

Versuchsbericht:

**„Prüfung der Effekte des Einsatzes
von Lebendhefen in Rationen
für Kühe mit hoher Milchleistung“**



SACHSEN-ANHALT

Landesanstalt für
Landwirtschaft, Forsten
und Gartenbau

Landwirtschaftskammer
Niedersachsen



FACHINFORMATIONEN

Arbeitsgruppe:

Thomas Engelhard, Lorena Helm, Elke Riemann, Gabriele Andert, Hilmar Zarwel
Landesanstalt für Landwirtschaft, Forsten und Gartenbau Sachsen-Anhalt (LLFG)
Zentrum für Tierhaltung und Technik Iden (ZTT)
Lindenstraße 18, 39606 Iden
Tel. 039390-6325, e-mail thomas.engelhard@lfg.mlu.sachsen-anhalt.de

Andrea Meyer
Landwirtschaftskammer Niedersachsen
Johannsenstraße 10, 30159 Hannover
Tel. 0511-36654479, e-mail Andrea.Meyer@LWK-Niedersachsen.de

Holger Kluth, Michael Bulang, Phillip Braun
Institut für Agrar- und Ernährungswissenschaften, Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg
Theodor-Lieser-Straße 11, 06120 Halle/S.
Tel. 034603-32888, e-mail michael.bulang@landw.uni-halle.de

Einleitung, Versuchsfrage

Kühe mit hoher Milchleistung weisen einen hohen Energiebedarf auf und müssen gleichzeitig als Wiederkäuer mit Rationen ausreichender Strukturwirksamkeit versorgt werden. Eine Versorgung deutlich unterhalb des jeweiligen Bedarfs führt zu Stoffwechselstörungen, die oft im subklinischen Bereich ausgeprägt sind. Insbesondere für Hochleistungskühe in der Frühlaktation mit noch eingeschränktem Futteraufnahmevermögen und/oder im Hochleistungsbereich ergibt sich der Anspruch, Rationen zu gestalten, welche eine ausreichende Strukturwirksamkeit mit der dann maximal möglichen Energieversorgung verbinden. Diesen beiden Zielstellungen werden in der Praxis sehr häufig mit der Verfütterung von Rationen im Grenzbereich der jeweiligen physiologischen Erfordernisse begegnet (Krafftutter-Grobfutterverhältnis, Gehalte an Stärke/Zucker, NFC sowie ADF, NDF, strukturwirksame Rohfaser). Wenn es dabei zu (sub)acidotischen Störungen im Pansen kommt, wird die Aktivität der cellulolytischen Mikroorganismen gehemmt, und die Futteraufnahme geht zurück.

In einer umfassenden Literaturlauswertung setzen sich Scheidemann und Steingaß (2004) mit den Wirkweisen von Lebendhefen im Pansenstoffwechsel und mit möglichen Effekten der Verfütterung von Lebendhefen an Milchkühe auseinander:

Effektive Lebendhefen werden als probiotischer Futterzusatzstoff in der Tierernährung eingesetzt (*Saccharomyces*, zugelassen Sc 1026, Sc 1077, Sc 1047). Ihnen werden im Pansenstoffwechsel folgende mögliche Wirkungen zugeschrieben:

- Förderung der laktatverwertenden und/oder der cellulolytischen Mikroorganismen (unter bestimmten pansen- und ernährungsphysiologischen Bedingungen)
- Quelle von Wachstumsfaktoren für Pansenmikroben
- Förderliche sauerstoffzehrende Wirkung für anaerob lebende Mikroorganismen
- Stabilisierung des Pansen-pH-Wertes durch reduzierte Laktatkonzentration trotz zunehmender Produktion von Freien Fettsäuren und/oder Verschiebung des Fettsäurenmusters
- Stimulation des Celluloseabbaus, Verbesserung der Verdaulichkeit
- Steigerung der Bakterienzahl und des Proteingehaltes mit z. T. verminderter Ammoniakkonzentration und erhöhtem mikrobiellen Proteinfluss zum Duodenum
- Steigerung der Futteraufnahme (um 0,5 bis 1 kg TM/Kuh/Tag), z. T. verbunden mit einer Steigerung der Milchleistung bei stabilisierten Milchinhaltsstoffen und/oder verbesserter Versorgungslage (abnehmende Ausprägung der Negativen Energiebilanz in der Frühlaktation, nachfolgend Verbesserung von Stoffwechselstatus und Tiergesundheit), reduziertes Ketose- und Acidoserisiko, insbesondere bei Hochleistungstieren und Rationen im Grenzbereich der Wiederkäuergerechtigkeit

Positive Effekte des Einsatzes von Lebendhefen in Fütterungsversuchen wurden häufiger beschrieben, aber nicht durchgängig erreicht. Stark variierende Versuchsergebnisse zeigen, dass insbesondere steigernde Effekte auf Futteraufnahme und auf die Leistung stark von den Rahmenbedingungen (Futtermittelauswahl, Rationszusammensetzung, Nährstoffgehalte, Pansenmilieu) abhängig sind. Zu beachten ist unbedingt, dass der Einsatz von Lebendhefen nicht dazu dient, gravierende Fütterungs- und Managementfehler zu korrigieren bzw. zu eliminieren. Er kann als eine Ergänzung guter fachlicher Fütterungspraxis vorgenommen werden, wenn damit die vorher beschriebenen Effekte erreicht werden.

Der Einsatz von Lebendhefen in der Milchkuhfütterung wird insbesondere für die Anfütterung vor der Kalbung und/oder in der Frühlaktation und Hochleistungsphase empfohlen. Die angestrebte Adaptions- bzw. Anfütterungszeit bis zum Eintritt der beschriebenen möglichen Effekte wird mit zwei bis drei Wochen angegeben.

In einem Fütterungsversuch der LLFG Sachsen-Anhalt und der Landwirtschaftskammer Niedersachsen am ZTT Iden sollte in Zusammenarbeit mit dem Institut für Agrar- und Ernährungswissenschaften der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg (MLU) geprüft werden, welche Effekte sich durch die Zulage von Lebendhefen auf die Futteraufnahme, die Milchleistung sowie auf ausgewählte Parameter des Stoffwechselstatus von Milchkühen mit

hoher Leistung in der Frühlaktation und in der Hochleistungsphase unter den konkreten Fütterungsbedingungen der Versuchsanstellung auftreten. Diese Untersuchung wurde als Einzeltierfütterungsversuch unter praxisnahen Bedingungen der Versorgung von Hochleistungskühen bei Umsetzung guter fachlicher Fütterungspraxis mit einer vergleichsweise knappen Proteinversorgung im Bereich der Vorgaben angelegt.

Material und Methoden

Der Versuchszeitraum erstreckte sich vom 31. August 2012 bis zum 11. März 2013. In den Versuch wurden alle geeigneten Kühe, die in diesem Zeitraum abkalbten, vom ersten bis mindestens zum 100. Laktationstag einbezogen. Diese wurden unter Berücksichtigung von Laktationsnummer, Kalbedatum, Leistung der Mehrkalbskühe in der Vorlaktation sowie von Körpermasse und Rückenfettdicke (RFD) zur Kalbung zufällig auf die Varianten bzw. Gruppen *Kontrolle* sowie Versuch *Lebendhefen (LH)* aufgeteilt. Einen Überblick zur Zusammenstellung der Kühe in den beiden Gruppen gibt die Tabelle 1.

Tabelle 1: Beschreibung der Tiere in den Versuchsgruppen

Parameter	Gruppe			
	Kontrolle		Versuch LH	
	Mittelwert	Stabw	Mittelwert	Stabw
Mehrkalbskühe, n	31		32	
Laktationsnummer	3,77	1,38	3,84	1,63
Vorlaktation (MLP)				
Milchmenge, kg	11.685	1.689	11.738	1.702
Milchfettgehalt, %	3,83	0,45	3,82	0,51
Milcheiweißgehalt, %	3,42	0,18	3,40	0,18
nach der Kalbung				
Körpermasse, kg	719	59	705	60
RFD, mm	20,7	6,1	19,8	5,8
Erstkalbskühe, n	7		6	
nach der Kalbung				
Körpermasse, kg	593	45	603	52
RFD, mm	14,9	4,4	14,8	4,3

Die differenzierte Fütterung der Kuhgruppen mit den unterschiedlich ergänzten Rationen in den Varianten *Kontrolle* (ohne Lebendhefen) und *Versuch LH* (mit Lebendhefen) begann mit dem ersten Laktationstag. Während der ersten Laktationswoche standen die Kühe im Abkalbestall (Tiefstall, Futtertisch), und es erfolgte keine Messung der Futteraufnahmen. Ab der 2. Laktationswoche wurde die Haltung und Versorgung sowie die einzeltierbezogene Messung der Futteraufnahmen im Versuchsabteil des Milchkuhstalls (Liegeboxenlaufstall, Wiegetröge mit Tiererkennung) vorgenommen.

Während der Vorbereitungs- und Fütterung vor der Kalbung konnte keine differenzierte Versorgung der Kühe nach Versuchsvarianten umgesetzt werden, und alle Kühe erhielten eine Ration, die entsprechend der Routine des landwirtschaftlichen Betriebes des ZTT Iden zusammengestellt wurde. Diese Ration enthielt keine Lebendhefen. Somit konnte den Empfehlungen zur durchgängigen Versorgung mit Lebendhefen im geburtsnahen Zeitraum (Vorbereitung und Frühlaktation) in der Fütterung der Versuchsgruppe LH nicht entsprochen werden.

In der Tabelle 2 werden die Zusammensetzungen der im Versuch gefütterten Totalen Mischrationen ausgewiesen. Die dargestellten Anteile der einzelnen Futtermittel an der Trockenmasse (TM) der Rationen stellen die Mittelwerte des gesamten Versuchszeitraumes für die täglich in den Ladeprotokollen des Futtermischwagens dokumentierten Einzelfuttermittelmengen dar, die mit den mehrfach wöchentlich bestimmten TM-Gehalten der eingesetzten Grobfuttermittel verrechnet wurden. Die aus den Gehalten der Einzelfuttermittel und der er-

fassten Rationszusammensetzung kalkulierten Energie- und Nährstoffgehalte der beiden TMR sind ebenfalls der Tabelle 2 zu entnehmen. Die Rationszusammensetzungen und die Rationskennziffern unterscheiden sich bis auf die Substitution der Lebendhefen kaum zwischen den Varianten. Die Zusammenstellung der Rationen erfolgte unter Einhaltung der Orientierungswerte für die Fütterung von Milchkühen in der Früh-laktation und in der Hochleistungsphase (DLG-Arbeitskreis Futter und Fütterung, 2012) nach den Grundsätzen guter fachlicher Praxis. Insbesondere wurden dabei zur Sicherung einer ausreichenden Strukturwirksamkeit der Rationen die vorgeschlagenen Mindestgehalte an Roh- und Detergenzienfasern sowie die Höchstgehalte an leicht verdaulichen Kohlenhydraten für Frischmelker als Grenzwerte der TMR festgelegt und eingehalten. Die Verfütterung von „Risikorationen“ sollte somit in der Versuchsdurchführung durchgängig ausgeschlossen werden. Mit der Rationsgestaltung wurde weiterhin auf eine hohe N- und Proteineffizienz orientiert werden.

In der Versuchsration LH kam ein thermostabiles Lebendhefenkonzentrat (10 Mrd. Koloniebildende Einheiten [KBE] je g, *Saccharomyces cerevisiae*, Stamm NCYC Sc 47 [E1702], Actisaf®) als zugelassener Futterzusatzstoff in Form eines Mineralfutters zum Einsatz. Die deklarierten Gehalte an Lebendhefen im Mineralfutter (200 Mrd. KBE SC 47/kg) bestätigten sich in mehrfach durchgeführten Untersuchungen innerhalb des zulässigen Analysenspielraums (2 x Labor LKSmbH: 140 und 224 Mrd. KBE/kg; 2 x Labor Lesaffre FA: 179 und 196 Mrd. KBE/kg).

Das Lebendhefenkonzentrat wird als Darmflorastabilisator beschrieben und angeboten. Die erwartete Wirkung des Einsatzes in der erforderlichen Mindestdosierung bezieht sich nach Angaben des Herstellers/Vertreibers zuerst auf die Stabilisierung des Pansen-pH-Wertes. Die empfohlene Menge von 40 bis 50 Mrd. KBE pro Tier und Tag soll zudem eine bessere Faserverdaulichkeit und damit Futtereffizienz über direkte Effekte auf das Redoxniveau im Pansen und die indirekte Beeinflussung des Mikrofloraprofils bewirken. Der Anteil unverdauter Futterpartikel im Kot der Kühe soll nach der Ergänzung der Ration geringer sein. Weiterhin wird eine Reduzierung der Zellzahlen der Milch erwartet, als Ausdruck sehr guter Effekte auf die Gesunderhaltung der Kühe. Weiterhin soll mit dem Einsatz des Lebendhefenkonzentrates auf eine Erhöhung der Milchleistung (4 bis 5 %) und der Milchinhaltsstoffe abgezielt werden.

Als Ergebnis unterschiedlicher Versuchsanstellungen mit Milchkühen wurden diese Wirkungen bei Gaben von 2 bis 5 g des Lebendhefenkonzentrates bzw. 20 bis 50 Mrd. KBE Hefezellen je Tier und Tag ausgewiesen, insbesondere wenn klinische oder subklinische Acidosen ein Risiko darstellen (z. B. bei konzentratfütterreicher Fütterung mit hohen Anteilen der Ration an Stärke und Zucker, in der Früh-laktation bei eingeschränktem Futteraufnahmevermögen, bei Futterwechseln, während Hitzestressperioden). Abgeleitete Einsatzempfehlungen für das Lebendhefenkonzentrat orientieren somit auf 4 bis 5 g je Tier und Tag oder 2 Mrd. KBE je kg TM-Aufnahme. In der Umsetzung der Versuchsrationen wurden kontinuierlich 1,9 Mrd. KBE Lebendhefen je kg TM mit dem Mineralfutter eingemischt und von den Kühen im Mittel 42 Mrd. KBE je Tier und Tag aufgenommen. Im ersten Laktationsmonat lag die tatsächliche mittlere Aufnahme an Lebendhefen noch bei 37 Mrd. KBE je Tier und Tag infolge des eingeschränkten Futteraufnahmevermögens, danach bis zum 100. Laktationstag bei durchschnittlich 44 Mrd. KBE.

Tabelle 2: Zusammensetzungen und Gehaltswerte der Rationen (TMR) und Substitution der Lebendhefen in der Versuchsfütterung

Futtermittel	Gruppe	
	Kontrolle	Versuch LH
	% TM der TMR	
Maissilage	25,0	25,2
Grassilage	19,8	19,8
Luzernesilage	9,5	9,5
Stroh, gehäckselt	1,7	1,7
Rapsextraktionsschrot	11,6	11,8
Sojaextraktionsschrot	3,7	3,6
Feuchtkornmais	11,7	11,5
Getreidemischung ¹⁾	8,4	8,2
Melasseschnitzel, zuckerarm	7,4	7,5
Propylenglykol/Glycerin	1,2	1,2
	g/Tier/Tag	
Mineralfutter ohne Lebendhefen ²⁾	200 - 240	
Mineralfutter mit Lebendhefen ²⁾		200 - 240
	Lebendhefen, Saccharomyces cerevisiae, Sc47 (E1702)	
Mrd. KBE/kg Mineralfutter	-	200
Mrd. KBE/kg TM der TMR	-	≥ 1,9
Kennziffer (DLG-Empfehlung ³⁾)	Gehalt/kg TM der TMR	
MJ NEL (≥ 7,0 / ≥ 7,1)	7,04	7,04
g Rohprotein (160 – 170 / 160 – 175)	160	160
g nXP (≥ 155)	159	159
g RNB (0 – 1,5 / 0 – 2)	0,1	0,1
g Rohfaser (≥ 160 / ≥ 150)	159	160
g ADFom (≥ 180 / ≥ 170)	181	182
g NDFom (≥ 300 / ≥ 280)	307	308
g Stärke + Zucker (≤ 270 / ≤ 290)	269	268
davon g Zucker (≤ 65 / ≤ 75)	42	42

¹⁾ Mischung gleicher Anteile Gerste, Roggen, Mais

²⁾ Gehaltswerte Mineralfutter SALVANA Rinderstolz: 20 % Ca, 2 % P, 10 % Na, 5 % Mg
700.000 IE Vit. A, 100.000 Tsd. Vit. D3, 5.000 mg Vit. E 900 mg Cu (525 mg Cu als Chelat), 4.500 mg Zn, 3.000 mg Mn, 60 mg J, 35 mg Se, 30 mg Co, weitere Ergänzungen 50 g Futterkalk/Viehsalz je Tier u. Tag

³⁾ Orientierungswerte für Energie- und Nährstoffgehalte je kg TM in einer Frischmelkration (1. Angabe) und in einer Hochleistungsration (2. Angabe), DLG-Arbeitskreis Futter und Fütterung (2012)

Die im Versuch erfassten Daten und die Frequenz der Erfassung sind in Tabelle 3 dargestellt.

Tabelle 3: Datenerfassung im Fütterungsversuch

Parameter	Erfassung, Frequenz
Futteraufnahmen	täglich, Einzeltier
TM-Gehalte Grobfuttermittel	≥ 3 x je Versuchswoche
Vollanalyse, dabei Zucker einschl. Fruktane, Detergenzienfasern ADF _{om} , NDF _{om} , Ca, P, Mg, Na, DCAB	(≥ 3 x je Silo, 1 x je KF-Charge)
Gehalt an Lebendhefen im Mineralfutter	4 x
Milchmengen	täglich, Einzeltiere
Milchinhaltsstoffe Fett, Eiweiß, Harnstoff, Zellzahl	wöchentlich, Einzeltiere
OBCFA <i>Odd and Branched-Chain Fatty Acids</i>	Stichproben, Poolproben s. Bachelorarbeit
Stoffwechselfparameter im Harn: NSBA, pH, BSQ, NH ₄ im Blut: BHOB, NEFA, ASAT/GOT, GLDH, Harnstoff	Zeitraum 1. bis 3. Laktationstag (nur Blut), 2./3. und 7./8. Laktationswoche, Einzeltiere
Erkrankungen, Fruchtbarkeitsdaten	Betriebsroutine
Kotpartikelmessungen (Siebung)	Stichproben, Einzeltiere s. Bachelorarbeit
Körpermasse, Rückenfettdicke	1. bis 3. Tag nach der Kalbung, 56. und 98. Laktationstag ± 4 Tage

Die nachfolgend dargestellte statistische Auswertung des im Versuch ermittelten Datenmaterials erfolgte an der MLU. Für die untersuchten Merkmale wurden entsprechend der Datenstruktur und der Merkmalspezifität differenzierte Auswertungsmodelle verwendet. In jedem Fall war ein komplexes statistisches Modell zu berücksichtigen, da neben den interessierenden festen Effekten (Hefeeinsatz) weitere Einflussgrößen zu berücksichtigen waren [Laktationsnummer (fest), Testtag (fest), Laktationstag (fest) sowie wiederholte Leistungen (zufällig)]. Für die Merkmale Milchmenge und energiekorrigierte Milch erwies sich der Einfluss der Testtage als bedeutsam. Entsprechend war für den Versuch das folgende gemischte lineare Modell (Testtagsmodell) zu bearbeiten:

$$y_{ijkln} = \mu + R_i + LNR_j + T_k + \sum_{m=1}^4 \beta_{jm} * x_m + Tier_l + e_{ijkln} \quad (1)$$

μ = allgemeines Mittel

(R) Ration_i = fester Effekt der i-ten Ration

(LNR) Laktationsnummer_j = fester Effekt der j-ten Laktationsnummer

(T) Testtag_k = fester Effekt des k-ten Testtags

β_{jm} = Regressionskoeffizienten innerhalb der j-ten Laktation

x_m = Covariablen (x_1 =Laktationstag/305; $x_2=x_1^2$; $x_3=\ln(305/\text{Laktationstag})$; $x_4=x_3^2$)

Tier_l = zufälliger Effekt des l-ten Tier, Tier_l ~ N(0; σ_{Tier}^2)

e_{ijkln} = zufälliger Resteffekt, Resteffekt e_{ijkln} ~ N(0; σ_{Rest}^2).

Die durch die Laktationstage entstehende Dynamik wurde innerhalb der Laktationsnummer durch die Kovariablen in Abhängigkeit vom Laktationstag modelliert (Ali and Schaeffer 1987). Die rechentechnische Bearbeitung erfolgte mit der SAS-Prozedur MIXED bei Nutzung der Methode REML für die Varianzkomponentenschätzung und der Freiheitsgradapproximation nach (Kenward and Roger 1997). Bei unbalancierten Daten in gemischten Modellen haben sich diese Methoden als vorteilhaft erwiesen (Spilke and Tuchscherer 2001).

Um die natürliche Dynamik auch bei den weiteren untersuchten Merkmalen zu beachten, wurden durch Modifikationen der $(x_1 = LT, x_2 = \sqrt{LT})$ die Futteraufnahmeabhängigen Merkmale (z.B. T-, Energie-, nXP- und XP-Aufnahme) ebenfalls mit Modell (1) bearbeitet. Die Parameter Milchharnstoffgehalt und die Gehalte an Fett und Eiweiß unterlagen im Versuch keiner typischen Dynamik. Wegen des konstanten Verlaufes der betrachteten Parameter und des Fehlens einer Dynamik in Abhängigkeit vom Laktationstag wurden diese Merkmale ohne Kovariable ansonsten jedoch mit dem gleichen Modell (1) betrachtet. Zur merkmalspezifischen Festlegung der einzubeziehenden Kovariablen wurde das Akaike-Kriterium (AIC) bei gleichzeitiger Nutzung der ML-Methode zur Varianzkomponentenschätzung SAS genutzt.

Als Entscheidungskriterium für signifikante Unterschiede zwischen den Rationen im jeweils betrachteten Merkmal wurde eine Irrtumswahrscheinlichkeit von 5 % zugrunde gelegt.

Für die untersuchten Stoffwechselfparameter sowie für Körpermassen und Rückenfettdicken erfolgte die Prüfung der Mittelwertdifferenzen auf Signifikanz am ZTT Iden mittels t-Test für eine unabhängige Stichprobe (Programm SPSS).

Anhand der Mittelwerte der statistischen Auswertung der Parameter der Versorgung und der Leistungen der Tiere erfolgte eine grobe Abschätzung und Einordnung weiterer Parameter:

- Erzeugte energiekorrigierte Milch je kg Trockenmasseaufnahme
 $ECM [kg/Tag] / TM\text{-Aufnahme} [kg/Tag]$
 - Energieaufwand je kg erzeugte Milch
 $NEL [MJ/Tag] / ECM [kg/Tag]$
 - % Futter-N-Ausnutzung
 $(Milcheiweißmenge [kg/Tag] / 6,38) : (Rohproteinaufnahme [kg/Tag] / 6,25) \times 100$
 - N-Ausscheidungen mit den Exkrementen (nach Bannink und Hindle, 2003)
 $124 + (1320 \times Milchharnstoff-N^1) [g/kg] + (1,87 \times Milch-N^2) [g/Tag]$
- $(6,9 \times Milchmenge [kg/Tag])$
- ¹⁾ $Milchharnstoff-N = Milchharnstoffgehalt [mg/l] \times 0,00046;$
²⁾ $Milch-N = Milchmenge [kg/Tag] \times (Milcheiweißgehalt [g/kg] / 6,3)$

Ergebnisse

Die TM-Aufnahmen unterschieden sich im Mittel des Versuchszeitraumes und des geprüften Laktationsabschnittes nicht im Mittel zwischen den Kühen der beiden unterschiedlich gefütterten Gruppen (Tabelle 4 und Abbildung 1: Mittlere Messwerte in den Laktationswochen). Da beide Gruppen im Versuch bis auf die Zulage von Lebendhefen fast identisch zusammengestellte Rationen mit nahezu gleichen Energie- und Nährstoffgehalten erhielten (s. Tabelle 2), waren folglich auch sehr ähnliche Energie- und Nährstoffaufnahmen zu verzeichnen.

Abbildung 1: Trockenmasseaufnahmen der Kühe im ersten Laktationsdrittel

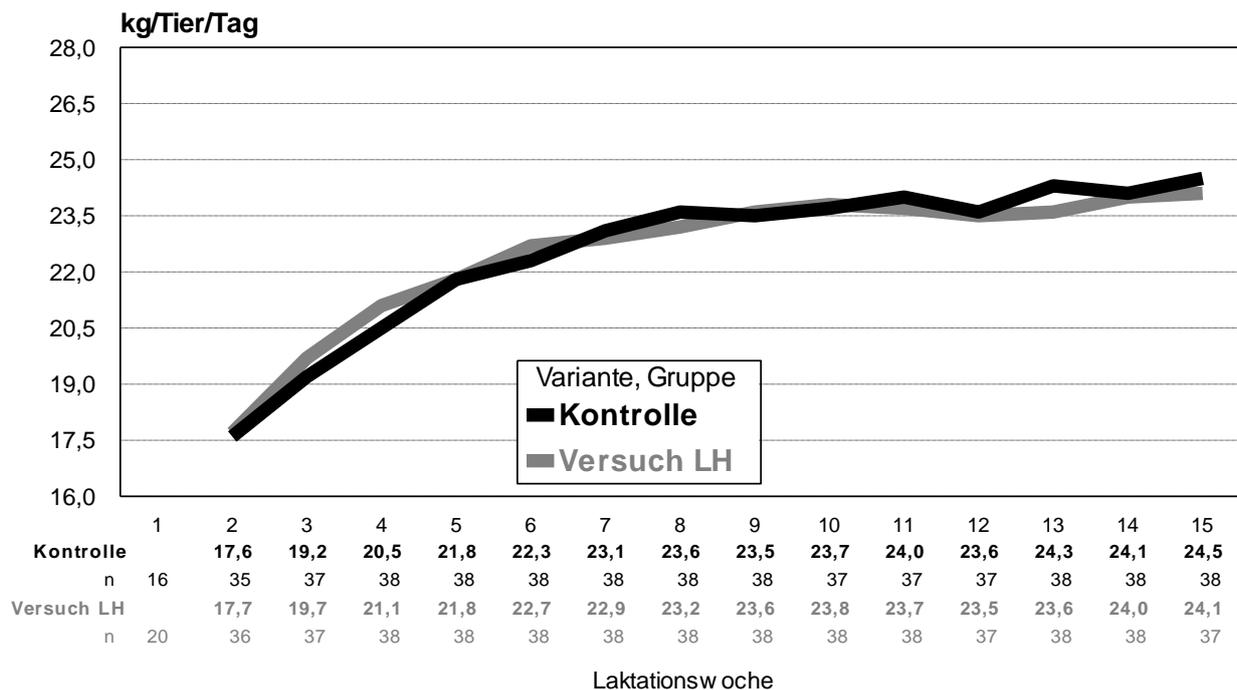


Tabelle 4: Gemessene Futter- sowie kalkulierte Energie- und Nährstoffaufnahmen

Parameter	Gruppe				p-Wert
	Kontrolle		Versuch LH		
	Mittelwert	Stabw	Mittelwert	Stabw	
TM-Aufnahmen, kg/Tier/Tag	22,5	0,5	22,5	0,5	0,997
NEL, MJ/Tier/Tag	158,5	3,5	158,3	3,6	0,968
Rohprotein, g/Tier/Tag	3602	80	3597	80	0,961
nXP, g/Tier/Tag	3585	80	3581	80	0,973
RNB, g/Tier/Tag	3,4	0,3	3,2	0,3	0,330
Rohfaser, g/Tier/Tag	3586	77	3601	77	0,887
ADFom, g/Tier/Tag	4072	88	4090	88	0,887
NDFom, g/Tier/Tag	6906	150	6932	150	0,902
Stärke, g/Tier/Tag	5113	118	5056	118	0,778
Zucker, g/Tier/Tag	936	23	936	23	0,998

Die Tabelle 5 zeigt die Mittelwerte der gemessenen Milchmengen und Milchinhaltstoffe im Versuchszeitraum bzw. im geprüften Laktationsabschnitt. Die Milchmengen unterschieden sich nicht zwischen der Versuchs- und Kontrollgruppe (Abbildung 2). Bei sehr ähnlichen Milchinhaltstoffen ergeben sich ebensolche Mittelwerte und Verläufe für die energiekorrigierte Milch (ECM, Abbildung 3). Für die Bewertungskennziffern der Fütterungseffizienz errechnen

sich für den Versuchszeitraum nahezu gleiche Werte für die Kontroll- und die Versuchsgruppe (kg ECM/kg TM-Aufnahme: 1,86 und 1,87; MJ NEL/kg Milch: 3,78 und 3,77).

Abbildung 2: Milchmengen der Kühe im ersten Laktationsdrittel

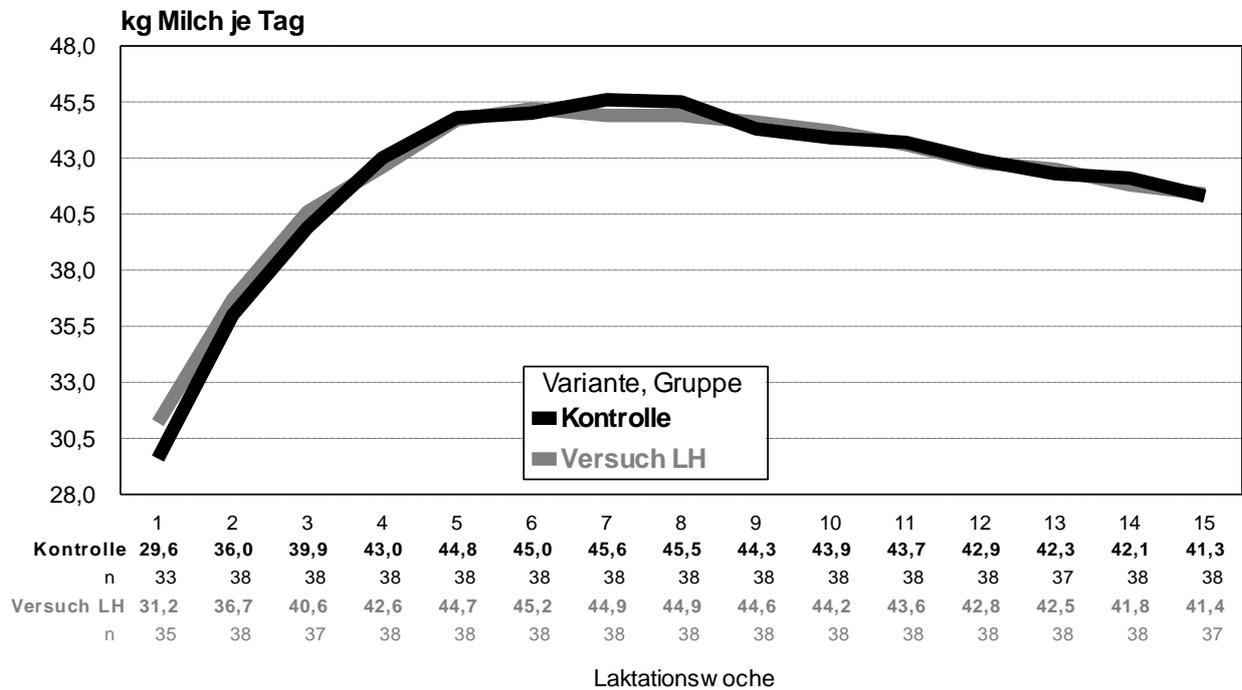


Abbildung 3: Energiekorrigierte Milchmengen der Kühe im ersten Laktationsdrittel

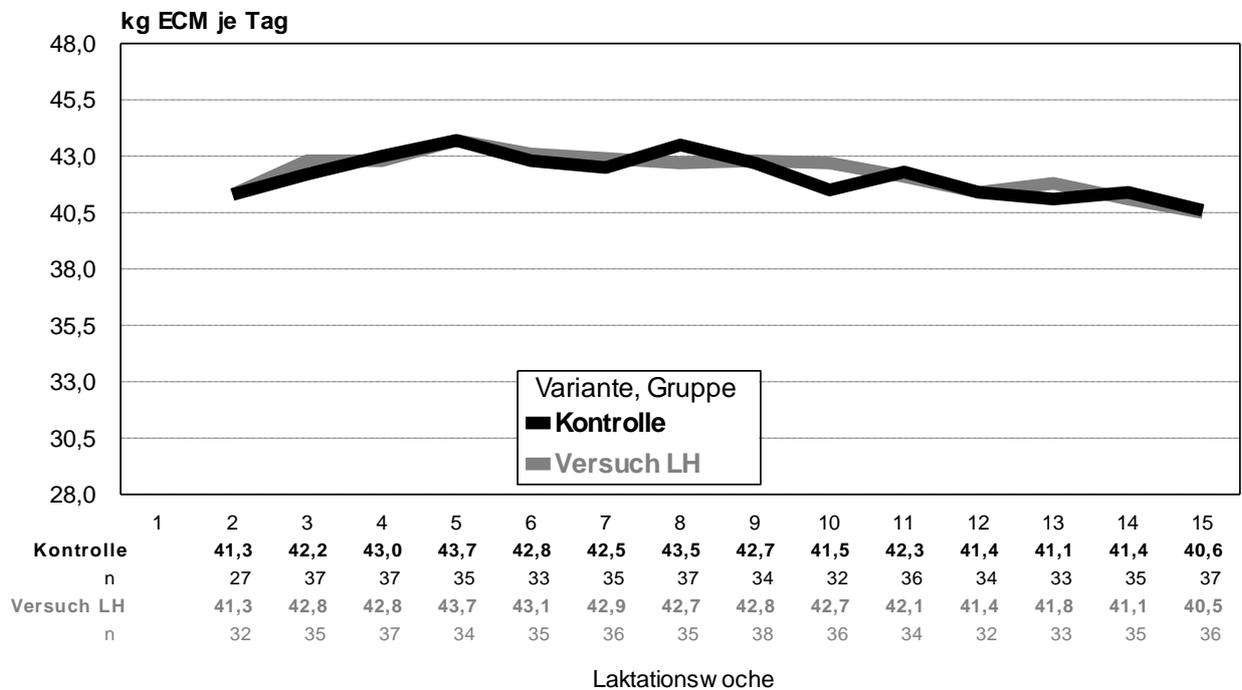


Tabelle 5: Milchmengen und Milchinhaltsstoffe der Kühe

Parameter	Gruppe				p-Wert
	Kontrolle		Versuch LH		
	Mittelwert	Stabw	Mittelwert	Stabw	
Milchmenge, kg/Tier/Tag	42,5	1,1	42,6	1,1	0,930
ECM, kg/Tier/Tag	41,9	1,0	42,0	1,0	0,925
Milchfettgehalt, %	3,87	0,08	3,91	0,08	0,810
Milcheiweißgehalt, %	3,23	0,04	3,25	0,04	0,591
Milchharnstoffgehalt, mg/l	187 ^a	4	200 ^b	4	0,011
Zellzahl, Tsd./ml	184	44	130	45	0,378

^{ab} kennzeichnen signifikante Mittelwertdifferenzen, $p < 0,05$

Die Milchharnstoffgehalte unterschieden sich signifikant zwischen den Gruppen. Diese Differenzen sind als Hinweis zu unterschiedlichen Umsetzungsprozessen im Proteinstoffwechsel einzuordnen, die anhand der zur Verfügung stehenden Daten und Messwerte nicht erklärt werden können.

In jeweils fünf zu unterschiedlichen Terminen aus Milchproben der Einzeltiere beider Gruppen gebildeten Poolproben wurden die OBCFA untersucht (Odd and Branched-Chain Fatty Acids = ungerade und verzweigt-kettige Fettsäuren). Der Gehalt an OBCFA steht in einem Zusammenhang zur der im Pansen gebildeten mikrobiellen Masse bzw. an Mikrobenprotein. Die gemessenen Gehalte und kalkulierten Mengen an OBCFA unterschieden sich nicht zwischen den Gruppen und geben keinen Hinweis auf deutliche Unterschiede in der mikrobiellen Proteinsynthese zwischen den Kühen der Kontrollgruppe und der Versuchsgruppe LH im Versuch. Ausführliche Darstellungen zur Untersuchung und Bewertung der OBCFA sind Bestandteil einer Bachelorarbeit (MLU), die als Teilbericht zum Versuch erstellt wird.

Bei angestrebter hoher N-Effizienz der Fütterung wurden vergleichsweise hohe, aber keine unterschiedlichen N-Ausnutzungen für die Kühe der beiden Gruppen berechnet (Kontrolle: 38,8 %, Versuch LH: 38,9 %). Die Abschätzung der täglichen N-Ausscheidungen je Kuh mit den Exkrementen ergab ebenfalls keine deutlichen Unterschiede (Kontrolle: 352 g, Versuch LH: 362 g). Die etwas geringeren kalkulierten Ausscheidungen für die Kontrollgruppe ergeben sich aus dem geringeren mittleren Harnstoffgehalt der Milch, der in der Schätzformel Berücksichtigung findet.

Für die Versuchsgruppe LH wurde ein geringerer Mittelwert der Zellzahlen in der Milch der Kühe festgestellt. Die gemessene Differenz erwies sich jedoch als nicht signifikant. Der Parameter Zellzahl kam nicht als Zurordnungskriterium der Gruppenbildung zur Anwendung. Ein Vergleich der mittleren Zellzahlen der Milch bzw. Milchkontrollen von Kühen ohne deutliche chronische und/oder akute Probleme (Zellzahl > 1 Mio./ml) ergab sehr ähnliche Werte (Kontrolle: 101 Tsd./ml, Versuch LH: 104 Tsd./ml, p-Wert = 0,889). Von einem grundsätzlich absenkenden Effekt auf die Zellzahl der Milch kann in diesem Versuch nicht ausgegangen werden.

Die Körpermassen und Rückenfettdicken sowie deren Veränderungen unterschieden sich im Versuchsverlauf nur sehr geringfügig (Tabelle 6).

Tabelle 6: Körpermassen und Rückenfettdicken (RFD) sowie deren Veränderung

Parameter	Gruppe				<i>p</i> -Wert
	Kontrolle		Versuch LH		
	Mittelwert	Stabw	Mittelwert	Stabw	
Körpermasse, kg					
Kalbung (post partum)	698	75	688	67	<i>0,541</i>
Kalbung bis 56. Laktationstag	-51	35	-48	49	<i>0,774</i>
56. bis 98. Laktationstag	10	28	7	24	<i>0,547</i>
RFD, mm					
Kalbung (post partum)	19,3	6,1	19,0	5,6	<i>0,785</i>
Kalbung bis 56. Laktationstag	-8,3	4,2	-8,4	4,7	<i>0,910</i>
56. bis 98. Laktationstag	-1,3	2,3	-1,1	4,0	<i>0,778</i>

Die Tabelle 7 zeigt die Ergebnisse der Untersuchungen ausgewählter Parameter des Fett-, Energie- und Proteinstoffwechsels im Blut der Versuchskühe unmittelbar nach der Kalbung sowie innerhalb von zwei Zeiträumen der Frühlaktation. Differenzierte Auswirkungen auf diese Parameter für die unterschiedlichen versorgten Kühe in den beiden Gruppen sind dabei nicht zu erkennen. Die jeweils gegenüber dem Referenzbereich (Staufenbiel, 2008) erhöhten Gehalte an NEFA in der 2./3. Laktationswoche deuten auf eine lang anhaltende und stark ausgeprägte Mobilisation von Körperfett in beiden Gruppen hin. Weitere von den jeweiligen Referenzbereichen abweichende mittlere Messwerte ergaben sich nicht. Die signifikant unterschiedlichen Gehalte an Ketonkörpern im Blut unmittelbar nach der Kalbung können nicht die Folge der erst zu diesem Zeitpunkt begonnenen unterschiedlichen Versorgung nach Versuchsvarianten mit oder ohne Lebendhefe sein. Weiterhin liegen diese beiden Mittelwerte nicht in einem Bereich, der als Hinweis auf eine ketogene Stoffwechsellage zu interpretieren wäre.

Tabelle 7: Analysenergebnisse von Stoffwechseluntersuchungen im Blut der Kühe

Parameter	Gruppe				p-Wert
	Kontrolle		Versuch LH		
	Mittelwert	Stabw	Mittelwert	Stabw	
1. Laktationswoche					
n	35		34		
Freie Fettsäuren (NEFA), µmol/l (Referenzbereich: < 800)	755	352	677	414	0,404
β-Hydroxybutyrat (BHOB), µmol/l (Referenzbereich: < 1.000)	791 ^a	266	642 ^b	257	0,021
Aspartat-Aminotransferase (ASAT) ³⁾ , U/l (Referenzbereich: < 105)	81,1	24,8	81,3	29,1	0,975
Glutamatdehydrogenase (GLDH), U/l (Referenzbereich: < 25)	11,1	11,7	11,3	9,7	0,917
Gamma-Glutamyl-Transferase (GGT), U/l (Referenzbereich: < 25)	18,1	7,4	20,0	10,6	0,400
Harnstoff, mmol/l (Referenzbereich: 3,0 bis 5,0)	3,08	0,94	3,25	0,92	0,464
2./3. Laktationswoche					
n	37		36		
NEFA, µmol/l (Referenzbereich: < 400)	790	461	617	398	0,092
BHOB, µmol/l	759	440	863	866	0,520
ASAT, U/l	79,4	30,9	83,4	39,1	0,629
GLDH, U/l	12,4	10,0	13,1	9,9	0,766
GGT, U/l	21,0	8,6	21,2	8,6	0,925
Harnstoff, mmol/l	3,22	0,91	3,20	0,69	0,890
7./8. Laktationswoche					
n	37		36		
NEFA, µmol/l (Referenzbereich: < 400)	328	190	366	256	0,475
BHOB, µmol/l	794	556	823	601	0,826
ASAT, U/l	69,1	17,3	63,9	13,9	0,162
GLDH, U/l	13,8	13,6	15,6	12,7	0,557
GGT, U/l	22,7	11,1	26,0	12,4	0,242
Harnstoff, mmol/l	3,51	0,70	3,24	0,69	0,095

¹⁾ = Glutamat-Oxalacetat-Transaminase (GOT) ^{ab} kennzeichnen signifikante Mittelwertdifferenzen

Die Tabelle 8 stellt die Ergebnisse der Harnuntersuchungen in den zwei Zeiträumen der Früh-laktation dar, die durchgeführt wurden, um mögliche Zusammenhänge zum Pansenmilieu zu untersuchen. Während zum zweiten Termin keine signifikanten Unterschiede festzustellen waren, ergab sich zum ersten Termin für die Kühe der Versuchsgruppe LH ein erkennbar geringerer Mittelwert der NSBA, der knapp unterhalb des verwendeten Referenzbereiches lag. Auch aus den anderen Parametern zur Beurteilung des Säuren-Basen-Haushaltes lässt sich eine etwas stabilere Situation in der Kontrollgruppe ableiten als in der Versuchsgruppe, ohne dass es in dieser zu unphysiologischen Referenzbereichsunterschreitungen gekommen wäre. Die Fütterung mit der Kontrollration führte also nicht zu acidotischen Stoffwechsellagen der Kühe. Bei Fütterung einer nahezu identischen Ration konnten anhand der zur Verfügung stehenden Messwerte keine zusätzlichen stabilisierenden Effekte der Lebendhefenzulage auf den Säuren-Basen-Haushalt der Kühe festgestellt werden.

Tabelle 8: Analysenergebnisse von Stoffwechseluntersuchungen im Harn der Kühe

Parameter	Gruppe				<i>p</i> -Wert
	Kontrolle		Versuch LH		
	Mittelwert	Stabw	Mittelwert	Stabw	
2./3. Laktationswoche					
n	38		36		
Netto-Säure-Basen-Ausscheidung (NSBA), mmol/l (Referenzbereich: 107 bis 193)	131,7	63,4	102,7	64,5	<i>0,055</i>
pH-Wert (Referenzbereich: 7,8 bis 8,3)	8,25 ^a	0,23	8,14 ^b	0,23	<i>0,034</i>
Säuren mmol/l (Referenzbereich: 50 bis 100)	77,2	22,5	78,3	20,6	<i>0,832</i>
Basen mmol/l (Referenzbereich: 150 bis 250)	215,0	71,9	189,3	63,2	<i>0,106</i>
Basen-Säuren-Quotient (BSQ) (Referenzbereich: 2,5 bis 4,8)	2,87	0,91	2,51	0,87	<i>0,086</i>
Ammonium (NH ₄) mmol/l (Referenzbereich: < 10)	6,37 ^a	2,41	8,58 ^b	5,61	<i>0,031</i>
7./8. Laktationswoche					
n	38		36		
NSBA, mmol/l	136,4	51,2	130,5	45,3	<i>0,602</i>
pH-Wert	8,19	0,15	8,16	0,33	<i>0,638</i>
Säuren, mmol/l	77,8	21,1	76,8	21,2	<i>0,838</i>
Basen, mmol/l	215,7	49,5	215,1	45,7	<i>0,953</i>
BSQ	3,03	0,97	2,92	0,65	<i>0,563</i>
NH ₄ , mmol/l	7,79	2,94	7,78	5,30	<i>0,991</i>

^{ab} kennzeichnen signifikante Mittelwertdifferenzen

Die Aussiebung von Kotproben mit der Feststellung der Anteile an Kotbestandteilen unterschiedlicher Partikellängen ergaben keine Differenzen, die auf deutliche Unterschiede in der Faserverdauung der Kühe der beiden Gruppen schließen lassen. Ausführliche Darstellungen zur Untersuchung und Bewertung der Kotpartikellängen sind Bestandteil der Bachelorarbeit (MLU), die als Teilbericht zum Versuch erstellt wird.

In beiden Gruppen wurden von den 38 Kühen 36 zur Besamung freigegeben und jeweils zwei Tiere als zuchtuntauglich eingeschätzt (Leistungsselektion und Gliedmaßenschädigungen). In beiden Gruppen waren zum Abschluss des Versuchs 94 % der besamungswürdigen Kühe tragend. Die Rastzeiten unterschieden sich nur sehr geringfügig. Sie lag in der Kontrollgruppe bei 92 Tagen (Stabw: 19) und in der Versuchsgruppe bei 86 Tagen (Stabw: 18). Die Zwischentragezeiten betragen jeweils 120 Tage (Stabw. Kontrolle: 49, Versuch LH: 44). Die Anzahl an Besamungen je Trächtigkeit lag ebenfalls auf einem ähnlichen Niveau von 2,2 (Kontrolle) und 2,4 (Versuch LH).

Zusammenfassung

Aus der Fütterungspraxis wird häufig über positive Effekte der Ergänzung von Rationen für Milchkühe mit hoher Leistung und/oder in der Früh-laktation mit Lebendhefen berichtet (Stabilisierung/Optimierung Pansen-pH-Wert und Acidoseprophylaxe, Steigerung von Futteraufnahmen, Milch- und Milcheiweißleistungen). Besonders deutliche Effekte werden für den Einsatz der Lebendhefen bei der Versorgung der Kühe mit Rationen mit knapperer Strukturwirksamkeit und/oder hohen Anteilen an Stärke und Zucker im Grenzbereich wiederkäuergerechter Fütterung erwartet. Aber auch als Ergänzung der Fütterung nach guter fachlicher Praxis wird der Einsatz von Lebendhefen empfohlen, um eine höhere Verdaulichkeit des Grobfutters, eine Förderung der mikrobiellen Proteinsynthese und dann wiederum Steigerung von Futteraufnahmen und Leistungen zu erreichen. Diese Wirkungen bestätigten sich teilweise in Fütterungsversuchen, teilweise konnten keine oder nur geringe Effekte gemessen werden. Insgesamt stellen sich die Ergebnisse zum Einsatz unterschiedlicher Lebendhefenprodukte/-stämme differenziert dar.

In dem Einzeltierfütterungsversuch mit 76 Hochleistungskühen im ersten Laktationsdrittel am ZTT Iden konnten keine Effekte der Ergänzung der Ration mit Lebendhefen (*Saccharomyces cerevisiae*, Stamm NCYC Sc 47 [E1702]) in den empfohlenen Dosierungen bei einer wiederkäuergerechten Fütterung festgestellt werden.

Literaturangabe

Ali, T. E.; L. R. Schaeffer (1987): Accounting for covariances among test day milk yields in dairy cows, *Canadian Journal of Animal Science* 67: 637-644.

BANNINK, A. und HINDLE, V.A. (2003): Prediction of N-intake and N-excretion by dairy cows from milk data (in dutch). Report 030008567, Animal Sciences Group Lelystad

DLG-Arbeitskreis Futter und Fütterung (2012): Fütterungsempfehlungen für Milchkühe im geburtsnahen Zeitraum, DLG-Verlag, Frankfurt a. M.

Kenward, M. G.; J. H. Roger (1997): Small sample inference for fixed effects from restricted maximum likelihood, *Biometrics* 53 (3): 983-997.

Scheidemann, C.; Steingäß, H. (2004): Lebendhefeneinsatz in der Rinderfütterung, 31. *Viehwirtschaftliche Fachtagung, Bericht BAL Gumpenstein*: 65-71

Spilke, J.; A. Tuchscherer (2001): Simulationsuntersuchungen zum Einfluss verschiedener Strategien der Varianzkomponentenschätzung und Hypothesenprüfung auf die statistischen Risiken in gemischten linearen Modellen mit ungleicher Klassenbesetzung, *Zeitschrift für Agrar-informatik* 4: 66-75.

STAUFENBIEL, R. (2008): Referenzwerte zur Bestanduntersuchung, Tierärztliche Nutztierambulanz und Diagnostischer Dienst am Rind, Freie Universität Berlin