



SACHSEN-ANHALT

Landesanstalt für
Landwirtschaft und
Gartenbau

**Effekte der N-Zulage und Rohproteinergänzung
mittels Futterharnstoff zu Rationen mit
bedarfsgerecht ausgerichtetem nXP-Gehalt
und negativer Ruminaler-N-Bilanz für Milchkühe
mit hohen Milchleistungen**

Versuchsbericht

Arbeitsgruppe:

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

Landwirtschaftskammer Niedersachsen (LWK)
Freundallee 9a, 30173 Hannover
Andrea Meyer
Tel. 0511-36654479, e-mail Andrea.Meyer@LWK-Niedersachsen.de

Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg (MLU), Institut für Agrar- und Ernährungswissenschaften
Theodor-Lieser-Straße 11, 06120 Halle/S.
Dr. Michael Bulang, e-mail bulang@landw.uni-halle.de

Abkürzungsverzeichnis

ADFom	Säure-Detergenzien-Faser, organisch
aNDFom	Neutral-Detergenzien-Faser, organisch
Ca	Calcium
DCAB	Dietary Cation-Anion Balance, Kationen-Anionen-Bilanz
DLG	Deutsche Landwirtschaftsgesellschaft
FM	Frischmasse
GF	Grobfutter
GfE	Gesellschaft für Ernährungsphysiologie
h	Stunde
KM	Körpermasse
LKV ST	Landesverband für Leistungs- und Qualitätsprüfung Sachsen-Anhalt
LLG	Landesanstalt für Landwirtschaft und Gartenbau Sachsen-Anhalt
LWK	Landwirtschaftskammer Niedersachsen
ME	Umsetzbare Energie
MLU	Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg
MW	Mittelwert
N	Stickstoff
NEL	Nettoenergie-Laktation
N	Stickstoff
n	Anzahl
NPN	Nicht-Protein-Stickstoff
nXP	Nutzbares Rohprotein
NSBA	Netto-Säuren-Basen-Ausscheidung
P	Phosphor
p	Signifikanzwert, Überschreitungswahrscheinlichkeit
r	Korrelationskoeffizient (Pearson-Korrelation)
r²	Bestimmtheitsmaß
RES	Rapsextraktionsschrot
RFD	Rückenfettdicke
RNB	Ruminale Stickstoffbilanz
SE	Standardfehler
SES	Sojaextraktionsschrot
Stabw	Standardabweichung
TM	Trockenmasse
TMR	Totale Mischration
UDP	Unabbaubares Rohprotein
ZTT	Zentrum für Tierhaltung und Technik

Teil I: Fütterungsversuch

1. Einleitung und Fragestellungen

Rohproteinversorgung mit hoher Futter-N-Ausnutzung wird angestrebt, um in der Milchkuhfütterung nach guter fachlicher Praxis die N-Effizienz verbessern und so betriebliche N-Bilanzen optimieren zu können. Eine Möglichkeit dafür besteht in der Reduzierung der Rohproteinangebote für die Kühe durch das Absenken der Rohproteingehalte in den Gesamtrationen. Damit könnte unter bestimmten Rahmenbedingungen dazu beigetragen werden, mögliche hohe Emissionen in die Umwelt zu reduzieren. Gleichzeitig soll die Beeinträchtigung der potenziell hohen Leistungsfähigkeit (Milcheiweißmenge) der Milchkühe als Folge einer nachteiligen bzw. hemmenden Beeinflussung der ruminalen mikrobiellen Proteinsynthese und einer deshalb reduzierten Verfügbarkeit an nutzbarem Rohprotein (nXP) soweit wie möglich ausgeschlossen werden.

Mögliche Einsparungen an zukünftig in geringerem Umfang verfügbaren Eiweißfuttermitteln durch die höchst mögliche Ausnutzung der ernährungsphysiologischen Potenziale der mikrobiellen Proteinsynthese können zur Einsparung von Ressourcen und Futterkosten beitragen.

In Abhängigkeit von der Körpermasse und der Leistung lässt sich der jeweils notwendige nXP- und Rohproteinbedarf für Milchkühe nach GfE (2001) wie folgt ableiten:

- Erhaltungsbedarf für 700 kg Lebendmasse:
470 g nXP/Tag (+/- 20 g nXP je 50 kg Lebendmasse),
- Milchleistungsbedarf bei 4 % Fett und 3,4 % Eiweiß:
85 g nXP/kg Milch (+/- 2 g nXP je 0,1 % Eiweiß),
- ausgeglichene Ruminale Stickstoff-Bilanz (RNB),
ohne Verschiebungen in den stark ausgeprägten negativen oder positiven Bereich
(ca. -10 bis + 20 g/Kuh/Tag).

Unter Verwendung dieser Bedarfsangaben ergeben sich kalkulatorisch notwendige Gehalte an nXP und Rohprotein je kg Trockenmasse (TM) der Gesamtration für differenzierte Milchleistungen und Futteraufnahmen (Tabelle I/1).

Tabelle I/1: Notwendige Gehalte an nXP und Rohprotein von Rationen für Kühe mit unterschiedlichen Milchleistungen und TM-Aufnahmen

Milchmenge	TM-Aufnahme ¹⁾	nXP ²⁾	Rohprotein ³⁾
kg/Kuh/Tag		g/kg TM	
25	18	144	141 - 151
30	20	151	148 - 157
35	22	157	154 - 162
40	24	161	159 - 166
45	26	165	163 - 175

¹⁾ Erwartete TM-Aufnahme nach Gruber (2005)

²⁾ 700 kg Körpermasse, 3,4 % Milcheiweißgehalt, 4 % Milchfettgehalt

³⁾ Kalkulation: $nXP + RNB/6,25$ (Variation -10 bis + 20 g RNB/Kuh/Tag)

Für ein Leistungsniveau von 40 kg je Kuh und Tag errechnen sich ein nXP-Gehalt von 161 g/kg TM und Rohproteingehalte im Bereich von 159 bis maximal 166 g als Zielwerte für eine bedarfsgerechte und effiziente Proteinversorgung. Effekte einer Absenkung der Rohproteingehalte der Ration unter das kalkulierte Niveau zum Zweck des Erreichens höherer Futter-N-Effizienz sind zu prüfen, um entsprechende Verfahrensweisen für die praktische Milchkuhfütterung bewerten zu können.

In Fütterungsversuchen am Standort des ZTT erfolgten bereits Untersuchungen zur dargestellten Problematik. Dabei wurde für die jeweilige Kontroll-/Standardvariante der Proteinversorgung eine auf Bedarfsdeckung und gute Futter-N-Effizienz ausgerichtete Totale Mischration (TMR) mit einem nXP-Gehalt von ca. 160 g/kg TM und einem Rohproteingehalt im Bereich von > 160 g bis < 165 g/kg TM an die Kühe verfüttert. Für die Versuchsvarianten, in denen die Kühe Rationen mit reduzierten Rohproteingehalten erhielten, waren folgende Effekte zu verzeichnen.

Versuch 1

- Reduzierung der Rohproteingehalte der Ration durch verringerten Einsatz an Eiweißfuttermittel (Rapsextraktionsschrot), dadurch gleichzeitig reduzierter Gehalt an nXP, 144 g Rohprotein, 153 g nXP/kg TM →
- Signifikant reduzierte Rohprotein- und nXP-Aufnahmen, stark negative kalkulierte RNB, -34 g/Kuh/Tag,
- Milchleistungen auf hohem Niveau, > 40 kg/Kuh/Tag, jedoch Rückgang der Milch- und ECM-Leistung um ca. 3 kg/Kuh/Tag (41,1 kg Milch, Kontrolle 44,4 kg; 40,5 kg ECM, Kontrolle 44,0 kg)
- Reduzierte Milchharnstoffgehalte, 155 mg/l (Kontrolle 209 mg/l), Verbesserte kalkulierte Futter-N-Ausnutzung, 41 % (Kontrolle 38 %), Reduzierte kalkulierte N-Bilanzen, 303 g/Kuh/Tag (Kontrolle 375 g/Kuh/Tag)

Versuch 2

- Reduzierung der Rohproteingehalte der Ration, in geringerem Umfang als im Versuch 1, vergleichbare nXP-Gehalte zur Kontrollvariante, Einsatz von Eiweißfuttermittel (Rapsextraktionsschrot) mit erhöhtem UDP-Anteil, 151 g Rohprotein, 161 g nXP/kg TM →
- Signifikant reduzierte Rohprotein-Aufnahmen bei nicht unterschiedlichen nXP-Aufnahmen, stark negative kalkulierte RNB, -43 g/Kuh/Tag,
- Keine signifikanten Leistungsunterschiede zur Kontrollvariante, hohes Leistungsniveau (45,0 kg Milch, Kontrolle 44,4 kg; 44,2 kg ECM, Kontrolle 43,7 kg)
- Reduzierte Milchharnstoffgehalte, 155 mg/l (Kontrolle 198 mg/l), Verbesserte kalkulierte Futter-N-Ausnutzung, 39 %, (Kontrolle 37 %) Reduzierte kalkulierte N-Bilanzen, 357 g/Kuh/Tag (Kontrolle 394 g/Kuh/Tag) (Ausführliche Versuchsberichte unter <http://www.llg-lsa.de/>)

Im nachfolgend dargestellten neuen Fütterungsversuch sollten folgende Fragestellungen bearbeitet werden:

Kann bei einem Rohproteingehalt der Gesamtration von 150 g/kg TM und einem kalkulierten nXP-Gehalt von 160 g/kg TM ein stabil hohes Leistungsniveau bei relativ geringen N-Ausscheidungen und reduzierten N-Bilanzen gesichert werden?

Sind durch die Zulage von Nicht-Protein-Stickstoff (NPN) zu einer solchen Ration steigernde Effekte auf die Futteraufnahmen und/oder die Milcheiweißleistung als Folge höherer ruminaler N-Verfügbarkeit nach zu verzeichnen?

Sind solche Effekte mit der Zulage von Futterharnstoff zu Rationen mit bedarfsgerechter nXP-Versorgung, aber kalkulierter stark negativer RNB zu erreichen?

2. Material und Methoden

2.1 Versuchskühe, Gruppenbildung

In den Versuch wurden 76 Kühe der Rasse Deutsche Holstein einbezogen. Die Bildung ausgeglichener Versuchsgruppen erfolgte durch zufällige Zuordnung der Tiere unter Berücksichtigung der Laktationsnummer, des genetischen Leistungspotenzials und aktueller Milchleistungen sowie der körperlichen Entwicklung (Tabelle 1/2).

Tabelle 1/2: Beschreibung der Versuchsgruppen

	Versuchsgruppe			
	A		B	
Anzahl	38		38	
davon 1. Laktation	5 (13 %)		5 (13 %)	
Parameter	MW	Stabw	MW	Stabw
Laktationsnummer	3,4	1,7	3,4	1,8
Laktationstag Versuchsbeginn ¹⁾	86	25	86	24
Leistung Vorlaktation Mehrkalbskühe				
Milchmenge, kg/Kuh	12.160	2.001	12.200	1.870
Milchfettgehalt, %	3,75	0,52	3,72	0,48
Milcheiweißgehalt, %	3,47	0,22	3,46	0,19
Ergebnisse MLP vor Versuchsbeginn (LKV ST)				
Milchmenge, kg/Kuh/Tag	49,7	7,5	49,7	8,3
Milchfettgehalt, %	3,67	0,56	3,66	0,65
Milcheiweißgehalt, %	3,39	0,23	3,41	0,24
Milchmenge vor Versuchsbeginn, kg/Kuh/Tag				
Woche -4 (Wochenmittelwert)	48,7	6,7	48,8	7,8
Woche -3	49,5	6,7	49,0	7,8
Woche -2	48,4	7,6	48,1	8,1
Woche -1	49,0	7,2	48,5	7,5
Zum Versuchsbeginn				
Körpermasse, kg	678	70	686	69
Rückenfettstärke, mm	12,5	5,2	12,8	6,1
Körperkondition, BCS	2,2	0,5	2,2	0,4

¹⁾ Beginn Vorperiode „V“, s. Tabelle 3

2.2 Abschnitte der Fütterung und Rationsgestaltung

Entsprechend der Versuchsfragestellung erfolgte die unterschiedliche Fütterung der Kühe in den Gruppen. Nachfolgend differenziert als „reduziert“ und „bedarfsgerecht“ eingeordnete Rohproteinversorgung leitet sich aus der in Tabelle 1 dargestellten Kalkulation ab.

Gruppe A: Rohproteingehalt reduziert, RNB negativ, keine Harnstoffzulage

Gruppe B: Rohproteingehalt bedarfsgerecht, RNB ausgeglichen, Harnstoffzulage.

Die Fütterung erfolgte mit TMR. Tabelle I/3 beschreibt verschiedene Abschnitte und Zeiträume (Phasen) der Fütterung und der Datenerfassung in Übersichtsform. Vor der Einstellung in das Versuchsabteil wurden die Kühe beider Gruppen im Rahmen der Produktionsroutinen für die Milchkuhherde des ZTT gefüttert (TMR-Gruppenfütterung, Proteinversorgung bedarfs- und effizienzorientiert). Nach der Einstellung in das Versuchsabteil erfolgte während der Vorphase „V“ die Versorgung aller Tiere mit einer Ration (Gehalte: 155 g Rohprotein, 159 g nXP, -0,7 RNB je kg TM).

Tabelle I/3: Haltungs- und Fütterungsabschnitte im Zeitraum der Datenerfassung

Haltungsbereich	Fütterung (Ration)	Bezeichnung	Dauer
Produktionsstall	undifferenziert nach Produktionsroutine	Produktionsphase Vorwochen „P4 – P1“	4 Wochen
Versuchsabteil	undifferenziert nach Versuchsplan	Vorphase Wochen „V2 – V1“	2 Wochen
	differenziert (A, B) nach Versuchsplan	Hauptfütterungsversuch Versuchswochen „H1 – H14“	14 Wochen
	undifferenziert (B) nach Versuchsplan	Nachphase Wochen „N1 – N3“	3 Wochen

Auch im Hauptfütterungsversuch wurden die Rationen für beide Gruppen vergleichbar zusammengestellt (Tabelle I/4), jedoch mit unterschiedlicher Mineralfutterzugabe (Tabelle I/5). Dabei erhielt die Gruppe A ein herkömmliches Mineralfutter, welches auch in der Produktionsroutine der Fütterung der Milchkuhherde des ZTT zum Einsatz kommt. Das Mineralfutter für die Kühe der Gruppe B enthielt 27 % Futterharnstoff (Tabelle I/6). Daraus ergibt sich ein durchschnittlicher Futterharnstoffeinsatz je Kuh und Tag von 87 g in der Gruppe B in den Wochen H1 bis H14. Dies entspricht kalkulatorisch einem zusätzlichen Rohproteinangebot von 9 g je kg TM der Ration und 250 g je Kuh und Tag. Daraus ergibt sich eine kalkulierte zusätzliche ruminale N-Verfügbarkeit von 40 g je Kuh Tag für die Tiere der Gruppe B. In der Nachphase erhielten alle Kühe im Versuch die Ration der Gruppe B.

Tabelle I/4: Zusammensetzung der Rationen im Fütterungsversuch

(Mittelwerte Versuchsfuttertage „H“, Ladeprotokolle Futtermischwagen, Bestimmungen Trockenmassegehalte Grobfuttermittel, Standardwerte Trockenmassegehalte Kraftfuttermittel)

Futtermittel	Ration	
	A	B
	Anteil TM der TMR, %	
Maissilage	26,7	27,1
Grassilage	16,7	16,6
Luzernesilage	6,7	6,5
Stroh, gehäckselt	1,8	1,8
Pressschnitzelsilage/Trockenschnitzel melassiert	9,6	9,5
Feuchtkornmais	6,7	6,6
Mischfutter (jeweils $\frac{1}{3}$ Mais, Gerste, Roggen)	13,6	13,6
Rapsextraktionsschrot	16,1	16,2
Rationsergänzungen ¹⁾	2,1	2,3

¹⁾ s. Tabelle I/5

Tabelle I/5: Zusammensetzung der Rationsergänzung

(Mittelwerte Versuchsfuttertage „H“, Ergänzungsprotokoll Lademengen Futtermischwagen)

Futtermittel	Ration	
	A	B
	Anteil der Ergänzung, %	
Mineralfutter MoP	39,4	-
Mineralfutter MoP UREA	-	51,2
Passenpuffer (NaHCO ₃)	18,7	16,3
Viehsalz (NaCl)	5,2	-
Futterkalk (CaCO ₃)	8,2	5,9
Säuren (C ₆ H ₅ COONa, C ₂ H ₃ NaO ₂)	28,5	26,6

Tabelle I/6: Deklaration der eingesetzten Mineralfutter

Futtermittelbestandteil	Ration	
	A MoP	B MoP UREA
	Anteil am Mineralfutter, %	
CaCO ₃	44,9	32,5
NaCl	31,5	22,5
MgO	11,9	8,5
Weizengrießkleie	4,8	3,2
Zuckerrübenmelasse	3,5	1,8
Harnstoff (CH ₄ N ₂ O)	-	27,1
Weitere Zusatzstoffe	3,4	4,4

Die berechneten Gehaltswerte der Rationen sind in Tabelle I/7 dargestellt. Die Abbildungen I/1 bis I/3 dokumentieren die relative Konstanz der nXP-Gehalte der beiden im Versuch eingesetzten TMR auf ähnlichem Niveau sowie die Veränderungen und Differenzen der Rohproteingehalte und der RNB im Hauptversuch zwischen A und B.

Tabelle I/7: Berechnete ausgewählte Gehaltswerte der Rationen

(Mittelwerte Versuchsfuttertage „H“, Verrechnung Ladeprotokolle Futtermischwagen, Bestimmungen/Annahmen Trockenmassegehalte, Ergebnisse Analyseergebnisse für Einzelfuttermittel)

Gehalt	Ration	
	A	B
	je kg TM der TMR	
NEL, MJ	7,1	7,1
Rohprotein, g	147	157
nXP, g	158	158
RNB, g	-2,0	-0,4
Rohfaser, g	166	166
ADFom, g	198	198
aNDFom, g	320	319
Stärke, g	231	230
Zucker einschließlich Fruktane, g	29	29
Ca, g	7,1	7,0
P, g	4,2	4,2
DCAB, meq	101	100

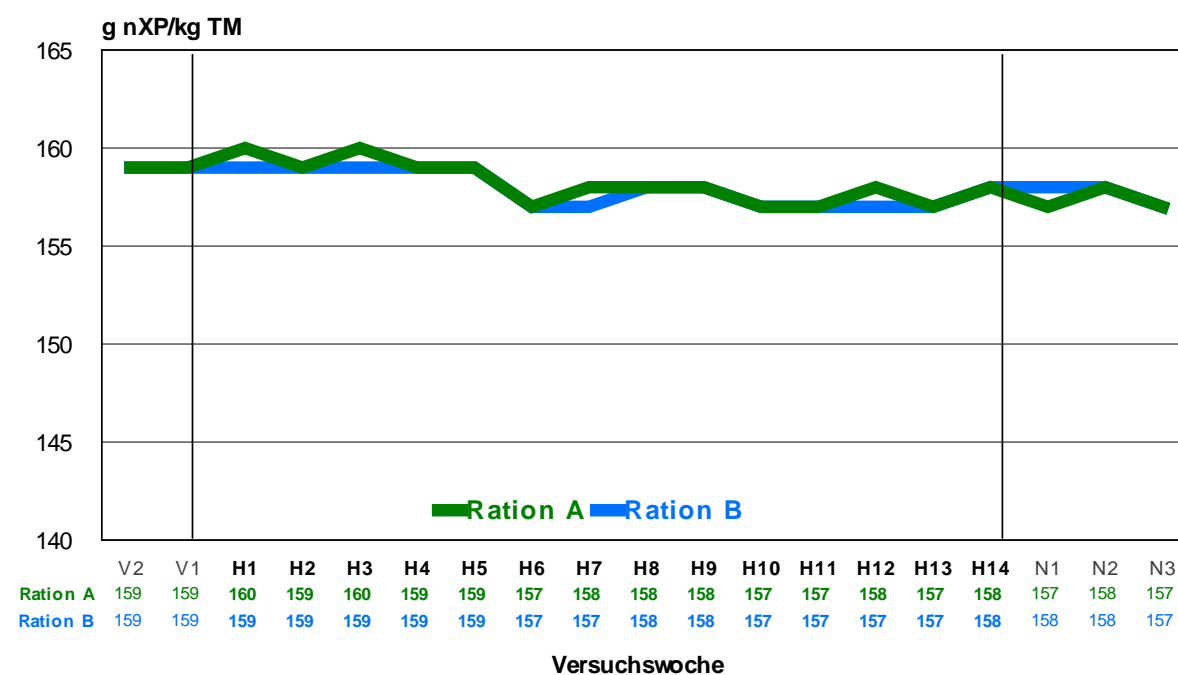


Abbildung I/1: nXP-Gehalte der Rationen A und B (Wochenmittelwerte einschließlich Vor- und Nachphase)

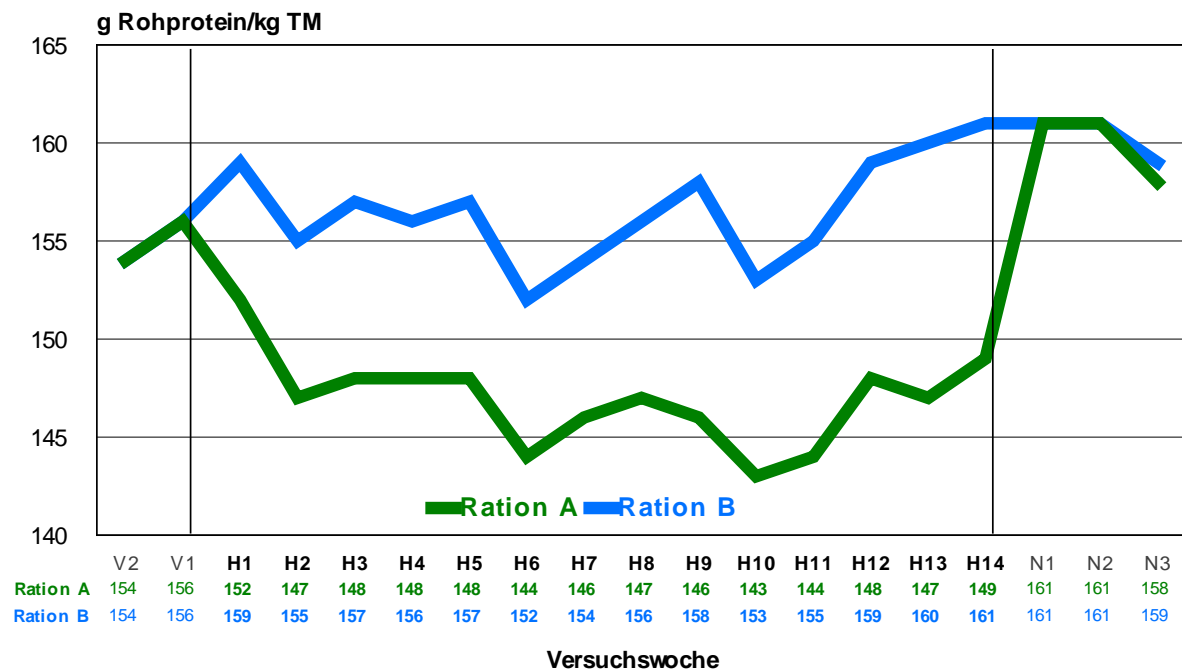


Abbildung I/2: Rohproteingehalte der Rationen A und B (Wochenmittelwerte einschließlich Vor- und Nachphase)

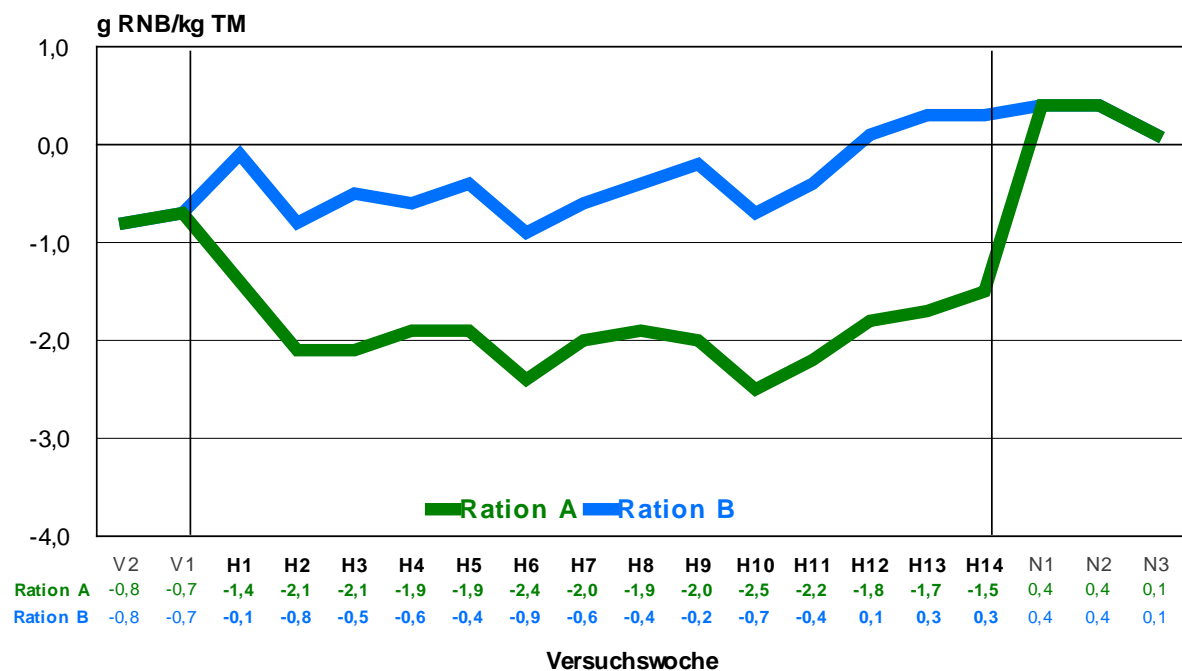


Abbildung I/3: RNB der Rationen A und B (Wochenmittelwerte einschließlich Vor- und Nachphase)

Die Differenzierung der Rohproteingehalte und der N-Angebote der Rationen wurden umgesetzt. Stichprobenartig durchgeführte Voll-TMR-Analysen bestätigten dies, weisen aber ebenso auf die möglichen täglichen Variationen der Gehaltswerte der Rationen in der praktischen Umsetzung hin (Tabelle I/8).

Aktuelle Anpassungen der Rationszusammensetzung zur Einhaltung der festgelegten Zielwerte der Rationsgestaltung anhand jeweils verfügbarer Futtermittel und aktueller Analysenwerte sowie in

Abhängigkeit vom mittleren Laktationstag der Versuchskühe wurden im Versuchsverlauf vorgenommen.

Tabelle I/8: Analytierte ausgewählte Gehaltswerte der Rationen

(Stichproben im Hauptversuch „H“, Voll-TMR-Analytik, n = 8 je Variante)

Gehalt	Ration			
	A		B	
	je kg TM der TMR			
	MW	Stabw	MW	Stabw
Trockenmasse, %	454	19	458	20
Rohprotein, g	151	5	163	10
Rohfaser, g	172	8	164	8
ADFom, g	212	11	205	9
aNDFom, g	347	12	340	8
Stärke, g	275	16	275	20
Zucker, g	35	7	40	8
Ca, g	7,8	0,5	7,5	0,5
P, g	4,4	0,2	4,6	0,4

Die Tabelle I/9 zeigt ausgewählte mittlere Gehaltswerte der im Versuch eingesetzten Grobfuttersilagen und des Rapsextraktionsschrotes.

Tabelle I/9: Ausgewählte analysierte Gehaltswerte der im Versuch eingesetzten Grobfuttersilagen und des Eiweißfuttermittels (Mittelwerte durchgeführter Futtermittelanaysen)

	Futtermittel			
	Silage			Raps- extraktions- schrot
	Mais	Gras	Luzerne	
Anzahl Analysen	10	8	9	6
Gehalt	je kg TM			
NEL, MJ	7,1	6,4	5,1	7,3
Rohprotein, g	71	144	168	381
nXP, g	137	138	123	252
RNB, g	-10	+1	+7	+21
ADFom, g	199	253	350	249
aNDFom, g	341	437	427	316

2.3 Datenerfassung und statistische Auswertung

Die im Versuch durchgeführte Datenerfassung ist in Übersichtsform in der Tabelle I/10 dargestellt.

Tabelle I/10: Datenerfassung im Fütterungsversuch

Parameter, Methode, Frequenz	
Futteraufnahme, Frischmasse der TMR (Automatische Wiegetröge mit Tiererkennung)	täglich, Einzeltiere
Rationszusammensetzung (Ladeprotokoll Futtermischwagen mit Waage)	täglich, Einzelfuttermittel/TMR
TM-Gehalte Grobfuttermittel (Trockenofen)	mehrmals wöchentlich
Futtermittelanalysen nach festgelegtem Spektrum, s. Tabellen 7 - 9 (LUFA-Methoden)	- Grobfuttersilagen, - Rapsextraktionsschrot s. Tabelle 9 - Feuchtkornmais, - Getreide-Mais-Mischfutter, - Press-/Trockenschnitzel jeweils 1 x
Milchmengen (Melkstand)	täglich
Milchfettgehalt, Milcheiweißgehalt (DLQ-Methoden)	wöchentlich
Milchharnstoffgehalt (DLQ-Methoden, s. Teil II des Berichtes) - Referenzmethode, nasschemisch - Infrarotspektrophotometrie	
Körpermasse, Rückenfettdicke, Körperkondition (Waage, bildgebendes Ultraschallgerät, BCS)	Versuchsbeginn, Versuchsende

Die statistische Auswertung der Daten der Futteraufnahmen sowie der Milchleistungen und Milchinhaltsstoffe erfolgte mittels gemischtem linearen Modell (Testtagsmodell) mit der SAS-Prozedur MIXED. Neben dem interessierenden festen Effekt der Proteinversorgung waren als weitere Einflussgrößen der Laktationstag (fest) sowie wiederholte Leistungen (zufällig) zu berücksichtigen. Für die Körpermassen und Rückenfettdicken sowie für die NSBA im Harn erfolgte die Prüfung der Mittelwertdifferenzen auf Signifikanz mittels t-Test für eine unabhängige Stichprobe (Programm SPSS). Mittels t-Test wurden auch die Mittelwertdifferenzen der Futter- und Nährstoffaufnahmen sowie Leistungsdaten zwischen den Gruppen für die einzelnen Versuchswochen auf Signifikanz geprüft.

3. Ergebnisse

3.1 Futter-, Energie- und Nährstoffaufnahmen

Die TM-Aufnahmen lagen mit ca. 27 kg je Kuh und Tag für beide Gruppen auf einem hohen Niveau und unterschieden sich zwischen diesen im Mittel des Hauptfütterungsversuchs nicht signifikant voneinander (Tabelle I/11). Dies trifft ebenso für die berechneten Aufnahmen an Energie sowie für

die Aufnahmen an Struktur- und leicht verdaulichen Kohlenhydraten zu. Bei ebenfalls nicht signifikant unterschiedlichen nXP-Aufnahmen nahmen die Kühe der Gruppe B infolge der Harnstoffzulage zu ihrer Ration deutlich mehr N und somit Rohprotein auf. Die für die Gruppe B kalkulierte RNB lag noch im negativen Bereich, aber höher als für die Kühe der Gruppe A, deren Ration keinen Futterharnstoff enthielt.

Unter Einbeziehung der Fütterungswochen der Vorphase „V“ und der Nachphase „N“ zeigen die mittleren wöchentlichen TM-Aufnahmen einen leichten Anstieg für die Kühe der Gruppe B nach Harnstoffzulage und höherer ruminaler N-Verfügbarkeit hin (Abbildung I/4). Eine signifikant höhere Aufnahme an TM und somit an Energie und nXP war jedoch nur in der Woche H4 festzustellen.

Tabelle I/11: Trockenmasse-, Energie- und ausgewählte Nährstoffaufnahmen im Fütterungsversuch
(Mittelwertvergleich, Testtagsmodell, 50. – 220. Laktationstag, ohne Vor- und Nachphase)

Parameter Aufnahme	Versuchsgruppe				<i>p</i> -Wert
	A		B		
	MW	SE	MW	SE	
Trockenmasse, kg/Tag	26,8	0,5	27,3	0,5	0,462
NEL, MJ/Tag	190	3,6	193	3,6	0,519
nXP, g/Tag	4238	80	4312	80	0,510
Rohprotein, g/Tag	3933 ^a	76	4279 ^b	76	0,002
RNB, g/Tag	-53 ^a	1	-10 ^b	1	< 0,001
Rohfaser, g/Tag	4450	82	4525	82	0,526
ADFom, g/Tag	5311	97	5402	97	0,513
aNDFom, g/Tag	8556	157	8707	157	0,501
Stärke + Zucker, g/Tag	7737	131	7843	131	0,568

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

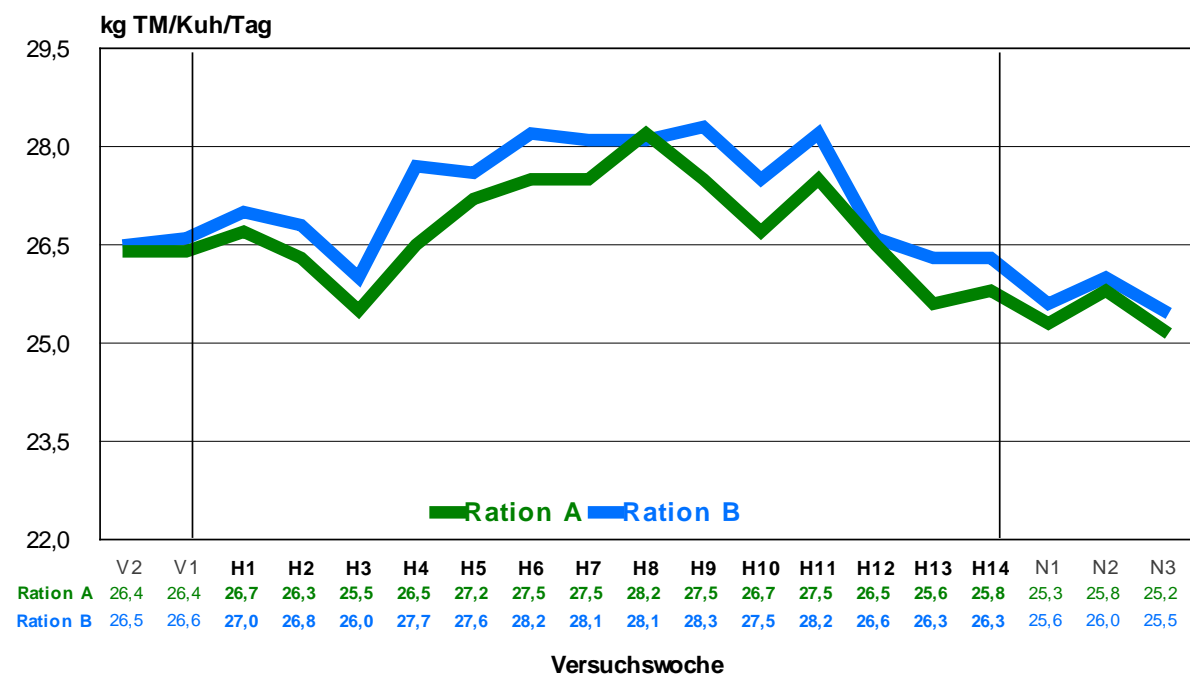


Abbildung I/4: Mittlere TM-Aufnahmen der Kühe der Gruppen A und B
(Wochenmittelwerte einschließlich Vor- und Nachphase)

3.2 Milchleistungen und Milchinhaltsstoffe, N-Ausscheidungen und N-Effizienz

Für die Milchmengen und die Gehalte an Fett und Eiweiß in der Milch sowie für die daraus berechneten Mengen an Inhaltsstoffen und an energiekorrigierter Milch traten im ausgewerteten Zeitraum des Hauptfütterungsversuchs keine signifikanten Mittelwertdifferenzen auf (Tabelle I/12). Bei der mittleren Milcheiweißmenge war in der Tendenz eine höhere Leistung für die Gruppe B erkennbar ($p < 0,1$).

Bei der Betrachtung der Verläufe der natürlichen und energiekorrigierten Milchmengen unter Berücksichtigung der mittleren wöchentlichen Werte der Produktionsphase „P“ und der Vorphase „V“ zeigt sich für die Gruppe B ein Anstieg nach der Zulage von Harnstoff zur Ration (Abbildung I/5 bis I/7). In der Nachphase blieben die Differenzen des Hauptversuchs bei diesen Parametern jedoch auch nach einheitlicher Fütterung beider Gruppen mit der harnstoffergänzten Ration B konstant bestehen.

Tabelle I/12: Milchmengen und Milchinhaltsstoffe im Fütterungsversuch

(Mittelwertvergleiche, Testtagsmodell, 50. – 220. Laktationstag, ohne Vor- und Nachphase)

Parameter Aufnahme	Versuchsgruppe				<i>p</i> -Wert
	A		B		
	MW	SE	MW	SE	
Milchmenge, kg/Tag	42,4	1,0	43,9	1,0	0,306
Milchfettgehalt, %	3,63	0,08	3,55	0,08	0,509
Milcheiweißgehalt, %	3,45	0,03	3,48	0,03	0,662
ECM, kg/Tag	40,5	0,8	41,7	0,8	0,269
Milchfettmenge, g/Tag	1522	23	1540	23	0,587
Milcheiweißmenge, g/Tag	1452	27	1519	27	0,080
Milchharnstoffgehalt ¹⁾ , mg/dl	17,4 ^a	0,4	21,3 ^b	0,4	<0,001
Milchharnstoffgehalt ²⁾ , mg/dl	16,2 ^a	0,3	20,6 ^b	0,3	<0,001

¹⁾ IR-Methode ²⁾ Referenzmethode, ^{ab} kennzeichnen sign. Mittelwertdifferenzen, $p < 0,05$

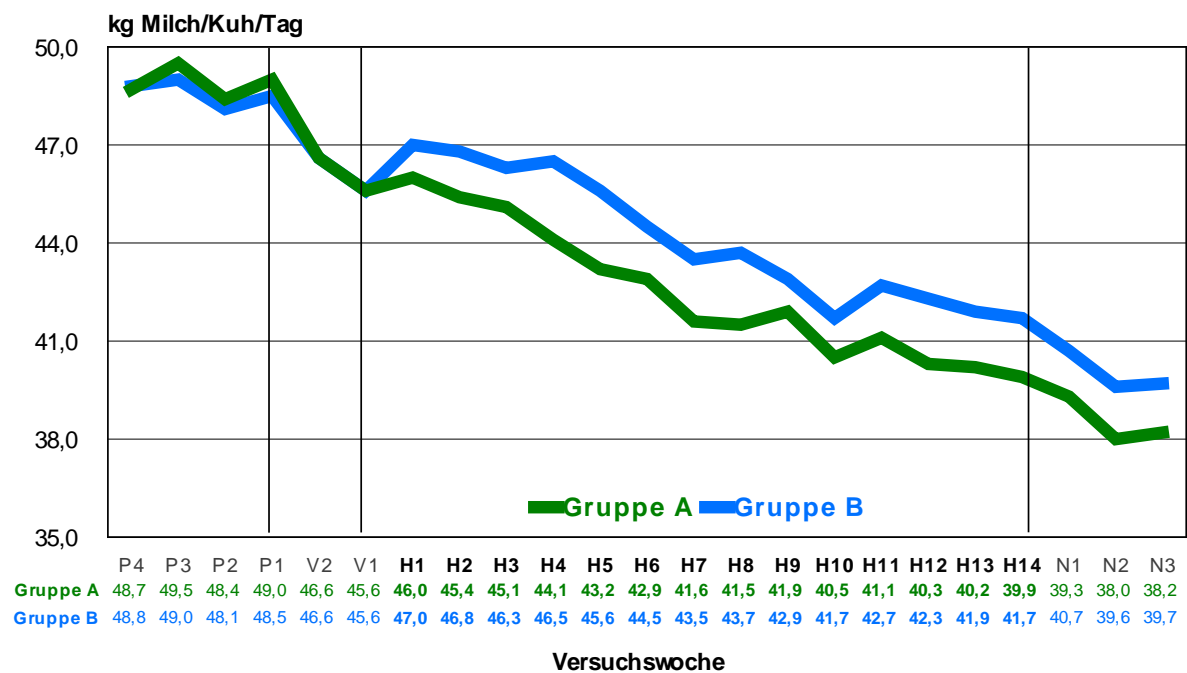


Abbildung I/5: Mittlere Milchleistungen der Kühe der Gruppen A und B im Fütterungsversuch
(Wochenmittelwerte einschließlich Produktions-, Vor- und Nachphase)

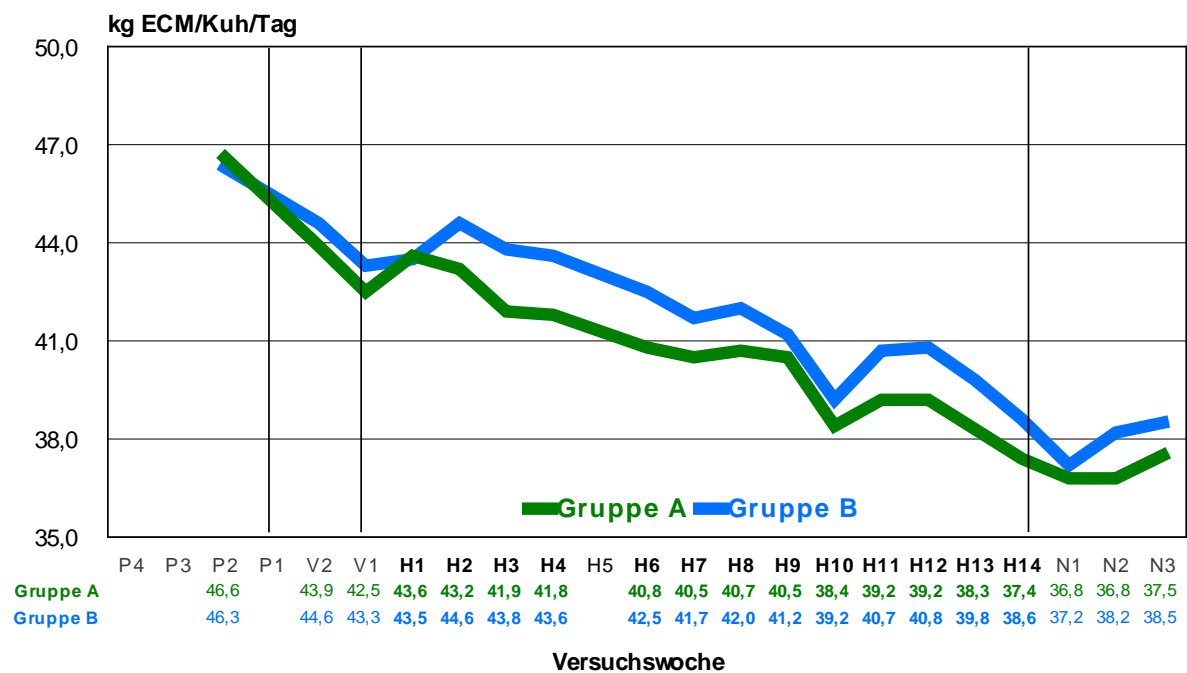


Abbildung I/6: Mittlere ECM-Leistungen der Kühe der Gruppen A und B im Fütterungsversuch
(Wochenmittelwerte einschließlich Produktions-, Vor- und Nachphase, keine Messung der Milchinhaltsstoffe in Woche H5)

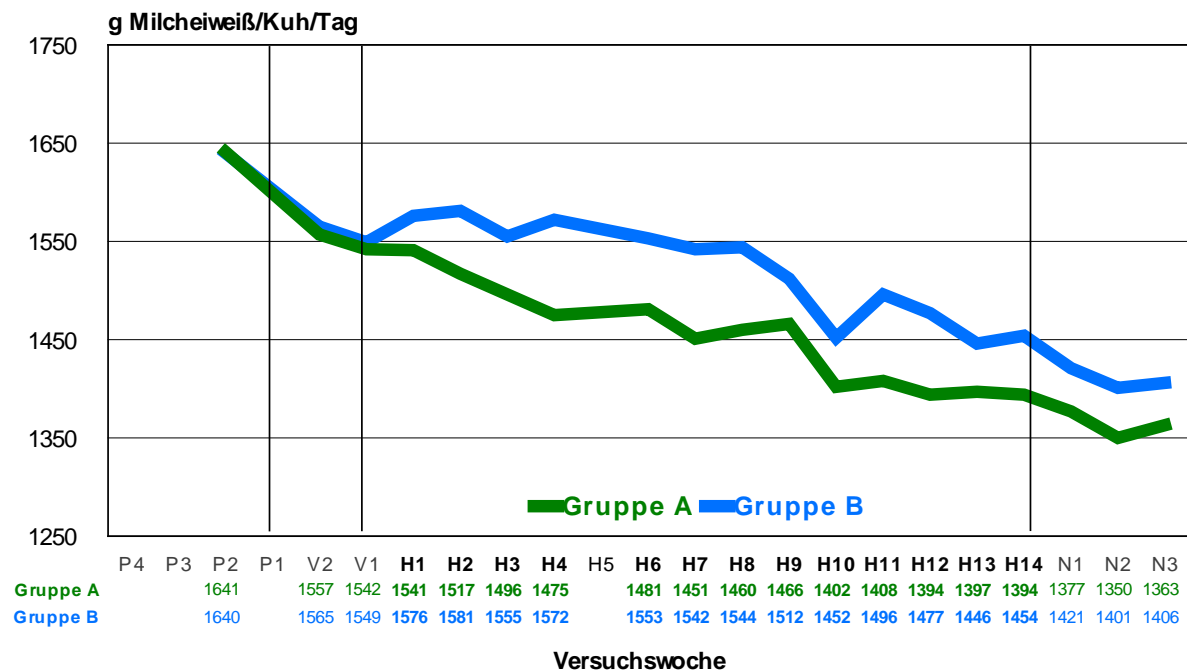


Abbildung 1/7: Mittlere Milcheiweißleistungen der Kühe der Gruppen A und B im Fütterungsversuch (Wochenmittelwerte einschließlich Produktions-, Vor- und Nachphase, keine Messung der Milchinhaltsstoffe in Woche H5)

Sehr deutliche und signifikante Mittelwertdifferenzen waren unabhängig von der verwendeten Messmethode bei den Milchharnstoffgehalten zu verzeichnen. Diese spiegeln die Unterschiede in der Rohproteinversorgung und in der ruminalen N-Verfügbarkeit für die Kühe deutlich wider.

Die berechneten N-Bilanzen und Werte der Futter-N-Ausnutzung zeigen eine höhere Effizienz der Rohproteinversorgung für die Fütterung der Kühe in der Gruppe A ohne Harnstoffzusatz an.

- $N\text{-Bilanz} = \text{Rohproteinaufnahme} / 6,25 - \text{Milcheiweißmenge} / 6,38$
Gruppe A: 401 g/Kuh/Tag, Gruppe B: 447 g/Kuh/Tag (signifikante MW-Differenz, $p < 0,001$)
- $\text{Futter-N-Ausnutzung} = (\text{Milcheiweißmenge} / 6,38) / (\text{Rohproteinaufnahme} / 6,38)$
Gruppe A: 36 %, Gruppe B: 35 % (nicht signifikant, $p = 0,061$)

Im Vergleich zu vorher am ZTT durchgeführten Fütterungsversuchen zur Rohproteinversorgung (s. 1. Einleitung und Fragestellungen) wurden höhere N-Bilanzen und geringere N-Ausnutzungen berechnet, was mit den hohen Futteraufnahmen bei schon abfallenden Laktationskurven erklärt werden kann.

Im Versuchszeitraum traten keine Differenzen hinsichtlich der Veränderungen der Körpermassen und der Rückenfettdicken auf, die bei der Bewertung der Leistungsdaten zu berücksichtigen wären. In beiden Gruppen kam es zwischen dem Versuchsbeginn und -abschluss zu einem leichten Zuwachs an Körpermasse (Gruppe A: 4 kg, Gruppe B: 5 kg). Veränderungen der Rückenfettdicken wurden nicht festgestellt.

4. Zusammenfassung und Schlussfolgerungen

Im Fütterungsversuch wurden Hochleistungskühe in zwei Gruppen mit einer Ration versorgt, deren nXP-Gehalt (158 g nXP/kg TM) am Bedarf und am sparsamen Einsatz von Eiweißfuttermitteln ausgerichtet war. Erwartet hohe Gesamtfutteraufnahmen wurden in den Berechnungen unterstellt. Die TMR wies einen gegenüber üblichen Empfehlungen und praktischen Verfahrensweisen relativ geringen Rohproteingehalt auf (Kalkulation 147 g/kg TM, Mittelwert Stichproben TMR-Analytik 151 g). Es ergab sich ein kalkulatorisches Defizit ruminaler N-Verfügbarkeit (- 2 g RNB/kg TM), welches theore-

tisch eine leistungsbegrenzende Beeinträchtigung der mikrobiellen Proteinsynthese nach sich ziehen könnte. Für die Kühe der Gruppe wurde dieses mögliche N-Defizit durch die Zulage von NPN in Form von Futterharnstoff rechnerisch weitestgehend ausgeglichen, jedoch weiterhin eine hohe N-Effizienz bei ausgeglichener RNB (0 bis knapp negativ) angestrebt.

Die Kühe beider Gruppen realisierten hohe Futteraufnahmen und nachfolgend hohe Milch- und Milcheiweißleistungen. Zwischen den unterschiedlich mit Rohprotein versorgten Gruppen traten für diese Parameter keine signifikanten Mittelwertdifferenzen auf.

Es zeigte sich, dass auch mit knapperem Rohproteinangebot ein hohes Produktionsniveau sichergestellt werden kann. Gleichzeitig ermöglichen solche Versorgungsstrategien eine Erhöhung der Effizienz des Protein- und Futter-N-Einsatzes bei nachfolgend reduzierten N-Ausscheidungen. Letzteres lässt sich aus den gemessenen Milchwahnstoffgehalten sowie anhand der aus den Versuchsdaten berechneten N-Bilanzen und N-Ausnutzungen ableiten. Die Differenz der N-Bilanzen zeigt für die Gruppe A ohne Harnstoffergänzung in der Ration um 46 g geringere tägliche N-Ausscheidungen je Kuh an. Bei Anwendung der Formel von Bannink und Hindle (2003) ergibt sich eine vergleichbare Differenz der N-Ausscheidungen von ca. 10 %.

- Gruppe A: 367 g/Kuh/Tag
- Gruppe B: 407 g/Kuh/Tag

$$\text{N-Ausscheidung [g/kg]} = 124 + (1320 \times \text{Milchwahnstoff-N}^1 \text{ [g/kg]}) + (1,87 \times \text{Milch-N}^2 \text{ [g/Tag]}) - (6,9 \times \text{Milchmenge [kg/Tag]})$$

¹⁾ = Milchwahnstoffgehalt [mg/l] x 0,46; ²⁾ = Milchmenge [kg/Tag] x (Milcheiweißgehalt [g/kg] / 6,3)

Die hohen TM-Aufnahmen führten trotz der im unteren Bereich der Empfehlungen eingestellten nXP-Gehalte zur sicheren Deckung und im Versuchszeitraum zumeist zur Überdeckung des rückwirkend anhand der tatsächlichen Leistung kalkulierten nXP-Bedarfs (Abbildung 1/8; Kalkulation nach GfE, 2003).

Diese Überdeckung ist für die Gruppe A mit dem geringeren Rohproteinangebot und der berechneten stark negativen RNB deutlicher und könnte als ein Hinweis für eine mögliche Beeinträchtigung des Potenzials der mikrobiellen Proteinsynthese aufgrund unzureichender ruminaler N-Verfügbarkeit gewertet werden.

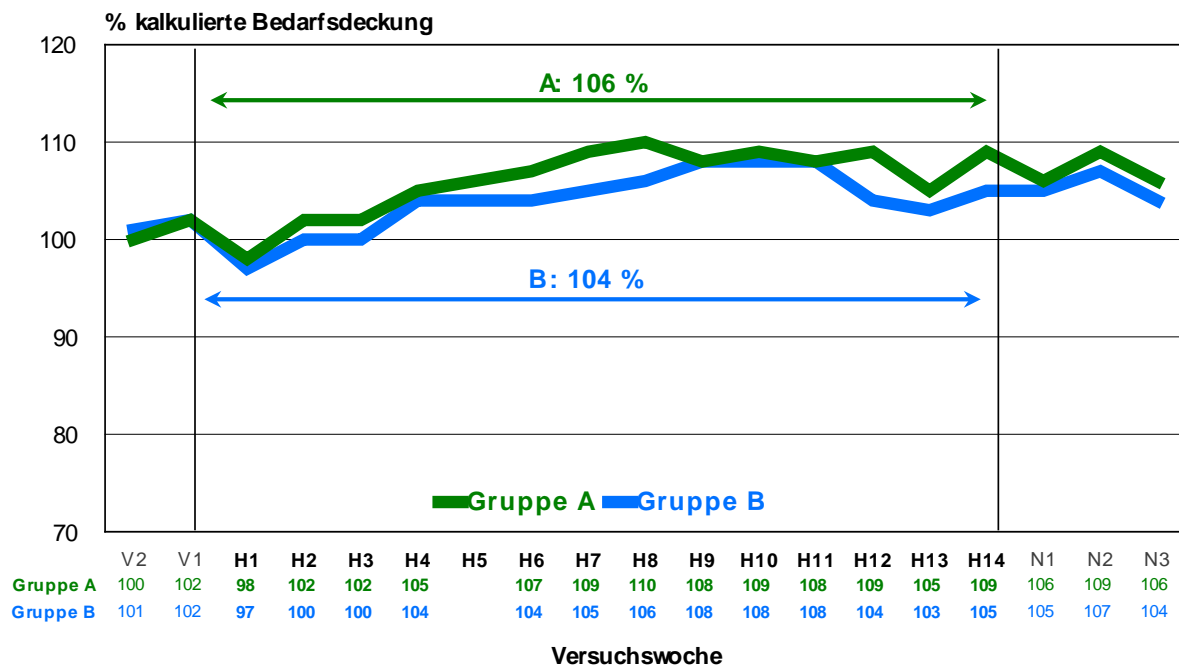


Abbildung I/8: Berechnete nXP-Bedarfsdeckung der Kühe der Gruppen A und B im Fütterungsversuch

(Wochenmittelwerte einschließlich Produktions-, Vor- und Nachphase)

Kalkulation Bedarfsdeckung = $(\text{nXP-Aufnahmen} - \text{Nettobedarf nXP}) \times 2,1 \times 100$

Nettobedarf an Protein =

Endogene Harn N-Verluste (UNE) $\times 6,25 = (5,9206 \log \text{ kg Körpermasse} - 6,76) \times 6,25$

+ Endogener Kot N-Verlust (FNe) $\times 6,25 = (2,19 \times \text{ kg TM-Aufnahme}) \times 6,25$

+ Oberflächenverlust an N (VN) $\times 6,25 = (0,018 \times \text{ kg Körpermasse}^{0,75}) \times 6,25$

+ Milchprotein in g = $\text{kg Milch} \times \% \text{ Eiweiß} \times 10$

(Keine Berücksichtigung von Proteinansatz aufgrund geringfügiger Körpermasseveränderungen im Versuchsverlauf).

Rechnerisch ergibt sich bei den tatsächlich erreichten hohen Futteraufnahmen der Kühe in der Versuchsfütterung ein notwendiger nXP-Bedarf zur Abdeckung der festgestellten Leistung von ca. 150 g nXP je kg TM und gleichzeitig von 148 bis 156 g Rohprotein zur Absicherung der RNB im angestrebten ausgeglichenen Bereich von -10 bis +20 g je Kuh und Tag. Aus den im Versuch gemessenen Milcheiweißmengen und aus den Verläufen der Leistungen kann auf eine bessere Ausnutzung der guten nXP-Versorgung und eine höhere Ausschöpfung des vorhandenen genetischen Potenzials der Kühe nach NPN-Zulage und deshalb bei Rohproteingehalten im oberen Bereich der angegebenen Konzentrationsnorm geschlossen werden.

Die im aktuellen Versuch ermittelten Ergebnisse bestätigen die aus vorher zu ähnlichen Problem- und Fragestellungen am ZTT durchgeführten Untersuchungen.

Die Versorgung von Milchkühen mit hohem Leistungspotenzial nahe und knapp am nXP-Bedarf ohne Sicherheitszuschläge ist bei guter fachlicher Fütterungspraxis (ausreichende Energieversorgung, wiederkäuergerechte Fütterung, gutes Management) möglich. Wenn es bestimmte Rahmenbedingungen erfordern, können mit solcher Fütterung auch bei unter den Empfehlungen liegendem Rohproteinangebot hohe Leistungen und gleichzeitig reduzierte N-Bilanzen erreicht werden. Die Rohproteinversorgung im Bereich aktueller praktischer Empfehlungen (ca. 160 g/kg TM der Gesamtration) und eine RNB im ausgeglichenen oder nur knapp negativen Bereich können zur Sicherheit und Steigerung der Leistungsausschöpfung beitragen. Im Bedarfsfall ist es möglich, die Erhöhungen des Rohproteinangebotes und der RNB der Ration mittels Futterharnstoffeinsatz entsprechend der dafür gültigen Vorgaben auch in Rationen für Hochleistungskühe futterökonomisch günstig umzusetzen.

Teil II: Vergleich im Versuch angewandeter Methoden zur Messung des Milchwahnstoffgehaltes

1. Einleitung und Fragestellungen

Der Milchwahnstoffgehalt ist zusammen mit dem Milcheiweißgehalt ein etablierter Parameter der Fütterungskontrolle von Milchkuhgruppen und -herden zur Beurteilung der Rohproteinversorgung und der RNB sowie der Energieversorgung. Insbesondere absolute und relative Überschüsse oder Mangelsituationen sollen im Fütterungsmanagement erkannt und gegebenenfalls korrigiert werden. Der Milchwahnstoffgehalt steht Betrieben, die an den Milchleistungsprüfungen der LKV teilnehmen, monatlich unersetzt für Laktationsabschnitte sowie gegebenenfalls für gebildete Haltungs- bzw. Fütterungsgruppen zur Verfügung. Mehrmals monatlich oder täglich erfolgt die Information zum Milchwahnstoffgehalt der Tanksammelmilch im Rahmen der Milchgüteprüfung. Bei diesen Untersuchungen wird aufgrund möglichst hoher Durchsätze an Proben und gleichzeitig geringer Kosten das Verfahren der Infrarot-Messung angewendet.

- Infrarotspektrophotometrische Inhaltsstoffbestimmung (IR-Methode),
Ausführung nach DIN 9622 / IDF 141

Gleichzeitig steht für die exakte Messung der Milchwahnstoffgehalte ein Referenzverfahren zur Verfügung.

- DLQ-Richtlinie 1.13, kontinuierliche Durchflussanalyse, nasschemisch.

Abweichungen der Messwerte des Milchwahnstoffgehaltes der IR-Methode von denen der Referenzmethode treten auf. Der Umfang der Abweichungen wird im Zusammenhang mit der Nutzung der Milchwahnstoffgehalte in der Praxis und in der Fütterungsberatung hinsichtlich der Nutzung der Werte aus der Infrarotmessung teilweise kritisch diskutiert.

2. Material und Methoden

Im durchgeführten Fütterungsversuch (s. Teil I) wurden in den identisch gewonnenen Milchproben von Einzeltieren aus den differenziert gefütterten Gruppen

- A: geringer Rohproteingehalt, stark negativ ausgeprägte RNB
- B: höherer Rohproteingehalt, ausgeglichene RNB, Futterharnstoffzulage

jeweils mit den unterschiedlichen Messverfahren

- IR-Methode
- Referenzmethode

beim LKV Sachsen-Anhalt die Milchwahnstoffgehalte untersucht. Die Doppeluntersuchung fand zu elf Terminen der wöchentlich im Versuch durchgeführten Analysen der Milchinhaltsstoffe für alle Kühe statt. Insgesamt standen 823 Milchproben zur Verfügung. Die ermittelten Messwerte aus beiden Methoden wurden hinsichtlich ihrer Zusammenhänge, der auftretenden Übereinstimmungen und Abweichungen untersucht. Allgemeine Ableitungen zur Verwendung der mittels IR-Methode bestimmten Milchwahnstoffwerte im Fütterungsmanagement sollten aus der Auswertung vorgenommen werden. Die Mittelwertvergleiche und Regressionsanalysen wurden mit Excel-Kalkulationen durchgeführt.

3. Ergebnisse

Die Abbildung II/1 zeigt die Milchharnstoffgehalte, welche in den 823 Milchproben von in den Fütterungsversuch einbezogenen Kühen mittels Referenzmethode untersucht wurden, in aufsteigender Sortierung sowie, zur jeweiligen Milchprobe zugeordnet, mit der IR-Methode festgestellten Werte. Es werden zum Teil erhebliche Abweichungen der beiden unterschiedlich ermittelten Messwerte voneinander für eine Milchprobe deutlich.

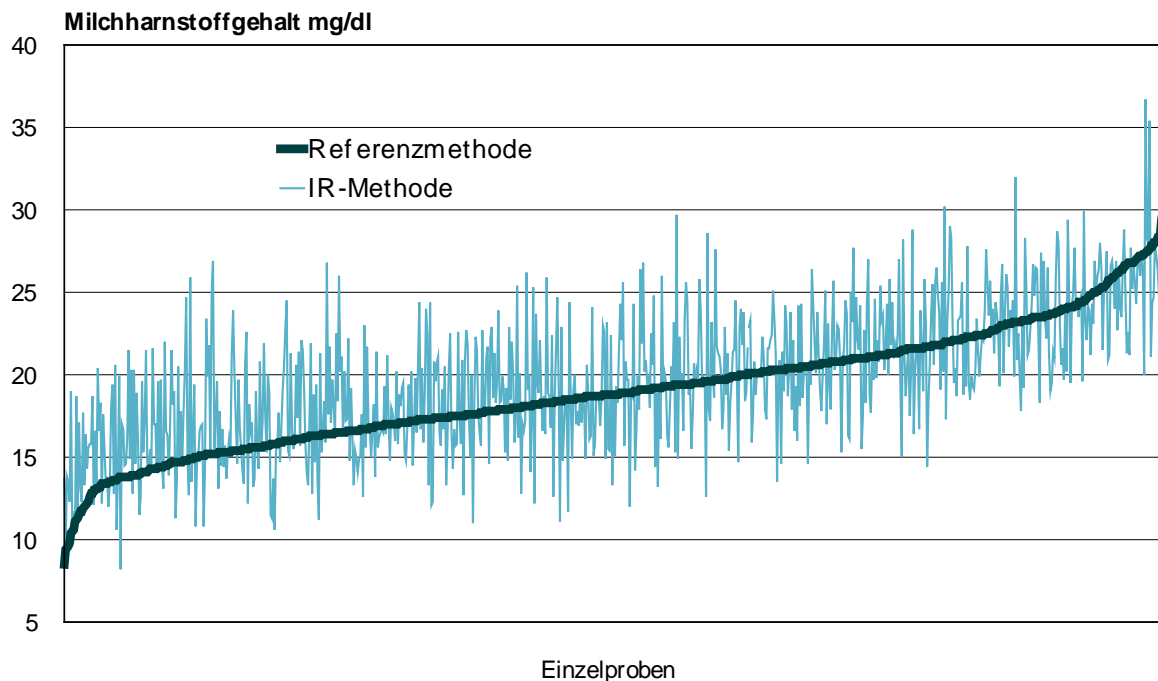


Abbildung II/1: Abweichungen mittels IR-Methode und mittels Referenzmethode ermittelter Milchharnstoffgehalte in Milchproben aus dem Fütterungsversuch ($n = 823$)

Die Abbildung II/2 und das ausgewiesene Bestimmtheitsmaß (r^2) sowie die berechnete Pearson-Korrelation von $r = 0,66$ beschreiben einen bestehenden mittleren Zusammenhang zwischen den jeweils mit den unterschiedlichen Methoden untersuchten Milchharnstoffgehalten. Innerhalb von Auswertungsstichproben an Milchproben der Kühe, die im Fütterungsversuch entweder mit weniger Rohprotein oder mit Futterharnstoffzulagen und somit mehr Rohprotein versorgt wurden, zeigt sich ein weniger stark ausgeprägter Zusammenhang (Tabelle II/1). Dies trifft auch für eine Auswertung der Messwerte nach Milchharnstoffklassen zu (Klassenbildung nach Referenzmethode). In der Klasse mit geringen Milchharnstoffgehalten < 17 g/dl konnten keine Zusammenhänge zwischen den unterschiedlich bestimmten Messwerten erkannt werden.

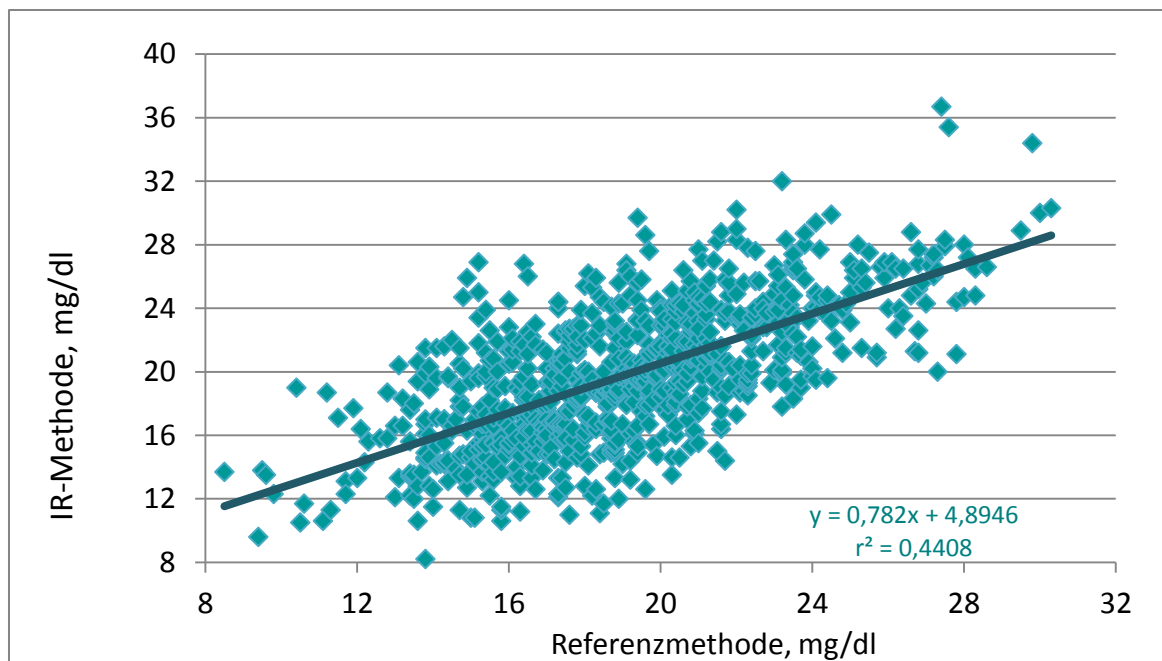


Abbildung II/2: Beziehungen zwischen den mittels Referenzmethode sowie den mittels IR-Methode ermittelten Milchwahnstoffgehalten in Milchproben (n = 823)

Tabelle II/1: Beziehungen zwischen den mittels Referenzmethode und IR-Methode ermittelten Milchwahnstoffgehalten für alle untersuchten Milchproben sowie für Gruppen unterschiedlicher Rohproteinversorgung und für Milchwahnstoffklassen

	n	r	r ²	b	SE
Analysen gesamt	823	0,664	0,441	0,782	2,726
Fütterung					
ohne Futterharnstoff	301	0,208	0,456	0,698	2,184
mit Futterharnstoff	522	0,390	0,624	0,769	2,542
Milchwahnstoffklassen					
< 17 mg/dl	239	0,086	0,294	0,631	1,543
17 bis 20 mg/dl	272	0,053	0,230	0,892	0,858
> 20 mg/dl	312	0,287	0,536	0,837	1,938

Tabelle II/2 und die Abbildung II/3 zeigen den Vergleich der Mittelwerte der unterschiedlich bestimmten Milchwahnstoffgehalte im Verlauf der einzelnen Versuchswochen, in denen die Doppelbestimmung vorgenommen wurde. Ähnliche Wochenmittelwerte sind mehrheitlich erkennbar, jedoch auch in einzelnen Versuchswochen (H11, H12) deutliche Abweichungen zwischen den mittels Referenz- oder IR-Methode untersuchten Werten.

Tabelle II/2: Mittlere mittels Referenzmethode und IR-Methode bestimmte Milchwahnstoffgehalte für alle untersuchten Milchproben im Verlauf des Fütterungsversuchs (mg/dl)

Woche	n	Analysemethode			
		Referenzmethode		IR-Methode	
		MW	Stabw.	Mittelwert	Stabw.
H2	76	18,8 ^a	3,3	17,4 ^b	3,7
H3	76	18,1 ^a	2,7	19,6 ^b	4,0
H4	74	18,7 ^a	3,2	17,5 ^b	3,8
H7	75	18,2 ^a	2,4	20,6 ^b	3,4
H9	76	19,0 ^a	2,9	18,1 ^b	3,8
H11	74	15,8 ^a	2,8	20,1 ^b	3,7
H12	75	18,5 ^a	3,8	21,7 ^b	4,4
H13	74	20,1 ^a	5,3	20,6 ^b	5,8
N1	74	23,3 ^a	2,9	22,2 ^b	3,4
N2	74	19,4 ^a	2,6	18,6 ^b	3,3
N3	75	19,6 ^a	2,9	21,5 ^b	4,1
gesamt	823	19,1 ^a	3,6	19,8 ^b	4,3

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

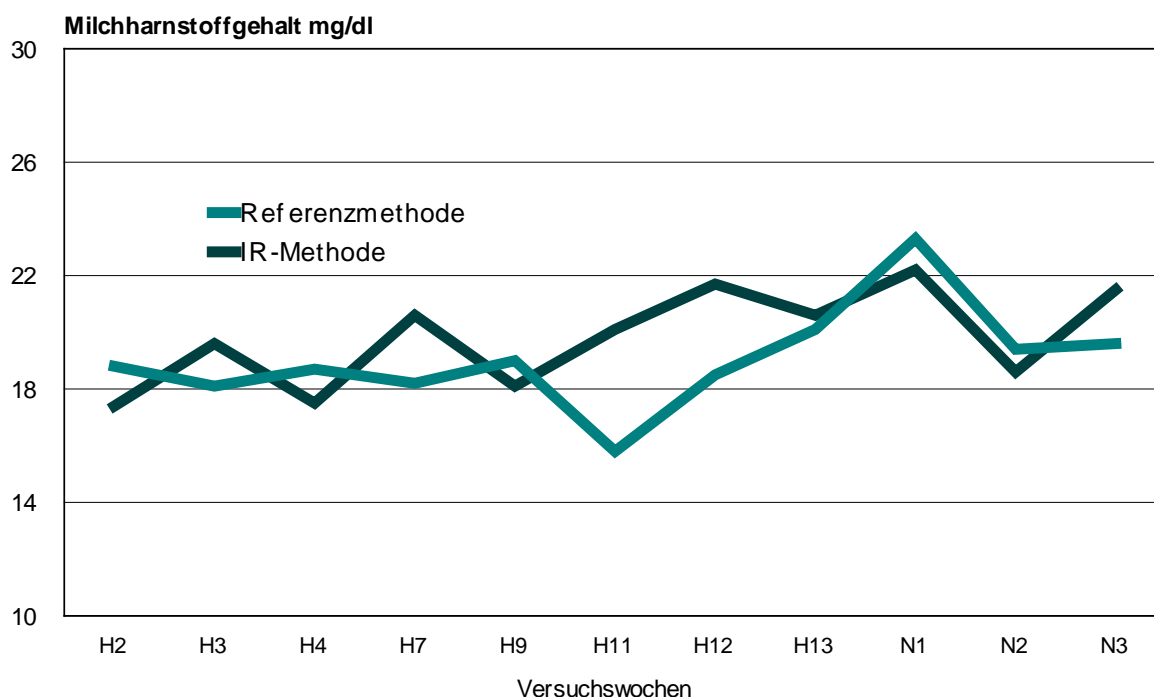


Abbildung II/3: Mittlere mittels Referenzmethode sowie IR-Methode bestimmten Milchwahnstoffgehalte für die untersuchten Milchproben im Verlauf des Versuchs einschließlich der Nachphase

Tabelle II/3 und die Abbildung II/4 zeigen den Vergleich der wöchentlichen Mittelwerte der unterschiedlich bestimmten Milchinhaltsstoffe untersetzt nach den im Fütterungsversuch umgesetzten Varianten der Rohproteinversorgung. Bessere Übereinstimmungen bei höheren Milchwahnstoffgehalten nach Aufnahme rohproteinreicheren Futters sind zu erkennen. Wie in der vorher dargestellten Auswertung (Tabelle II/2 und Abbildung II/3) treten in den Wochen H11 und H12 erhebliche Abweichungen auf.

*Tabelle II/3: Mittlere mittels Referenzmethode sowie mittels IR-Methode bestimmte Milchwahnstoff-
gehalte für alle untersuchten Milchproben im Verlauf des Fütterungsversuchs untersezt nach Rohpro-
teinversorgungsvante (mg/dl)*

Woche	Variante Rohprotein- versorgung	n	Analysemethode			
			Referenzmethode		IR-Methode	
			Mittelwert	Stabw.	Mittelwert	Stabw.
H2	geringer	38	16,8 ^a	2,4	15,7 ^b	3,0
	höher	38	20,8 ^a	2,7	19,2 ^b	3,6
H3	geringer	38	16,6 ^a	2,4	18,0 ^b	3,6
	höher	38	19,7 ^a	2,1	21,2 ^b	3,8
H4	geringer	36	16,8 ^a	2,5	15,4 ^b	3,2
	höher	38	20,5 ^a	2,7	19,6 ^b	3,2
H7	geringer	38	17,3 ^a	2,3	20,2 ^b	3,7
	höher	37	19,2 ^a	2,1	21,1	3,0
H9	geringer	38	17,2 ^a	2,1	16,3 ^b	3,2
	höher	38	20,8 ^a	2,5	19,8 ^b	3,6
H11	geringer	37	14,4 ^a	2,2	18,9 ^b	3,5
	höher	38	17,3 ^a	2,7	21,3 ^b	3,5
H12	geringer	38	15,8 ^a	2,2	19,2 ^b	3,5
	höher	36	21,3 ^a	2,9	24,3 ^b	3,6
H13	geringer	37	15,6	2,2	16,1	3,3
	höher	37	24,6	3,0	25,1	3,9
N1	geringer					
	höher	74	23,3 ^a	2,9	22,2 ^b	3,4
N1	geringer					
	höher	74	19,4 ^a	2,6	18,6 ^b	3,3
N1	geringer					
	höher	75	19,6 ^a	2,9	21,5 ^b	4,1
gesamt	geringer	301	16,3 ^a	2,5	17,5 ^b	3,8
	höher	522	20,6 ^a	3,3	21,1 ^b	4,0

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

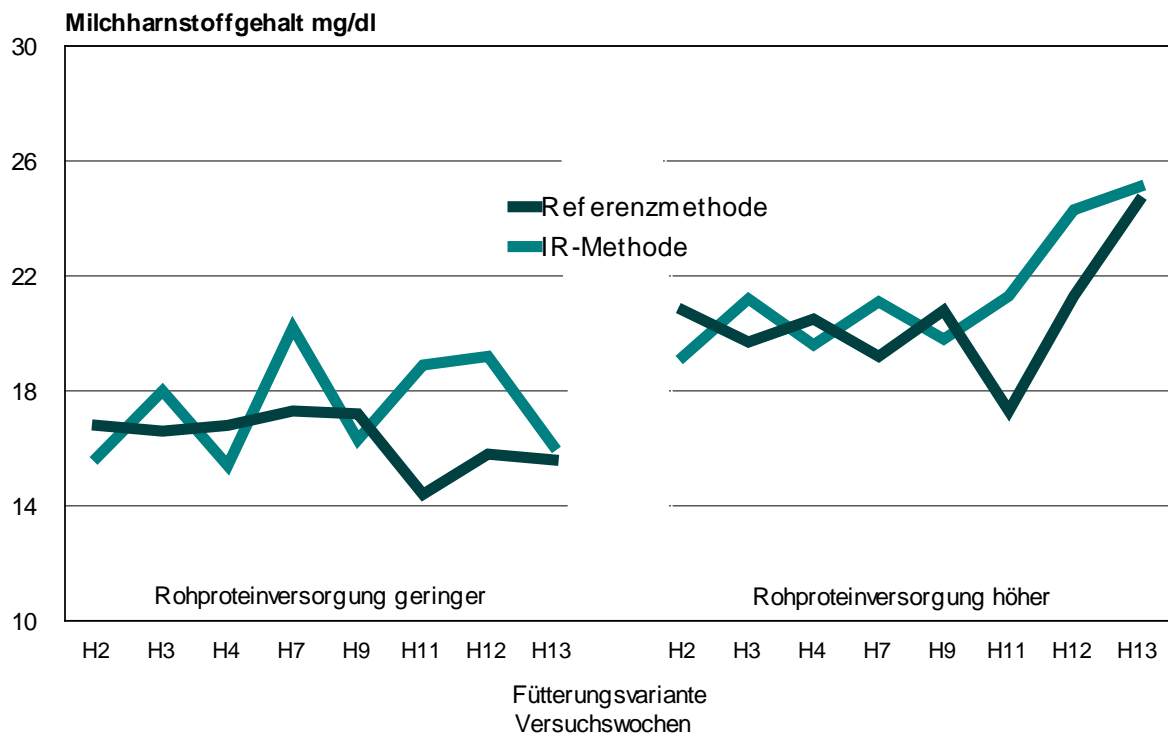


Abbildung II/4: Mittlere mittels Referenzmethode sowie mittels IR-Methode bestimmte Milchharnstoffgehalte für die untersuchten Milchproben im Verlauf des Fütterungsversuchs untersetzt nach Rohproteinversorgungsvarianten

Tabelle II/4 und die Abbildung II/5 zeigen den Vergleich der Mittelwerte der unterschiedlich bestimmten Milchharnstoffgehalte untersetzt nach Auswertungsklassen, zusammengefasst für alle Proben des Fütterungsversuchs. Es zeigt sich eine mit der Höhe der Milchharnstoffgehalte verbesserte Übereinstimmung der unterschiedlich bestimmten Werte.

Tabelle II/4: Mittlere mittels Referenzmethode sowie mittels IR-Methode bestimmte Milchharnstoffgehalte für alle Milchproben untersetzt nach Auswertungsklassen

n	Analysemethode			
	Referenzmethode		IR-Methode	
	Mittelwert	Stabw.	Mittelwert	Stabw.
Geringerer Milchharnstoffgehalt (Einzelproben < 17 mg/dl)				
239	14,9 ^a	1,6	16,7 ^b	3,5
Mittlerer Milchharnstoffgehalt (Einzelproben 17 bis 20 mg/dl)				
272	18,4 ^a	0,9	19,1 ^b	3,4
Höherer Milchharnstoffgehalt (Einzelproben > 20 mg/dl)				
312	22,8	2,3	22,8	3,6

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

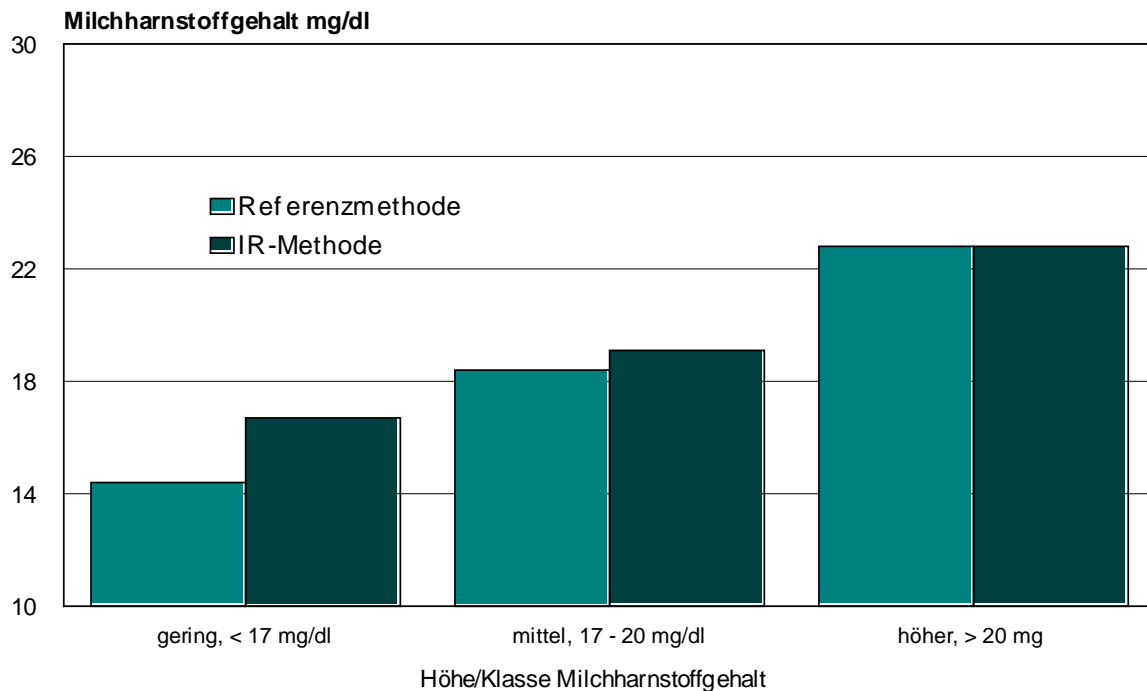


Abbildung II/5: Mittlere mittels Referenzmethode sowie mittels IR-Methode bestimmte Milchharnstoffgehalte für alle Milchproben untersetzt nach Auswertungsklassen

4. Zusammenfassung und Schlussfolgerungen

Die mittels infrarotspektrophotometrischer Messung (IR-Methode) bestimmten Milchharnstoffgehalte zeigen für Einzelmilchproben vielfach hohe Abweichungen von den mit der Referenzmethode nasschemisch untersuchten Werten.

Die Zusammenhänge zwischen den unterschiedlich durchgeführten Messungen liegen für größere Stichprobenumfänge zumeist im mittleren Bereich. Bei höheren Milchharnstoffgehalten (> 20 mg/dl) sind die Beziehungen zwischen den Messwerten enger.

Größere Unterschiede und Veränderungen im Milchharnstoffgehalt können bei Einbeziehung eines ausreichenden Stichprobenumfangs mit der IR-Methode erkannt und eingeschätzt werden, bei zunehmender Proben- bzw. Tierzahl mit höherer Sicherheit.

Die mit IR-Methode bestimmten Milchharnstoffwerte von Einzelproben bzw. Einzeltieren eignen sich nicht zur spezifischen und genauen Beurteilung der Fütterungssituation und Versorgungslage (Rohprotein, RNB, N-Ausscheidungen). Im Herden- und Gruppenmaßstab sind die so bestimmten Milchharnstoffgehalte jedoch nützlich. Dabei geht es gegebenenfalls nicht um die genaueste Feststellung und exakte Abgrenzung, sondern für die Einordnung von Niveauunterschieden, insbesondere auch im zeitlichen Verlauf und/oder zur Beurteilung von wechselnden Einflüssen (Futtermittel, Ration, Fressverhalten). Dies ist für die Fütterung, das Controlling und das Management unverzichtbar. Die Messwerte stehen mit den monatlichen Ergebnissen der Milchleistungsprüfung zur Verfügung.

Die Informationen zum Milchharnstoffgehalt in der Tanksammelmilch beziehen sich auf die Herde, werden aber in einer Einzelprobe untersucht. Erfolgt diese Untersuchung mit der IR-Methode, ist die Aussagekraft für den Tageswert abgegrenzt von eingeschränkter Sicherheit. Die häufige, möglichst tägliche Untersuchung der Tankmilch, ermöglicht eine relativ sichere Aussage bzw. Situationsbeschreibung und die Beurteilung der Fütterungs-, Versorgungs- und/oder Verwertungssituation in einem Zeitraum. Abweichende Werte sollten registriert und in die Bewertung einbezogen werden, dürfen aber alleingestellt nicht Anlass sein, sofort und ohne weitere und/oder fortgesetzte Prüfung Änderungen in der Fütterung vorzunehmen.

