

# Proteinversorgung von Milchkühen in den ersten 100 Laktationstagen

## Ergebnisse eines Forschungsprojektes am LFZ Raumberg-Gumpenstein

A. STEINWIDDER, T. GUGGENBERGER, M. GALLNBÖCK, J. GASTEINER, L. GRUBER, J. HÄUSLER, M. KROPSCH, G. MAIERHOFER, L. PODSTATZKY, A. SCHAUER und B. STEINER

### 1. Einleitung

Milchkühe decken ihren Protein- bzw. Aminosäurebedarf vorwiegend aus dem im Pansen gebildeten Mikrobenprotein. Die mikrobielle Proteinsynthese im Pansen wird jedoch entscheidend von der Energieaufnahme beeinflusst. Insbesondere zu Laktationsbeginn, wo die Milchleistung schneller als die Futteraufnahme ansteigt, mobilisieren hochleistende Milchkühe Körperreserven. Daher ist der Beitrag des Mikrobenproteins an der Aminosäurebedarfsdeckung auf Grund mangelnder Energieaufnahme limitiert. Zur Vermeidung eines leistungsmindernden Proteinmangels sowie möglicher negativer Effekte auf die Tiergesundheit, wird einerseits die Erhöhung des Proteingehaltes der Ration und andererseits auch der Einsatz von Proteinquellen mit geringerer Abbaubarkeit im Pansen empfohlen. Die Versorgung mit Protein beeinflusst daneben aber auch den Pansenstoffwechsel, die N-Verwertung und die N-Ausscheidungen sowie in weiterer Folge den Milcherlös und die Futterkosten. In der Literatur werden darüber hinaus auch positive Effekte steigender Proteingehalte in der Ration auf die Futteraufnahme beschrieben.

Im Forschungsprojekt sollten mit hochleistenden Milchkühen auf Basis einer Grünlandration die Einflüsse des Proteinversorgungsniveaus und der Pansenstabilität des Proteins (Proteinquelle) auf die Futteraufnahme, die Pansen- und Blutparameter, die Milchleistung und die Milchinhaltsstoffe geprüft werden. Weiters sollten die Auswirkungen auf physiologische Parameter, N-Ausschei-

dungen und ökonomische Parameter von Milchkühen bearbeitet werden.

### 2. Versuchstiere und Methoden

#### 2.1 Untersuchungen mit Milchkühen

##### 2.1.1 Versuchsplan

In einem 2-faktoriellen Versuchsdesign wurden die Einflüsse des Proteinversorgungsniveaus (XP) und der Proteinabbaubarkeit (UDP) auf die Futteraufnahme, die Pansen- und Blutparameter, die Milchleistung, die Milchinhaltsstoffe sowie auf die Tiergesundheit und ökologisch und ökonomisch relevante Aspekte mit 108 hochleistenden Milchkühen vom 21. bis 105. Laktationstag untersucht. Es wurden drei Proteinversorgungsniveaus (XP14, XP16, XP18) und drei Proteinabbaubarkeitsstufen (UDPn, UDPm, UDPH) gewählt. Die Proteinniveaus unterschieden sich in der Rohproteinkonzentration der Gesamtration, wobei in der niedrigen Proteinstufe (XP14) 14 % XP, in der mittleren Proteinstufe (XP16) 16 % XP und in der hohen Proteinstufe (XP18) 18 % XP je kg Trockenmasse angestrebt wurden. Die Kraftfutterzuerteilung erfolgte in Abhängigkeit vom Proteinniveau (XP14, XP16, XP18) und der angestrebten Proteinabbaubarkeit (UDPn, UDPm, UDPH) mit unterschiedlichen Anteilen an Energie- und dem jeweiligen Proteinkraftfutter. Bei der Zusammenstellung der jeweiligen Kraftfuttermischungen (1 Energie- und 3 Proteinkraftfuttermischungen) wurde ein vergleichbarer Energiegehalt in

allen Mischungen („isoenergetisches“ Kraftfutter) angestrebt. Darüber hinaus sollten im Proteinkraftfutter „UDPn“ nur Komponenten verwendet werden, welche auch in biologisch wirtschaftenden Betrieben einsetzbar sind.

Das Proteinkraftfutter mit geringem UDP-Anteil (UDPn) setzte sich aus 66 % Erbsen, 20 % Rapskuchen und 14 % Weizenkleie zusammen. Das Proteinkraftfutter mit mittlerem UDP-Anteil (UDPm) bestand aus 80 % Sojaextraktionsschrot (44) und 20 % Sonnenblumenextraktionsschrot und das Proteinkraftfutter mit hohem UDP-Anteil (UDPh) setzte sich aus jeweils 40 % geschütztem und ungeschütztem Sojaextraktionsschrot (48) und 20 % Sonnenblumenextraktionsschrot zusammen. Als „geschützter Sojaextraktionsschrot“ wurde das Produkt SoyPass® eingesetzt. Dabei wird durch die Behandlung mit Xylose in Ligninsulfonat und Wärme ein reduzierter ruminaler Proteinabbau erreicht (TUNCER und SAKAKLI 2003, MALCHER 2000). Für SoyPass® wurde ein UDP-Anteil von 65 % angenommen (MALCHER 2000). Das Energiekraftfutter (EKf) setzte sich aus 27 % Gerste, 27 % Weizen, 26 % Mais, 10 % Weizenkleie und 10 % Trockenschnitzel zusammen.

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 – errechnet. Für Sojaextraktionsschrot wurde ein UDP-Anteil von 30 % unterstellt (SÜDEKUM

**Autoren:** Dr. A. STEINWIDDER, Ing. M. GALLNBÖCK, Dr. L. PODSTATZKY, Institut für Biologische Landwirtschaft und Biodiversität der Nutztiere, Mag. T. GUGGENBERGER, Dr. J. GASTEINER, Institut für Tierhaltung und Tiergesundheit, Univ.-Doz. Dr. L. GRUBER, J. HÄUSLER, Ing. G. MAIERHOFER, Ing. A. SCHAUER, Institut für Nutztierforschung, M. KROPSCH und B. STEINER, Abteilung Analytik, LFZ Raumberg-Gumpenstein, A-8952 IRDNING, email: andreas.steinwiddler@raumberg-gumpenstein.at

et al. 2003). Somit ergaben sich für die Proteinkraftfuttermischungen errechnete UDP-Anteile von 20 % (UDPn), 29 % (UDPm), 43 % (UDPh) und für das Energiekraftfutter von 31 %.

Als Grundfutter wurde eine Ration aus 70 % Grassilage (1. Aufwuchs – Dauergrünland) und 30 % Heu (2. Aufwuchs – Dauergrünland) zur freien Aufnahme (tägliche Futterreste über 5 %) angeboten. In den letzten 4 Wochen vor der Abkalbung sowie in den ersten 2 Laktationswochen (vor Versuchsbeginn) wurden alle Tiere einheitlich gefüttert (Tabelle 1).

Von einer Kraftfuttermenge von 2,5 kg T/Tag, welche bereits vor der Abkalbung angefütert wurde, wurde die Kraftfuttermenge bis zum 28. Laktationstag (Lak.tag) in allen Versuchsgruppen schrittweise erhöht (KF % von Gesamtfutter =  $-0,0252 \cdot \text{Lak.tag}^2 + 1,917 \cdot \text{Lak.tag} + 16,11$ ). Nach dem 28. Laktationstag wurde bei der Rationsvorschreibung eine bedarfsgerechte Energieversorgung angestrebt, wobei jedoch ein Kraftfutteranteil von mehr als 45 % an der Gesamtration, auch bei errechneter energetischer Unterversorgung, nicht überschritten werden sollte.

Zur Angewöhnung an die unterschiedlichen Kraftfuttermischungen erhielten alle Tiere in den ersten 14 Laktationstagen (vor Versuchsbeginn) eine Mischung aus UDPn, UDPh und EKF. Die Kraftfuterergänzung (KF) erfolgte händisch, wobei maximal 2 kg Frischmasse pro Teilgabe vorgelegt wurden. Die Ergänzung mit Mineralstoffen und Spurenelementen erfolgten nach Bedarf (GfE 2001).

**Tabelle 1: Versuchsplan – Milchühe**  
**Experimental design – dairy cows**

Proteinniveau		14 (14 % XP)			16 (16 % XP)			18 (18 % XP)		
Proteinkraftfutter		UDPn	UDPm	UDPh	UDPn	UDPm	UDPh	UDPn	UDPm	UDPh
Grundfutter	%	30 % Heu, 70 % Grassilage								
Kraftfutter <sup>1)</sup>		Mischung aus Energiekraftfutter (EKF) und jeweiligem Proteinkraftfutter (PKF)								
Versuchsdauer		21. - 105. Laktationstag								
Tiere	Anzahl	12	12	12	12	12	12	12	12	12

<sup>1)</sup> Proteinkraftfutter (PKF):

UDPn: 66 % Erbsen, 20 % Rapskuchen und 14 % Weizenkleie

UDPm: 80 % Sojaextraktionsschrot-48, 20 % Sonnenblumenextraktionsschrot

UDPh: 40 % geschützter Sojaextraktionsschrot-48, 40 % Sojaextraktionsschrot-48, 20 % Sonnenblumenextraktionsschrot

Energiekraftfutter (EKF):

EKF: 27 % Gerste, 27 % Weizen, 26 % Mais, 10 % Weizenkleie, 10 % Trockenschnitzel

Die 108 multiparen Milchkühe der Rassen Fleckvieh (N = 36), Braunvieh (N = 31) und Holstein Friesian (N = 41) wurden unter Berücksichtigung der Laktationszahl (3,6 FV, 2,8 BV, 3,6 HF), der Rasse und der Milchleistung der vorangegangenen Laktationen den Versuchsgruppen gleichmäßig zugeteilt. Darüber hinaus erhielten alle Tiere in den ersten zwei Laktationswochen (vor Versuchsbeginn) die gleiche Ration, sodass die Futteraufnahme vom 8. bis 14. Laktationstag bei der statistischen Auswertung der Versuchsdaten als Regressionsvariable („Kovarianzanalyse“) mitberücksichtigt werden konnte (ESSL 1987).

Die Tiere waren in Nackenrohranbindehaltung auf verbessertem Mittellangstand mit Gitterrost und Gummimatten aufgestellt. Einzelfressstände mit abgetrennten Barren gewährleisteten die individuelle Messung der Futteraufnahme.

Im Versuchszeitraum wurde die individuelle Futteraufnahme für jede Rationskomponente erhoben. Die Versuchstiere wurden wöchentlich gewogen, Milchleistung und Milchinhaltsstoffe wurden täglich erfasst. In den Laktationswochen 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 9, 11, 13, und 15 wurden von allen Kühen um 8:30 Uhr Blutproben genommen und auf den Gehalt an Ca, P, Mg, GGT (Gamma-Glutamyl-Transferase), GOT (Glutamat-Oxalacetat-Transaminase), GLDH (Glutamat-Dehydrogenase),  $\beta$ HBS ( $\beta$ -Hydroxybuttersäure), Harnstoff, Creatinin und Gesamtbilirubin untersucht. In den Laktationswochen 1, 2, 3, 5, 7, 9, 11, 13 und 15 wurden eine Stunde vor der Morgenfütterung Harnproben gewonnen und auf den pH-Wert, Basen- und Säure-

gehalt, den Ammoniumstatus und den Basen-Säure-Quotienten untersucht. Der Nachweis von Ketonkörpern im Harn erfolgte mit Ketostix-Streifen (BAYER Diagnostika).

### 2.1.2 Futtervorlage und Rationsanpassung

Die Fütterungszeit betrug 8 Stunden pro Tag (4:30 - 8:30 und 15:00 - 19:00 Uhr), die Kühe hatten ganztägig Zugang zum Futter. Bei jeder Fütterung erhielten die Versuchstiere zuerst einen Teil des Kraftfutters (max. 2 kg FM), danach Heu und im Anschluss daran wurde das restliche Kraftfutter (max. 2 kg FM) vorgelegt. Abgeschlossen wurde die Fütterung mit der Vorlage von Grassilage zur freien Aufnahme. Überschritt die Kraftfüttergabe pro Fütterungszeit eine Gesamtmenge von 4 kg Frischmasse, dann wurde die Grassilagegabe geteilt und eine dritte Kraftfüttergabe eingeschoben. *Ad libitum* Bedingungen wurden erreicht, indem bei der Rationsvorschreibung von jeder Grundfutterkomponente 5 % Futterreste angestrebt wurden. Die Anpassung der jeweiligen Grund- und Kraftfüttervorlagemenge erfolgte dreimal wöchentlich. Dabei wurden die angestrebte Rationszusammensetzung, der XP-Gehalt in der Gesamtration, die festgestellte Futteraufnahme der vorangegangenen Tage, die angestrebten Grundfutterreste sowie die Nährstoffversorgung individuell berücksichtigt.

### 2.1.3 Futtermittelanalysen

Der Rohnährstoffgehalt der Futtermittel (Weender Analysen, Gerüstsubstanzen, Mengen- und Spurenelemente) wurde aus einer vierwöchigen Sammelprobe ermittelt. Der Trockenmassegehalt der Einwaagen wurde von den Silagen täglich und vom Heu und den Kraftfutterkomponenten vierwöchig erfasst. Der TM-Gehalt der Rückwaage wurde täglich erfasst. Die chemischen Analysen erfolgten nach den Methoden der ALVA (1983). Die Weender Nährstoffe und VAN SOEST-Gerüstsubstanzen wurden mit Tecator-Geräten analysiert.

### 2.1.4 Verdauungsversuch

Mit jedem Grundfutter eines jeden Erntejahres (2002 - 2004) wurde ein Verdauungsversuch mit 4 Hammeln (14 Tage Vorperiode, 14 Tage Sammelpe-

riode, 1,0 kg T/Tier und Tag) nach den Leitlinien für die Durchführung von Verdauungsversuchen durchgeführt (GEH 1991). Die Verdaulichkeit der Kraftfuttermischungen wurde nach der Regressionsmethode mit insgesamt 16 Hammeln (0, 25, 50 und 75 % KF) bestimmt. Die an den Hammeln ermittelten Verdauungskoeffizienten wurden zur Energiebewertung der Futtermittel herangezogen (GfE 2001).

### 2.1.5 Stoffwechsel- und Fruchtbarkeitsparameter

Während der gesamten Versuchsdauer erfolgten genaue Aufzeichnungen über den Gesundheitsstatus und die Fruchtbarkeitslage der Kühe durch den Tierarzt bzw. das Stallpersonal. Zur Bestimmung der Fruchtbarkeitssituation dienten insbesondere Zeitpunkt und Anzahl der Östren sowie der Besamungen.

### 2.1.6 N-Ausscheidungen und N-Effizienz

Die Abschätzung der N-Ausscheidungen über Kot und Harn erfolgte über Differenzbildung der täglich aufgenommenen N-Mengen über das Futter und die N-Abgabe über die Milch. Die N-Effizienz wurde aus der Differenz von Milcheiweiß-N-Leistung und N-Aufnahme errechnet.

## 2.2 Untersuchungen mit pansenfistulierten Rindern

Die pansenphysiologischen Untersuchungen erfolgten mit sechs ausgewachsenen pansenfistulierten Ochs. Die Rationszusammensetzung und -komponenten entsprachen dem Milchviehversuch, wobei jedoch die Kraftfuttermenge mit 40 % an der Gesamtfuttermenge und die Futtermenge mit 12 kg/Tier rationiert vorgelegt wurde (Tabelle 2). Die Fütterungszeit betrug 8 Stunden pro Tag (4:30 - 8:30 und 15:00 - 19:00 Uhr). Es wurde ein 2-faktorieller Versuch mit sechs zweiwöchigen Versuchsperioden je Versuchsjahr in einem lateinischen Quadrat durchgeführt. In den drei Versuchsjahren kam jedes Tier zweimal in jede Versuchsgruppe, sodass je Versuchsgruppe 12 Erhebungen durchgeführt wurden. Die Probennahmen erfolgten an den jeweils letzten zwei Versuchstagen jeder Periode um 2:00, 4:00, 6:00, 8:00, 10:00, 12:00, 14:00, 16:00, 18:00, 20:00, 22:00 und

0:00 Uhr. Die Pansensaftproben (ca. 200 ml) wurden mittels Unterdruckverfahren und Sonde über die Pansenfistel aus dem ventralen Pansensack entnommen. Danach wurden die Proben filtriert und der pH-Wert gemessen. Pro Tier und Messung wurden zwei Proben zu ca. 50 ml abgefüllt und für die Bestimmung der flüchtigen Fettsäuren, des NH<sub>3</sub>-Gehaltes, des pH-Wertes (nach Gefrierung) tiefgefroren. Die gaschromatographische Bestimmung des Gär säuregehaltes und die photometrische Ammoniakbestimmung mit Neßler's Reagenz erfolgten in der Abteilung für Stoffwechsel- und Nährstoffanalytik des LFZ Raumberg-Gumpenstein aus einer tierindividuellen Mischprobe der zwei Erhebungstage und der jeweiligen Probennahmezeit. Es wurden dazu die Proben der Zeitpunkte 0:00, 2:00, 6:00, 8:00, 14:00, 16:00, 18:00 und 20:00 Uhr untersucht.

## 2.3 Ökonomische Bewertung

Zur Beurteilung der ökonomischen Auswirkungen der unterschiedlichen Proteinversorgungsstrategien wurde anhand der Versuchsdaten (Gruppenmittelwerte) die Differenz von Milcherlösen und Futterkosten (Spanne) berechnet. Auswirkungen auf die Milchquote, Tiergesundheit, Tierbesatz, Stallplatzkosten, sonstige Kosten und Erlöse wurden nicht berücksichtigt.

Auf Grund der starken Schwankungen im Preis der Kraftfutterkomponenten wurde für diese ein Mischpreis aus dem Jahr 2007 eingesetzt (Fa. Garant: MURAUER 2008, persönliche Mitteilung). Somit betragen die Kosten (inkl.

MwST) für die EKF-Mischung 31,1 Cent, für UDPn 28,8 Cent, für UDPm 39,1 Cent und für UDPh 41,4 Cent je kg Trockenmasse. Als Kosten für die Ergänzung der Ration mit Mineralstoffen und Vitaminen wurden pauschal 20 Euro/Kuh und Versuchsperiode angesetzt. Bei den Grundfutterkosten wurden zwei alternative Ansätze gewählt. In Variante 1 wurden nur die variablen GF-Kosten (Heu 6 Cent/kg T, Grassilage 5 Cent/kg T) und in Variante 2 GF-Vollkosten (Heu: 19 Cent/kg T, Grassilage 14 Cent/kg T) unterstellt (STOCKER 2008, persönliche Mitteilung). Grundfutterverluste im Ausmaß von 3 % wurden dabei mit berücksichtigt. Der Milcherlös wurde anhand des Milchpreisschemas der Molkerei Stainach (Dezember 2007) errechnet, wobei alle Varianten mit und ohne GVO-Verzichtszuschlag berechnet wurden. Die Mischung UDPh wird derzeit nicht in GVO-freier Qualität angeboten.

## 2.4 Versuchsauswertung

Die Versuchsdaten der Kühe wurden mit dem Statgraphics-Plus Statistikprogramm mit den fixen Effekten „Proteinversorgungsniveaus“, „Proteinabbaubarkeit“, „Wiederholung“, „Rasse“ sowie der Co-Variable „Futtermenge 8. - 14. Laktationstag“ und der Interaktion „Proteinversorgungsniveaus × Proteinabbaubarkeit“ ausgewertet. Die Versuchsdaten der pansenfistulierten Ochs wurden mit den fixen Effekten „Proteinversorgungsniveaus“, „Proteinabbaubarkeit“, „Tier“, „Jahr“ sowie der Interaktion von „Proteinversor-

**Tabelle 2: Versuchsplan – pansenfistulierte Rinder**  
**Experimental procedure – ruminally fistulated cattle**

Proteinniveau	14 (14 % XP)			16 (16 % XP)			18 hoch (18 % XP)		
	UDPn	UDPm	UDPh	UDPn	UDPm	UDPh	UDPn	UDPm	UDPh
Grundfutter	30 % Heu, 70 % Grassilage								
Kraftfutter <sup>1)</sup>	40 % der Gesamtration – Mischung aus Energiekraftfutter (EKF) und jeweiligem Proteinkraftfutter (PKF)								
Gesamtfutter	Rationiert mit 12 kg T/Tier und Tag								
Versuchsdauer	18 Wiederholungen zu jeweils 14 Tagen								
Erhebungen Anzahl	12	12	12	12	12	12	12	12	12

<sup>1)</sup> Proteinkraftfutter (PKF):  
 UDPn: 66 % Erbsen, 20 % Rapskuchen und 14 % Weizenkleie  
 UDPm: 80 % Sojaextraktionsschrot-48, 20 % Sonnenblumenextraktionsschrot  
 UDPh: 40 % geschützter Sojaextraktionsschrot-48, 40 % Sojaextraktionsschrot-48, 20 % Sonnenblumenextraktionsschrot  
 Energiekraftfutter (EKF):  
 EKF: 27 % Gerste, 27 % Weizen, 26 % Mais, 10 % Weizenkleie, 10 % Trockenschrot

gungsniveaus  $\times$  Proteinabbaubarkeit“ ausgewertet.

### 3. Ergebnisse

#### 3.1 Inhaltsstoffe der Futtermittel

In *Tabelle 3* sind die durchschnittlichen Nährstoffgehalte der Futtermittel angeführt. Das Heu und die Grassilage wiesen im Mittel einen Rohproteingehalt von 14 % und einen Rohfasergehalt von knapp 28 % auf. Der Energiegehalt des Heus lag bei 5,6 MJ NEL und der Grassilage bei 5,8 MJ NEL je kg Trockenmasse.

Im Erntejahr 2003 lag der Rohproteingehalt um 2 % und der Energiegehalt des Heus um 0,1 MJ NEL über dem Mittel der 3 Erntejahre. Demgegenüber lag in diesem Jahr der Energie- und Rohprote-

ingehalt der Grassilage mit 5,5 MJ NEL bzw. 13 % XP unter dem Durchschnitt.

Im Energiekraftfutter (EKF) wurde ein Rohproteingehalt von 13 % bzw. ein Energiegehalt von 7,8 MJ NEL je kg Trockenmasse festgestellt. Von den Proteinkraftfutter-Mischungen wies die Mischung mit niedrigem UDP-Anteil (UDPn) mit 257 g bzw. 8,0 MJ NEL je kg T den geringsten Rohprotein- bzw. Energiegehalt auf.

Der Rohnährstoffgehalt in den Mischungen UDPm und UDPh lag auf vergleichbarem Niveau, lediglich die Energiekonzentration war im Proteinkraftfutter UDPh mit 8,1 MJ NEL geringfügig tiefer als im Proteinkraftfutter UDPm, in dem 8,2 MJ NEL je kg Trockenmasse festgestellt wurden.

### 3.2 Futteraufnahme, Milchleistung und Nährstoffversorgung

#### 3.2.1 Futteraufnahme

Die durchschnittliche Futteraufnahme über den gesamten Versuchszeitraum (4. - 15. Laktationswoche) ist für die Haupteffekte in *Tabelle 4* angeführt bzw. in *Abbildung 1* dargestellt. Im Tabellenanhang finden sich die Ergebnisse der Untergruppen. Die Futteraufnahme im Laktationsverlauf (1. - 15. Laktationswoche) zeigt *Abbildung 2* für die Haupteffekte („UDP“- bzw. „XP“) und *Abbildung 2a* (Tabellenanhang) für die Untergruppen.

Die Grundfutteraufnahme lag im Durchschnitt aller Versuchsgruppen bei knapp 12,2 kg T (93 g/kg LM<sup>0,75</sup>) und wurde weder vom UDP-Anteil im Kraftfutter (UDP) noch von der XP-Versorgung (XP) signifikant beeinflusst. Dem entsprechend wurde auch die XP- und nXP-Aufnahme aus dem Grundfutter nicht von den Versuchsgruppen beeinflusst. Wie die Grundfutteraufnahme erhöhte sich auch die Energieaufnahme aus dem Grundfutter nur tendenziell mit steigender Proteinversorgung (67,8, 69,3 bzw. 71,5 MJ NEL).

Der UDP-Anteil im Kraftfutter hatte auch auf die Gesamtfutteraufnahme keinen signifikanten Einfluss. Bei einem durchschnittlichen Kraftfutteranteil von 44 % lag die Gesamtfutteraufnahme bei 22,1 kg bzw. bei 168 - 170 g/kg LM<sup>0,75</sup>. Mit steigender Proteinversorgung erhöhte sich diese signifikant von 21,3 über 22,1 auf 22,9 kg T/Tag. Bezogen auf die metabolische Lebendmasse stieg die Gesamtfutteraufnahme vom niedrigen auf das mittlere XP-Niveau deutlich und vom mittleren auf das hohe XP-Niveau leicht an (165, 170 bzw. 172 g/kg LM<sup>0,75</sup>). Wie *Abbildung 2* zeigt, konnten diese Ergebnisse über die gesamte Versuchsdauer beobachtet werden.

Mit steigender Proteinversorgung erhöhte sich der Kraftfutteranteil an der Gesamtration leicht, damit stieg die absolut aufgenommene KF-Menge signifikant von 9,3 über 9,7 auf 10,3 kg T. Dadurch erhöhte sich auch die Energieaufnahme mit steigender Proteinversorgung von 140 über 146 auf 153 MJ NEL/Tag (1,09, 1,12 bzw. 1,15 MJ NEL/kg

**Tabelle 3: Inhaltsstoffe der Futtermittel**  
**Nutrient and energy content of feedstuffs**

		Grassilage	Heu	Energie-KF	Proteinkraftfutter		
		1. Aufw.	2. Aufw.	EKF	UDPn	UDPm	UDPh
Trockenmasse	g/kg FM	386	871	878	880	889	890
<b>Nährstoffe</b>	g/kg T						
XP		143	144	133	257	471	474
nXP		129	128	165	188	272	327
RNB		2,1	2,6	-5,1	11,1	31,9	23,6
UDP		21	29	41	51	137	204
XL		31	21	24	21	18	20
XF		279	275	57	91	92	88
XX		458	469	752	578	344	341
XA		89	90	34	53	75	77
NDF		495	516	233	256	171	200
ADF		317	318	71	124	116	113
ADL		35	37	13	27	20	22
UDP	%	15	20	31	20	29	43
<b>Verdaulichkeit</b>	%						
dOS		70,2	67,5	83,8	85,8	87,9	86,6
dXP		62,5	63,8	70,8	85,9	98,1	97,9
dXL		61,4	39,3	77,7	72,6	66,8	59,1
dXF		73,1	66,8	47,2	57,1	57,0	53,0
dXX		71,4	70,5	89,1	90,8	83,3	81,3
dNDF		67,1	65,2	58,0	68,2	64,4	68,3
dADF		66,0	61,8	49,2	58,2	62,4	58,3
<b>Energiekonzentration</b>	MJ/kg T						
ME		9,84	9,30	12,48	12,74	13,19	13,00
NEL		5,83	5,46	7,81	7,95	8,21	8,06
<b>Mengenelemente</b>	g/kg T						
Ca		6,6	7,1	1,9	3,6	4,6	4,3
P		2,7	2,8	4,1	7,4	7,9	7,9
Mg		2,5	2,9	1,6	2,5	3,4	3,9
K		23,4	22,6	8,3	14,0	22,6	22,5
Na		0,29	0,30	0,59	0,29	0,29	0,31
<b>Spurenelemente</b>	mg/kg T						
Mn		89	103	36	41	43	49
Zn		33	33	35	61	73	72
Cu		11	11	6	11	20	20
<b>Errechner Aminosäuregehalt der Kraftfutter</b>							
Lysin	% v. XP			3,4	6,6	5,7	5,7
Methionin + Cystin	% v. XP			3,6	2,8	3,0	3,0

Tabelle 4: Futter- und Nährstoffaufnahme (Haupteffekte)  
Feed and nutrient intake (main effects)

	UDP				XP				Rasse (R)				P-Werte			
	n	m	h		14	16	18	FV	BV	HF	s <sub>0</sub>	UDP	XP	R	UDP × XP	
Anzahl	36	36	36		36	36	36	36	31	41						
Grundfutter	12,18	12,06	12,21		11,83	12,20	12,42	12,17	12,06	12,22	1,28	0,856	0,143	0,892	0,536	
Grassilage	8,84	8,73	8,82		8,52	8,83	9,05	8,83	8,67	8,89	1,07	0,890	0,112	0,713	0,635	
Heu	3,34	3,33	3,40		3,31	3,38	3,37	3,34	3,40	3,33	0,33	0,646	0,637	0,712	0,528	
Krautfutter	9,73	9,86	9,70		9,27	9,72	10,29	9,54	9,43	10,31	0,85	0,707	<0,001	<0,001	0,604	
Energie-KF	5,02	8,33	8,23		8,81	7,22	5,56	7,00	6,92	7,67	0,74	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	
UDPn	4,71	-	-		0,27	1,54	2,90	1,56	1,52	1,62	0,30	<0,001	<0,001	0,377	<0,001	
UDPm	-	1,53	-		0,10	0,49	0,93	0,49	0,51	0,52	0,13	<0,001	<0,001	0,591	<0,001	
UDPp	-	-	1,47		0,09	0,47	0,90	0,49	0,48	0,50	0,11	<0,001	<0,001	0,799	<0,001	
Krautfutter			%		44,0	44,6	43,9	43,6	43,5	45,3	64,2	0,668	0,160	0,017	0,405	
Gesamtfutter <sup>1)</sup>	22,11	22,12	22,12		21,29	22,13	22,92	21,90	21,69	22,75	1,62	0,999	<0,001	0,025	0,753	
Gesamtfutter	168	170	169		165	170	172	159	172	178	14	0,851	0,075	<0,001	0,592	
BCS	2,93	2,81	2,80		2,84	2,77	2,94	3,34	2,79	2,42	0,32	0,166	0,068	<0,001	0,276	
Lebendmasse	667	657	667		653	658	681	714	634	643	52	0,682	0,058	<0,001	0,298	
LM-Veränderung	23	-70	-161		-107	-102	2	9	-110	-110	335	0,074	0,297	0,234	0,891	
<b>Nährstoffe aus Grundfutter</b>																
Energie	69,8	69,1	69,8		67,8	69,3	71,5	69,4	69,7	69,6	7,2	0,897	0,094	0,986	0,270	
XP	1,730	1,717	1,743		1,685	1,735	1,770	1,723	1,748	1,718	182	0,825	0,147	0,804	0,367	
nXP	1,570	1,555	1,572		1,526	1,564	1,607	1,563	1,569	1,565	160	0,883	0,104	0,987	0,305	
<b>Nährstoffe aus Gesamtfutter</b>																
Energie	146,4	146,8	146,0		140,3	145,9	152,9	144,5	144,0	150,7	10,4	0,950	<0,001	0,017	0,572	
XP	3,603	3,551	3,543		3,018	3,556	4,123	3,522	3,532	3,643	270	0,597	<0,001	0,130	0,630	
nXP	3,279	3,348	3,415		3,088	3,337	3,617	3,305	3,296	3,441	240	0,063	<0,001	0,026	0,364	
UDP	731	836	928		687	829	980	819	821	856	66	<0,001	<0,001	0,040	<0,001	
RNB	52	32	20		-11	35	81	35	38	32	11	<0,001	<0,001	0,142	<0,001	
<b>Nährstoffkonzentrationen</b>																
Energie	6,62	6,64	6,60		6,59	6,59	6,67	6,60	6,64	6,62	0,12	0,566	0,024	0,485	0,752	
XP	163	161	160		142	161	180	161	163	160	3	0,001	<0,001	0,018	0,005	
nXP	148	151	154		145	151	158	151	152	151	2	<0,001	<0,001	0,402	<0,001	
UDP	33	38	42		32	37	43	37	38	38	1	<0,001	<0,001	0,820	<0,001	
XF	185	179	180		179	184	182	184	181	180	12	0,062	0,294	0,258	0,242	
NDF	383	373	378		379	382	372	381	376	376	17	0,047	0,054	0,336	0,225	
ADF	217	208	210		209	214	213	214	212	208	13	0,011	0,235	0,162	0,037	
XP/ME-Verhältnis	14,9	14,7	14,7		13,1	14,8	16,4	14,8	14,9	14,7	0,4	0,009	<0,001	0,123	0,010	

<sup>1)</sup> inkl. Mineral- und Wirkstoffe

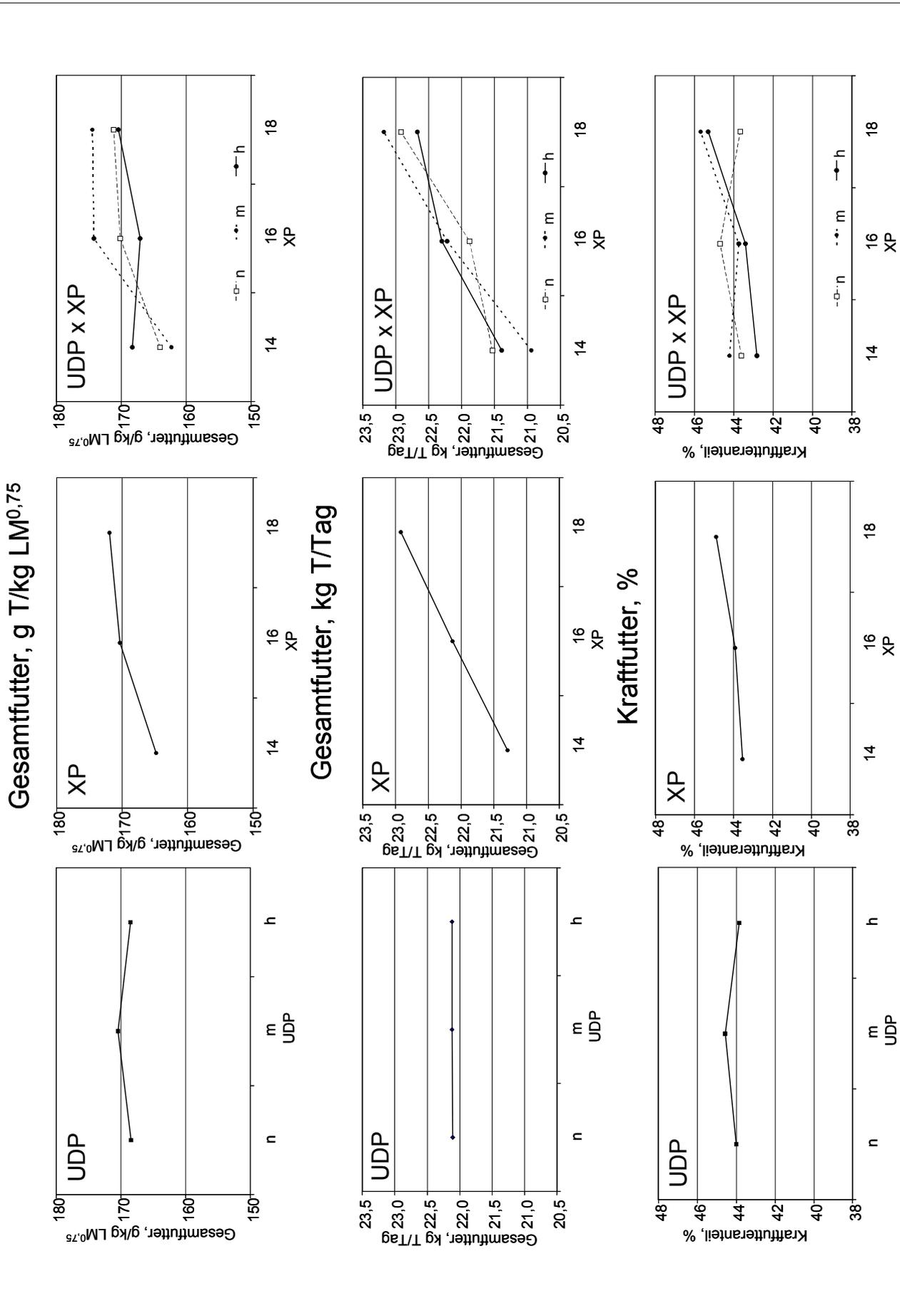
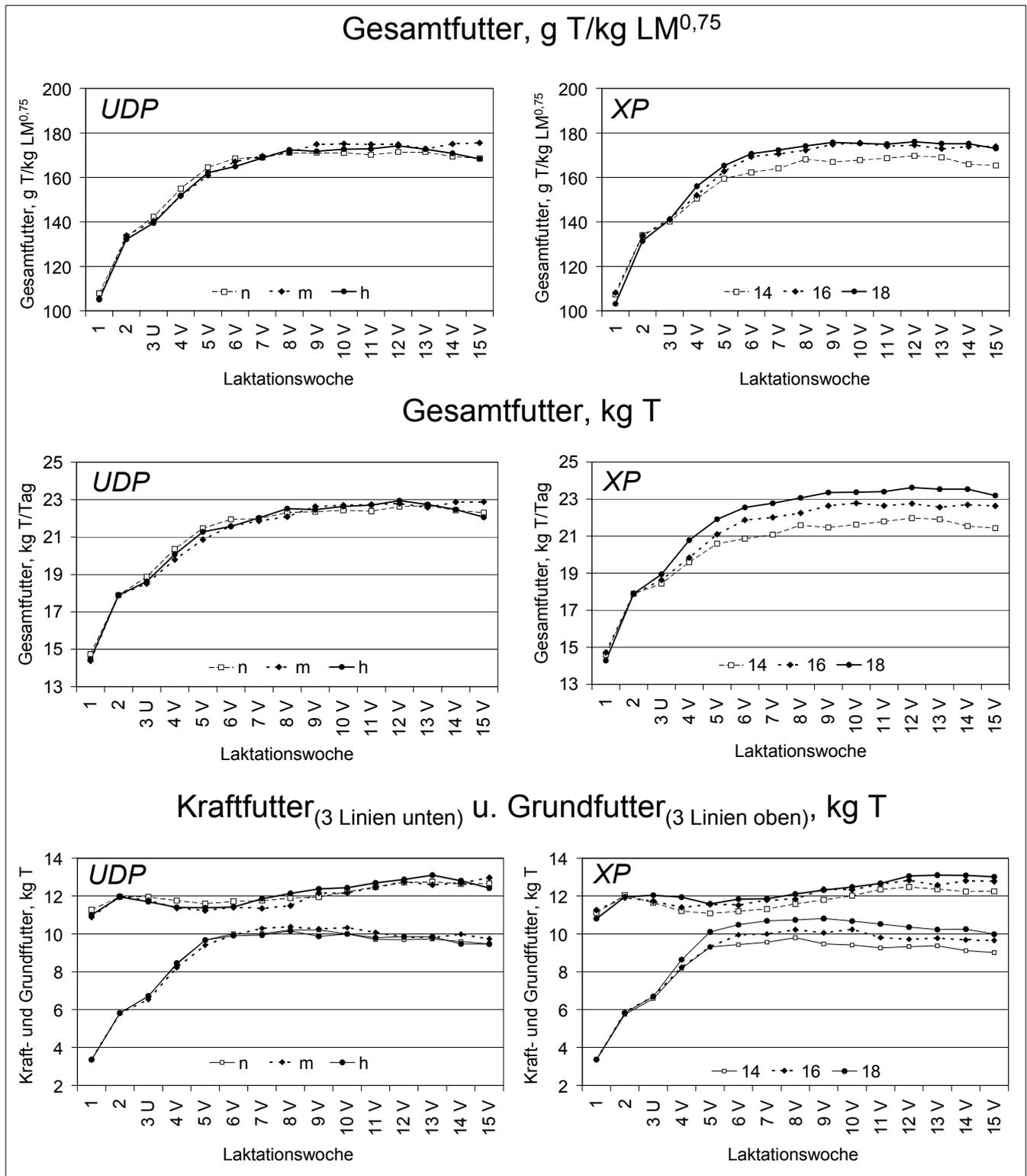


Abbildung 1: Futteraufnahme  
Feed Intake



**Abbildung 2: Futteraufnahme 1. bis 15. Laktationswoche**  
 (Umstellung 3. und Versuchsperiode 4. - 15. Laktationswoche)  
**Feed intake from 1<sup>st</sup> to 15<sup>th</sup> week of lactation**  
 (adjustment period 3<sup>rd</sup> and experimental period from 4<sup>th</sup> to 15<sup>th</sup> week of lactation)

LM<sup>0,75</sup>). Der UDP-Anteil im Kraftfutter (UDPn, UDPm, UDPh) hatte innerhalb der XP-Niveaus keinen Einfluss auf die Energie- und XP-Aufnahme.

Die nXP- und UDP-Aufnahme wurde erwartungsgemäß sowohl von der Proteinkraftfutterzusammensetzung als auch vom XP-Niveau beeinflusst. In den Gruppen UDPn, UDPm und UDPh stieg die UDP-Aufnahme von 731 über 836 auf 928 g an. Bei leicht rückläufiger XP-Aufnahme (3.603, 3.551 bzw. 3.543) nahm die nXP-Versorgung von 3.279 über 3.348 auf 3.415 g zu.

Die errechnete ruminale N-Bilanz ging von 52 über 32 auf 20 g in den Gruppen UDPn, UDPm und UDPh zurück. In den Proteinversorgungsstufen (XP14, XP16 und XP18) wurde die angestrebte XP-Konzentration in der Gesamtration entsprechend dem Versuchsplan sehr genau erreicht. Dadurch nahm erwartungsgemäß auch die nXP- und UDP-Aufnahme vom niedrigen bis zum hohen XP-Versorgungsniveau zu.

Die Gesamtfutteraufnahme unterschied sich zwischen den Rassen signifikant (*Tabelle 4*). Unter Berücksichtigung der Lebendmasse war die Gesamtfutteraufnahme der BV-Kühe mit 172 g/kg LM<sup>0,75</sup> um 8 % und der HF-Kühe mit 178 g/kg LM<sup>0,75</sup> um 12 % höher als die der FV-Kühe, welche 159 g/kg LM<sup>0,75</sup> aufnahmen. Dabei ist allerdings der auf Grund der erzielten höheren Milchleistung bei den HF-Tieren bedingte geringfügig höhere KF-Rationsanteil (+1,7 % KF) zu berücksichtigen.

### 3.2.2 Milchleistung und Milchinhaltsstoffe

Die Milchleistungsergebnisse für die Haupteffekte über den gesamten Versuchszeitraum sind in *Tabelle 5* sowie in den *Abbildungen 3* und *4* zusammengefasst. Im Tabellenanhang sind auch die Ergebnisse der Untergruppen (*Tabelle 5a*) angeführt. In den *Abbildungen 5* und *6* sind ausgewählte Ergebnisse im Laktationsverlauf dargestellt (Laktationswoche 1 - 15).

Der UDP-Anteil im Kraftfutter beeinflusste im Durchschnitt die Milchleistung über die Versuchsperiode nicht signifikant. Tendenziell fiel die ECM-Leistung von UDPn mit 32,7 kg, allerdings bei etwas höherem Milcheiweißgehalt,

von den Versuchsgruppen UDPm und UDPh ab, welche 34,5 bzw. 34,2 kg erreichten. Im Gegensatz zu den Futtergruppen UDPm und UDPh erhöhte sich in UDPn mit steigender XP-Versorgung die Milchfettleistung nicht. Wie die Ergebnisse der Untergruppen zeigen (*Abbildung 2, Tabelle 5a*), lag insbesondere die Milchleistung in UDPn bei hoher XP-Versorgung deutlich unter den Vergleichsgruppen. Dies zeigt sich auch im P-Wert für die Wechselwirkung (UDP × XP) der beim Merkmal Milchleistung an der Signifikanzgrenze lag.

Überraschenderweise wurde im Versuch kein Einfluss des UDP-Anteils im Kraftfutter auf den Harnstoffgehalt der Milch sowie des Bluteserums festgestellt (*Tabelle 5* bzw. *6*). Der Milchharnstoffgehalt lag in UDPn bei 24, in UDPm ebenfalls bei 24 und in UDPh bei 23 mg/100 ml, der Harnstoffgehalt im Blut bei 27, 26 bzw. 27 mg/100 ml. Diese Übereinstimmung der Ergebnisse der UDP-Gruppen trat in allen XP-Versorgungsniveaus und Laktationsabschnitten auf.

Mit steigender XP-Versorgung (14, 16 bzw. 18 %) nahm die Milchleistung vor allem vom Versorgungsniveau 14 % auf 16 % deutlich zu. Dies konnte sowohl bei der ECM-Leistung (31,9 bzw. 34,4 kg) und der Eiweißleistung (0,99 bzw. 1,06 kg) als auch bei der Milchmenge bezogen auf die metabolische Lebendmasse (248 bzw. 266 g/kg LM<sup>0,75</sup>) festgestellt werden. Bei der ECM- und Eiweißleistung zeigte sich auch vom Versorgungsniveau 16 % auf 18 % XP noch ein weiterer Anstieg der Leistung. Bei der Milchleistung fiel aber, wie bereits oben angeführt, die Versuchsgruppe UDPn im hohen XP-Niveau deutlich ab, sodass damit der Gruppenmittelwert gedrückt wurde. Ohne Berücksichtigung der Untergruppe UDPnXP18 stieg die Eiweißleistung (kg/Tag, g/kg LM<sup>0,75</sup>) je 1 % XP-Steigerung um etwa 2,5 - 3,5 % (relativ zu Versorgungsniveau 14 %) nahezu linear von 14 auf 18 % XP-Gehalt in der Gesamtration an.

Auch im Versuchsverlauf zeigte sich ein vergleichbares Ergebnis. Der beschriebene Leistungsanstieg konnte nicht nur zu Versuchsbeginn (Laktationswochen 4 - 9) sondern auch noch zu Versuchsende (Laktationswochen 10 - 15) festgestellt werden.

Mit steigender XP-Versorgung nahmen auch die Milchfettleistung (1,34, 1,46 bzw. 1,47 kg/Tag) und der Milchharnstoffgehalt (15, 24 bzw. 31 mg/100 ml) zu.

Wie bei der Futteraufnahme wurde auch bei der Milchleistung ein signifikanter Rasseneinfluss festgestellt (*Tabelle 5*).

Unter Berücksichtigung der Lebendmasse war die ECM- bzw. Milchleistung der BV-Kühe um 11 bzw. 13 % und die der HF-Kühe um 23 bzw. 25 % über der der FV-Kühe. Die Milcheiweißleistung je kg LM<sup>0,75</sup> lag für BV-Kühe mit 8,2 g um 12 % und für die HF-Kühe mit 8,8 g um 19 % über der der FV-Kühe, welche eine Eiweißleistung von 7,4 g/kg LM<sup>0,75</sup> erzielten. Auch in der Milchfett- und in der Laktoseleistung zeigten sich vergleichbare Rasseneinflüsse. Demgegenüber war der Milchharnstoffgehalt der HF-Tiere mit durchschnittlich 20 mg am geringsten und die BV-Kühe wiesen mit 26 mg/100 ml den höchsten Gehalt auf.

### 3.2.3 Nährstoffversorgung und Lebendmasse

Die Ergebnisse zur Nährstoffversorgung der Kühe über den gesamten Versuchszeitraum sind für die Haupteffekte in *Tabelle 5* zusammengefasst.

Im Tabellenanhang sind auch die Ergebnisse der Untergruppen (*Tabelle 5a*) angeführt. In *Abbildung 7* bzw. *7a* sind ausgewählte Ergebnisse im Laktationsverlauf (Laktationswoche 1 - 15) dargestellt.

Die errechnete Energiebedarfsdeckung wurde von der Zusammensetzung des Proteinkraftfutters (UDP) signifikant beeinflusst. In Gruppe UDPn erreichten die Kühe im Versuchsmittel eine ausgeglichene Energieversorgung. In UDPm und UDPh zeigte sich durchschnittlich eine Unterversorgung von 5 MJ NEL/Tag. In diesem Zusammenhang muss jedoch berücksichtigt werden, dass die Tiere in UDPn auch in den Laktationswochen 1 - 3 (vor Versuchsbeginn) bereits eine etwas günstigere Energiebedarfsdeckung aufwiesen (*Abbildung 7*).

Auch bei den mittleren Tageszunahmen wurde eine vergleichbare Tendenz festgestellt, diese lagen für Gruppe UDPn bei +23 g und für UDPm und UDPh bei -70 bzw. -161 g. Unabhängig von der Kraftfutterzusammensetzung verloren

im Mittel alle Kühe bis zur 7. Laktationswoche (47., 49., 49. Laktationstag in UDPn, UDPm, UDPH) an Lebendmasse und nahmen ab diesem Zeitpunkt wieder zu. Die LM-Abnahme von Laktationswoche 3 bis Laktationswoche 7 war mit 17 kg in UDPn etwas geringer als in UDPm und UDPH, wo die Abnahme 20 kg betrug. Die Tiere in UDPn nahmen im weiteren Laktationsverlauf auch wieder etwas rascher an Lebendmasse zu, sodass in Laktationswoche 11 die Lebendmassen der Kühe in UDPn um 7 kg, in UDPm um 12 kg und in UDPH um 14 kg unter der Lebendmasse in Laktationswoche 3 lagen.

Dies zeigte sich auch in der errechneten Energiebedarfsdeckung, wobei eine ausgeglichene Energiebilanz für die Gruppe UDPn in Laktationswoche 8 und für die Gruppen UDPm und UDPH in Laktationswoche 10 errechnet wurde. Bei der Interpretation der Hauptgruppen-ergebnisse ist wiederum zu berücksichtigen, dass die Untergruppe UDPnXP18 wie bei der Milchleistung auch bei der Energieversorgung und der Lebendmasseentwicklung deutlich von den anderen Versuchsgruppen abwich. Die Kühe in UDPn verloren bei hoher XP-Versorgung weniger Lebendmasse zu Laktationsbeginn und nahmen im weiteren Verlauf der Laktation auch wieder rascher an Lebendmasse zu.

Im Futter-, Energie- und N-Aufwand (kg T/kg ECM, MJ NEL/kg ECM, g N/kg ECM) schnitten die Gruppen UDPm und UDPH insbesondere im hohen, aber auch im mittleren und niedrigen XP-Versorgungsniveau besser als UDPn ab.

In der nXP-Bedarfsdeckung wurde im Versuchsmittel in allen Proteinkraftfuttergruppen eine positive nXP-Versorgung errechnet (220 g UDPn, 241 g UDPm und 336 g UDPH). Bereits ab Laktationswoche 4 (Versuchsbeginn) wurde in allen Hauptversuchsgruppen eine positive nXP-Bilanz festgestellt (Abbildung 7).

Das Proteinversorgungsniveau beeinflusste im Durchschnitt über alle UDP-Gruppen bzw. über die gesamte Versuchsperiode die Energiebedarfsdeckung nicht signifikant. Wie die Ergebnisse in den Untergruppen zeigen, ging in den Kraftfuttergruppen UDPm und UDPH die Energiebedarfsdeckung mit steigender

Tabelle 5: Milchleistung, Nährstoffversorgung und errechnete N-Ausscheidung (Haupteffekte)  
Milk yield, nutrient supply and calculated N-excretion (main effects)

	n	UDP			h	14	XP	18	Rasse (R)			P-Werte		
		m	16	18					FV	BV	HF	s <sub>e</sub>	UDP	XP
Milchmenge	32,72	33,90	34,18	34,22	34,83	31,89	32,52	36,40	3,35	0,152	0,001	< 0,001	0,059	
Milchmenge	251	263	263	266	263	232	258	286	31	0,200	0,035	< 0,001	0,097	
ECM <sup>3,2 MJ/kg</sup>	32,68	34,45	34,23	34,38	35,12	31,77	32,90	36,69	3,73	0,098	0,001	< 0,001	0,329	
Eiweiß	3,20	3,15	3,09	3,10	3,21	3,18	3,19	3,07	0,22	0,080	0,112	0,047	0,225	
Eiweiß	1,044	1,067	1,053	1,057	1,115	1,011	1,038	1,115	0,108	0,670	< 0,001	< 0,001	0,580	
Eiweiß	8,00	8,25	8,08	8,20	8,40	7,36	8,21	8,76	0,94	0,516	0,010	< 0,001	0,409	
Fett	4,15	4,30	4,22	4,24	4,21	4,14	4,24	4,30	0,37	0,236	0,955	0,181	0,307	
Fett	1,357	1,464	1,446	1,456	1,471	1,319	1,384	1,564	0,196	0,053	0,011	< 0,001	0,465	
Laktose	4,80	4,78	4,78	4,78	4,77	4,82	4,80	4,73	0,11	0,788	0,728	0,004	0,087	
Milchharnstoff	23,6	23,6	22,8	23,8	31,2	23,3	26,4	20,3	3,2	0,527	< 0,001	< 0,001	0,860	
Zellzahl	110	133	162	112	159	119	113	173	162	0,397	0,473	0,262	0,244	
<b>Bedarfsdeckung</b>														
Energie-Bedarf	146,4	151,8	151,5	151,6	155,0	145,4	145,7	158,6	12,2	0,118	< 0,001	< 0,001	0,307	
Energie-Aufnahme	146,4	146,8	146,0	145,9	152,9	144,5	144,0	150,7	10,4	0,950	< 0,001	0,017	0,572	
Energie-Bedarfsdeckung	0,0	-5,0	-5,5	-5,7	-2,1	-0,9	-1,7	-7,9	10,0	0,041	0,279	0,009	0,259	
nXP-Bedarf	3,059	3,107	3,079	3,087	3,236	2,986	3,031	3,228	260	0,733	< 0,001	< 0,001	0,625	
nXP-Aufnahme	3,279	3,348	3,415	3,337	3,617	3,305	3,296	3,441	240	0,063	< 0,001	0,026	0,364	
nXP-Bedarfsdeckung	220	241	336	250	381	319	265	213	189	0,028	< 0,001	0,064	0,303	
<b>Futteraufwand</b>														
Futteraufwand	0,68	0,64	0,65	0,64	0,65	0,69	0,66	0,62	0,06	0,048	0,314	< 0,001	0,331	
Energieaufwand	4,48	4,26	4,27	4,24	4,35	4,55	4,38	4,11	0,40	0,034	0,253	< 0,001	0,295	
N-Aufwand	17,6	16,5	16,6	16,5	18,8	17,7	17,2	15,9	1,7	0,006	< 0,001	< 0,001	0,059	
<b>N-Ausscheidungen</b>														
N-Ausscheidungen (Kot + Harn)	406	396	397	398	478	398	398	403	37	0,386	< 0,001	0,788	0,304	
N-Verwertung Milchbildung	29,4	30,3	30,1	29,8	27,1	29,0	29,7	31,1	2,7	0,336	< 0,001	0,006	0,367	

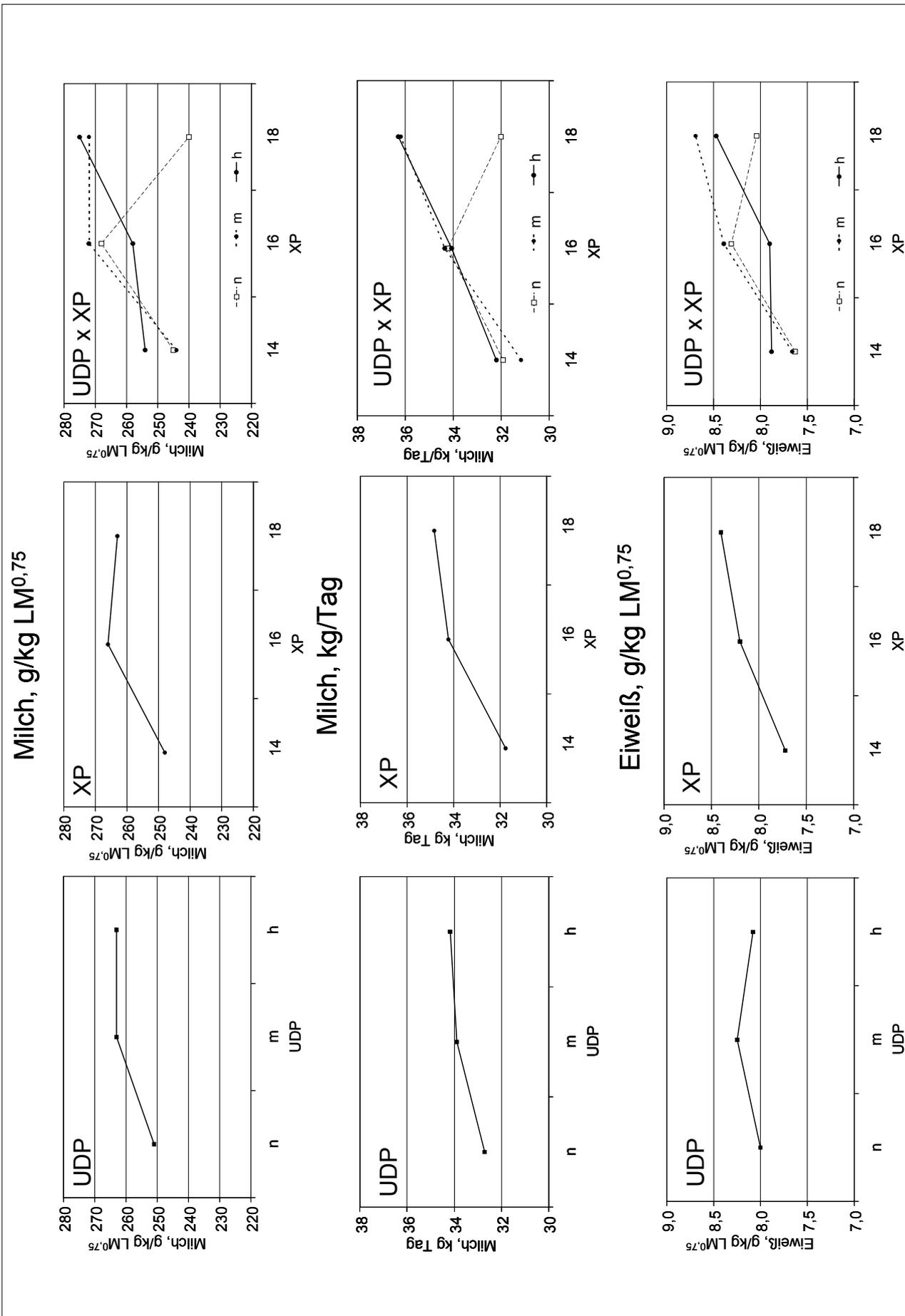


Abbildung 3: Milcheistung  
Milk yield

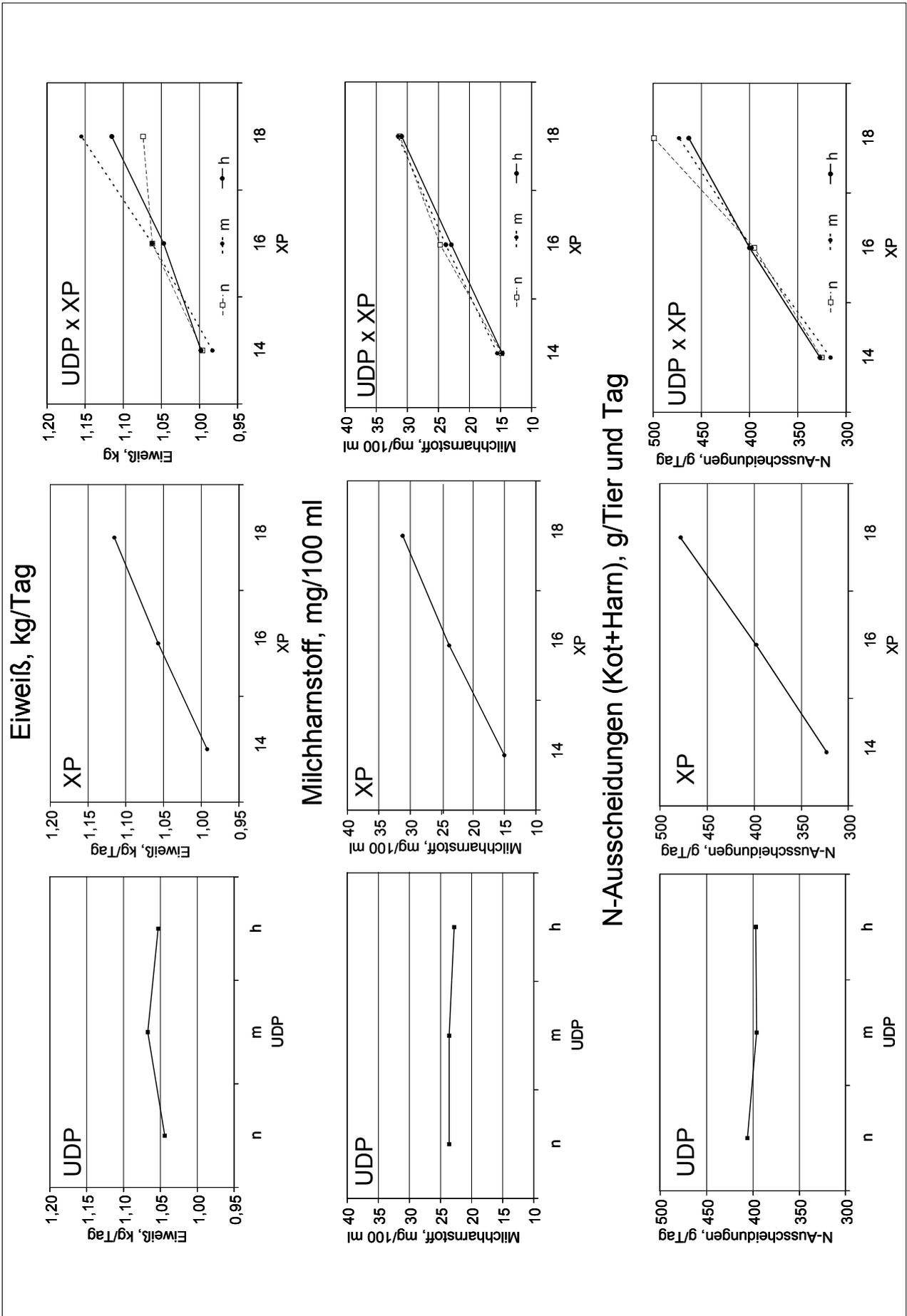


Abbildung 4: Milchinhaltstoffe und N-Ausscheidungen  
Milk yield and N-excretion

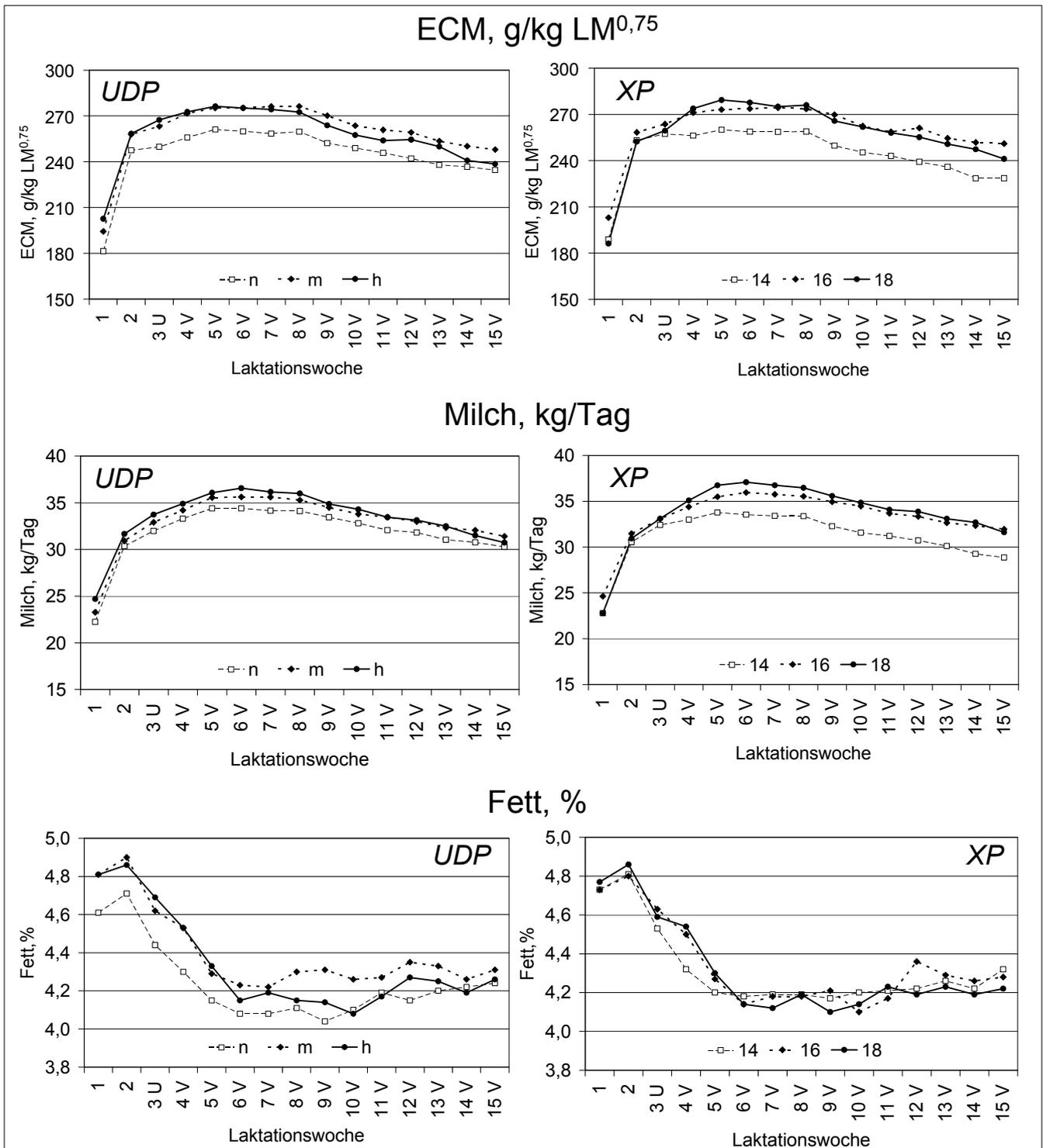


Abbildung 5: Milchleistung 1. bis 15. Laktationswoche (Umstellung 3. und Versuchsperiode 4. - 15. Laktationswoche)  
 Milk yield 1<sup>st</sup> to 15<sup>th</sup> week of lactation (adjustment period 3<sup>rd</sup> and experimental period from 4<sup>th</sup> to 15<sup>th</sup> week of lactation)

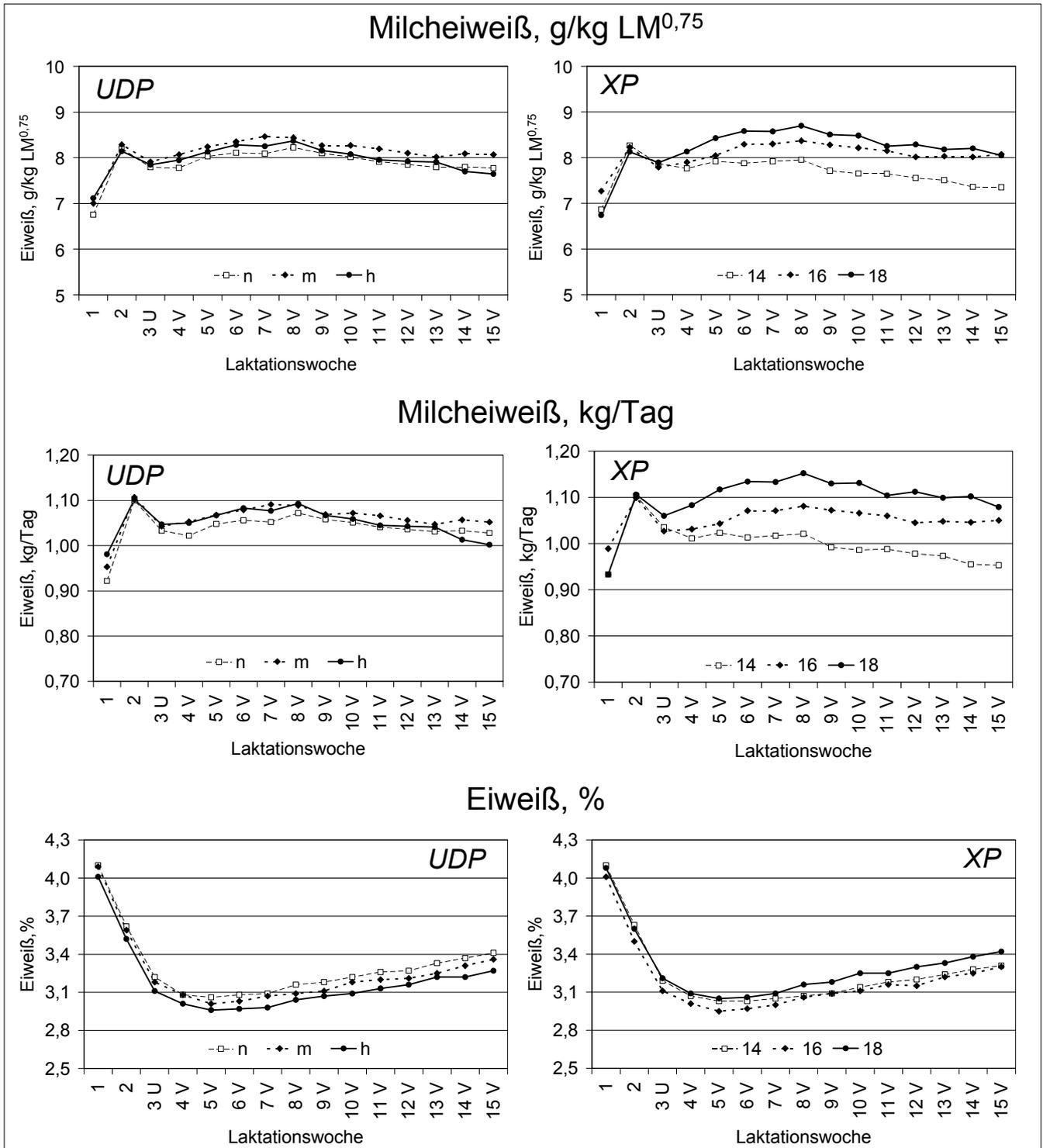


Abbildung 6: Milchleistung 1. bis 15. Laktationswoche (Umstellung 3. und Versuchsperiode 4. - 15. Laktationswoche)  
 Milk protein yield 1<sup>st</sup> to 15<sup>th</sup> week of lactation (adjustment period 3<sup>rd</sup> and experimental period from 4<sup>th</sup> to 15<sup>th</sup> week of lactation)

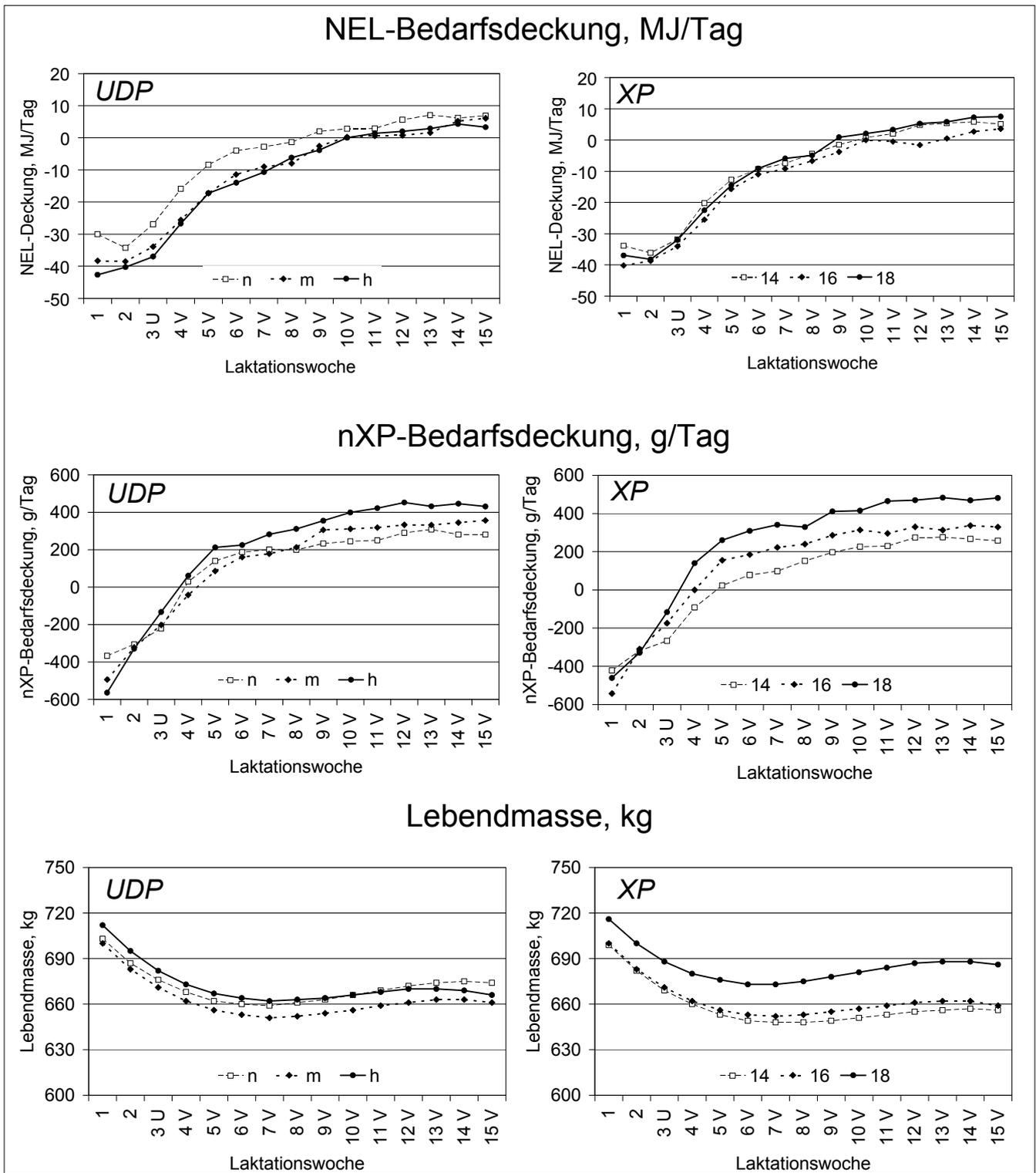


Abbildung 7: Energie- und nXP-Bedarfsdeckung sowie Lebendmasseentwicklung 1. bis 15. Laktationswoche (Umstellung 3. und Versuchsperiode 4. - 15. Laktationswoche)

Energy and nXP-supply as well as live weight from 1<sup>st</sup> to 15<sup>th</sup> week of lactation (adjustment period 3<sup>rd</sup> and experimental period from 4<sup>th</sup> to 15<sup>th</sup> week of lactation)

Proteinversorgung (14 auf 18 %) tendenziell leicht zurück (*Tabelle 5a*).

Die Versuchsgruppe UDPn wich wie oben bereits angeführt bei hoher Proteinversorgung (18 %) deutlich von den Vergleichsgruppen ab. Bei geringerer Milchleistung erreichten die Kühe dieser Gruppe im Mittel eine positive Energiebilanz.

In allen UDP-Gruppen verloren die Kühe bei hoher Proteingängung (XP18) von der 3. Laktationswoche bis zum Wendepunkt der LM-Verlaufskurve (51., 49. und 44. Laktationstag in Gruppe 14, 16 bzw. 18 % XP) mit -16 kg am wenigsten Lebendmasse. In den XP-Gruppen 14 bzw. 16 betrug der LM-Verlust relativ zur 3. Laktationswoche -22 bzw. -19 kg.

Die Tiere in XP18 nahmen im weiteren Laktationsverlauf auch wieder etwas rascher an Lebendmasse zu. In der 11. Laktationswoche lag die Lebendmasse der Kühe in den Gruppen XP14, XP16 und XP18 um -16, -12 bzw. -4 kg unter dem Niveau der Laktationswoche 3.

Mit steigender Proteingängung erhöhte sich die nXP-Bedarfsdeckung von 166 über 250 auf 381 g/Tag. (*Tabelle 5*). Im Laktationsverlauf wurde eine positive nXP-Versorgung bei niedriger Proteinversorgung im Mittel um etwa 1 Woche später (5. statt 4. Laktationswoche) erreicht (*Abbildung 7*).

Im Futter- und Energieaufwand je kg ECM unterschieden sich die Proteinversorgungsniveaus nicht signifikant, demgegenüber stieg der N-Aufwand je kg ECM mit zunehmender XP-Versorgung signifikant an.

Die Energiebedarfsdeckung unterschied sich signifikant zwischen den Rassen (*Tabelle 5*).

Die HF-Kühe wiesen praktisch über die gesamte Versuchsdauer eine um 5 - 8 MJ NEL geringere tägliche Energiebedarfsdeckung als die FV- und BV-Kühe auf, welche auf vergleichbarem Niveau lagen. In der Lebendmasseentwicklung (relativ zur Lebendmasse in der 3. Laktationswoche) spiegelte sich die unterschiedliche Energiebedarfsdeckung jedoch nicht wider. Alle 3 Rassen hatten im Mittel in der 7. Laktationswoche die geringste Lebendmasse und nahmen von Laktationswoche 3 bis 7 rund 18 kg Lebendmasse ab.

### 3.3 Physiologische Parameter, Fruchtbarkeitsergebnisse und N-Ausscheidungen

#### 3.3.1 Physiologische Parameter

Mit Ausnahme des Blutharnstoffgehalts und des P-Gehalts im Blut wurden die untersuchten physiologischen Parameter im Blut und im Harn weder vom Proteinversorgungsniveau noch vom UDP-Anteil im Kraftfutter im Mittel über die gesamte Versuchsdauer und auch nicht im Laktationsverlauf signifikant beeinflusst (*Tabelle 6*). Der Blutharnstoffgehalt wurde, wie auch der Milchlarnstoffgehalt, nicht von der Zusammensetzung des Proteinkraftfutters beeinflusst. Demgegenüber lag der Blutharnstoffgehalt bei hoher Proteinversorgung über die gesamte Versuchsdauer mit 30 - 35 mg/100 ml auf höherem Niveau als in den Gruppen XP14 und XP16, wo dieser zwischen 15 - 20 bzw. zwischen 25 - 30 mg/100 ml variierte (*Abbildung 8*).

Hinsichtlich der im Versuch eingesetzten Rassen konnte bei einigen untersuchten physiologischen Parametern ein Rassen Einfluss ermittelt werden (*Tabelle 6*).

#### 3.3.2 Fruchtbarkeitsparameter

In den *Tabellen 7* und *7a* sind die wichtigsten Fruchtbarkeitskennzahlen zusammengefasst. Bei allen untersuchten Parametern konnten auf Grund der großen Streuung keine signifikanten Einflüsse der Proteinversorgung festgestellt werden. In allen Untergruppen zeigte sich beim Besamungsindex (Anzahl der Besamungen pro trächtiger Kuh) in UDPH ein leichter Trend zu schlechteren Ergebnissen.

#### 3.3.3 N-Ausscheidungen und N-Verwertung

Die Ergebnisse zu den N-Ausscheidungen und der N-Verwertung sind in *Tabelle 5* und *Tabelle 5a* angeführt. Die Proteinkraftfutterzusammensetzung beeinflusste die N-Ausscheidungen und die N-Verwertung nicht signifikant. Im Mittel schieden die Kühe pro Tier und Tag 400 g N (33,6 kg N im Versuchszeitraum) aus und die N-Verwertung (N-Milch in % der N-Aufnahme) lag bei 30 %. Demgegenüber erhöhten sich mit steigender Proteinversorgung die N-Ausscheidungen von 323 g über 398 g auf 478 g linear. Über die gesamte

Versuchsperiode entsprach dies einer Zunahme der N-Ausscheidung von 27,1 auf 33,4 bzw. 40,2 kg pro Tier. Die N-Verwertung ging dadurch von 33 über 30 auf 27 % linear zurück. In der N-Verwertung schnitten die HF-Kühe (31 %) besser als die BV-Kühe (30 %) und FV-Kühe (29 %) ab.

#### 3.4 Ökonomische Bewertung

Wie die Ergebnisse in *Tabelle 8* zeigen, erzielte bei den Kraftfuttermischungen die Variante UDPm die größte Differenz zwischen Milcherlös und Futterkosten. Die Mischungen UDPn und UDPH lagen auf vergleichbarem Niveau. Würde man dabei nur bei Einsatz der UDPH-Mischung den GVO-Verzichtszuschlag abziehen, so würde diese Variante deutlich abfallen.

Mit steigender XP-Versorgung wurde, unabhängig von den unterstellten Grundfutterkosten und Kraftfuttermischungen, eine Verbesserung der Spanne zwischen Milcherlös und Futterkosten festgestellt. Bei unterstellten Grundfuttervollkosten und Berücksichtigung des GVO-Verzichtszuschlages erhöhte sich die Spanne zwischen Milcherlös und Futterkosten von 755 Euro (XP14) über 816 Euro (XP16) auf 854 Euro (XP18) pro Kuh und Versuchsperiode.

Bei den im Versuch eingesetzten Rassen erzielten die HF-Tiere die größte Differenz zwischen Milcherlös und Futterkosten.

#### 3.5 Pansenparameter – pansenfistulierte Rinder

Die Mittelwerte der bei den pansenfistulierten Ochsen erhobenen Pansenparameter sind in *Tabelle 9* zusammengefasst bzw. in den *Abbildungen 9* und *10* dargestellt.

Der pH-Wert der Pansensaftproben wurde weder von der UDP-Gruppe noch von der XP-Versorgung signifikant beeinflusst. Der NH<sub>3</sub>-Gehalt ging von UDPn auf UDPm um 1,5 mmol/l (19,1 auf 17,6 mmol/l) und von UDPm auf UDPH um weitere 0,9 mmol/l (16,7 mmol/l in UDPH) signifikant zurück. In UDPm und UDPH lag die NH<sub>3</sub>-Konzentration um 8 bzw. 13 % unter der in Gruppe UDPn. In allen Fütterungsgruppen wurden jeweils 3 - 4 Stunden nach Fütterungsbeginn die höchsten NH<sub>3</sub>-Konzentrationen im

Tabelle 6: Physiologische Parameter in Blut und Harn (Haupteffekte)  
*Physiological parameters in blood and urine (main effects)*

	UDP			XP				Rasse (R)			P-Werte			
	n	m	h	14	16	18	FV	BV	HF	s <sub>e</sub>	UDP	XP	R	UDP × XP
<b>Blutparameter</b>														
Harnstoff	27,0	26,4	27,2	20,4	27,5	33,0	26,9	29,5	24,5	3,1	0,466	< 0,001	< 0,001	0,854
Creatinin	1,19	1,16	1,19	1,19	1,17	1,18	1,32	1,18	1,03	0,11	0,567	0,658	< 0,001	0,273
Gesamtbilirubin	2,57	2,65	2,89	2,64	2,71	2,77	2,83	2,53	2,75	0,61	0,087	0,639	0,159	0,077
P	1,84	1,76	1,80	1,79	1,79	1,83	1,83	1,81	1,77	0,09	0,038	0,171	0,218	0,017
Ca	2,48	2,46	2,46	2,47	2,49	2,46	2,45	2,51	2,47	2,62	0,403	0,254	0,056	0,907
Mg	1,15	1,15	1,17	1,15	1,16	1,17	1,13	1,21	1,14	0,69	0,414	0,536	< 0,001	0,029
GGT	13,4	12,5	12,4	13,1	12,5	12,7	12,8	12,2	13,2	2,2	0,106	0,495	0,243	0,645
GOT	40,3	43,7	42,8	43,0	42,0	41,8	39,7	46,2	40,9	9,4	0,305	0,862	0,025	0,890
GLDH	7,9	8,2	8,4	8,1	8,0	8,4	8,3	8,9	7,3	3,1	0,810	0,880	0,179	0,074
βHBS	1,41	1,56	1,54	1,43	1,57	1,52	1,42	1,62	1,47	0,56	0,489	0,582	0,399	0,834
Glucose (Vollblut)	47,2	46,6	46,1	47,0	46,1	46,8	48,2	44,9	46,7	4,9	0,624	0,720	0,041	0,870
<b>Harnparameter</b>														
pH	8,4	8,4	8,4	8,4	8,4	8,4	8,4	8,4	8,4	0,1	0,341	0,355	0,432	0,566
Basengehalt	202	211	204	209	214	193	200	222	195	27	0,308	0,007	0,003	0,045
Säuregehalt	68,6	62,4	61,6	66,3	65,2	61,2	67,6	64,9	601,2	20,8	0,334	0,590	0,367	0,504
Ammoniumstickstoff	6,8	6,8	7,2	6,2	7,1	7,5	7,2	7,6	6,1	2,6	0,781	0,103	0,119	0,616
Netto-Säuren-														
Basenausscheidung	126	142	135	137	142	125	125	150	128	30	0,100	0,066	0,015	0,041
Basen-Säure-Quotient	3,01	3,24	3,18	3,07	3,17	3,21	3,06	3,38	3	0,34	0,137	0,492	0,031	0,208
Ketonkörper	0,60	0,70	0,74	0,81	0,71	0,53	0,45	0,72	0,87	0,84	0,814	0,399	0,135	0,413

Tabelle 7: Fruchtbarkeitsparameter (Haupteffekte)  
*Fertility parameters (main effects)*

	UDP			XP				Rasse (R)			P-Werte			
	n	m	h	14	16	18	FV	BV	HF	s <sub>e</sub>	UDP	XP	R	UDP × XP
Remontierung <sup>1)</sup>	24	34	35	28	23	43	25	39	29	46	0,524	0,170	0,493	0,834
vorgesehen <sup>1)</sup>	14	22	18	16	19	20	17	19	20	40	0,732	0,929	0,939	0,909
Besamungsindex <sup>2)</sup>	2,2	2,3	2,9	2,7	2,2	2,5	2,6	2,7	2,1	1,3	0,128	0,302	0,221	0,907
Zwischenkalbezeit <sup>2)</sup>	397	384	412	409	387	397	395	410	389	52	0,233	0,326	0,552	0,657
Rastzeit <sup>2)</sup>	68	65	64	68	66	63	58	71	68	18	0,693	0,645	0,047	0,120
Güsterzeit <sup>2)</sup>	111	98	125	122	102	110	105	124	105	51	0,216	0,382	0,545	0,753
Verzögerungszeit <sup>2)</sup>	43	33	61	54	36	47	47	53	37	47	0,144	0,406	0,579	0,958
Rastzeit														
(Güsterzeit < 105 Tage) <sup>2)</sup>	63	62	54	56	65	57	53	57	68	14	0,393	0,261	0,051	0,766

<sup>1)</sup> im weiteren Laktationsverlauf (nach Versuchsende)

<sup>2)</sup> der nicht abgegangenen Kühe

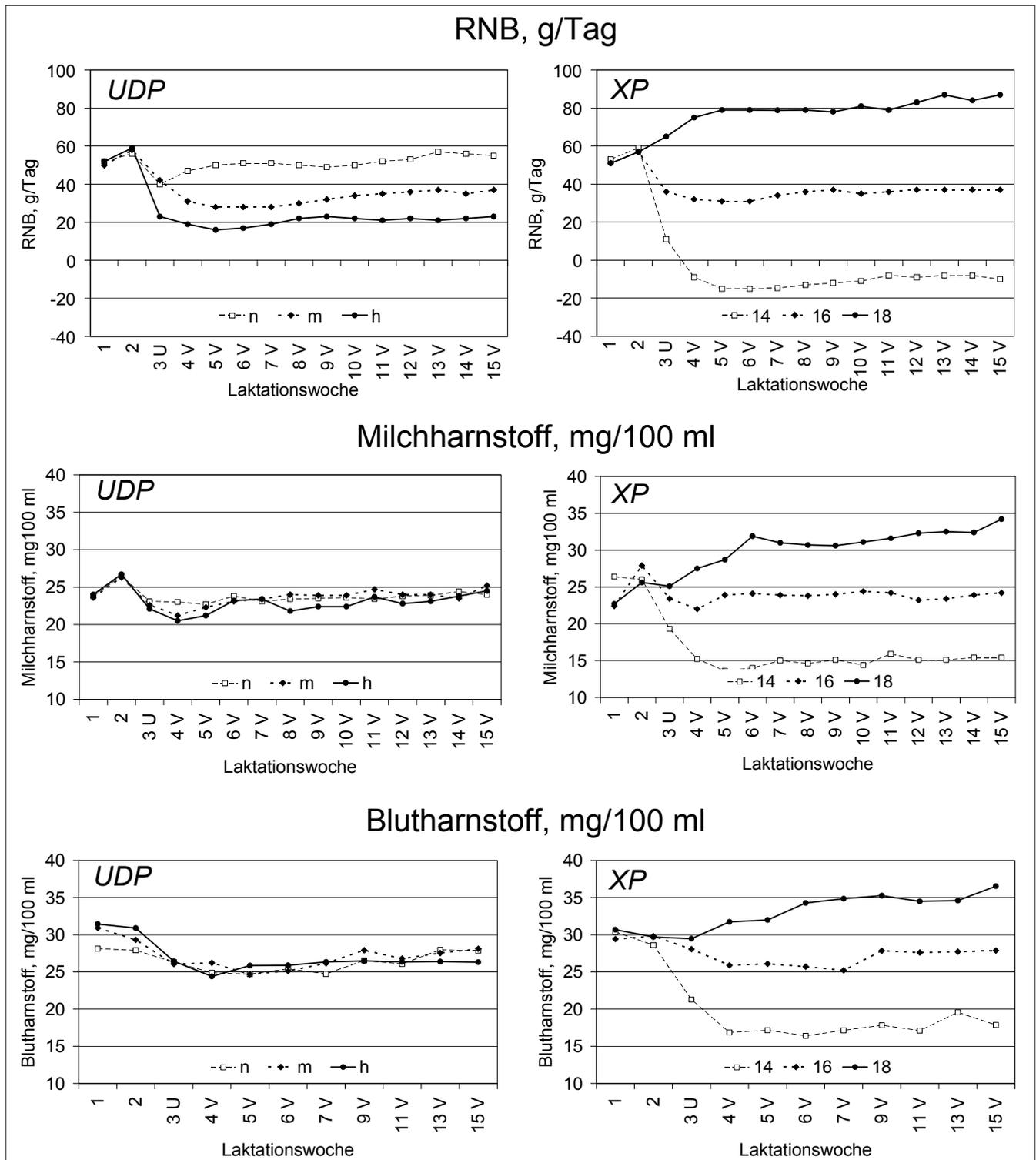


Abbildung 8: Ruminale N-Bilanz (RNB), Milch- und Blutharnstoffgehalt 1. bis 15. Laktationswoche (Umstellung 3. und Versuchsperiode 4. - 15. Laktationswoche)

**Ruminal N balance (RNB), milk and blood urea content from 1<sup>st</sup> to 15<sup>th</sup> week of lactation (adjustment period 3<sup>rd</sup> and experimental period from 4<sup>th</sup> to 15<sup>th</sup> week of lactation)**

Pansensaft festgestellt (Abbildung 10). Der UDP-Anteil im Kraftfutter hatte keinen Einfluss auf die weiteren erhobenen Pansenparameter. Mit steigender Proteinversorgung erhöhte sich in allen UDP-Gruppen die NH<sub>3</sub>-Konzentration

signifikant. In den Hauptgruppen lag die NH<sub>3</sub>-Konzentration in XP16 um 16 % und in XP18 um 33 % über der Gruppe XP14. Die NH<sub>3</sub>-Konzentration betragen 15,3 mmol/l in XP14, 17,7 in XP16 und 20,4 mmol/l in XP18.

Bei hoher XP-Versorgung war in den Untergruppen UDPn und UDPm die Konzentration an Essig-, Propion- und Buttersäure jeweils leicht erhöht. In den Untergruppen UDPh wurde dieser Effekt demgegenüber nicht festgestellt.

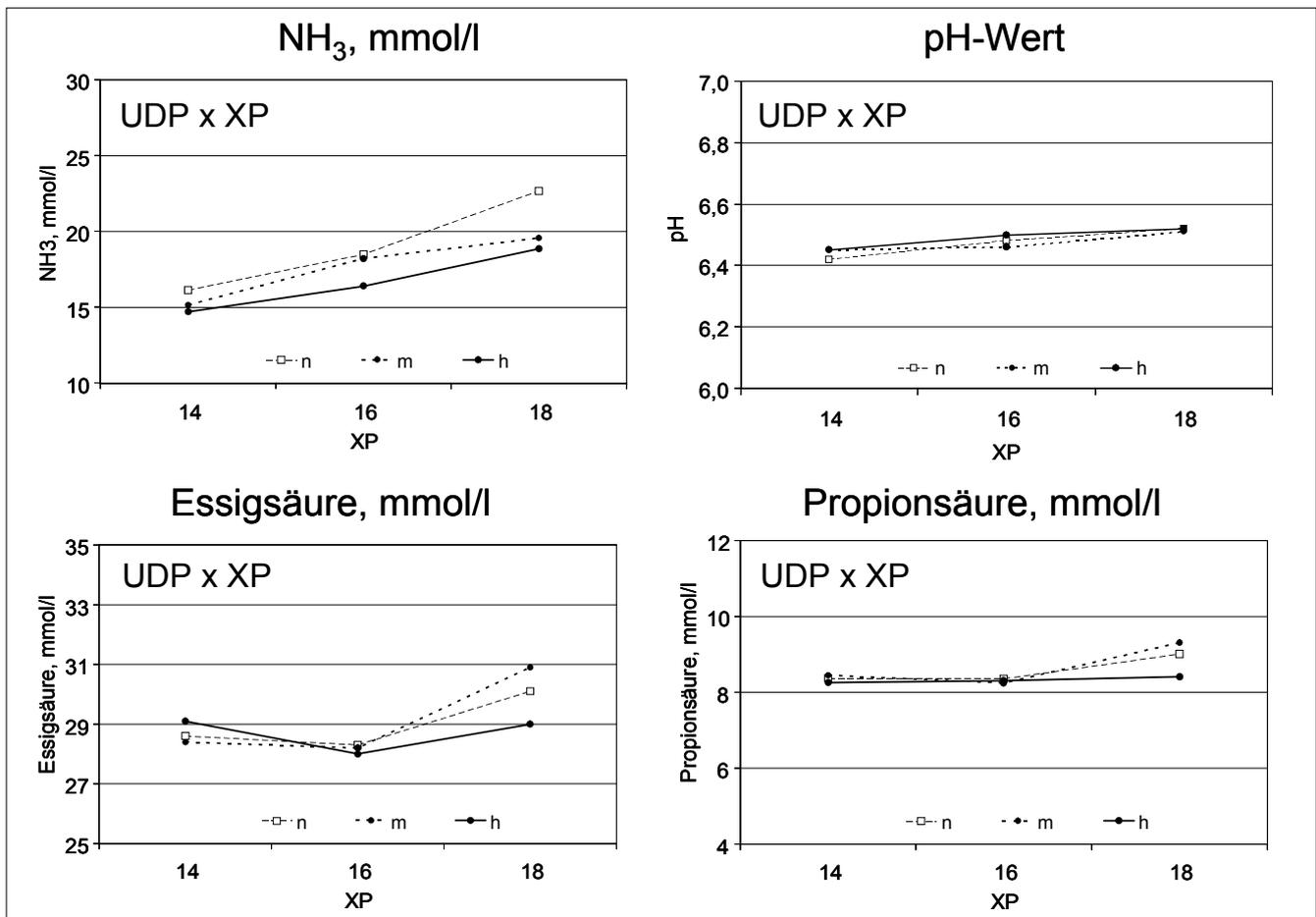


Abbildung 9: Pansenparameter (pansenfistulierte Rinder)  
Parameters of ruminal fermentation (ruminally fistulated cattle)

#### 4. Diskussion

Der vorliegende Versuch zur Proteinversorgung von Milchkühen wurde mit multiparen Kühen (Ø 3,3 Laktationen) im ersten Laktationsdrittel (21. - 105. Laktationstag) durchgeführt. Zu Laktationsbeginn bzw. bei hoher Milchleistung ist die Versorgung mit nutzbarem Rohprotein am Dünndarm (nXP) ein für die Nährstoffbedarfsdeckung bzw. Leistung begrenzender Faktor (FLACHOWSKY et al. 2000, STEINWIDDER 1997, STEINWIDDER und GRUBER 2001). Durch die enge Beziehung von Energieaufnahme und mikrobieller Proteinsynthese wird die Proteinversorgung des Tieres durch die niedrige Futteraufnahme und die daraus resultierende eingeschränkte Mikrobenproteinsynthese limitiert. In diesem Fall werden in der Fütterung Kraftfuttermischungen mit höheren nXP-Gehalten und Proteinkomponenten mit höheren UDP-Anteilen empfohlen. Vor allem bei Grünland-Grundfütterungen, wo

mit steigender XP-Versorgung häufig Stickstoffüberschüsse im Pansen auftreten, wird dem UDP-Anteil besondere Beachtung geschenkt. Es wird auch der Einsatz von „pansenstabilen“ Proteinen bzw. Aminosäuren diskutiert, um die damit verbundenen Stickstoffüberschüsse im Pansen zu verhindern und gleichzeitig eine bedarfsgerechte Versorgung mit Aminosäuren zu erreichen. In Literaturübersichtsarbeiten zum Einsatz geschützter Proteine bzw. Aminosäuren werden jedoch keine eindeutig positiven Ergebnisse beschrieben (JOCHMANN et al. 1996, FLACHOWSKY et al. 2000). STEINWIDDER und GRUBER (2000a) konnten zeigen, dass das französische PDI- und das holländische DVE-Proteinbewertungssystem den Einsatz von höheren Proteinkraftfuttermengen bzw. eine höhere UDP-Versorgung erfordern würden.

In amerikanischen Normen sowie in der Fütterungspraxis werden zu Laktationsbeginn relativ hohe Rohproteinkonzent-

rationen erreicht, wobei mit steigendem UDP-Anteil die XP-Konzentration deutlich reduziert werden kann (HUTJENS 1996, NRC 2001). Im Vergleich dazu ergeben sich nach den nXP-Versorgungsempfehlungen der GfE (2001), je nach UDP-Anteil in der Ration, um etwa 1 % (0 - 2 %) geringere Rohproteinkonzentrationen in der Gesamtration.

Im zweifaktoriellen Versuch sollten darauf aufbauend drei Proteinversorgungsniveaus (14, 16 und 18 %) sowie drei Kraftfuttermischungen mit unterschiedlichen errechneten UDP-Anteilen (20, 29 und 43 %) geprüft werden. Um auch im niedrigen Proteinversorgungsniveau eine Differenzierung in der UDP-Versorgung über die Kraftfuttermischungen zu erreichen, wurde bei der Grünlandration auf Heu und Grassilage mittlerer Qualität (niedriger XP-Gehalt) zurück gegriffen. Da die Mehrzahl der Versuchstiere in der Trockenstehzeit vor Versuchsbeginn in einem Versuch zum Einsatz saurer Salze standen, wurden die

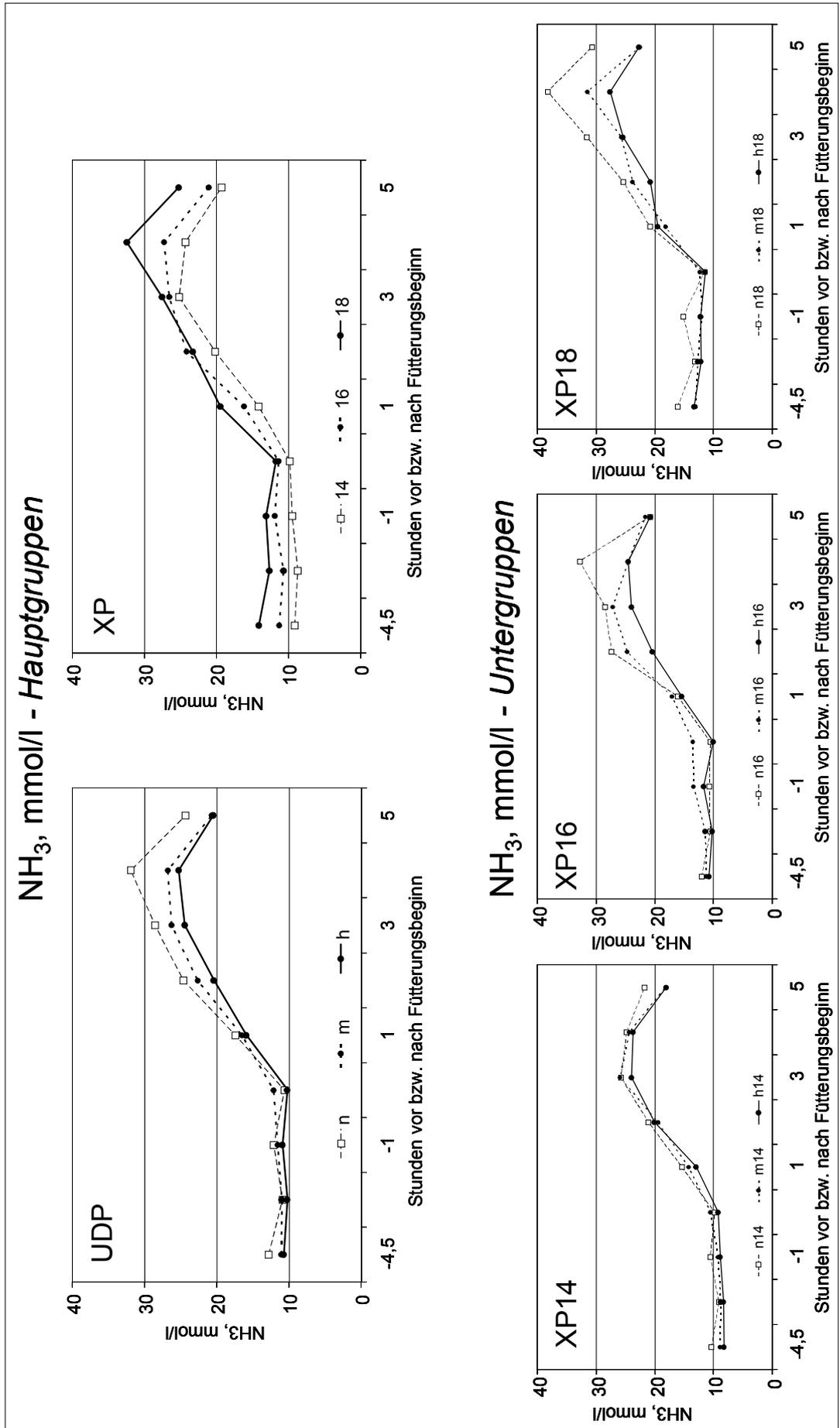


Abbildung 10: NH<sub>3</sub>-Konzentration im Pansensaft (pansenfistulierte Rinder)  
 NH<sub>3</sub>-concentration in the rumen liquor (ruminally fistulated cattle)

**Tabelle 8: Ökonomische Effekte – Milcherlös und Futterkosten (Haupteffekte)**  
**Economic evaluation – milk proceeds and costs for feedstuffs (main effects)**

	UDP			XP				Rasse (R)		
	n	m	h	14	16	18	FV	BV	HF	
<b>Futterkosten</b>										
variable Grundfutterkosten	110,5	109,8	111,7	108,4	111,3	112,0	110,4	111,0	110,5	
Vollkosten Grundfutter	162,0	160,5	162,7	157,6	162,5	165,0	161,9	160,9	162,4	
Kraft- und Mineralfutterkosten	265,0	287,6	285,8	262,8	278,1	297,1	273,5	270,8	293,8	
<b>Milcherlös</b>										
Milcherlös ohne GVO verz. Zuschlag	42,83	42,91	41,74	42,20	41,93	43,19	42,54	43,2	41,73	
Milcherlös mit GVO verz. Zuschlag	43,83	43,91	42,74	43,20	42,93	44,19	43,54	44,2	42,73	
Milcherlös ohne GVO verz. Zuschlag	1.177,2	1.221,9	1.198,4	1.125,8	1.205,3	1.263,6	1.139,5	1.180,1	1.275,9	
Milcherlös mit GVO verz. Zuschlag	1.204,7	1.250,4	1.227,1	1.152,5	1.234,0	1.292,9	1.166,3	1.207,4	1.306,5	
<b>Differenz (Milcherlös - Futterkosten)</b>										
Ohne GVO verz. Zuschlag - GF-Vollkosten	750	774	750	705	765	802	704	748	820	
Ohne GVO verz. Zuschlag - variable GF-Kosten	802	824	801	755	816	854	756	798	872	
Mit GVO verz. Zuschlag - GF-Vollkosten	778	802	779	732	793	831	731	776	850	
Mit GVO verz. Zuschlag - variable GF-Kosten	802	824	801	755	816	854	756	798	872	

**Tabelle 9: Parameter der Pansenfermentation – pansenfristulierte Rinder**  
**Parameters of ruminal fermentation – ruminally fistulated cattle**

	UDP			XP				UDP x XP				P-Werte							
	n	m	h	14	16	18	n14	n16	n18	m14	m16	m18	h14	h16	h18	s <sub>0</sub>	UDP	XP	UDP x XP
pH-Wert frisch	6,5	6,5	6,5	6,4	6,5	6,5	6,4	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	0,2	0,896	0,179	0,983
pH-Wert nach Gefrierlagerung	7,3	7,3	7,3	7,3	7,3	7,3	7,3	7,4	7,2	7,3	7,3	7,3	7,3	7,3	7,3	0,3	0,908	0,495	0,833
NH <sub>3</sub> mmol/l	19,1	17,6	16,7	15,3	17,7	20,4	16,1	18,5	22,7	15,1	18,2	19,6	14,7	16,4	18,9	2,5	0,001	<0,001	0,349
Essigsäure mmol/l	29,0	29,2	28,7	28,7	28,2	30,0	28,6	28,3	30,1	28,4	28,2	30,9	29,1	28,0	29,0	2,9	0,820	0,039	0,688
Propionsäure mmol/l	8,6	8,7	8,3	8,4	8,3	8,9	8,4	8,4	9,0	8,5	8,3	9,3	8,3	8,3	8,4	0,9	0,311	0,022	0,563
Buttersäure mmol/l	6,7	6,8	6,7	6,8	6,5	7,0	6,7	6,6	6,9	6,6	6,6	7,2	6,9	6,3	6,8	0,7	0,817	0,018	0,559

Kühe in den ersten 2 Laktationswochen einheitlich gefüttert und vom 14. bis 21. Laktationstag auf die Versuchsrationen umgestellt. Entsprechend dem Versuchsplan standen in allen Versuchsgruppen 12 Milchkühe vom 21. - 105. Laktationstag im Versuch. Durch die dreimal wöchentliche Rationsanpassung konnte in allen Versuchsgruppen das angestrebte XP-Versorgungsniveau (14, 16 bzw. 18 %) sehr genau erreicht werden. Bei der Versuchsplanung wurde bei der Zusammensetzung der Kraftfuttermischungen (EKF, UDPn, UDPm, UDPh) neben der Differenzierung der Rohproteinabbaubarkeit im Pansen ein Energiegehalt von 8 MJ NEL je kg Trockenmasse angestrebt. Der tatsächlich festgestellte Energiegehalt der Mischungen variierte zwischen 7,8 und 8,2 MJ NEL (EKF 7,81, UDPn 7,95, UDPm 8,21 und UDPh 8,06 MJ NEL/kg T). Der errechnete Anteil an Methionin+Cystin im Rohprotein lag in UDPn etwas unter dem von UDPm, UDPh und EKF. Demgegenüber war der Lysinanteil in UDPn über dem der anderen Kraftfutterkomponenten. Die Einteilung der Versuchstiere in die Versuchsgruppen erfolgte entsprechend der Rasse, der bisherigen Milchleistung und der Laktationszahl. Bei der Interpretation der Versuchsergebnisse ist zu berücksichtigen, dass die Lebendmasse der Kühe im hohen XP-Niveau etwas über der in den Vergleichsgruppen lag. Es wurden daher bei der Auswertung die Ergebnisse mehrfach auch auf die metabolische Lebendmasse (LM<sup>0,75</sup>) bezogen. Die Kraftfutterergänzung wurde in den ersten vier Laktationswochen entsprechend einer Steigerungskurve erhöht. Danach wurde bei der Rationsvorschrift eine bedarfsgerechte Energieversorgung angestrebt, wobei jedoch ein Kraftfutteranteil von mehr als 45 % an der Gesamtration, auch bei errechneter energetischer Unterversorgung, nicht überschritten werden sollte. Trotz dieser Vorgangsweise ließ sich damit eine geringfügige Erhöhung des Kraftfutteranteils mit steigender Milchleistung nicht vollständig vermeiden.

Der unterschiedliche UDP-Anteil im Kraftfutter (UDPn, UDPm, UDPh) hatte zwar auf die errechnete RNB (+52, +32, +20 g N/Tag) sowie auf die UDP- (731, 836, 928 g/Tag) und nXP-Aufnahme (3.279, 3.348, 3.415 g nXP/Tag) einen

signifikanten Einfluss, wirkte sich jedoch nicht auf die Grund- und Kraftfutter- sowie Energieaufnahme (22,1 kg T/Tag bzw. 168 - 170 g T/kg LM<sup>0,75</sup>) aus. Nur bei hoher XP-Versorgung wurde ein Einfluss des Proteinkraftfutters auf die Milch- und Eiweißleistung festgestellt. Hier fiel in der Gruppe UDPn die Milchleistung gegenüber UDPm und UDPH ab. Bei einer XP-Konzentration von 14 bzw. 16 % lag die Milchleistung aller drei Mischungen, innerhalb des selben XP-Versorgungsniveaus, auf gleicher Höhe. Eine Erklärung für den Milchleistungsrückgang in UDPnXP18 könnte die Zusammensetzung der Proteinkraftfuttermischung UDPn (66 % Erbsen, 20 % Rapskuchen, 14 % Weizenkleie) liefern. Im Mittel nahmen die Kühe dieser Gruppe täglich 5,7 kg T Erbsen und 1,7 kg T Rapskuchen auf. In Kombination könnten die Gehalte an antinutritiven Inhaltsstoffen die Nährstoffverwertung negativ beeinflusst haben (JEROCH et al. 1999, HOFFMANN und STEINHÖFEL 2005).

Wie die Ergebnisse der pansenfistulierten Ochsen zeigen, ging mit steigendem UDP-Anteil im Kraftfutter die NH<sub>3</sub>-Konzentration im Pansensaft von UDPn auf UDPm im Mittel um 8 % bzw. von UDPn auf UDPH um 13 % zurück. Dieser bei den Ochsen ermittelte Effekt spiegelte sich jedoch nicht, wie zu erwarten gewesen wäre, im Blut- und Milchnharnstoffgehalt der Milchkühe wider. Die Blut- und auch die Milchnharnstoffgehalte der UDP-Gruppen aller XP-Versorgungsniveaus lagen auf vergleichbarem Niveau. Die Erhöhung der UDP-Versorgung von UDPm auf UDPH (geschützter Sojaextraktionsschrot) hatte auch keinen Effekt auf die Milchleistung. Dabei ist zu berücksichtigen, dass die Kühe im vorliegenden Versuch im Mittel bereits ab der 4. - 5. Laktationswoche (ab 1. - 2. Versuchswoche) eine bedarfsdeckende nXP-Versorgung erreichten bzw. überschritten. Vergleichbare Ergebnisse werden von ALERT (2004) beschrieben. Der Autor tauschte in drei Fütterungsversuchen mit frischlaktierenden Milchkühen bei maissilagebetonter Grundfutterzusammensetzung jeweils Sojaextraktionsschrot gegen pansengeschützten Sojaextraktionsschrot (BioprofinS bzw. SoyPass) bzw. pansengeschützten Rapsexpeller (RaPass) aus. In allen

drei Versuchen wurde die Milchleistung durch den Einsatz der geschützten Proteinquellen nicht signifikant beeinflusst. Bei Einsatz von SoyPass stieg die Milchleistung leicht um 2 % relativ zur Soja-Kontrollgruppe und erhöhte sich die Eiweißmenge um 9,2 kg in den ersten 120 Laktationstagen. Wie in der vorliegenden Untersuchung kam es zu keiner Beeinflussung des Milchnharnstoffgehalts sowie der untersuchten Leberstoffwechselfparameter. OLMOS COLMENERO und BRODERICK (2006a) verglichen mit hochleistenden Milchkühen (40 kg/Tag) auf drei Proteinversorgungsniveaus (15,6, 16,6 bzw. 17,6 %) Rationen mit differenzierter UDP-Versorgung (Sojaprotein unterschiedlicher Pansenabbaubarkeit). Vergleichbar mit der vorliegenden Untersuchung konnte bei 15,6 % XP trotz höherem UDP-Anteil im Kraftfutter ein Milchleistungsrückgang nicht verhindert werden. Bei 16,6 % XP-Versorgung hatte der UDP-Anteil keinen Einfluss auf Leistung und Futtereffizienz. Die Erhöhung der XP-Versorgung von 16,6 auf 17,6 % – über höhere RDP-Versorgung – führte zu einem leichten Anstieg der Futteraufnahme, hatte aber keinen Einfluss auf die Milchleistung und erhöhte die N-Ausscheidungen und den Futteraufwand. Die Autoren vermuten, dass der fehlende Effekt der UDP-Versorgung auf die Leistung auf ein zu geringes Methioninangebot zurückzuführen war. Methionin wird bei sojabetonter Proteinergänzung als erstlimitierende Aminosäure beschrieben (CASPER und SCHINGOETHE 1988). Auch im vorliegenden Versuch könnte bei niedriger XP-Versorgung in den ersten Laktationswochen die Methioninversorgung leistungslimitierend gewesen sein.

Demgegenüber konnten KALSCHUR et al. (1999) zu Laktationsbeginn bei reduzierter XP-Versorgung durch Erhöhung des UDP-Anteils einen positiven Effekt auf die Milchleistung feststellen. Die Autoren führten 3 Fütterungsversuche zu unterschiedlichen Laktationszeitpunkten (4. - 14. Woche, 19. - 29. Woche, 34. - 44. Woche) durch und verglichen dabei zwei Proteinniveaus bzw. drei UDP-Anteile bei niedriger Proteinversorgung. Zu Laktationsbeginn stieg die Milchleistung bei Erhöhung der Proteinversorgung von 15,2 % XP

auf 17,4 % XP an. Durch Erhöhung des UDP-Anteils von UDPn über UDPm auf UDPH nahm die Milchleistung im Proteinversorgungsniveau 15,2 % zu, lag aber auch in Untergruppe UDPH noch unter dem Niveau der Kontrollgruppe, welche eine Ration mit 17,4 % XP erhielt. In der Futteraufnahme konnten keine gesicherten Gruppenunterschiede festgestellt werden, obwohl die Kühe in der Kontrollgruppe (XP 17,4 %) bzw. Versuchsgruppe XP 15,2 % UDPm tendenziell die höchsten Futteraufnahmen erreichten. Zu Laktationsmitte (2. Versuch) hatte weder die Proteinversorgung (15,2 bzw. 13,3 % XP) noch der UDP-Anteil einen signifikanten Einfluss auf Futteraufnahme und Milchleistung. Zu Laktationsende war im hohen Proteinversorgungsniveau (14,2 bzw. 12,6 % XP) die Futteraufnahme und Lebendmassezunahme erhöht, es zeigte sich aber kein Einfluss auf die Milchleistung. Mit steigendem UDP-Anteil gingen der Milchlaktat- und der Milcheiweißgehalt sogar zurück.

Im Gegensatz zum UDP-Anteil im Kraftfutter beeinflusste im vorliegenden Versuch das Proteinversorgungsniveau die Futteraufnahme, die Milchleistung, den Milch- und Blutharnstoffgehalt und die N-Ausscheidungen signifikant. In den Untersuchungen mit den pansenfistulierten Ochsen nahm mit steigender XP-Versorgung der NH<sub>3</sub>-Gehalt im Pansensaft zu und erhöhte sich bei hoher XP-Versorgung auch die Essigsäure-, Propionsäure- und Buttersäurekonzentration leicht. Die Erhöhung der XP-Versorgung von 14 über 16 auf 18 % führte bei den Milchkühen zu einer Zunahme der Gesamtfutteraufnahme von 165 über 170 auf 172 g/kg LM<sup>0,75</sup> (21,3, 22,1 bzw. 22,9 kg T), wobei die Grundfutteraufnahme leicht und die Kraftfutteraufnahme signifikant anstiegen. Die Tiere verloren zu Versuchsbeginn in XP18 auch etwas weniger Lebendmasse und nahmen im weiteren Versuchsverlauf auch wieder stärker zu. GRUBER et al. (2004, 2005) konnten bei der Auswertung eines umfangreichen Datenmaterials aus Fütterungsversuchen in Deutschland, Österreich und der Schweiz ebenfalls einen deutlichen Effekt der Proteinversorgung (XP/NEL-Verhältnis) auf die Futteraufnahme von Milchkühen feststellen. Die Futteraufnahme wurde in dieser Auswertung deutlich mehr

vermindert, wenn der Proteingehalt abnahm, als die Futteraufnahme zunahm, wenn der Proteingehalt erhöht wurde. Die Autoren führen diesen kurvilinearen Zusammenhang auf den N-Stoffwechsel im Pansen, mit Auswirkungen auf die Pansenfermentation bei zunehmender N-Unterversorgung, zurück. RIEMEIER et al. (2004) konnten diesbezüglich bei Milchkühen zeigen, dass bei deutlich negativer RNB (-0,6 g/MJ ME) die Menge an fermentierbarer organischer Masse im Pansen und die mikrobielle Proteinsynthese zurückgehen. In Untersuchungen von KRÖBER et al. (1999) führte die Reduktion des XP-Angebots von ca. 14 auf 11 % in der Trockenmasse zu einer tendenziellen Abnahme der Verdaulichkeit der OS sowie der XF-Fraktion und zu einem signifikanten Rückgang der Futteraufnahme. Der Gehalt an flüchtigen Fettsäuren im Pansensaft lag in der Gruppe mit hoher XP-Versorgung tendenziell auf höherem Niveau. Neben diesen Effekten, die bei negativer RNB auftreten können, werden aber auch metabolische Wirkungen bei steigender XP- bzw. Aminosäurenversorgung und einem daraus folgenden Milchleistungsanstieg diskutiert (OLDHAM und SMITH 1980, FAVERDIN et al. 2003). Mit Ausnahme der Ergebnisse in UDPnXP18 führte auch im vorliegenden Versuch die XP-Steigerung von 14 über 16 auf 18 %, trotz errechneter positiver nXP-Bilanz ab Versuchswoche 2, zu einem signifikanten Anstieg der Milch- und Eiweißleistung. Ohne Berücksichtigung der Untergruppe UDPnXP18 stieg die Eiweißleistung (kg/Tag, g/kg LM<sup>0,75</sup>) je 1 % XP-Steigerung um 2,5 - 3,5 % (relativ zu Versorgungsniveau 14 %) nahezu linear von 14 auf 18 % XP-Gehalt in der Gesamtration an. Die ECM-Leistung stieg in Gruppe UDPn von 31,9 (XP14) auf 33,5 kg (XP16), in UDPm von 31,5 (XP14) über 35,3 (XP16) auf 36,6 kg (XP18) und in UDPh von 32,2 (XP14) über 34,4 (XP16) auf 36,1 kg/Tag in Gruppe XP18 an.

Mit Ausnahme von UDPnXP18 stieg auch die Milchfettleistung von niedrigem XP- auf das hohe XP-Niveau an. Der Futter- und Energieaufwand je kg ECM wurde vom XP-Versorgungsniveau nicht beeinflusst, war jedoch in den UDPn Gruppen im Vergleich zu den anderen Gruppen leicht erhöht. Der N-Aufwand und die N-Ausscheidungen (323 g (14),

398 g (16) und 478 g/Tier und Tag in XP 18) stiegen jedoch mit zunehmender XP-Versorgung linear an.

Stellt man die vorliegenden Daten den Ergebnissen der Literatur gegenüber, dann zeigt sich ein uneinheitliches Bild. Hinsichtlich N-Effizienz und N-Ausscheidungen wurde in praktisch allen Untersuchungen mit steigender XP-Versorgung ein Rückgang der N-Effizienz und ein Anstieg der N-Ausscheidungen festgestellt (CASTILLO et al. 2001, GRUBER et al. 1991, GRUBER et al. 1997, KLUTH et al. 2003, KRÖBER et al. 1999, MÄNTYSAARI et al. 2004, OLMOS COLMENERO und BRODERICK 2006a, OLMOS COLMENERO und BRODERICK 2006b, VALKENERS et al. 2007, VELIK et al. 2008, ZIJDERVELD und STRAALEN 2007). Bei den Ergebnissen zur Futteraufnahme und Milchleistung werden in der Literatur jedoch indifferente Ergebnisse zum Effekt der XP-Versorgung beschrieben. Dabei muss bei der Interpretation neben der absoluten Höhe der XP-Versorgung auch das Leistungsniveau bzw. Laktationsstadium berücksichtigt werden. In Versuchen mit Tagesmilchleistungen unter 30 kg bzw. ab etwa Laktationsmitte werden im üblichen XP-Versorgungsbereich in der Mehrzahl der Versuche keine wesentlichen Effekte auf die Futteraufnahme und Milchleistung beschrieben. GRUBER et al. (1991) untersuchten im mittleren Leistungsbebereich (20 kg Milch) den Einfluss von drei Proteinversorgungsniveaus (85, 70 und 55 g XP/kg ECM) auf Futteraufnahme, Milchleistung, Nährstoffbedarfsdeckung und N-Ausscheidungen. Sowohl die Milchleistung als auch die Futteraufnahme wurden durch eine reduzierte Proteinversorgung nicht beeinflusst. Die N-Ausscheidungen gingen jedoch mit sinkender Proteinversorgung um 20 bzw. 48 % signifikant zurück. MÄNTYSAARI et al. (2004) erhöhten in einem Fütterungsversuch über die gesamte Laktation die XP-Versorgung von 16 auf 17,5 %. Von Laktationstag 1 bis 200 wurde die Futteraufnahme signifikant mit steigender XP-Versorgung erhöht, im letzten Laktationsdrittel wurde allerdings kein Effekt auf die Futteraufnahme festgestellt. Mit steigender XP-Versorgung wurden die Milch- und Eiweißleistung signifikant und die ECM-

Leistung tendenziell über die gesamte Laktationsperiode erhöht, gleichzeitig wurde damit aber die N-Effizienz verringert. VELIK et al. (2008) variierten in einem Bio-Fütterungsversuch den Rohproteingehalt der Ration (14,3 bzw. 15,9 %) durch teilweisen Austausch einer Getreidemischung durch eine Lupinen-Erbsen-Proteinmischung. Die Gesamtfutter- und Energieaufnahme sowie die Milchleistung wurden nicht beeinflusst. Bei niedrigem XP-Gehalt war der Milcheiweißgehalt höher, der Milchharnstoffgehalt niedriger und die N-Effizienz erhöht. Demgegenüber kam es in Untersuchungen von ETTLE und SCHWARZ (2002) bei einer XP-reichen Grassilage-Heu-Grundfütterration (19,4 bzw. 21,7 % XP) durch Erhöhung der nXP- (bzw. XP-) Versorgung zu einem Anstieg der Futteraufnahme (16,6 auf 17,9 kg T) und zu einer deutlichen Erhöhung der Milchleistung (22,3 auf 26,1 kg). Die Autoren führen den positiven Milchleistungseffekt, trotz deutlich positiver nXP-Versorgung in beiden Versuchsgruppen, auf die bessere Energie- und Nährstoffaufnahme in der proteinreichen Gruppe zurück. SUTTON et al. (1996) führten zu Laktationsbeginn (4. - 18. Laktationswoche, Kühe und Kalbinnen) Untersuchungen zum XP- und Kraftfutterangebot bei Grassilagefütterung durch. Bei einer begrenzten Kraftfutteraufnahme von 6 kg TM wurde die Grund- bzw. Gesamtfutteraufnahme nur tendenziell mit steigendem XP-Angebot (18, 21 und 24 %) in der Gesamtration erhöht. Die Milchleistung stieg in deren Untersuchung jedoch von 26,9 über 28,1 auf 30,9 kg an. ASTON et al. (1998) führten eine vergleichbare Untersuchung auf der Grundfutterbasis Grassilage und begrenzter Kraftfuttergabe (4,5 kg T/Tag) von der 4. bis 21. Laktationswoche durch. Die XP-Versorgung wurde von 16,0 über 18,2 auf 20,6 % gesteigert.

Die Gesamtfutteraufnahme erhöhte sich von der niedrigen auf die mittlere XP-Stufe deutlich und blieb danach auf selbem Niveau (16,7, 18,0 bzw. 18,1 kg T). Die Milchleistung erhöhte sich vom niedrigen XP-Niveau auf das mittlere Niveau um 2,6 kg/Tag und vom mittleren auf das hohe XP-Niveau um 0,9 kg (24,3 kg, 26,9 bzw. 27,9 kg). Im Vergleich zur vorliegenden Untersuchung, wo ab der 4. - 5. Laktationswoche schon eine über

dem Bedarf liegende nXP-Versorgung errechnet wurde, dürfte es in den Untersuchungen von SUTTON et al. (1996) sowie ASTON et al. (1998) mit steigender XP-Versorgung zu einer verbesserten nXP-Versorgung gekommen sein.

Mit Ausnahme der Versuchsgruppe UDP-nXP18 kam es auch in der vorliegenden Untersuchung mit hochlaktierenden Milchkühen (21. - 105. Laktationstag) trotz bedarfsüberschreitender nXP-Versorgung zu einer deutlichen Erhöhung der Futtermittel- und Milchleistung mit steigendem XP-Angebot. Die errechnete ruminale N-Bilanz war auch bei geringer XP-Versorgung in allen UDP-Gruppen fast ausgeglichen. Wie oben bereits ausgeführt, könnten für den deutlichen und nahezu linearen Anstieg in der Futtermittel- mit steigender XP-Versorgung metabolische Effekte auf die Milchleistung verantwortlich sein (OLDHAM und SMITH 1980, FAVERDIN et al. 2003). Neben dem Einfluss auf die physiologische Sättigung und der damit verbundenen positiven Rückkoppelung auf die Futtermittel- Aufnahme, könnte aber auch die mit steigender Milchleistung höhere Kraftfuttergabe indirekt zur Erhöhung der Gesamtfutter-, Energie- und Nährstoffaufnahme beigetragen haben. Im Versuch erfolgte die individuelle Kraftfutterzuteilung nämlich auch auf Grund der Nährstoffbedarfsdeckung (Milchleistung) der Kühe. Mit steigender Leistung erhielten die Tiere daher auch geringfügig höhere Kraftfuttermengen was den Kraftfutteranteil an der Gesamtration erhöhte. Auf Grund der Mehrzahl an Literaturergebnissen wäre im untersuchten Leistungsbereich bei Steigerung der XP-Versorgung von 16 auf 18 % mit einer Abnahme des XP-Effektes zu rechnen gewesen (BRODERICK 2003, KALSCHUR et al. 1999, OLMOS COLMENERO und BRODERICK 2006a, OLMOS COLMENERO und BRODERICK 2006b, KLUTH et al. 2003). OLMOS COLMENERO und BRODERICK (2006b) stellten bei einer XP-Versorgung von 16,5 % die höchste Futtermittel- und Milchleistung von hochlaktierenden Milchkühen fest. Die N-Ausscheidungen erhöhten sich linear vom geringsten (13,5 % XP) bis zum höchsten XP-Versorgungsniveau (19,4 %). In einer weiteren Untersuchung stellte demgegenüber BRODERICK

(2003) mit steigender XP-Versorgung (15,1 - 18,4 %) eine Erhöhung der Futtermittel- Aufnahme fest, die Milchleistung erhöhte sich aber ab einem XP-Niveau von 16,6 % nicht mehr. ZIJDERVELD und STRAALLEN (2007) stellten bei einer Milchleistung von etwa 30 kg bei reduzierter XP-Versorgung (15 statt 16 %) eine höhere N-Effizienz fest, erzielten bei reduzierter XP-Versorgung aber auch eine geringere Futtermittel- Aufnahme und Milchleistung. KLUTH et al. (2003) untersuchten mit Milchkühen im ersten Laktationsdrittel bei bedarfsgerechter nXP-Versorgung die Einflüsse der XP-Versorgung (17,4 % bzw. 18,6 - 18,3 %) bzw. der RNB (0 bzw. +50 g/Tag) auf die Futtermittel- Aufnahme, Milchleistung und N-Effizienz. Hier war bei hoher XP-Versorgung die Futtermittel- Aufnahme leicht erhöht, die Milchleistung wurde nicht beeinflusst und die N-Ausscheidungen stiegen bei höherer XP-Versorgung an. In Untersuchungen von VALKENERS et al. (2007) zur Wirkung einer steigenden Versorgung von Milchkühen (Milchleistung ca. 30 kg) mit metabolisierbarem Rohprotein (bzw. Stickstoff) erhöhte sich von der geringen auf die mittlere Versorgungsstufe die Milch-N-Leistung, verringerte sich die N-Effizienz und stiegen die N-Ausscheidungen im Harn deutlich aber auch im Kot signifikant vom geringen auf das hohe Versorgungsniveau an.

Fasst man die Literaturdaten und die eigenen Versuchsergebnisse zum Einfluss der Höhe der Proteinversorgung zu Laktationsbeginn zusammen, dann kann im XP-Versorgungsbereich von 14 - 18 % XP/kg T ein positiver Effekt des XP-Angebots auf Futtermittel- Aufnahme und Milchleistung erwartet werden. In der vorliegenden Untersuchung erhöhte sich jedoch mit steigender XP-Versorgung auch der Kraftfuttermiteinsatz, sodass über den Verlauf des XP-Effektes (linear, degressiv) keine abschließenden Aussagen getroffen werden können. Jedenfalls muss mit zunehmenden XP-Aufnahmen mit einem Anstieg der N-Ausscheidungen und einem Rückgang der N-Effizienz für die Milchproteinbildung gerechnet werden.

Die Fruchtbarkeits- und Tiergesundheitsergebnisse wurden in der vorliegenden Untersuchung weder durch die

Proteinversorgung noch den UDP-Anteil (Kraftfütterzusammensetzung) signifikant beeinflusst. Der Besamungsindex war im Mittel auf hohem Niveau und die Fruchtbarkeitsparameter wiesen generell eine große Streuung auf. Der Einsatz von geschütztem Protein hatte keinen positiven Effekt auf die Ergebnisse. Auch die im Harn und Blut erhobenen physiologischen Parameter wurden, mit Ausnahme des Harnstoffgehalts in den XP-Versorgungsstufen, nicht von den Proteinversorgungsniveaus und der Kraftfütterzusammensetzung beeinflusst. Mögliche NH<sub>3</sub>-Überschusseffekte auf Stoffwechsel- und Leber- sowie Fruchtbarkeitsparameter, wie sie in der Literatur teilweise beschrieben werden, wurden nicht festgestellt (BRUCKENTAL et al. 1989, ELROD und BUTLER 1993, FERGUSON et al. 1986, SONDEREGGER und SCHÜRCH 1976, WEEKES et al. 1979, LEONARD et al. 1977, ROSSOW 1980). In diesem Zusammenhang muss berücksichtigt werden, dass selbst bei hoher XP-Versorgung in keiner Gruppe der Blut- und Milchlarnstoffgehalt in kritische Bereiche anstieg.

## 5. Schlussfolgerungen

### UDP-Anteil im Proteinkraftfutter (Proteinkraftfutter-Zusammensetzung)

- Mit Ausnahme der Versuchsgruppe UDPnXP18, wo die Milchleistung im Vergleich zu den anderen Gruppen zurückging, hatte der UDP-Anteil im Kraftfutter bzw. die Proteinkraftfutter-Zusammensetzung keinen Einfluss auf die Futtermittel- Aufnahme und Milchleistung der Kühe. Dabei ist zu berücksichtigen, dass bereits nach der ersten Versuchswoche (4. - 5. Laktationswoche) eine positive nXP-Bilanz festgestellt wurde.
- Die bei reduzierter XP-Versorgung eingeschränkte Futtermittel- Aufnahme und Milchleistung konnte durch Erhöhung des UDP-Anteils im Kraftfutter nicht verhindert werden.
- Die bei den pansenfistulierten Ochsen festgestellten Einflüsse des UDP-Anteils auf die NH<sub>3</sub>-Konzentration im Pansensaft spiegeln sich im Blut- und Milchlarnstoffgehalte der Kühe nicht wider.

- Stellt man dem Milcherlös die Futterkosten gegenüber, dann ergab sich für UDPm die höchste Differenz zwischen Milcherlös und Futterkosten.

### XP-Versorgung

- Die XP-Versorgung (14, 16 bzw. 18 % XP) zeigte über die gesamte Versuchsdauer (4. - 15. Laktationswoche) einen signifikant positiven Einfluss auf die Futteraufnahme und Milchleistung der Kühe. Die Futteraufnahme stieg von 14 auf 16 % deutlich aber auch von 16 auf 18 % XP noch an. Mit Ausnahme von Gruppe UDPnXP18 stieg die Milchleistung nahezu linear von 14 über 16 auf 18 % an.
- Mit steigender XP-Versorgung erhöhte sich die  $\text{NH}_3$ -Konzentration im Pansen saft der pansenfistulierten Ochsen. Die Essig-, Propion- und Buttersäurekonzentration war bei hoher XP-Versorgung leicht erhöht.
- Übereinstimmend mit allen Literaturquellen ging mit steigender XP-Aufnahme die N-Umwandlungseffizienz in Milch-N zurück und die N-Ausscheidungen stiegen linear an.
- Die erhobenen Parameter zur Tiergesundheit und Fruchtbarkeit wurden von der Proteinversorgung nicht signifikant beeinflusst.
- Mit steigender XP-Versorgung erhöhte sich die Differenz zwischen Milcherlös und Futterkosten.

### 6. Zusammenfassung

In einem 2-faktoriellen Versuch mit 108 multiparen Milchkuhen (41 Holstein Friesian-, 31 Braunvieh-, 36 Fleckviehkühe) wurden vom 21. - 105. Laktationstag die Einflüsse des Proteinversorgungsniveaus (XP) und der Proteinabbaubarkeit (UDP) auf Futteraufnahme, Pansen- und Blutparameter, Milchleistung, Milch-inhaltsstoffe, Tiergesundheit und N-Ausscheidungen untersucht. Es wurden drei XP-Versorgungsniveaus (14, 16 und 18 % XP in der Gesamtration; XP14, XP16, XP18) bei niedrigem, mittlerem und hohem UDP-Anteil im Kraftfutter (UDPn, UDPm, UDPh) untersucht. Das Grundfutter (Heu + Grassilage) wurde mit einer Energie- und mit einer von drei Proteinkraftfuttermischungen ergänzt. Das Proteinkraftfutter UDPn setzte sich aus 66 % Erbsen, 20 % Rapskuchen und

14 % Weizenkleie zusammen. UDPm bestand aus 80 % Sojaextraktionsschrot (48) und 20 % Sonnenblumenextraktionsschrot und UDPn aus jeweils 40 % geschütztem (SoyPass®) und ungeschütztem Sojaextraktionsschrot (48) sowie 20 % Sonnenblumenextraktionsschrot.

Der UDP-Anteil im Proteinkraftfutter (UDPn, UDPm, UDPh) hatte keinen Effekt auf die Futteraufnahme der Milchkuhe. Bei einem Kraftfutteranteil von 44 % am Gesamtfutter wurde im Mittel eine Gesamtfutteraufnahme von 22,1 kg T bzw. 168 - 170 g T/kg LM<sup>0,75</sup> festgestellt. Im Gegensatz zur errechneten ruminalen N-Bilanz (+52, +32, +20 g N/Tag) wurden weder der Milch- noch der Blutharnstoffgehalt von der Kraftfutzuzusammensetzung signifikant beeinflusst. Bei der Milchleistung (32,7, 33,9 bzw. 34,2 kg Milch; 32,7, 34,5 bzw. 34,2 kg ECM) und der Milcheiweißleistung (1.044, 1.067 bzw. 1.053 g) fiel die Gruppe UDPn im Mittel aller Proteinversorgungsniveaus tendenziell von UDPm und UDPn ab. Die durchschnittlich geringere Leistung in UDPn kann auf die vergleichsweise geringere Milchleistung im hohen Proteinversorgungsniveau (18 %) zurückgeführt werden.

Das Proteinversorgungsniveau beeinflusste die Futteraufnahme, die Milchleistung, den Milch- und Blutharnstoffgehalt und die N-Ausscheidungen der Kühe signifikant. Die Erhöhung der XP-Versorgung von 14 über 16 auf 18 % führte zu einer Zunahme der Gesamtfutteraufnahme von 165 über 170 auf 172 g T/kg LM<sup>0,75</sup> (21,3, 22,1 bzw. 22,9 kg T), wobei die Grundfutteraufnahme leicht und die Kraftfutteraufnahme signifikant anstiegen. Damit erhöhte sich auch die errechnete ruminale N-Bilanz und auch die Milch- und Blutharnstoffgehalte von XP14 über XP16 auf XP18. Mit Ausnahme der Untergruppe UDPnXP18, welche in der Milchleistung abfiel, nahm die Milch- und Eiweißleistung in den anderen Versuchsgruppen mit steigender Proteinversorgung nahezu linear zu. Die ECM-Leistung stieg mit zunehmendem XP-Gehalt in der Ration in Gruppe UDPn von 31,9 (XP14) auf 33,5 kg (XP16), in UDPm von 31,5 (XP14) über 35,3 (XP16) auf 36,6 kg (XP18) und in UDPn von 32,2 (XP14) über 34,4 (XP16) auf 36,1 kg/Tag (XP18) an. In UDPn lag bei

hoher XP-Versorgung die ECM-Leistung bei 32,7 kg. Ohne Berücksichtigung der Untergruppe UDPnXP18 stieg über den gesamten Versuchszeitraum die Eiweißleistung (kg/Tag, g/kg LM<sup>0,75</sup>) je 1 % XP-Steigerung um etwa 2,5 - 3,5 % (relativ zu Versorgungsniveau 14 %) nahezu linear von 14 auf 18 % XP-Gehalt in der Gesamtration an. Demgegenüber erhöhten sich mit steigender XP-Versorgung auch die N-Ausscheidungen von 323 über 398 auf 478 g/Tier und Tag und die N-Verwertung verschlechterte sich.

### Summary

In a two factorial experiment 108 multiparous cows (41 Holstein, 36 Simmental, 31 Brown Swiss) were randomly assigned to three levels of crude protein (XP14, XP16 and XP18) and three protein concentrate groups differing in ruminal degradability of crude protein (UDPn, UDPm, UDPh) in the beginning of lactation (21<sup>st</sup> - 105<sup>th</sup> lactation day). The hay and grassilage forage ration was supplemented with an energy concentrate and one of three protein concentrates according to experimental group. The protein concentrate UDPn consisted of 66 % peas, 20 % rapeseed cake and 14 % wheat bran. UDPm consisted of 80 % soybean meal and 20 % sunflower seed meal and UDPn of 40 % protected soybean meal (SoyPass® : xylose and heat treatment), 40 % soybean meal and 20 % sunflower seed meal.

The UDP-rate of the protein concentrates (UDPn, UDPm, UDPh) had no effect on feed intake. At a concentrate percentage of 44 % of total ration, feed intake was 22.1 kg DM and 168 - 170 g DM/kg LW<sup>0,75</sup> respectively. In contrast to calculated ruminal N-balance (+52, +32, +20 g N/day), milk and blood urea contents were not affected by the UDP-groups. Milk yield (32.7, 33.9, 34.2 kg milk/day; 32.7, 34.5, 34.2 kg ECM/day resp.) and milk protein yield (1,044, 1,067, 1,053 g) in group UDPn tended to be lower compared to UDPm and UDPn. Even at the high CP-level (XP18) milk yield declined.

Level of crude protein (XP14, XP16 and XP18) had significant effects on feed intake, milk yield, milk and blood urea content as well as N-excretion. At an increasing CP-content (14, 16 and 18

% CP) feed intake increased from 165 to 170 and 172 g DM/kg LM<sup>0.75</sup> (21.3, 22.1, 22.9 kg DM/day, resp.), whereas forage intake increased tendentially and concentrate intake significantly. With the exception of subgroup UDPnXP18, milk and protein yield increased almost linearly from CP-level 14 to 16 and 18 %. In subgroup UDPnXP18 milk yield declined. The energy corrected milk yield increased in protein concentrate group UDPn from 31.9 (XP14) to 33.5 (XP16), in group UDPm from 31.5 (XP14) to 35.3 (XP16) and 36.6 (XP18) and in group UDPh from 32.2 (XP14) to 34.4 (XP16) to 36.1 (XP18), respectively. In subgroup UDPnXP18 the ECM yield was 32.7 kg. With the exception of UDPnXP18, milk protein yield increased about 2.5 - 3.5 % (comparatively to XP14) per increasing CP percentage in the ration. On the other hand, N-excretion increased and N-efficiency decreased linearly from CP-level XP14 to XP18.

### Danksagung:

Die Autoren bedanken sich bei allen Mitarbeitern/Innen in den Stallungen des LFZ Raumberg-Gumpenstein sowie der Analytik für die gewissenhafte Versuchsdurchführung, Datengewinnung und Tierbetreuung sowie den Mitarbeitern/Innen im Büro des Instituts für Nutztierforschung für die korrekte Datenverarbeitung.

### 7. Literatur

ALVA (Arbeitsgemeinschaft landwirtschaftlicher Versuchsanstalten, 1983: Österreichisches Methodenbuch für die Untersuchung von Futtermitteln, Futterzusatzstoffen und Schadstoffen. Wien.

ALERT, H.-J., 2004: Pansengeschütztes Protein aus Soja und Rapskuchen. Forum angewandte Forschung 24.-25.03.2004, Tagungsband, 29-32.

ASTON, K., W.J. FISHER, A.B. McALLAN, M.S. DHANOA und R.J. DEWHURST, 1998: Supplementation of grass-silage based diets with small quantities of concentrates: strategies for allocating concentrate crude protein. Anim. Sci. 67, 17-26.

BRODERICK, G.A., 2003: Effects of varying dietary protein and energy levels on the production of lactating dairy cows. J. Dairy Sci. 86, 1370-1381.

BRUCKENTAL, I., D. DRORI, M. KAIM, R. LEHRER und Y. FOLMAN, 1989: Effect of source and level of protein on milk yield and reproductive performance of high-producing primiparous and multiparous dairy cows. Anim. Prod. 48, 319-329.

CASPER, D.P. und D.J. SCHINGOETHE, 1988: Protected methionine supplementation to a barley-based diet for cows during early lactation. J. Dairy Sci. 71, 164-172.

CASTILLO, A.R., E. KEBREAB, D.E. BEEVER, J.H. BARBI, J.D. SUTTON, H.C. KIRBY und J. FRANCE, 2001: The effect of protein supplementation on nitrogen utilization in lactating dairy cows fed grass silage diets. J. Anim. Sci. 79, 247-253.

ESSL, A., 1987: Statistische Methoden in der Tierproduktion. Verlagsunion Agrar, 316 S.

ETTLE, T. und F.J. SCHWARZ, 2002: Auswirkungen einer gestaffelten Versorgung mit nutzbarem Rohprotein auf Leistungskriterien in der Milchviehhaltung bei unterschiedlichen Grundfutterarten. 2. Mitteilung: Gras- und Maissilage. Züchtungskunde 74, 266-275.

ELROD, C.C. und W.R. BUTLER, 1993: Reduction of fertility and alteration of uterine pH in heifers fed excess ruminally degradable protein. J. Anim. Sci. 71, 694-701.

FAVERDIN, P., D. M'HAMED und R. VERITE, 2003: Effects of metabolizable protein on intake and milk production of dairy cows independent of effects on ruminal digestion. Anim. Sci. 76, 137-146.

FERGUSON, J.D., T.L. BLANCHARD, D. HOSHALL und W. CHALUPA, 1986: High rumen degradable protein as a possible cause of infertility in a dairy herd. ADSA Annual Meeting and Divisional Abstracts, 23-26 Juni 1986, Davis-Kalifornien, J. Dairy Sci. 69, 120.

FLACHOWSKY, G., P. LEBZIEN und U. MEYER, 2000: Zur Fütterung von Hochleistungskühen. Züchtungskunde 72, 471-485.

GEH (Gesellschaft für Ernährungsphysiologie der Haustiere – Ausschuß für Bedarfsnormen), 1991: Leitlinien für die Bestimmung der Verdaulichkeit von Rohnährstoffen an Wiederkäuern. J. Anim. Physiol. And Nutr. 65, 229-234.

GfE (Gesellschaft für Ernährungsphysiologie – Ausschuß für Bedarfsnormen), 2001: Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung der Milchkühe und Aufzuchttrinder. DLG-Verlag Frankfurt, 136 S.

GRUBER, L., F.J. SCHWARZ, D. ERDIN, B. FISCHER, H. SPIEKERS, H. STEINGASS, U. MEYER, A. CHASSOT, T. JILG, A. OBERMAIER und T. GUGGENBERGER, 2004: Vorhersage der Futteraufnahme von Milchkühen – Datenbasis von 10 Forschungs- und Universitätsinstituten Deutschlands, Österreichs und der Schweiz. 116. VDLUFA-Kongress, 13.-17. Sept. 2004, Rostock, Kongressband 2004, 484-504.

GRUBER, L., F.J. SCHWARZ, D. ERDIN, B. FISCHER, H. SPIEKERS, H. STEINGASS, U. MEYER, A. CHASSOT, T. JILG, A. OBERMAIER und T. GUGGENBERGER, 2005: Prediction equations for feed intake of lactating dairy cows (Schätzgleichungen zur Vorhersage der Futteraufnahme von Milchkühen). Proc. Soc. Nutr. Physiol. 14, 42.

GRUBER, L., B. STEFANON und A. STEINWIDDER, 1997: Influence of cutting frequency of permanent grassland in Alpine regions and concentrate level on stocking rate and N excretion of dairy cows. 48<sup>th</sup> Annual Meeting of the European Association for Animal Production, 25.-28. August 1997, Vienna, Austria, Abstract 252, 1-4.

GRUBER, L., R. STEINWENDER und A. SCHAUER, 1991: Milk yield and nitrogen balance in dairy cows at different protein levels and constant energy supply. 6<sup>th</sup> Int. Symp. Protein Metabolism and Nutrition. Herning, Denmark 9.-14. June 1991. Tagungsband 315-317.

HOFFMANN M. und O. STEINHÖFEL, 2005: Futtermittelspezifische Restriktionen – Rind. 2. Auflage (<http://www.portal-rind.de/portal/artikel/detail.php?artikel=102>).

HUTJENS, M.F., 1996: Practical approaches to feeding the high producing cow. Anim. Feed Sci. Technol. 59, 199-206.

JEROCH, H., W. DROCHNER und O. SIMON, 1999: Ernährung landwirtschaftlicher Nutztier. Verlag Eugen Ulmer Stuttgart, 544 S.

JOCHMANN, K., P. LEBZIEN und G. FLACHOWSKY, 1996: Zum Einsatz pansenstabiler Aminosäuren in der Milchviehfütterung. Übers. Tierernähr. 24, 255-292.

KALSCHUR, K.F., J.H. VANDERSALL, R.A. ERDMAN, R.A. KOHN und E. RUSSEK-COHEN, 1999: Effects of dietary crude protein concentration and degradability on milk production responses of early, mid and late lactation dairy cows. J. Dairy Sci. 82, 545-554.

KENNY, D.A., M.P. BOLAND, M.G. DISKIN und J.M. SREENAN, 2002: Effect of rumen degradable protein with or without fermentable carbohydrate supplementation on blood metabolites and embryo survival in cattle. Anim. Sci. 74, 529-537.

KLUTH, H., T. ENGELHARD und M. RODEHUTSCORD, 2003: Zur Notwendigkeit eines Überschusses in der Stickstoffbilanz im Pansen von Kühen mit hoher Milchleistung. J. Anim. Physiol. a. Anim. Nutr. 87, 280-291.

KRÖBER, T.F., H. STEINGASS, R. FUNK und W. DROCHNER, 1999: Einflüsse unterschiedlicher Rohproteingehalte in der Ration auf Grundfutteraufnahme, Verdaulichkeit, N-Ausscheidungen und Leistung von Milchkühen über den Zeitraum einer Laktation. Züchtungskunde. 71, 182-195.

LEONARD, M.C., P.J. BUTTERY und D. LEWIS, 1977: The effects on glucose metabolism of feeding a high-urea diet to sheep. Br. J. Nutr. 38, 455-462.

MALCHER, M., 2000: Milchviehmischfutter mit geschütztem Protein. Kraftfutter 2, 28.

MÄNTYSAARI, P., P. HUHTANNEN, J. NOUTSIAINEN und M. VIRKKI, 2004: The effect of concentrate crude protein and feeding strategy of total mixed ration on performance of primiparous dairy cows. Livest. Prod. Sci. 85, 223-233.

NRC (National Research Council), 1989: Nutrient Requirements of dairy cattle. 7<sup>th</sup> Ed. National Academy Press, Washington D.C., 381 S.

- OLDHAM, J. und T. SMITH, 1980: Protein-energy interrelationships for growing and for lactating cattle. In: E.L. MILLER, I.H. PIKE and A.J.H. VAN ES (eds). Protein Contribution of Feedstuffs for Ruminants: Application to Feed Formulation. Butterworth-Scientific, London, 103-130.
- OLMOS COLMENERO, J.J. und G. A. BRODERICK, 2006a: Effect of amount and ruminal degradability of soybean meal protein on performance of lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* 89, 1635-1643.
- OLMOS COLMENERO, J.J. und G. A. BRODERICK, 2006b: Effect of dietary crude protein concentration on milk production and nitrogen utilization in lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* 89, 1704-1712.
- RIEMEIER, A., P. LEBZIEN, G. FLACHOWSKY und J. KAMPHUES, 2004: Einfluss der ruminalen Stickstoffbilanz (RNB) auf Pansenfermentation, mikrobielle Proteinsynthese, nXP-Menge und Stickstoffausscheidung. *Forum angewandte Forschung*, 24.-25.03.2004, Tagungsband, 33-37.
- ROSSOW, N., 1980: Störungen der N-Verwertung beim Wiederkäuer. *Mh. Vet.-Med.* 35, 338-342.
- SONDEREGGER, H. und A. SCHÜRCH, 1976: Der Einfluß der Ernährung auf die Fruchtbarkeit der Milchkühe. *Schweiz. Landwirtsch. Monatshefte* 11, 373-384.
- STEINWIDDER, A. und L. GRUBER, 2001: Einfluss der biologischen Wirtschaftsweise auf die Energie- und Proteinversorgung von Milchkühen – Modellkalkulationen auf Basis neuer gesetzlicher Normen. *Die Bodenkultur* 52, 71-83.
- STEINWIDDER, A., 1997: Optimale Energie- und Proteinergänzung von Grünlandrationen bei Milchkühen. *Alpenländisches Expertenforum, BAL Gumpenstein* 21.-23. Jänner 1997, Tagungsband, 93-106.
- STEINWIDDER, A. und L. GRUBER, 2000: Vergleich verschiedener Proteinbewertungssysteme für Wiederkäuer. 24. Tierzuchttagung, BAL Gumpenstein, 6.-7. Mai 1997, Tagungsband, 9-24.
- SUTTON, J.D., K. ASTON, D.E. BEEVER und M.S. DHANOA, 1996: Milk production from grass silage diets: Effects of high-protein concentrates for lactating heifers and cows on intake, milk production and milk nitrogen fractions. *Anim. Sci.* 62, 207-215.
- SÜDEKUM, K.-H., D. NIBBE, P. LEBZIEN, H. STEINGASS und H. SPIEKERS, 2003: Comparative evaluation of the protein values of soybean and rapeseed meals by in vivo, in situ and laboratory methods. *Proceedings of the 11<sup>th</sup> International Rapeseed Congress*. 6.-10. July 2003, Royal Veterinary and Agricultural University Copenhagen, 1241-1243.
- TUNCER, S.D. und P. SAKAKLI, 2003: Rumen degradability characteristics of xylose treated canola and soybean meal. *Anim. Feed Sci. a. Technol.* 107, 211-218.
- UFOP (Union zur Förderung von Öl- und Proteinpflanzen), 2007: Heimische Körnerleguminosen mit geschütztem Protein in der Milchviehfütterung. *UFOP-Schriften*, Heft 33, 87 S.
- VALK, H., H.W. KLEIN POEHLHUIS und H.J. WENTNIK, 1990: Effect of fibrous and starchy carbohydrates in concentrates as supplements in a herbage-based diet for high-yielding dairy cows. *Neth. J. of Agric. Sci.* 38, 475-486.
- VALKENERS, D., H. LAPIERRE, J. MARINI und D.R. OUELLET, 2007: Effects of metabolizable protein supply on nitrogen metabolism and recycling in lactating dairy cows. In: *Energy and protein metabolism and nutrition*. EAAP publication 124, Vichy, France, 9.-13. Sept. 2007, 417-418.
- VELIK, M., A. STEINWIDDER und W.F. KNAUS, 2008: Lupin-pea-cereal mixture or cereals as supplements for organic dairy cows. *Biological Agriculture and Horticulture (in Vorbereitung)*.
- WEEKES, T.E.C., J.R. RICHARDSON und N. GEDDES, 1979: The effect of ammonia on gluconeogenesis by sheep liver cells. *Proc. Nutr. Sci.* 38, 3A.
- ZIJDERVELD, S.M. und W.M. Van STRAALLEN, 2007: Feeding measures to improve nitrogen efficiency in dairy cattle. In: *Energy and protein metabolism and nutrition*. EAAP publication No. 124, Vichy, France, 9.-13. Sept. 2007, 147-148.

**Tabellen- und Abbildungsanhang:****Tabelle 4a: Futter- und Nährstoffaufnahme** (Untergruppen)  
**Feed and nutrient intake** (sub groups)

		n14	n16	n18	m14	UDP × XP			h14	h16	h18
						m16	m18				
Anzahl		12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
Grundfutter	kg T/Tag	11,95	11,89	12,72	11,50	12,30	12,37	12,04	12,42	12,18	
Grassilage	kg T/Tag	8,63	8,60	9,30	8,29	8,88	9,01	8,63	8,99	8,83	
Heu	kg T/Tag	3,32	3,28	3,42	3,21	3,42	3,36	3,41	3,43	3,35	
Krafftutter	kg T/Tag	9,39	9,78	10,01	9,26	9,72	10,59	9,16	9,68	10,27	
Energie-KF	kg T/Tag	8,58	5,17	1,31	8,95	8,25	7,80	8,88	8,23	7,58	
UDPn	kg T/Tag	0,81	4,61	8,70	-	-	-	-	-	-	
UDPm	kg T/Tag	-	-	-	0,31	1,47	2,79	-	-	-	
UDPp	kg T/Tag	-	-	-	-	-	-	0,28	1,45	2,69	
Anteil an GES	%	43,6	44,7	43,7	44,2	43,7	45,7	42,8	43,4	45,3	
Gesamtfutter	kg T/Tag	21,53	21,88	22,92	20,94	22,22	23,18	21,39	22,30	22,67	
Gesamtfutter	g/kg LM <sup>0,75</sup>	164	170	171	162	174	174	168	167	170	
Lebendmasse	kg	667	649	685	652	642	678	639	682	679	
LM-Veränderung	g/Tag	-4	-65	138	125	-97	11	-193	-147	-143	
<b>Nährstoffe aus Grundfutter</b>											
Energie	MJ NEL/Tag	69,1	66,9	73,4	65,6	70,3	71,4	68,7	70,8	69,8	
XP	g/Tag	1710	1700	1810	1636	1752	1761	1710	1782	1738	
nXP	g/Tag	1551	1510	1648	1478	1584	1603	1548	1599	1570	
<b>Nährstoffe aus Gesamtfutter</b>											
Energie	MJ NEL/Tag	142,6	144,0	152,7	138,0	146,9	155,4	140,4	146,9	150,6	
XP	g/Tag	3048	3545	4216	2966	3561	4126	3040	3562	4026	
nXP	g/Tag	3116	3228	3493	3037	3353	3655	3111	3431	3702	
UDP	g/Tag	672	725	797	678	836	995	710	927	1148	
RNB	g/Tag	-11	51	116	-11	33	75	-11	21	52	
<b>Nährstoffkonzentrationen</b>											
Energie	MJ NEL/kg T	6,62	6,58	6,66	6,59	6,61	6,70	6,56	6,59	6,64	
XP	g/kg T	142	162	184	142	160	178	142	160	178	
nXP	g/kg T	145	148	152	145	151	158	145	154	163	
UDP	g/kg T	31	33	35	32	38	43	33	42	51	
RNB	g/kg T	-0,5	2,3	5,0	-0,5	1,5	3,3	-0,5	0,9	2,3	
XF	g/kg T	178	188	190	178	182	176	181	181	179	
NDF	g/kg T	376	389	383	378	376	364	382	382	370	
XP/ME-Verhältnis	g/MJ	13,0	15,0	16,8	13,1	14,7	16,2	13,2	14,7	16,3	

<sup>1)</sup> inkl. Mineral- und Wirkstoffe

**Tabelle 5a: Milchleistung, Nährstoffversorgung und N-Ausscheidung (Untergruppen)**  
**Milk yield, nutrient supply and calculated N-excretion (sub groups)**

		UDP × XP								
		n14	n16	n18	m14	m16	m18	h14	h16	h18
Milchmenge	kg/Tag	31,92	34,22	32,01	31,17	34,35	36,19	32,20	34,07	36,29
Milchmenge	g/Tag u. LM <sup>0,75</sup>	245	268	240	244	272	272	254	258	275
ECM <sub>3,2 MJ/kg</sub>	kg/Tag	31,92	33,45	32,67	31,48	35,25	36,62	32,17	34,44	36,08
Fett	%	4,19	4,01	4,24	4,26	4,41	4,24	4,21	4,30	4,15
Fett	kg/Tag	1,340	1,375	1,357	1,328	1,523	1,541	1,353	1,470	1,514
Eiweiß	%	3,14	3,11	3,36	3,16	3,11	3,19	3,10	3,08	3,07
Eiweiß	kg/Tag	0,996	1,062	1,074	0,983	1,062	1,155	0,998	1,047	1,115
Eiweiß	g/Tag u. LM <sup>0,75</sup>	7,63	8,31	8,04	7,66	8,39	8,69	7,88	7,90	8,47
Laktose	%	4,84	4,80	4,74	4,76	4,82	4,77	4,79	4,74	4,81
Milchharnstoff	mg/100 ml	14,8	24,7	31,2	15,5	23,8	31,5	14,7	22,9	30,9
Zellzahl	x1000	58	84	186	129	103	168	215	149	123
<b>Nährstoffbedarfsdeckung</b>										
Energie-Bedarf	MJ NEL/Tag	143,9	148,3	147,1	141,8	153,7	159,9	143,5	152,8	158,2
Energie-Aufnahme	MJ NEL/Tag	142,6	144,0	152,7	138,0	146,9	155,4	140,4	146,9	150,6
Energie-Bedarfsdeckung	MJ NEL/Tag	-1,3	-4,3	5,6	-3,8	-6,8	-4,5	-3,1	-5,9	-7,6
nXP-Bedarf	g/Tag	2939	3089	3148	2892	3099	3330	2936	3072	3230
nXP-Aufnahme	g/Tag	3116	3228	3493	3037	3353	3655	3111	3431	3702
nXP-Bedarfsdeckung	g/Tag	177	139	345	145	254	325	175	359	472
<b>Futtermittelverbrauch</b>										
Futtermittelverbrauch	kg T/kg ECM	0,67	0,65	0,70	0,67	0,63	0,63	0,66	0,65	0,63
Energieaufwand	MJ NEL/kg ECM	4,47	4,30	4,67	4,38	4,17	4,24	4,36	4,27	4,17
N-Aufwand	g N/kg ECM	15,3	17,0	20,6	15,1	16,2	18,0	15,1	16,5	17,9
<b>N-Ausscheidungen (N-Aufn. – N-Milch)</b>										
N-Ausscheidungen (Kot+Harn)	g/Tag	325	395	499	316	398	473	327	400	463
N-Verwertung Milchbildung	%	32,7	30,0	25,5	33,1	29,9	28,0	32,9	29,6	27,7

**Tabelle 6a: Physiologische Parameter in Blut und Harn (Untergruppen)**  
**Physiological parameters in blood and urine (sub groups)**

		UDP × XP								
		n14	n16	n18	m14	m16	m18	h14	h16	h18
<b>Blutparameter</b>										
Harnstoff	mg/100 ml	20,1	27,4	31,8	20,6	27,4	33,7	20,4	27,6	33,5
Creatinin	mg/100 ml	1,22	1,19	1,15	1,20	1,12	1,17	1,16	1,19	1,22
Gesamtbilirubin	µmol/l	2,37	2,84	2,50	2,85	2,44	2,67	2,68	2,84	3,14
P	mmol/l	1,78	1,83	1,92	1,73	1,79	1,77	1,85	1,73	1,82
Ca	mmol/l	2,48	2,51	2,46	2,48	2,52	2,46	2,46	2,46	2,45
Mg	mmol/l	1,14	1,17	1,15	1,14	1,19	1,14	1,17	1,13	1,22
GGT	IU/l	14,1	13,1	13,1	12,5	12,8	12,1	12,8	11,7	12,7
GOT	IU/l	42,6	39,8	38,6	43,4	43,0	44,7	42,9	43,3	42,1
GLDH	IU/l	8,0	7,6	8,0	7,1	9,7	8,0	9,3	6,7	9,1
βHBS	mmol/l	1,39	1,39	1,46	1,54	1,59	1,56	1,36	1,72	1,54
Glucose (Vollblut)	mg/100 ml	47,5	46,4	47,7	47,6	46,3	45,7	45,8	45,5	46,9
<b>Harnparameter</b>										
pH		8,4	8,4	8,4	8,3	8,5	8,4	8,4	8,4	8,4
Basengehalt	mmol/l	219	207	180	215	225	194	195	210	207
Säuregehalt	mmol/l	70,0	63,5	72,4	65,8	66,3	55,1	63,0	65,7	56,2
Ammoniumstickstoff	mmol/l	6,5	7,0	7,0	6,4	7,1	7,1	5,7	7,3	8,6
Netto-Säuren-Basenausscheidung		142	136	100	143	152	132	127	137	142
Basen-Säure-Quotient	Quotient	3,06	3,08	2,90	3,08	3,38	3,28	3,06	3,05	3,44
Ketonkörper	Ketostix Punkte	0,91	0,40	0,50	0,94	0,66	0,49	0,57	1,06	0,58

**Tabelle 7a: Fruchtbarkeitsparameter** (Untergruppen)  
**Fertility parameters** (sub groups)

		n14	n16	n18	m14	UDP × XP			h14	h16	h18
						m16	m18				
Remontierung <sup>1)</sup>	% d. Kühe	25	10	36	25	24	53	33	34	39	
Remontierung nicht vorgesehen <sup>1)</sup>	% d. Kühe	16	9	18	17	24	26	16	25	39	
Besamungsindex <sup>2)</sup>	Anzahl	2,39	2,07	2,05	2,64	1,72	2,58	3,17	2,73	2,89	
Zwischenkalbezeit <sup>2)</sup>	Tage	414	394	384	381	371	401	432	396	407	
Rastzeit <sup>2)</sup>	Tage	74	69	62	55	69	70	75	60	57	
Güstzeit <sup>2)</sup>	Tage	126	108	98	95	87	111	144	111	121	
Verzögerungszeit <sup>2)</sup>	Tage	52	39	36	40	18	41	69	51	64	
Rastzeit (Güstzeit < 105 Tage) <sup>2)</sup>	Tage	67	66	56	56	65	64	45	63	53	

<sup>1)</sup> im weiteren Laktationsverlauf (nach Versuchsende)

<sup>2)</sup> der nicht abgegangenen Kühe

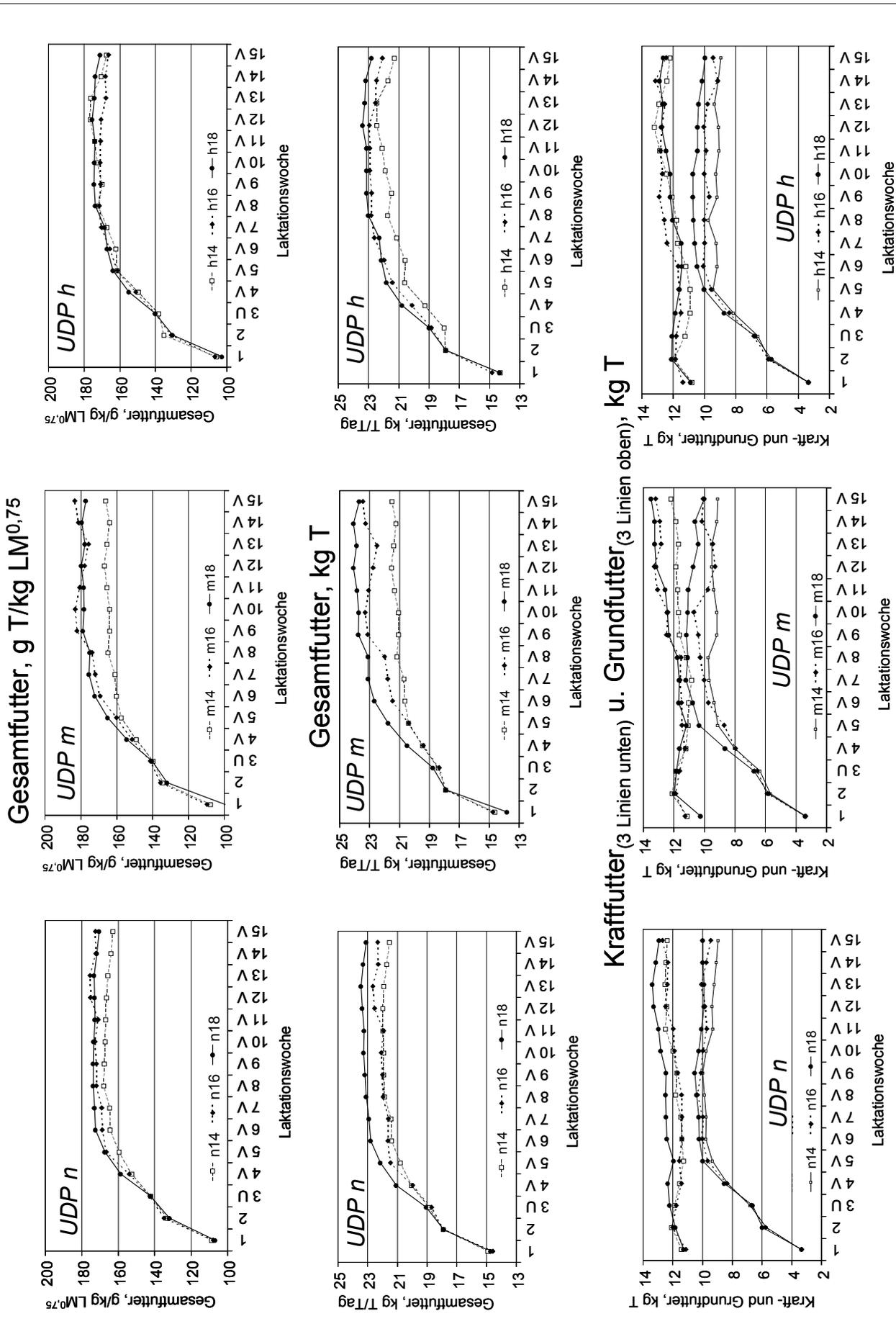


Abbildung 2a: Futteraufnahme 1. bis 15. Laktationswoche (Umstellung 3. und Versuchsperiode 4. - 15. Laktationswoche)  
 Feed intake from 1<sup>st</sup> to 15<sup>th</sup> week of lactation (adjustment period 3<sup>rd</sup> and experimental period from 4<sup>th</sup> to 15<sup>th</sup> week of lactation)

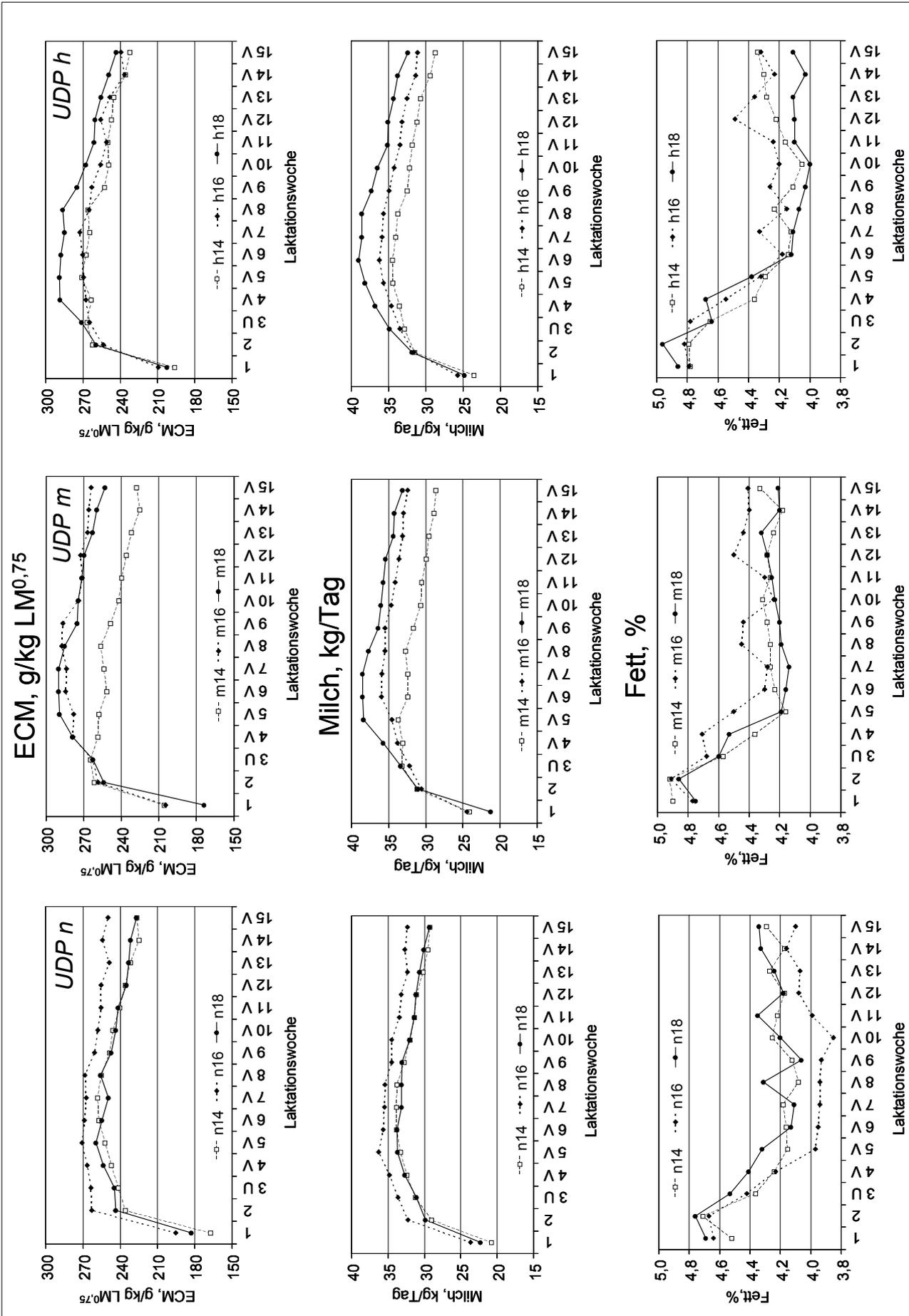


Abbildung 5a: Milchleistung 1. bis 15. Laktationswoche (Umstellung 3. und Versuchsperiode 4. - 15. Laktationswoche)  
 Milk yield from 1<sup>st</sup> to 15<sup>th</sup> week of lactation (adjustment period 3<sup>rd</sup> and experimental period from 4<sup>th</sup> to 15<sup>th</sup> week of lactation)

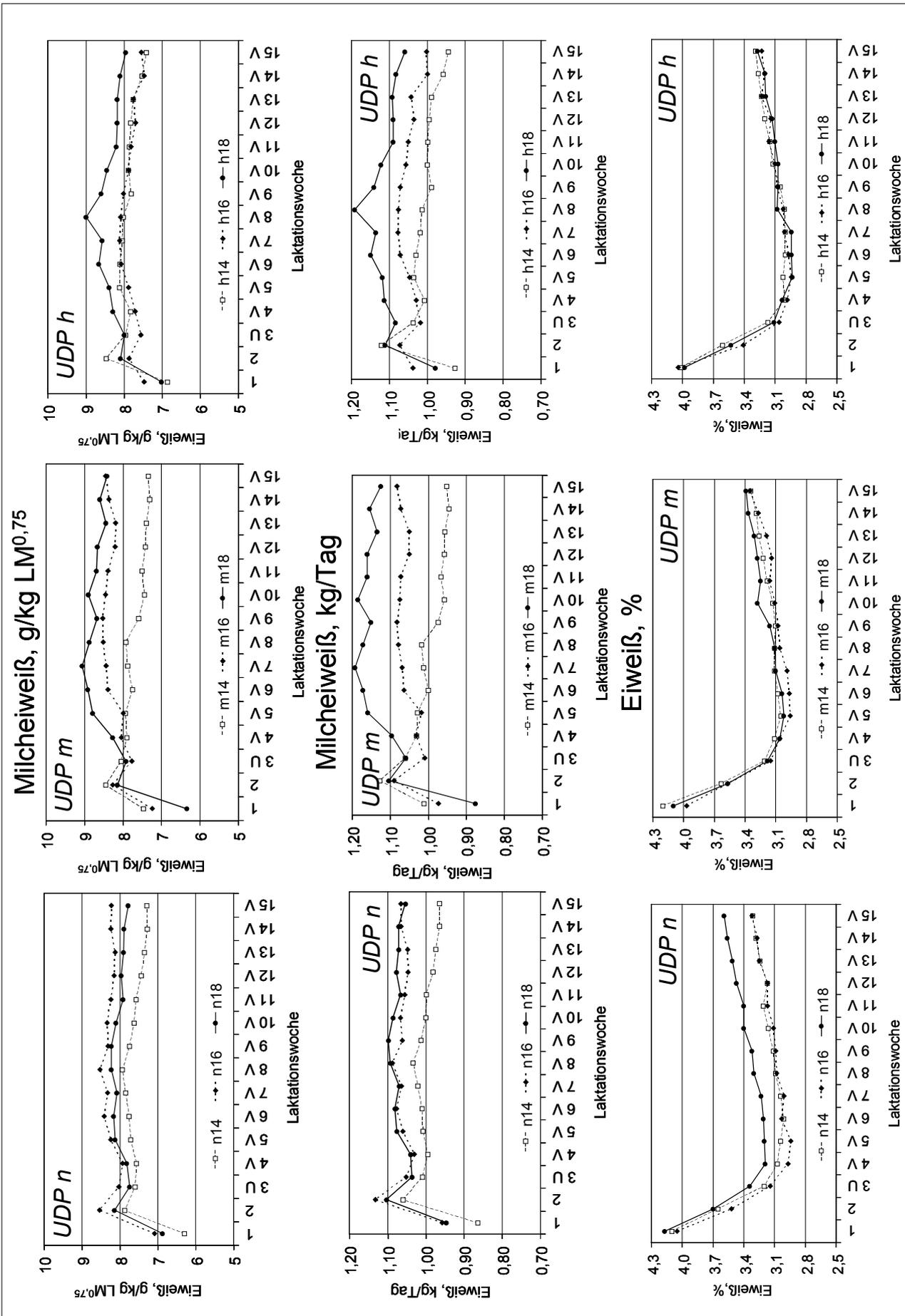


Abbildung 6a: Milcheiweißleistung 1. bis 15. Laktationswoche (Umstellung 3. und Versuchsperiode 4. - 15. Laktationswoche) *Milk protein yield from 1<sup>st</sup> to 15<sup>th</sup> week of lactation (adjustment period 3<sup>rd</sup> and experimental period from 4<sup>th</sup> to 15<sup>th</sup> week of lactation)*

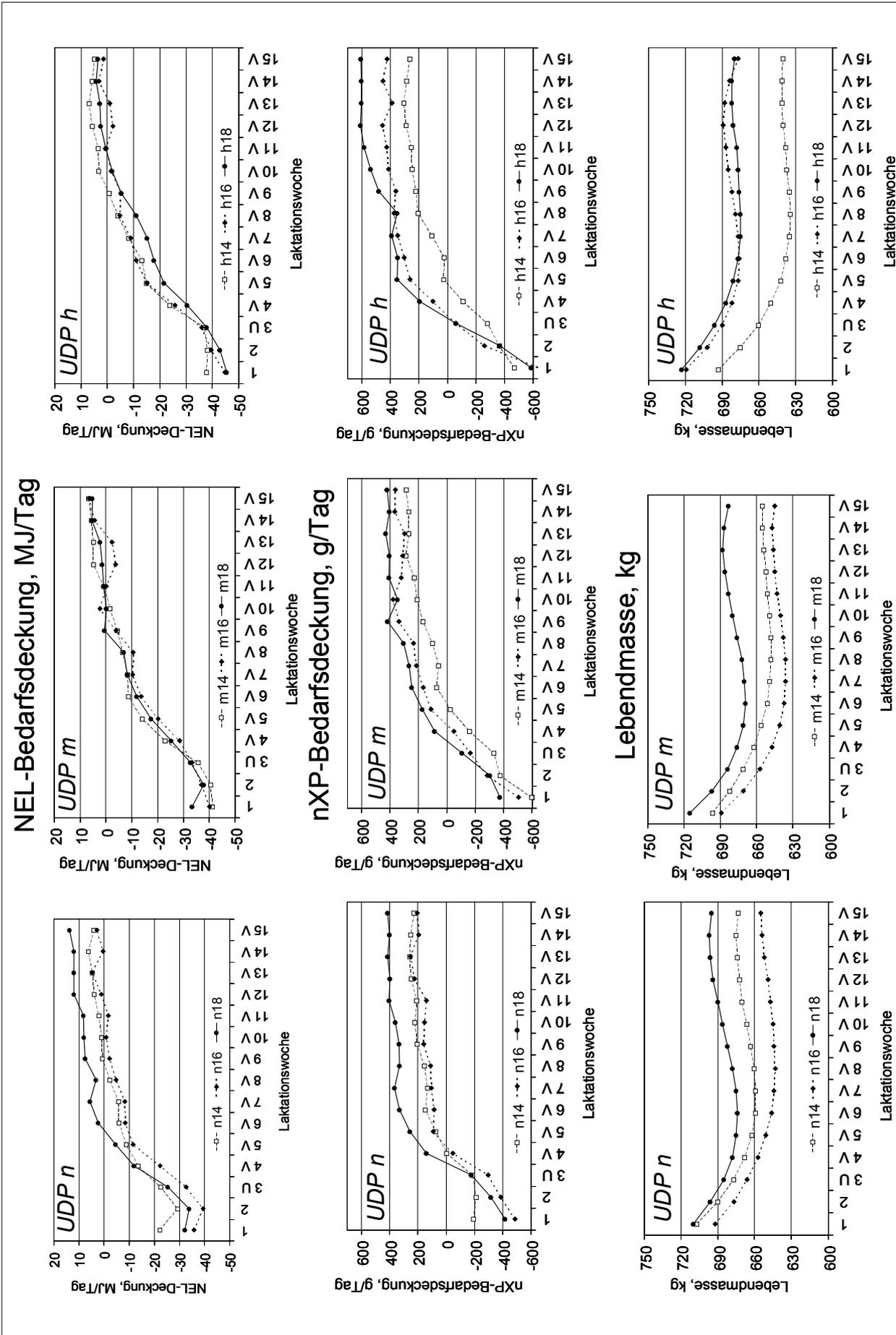


Abbildung 7a: Energie- und nXP-Bedarfsdeckung sowie Lebendmasseentwicklung 1. bis 15. Laktationswoche (Umstellung 3. und Versuchsperiode 4. - 15. Laktationswoche) *Energy and nXP-supply as well as live weight from 1<sup>st</sup> to 15<sup>th</sup> week of lactation (adjustment period 3<sup>rd</sup> and experimental period from 4<sup>th</sup> to 15<sup>th</sup> week of lactation)*

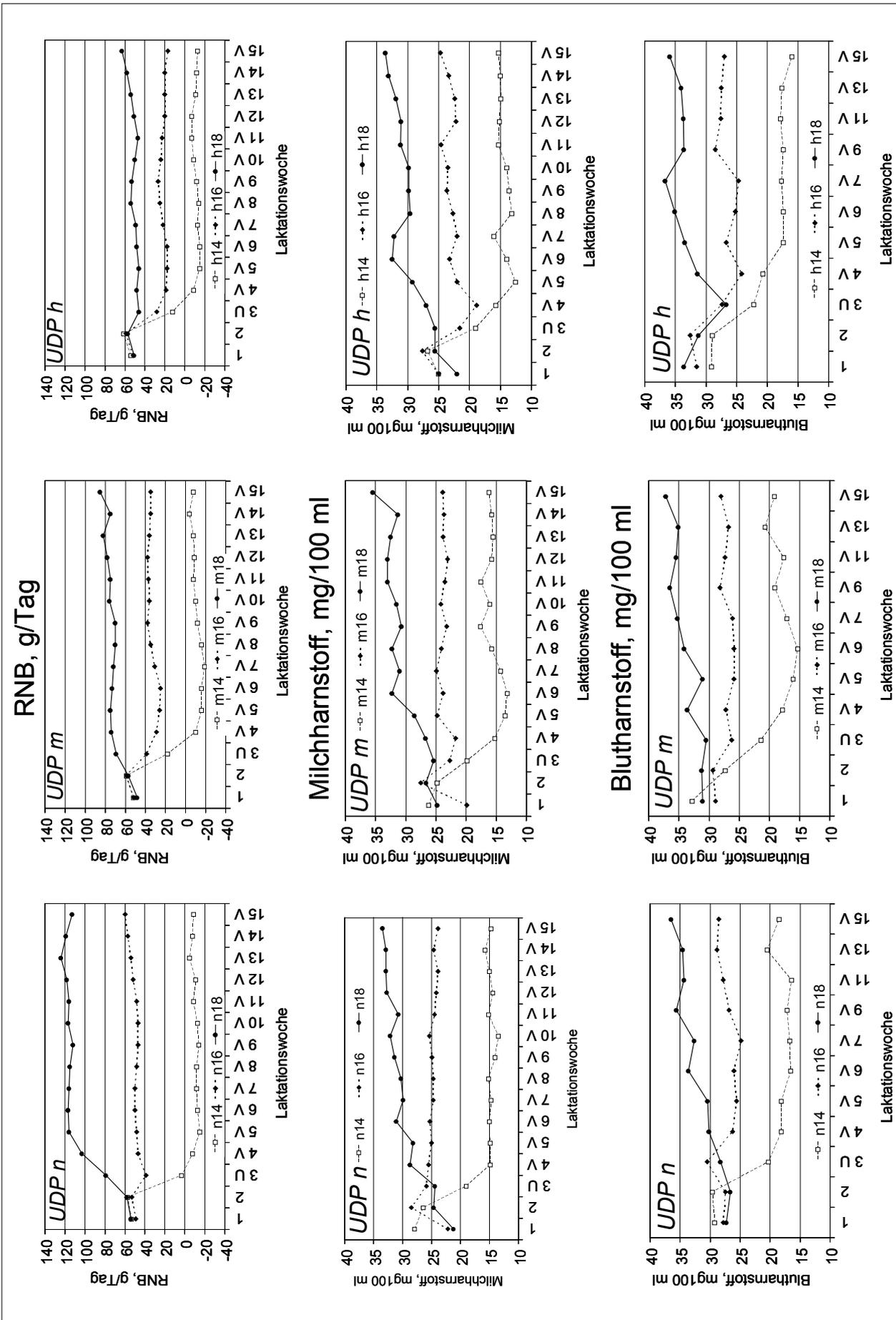


Abbildung 8a: Ruminale N-Bilanz (RNB), Milch- und Blutharnstoffgehalt 1. bis 15. Laktationswoche (Umstellung 3. und Versuchsperiode 4. - 15. Laktationswoche) *Ruminal N balance (RNB), milk and blood urea content from 1<sup>st</sup> to 15<sup>th</sup> week of lactation (adjustment period 3<sup>rd</sup> and experimental period 4<sup>th</sup> to 15<sup>th</sup> week of lactation)*