

Aus der Universitätsklinik für Geburtshilfe, Gynäkologie und
Andrologie der Veterinärmedizinischen Universität Wien

**Untersuchungen an Braunviehrindern im
oberösterreichischen Innviertel -
Stoffwechselprofile der ersten 100
Laktationstage**

INAUGURAL-DISSERTATION

Zur Erlangung des Grades eines
Doktors der Veterinärmedizin
(Dr. med. vet.)
durch die Tierärztliche Hochschule Hannover

Vorgelegt von
Werner Hagmüller
aus Linz

Wien 2002

Wissenschaftliche Betreuung: Priv. Doz. Dr. Christine Aurich

1. Gutachter: Priv. Doz. Dr. Christine Aurich

2. Gutachter: Priv. Doz. Dr. Martin Kaske

Tag der mündlichen Prüfung: 03.06.2002

Meinen Eltern in herzlicher Dankbarkeit gewidmet

INHALTSVERZEICHNIS

1.	Einleitung	7
2.	Schrifttum	8
2.1.	Energiehaushalt der Milchkuh post partum	8
2.1.1.	Physiologie des Stoffwechsels bei Kühen in der Laktation	8
2.1.2.	Störungen des Energiehaushaltes	9
2.1.2.1.	Ketose	9
2.2.	Energiehaushalt und Fruchtbarkeit	12
2.2.1.	Energetische Unterversorgung	12
2.2.2.	Zyklusgeschehen post partum	13
2.3.	Fruchtbarkeitskennzahlen	15
2.4.	Blutparameter und ihre Aussagekraft	17
2.4.1.	Enzyme	17
2.4.2.	Substrate	18
2.5.	Auswertung der Milchinhaltsstoffe	23
3.	Eigene Untersuchungen	25
3.1.	Material und Methode	25
3.1.1.	Betriebsbeschreibung	25
3.1.2.	Futtergrundlage	25
3.1.3.	Aufstallung	27
3.1.4.	Milchleistung	27
3.1.5.	Blutprobenentnahmen	29
3.1.5.1.	Blutanalysen	30
3.1.5.2.	Qualitätskriterien der Bestimmung	31
3.1.6.	Harnproben	33
3.1.7.	Futterproben	33
3.1.8.	Klinische Untersuchung der Kühe	33
3.1.9.	Progesteron	34
3.1.10.	Probenverteilung	35
3.1.11.	Verteilung der Laktationen	36
3.1.12.	Statistische Methoden	37

3.2. Ergebnisse	38
3.2.1. Biochemische Stoffwechselprofile	38
3.2.2. Fruchtbarkeit	51
3.2.3. Ketonkörperkonzentration	52
3.2.4. Futtermitteluntersuchungen	54
3.2.5. Progesteronprofile	55
3.2.6. Milchhaltsstoffe	56
4. Diskussion	61
4.1. Betriebe und Fütterung	62
4.2. Milchhaltsstoffe	63
4.3. Stoffwechselprofile	64
4.4. Insulinähnlicher Wachstumsfaktor-1	67
4.5. Fruchtbarkeit	68
4.6. Schlußfolgerungen für die tierärztliche und landwirtschaftliche Praxis	69
5. Zusammenfassung	71
6. Summary	73
7. Schriftumsverzeichnis	75

Abkürzungsverzeichnis

AST	Aspartat-Amino-Transferase
BHB	Beta-Hydroxybuttersäure
Bio	Biologisch
Ca	Calcium
EBE	Erstbesamungserfolg
FDE	Fett-Eiweiß-Quotient
Fe	Eisen
FS	Fertilitätsstatus
FSH	Follikelstimulierendes Hormon
GGT	Gamma-Glutamyl-Transferase
GLDH	Glutamat-Dehydrogenase
GZ	Güstzeit
IGF-1,2	Insulinähnlicher Wachstumsfaktor-1 bzw. -2
IGFBP	Bindungsprotein für insulinähnliche Wachstumsfaktoren
K	Kalium
Konv.	Konventionell
LH	Luteinisierendes Hormon
Mg	Magnesium
NEFA	unveresterte Fettsäuren
NEL MJ	Megajoule Nettoenergielaktation
nXP	nutzbares Protein
P	Phosphor
p.p.	post partum
P ₄	Progesteron
PP	Progesteronprofil
RZ	Rastzeit
TI	Trächtigkeitsindex
TS	Trockensubstanz
UREA	Harnstoff
ZTZ	Zwischentragezeit

1. Einleitung

Die Fruchtbarkeit nimmt in Milchviehbetrieben eine zentrale Stellung ein. Ungeachtet der jeweiligen Preise für Zucht- und Schlachtvieh muß es das Bestreben eines Milchrinderhalters sein, gesunde Tiere mit hoher Milchleistung und guter Fruchtbarkeit zu halten. Dieser Forderung kann nachhaltig nur durch gutes Management, optimale Versorgung der Tiere und ausgewogene Zuchtmaßnahmen entsprochen werden. Bei den derzeit herrschenden Voraussetzungen für die Milchproduktion (niedriges Preisniveau, Trend zu größeren Einheiten) kommt dem Management, gerade auch in kleineren Betrieben, immer mehr Bedeutung zu. Durch die allgemeine Leistungssteigerung in der Milchviehhaltung können schleichend auftretende Erkrankungen wie die Ketose bei Nicht- oder Späterkennung zu großen wirtschaftlichen Schäden führen. Auch wenn ein Energiedefizit in den ersten Wochen der Laktation bei Hochleistungskühen nicht vollständig vermieden werden kann, muß auf leistungsgerechte Futtermittelsversorgung größtes Augenmerk gelegt werden.

Die Fragestellung der vorliegenden Arbeit lautet: Sind bei der Überprüfung von Stoffwechselfparametern von gesunden Braunviehkühen im oberösterreichischen Inntal im Zeitraum 14 Tage ante partum bis drei Monate post partum ähnliche Werte zu erhalten, wie sie bei anderen Rassen beschrieben sind? Fruchtbarkeitsdaten, Blutparameter und Futtermitteldaten dienten in dieser Untersuchung als Grundlage. Die erhaltenen Ergebnisse sollen mit Arbeiten anderer Autoren verglichen werden, insbesondere im Hinblick auf den Vergleich mit anderen milchbetonten Rassen.

2. Schrifttum

2.1. Energiehaushalt der Milchkuh post partum

2.1.1. Physiologie des Stoffwechsels bei Kühen in der Laktation

Trächtigkeit und Hochlaktation stellen die Milchkuh vor besondere Anforderungen. Nicht nur die Anforderungen an die Energieversorgung steigen, auch der Forderung nach mehr Glucose muß entsprochen werden. In der Laktation wird über die Milch 60-80 % des täglichen Glucoseanfalles abgegeben, gleichzeitig erfolgt ein Rückgang der Futteraufnahme in der Frühlaktation (HERDT 1986). In der späten Trächtigkeit kommt es zu endokrin gesteuerten Veränderungen von Gluconeogenese, Ketogenese und Fettmobilisation. Die Serum-Insulin-Konzentration sinkt (LOMAX et al. 1979), wobei die Glucagonkonzentration unverändert bleibt oder nur geringfügig ansteigt (de BOER et al. 1986). Diese Verschiebung im Zusammenspiel der beiden Hormone fördert sowohl Gluconeogenese als auch Ketogenese. Die Somatotropinkonzentration steigt zu Beginn der Laktation an, die Konzentration des Insulin-ähnlichen Wachstumsfaktors-1 (IGF-1) nimmt dagegen ab (BAUMANN et al. 1980, ELSASSER et al. 1989). Auf diese Weise wird die Lipomobilisation gefördert (BAUMANN et al. 1982). Anhand des Verlaufes der Konzentration der unveresterten Fettsäuren (NEFA) von Hochleistungskühen kann diese Entwicklung verfolgt werden. Die Konzentration der NEFA steigt kurz vor der Geburt an und erreicht etwa zwei bis drei Wochen post partum ein Maximum (METZ et al. 1977, DRACKLEY et al. 1992). Einen zusätzlichen Beitrag zur Gluconeogenese liefern über erhöhte Aminosäurefreisetzung steigende Glucokortikoidkonzentrationen und reduzierte Thyroxinkonzentrationen (AKASHA u. ANDERSON 1987). Die Gluconeogeneseaktivität steigt also bei gesunden Kühen merklich an und bildet die Grundlage für die erhöhten Anforderungen hinsichtlich der Milchproduktion. Sind die oben beschriebenen Abläufe intakt und hält sich das für Hochleistungskühe physiologische Energiedefizit in Grenzen, können Leistungen von 35 kg Milch pro Tag erbracht werden, ohne daß ernstliche metabolische Erkrankungen befürchtet werden müssen. Kommt es aber zu Verschiebungen in der Homöostase, treten Störungen wie Ketose oder Fettlebersyndrom auf und führen nicht nur zu Leistungseinbußen, sondern auch zu lebensbedrohenden Erkrankungen.

2.1.2. Störungen des Energiehaushaltes

2.1.2.1. Ketose

Die Ketose ist eine der wichtigsten Stoffwechselerkrankungen der Hochleistungskuh, sowohl in tiergesundheitlicher als auch in wirtschaftlicher Hinsicht. In den ersten sechs bis acht Wochen nach der Geburt ist die Kuh einer besonders hohen Beanspruchung ausgesetzt. Es kommt bei Hochleistungstieren in diesem Zeitraum so gut wie immer zu einem Ungleichgewicht zwischen Futteraufnahme und Milchleistung, das heißt, es liegt eine negative Energiebilanz vor.

Nach KRONFELD (1972) können Ketosen je nach Entstehung und Ausprägung in unterschiedliche Gruppen eingeteilt werden. Ketosen, welche durch Nährstoffunterversorgung entstehen, können sowohl primärer als auch sekundärer Natur sein. Von primärer Ketose spricht man, wenn nicht adäquates Futter in unzureichender Menge angeboten wird, sekundär kann Anorexie durch verschiedene Primärkrankheiten ausgelöst werden und Ketose verursachen. Spontane Ketose tritt bei augenscheinlich gesunden und gut versorgten Tieren während der ersten beiden Laktationsmonate auf. Als Ausprägung kann diese Form der Ketose klinisch oder subklinisch erscheinen, die Krankheit kann einfach oder schwerwiegend verlaufen. Die subklinische Ketose wird als vorklinisches Stadium der Ketose bezeichnet (ANDERSSON 1988). Die Ketonkörperkonzentration im Organismus ist erhöht, es treten jedoch keine klinischen Anzeichen wie Appetitlosigkeit, Koteindickung oder zentralnervöse Störungen auf. Subklinisch erkrankte Tiere haben ein signifikant höheres Risiko, an klinischer Ketose zu erkranken (GEISHAUSER et al. 2000). KRONFELD (1971) unterscheidet bei der subklinischen Ketose drei Erscheinungsformen. Der Typ I, auch als alimentäre Form bezeichnet, wird durch die Verfütterung buttersäure- oder milchsäurereicher Silagen ausgelöst und geht mit einer Erhöhung von β -Hydroxybuttersäure einher. Typ II schließt die Beteiligung der Leber mit ein und tritt mit hoher Inzidenz bei Hochleistungstieren auf, besonders bei hoher Milchfettproduktion. Hierbei kommt es auch zu einer Erhöhung der NEFA. Typ III bildet den Übergang zur klinischen Ketose. Es kommt es zur verstärkten Bildung von Acetoacetat auch in der Milchdrüse und bei weiterem Anstieg zur Abgabe von Acetoacetat aus der Milchdrüse ins Blut.

Die klinische Ketose wird durch Hypoglykämie, hohe Konzentrationen an unveresterten Fettsäuren und Ketonkörpern und verminderten Appetit definiert. Die Zeit der größten Anfälligkeit für Ketose fällt mit dem Zeitraum der negativen Energiebilanz zusammen (FOSTER 1988). Glucose wird beim Wiederkäuer für verschiedene Vorgänge im zentralen Nervensystem, Erythrozyten, Skelettmuskeln und während der Laktation zur Milchbildung benötigt (JARRETT et al. 1976). Dieser Forderung wird durch verstärkte Gluconeogenese und intestinale Glucoseabsorption entsprochen. Bei ausgeglichener Energiebilanz während der Laktation oder Trockenstehzeit werden verschiedene glukoplastische Substanzen für die Gluconeogenese herangezogen. Kommt es zu Beginn der Laktation zu erhöhtem Glucosebedarf, wird die Fähigkeit, Glucose aus Fettsäuren zu produzieren um ein mehrfaches erhöht, wobei die Produktion aus der Aminosäure Alanin die Synthese aus Propionat übersteigen kann (OVERTON et al. 1999).

Die Abnahme der dem Organismus zur Verfügung stehenden Glucosemengen bei ketotischen Tieren wird sowohl durch erhöhten Glucoseverbrauch der Milchdrüse – die Lactosesynthese ist obligat glucoseabhängig (BAUER et al. 1991) - als auch durch verminderte Glucoseproduktion hervorgerufen. Bei ketotischen Tieren wurde eine Verminderung der Leberkapazität für Gluconeogenese um bis zu 35% gefunden (MILLS et al. 1986, BERGMANN 1973). Ein weiteres Indiz für die Entstehung der Ketose ist der Anstieg der unveresterten Fettsäuren im Blut. Die meisten NEFA kommen nicht aus dem Futter, sondern stammen vom Organismus selbst (HERDT 1986). Durch die Energiemangelsituation kommt es zu vermehrter Lipomobilisation und einer stark erhöhten Bildung von β -Hydroxybuttersäure. Dabei werden aus den langkettigen Fettsäuren (Palmitinsäure, Stearinsäure) C2-Körper (aktivierte Essigsäure) gebildet und in den Zitronensäurezyklus eingeschleust, wo sie in der Verbindung mit Oxalacetat zur Bildung von Adenosintriphosphat beitragen. Die gesteigerte Anflutung von C2-Körpern bei gleichzeitigem Mangel an Oxalacetat führt zur Bildung von Ketonkörpern (β -Hydroxybuttersäure, Acetoacetat und Aceton), welche über Milch, Atemluft und Harn ausgeschieden werden (DOBBELAAR et al. 1996). Der Mangel an Oxalacetat läßt sich teilweise durch die mangelhafte Versorgung mit den Vorstufen Propionat, Lactat und Aminosäuren erklären (BERGMANN 1971).

Werden Fettsäuren nicht gänzlich oxidiert, sind sie für den Körper in hohen

Konzentrationen schädlich (SCHMITZ-MOORMANN u. BOGER 1981). Nimmt die Leber hohe Mengen an NEFA auf, kommt es zu ansteigenden Veresterungsraten. Die gebildeten Triglyceride können an Lipoproteine gebunden und aus dem Cytosol ausgeschleust werden. Da die Syntheserate der Lipoproteine in der Hochlaktation vermindert ist, akkumulieren die Triglyceride in den Leberzellen und können zum Krankheitsbild der Fettleber führen (HERDT et al. 1983, HERDT 1986). Von vielen Autoren wird ein Zusammenhang zwischen negativer Energiebilanz und Fruchtbarkeitsstörungen beschrieben (REFSDAL 1977, BUTLER et al. 1981, LINDSTRÖM u. VON BONSDORFF 1983, FLIPOT et al. 1988, MIETTINEN 1991).

2.2. Energiehaushalt und Fruchtbarkeit

2.2.1. Energetische Unterversorgung

Die Energiebilanz wird von BEAM und BUTLER (1999) als Differenz zwischen Futteraufnahme und dem Verbrauch für Erhaltung und Leistung definiert. Allgemeiner gesagt ist die Energiebilanz das Produkt aus Milchleistung, Ration, Futteraufnahme und Nährstoffausnutzung (VILLA-GODOY et al. 1988). Aus früheren Untersuchungen (COPPOCK et al. 1974) wurde bereits deutlich, daß laktierende Rinder während der Laktationsspitze mit dem Problem einer negativen Energiebilanz konfrontiert sind. Über 90% aller hochlaktierenden Rinder zeigen negative Energiebilanzen von unterschiedlicher Ausprägung und Dauer. Die Milchmenge gibt dabei nicht unbedingt Auskunft über die Höhe des Energiedefizits (BUTLER et al. 1981).

BUTLER et al. (1981) geben die Dauer der negativen Energiebilanz mit durchschnittlich 10-12 Wochen an, der Zeitpunkt der maximalen negativen Energiebilanz liegt in den ersten vier Wochen post partum (BUTLER u. SMITH 1989). In dieser Zeit muß das Energiedefizit aus Körperreserven abgedeckt werden. Vermehrte Energiegewinnung aus Körperreserven steht im Zusammenhang mit verzögertem Beginn der Ovaraktivität und verschlechtert so die Fruchtbarkeit (STAPLES u. THATCHER 1990). REIST et al. (2000) konnten hohe Korrelationen zwischen maximalen Ketonkörperkonzentrationen und Zyklusbeginn nachweisen. Weniger starke bis keine Korrelation ergab sich für Mittel- und Minimumwerte. Auch BUTLER et al. (1981) postulieren einen Zusammenhang zwischen verzögertem Zyklusbeginn und Fruchtbarkeit. MIETTINEN (1990) fand eine positive Korrelation zwischen Zyklusbeginn und der Dauer bis zur erfolgreichen Konzeption. Aus dieser Tatsache wird abgeleitet, daß die Dauer der Zyklusruhe als Maß für die negative Energiebilanz verwendet werden kann (BUTLER et al. 1981, STAPLES u. THATCHER 1990, CANFIELD u. BUTLER 1990). Die durchschnittliche Zeit zwischen Partus und erster Ovulation geben BUTLER (1981) mit 25–30 Tagen an. Je mehr Zeit bis zum Eintreten in eine positive Energiebilanz verstreicht, desto schwerwiegender sind die Auswirkungen auf die Fruchtbarkeit (HUSZENICZA et al. 1987, HUSZENICZA 1988).

Der Zusammenhang zwischen den Parametern Milchleistung und Fruchtbarkeit wird in der Literatur kontrovers diskutiert. Einig sind sich die Autoren darüber, daß nicht die Milchleistung, sondern in erster Linie die Energiebilanz Einfluß auf die Fruchtbarkeit ausübt. Mehrere Autoren fanden negative Korrelationen zwischen Milchleistung und Fruchtbarkeit (MORROW et al. 1969, SPALDING et al. 1975, LABEN et al. 1982). Besonders deutlich fielen diese Ergebnisse bei NEBEL und MCGILLIARD (1993) aus. Bei der Untersuchung von ca. 4.500 Herden zeigten Tiere in der Leistungsklasse zwischen 6.300 kg und 6.800 kg Milch einen Erstbesamungserfolg von 52%, für Tiere mit einer Milchleistung von über 10.400 kg lag er nur noch bei 38%. Andere Autoren konnten keine direkte negative Auswirkung der Milchmenge auf die Fruchtbarkeit feststellen (FONSECA et al. 1983, HANSEN et al. 1983, DACHIR et al. 1984, CARSTAIRS et al. 1980).

2.2.2. Zyklusgeschehen post partum

Etwa drei bis sieben Tage post partum beginnt eine vermehrte Sekretion von Follikelstimulierendem Hormon (FSH). Die Entwicklung der ersten Follikelwelle nach dem Kalben, welche durch einige kleine Follikel charakterisiert ist, wird dadurch induziert. Von diesen Follikeln wird einer zum dominanten Follikel, der bis etwa gegen Ende der zweiten Woche post partum wächst. Sowohl die Follikelrekrutierung als auch das Ausbilden eines dominanten Follikels sind vom Grad der negativen Energiebilanz weitgehend unbeeinflusst. Im Gegensatz dazu ist die ovulatorische Kompetenz des dominanten Follikels vom Zeitpunkt des Wiedereintretens in eine positive Energiebilanz abhängig. Damit verbunden ist auch die Frequenz der pulsartigen Freisetzung von Luteinisierendem Hormon (LH). Die LH-Bildung und Ausschüttung wird von einer negativen Energiebilanz gebremst, nicht aber die FSH-Produktion (LAMMING et al. 1981, VILLA-GODOY et al. 1988). Eine mangelhafte LH-Synthese wirkt sich negativ auf die weitere Entwicklung des dominanten Follikels aus (PERRY et al. 1991, LUCY et al. 1992, BERGFELD et al. 1994), da LH nicht nur für die Differenzierung des dominanten Follikels, sondern auch für dessen Östradiolproduktion zur Brunstinduktion und zur Ovulation verantwortlich ist (FORTUNE 1994). Die LH-Freisetzung wird als stark energieabhängig bezeichnet (ECHTERNKAMP et al. 1982). Ist das Maximum der negativen Energiebilanz

überschritten und entwickelt sich das Tier in Richtung positiver Energiebilanz, kommt es zu einer vermehrten pulsatilen LH-Sekretion (CANFIELD u. BUTLER 1990). Die Unterdrückung der pulsatilen LH-Freisetzung führen HENRICKS et al. (1986) und PRADO et al. (1990) als Ursache für die geringere Östradiolkonzentration in der Follikelflüssigkeit an.

Findet die Follikelentwicklung nach dem Auftreten der maximalen negativen Energiebilanz statt, ist mit hoher Wahrscheinlichkeit ein ovulatorischer Zyklus zu erwarten. Findet sie jedoch vor Erreichen der maximalen negativen Energiebilanz statt, so muß mit einem anovulatorischen Zyklus gerechnet werden. Aus den Untersuchungen von BEAM und BUTLER (1997) geht hervor, daß von 67 Tieren 50 Tiere ovulierten, und 17 nicht ovulierten. Der Zeitpunkt der maximalen negativen Energiebilanz war bei den Tieren mit Ovulation im Durchschnitt nach 6,9 Tagen post partum, bei Tieren ohne Ovulation nach 15,5 Tagen post partum erreicht. Auch SAVIO et al. (1990) unterstützen diese These. Die meisten Tieren mit negativer Energiebilanz zeigten einen anovulatorischen ersten Zyklus.

Das Schicksal des ersten dominanten Follikes beeinflusst die Dauer des anovulatorischen Intervalls: Physiologischerweise kommt es zu einer normalen Ovulation, bleibt diese aus, ist die Möglichkeit einer Zystenbildung gegeben. Die dritte Möglichkeit ist ein anovulatorischer Zyklus, d.h. eine Follikelatresie, welche von weiteren anovulatorischen Wellen gefolgt sein kann.

Bei Kühen, welche einen ovulatorischen ersten dominanten Follikel zeigten, war die IGF-1 Konzentration signifikant höher als bei Kühen mit anovulatorischem dominanten Follikel (BEAM u. BUTLER 1997, 1998). In einem weiteren Versuch mit Kühen, deren Wachstumshormonrezeptoren funktionsuntüchtig waren, stellten XU et al. (1995) fest, daß der dominante Follikel bei einer Größe von ca. 9 mm sein Wachstum einstellt. Normalerweise würde hier die LH-Rezeptorausbildung in den Granulosazellen erfolgen. Als Konsequenz aus dem Mangel an IGF-1, bei ständig erhöhter Wachstumshormonkonzentration, unterbleibt die Reifung und die Ovulation des Follikels.

2.3. Fruchtbarkeitskennzahlen

Zur Objektivierung des Begriffes Fruchtbarkeit dienen verschiedene Parameter (u.a. LOTTHAMMER u. WITTKOWSKI 1994, de KRUIF et al. 1998, GRUNERT u. BERCHTOLD 1999).

Die Rastzeit (RZ) ist die Zeit zwischen Geburt und erster darauffolgender Belegung. Diese Zeit kann vom Besitzer nach unterschiedlichen Kriterien gewählt werden. Gebräuchliche Rastzeiten bewegen sich zwischen 60 und 90 Tagen, es werden aber auch kürzere und längere Rastzeiten toleriert. Kurze Rastzeiten bedingen häufig einen schlechteren Erstbesamungserfolg, deutlich schlechtere Ergebnisse werden erzielt, wenn vor 40 Tagen p.p. besamt wird (DE KRUIF et al. 1998). Gerade in leistungsorientierten Herden wird die Rastzeit oftmals freiwillig verlängert, um die Phase der Milchproduktion zu verlängern.

Als Güstzeit (GZ) wird die Zeit zwischen Abkalbung und erfolgreicher Wiederbelegung bezeichnet. Sie ist abhängig von der vom Besitzer gewählten Rastzeit und auch vom Besamungserfolg. Die GZ berücksichtigt nur im Betrieb tragend gewordene Tiere, erfolglos belegte und verkaufte Tiere fallen aus der Berechnung. Als Richtwert sollte eine Güstzeit unter 105 Tagen angestrebt werden, abhängig von der Rastzeit kann sich aber die GZ auch nach hinten verschieben, sollte aber nicht mehr als etwa 20 Tage über der RZ liegen (METZNER u. MANSFELD 1992). Lange Güstzeiten weisen nicht unbedingt auf einen schlechten Besamungserfolg hin, umgekehrt können normale Güstzeiten durch extrem kurze Rastzeiten bei mäßigem Besamungserfolg zustandekommen. Deshalb werden weitere Kriterien zur Beurteilung des Besamungserfolges herangezogen.

Der Erstbesamungserfolg (EBE) setzt sich zusammen aus der Anzahl der nach Erstbelegung trächtigen Kühe zu der Anzahl der erstbelegten Tiere und sollte über 55% liegen. Durch das Verbinden von EBE und ZTZ lassen sich gute Aussagen über die Fruchtbarkeit in einem Bestand tätigen.

Als Zwischentragezeit (ZTZ) wird die Zeit zwischen zwei aufeinanderfolgenden Abkalbungen bezeichnet. Als Richtwert für eine günstige ZTZ werden 365 Tage angegeben, es gelten aber auch hier die bei der Rastzeit besprochenen

Überlegungen. Jungtiere, Zukaufstiere und Problemtiere, die nach erfolglosen Belegungen den Betrieb verlassen finden keinen Eingang in die Berechnung (METZNER u. MANSFELD 1992).

Der Trächtigkeitsindex (TI) gibt die Anzahl der Belegungen bei tragenden Tieren zur Anzahl der tragenden Tiere an. Als Richtwert bei guter Fruchtbarkeit wird ein TI von 1,6 gefordert. Abrupte Einbrüche der Herdenfruchtbarkeit sind durch den TI erst relativ spät erkennbar, da nur tragende Tiere in die Berechnung Eingang finden (METZNER u. MANSFELD 1992). Nicht trächtige Tiere, die aus dem Betrieb ausscheiden, sind im TI nicht erfaßt.

Um die verschiedenen Fruchtbarkeitskennzahlen zu vereinfachen, versuchte man einen einzigen Index zur Beschreibung heranzuziehen. Eine solche Möglichkeit stellt der Fertilitätsstatus (FS) nach de KRUIF et al. (1998) dar. Er verbindet die oben beschriebenen Fruchtbarkeitskennzahlen durch unterschiedliche Gewichtung der Einzelwerte. Je besser die Fruchtbarkeit, desto höher liegt der FS. Es können maximal 100 Punkte erreicht werden. Der Fertilitätsstatus wird durch folgende Formel errechnet: $FS = EBE/TI - GZ + 125$

2.4. Blutparameter und ihre Aussagekraft

2.4.1. Enzyme

Die Aspartat-Amino-Transferase (AST) besitzt v.a. in Herz- und Skelettmuskel sowie in der Leber erhöhte Aktivität und ist sowohl in den Mitochondrien als auch im Zytoplasma lokalisiert (SCHUMACHER 1992). Besonders beim Rind dient die AST zur Erkennung von Hepatopathien, da auf die Alanin-Aminotransferase nicht zurückgegriffen werden kann. Erhöhungen der AST-Aktivität kommen durch Muskelerkrankungen und Leberzellnekrosen zustande. LOTTHAMMER und WITTKOWSKI (1994) beschreiben die AST als einen sensitiven Indikator für Leberveränderungen mit einhergehenden Fruchtbarkeitsstörungen. MIETTINEN (1991) fand signifikant verlängerte Gützeiten bei erhöhten AST-Werten ($71,6 \text{ IU/l} \pm 28,7$) 2 Wochen post partum. Auch bei ketotischen Tieren war die AST signifikant höher. Als alleiniges Enzym zur Erkennung von Leberbelastungen ist die AST ungeeignet, es empfiehlt sich eine Kombinationsanalyse mit anderen Leberenzymen, wie GLDH und γ -GT (KRAFT u. DÜRR 1999). Die Eliminationshalbwertszeit für AST liegt bei Verabreichung von homologen Extrakten aus der Leber bei Kalbinnen bei $16,7 (\pm 0,6)$ Stunden, bei Extrakten aus Muskelgewebe bei $33,5 (\pm 3,7)$ Stunden (SCHUMACHER et al. 1992).

Die Glutamat-Dehydrogenase (GLDH) ist für die Erkennung von Leberfunktionsstörungen von besonderer Bedeutung, da dieses Enzym als leberspezifisch angesehen werden kann. Die genaue Lokalisation befindet sich in den Mitochondrien der Hepatozyten. Als Eliminationshalbwertszeit ermittelten SCHUMACHER et al. (1992) bei Infusion von homologen Extrakten aus der Leber bei Kalbinnen $25,1 (\pm 4,1)$ Stunden. COLLIS et al. (1979) geben einen Durchschnittswert aus dreimaliger Messung von $14,2 (\pm 0,9)$ Stunden an. Bei sekundären Leberstörungen (Gallenstauung, Hypoxämien) werden in erster Linie die zentrolobulären Bereiche der Leberläppchen betroffen, was zu einer Erhöhung der GLDH führt (KRAFT u. DÜRR 1999). Während mithilfe der AST-Bestimmung in erster Linie akut-toxische Leberbelastungen erkannt werden können, gibt die GLDH Auskunft über länger einwirkende Noxen (LOTTHAMMER 1981). Nach WEMHEUER (1987) muß die Dauer der Einwirkung der Noxe vor der Messung aber mindestens drei bis fünf

Wochen betragen.

Die Gamma-Glutamyl-Transferase (γ -GT) ist ein membrangebundenes Enzym und kommt in vielen parenchymatösen Organen vor, gilt aber trotzdem als leberspezifisch. Bei Nierenerkrankungen gelangt das Enzym nur in minimalen Konzentrationen ins Blut, in erster Linie wird es über den Harn ausgeschieden und beeinflusst die Serumkonzentration nur gering (BRAUN et al. 1978). Der Verlauf der Aktivitätssteigerung ist im Gegensatz zur GLDH träge. Die diagnostische Bedeutung liegt im Erkennen von akuten Hepatitiden, Leberverfettungen, chronischen Leberentzündungen und Cholestasen (KRAFT u. DÜRR 1999). Nach SCHUMACHER et al. (1992) liegt die Eliminationshalbwertszeit bei Infusion homologer Extrakte aus Kolostrum bei Kalbinnen bei 1,7 ($\pm 1,0$) Stunden.

2.4.2. Substrate

Die β -Hydroxybuttersäure (BHB) wird hauptsächlich von der Pansenschleimhaut gebildet. Durch das Fehlen von glucoplastischen Substanzen beim ketotischen Tier steht für die Verwertung des anfallenden Acetyl-CoA zu wenig Oxalacetat zur Verfügung, was zur vermehrten Bildung von Acetoacetat und β -Hydroxybutyrat führt. Ketose tritt als Folge des Lipomobilisationssyndroms bei verfetteten Tieren, als Hungerketose (unzureichende Gluconeogenese) oder bei Verfütterung schlechter und v.a. buttersäurehaltiger Silagen auf. Im Gegensatz zu Acetoacetat und Aceton kann BHB teilweise für die Synthese von Milchfett herangezogen werden. Diese Menge kann die aus Acetoacetat erzeugte BHB-Konzentration aufheben, so daß keine erhöhten Werte im Plasma feststellbar sind (REIST et al. 2000). BHB-Konzentrationen von über 1,0 mmol/l im Blut sprechen für das Vorhandensein einer subklinischen Ketose (REHAGE et al. 1996).

Unveresterte oder freie Fettsäuren (NEFA – non esterified fatty acids) sind sehr stark korreliert mit dem Grad an Fettmobilisation und dienen deshalb als Indikator für den Energiestoffwechsel (BOWDEN 1971). Die Mobilisierung der freien Fettsäuren aus dem Körperfett gilt als erster Schritt zur Entstehung der Ketose und wird durch vermehrte Anforderung des Stoffwechsels nach Nahrung eingeleitet (BERGMANN 1971). Bei Verfütterung von fettreichen Diäten kommt es zur vermehrten Aufnahme von freien Fettsäuren. In gängigen Rinderrationen spielt Fett in der Rationsgestaltung

aber eher eine untergeordnete Rolle. Vielmehr von Bedeutung ist in den ersten Wochen post partum die ungenügende Futteraufnahme, die zu einer übermäßigen Fettmobilisation führt (BERGMANN 1971). In der Leber werden die freien Fettsäuren entweder zu Triglyceriden verestert oder im Zitronensäurezyklus zu CO_2 oxidiert. Im Falle einer verstärkten Fettmobilisation können die freien Fettsäuren nicht mehr vollständig metabolisiert werden und es kommt zur Bildung von Acetoacetat, Betahydroxybuttersäure oder Aceton (CHILLIARD et al. 1998). Der Anstieg der NEFA Konzentration ein bis zwei Wochen vor dem Abkalben kann auf schlechtere Futteraufnahme in den Wochen vor der Geburt zurückgeführt werden (GRUMMER 1993).

Der Harnstoff im Blut unterliegt den gleichen Einflüssen wie in der Milch. Die Werte in Milch und Plasma sind deshalb auch vergleichbar (BUTLER et al. 1996). Ebenso wie der Milchharnstoffgehalt gibt der Blutharnstoffgehalt Auskunft über die Eiweißversorgung. Entsteht beim Eiweißabbau zuviel Ammoniak, so wird dieses in der Leber zu Harnstoff umgewandelt und so unschädlich gemacht. Niedrige Harnstoffgehalte deuten auf einen Eiweißmangel bzw. einen relativen Energieüberschuß hin. Hohe Gehalte sind auf Proteinübersversorgung bzw. einen relativen Energiemangel zurückzuführen. Auch bei Nierenschädigung steigt der Harnstoffgehalt im Blut an. LARSON et al. (1996) bringen Harnstoffkonzentrationen von über 3,33 mmol/l mit einer verringerter Trächtigkeitsrate in Zusammenhang. ELROD und BUTLER (1993) fanden eine Korrelation zwischen erhöhten Harnstoffwerten und verringerten Trächtigkeitsraten. BUTLER et al. (1996) analysierten Harnstoff am Tag der Insemination. Tiere mit Harnstoffwerten von über 3,16 mmol/l zeigten eine geringere Konzeptionswahrscheinlichkeit als Tiere mit Werten unter 3,16 mmol/l. Somit kann geschlossen werden, daß die Blutharnstoffgehalte negativ mit der Fertilität korreliert sind. Als Ursache für die verminderte Fertilität werden die veränderte Zusammensetzung der Uterusflüssigkeit und ein tieferer pH-Wert im Uterus angegeben. Auch verminderte Plasmalogesteronwerte dürften in Kombination mit Eiweißüberschuß in der Ration für schlechtere Konzeptionsraten eine Rolle spielen (JORDAN et al. 1983, KAIM et al. 1983, ELROD et al. 1993).

Glucose gibt in Verbindung mit Bilirubin und BHB einen Hinweis auf die Energieversorgung. Der Großteil der zur Verfügung stehenden Glucose wird in der Laktation zur Milchproduktion herangezogen, während in anderen Geweben die Energiegewinnung aus Glucose reduziert wird (BAUMANN et al. 1988). Da Glucose im Vollblut relativ instabil ist, sind Aussagen nur nach raschem Zentrifugieren und baldiger Aufarbeitung wertvoll. Durch die stattfindende Glykolyse werden die Werte sonst rasch verfälscht. Als Hinweis auf Ketosegefährdung gibt SCHULTZ (1968) als Grenzwert 2,22 mmol/l Glucose im Vollblut, bzw. 2,9 mmol/l im Plasma an. Glucose als Indikator für die Fruchtbarkeit zeigte bei vielen Autoren unterschiedliche Ergebnisse. Manche konnten keinen Zusammenhang zwischen Glucosekonzentrationen im Blut und Fruchtbarkeit finden (CARSTAIRS et al. 1980, HERDT et al. 1981, KAPPEL et al. 1984, KUNZ u. BLUM 1985). Dem entgegen stehen Versuche von MIETTINEN (1991), bei denen positive Korrelationen zwischen Glucosewerten und Fruchtbarkeitsparametern nach multipler Regressionsanalyse festgestellt wurden. Tiere mit höheren Glucosewerten zwei Wochen nach dem Abkalben zeigten kürzere Rast- und Gützeiten. ELDON et al. (1988) beschäftigte sich mit dem Wiedereinsetzen des Zyklus post partum und seine Ergebnisse zeigen ein Ansteigen der Glucosekonzentration bei Zyklusbeginn.

Der insulinähnliche Wachstumsfaktor-1 (IGF-1) ist ein Peptid mit insulinähnlicher Struktur. Die Entdecker dieser Wachstumsfaktoren bezeichneten diese Gruppe ursprünglich als Somatomedine (SALMON u. DAUGHADAY 1957). FROESCH et al. (1963) beschrieben eine insulinähnliche Aktivität in Humanseren. Diese konnte durch Antikörper gegen Insulin nicht supprimiert werden und wurde deshalb als „non-suppressible insulin like activity“ bezeichnet. RINDERKNECHT und HUMBEL (1976) teilten diese Polypeptide mit insulinähnlicher Struktur und Aktivität in IGF-1 und IGF-2 ein. Als Hauptbildungs- und Sekretionsort von IGF-1 gilt die Leber. Ursprünglich wurde dem IGF-1 eine rein endokrine Wirkung zugeschrieben. Somatotropin veranlaßt demnach die Leber zur Bildung von IGF-1, welches über den Blutweg zu den Zielorganen transportiert wird (SALMON u. DAUGHADAY 1957). Aber auch in anderen Geweben wird IGF-1 gebildet, wenn auch in geringeren Konzentrationen (LUND et al. 1986, MURPHY et al. 1987, HAN et al. 1988). Eine Eigenversorgung mit IGF-1 über autokrine und/oder parakrine Mechanismen wird von verschiedenen Autoren diskutiert (D'ERCOLE et al. 1984, MATHEWS et al. 1986). ISAKSSON et al.

(1991) gehen von einem Konzept der lokalen Wirkung von Wachstumshormon zur Förderung von Zellwachstum und –entwicklung durch auto- oder parakrine Wirkung von lokal gebildetem IGF-1 aus. Besonders in der Milchdrüse befinden sich Rezeptoren für IGF-1, welche mit dem Einsetzen der Laktation an Zahl zunehmen (HADSELL et al. 1990). Im Körper befindet sich nur ein kleiner Teil des IGF-1 frei im Blut, der Hauptteil liegt in gebundener Form vor (CLEMMONS u. UNDERWOOD 1991, JONES u. CLEMMONS 1995). Bindungsproteine (BP) dienen als Transportvehikel (IGFBP-1-6). Diese Transportproteine sind für IGF-1 als Peptidhormon einzigartig und könnten eine Erklärung für die unüblich hohen Normwerte im Serum darstellen. Als Referenzbereich geben GLUCKMANN et al. (1987) 100-1000 ng/ml an. Aber nicht nur zum Transport dienen diese großen Moleküle mit einem Molekulargewicht zwischen 50.000 und 150.000 Daltons. Die Bindungsproteine reduzieren die akute insulinähnliche Wirkung des freien IGF-1. Durch das hohe Bindungsvermögen der Bindungsproteine können sie als kompetitive Gegenspieler zu den IGF- Bindungsrezeptoren gesehen werden und setzen die Wirksamkeit von IGF herab (CLEMMONS 1997). Zur Neutralisation dieses Blocks dienen Proteasen, die die Bindungsproteine spalten und das IGF aus der Verbindung freisetzen (FOWLKES 1997). Beim Vergleich der Halbwertszeiten wird die Bedeutung der Bindungsproteine für die Wirkung von IGF deutlich (GULER et al. 1989, FROESCH u. ZAPF 1985). Freies IGF-1 hat eine Halbwertszeit von 10-12 Minuten, gebunden verlängert sich die Halbwertszeit auf 12-15 Stunden. Durch die lange Halbwertszeit gibt es nur geringe tageszeitliche und auch postprandiale Veränderungen der IGF-1-Konzentration im Blut (RONGE et al. 1988). Freies IGF-1 wird in keinem Gewebe gespeichert (GLUCKMANN et al. 1987), die zirkulierenden Komplexe stellen die Speicherform dar. Die Bindungsproteine begrenzen die Permeabilität durch die Kapillaren (DAUGHADAY et al. 1980) und regeln auf diese Weise auch den Zugang zu den Membranrezeptoren. IGFBP-3 ist beim Rind das vorherrschende Bindungsprotein, es folgt im Verlauf der Laktation im wesentlichen der IGF-1 Kurve (ROBERTS et al. 1997, VEGA et al. 1991). Das Verhalten der IGFBP in Blut und Milch ist unterschiedlich. Als Beispiel gibt BAUMRUCKER (2000) den Vergleich zwischen trächtigen und nicht trächtigen Kühen an. Kühe die nicht trächtig wurden, zeigten höhere IGFBP-2 und IGFBP-3 Konzentrationen bei größerer Streuung als trächtige Kühe. Diese Werte spiegeln sich jedoch nicht im Blut wider. Daraus ergibt sich die Vermutung, daß bis dato noch unbekannte Verbindungen zwischen

Milchdrüse und Reproduktionstrakt herrschen, die die IGFBP-Konzentration im Euter unabhängig von der Konzentration im Blut regeln.

Die IGF-Konzentration wird von Somatotropin beeinflusst (GLUCKMANN et al. 1987, COHICK et al. 1989). Bei hohen Somatotropinkonzentrationen steigt die IGF-Konzentration an. Dabei scheint IGF-1 stärker als IGF-2 von dieser Koppelung betroffen zu sein, IGF-2 wird als somatotropinunabhängiger betrachtet (CLEMMONS u. UNDERWOOD 1991, CLEMMONS u. VAN WYK 1984). Bei länger anhaltender Nährstoffunterversorgung kann es zu einer Entkoppelung zwischen Somatotropin und IGF-1 kommen. Während die Somatotropinkonzentration ansteigt, sinkt die IGF-1-Konzentration ab (ELSASSER et al. 1989). Gleichzeitig sinkt die Konzentration an IGFBP-3, IGFBP-2 steigt hingegen an (SHARMA et al. 1994, VANDEHAAR et al. 1995). Neben dem Absinken der IGF-1-Konzentration kommt es auch zu einer verminderten Ansprechbarkeit von IGF-1 auf exogen zugeführtes Somatotropin (McGUIRE et al. 1992). Der Verlust dieser Ansprechbarkeit während der Nährstoffunterversorgung könnte durch die Abnahme der Bindungsrezeptoren für Somatotropin in der Leber begründet sein (MERIMEE et al. 1982, BREIER et al. 1988). Der erhöhte Somatotropinspiegel wiederum wird durch den unterdrückten negativen Feedback-Mechanismus von IGF-1 auf das Hypothalamus-Hypophysen-System ausgelöst. Dadurch steigt sowohl die Synthese als auch die Sekretion von Somatotropin an (KIRBY et al. 1993).

Zu Beginn der Hochlaktation wurde von zahlreichen Autoren ein Absinken der IGF-1-Konzentration beobachtet (RONGE et al. 1988, SPICER et al. 1990, BLUM 1990, VICINI et al. 1991). Im Gegensatz dazu bleibt die Konzentration an IGF-2 vom Laktationsstadium weitgehend unbeeinflusst (VICINI et al. 1991). Die niedrige IGF-1-Konzentration wird von RICHARDS et al. (1991) als mögliche Ursache für einen ernährungsbedingten Anöstrus angesehen. BLUM (1990) untersuchte das Verhalten der IGF-1-Werte im Verlauf der Laktation und fand eine gegenläufige Entwicklung von Milchmenge und IGF-1-Konzentration.

2.5. Auswertung der Milchinhaltsstoffe

Aus den Daten der Milchleistungskontrolle stehen die Parameter Milchmenge, Fettgehalt, Eiweißgehalt und Harnstoffgehalt zur Verfügung. Daraus lassen sich durch einfache Verknüpfungen wertvolle Aussagen über das Fütterungsmanagement treffen. Nach de KRUIF et al. (1998) hat sich folgende Vorgangsweise auch in der Praxis sehr gut bewährt:

Durch die Gegenüberstellung von Milchmenge und Milcheiweißgehalt kann die energetische Leistungsfähigkeit der zur Zeit gefütterten Ration beurteilt werden. Die Regressionsgerade ergibt eine herdenspezifische Kennlinie. Der Schnittpunkt dieser Kennlinie mit einer willkürlich gewählten Hilfslinie (3,2% Eiweiß) gibt die Grenze der energetischen Leistungsfähigkeit der Ration an. Besonders niedrige Milcheiweißgehalte zu Beginn der Laktation deuten auf einen Energiemangel und auf ein erhöhtes Auftreten subklinischer Ketosen hin (SPOHR u. WIESNER 1991, HAGERT 1992, DIRKSEN 1994).

Der Fettgehalt ist sowohl vom genetischen Potential als auch von der Fütterung abhängig. Sehr niedrige Fettgehalte deuten auf einen Rohfasermangel in der Ration hin, sehr hohe Gehalte am Beginn der Laktation bei mehreren Tieren sprechen für das Auftreten von subklinischen Ketosen. Der erhöhte Milchfettgehalt zu Laktationsbeginn ist ein Ausdruck der vermehrten Nutzung mobilisierter langkettiger Fettsäuren aus den Fettdepots (ROSSOW et al. 1991).

Als zusätzliche Hilfe zur Erkennung ketosegefährdeter Kühe dient der FDE-Wert (=Fett durch Eiweiß), der dem Quotienten aus Milchfett und Milcheiweiß entspricht (SPOHR u. WIESNER 1991). Die alleinige Bewertung des Milchfettgehaltes zur Ketoseerkennung birgt Fehlermöglichkeiten in der Interpretation. Rohfasermangel (Milchfettabfall) und lipomobilisationsbedingt hoher Fettgehalt können sich gegenseitig neutralisieren und schwerwiegende Mängel verschleiern. Als optimaler FDE-Wert wird ein Wert um 1,2 angesehen. Ein FDE-Wert von >1,4 kann als Zeichen unzureichender Energieversorgung verstanden werden (HAGERT 1992).

Harnstoffgehalte in der Milch sowie im Blut hängen stark vom Energie-

Eiweißverhältnis ab. Erhöhte Harnstoffgehalte können von einem überhöhten Eiweißangebot oder einem relativen Energiemangel herrühren. Niedrige Harnstoffgehalte deuten auf Eiweißmangel oder Energieüberschuß hin. Zur genaueren Interpretation dient das in der Praxis übliche 9-Felder Schema:

4,4	Energieüberschuß Proteinmangel	Energie überschuß	Energieüberschuß Proteinüberschuß
3,8	Proteinmangel	optimal	Proteinüberschuß
3,2	Proteinmangel unzureichende Futtermittelaufnahme	Energiemangel	Energiemangel Proteinüberschuß
2,6			
	0	15/ 2,5	30/ 5
	Harnstoff mg/dl bzw. mmol/l		

Abb.1: 9-Felder Tafel zur Beurteilung der Fütterungssituation (mod. nach SPOHR u. WIESNER 1991)

3. Eigene Untersuchungen

3.1. Material und Methode

3.1.1. Betriebsbeschreibung

In 10 Braunvieh-haltenden Betrieben wurden von März bis November 1999 in wöchentlichen Abständen Betriebsbesuche durchgeführt. Diese Betriebe befanden sich im oberösterreichischen Innviertel (Bezirk Ried) und lagen örtlich nicht mehr als 10 km voneinander entfernt. Es handelte sich um fünf konventionell wirtschaftende und fünf biologisch geführte Betriebe. Die biologischen Betriebe waren Mitglieder des Ernte- Verbandes und wirtschafteten organisch-biologisch. Von der Betriebsgröße und Betriebsstruktur unterschieden sich die zehn Betriebe nur unwesentlich, auch die äußeren Gegebenheiten (Bodenverhältnisse, Futtergrundlage) waren durch die enge räumliche Beziehung gut vergleichbar. Alle zehn Betriebe wurden von den Betriebsleitern im Vollerwerb und deshalb in erster Linie nach streng wirtschaftlichen Kriterien geführt. Damit verbunden war das Streben nach möglichst hohen Erträgen bei geringem Betriebsmitteleinsatz. Alle Betriebe waren Mitglied beim Braunviehzuchtverband und Milchleistungskontrollverband.

3.1.2. Futtergrundlage

Die Grundfuttermischung bestand bei allen Betrieben aus Grassilage und Heu. Maissilage wurde auf allen konventionellen, aber nur auf einem Biobetrieb angeboten. Als Krafftutterergänzung dienten eigene oder zugekaufte Getreidemischungen, die in konventionellen Betrieben durch Sojaextraktionsschrote oder Rapskuchen eiweißseitig aufgewertet wurden. Die Grundfuttermischung wurde zwei bis drei mal täglich vorgelegt, wobei man durch mehrmaliges Nachschieben einer ad-libitum-Aufnahme möglichst nahe kam. Die Rationskomponenten wurden einzeln und nacheinander verfüttert, TMR (totale Mischration) kam auf keinem der Betriebe zum Einsatz. Krafftuttergaben wurden teils manuell, teils mithilfe automatischer Fütterungseinrichtungen (Transponder) zugeteilt.

Tab.1: Auflistung der auf den Betrieben eingesetzten Futterkomponenten

Betrieb	Grundfutter		Krafffutter										
	GS	MS	Weiz	Ger	Hafer	Triti	Mais	Soja	Raps	Biertr.	TS	Erbse	Bohne
1 konv	X	x	x	x			x	X	x	x			
2 konv	X	x	x	x	X		x		x		x		
3 konv	X	x				X	x	X					
4 konv	X	x		x		X		X			x	x	
5 konv	X	x		x		X	x	X					
6 bio	X			x		X				x	x		X
7 bio	X		x	x	X	X	x						
8 bio	X	x	x	x	X	X	x				x	x	
9 bio	X		x	x		X	x			x	x		
10 bio	X		x	x	X					x	x	x	

GS..Grassilage MS..Maissilage Weiz..Weizen Ger..Gerste Triti..Triticale Soja..Sojaextraktionsschrot
 Raps..Rapskuchen Biertr..Biertreber TS..Trockenschnitzel

Aufgrund der verbrauchten Krafffuttermengen konnten bei Berücksichtigung der durchschnittlichen Kuhzahl näherungsweise die aufgenommenen Bruttonährstoffe pro Kuh und Jahr aus Krafffutter errechnet werden. Als Datengrundlage wurden Werte der DLG-Futterwerttabellen für Wiederkäuer, 1997 verwendet.

Tab.2: Energie- und Eiweißmengen aus Krafffutter pro Tier und Jahr

Betrieb	Nettoenergielaktation in MJ	Rohprotein in g
1 konv	10.705	267.379
2 konv	11.087	230.090
3 konv	16.017	349.469
4 konv	10.576	272.861
5 konv	9.141	216.498
6 bio	7.645	156.137
7 bio	12.475	251.670
8 bio	11.097	226.698
9 bio	10.406	207.883
10 bio	7.970	163.974

3.1.3. Aufstallung

Alle Betriebe hielten ihre Tiere im Laufstall mit unterschiedlichen Ausführungen – acht Betriebe mit Liegeboxen und Einstreu, zwei Betriebe als Tretmiststall. Im Freßplatzbereich dienten Selbstfanggitter zur Fixierung der Tiere. Den Biobetrieben wurde vom Bioverband befestigter Auslauf oder Weidegang an mindestens 180 Tagen im Jahr für Rinder vorgeschrieben. Durch die Notwendigkeit eines Warteplatzes bei Laufställen, auf den die Kühe vor der Melkung verbracht wurden, und der auch in konventionellen Betrieben zur freien Benützung vorhanden war, konnten Licht- und Luftverhältnisse in allen Betrieben als vergleichbar angesehen werden. Dieser Warteplatz erfüllte auch die Anforderungen an die biologische Rinderhaltung.

3.1.4. Milchleistung

Die Züchtungsstrategie der Betriebsleiter unterschied sich nicht wesentlich; als erstrebenswerte Zuchtmerkmale wurden Milchleistung und Gesundheit der Tiere angegeben. Demzufolge wurden auch in allen Betrieben Sperma von Stieren mit vergleichbarem genetischen Potential eingesetzt.

Milchmengenmessungen wurden vom Milchleistungskontrollverband durchgeführt, die Kontrollintervalle betragen 30-40 Tage. Die Daten der Milchleistungskontrolle für die Kontrolljahre 1998/99 bzw. 1999/2000 gehen aus Tabelle 2 und 3 hervor:

Tabelle 3: Milchleistungsdaten für das Kontrolljahr 1998/99

Betrieb	biol./ konv.	Tierzahl	Milch- leistung kg	Fett %	Fett kg	Eiweiß %	Eiweiß kg
1	konv.	20,9	7.104	4,34	308	3,50	247
2	konv.	16,7	5.971	4,17	249	3,40	203
3	konv.	24,5	7.463	4,13	308	3,50	261
4	konv.	24,4	5.599	4,47	250	3,40	189
5	konv.	20,0	6.899	4,22	291	3,50	241
□	konv.	21,1	6.591	4,27	281	3,48	229
6	biol.	28,7	6.275	4,38	275	3,40	213
7	biol.	32,7	7.165	4,20	301	3,40	244
8	biol.	26,2	6.874	4,03	277	3,50	241
9	biol.	17,4	6.844	3,93	269	3,50	240
10	biol.	29,4	5.519	4,00	221	3,30	182
□	biol.	26,9	6.535	4,11	269	3,42	224

Tabelle 4: Milchleistungsdaten für das Kontrolljahr 1999/2000

Betrieb	biol./ konv.	Tierzahl	Milch- leistung kg	Fett %	Fett kg	Eiweiß %	Eiweiß kg
1	konv.	22,3	7.713	4,25	328	3,41	263
2	konv.	19,4	6.313	4,12	260	3,34	211
3	konv.	26,4	8.411	3,93	331	3,42	288
4	konv.	23,4	5.518	4,49	248	3,50	194
5	konv.	22,8	6.633	4,18	277	3,43	228
□	konv.	22,9	6.918	4,20	289	3,42	237
6	biol.	29,3	6.121	4,18	256	3,33	204
7	biol.	38,1	7.125	4,00	285	3,43	245
8	biol.	30,3	6.195	4,08	253	3,29	204
9	biol.	18,8	6.692	3,87	259	3,45	231
10	biol.	30,1	5.163	3,90	201	3,20	167
□	biol.	29,3	6.259	4,01	251	3,34	210

3.1.5. Blutprobenentnahmen

Der Untersuchungszeitraum umfaßte bei jedem Tier die Zeit von zwei Wochen vor bis 13 Wochen nach der Geburt des Kalbes. Durch die Diskrepanz zwischen errechnetem und tatsächlichem Kalbetermin ergaben sich für die Zeit ante partum unterschiedlich große Probenzahlen. Blut wurde wöchentlich aus der V. jugularis entnommen (VACUETTE, Fa. Greiner, Kremsmünster). Die Probengewinnung erfolgte in der Zeit zwischen 7 Uhr und 12 Uhr, danach wurden die Proben zentrifugiert (10 min bei 1650 g) und Serum bzw. Plasma für weitere Analysen verwendet, bzw. bei -20° C eingefroren.

Pro Tier wurden vier Röhrchen Blut gewonnen: Je zwei mal 9 ml EDTA-Blut zur Plasmagewinnung, ein Röhrchen mit Gerinnungsaktivator und Trenngel für die Gewinnung von Serum, sowie ein Röhrchen mit EDTA/Na-Fluorid-Beschichtung zur Glucosebestimmung.

Serum diente zur Analyse folgender Parameter:

γ -Glutamyltransferase	GGT
Aspartat-Amino-Transferase	AST
Glutamat-Dehydrogenase	GLDH
Harnstoff	UREA
Unveresterte Fettsäuren	NEFA
β -Hydroxybuttersäure	BHB
Progesteron	P ₄
Calcium	Ca
Phosphor	P
Magnesium	Mg
Kalium	K
Eisen	Fe

Plasma wurde für die Analyse von Insulin-like-Growth-Factor-1 (IGF-1) verwendet.

3.1.5.1. Blutanalysen

Mit Ausnahme von Kalium wurden alle Blutparameter auf dem Gerät AUTOLAB der Fa. Roche-Diagnostics (Wien) naßchemisch analysiert. Kalium wurde mit REFLOTRON (Fa. Roche) trockenchemisch analysiert. Die Progesteronbestimmung erfolgte vollautomatisch mit ES 300 (Fa. Roche). Die Bestimmung von IGF-1 erfolgte am Institut für Physiologie der Technischen Universität München, Arbeitsgruppe Doz. Dr. R. Bruckmayr. Der Analyse liegt ein Radioimmunoassay zugrunde (Methode DAXENBERGER et al. 1998) Zur Eliminierung des Einflusses störender Bindungsproteine wurde IGF-2 zugegeben, welches eine stärkere Affinität zu den Bindungsproteinen aufweist als IGF-1. IGF-2 zeigt außerdem eine geringe Kreuzreaktivität mit dem hochspezifischen IGF-1 Antiserum. Für den Test verwendete Antikörper stammten von Kaninchen. Die Interassayvariation betrug 13,4%, die Intraassayvariation 5,1%.

3.1.5.2. Qualitätskriterien der Bestimmung

Bei jedem Meßdurchgang wurde parallel zu den Blutproben ein Kontrollserum mitanalysiert. Befand sich der gemessene Kontrollwert innerhalb der angegebenen Grenzwerte, wurde davon ausgegangen, daß die ausgewiesenen Blutwerte richtig gemessen wurden und reproduzierbar waren. Das verwendete Kontrollserum PRECINORM (Fa. Roche Diagnostics, Mannheim) wurde für alle naßchemisch ermittelten Werte verwendet. Zur Qualitätskontrolle der Kaliumwerte wurde ein „clean und check“ Streifen vor jedem Meßtag verwendet. Befand sich dieser Kontrollwert innerhalb der vom Hersteller angegebenen Grenzen, wurde Kalium gemessen. Andernfalls mußte das optische System des Reflotron gereinigt werden und eine neuerliche Kontrollmessung durchgeführt werden. Die nachfolgend aufgeführten Kontrollen geben Mittelwerte aus jeweils vier unabhängigen Messungen pro Monat an.

Tab.5: Qualitätskriterien für die Durchführung der Messungen

	GGT ist	GGT soll	AST ist	AST soll	GLDH ist	GLDH soll	Fe ist	Fe soll
	U/I	U/I	U/I	U/I	U/I	U/I	mg/dl	mg/dl
April	37,0	36,9	18	18	11	12	113	113
Mai	37,0	36,9	16	18	12	12	121	113
Juni	35,0	36,9	15	18	12	12	123	113
Juli	25,0	26,1	14	17	12	15	104	104
Aug.	26,0	26,1	15	17	14	15	115	104
Sept.	25,0	26,1	14	17	12	15	107	104
Okt.	25,0	26,1	16	17	12	15	97	104
Nov.	24,5	26,1	18	17	13	15	98	104

Tab.6: Qualitätskriterien für die Durchführung der Messungen

	P ist	P soll	Ca ist	Ca soll	Mg ist	Mg soll	GLU ist	GLU soll
	mg/dl	mg/dl	mmol/l	mmol/l	mmol/l	mmol/l	mg/dl	mg/dl
April	4,06	3,97	2,39	2,24	1,00	1,00	109	105
Mai	3,80	3,97	2,40	2,24	0,99	1,00	107	105
Juni	3,95	3,97	2,29	2,24	0,99	1,00	101	105
Juli	3,93	3,88	2,19	2,24	0,98	1,02	102	103
Aug.	3,98	3,88	2,27	2,24	0,98	1,02	102	103
Sept.	3,77	3,88	2,20	2,24	0,95	1,02	104	103
Okt.	4,00	3,88	2,27	2,24	1,03	1,02	99	103
Nov.	3,58	3,88	2,34	2,24	1,03	1,02	104	103

Tab.7: Qualitätskriterien für die Durchführung der Messungen

	UREA ist	UREA soll	NEFA ist	NEFA soll	BHB ist	BHB soll
	mg/dl	mg/dl	mmol/l	mmol/l	mmol/l	mmol/l
April	39	41	0,85	0,81	1,03	1,00
Mai	40	41	0,85	0,81	1,03	1,00
Juni	42	41	0,85	0,81	1,03	1,00
Juli	38	42	0,85	0,81	1,03	1,00
Aug.	38	42	0,85	0,81	1,03	1,00
Sept.	40	42	0,85	0,81	1,03	1,00
Okt.	38	42	0,85	0,81	1,03	1,00
Nov.	38	42	0,85	0,81	1,03	1,00

3.1.6. Harnproben

In den ersten fünf Wochen post partum wurden wöchentlich, parallel zu den Blutabnahmen, Harnproben von allen Kühen mittels Harnkatheter entnommen und mittels Teststreifen auf Ketonkörper untersucht. Dazu dienten Ketostix-Teststreifen (Fa. Bayer, Wien). Das Testprinzip beruht auf einer Reaktion von Nitroprussidnatrium mit Acetessigsäure. Der Harnstreifen wurde kurz mit Harn benetzt und das Ergebnis nach 15 Sekunden durch Vergleich mit einer Farbskala ermittelt. Als mögliche Werte kamen 0, 5, 15, 40, 80 und 160 mg/dl in Frage. Die erhaltenen Werte wurden mit den BHB Werten aus dem Blut in Beziehung gesetzt, um die Verlässlichkeit der Harnstreifen zu überprüfen.

3.1.7. Futterproben

Von jedem Betrieb wurden Grundfutterproben zur Nährstoffanalyse gewonnen. Mit einem Metallbohrer wurde an mehreren Stellen des Futterstockes Material entnommen. Nach sorgfältiger Durchmischung wurde eine repräsentative Menge (ca. 1kg) für die Analyse herangezogen. Die Proben wurden luftdicht verpackt und am selben bzw. am nächsten Tag zum Bundesamt für Agrarbiologie nach Linz gebracht, wo nach den Grundzügen der Weender Futtermittelanalyse untersucht wurde. Von allen Betrieben wurden Grassilagen, Heu und Maissilagen untersucht, sofern sie auch in der Fütterung eingesetzt wurden.

Folgende Parameter wurden analysiert: Trockensubstanz, Rohasche, Organische Masse, Stickstofffreie Extraktstoffe, Rohfett, Rohfaser, MJ NEL, Rohprotein;

3.1.8. Klinische Untersuchung der Kühe

Ab sechs Wochen nach dem Abkalben erfolgte in 14tägigen Abständen eine rektale gynäkologische Untersuchung. Bei dieser rektalen Palpation wurden Größe und Form des Uterus, Größe und Konsistenz der Ovarien und das Vorhandensein von Funktionskörpern geprüft. Sobald eine Kuh belegt war, wurde auf weitere rektale Untersuchungen verzichtet. Trächtigkeitsuntersuchungen nahm der Hoftierarzt vor.

3.1.9. Progesteron

Da eine ausschließliche manuelle Palpation des Reproduktionstraktes zur Zyklusdiagnostik mit einer hohen Fehlerwahrscheinlichkeit behaftet ist (DAWSON 1975), wurde, wie von KELTON (1989) vorgeschlagen, zusätzlich die Plasma-progesteronkonzentration wöchentlich bestimmt. Anhand dieser Progesteronprofile wurden die Tiere in Anlehnung an OPSOMER et al. (1999) in zwei Gruppen eingeteilt.

Tab.8: Gruppeneinteilung anhand von Progesteronprofilen

Code	Bezeichnung	Beschreibung
1	Normales Profil	Progesteronanstieg >3,18 nmol/l vor Tag 50 p.p., gefolgt von regelmäßigem Ansteigen und Absinken der Progesteronkonzentration innerhalb eines Zyklus
2	Verändertes Profil	Tiere mit anhaltend niedrigen Progesteronwerten innerhalb der ersten 50 Tage p.p., Tiere mit verlängerter Lutealphase ohne vorheriger Besamung, Tiere mit kurzer Lutealphase und Tiere mit unregelmäßigem Profil, das nicht genauer eingeordnet werden konnte.

Aufgrund der niedrigen Tierzahl konnten nicht mehr als zwei Gruppen gebildet werden, um sinnvolle statistisch abgesicherte Aussagen abzuleiten.

Progesteron wurde aus dem Serum analysiert, als Methode diente der „Enzymun Test“ der Fa. Roche-Diagnostics (Wien). Er arbeitet mit dem System eines Enzyme-Linked-Immunsorbent Assay Testes. Nach STAPLES und THATCHER (1990) wurden P₄-Werte über 1 ng/ml entsprechend 3,18 nmol/l als positiver Befund für das Vorhandensein eines endokrin aktiven Gelbkörpers gewertet.

3.1.10. Probenverteilung

Die Tiere wurden ohne Berücksichtigung von Leistung und Alter ausgewählt, einziges Kriterium war der voraussichtliche Kalbetermin zwischen März und August 1999. Aus Tabelle 9 ist die Probenverteilung ersichtlich.

Tab.9: Verteilung der Blutproben über den Entnahmezeitraum

Probenanzahl	Datum		Probenanzahl	Datum
3	04.03.99		62	20./21.07.99
4	12.03.99		59	28./29.07.99
5	17.03.99		56	03./05.08.99
8	25.03.99		54	10./12.08.99
10	01.04.99		45	17./19.08.99
14	07.04.99		42	24./26.08.99
17	15.04.99		38	31.8/02.9.99
24	21.04.99		37	07./08.09.99
32	28./29.05.99		37	14./15.09.99
35	05./06.05.99		32	21./22.09.99
37	11./12.05.99		30	28./29.09.99
39	20./21.05.99		28	05./06.10.99
37	26./27.05.99		22	12.10.99
40	01./02.06.99		19	20.10.99
44	09./10.06.99		9	28.10.99
49	15./16.06.99		5	04.11.99
54	21./22.06.99		4	11.11.99
62	01./02.07.99		3	18.11.99
62	13./15.07.99		2	25.11.99

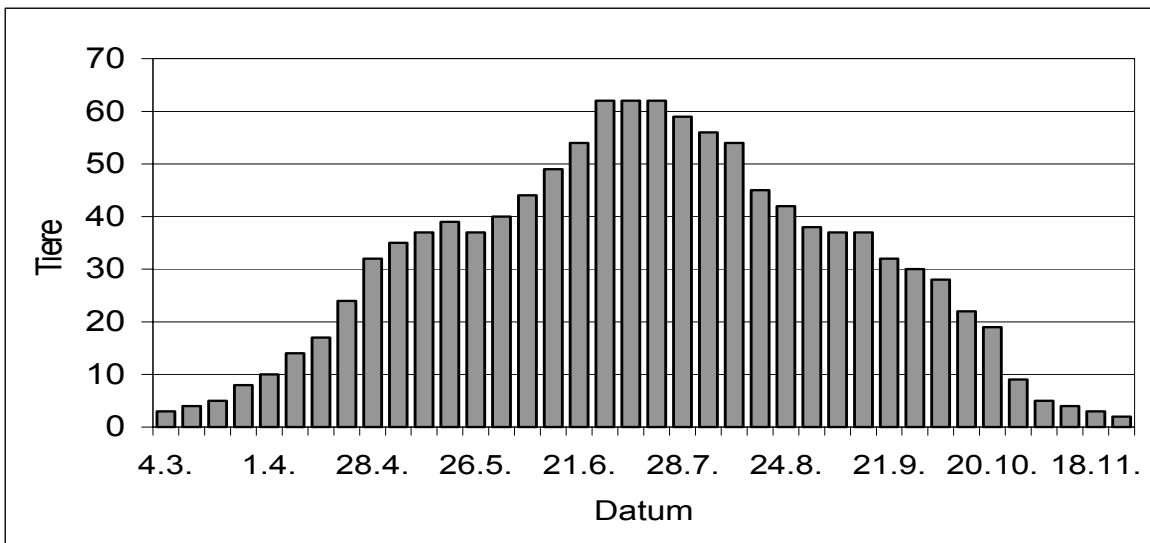


Abb.2: Jahreszeitliche Verteilung der Blutproben

3.1.11. Verteilung der Laktationen

Die Tiere wurden ohne Rücksichtnahme auf Alter oder Laktationsnummer ausgewählt. Aus Abb. 3 geht die Verteilung der Tiere bezüglich der Laktationsanzahl hervor.

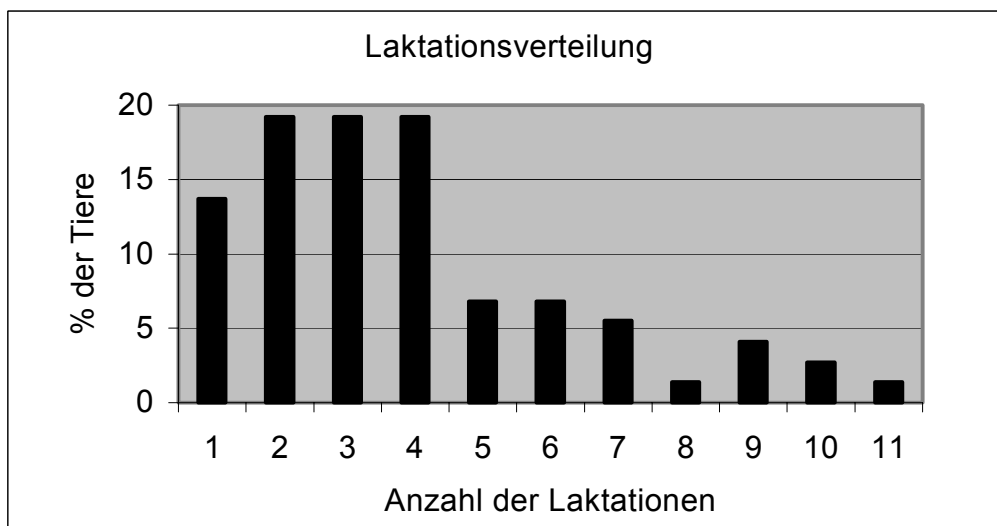


Abb.3: Anzahl der Laktationen bei den untersuchten Kühen

3.1.12. Statistische Methoden

Die statistische Auswertung erfolgte mithilfe des Statistikprogrammes SPSS, Version 11.0. Zuerst wurde geprüft, ob für diese Daten eine Normalverteilung vorlag. Weder die Werte selbst noch ihre Residuen waren normalverteilt (Kolmogoroff-Smirnoff-Test). Daraus folgend kam ein nichtparametrisches Testverfahren zur Anwendung. Mithilfe des Mann-Whitney Testes wurden die Werte der Analysen ante partum mit den Werten post partum verglichen. Bei Keton- und Progesteronanalysen wurde zur Auswertung ein Chi-Quadrat-Modell angewandt. Die Fruchtbarkeitsdaten wurden mittels t-Test ausgewertet.

Nach KRAFT und DÜRR (1999) wurden zur Ermittlung der Sensitivität des Harnketontestes die Anzahl der testpositiven Ketosegefährdeten ($\text{BHB} > 1 \text{ mmol/l}$ und $\text{Keton} \geq 40 \text{ mg/dl}$) durch die Gesamtzahl der Ketosegefährdeten dividiert ($\text{BHB} > 1 \text{ mmol/l}$).

Die Spezifität einer Methode ergab sich durch Division der Anzahl der testnegativen Ketoseungefährdeten ($\text{BHB} \leq 1 \text{ mmol/l}$ und $\text{Keton} \leq 15 \text{ mg/dl}$) durch die Gesamtzahl der Ketoseungefährdeten ($\text{BHB} \leq 1 \text{ mmol/l}$).

Die Boxplots für die Darstellung der Ergebnisse aus der Blutanalyse geben die Quantile wieder (5%, 25%, Median, 75%, 95%).

In zwei Biobetrieben zeigten sich bei der Beurteilung der Fruchtbarkeitsdaten zwei extreme Werte bei der Gützeit (329 und 384 Tage). Nach Rücksprache mit den betroffenen Landwirten gaben beide Betriebsleiter an, die Kühe deshalb so lange im Betrieb belassen zu haben, weil sie den Status einer „Lieblingskuh“ genossen (hohe Lebensleistung, gute Milchleistung) und die Züchter deshalb noch unbedingt ein Kalb erhalten wollten. Beide gaben an, sich über die ökonomische Fragwürdigkeit dieser Maßnahme im Klaren zu sein. Diese beiden Kühe wurden bei der Berechnung der Fruchtbarkeitsdaten außer Acht gelassen.

3.2. Ergebnisse

3.2.1. Biochemische Stoffwechselprofile

γ -Glutamyltransferase

Die γ -Glutamyltransferase-Konzentration war ante partum niedrig, stieg bis zur Woche 1 signifikant an ($p < 0,05$) und blieb ab Woche 4 bis zur Woche 13 auf einem im Vergleich zu vor der Geburt signifikant erhöhten Plateau.

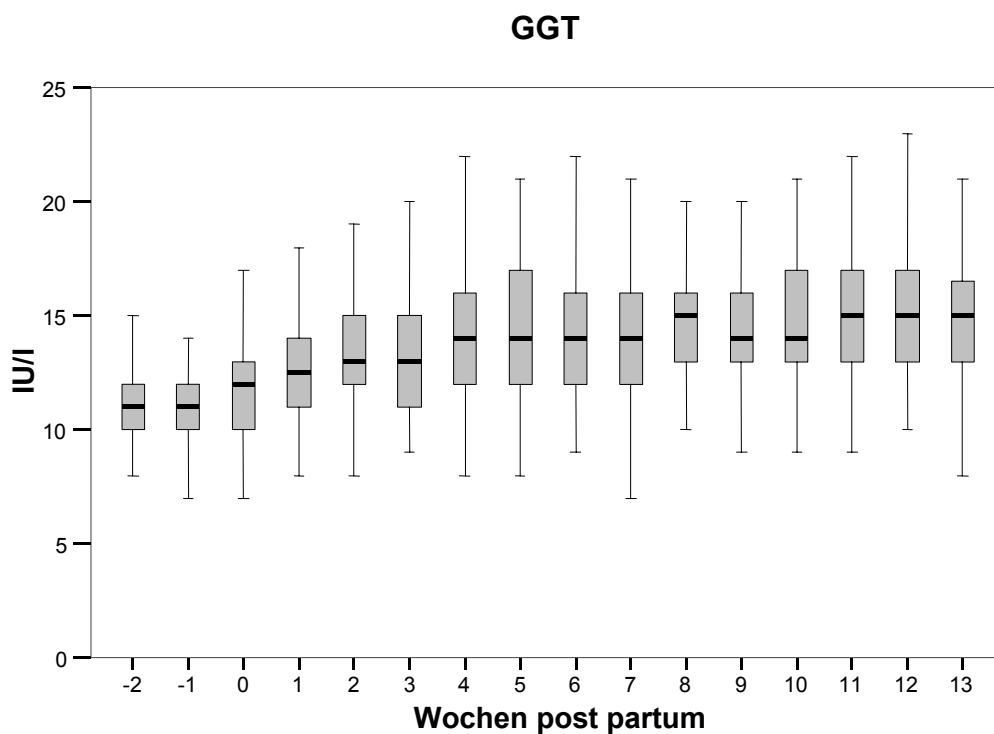


Abb.4: Verlauf der γ -GT-Konzentration bei Kühen vor der Abkalbung und im Verlauf der Laktation. Die Werte der Wochen -2 ($n=35$) und -1 ($n=58$) lagen signifikant unter den Werten der Wochen 1 bis 13 (jeweils $n=73$, $p < 0,05$). Die Werte der Woche 0 ($n=73$) unterschieden sich nicht von den Werten a.p., erst die Werte der Wochen 2 bis 13 (jeweils $n=73$) lagen signifikant höher ($p < 0,05$).

Aspartat-Amino-Transferase

Die Konzentration der Aspartat-Amino-Transferase (AST) stieg zum Geburtszeitpunkt hin signifikant an, danach kam es nur zu kleineren Veränderungen ($p < 0,05$).

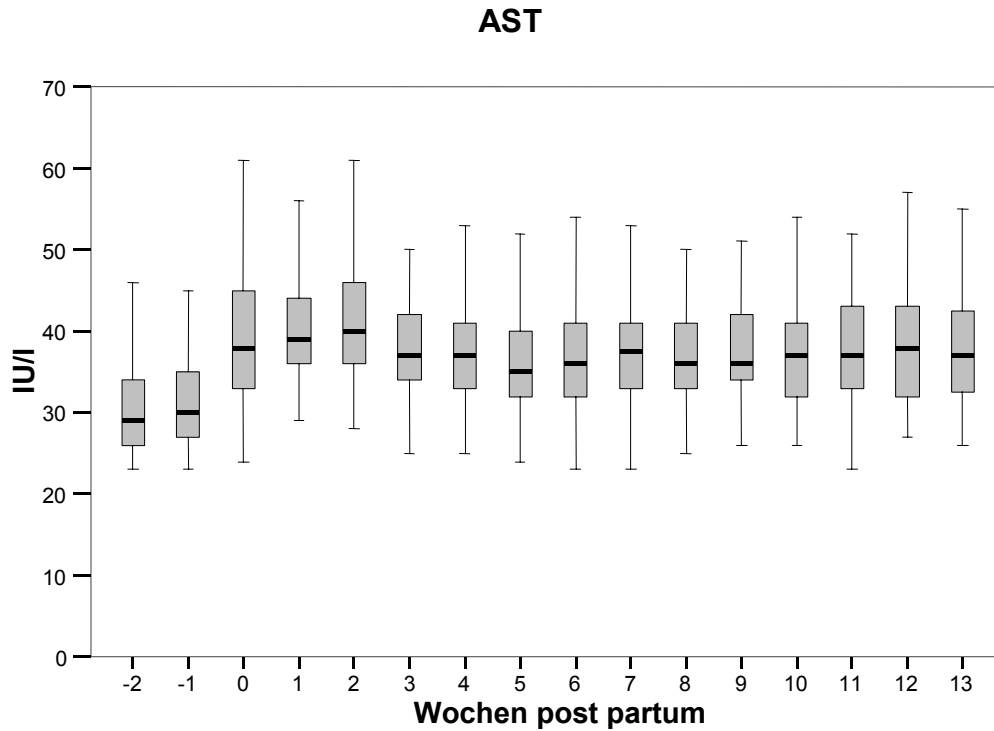


Abb.5: Verlauf der AST-Konzentration bei Kühen vor der Abkalbung und im Verlauf der Laktation. Signifikante Unterschiede ergaben sich zwischen den Wochen -2 ($n=35$) bzw. -1 ($n=35$) und den Wochen 0 bis 13 (jeweils $n=73$, $p < 0,05$).

Glutamat-Dehydrogenase

Der Anstieg der Glutamat-Dehydrogenasekonzentration nach der Geburt erfolgte später als bei den beiden vorhergehenden Leberenzymen. Die höchsten Werte wurden zwischen Woche 2 und 4 gemessen, danach fiel die Enzymaktivität bis zum Ende des Untersuchungszeitraumes leicht ab.

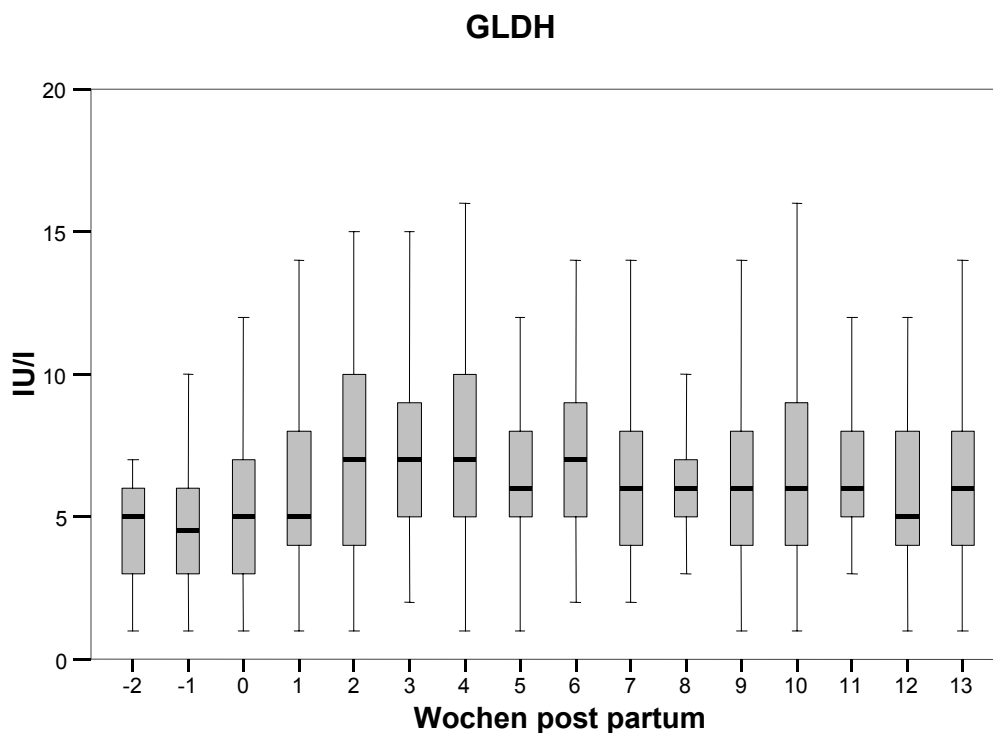


Abb.6: Verlauf der GLDH-Konzentration bei Kühen vor der Abkalbung und im Verlauf der Laktation. Signifikante Unterschiede bestanden zwischen den Wochen -2 (n=35) bzw. -1 (n=58) und den Wochen 2 bis 13 (jeweils n=73, $p < 0,05$). Die Werte der Woche 0 (n=73) unterschieden sich nicht von den Werten der Wochen a.p., Signifikanzen traten erst zu Woche 2 bis 6 auf (jeweils n=73, $p < 0,05$).

Harnstoff

Der Harnstoffgehalt im Blut sank bis eine Wochen nach der Geburt signifikant ab und veränderte sich danach bis zur 13. Woche p.p. nur geringfügig ($p < 0,05$).

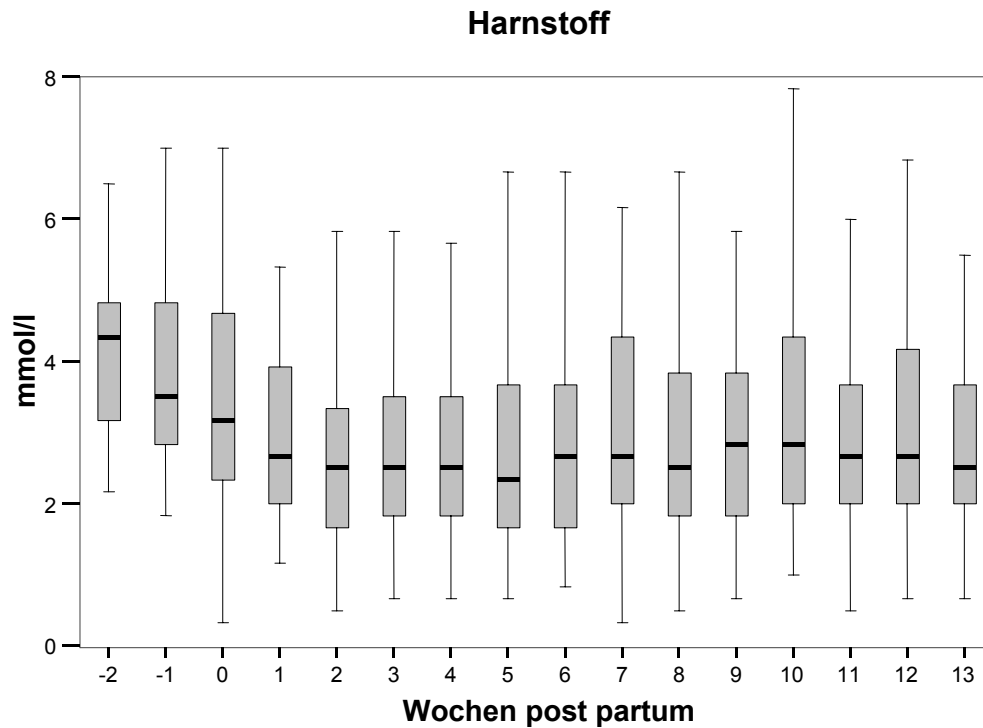


Abb.7: Verlauf der Harnstoffkonzentration bei Kühen vor der Abkalbung und im Verlauf der Laktation. Signifikante Unterschiede ergaben sich zwischen den Wochen -2 ($n=35$) bzw. -1 ($n=58$) und den Wochen 1 bis 13 (jeweils $n=73$, $p < 0,05$). Die Werte der Woche 0 ($n=73$) unterschieden sich nicht von den Wochen a.p., wohl aber von den Wochen 1 bis 6 (jeweils $n=73$, $p < 0,05$).

Glucose

Die Plasmaglukosekonzentration nahm nach dem Kalben über einen Zeitraum von etwa 2 Wochen kontinuierlich ab, dieser Abfall war signifikant ($p < 0,05$), danach kam es zu einem langsamen Ansteigen der Meßwerte über den gesamten weiteren Untersuchungszeitraum ($p < 0,05$).

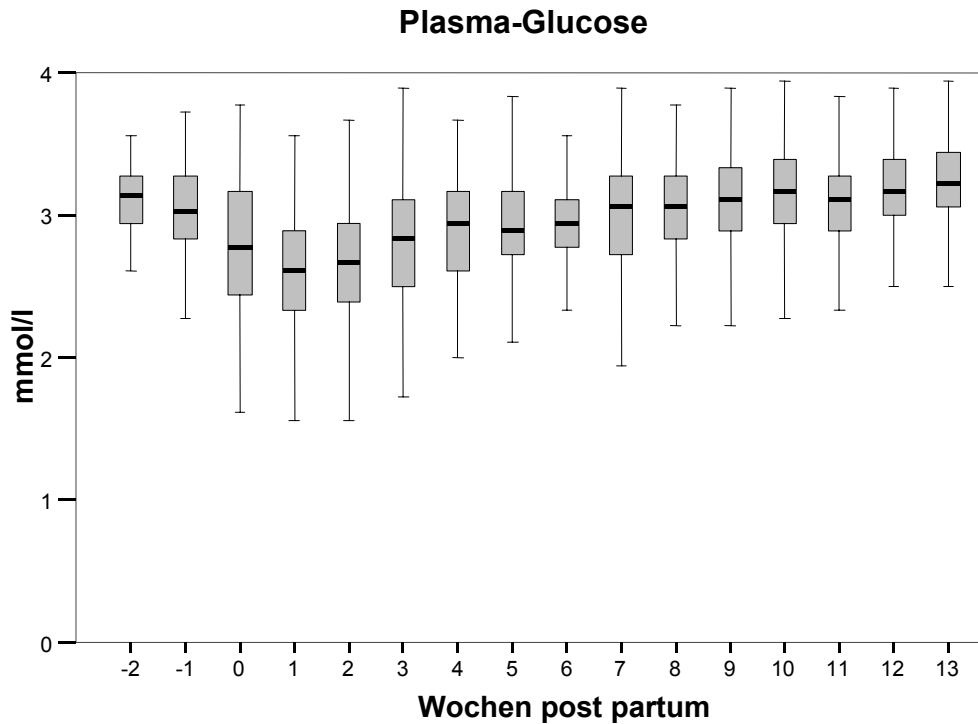


Abb.8: Verlauf der Glucosekonzentration bei Kühen vor der Abkalbung und im Verlauf der Laktation. Signifikante Unterschiede ergaben sich zwischen den Wochen -2 (n=35) bzw.-1 (n=58) und den Wochen 0 bis 5 (jeweils n=73, $p < 0,05$).

Unveresterte Fettsäuren

Bereits ante partum stieg die NEFA-Konzentration an, erreichte ihren Höhepunkt eine Woche nach der Geburt und kehrte danach langsam bis zum Ende des Untersuchungszeitraumes zu den Ausgangswerten zurück. Der Anstieg bis kurz nach der Geburt erwies sich als signifikant ($p < 0,05$).

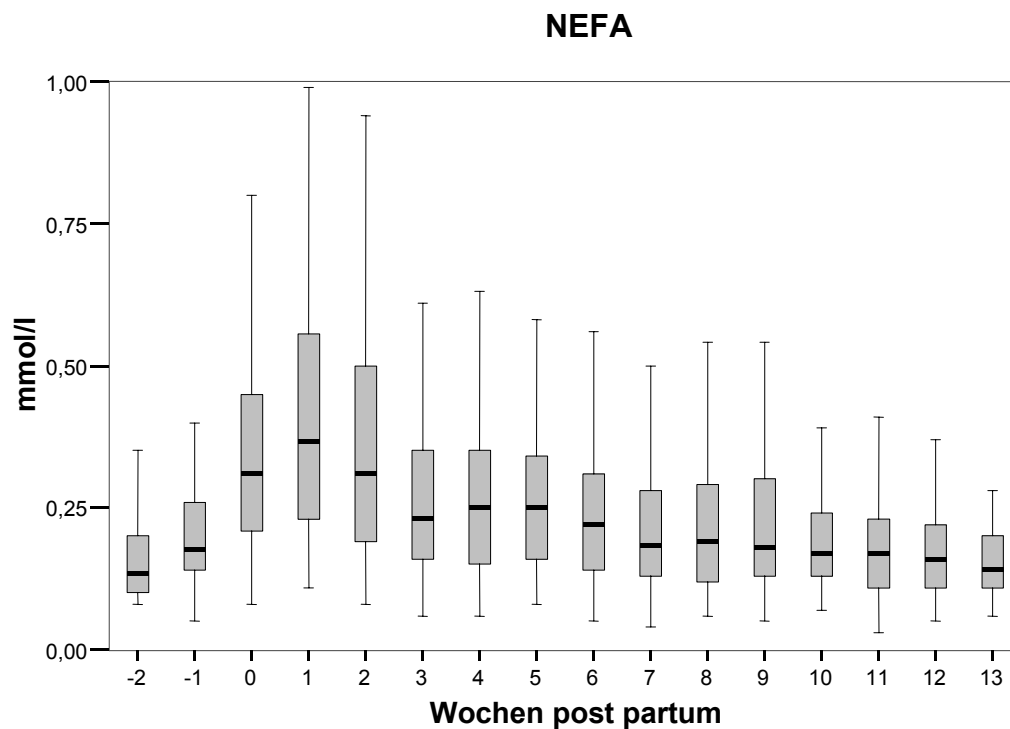


Abb.9: Verlauf der NEFA-Konzentration bei Kühen vor der Abkalbung und im Verlauf der Laktation. Signifikante Unterschiede bestanden zwischen den Wochen -2 ($n = 35$) bzw. -1 ($n = 58$) und den Wochen 0 bis 6 (jeweils $n = 73$, $p < 0,05$).

β -Hydroxybuttersäure

Im zeitlichen Verlauf der β -Hydroxybuttersäurekonzentration stiegen die Werte zum Geburtszeitpunkt hin stetig an. Der Höhepunkt war kurz nach der Geburt erreicht, danach sanken die Werte bis zum Ende der Untersuchungen ab.

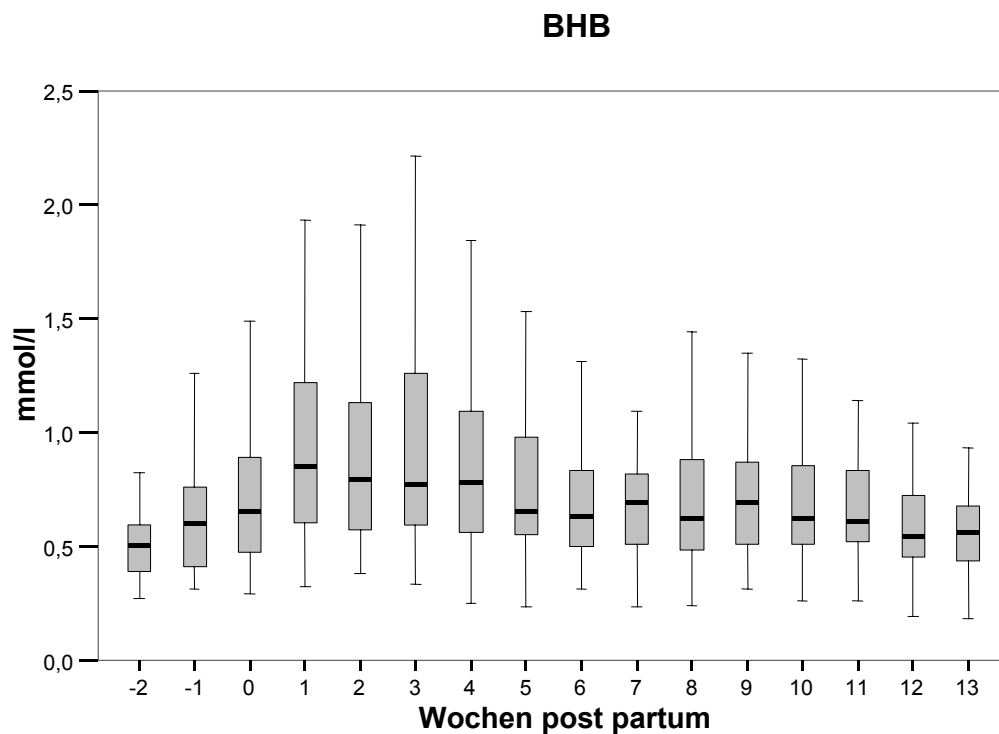


Abb.10: Verlauf der β -Hydroxybuttersäurekonzentration bei Kühen vor der Abkalbung und im Verlauf der Laktation. Signifikante Unterschiede bestanden zwischen den Wochen -2 (n=35) bzw. -1 (n=58) und den Wochen 1 bis 7 (jeweils n=73, $p < 0,05$). Die Werte der Woche 0 (n=73) unterschieden sich signifikant von den Werten der Woche -2 (n=35, $p < 0,05$) sowie den Werten der Wochen 1 bis 4 (jeweils n=73, $p < 0,05$).

Kalium

Die Kaliumkonzentration zeigte über den gesamten Untersuchungszeitraum nur geringe Schwankungen, die auch vom Geburtszeitpunkt unbeeinflusst waren. Es konnten keine signifikanten Unterschiede zwischen den verschiedenen Wochen ermittelt werden.

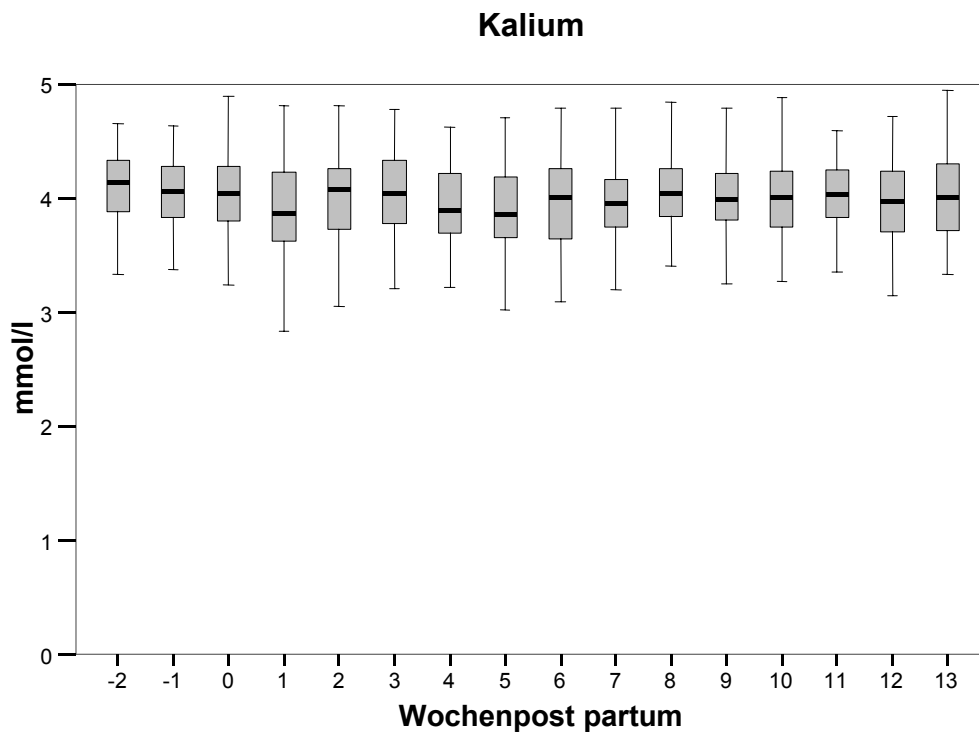


Abb.11: Verlauf der Kaliumkonzentration bei Kühen vor der Abkalbung und im Verlauf der Laktation. Es bestanden keine signifikanten Unterschiede zwischen den Untersuchungszeitpunkten.

Eisen

Die Eisenkonzentration sank zum Geburtszeitpunkt hin signifikant ab und erreichte um die Geburt ihren Tiefststand ($p < 0,05$). Danach traten nur mehr geringe Schwankungen auf.

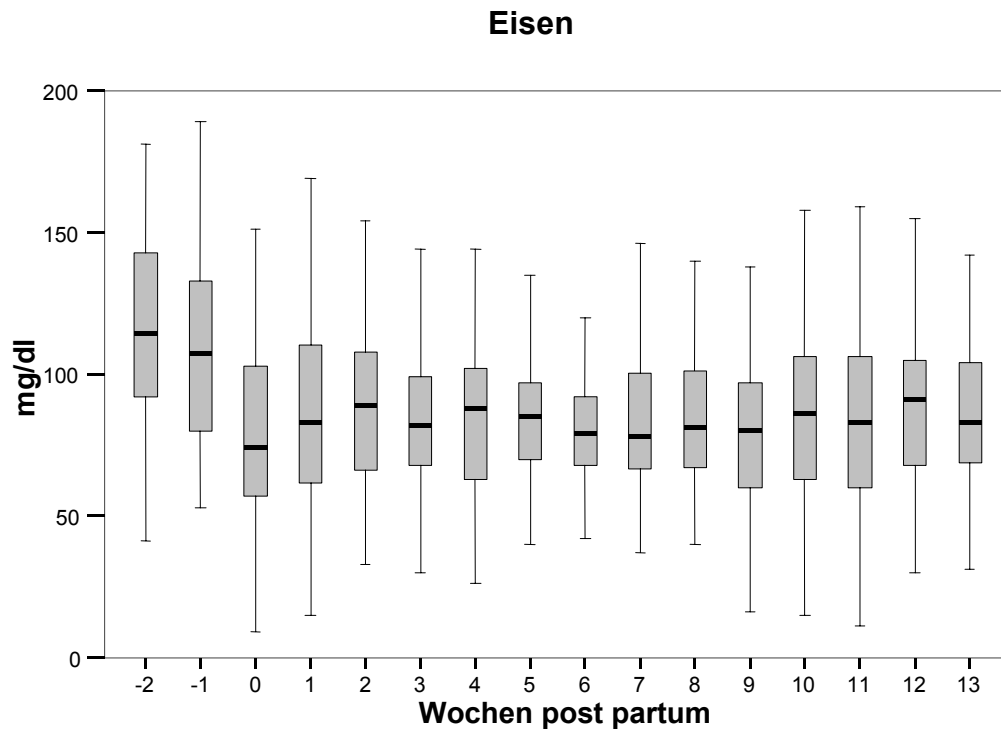


Abb.12: Verlauf der Eisenkonzentration bei Kühen vor der Abkalbung und im Verlauf der Laktation. Signifikante Unterschiede bestanden zwischen den Wochen -2 (n=35) bzw. -1 (n=58) und allen folgenden Wochen (jeweils n=73, $p < 0,05$).

Magnesium

Die Magnesiumkonzentration blieb bis eine Woche post partum konstant, der Anstieg in Woche 2 war signifikant ($p < 0,05$), der weitere Verlauf zeigte keine signifikanten Veränderungen.

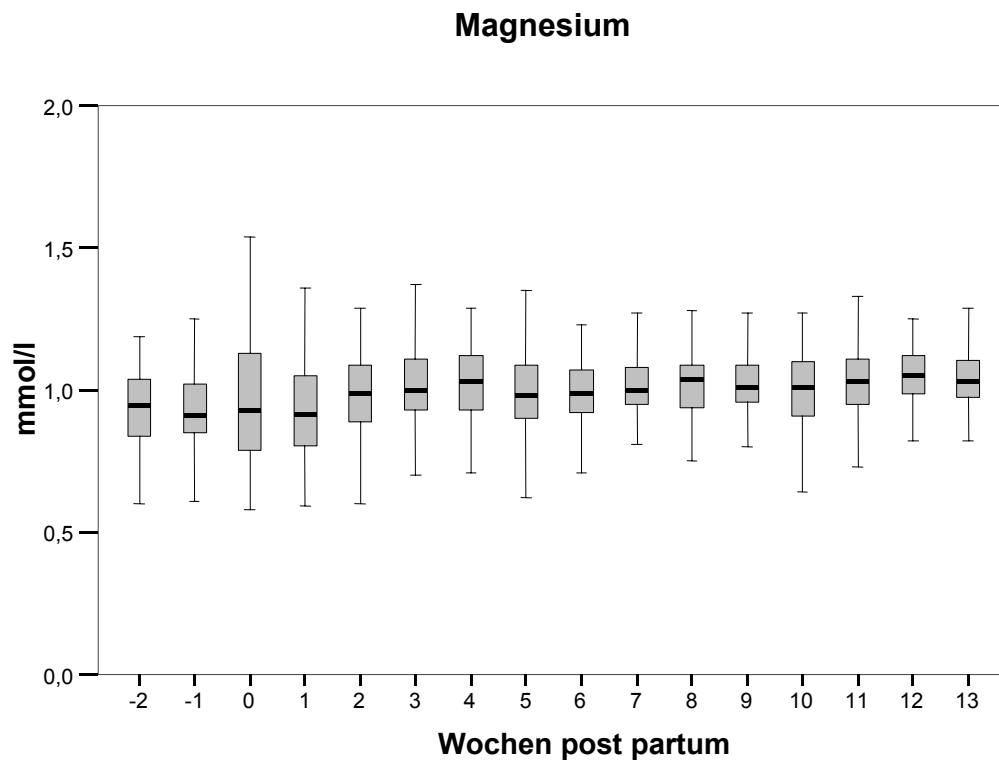


Abb.13: Verlauf der Magnesiumkonzentration bei Kühen vor der Abkalbung und im Verlauf der Laktation. Signifikante Unterschiede bestanden zwischen den Wochen -2 ($n=35$) bzw. 0 ($n=73$) und den Wochen 3 bis 13 (jeweils $n=73$) und zwischen den Wochen -1 ($n=58$) bzw. 1 ($n=73$) und den Wochen 2 bis 13 (jeweils $n=73$, $p < 0,05$).

Calcium

Die Calciumkonzentration im Blut sank bei der Geburt signifikant ab ($p < 0,05$), stieg aber kurz darauf wieder an um danach über den restlichen Zeitraum beinahe konstant zu bleiben.

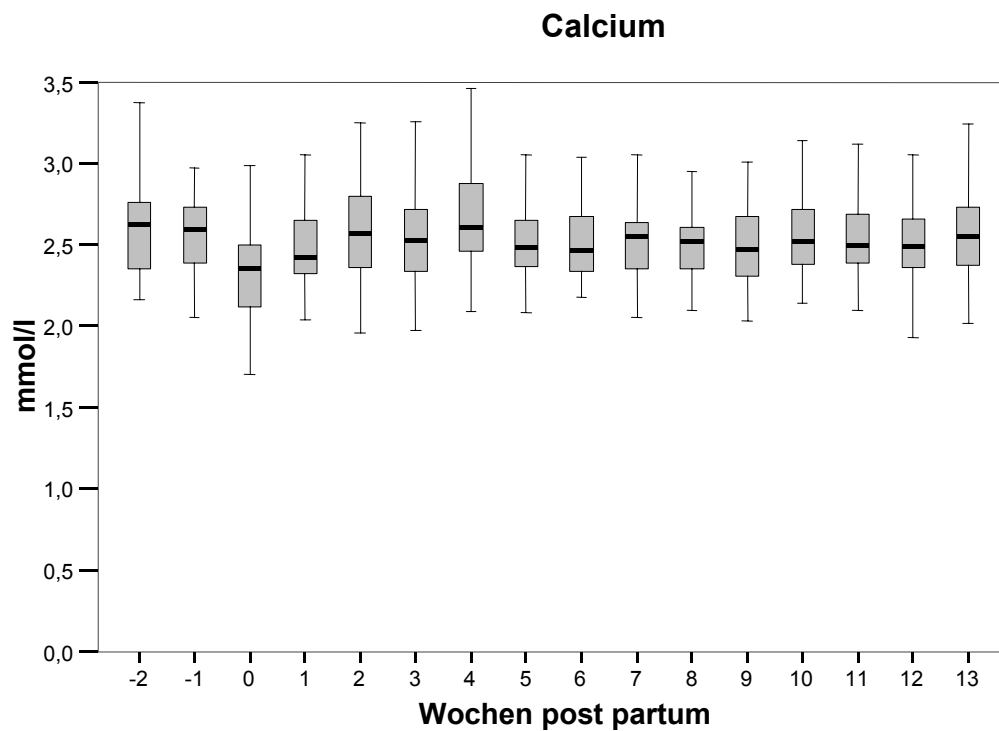


Abb.14: Verlauf der Calciumkonzentration bei Kühen vor der Abkalbung und im Verlauf der Laktation. Signifikante Unterschiede bestanden zwischen der Woche 0 ($n=73$) und den Wochen -2 ($n=35$), -1 ($n=58$) und allen Untersuchungswochen post partum (jeweils $n=73$, $p < 0,05$).

Phosphor

Die Phosphorkonzentration sank zum Zeitpunkt der Geburt signifikant ab ($p < 0,05$), der Tiefstand wurde in Woche 1 erreicht, danach stiegen die Werte wieder an und blieben über den restlichen Zeitraum relativ konstant.

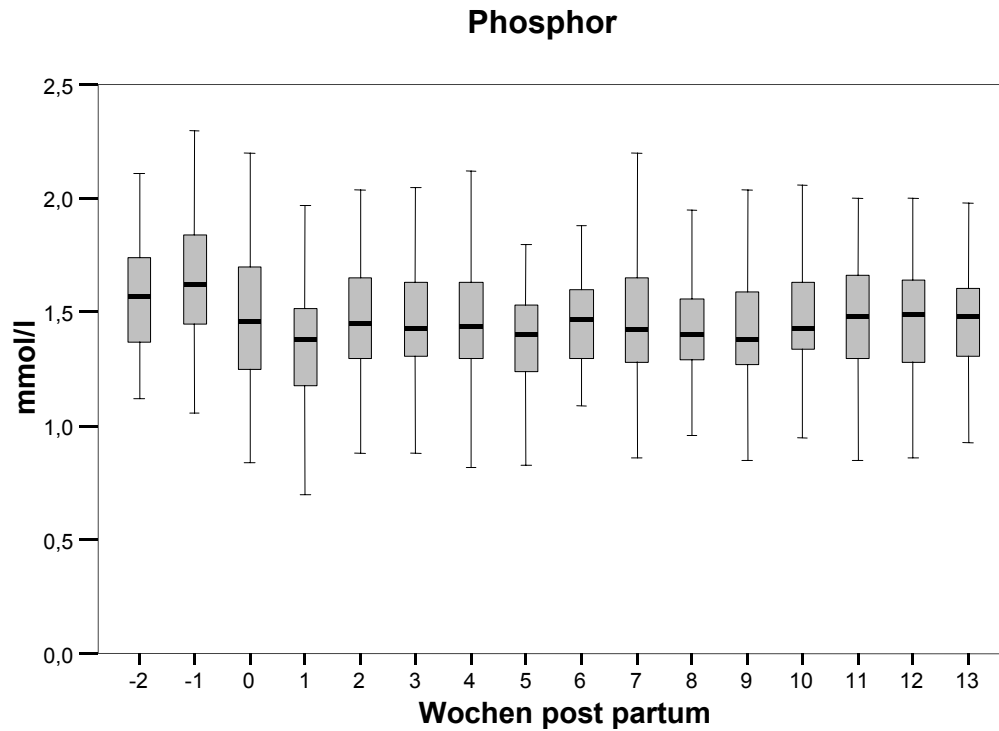


Abb.15: Verlauf der Phosphorkonzentration bei Kühen vor der Abkalbung und im Verlauf der Laktation. Signifikante Unterschiede bestanden zwischen den Wochen -2 ($n=35$) bzw. -1 ($n=58$) und den Wochen 0 bis 9 (jeweils $n=73$, $p < 0,05$).

Insulin-like growth factor-1

Der Verlauf der Kurve zeigte zum Geburtszeitpunkt einen signifikanten Abfall ($p < 0,05$), erreichte um die Geburt seinen Minimalstand und blieb dort für 9 Wochen beinahe konstant. Danach stiegen die IGF-1 Werte bei großer Streuung wieder an. Der Anstieg in Woche 11 und 12 war signifikant ($p < 0,05$).

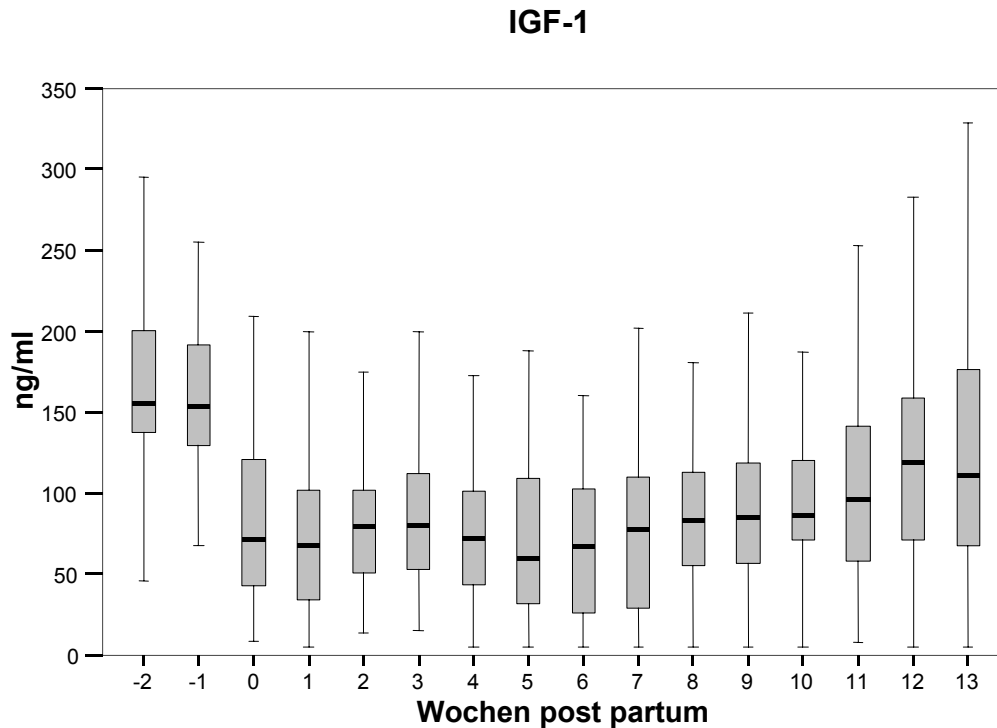


Abb.16: Verlauf der IGF-1-Konzentration bei Kühen vor der Abkalbung und im Verlauf der Laktation. Signifikante Unterschiede bestanden zwischen den Wochen -2 ($n=35$) bzw. -1 ($n=58$) und den Wochen 0 bis 13 (jeweils $n=73$, $p < 0,05$) und zwischen den Wochen 0 bis 9 und 12 bis 13 (jeweils $n=73$, $p < 0,05$).

3.2.2. Fruchtbarkeit

Tab.10: Fruchtbarkeitsparameter (MW \pm SD) für die untersuchten Tiere

Rastzeit (Tage)	74 \pm 33 (n=69)
Güstzeit (Tage)	92 \pm 42 (n=66)
Zwischenkalbezeit (Tage)	378 \pm 42 (n=66)
Erstbesamungserfolg	0,61 (n=69)
Trächtigkeitsindex	1,55 (n=66)
Fruchtbarkeitsindex nach DE KRUIF	88

Die erhaltenen Fruchtbarkeitsparameter wurden nach oben genannten Grundsätzen ermittelt. Unterschiede in der Anzahl der einbezogenen Tiere traten durch die unterschiedliche Behandlung von nicht mehr trächtig gewordenen bzw. nicht mehr belegten Tieren auf.

3.2.3. Ketonkörperkonzentration

Die mittels Harn-Teststreifen ermittelten Ketonkörperkonzentrationen wurden mit der Konzentration an Betahydroxybuttersäure im Blut gegenübergestellt, um die Aussagekraft der Harnstreifchen zu überprüfen.

Nach Einteilung der Resultate in sechs verschiedene Ketonklassen (0, 5, 15, 40, 80 und 160mg/dl) wurden sechs BHB-Gruppen gebildet und die Ergebnisse gegenübergestellt.

Tab.11: Gegenüberstellung von Ketonkörperkonzentration im Harn bzw. BHB-Konzentration im Blut (Woche 0, n=46; Woche 1, n=70; Woche 2, n=73; Woche 3, n=73; Woche 4, n=64; Woche 5, n=38; Gesamtzahl n=364)

mmol/l mg/dl	0-0,30	0,31-0,60	0,61-1,00	1,01-1,50	1,51-2,00	>2,00
0	3	100	96	15	2	2
5	0	2	29	17	1	1
15	0	0	9	22	9	1
40	0	0	0	6	9	12
80	0	1	1	2	3	11
160	0	0	0	0	0	10

Aus diesem Diagramm lassen sich folgende Schlüsse ableiten:

- Die Sensitivität der Testmethode ist gering. Nur 43% der durch die Blutanalyse als gefährdet bezeichneten Tiere wurden vom Schnelltest als solche erkannt.
- Die Spezifität der Methode ist sehr hoch. 99% der Tiere mit BHB-Werten ≤ 1 mmol/l wurden vom Schnelltest als ungefährdet erkannt.
- Der Korrelationskoeffizient zwischen Blut- und Harnwerten lag bei 0,83.

In Tabelle 12 werden die als ketosegefährdet bezeichneten Tiere den ungefährdeten Tieren, nach Wochen eingeteilt, gegenübergestellt.

Tab.12: Einteilung der Tiere nach Ketosegefährdung in den Wochen 0 bis 6; Median und Quartile

Woche	Anzahl der Tiere mit BHB <1 mmol/l	Median	Quartile		Anzahl der Tiere mit BHB >1 mmol/l	Median	Quartile	
			25%	75%			25%	75%
0	59	0,47	0,39	0,57	14	1,23	1,14	1,54
1	47	0,54	0,41	0,72	26	1,23	1,18	1,70
2	45	0,60	0,45	0,72	28	1,56	1,16	1,75
3	45	0,65	0,55	0,82	28	1,65	1,20	2,46
4	53	0,61	0,48	0,76	20	1,28	1,11	1,93
5	55	0,64	0,56	0,75	18	1,55	1,19	2,13
6	60	0,64	0,53	0,81	13	1,45	1,23	2,14

In den Wochen 2 und 3 kam es zu häufigerem Auftreten von Ketose als in den darauffolgenden Wochen.

Tabelle 13 gibt Auskunft über die Häufigkeit der erhöhten (≥ 1 mmol/l) BHB Werte in den zehn Betrieben.

Tab.13 Verteilung nach Ketosegefährdung der zehn Betriebe in den Wochen 0 bis 6

Betrieb	Anzahl Proben <1 mmol/l	%	Anzahl Proben ≥ 1 mmol/l	%
1 bio	23	41	33	59
2 bio	40	82	9	18
3 bio	46	82	10	18
4 bio	51	91	5	9
5 bio	50	89	6	11
6 konv	30	71	12	29
7 konv	42	75	14	25
8 konv	27	64	15	36
9 konv	13	23	43	77
10 konv	42	100	0	0

Die Häufigkeit für Ketosegefährdung bewegte sich in den Betrieben zwischen 0 und 77%. Die Betriebe 1 und 9 zeigten die höchste Ketosegefährdung. Die Milchleistung in diesen Betrieben war unterdurchschnittlich (6.121 bzw. 5.518 kg).

3.2.4. Futtermitteluntersuchungen

Es wurden unterschiedliche Grundfuttermittel untersucht. Zur besseren Vergleichbarkeit werden hier nur die Ergebnisse der Grassilagenuntersuchung des ersten Schnittes angeführt, da dies das einzige Futtermittel war, das in größerer Menge von allen zehn Betrieben eingesetzt wurde.

Tab.14: Rohdaten der Weender Futtermittelanalyse (Werte sind in % der Trockenmasse angegeben)

bio/ konv	% TS	Roh- asche	Org. Masse	Roh- Prot.	Roh- Fett	Roh- Faser	NEL MJ
1 bio	30,57	11,33	88,66	12,86	4,86	26,64	5,94
2 bio	29,99	10,42	89,57	16,53	4,79	23,48	6,74
3 bio	18,38	11,69	88,31	19,37	3,03	22,35	6,55
4 bio	27,58	10,52	89,48	13,96	4,03	28,53	5,76
5 bio	29,15	11,60	88,40	13,67	4,87	25,69	5,85
□ bio	27,13 (±5,02)	11,11 (±0,60)	88,88 (±0,60)	15,28 (±2,67)	4,32 (±,80)	25,34 (±2,47)	6,17 (±0,45)
6 konv	33,73	13,94	86,05	14,08	4,63	26,97	5,80
7 konv	34,61	11,53	88,47	16,66	4,73	24,31	6,48
8 konv	25,98	10,68	89,32	13,39	4,91	27,09	5,81
9 konv	67,36	11,92	88,08	15,31	2,73	27,57	5,80
10 konv	26,49	9,17	90,83	14,40	4,05	25,10	5,97
□ konv	29,63 (±4,18)	11,45 (±1,75)	88,55 (±1,75)	14,77 (±1,26)	4,21 (±0,89)	26,21 (±2,47)	5,97 (±0,29)

Die ermittelten Werte zeigten beim Vergleich mit Tabellenwerten der DLG keine Besonderheiten. Die Unterschiede zwischen den beiden Wirtschaftsweisen waren nicht signifikant.

3.2.5. Progesteronprofile

Die wöchentlichen Analysen der Progesteronkonzentration im Blut wurden zu normalen bzw. veränderten Progesteronprofilen zusammengefaßt.

Tab.15: Zuteilung der Tiere zu unterschiedlichen Zyklusgruppen

Zyklus unverändert	Zyklus verändert	Gesamt
46	27	73

Durch die Gegenüberstellung von Tieren mit normalem und veränderten Progesteronprofil wurden Unterschiede in den Fruchtbarkeitszahlen deutlich.

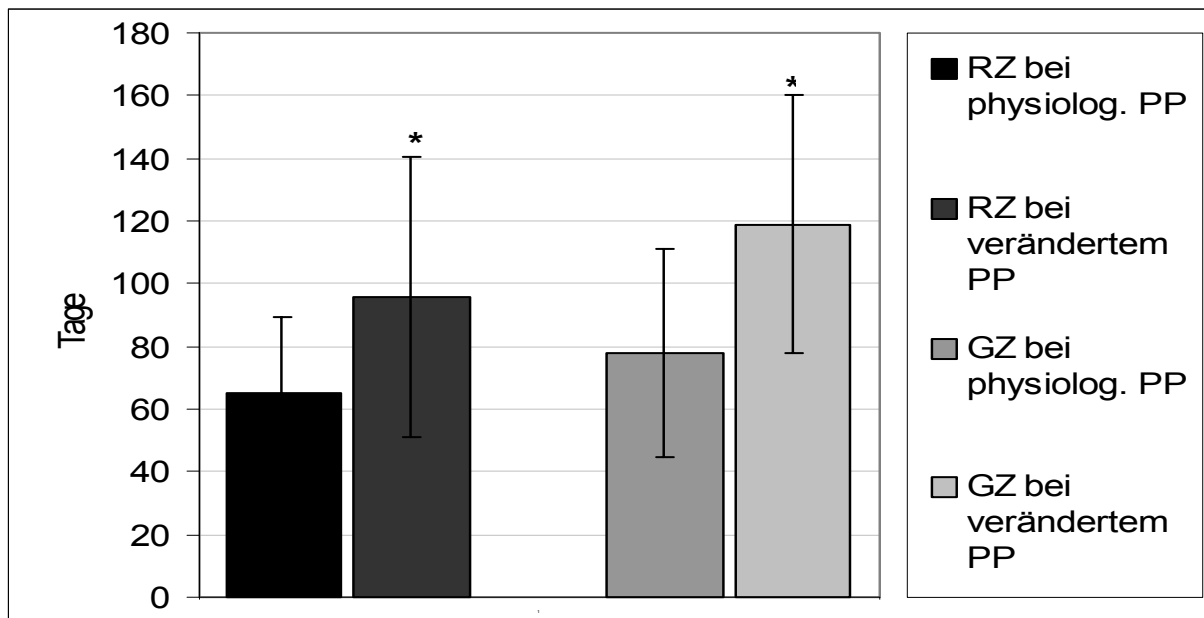


Abb.17: Progesteronprofile und Fruchtbarkeitsparameter, Mittelwert und Standardabweichung; Unveränderte Progesteronprofile (PP) gingen mit signifikant besseren Rastzeiten (RZ) und Güstzeiten (GZ) einher (n=68, p<0,01).

3.2.6. Milchinhaltstoffe

Die Graphiken geben die Daten der Milchleistungskontrolle wieder, jeder Punkt entspricht einer Probe, wobei jedes Tier mit zwei Proben in den ersten 100 Tagen nach dem Kalben vertreten war.

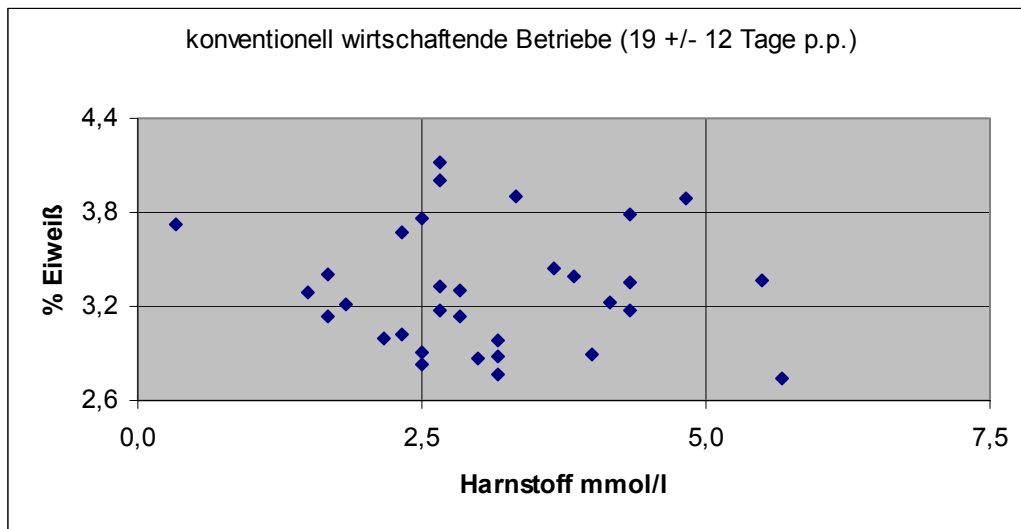


Abb.18: Beurteilung der Energie- und Eiweißversorgung der Kühe aus konventioneller Haltung (n=34) anhand der Milchinhaltstoffe.

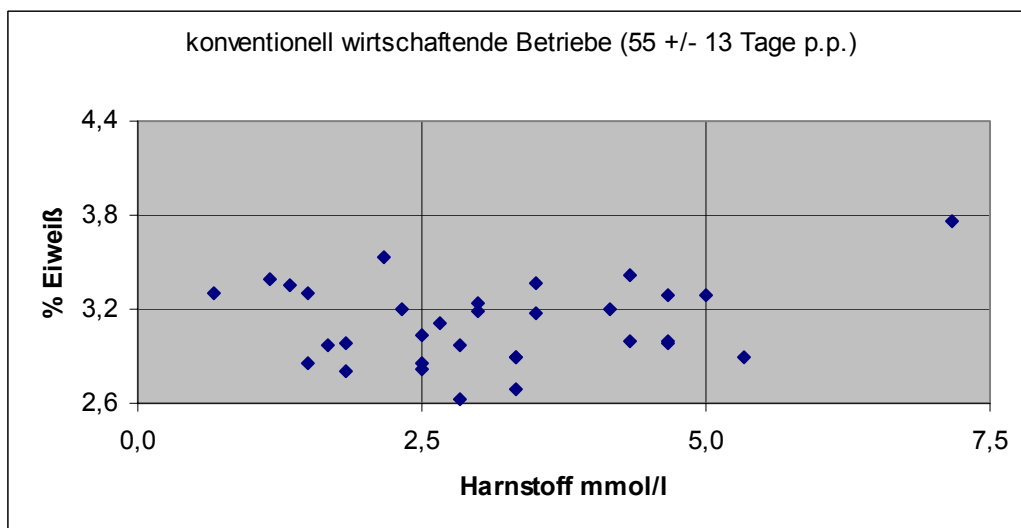


Abb.19: Beurteilung der Energie- und Eiweißversorgung der Kühe aus konventioneller Haltung (n=34) anhand der Milchinhaltstoffe.

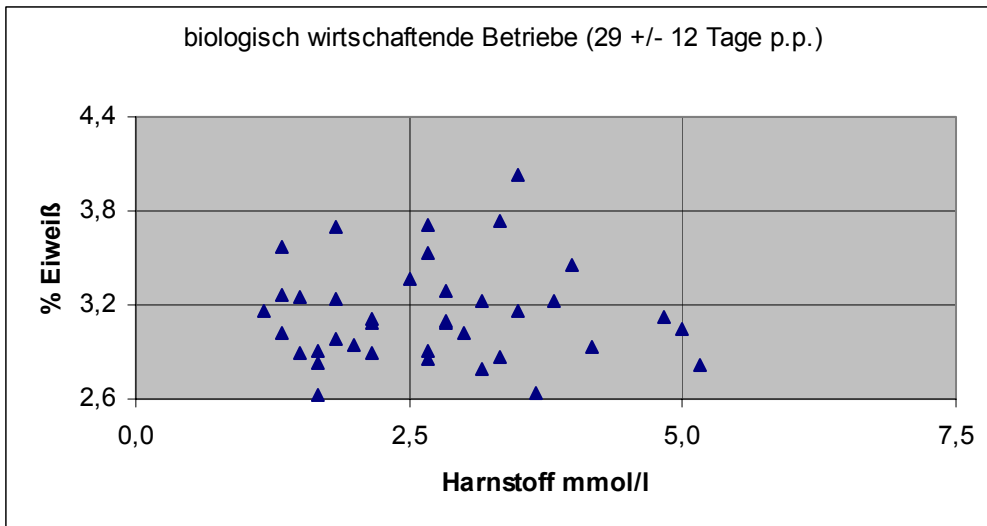


Abb.20: Beurteilung der Energie- und Eiweißversorgung der Kühe aus biologischer Haltung (n=39) anhand der Milchinhaltsstoffe.

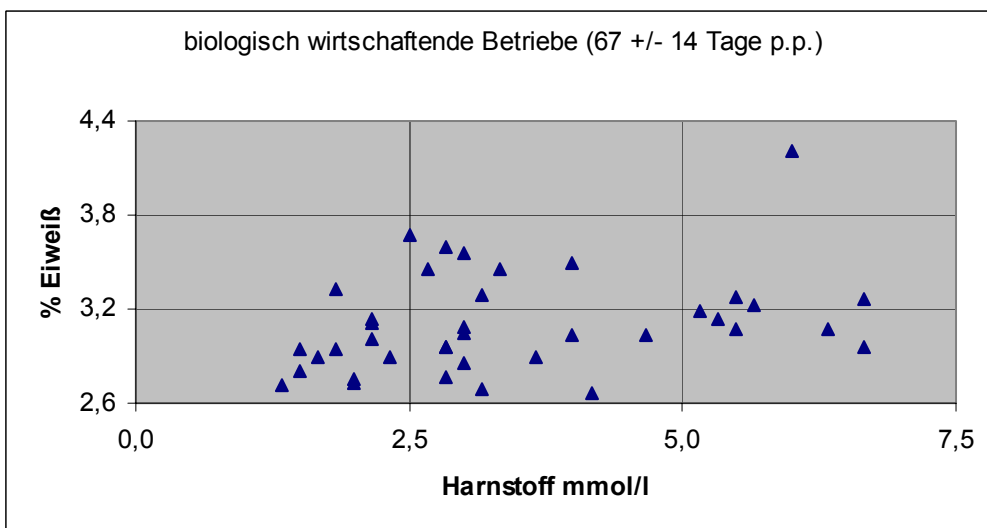


Abb.21: Beurteilung der Energie- und Eiweißversorgung der Kühe aus biologischer Haltung (n=39) anhand der Milchinhaltsstoffe.

Abbildung 22 gibt die gesamten Daten in einer Graphik wieder. Zur Abschätzung der Verteilung sind die Häufigkeiten in Prozent angegeben.

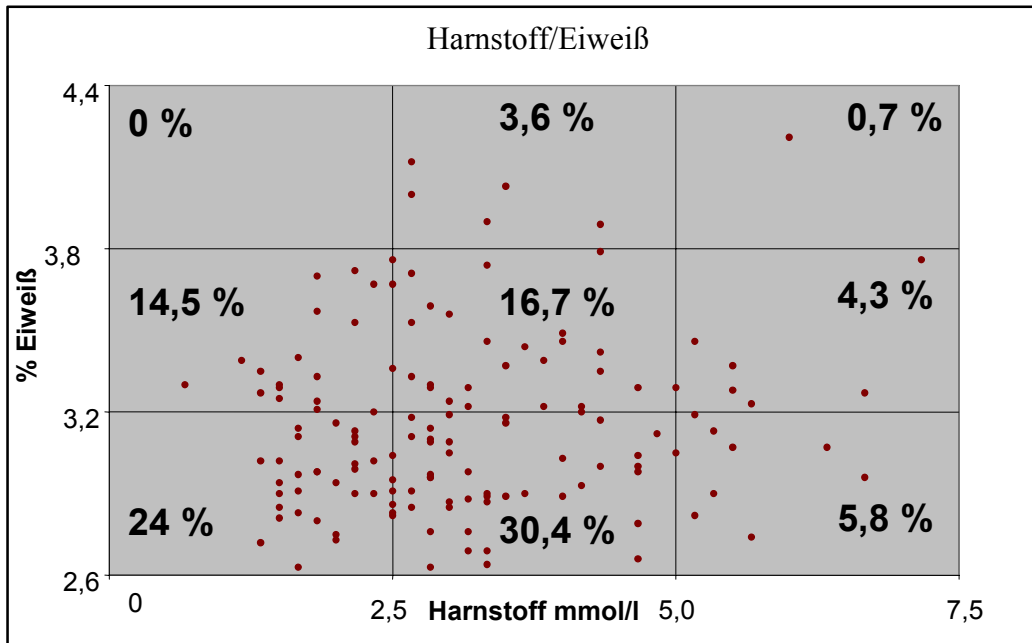


Abb.22: Beurteilung der Energie- und Eiweißversorgung anhand der Milchhaltsstoffe (n=73; 2 Datenpunkte pro Tier)

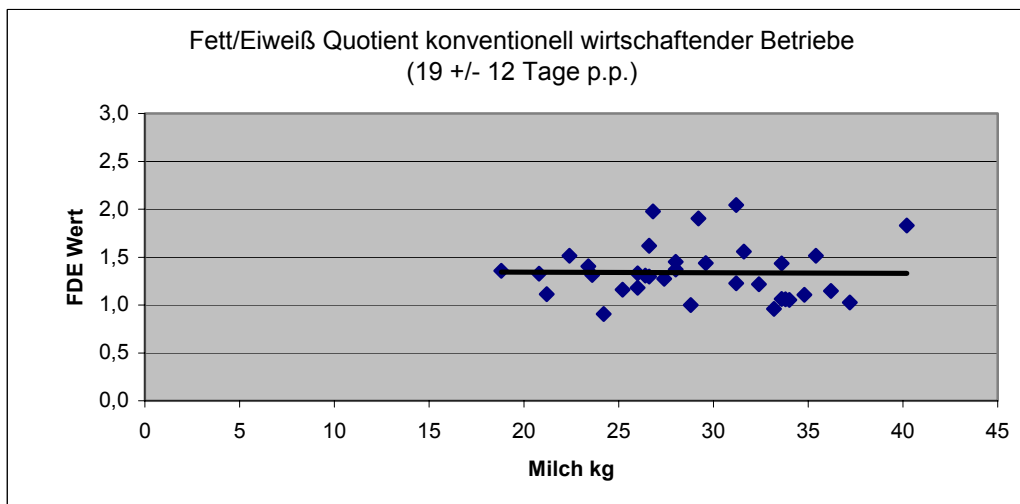


Abb.23: Fett/Eiweiß-Quotient zur Beurteilung der Energieversorgung der konventionell gehaltenen Tiere (n=34).

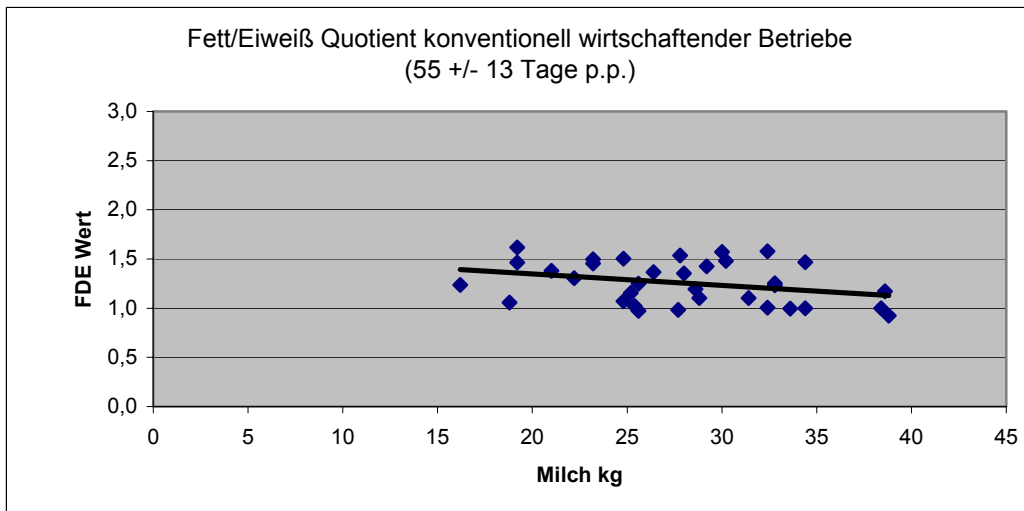


Abb.24: Fett/Eiweiß-Quotient zur Beurteilung der Energieversorgung der konventionell gehaltenen Tiere (n=34).

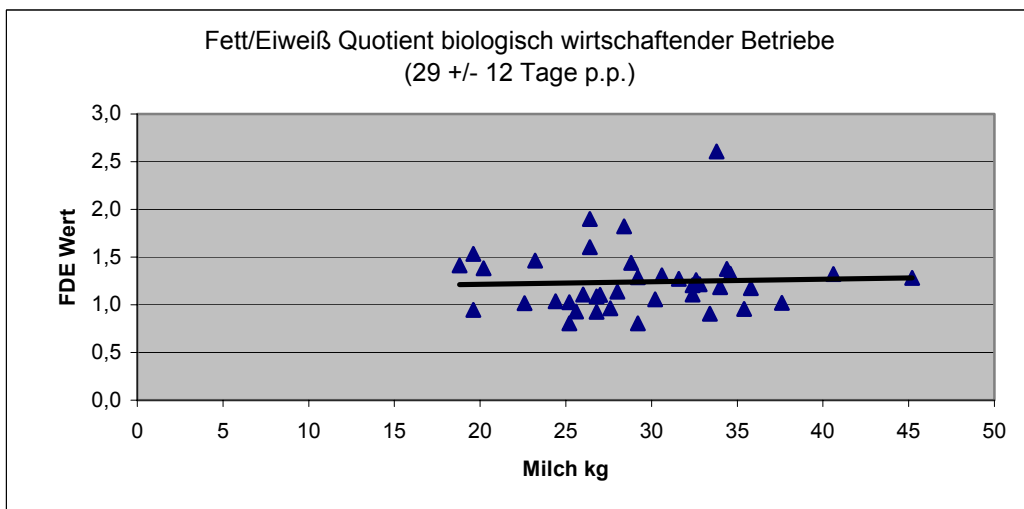


Abb.25: Fett/Eiweiß-Quotient zur Beurteilung der Energieversorgung der biologisch gehaltenen Tiere (n=39).

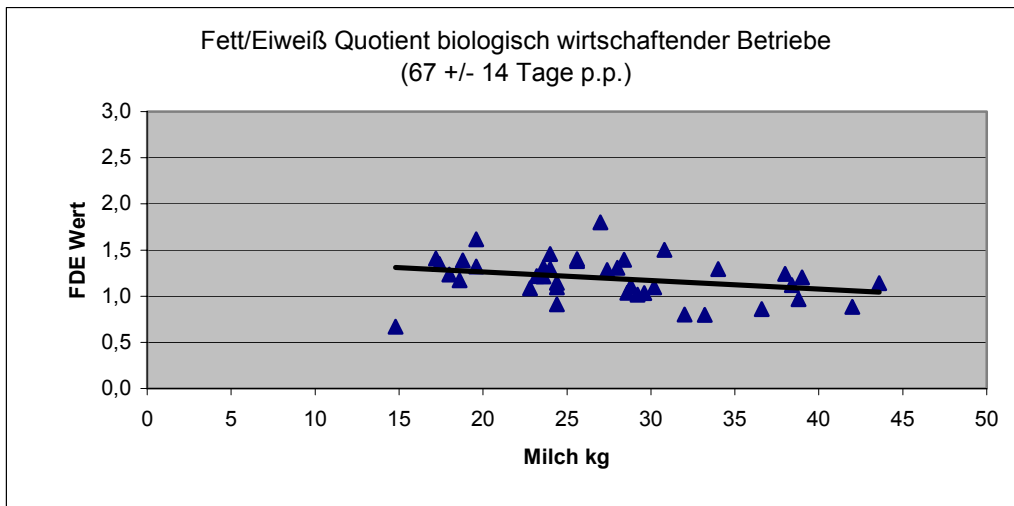


Abb.26: Fett/Eiweiß-Quotient zur Beurteilung der Energieversorgung der biologisch gehaltenen Tiere (n=39).

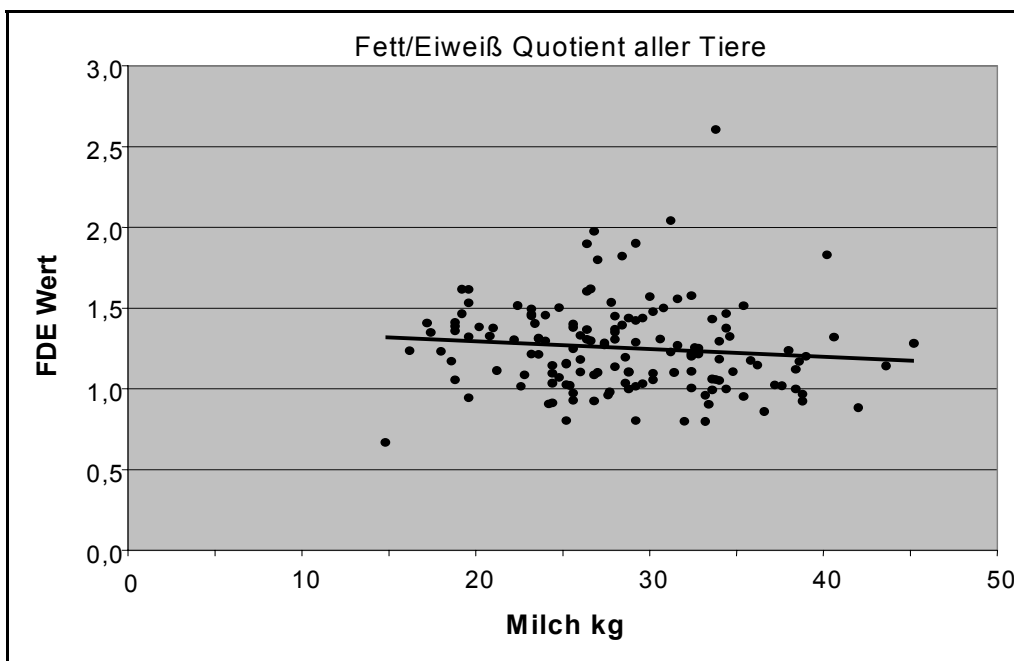


Abb.27: Fett/Eiweißquotient zur Beurteilung der Energieversorgung (n=73; 2 Datenpunkte pro Tier)

Der Fett-Eiweiß-Quotient gibt einen Richtwert zur Beurteilung der Ketosegefährdung. Werte über einem FDE-Wert von 1,5 zeigen ketotische Tiere an. Werte unter 1,0 gelten als Hinweis für azidotische Stoffwechselbelastungen. Es befinden sich annähernd gleich viel Werte über als auch unter den willkürlich gewählten Grenzen.

4. Diskussion

In den eigenen Untersuchungen wurden reproduktionsrelevante Daten und Stoffwechselfparameter bei 73 Braunviehkühen in Oberösterreich analysiert.

Fragestellung der eigenen Untersuchungen war, ob es in Betrieben mit unauffälliger Betriebsstruktur und augenscheinlich gesundem Tierbestand zu stoffwechselbedingten Fruchtbarkeitsproblemen kommt. Aufgrund der Leistungshöhe der Tiere waren keine auffallenden Stoffwechselprobleme zu erwarten. Trotzdem erschien die genaue Durchleuchtung der ersten 100 Tage post partum interessant im Hinblick auf versteckte Fütterungs- oder Managementfehler. Diese Fehler erscheinen zwar auf den ersten Blick unerheblich, können jedoch bei gehäuftem Auftreten empfindliche finanzielle Verluste bedingen.

Die rasche und sichere Erkennung von produktionsrelevanten Fehlern lässt sich mit unterschiedlichen Methoden vorantreiben. Die direkte Methode beschäftigt sich mit der genauen Kalkulation der Rationen und Bestimmung der Nährstoffe. Eine Gegenüberstellung von erforderlichen und tatsächlichen Nährstoffmengen gibt Auskunft über den Versorgungsgrad der Tiere. Als zweite, indirekte Methode steht die Indikatormethode zur Verfügung. Dabei werden vom Tier stammende Parameter als Grundlage der Beurteilung herangezogen und so Rückschlüsse auf den Versorgungszustand gezogen. Da bei Felduntersuchungen Schwierigkeiten im Zusammenhang mit der genauen Erfassung von Rationen bzw. Ungenauigkeiten bei der Futteraufnahmekontrolle entstehen, wurde die Indikatormethode als Grundlage dieser Arbeit verwendet.

4.1. Betriebe und Fütterung

Die eigenen Untersuchungen wurden als Feldversuch an 73 Braunviehkühen in 10 landwirtschaftlichen Betrieben des oberösterreichischen Innviertels (Bezirk Ried im Innkreis) durchgeführt. Eine genaue Untersuchung der individuellen Futteraufnahme der Kühe war nicht möglich. Die freie Wahl des Futterplatzes im Laufstall mit ad-libitum-Aufnahme von Grundfutter ließen nur Schätzungen der Grundfutteraufnahme zu. Krafffutter wurde hauptsächlich in Automaten zugeteilt und wäre deshalb einer genaueren Einschätzung zugänglich gewesen. Aber auch hier blieb eine Auswertung schwierig, da die Krafffuttermengen von den Landwirten oft wöchentlich abgeändert wurden. Einen Versuch zur besseren Durchleuchtung der verfütterten Mengen stellte die Quantifizierung der Krafffutterjahresmenge dar. Obwohl ein Großteil der Betriebsführer genaue Angaben machen konnte, lag aufgrund der hohen Differenzen zwischen den Betrieben der Verdacht auf Fehler in der Abschätzung der Mengen nahe. Besonders die Abgrenzung von Futter für Jungvieh und Masttiere könnte eine Fehlerquelle darstellen.

Als einheitliche Grundfutterkomponente wurde auf allen Betrieben Grassilage eingesetzt und in einer Größenordnung von bis zu 15 kg Trockenmasse pro Tier und Tag verfüttert. Mit Grundfutter der untersuchten Qualität und adäquater Krafffutterergänzung sind Leistungen bis ca. 7000 kg Milch (305-Tage-Leistung) bedenkenlos zu erreichen. Darüber hinausgehende Leistungen könnten für biologisch geführte Betriebe zum Problem werden, da aus den zur Verfügung stehenden Futtermitteln kaum die notwendigen Eiweißmengen bereitgestellt werden können. Besonders Extraktionsschrote, die in biologischen Betrieben nicht eingesetzt werden dürfen, erfüllen für Hochleistungstiere diese erhöhten Ansprüche an das nutzbare Rohprotein am Dünndarm (nXP) mit Werten von bis zu 300g/kg Trockenmasse. Im Vergleich dazu bringt Weizenschrot nur etwa 170 g nXP. Die Betriebe der eigenen Untersuchungen lagen hinsichtlich der Milchleistung im mittleren Bereich (bis zu 7000 Liter), die Interpretation der Ergebnisse kann sich daher nur auf Betriebe dieser Leistungsstufe beziehen.

4.2. Milchinhaltsstoffe

Aus der Analyse der Milchinhaltsstoffe ging hervor, daß zu Beginn der Laktation bei einem Großteil der Tiere ein Energie- und/oder Eiweißmangel vorlag. Die unteren drei Kästchen in Abbildung 20 enthielten in der Bio-Gruppe 63%, in der konventionellen Gruppe 44% aller Werte (Abb.18). Mit zunehmender Laktationsdauer trat bei 70% der biologisch gehaltenen Tiere und bei 56% der konventionellen Tiere Energiemangel auf (Abb.21 bzw. 19). Diese Ergebnisse bestätigen die von vielen Autoren beschriebene negative Energiesituation in den ersten Wochen der Laktation (COPPOCK et al. 1974, VILLA-GODOY et al. 1988, BEAM u. BUTLER 1997). Tiere mit kombiniertem Energie- und Eiweißmangel kamen in den Biobetrieben tendenziell etwas häufiger vor. Dies kann zumindest als ein Hinweis dafür gelten, daß besonders in den ersten Wochen der Hochlaktation eiweißreiche Ergänzungsfuttermittel in biologischen Betrieben bei Tieren mit hoher Leistung fehlten, d.h. ein Eiweißdefizit vorlag. Die Ergebnisse der Blutharnstoffanalysen bestätigten die allgemeine Eiweißunterversorgung. Post partum lagen die Blutharnstoffwerte bei etwa der Hälfte aller Tiere unter 2,5 mmol/l.

Bei der Auswertung der FDE-Werte konnten etwa gleich viele Abweichungen über 1,5 bzw. unter 1,0 festgestellt werden. In etwa die Hälfte der Werte über 1,5 waren durch einen lipomobilisationsbedingten Fettanstieg zustande gekommen, diese Tiere zeigten auch klinisch das Bild einer Ketose. Der Fett-Eiweiß-Quotient wird zur Beurteilung der Versorgung mit energieliefernden Substanzen herangezogen und zeigt zu etwa 70% die Energieversorgung von Milchkühen richtig an (HAGERT 1992). Unzureichende Energiezufuhr bewirkt nicht nur vermehrten Körperfettabbau und damit verbunden einen steigenden Milchfettgehalt, sondern behindert auch die Eiweißsynthese im Pansen, was zum Abfall des Milcheiweißgehaltes führen kann (DIRKSEN 1994, SCHOLZ 1990).

Ob der FDE-Wert als Indikator der Stoffwechsellage auch beim Einzeltier Gültigkeit hat, wird von HEUER et al. (1996) bezweifelt, auch von SPOHR und WIESNER (1991) wurden dahingehend keine Aussagen getroffen. Aus den vorliegenden Daten konnten nur etwa die Hälfte aller erhöhten FDE-Werte auch erhöhten BHB- bzw. Ketonwerten zugeordnet werden.

4.3. Stoffwechselprofile

Es gibt unterschiedliche Möglichkeiten, Fütterung und Management in Milchbetrieben zu evaluieren. Ein Ansatz ist die Erstellung von Stoffwechselprofilen, wie sie dieser Arbeit zugrundeliegen. Bei Routineuntersuchungen beschränkt sich die Blutprobenentnahme für solche Profile aus zeitlichen und finanziellen Gründen oft auf eine Probe vor und eine Probe nach dem Abkalben. INGRAHAM und KAPPEL (1988) geben sieben Tiere pro Leistungsabschnitt als ausreichende Stichprobengröße an, wobei die Herdengröße bei ca. 200 Tieren lag. LOTTHAMMER und WITTKOWSKI (1994) gehen je nach Herdengröße von zwei bis sechs Tieren pro Leistungsgruppe aus.

Um den Verlauf verschiedener Blutparameter zu Beginn der Laktation genauer darstellen zu können, wurden in dieser Arbeit sowohl die üblichen Stichprobengrößen, als auch die Anzahl der Proben pro Tier erhöht. Obwohl Stoffwechselprofile in der Bestandsdiagnostik häufig verwendet werden, findet man in der Literatur kaum Stoffwechseldaten aus biologischen Betrieben. Dies ist möglicherweise auch darauf zurückzuführen, daß in Ländern mit intensiver Milchviehwirtschaft und entsprechender tierärztlicher Betreuung dieser Betriebe im Rahmen eines Bestandsbetreuungsprogrammes der Anteil der biologischen Milchviehhöfe verschwindend gering ist.

Für GGT geben BAUMGARTNER und SKALICKY (1979) 10-17 U/l als Normbereich an. Diese für österreichische Verhältnisse erhobenen Daten stammen von 2.300 weiblichen Rindern. Von SCHOLZ (1990) werden für Tiere mit Leberbelastung Werte von >20 U/l angegeben. GIGER et al. (1997) untersuchten 65 Simmental x Red Holstein Kühe mit 305-Tage-Leistungen zwischen 4.200 kg und 9.150 kg. Die Ergebnisse decken sich sehr gut mit denen der eigenen Untersuchungen. Die Ergebnisse der eigenen Untersuchungen zeigten überwiegend normale Belastungen an, nur wenige Werte überstiegen die oben angeführten Grenzen.

Für AST wird von SCHOLZ (1990) ein Grenzwert für gesunde Kühe von 40 U/l angegeben. Auch HARASZTI (1990) gibt aus den Erfahrungen der Klinik einen Grenzwert von 40 U/l an. Bei TOTH et al. (1989) hatten Fleckvieh- und Schwarzbunttiere mit einer Milchleistung von 5.000 bis 6.000 kg und

nachgewiesenem Energiemangel in der zweiten Laktationswoche AST-Werte von 40-50 U/l, ausreichend versorgte Tiere zeigten Werte von 20-35 U/l. Die von MIETTINEN (1991) erhobenen Daten an 45 Ayrshire Rindern zeigten sowohl ante partum als auch post partum höhere Werte (48, 72 bzw. 65 U/l in Woche -2, 2 bzw. 8). Auch in der Gruppe der Tiere mit positiver Energiebilanz p.p. lagen die Werte weit über 40 U/l (47, 66 bzw. 64 U/l). Die Ergebnisse der eigenen Untersuchungen ergaben, daß nach dem Abkalben etwa 25% der gemessenen Werte außerhalb des gewählten Grenzwertes von 40 U/l lagen. Die Erhöhung kurz nach dem Kalben steht auch in Zusammenhang mit den Anstrengungen rund um das Geburtsgeschehen (ALBRECHT u. UNGLAUB, 1992).

Veränderungen im Verlauf der GLDH spiegeln die Natur dieses Enzyms wider. Im Gegensatz zu den beiden vorherigen Enzymen reagiert die GLDH auf eine Noxe erst zeitverzögert mit einer Erhöhung. In den eigenen Untersuchungen kam es in der zweiten Woche p.p. zu einem signifikanten Anstieg im Vergleich zur Geburtswoche ($p < 0,05$). Als Grenzwert für gesunde Tiere werden sowohl von SCHOLZ (1990) als auch von ALBRECHT und UNGLAUB (1992) 10 U/l angegeben. GIGER et al. (1997) kamen bei ihren Untersuchungen auf durchwegs höhere Werte sowohl a.p. als auch p.p. (7,0; 16,6; 15,1; 14,5 U/l in den Wochen -2, 2, 4 und 6). Im Gegensatz dazu lag der Median der eigenen Untersuchungen in den Wochen -2, 2, 4, und 6 immer zwischen 5 und 7 U/l. Auch die Streuung der Werte war bei GIGER et al. (1997) bedeutend größer als in den eigenen Untersuchungen. Da sowohl GGT und AST als auch BHB und NEFA mit den eigenen Untersuchungen vergleichbare Werte erbrachten, ist das Verhalten der GLDH bei diesen Untersuchungen aus den vorhandenen Daten unerklärlich. In den Wochen 2 bis 4 lagen etwa 75% aller Werte der eigenen Untersuchungen unter 10 U/l, danach sanken die Werte geringfügig ab. Die Ergebnisse von FISCHER et al. (1998) an 588 Schwarzbunttieren erbrachten ähnliche Werte wie in den eigenen Untersuchungen sowohl in Höhe als auch im Verlauf der Werte.

Freie Fettsäuren und β -Hydroxybuttersäure zeigten starke Anstiege zum Geburtszeitpunkt und bis wenige Wochen post partum. Dieses Verhalten erklärt sich aus der vermehrten Fettabbaurate und der damit verbundenen erhöhten Bildung von Ketonkörpern. Der Verlauf der Kurven deckt sich mit den Ergebnissen von KUNZ und BLUM (1985), WHITAKER et al. (1983), DE BOER et al. (1985), KARSAI und GAAL (1987), GIGER et al. (1997), FISCHER et al. (1998). Die BHB-Werte a.p. lagen bei

diesen Autoren zwischen 0,30 und 0,56 mmol/l bzw. bei 0,50 mmol/l in den eigenen Untersuchungen. Post partum traten Werte zwischen 0,5 und 1,0 auf, Tiere mit negativer Energiebilanz zeigten auch höhere Werte. In den eigenen Untersuchungen lagen die Werte größtenteils unter 1,0 mmol/l, nur in den Wochen 1 bis 4 kamen vermehrt Werte deutlich über 1,0 mmol/l vor. Das Auftreten von erhöhten BHB-Werten der eigenen Untersuchungen erreichte in den Wochen 2 und 3 mit 38% (28 von 73 Tieren) ein Maximum. NEFA-Werte lagen bei GIGER et al. (1997) sowie bei KARSAI und GAAL (1987) ante partum zwischen 0,1 und 0,2 mmol/l, die eigenen Untersuchungen ergaben Medianwerte von 0,13 bzw. 0,16 mmol/l. Post partum lagen die Werte von TOTH et al. (1989) zwischen 0,2 und 0,4 mmol/l, auch GIGER et al. (1997) gaben Werte in dieser Größenordnung an. In den eigenen Untersuchungen schwankten die Medianwerte p.p. zwischen 0,16 und 0,36 mmol/l in den Wochen 0 bis 10. Das Verhalten der BHB und NEFA Kurven wurde durch das akute Ketoseproblem des Betriebes Nr.9 etwas verzerrt. In diesem Betrieb waren 77% der gemessenen BHB-Werte der ersten 6 Wochen p.p. erhöht. Von den 50 höchsten β -Hydroxybuttersäure-Werten aller Betriebe entfielen 19 Werte auf Betrieb Nr.9. Im gleichen Betrieb traten etwa ein Drittel der 100 höchsten gemessenen Ketonkörperkonzentrationen auf. Die augenscheinlich übermäßige Körperkondition zum Zeitpunkt der Abkalbung dürfte in diesem Betrieb eine bedeutende Rolle spielen. Eine Auswirkung des Problems spiegelte sich in der unterdurchschnittlichen Herdenmilchleistung von etwa 5.500 kg wider. ANDERSSON (1988) errechnete eine um etwa 700 kg pro Laktation verringerte Milchleistung bei Tieren mit stark erhöhten Milchketonwerten. Verglichen mit den Fruchtbarkeitsdaten der übrigen Betriebe nahm Betrieb 9 jedoch überraschenderweise die führende Position ein (mittlere Rastzeit 58 Tage, mittlere Gützeit 67 Tage, Erstbesamungserfolg 87,5%, mittlere Zwischenkalbezeit 352 Tage). Für diesen Einzelbetrieb konnten die in der Literatur beschriebenen nachteiligen Auswirkungen klinischer und subklinischer Ketosen auf die Fertilität zumindest für die Dauer der Untersuchungen nicht bestätigt werden (BUTLER et al. 1981, FLIPOT et al. 1988, MIETTINEN 1991).

Der Ketoseschnelltest, der von den Landwirten routinemäßig eingesetzt werden könnte, zeigte hochgradig ketotische Tiere zuverlässig an. Im umgekehrten Fall durfte aber bei negativem Ausgang des Schnelltests nicht darauf vertraut werden, daß keine Ketose vorlag. 10% der getesteten Werte zeigten aufgrund der

Blutanalysen hochgradig Ketose an, wurden aber vom Schnelltest als unauffällig bezeichnet.

Die Konzentrationen von Glucose und Harnstoff im Blut zeigten einen starken Abfall zum Geburtszeitpunkt, die Glucosewerte stiegen ab der zweiten Woche p.p. wieder an, die Harnstoffwerte zeigten sich im Verlauf der ersten 100 Tage post partum als relativ konstant. Auch in den Untersuchungen von KLEIN et al. (1987) konnte kein signifikanter Zusammenhang zwischen Harnstoffwerten und Laktationsstadium festgestellt werden. In Kombination mit der Milcheiweißmenge gibt der Harnstoffwert eine gute Möglichkeit zur Beurteilung der Rohprotein- und Energieversorgung eines Bestandes (KLEIN et al. 1987, REINARTZ u. HOFMANN 1989, SCHOLZ 1990). Das Absinken der Harnstoffwerte post partum in den eigenen Untersuchungen deutet auf eine Eiweißunterversorgung in der Hochlaktation hin.

Für die Mineralstoffe Calcium und Magnesium konnten die Werte von GIGER et al. (1997), LOTTHAMMER et al. (1988), und FISCHER et al. (1998) bestätigt werden. Als Grenzwerte für Calcium, Phosphor, bzw. Magnesium gibt BAUMGARTNER (1977) 2,28-3,07 mmol/l, 2,01–3,03 mmol/l bzw. 0,78–1,19 mmol/l an. KRONFELD et al. (1982) ermittelten an 395 Schwarzbunktkühen Werte von 2,34–3,47 mmol/l, 0,68–2,07 mmol/l, bzw. 0,66–1,19 mmol/l. LOTTHAMMER (1981) unterscheidet bei der Phosphorkonzentration zwischen Werten a.p. (1,6-2,1 mmol/l), bis eine Woche p.p. (1,1-1,7 mmol/l) und ab zwei Wochen p.p. (1,6-2,1 mmol/l). Die generell niedrigen Phosphorwerte der eigenen Untersuchungen deuten auf einen fütterungsbedingten Phosphormangel hin (LOTTHAMMER, 1981).

4.4. Insulin-ähnlicher Wachstumsfaktor-1

Während der Zeit der negativen Energiebilanz kommt es zum Absinken der IGF-1-Konzentration. Je früher die Kuh in eine positive Energiebilanz zurückkehrt, desto eher kommt es zu einem ovulatorischen Zyklus (BEAM u. BUTLER 1997). Es kann angenommen werden, daß IGF-1 Wachstum und Entwicklung von Follikeln in Kühen mit negativer Energiebilanz wesentlich beeinflusst (LUCY et al. 1992). Die IGF-1-Konzentration wurde zum einen auf zeitliche Veränderungen in Relation zum Abkalbetermin, zum anderen auf jahreszeitliche Veränderungen analysiert. Da bereits bezüglich der Stoffwechselprofile keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen nachweisbar waren, überraschte es nicht, daß gleiches auch für den

Stoffwechselmediator IGF-1 galt, dessen Freisetzung über den Energiestoffwechsel bei den Kühen beider Gruppen gleich beeinflusst wird. Hinsichtlich des Verlaufs der IGF-1-Konzentration vor und nach dem Abkalben konnten die Ergebnisse anderer Untersuchungen weitgehend bestätigt werden (COHICK 1998, McGUIRE et al. 1992). Auch KERR et al. (1991), SPICER et al. (1990) und ABRIBAT et al. (1990) erhielten bei Untersuchungen an Holstein-Friesian Kühen typische Verlaufskurven, die sich mit der IGF-1 Kurve der eigenen Untersuchung großteils deckten. Ante partum schwankten die IGF-1 Werte der Tiere aus diesen Untersuchungen zwischen 110 und 200 ng/ml, nach dem Kalben kam es zu einem Absinken auf etwa 70 bis 80 ng/ml und einem langsamen Anstieg auf 100 bis 120 ng/ml. Die Medianwerte der eigenen Untersuchungen in den Wochen -2, 0, 4 und 8 lagen bei 150, 75, 75 und 85 ng/ml. Aus diesem Verhalten wird deutlich, daß sich beinahe alle Tiere zu Beginn der Laktation in einer negativen Energiestoffwechselsituation befanden. Erst das Ansteigen der Werte nach der zehnten Woche post partum deutet auf eine Rückkehr aus der negativen Energiebilanz hin. Auffällig waren sehr hohe Streuungen der IGF-1-Werte in den letzten untersuchten Laktationswochen. Der Parameter IGF-1 kann offensichtlich stark tierindividuellen Einflüssen unterliegen. Eine Erklärung für die starken Abweichungen konnte jedoch nicht gefunden werden.

Bei Betrachtung der Rohdaten fiel auf, daß speziell im Monat August eine große Anzahl sehr niedriger IGF-1-Werte auftraten. Nach Gruppierung der Daten der Wochen 1 bis 9 nach Monaten traten die tiefsten Mittelwerte im August auf. Eine Beeinflussung durch das Laktationsstadium ist, wie bereits erwähnt, auszuschließen, da es zwischen den Laktationswochen keine signifikanten Differenzen gab. Die IGF-1-Konzentration könnte beim Rind daher möglicherweise –wenn auch in geringem Ausmaß– gewissen jahreszeitlichen Veränderungen unterliegen.

4.5. Fruchtbarkeit

Die Fruchtbarkeit in den 10 ausgewählten Betrieben war von den Betriebsleitern als nicht problematisch bezeichnet worden, wobei einzelne Problemtiere in allen Betrieben vorkamen. Deshalb verwundern die guten Fruchtbarkeitsdaten nicht. Rastzeit, Günstzeit, Erstbesamungserfolg und Trächtigkeitsindex befanden sich innerhalb der geforderten Richtgrenzen. Die Zeit zwischen der ersten Belegung und der erfolgten Konzeption lag im Durchschnitt der einbezogenen Tiere bei 18 Tagen.

Nach BUSCH und GAMCIK (1987) sollte dieser Wert 20 Tage nicht überschreiten, da jeder weitere Tag als Verlusttag bezeichnet werden kann und –abhängig von der Milchleistung des Tieres- nach LOTTHAMMER und WITTKOWSKI (1994) einen Verlust von etwa 3,50 Euro pro Tag bedeutet.

Die Ergebnisse aus den Progesteronanalysen zeigten deutlich, daß Tiere mit frühzeitigem Einsetzen einer normalen Zyklusaktivität schneller trächtig wurden. Für die landwirtschaftliche Praxis wäre deshalb die regelmäßige Kontrolle der Ovaraktivität über Messung der Progesteronkonzentration in der Milch wünschenswert, scheitert aber an den Kosten der bislang verfügbaren Tests. Zyklusstörungen wie Azyklen oder unregelmäßige Ovaraktivitäten infolge von Ovarialzysten oder Ovardystrophien wären leichter zu erkennen und eine Verbesserung der fruchtbarkeitsrelevanten Daten erscheint dadurch möglich. Alternativ dazu kann ein Betreuungsvertrag im Rahmen einer integrierten tierärztlichen Bestandsbetreuung Abhilfe schaffen. Regelmäßige Ovar- und Uteruskontrollen ermöglichen eine frühzeitige Erkennung von abnormen Befunden und geben die Möglichkeit einer schnellen Gegensteuerung.

4.6. Schlußfolgerungen für die tierärztliche und landwirtschaftliche Praxis

Ziel dieser Untersuchungen war es, anhand von Blut- und Harnanalysen, sowie der Auswertung von Daten aus der Milchleistungskontrolle Stoffwechselprofile von Braunviehkühen zu erstellen und diese mit den Ergebnissen anderer Autoren in Beziehung zu setzen, um mögliche Unterschiede zu anderen Leistungsrassen ausfindig zu machen.

Aus den Ergebnissen der eigenen Untersuchungen konnte gezeigt werden, daß zumindest in Betrieben mit mittlerer Milchleistung, unabhängig von der jeweiligen Wirtschaftsweise, gute Fruchtbarkeitleistungen erzielbar sind.

Trotz der guten Fruchtbarkeitsdaten konnten in einzelnen Betrieben Fütterungs- und Managementfehler aufgezeigt werden. Das häufige Auftreten von subklinischer und klinischer Ketose in den Betrieben 1 und 9 spricht für Fehler im Fütterungsmanagement. In Relation zur ermolkenen Jahresmilchmenge wurde in beiden Betrieben viel Kraftfutter eingesetzt, durch das häufige Auftreten von subklinischen Ketosen konnten die Tiere ihr Leistungspotential nicht ausschöpfen.

In den Betrieben mit höheren Leistungen traten weniger fütterungsassoziierte Probleme auf, was auf ein besseres Management durch die Betriebsleiter schließen läßt. Daraus ableitend müssen Probleme in einem Tierbestand nicht notwendigerweise mit der erhöhten Leistung zusammenhängen.

Blutanalysen als alleinige Parameter zur Kontrolle der Herdengesundheit und Fruchtbarkeit geben nur unvollständig Aufschluß über eventuell auftretende Probleme, sind aber als Hilfsmittel zur Ergänzung einer integrierten tierärztlichen Bestandsbetreuung unverzichtbar. Für den Landwirt kostengünstiger und auf den ersten Blick auch aussagekräftiger stellen sich die Ergebnisse der monatlichen Milchuntersuchung dar. Die Analyse der Milchfett-, Milcheiweiß- und Milchwahnhstoffwerte geben einen groben Überblick über die Energie- und Eiweißversorgung des Bestandes.

Die eigenen Untersuchungen konnten keine auffälligen Unterschiede zu den Ergebnissen vergleichbarer Untersuchungen mit anderen Rassen ermitteln.

Diese Schlußfolgerungen gelten nur für Betriebe des untersuchten Leistungsniveaus, darüberhinausgehend muß mit unterschiedlichen Problemen zwischen den beiden Betriebsformen „biologisch“ und „konventionell“ gerechnet werden, sowohl in Bezug auf die Stoffwechselfparameter als auch der Fruchtbarkeitsdaten. Einschränkend muß auch die Anzahl der Tiere, die an diesen Untersuchungen beteiligt waren, angeführt werden, da bei geringen Tierzahlen nur sehr große Unterschiede der Werte zu statistisch absicherbaren Ergebnissen führen.

5. Zusammenfassung

Untersuchungen an Braunviehrindern im oberösterreichischen Innviertel-Stoffwechselprofile der ersten 100 Laktationstage

In der vorliegenden Arbeit wurden 73 Braunviehkühe aus 10 für das oberösterreichische Innviertel typischen Betrieben untersucht. Die Tierzahl pro Betrieb lag auf Biobetrieben bei durchschnittlich 29 und auf konventionellen Betrieben bei 23 Tieren, bei einem durchschnittlichen Leistungsniveau von 6.259 kg Milch auf Biobetrieben und 6.918 kg auf konventionellen Betrieben. Als Grundlage der Studie dienten Blutuntersuchungen, Futteranalysen und Auswertungen der Milchinhaltstoffe. Folgende Blutparameter wurden analysiert: γ -GT, AST, GLDH, Harnstoff, Glucose, freie Fettsäuren (NEFA), β -Hydroxybuttersäure (BHB), Kalium, Eisen, Magnesium, Kalzium, Phosphor, Insulin-ähnlicher Wachstumsfaktor-1 (IGF-1). Die erstellten Stoffwechselprofile erbrachten typische Verläufe über die ersten 100 Laktationstage. Mit Ausnahme von Kalium wurden für alle untersuchten Parameter signifikante Unterschiede für die Wochen vor bzw. kurz nach der Geburt ermittelt.

Zu den nachfolgenden Ergebnissen werden die Mittelwerte vor bzw. nach der Geburt mit dem Signifikanzniveau in Klammern angegeben. Die Werte der γ -GT in den letzten beiden Wochen ante partum lagen signifikant unter den Werten der Wochen 1 bis 13 post partum (11,2 bzw. 14,4 U/l; $p < 0,05$). Die AST-Konzentration in den letzten beiden Wochen ante partum lag signifikant unter den für die Woche der Abkalbung und die Wochen 1 bis 13 post partum ermittelten Werten (30,8 bzw. 38,5 U/l; $p < 0,05$). Signifikante Unterschiede bestanden zwischen den GLDH-Werten der Wochen 1 und 2 ante partum und den Wochen 2 bis 13 post partum (5,3 bzw. 7,5 U/l; $p < 0,05$). Die Harnstoffkonzentration der Kühe vor der Abkalbung lag signifikant unter den Werten der Wochen 1 bis 13 nach der Abkalbung (3,9 bzw. 3,0 mmol/l; $p < 0,05$). Die Glucosekonzentration der letzten beiden Wochen ante partum war signifikant höher als in der Woche der Kalbung bis Woche 5 post partum (3,1 bzw. 3,0 mmol/l; $p < 0,05$). Der Verlauf der freien Fettsäurekonzentration zeigte in den Wochen ante partum signifikant niedrigere Werte als in der Woche der Kalbung und den Wochen 1 bis 6 post partum (0,19 bzw. 0,27 mmol/l, $p < 0,05$). Die β -Hydroxybuttersäure-Konzentration der Kühe vor der Abkalbung lag signifikant unter

den Werten der Wochen 1 bis 7 post partum (0,62 bzw. 0,84 mmol/l; $p < 0,05$).

Der Verlauf der Kaliumkonzentration ergab keine signifikanten Unterschiede zwischen den Untersuchungszeitpunkten (4,04 bzw. 3,99 mmol/l). Die Eisenkonzentration der Kühe sank zum Geburtszeitpunkt signifikant ab, Unterschiede ergaben sich zwischen den Werten der Wochen ante partum und allen folgenden Wochen (111 bzw. 85 mg/dl; $p < 0,05$). Magnesium stieg in Woche 2 post partum signifikant an und blieb danach relativ unverändert (0,93 bzw. 1,00 mmol/l). Der Verlauf der Kalziumkonzentration zeigte einen signifikanten Abfall zum Zeitpunkt der Geburt, die Werte der Woche der Kalbung waren signifikant niedriger als die Werte aller anderen Untersuchungswochen ($p < 0,05$). Die Phosphorkonzentration sank zum Geburtszeitpunkt ab, signifikante Unterschiede ergaben sich zwischen den Werten der Wochen ante partum und der Woche der Abkalbung bzw. den Wochen 1 bis 9 post partum (1,65 bzw. 1,45 mmol/l; $p < 0,05$). Die IGF-1-Konzentration zeigte signifikante Unterschiede zwischen den Wochen ante partum und der Woche der Abkalbung bzw. den Wochen post partum, außerdem zwischen den Wochen 0 bis 9 und 12 bis 13 (161 bzw. 92 ng/ml; $p < 0,05$).

Die Fruchtbarkeitsleistung ergab eine durchschnittliche Rastzeit von 74 Tagen, Gützeit von 92 Tagen, der Erstbesamungserfolg lag bei 61%, der Trächtigkeitsindex bei 1,55.

Die Ergebnisse lassen folgende Schlußfolgerungen zu:

- (1) Energiemangel zu Beginn der Laktation kann bei Hochleistungstieren als physiologisch angesehen werden und kommt sowohl in biologisch als auch in konventionell bewirtschafteten Betrieben vor.
- (2) Diagnostische Maßnahmen wie Ketonkörperkontrolle im Harn und Analyse von Blutproben verschiedener Kühe in unterschiedlichen Laktationsstadien ermöglichen eine Kontrolle des Stoffwechsels.
- (3) Unterschiede der analysierten Blutparameter bei der Rasse Braunvieh zu anderen Rassen konnten nicht festgestellt werden.

6. Summary

Werner Hagmüller (2002)

Metabolic profiles in dairy cows in Upper Austria during the first 100 days of lactation.

The aim of this study was to investigate cows from 10 dairy farms in Upper Austria for fertility and metabolism. Average milk yield was 6.259 kg for organic farms and 6.918 kg for conventional farms. Organic farmers kept 29 cows, conventional farmers 23 cows on average. 73 cows were blood-sampled from at least two weeks ante partum until 13 weeks post partum. Blood chemistry values, fodder analysis and data from monthly milk logs were obtained. The following blood parameters were analyzed: γ -GT, AST, GLDH, Urea, Glucose, free fatty acids (NEFA), β -hydroxy butyric acid (BHB), potassium, iron, magnesium, calcium, phosphorus and insulin-like growth factor-1 (IGF-1). Blood values showed significant differences between the weeks before parturition and the time postpartum, except for potassium. Mean values before and after parturition are put in parenthesis.

γ -GT, AST and GLDH values were significantly lower for weeks 2 and 1 before calving than for weeks 1 to 13 postpartum for γ -GT (11.2 and 14.4 U/l, respectively; $p < 0.05$), AST (30.8 and 38.5 U/l, respectively; $p < 0.05$), and weeks 2 to 13 for GLDH (5.3 and 7.5 U/l, respectively; $p < 0.05$). Urea concentration before parturition was higher than after calving (3.9 and 3.0 mmol/l, respectively; $p < 0.05$). Glucose values for the weeks before calving were higher than the values for the week of calving and weeks 1 to 5 postpartum (3.07 and 2.96 mmol/l, respectively; $p < 0.05$). NEFA and BHB values were lower for the 2 weeks before calving than for the week of calving and weeks 1 to 6 postpartum for NEFA (0.19 and 0.27 mmol/l, respectively; $p < 0.05$) and weeks 1 to 7 for BHB (0.62 and 0.84 mmol/l, respectively; $p < 0.05$). Calcium and phosphorous decreased at parturition, phosphorous values ante partum were higher than for weeks 0 (calving) to 9 (1.65 and 1.45 mmol/l, respectively; $p < 0.05$). Calcium values during the week of calving were lower than values of any other week ($p < 0.05$). Magnesium values increased in week 2 postpartum and stayed elevated until week 13 (0.93 and 1.00 mmol/l, respectively; $p < 0.05$). Iron values for the weeks before calving were significantly lower than values for weeks 0 to 13 postpartum (111 and 85 mg/dl, respectively; $p < 0.05$). IGF-1 concentration during the 2 weeks before calving was higher than the values for weeks 0 to 13 ($p < 0.05$), the values for weeks 0

to 9 were lower than the values for weeks 12 and 13 postpartum (161 and 92 ng/ml, respectively; $p < 0.05$).

Fodder analysis was limited to first cut grass silage and showed different levels for energy and crude protein content between the 10 farms, there were no significant differences between organic and conventionally produced silages. Fertility data showed following results: service interval: 74 days, intercalving period: 92 days, conception rate after first insemination: 61%, gestation index: 1.55.

The following conclusions can be drawn:

- (1) Negative energy balance in the first lactation period is a common finding in both production methods and has to be considered.
- (2) Measuring ketone bodies in the urine routinely for the first lactation weeks and analyzing blood chemistry profiles of cows in different lactation stages are valuable tools to detect metabolic problems.
- (3) Differences between the values of this study in Braunvieh cattle and values of other breeds were not found.

7. Schrifttumsverzeichnis

ABRIBAT, T., H. LAPIERRE, P. DUBREUIL, G. PELLETIER, P. GAUDREAU, P. BRAZEAU, D. PETITCLERC (1990)

Insulin-like growth factor-1 concentration in holstein female cattle: variations with age, stage of lactation and growth hormone-releasing factor administration.

Dom. Anim. Endocrin. 7, 93-102

AKASHA, M. A., R. R. ANDERSON (1987)

Concentration of thyroid hormones and prolactin in dairy cattle serum and milk at three stages of lactation.

J. Dairy Sci. 70, 271-276

ALBRECHT, E., W. UNGLAUB (1992)

Zur Anwendung der GLDH – Bestimmung in Rinderproblembeständen.

Tierärztl. Umsch. 47, 427-430

ANDERSSON, L. (1988)

Subclinical ketosis in dairy cows.

Vet. Clin. North Am. Large Anim. Pract. 4, 233-251

BAUER, J., R. STAUFENBIEL, B. STAUFENBIEL, D. DARGEL, F. PRIEM (1991)

Vergleichende Bestimmungen ausgewählter Parameter in Blutproben aus der Vena jugularis und der Vena subcutanea abdominis.

Monatsh. Veterinärmed. 46, 56-60

BAUMANN, D. E., W. B. CURRIE (1980)

Partitioning of nutrients during pregnancy and lactation: a review of mechanisms involving homeostasis and homeorrhesis.

J. Dairy Sci. 63, 1514-1529

BAUMANN, D. E., J. H. EISENMANN, W. B. CURRIE (1982)

Hormonal effects on partitioning of nutrients for tissue growth: role of growth hormone and prolactin.

Fed. Proc. 41, 2539-2544

BAUMANN, D. E., C. H. J. PEEL, W. D. STEINHOOR, P. J. REYNOLDS, H. F. TYRELL, A. C. G. BROWN, G. L. HAALAND (1988)

Effects of somatotropin on metabolism of lactating dairy cows: influence on rates of irreversible loss and oxidation of glucose and nonesterified fatty acids.

J. Nutr. 118, 1031-1040

BAUMGARTNER, W. (1977)

Zur Aussagekraft klinisch-chemischer Laborbefunde in der Krankheitsdiagnostik beim Rind.

Wien, Veterinärmed. Universität, Habil.-Schr.

BAUMGARTNER, W., M. SKALICKY (1978)

Arbeitswerte in der Laboratoriumsdiagnostik beim Rind. 1.Mitteilung: Enzyme und Stoffwechselprodukte im Serum bzw. Vollblut.

Zbl. Vet. Med. A. 26, 221-230

BAUMRUCKER, C. R. (2000)

The insulin-like growth factor (IGF) system in the mammary gland: role of IGFBP-3 binding protein.

in: CRONJE, P. B. (Hrsg.):

Ruminant Physiology: Digestion, Metabolism, Growth and Reproduction.

CAB International, 329-351

BEAM, S. W., W. R. BUTLER (1997)

Energy balance and ovarian follicle development prior to the first ovulation postpartum in dairy cows receiving three levels of dietary fat.

Biol. Reprod. 56, 133-142

BEAM, S. W., W. R. BUTLER (1998)

Energy balance, metabolic hormones and early postpartum follicular development in dairy cows fed prilled lipid.

J. Dairy Sci. 81, 121-131

BEAM, S. W., W. R. BUTLER (1999)

Effects of energy balance on follicular development and first ovulation in postpartum dairy cows.

J. Reprod. Fertil. 54, 411-424

BERGFELD, E. G. M., F. N. KOJIMA, A. S. CUPP, M. E. WEHRMAN, K. E. PETERS, M. GARCIA-WINDER, J. E. KINDER (1994)

Ovarian follicular development in prepubertal heifers is influenced by level of dietary energy intake.

Biol. Reprod. 51, 1051- 1057

BERGMANN, E. N. (1971)

Hyperketonemia - Ketogenesis and Ketone Body Metabolism.

J. Dairy Sci. 54, 936-948

BERGMANN, E. N. (1973)

Glucose metabolism in ruminants as related to hypoglycemia and ketosis.

Cornell Vet. 63, 341-382

BLUM, J. W. (1990)

Die Bedeutung des insulinähnlichen Wachstumsfaktors-1 bei der Milchkuh.
Landwirtschaft Schweiz. 3, 69-75

BOWDEN, D. M. (1971)

Non esterified fatty acids and ketone bodies in blood as indicators of nutritional status in ruminants: a review.

Can. J. Anim. Sci. 51, 1-13

BRAUN, J. P., A. G. RICO, P. BERNARD, J. P. THOUVENOT, M. J. BONNEFIS (1978)

Blood and tissue distribution of gamma glutamyl transferase in calves.

J. Dairy Sci. 61, 596-599

BREIER, B. H., P. D. GLUCKMANN, J. J. BASS (1988)

Influence of nutritional status and oestradiol-17-beta on plasma growth hormone, insuline-like growth factors-1 and -2 and the response to exogenous growth hormone in young steers.

J. Endocrinol. 118, 243-250

BUSCH, W., P. GAMCIK (1987)

Zuchthygienische Kontrolle bei Nutztieren.

Gustav Fischer Verlag, Jena

BUTLER, W. R., R. W. EVERETT, C. E. COPPOCK (1981)

The relationship between energy balance, milk production and ovulation in postpartum Holstein cows.

J. Anim. Sci. 53, 742-748

BUTLER, W. R., R. D. SMITH (1989)

Interrelationships between energy balance and postpartum reproductive function in dairy cattle.

J. Dairy Sci. 72, 767-783

BUTLER, W. R., J. J. CALAMAN, S. W. BEAM (1996)

Plasma and milk urea nitrogen in relation to pregnancy rate in lactating dairy cattle.

J. Anim. Sci. 74, 858-865

CANFIELD, R. W., W. R. BUTLER (1990)

Energy balance and pulsatile luteinizing hormone secretion in early postpartum dairy cows.

Dom. Anim. Endocr. 7, 323-330

CARSTAIRS, J. A., D. A. MORROW, R. S. EMERY (1980)

Postpartum reproductive function of dairy cows as influenced by energy and phosphorus status.

J. Anim. Sci. 55, 1122-1130

CHILLIARD, Y., F. BOCQUIER, M. DOREAU (1998)

Digestive and metabolic adaptations of ruminants to undernutrition, and consequences on reproduction.

Reprod. Nutr. Dev. 38, 132-151

CLEMMONS, D. R., J. J. VAN WYK (1984)

Factors controlling blood concentration of somatomedin C.

J. Clin. Endocrinol. Metab. 13, 113-143

CLEMMONS, D. R., L. E. UNDERWOOD (1991)

Nutritional regulation of IGF-1 and IGF binding proteins.

Annu. Rev. Nutr. 11, 393-412

CLEMMONS, D.R. (1997)

Insulin-like growth factors binding proteins and their role in controlling IGF actions.

Cytokine and Growth Factor Reviews. 8, 45-62

COHICK, W. S., K. PLAUT, S. J. SECHEN, D. E. BAUMAN (1989)

Temporal pattern of insulin-like growth factor-1 response to exogenous bovine somatotropin in lactating cows.

Dom. Anim. Endocrinol. 6, 263-273

COHICK, W. S. (1998)

Role of the insulin-like growth factors and their binding proteins in lactation.

J. Dairy Sci. 81, 1769-1777

COPPOCK, C. E., C. H. NOLLER, S. A. WOLFE (1974)

Effect of forage-concentrate ratio in complete feeds fed ad libitum on energy intake in relation to requirements by dairy cows.

J. Dairy Sci. 57, 1371-1380

COLLIS, K. A., H. W. SYMONDS, B. F. SANSOM (1979)

The half-life of glutamate dehydrogenase in plasma of dry and lactating dairy cows.

Res. Vet. Sci. 27, 267-268

D'ERCOLE, A. J., A. D. STILES, L. E. UNDERWOOD (1984)

Tissue concentration of somatomedin C: further sites of synthesis and paracrine or autocrine evidence for multiple mechanisms of action.

Proc. Natl. Acad. Sci. 81, 935-939

DACHIR, S., R. W. BLAKE, P. G. HARMS (1984)

Ovarian activity of Holstein and Jersey cows of diverse transmitting abilities for milk.

J. Dairy Sci. 67, 1776-1782

DAUGHADAY, W. H., I. K. MARIZ, S. L. BLETHEN (1980)

Inhibition of access of bound somatomedin to membrane receptor and immunobinding sites: A comparison of RRA and RIA of somatomedin in native and acid ethanol- extracted serum.

J. Clin. Endocrinol. Metab. 51, 781-788

DAWSON, F. L. M. (1975)

Accuracy of rectal palpation in the diagnosis of ovarian function in the cow.

Vet. Rec. 96, 218-220

DAXENBERGER, A., B. H. BREIER, H. SAUERWEIN (1998)

Increased milk levels of insulin-like growth factor-1 (IGF-1) for the identification of bovine somatotropin (bST) treated cows.

The Analyst. 123, 2429-2435

DE BOER, G., A. TRENKLE, J. W. YOUNG (1985)

Glucagon, Insulin, Growth Hormone, and some blood metabolites during energy restriction ketonemia of lactating cows.

J. Dairy Sci. 68, 326-337

DE BOER, G., A. TRENKLE, J. W. YOUNG (1986)

Secretion and clearance rates of glucagon in dairy cows.

J. Dairy Sci. 69, 721-733

DE KRUIF, A., R. MANSFELD, M. HOEDEMAKER (1998)

Tierärztliche Bestandsbetreuung beim Milchrind.

1. Aufl. Verlag Enke, Stuttgart

DIRKSEN, G. (1994)

Kontrolle von Stoffwechselfparametern bei Milchkühen an Hand von Milchparametern.

in: 18. World Buiatrics Congress, Bologna, 1994, Ber. S. 35-45

DOBBELAAR, P., T. MOTTRAM, C. NYABADZA, P. HOBBS, R. J. ELLIOTT-MARTIN, Y. H. SCHUKKEN (1996)

Detection of ketosis in dairy cows by analysis of exhaled breath.

Vet. Q. 18, 151-152

DRACKLEY, J. K., M. J. RICHARD, D. C. BEITZ, J. W. YOUNG (1992)

Metabolic changes in dairy cows with ketonemia in response to feed restriction and dietary 1,3-butanediol.

J. Dairy Sci. 75, 1622-1634,

ECHTERNKAMP, S. E., C. L. FERRELL, J. D. RONE (1982)

Influence of pre-and postpartum nutrition on LH-secretion in suckled postpartum beef heifers.

Theriogenology. 18, 283-295

ELDON, J., T. H. OLAFSSON, T. H. THORSTEINSSON (1988)

The relationship between blood and fertility parameters in the postpartum dairy cows.
Acta Vet. Scand. 29, 393-399

ELROD, C. C., W. R. BUTLER (1993)

Reduction of fertility and alteration of uterine pH in heifers fed excess ruminally degradable protein.

J. Anim. Sci. 71, 694-701

ELROD, C. C., M. VAN AMBURGH, W. R. BUTLER (1993)

Alterations of pH in response to increased dietary protein in cattle are unique to the uterus.

J. Anim. Sci. 71, 702-706

ELSASSER, T. H., T. S. RUMSEY, A. C. HAMMOND (1989)

Influence of diet on basal and growth hormone-stimulated plasma concentrations of IGF-1 in beef cattle.

J. Anim. Sci. 67, 128-141

FARRIES, E. (1980)

Leistung – Gesundheit – Fruchtbarkeit bei Hochleistungskühen.

Prakt. Tierarzt. 61, 26-33

FISCHER, K., B. HOFFMANN, F.-J. BOCKISCH, K. FAILING, G. BALJER (1998)

Erhebungen zum Fruchtbarkeitsstatus von Milchkühen. Teil 1: Univariate Befundbetrachtung und Zuordnung in Beobachtungsklassen.

Tierärztl. Umsch. 53, 372-379

FLIPOT, P. M., G. ROY, F. F. DUFOR (1988)

Effect of peripartum energy concentration on production performance of Holstein cows.

J. Dairy Sci. 71, 1840-1850

FONSECA, F. A., J. H. BRITT, B. Z. MCDANIEL, J. C. WILK, A. H. RAKES (1983)
Reproductive traits of Holsteins and Jerseys. Effects of age, milk yield and clinical abnormalities on involution of cervix and uterus, ovulation, estrus cycles, detection of estrus, conception rate and days open.

J. Dairy Sci. 66, 1128-1147

FORTUNE, J. E (1994)

Ovarian follicular growth and development in mammals.

Biol. Reprod. 50, 225-232

FOSTER, L. A (1988)

Clinical Ketosis.

Vet. Clin. North Am. Large Anim. Pract. 4, 253-265

FOWLKES, J.L (1997)

Insulin-like growth factor binding protein proteolysis, an emerging paradigm in insulin-like growth factor physiology.

Trends in Endocrinology and Metabolism. 8, 299-306

FROESCH, E. R., J. BURGI, E. B. RAMSEIER, P. BALLY, A. LABHART (1963)

Antibody-suppressible and nonsuppressible insulin like activities in human serum and their physiological significance. An insulin assay with adipose tissue of increased precision and specificity.

J. Clin. Invest. 42, 1816-1834

FROESCH, E. R., J. ZAPF (1985)

Insulin like growth factors and insulin: comparative aspects.

Diabetologia. 28, 485-493

GEISHAUSER, T. H., K. LESLIE, T. TENHAG, A. BASHIRI (2000)

Evaluation of eight cow-side tests in milk for detection of subclinical ketosis in dairy cows.

J. Dairy Sci. 83, 296-299

GIGER, R., D. FAISSLER, A. BUSATO, J. BLUM, U. KÜPFER (1997)

Blutparameter während der Frühlaktation in Beziehung zur Ovarfunktion bei Milchkühen.

Reprod. Dom. Anim. 32, 313-319

GLUCKMAN, P. D., B. H. BREIER, S. R. DAVIS (1987)

Physiology of the somatotropic axis with particular reference to the ruminant.

J. Dairy Sci. 70, 442-466

GRUMMER, R. R. (1993)

Etiology of lipid-related metabolic disorders in periparturient dairy cows.

J. Dairy Sci. 76, 3882-3896

GRUNERT, E., M. BERCHTOLD (1999)

Fertilitätsstörungen beim weiblichen Rind.

3. Aufl. Blackwell Wissenschafts-Verlag, Berlin, Wien

GULER, H. P., J. ZAPF, E. R. FROESCH (1989)

Growth promotion using recombinant insulin-like growth factor-1.

in: HEAP, R. B., D. G. PROSSER, G. E. LAMMING (Hrsg.):

Biotechnology in growth regulation.

Butterworths, London; 119-122

HADSELL, D. L., P. G. CAMPBELL, C. R. BAUMRUCKER (1990)

Characterization of the change in type 1 and 2 insulin-like growth factor receptors of bovine mammary tissue during the pre- and postpartum periods.

Endocrinology. 126, 637-643

HAGERT, C. (1992)

Kontinuierliche Kontrolle der Energie- und Eiweißversorgung der Milchkuh während der Hochlaktation anhand der Konzentrationen von Azeton, Harnstoff, Eiweiß und Fett in der Milch.

München, Veterinärmedizinische Fakultät, Diss.

HAN, V. K. M., P. K. LUND, D. C. LEE, A. J. D'ERCOLE (1988)

Expression of somatomedin / insulin-like growth factor messenger ribonucleic acids in the human fetus: identification, characterization, and tissue distribution.

J. Clin. Endocrinol. 66, 422-429

HANSEN, L. B., L. B. A. FREEMAN, P. J. BERGER (1983)

Yield and fertility relationships in dairy cattle.

J. Dairy Sci. 66, 293-305

HARASZTI, J. (1990)

Die diagnostische und prognostische Bedeutung der Ketonurie bei den Fruchtbarkeitsstörungen des Rindes.

Dtsch. tierärztl. Wochenschrift. 97, 407-411

HENRICKS, D. M., J. D. RONE, C. L. FERRELL, S. E. ECHTERNKAMP (1986)

A note on the effect of nutrition on ovulation and ovarian follicular populations in individually fed postpartum beef heifers.

Anim. Prod. 43, 557-560

HERDT, T. H., J. B. STEVENS, J. LINN (1981)

Influence of ration composition and energy balance on blood beta-hydroxybutyrate (ketone) and plasma glucose concentrations of dairy cows in early lactation.

Am. J. Vet. Res. 42, 1177-1180

HERDT, T. H., J. S. LIESMAN, B. J. GERLOFF, R. S. EMERY (1983)

Reduction of serum triacylglycerol-rich lipoprotein concentrations in cows with hepatic lipidoses.

Am. J. Vet. Res. 44, 293-296

HERDT, T. H. (1986)

Fuel homeostasis in the ruminant.

Vet. Clin. North Am. Large Anim. Pract. 4, 213-231

HEUER, C., M. METZNER, Y. SCHUKKEN (1996)

Einflüsse von Laktationsstand, Milchfettgehalt und Alter von Milchkühen auf die fütterungsbezogene Auswertung von Daten der Milchleistungsprüfung.

Tierärztl. Umsch. 51, 84-95

HUSZENICZA, G., L. MOLNAR, L. SOLTI, J. HARASZTI (1987)

Postpartal ovarian function in Holstein and crossbred cows on large scale farms in Hungary.

J. Vet. Med. A. 34, 249-263

HUSZENICZA, G. (1988)

Some metabolic characteristics of dairy cows with different postpartum ovarian function.

J. Vet. Med. A. 35, 505-516

INGRAHAM, R. H., L. C. KAPPEL (1988)

Metabolic profile testing.

Vet. Clin. North Am. Large Anim. Pract. 4, 391-411

ISAKSSON, O. G. P., A. LINDAHL, J. ISGAARD, A. NILSSON, J. TORNELL, B. CARLSSON (1991)

Dual regulation of cartilage growth.

in: SPENCER, E. M. (Hrsg.):

Modern Concepts of Insulin-Like Growth Factors.

Elsevier, Amsterdam, 121-126

JARRETT, I. G., O. H. FILSELL, F. J. BALLARD (1976)

Utilisation of oxidizable substrates by the sheep hind limb: effects of starvation and exercise.

Metabolism. 25, 523-531

JONES, J. I., D. R. CLEMMONS (1995)

Insulin-like growth factors and their binding proteins: biological actions.

Endocrine Reviews. 16, 3-34

JORDAN, E. R., T. E. CHAPMAN, D. W. HOLTAN, L. V. SWANSON (1983)
Relationship of dietary crude protein to composition of uterine secretions and blood in high producing dairy cows.
J. Dairy Sci. 66, 1854-1862

KAIM, M., Y. FOLMAN, H. NEUMARK, W. KAUFMANN (1983)
The effect of protein intake and lactation number on postpartum body weight loss and reproductive performance of dairy cows.
Anim. Prod. 37, 229

KAPPEL, L. C., R. H. INGRAHAM, E. B. MORGAN, L. ZERINGUE, D. WILSON, D. K. BABCOCK (1984)
Relationship between fertility and blood glucose and cholesterol concentrations in Holstein cows.
Am. J. Vet. Res. 45, 2607-2612

KARSAI, F., T. GAAL (1987)
Änderungen gewisser Kennwerte des Fettstoffwechsels bei Milchkühen im geburtsnahen Zeitraum.
Dtsch. tierärztl. Wochenschrift. 94, 264-266

KELTON, D. F. (1989)
Accuracy of palpation of bovine corpora lutea.
Cornell Vet. 79, 301-305

KERR, D. E., B. LAARVELD, M. I. FEHR, J. G. MANNS (1991)
Profiles of serum IGF-1 concentrations in calves from birth to eighteen months of age and in cows throughout the lactation cycle.
Can. J. Anim. Sci. 71, 695-705

KIRBY, C. J., J. D. ARMSTRONG, B. G. HUFF, R. L. STANKO, R. W. HARVEY, E. P. HEIMER, R. M. CAMPBELL (1993)

Changes in serum somatotropin, somatotropin mRNA and serum and follicular insulin-like growth factor-1 in response to feed restriction in cows actively immunized against growth hormone releasing factor.

J. Anim. Sci. 71, 3033-3042

KLEIN, B., B. SCHMIDT, H. ZUCKER (1987)

Serumharnstoffbestimmungen in Milchviehherden zur Beurteilung der Protein- und Energieversorgung.

Tierärztl. Umsch. 42, 532-539

KRAFT, W., U. M. DÜRR (1999)

Klinische Labordiagnostik in der Tiermedizin.

5. Aufl. Schattauer Verlag, Stuttgart

KRONFELD, D. S. (1971)

Hypoglycemia in ketotic cows.

J. Dairy Sci. 54, 949-961

KRONFELD, D. S. (1972)

Ketosis in pregnant sheep and lactating cows. A review.

Austr. Vet. J. 48, 680-687

KRONFELD, D. S., R. L. DONOGHUE, R. L. COPP, F. M. STEARNS, R. H. ENGLE (1982)

Nutritional status of dairy cows indicated by analysis of blood.

J. Dairy Sci. 65, 1925-1933

KUNZ, P. L., J. W. BLUM (1985)

Relationships between energy balance and blood levels of hormones and metabolites in dairy cows during late pregnancy and early lactation.

Z. Tierphysiol. 54, 239-248

LABEN, R. C., R. D. SHANKS, P. J. BERGER, A. E. FREEMAN (1982)

Factors affecting milk yield and reproductive performance.

J. Dairy Sci. 65, 1004-1015

LAMMING, G. E., D. C. WATHES, A. R. PETERS (1981)

Endocrine patterns of the postpartum cow.

J. Reprod. Fertil. Suppl. 30, 155-170

LARSON, S. F., W. R. BUTLER, W. B. CURRIE (1996)

Reduced fertility associated with low progesterone postbreeding and increased milk urea nitrogen in lactating cows.

J. Dairy Sci. 80, 1288-1295

LINDSTRÖM, U. B., M. VON BONSDORFF (1983)

Factors affecting bovine ketosis and its association with non return rate.

J. Sci. Agr. Soc. Finland. 55, 497-506

LOMAX, M. A., G. D. BAIRD, C. B. MALLINSON (1979)

Differences between lactating and non lactating dairy cows in concentration and secretion rate of insulin.

Biochem. J. 180, 281-289

LOTTHAMMER, K. H. (1981)

Gesundheits- und Fruchtbarkeitsstörungen beim Milchrind – klinisch-chemische Untersuchungen als Hilfsmittel zur Herdendiagnostik (Klärung der Ursache).

Tierärztl. Prax. 9, 541-551

LOTTHAMMER, K. H., H.-J. BOEHNKE, M. MORAWIETZ (1988)

Beziehungen zwischen verschiedenen Blutparametern als Kriterien für Stoffwechselstörungen und dem Milchzellgehalt bei Milchrindern.

Dtsch. tierärztl. Wochenschrift. 95, 353-408

LOTTHAMMER, K. H., G. WITTKOWSKI (1994)

Fruchtbarkeit und Gesundheit der Rinder.

1. Aufl. Ulmer Verlag, Stuttgart

LUCY, M. C., J. BECK, C. R. STAPLES (1992)

Follicular dynamics, plasma metabolites, hormones and IGF-1 in lactating cows with positive or negative energy balance during the preovulatory period.

Reprod. Nutr. Devel. 32, 331-341

LUND, P. K., B. M. MOATS-STAATS, M. A. HYNES, J. G. SIMMONS, M. JANSEN, A. J. D'ERCOLE (1986)

Somatomedin C/IGF-1 and IGF-2 mRNAs in rat fetal and adult tissues.

J. Biol. Chem. 261, 14539-14544

MATHEWS, L. S., G. NORSTEDT, R. D. PALMITER (1986)

Regulation of insulin-like growth factor-1 gene expression by growth hormone.

Proc. Natl. Acad. Sci. 83, 9343-9347

MCGUIRE, M. A., J. L. VICINI, D. E. BAUMAN, J. J. VEENHUIZEN (1992)

Insulin-like growth factors and binding proteins in ruminants and their nutritional regulation.

J. Anim. Sci. 70, 2901-2910

MERIMEE, T. J., J. ZAPF, E. R. FROESCH (1982)

Insulin-like growth factors in the fed and fasted states.

J. Clin. Endocrinol. Metab. 55, 999-1002

METZ, S. H. M., S. G. VAN DEN BERGH (1977)

Regulation of fat mobilization in adipose tissue of dairy cows in the period around parturition.

Neth. J. Agric. Sci. 25, 198-211

MIETTINEN, P. V. A. (1990)

Metabolic balance and reproductive performance in Finnish dairy cows.

J. Vet. Med. A. 37, 417-424

MIETTINEN, P. V. A (1991)

Correlation between energy balance and fertility in Finnish dairy cows.

Acta vet. scand. 32, 189-196

METZNER, M., R. MANSFELD (1992)

Tierärztliche Betreuung von Milcherzeugerbetrieben.

Prakt. Tierarzt. 9, 800-814

MILLS, S. E., D. C. BEITZ, J. W. YOUNG (1986)

Evidence for impaired metabolism in liver during induced lactation ketosis of dairy cows.

J. Dairy Sci. 69, 362-370

MORROW, D. A., S. J. ROBERTS, K. MCENTEE (1969)

Postpartum ovarian activity and involution of the uterus and cervix in dairy cattle.

Cornell Vet. 59, 173-190

MURPHY, L. J., G. I. BELL, H. G. FRIESEN (1987)

Tissue distribution of insulin-like growth factor-1 and 2 messenger ribonucleic acid in the adult rat.

Endocrinology. 120, 1279-1282

NEBEL, R. L., M. L. MCGILLIARD (1993)

Interactions of high milk yield and reproductive performance in dairy cows.

J. Dairy Sci. 76, 3257-3268

OPSOMER, G., M. CORYN, A. DE KRUIF (1999)

Measurement of ovarian cyclicity in the postpartum dairy cow by progesterone analysis.

Reprod. Dom. Anim. 34, 297-300

OVERTON, T. R., J. K. DRACKLEY, C. J. OTTEMANN-ABBAMONTE, A. D. BEAULIEU, L. S. EMMERT, J. H. CLARK (1999)

Substrate utilization for hepatic gluconeogenesis is altered by increased glucose demand in ruminants.

J. Anim. Sci. 77, 1940-1951

PERRY, R. C., L. R. CORAH, R. C. COCHRAN, W. E. BEAL, J. F. STEVENSON, J. E. MINTON, D. D. SIMMS, J. R. BRETHOUR (1991)

Influence of dietary energy on follicular development, serum gonadotropins and first postpartum ovulation in suckled beef cows.

J. Anim. Sci. 69, 3762-3773

PRADO, R., S. M. RHIND, I. A. WRIGHT, A. J. F. RUSSEL, S. R. MCMILLEN, A. J. SMITH, Y. A. S. MCNEILLY (1990)

Ovarian follicle populations, steroidogenicity and micromorphology at 5 and 9 weeks postpartum in beef cows in two levels of body condition.

Anim. Prod. 51, 103-108

REFSDAL, A. O (1977)

Fertility of ketotic cows.

Nor. Veterinaertidsskr. 89, 219-221

REHAGE, J., M. MERTENS, N. STOCKHOFE-ZURWIEDEN, M. KASKE, H. SCHOLZ (1996)

Post surgical convalescence of dairy cows with left abomasal displacement in relation to fatty liver.

Schweiz. Arch.Tierheilk. 138, 361-368

REINARTZ, M., W. HOFMANN (1989)

Serumharnstoffbestimmungen in Milchrinderherden

Prakt. Tierarzt. 9, 22-28

REIST, M., A. KOLLER, A. BUSATO, U. KÜPFER, J. W. BLUM (2000)

First ovulation and ketone body status in the early postpartum period of dairy cows.

Theriogenology. 54, 685-701

RICHARDS, M. W., R. P. WETTEMANN, L. J. SPICER, G. L. MORGAN (1991)

Nutritional anoestrus in beef cows: effects of body condition and ovariectomy on serum luteinizing hormone and insulin-like growth factor-1.

Biol. Reprod. 44, 961-966

RINDERKNECHT, E., R. E. HUMBEL (1976)

Polypeptides with nonsuppressible insulin-like and cell growth promoting activities in human serum: isolation, chemical characterisation and some biological properties of forms 1 and 2.

Proc. Natl. Acad. Sci. 73, 2365-2369

ROBERTS, A. J., R. A. NUGENT, J. KLINDT, T. G. JENKINS (1997)

Circulating insulin-like growth factor-1, insulin-like growth factor binding proteins, growth hormone, and resumption of estrus in postpartum cows subjected to dietary energy restriction.

J. Anim. Sci. 75, 1909-1917

RONGE, H. J., J. W. BLUM, F. CLEMENT, F. JANS, H. LEVENBERGER, H. BINDER (1988)

Somatomedin C in dairy cows related to energy and protein supply and to milk production.

Anim. Prod. 47, 165-183

ROSSOW, N., B. STAUFENBIEL, R. STAUFENBIEL, H. GÜRTLER, D. DARGEL, R. NEUER (1991)

Zur Bewertung erhöhter Ketonkörperkonzentrationen bei der Milchkuh.

Monatsh. Veterinärmed. 46, 11-17

SALMON, W. D., W. H. DAUGHADAY (1957)

A hormonally controlled serum factor which stimulates sulfate incorporation by cartilage in vitro.

J. Lab. Clin. Med. 49, 825-836

SAVIO, J. D., M. P. BOLAND, N. HYNES, J. F. ROCHE (1990)

Resumption of follicular activity in the early postpartum period of dairy cows.

J. Reprod. Fert. 88, 569-579

SCHOLZ, H. (1990)

Stoffwechselkontrolle in der Milchkuhherde an Hand von Blut- und Milchparametern.

Prakt. Tierarzt, collegium veterinarium XXI, 32-35

SCHMITZ-MOORMANN, P., A. BOGER (1981)

Tissue damage by fatty acids released by lipolysis.

Pathol. Res. Pract. 171, 303-313

SCHULTZ, L. H (1968)

Ketosis in dairy cattle.

J. Dairy Sci. 51, 1133-1140

SCHUMACHER, M. (1992)

Zum Eliminationsverhalten der Creatinin-Kinase (CK), Aspartat-Aminotransferase (AST), Glutamat-Dehydrogenase (GLDH), Sorbit-Dehydrogenase (SDH) und der Gamma-Glutamyl-Transferase (GGT) im Blutplasma von Rindern unterschiedlichen Alters.

Hannover, tierärztl. Hochsch., Diss.

SCHUMACHER, M., W. KLEE, K. BICKHARDT (1992)

Eliminationskinetiken einiger klinisch relevanter Enzyme im Blutplasma von Rindern nach intravenöser Bolus-Infusion homologer Präparate.

Dtsch. tierärztl. Wochenschrift. 99, 225-227

SHARMA, B. K., M. J. VANDEHAAR, N. K. AMES (1994)

Expression of insulin-like growth factor-1 in cows at different stages of lactation and in late lactation cows treated with somatotropin.

J. Dairy Sci. 77, 2232-2241

SPALDING, R. W., R. W. EVERETT, R. H. FOOTE (1975)

Fertility in New York artificially inseminated Holstein herds in dairy herd improvement.

J. Dairy Sci. 58, 718-723

SPICER, L. J., W. B. TUCKER, G. D. ADAMS (1990)

Insulin-like growth factor-1 in dairy cows: relationships among energy balance, body condition, ovarian activity and estrous behavior.

J. Dairy Sci. 73, 929-937

SPOHR, M., H.-U. WIESNER (1991)

Kontrolle der Herdengesundheit und Milchproduktion mit Hilfe der erweiterten Milchleistungsprüfung.

Milchpraxis. 29, 231-236

STAPLES, C. R., W. W. THATCHER (1990)

Relationship between ovarian activity and energy status during the early postpartum period of high producing dairy cows.

J. Dairy Sci. 73, 938-947

TOTH L., P. CSENDES, T. GAAL (1989)

Untersuchungen und Bedeutungen der Ketonurie bei laktierenden Kühen.

Dtsch. tierärztl. Wochenschrift. 96, 10-14

VANDEHAAR, M. J., B. K. SHARMA, R. L. FOGWELL (1995)

Effect of dietary energy restriction on the expression of insulin-like growth factor-1 in liver and corpus luteum of heifers.

J. Dairy Sci. 78, 832-841

VEGA, J. R., C. A. GIBSON, T. C. SKAAR, D. L. HADSELL, C. R. BAUMRUCKER (1991)

Insulin-like growth factor (IGF)-1 and 2 and IGF binding proteins in serum and mammary secretions during the dry period and early lactation in dairy cows.

J. Anim. Sci. 69, 2538-2547

VICINI, J. L., F. C. BUONOMO, J. J. VEENHUIZEN, M. A. MILLER, D. R. CLEMMONS, R. J. COLLIER (1991)

Nutrient balance and stage of lactation affect responses of insulin, insulin-like growth factor-1 and 2, and insulin-like growth factor binding protein 2 to somatotropin administration in dairy cows.

J. Nutr. 121, 1656-1664

VILLA-GODOY, A., T. L. HUGHES, R. S. EMERY, L. T. CHAPIN, R. L. FOGWELL (1988)

Association between energy balance and luteal function.

J. Dairy Sci. 71, 1063-1072

WEMHEUER, W. (1987)

Auswertung von Blutparametern aus fruchtbarkeitsgestörten Milchviehbeständen.

Tierärztl. Prax. 15, 353-360

WHITAKER, D. A., J. M. KELLY, E. J. SMITH (1983)

Subclinical ketosis and serum beta-hydroxybutyrate levels in dairy cattle.

Br. Vet. J. 139, 462-463

XU, Z. Z., H. A., GARVERICK, G. W. SMITH (1995)

Expression of follicle stimulating hormone and luteinizing hormone receptor messenger ribonucleic acids in bovine follicles during the first follicular wave.

Biol. Reprod. 53, 951-957