

EINFLUSS VON GRUNDFUTTERQUALITÄT UND KRAFTFUTTERNIVEAU AUF LEISTUNG, STOFFWECHSEL UND WIRTSCHAFTLICHKEIT VON KÜHEN DER RASSE FLECKVIEH UND HOLSTEIN FRIESIAN

L. GRUBER*, R. STEINWENDER* und W. BAUMGARTNER**

unter Mitarbeit von

A. SCHAUER, H. HÄUSLER, Th. GUGGENBERGER, G. URAY, W. WENZL, B. STEINER,
M. SOBOTIK und K. KRIMBERGER

1. EINLEITUNG, LITERATURÜBERSICHT UND FRAGESTELLUNG

Eine wirtschaftliche und langfristig erfolgreiche Milchproduktion setzt die bedarfsgerechte Fütterung der Kühe voraus (DACCORD 1992). Mit höheren Milchleistungen wird ein besserer Deckungsbeitrag erzielt (BMLF 1994, 1995), da auf diesem Wege der unproduktive Erhaltungsbedarf verringert wird. Die Anforderungen an die Fütterung und Ration erhöhen sich jedoch mit der Milchleistung, da das Futteraufnahmevermögen nicht in gleichem Ausmaß ansteigt wie die Milchleistung. Die Energiekonzentration einer Futtermischung kann sowohl über eine bessere Grundfutterqualität als auch über einen höheren Kraftfutteranteil verbessert werden. Zur Abdeckung des Nährstoffbedarfes bei sehr hohen Milchleistungen sind ein hoher Kraftfutteranteil und beste Grundfutterqualität Voraussetzung.

1.1 Grundfutteraufnahme und Grundfutterverdrängung

Neben physiologischen Faktoren (Lebendgewicht, Trächtigkeits- und Laktationsstadium, Milchleistung, Rasse etc.) sowie fütterungstechnischen Maßnahmen (Freizeit, Futterangebot, Fütterungsreihenfolge, Futtermischungen (TMR) etc.) wird die Grundfutteraufnahme vor allem von der Grundfutterqualität und vom Kraftfutteranteil entscheidend beeinflusst (siehe u. a. BLAXTER et al. 1961, CONRAD et al. 1964, ROHR 1971, WANGSNESS & MULLER 1981, KLEINMANS & POTTHAST 1984, KIRCHGESSNER & SCHWARZ 1984, SCHWARZ & KIRCHGESSNER 1985 und 1987, JARRIGE et al. 1986, WALDO 1986, GRUBER 1987). Dies geht auch aus vielen regressionsanalytisch ausgewerteten Untersuchungen zur Erarbeitung von Schätzgleichungen der Futteraufnahme hervor (BROWN et al. 1977, SCHWARZ & KIRCHGESSNER 1985, DLG 1986, MENKE 1987,

GRUBER et al. 1990, FAVERDIN 1992, INGVARTSEN 1994). Nach diesen Berechnungen steigt die Grundfuturaufnahme pro MJ NEL um 1,7 kg T (GRUBER et al. 1990), 2,2 kg T (SCHWARZ & KIRCHGESSNER 1985) bis 3,0 kg T (DLG 1986) an.

Die sog. Verdrängung des Grundfutters resultiert aus dem Einfluß des Kraftfutters auf den pH-Wert und das Essigsäure/Propionsäure-Verhältnis in den Vormägen. Beim ruminalen Abbau der im Kraftfutter enthaltenen leichtverdaulichen Kohlenhydrate (Stärke) wird verstärkt Propionsäure gebildet. Außerdem geht mit steigendem Kraftfutteranteil die Wiederkauaktivität und damit der Speichelfluß zurück, wodurch der pH-Wert im Pansen absinkt. Durch den tieferen pH-Wert vermindert sich die Aktivität der zellulolytischen Pansenmikroben, was den Rückgang des Faserabbaues und damit der Grundfuturaufnahme nach sich zieht (KAUFMANN et al. 1976, LEBZIEN 1980, ORSKOV 1986, van HOUTERT 1993). Über das Ausmaß der Grundfutterverdrängung existieren allerdings sehr unterschiedliche Angaben, die bis zu einem Wert von 1,0 (Rückgang der Grundfuturaufnahme pro kg T Kraftfutter) gehen können. Als die wesentlichsten Einflußfaktoren auf die Grundfutterverdrängung werden Kraftfutterniveau, Grundfutterqualität, Grundfutterart, Kraftfutterszusammensetzung sowie das Ausmaß der Energieversorgung angesehen (KIRCHGESSNER & SCHWARZ 1984, FAVERDIN et al. 1991).

1.2 Auswirkungen des Kraftfutters auf Milchmenge und Milchzusammensetzung

Der Einfluß der Kraftfuttergaben auf die Milchleistung kann sehr unterschiedlich sein. Nach einer umfassenden Literaturobwertung von COULON & REMOND (1991) hängt die Wirkung einer unterschiedlichen Energieversorgung maßgeblich vom Grad der Energieversorgung, vom Laktationsstadium, von der Dauer der Unter- bzw. Überversorgung und von der Proteinversorgung ab. Bei hochlaktierenden Kühen ist demnach pro kg T Kraftfutter (8,0

* Dr. Leonhard GRUBER und HR Dr. Rudolf STEINWENDER, Bundesanstalt für alpenländische Landwirtschaft Gumpenstein, A- 8952 Irdning,

** Univ.-Prof. Dr. Walter BAUMGARTNER, Veterinärmedizinische Universität, Linke Bahngasse 11, A-1030 Wien

MJ NEL) mit einer linearen Steigerung der Milchleistung im Ausmaß von 0,8 bis 1,2 kg zu rechnen. Der Grund für diese relativ geringe Effizienz liegt darin, daß Kühe bei einer kurzfristigen Unterversorgung Körperreserven mobilisieren und somit eine höhere Milchleistung aufweisen, als ihrer Nährstoffversorgung entspricht. Da in der Mitte der Laktation die Körpermobilisation abnimmt, ist in diesem Laktationsstadium eine etwas höhere Kraftfuttermittel-effizienz zu erwarten (1,3 kg Milch), wobei im Falle einer Proteinunterversorgung ein deutlicher Effekt auftritt. Langfristig (über einen großen Teil der Laktation) betrachtet ist von einem kurvilinearen, d.h. degressiven Anstieg der Milchleistung mit steigender Energieversorgung auszugehen. Bei einem Energie-defizit von 14 - 21 MJ NEL steigt die Milchleistung pro kg T Kraftfutter um mehr als 2,0 kg an, bei ausgeglichener Energiebilanz um 1,1 kg und bei einem Energieüberschuß von 14 - 21 MJ NEL nur um 0,6 - 0,3 kg.

Unter praktischen Fütterungsbedingungen kann also nicht erwartet werden, daß die Milchleistung zu hundert Prozent entsprechend der mit dem Kraftfutter zugeführten Energie ansteigt. Die Gründe dafür sind kurz zusammengefaßt:

- * *Grundfütterungsverdrängung* (siehe oben)
- * *Mobilisation von Körperreserven bei Unterversorgung und in der Früh-laktation.*
Die Leistung von unterversorgten Kühen ist höher als ihrer Energieversorgung entspricht. So haben z.B. FLATT et al. (1965) gezeigt, daß eine hochleistende Kuh (über 45 kg) zu Laktationsbeginn kaum bedarfsgerecht gefüttert werden kann und mehr als 70 MJ Körperenergie täglich abbaut und gegen Laktationsende wieder ansetzt. Die starken Veränderungen in der Körperzusammensetzung in Abhängigkeit vom Kraftfutterniveau und vom Laktationsstadium sind auch in den Untersuchungen von CHILLIARD et al. (1991) zu ersehen.
- * *Bildung von Körperreserven bei Überversorgung*
Wenn das Kraftfutter nicht wirklich exakt und dem Laktationsverlauf relativ kurzfristig folgend ergänzt wird, erhalten die Kühe eigentlich zuviel Kraftfutter, das über ihrem Milchleistungsvermögen liegt und daher nicht entsprechend verwertet werden kann. Unter praktischen Verhältnissen ist jedoch häufig weder die Grundfütterleistung noch die aktuelle Milchleistung bekannt und somit auch nicht der tatsächliche Kraftfütterergänzungsbedarf.
- * *Negative Wechselwirkungen zwischen Grund- und Kraftfutter auf Verdauungs- und Stoffwechselebene*

Auf Grund dieser Wechselwirkungen liegt die tatsächliche Energieversorgung bei Hochleistungskühen um 7 - 10 % niedriger als die theoretisch (d.h. additiv) errechnete (VERMOREL 1989).

Der Einfluß des Kraftfutterniveaus bzw. der Energieversorgung auf den Fett- und Proteingehalt der Milch beruht ebenfalls hauptsächlich auf den vom Kraftfutter abhängigen Fermentationsvorgängen in den Vormägen. Mit steigendem Kraftfutteranteil wird das Azetat/Propionat-Verhältnis enger (z.B. KAUFMANN et al. 1976, OLDHAM & SUTTON 1979), wobei Azetat das Ausgangssubstrat für die Synthese von Milchfett darstellt. Die Ursache für sinkende Milchfettgehalte bei hohen Kraftfüttermitteln ist jedoch nicht das niedrige Angebot an Azetat sondern die im Vergleich zu reinen Grundfütterrationen um ein Mehrfaches erhöhte Produktion von Propionat. Die Propionsäure wirkt im Stoffwechsel milchfett-senkend, indem sie die Sekretion des Hormons Insulin stimuliert. Insulin fördert die Lipogenese in den Fettgeweben, wodurch die Versorgung der Milchdrüse mit Fetten herabgesetzt ist (GIESECKE 1972, van SOEST 1982). Es sei jedoch betont, daß die Milchfettdepression nicht bei geringen Kraftfüttermitteln auftritt, sondern erst ab Kraftfütteranteilen von über 55 % der Ration (THOMAS & MARTIN 1988). Die negative Wirkung des Kraftfutters auf den Milchfettgehalt wird verstärkt durch das Fütterungsniveau, stärkereiche Kraftfutter und hohe Gaben bei wenigen Mahlzeiten, also Situationen, die zu einer hohen Fermentationsrate pro Zeiteinheit führen (OLDHAM & SUTTON 1979). Auch die Untersuchungen von LINDNER et al. (1979a, b) zeigen deutlich, daß nachteilige Folgen des Kraftfüttereinsatzes auf Grundfütteraufnahme und Milchfettgehalt erst bei restriktivem Grundfütterangebot (< 17 % Rohfaser in der Gesamtration) auftreten und daß erst unter solchen Bedingungen positive Effekte einer höheren Frequenz der Kraftfüttervorlagen auftreten.

Die mikrobielle Proteinsynthese hängt direkt von der im Pansen fermentierten organischen Masse bzw. von der Energieversorgung ab (u.a. GEH 1986, INRA 1989). Daher ist davon auszugehen, daß der Proteingehalt der Milch mit steigender Energieversorgung bzw. Kraftfütterung ebenfalls ansteigt (u.a. OLDHAM & SUTTON 1979, RÖHRMOSER & KIRCHGESSNER 1982, COULON & REMOND 1991, GRUBER et al. 1991a).

1.3 Energieversorgung und Stoffwechselerkrankungen bzw. Fruchtbarkeitssituation

Ein Energiemangel zu Laktationsbeginn gilt als die häufigste Ursache für die Ketose von Kühen (DIRKSEN

1971). Das Wesen dieser Krankheit besteht in der Störung des Kohlenhydrat- und Fettstoffwechsels, von der besonders Hochleistungskühe zu Laktationsbeginn betroffen sind. Als auslösende Ursache ist der Mangel an Oxalazetat anzusehen, wodurch der Abbau von aktivierter Essigsäure (Azetyl CoA) über den Zitratzyklus blockiert ist (KIRCHGESSNER 1992). Mangel an Oxalazetat kann auftreten, wenn vermehrt Azetat aus der Fettmobilisation auftritt und zugleich Zwischenstufen des Zitratzyklus zur Synthese von Aminosäuren herangezogen werden, ohne daß in erforderlichem Umfang Oxalazetat aus Pyrovat nachgeliefert wird. Ein Mangel an Oxalazetat entsteht auch durch den hohen Bedarf an Kohlenhydraten für die Aufrechterhaltung des Blutzuckerspiegels und die Synthese des Milchzuckers, wenn dieser Bedarf nicht allein über die Nahrung sondern auch über die Glukoneogenese gedeckt wird (MENKE 1987). Die Folge des Oxalazetatmangels ist eine starke Anhäufung von aktivierter Essigsäure, die in die Ketonkörper Azetat, Azeton und β -Hydroxybuttersäure überführt wird. Diese Ketonkörper wirken als starke Säuren, entziehen Natrium- und Kalium-Ionen, verursachen nervöse Störungen und senken den Blutzuckerspiegel, indem die Insulinsekretion stimuliert wird (BERGMAN 1971). Nach KRONFELD (1971) spielen allerdings die bei der Fettmobilisation entstehenden hohen Mengen an aktivierter Essigsäure gegenüber einem Mangel an Glukose eine wesentlich größere Rolle für das Auftreten von Ketose. Dabei bestehen große Unterschiede zwischen den Tieren, diese Stoffwechselbelastung zu bewältigen.

NEBEL & Mc GILLIARD (1993) haben die Zusammenhänge zwischen Milchleistungsniveau und Fruchtbarkeitsstatus beschrieben. Sie kommen zu dem Schluß, daß hohe Milchleistungen mit der Fruchtbarkeitssituation phänotypisch und genetisch negativ korreliert sind, vor allem seit den Jahren ab 1975. Sie führen zahlreiche Untersuchungen an, in welchen die Fruchtbarkeitsleistung durch verzögerte ovarielle Aktivität und herabgesetzte Konzeptionsrate auf Grund der hohen Milchleistung beeinträchtigt ist. Ein Grund dafür könnte sein, daß sich durch die Selektion auf Milchleistung auch das hormonelle Profil ändert, das höhere Milchleistungen fördert, andere physiologische Funktionen wie Follikelentwicklung jedoch beeinträchtigt. Als ein weiterer Grund für schlechtere Fruchtbarkeit wird auch angesehen, daß bei hohen Milchleistungen das Ausmaß negativer Energiebilanzen immer größer wird. Bei solchen Kühen ist die Konzentration von Somatotropin erhöht und Insulin vermindert, was die Funktion der Ovarien stört. Auch BUTLER & SMITH (1989) haben auf die negativen Auswirkungen des Energiedefizits bzw. der Fettmobilisation auf die Ovaritätät hingewiesen.

1.4 Kraffuttereinsatz und Wirtschaftlichkeit

Die Futterkosten machen in der Milchproduktion je nach Bestandesgröße 18 - 28 % der gesamten Produktionskosten aus (PFINGSTNER 1993). Mit dem Beitritt Österreichs zur EU haben sich die wirtschaftlichen Rahmenbedingungen infolge gesunkener Kraffutterkosten jedoch auch niedrigerer Milcherzeugerpreise wesentlich verändert und zu geringeren Deckungsbeiträgen geführt (BMLF 1994, 1995). Der Deckungsbeitrag pro Kuh erhöht sich mit steigender Milchleistung bzw. steigendem Kraffuttereinsatz wegen der in einigen Bereichen auftretenden Kostendegression (BMLF 1994, 1995, GRUBER 1995). Die Produktionskosten je kg Milch vermindern sich jedoch nur vom niedrigen bis zum mittleren Leistungsbebereich deutlich, ab 6.000 kg Milch sinken die Produktionskosten wegen progressiv steigender Kosten für das Kraffutter und die Tierarztkosten nur noch unwesentlich (PFINGSTNER 1993). In Modellrechnungen hat GRUBER (1995) je nach Grundfutterqualität ebenfalls ab 5.000 - 6.000 kg Milch keine Verbesserung des um die Futterkosten verminderten Rohertrages festgestellt. Dennoch bleibt festzuhalten, daß auch unter den neuen wirtschaftlichen Rahmenbedingungen das Milchleistungsniveau, die Grundfutterqualität und der Kraffutterpreis entscheidende Einflußgrößen der Wirtschaftlichkeit der Milchproduktion darstellen.

Unter dem Blickwinkel der oben aufgeworfenen Fragen und Problemkreise wurde ein Versuch mit Milchkühen durchgeführt, der vor allem den Einfluß der Grundfutterqualität und der Kraffutterergänzung auf Futteraufnahme und Milchleistung aufzeigen sollte. Die versuchsbedingt erforderlichen Gruppen ohne Kraffuttergaben sowie Tiere mit bedarfsgerechter Fütterung boten auch die Möglichkeit, das Stoffwechselgeschehen und die Fruchtbarkeitssituation bei unterschiedlicher Energieversorgung zu verfolgen. Vor allem aus diesem Grunde erstreckte sich der Versuch über die relativ lange Dauer einer ganzen Laktation. Weiters lassen diese vorliegenden Untersuchungen auch Aussagen über wesentliche Einflußfaktoren der Wirtschaftlichkeit der Milchproduktion zu.

2. MATERIAL UND METHODEN

2.1 Versuchsplan

In einem $2 \times 3 \times 2$ faktoriellen Versuchsschema wurde der Einfluß von 2 Grundfutterqualitäten (GF niedrig, GF hoch), 3 Kraffutterniveaus (KF 0, KF 50, KF 100) und 2 Rassen (Fleckvieh (FV), Holstein Friesian (HF)) auf Produktionsdaten, Stoffwechsel- und Fruchtbarkeitsparameter sowie Wirtschaftlichkeit geprüft (Tabelle 1). Jede der 12 Gruppen war mit 10 Tieren besetzt ($N = 120$). Alle Kühe wurden während einer 6 bis 8-wöchigen Trok-

kenstehzeit einheitlich (nur mit Grundfutter) gefüttert. Der Versuch wurde über die Dauer einer gesamten Laktation durchgeführt (Tabelle 4) und die unterschiedlichen Fütterungsbehandlungen unmittelbar nach der Abkalbung begonnen.

Tabelle 1:

Versuchsplan (Tieranzahl pro Gruppe)

GF-Qualität	GF niedrig		GF hoch	
Fleckvieh	KF 0	(10)	KF 0	(10)
	KF 50	(10)	KF 50	(10)
	KF 100	(10)	KF 100	(10)
Holstein Friesian	KF 0	(10)	KF 0	(10)
	KF 50	(10)	KF 50	(10)
	KF 100	(10)	KF 100	(10)

2.2 Grundfutter

Die Grundfütterration setzte sich in allen Gruppen (und auch in der Trockenstehzeit) aus 35 % Heu, 40 % Grassilage und 25 % Maissilage (auf Trockenmassebasis) zusammen.

Die unterschiedliche Grundfutterqualität wurde bei Heu und Grassilage durch die Wahl verschiedener Vegetationsstadien und bei Maissilage durch verschiedene Kornanteile erzielt. Auf Grund der klimatischen Gegebenheiten in Gumpenstein wird gewöhnlich Maissilage von nur unterdurchschnittlicher Energiekonzentration erreicht (Silomaisgrenzlage). Diese Maissilage wurde in den Gruppen mit niedriger Grundfutterqualität verwendet (GF niedrig). Die Maissilage von hoher Grundfutterqualität

Tabelle 2:

Aufwuchstage der einzelnen Grundfuttermittel in den 7 Erntejahren

GF-Art	Heu		Grassilage		Maissilage	
	niedrig	hoch	niedrig	hoch	niedrig	hoch
1987	100	82	100	81	157	
1988	90	72	77	56	154	
1989	115	68	89	75	158	
1990	112	61	98	79	154	
1991	117	49	124	103	159	
1992	82	51	76	55	140	
1993	63	40	60	40	151	
Mittelwert	97	61	89	70	153	
s	20	15	21	21	6	
Diff. N - H	36		19			

wurde erzeugt, indem beim Befüllen des Silos zum normalen Silomais 20 % grob geschroteter Maisschrot (auf Trockenmassebasis) beigemischt wurde. Das Futter für die Grassilage hoher Qualität wurde beim Ähren/Rispenschieben der hauptbestandbildenden Gräser geerntet, der Schnitzeitpunkt für die Grassilage von niedriger Qualität war 3 Wochen später. Zur selben Zeit wurde auch das Futter für Heu der niedrigen Qualität gemäht. Das Heu der hohen Qualität stammte (mit Ausnahme der beiden ersten Erntejahre) von einem jung geernteten 2. Aufwuchs. Die Aufwuchsdauer für die einzelnen Grundfuttermittel in den 7 Erntejahren sind in Tabelle 2 angeführt. Im Durchschnitt standen für Heu der niedrigen bzw. hohen Qualität 97 bzw. 61 Vegetationstage zur Verfügung und für Grassilage 89 bzw. 70 Tage. Das ergibt eine Differenz von GF niedrig zu GF hoch von 36 Vegetationstagen bei Heu und 19 bei Grassilage.

Das Futter für die einzelnen Grundfuttermittel stammte von verschiedenen Flächen der Versuchswirtschaft der BAL Gumpenstein. Von einem Großteil dieser Flächen wurden in 4 von 7 Versuchsjahren pflanzensoziologische Untersuchungen nach den Deckungswerten von BRAUN-BLANQUET (1964) durchgeführt (siehe Tabellenanhang, Tabelle A1 und A2). Anhand einer 7-teiligen Skala wird das Artvorkommen nach Individuenzahl und der projektiven Deckung bewertet. Dabei bedeutet

r = sehr vereinzelt mit sehr geringem Deckungswert

+ = spärlich mit geringem Deckungswert

1 = reichlich, aber mit größerem Deckungswert, oder ziemlich spärlich, und auch mit größerem Deckungswert

2 = sehr zahlreich, oder mindestens 1/10 bis 1/4 der Aufnahmefläche deckend

3 = 1/4 bis 1/2 der Aufnahmefläche deckend, Individuenzahl beliebig

4 = 1/2 bis 3/4 der Aufnahmefläche deckend, Individuenzahl beliebig

Tabelle 3:

Deckungsanteile der Gräser, Kräuter und Leguminosen der beiden Grundfutterqualitätsstufen in den Versuchsjahren (in %)

Jahr	1988		1990		1992		1993	
	n	h	n	h	n	h	n	h
Gräser	52	60	42	56	54	54	46	47
Kräuter	31	29	42	42	39	32	42	45
Leguminosen	18	10	15	4	8	13	8	11



5 = mehr als 3/4 der Aufnahme­fläche deckend, Individuenzahl beliebig

Die Zahl der Vegetationsaufnahmen hängt von der Einheitlichkeit der Fläche ab. Je einheitlicher die Pflanzenbestände sind, umso weniger Vegetationsaufnahmen sind erforderlich.

Der größte Anteil der Flächen liegt im Talboden der Enns zwischen 645 und 650 m NN. Nur ein geringer Anteil befindet sich an Nordhängen zwischen 710 und 800 m NN. Im Jahr 1990 war er mit 36 % am höchsten. Im Jahr 1992 betrug er nur 9% und 1993 erreichte er 20 %. Die Flächen des Ennsbodens bestehen zum größten Teil aus alten Dauerwiesen und nur zu einem geringen Teil aus jüngeren, erst 4-5 Jahre alten Kunstwiesen. Die Anteile der Gräser, Kräuter und Leguminosen auf den Flächen mit niedriger und hoher Grundfutterqualität zeigten eine relativ gute Ausgeglichenheit. Die größten Unterschiede waren bei den Leguminosenanteilen festzustellen (Tabelle 3). Diese waren bei den Flächen GF niedrig 1988 und 1990 deutlich höher, im Jahr 1992 und 1993 jedoch bei jenen mit hoher Grundfutterqualität höher. Die Grasanteile waren in den Jahren 1988 und 1990 bei GF niedrig etwas geringer als bei GF hoch, 1992 und 1993 waren diese annähernd gleich. Die Krautanteile waren in allen Jahren bei beiden Grundfutterqualitätsstufen weitgehend gleich (Tabelle 3). Die Artenzahl lag auf den alten Dauerwiesen des Ennsbodens zwischen 34 und 48, auf den Kunstwiesen bei 26 bis 27 und auf den Wiesen der Nordhänge bei 20 bis 35. Die höheren Artenzahlen der alten Dauerwiesen ergeben sich durch das Vorkommen von mehreren Feuchtwiesenarten wie z.B. Kohldistel, Schlangen-Knöterich, Kuckucks-Lichtnelke, Gold-Hahnenfuß, Großer Wiesenknopf, Mädesüß, Grabenbinse sowie Zarte Segge. Mit der Ausnahme einer Kunstwiese des Ennsbodens lagen die Grasanteile zwischen 48 und 70 %. Diese setzen sich größtenteils aus Fuchsschwanz, Lieschgras, Goldhafer und Wiesen-Schwingel zusammen. Auf den Kunstwiesenflächen sowie auch auf stark verdichteten Flächen der alten Dauerwiesen finden sich in der Regel höhere Anteile an Quecke, Weicher Trespe sowie zum Teil inselweisem Auftreten von Kriechendem Hahnenfuß (Tabelle A1 und A2).

2.3 Krafffutter

In allen Versuchsgruppen wurde die gleiche Krafffuttermischung verwendet (je 20,42 % Gerste, Weizen, Mais und Hafer, je 9,16 % Sojaextraktionsschrot und Ackerbohne). Mit diesem Krafffutter wurde ein Protein/ Energie-Verhältnis (P/E) von etwa 13 g XP/MJ ME angestrebt und dieses P/E-Verhältnis war in etwa auch von den Grundfutterrationen in beiden Qualitätsstufen zu erwarten.

Somit war in allen Fütterungsbehandlungen ein ähnliches P/E-Verhältnis gegeben, und zwar in einem Ausmaß, daß der Bedarf der Pansenmikroben an abbaubarem N gedeckt war (GEH 1986, MENKE 1987). Mit dieser Art der Krafffutter- bzw. Proteinergänzung sollten Wechselwirkungen zwischen Energie und Protein weitgehend vermieden werden, wie sie z.B. von KROHN & ANDERSEN (1980) beschrieben wurden.

Im Versuch wurden 3 verschiedene Krafffutterniveaus geprüft:

KF 0:	Fütterung ohne Krafffutter
KF 50:	nur 50 % der erforderlichen Krafffuttermenge wurden angeboten
KF 100:	Krafffutterergänzung zur vollständigen Abdeckung des Energiebedarfes (Fütterung nach Norm, GEH 1986) maximaler Krafffutteranteil 50 % der T-Aufnahme

Nach der Abkalbung wurde die Krafffuttermenge schrittweise um 0,5 kg/Tag bis zur erforderlichen Menge erhöht. Die Versorgung mit Mineral- und Wirkstoffen erfolgte in allen Gruppen (unabhängig von der Energieversorgung) nach Norm (GEH 1986). Zur Ergänzung mit Mengenelementen wurden eine phosphorreiche Mineralstoffmischung (6 % Ca, 10 % P, 3 % Mg, 10 % Na), Viehsalz und kohlenaurer Futterkalk verwendet und individuell in den erforderlichen Mengen zugeteilt. Zur Abdeckung des Bedarfes an Spurenelementen und Vitaminen wurden allen Kühen täglich 120 g einer Wirkstoffprämix verabreicht (1.000.000 IE Vit. A, 110.000 IE Vit. D₃, 270 mg/kg Cu, 1.300 mg/kg Fe, 5.200 mg/kg Zn, 1.570 mg/kg Mn, 140 mg/kg J, 5 mg/kg Se, 13 mg/kg Co).

2.4 Versuchstiere

Aus der Versuchsherde der BAL Gumpenstein wurden insgesamt 120 Kühe der Rassen Fleckvieh und Holstein Friesian ausgewählt und den 6 Fütterungsgruppen (2 Grundfutterqualitäten x 3 Krafffutterstufen) möglichst gleichmäßig zugeteilt. Als Kriterien für die Gruppeneinteilung dienten die Milchleistung der letzten Laktation, die Laktationszahl, das Lebendgewicht und die Futteraufnahme in der Trockenstehzeit. Auf Grund der beschränkten Kuhanzahl in der Herde wurden die Kühe nicht gleichzeitig sondern in 10 Wiederholungen (Durchgängen) zeitlich versetzt geprüft. Wesentliche Kriterien der Kühe für die Versuchseinteilung sind in Tabelle 4 angeführt.

Für den Versuch wurden nur Kühe herangezogen, die mindestens eine Laktation abgeschlossen hatten. Die durchschnittliche Laktationszahl betrug 2,63 und unterschied

Tabella 4:
Daten und Leistungskriterien der Kühe zu Versuchsbeginn

Versuchsfaktor	Einheit	GF-Qualität (G)			Krautfutter-Niveau (K)			Rasse (R)		GF niedrig			GF hoch			s _e
		niedrig	hoch		0	50	100	FV	HF	KF 0	KF 50	KF 100	KF 0	KF 50	KF 100	
Lebendgewicht	kg	683	669		672	678	678	706	647	665	688	695	680	668	661	72
Laktationszahl	n	2,7	2,6		2,3	2,5	3,1	3,0	2,3	2,0	2,7		2,7	2,4	2,7	1,8
Alter	Tage	1.925	1.914		1.818	1.852	2.088	2.061	1.777	1.666	1.905	2.204	1.970	1.800	1.971	689
Grundfuttermittelaufnahme ¹⁾	kg T	10,5	11,1		10,6	10,6	11,2	10,5	11,1	10,3	10,2	11,0	10,9	11,0	11,4	1,4
Milchmenge - letzte Laktation	kg ECM	5.678	5.661		5.635	5.711	5.663	5.046	6.294	5.644	5.692	5.699	5.626	5.730	5.628	542
Milchmenge - alle Laktationen	kg ECM	5.373	5.475		5.387	5.347	5.537	4.787	6.060	5.340	5.295	5.483	5.434	5.400	5.591	675
Milchmenge - erste Laktation	kg ECM	5.037	5.168		5.087	4.945	5.276	4.466	5.739	4.978	4.852	5.281	5.196	5.039	5.270	742
Milchmenge - erste Laktation	kg	5.050	5.233		5.129	4.953	5.342	4.517	5.766	4.970	4.889	5.292	5.289	5.016	5.393	740
Fettgehalt - erste Laktation	%	4,09	4,05		4,07	4,14	4,01	3,99	4,15	4,13	4,08	4,06	4,01	4,19	3,97	0,31
Proteingehalt - erste Laktation	%	3,18	3,09		3,14	3,11	3,14	3,19	3,07	3,19	3,11	3,23	3,08	3,11	3,06	0,20
Versuchsdauer in Laktation	Tage	306	307		305	308	305	306	306	305	307	305	305	308	306	10

¹⁾ während 6 Wochen vor der Abkalbung

sich nur unwesentlich zwischen den Fütterungsgruppen und Rassen. Die durchschnittliche Milchleistung aller Versuchskühe in der Laktation vor dem Versuch belief sich auf 5.670 kg ECM (5.046 kg für FV, 6.294 kg für HF). Auch in den Kriterien der Milchleistung (Menge und Inhaltsstoffe) wurden relativ gleichwertige Versuchsgruppen erzielt. Das durchschnittliche Lebendgewicht beim Trockenstellen zu Versuchsbeginn ergab für FV 706 kg und für HF 647 kg. Die Grundfutteraufnahme im Zeitraum 6 Wochen vor dem Abkalben betrug im Mittel 10,8 kg T (Tabelle 4).

2.5 Versuchsdurchführung, Erhebungen, Analysen und statistische Auswertung

2.5.1 PRODUKTIONS DATEN

Die Futteraufnahme und Milchleistung wurden täglich individuell festgestellt. Die Fütterungszeit betrug 8 Stunden (3.30 - 7.30 Uhr, 14.30 - 18.30 Uhr). Von jedem Futtermittel wurde die Ein- und Rückwaage vorgenommen. Das Grundfutter wurde ad libitum angeboten. Die Grundfutterschreibung erfolgte wöchentlich auf der Grundlage der Futteraufnahme der Vorwoche mit einem Zuschlag von 15 % für Heu, 10 % Grassilage und 3 % für Maissilage. Die Kraftfuttermenge errechnete sich entsprechend der Versuchsgruppe aus der Grundfutteraufnahme und der Milchleistung und wurde ebenfalls wöchentlich angepaßt.

Die Kühe wurden wöchentlich um 13.00 Uhr gewogen. Die Körpermaße (Widerristhöhe, Brustumfang, Bauchumfang) wurden beim Trockenstellen, vor und nach der Abkalbung sowie in der 11., 22., 33. und 44. Laktationswoche erhoben.

2.5.2 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 Beschreibung der Fruchtbarkeitssituation dienten insbesondere Datum und Anzahl der Östren und der Besamungen.

Während des Versuches wurden die Blutproben zu folgenden Zeitpunkten genommen:

Trockenstehzeit: Woche 8, 4, 0 vor der Abkalbung

Laktation: Woche 1, 2, 4, 6, 8, 12, 16, 20, 24, 28, 32, 36, 40, 44 nach der Abkalbung

Die Blutentnahme erfolgte um 9.30 Uhr. Nach der Stauung der Vena jugularis mittels einer Staukette wurde den Tieren Blut entnommen, in dem folgende Parameter

bestimmt wurden: Glutamat-Oxalazetat-Transaminase (GOT), Gamma-Glutamyl-Transferase (GGT), Glutamat-Dehydrogenase (GLDH), Glukose (GLUC), Gesamtbilirubin (TBIL), Gesamteiweiß (TP), Albumin (ALB), Harnstoff (UREA), Calcium (Ca), Phosphor (P) und Magnesium (Mg). Die Bestimmung von GOT, GGT, TBIL, TP, UREA, Ca, P und Mg wurden am Kodak-Ektachem-System, die Messungen von GLDH, GLUC und ALB am Eppendorf-Photometer durchgeführt.

Die Harnprobe zur Bestimmung der physiologischen Parameter (Harnstoff, Allantoin, Kreatinin, Orotsäure, Ketonkörper) wurde eine Stunde vor der Morgenfütterung gewonnen. Für den Nachweis von Ketonkörpern kamen Ketostix-Streifen, BAYER Diagnostika zur Anwendung. Die Milchparameter (Harnstoff, Allantoin) wurden aus der Morgenmilch bestimmt.

2.5.3 VERDAUUNGS- UND BILANZVERSUCHE

Von jedem Grundfutter eines jeden Erntejahres (1987 bis 1993) wurde ein Verdauungsversuch mit 4 Hammeln (14 Tage Vorperiode, 14 Sammlerperiode) nach den Leitlinien für die Durchführung von Verdauungsversuchen durchgeführt (GEH 1991). Das mittlere Lebendgewicht der Hammel betrug 67 kg. Vom Versuchsfutter wurde etwa 1,0 kg T eingewogen. Somit ergab sich im Durchschnitt ein Futterniveau von 1,08. Die Verdaulichkeit des Kraftfutters von jedem Versuchsjahr wurde nach der Regressionsmethode mit insgesamt 16 Hammeln (0, 25, 50 und 75 % Kraftfutter) bestimmt. Für die Durchführung der Verdauungsversuche wurde täglich ein aliquoter und für den Versuch ausreichender Teil des an die Kühe verfütterten Futters gesammelt und im Falle von Silagen tiefgefroren. Die Verdauungsversuche mit Hammeln wurden somit im Anschluß an den Fütterungsversuch mit Kühen durchgeführt, wobei großer Wert auf eine repräsentative Probenziehung gelegt wurde. Die an den Hammeln ermittelten Verdauungskoeffizienten wurden zur Energiebewertung der einzelnen Futtermittel herangezogen (GEH 1986).

Bei 6 Wiederholungen (1, 2, 4, 6, 8, 10) wurden zu je 3 Laktationsstadien (75., 160. und 230. Laktationstag) Verdauungs- und Bilanzversuche (Kot-, Harn- und Milchsammlung) an den Kühen durchgeführt (N = 216). Die Sammlerperiode betrug 5 Tage. Die Tiere blieben im gleichen Stall, dieser wurde jeweils für die Bilanzversuche adaptiert. Die Probenbehandlung etc. war gleich wie im Hammelversuch.

2.5.4 ANALYSEN

Von den Futtermitteln wurden die Weender-Nährstoffe wöchentlich analysiert (TECATOR-System). Die Ana-

-lyse der Mengen- und Spurenelemente, der Gerüstsubstanzen (van SOEST 1963, TECATOR-System) und der Gasbildung (Hohenheimer Futterwerttest, MENKE & STEINGASS 1988) erfolgte monatlich. Die Probenziehung der Futtermittel wurde täglich bei der Morgenfütterung vorgenommen. In periodischen Abständen wurde die Silagequalität bestimmt (Gärsäuren, pH, $\text{NH}_4\text{-N}$). Der Gehalt an Milchinhaltsstoffen wurde von jeder Melkung nach der Nahinfrarot-Spektroskopie (Milco Scan 93, Foss Electric) analysiert.

2.5.5 STATISTISCHE AUSWERTUNG

Die statistische Auswertung erfolgte mit dem Programm LSMLMW PC-1 Version (HARVEY 1987) nach folgendem Modell:

$$y_{ijklm} = \mu + G_i + K_j + R_k + WH_i + LAK_m + (G*K)_{ij} + (G*R)_{ik} + (K*R)_{jk} + e_{ijklm}$$

- y_{ijklm} = Beobachtungswert der abhängigen Variablen
 μ = gemeinsame Konstante
 G_i = fixer Effekt der Grundfutterqualität, $i = 1, 2$
 K_j = fixer Effekt des Kraffutterniveaus, $j = 1, 2, 3$
 R_k = fixer Effekt der Rasse, $k = 1, 2$
 WH_i = fixer Effekt der Wiederholung, $i = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10$
 LAK_m = fixer Effekt der Laktationszahl, $m = 1, 2, 3, 4$
 $(G*K)_{ij}$ = Interaktion zwischen Grundfutterqualität i und Kraffutterniveau j
 $(G*R)_{ik}$ = Interaktion zwischen Grundfutterqualität i und Rasse k
 $(K*R)_{jk}$ = Interaktion zwischen Kraffutterniveau j und Rasse k
 e_{ijklm} = Restkomponente

Um den Einfluß des Laktationsstadiums auf einzelne Ergebnisse aufzuzeigen, wurden die Daten teilweise in 3 Laktationsabschnitte gegliedert. Nach einem Vorschlag von KORVER (1982) wurden die physiologisch unterschiedlichen Stadien Laktationswoche 1 - 12, 13 - 28, 29 - 44 als Abschnitte gewählt. Für die grafischen Darstellungen wurden einzelne Wochen zu Klassen zusammengefaßt und diese als fixe Effekte zusätzlich in das statistische Modell aufgenommen (13 Klassen bei Produktionsdaten, 14 Klassen bei physiologischen Parametern). In den Ergebnistabellen werden die Least-Squares Mittelwerte für die Faktoren der Haupteffekte, die Residual-Standardabweichung und die P-Werte für die Haupteffekte und deren Wechselwirkung angegeben.

2.6 Wirtschaftlichkeit

Der Einfluß der Versuchsfaktoren auf die Wirtschaft-

lichkeit wurde mit der Deckungsbeitragskalkulation untersucht. Dafür wurden die wesentlichen produktionstechnischen Daten (Futtermittelaufnahme, Milchleistung, Lebendmasse) der Versuchsergebnisse in der jeweiligen Gruppe herangezogen, die übrigen Faktoren (Kosten der Kälberaufzucht, Bestandesergänzung, Tierarzt etc.) von den Deckungsbeitragskatalogen entnommen (BMLF 1994 und 1995). Auch die Preise (Milch, Altkuh) und Kosten (Grundfutter, Kraffutter etc.) sind von den Deckungsbeitragskatalogen übernommen. Bei der Kalkulation des Milchpreises wurden die Fett- und Proteingehalte aus den jeweiligen Versuchsgruppen zu Grunde gelegt. Um den Einfluß der geänderten wirtschaftlichen Rahmenbedingungen durch den Beitritt Österreichs zur EU zu berücksichtigen, wurde die Preis- und Kostensituation vor (1994) und nach (1995) dem EU-Beitritt bzw. nach dem Wegfall der degressiven Ausgleichszahlung (1999) zu Grunde gelegt. Die in die Kalkulationen eingegangenen Preise und Kosten sind in *Tabelle A3* angeführt.

3. ERGEBNISSE UND DISKUSSION

3.1 Inhaltsstoffe der Futtermittel

Der durchschnittliche Gehalt der Futtermittel an Inhaltsstoffen ist in *Tabelle 5* angeführt. Die Ernte der einzelnen Grundfuttermittel zu verschiedenen Vegetationsstadien führte zu einer deutlichen Differenzierung in den für den Futterwert entscheidenden Kriterien.

So betrug der durchschnittliche Rohfasergehalt in den Grundfutterqualitätsstufen GF niedrig und GF hoch bei Heu 33,1 und 29,3 %, bei Grassilage 32,0 und 28,6 % sowie bei Maissilage 24,6 und 22,1 %. Dementsprechend war der Rohproteingehalt in GF niedrig um 2,9 % (Heu) und 2,4 % (Grassilage) niedriger als in GF hoch. Das unterschiedliche Vegetationsstadium trat auch deutlich in der Verdaulichkeit der organischen Substanz und der Energiekonzentration zu Tage. Beim Heu wurde ein Unterschied in der Verdaulichkeit von 8,2 Prozentpunkten (57,6 bzw. 65,8 %) festgestellt und bei der Grassilage von 10,3 Prozentpunkten (59,4 bzw. 69,7 %). Bei der Maissilage ergaben sich nicht so große Unterschiede (69,6 bzw. 72,0 %). Von den Verdaulichkeitsveränderungen durch den Einfluß des Vegetationsstadiums waren alle Rohnährstoffe in ähnlicher Weise betroffen (*Tabelle 5*). Analog zur Verdaulichkeit verhielten sich auch die Werte für die Energiekonzentration. Die Unterschiede machen beim Heu 0,72 MJ NEL (4,52 bzw. 5,24 MJ NEL) aus, bei der Grassilage 1,00 MJ NEL (4,67 bzw. 5,67 MJ NEL) und bei der Maissilage 0,35 MJ NEL (6,21 bzw. 6,56 MJ NEL). Der frühere Erntezeitpunkt wirkte sich

Tabelle 5:

Inhaltsstoffe der Futtermittel

Futtermittel Grundfutterqualität	Einheit	Heu		Grassilage		Maissilage		Kraftfutter
		niedrig	hoch	niedrig	hoch	niedrig	hoch	
Trockenmasse	g/kg F	862	862	349	350	272	282	867
Nährstoffe	g/kg T							
XP		100	129	121	145	84	84	176
XL		18	23	32	36	28	31	27
XF		331	293	320	286	246	221	62
XX		479	462	431	429	594	619	704
XA		71	93	96	105	48	45	30
Verdaulichkeit	%							
dO		57,6	65,8	59,4	69,7	69,6	72,0	85,2
dXP		56,5	60,6	55,7	65,0	51,7	50,3	79,3
dXL		22,7	31,9	49,7	58,5	66,2	69,8	68,9
dXF		55,6	63,6	60,7	71,9	62,0	61,0	56,6
dXX		60,1	70,0	60,1	70,7	75,2	78,5	90,2
Energiekonzentration	MJ/kg T							
ME		7,95	8,98	8,17	9,59	10,36	10,84	13,30
NEL		4,52	5,24	4,67	5,67	6,21	6,56	8,46
Mengenelemente	g/kg T							
Ca		5,4	6,2	7,1	7,1	3,2	3,2	1,0
P		2,3	3,3	3,1	3,5	2,2	2,4	4,1
Mg		2,2	2,7	2,5	2,9	1,8	1,7	1,4
K		15,9	19,7	18,5	23,7	11,0	10,6	6,7
Na		0,18	0,28	0,97	1,19	0,37	0,33	0,09
Spurenelemente	mg/kg T							
Mn		103	115	146	119	41	34	32
Zn		29	32	49	43	43	33	37
Cu		8,2	9,8	11,2	12,6	8,3	6,7	7,6

auch auf den Gehalt an Mengen- und Spurenelementen positiv aus (Tabelle 5). Der Gehalt der Grundfuttermittel an Trockenmasse war in den 2 Qualitätsstufen (mit Ausnahme von Maissilage) nahezu identisch (86,2 % bei Heu, 35,0 % bei Grassilage, 27 - 28 % bei Maissilage).

In den Abbildungen 1a und 1b ist der Verlauf des Gehaltes an wesentlichen Inhaltsstoffen der Grundfuttermittel während der 7 Versuchsjahre getrennt für die beiden Grundfutterqualitätsstufen dargestellt. Wie schon in Tabelle 5 geht auch aus dieser Gegenüberstellung der deutliche Unterschied im Nähr- und Mineralstoffgehalt zwischen den Grundfutterqualitätsstufen hervor. Unter Berücksichtigung der vielfältigen Einflüsse verschiedener Jahre, besonders des Klimas, ist der Gehalt an Inhaltsstoffen während des Versuchszeitraumes relativ konstant. Dennoch ist ein leichter Trend zu einer Verbesserung des Futterwertes während der Versuchsdauer zu

erkennen (z.B. Rohproteingehalt des Heus in GF hoch, leichter Rückgang des Rohfasergehaltes bei allen Grundfuttermitteln). Die Differenz der jeweiligen Futtermittel zwischen den Grundfutterqualitätsstufen blieb jedoch einigermaßen konstant. Unerwartet waren die Qualitätssprünge zwischen den Jahren gerade bei Maissilage, was wieder auf die durch die Silomaisgrenzlage, besonders in schlechten Jahren, schwierigen Wachstumsbedingungen für Silomais hinweist.

3.2 Futteraufnahme und Nährstoffversorgung

Die durchschnittliche Futter- und Nährstoffaufnahme während der Laktation ist in Tabelle 6 angeführt. Um den starken Laktationseinfluß auf die Futteraufnahme herauszuarbeiten, sind einige Kriterien nach Trockenstehzeit und 3 Laktationsabschnitten (Woche 1-12, 13-28, 29-44) getrennt in Tabelle 8 angegeben. Zusätzlich ist der



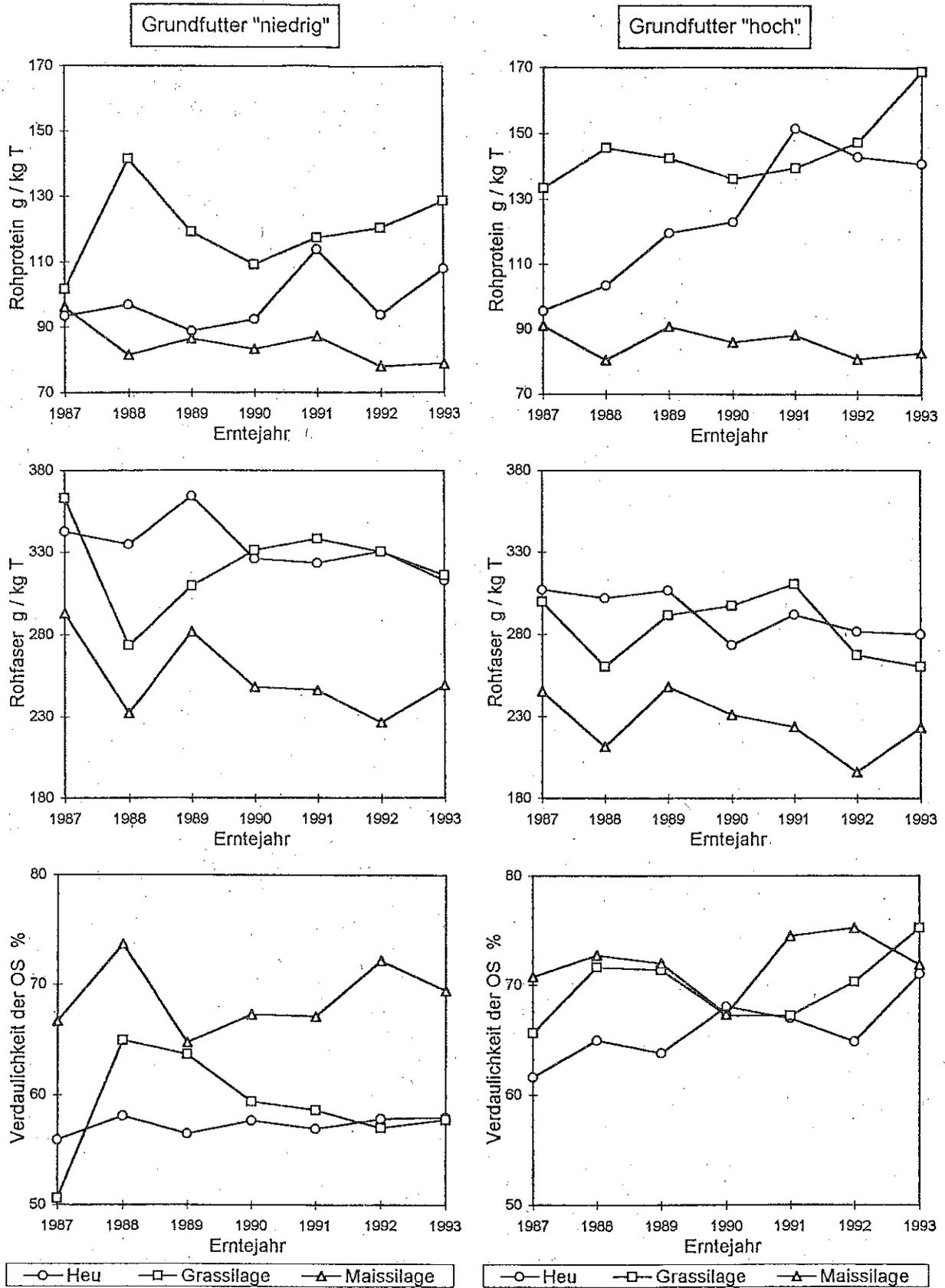


Abbildung 1a: Verlauf des Rohprotein- und Rohfasergehaltes sowie der Verdaulichkeit der Grundfutter in den beiden Grundfutterqualitätsstufen während der Versuchsjahre



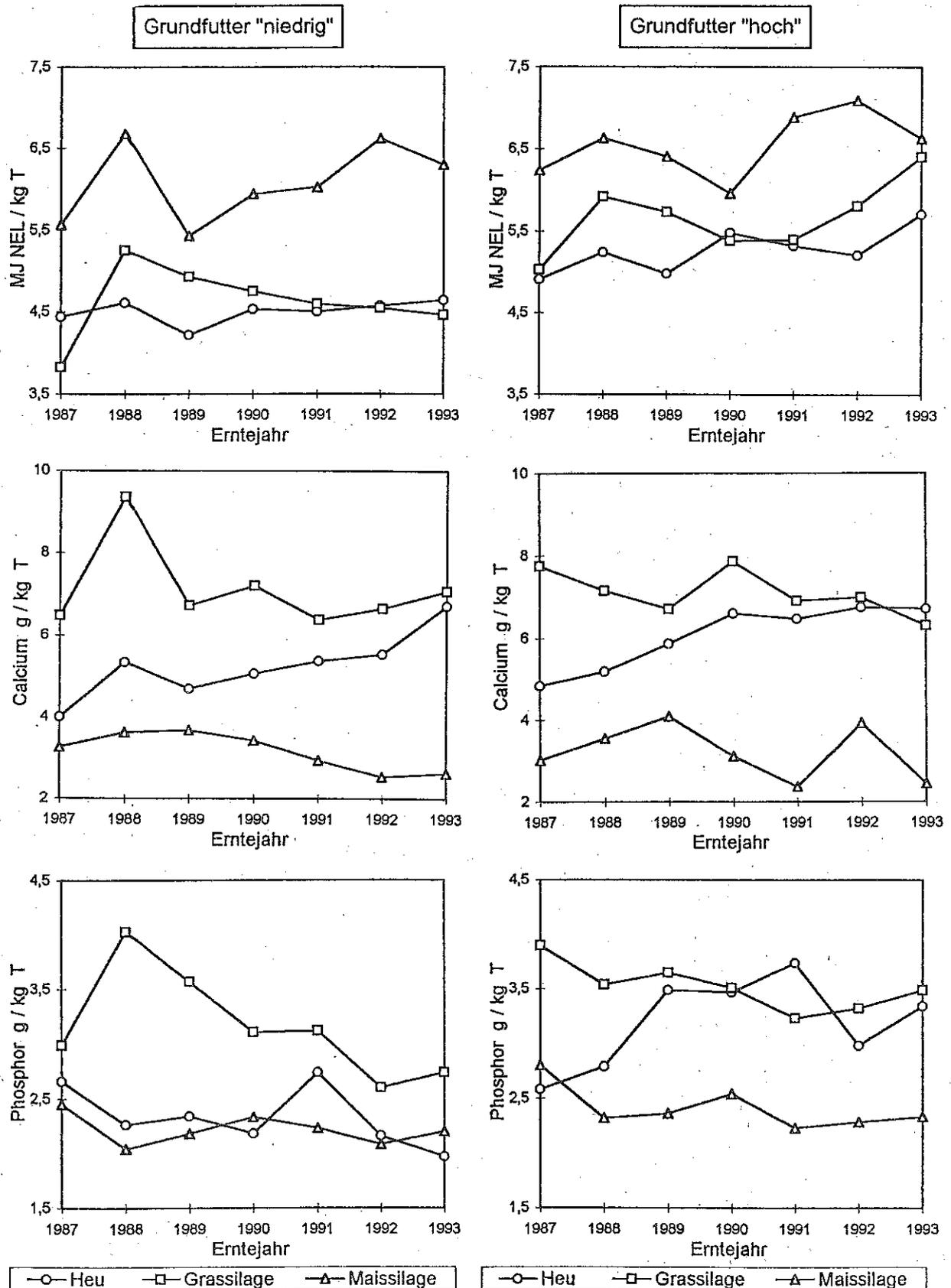


Abbildung 1b: Verlauf der Energiekonzentration sowie des Calcium- und Phosphorgehaltes der Grundfutter in den beiden Grundfutterqualitätsstufen während der Versuchsjahre

Verlauf der Grund- und Gesamtfutteraufnahme in den 3 Kraftfutterstufen innerhalb der Grundfutterqualitäten in *Abbildung 3* dargestellt.

Die Verbesserung der Grundfutterqualität erhöhte die Grundfutteraufnahme bei ähnlichem Kraftfutterangebot von 2,1 - 2,3 kg T um 1,8 kg T von 11,9 auf 13,7 kg T. Bezogen auf metabolische Körpermasse waren dies 98 bzw. 110 g/kg LM^x. Unter Berücksichtigung des höheren Nährstoffgehaltes verbesserte sich die Protein- und Energieaufnahme über das Grundfutter und die Gesamtration mit der Grundfutterqualität sehr deutlich. So stieg z.B. die Energieaufnahme aus dem Grundfutter von 59,7 auf 78,5 MJ NEL um 31 % an (*Tabelle 6*). Daraus errechnet sich eine Grundfutterleistung (nach NEL) von 7,6 und 13,2 kg Milch pro Tag, bzw. 2.306 und 4.014 kg pro Standardlaktation (*Tabelle 9*). Die Ergebnisse bestätigen den überragenden Einfluß der Grundfutterqualität auf die Futter- und Nährstoffaufnahme von Milchkühen, wie sie auch in früheren Versuchen festgestellt wurde (z.B. SPAHR et al. 1961, STEACY et al. 1983, CLEALE & BULL 1986, ASTON et al. 1994). Die Ursache für die erhöhte Futteraufnahme liegt im rascheren und vollständigeren Abbau des Futters im Pansen.

Die regressionsanalytische Auswertung ergab einen linearen Anstieg der Grundfutteraufnahme um 2,4 kg T pro MJ NEL, was dem Wert von 2,2 kg T von SCHWARZ & KIRCHGESSNER (1985) sehr nahe liegt. Die Bedeutung der Grundfutterqualität verliert allerdings mit steigendem Kraftfutterniveau (2,7, 2,5 bzw. 2,0 kg T Grundfutter pro MJ NEL in KF 0, KF 50 bzw. KF 100). Dies überrascht nicht, da der Futterwert einer Ration sowohl über die Grundfutterqualität als auch über die Kraftfuteranteile verbessert werden kann.

Im Durchschnitt der Laktation betrug die Kraftfutteraufnahme 0, 1,57 bzw. 4,95 kg T in KF 0, KF 50 bzw. KF 100. Damit war ein Rückgang der Grundfutteraufnahme von 13,39 auf 13,00 bzw. 11,99 kg T verbunden (*Tabelle 6*). Bezogen auf metabolisches Körpergewicht ging die Grundfutteraufnahme von 112 auf 106 bzw. 93 g/kg LM^x zurück und stieg die Gesamtfutteraufnahme von 114 auf 120 bzw. 134 g/kg LM^x an. Über die gesamte Laktation betrachtet, errechnete sich ein linearer Rückgang der Grundfutteraufnahme von 0,28 kg T pro kg T Kraftfutter. Die Grundfutterverdrängung war in der Tendenz (nicht signifikant) in GF niedrig geringer (0,23) als in GF hoch (0,33). Im Gegensatz zu den Ergebnissen von KIRCHGESSNER & SCHWARZ (1984) und FAVERDIN et al. (1991) nahm die Verdrängung mit steigendem Kraftfutterniveau nicht zu sondern war über den gesamten Bereich konstant. Eine lineare Grundfutterverdrän-

gung haben wir auch in früheren Untersuchungen ermittelt (GRUBER et al. 1991a). Als Gründe dafür können die Rationszusammensetzung (hoher Heuanteil), die lange Freßzeit, die Aufteilung der Kraftfuttermenge auf 2 Portionen innerhalb einer Mahlzeit und der relativ niedrige Kraftfutteranteil (Beschränkung auf 50 %) in Erwägung gezogen werden. Alle diese Faktoren beschreiben das Bemühen um eine wiederkäuergerechte Fütterungstechnik, deren Ziel die Verhinderung von pH-Schwankungen mit deren negativen Folgen auf Grundfutteraufnahme und Milchfettgehalt ist (u.a. KAUFMANN et al. 1976, ORSKOV 1986).

Wenn allerdings berücksichtigt wird, daß das Futteraufnahmevermögen mit steigender Milchleistung ebenfalls ansteigt, errechnet sich eine wesentlich stärkere Grundfutterverdrängung. Eine diesbezügliche Auswertung, d.h. wenn Kühe mit gleicher Leistung verglichen werden, ergab einen Rückgang der Grundfutteraufnahme um 0,83 kg T pro kg T KF und einen Anstieg der Grundfutteraufnahme um 0,38 kg T pro kg ECM ($R^2 = 0,825$). Diese Regressionskoeffizienten sind allerdings abhängig von der Grundfutterqualität und der Nutzungsrichtung der Kühe (siehe GRUBER et al. 1990).

Die Grund- und Gesamtfutteraufnahme zwischen den Rassen unterschied sich signifikant (*Tabelle 6*). Die Unterschiede zwischen FV- und HF-Kühen fielen nicht so deutlich aus wie in einer früheren Untersuchung (GRUBER et al. 1991a). Unter Berücksichtigung des Lebendgewichtes war die Grund- bzw. Gesamtfutteraufnahme der HF-Kühe mit 109 g/kg LG^x bzw. 132 g/kg LG^x um 12 bzw. 16 % höher als die der FV-Kühe. Die Futteraufnahme verschiedener Rassen sollte jedoch unter gleichen Rationsbedingungen verglichen werden (siehe Literaturübersicht bei GRUBER 1987).

Die Grund- und Gesamtfutteraufnahme aller 12 Untergruppen im Durchschnitt der Laktation ist in *Abbildung 2* dargestellt. Daraus ist die generelle Überlegenheit der HF-Kühe gegenüber FV-Kühen unter allen Rationsbedingungen zu erkennen. Weiters sieht man die große Bedeutung der Grundfutterqualität auf die Futteraufnahme und den negativen Einfluß des Kraftfutters auf die Grundfutteraufnahme.

Sowohl aus *Tabelle 8* als auch *Abbildung 3* ist der typische Verlauf der Futteraufnahme während der Laktation zu erkennen. Die Futteraufnahme ist während der Trockenstehzeit deutlich niedriger als in der Laktation und erreicht um die Abkalbung einen absoluten Tiefstand. Die Futteraufnahme erfährt in den ersten 50 Laktationstagen einen steilen Anstieg und erreicht das

Tabelle 6:
Futteraufnahme und Nährstoffversorgung

Versuchsfaktor	Einheit	GF-Qualität (G)		Kraftfutter-Niveau (K)			Rasse (R)		P-Werte						
		niedrig	hoch	0	50	100	FV	HF	s _e	G	K	R	G x K	G x R	K x R
Futteraufnahme															
Grundfutter	kg T	11,88	13,71	13,39	13,00	11,99	12,56	13,02	1,17	0,000	0,000	0,043	0,552	0,087	0,553
Heu	kg T	4,21	4,95	4,84	4,61	4,29	4,47	4,69	0,43	0,000	0,000	0,008	0,209	0,419	0,388
Grassilage	kg T	4,66	5,50	5,25	5,23	4,77	4,96	5,21	0,56	0,000	0,000	0,019	0,689	0,086	0,441
Maissilage	kg T	3,00	3,26	3,30	3,17	2,92	3,14	3,12	0,36	0,000	0,000	0,733	0,320	0,058	0,992
Kraftfutter	kg T	2,29	2,12	0,00	1,57	4,95	1,87	2,54	0,84	0,280	0,000	0,000	0,579	0,147	0,000
Gesamtfutter	kg T	14,40	16,04	13,68	14,79	17,18	14,65	15,79	1,29	0,000	0,000	0,000	0,455	0,562	0,000
Grundfutter	gT/kg LM*	97,7	109,7	112,0	105,8	93,4	98,1	109,4	8,3	0,000	0,000	0,000	0,604	0,406	0,622
Gesamtfutter	gT/kg LM*	117,7	128,2	114,3	120,3	134,3	114,1	131,9	9,0	0,000	0,000	0,000	0,643	0,714	0,002
Nährstoffaufnahme															
<i>aus Grundfutter</i>															
Rohprotein	g XP	1240	1710	1541	1494	1390	1441	1509	160	0,000	0,000	0,028	0,633	0,466	0,810
Energie	MJ NEL	59,7	78,5	72,2	70,1	65,1	68,0	70,3	7,0	0,000	0,000	0,089	0,597	0,232	0,772
<i>aus Kraftfutter</i>															
Rohprotein	g XP	402	373	0	276	869	329	446	147	0,303	0,000	0,000	0,613	0,162	0,000
Energie	MJ NEL	19,4	18,0	0,0	13,3	42,0	15,9	21,5	7,2	0,288	0,000	0,000	0,581	0,147	0,000
<i>aus Gesamtfutter</i>															
Rohprotein	g XP	1662	2104	1579	1790	2280	1791	1975	194	0,000	0,000	0,000	0,484	0,646	0,000
nutzbares Protein	g NPD	1702	2068	1562	1788	2305	1798	1972	189	0,000	0,000	0,000	0,443	0,777	0,000
Energie	MJ ME	135,1	162,3	125,8	141,9	178,4	142,2	155,1	14,3	0,000	0,000	0,000	0,446	0,918	0,000
Energie	MJ NEL	80,1	97,4	73,9	84,3	108,0	84,8	92,7	8,9	0,000	0,000	0,000	0,450	0,812	0,000

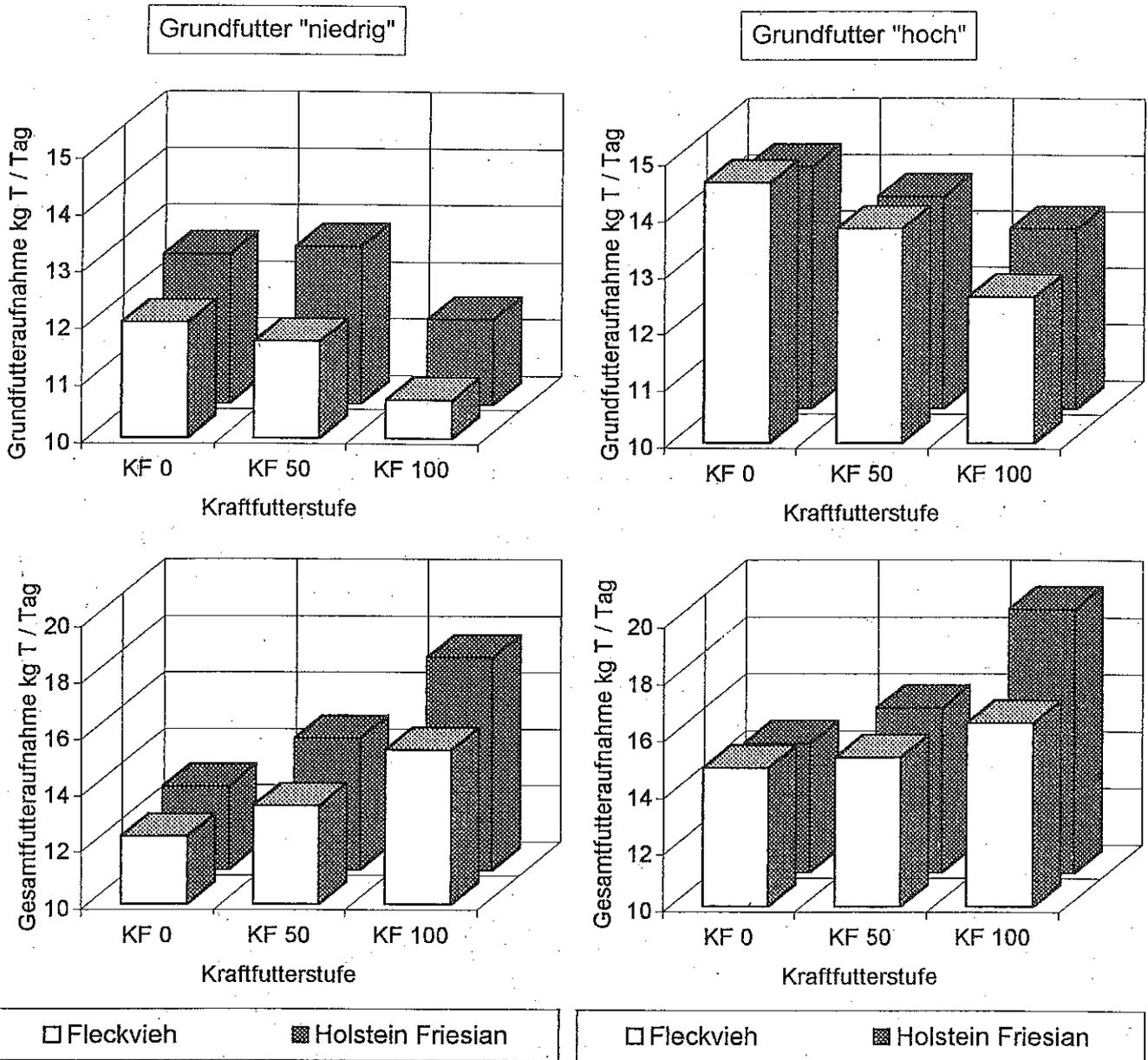


Abbildung 2:
Futteraufnahme in den 12 Untergruppen



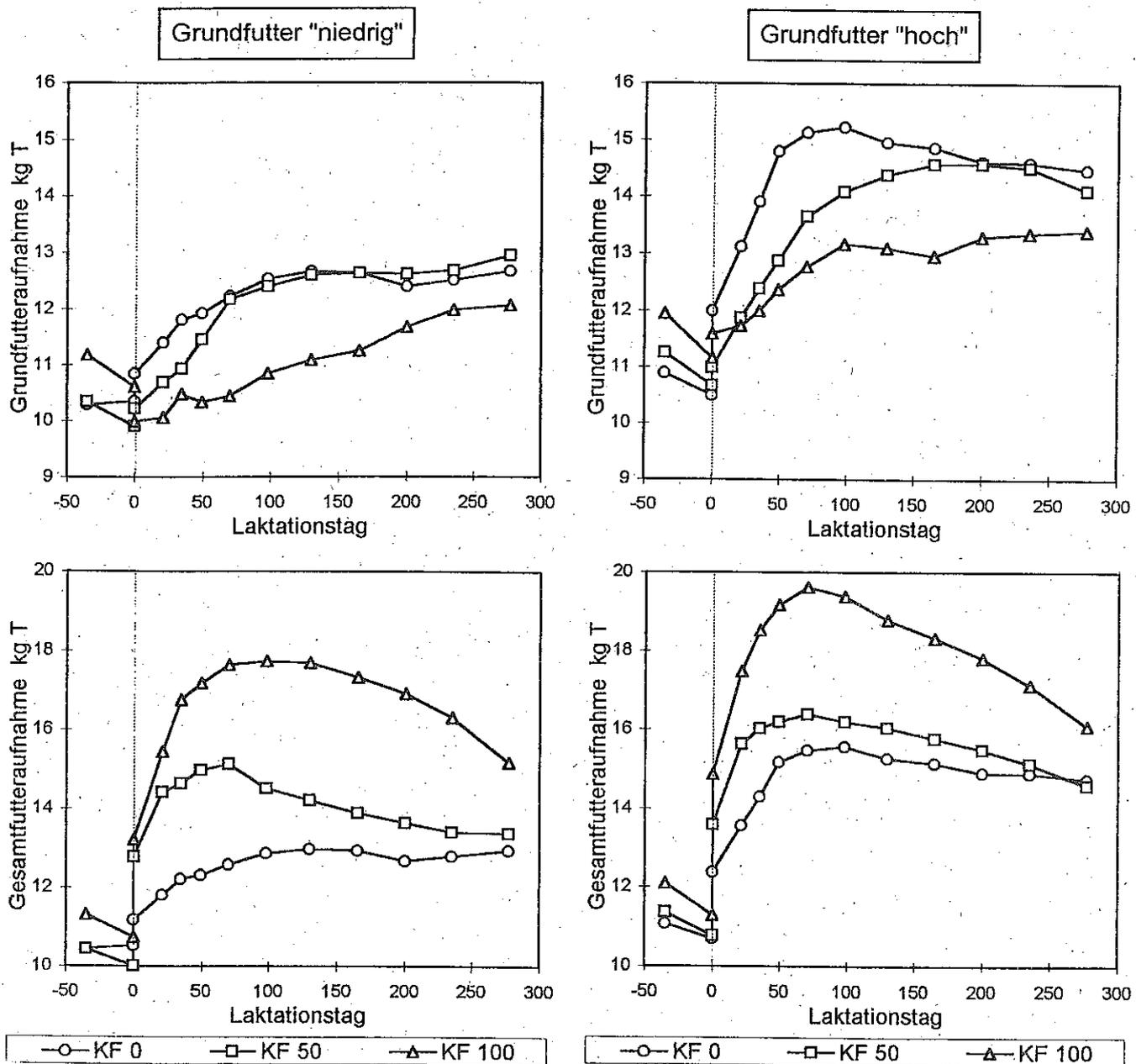


Abbildung 3: Grundfutter- und Gesamtfutteraufnahme in Abhängigkeit von Grundfutterqualität und Kraftfutterniveau in der Trockenstehzeit und Laktation

Maximum zwischen dem 70. bis 90. Tag. Danach folgt eine leichte Abwärtsentwicklung. Neben physiologischen Faktoren (Nährstoffbedarf, Fettansatz - siehe u.a. WANGSNESS & MULLER 1982) messen KIRCHGESSNER & SCHWARZ (1984) vor allem der Rationszusammensetzung eine große Bedeutung für den Anstieg der Futteraufnahme bei. Dies wird durch die vorliegenden Ergebnisse bestätigt. In den Gruppen mit Kraftfutter und besonders bei hoher Grundfutterqualität steigt die Futteraufnahme nach der Abkalbung steiler an und erreicht früher das Maximum (*Abbildung 3*). Dies wirkt sich auch positiv auf die Deckung des Energiebedarfs aus (*Abbildung 4*).

Entgegen früheren Ergebnissen (EKERN 1972) hatte das Laktationsstadium keinen Einfluß auf das Ausmaß der Grundfuttermitteldrängung. In den 3 Laktationsstadien errechneten sich Verdrängungskoeffizienten von 0,28, 0,29 bzw. 0,35. Das geringere Futteraufnahmevermögen und der oft anzutreffende hohe Kraftfutteranteil zu Laktationsbeginn läßt folglich auf eine scheinbar höhere Grundfuttermitteldrängung schließen (KIRCHGESSNER & SCHWARZ 1984).

3.3 Zusammensetzung und Kriterien der Ration

Wie *Tabelle 7* zeigt, entsprach die Zusammensetzung der Grundfütterration weitgehend den Versuchsvorgaben. Der Anteil des Heus, der Gras- und der Maissilage lag im Durchschnitt der Laktation bei 35,8, 39,7 und 24,5 % der Grundfütteraufnahme. Bezogen auf die Gesamtlaktation betrug der Kraftfutteranteil in KF 0, KF 50 bzw. KF 100 0, 10,6 bzw. 28,7 % der Gesamtfütteraufnahme. Der Kraftfutteranteil war in GF niedrig und bei den HF-Kühen erwartungsgemäß höher als bei den jeweiligen Vergleichsgruppen.

Entsprechend der Milchleistung und der Grundfütteraufnahme ergab sich natürlich ein starker Einfluß des Laktationsstadiums auf den Kraftfütterergänzungsbedarf und damit Kraftfutteranteil (*Tabelle 8, Abbildung 4*). In GF niedrig erreichte der maximale Kraftfutteranteil im Durchschnitt der beiden Rassen knapp 40 %, in GF hoch waren dagegen nur etwa 35 % zur Energiebedarfsdeckung (in KF 100) erforderlich.

Auch die übrigen Rationskriterien in den 3 Kraftfütterstufen waren während der Laktation naturgemäß einer großen Veränderung unterworfen, sodaß die Mittelwerte nur bedingt aussagekräftig sind. Der Proteingehalt der Gesamtration stieg von 11,4 auf 12,0 bzw. 13,2 % an, ebenso die Energiekonzentration von 5,35 auf 5,67 bzw. 6,27 MJ NEL. Wie beabsichtigt, wurde dadurch in allen Gruppen ein sehr ähnliches P/E-Verhältnis von 12,5,

12,6 bzw. 12,8 g XP/MJ ME erreicht. Da auf Grund der Versuchsanstellung die Deckung des Proteinbedarfes nicht möglich war, wurde mit dieser Art der Rationsgestaltung wenigstens der N-Bedarf der Pansenmikroben gedeckt (GEH 1986, MENKE 1987) und Wechselwirkungen zwischen Protein- und Energieversorgung vermieden (KROHN & ANDERSEN 1980). Der Rohfasergehalt verminderte sich von 28,4 auf 26,1 bzw. 21,9 %. Im Gehalt an Mengen- und Spurenelementen traten keine gravierenden Unterschiede auf, weil die Rationen aller Kühe unabhängig von der Versuchsgruppe mehr oder weniger bedarfsdeckend ergänzt wurden (GEH 1986).

Die Kriterien der Grundfütterration unterschieden sich in den beiden GF-Stufen signifikant (*Tabelle 7*). In GF hoch waren der Protein- und Energiegehalt deutlich erhöht, auch bei den Mineralstoffen ist eine leichte Erhöhung erkennbar. Zur Charakterisierung der Grundfütterqualität werden nachfolgend die wesentlichen Kriterien der beiden Grundfütterqualitäten GF niedrig und GF hoch ohne Kraftfutter angeführt:

		GF niedrig	GF hoch
XP	g/kg T	104	124
XF	g/kg T	305	273
NEL	MJ/kg T	5,01	5,70
Ca	g/kg T	5,5	5,8
P	g/kg T	2,6	3,2

Kurz zusammengefaßt, führte ein um etwa 3 Wochen früherer Schnitzeitpunkt und ein energiereicherer Silomais zu einer Erhöhung des Rohproteingehaltes im Grundfutter um 2 %, der Energiekonzentration um 0,7 MJ NEL und um 0,6 g Phosphor.

3.4 Milchleistung

Die Ergebnisse der durchschnittlichen Milchleistung sind in *Tabelle 9* angeführt. Die *Tabelle 8* weist die Milchleistung in den 3 Laktationsstadien und die *Abbildung 5* im Verlauf der ganzen Laktation aus.

Alle 3 Hauptfaktoren übten signifikante Einflüsse auf die Milchmenge und den Milchproteingehalt aus. Im Laktosegehalt zeigten die HF- gegenüber den FV-Kühen niedrigere Werte.

Bei vergleichbarem KF-Niveau wurde die Milchleistung durch die bessere Grundfütterqualität von 16,9 auf 20,5 kg ECM erhöht. Auch der höhere Proteingehalt in GF hoch weist auf die bessere Energieversorgung hin. Die große Bedeutung der Grundfütterqualität für die Milchlei-

Tabelle 7:
Zusammensetzung und Kriterien der Ration

Versuchsfaktor	Einheit	GF-Qualität (G)		Kraftfütter-Niveau (K)			Rasse (R)		s _a	P - Werte					
		niedrig	hoch	0	50	100	FV	HF		G	K	R	G x K	G x R	K x R
Zusammensetzung															
Heu	% des GF	35,4	36,2	36,2	35,4	35,9	35,6	36,0	2,0	0,038	0,203	0,228	0,371	0,152	0,890
Grassilage	% des GF	39,3	40,1	39,1	40,2	39,7	39,3	40,0	2,2	0,048	0,097	0,088	0,030	0,397	0,501
Maissilage	% des GF	25,3	23,7	24,7	24,4	24,5	25,1	23,9	1,7	0,000	0,734	0,000	0,193	0,537	0,206
Kraftfutter	% d. GES	14,4	12,1	0,0	10,6	28,7	12,0	14,5	4,5	0,009	0,000	0,004	0,064	0,099	0,009
Kriterien der Ration															
Grundfutter															
Rohprotein	g/kg T	104	125	114	114	115	114	115	5	0,000	0,690	0,151	0,703	0,286	0,624
Rohfaser	g/kg T	305	273	289	289	288	289	289	7	0,000	0,665	0,831	0,856	0,557	0,750
ME	MJ kg/T	8,65	9,66	9,14	9,14	9,19	9,16	9,16	0,21	0,000	0,465	0,908	0,781	0,516	0,476
NEL	MJ kg/T	5,01	5,72	5,36	5,35	5,39	5,37	5,37	0,15	0,000	0,460	0,906	0,780	0,522	0,444
Gesamtfutter															
Rohprotein	g/kg T	114	131	114	120	132	121	124	5	0,000	0,000	0,009	0,005	0,136	0,804
Rohfett	g/kg T	26	29	28	28	28	28	28	1	0,000	0,991	0,872	0,248	0,814	0,840
Rohfaser	g/kg T	266	244	284	261	219	257	252	11	0,000	0,000	0,015	0,002	0,082	0,054
N-freie Extraktstoffe	g/kg T	513	506	481	504	544	508	511	11	0,005	0,000	0,188	0,081	0,406	0,026
Rohasche	g/kg T	68	79	80	75	66	73	73	4	0,000	0,000	0,623	0,913	0,639	0,061
ME	MJ/kg T	9,28	10,07	9,13	9,55	10,36	9,63	9,72	0,25	0,000	0,000	0,062	0,001	0,141	0,467
NEL	MJ/kg T	5,49	6,04	5,35	5,67	6,27	5,73	5,80	0,18	0,000	0,000	0,058	0,001	0,134	0,418
Verdaulichkeit der OM	%	65,0	70,9	65,1	67,3	72,5	67,7	68,2	1,5	0,000	0,000	0,054	0,000	0,149	0,698
P/E-Verhältnis	XP/ME	12,3	12,9	12,5	12,6	12,8	12,5	12,7	0,4	0,000	0,008	0,038	0,148	0,486	0,949
Calcium	g/kg T	5,7	5,9	6,1	5,9	5,5	5,8	5,9	0,3	0,000	0,000	0,022	0,447	0,208	0,122
Phosphor	g/kg T	3,4	3,6	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	0,2	0,000	0,204	0,343	0,687	0,027	0,343
Magnesium	g/kg T	2,3	2,5	2,5	2,4	2,2	2,4	2,4	0,1	0,000	0,000	0,440	0,648	0,688	0,677
Kalium	g/kg T	14,2	17,4	17,1	16,0	14,3	15,8	15,7	1,1	0,000	0,000	0,619	0,921	0,769	0,096
Natrium	g/kg T	1,5	1,5	1,5	1,5	1,4	1,5	1,5	0,2	0,842	0,017	0,716	0,743	0,043	0,800
Mangan	mg/kg T	104	99	112	105	89	103	101	6	0,000	0,000	0,178	0,036	0,415	0,575
Zink	mg/kg T	79	71	79	75	70	76	73	5	0,000	0,000	0,004	0,043	0,218	0,253
Kupfer	mg/kg T	11,0	11,5	11,7	11,3	10,7	11,3	11,2	0,8	0,002	0,000	0,280	0,954	0,582	0,434

Tabelle 8:
Gesamtfutteraufnahme, Kraftfutteranteil im Gesamtfutter, Energiebedarfsdeckung, Lebend-
masse und ECM in der Trockenstehzeit und in den Laktationsabschnitten

Versuchsfaktor	Einheit	GF-Qualität (G)		Kraftfutter-Niveau (K)			Rasse (R)			P - Werte								
		niedrig	hoch	0	50	100	FV	HF	s _e	G	K	R	G x K	G x R	K x R			
Gesamtfutter-Aufnahme																		
Trockenstehzeit	kg T	10,46	11,07	10,50	10,57	11,23	10,46	11,08	1,47	0,030	0,059	0,028	0,818	0,197	0,299			
Laktationsabschnitt I	kg T	14,28	16,06	13,21	15,12	17,19	14,66	15,69	1,45	0,000	0,000	0,000	0,389	0,194	0,008			
Laktationsabschnitt II	kg T	14,88	16,62	14,10	15,07	18,09	15,08	16,43	1,47	0,000	0,000	0,000	0,392	0,854	0,000			
Laktationsabschnitt III	kg T	14,04	15,42	13,74	14,19	16,26	14,20	15,26	1,29	0,000	0,000	0,000	0,270	0,961	0,001			
Mittelwert Laktation	kg T	14,40	16,04	13,68	14,79	17,18	14,65	15,79	1,29	0,000	0,000	0,000	0,455	0,562	0,000			
Kraftfutteranteil																		
Laktationsabschnitt I	%	18,8	16,9	0,6	19,5	33,4	16,9	18,7	4,5	0,020	0,000	0,036	0,287	0,048	0,295			
Laktationsabschnitt II	%	15,0	12,1	0,4	8,9	31,3	11,7	15,4	5,5	0,006	0,000	0,000	0,024	0,087	0,000			
Laktationsabschnitt III	%	8,9	6,9	0,1	3,0	20,6	7,0	8,8	5,9	0,068	0,000	0,103	0,144	0,483	0,088			
Mittelwert Laktation	%	14,4	12,1	0,4	10,6	28,7	12,0	14,5	4,5	0,009	0,000	0,004	0,064	0,099	0,009			
Bedarfsdeckung																		
Trockenstehzeit	%	128,9	158,4	139,2	142,3	149,5	135,5	151,8	21,5	0,000	0,102	0,000	0,954	0,536	0,465			
Laktationsabschnitt I	%	75,7	84,7	70,4	79,8	90,5	82,4	78,1	6,4	0,000	0,000	0,000	0,201	0,088	0,208			
Laktationsabschnitt II	%	93,8	100,1	93,4	93,7	103,8	98,3	95,7	5,2	0,000	0,000	0,010	0,142	0,216	0,632			
Laktationsabschnitt III	%	104,7	108,0	106,9	104,9	107,3	106,7	106,1	7,5	0,021	0,386	0,674	0,453	0,888	0,968			
Mittelwert Laktation	%	89,4	96,2	90,9	90,9	99,7	94,2	91,4	4,7	0,000	0,000	0,002	0,109	0,179	0,491			
Lebendmasse																		
Trockenstehzeit	kg	711	708	710	707	712	733	686	54	0,703	0,919	0,000	0,964	0,650	0,795			
Laktationsabschnitt I	kg	607	617	595	613	628	639	585	45	0,277	0,008	0,000	0,791	0,279	0,707			
Laktationsabschnitt II	kg	593	621	574	603	644	635	579	48	0,002	0,000	0,000	0,381	0,150	0,681			
Laktationsabschnitt III	kg	617	651	602	626	675	665	603	53	0,000	0,000	0,000	0,171	0,162	0,302			
Mittelwert Laktation	kg	606	630	590	614	649	646	589	47	0,009	0,000	0,000	0,381	0,162	0,200			
Milchleistung																		
Laktationsabschnitt I	kg ECM	22,57	25,64	20,65	24,48	27,18	21,55	26,65	3,42	0,000	0,000	0,000	0,681	0,485	0,000			
Laktationsabschnitt II	kg ECM	16,80	20,59	14,89	17,66	23,54	16,33	21,06	3,02	0,000	0,000	0,000	0,594	0,158	0,000			
Laktationsabschnitt III	kg ECM	11,47	15,27	10,95	12,12	17,04	11,74	15,00	2,93	0,000	0,000	0,000	0,679	0,428	0,009			
Mittelwert Laktation	kg ECM	16,94	20,50	15,49	18,09	22,59	16,54	20,90	2,73	0,000	0,000	0,000	0,758	0,273	0,000			

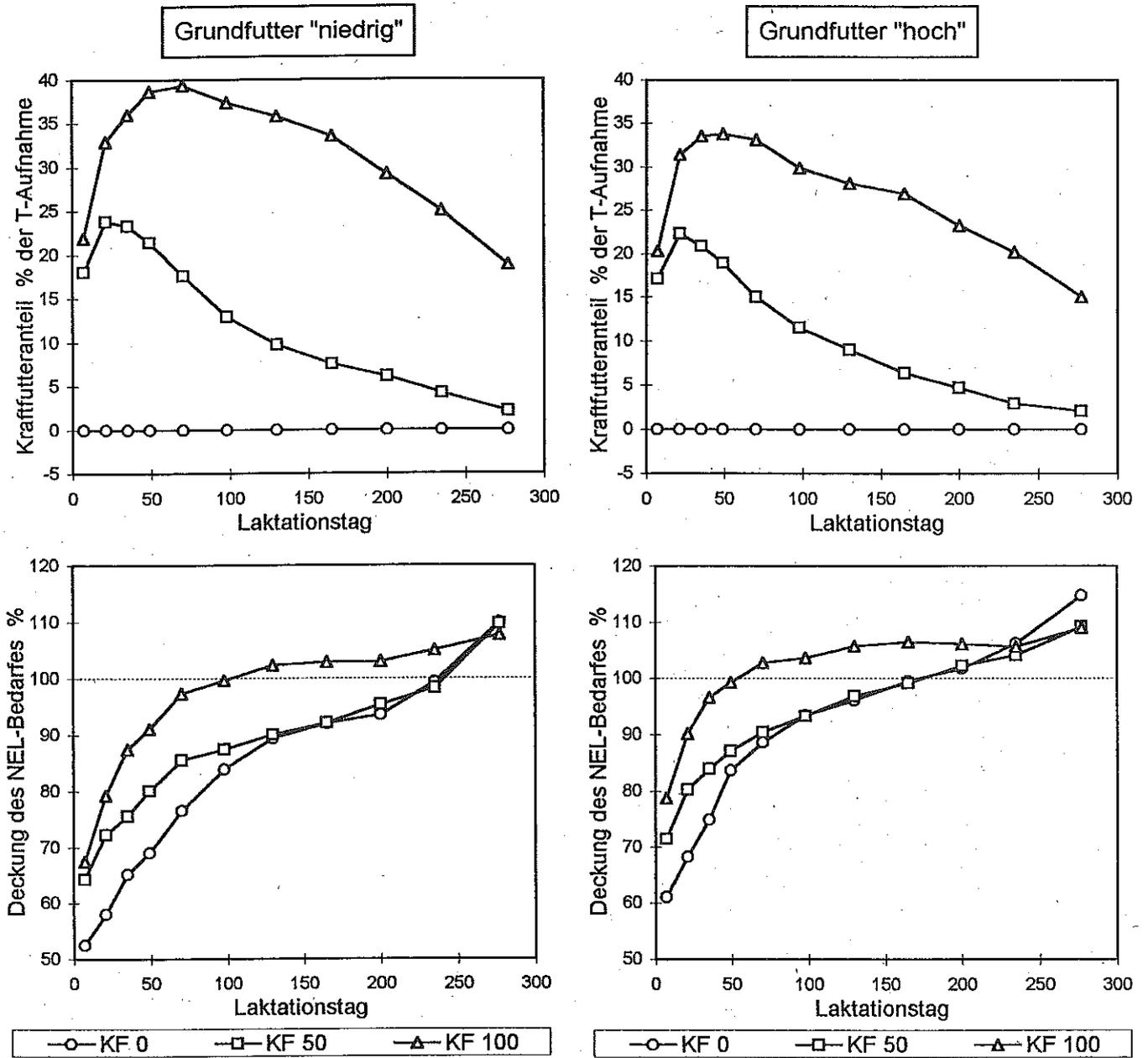


Abbildung 4: Kraftfutteranteil in der Gesamtration und Deckung des NEL-Bedarfes in Abhängigkeit von Grundfutterqualität und Kraftfutterniveau im Verlauf der Laktation

stung wurde in vielen Versuchen bestätigt (SPAHR 1961, PHIPPS et al. 1987, DACCORD & GAGNAUX-MOREL 1990, LANG et al. 1993, ASTON et al. 1994). Die regressionsanalytische Auswertung ergab einen Anstieg der Milchleistung von 4,3 kg ECM pro MJ NEL. Wie schon bei der Futteraufnahme vermindert sich auch die Bedeutung der Grundfutterqualität mit steigenden Kraftfuttermengen (4,8, 4,8 bzw. 3,4 kg ECM pro MJ NEL in KF 0, KF 50 bzw. KF 100). Durch die Kraftfuttermengen erhöhte sich die Milchleistung von 15,5 auf 18,1 bzw. 22,6 kg ECM. Die Steigerung der Milchleistung pro kg T Kraftfutter betrug 1,52 kg ECM, unabhängig von der Grundfutterqualität. Eine hochsignifikante Wechselwirkung zeigte sich jedoch zwischen Kraftfutterniveau und Rasse (Tabelle 9). Die Kraftfuttermenge betrug bei FV 1,27, bei HF dagegen 1,77. Dies erklärt sich aus der grundsätzlich unterschiedlichen Aufteilung der Nährstoffe in Milch und Körperansatz von milchbetonten und kombinierten Zweinutzungsrindern. Die Verwertung des Kraftfutters während der Laktation hat sich nicht verschlechtert (1,48, 1,62 bzw. 1,68 in Laktationsstadium I, II bzw. III). Dies hängt mit der wöchentlichen und exakten Anpassung der Kraftfütterergänzung im vorliegenden Versuch zusammen.

Wie schon einleitend angeführt, ist für die Verwertung zusätzlich zugeführter Energie neben anderen Faktoren vor allem der Grad der Energieversorgung ausschlaggebend (COULON & REMOND 1991). Dies bestätigt sich auch im vorliegenden Versuch. Obwohl die Gruppen KF 0 und KF 50 unterversorgt waren, erbrachten sie nicht vollständig die mit dem Kraftfutter zugeführte Energie (theoretisch 2,67 kg ECM pro kg T Kraftfutter). Ein großer Teil der Verringerung der Kraftfütterwirkung erklärt sich aus der Grundfütterverdrängung. Pro kg T Kraftfutter geht nämlich die Grundfütterleistung um 0,64 kg ECM zurück. Die theoretisch mögliche Kraftfütterwirkung wäre also 2,03 kg ECM (2,67 - 0,64). Die verbleibende Differenz von 0,51 kg ECM (2,03 - 1,52) ist zum überwiegenden Teil wohl auf die Mobilisation von Körpersubstanz bei den unterversorgten Kühen in der Hochlaktation zurückzuführen (siehe *Abbildung 8*). Die unterversorgten Kühe waren wesentlich länger in negativer Energiebilanz als die KF 100-Kühe, sodaß die tatsächliche Milchleistung über der von der Energieversorgung her theoretisch möglichen Milchleistung liegt. Daneben kommen noch in einem gewissen Ausmaß die von VERMOREL (1989) diskutierten negativen Wechselwirkungen zwischen Grund- und Kraftfutter in Betracht. Obwohl FLATT et al. (1967) über einen weiten Bereich der Milchleistung einen gleichen Wirkungsgrad der Umwandlung der umsetzbaren Energie in Milchleistung fest-

gestellt haben, wäre es doch denkbar und ist auch bei anderen Nährstoffen (z.B. Stickstoff, Mineralstoffe) anzutreffen, daß im Stoffwechsel besonders sparsam mit Nährstoffen umgegangen wird, wenn sie nicht in ausreichender Menge vorliegen. Die Beziehungen zwischen Kraftfuttermenge und Futteraufnahme bzw. Milchleistung sind in *Abbildung 6* zusammenfassend dargestellt. HAIGER & SÖLKNER (1995) haben bei kombinierten Kühen (Fleckvieh, Braunvieh) eine Kraftfüttereffizienz von 1,15 und bei milchbetonten Kühen (Holstein Friesian, Brown Swiss) von 1,03 ermittelt.

Die aktuelle Milchleistung und die Milchleistung aus dem Grundfutter aller 12 Untergruppen im Durchschnitt der Laktation sind in *Abbildung 7* dargestellt. Die Milchleistung von FV in GF niedrig und KF 0 betrug 3.809, und KF 100 5.481 kg ECM, von HF 4.413 bzw. 7.360 kg ECM. Die entsprechenden Werte in GF hoch sind für FV 5.133 bzw. 5.987 kg und für HF 5.560 bzw. 8.750 kg ECM. Auch aus dieser Darstellung ist die große Bedeutung der Grundfutterqualität für eine entsprechende Milchleistung zu ersehen. Die durch schlechte Grundfutterqualität geringere Energieversorgung kann durch Kraftfutter nicht vollständig wettgemacht werden. Weiters geht die starke Wechselwirkung zwischen Kraftfutterniveau und Rasse hervor, indem die Milchleistung milchbetonter Kühe mit Kraftfutter wesentlich stärker erhöht wird als bei kombinierten Kühen.

Die Laktationskurven der Milchleistung (*Abbildung 5*) sind ein Spiegelbild der Energieversorgung in den einzelnen Gruppen. Bei den KF 100-Kühen ist der typische Anstieg der Milchleistung in den ersten Wochen festzustellen. Die Hochleistung betrug in GF niedrig etwa 27 kg und in GF hoch knapp 30 kg ECM. Bei den KF 50 kam es nur zu einem leichten Anstieg der Milchleistung, da die nur 50%-ige Kraftfütterergänzung nicht zur vollen Leistungsentfaltung ausreichte. Dagegen fiel die Milchleistung bei den Kühen ohne Kraftfutter sofort nach der Abkalbung ab, ganz besonders in GF niedrig. Die Grafik zeigt ganz deutlich auch den Einfluß der Grundfutterqualität während des ganzen Laktationsverlaufes.

Im Durchschnitt der Laktation traten zwischen den verschiedenen Versuchsgruppen kaum Unterschiede im Fett/Protein-Quotienten auf. Zu Beginn der Laktation zeigte sich besonders in den mit Energie unterversorgten Kühen eine Erweiterung des Fett/Protein-Verhältnisses. Dies sind die Folgen der Energieunterversorgung, indem durch die Körperfettmobilisation der Milchfettgehalt ansteigt und durch die geringere Synthese von mikrobiellem Protein im Pansen der Milcheiweißgehalt absinkt (*Abbildung 5*).

Tabelle 9:
Milchleistung

Versuchsfaktor	Einheit	GF-Qualität (G)		Kraftfutter-Niveau (K)			Rasse (R)		P - Werte						
		niedrig	hoch	0	50	100	FV	HF	s _e	G	K	R	G x K	G x R	K x R
Milchmenge	kg	16,32	19,70	15,39	17,32	21,31	15,93	20,09	2,37	0,000	0,000	0,000	0,720	0,094	0,000
Fettgehalt	%	4,47	4,49	4,28	4,54	4,63	4,41	4,55	0,40	0,843	0,000	0,071	0,538	0,241	0,503
Proteingehalt	%	2,99	3,10	2,94	3,02	3,17	3,12	2,97	0,16	0,000	0,000	0,000	0,837	0,049	0,710
Laktosegehalt	%	4,79	4,77	4,80	4,75	4,79	4,85	4,71	0,16	0,585	0,348	0,000	0,648	0,293	0,927
Fett/Protein-Quotient		1,50	1,45	1,46	1,51	1,46	1,42	1,53	0,13	0,066	0,193	0,000	0,675	0,832	0,483
Fettmenge	g	741	888	662	794	987	711	917	140	0,000	0,000	0,000	0,769	0,417	0,000
Proteinmenge	g	490	610	454	523	674	500	600	74	0,000	0,000	0,000	0,820	0,370	0,000
Laktosemenge	g	779	939	738	821	1017	772	946	115	0,000	0,000	0,000	0,783	0,186	0,000
ECM	kg	16,94	20,50	15,49	18,09	22,59	16,54	20,90	2,73	0,000	0,000	0,000	0,758	0,273	0,000
Milch aus GF (n. NEL)	kg	7,56	13,16	11,72	10,71	8,65	9,60	11,12	1,98	0,000	0,000	0,000	0,636	0,369	0,787

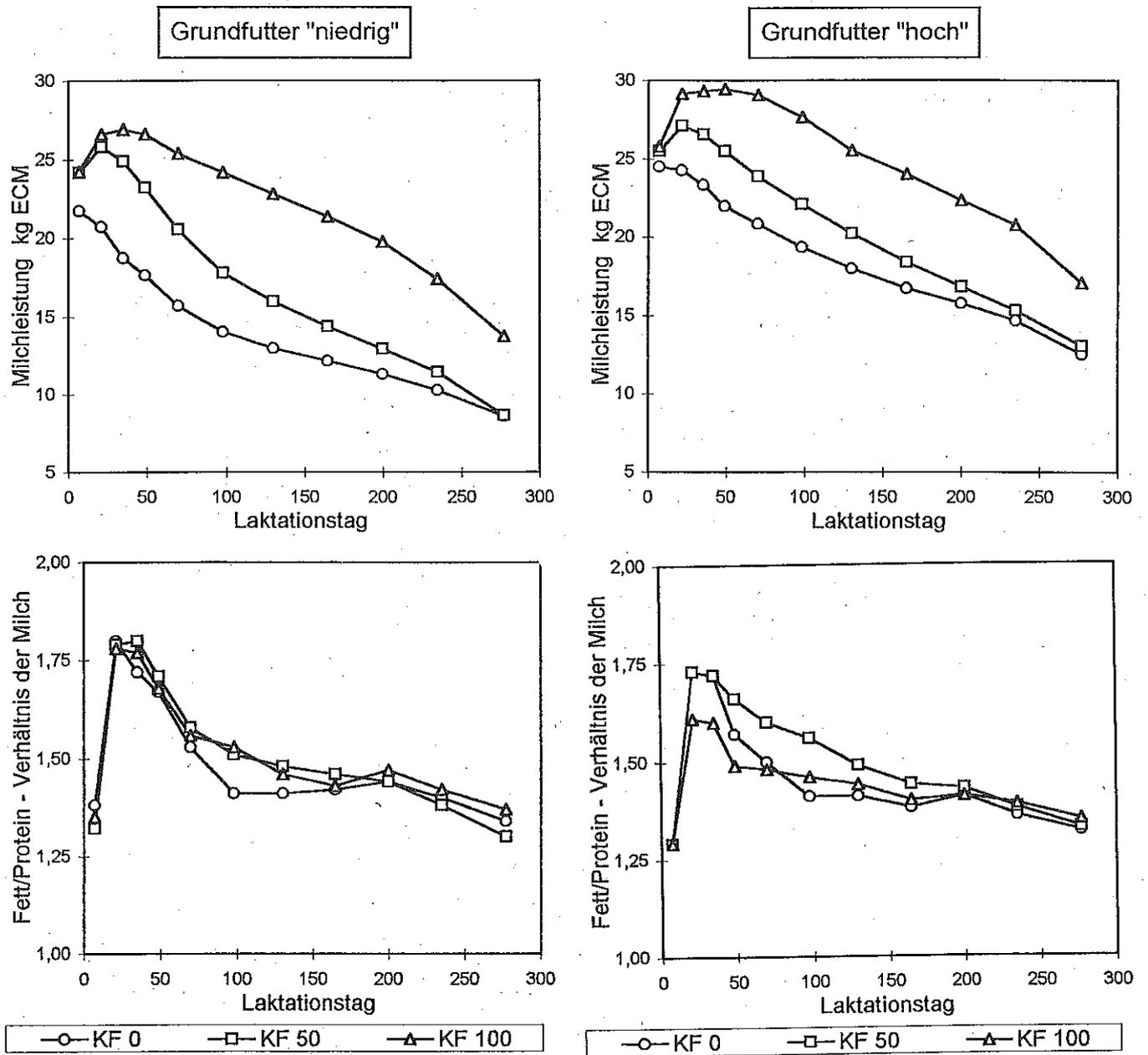


Abbildung 5: Milchleistung und Fett/Protein-Quotient in der Milch in Abhängigkeit von Grundfutterqualität und Kraftfurniveau im Verlauf der Laktation



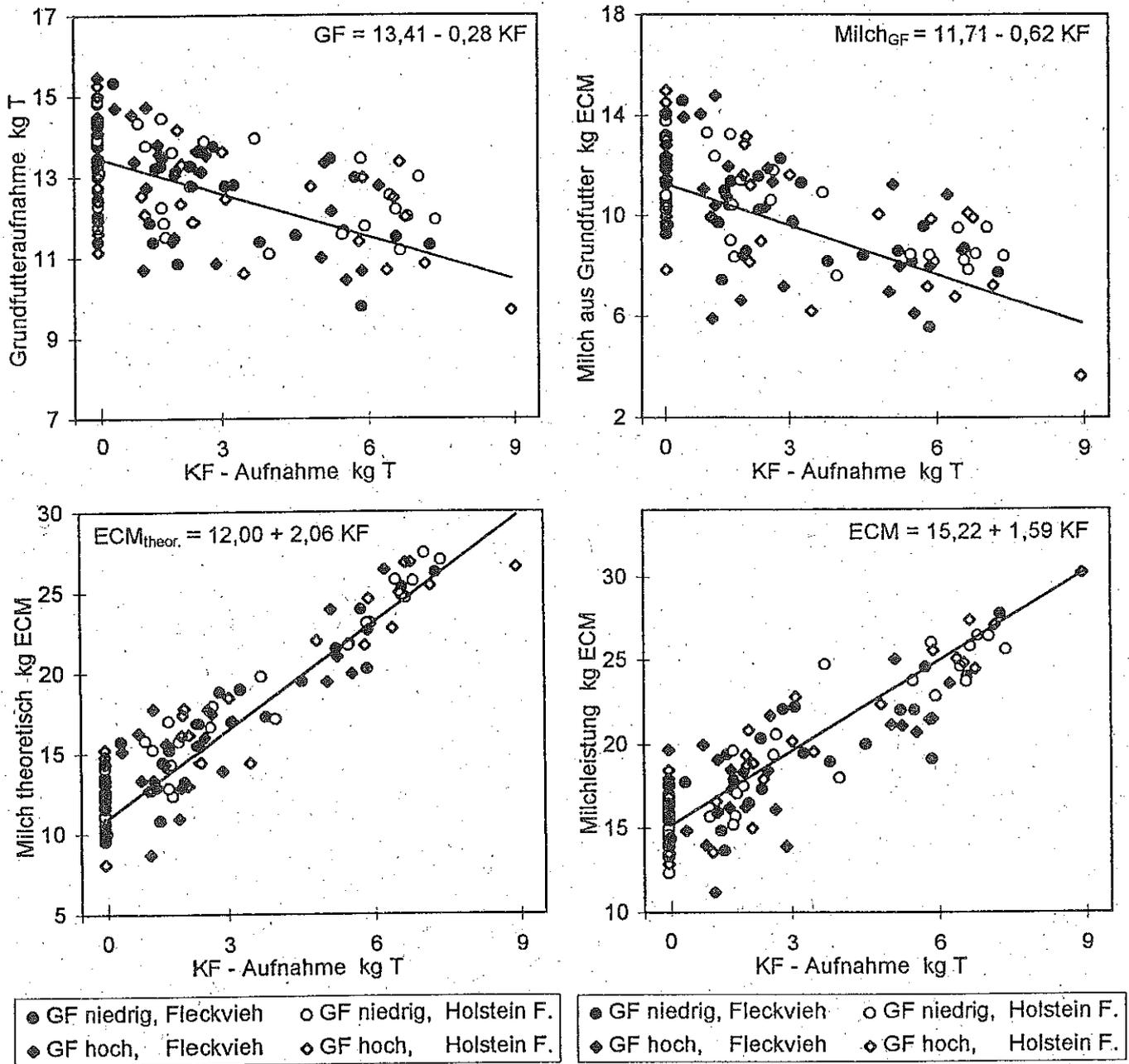


Abbildung 6:
Futteraufnahme und Milchleistung in Abhängigkeit von der Kraftfutteraufnahme

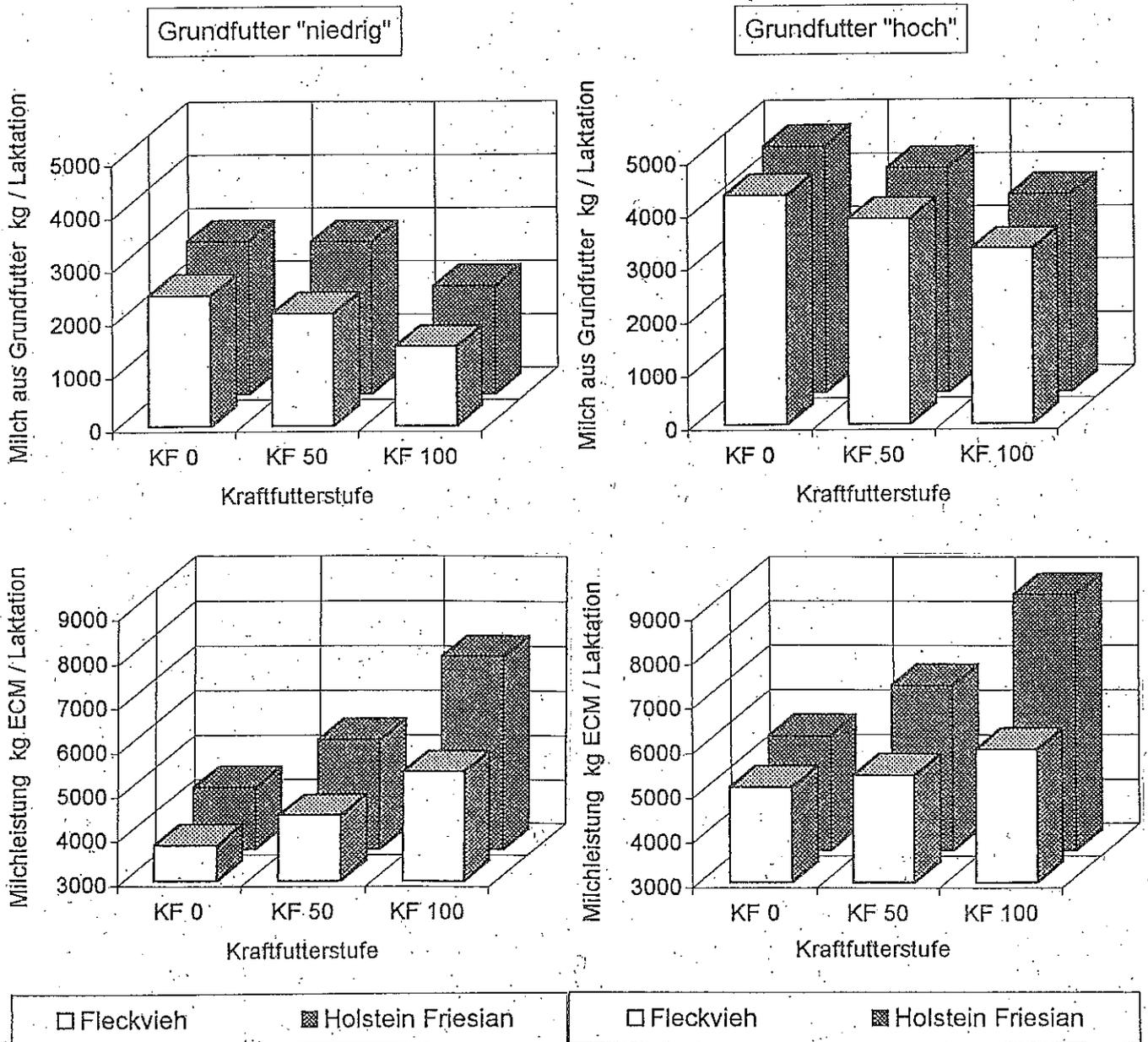


Abbildung 7: Milchleistung in den 12 Untergruppen



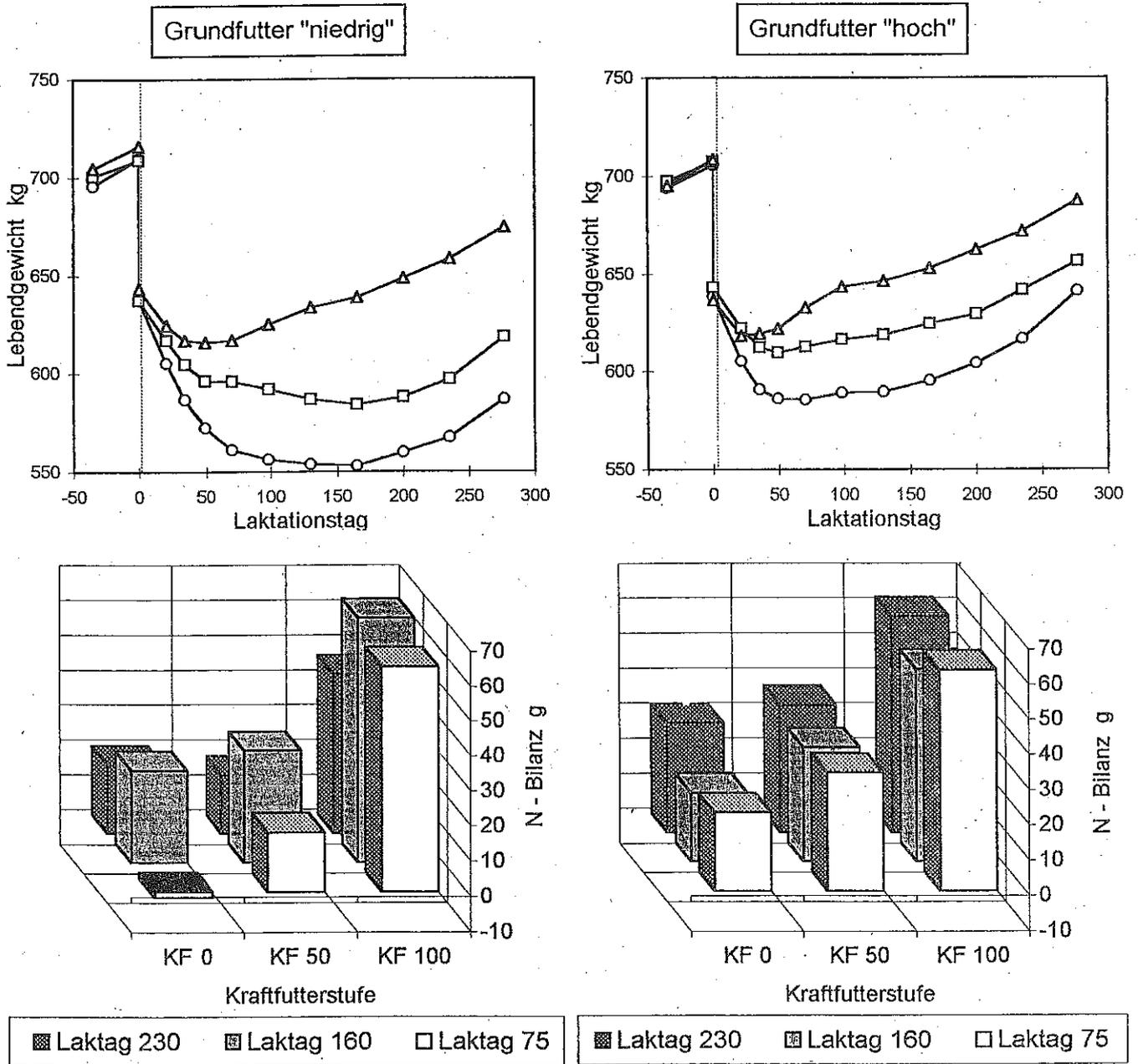


Abbildung 8: Lebendgewicht und N-Bilanz in Abhängigkeit von Grundfutterqualität und Kraftfutterniveau in den drei Laktationsstadien

3.5 Lebendmasse und Nährstoffbilanzen

Die unterschiedlichen Fütterungsbehandlungen hatten große Rückwirkungen auf die Entwicklung der Lebendmasse der einzelnen Kühe und das Ausmaß ihrer Nährstoffbedarfsdeckung. Auch in diesem Falle sind die Mittelwerte über die Laktation das Ergebnis von Lebendmassezu- und abnahmen bzw. Nährstoffüber- und unterversorgungen, was bei der Interpretation nicht übersehen werden darf (*Tabelle 10*). Wesentlich aussagekräftiger sind daher die Darstellungen während des Laktationsverlaufes (*Tabelle 8, Abbildungen 4 und 8*).

Im Durchschnitt der Laktation unterschieden sich FV- und HF-Kühe um 57 kg (646 bzw. 589 kg). Dieser Unterschied war - bei insgesamt höherem Gewicht - in etwa auch in der Trockenstehzeit gegeben (712 bzw. 663 kg).

Die höhere Energieversorgung über die bessere Grundfutterqualität führte auch zu höheren Lebendgewichten, besonders mit dem Fortschreiten der Laktation (*Tabellen 8 und 10, Abbildung 8*). Zu Laktationsende machte die Differenz 31 kg aus (606 bzw. 630 kg in GF niedrig bzw. GF hoch).

Den größten Einfluß auf die Lebendmasseentwicklung übte erwartungsgemäß das Kraftfutterniveau aus (*Tabelle 10, Abbildung 8*). Im Mittel der Laktation wurden in KF 0, KF 50 bzw. KF 100 Lebendgewichte von 590, 614 bzw. 646 kg ermittelt. Während in KF 100 - also bei bedarfsgerechter Fütterung - das Lebendgewicht nach der Abkalbung von 650 kg bis zum Laktationsende auf 697 kg anstieg, wiesen die Kühe in KF 0 zu Laktationsende ein um 22 kg niedrigeres Gewicht auf (654 bzw. 632 kg). Die KF 50-Kühe erreichten gegen Laktationsende fast genau wieder ihr Anfangsgewicht nach der Abkalbung (648 bzw. 652 kg).

Diese Zahlen geben allerdings nicht die geradezu dramatische Entwicklung der Körpermasse wider, die sich im Laufe der Laktation ereignete (*Abbildung 8*). Erwartungsgemäß nahmen die KF 0-Kühe in GF niedrig am meisten (fast 100 kg) und am längsten (170 Tage) ab. In GF hoch war die Abnahme auch in KF 0 schon weit weniger ausgeprägt (etwa 60 kg) und die Kühe nahmen ab 70 Tagen schon wieder zu. Die Entwicklung der Körpermasse der KF 100-Kühe verlief in beiden GF-Stufen etwa gleich. Diese Kühe nahmen etwa 30 - 40 kg während der ersten 30 - 50 Laktationstage ab und nahmen bis zum Laktationsende stetig zu, wobei sie ihr Anfangsgewicht überschritten.

Diese Entwicklung der Körpermasse entspricht genau dem Verlauf der Energiebilanzen (*Abbildung 8*). Wäh-

rend die bedarfsgerecht ernährten Kühe (KF 100) nach etwa 50 (GF hoch) und 100 Tagen (GF niedrig) zu einer ausgeglichenen Energiebilanz gelangten bzw. im Anschluß daran leicht überversorgt waren, erreichten die Kühe von KF 0 und KF 50 die volle Energiebedarfsdeckung erst nach 170 (GF hoch) bzw. 230 Tagen (GF niedrig). Im Durchschnitt der Laktation betrug die Deckung des NEL-Bedarfes in KF 0, KF 50 bzw. KF 100 88, 91 und 100 % (*Tabelle 10*). Die entsprechenden Werte für GF niedrig bzw. GF hoch waren 89 bzw. 96 % und für FV bzw. HF 92 bzw. 91 %.

Die Versorgung mit Protein folgte dem gleichen Trend, jedoch auf einem höheren Niveau. Im Durchschnitt der Laktation wurde in keiner Gruppe ein Proteinmangel festgestellt. Es darf jedoch nicht übersehen werden, daß in den Energiemangelgruppen selbstverständlich sekundär auch ein großes Proteindefizit herrschte, da die Proteinversorgung der Wiederkäuer auf Grund der mikrobiellen Proteinsynthese im Pansen zu einem Großteil von der Energieversorgung abhängt (ROHR et al. 1986). Folglich bezeichnen KIRCHGESSNER & WINDISCH ein Defizit an Aminosäuren im Nährstoffmangel (Energie und Protein) als den primär begrenzenden Faktor der Milchproduktion.

Bei den Mengenelementen Ca und P überstieg die Versorgung teilweise den Bedarf. Daran waren hauptsächlich die hohen Gehaltswerte im Grundfutter beteiligt. Bei den Spurenelementen, besonders Mangan, trat eine starke Überversorgung auf, die eine Ergänzung zum Teil erübrigt hätte.

3.6 Verdauungs- und N-Bilanzversuch

Die Ergebnisse der Verdauungs- und N-Bilanzversuche sind in *Tabelle 11* und *Abbildung 8* angeführt. Die Futteraufnahme, Rationskriterien und Milchleistung entsprechen weitgehend den Daten des gesamten Fütterungsversuches (*Tabelle 6, 7 und 9*). Die Futter- und Nährstoffaufnahme erhöhte sich durch das Kraftfutterangebot von 14,3 in KF 0 auf 14,7 bzw. 17,4 kg T in KF 50 bzw. KF 100, sowie von 82 auf 87 bzw. 110 MJ NEL. Auch die Grundfutterqualität und die Rasse wirkten sich signifikant auf die Futteraufnahme aus. Durch die Kraftfutteraufnahme erhöhte sich der Proteingehalt von 11,4 auf 12,0 bzw. 13,3 % und verminderte sich der Rohfasergehalt von 28,6 auf 26,7 bzw. 21,8 %.

Die Verdaulichkeit der OM betrug im Durchschnitt in GF niedrig 67,3 und in GF hoch 72,3 %, in den 3 Kraftfutterstufen 68,0, 69,5 bzw. 72,0 %. Von der Verdaulichkeitserhöhung durch den steigenden Kraftfutteranteil waren alle Nährstoffe außer Rohfaser betroffen, deren Verdau-



Tabelle 10:
Lebendmasse und Deckung des Nährstoffbedarfes

Versuchsfaktor	Einheit	GF-Qualität (G)		Kraftfutter-Niveau (K)			Rasse (R)		P-Werte						
		niedrig	hoch	0	50	100	FV	HF	G	K	R	G x K	G x R	K x R	
Lebendmasse															
beim Trockenstellen	kg	692	683	687	689	687	712	663	0,436	0,983	0,000	0,898	0,728	0,826	
vor Abkalbung	kg	720	706	725	715	700	728	698	0,427	0,495	0,093	0,306	0,639	0,245	
nach Abkalbung	kg	650	651	654	648	650	677	624	0,943	0,895	0,000	0,730	0,545	0,452	
bei Laktationsende	kg	645	676	632	652	697	694	627	0,006	0,000	0,000	0,174	0,330	0,298	
Mittelwert Laktation	kg	606	630	590	614	649	646	589	0,009	0,000	0,000	0,381	0,177	0,525	
Bedarfsdeckung															
Rohprotein	%	102,2	109,9	103,0	105,2	110,0	107,0	105,1	0,000	0,000	0,096	0,136	0,454	0,182	
nutzbares Protein	%	103,3	106,8	101,1	104,1	109,9	107,2	102,9	0,000	0,000	0,000	0,103	0,569	0,186	
NEL	%	89,4	96,2	87,8	90,9	99,7	94,2	91,4	0,000	0,000	0,002	0,109	0,179	0,491	
Calcium	%	118,5	115,8	127,4	117,9	106,2	121,4	113,0	0,097	0,000	0,000	0,071	0,965	0,939	
Phosphor	%	111,9	111,0	114,3	112,0	108,1	115,7	107,2	0,536	0,002	0,000	0,770	0,291	0,423	
Magnesium	%	147,1	160,9	164,0	155,2	142,7	153,6	154,4	0,000	0,000	0,732	0,574	0,474	0,349	
Natrium	%	112,1	109,1	116,8	109,3	105,6	111,1	110,0	0,162	0,000	0,609	0,795	0,244	0,716	
Mangan	%	209	198	223	209	178	205	202	0,000	0,000	0,178	0,036	0,415	0,575	
Zink	%	157	141	157	151	140	152	146	0,000	0,000	0,004	0,043	0,218	0,252	
Kupfer	%	110	115	117	113	108	113	112	0,002	0,000	0,282	0,955	0,583	0,436	

Tabelle 11:
Ergebnisse des Verdauungs- und N-Bilanzversuches mit Kühen

Versuchsfaktor	Einheit	GF-Qualität (G)		Kraftfutter-Niveau (K)				Rasse (R)		s _e	P-Werte					
		niedrig	hoch	0	50	100	FV	HF	G		K	R	G x K	G x R	K x R	
Produktionsdaten																
Lebendgewicht	kg	596	619	584	597	641	632	583	49	0,001	0,000	0,000	0,075	0,760	0,345	
LG-Veränderung	g	-2	59	62	-112	136	100	-43	620	0,486	0,065	0,116	0,762	0,291	0,424	
Grundfuttermaufnahme	kg T	12,38	14,42	14,25	13,59	12,36	13,26	13,54	1,52	0,000	0,000	0,209	0,402	0,217	0,571	
Kraftfuttermaufnahme	kg T	2,04	1,86	0,00	1,04	4,87	1,49	2,41	1,27	0,313	0,000	0,000	0,241	0,885	0,000	
Gesamtfuttermaufnahme	kg T	14,53	16,37	14,27	14,72	17,36	14,83	16,07	1,50	0,000	0,000	0,000	0,026	0,263	0,000	
Energieaufnahme	MJ NEL	83,7	101,8	81,5	86,9	109,9	88,5	97,0	11,1	0,000	0,000	0,000	0,003	0,571	0,000	
Proteinaufnahme	g XP	1681	2142	1650	1760	2324	1807	2015	271	0,000	0,000	0,000	0,074	0,119	0,000	
Rohproteingehalt	g NPD	1773	2150	1704	1825	2355	1866	2057	239	0,000	0,000	0,000	0,004	0,457	0,000	
Rohfasergehalt	g/kg T	114	130	114	120	133	121	124	9	0,000	0,000	0,084	0,067	0,728	0,391	
Energiekonzentration	MJ ME/kg T	9,64	10,28	9,56	9,86	10,44	9,91	10,00	0,34	0,000	0,000	0,103	0,015	0,976	0,125	
Milchleistung	kg ECM	15,60	19,07	14,56	16,07	21,37	14,89	19,78	3,31	0,000	0,000	0,000	0,090	0,901	0,000	
Milchweißgehalt	%	2,97	3,08	2,92	3,04	3,13	3,13	2,93	0,26	0,005	0,000	0,000	0,241	0,969	0,893	
Deckung d. NEL-Bedarfs	%	98,0	105,0	99,9	100,6	104,2	103,8	99,3	11,5	0,000	0,070	0,008	0,169	0,219	0,186	
Deckung d. XP-Bedarfs	%	107,2	115,8	110,7	110,8	113,0	113,3	109,7	10,2	0,000	0,639	0,125	0,269	0,039	0,050	
Deckung d. NPD-Bedarfs	%	110,8	113,8	111,3	112,4	113,1	115,2	109,4	12,8	0,103	0,709	0,002	0,346	0,224	0,011	
Verdauungsversuch																
Kotausscheidung	kg T	4,86	4,79	4,72	4,68	5,07	4,67	4,98	0,46	0,259	0,000	0,000	0,464	0,060	0,000	
Harnausscheidung	kg F	8,70	12,30	10,90	10,40	10,30	10,60	10,40	2,40	0,000	0,325	0,607	0,241	0,308	0,703	
Verdaulichkeit XP	%	59,8	62,7	57,5	60,7	65,7	61,1	61,4	4,8	0,000	0,000	0,659	0,026	0,438	0,385	
Verdaulichkeit XL	%	58,9	62,4	58,6	60,0	63,4	60,1	61,3	4,2	0,000	0,000	0,056	0,004	0,428	0,661	
Verdaulichkeit XF	%	60,4	68,3	65,5	65,2	62,3	64,9	63,8	3,4	0,000	0,000	0,038	0,489	0,249	0,446	
Verdaulichkeit XX	%	72,6	76,9	72,4	74,3	77,6	74,3	75,2	2,1	0,000	0,000	0,005	0,000	0,044	0,487	
Verdaulichkeit OM	%	67,3	72,3	68,0	69,5	72,0	69,6	70,0	2,0	0,000	0,000	0,105	0,000	0,029	0,359	
Bilanzversuch																
N-Aufnahme	g	269	343	264	282	372	289	322	43	0,000	0,000	0,000	0,074	0,119	0,000	
Kot-N	g	104	125	109	109	125	109	119	15	0,000	0,000	0,000	0,190	0,041	0,000	
Harn-N	g	61	89	69	71	84	73	77	19	0,000	0,000	0,163	0,867	0,501	0,155	
Milch-N	g	73	92	68	76	104	73	92	15	0,000	0,000	0,000	0,180	0,697	0,000	
N-Bilanz	g	31	38	18	26	59	34	34	24	0,042	0,000	0,975	0,271	0,445	0,474	

lichkeit zurückging (65,5, 65,2 bzw. 62,3 %). Daran ist der Einfluß des Kraftfutters auf den pH-Wert im Pansen mit den bekannten Folgewirkungen auf die Zusammensetzung der Pansenflora und das Essigsäure/Propionsäure-Verhältnis zu erkennen (KAUFMANN et al. 1976, ORSKOV 1986, van HOUTERT 1993).

Beim Vergleich der Verdaulichkeiten der OM in *Tabelle 7* (aus Versuchen mit Schafen) und *Tabelle 11* (aus Versuchen mit Kühen) fällt auf, daß die Werte von den Schafen um etwa 2 Prozentpunkte höher liegen. Neben einem möglichen Einfluß der Tierart dürfte vor allem das höhere Futterniveau in den Kuhversuchen für die verminderte Verdaulichkeit verantwortlich sein (u.a. SCHIEMANN et al. 1971, GEH 1986, SCHWARZ et al. 1988). Außerdem ist zu berücksichtigen, daß die Datenbasis zwischen Fütterungs- und Verdauungsversuch nicht gleich ist, da im Verdauungsversuch nur 6 Wiederholungen geprüft wurden.

Im Durchschnitt der 3 Laktationsstadien waren die N-Bilanzen in allen Gruppen positiv und erhöhten sich signifikant mit der Grundfutterqualität und dem Kraftfutterniveau. Was den Einfluß des Laktationsstadiums betrifft, wies nur die Gruppe KF 0 in GF niedrig im Laktationsstadium I (75 Tage) als einzige Gruppe eine negative N-Bilanz auf (*Abbildung 8*). Auch ein Einfluß des Laktationsstadiums war nur in dieser Gruppe festzustellen.

Wie aus dem Verlauf der Lebendmasse während der Laktation zu erkennen ist (*Abbildung 8*), waren die Kühe zum Zeitpunkt der Bilanzversuche bereits in positiver Bilanz und nahmen wieder Körpermasse zu, obwohl sie, besonders in den Gruppen KF 0 und KF 50 beider Grundfutterqualitäten in den ersten Laktationswochen zum Teil drastisch unterernährt waren (*Abbildung 4*). Doch sie reagierten einerseits mit einem starken Rückgang der Milchleistung und andererseits einer Mobilisation von Körperreserven. Zum Zeitpunkt der Bilanzversuche waren die Kühe größtenteils schon dabei, ihre Körperreserven wieder aufzufüllen. Demgegenüber haben GRUBER et al. (1991b) negative N-Bilanzen bei Kühen in der Hochlaktation gefunden, die zwar energetisch bedarfsgerecht jedoch unterhalb des Proteinbedarfes ernährt worden sind. Nach einer Protein- und Energieunterversorgung zeigten Kühe ebenfalls stark positive N-Bilanzen und schränkten die N-Ausscheidung über den Harn ein, wenn sie wieder entsprechend ihrem Bedarf oder darüber gefüttert wurden (WINDISCH et al. 1989).

Auch in den vorliegenden Versuchen waren die Kühe in GF hoch und KF 100 energetisch übertversorgt. Damit lag auch die Versorgung mit nutzbarem Protein (NPD) über

dem Bedarf. Die N-Ausscheidung über Kot und Harn war - relativ zur N-Aufnahme mit dem Futter - in den Gruppen mit niedriger Energieversorgung deutlich höher. Daran zeigt sich der enge Zusammenhang zwischen Energie- und Proteinversorgung. In diesen Gruppen dürfte ein Teil des N über den ruminohepatischen Kreislauf wieder verwertet worden sein, was auch die Differenz zwischen Aufnahme an Rohprotein und nutzbarem Protein ausdrückt (*Tabelle 11*). Folglich erhöht sich die N-Ausscheidung mit dem Kot bzw. sinkt die Proteinverdaulichkeit. Andererseits geht auf Grund der unzureichenden Energieversorgung (auf Pansenniveau) auch N verloren und wird in relativ größerem Maße mit dem Harn ausgeschieden.

Aus den Bilanzversuchen kann der Schluß gezogen werden, daß sich die Kühe an ein gegebenes Ernährungs-niveau anpassen und sie versuchen, nach einer Phase der Unterernährung ihre Körperreserven auf Kosten der Milchleistung wieder aufzufüllen. Auch die umfangreichen Gesamtstoffwechselversuche in Weihenstephan zeigen, daß Kühe auf Grund einer Nährstoffrestriktion auch nach einer Realimentationsphase ihr genetisch mögliches Leistungsniveau nicht wieder erreichen (z.B. RÖHRMOSER & KIRCHGESSNER 1982).

3.7 Physiologische Parameter und Fruchtbarkeitssituation

In *Tabelle 12* sind einige Blut-, Harn- und Milchparameter zur Beschreibung des Stoffwechsels im Durchschnitt der Laktation (14 Messungen pro Kuh) angeführt. Daraus geht hervor, daß die schlechte Qualität des Grundfutters zu signifikant niedrigeren GLDH-Aktivitäten sowie zu signifikant niedrigeren Gehalten an ALB und UREA im Blut der Kühe geführt hat. Der Serum-P-Gehalt wurde dagegen erhöht. Im Harn waren signifikant höhere KK- und niedrigere UREA-Werte, in der Milch hochsignifikant niedrigere UREA-Werte nachweisbar. Bei allen anderen Untersuchungsparametern konnte durch die unterschiedliche Grundfutterqualität keine Signifikanz der Werte nachgewiesen werden.

In GF niedrig war auch bei einem höheren Prozentsatz der Kühe eine Behandlung durch den Tierarzt - in den meisten Fälle wegen Ketose - erforderlich (24 bzw. 19 % der Kühe). Auch die Anzahl an Behandlungen pro Kuh war in GF niedrig höher. Dieser Aspekt ist jedoch statistisch nicht abgesichert.

Die Ergebnisse der vorliegenden Untersuchungen bestätigen nachdrücklich die Bedeutung einer hervorragenden Grundfutterqualität im Hinblick auf die Versorgung mit Nährstoffen von Milchkühen. Die erhöhten KK-Gehalte im Harn belegen eine Energiemangelsituation bei ungün-

Tabelle 12:
 Physiologische Parameter in Blut, Milch und Harn

Versuchsfaktor	Einheit	GF-Qualität (G)		Kraftfutter-Niveau (K)			Rasse (R)		S _e	P - Werte									
		niedrig	hoch	0	50	100	FV	HF		G	K	R	G x K	G x R	K x R				
Blutparameter																			
GOT	IU/l	30,7	30,2	29,5	31,0	30,9	30,8	30,1	8,8	0,241	0,000	0,082	0,037	0,097	0,533				
GGT	IU/l	16,1	16,3	16,2	16,2	16,1	15,7	16,6	4,4	0,468	0,891	0,000	0,163	0,175	0,550				
GLDH	IU/l	5,66	6,01	5,77	5,84	5,89	5,84	5,82	2,22	0,004	0,756	0,875	0,416	0,243	0,419				
GLUC	mmol/l	2,50	2,53	2,52	2,54	2,49	2,53	2,50	0,44	0,196	0,292	0,242	0,628	0,223	0,235				
TBIL	µmol/l	2,27	2,21	2,20	2,21	2,31	2,25	2,23	1,99	0,465	0,527	0,802	0,546	0,708	0,881				
TP	g/l	70,6	70,6	69,5	70,3	71,9	70,0	71,2	6,8	0,825	0,000	0,000	0,060	0,025	0,034				
ALB	g/l	35,6	36,5	35,5	36,0	36,5	36,1	35,9	4,6	0,000	0,005	0,445	0,564	0,119	0,950				
UREA	mmol/l	2,46	3,13	2,47	2,76	3,16	2,88	2,72	1,06	0,000	0,000	0,001	0,000	0,185	0,379				
Ca	mmol/l	2,31	2,33	2,30	2,33	2,34	2,31	2,34	0,20	0,063	0,001	0,001	0,004	0,039	0,330				
P	mmol/l	1,48	1,45	1,49	1,45	1,47	1,52	1,41	0,28	0,044	0,021	0,000	0,093	0,000	0,632				
Mg	mmol/l	1,00	0,99	0,99	0,99	1,00	0,97	1,01	0,17	0,211	0,638	0,000	0,097	0,074	0,075				
Harnparameter																			
Ketonkörper	Ketostix	0,60	0,45	0,55	0,43	0,60	0,30	0,74	1,00	0,002	0,019	0,000	0,413	0,135	0,351				
UREA	g/l	7,85	9,17	6,19	7,91	11,42	8,47	8,45	4,43	0,000	0,000	0,663	0,000	0,148	0,129				
Allantoin	g/l	4,19	3,68	3,40	3,83	4,58	3,86	4,02	1,41	0,000	0,000	0,014	0,006	0,545	0,001				
Kreatinin	g/l	1,41	1,14	1,14	1,26	1,43	1,43	1,12	0,47	0,000	0,000	0,000	0,002	0,865	0,993				
Orotsäure	mg/l	2,20	2,10	2,08	2,14	2,23	2,10	2,20	0,90	0,022	0,019	0,044	0,34	0,013	0,15				
Milchparameter																			
UREA	mg/100 ml	16,7	19,9	15,8	18,0	21,2	18,8	17,9	6,3	0,000	0,000	0,006	0,000	0,079	0,114				
Allantoin	g/l	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	0,04	0,333	0,873	0,081	0,515	0,043	0,505				
Behandlung Tierarzt																			
Behandlungen	% der Kühe	23,7	19,4	23,2	13,7	27,8	13,1	30,1	34,4	0,503	0,195	0,011	0,233	0,159	0,816				
Behandlungen	Anzahl/Kuh	0,32	0,25	0,29	0,17	0,41	0,18	0,39	0,47	0,422	0,905	0,023	0,097	0,294	0,869				

stiger Qualität des Grundfutters. Daraus resultieren in der Folge die erniedrigten ALB- und UREA-Gehalte im Serum sowie im Harn und in der Milch.

Aus *Tabelle 12* ist weiterhin ersichtlich, daß der Faktor Kraftfutterniveau ebenfalls einen Einfluß auf die geprüften Parameter ausübte. So wiesen Kühe in KF 0 signifikant niedrigere Serum-Gehalte an GOT, TP, ALB, UREA und Ca auf als die Kühe der anderen Kraftfutterstufen, jedoch höhere P-Werte.

Der KK-Gehalt im Harn lag bei den Kühen in KF 50 signifikant niedriger als bei den Tieren der Vergleichsgruppen. Im Harn und der Milch wurden für die ohne Kraftfutter gefütterten Kühe für UREA hochsignifikant niedrigere Werte ermittelt.

In Übereinstimmung zu bisherigen Erfahrungen wurde festgestellt, daß eine nicht adäquate Kraftfutterergänzung zu Störungen im Stoffwechselgeschehen von Milchkühen führen kann. Als Erklärung für den Umstand, daß bei Kühen, die eine Kraftfutterergänzung in der Höhe von 50 % des Ergänzungsbedarfs erhielten, die KK-Gehalte im Harn in der Hochlaktationsperiode niedriger lagen als bei den Tieren der KF 0 bzw. 100-Gruppen, kann folgendes in Erwägung gezogen werden: Der Energiestoffwechsel wird durch die Kraftfutttergaben angeregt. Durch die gleichzeitige kontinuierliche Verminderung der Milchleistung und der Körpermasse reicht aber die Nährstoffaufnahme für den Bedarf aus. Die Ankurbelung des intermediären Stoffwechsels kann jedoch die Situation der betroffenen Tiere auf Dauer verschlechtern.

Bei den milchbetonten HF-Kühen war gegenüber den FV-Tieren die Serum-GGT-Aktivität erhöht. Die Serum-Gehalte an TP, Ca und Mg lagen bei den HF-Tieren, die Serumwerte an UREA und P bei den FV-Kühen in einem signifikant höheren Bereich. Weitere signifikante Unterschiede ergaben sich bei den KK-Gehalten im Harn sowie bei den Milch-UREA-Werten für die Tiere der beiden untersuchten Rassen. Tierärztliche Behandlungen mußten öfter bei HF- als bei FV-Tieren vorgenommen werden. Zusätzlich lag die Zahl der Behandlungen/Kuh ebenfalls bei den HF-Kühen höher.

Die vorliegenden Untersuchungen unterstreichen erneut, daß Tiere milchbetonter Rassen stärker auf Energie- und in der Folge auf Eiweißmangelsituationen reagieren als Zweinutzungsrinder. Dazu ist zu bemerken, daß im gegebenen Fall die Kühe aller Gruppen während der gesamten Versuchsdauer Grundfutter ad libitum aufnehmen konnten. Bei den Kühen ohne Kraftfutttergaben kam es in den ersten Wochen nach der Abkalbung zu Körpergewichtsabnahmen bis zu 100 kg/Tier, bei der Gruppe KF 100 zu Verlusten bis zu 50 kg/Tier. Gleichzeitig fiel die Milchlei-

stung bei den Tieren in KF 0 stark ab. Letzteres erklären die geringere Belastung des Leberstoffwechsels und die besseren Daten in Bezug auf die nachfolgende Trächtigkeit. Im wiederholten Falle würde diese Ausnahmesituation des Energie- bzw. Eiweißmangels zu offensichtlichen Fruchtbarkeitsproblemen führen.

Aus *Tabelle 12* sind darüberhinaus alle signifikanten gegenseitigen Beeinflussungen von Grundfutterqualität, Kraftfutterniveau und Rasse auf die einzelnen Untersuchungsparameter ersichtlich (P-Werte der Wechselwirkungen). Die Harnstoffgehalte in Blut, Harn und Milch spiegeln die Versorgung der Tiere mit Protein und Energie wider. Die Harnstoffgehalte stiegen parallel mit der Nährstoffversorgung an. Die Werte in KF 0 drücken eine Mangelsituation aus (KIRCHGESSNER et al. 1986).

Allantoin und Orotsäure sind Metaboliten aus dem Stoffwechsel der Nukleinsäuren von den Zellkernen der Pansenmikroben. Sie sind somit Indikatoren für die mikrobielle Proteinsynthese im Pansen. Dementsprechend waren diese Werte in den Gruppen mit besserer Energieversorgung höher (GF hoch, KF 100, HF-Kühe).

In den *Abbildungen 9 - 12* wird der Verlauf einiger wesentlicher physiologischer Parameter in Abhängigkeit von Grundfutterqualität und Kraftfutterniveau in der Trockenstehzeit und in der Laktation dargestellt. Für einige Kriterien (GGT, TBIL, Mg) war keine Beeinflussung der Werte durch das Kraftfutterniveau nachweisbar. Die Verlaufsformen zeigen für die GGT-Aktivität und den Mg-Gehalt einen Abfall von der Hochträchtigkeit zum Zeitraum der Abkalbung und einen deutlichen Anstieg in der Puerperalphase. Die Serum-P-Gehalte sanken bei den Kühen aller 3 Untersuchungsgruppen von der Trockenstehperiode bis zur Mitte der folgenden Laktation ab, um dann wieder langsam anzusteigen. Bei der Beurteilung der GOT und der GLDH fiel auf, daß die Aktivitäten der Tiere zumeist in KF 0 niedriger waren als die Aktivitäten der anderen Kühe der Kraftfuttergruppen.

Um den Zeitraum der Abkalbung kam es bei den Tieren aller Gruppen zu einem deutlichen Abfall der GLUC-Werte im Serum. Insbesondere traf dies aber für die Kühe der kraftfutterlosen Gruppe zu. Es soll auf den spiegelbildlichen Verlauf von GLUC im Serum und der Ketonkörper im Harn hingewiesen werden. Nach der Abkalbung sanken die GLUC-Werte - besonders in KF 0 - stark ab, während in diesem Zeitraum die höchsten Ketongehalte - besonders in der GF niedrig und KF 0 - festgestellt wurden (*Abbildung 10*).

Die höchsten TP-, ALB- und UREA-Gehalte im Serum wurden bei den Tieren in KF 100, die niedrigsten in KF 0 festgestellt.

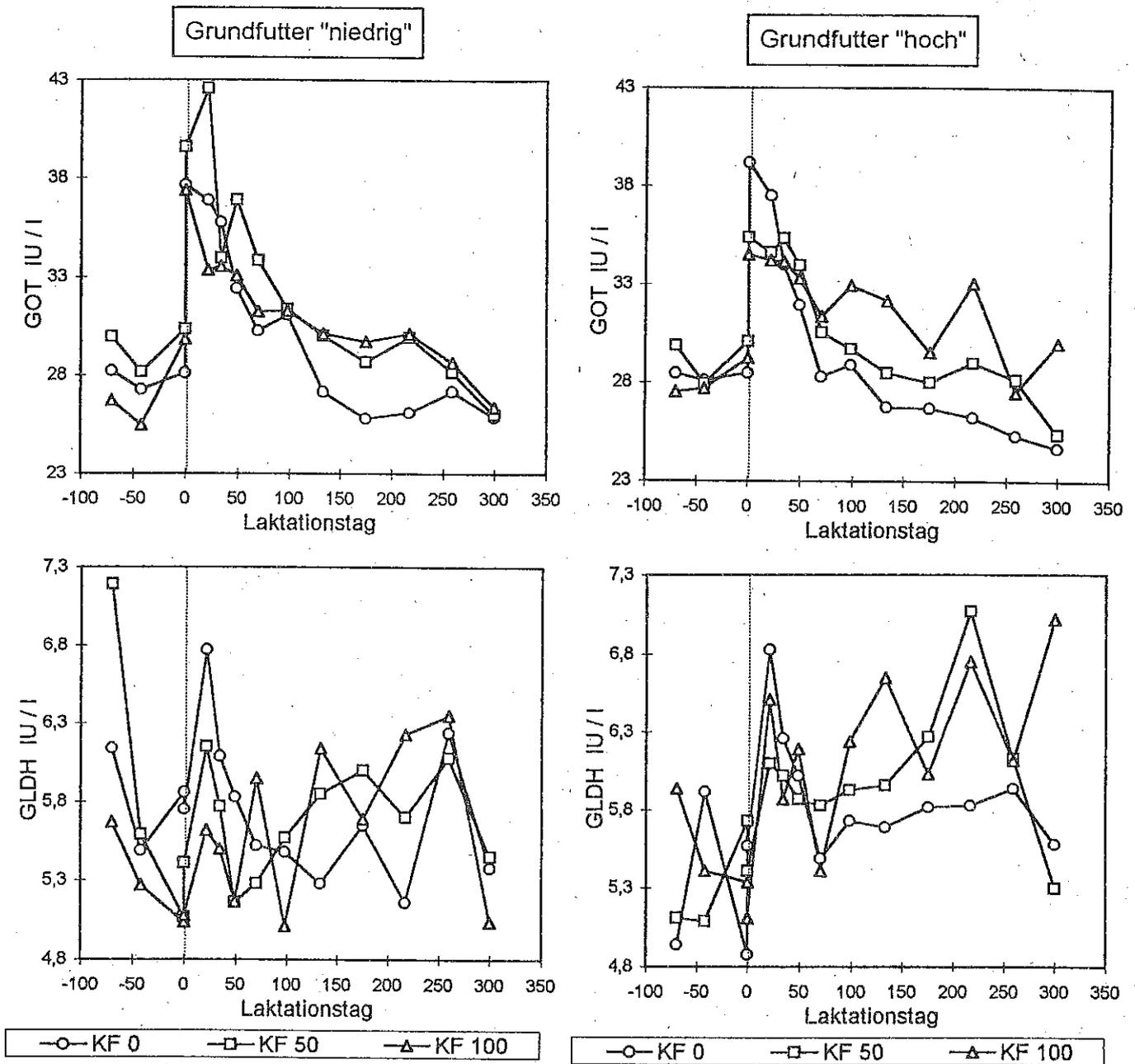


Abbildung 9:
 GOT- und GLDH-Gehalt im Blutserum in der Trockenstehzeit und Laktation in Abhängigkeit von Grundfuterqualität und Kraftfutterniveau



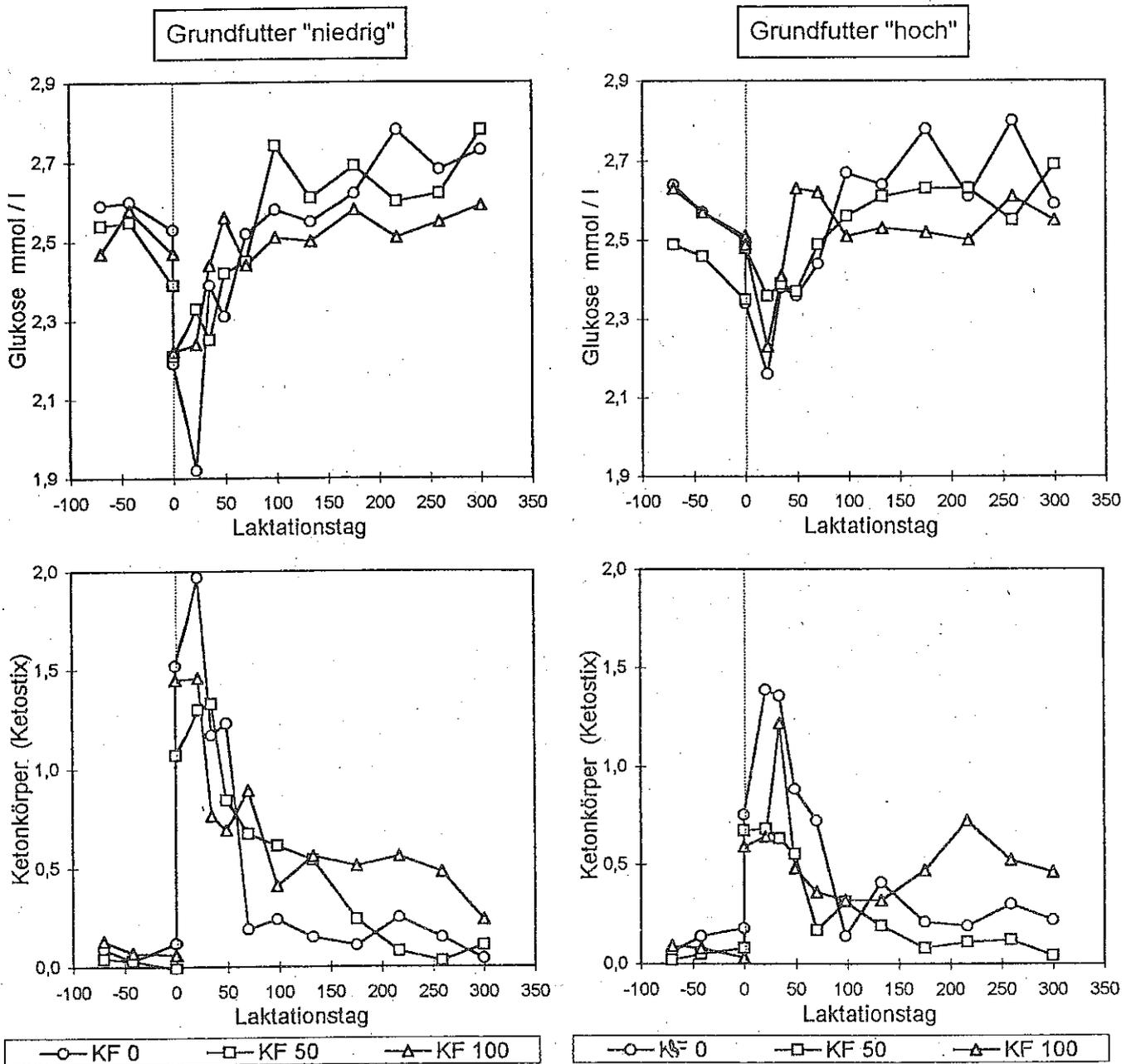


Abbildung 10: Glukosegehalt im Blutserum und Auftreten von Ketonkörpern im Harn in der Trockenstehzeit und Laktation in Abhängigkeit von Grundfutterqualität und Kraftfutterniveau

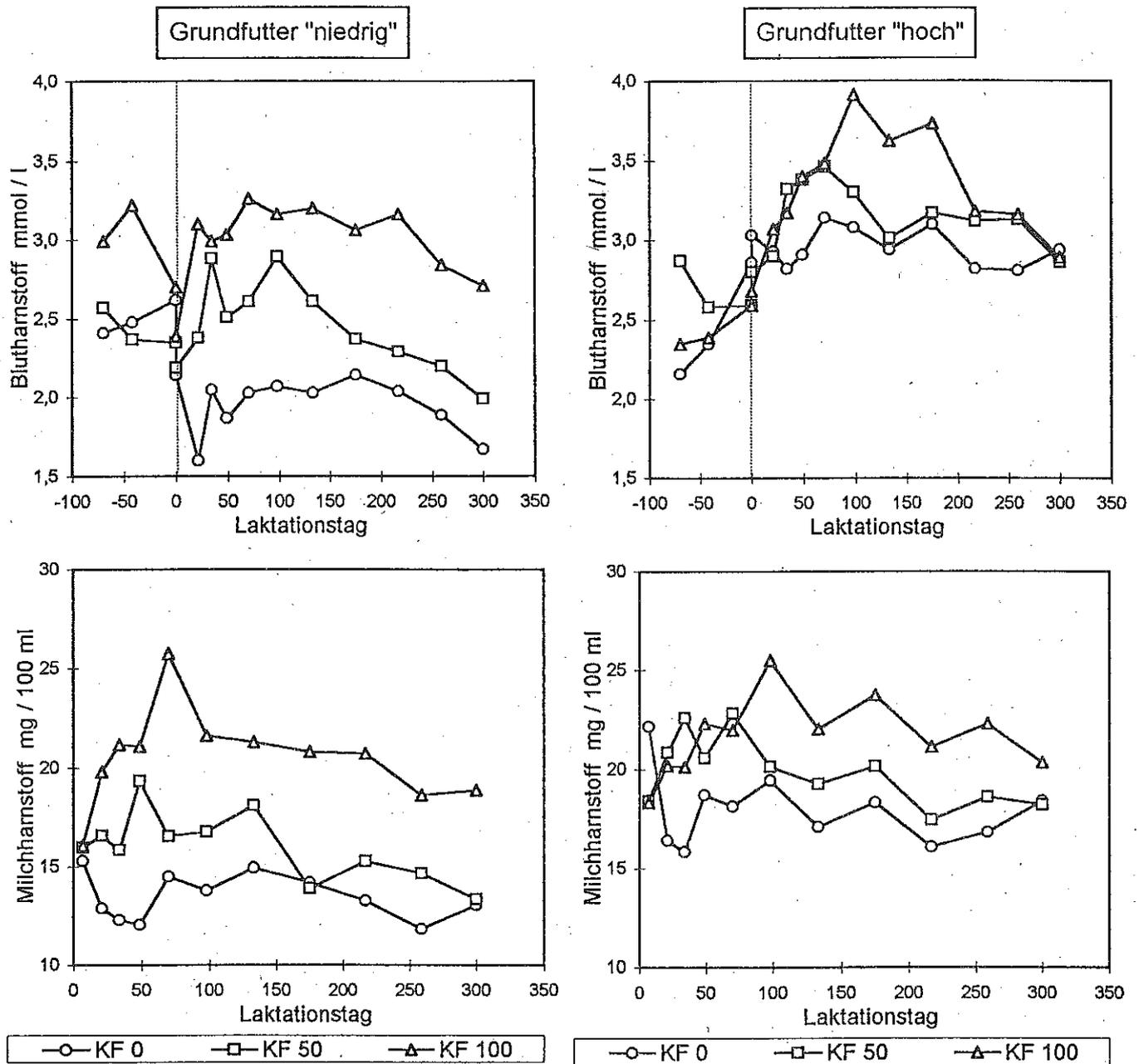


Abbildung 11:
 Harnstoffgehalt in Blut und Milch in Abhängigkeit von Grundfutterqualität und Kraftfutterniveau während der Laktation



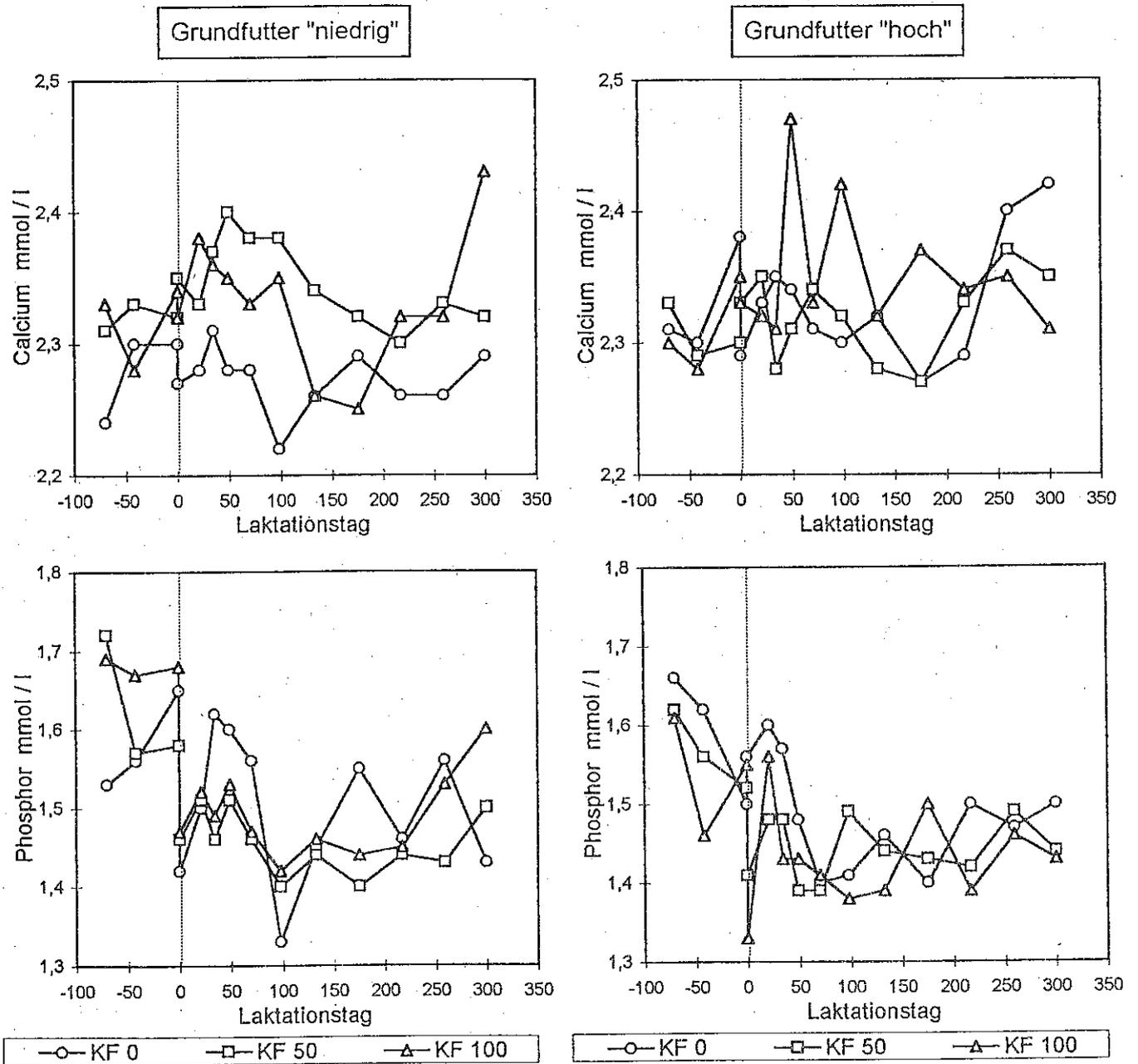


Abbildung 12: Calcium- und Phosphorgehalt im Blutserum in der Trockenstehzeit und Laktation in Abhängigkeit von Grundfutterqualität und Kraftfutterniveau

Nach der Abkalbung wurden bei den Kühen in KF 0 zumeist niedrigere Serum-Ca-Werte ermittelt als bei den Tieren der anderen Gruppen.

Die Kühe aller Fütterungsgruppen kamen in einer ausgesprochenen Zuchtcondition zur Abkalbung und zeigten daher nach der Abkalbung nur in wenigen Ausnahmefällen das klinische Bild einer Kohlenhydrat/Fettstoffwechselstörung. Das Lipomobilisationssyndrom trat in keinem Fall auf. Dies erklären die geringfügigen Änderungen der Aktivitäten der Enzyme bzw. der Gehalte der Stoffwechselprodukte, Substrate sowie Mineralstoffe im Serum, Harn und in der Milch der Kühe. Wären die Kühe verfettet zur Abkalbung gelangt, wäre entsprechend den unterschiedlichen Kraftfuttergaben (0 bis 100 %) mit schwerwiegenden Stoffwechselentgleisungen bzw. klinischen Erkrankungsfällen zu rechnen gewesen. Nach KRONFELD (1970) ist es vor allem die starke Fettmobilisation, die zu einem bedeutenden Anfall an Ketonkörpern und damit zur Ketose führt, und nicht so sehr der durch Energie- bzw. Glukoseunterversorgung hervorgerufene Mangel an Oxalazetat.

Obwohl die Kühe in KF 100 der Norm entsprechend bedarfsgerecht gefüttert wurden, lieferten sie die ungünstigsten Daten für die Fruchtbarkeit (*Tabelle 13*). Diese Tatsache ist dadurch zu erklären, daß es nämlich eine 100%-ige Bedarfsdeckung insbesondere bei Kühen mit extrem hoher Milchleistung in den ersten Wochen nach der Abkalbung nicht gibt. Derartige Tiere müssen, wenn auch nur in geringem Ausmaß, Fettdepots - aber auch Eiweißreserven - mobilisieren, um ihren Nährstoffbedarf decken zu können. Als Nebeneffekt werden unter den gegebenen Voraussetzungen vermehrt Ketonkörper gebildet, die über den Harn ausgeschieden werden, gleichzeitig aber zur Ketose führen können. Die Fruchtbarkeitsparameter waren bei den HF-Kühen durchwegs schlechter als bei den FV-Kühen. Grundsätzlich ist festzustellen, daß wegen der großen Streuungen nur bei wenigen Parametern signifikante Unterschiede auftraten. Außerdem dürfte die Tieranzahl zur Klärung solcher Aspekte nicht ausreichen. Dennoch ist nicht zu übersehen, daß die Kühe mit hoher Energieversorgung eine tendenziell schlechtere Fruchtbarkeitslage aufweisen. Dies steht im Gegensatz zur Lehrmeinung und vielen Übersichtsartikeln zu diesem Thema (BUTLER & SMITH 1989, NEBEL & Mc GILLIARD 1993). HAIGER & SÖLKNER (1995) fanden bei kombinierten Kühen mit Kraftfutter einen Trend zu schlechterer Fruchtbarkeit im Vergleich zu Kühen ohne Kraftfutter, bei milchbetonten Kühen umgekehrt. Als mögliche Erklärung für die vorliegenden Fruchtbarkeitsergebnisse bietet sich an, daß der Stoff-

wechsel von hochversorgten Kühen und daraus folgender hoher Milchleistung in Wirklichkeit mehr belastet ist als von Kühen mit zwar niedrigerer Energieversorgung jedoch auch geringerer Milchleistung. Außerdem sollte nicht übersehen werden, daß die Fruchtbarkeit die Bedingung für die Arterhaltung darstellt. Und diese hat allerhöchste Priorität im biologischen Geschehen, sodaß eine gewisse Unterversorgung nicht zwangsläufig zu schlechter Fruchtbarkeit führen muß.

Für eine leistungsgerechte Fütterung von Milchkühen nach der Abkalbung wird vorgeschlagen, den Kraftfuttersatz in der 1. Woche nach der Abkalbung mit etwa 60 % der Höhe des Ergänzungsbedarfes zu beginnen und wöchentlich 10 % zuzusetzen. Ab der 5. Woche nach der Kalbung erhalten die Kühe dann eine Kraftfütterergänzung in der Höhe von 100 % des Ergänzungsbedarfes.

3.8 Wirtschaftlichkeit

Die Grundlagen für die Wirtschaftlichkeitsberechnungen finden sich in *Tabelle A4 - A6* (1994, 1995 und 1999), getrennt nach den einzelnen Versuchsfaktoren. Entsprechend der Milchleistung bestanden große Unterschiede im Rohertrag (von öS 29.840,- in GF niedrig /KF 0/FV bis öS 66.390,- in GF hoch/KF100/HF in 1994). Alle Faktoren, welche die Milchleistung positiv beeinflussen, erhöhten auch den Rohertrag (Grundfutterqualität, Kraftfütterniveau, Rasse HF). Die Roherträge werden allerdings durch den Abfall des Milchpreises drastisch reduziert (Rohertrag von öS 22.320 in GF niedrig KF 0 FV bis öS 45.400 in GF hoch/KF100/HF in 1999). Mit der Milchleistung steigen auch die variablen Kosten an, allerdings deutlich geringer als die Roherträge. Durch die veränderten wirtschaftlichen Rahmenbedingungen mit dem EU-Beitritt (Preis/Kosten-Relationen) nehmen auch die variablen Kosten ab, doch wesentlich weniger als der Rohertrag.

Die Auswirkungen der Versuchsfaktoren auf den Deckungsbeitrag der Milchproduktion sind in *Tabelle 14* angeführt. Dabei zeigt sich, daß diese Auswirkungen sehr stark von den wirtschaftlichen Rahmenbedingungen, d.h. Preis/Kosten-Relationen, abhängen. Der Deckungsbeitrag pro Jahr ist mit dem EU-Beitritt stark zurückgegangen und wird sich nach Wegfall der degressiven Ausgleichszahlung noch weiter verringern. Vor 1995 hatte die Grundfutterqualität einen stärker positiven Einfluß auf die Wirtschaftlichkeit als nach dem EU-Beitritt. Auch das Kraftfütterniveau wirkte sich früher deutlich positiver auf den Deckungsbeitrag aus. Und schließlich geht die wirtschaftliche Überlegenheit der HF-Kühe in der Milchproduktion, die früher sehr ausgeprägt war (öS 24.450,-



Tabelle 13:
Fruchtbarkeitsparameter

Versuchsfaktor	Einheit	GF-Qualität (G)		Kraftfutter-Niveau (K)			Rasse (R)		P - Werte						
		niedrig	hoch	0	50	100	FV	HF	s _e	G	K	R	G x K	G x R	K x R
Anteil fruchtbarer Kühe	%	83,7	89,6	89,3	79,1	91,6	90,1	83,3	23,4	0,207	0,070	0,159	0,003	0,801	0,709
Besamungsindex vor Versuch	%	2,17	1,77	1,98	2,07	1,87	1,79	2,16	1,23	0,102	0,801	0,132	0,133	0,872	0,325
Besamungsindex im Versuch	%	1,61	1,41	1,36	1,62	1,55	1,47	1,56	0,94	0,321	0,553	0,658	0,952	0,468	0,528
Besamungsindex nach Versuch	%	1,69	2,11	2,03	1,58	2,09	1,76	2,04	1,26	0,221	0,389	0,384	0,620	0,660	0,641
Non Return Rate	%	52,3	64,7	67,5	48,5	59,6	62,3	54,7	50,7	0,220	0,311	0,469	0,578	0,894	0,737
Zwischenkalbezeit	Tage	380	367	368	377	376	364	384	40	0,124	0,619	0,027	0,485	0,080	0,342
Zeit Abkalbung bis 1. Brunst	Tage	59	64	65	62	57	57	66	24	0,256	0,390	0,057	0,816	0,646	0,755
Zeit Abkalbung bis 1. Besamung	Tage	74	75	76	75	73	71	78	18	0,849	0,711	0,068	0,700	0,376	0,963
Zeit Abkalbung bis Konzeption	Tage	95	74	68	92	93	76	93	55	0,073	0,150	0,175	0,295	0,734	0,444
Zeit 1. Brunst bis 1. Besamung	Tage	16	13	14	13	16	17	12	17	0,323	0,818	0,211	0,545	0,541	0,363
Zeit 1. Brunst bis Konzeption	Tage	39	12	6	34	36	22	29	59	0,033	0,093	0,556	0,233	0,827	0,660
Zeit 1. Bes. bis eff. Besamung	Tage	27	14	9	27	26	14	27	38	0,118	0,118	0,113	0,563	0,558	0,468
Behandlungen Fruchtbarkeit	Anzahl	0,91	0,84	0,68	0,85	1,09	0,8	0,94	1,13	0,752	0,332	0,534	0,346	0,813	0,532
LG Kalb im Versuch	kg	46,1	42,9	43,3	45,1	45,1	45,2	43,8	7,7	0,041	0,508	0,353	0,874	0,951	0,554
LG Kalb nach Versuch	kg	46,7	46,6	46,7	46,9	46,3	48,4	44,9	6,5	0,956	0,937	0,031	0,722	0,661	0,291
Geschlecht Kalb (1 = m, 2 = w)		1,51	1,39	1,48	1,41	1,46	1,41	1,50	0,52	0,239	0,843	0,386	0,748	0,765	0,254

Tabelle 14:

Deckungsbeitrag der Milchproduktion in Abhängigkeit von Grundfutterqualität, Kraftfutterniveau und Rasse

Grundfutterqualität	niedrig						hoch					
	Fleckvieh			Holstein Friesian			Fleckvieh			Holstein Friesian		
Rasse	0	50	100	0	50	100	0	50	100	0	50	100
DB / Jahr 1994	19.681	22.012	25.053	22.898	29.054	37.049	25.870	26.526	27.572	30.204	35.618	44.731
DB / Jahr 1995	16.673	19.038	22.496	17.003	22.046	29.150	21.954	22.901	24.701	22.731	27.017	35.038
DB / Jahr 1999	13.531	15.445	18.260	13.415	17.757	23.493	17.854	18.654	20.101	18.156	21.816	28.198
DB / kg Milch 1994	5,14	5,02	4,85	5,23	5,55	5,37	5,17	5,12	4,92	5,41	5,61	5,36
DB / kg Milch 1995	4,35	4,35	4,36	3,89	4,21	4,23	4,39	4,42	4,40	4,07	4,26	4,20
DB / kg Milch 1999	3,53	3,53	3,54	3,07	3,39	3,41	3,57	3,60	3,58	3,25	3,44	3,38
DB Verlust 1994-1995	18,0	15,6	11,4	34,7	31,8	27,1	17,8	15,8	11,6	32,9	31,8	27,7
DB Verlust 1994-1999	45,5	42,5	37,2	70,7	63,6	57,7	44,9	42,2	37,2	66,4	63,3	58,6
DB Verlust 1995-1999	23,2	23,3	23,2	26,7	24,2	24,1	23,0	22,8	22,9	25,2	23,8	24,3

Versuchsfaktor	Stufe	GF-Qualität		Kraftfutter			Rasse	
		niedrig	hoch	0	50	100	FV	HF
DB / Jahr 1994	ös	25.958	31.754	24.663	28.303	33.602	24.453	33.259
DB / Jahr 1995	ös	21.068	25.724	19.590	22.750	27.846	21.294	25.498
DB / Jahr 1999	ös	16.984	20.796	15.739	18.418	22.513	17.307	20.473
DB / kg Milch 1994	ös	5,19	5,27	5,24	5,33	5,12	5,04	5,42
DB / kg Milch 1995	ös	4,23	4,29	4,18	4,31	4,30	4,38	4,14
DB / kg Milch 1999	ös	3,41	3,47	3,36	3,49	3,48	3,56	3,32
DB Verlust 1994-1995	%	23,1	22,9	25,9	23,8	19,4	15,1	31,0
DB Verlust 1994-1999	%	52,9	52,1	56,8	52,9	47,7	41,6	63,4
DB Verlust 1995-1999	%	24,1	23,7	24,5	23,5	23,6	23,0	24,7

Deckungsbeitrag für FV gegenüber öS 33.260,- Deckungsbeitrag von HF), zu einem Großteil verloren (*Tabelle 14*). Die Ursache für diese Entwicklungen liegt im starken Abfall des Milchpreises mit dem EU-Beitritt.

Auf Grund der besseren Verwertung des Kraftfutters für die Milchproduktion bei den HF-Kühen gegenüber den FV-Kühen ist jedoch der Kraftfuttereinsatz bei HF-Kühen nach wie vor wirtschaftlich interessanter. Dies geht auch aus dem Deckungsbeitrag pro kg Milch hervor. Vor dem EU-Beitritt ist dieser bei FV mit steigendem Kraftfuttereinsatz leicht zurückgegangen und ist nachher vom Kraftfutterniveau unbeeinflusst. Bei den HF-Kühen erhöht sich der Deckungsbeitrag pro kg Milch nach dem EU-Beitritt wegen des niedrigen Kraftfutterpreises. Dagegen haben vorher die hohen Kraftfutterkosten den höheren Rohertrag wieder aufgeessen. Auch beim Deckungsbeitrag pro kg Milch hat die wirtschaftliche Bedeutung der Grundfutterqualität etwas verloren und ist der Kraftfuttereinsatz wirtschaftlich interessanter geworden. Die Wettbewerbsfähigkeit der Rasse HF ist deutlich zurückgegangen.

Die vorliegenden Versuchsergebnisse zeigen die große Bedeutung der Grundfutterqualität, des Kraftfutterniveaus und der Rasse sowie deren vielfältige Wechselwirkungen für die Milchproduktion. Von den produktionstechnischen und stoffwechselphysiologischen Daten her betrachtet bestehen gute Argumente für die Erzeugung einer hohen Grundfutterqualität. Die Kraftfuttergaben führten zu einer Steigerung der Milchleistung von 1,52 kg ECM pro kg T Kraftfutter. Eine solche Verwertung kann nur bei exakter Kraftfutterzuteilung und im Vergleich zu unterversorgten Kühen erwartet werden. Entgegen der vorherrschenden Meinung wiesen die an Energie unterversorgten Kühe keine schlechtere Fruchtbarkeit und keine höhere Stoffwechselbelastung auf. Dabei ist jedoch zu berücksichtigen, daß die Kühe nicht verfettet zur Abkalbung kamen und der Energieunterversorgung nur eine Laktation hindurch ausgesetzt waren. Weiters zeigte sich das große Problem, Kühe vor allem in der Laktationsspitze bei niedriger Grundfutterqualität trotz hohem Kraftfuttereinsatz energetisch ausreichend zu versorgen, da in dieser Situation die Gefahr der Pansenazidose mit ihren negativen Folgewirkungen auf den Stoffwechsel sehr groß ist. Als Folge davon war die Milchleistung der Kühe bei hoher im Vergleich zu niedriger Grundfutterqualität trotz jeweils bedarfsgerechter Kraftfutterergänzung um etwa 1.000 kg höher. Wenn also hohe Milchleistungen angestrebt werden, so ist dafür auch eine hohe Grundfutterqualität Voraussetzung. Dies trifft auch zu, wenn niedrigere Kraftfutterpreise die Bedeutung der Grundfutterqualität scheinbar vermindern bzw. die Erzeugung

einer hohen Grundfutterqualität auf Kosten des Mengenertrages im Grünland geht (GRUBER 1995). Die Wirtschaftlichkeitsberechnungen zeigten allerdings, daß der Einfluß der im Versuch geprüften Faktoren Grundfutterqualität, Kraftfutterniveau und Rasse auf den Deckungsbeitrag sehr von den Preis/Kosten-Relationen abhängt und sich durch die veränderten Rahmenbedingungen zum Teil ins Gegenteil kehren kann.

4. ZUSAMMENFASSUNG

Eine wirtschaftliche und langfristig erfolgreiche Milchproduktion setzt die bedarfsgerechte Fütterung der Kühe voraus. Dafür maßgebliche Faktoren sind vor allem Grundfutterqualität und Kraftfutterniveau sowie die Rasse. In einem 2 x 3 x 2 faktoriellen Versuchsschema wurde daher der Einfluß von 2 Grundfutterqualitäten (GF niedrig, GF hoch), 3 Kraftfutterniveaus (KF 0, KF 50, KF 100) und 2 Rassen (Fleckvieh, Holstein Friesian) auf Produktionsdaten, Stoffwechsel- und Fruchtbarkeitsparameter sowie Wirtschaftlichkeit über eine ganze Laktation geprüft.

Jede der 12 Untergruppen war mit 10 Tieren besetzt (N = 120). Die Grundfütterration setzte sich aus 35 % Heu, 40 % Grassilage und 25 % Maissilage zusammen. Für alle Versuchsgruppen wurde ein einheitliches Kraftfutter (17,6 % XP, 8,46 MJ NEL) verwendet, um in allen Rationstypen ein ähnliches Protein/Energie-Verhältnis zu erreichen. Die unterschiedliche Grundfutterqualität bei Heu und Grassilage wurde durch verschiedene Vegetationsstadien erreicht (GF hoch - Ähren-/Rispschieben, GF niedrig etwa 3 Wochen später), bei Maissilage durch unterschiedliche Kornanteile (GF niedrig - Silomais aus Grenzlage, GF hoch - Zusatz von 20 % Maischrot). Die Grundfütterration in GF niedrig wies durchschnittlich 10,4 % XP, 30,5 % XF bzw. 5,01 MJ NEL auf und in GF hoch 12,4 % XP, 27,3 % XF und 5,70 MJ NEL. Die kraftfutterstufen KF 0, KF 50 bzw. KF 100 bedeuten kein Kraftfutter, 50 bzw. 100 % des Kraftfutterergänzungsbedarfes.

Die wesentlichsten Ergebnisse sind in der *Tabelle* zusammengefaßt. Die Grundfütteraufnahme erhöhte sich pro MJ NEL um 2,2 kg T und ging pro kg T Kraftfutter um 0,28 kg T zurück. In der niedrigen Grundfutterqualität war in der Hochlaktation ein wesentlich höherer Kraftfutteranteil zur Energieergänzung erforderlich. Neben der Milchmenge wurden auch die Inhaltsstoffe Fett und Protein sowohl durch höhere Grundfutterqualität als auch Kraftfuttermenge erhöht. Die Bilanzversuche zeigen, daß sich die Kühe an ein gegebenes Ernährungsniveau anpassen und sie nach einer Phase der Unterernährung ihre Körperreserven wieder auffüllen. Die vorliegenden Versuchsergebnisse zeigen die große Bedeutung der Grund-

Versuchsfaktor Stufe		GF-Qualität		Krafftutterniveau			Rasse	
		niedrig	hoch	0	50	100	FV	HF
Lebendgewicht	kg	606	630	590	614	649	646	589
Grundfutterraufnahme	kg T	11,88	13,71	13,39	13,00	11,99	12,56	13,02
Krafftutterraufnahme	kg T	2,29	2,12	0,00	1,57	4,95	1,87	2,54
Gesamfutterraufnahme	g/kg LG ^x	118	128	114	120	134	114	132
Energieaufnahme	MJ NEL	80,1	97,4	73,9	84,3	108,0	84,8	92,7
Krafftutteranteil	%	14,4	12,1	0,0	10,6	28,7	12,0	14,5
Energiekonzentration	MJ NEL	5,49	6,04	5,35	5,67	6,27	5,73	5,80
Protein/Energie-Verh.	XP/ME	12,3	12,9	12,5	12,6	12,8	12,5	12,7
Verdaulichkeit der OM	%	65,0	70,9	65,1	67,3	72,5	67,7	68,2
Milchmenge	kg ECM	16,9	20,5	15,5	18,1	22,6	16,5	20,9
Milchfettgehalt	%	4,47	4,49	4,28	4,54	4,63	4,41	4,55
Milchproteingehalt	%	2,99	3,10	2,94	3,02	3,17	3,12	2,97
Deckung des NEL-Bedarfes	%	89,4	96,2	87,8	90,9	99,7	94,2	91,4
N-Bilanz	g	31	38	18	26	59	34	34
GOT	IU/l	30,7	30,2	29,5	31,0	30,9	30,8	30,1
Harnstoff in Milch	mg/100 ml	16,7	19,9	15,8	18,0	21,2	18,8	17,9
Tierarztbehandlungen	Anzahl/Kuh	0,32	0,25	0,29	0,17	0,41	0,18	0,39
Besamungsindex		1,61	1,41	1,36	1,62	1,55	1,47	1,56
Non Return Rate		52,3	64,7	67,5	48,5	59,6	62,3	54,7
Deckungsbeitrag 1994	öS/Jahr	2.5958	31.754	24.663	28.303	33.602	24453	33259
	öS/kg ECM	5,19	5,27	5,24	5,33	5,12	5,04	5,42
Deckungsbeitrag 1995	öS/Jahr	21.068	25.724	19.590	22.750	27.846	21294	25498

futterqualität, des Krafftutterniveaus und der Rasse sowie deren vielfältige Wechselwirkungen für die Milchproduktion. Von den produktionstechnischen und stoffwechselphysiologischen Daten her betrachtet bestehen gute Argumente für die Erzeugung einer hohen Grundfutterqualität. Die Krafftuttermgaben führten zu einer Steigerung der Milchleistung von 1,52 kg ECM pro kg T Krafftutter. Eine solche Verwertung kann nur bei exakter Krafftutterzuteilung und im Vergleich zu unterversorgten Kühen erwartet werden. Entgegen der vorherrschenden Meinung wiesen die an Energie unterversorgten Kühe keine schlechtere Fruchtbarkeit und keine höhere Stoffwechselbelastung auf. Dabei ist jedoch zu berücksichtigen, daß die Kühe nicht verfettet zur Abkalbung kamen und der Energieunterversorgung nur eine Laktation hindurch ausgesetzt waren. Weiters zeigte sich das große Problem, Kühe vor allem in der Laktationsspitze bei niedriger Grundfutterqualität trotz hohem Krafftuttereinsatz energetisch ausreichend zu versorgen, da in dieser Situation die Gefahr der Pansenazidose mit ihren negativen Folgewirkungen

auf den Stoffwechsel sehr groß ist. Als Folge davon war die Milchleistung der Kühe bei hoher im Vergleich zu niedriger Grundfutterqualität trotz jeweils bedarfsgerechter Krafftuttermgängen um etwa 1.000 kg höher. Wenn also hohe Milchleistungen angestrebt werden, so ist dafür auch eine hohe Grundfutterqualität Voraussetzung. Dies trifft auch zu, wenn niedrigere Krafftutterpreise die Bedeutung der Grundfutterqualität scheinbar vermindern bzw. die Erzeugung einer hohen Grundfutterqualität auf Kosten des Mengenertrages im Grünland geht. Die Wirtschaftlichkeitsberechnungen zeigten allerdings, daß der Einfluß der im Versuch geprüften Faktoren Grundfutterqualität, Krafftutterniveau und Rasse auf den Deckungsbeitrag sehr von den Preis/Kosten-Relationen abhängt und sich durch die veränderten Rahmenbedingungen zum Teil ins Gegenteil kehren kann.

Danksagung:

Allen Mitarbeitern der Abteilung Viehwirtschaft sei für die gewissenhafte und konsequente Versuchsdurchführung



rung herzlich gedankt. Stellvertretend seien die Vorarbeiter im Versuchsstall O. EITLMAYER und F. LUTZMANN, in der Versuchswirtschaft R. HOCHKÖNIG, H. HUBER für den Probenbereich sowie H. BAHAR, L. WALLNER und B. EGGER für die Datenerfassung bzw. Manuskripterstellung angeführt.

5. LITERATUR

- ASTON, K., C. THOMAS, S. R. DALEY, J. D. SUTTON und M. S. DHANOA, 1994: Milk production from grass silage diets: Effects of silage characteristics and the amount of supplementary concentrate. *Anim. Prod.* 59, 31-41.
- BERGMAN, E. N., 1971: Hyperketonemia und keton body metabolism. *J. Dairy Sci.* 54, 936-948.
- BLAXTER, K. L., F. W. WAINMAN und R. S. WILSON, 1961: The regulation of food intake by sheep. *Anim. Prod.* 3, 51-61.
- BUTLER, W. R. und R. D. SMITH, 1989: Interrelationships between energy balance and postpartum reproductive function in dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 72, 767-783.
- BMLF (Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft), 1994 und 1995: Standarddeckungsbeiträge und Daten für die Betriebsberatung. Abteilung II/A4 - Landw. Beratungswesen, Wien.
- BRAUN-BLANQUET, J., 1964: Pflanzensoziologie. 3. Auflage. Springer Verlag Wien - New York, 865 S.
- BROWN, C. A., P. T. CHANDLER und J. B. HOLTER, 1977: Development of predictive equations for milk yield and dry matter intake in lactating cows. *J. Dairy Sci.* 60, 1739-1754.
- CHILLIARD, Y., M. CISSE, R. LEFAIVRE und B. REMOND, 1991: Body composition of dairy cows according to lactation stage, somatotropin treatment, and concentrate supplementation. *J. Dairy Sci.* 74, 3103-3116.
- CLEALE, R. M. und L. S. BULL, 1986: Effect of forage maturity on ration digestibility and production by dairy cows. *J. Dairy Sci.* 69, 1587-1594.
- CONRAD, H. R., A. D. PRATT und J. W. HIBBS, 1964: Regulation of feed intake in dairy cows. I. Change in importance of physical and physiological factors with increasing digestibility. *J. Dairy Sci.* 47, 54-62.
- COULON, J. B. und B. REMOND, 1991: Variations in milk output and milk protein content in response to the level of energy supply to the dairy cow: A review. *Livest. Prod. Sci.*, 31-47.
- DACCORD, R. und D. GAGNAUX-MOREL, 1990: Einfluß der Rauhfutterqualität und der Kraftfuttermenge auf die Verwertung der Gesamtration beim laktierenden Wiederkäuer. *Landwirtschaft Schweiz* 3, 133-136.
- DACCORD, R., 1992: Grenzen der Milchleistung. *Landfreund* 1992, 52, 11-13.
- DIRKSEN, G., 1971: Über die Azetonurie des Rindes. *Tierzüchter* 23, 426-427.
- DLG (Deutsche Landwirtschaftsgesellschaft - Arbeitskreis Futter und Fütterung), 1986: Grundfutteraufnahme und Grundfutterverdrängung bei Milchkühen. *DLG-Information* 2/1986.
- EKERN, A., 1972: Feeding of high yielding dairy cows. III. Roughage intake in high yielding cows when fed grass silage ad libitum. *Meldinger fra Norges landbrukshogskole* 51, No. 32, 1-30.
- FAVERDIN, P., J. P. DULPHY, J. B. COULON, R. VERITE, J. P. GAREL, J. ROUEL und B. MARQUIS, 1991: Substitution of roughage by concentrates for dairy cows. *Livest. Prod. Sci.* 27, 137-156.
- FAVERDIN, P., 1992: Alimentation des vaches laitière: Comparaison des différentes méthodes de prediction des quantités ingérées. *INRA Prod. Anim.* 5, 271-282.
- FLATT, W. P., L. A. MOORE, N. W. HOOVEN und R. D. PLOWMAN, 1965: Energy metabolism studies with a high producing lactating dairy cow. *J. Dairy Sci.* 48, 797.
- FLATT, W. P., P. W. MOE, A. W. MUNSON und T. COOPER, 1967: Energy utilization by high producing dairy cows. II. Summary of energy balance experiments with lactating Holstein cows. *Proc. 4th Symposium Energy Metabolism of Farm Animals* (Eds. BLAXTER, KIELANOWSKI & THORBEEK), Warschau, Polen, EAAP Publ. Nr. 12, 235-251.
- GEH (Gesellschaft für Ernährungsphysiologie der Haustiere - Ausschuß für Bedarfsnormen), 1986: Energie- und Nährstoffbedarf landwirtschaftlicher Nutztiere, Nr. 3: Milchkühe und Aufzuchtrinder. *DLG-Verlag Frankfurt/Main*, 92 S.
- GEH (Gesellschaft für Ernährungsphysiologie der Haustiere - Ausschuß für Bedarfsnormen), 1991: Leitlinien für die Bestimmung der Verdaulichkeit von Roh Nährstoffen an Wiederkäuern. *J. Anim. Physiol. and Nutr.* 65, 229-234.
- GIESECKE, D., 1972: Vormagenstoffwechsel und Glucogenese beim Wiederkäuer. *Z. Tierphysiol., Tierernährg. u. Futtermittelkde.* 28, 294-300.
- GRUBER, L., 1987: Faktoren der Grundfutteraufnahme von Milchkühen. *Förderungsdienst* 35, Sonderbeilage zu 11/1987, 3-12.
- GRUBER, L., K. KRIMBERGER, R. STEINWENDER und A. SCHAUER, 1990: Forage intake of dairy cows depending on physiological and nutritional factors. *Proc. Internat. Symp. "New systems of energy and protein evaluation for ruminants"*, Prague, 6 - 7 June 1990, 155-165.
- GRUBER, L., R. STEINWENDER, K. KRIMBERGER und J. SÖLKNER, 1991a: Roughage intake of Simmental, Brown Swiss and Holstein Friesian cows fed rations with 0, 25 and 50 % concentrates. *Livest. Prod. Sci.* 27, 123-136.
- GRUBER, L., R. STEINWENDER und A. SCHAUER, 1991b: Milk yield and nitrogen balance in dairy cows at different protein levels and constant energy supply. *6th Int. Symposium Protein Metabolism and Nutrition*, Herning, Denmark, 315-317.
- GRUBER, L., 1995: Einfluß unterschiedlicher Grundfutterqualitäten und sinkender Kraftfuttermenge auf Rationsanteile in der Milchviehhaltung und Grünlandbewirtschaftung. *Wintertagung 1995 "Landwirtschaftliche Produktion und Vermarktung im europäischen Alpenraum"*, 23. und 24. Februar 1995, Aigen/i.E., im Druck.
- HAIGER, A. und J. SÖLKNER, 1995: Der Einfluß verschiedener Futterniveaus auf die Lebensleistung kombinierter und milchbetonter Kühe. 2. Mitteilung: 2. bis 8. Laktation. *Züchtungskde.* 67, im Druck.

- HARVEY, W. R., 1987: User's Guide for LSMLMW PC-1 Version, mixed model least-squares and maximum likelihood computer program, Ohio State University, 59 S.
- Van HOUTERT, M. F. J., 1993: The production and metabolism of volatile fatty acids by ruminants fed roughages: A review. *Anim. Feed. Sci. Technol.* 43, 189-225.
- INGVARTSEN, K. L., 1994: Models of voluntary food intake in cattle. *Livest. Prod. Sci.* 39, 19-38.
- INRA (Institut National de la Recherche Agronomique), 1989: Ruminant Nutrition. Recommended allowances and feed tables (Ed. R. Jarrige). John Libbey Eurotext London-Paris-Rome, 389 S.
- JARRIGE, R., C. DEMARQUILLY, J. P. DULPHY, A. HODEN, J. ROBELIN, C. BERANGER, Y. GEAY, M. JOURNET, C. MALTERRE, B. MICOL und M. PETIT, 1986: The INRA "FILL UNIT" System for predicting the voluntary intake of forage-based diets in ruminants: A review. *J. Anim. Sci.* 63, 1737-1758.
- KAUFMANN, W., K. ROHR, R. DAENICKE und H. HAGEMELSTER, 1975: Versuche über den Einfluß der Fütterungsfrequenz auf die Vormagenverdauung, Futteraufnahme und Milchleistung. Sonderheft der Berichte über Landwirtschaft 191, Verlag Paul Parey, 269-295.
- KIRCHGESSNER, M. und F. J. SCHWARZ, 1984: Einflußfaktoren auf die Grundfutteraufnahme bei Milchkühen. *Übers. Tierernähr.* 12, 187-214.
- KIRCHGESSNER, M., M. KREUZER und D. A. ROTH-MAIER, 1986: Milk urea and protein content to diagnose energy and protein malnutrition of dairy cows. *Arch. Anim. Nutr.* 36, 192-197.
- KIRCHGESSNER, M. und W. WINDISCH, 1989: Zum Einfluß eines Energie- und Proteinmangels bei laktierenden Kühen und daraus entstehende Folgewirkungen. 3. Mitteilung: Milchleistung und Milchhaltsstoffe bei der Milchkuh während und nach Energie- und Proteinmangel. *J. Anim. Physiol. a. Anim. Nutr.* 62, 101-110.
- KIRCHGESSNER, M., 1992: Tierernährung, DLG-Verlag Frankfurt/Main, 8. Auflage, 533 S.
- KLEINMANS, J. und V. POTTHAST, 1984: Zur "Verdrängung" von Grundfutter durch Kraftfutter in der Milchviehfütterung. *Übers. Tierernähr.* 12, 165-186.
- KORVER, S., 1982: Feed intake and production in dairy breeds dependent on the ration. *Diss. Wageningen*, 139 S.
- KROHN, C.C. und P. E. ANDERSEN, 1980: Different energy and protein levels for dairy cows in the early weeks of lactation. *Livest. Prod. Sci.* 7, 555-568.
- KRONFELD, D. S., 1971: Hypoglycemia in ketotic cows. *J. Dairy Sci.* 54, 949-961.
- LANG, G. U., H. STEINGASS und W. DROCHNER, 1993: Einfluß unterschiedlicher Grundfutterqualität und Kraftfüttermenge auf Futteraufnahme und Leistung bei Milchkühen. *Proc. Soc. Nutr. Physiol.* 1, 70.
- LEBZIEN, P., 1980: Fütterungsbedingte Einflüsse auf die Pansenfermentation und Möglichkeiten zur Bestimmung der flüchtigen Fettsäuren in den Vormägen. *Übers. Tierernähr.* 8, 151-184.
- LINDNER, H. P., M. KIRCHGESSNER und F. J. SCHWARZ, 1979a: Zur Futteraufnahme und Leistung von Milchkühen bei unterschiedlicher Fütterungsfrequenz von Grund- und Kraftfutter. *Züchtungskde.* 51, 215-226.
- LINDNER, H. P., F. J. SCHWARZ und M. KIRCHGESSNER, 1979b: Zum Einfluß der Fütterungsfrequenz auf Milchmenge, Fett- und Eiweißgehalt bei rationiertem Grundfutterangebot. *Das wirtschaftseig. Futter* 25, 183-192.
- MENKE, K. H., 1987: Tierernährung und Futtermittelkunde, K. H. MENKE & W. HUSS, 3. Auflage, Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart, 424 S.
- MENKE, K. H. und H. STEINGASS, 1988: Estimation of the energetic feed value obtained from chemical analysis and in vitro gas production using rumen fluid. *Anim. Res. Dev.* 28, 7-55.
- NEBEL, R. L. und M. L. Mc GILLIARD, 1993: Interactions of high milk yield and reproductive performance in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 76, 3257-3268.
- OLDHAM, J. D. und J. D. SUTTON, 1979: Milk composition and the high yielding dairy cow. In: Feeding strategy for the high yielding dairy cow. (Eds. W. H. BROSTER & H. SWAN), EAAP Publ. Nr. 25, Granada Publishing, 114-147.
- ORSKOV, E. R., 1986: Starch digestion and utilization in ruminants. *J. Anim. Sci.* 63, 1624-1633.
- PFINGSTNER, H., 1993: Produktionskosten und Wettbewerb in der Rinderhaltung. Schriftenreihe der Bundesanstalt für Agrarwirtschaft Wien, Nr. 72, 160 S.
- PHIPPS, R. H., R. F. WELLER und J. A. BINES, 1987: The influence of forage quality and concentrate level on dry matter intake and milk production of British Friesian heifers. *Grass and Forage Sci.* 42, 49-58.
- RÖHRMOSER, G. und M. KIRCHGESSNER, 1982: Milchleistung und Milchhaltsstoffe von Kühen bei energetischer Unterversorgung und anschließender Realimentation. *Züchtungskde.* 51, 276-287.
- ROHR, K., 1971: Die Verzehrsleistung des Wiederkäuers in Abhängigkeit von verschiedenen Einflußfaktoren. *Übers. Tierernähr.* 5, 75-102.
- ROHR, K., P. LEBZIEN, H. SCHAFFT und E. SCHULZ, 1986: Prediction of duodenal flow of non-ammonia nitrogen and amino acid nitrogen in dairy cows. *Livest. Prod. Sci.* 14, 24-29.
- Van SOEST, P. J., 1963: Use of detergents in the analysis of fibrous feeds. II. A rapid method for the determination of fiber and lignin. *Assoc. Off. Agr. Chem. J.* 23, 838-845.
- Van SOEST, P. J., 1982: Nutritional ecology of the ruminant. Cornell University Press, 373 S.
- SPAHR, S. L., E. M. KESLER, J. W. BRATZLER und J. B. WASHKO, 1961: Effect of stage of maturity at first cutting on quality of forages. *J. Dairy Sci.* 44, 503-510.
- STEACY, G. M., D. A. CHRISTENSEN, M. I. CHOCHRAN und G. M. J. HORTON, 1983: An evaluation of three stages of maturity of hay fed with two concentrate levels for lactating dairy cows. *Can. J. Anim. Sci.* 63, 623-629.
- SCHIEHMANN, R., W. JENTSCH und H. WITTENBURG, 1971: Zur Abhängigkeit der Verdaulichkeit der Energie und der Nährstoffe von der Höhe der Futteraufnahme und der Rations-

- zusammensetzung bei Milchkühen. Arch. Tierernährg. 21, 223-240.
- SCHWARZ, F. J. und M. KIRCHGESSNER, 1985: Grundfütterraufnahme von Milchkühen in Abhängigkeit von Lebendgewicht, Zahl der Laktationen, Kraffutterzufuhr und Grundfutterqualität. Züchtungskde. 57, 267-277.
- SCHWARZ, F. J. und M. KIRCHGESSNER, 1987: Fütterungstechnische Maßnahmen zur Optimierung der Grundfütterraufnahme. Bayer. Landw. Jahrb. 64, 441-448.
- SCHWARZ, F. J., M. KIRCHGESSNER und W. K. HEIMBECK, 1988: Einfluß des Futterniveaus auf die Nährstoffverdaulichkeit unterschiedlich zerkleinerter Maissilage bei Rind und Schaf. Landwirtschaftl. Forschung 41, 177-187.
- THOMAS, P. C. und P. A. MARTIN, 1988: The influence of nutrient balance on milk yield and composition. In: Nutrition and lactation of the dairy cow. Ed. P. C. Garnsworthy. Proceedings of the 46th University of Nottingham Easter School in Agricultural Science. Butterworth, 97-118.
- VERMOREL, M., 1989: Energy: The Feed Unit Systems. In: Ruminant Nutrition. Recommended allowances and feed tables. Ed. R. JARRIGE, INRA, John Libbey Eurotext. Paris-London-Rome, 23-32.
- WANGSNESS, P. J. und L. D. MULLER, 1981: Maximum forage intake for dairy cows: Review. J. Dairy Sci. 64, 1-13.
- WALDO, D. R., 1986: Effect of forage quality on intake and forage-concentrate interactions. J. Dairy Sci. 69, 617-631.
- WINDISCH, W., H. L. MÜLLER und M. KIRCHGESSNER, 1989: Zum Einfluß eines Energie- und Proteinmangels bei laktierenden Kühen und daraus entstehende Folgewirkungen: 1. Mitteilung: Stickstoffbilanz und Stickstoffverwertung bei der Milchkühe während und nach Energie- und Proteinmangel. J. Anim. Physiol. a. Anim. Nutr. 61, 206-213.

Tab. 1: Ergebnisse der pflanzensoziologischen Untersuchungen der Versuchsfächen "Grundfutterqualität niedrig"

Wiese	Größe ha	Falser	Brunner	Thalhammer	Hutterer	Gosch	Gallseeinheit	
Lage	4,6	3	4,6	4,6	5,6	1	1	
Exposition/Neigung	648	648	648	650	West	Süd-Ost	Ko. 7+8+9 710 710 NO 12°	
Wiesentyp	Gold-Hahnenfuß- Fuchsschwanz- Fadenhirschen- Bestand	Fuchsschwanz- Goldhahnen- Kohldistel- Bestand	Fuchsschwanz- Goldhahnen- Kohldistel- Bestand	Gold- Hahnenfuß- Fuchsschwanz Goldhahnen- Weißklee- Bestand	Fuchsschwanz- Goldhahnen- Kohldistel- Bestand	Fuchsschwanz- Goldhahnen- Kohldistel- Bestand	Quecken- Gelbfuß- Weißklee- Bestand	Krautgras- Quecken- Gelbfuß- Weißklee- Bestand
Jahr 19..	88	90	92	93	92	92	93	
Monat	5	5	5	5	5	5	5	
Tag	19	14	14	14	14	14	12	
offener Boden %	5	2	5	8	2	2	2	
Anzahl d. Arten	37	42	46	26	37	28	33	
Überdeckung %	105	115	120	115	125	115	108-120	
Gräser %	68	52	50	48	60	56	49	
Kräuter %	21	43	33	50	24	35	42	
Leguminosen %	11	5	17	2	16	9	9	
Arten: Deckung								
Krautgras	3	-	2	2	-	2	2	
Gemeine Risppe	-	2	2	2	3	2	2	
Gemeine Quecke	-	2	2	2	3	2	2	
Wiesen-Lieschgras	-	2	-	2	2	2	2	
Wiesenrispe	-	2	2	2	2	2	2	
W.-Fuchsschwanz	-	2	2	2	-	2	2	
Wiesen-Schwengel	-	2	2	2	-	2	2	
Kriech-Goldhafer	-	2	2	2	2	2	2	
Wiesen-Kuhfuß	2	2	2	2	2	2	2	
Wiesen-Kuhblume	-	2	2	2	2	2	2	
W.-Sauerampfer	-	2	2	2	-	-	-	
Scharfer Hahnenfuß	-	-	-	-	-	-	-	
Wiesenklammelmel	-	-	-	-	-	-	-	
Gew. Gelbfuß	-	-	-	-	-	-	-	
Weißklee	2	-	2	-	2	2	2	
Rotklee	-	-	-	-	2	2	3	



Tabelle A2:
Ergebnisse der pflanzensoziologischen Untersuchungen der Versuchsflächen "Grundfutterqualität hoch"

Wiese	Gosch	Mirtl	Strimlizer	Präsel	Zeiringer	Kienach	Bachler	Irdinger	Haigl	Damtier
Größe ha	1,5	2,3	2	4	4,2	2,7	4,6	5,2	2,6	5
Lage						o. und u. Teil				
Seehöhe	650	648	645	647	647	800	648	646	646	646
Exposition/Neigung	eben	eben	eben	eben	eben	N 10-15°	eben	eben	eben	eben
Wiesentyp	Fuchsschwanz-Goldhafer-Kohldestel-Bestand	Gold-Hahnenfuß-Goldhafer-Kohldestel-Bestand	Gold-Hahnenfuß-Goldhafer-Fuchsschwanz-Kohldestel-Bestand	Gold-Hahnenfuß-Fuchsschwanz-Goldhafer-Schlangenknotentich-Bestand	Gold-Hahnenfuß-Fuchsschwanz-Goldhafer-Bestand	Goldhafer-Geißfuß-Bestand	Goldhafer-Schlangenknotentich-Bestand	Fuchsschwanz-Kohldestel-Bestand	Fuchsschwanz-Kohldestel-Bestand	Gold-Hahnenfuß-Fuchsschwanz-Quecken-Bestand
Jahr 19..	88	92	93	92	92	92	90	88	88	93
Monat	5	5	5	5	5	6	5	5	5	5
Tag	24	19	11	15	11	3	29	24	24	14
Offener Boden %	3	8	5	5	2	1	2	2	2	2
Anzahl d. Arten	45	40	42	35	51	32	35	27	39	31
Überdeckung %	110	110	105	115	125	125	120	110	110	120
Gräser %	50	55	50	59	48	52	37	50	50	56
Kräuter %	37	36	43	34	44	38	60	32	27	31
Leguminosen %	13	9	7	7	8	10	3	18	23	13
Arten: Deckung										
Gemeine Rispe	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Wiesen-Goldhafer	-	2	2	2	2	2	2	2	2	-
Gemeine Quecke	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
W.-Fuchsschwanz	2	-	-	2	2	-	-	2	-	2
Wiesen-Lieschgras	2	2	2	-	2	-	-	2	-	2
Gew. Ruchgras	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-
Wiesenrispe	-	2	-	2	2	-	-	-	-	2
Rasenschmiere	-	2	2	2	2	-	-	-	-	-
Knautgras	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-
Wiesen-Schwingel	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Rotes Straußgras	-	-	-	-	-	2	-	-	-	2
Wiesen-Kuhblume	2	2	2	2	2	2	3	-	-	2
Schlangenknotentich	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Kriech-Hahnenfuß	-	2	2	2	2	2	2	3	-	2
Wiesen-Schatgarbe	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
W.-Sauerampfer	2	-	-	-	-	2	-	-	-	2
Scharfer Hahnenfuß	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-
Gew. Geißfuß	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-
Weißklee	2	2	2	2	-	2	-	2	2	2
Rotklee	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tab. 13:
 Preise und Kosten für die Berechnungen der Wirtschaftlichkeit (6S/kg T bzw. kg Milch)
 (Quelle: EMLF 1994, 1995, GRUBER 1995)

Grundfutterqualität	niedrig						hoch					
	Fleckvieh			Holstein Friesian			Fleckvieh			Holstein Friesian		
Rasse	0	50	100	0	50	100	0	50	100	0	50	100
Kraftfutterstufe	0	50	100	0	50	100	0	50	100	0	50	100
Futtermittelpreise 1994 (vor EU)												
Grundfutter	1,11	1,10	1,11	1,10	1,10	1,10	1,27	1,27	1,27	1,27	1,27	1,27
Kraftfutter	3,73	3,73	3,73	3,73	3,73	3,73	3,73	3,73	3,73	3,73	3,73	3,73
Mineralfutter	9,50	9,50	9,50	9,50	9,50	9,50	9,50	9,50	9,50	9,50	9,50	9,50
Kalk	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95
Salz	3,90	3,90	3,90	3,90	3,90	3,90	3,90	3,90	3,90	3,90	3,90	3,90
Wirkstoffe	8,47	8,47	8,47	8,47	8,47	8,47	8,47	8,47	8,47	8,47	8,47	8,47
Futtermittelpreise 1995 (in EU)												
Grundfutter	0,89	0,89	0,89	0,88	0,89	0,88	1,02	1,02	1,02	1,01	1,01	1,01
Kraftfutter	2,12	2,12	2,12	2,12	2,12	2,12	2,12	2,12	2,12	2,12	2,12	2,12
Mineralfutter	9,50	9,50	9,50	9,50	9,50	9,50	9,50	9,50	9,50	9,50	9,50	9,50
Kalk	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Salz	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00
Wirkstoffe	9,32	9,32	9,32	9,32	9,32	9,32	9,32	9,32	9,32	9,32	9,32	9,32
Milchpreis												
1994 (vor EU)	6,14	6,30	6,57	6,26	6,50	6,64	6,35	6,48	6,59	6,19	6,56	6,54
1985(in EU inkl. deg. Ausgl.)	4,73	4,86	5,09	4,78	4,96	5,10	4,91	5,03	5,16	4,77	5,01	5,04
1999(in EU exkl. deg. Ausgl.)	3,91	4,04	4,27	3,96	4,14	4,28	4,09	4,21	4,34	3,95	4,19	4,22

Tabella A5:
Deckungsbeitrag der Milchproduktion in den einzelnen Versuchsgruppen nach dem EU-Beitritt (1995)

Grundfutterqualität	niedrig						hoch					
	Fleckvieh			Holstein Friesian			Fleckvieh			Holstein Friesian		
Rasse	0	50	100	0	50	100	0	50	100	0	50	100
Kraftfutterstufe	0	50	100	0	50	100	0	50	100	0	50	100
Lebendgewicht kg	590	630	667	553	573	624	654	664	675	566	589	631
Grundfutterleistung kg/Kuh und Jahr	2457	2112	1492	2871	2859	2031	5238	3871	3295	4640	4228	3721
Milchleistung kg ECM/Kuh und Jahr	3832	4381	5165	4376	5230	6899	5000	5179	5609	5580	6344	8341
Fettgehalt %	4,15	4,33	4,60	4,37	4,64	4,75	4,36	4,49	4,55	4,23	4,70	4,62
Eiweißgehalt %	2,93	3,01	3,18	2,83	2,93	3,08	3,07	3,18	3,34	2,92	2,97	3,08
Grundfütterraufnahme kg T	4257	4153	3876	5709	4527	4200	5108	4880	4486	5011	4843	4737
Kraftfütterraufnahme kg T	0	469	1387	0	510	1761	0	385	1124	0	552	1777
Nutzungsdauer Jahre	4,5	4,3	4,1	4,2	3,9	3,5	4,1	4,1	4,0	3,8	3,6	3,1
Attkhanteil	131	145	163	132	145	179	158	163	171	147	162	205
Milch öS	18141	21309	26291	20902	25949	35184	24568	26072	28925	26591	31803	42005
Kalb öS	5206	5489	5893	4205	4792	5939	5808	5900	6122	5032	5557	6930
Attkhanteil öS	2118	2352	2635	2136	2348	2898	2551	2628	2762	2376	2620	3311
ROHERTRAG öS / Jahr	25.466	29.149	34.819	27.244	33.089	44.020	32.928	34.600	37.810	33.999	39.980	52.246
Bestandesergänzung	1911	2151	2494	1801	2306	3294	2422	2501	2689	2513	2965	4148
Milch austauscher 18,19 öS/kg	728	728	728	728	728	728	728	728	728	728	728	728
Kalberstarter 4,77 öS/kg	310	310	310	310	310	310	310	310	310	310	310	310
Grundfutter	3774	3679	3440	5050	4007	3716	5186	4961	4560	5086	4912	4801
Kraftfutter	0	994	2941	0	1080	3734	0	817	2383	0	1171	3768
Mineralstoffmischung	312	323	228	310	306	254	210	209	118	221	227	177
Kalk	2	4	11	2	6	18	2	4	10	2	8	20
Salz	8	9	23	9	12	27	17	17	30	16	20	34
Wirksstoffe	301	301	301	301	301	301	301	301	301	301	301	301
Tierarzt, Medikamente, Vitamine	431	514	632	558	601	684	607	634	699	618	656	756
Deck- bzw. Besamungskosten	432	459	498	584	712	963	490	499	520	765	879	1179
Sonstiges	583	638	716	588	673	840	700	718	761	708	784	984
VARIABLE KOSTEN öS / Jahr	8.793	10.112	12.323	10.240	11.043	14.870	10.974	11.699	13.109	11.268	12.962	17.207
DECKUNGSBEITRAG öS / Jahr	16.673	19.038	22.496	17.003	22.046	29.150	21.954	22.901	24.701	22.731	27.017	35.038
DECKUNGSBEITRAG öS / kg Milch	4,35	4,35	4,36	3,89	4,21	4,23	4,39	4,42	4,40	4,07	4,26	4,20

Tabelle A6: Deckungsbeitrag der Milchproduktion in den einzelnen Versuchsgruppen nach dem EU-Beitritt und Wegfall des degressiven Preisausgleiches (1999)

Grundfutterqualität	niedrig						hoch					
	Fleckvieh			Holstein Friesian			Fleckvieh			Holstein Friesian		
	0	50	100	0	50	100	0	50	100	0	50	100
Rasse												
Kraffutterstufe												
Lebendgewicht kg	590	630	667	553	573	624	654	664	675	566	589	631
Grundfutterleistung kg/Kuh und Jahr	2457	2112	1492	2871	2859	2031	5238	3871	3295	4640	4228	3721
Milchleistung kg ECM/Kuh und Jahr	3832	4381	5165	4376	5230	6899	5000	5179	5609	5580	6344	8341
Fettgehalt %	4,15	4,33	4,60	4,37	4,64	4,75	4,36	4,49	4,55	4,23	4,70	4,62
Eiweißgehalt %	2,93	3,01	3,18	2,83	2,93	3,08	3,07	3,18	3,34	2,92	2,97	3,08
Grundfutteraufnahme kg T	4257	4153	3876	5709	4527	4200	5108	4880	4486	5011	4843	4737
Kraffutteraufnahme kg T	0	469	1387	0	510	1761	0	385	1124	0	552	1777
Nutzungsdauer Jahre	4,5	4,3	4,1	4,2	3,9	3,5	4,1	4,1	4,0	3,8	3,6	3,1
Altkuhanteil	131	145	163	132	145	179	158	163	171	147	162	205
Milch öS	14989	17716	22056	17314	21660	29526	20468	21825	24326	22016	26601	35165
Kalb öS	5206	5489	5893	4205	4792	5939	5808	5900	6122	5032	5557	6930
Altkuhanteil öS	2118	2352	2635	2136	2348	2898	2551	2628	2762	2376	2620	3311
ROHERTRAG öS / Jahr	22.323	25.557	30.584	23.655	28.800	38.363	28.827	30.353	33.210	29.424	34.778	45.406
Bestandesergänzung	1911	2151	2494	1801	2306	3294	2422	2501	2689	2513	2965	4148
Milch austauscher 18,19 öS/kg 40 kg	728	728	728	728	728	728	728	728	728	728	728	728
Kälberstarter 4,77 öS/kg 65 kg	310	310	310	310	310	310	310	310	310	310	310	310
Grundfutter	3774	3679	3440	5050	4007	3716	5186	4961	4560	5086	4912	4801
Kraffutter	0	994	2941	0	1080	3734	0	817	2383	0	1171	3768
Mineralstoffmischung	312	323	228	310	306	254	210	209	118	221	227	177
Kalk	2	4	11	2	6	18	2	4	10	2	8	20
Salz	8	9	23	9	12	27	17	17	30	16	20	34
Wirkstoffe	301	301	301	301	301	301	301	301	301	301	301	301
Tierarzt, Medikamente, Vitamine	431	514	632	558	601	684	607	634	699	618	656	756
Deck- bzw. Besamungskosten	432	459	498	584	712	963	490	499	520	765	879	1179
Sonstiges	583	638	716	588	673	840	700	718	761	708	784	984
VARIABLE KOSTEN öS / Jahr	8.793	10.112	12.323	10.240	11.043	14.870	10.974	11.699	13.109	11.268	12.962	17.207
DECKUNGSBEITRAG öS / Jahr	13.531	15.445	18.260	13.415	17.757	23.493	17.854	18.654	20.101	18.156	21.816	28.198
DECKUNGSBEITRAG öS / kg Milch	3,53	3,53	3,54	3,07	3,39	3,41	3,57	3,60	3,58	3,25	3,44	3,38

