4. Literatur

- ALVA (Arbeitsgemeinschaft landwirtschaftlicher Versuchsanstalten), 1983: Österreichisches Methodenbuch für die Untersuchung von Futtermitteln, Futterzusatzstoffen und Schadstoffen. Selbstverlag ALVA.
- BOSI, P., D. CRESTON und L. CASINI, 2002: Production performance of dairy cows after the dietary addition of clinoptilolite. *Italian J. Anim. Sci.* 1, 187-195.
- CHIQUETTE, J., M.J. ALLISON und M.A. RASMUSSEN, 2008: *Prevotella bryantii* 25A used as a probiotic in early-lactation dairy cows: effect on ruminal fermentation characteristics, milk production, and milk composition. *J. Dairy Sci.* 91, 3536-3543.
- COLEN, A., R.W. TODD und D.B. PARKER, 2007: Use of fat and zeolite to reduce ammonia emissions from beef cattle feedyards. *Int. Symp. Air Quality Waste Management for Agriculture*. Broomfield. CO.
- DLG (Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft), 1997: DLG-Futterwerttabellen Wiederkäuer, 7. Auflage, DLG-Verlag Frankfurt am Main, 212 S.
- DOEPEL, L., A. COX und A. HAYIRLI, 2009: Effects of increasing amounts of dietary wheat on performance and ruminal fermentation of Holstein cows. *J. Dairy Sci.* 92, 3825-3832.
- DOKOVIC R., Z. ILIC, M.P. PETROVIC, S. PESEV und B. RISTANOVIC, 2011: Effect of zeolite on the chemical composition of milk from Serbian spotted dairy cattle. *Biotechnology in Animal Husbandry* 27, 993-1000.
- DSCHAAK, C.M., J.-S. EUN, A.J. YOUNG, R.D. STOTT und S. PETERSON, 2010: Effects of supplementation of natural zeolite on intake, digestion, ruminal fermentation, and lactational performance of dairy cows. *Prof. Anim. Sci.* 26, 647-654.
- EU-VERORDNUNG (EG) Nr. 1887/2000 der Kommission vom 6. September 2000 zur vorläufigen Zulassung eines neuen Zusatzstoffs in der Tierernährung (1), DE Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften 7.9.2000 L 227/15.
- EU-VERORDNUNG (EG) Nr. 1831/2003 des EUROPÄISCHEN PARLAMENTS und des RATES vom 22. September 2003 über Zusatzstoffe zur Verwendung in der Tierernährung.
- EU-VERORDNUNG (EG) Nr. 1810/2005 der KOMMISSION vom 4. November 2005 über eine Neuzulassung eines Futtermittelzusatzstoffes für zehn Jahre, die Zulassung bestimmter Futtermittelzusatzstoffe auf unbegrenzte Zeit und die vorläufige Zulassung neuer Verwendungszwecke bestimmter in Futtermitteln bereits zugelassener Zusatzstoffe.
- EU-VERORDNUNG (EG) Nr. 889/2008 der KOMMISSION vom 5. September 2008 mit Durchführungsvorschriften zur Verordnung (EG) Nr. 834/2007 des Rates über die ökologische/biologische Produktion und die Kennzeichnung von ökologischen/biologischen Erzeugnissen hinsichtlich der ökologischen/biologischen Produktion, Kennzeichnung und Kontrolle.
- FAO/WHO, 2002: Working group report on drafting guidelines for the evaluation of probiotics in food. London, Ontario, Canada. Guidelines for the evaluation of probiotics in food. Joint working group report on drafting. London, Ontario 1-11.
- FULLER, R., 1989: Probiotics in man and animals. *J. Appl. Bacteriol.* 66, 365-378.
- GfE (Gesellschaft für Ernährungsphysiologie – Ausschuss für Bedarfsnormen), 1991: Leitlinien für die Bestimmung der Verdaulichkeit von Rohrnährstoffen 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 Aufzuchttrinder. Frankfurt am Main, DLG-Verlag, 135 S.
- GRUBER, L., 2007: Einfluss der Kraftfuttermenge auf Futtermittelaufnahme und Leistung von Milchkühen. Bericht 34. Viehwirtschaftliche Fachtagung HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Irnding, 19.-20. April 2007, 35-51.
- GRUBER, L., 2013: Grundfutterqualität, Kraftfutterniveau und genetisches Potenzial als Schlüsselfaktoren für die Höhe der Milchleistung. Seminar des Ausschusses für Genetik der ZAR, 21. März 2013, Salzburg.
- HERRING, A.D., M.B. LARREMORE, L.J. HUGHENS und C.R. RICHARDSON, 2000: Effects of a commercial direct-fed microbial on weight change, milk yield, and milk composition in lactating beef cows: A case study. *Prof. Anim. Sci.* 16, 54-58.
- KARATZIA, M., K. POURLIOTIS, P. KATSIOULOS und H. KARATZIAS, 2011: Effects of in-feed inclusion of Clinoptilolite on blood serum concentrations of Aluminium and inorganic Phosphorus and on ruminal pH and volatile fatty acid concentrations in dairy cows. *Biological Trace Element Research* 142, 159-166.

- KATSOULOS, P.D., N. ROUBIES, N. PANOUSIS, G. ARSENOS, E. CHRISTAKI und H. KARATZIAS, 2005: Effekte of long-term dietary supplementation with clinoptilolite on incidence of parturient paresis and serum concentrations of total calcium, phosphate, magnesium, potassium and sodium in dairy cows. *American J. Vet. Research* 66, 2081-2085.
- KATSOULOS, P. D., N. PANOUSIS, N. ROUBIES, E. CHRISTAKI, G. ARSENOS und H. KARATZIAS, 2006: Effects of long-term feeding of a diet supplemented with clinoptilolite to dairy cows on the incidence of ketosis, milk yield and liver function. *Vet. Record* 159, 415-418.
- KIRCHGESSNER, M., F.X. ROTH, F.J. SCHWARZ und G.I. STANGL, 2008: *Tierernährung*. 12., neu überarbeitete Auflage, Frankfurt am Main, DLG-Verlags-GmbH, 643 S.
- KREHBIEL, C.R., S.R. RUST, G. ZHANG und S.E. GILIAND, 2003: Bacterial direct-fed microbials in ruminant diets: Performance response and mode of action. *J. Anim. Sci.* 81, E120-E132.
- McALLISTER, T.A., K.A. BEAUCHEMIN, A.Y. ALAZZEH, J. BAAH, R.M. TEATHER und K. STANFORD, 2011: Review: The use of direct fed microbials to mitigate pathogenes and enhance production in cattle. *Can. J. Anim. Sci.* 91, 1-19.
- McCOLLUM, F.T. und M.L. GALYEAN, 1983: Effects of clinoptilolite on rumen fermentation, digestion and feedlot performance in beef steers fed high concentrate diets. *J. Anim. Sci.* 56, 517-524.
- NOCEK, J.E., 1997: Bovine acidosis: Implications on laminitis. *J. Dairy Sci.* 80, 1005-1028.
- ÖAG (Österreichische Arbeitsgemeinschaft für Grünland und Futterbau), 2006: *Futterwerttabellen für das Grundfutter im Alpenraum*. Hrsg.: R. Resch, T. Guggenberger, L. Gruber, R. Ringdorfer, K. Buchgraber, G. Wiedner, A. Kasal und K. Wurm. *Der fortschrittliche Landwirt* 84, (Heft 24/2006), Sonderbeilage 20 S.
- ØRSKOV, E.R., 1986: Starch digestion and utilization in ruminants. *J. Anim. Sci.* 63, 1624-1633.
- PAPAIOANNOU, D., P.D. KATSOULOS, N. PANOUSIS und H. KARATZIAS, 2005: The role of natural and synthetic zeolites as feed additives on the prevention and/or the treatment of certain farm animal diseases: A review. *Microporous and Mesoporous Materials* 84, 161-170.
- RAETH-KNIGHT, M.L., J.G. LINN und H.G. JUNG, 2007: Effect of direct-fed microbials on performance, diet digestibility and rumen characteristics of Holstein dairy cows. *J. Dairy Sci.* 90, 1802-1809.
- SADEGHI, A. und P. SHAWRANG, 2006: The effect of natural zeolite on nutrient digestibility, carcass traits and performance of Holstein steers given a diet containing urea. *Anim. Sci.* 82, 163-167.
- SAS Institute Inc., 2010: *SAS/STAT 9.22 User's Guide*. Cary, NC (USA): SAS Institute Inc., 8460 S.
- SEO, J.K., S.W. KIM, M.H. KIM, S.D. UPADHAYA, D.K. KAM und J.K. HA, 2010: Direct-fed microbials for ruminant animals. *Asian-Australian J. Anim. Sci.* 23, 1657-1667.
- VAN SOEST, P.J., J.B. ROBERTSON und B.A. LEWIS, 1991: Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J. Dairy Sci.* 74, 3583-3597.
- 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.
- WEISSBACH, F. und S. KUHLA, 1995: Stoffverluste bei der Bestimmung des Trockenmassegehaltes von Silagen und Grünfütter: Entstehende Fehler und Möglichkeiten der Korrektur. *Übers. Tierernährg.* 23, 189-214.
- WEST, J.W. und J.K. BERNARD, 2011: Effects of addition of bacterial inoculants to the diets of lactating dairy cows on feed intake, milk yield, and milk composition. *Prof. Anim. Sci.* 27, 122-126.
- YASUDA, K., S. HASHIKAWA, H. SAKAMOTO, Y. TOMITA, S. SHIBATA und T. FUKATA, 2007: A new synbiotic consisting of *Lactobacillus casei* subsp. *casei* and dextran improves milk production in Holstein dairy cows. *J. Vet. Med. Sci.* 69, 205-209.
- ZEBELI, Q., J. DIJKSTRA, M. TAJAJ, H. STEINGASS, B.N. AMETAJ und W. DROCHNER, 2008: Modeling the adequacy of dietary fiber in dairy cows based on the responses of ruminal pH and milk fat production to composition of the diet. *J. Dairy Sci.* 91, 2046-2066.