

**Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn**  
**Landwirtschaftliche Fakultät**

---

**Lehr- und Forschungsschwerpunkt**  
**„Umweltverträgliche und Standortgerechte Landwirtschaft“**

## **Forschungsbericht**

**Nr. 134**

**Gegenüberstellung der Milchqualität und des  
Gesundheitsstatus von Milchkühen  
von ökologisch bewirtschafteten Betrieben im Vergleich  
zu konventionell wirtschaftenden Betrieben  
im Rheinland**

Verfasser:

Dr. agr. Ute Müller

Prof. Dr. Dr. Helga Sauerwein

**Institut für Tierwissenschaften**  
Abteilung Physiologie und Hygiene

**Herausgeber:** Lehr- und Forschungsschwerpunkt „Umweltverträgliche und Standortgerechte Landwirtschaft“, Landwirtschaftliche Fakultät der Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn

Endenicher Allee 15, 53115 Bonn  
Tel.: 0228 – 73 2297; Fax.: 0228 – 73 1776  
[www.usl.uni-bonn.de](http://www.usl.uni-bonn.de)

Forschungsvorhaben im Auftrag des Ministeriums für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen  
Bonn, September 2005

ISSN 1610-2460

**Projektleitung:** Prof. Dr. Dr. Helga Sauerwein

**Projektbearbeiter:** Dr. agr. Ute Müller

Institut für Tierwissenschaften  
Abteilung Physiologie und Hygiene  
Katzenburgweg 7-9  
53115 Bonn

**Inhaltsverzeichnis**

	Seite
<b>Abkürzungsverzeichnis</b>	VI
<b>1 Einleitung</b>	
1.1 Problemstellung, Wissensstand	
1.1.1 Überblick über bisherige Gegenüberstellungen ökologisch und konventionell wirtschaftender Milchviehbetriebe in Tabellenform	1
1.1.2 Gesundheitliche Risiken im peripartalen Zeitraum	8
1.2 Daten aus der Milchgüteprüfung und der Milchleistungsprüfung – Erfassung und Aussage	
1.2.1 Milchmenge und Milchinhaltsstoffe	11
1.2.2 Fruchtbarkeitsdaten – Erfassung und Aussage	15
1.3 Charakterisierung von metabolischen Belastungen und des Gesundheitsstatus anhand verschiedener Parameter	
1.3.1 Parameter, die direkt am Tier bzw. im Stall erhoben werden können	16
1.3.2 Laboranalytisch zu erfassende Parameter in Blut und Milch	
1.3.2.1 Metabolische und enzymatische Faktoren	17
1.3.2.2 Immunsystem	18
1.4 Zielsetzungen der Versuche A und B	22
 <b>Versuch A:</b> Aktuelle Erhebung über die Milchqualität und über den Gesundheitsstatus von Milchkühen von ökologisch wirtschaftenden Betrieben im Vergleich zu konventionell wirtschaftenden im Rheinland	
<b>2 Material und Methoden</b>	
2.1 Auswahl und Beschreibung der Milchviehbetriebe	24
2.2 Entwicklung der Checklisten	
2.2.1 Aufbau der Checklisten	27
2.2.2 Durchführung des Pre-Tests	28
2.3 Durchführung der Befragung und Erhebung der betrieblichen Gegebenheiten	28
2.4 Übernahme der Güteprüfungsdaten und der Milchleistungsprüfungsdaten	29
2.5 Auswertung	29

### 3 Ergebnisse und Diskussion

3.1	Vergleich der betrieblichen Gegebenheiten der ersten und zweiten Erhebung zwischen den beiden Bewirtschaftungsgruppen	31
3.2	Vergleich der Angaben der Betriebsleiter zu verschiedenen Krankheitshäufigkeiten zwischen den beiden Bewirtschaftungsgruppen	54
3.3	Zusammenhang zwischen den Erhebungsdaten und Ergebnisse der Milchqualitätsparameter	
3.3.1	Zellgehalt	
3.3.2	Fett-, Eiweiß- und Harnstoffgehalt	56
3.3.3	Besamungsindex	66
		77

**Versuch B:** Ermittlung und Begründung der Abhängigkeit zwischen der Energieunterversorgung der Milchkühe post partum und des Auftretens von Eutererkrankungen unter ökologischen Bedingungen

### 2 Material und Methode

2.1	Beschreibung der ökologisch und konventionell bewirtschafteten Stalleinheiten	
2.1.1	Haltung und Management	80
2.1.2	Futtermittel	82
2.1.3	Trockensteh- und Anfütterungsphase	84
2.2	Versuchsplan	
2.2.1	Geplante Fütterungsgruppen	85
2.2.2	Versuchstiere	87
2.2.3	Probenentnahme und Probenlagerung	89
2.3	Analysemethoden	
2.3.1	Blutparameter zur Beurteilung der unspezifischen Abwehr	90
2.3.2	Blutparameter zur Beurteilung der Stoffwechsel- und Versorgungssituation	91
2.3.3	Parameter in Milch zur Beurteilung der Eutergesundheit	92
2.4	Schätzung der tierindividuellen Energieaufnahme und Berechnung der Energiebilanz	93
2.5	Endgültige Gruppeneinteilung und statistische Auswertung der Daten	95

<b>3</b>	<b>Ergebnisse und Diskussion</b>	
3.1	Verlauf der MLP- und der BCS-Daten	97
3.2	Unspezifische Abwehr: Verlaufskurven der verschiedenen Parameter	103
3.3	Stoffwechsel- und Versorgungssituation: Verlaufskurven der verschiedenen Parameter	
3.3.1	Metabolische und enzymatische Faktoren	109
3.3.2	Metabolisch relevante Hormone	116
3.4	Eutergesundheit	
3.4.1	Ergebnisse und Verlaufskurven der untersuchten Parameter	119
3.4.2	Einfluss der negativen Energiebilanz auf die Eutergesundheit	128
<b>4</b>	<b>Zusammenfassung</b>	
4.1	Versuch A	136
4.2	Versuch B	138
<b>5</b>	<b>Schlussfolgerung</b>	143
<b>6</b>	<b>Literaturverzeichnis</b>	146
<b>7</b>	<b>Anhang</b>	155
<b>8</b>	<b>Konsequenzen für weitere Forschungsaktivitäten</b>	163
<b>9</b>	<b>Liste über Veröffentlichungen</b>	164
<b>10</b>	<b>Liste über Vorträge</b>	165
<b>11</b>	<b>Liste über Posterpräsentationen, Vorführungen und Demonstrationen</b>	166
<b>12</b>	<b>Kurzfassung</b>	167

## Abkürzungsverzeichnis

a.p.	ante partum
ADR	Arbeitsgemeinschaft Deutscher Rinderzüchter
BCS	Body Consition Score
BI	Besamungsindex
$\beta$ -OH-B	$\beta$ -Hydroxybutyrat
bST	bovines Somatotropin
BW	Body Weight
DGKC	Deutsche Gesellschaft für Klinische Chemie
D-ROM	Detection of Reactive Oxygen Metabolites
DVG	Deutsche Veterinärmedizinische Gesellschaft
EB	Energiebilanz
ECM	energiekorrigierte Milch
ELISA	Enzyme Linked ImmunoSorbent Assay
FEQ	Fett-Eiweiß-Quotient
Geom.	Geometrisch
GG	Gesamtgemelk
GLDH	Glutamatdehydrogenase
GPS	Gersten-Ganzpflanzensilage
Hp	Haptoglobin
IFCC	International Federation of Clinical Chemistry
IGF	Insulin-ähnliches-Wachstumshormon, Insulin like Growth Factor
K	Kalium
KGS	Kleegrassilagen
LDH	Laktatdehydrogenase
LKV	Landeskrollverband
LPS	Lipopolysaccharide
MLP	Milchleistungsprüfung
mM	mmol/l
MR	Mischraktion
n	Anzahl
NEFA	nicht-veresterte freie Fettsäuren, Non-Esterified Fatty Acids
NEL	Netto-Energie-Laktation
nXP	nutzbares Rohprotein
p	Signifikanzwert
P	Phosphor

p.p.	post partum
ROM	Reactive Oxygen Metabolites
RNB	Ruminale Stickstoffbilanz
ST	Somatotropin
Stdabw.	Standardabweichung
T	Trockensubstanz
TMR	Total-Mischration
VG	Viertelgemelk
VLK	Veterinärmedizinisches Labor in Köln
XF	Rohfaser
ZZ	Zellzahl

## **1 Einleitung**

### **1.1 Problemstellung, Wissensstand**

In der EU-Verordnung 1804/99 zur ökologischen Tierhaltung, sind in Anhang 1 die Grundsätze für die *Krankheitsvorsorge und tierärztliche Behandlung* zusammengefasst:

- a) Wahl geeigneter Rassen
- b) Anwendung tiergerechter Haltungspraktiken
- c) Verfütterung hochwertiger Futtermittel, regelmäßiger Auslauf und Weidegang
- d) Gewährleistung einer angemessenen Besatzdichte.

Bezüglich der *Qualitätsparameter der Milch* gelten sowohl für konventionell wirtschaftende als auch für ökologisch wirtschaftende Milcherzeugerbetriebe die Vorgaben der Milch-Güteverordnung. Inwieweit diese Grundsätze bzw. Vorgaben ausreichen, um im Sinne eines umfassenden Hygienebegriffs Krankheiten bei Tieren bzw. Tierbeständen schon in ihrer Entstehung zu vermeiden und damit die Qualität der Milch zu sichern, ist offen.

#### **1.1.1 Überblick über bisherige Gegenüberstellungen ökologisch und konventionell wirtschaftender Milchviehbetriebe in Tabellenform**

Zahlreiche Autoren haben sich in den letzten Jahren mit Untersuchungen befasst, deren Ziel es war, die Gesundheitssituation in ökologisch gehaltenen Milchviehherden zu erfassen, darzustellen und gegebenenfalls mit den Ergebnissen konventionell gehaltener Herden zu vergleichen. Die zu diesem Thema zurzeit verfügbare Literatur ist in Tabelle 1 zusammengefasst. Die Autoren legten den Schwerpunkt ihrer Untersuchungen dabei entweder auf einzelne Aspekte wie die Eutergesundheit, die Stoffwechselgesundheit oder das Fruchtbarkeitsgeschehen in den Milchviehherden, oder sie versuchten, sich einen Überblick über die gesamte Gesundheitssituation der Herden unter Einbeziehung aller drei Aspekte zu schaffen.

Aufgrund der großen Zahl der Studien zu diesem Thema und der verschiedenen Themenschwerpunkte und Vorgehensweisen, gibt die Tabelle 1 einen Überblick über die relevanten Studien, die im Rahmen dieser Diplomarbeit gesichtet wurden. Aufgeführt sind dazu jeweils der Autor und das Land, in dem die Studie durchgeführt wurde sowie Versuchsdauer und Anzahl der untersuchten Herden bzw. Kühe. Das Ziel, das die jeweilige Studie verfolgte, ist kurz dargestellt sowie die untersuchten Aspekte und die Parameter, an Hand derer der Vergleich erfolgte.

**Tab. 1: Literaturübersicht zum Vergleich ökologischer und konventioneller Milchviehhaltung (alphabetisch nach Autoren sortiert)**

Autor/ Land	Versuchsdauer	Anzahl Herden/ Kühe im Versuch		Problemstellung	untersuchte Parameter		
		ökologisch	konventionell		Eutergesundheit	Stoffwechsel	Fruchtbarkeit
Arnold R. (1984) Deutschland	1 Jahr	---	---	Qualitätsvergleich von ökologisch und konventionell erzeugter Konsummilch	Gehalt an somatischen Zellen	Fett- und Eiweißgehalte	---
Augstburger et al. (1988) Schweiz	4 Jahre	16 Herden	8 Herden	Auswertung gesundheitlicher Aspekte	Einteilung Kühe an Hand des Schalmtests in euterkrank und eutergesund	---	Herdenfruchtbarkeitsindizes (HFI)
Bennedsgaard et al. (2003) Dänemark	10 Jahre	82 Herden (7470 Kühe)	99 Herden (8197 Kühe)	Beschreibung der Änderungen der Milchproduktion und Indikatoren für Herdengesundheit nach Umstellung auf ökologische Landwirtschaft	somatische Zellzahl in Herdensammel-milch, Anzahl Mastitisbehandlungen durch Tierarzt	Anzahl Ketosebehandlungen durch Tierarzt	Kalbungen/ Kuh, tierärztliche Behandlungen von Nachgeburt-verhaltung
Busato et al. (2000) Schweiz	1 Jahr	152 Herden (1907 Kühe)	Durchschnitt aller Herden der Schweiz (Herdbuchdaten)	Abschätzung von Prävalenzen und Ursachenforschung zum Auftreten subklinischer Mastitiden in ökologisch bewirtschafteten Betrieben	Schalmtest auf Viertelgemelksbasis, somatische Zellzahl in Herdensammel-milch	---	---
Cabaret J. (2003) Frankreich	Zusammenfassung verfügbarer Literatur (Review)			Einschätzung der Bedeutung von Gesundheitsproblemen in ökologisch bewirtschafteten Betrieben, Erfassung der durch die Landwirte ergriffenen Maßnahmen	---	---	---
Deneke & Fehlings (2000 und 2001) Deutschland	insgesamt 3 Jahre	300 Herden	9948 Herden	Erhebung zur Betriebsituation und Erfassung von Kenndaten zu Eutergesundheit, Melkhygiene und Mastitisprophylaxe	Zellzahl auf Basis von Viertelgemelksproben	---	---

Autor/ Land	Versuchsdauer	Anzahl Herden/ Kühe im Versuch		Problemstellung	untersuchte Parameter		
		ökologisch	konventionell		Eutergesundheit	Stoffwechsel	Fruchtbarkeit
Gruber et al. (2001) Österreich	10 Jahre	7 Kühe	7 Kühe	Vergleich der Bewirtschaftungsweisen hinsichtlich Gesundheit und Fruchtbarkeit der Kühe	Anzahl von Behandlungen von Euterproblemen durch Tierarzt	Analyse Grundfuttermittel, Anzahl tierärztlicher Behandlungen aufgrund von Stoffwechselstörungen	Anzahl tierärztlicher Behandlungen aufgrund von Unfruchtbarkeit, Erfassung von BI, NRR, ZKZ
Hansen et al. (1999) Deutschland	1 Jahr	12 Herden	---	Entwicklung von Beratungskonzepten für ausgewählte Problembereiche der Tiergesundheit in ökologisch gehaltenen Herden	Daten der MLP, Zellzahl (Herdensammel-milch, MLP)	Fett-, Eiweiß-, Harnstoffgehalte aus MLP, Rationsanalyse	---
Hardeng & Edge (2001) Norwegen	3 Jahre	31 Herden	93 Herden	Untersuchung auf Unterschiede im Auftreten von Krankheiten in ökologischen und konventionellen Betrieben	alle zwei Monate somatische Zellzahl auf Einzeltierbasis	Anzahl registrierter Fälle von Ketose und Milchfieber	---
Hörning B. (1998) Deutschland	Zusammenfassung verfügbarer Literatur (Review)			Bericht über den Stand der Tiergerechtigkeit und Tiergesundheit in der Praxis des ökologischen Landbaus	---	---	---
Kristensen & Kristensen (1998) Dänemark	3 Jahre	13 Herden	18 Herden	Präsentation von Produktionsergebnissen beider Bewirtschaftungsformen	---	Milchinhaltstoffe, Rationsanalyse	Anzahl geborener Kälber
Krutzinna et al. (1996a und 1996b) Deutschland	2 Jahre	268 Herden	Mittelwert aller MLP-geprüften Kühe in den alten Bundesländern	Erfassung des ökologischen Landbaus in der Praxis, vor allem der Milchviehhaltung	Zellzahl aus MLP, Angaben Landwirte zu Mastitishäufigkeit	Daten aus MLP/ Buchführung, Angaben Landwirte zu Häufigkeiten von Ketose, Milchfieber, etc.	Daten aus MLP/ Buchführung, Angaben der Landwirte

Autor/ Land	Versuchs- dauer	Anzahl Herden/ Kühe im Versuch		Problemstellung	untersuchte Parameter		
		ökologisch	konventionell		Eutergesundheit	Stoffwechsel	Fruchtbarkeit
Lund (1991) Dänemark	1 Jahr	9 Herden	6 Herden	Unterschiede zwischen ökologisch und konventionell erzeugter Milch bzgl. Zusammensetzung und bakteriologischer sowie technologischer Qualität	monatliche Proben der Herdensammel- milch	---	---
Lund & Algers (2003) Schweden	Zusammenfassung verfügbarer Literatur (Review)			Überprüfung, inwieweit Ziele der ökologischen Landwirtschaft mit der Realität übereinstimmen, Diskussion und Zusammenfassung der Artikel	---	---	---
Reksen et al. (1999) Norwegen	3 Jahre	29 Herden	87 Herden	Vergleich des Fruchtbarkeitsgeschehens ökologischer und konventioneller Betriebe	---	---	Berechnung BI für jedes Untersuchungsjahr
Sato et al. (2005) USA	2 Jahre	30 Herden	30 Herden	Vergleich von Produktions- und Managementfaktoren sowie - kennziffern ökologischer und konventioneller Betriebe	Zellgehalt in der Hofankmilch, Inzidenzen klinischer Mastitiden	---	---
Schukken et al. (1990) Niederlande	1 Jahr	---	125 Herden	Ermittlung von Risikofaktoren mit Einfluss auf die Häufigkeit des Auftretens subklinischer Mastitis	Proben auf Einzeltierbasis alle zwei Monate, Erfassung der Risikofaktoren per Fragebogen	---	---

Autor/ Land	Versuchsdauer	Anzahl Herden/ Kühe im Versuch		Problemstellung	untersuchte Parameter		
		ökologisch	konventionell		Eutergesundheit	Stoffwechsel	Fruchtbarkeit
Sehested et al. (2003) Dänemark	3 Jahre		<p>3 Fütterungsgruppen:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. normale Kraftfuttermenge</li> <li>2. reduzierte Kraftfuttermenge</li> <li>3. kein Kraftfutter</li> </ol> <p>insgesamt etwa 60 Kühe</p>	<p>Ermittlung kurz- und langfristiger Effekte von reduzierter bzw. unterlassener Kraftfuttermenge auf Leistung, Gesundheit</p>	<p>Zellzahl auf Einzeltierbasis</p>	<p>Fett- und Eiweißgehalt auf Einzeltierbasis, Anzahl von Behandlungen von Stoffwechselproblemen</p>	<p>Aufnahme Besamungsdaten und des ersten positiven Trächtigkeitstests, Aufnahme Abkalbedaten</p>
Vaarst et al. (1993) Dänemark	6 Monate	14 Herden (200 Kühe)	---	<p>Aufdecken wichtiger Gesundheitsprobleme in ökologischen Milchviehherden sowie kuh- und herdenbezogener Einflussfaktoren</p>	<p>monatliche Erfassung der Zellzahl (Einzeltier und Herde), Schalmtest</p>	<p>Messen des Azetongehalts der Milch alle 14 Tage, Erfassung der Fütterung</p>	<p>Kalbedaten</p>
Vaarst et al. (2001) Dänemark	Interviews mit Tierärzten und landwirtschaftlichen Beratern			<p>Untersuchung spezifischer Gesundheitsprobleme der ökologischen Milchviehhaltung</p>	---	---	---
Vaarst et al. (2003) Dänemark	1 Jahr	20 Herden	---	<p>Untersuchung der Änderung antibiotischer Behandlungsmethoden nach der Umstellung auf ökologische Landwirtschaft; Erfassung von Kriterien und Einflüssen auf Auswahl der Methode</p>	<p>Interviews speziell zum Auftreten von Mastitis, Analyse Zellzahl vor und nach Umstellung des Betriebes, Häufigkeit der tierärztlichen Behandlungen aufgrund von Mastitis</p>	---	---

Autor/ Land	Versuchs-dauer	Anzahl Herden/ Kühe im Versuch		Problemstellung	untersuchte Parameter		
		ökologisch	konventionell		Eutergesundheit	Stoffwechsel	Fruchtbarkeit
Weber et al. (1993) Deutschland	5 Jahre	30 Kühe	30 Kühe	Untersuchung ökologisch bzw. konventionell produzierter Milch auf Qualitätsunterschiede unter Berücksichtigung der Tiergesundheit	Ermittlung von Zellzahl und Laktosegehalt auf Einzeltierbasis	Anzahl Behandlungen durch Tierarzt aufgrund von Stoffwechselkrankheiten	BI, Güstzeit
Weller & Cooper (1996) Großbritannien	2 Jahre	11 Herden (Ø 106 Kühe)	durchschnittliche Werte konventioneller Milchviehbetriebe in Großbritannien	Monitoring des allgemeinen Gesundheitszustandes der Milchviehherden, Aufdecken von Problemen, die mit der Umstellung auf ökologische Landwirtschaft verbunden sind	monatliche Proben der Herdensammel-milch zur Überprüfung des Zellgehalts	Aufnahme aller Krankheitsdaten	---
Weller & Bowling (2000) Großbritannien	3 Jahre	10 Herden	durchschnittliche Werte konventioneller Milchviehbetriebe in Großbritannien	Überprüfung des allgemeinen Gesundheitszustandes der Herden und Feststellung spezifischer Probleme einzelner Betriebe	Analyse von Milchproben von an Mastitis erkrankten Kühen auf den Erreger, Zellgehalt der Herdensammel-milch	Aufnahme der Fälle von Ketose und Milchviehfieber	---
Winkler & Steinbach (1991) Deutschland	3 Jahre	8 Herden	8 Herden	Untersuchung auf Unterschiede zwischen konventionellen und ökologischen Betrieben hinsichtlich Futterproduktion, Veredlungsverlusten und innerbetrieblichen Nährstoffkreisläufen	---	genaue Rationserfassung zum Zeitpunkt der Probenahme, daraus Berechnung der Nährstoffversorgung	Erfassung aller Besamungs- und Bedeckungsdaten von Juni 1988 bis Juli 1989, Berechnung BI, ZKZ, Verzögerungszeit, Erstbesamungserfolg

Wie aus Tabelle 1 ersichtlich wird, unterscheiden sich die genannten Studien zum Teil sehr stark bezüglich des Umfangs der untersuchten Aspekte. Einige der genannten Autoren berücksichtigten alle drei genannten Komplexe (z.B. WEBER et al., 1993; KRUTZINNA et al., 1996a; GRUBER et al., 2001a; BENNEDSGAARD et al., 2003), während andere ihren Schwerpunkt auf einen der drei Bereiche legten (ARNOLD, 1984; REKSEN et al., 1999; BUSATO et al., 2000; DENEKE & FEHLINGS, 2000 und 2001). Weitere deutliche Unterschiede finden sich im Aufbau der einzelnen Versuche und dem Umfang der erfassten Daten. GRUBER et al. (2001a) hielten z.B. nur jeweils sieben Kühe pro Gruppe unter Versuchsbedingungen. WEBER et al. (1993) führten ihren Versuch ebenfalls auf einem dem Institut angegliederten Versuchsgut durch. Andere Autoren nahmen dagegen Feldversuche an Hand der Daten landwirtschaftlicher Milchviehbetriebe vor, und es standen ihnen meist deutlich mehr Kühe zur Verfügung (z.B. KRUTZINNA et al., 1996a; BUSATO et al., 2000; DENEKE & FEHLINGS, 2001).

Weitere Unterschiede liegen in der Art der Informationen, die zur Auswertung genutzt wurden. Sehr gut ersichtlich wird dies am Beispiel der Zellzahl: einigen Autoren standen lediglich die Ergebnisse der Analysen der Herdensammelmilch zur Verfügung (u.a. LUND, 1991; WELLER & COOPER, 1996; BENNEDSGAARD et al., 2003; SATO et al., 2005). Andere werteten dagegen die Daten auf Einzeltierbasis aus (u.a. KRUTZINNA et al., 1996a; HANSEN et al., 1999; HARDENG & EDGE, 2001). Die Ergebnisse der Untersuchungen auf den Zellgehalt sowohl der Herdensammelmilch als auch auf Einzeltierbasis nutzten nur VAARST et al. (1995) sowie WELLER & BOWLING (2000).

Bezüglich der Methode zur Überprüfung der Stoffwechselfgesundheit unterscheiden sich die gesichteten Studien ebenfalls stark voneinander. Einige Autoren erfassten die Zahl der Behandlungen der Kühe auf ausgewählte Stoffwechselkrankheiten und verglichen die Betriebe an Hand der ermittelten Häufigkeiten (z.B. WEBER et al., 1993; WELLER & BOWLING, 2000; HARDENG & EDGE, 2001; BENNEDSGAARD et al., 2003). Andere nutzten Analyseergebnisse der Futterrationen oder ließen Blut- oder Exkrementproben untersuchen (WINCKLER & STEINBACH, 1991; KRISTENSEN & KRISTENSEN, 1998; HANSEN et al., 1999; GRUBER et al., 2001a). Auch SEHESTED et al. (2003) erfassten die Häufigkeit der Behandlungen der Kühe durch den Tierarzt, um Milchviehherden hinsichtlich des Auftretens von Stoffwechselkrankheiten zu vergleichen. Allerdings nimmt ihre Studie eine gesonderte Rolle ein, da sie nicht ausdrücklich ökologisch und konventionell gehaltene Milchviehherden miteinander verglichen. Ihre Studie hatte zum Ziel, die kurz- und langfristigen Effekte von reduzierter bzw. unterlassener Kraftfuttergabe in ökologisch geführten Betrieben auf die Milchproduktion sowie die Herdengesundheit zu untersuchen. Zur Gegenüberstellung der Fruchtbarkeitssituation in ökologischen und konventionellen Betrieben wählten die Autoren der gesichteten Studien verschiedene Methoden. Explizit den

Besamungsindex nutzten WINCKLER & STEINBACH (1991), WEBER et al. (1993), REKSEN et al. (1999) und GRUBER et al. (2001a).

Im Rahmen ihrer Erhebung verwendeten einige der aufgelisteten Autoren Fragebögen, um die benötigten Daten in den Betrieben aufzunehmen. Dazu gehören KRUTZINNA et al. (1996a und 1996b), BUSATO et al. (2000), DENEKE & FEHLINGS (2000 und 2001b) und auch SATO et al. (2005).

Der von KRUTZINNA et al. (1996a) genutzte Fragebogen enthielt Fragen zu den Bereichen „allgemeine Betriebsdaten“, „Fütterung“, „Haltung“, „Tiergesundheit“ und „Kälber und Jungvieh“. Zusätzlich verwendeten sie die Daten der Jahresabschlüsse der Betriebe sowie die Ergebnisse der Milchleistungsprüfungen für ihre Auswertungen.

BUSATO et al. (2000) nahmen im Rahmen zweier Betriebsbesuche Daten zum Management des Betriebes und individuelle Kuhdaten auf. Dabei legten sie den Schwerpunkt auf die Eutergesundheit und die Maßnahmen, die zur Sanierung des Euters in den untersuchten Betrieben durchgeführt wurden. Die Autoren erfassten z.B. die Haltungsform, die Durchführung des Vormelkens, den Einsatz antibiotischer Trockensteller oder auch die regelmäßige Durchführung des Schalmtests.

Ausschließlich mit dem Hygienemanagement in Milchviehbetrieben beschäftigt sich der Fragebogen, den DENEKE & FEHLINGS (2000) im Rahmen ihrer Studie verwendeten. Sie erfassten Daten zur Zitzenreinigung (z.B. Verwendung von Euterlappen oder Papiertuch, nasse oder trockene Reinigung), Zitzendesinfektion und Anwendung antibiotischer Trockensteller. Zusätzlich ließen sie die Melkanlage der untersuchten Betriebe überprüfen.

Die derzeit aktuellste Studie wurde von SATO et al. in diesem Jahr (2005) veröffentlicht, wobei der Versuch selber 2000-2001 in den USA durchgeführt wurde. Sie vergleichen verschieden Produktions- und Managementdaten von je 30 ökologisch und konventionell wirtschaftenden Milchviehbetrieben.

### **1.1.2 Gesundheitliche Risiken im peripartalen Zeitraum**

Im geburtsnahen Zeitraum bestehen besondere gesundheitliche Risiken für Milchkühe. Besonders häufig werden Gesundheitsstörungen im Zeitraum zwischen der Kalbung und dem Erreichen der höchsten täglichen Milchleistung, der „Peak-Laktation“ beobachtet. Zu dieser Zeit sind die Anforderungen an die Bereitstellung von Nährstoffen für die Milchdrüse sehr hoch: mit der plötzlich einsetzenden hohen Abgabe von Kohlenhydraten, Fetten, Protein, Mineralstoffen und Vitaminen mit der Milch steigt der Bedarf an diesen Stoffen sprunghaft. Dabei sind die anabolen Stoffwechselprozesse in der Milchdrüse gegenüber den übrigen Körpergeweben metabolisch absolut prioritär. Um diesen Belastungen Rechnung zu tragen,

muss der Futtermittelverzehr möglichst rasch maximiert werden, wobei eine hohe Energie- und Nährstoffdichte in der Ration sowie eine möglichst optimale Fermentation in den Vormägen die Anpassung erleichtern. Auch bei optimierten Fütterungsstrategien kann aber der zusätzliche Bedarf der Milchdrüse in der Regel nicht durch die gesteigerte Futteraufnahme kompensiert werden. Stattdessen ist der Stoffwechsel der Milchkuh zu Laktationsbeginn stets gekennzeichnet durch die Mobilisation von Körperreserven, d.h. v.a. auf die Oxidation von Fettsäuren und Ketokörpern aus dem Körperfett bzw. der Leber ausgerichtet. Gleichzeitig ist die Oxidation von Glukose und von Aminosäuren reduziert (zusammengefasst nach ROSSOW 2004).

Die dieser Stoffwechselsituation entsprechende hormonelle Konstellation ist typisch für eine unzureichende energetische Versorgung: Im Vergleich zu Situationen ausgeglichener Energiebilanz, etwa in der Spätlaktation, stellen sich die wichtigsten hormonellen Veränderungen zusammengefasst wie folgt dar:

- **bST ↑, Insulin ↓ und IGF-1 ↓:** Es wird vermehrt Wachstumshormon (Somatotropin, bST) sekretiert. Die anabole Wirkung von bST wird aber nicht, wie bei ausgeglichener oder positiver Energiebilanz der Fall durch die vermehrte Produktion des Insulin-ähnlichen Wachstumsfaktors-1 (insulin-like growth factor-1; IGF-1) aus primär der Leber vermittelt, sondern es werden lediglich die katabolen bST-Wirkungen auf das Fettgewebe realisiert. Als ursächlich dafür wird die im Energiedefizit vorliegende reduzierte Insulinsekretion betrachtet, die ihrerseits die Kapazität der ST-Rezeptoren in der Leber vermindert und damit die Übertragung des ST-Signals auf die IGF-1-Produktion hemmt (zusammengefasst nach BREIER & SAUERWEIN, 1995).
- **Glukagon ↑:** die Blutkonzentrationen des Glukagons, des hormonellen Gegenspielers von Insulin, sind normal bis erhöht (SMITH et al., 1997).
- **Cortisol ↑ :** das den Stresshormonen zuzurechnende Hormon Cortisol weist während der Geburt deutlich erhöhte Blutwerte auf. Danach stellt sich das rhythmische Tages-Sekretionsmuster mit den a.p. beobachteten Konzentrationsbereichen wieder ein (nach THUN, 1987).
- **Leptin ↓:** das primär in den Fettzellen produzierte Hormon Leptin zeigt zur Geburt hin und danach abnehmende Blutwerte (s. Übersichtsarbeit CHILLIARD et al., 2005).

Neben den gravierenden metabolischen und hormonellen Veränderungen, die im Übergang von der Trächtigkeit zur Laktation zu beobachten sind, sind analog auch das Immunsystem und damit die körpereigene Abwehr betroffen (s. Übersichtsarbeit MALLARD et al., 1998). Der zeitliche Zusammenhang zwischen dem vermehrten Auftreten von Gesundheitsstörungen und Infektionen mit dem Laktationsbeginn wurde bereits oben angesprochen. Ursächlich für

die reduzierte Abwehr ist zum einen sicherlich die vermehrte Sekretion von Cortisol: Cortisol wirkt bekanntlich immunsuppressiv (u.a. BLECHA, 2000). Zum anderen sind aber auch die metabolischen Belastungen per se, z.B. das vermehrte Auftreten von Ketokörpern, in Zusammenhang mit eingeschränkten Immunfunktionen zu sehen. Im Vergleich von ketotischen und nicht-ketotischen Kühen konnte gezeigt werden, dass bei einer experimentellen Euterinfektion die Abwehrlage bei den ketotischen Kühen schlechter ist (KREMER et al., 1993). In vitro Versuche mit verschiedenen Keto-Verbindungen aber auch mit nicht-veresterten Fettsäuren haben gezeigt, dass diese die Funktion einzelner Immunzellen beeinträchtigen (u.a. HOEBEN et al., 1999; LACETERA et al., 2004).

In der praktischen Milchviehfütterung muss stets eine möglichst hohe Futteraufnahme zu Beginn der Laktation angestrebt werden, um das entstehende Energiedefizit mitsamt der negativen Auswirkungen auf die Tiergesundheit möglichst gering zu halten. Weil dort aber die Kapazität nicht beliebig zu steigern ist, sondern nach der Geburt nur allmählich ein Anstieg erfolgt, sollte gleichzeitig die Energiedichte in der Ration angepasst werden. Der vermehrte Einsatz von Kraftfutter zur Erreichung dieses Ziels ist sowohl aus biologischen als auch aus ökonomischen Gründen nicht uneingeschränkt realisierbar. Nicht nur für den organischen bzw. Ökologischen Landbau gilt, dass der Einsatz von hofeigenen Grundfuttermitteln möglichst hoch sein sollte, dass keine Verdrängung von Grundfutter durch vermehrten Kraftfuttereinsatz stattfindet und dass immer hinreichend strukturwirksame Rohfaser in der Ration enthalten ist.

Ein Ziel des vorliegenden Projektes war daher, den Kraftfuttereinsatz unter Bedingungen des Ökologischen Landbaus in zwei Stufen zu variieren, um zu prüfen, ob sich mit reduziertem Kraftfutteranteil in der Ration Einschränkungen in der Tiergesundheit zeigen. Aus Gründen des Tierschutzes und der Produktionssicherung sollten hierbei aber nicht extreme Mangelsituationen herbeigeführt werden, sondern nur der Kraftfutteranteil moderat reduziert werden um die immer auftretende negative Energiebilanz (s.o.) in Relation zu „normal“ gefütterten Tieren zu verstärken.

Nachdem auch bei gleichem Fütterungsregime bekanntlich große tierindividuelle Unterschiede in der Anpassung an die peripartal veränderten Stoffwechselverhältnisse bestehen, bestand ein weiteres Ziel der Arbeit in der Charakterisierung dieser Unterschiede sowie in der Möglichkeit anhand von diversen Parametern gefährdete Tiere zu erkennen um rechtzeitig Gegenmaßnahmen ergreifen zu können.

## **1.2 Daten aus der Milchgüteprüfung und der Milchleistungsprüfung – Erfassung und Aussage**

### **1.2.1 Milchmenge und Milchinhaltsstoffe**

Um Milchviehbetriebe gegenüberzustellen und miteinander vergleichen zu können, sind Daten notwendig, die für die zu untersuchenden Herden regelmäßig und in der gleichen Art und Weise erhoben werden.

Solche Vergleichsparameter liefern zwei Arten von Prüfungen, die in Milchviehbetrieben von einer unabhängigen Instanz durchgeführt werden. Zum einen ist dies die Milchleistungsprüfung (MLP), zum anderen die Milchgüteprüfung, die durch die MILCHGÜTEVERORDNUNG gesetzlich vorgeschrieben ist, während die Teilnahme an der MLP grundsätzlich freiwillig geschieht. Die MLP ist nur für Herdbuchbetriebe verpflichtend. Die Daten der Milchleistungsprüfung werden durch den zuständigen Landeskontrollverband (LKV) erfasst und aufbereitet. Die Proben für die Milchgüteprüfung werden durch die Molkereien gezogen. Entweder erfolgt die Analyse dann in Laboren der Molkerei oder die Proben werden an ein Labor eines LKV weitergeleitet, das die Analysen übernimmt. Bedingung ist, dass nur Labore die Untersuchungen vornehmen, die nach Landesrecht dafür zugelassen sind. Grundlegender Unterschied zwischen diesen beiden Verfahren ist, dass die MLP die zu untersuchenden Werte auf Einzeltierbasis ermittelt, während in der Güteprüfung die Herdensammelmilch als Grundlage dient.

Die beiden Prüfverfahren erfüllen unterschiedliche Aufgaben. Ziel der MLP ist es in erster Linie, die Leistung der Milchkühe zu ermitteln und gleichzeitig die Milch auf ihre Inhaltsstoffe zu überprüfen. Die Ergebnisse dienen vor allem dem Betriebsleiter zur regelmäßigen Überprüfung seiner Produktionsleistung und der Eutergesundheitssituation jeder Kuh. Die Daten werden aber auch zur gezielten Überprüfung der Fütterung und damit verbunden der Erkennung von eventuell auftretenden Stoffwechselproblemen einzelner Kühe genutzt.

Nach der MILCHGÜTEVERORDNUNG ist die Hauptaufgabe der Milchgüteprüfung die Ermittlung der Fett- und Eiweißgehalte der Herdensammelmilch. Dabei werden neben den Gehalten der Milch an somatischen Zellen sowie Fett und Eiweiß noch zusätzlich die bakteriologische Beschaffenheit und der Gefrierpunkt der Milch untersucht. Außerdem erfolgt eine Analyse auf den Gehalt an Hemmstoffen. An Hand des Fett- und Eiweißgehaltes der Herdensammelmilch berechnen die Molkereien den Auszahlungspreis für die Milch sowie eventuelle Zu- oder Abschläge. Aber auch die anderen im Rahmen der Güteprüfung ermittelten Werte dienen der Berechnung von Zu- und Abschlägen. So sollte die Herdensammelmilch einen Grenzwert von 400.000 somatischen Zellen/ml nicht überschreiten

und ihr Keimgehalt sollte seit Inkrafttreten der MILCHVERORDNUNG vom 24.04.1995 unter 100.000 Keime/ml liegen, sonst gilt die Milch als nicht verkehrsfähig. Werden diese Grenzwerte in mehreren aufeinander folgenden Monaten überschritten, wird gegen den Landwirt eine Liefersperre verhängt. Bei Überschreitung des Grenzwerts für den Gehalt der Milch an Hemmstoffen (0,004 mg Penicillin/ml) und den Gefrierpunkt der Milch (-0,515°C) werden festgeschriebene Beträge vom Milchgeld abgezogen. Die Untersuchungen im Rahmen der Milchgüteprüfung finden unterschiedlich häufig statt. Laut Verordnung sind Fett- und Eiweißgehalt der Milch mindestens zwei- bzw. dreimal im Monat zu ermitteln, der Gehalt an somatischen Zellen mindestens einmal. Es steht den Molkereien aber frei, diese Analysen häufiger durchzuführen, so dass die tatsächliche Häufigkeit von Molkerei zu Molkerei variiert.

Im Rahmen der MLP werden auf Einzeltierbasis neben der Milchmenge auch der Gehalt an somatischen Zellen je ml Milch sowie die Gehalte der Milch an Fett, Eiweiß und Harnstoff ermittelt. Die dem LKV angeschlossenen Betriebe erhalten elfmal im Jahr Besuch durch einen zuständigen Kontrolleur, der die entsprechenden Messungen durchführt.

An Hand der Milchinhaltsstoffe lassen sich verschiedene Aussagen zu Eutergesundheit und Fütterung und damit verbunden der Stoffwechselsituation der Herde bzw. der einzelnen Kuh treffen. Auf diese Aspekte soll nachfolgend genauer eingegangen werden.

Der Gehalt an **somatischen Zellen** pro ml Milch ist der Parameter, der Aufschluss über die Eutergesundheitssituation des Betriebes bzw. des Einzeltiers gibt. Bei der Wahl der Grenzwerte, ab denen die Zellgehalte in der Herdensammelmilch bzw. auf Einzeltierbasis als „erhöht“ gelten, gibt es verschiedenen Angaben. DE KRUIF et al. (1998) sprechen von erhöhten Zellgehalten, wenn die Zahl der somatischen Zellen pro ml Milch in der Herdensammelmilch einen Wert von 150.000 im Jahresmittel überschreitet. In einzelnen Monaten sollte der Zellgehalt der Herdensammelmilch ihrer Meinung nach 250.000 Zellen/ml nicht übersteigen. KIELWEIN (1994) spricht bereits ab einem Wert von über 100.000 Zellen/ml in der Herdensammelmilch von erhöhten Zellgehalten.

DE KRUIF et al. (1998) empfehlen, dass der Zellgehalt auf Viertelgemelksbasis 10.000 bis 30.000 Zellen/ml nicht übersteigen sollte. KIELWEIN (1994) zieht die Grenze zwischen „gesund“ und „krank“ auf Viertelgemelksbasis bei einem Gehalt von 150.000 Zellen/ml. Weitere in der Literatur zu findenden Zellzahlgrenzwerte liegen zwischen 100.000 Zellen/ml und 200.000 Zellen/ml (z.B. SCHEPERS et al. 1997, DVG 2002).

Die Zellzahl in der Milchgüteprüfung gibt einen Überblick über die Eutergesundheitssituation in der Herde, erfasst aber nicht, welche Tiere konkret auffällig oder ernsthaft erkrankt sind. Sowohl SPOHR & WIESNER (1991) als auch LOTTHAMMER & WITTKOWSKI (1994)

weisen in diesem Zusammenhang darauf hin, dass ab einer Herdengröße von etwa 30 Tieren ein Verdünnungseffekt in der Herdensammelmilch auftritt. Einzelne Tiere mit deutlich erhöhten Zellgehalten werden bei bloßer Betrachtung der Zellgehalte in der Herdensammelmilch übersehen, und die Herde erscheint auf den ersten Blick gesund. An dieser Stelle zeigt sich also noch einmal, welche Bedeutung die MLP in Bezug auf die Beurteilung der Eutergesundheit hat. Durch sie kann auch in größeren Herden die regelmäßige Überprüfung der Eutergesundheit jedes einzelnen Tieres gewährleistet werden.

Durch die Betrachtung von **Harnstoff-** und **Eiweißgehalt** der Milch an Hand der Ergebnisse der MLP lassen sich Aussagen zur Protein- und Eiweißversorgung und der Stoffwechselgesundheit der einzelnen Kuh treffen. Ein Verfahren, das SPOHR & WIESNER (1991) und auch NAGEL (1994) zur Kontrolle der Fütterung sowie zur Überwachung des Stoffwechsels empfehlen, ist die 9-Felder-Tafel zur Protein- und Energieversorgung der Kühe, die in Tabelle 2 dargestellt ist. Zur Einordnung der Kühe in diese Tafel ist auf der Abszisse der Harnstoffgehalt abgetragen. Dieser sollte in einem Bereich zwischen 150 und 300 ppm liegen (NAGEL, 1994; LOTTHAMMER & WITTKOWSKI; 1994). Die Angaben bezüglich der Eiweißgehalte, die auf der Ordinate abgetragen sind, variieren je nach Autor in einem gewissen Bereich. NAGEL (1994) gibt als untere Grenze für den Eiweißgehalt einen Wert von 3,2 % an, für die obere Grenze 3,6 %. Der LKV Rheinland nennt in seinen Milchkontrollberichten einen Wert zwischen 3,3 % und 4,0 % Eiweiß, setzt diese Werte also etwas höher an. Außerdem ist der Schwankungsbereich, in dem Werte als günstig angesehen werden im Vergleich zu NAGEL (1994) etwas weiter gefasst.

In Tabelle 2 fanden die Grenzwerte für Milcheiweiß- und Milchwarnstoffgehalt Verwendung wie sie der LKV Rheinland in seinen Kontrollberichten nutzt. Die Verwendung der 9-Felder-Tafel hat sich auch in der Praxis durchgesetzt.

**Tab. 2: Modell zur Beurteilung der Eiweiß- und Energieversorgung bei der Milchkuh**  
(Neun-Felder-Tafel mod.n. SPOHR und WIESNER 1991, mod.n. NAGEL 1994)

Eiweißgehalt in %	Harnstoffgehalt in ppm		
	< 150	150 – 300	> 300
> 4,0	Proteinmangel und Energieüberschuss (A)	Energieüberschuss (B)	Protein- und Energieüberschuss (C)
3,3 – 4,0	Proteinmangel (D)	<b>Optimum</b>	Proteinüberschuss (F)
< 3,3	Protein- und Energiemangel (G)	Energiemangel (H)	Proteinüberschuss und Energiemangel (I)

Neben der Bedeutung des **Fettgehaltes** der Hoftankmilch als Parameter zur Berechnung des Auszahlungspreises für die Milch dient der in der MLP ermittelte Fettgehalt in erster Linie der Überwachung des Stoffwechsels auf Einzeltierbasis. Anhand der Fettgehalte ist ebenfalls ein Rückschluss auf die Energieversorgung durch die Fütterung möglich. Weiterhin können aufgrund des Fett- und Eiweißgehalts der Milch Aussagen zur Gefahr des Auftretens von Ketosen bzw. Azidosen gemacht werden. DE KRUIF et al. (1998) empfehlen in diesem Zusammenhang die Bildung des **Fett-Eiweiß-Quotienten** (FEQ-Wert). Sie gehen davon aus, dass, falls allein der Fettgehalt der Milch zur Ketoseerkennung genutzt wird, die Gefahr besteht, gefährdete Tiere zu übersehen. Dies beruht laut den Autoren auf der Tatsache, dass ein Fettanstieg durch Lipidmobilisation und ein durch Rohfasermangel bedingter Abfall des Milchfettgehaltes sich gegenseitig neutralisieren können. So kann der Fettgehalt laut MLP-Ergebnissen in einem normalen Bereich liegen (zwischen 3,5 und 4 %), aber trotzdem Probleme in der Fütterung vorliegen. Außerdem können erhöhte Milchfettgehalte zum Teil auch genetisch bedingt sein. Nach DE KRUIF et al. (1998) liegt der optimale FEQ-Wert bei 1,2, ein Schwankungsbereich zwischen 1,0 und 1,4 ist tolerierbar. Eine Unter- bzw. Überschreitung dieser Grenzwerte deuten die Autoren wie folgt:

< 1,0	Azidosegefahr (Verhältnis zwischen Fett und Eiweiß zu eng)
1,0 - 1,4	Sollbereich (Verhältnis zwischen Fett und Eiweiß günstig)
≥ 1,5	Ketosegefahr (Verhältnis zwischen Fett und Eiweiß zu weit)

Die Gefahr, dass der FEQ-Wert über 1,4 ansteigt, besteht vor allem zu Beginn der Laktation, wenn die Ration den Energiebedarf der Kuh nicht decken kann. Für solche Tiere besteht ein erhöhtes Ketoserisiko. Der Energiemangel resultiert aus einer nicht bedarfsgerechten Versorgung bei gleichzeitig hoher Milchleistung. Um den Energiebedarf zu decken, mobilisiert die Kuh durch die Lipidmobilisation körpereigenes Fett, wodurch der Citratzyklus aus dem Gleichgewicht gerät. Dadurch kommt es zu einem vermehrten Auftreten von Ketonkörpern im Blut, was sich schließlich in einem erhöhten Milchfettgehalt niederschlägt. Zu Beginn der Laktation wird eine geringe subklinische Ketose oft schon als „physiologisch“ angesehen (DE KRUIF et al., 1998). Zu diesem Zeitpunkt kann die Kuh oft nicht ihren benötigten Energiebedarf decken, da sie die dazu notwendige Futtermenge nicht aufnehmen kann.

FEQ-Werte unter 1,0 treten auf, wenn der Fettgehalt der Milch zu niedrig liegt (unter 3,5 %). Sie sind ein Hinweis auf ein unphysiologisches Verhältnis zwischen Essig- und Propionsäure im Pansen, meist bedingt durch einen Mangel an Rohfaser in der Ration (DE KRUIF et al., 1998) oder durch einen zu hohen Anteil an leicht verdaulichen Kohlenhydraten (LOTTHAMMER & WITTKOWSKI, 1994). Das Verhältnis sollte bei einem gesunden Tier etwa 3:1 betragen. Enthält die Ration zu wenig Rohfaser (empfohlen werden 18 bis 20 % in

der Trockensubstanz), kommt es zu einer verminderten Speichelbildung und somit zu einem Anstieg des Anteils an Propionsäure im Pansen. Dies führt zu einem Abfall des pH-Wertes unter 5,5 und zur Pansenübersäuerung (Azidose). Durch die Verminderung des Anteils an Essigsäure im Pansen fehlt die Grundsubstanz für die Fettbildung. Dadurch fällt der Milchfettgehalt ab, was dann in den Ergebnissen der MLP abzulesen ist.

Die Gefahr einer Azidose verstärkt sich zusätzlich durch hohe Kraftfuttergaben, durch die die Grundfutteraufnahme und somit auch die Rohfaseraufnahme zurückgehen (LOTTHAMMER & WITTKOWSKI, 1994).

SPOHR & WIESNER (1991) weisen darauf hin, dass eine verstärkte Lipidmobilisation teilweise kompensiert werden kann, weshalb ein erhöhter FEQ-Wert nicht zwangsläufig Hinweis auf eine Ketose ist. Auch bei altmelkenden Kühen können erhöhte FEQ-Werte auftreten, ohne dass die Tiere an einer Ketose erkrankt sind.

### 1.2.2 Fruchtbarkeitsdaten – Erfassung und Aussage

Die Landeskontrollverbände in Nordrhein-Westfalen erfassen im Rahmen der monatlichen Milchleistungsprüfung nicht nur die Milchmenge und die Milchinhaltsstoffe der Milch jedes Tieres. Zusätzlich nehmen die zuständigen Kontrolleure die Bestandsveränderungen, Kalbungen und Belegungen der Kühe in den Betrieben auf. Diese Daten werden durch den zuständigen LKV aufbereitet und zusammen mit den Daten der Milchleistungsprüfung den Betriebsleitern wieder zur Verfügung gestellt. An Hand dieser Daten können die Landwirte bestimmte retrospektiven Fruchtbarkeitskennzahlen berechnen und daran das Fruchtbarkeitsgeschehen in ihrem Betrieb beurteilen.

DE KRUIF et al (1998) weisen daraufhin, dass die folgenden Indizes wichtige Bestandteile einer retrospektiven Fruchtbarkeitsanamnese sind:

- Erstbesamungsindex = Anzahl Belegungen/Anzahl Erstbelegungen,
- Trächtigkeitsindex = Anzahl Belegungen bei tragenden Tieren/Anzahl tragender Tiere  
= Besamungsindex und
- Erstbesamungserfolg = Anzahl tragender Tiere nach Erstbelegung/Anzahl Erstbelegungen

Diese genannten Kennzahlen fassen den Besamungserfolg pro Trächtigkeit zusammen.

Die häufig angewandte Zwischenkalbezeit sagt als Kennzahl relativ wenig aus (DE KRUIF et al. 1998). Sie setzt sich aus der Rastzeit, der Verzögerungszeit und der Tragezeit zusammen. Die Länge der Rastzeit ist vom betriebsindividuellen Management abhängig. Für diese Zeit

gibt es keine einheitliche Empfehlung. Daher ist die Zwischenkalbezeit nur als Zielgröße zu sehen, nicht aber als Arbeitsgröße (DE KRUIF et al. 1998).

Eine ebenfalls häufig verwendete Kennzahl zur Beurteilung der Fruchtbarkeitssituation in Milchviehbetrieben ist der **Besamungsindex** (BI). Er gibt die durchschnittliche Anzahl an Besamungen an, die für eine Trächtigkeit notwendig waren. Ein guter Besamungsindex sollte laut LOTTHAMMER & WITTKOWSKI (1994) unter 1,5 liegen. Von einem schlechten BI sprechen die Autoren ab einem Wert über 1,8.

### **1.3 Charakterisierung von metabolischen Belastungen und des Gesundheitsstatus anhand verschiedener Parameter**

#### **1.3.1 Parameter, die direkt am Tier bzw. im Stall erhoben werden können**

Bei Kenntnis der individuellen Futteraufnahme, der Nährstoffgehalte der verfütterten Rationen, der Milchleistung und des aktuellen Körpergewichts kann die **Energiebilanz** berechnet werden. Grundsätzlich ist eine negative Energiebilanz immer Indikator für eine nicht-bedarfsgerechte Fütterung. Die negative Energiebilanz ist aber zugleich typisch für die Früh-laktation (s.o.). Entscheidend für eine vergleichende Beurteilung ist ihr Ausmaß sowie die Variation innerhalb gegebener Fütterungsgruppen. Veränderungen des **Körpergewichts** liefern zwar Hinweise auf die Mobilisation von Körperreserven, limitierend kann hier aber die Ausstattung mit entsprechenden Wägevorrichtungen sein. Ein seit mehreren Jahren gut etablierter Parameter, der Information über die aktuellen Fettreserven liefert, ist zudem der sog. **Body Condition Score (BCS)**. Hier wird der Verfettungsgrad anhand von definierten visuellen Bewertungsschemata eingeteilt, wobei die Scores von 1 (kachektisch, extrem mager) bis 5 (extrem verfettet) reichen. Je öfter eine BCS Beurteilung von der gleichen Person erfolgt, umso genauer kann der Verlauf der Fettmobilisation verfolgt werden.

Der Versorgungsstatus von Kühen kann zudem über diverse, in Milch messbare Faktoren grob geschätzt werden, diese Daten stehen i.d.R. routinemäßig im Rahmen der Milchleistungsprüfung zur Verfügung und werden daher nicht unter die nachfolgend dargestellten Laborparameter eingegliedert (siehe auch Versuch B, Kapitel 2.3).

Aussagen über den Gesundheitszustand direkt am Tier bzw. im Stall können nur bei klinischen Erkrankungen, d.h. bei sichtbaren Symptomen erfolgen. Die Qualität solcher Daten ist abhängig von der Genauigkeit der Tierbeobachtung und der entsprechenden Protokollführung.

## 1.3.2 Laboranalytisch zu erfassende Parameter in Blut und Milch

### 1.3.2.1 Metabolische und enzymatische Faktoren

Die Konzentration der **nicht-veresterten Fettsäuren (NEFA)** im Blut spiegelt das Ausmaß der Fettmobilisation wieder: die primär im Fettgewebe gespeicherten Triglyzeride werden dort gespalten und die freien Fettsäuren ins Blut abgegeben. In der Literatur werden Blutkonzentration  $> 0.4$  mM während der Frühlaktation als pathologisch erhöht eingestuft (VAN SAUN, 2004).

Die Bildung von sogenannten Ketokörpern findet physiologisch zwar immer statt, ist aber in energiedefizitären Situationen deutlich erhöht. Dabei entsteht aus Acetyl-CoA Acetoacetyl-CoA und Acet-Essigsäure (Acetoacetat). Diese kann durch Decarboxylierung zu Aceton umgesetzt oder zu  **$\beta$ -Hydroxybuttersäure ( $\beta$ -OH-B)** hydriert werden. Die drei letztgenannten Verbindungen werden als „Ketokörper“ zusammengefasst. Wenn, wie in der Frühlaktation, Energie verstärkt aus dem Abbau von Fetten und bei gleichzeitig stimulierter Glukoneogenese gewonnen werden muss, fällt Acetyl-CoA vermehrt an. Durch den erhöhten Verbrauch von Oxalacetat für die Glukosebildung ist die Aufnahme des Acetyl-CoA in den Citratzyklus und damit sein Abbau blockiert (zusammengefasst nach JEROCH et al., 1999). Die Überproduktion von Ketokörpern ist toxisch. Die klinischen Symptome wie Gewichtsverlust, Milch- und Appetitrückgang sowie Hypoglycämie werden als Ketose oder Acetonämie zusammengefasst.

Die Konzentration der einzelnen Ketokörper kann in Blut, teilweise auch in Milch oder in Harn bestimmt werden und liefert Aussagen über mögliche ketotische Belastungen. Weil im Gegensatz zu Acetoacetat und  $\beta$ -OH-B das Aceton weder weiter verstoffwechselt werden kann, noch in die beiden anderen Ketokörper überführt werden kann, wird seine besondere Eignung als diagnostischer Parameter vereinzelt betont. Demgegenüber sind aber analytische Probleme aufgrund der hohen Flüchtigkeit der Substanz zu sehen, weshalb meistens  $\beta$ -OH-B zur Beschreibung ketotischer Zustände verwendet wird. Dabei ist auf eine standardisierte Blutentnahmezeit in Relation zur Fütterung zu achten, weil  $\beta$ -OH-B auch während der Resorption von Butyrat aus dem Pansen ins Blut gelangt (ruminogene Ketogenese im Gegensatz zur hier interessanten hepatischen Ketogenese). Entsprechende Grenzwerte für die Diagnose von subklinischer und klinischer Ketose sind publiziert. Für subklinische Ketosen wird ein Grenzwert von 1,2 mmol/l angegeben (NIELEN et al., 1994; ENJALBERT et al. 2001).

### **Metabolisch relevante Hormone**

Aufgrund von diurnalen Schwankungen sowie Abhängigkeiten von der Futteraufnahme kann aus der Liste der metabolisch relevanten Hormone (s.o.) die Sekretion von bST, Insulin, Glukagon und Cortisol nicht über einzelne Blutprobe erfasst werden. Geeignet hingegen sind IGF-1 sowie Leptin, weil hier konstante tonische Sekretionsmuster bestehen, die von äußeren Einflüssen weitgehend unberührt sind. IGF-1 und Leptin sind Proteohormone. Ihre Quantifizierung erfolgt mittels immunologischer Testverfahren, die anhand von Kooperationen bzw. eigenen Entwicklungen zur Verfügung standen.

### **Glutamatdehydrogenase-Aktivität (GLDH)**

Aminostickstoff aus dem Blut wird in Form von Glutamin und Alanin zur Leber transportiert. Dort findet die Bildung der Vorstufen der Harnstoffsynthese ( $\text{NH}_3$  und Aspartat) statt. Glutamin wird zu Glutamat und Ammoniak ( $\text{NH}_3$ ) desaminiert. Das Leberenzym GLDH katalysiert dann die oxidative Desaminierung von Glutamat zu  $\text{NH}_3$ . Auch Aspartat entsteht aus Glutamat. Die GLDH-Aktivität steht in Zusammenhang mit dem N-Umsatz und daher auch indirekt mit der Energieversorgung.

Aus dem Spektrum der einzelnen Serum-Enzyme steht GLDH am engsten mit der Leberfunktion in Beziehung. AST (Aspartataminotransferase), die auch in sogenannten „Leberfunktionsprofilen“ gemessen wird (und auch hier erfasst wurde), ist nicht uneingeschränkt leberspezifisch, weil auch andere Organe bzw. Organsysteme die AST-Aktivität beeinflussen, bekannt ist etwa die Herz- und die Skelettmuskulatur (SMITH et al., 2004). Im Folgenden werden daher nur die GLDH-Werte dargestellt.

### **1.3.2.2 Immunsystem**

Zur Charakterisierung des Immunsystems konnten nur einige Komponenten der unspezifischen Abwehr erfasst werden. Zur Charakterisierung der spezifischen, anti-körpervermittelten Abwehr war das Versuchsdesign nicht geeignet, weil hierfür gezielt definierte Antigene appliziert und die jeweils gebildeten Antikörper erfasst werden müssten. Bislang wurden z.B. Ovalalbumin oder E. coli als Antigene für gezielte Belastungen an Milchkühen getestet. Die Ergebnisse deuten zwar auf peripartale Veränderungen, detaillierte Untersuchungen zum Energiestatus fehlen noch (CONCHA, 1986; WAGTER et al., 1996).

Zur **unspezifischen Abwehr** gehören sowohl zelluläre wie auch humorale Faktoren. Die zellulären Faktoren arbeiten primär über Phagozytose. Zu den im Blut vorhandenen Phagozyten zählen die Granulozyten. Die größte Aktivität entfalten dabei die neutrophilen Granulozyten. Diese zellulären Faktoren können im Blut quantifiziert werden. Eine

Bestimmung der einzelnen Aktivitäten ist zwar prinzipiell möglich. Weil die aufwändige Aufarbeitung und Analyse in diesem Fall aber sehr zeitnah zur Blutentnahme erfolgen müsste, konnten solche Parameter nicht einbezogen werden.

Von den potentiell messbaren humoralen Faktoren sind bei der vorgesehenen Probenentnahmefrequenz nur solche Parameter sinnvoll zu messen, die relativ langsam reagieren, also nicht nur im Bereich von Stunden nach einer Auslenkung des Immunsystems verändert sind. Dazu gehört als Blutparameter das Akute Phase Protein **Haptoglobin**. Zur Erfassung der Abwehrsituation in der Milchdrüse können dort auch Enzyme und antimikrobielle Proteine in der Milch erfasst werden. Ein geradezu klassischer Parameter zur Charakterisierung von Entzündungsreaktionen in der Milchdrüse ist die Zellzahl. Aufgrund des gegenwärtigen Kenntnisstandes zur Aussagekraft einzelnen Parameter und der verfügbaren Testverfahren sollten im Vorhaben Haptoglobin in Milch und in Blut gemessen werden. In Milch wurden Lactat-Dehydrogenase, Laktoferrin und Haptoglobin erfasst.

### **Laktatdehydrogenase**

Das Enzym Laktatdehydrogenase (LDH) ist ein tetrameres Protein (JUNGMANN et al., 1998), das in jeder glycolysierenden Zelle vorkommt und die reversible Reduktion des Pyruvats zu Laktat katalysiert.

Enzyme werden im Rahmen der Immunantwort und bei Veränderungen der Zellmembran freigesetzt (CHANGUNDA et al., 2005). Eine Erhöhung der LDH-Aktivität in Milch euterkranker Tiere wird von verschiedenen Autoren beschrieben (BOGIN et al., 1977; KATO et al., 1989; ANDERSON, 1991; ZANK & SCHLATTERER, 1998). Nach Schädigung der Blut-Milch-Barriere durch eine massive Irritation von Mastitiserregern, kann ein Übertritt von LDH aus dem Blut in die Milch erfolgen. BOGIN et al. (1977) nennt die Leukozyten und die Parenchymzellen als Ursprungsort für erhöhte LDH-Aktivitäten in der Milch.

ANDERSON (1991) untersuchte die diagnostischen Möglichkeiten der LDH bezüglich der subklinischen Mastitis. In 1374 Viertelgemelksproben konnte er bei einem Grenzwert von 85 U/L 87,7% der Viertel mit subklinischer Mastitis (bei 250.000 Zellen/ml Milch und 2 von 3 bakteriologischen Befunden positiv) richtig einordnen. Die von ANDERSON (1991) beschriebene Sensitivität der LDH-Aktivität bezüglich der Euterpathogenität von Erregern konnte von NEU-ZAHREN et al. (2004) bestätigt werden. Beide Untersuchungen fanden höhere LDH-Aktivitäten bei hoch pathogenen Erregern, wie *Escherichia coli* und *Staphylococcus aureus* im Vergleich zu weniger pathogenen Erregern wie *Corynebacterium bovis* und *koagulase negative Staphylokokken*. Mit einem Grenzwert von 100 U/l Milch für subklinische Mastiden (DVG, 2002) konnten NEU-ZAHREN et al. (2004) eine Sensitivität von 88 % und eine Spezifität von 86 % in 408 in Rohmilch gemessenen Viertelgemelksproben erreichen.

### **Haptoglobin in der Milch**

Haptoglobin in der Milch kann zum einen durch Serum-Haptoglobin direkt aus dem Blut nach dem Überwinden der Blut-Milch-Barriere im Zuge der Akute-Phase-Reaktion in die Milch gelangen und zum anderen durch Blutleukozyten (THIELEN et al., 2004) in die Milch transportiert werden. HISS et al. (2004a) konnten positive Signale für Haptoglobin-mRNA im Parenchym, im Zitzengewebe sowie im Gewebe nahe den oberen Milchgängen der Milchdrüse zeigen. Nach der intrazisternalen Induktion von Lipopolysaccharide (LPS) in die Milchdrüse fanden HISS et al. (2004a) nach neun Stunden erhöhte Haptoglobin-Konzentrationen im Blut und einen Anstieg der Haptoglobin-Konzentrationen in der Milch bereits nach drei Stunden. Bei der immunhistochemischen Untersuchung von Eutergewebe mit erhöhter Zellzahl ( $> 7$  Mio. Zellen/ml) konnten HISS et al. (2004b) eine Haptoglobin-Immunfärbung für Granulozyten, Makrophagen und Plasmazellen nachweisen, jedoch nicht für die meisten Epithelzellen.

Haptoglobin-Konzentrationen steigen im Blut und in der Milch sowohl bei natürlich vorkommenden klinischen Mastitiden (ECKERSALL et al., 2001; NIELSEN et al., 2004), als auch bei experimentell induzierten klinischen Mastitiden an (GRÖNLUND et al., 2003; GRÖNLUND et al., 2005) konnten ebenfalls einen Anstieg der Haptoglobin-Konzentration in der Milch bei Tieren mit einer chronisch subklinischen Mastitis nachweisen. HISS et al. (2005) ermittelten einen Grenzwert für die Unterscheidung zwischen gesunden und subklinisch erkrankten Eutervierteln von  $2,2 \mu\text{g}$  Haptoglobin/ml Milch. Dieser Grenzwert wurde auf der Basis der DVG Definition (2002) für subklinische Mastitiden ermittelt. Unter Anwendung des genannten GW erfolgte die Klassifizierung in subklinisch krank oder gesund mit einer Sensitivität von 85% und einer Spezifität von 92%.

### **Laktoferrin**

Das zur Familie der Transferrine gehörende Laktoferrin ist ein  $\text{Fe}^{3+}$ -Ionen-bindendes Glykoprotein und ist in verschiedenen Körperflüssigkeiten wie z.B. Milch, Tränenflüssigkeit, Speichel und Nasensekret nachweisbar (MASSON et al., 1969). Laktoferrin in Milch wird von Epithelialzellen als Hauptquelle (PFAFFL et al., 2003; HARMON & NEWBOULD, 1980) und von polymorphkernigen Granulozyten (BAGGLIONI et al., 1970) sezerniert. Bovines Laktoferrin ist aus 689 Aminosäuren aufgebaut, die jeweils zwei Funktionsabschnitte, die sogenannten Domänen bilden (PIERCE et al., 1991). Jeweils in einer Schleife der N- und D-Domäne liegt die  $\text{Fe}^{3+}$ -Bindungsstelle (VORLAND, 1999). Laktoferrin liegt in einer eisengesättigten Form (Holo-Form) und einer ungesättigten, der Apo-Form vor. In den meisten exokrinen Flüssigkeiten, wie auch in der Milch, liegt Laktoferrin in der Apo-Form vor (VORLAND, 1999).

Durch die Bindung des freien Eisens wirkt Laktoferrin bakteriostatisch. Koliforme Keime und Staphylokokken benötigen für ihr Wachstum Eisen. Eisenmangel könnte bei diesen Bakterien die Bildung des Enzyms Dismutase, welches Superoxidradikale deaktiviert, verhindern und somit die Phagozytierung der Keime erleichtern (SORDILLO et al., 1997). Laktoferrin wird sezerniert durch Stimulation von Cytokinen und gram-negativen Bakterien, wie *Escherichia coli*. NONNECKE & SMITH (1984a) konnten eine bakteriostatische Wirkung des Apo-Laktoferrin auf das Wachstum ausgewählter gram-positiver und gram-negativer Bakterien beobachten. *Escherichia coli* und zwei Stämme *Klebsiella pneumonia* wiesen ein stark eingeschränktes Wachstum in einem Medium mit Laktoferrin-Supplementierung auf.

In der gesunden Milchdrüse ist die Laktoferrin-Konzentration gering und steigt während der Involution und einer Entzündung der Milchdrüse an. MIELKE & MICHEL (1985) geben die Laktoferrin-Konzentration in reifer Milch mit 100-1000 µg/ml Milch. Während der Involution steigt die Laktoferrin-Konzentration im Trockenstehersekret in den ersten 4-6 Wochen auf Werte von 30 mg/ml und darüber hinaus an (SMITH & OLIVER, 1981). HAGIWARA et al. (2003) untersuchten die Laktoferrin-Konzentrationen in Milch von Kühen mit subklinischer Mastitis und gesunden Tieren. Die Laktoferrin-Konzentrationen in der Milch der gesunden Tiere lag im Mittel bei 170 µg/ml Milch und die der kranken Tiere bei 500 µg/ml Milch. HARMON et al. (1976) berichteten über einen 30-fachen Anstieg der Laktoferrin-Konzentrationen im Maximum auf 8 mg/ml Milch 90 Stunden nach einer experimentell induzierten *Escherichia coli* Mastitis.

### **Oxidative Stress**

Ein Parameter, der in engem Zusammenhang mit dem Immunsystem steht, ist der sog. Oxidative Stress. Unter oxidativem Stress ist eine Imbalance zwischen der Bildung von äußerst reaktiven Molekülen, sog. freien Radikalen, und den körpereigenen antioxidativen Systemen zu verstehen. Derartige Imbalancen entstehen, wenn die Bildung freier Radikale ansteigt und/oder die physiologischen antioxidativen Systeme verminderte Kapazität haben. Oxidativer Stress wird beispielsweise bei entzündlichen Reaktionen induziert: die auf die Abwehr von Erregern zielende Produktion von freien Radikalen ist ein klassischer Mechanismus von Granulozyten, der als „oxidativer Burst“ bekannt ist. Die Bildung der freien Radikale kann aber schädlich für den Organismus sein, weil diese, wenn sie nicht durch Antioxidantien kompensiert werden, zur Oxidation von diversen Zellbestandteilen führen. Oxidative Prozesse können auch die Qualität von tierischen Produkten beeinträchtigen. Bekannt ist dies primär für Fleisch (Übersicht bei WENK & PRABUCKI, 1990), aber auch zur Milch liegen Daten vor (u.a. NIELSEN et al., 2001). Oxidativer Stress wird vor allem wegen seiner Beziehungen zum Gesundheitsstatus zunehmend diskutiert (s. Übersichtsarbeiten KNIGHT, 2000; ABUJA & ALBERTINI, 2001) und wurde auch als ein

Parameter zur Objektivierung von Wohlbefinden, als *welfare parameter*, bei Tieren vorgeschlagen (BRAMBILLA et al., 2002). Im Prinzip kann oxidativer Stress anhand von drei verschiedenen methodischen Vorgehensweisen erfasst werden:

- Messung der anti-oxidativen Kapazität (entweder durch Bestimmung einzelner Komponenten mit anti-oxidativen Eigenschaften, z.B. Vitamin E oder Glutathionperoxidase oder durch summarische Erfassung solcher Komponenten, z.B. als Gesamt-antioxidative Kapazität)
- Quantifizierung der oxidativen Schäden an organischen Molekülen, beispielsweise die Bestimmung der Lipid-Peroxidation
- Indirektes Erfassen von freien Radikalen über die Quantifizierung von frühen Oxidationsprodukten wie z. B. Hydroperoxiden. Dieses Vorgehen ist erst kürzlich verfügbar geworden und basiert auf dem Zusammenhang zwischen der Menge an organischen Hydroperoxiden und der Menge an freien Radikalen, aus denen sie gebildet wurden (ALBERTI et al., 2000; CESARONE et al., 1999). Freie Radikale können aufgrund ihrer hohen Reaktivität nicht direkt erfasst werden.

Aufgrund der Praktikabilität der Messung sowie der in vorausgegangenen eigenen Untersuchungen für den Parameter „oxidativer Stress“ mit dem drittgenannten Verfahren ermittelten biologischen Zusammenhänge beim Pferd und beim Schwein (REKITT et al., 2002; SCHMITZ et al., 2003) sollten im vorliegenden Projekt oxidative Belastungen anhand dieses Verfahrens erfasst werden. Dabei konnten durch Entwicklung und Aufbau eines laboreigenen Messsystems die Analysekosten gegenüber dem kommerziell verfügbaren Verfahren um etwa das zehnfache reduziert werden.

#### 1.4 Zielsetzungen der Versuche A und B

Voraussetzung für die Produktion des – den Verbraucherwünschen gerechten – Lebensmittels „Milch“ ist die gesunde Kuh. Erhaltung der Tiergesundheit wird wiederum gewährleistet u.a. durch artgerechte Haltung, artgerechte Milchgewinnung und bedarfsgerechte Fütterung. Zur Erreichung der genannten Ziele unterscheiden sich ökologische (entsprechend der EU-Verordnung 1804/99 zur ökologischen Tierhaltung) von konventionellen Betrieben in ihrer Bewirtschaftung aufgrund der jeweiligen Vorgaben. Im Rahmen dieses Themenkomplexes sollen in Zusammenarbeit des LKV Rheinland, des Referats für ökologischen Landbau der Landwirtschaftskammer Rheinland bzw. Westfalen-Lippe und des Instituts für Physiologie, Biochemie und Hygiene der Tiere folgende Ziele erreicht werden:

- im Allgemeinen: Aktuelle Erhebung über die Milchqualität und den Gesundheitsstatus von Milchkühen und die jeweiligen betrieblichen produktionstechnischen Gegebenheiten

in ökologisch wirtschaftenden Betrieben und ein Vergleich mit entsprechend strukturierten konventionellen Milchviehbetrieben im Rheinland (**Versuch A**) und

- im Besonderen: Ermittlung und Begründung des Zusammenhanges/der Abhängigkeit zwischen der Energieunterversorgung der Milchkühe post partum und des Auftretens von Eutererkrankungen in diesem Zeitraum (**Versuch B**)

Diese spezielle Fragestellung bezieht sich auf das in der Praxis häufig auftretende Problem der energetischen Unterversorgung der Hochleistungstiere aufgrund der Vorgaben für ökologische Milchviehbetriebe, den vermuteten Zusammenhang zu den häufig auftretenden Mastitiden bei diesen Tieren und auf die Frage nach der Wirtschaftlichkeit in dieser speziellen Situation.

## **Versuch A:** Aktuelle Erhebung über die Milchqualität und über den Gesundheitsstatus von Milchkühen von ökologisch wirtschaftenden Betrieben im Vergleich zu konventionell wirtschaftenden im Rheinland

### **2 Material und Methoden**

#### **2.1 Auswahl der Betriebe**

Die Auswahl der Betriebe erfolgte in enger Zusammenarbeit mit Herrn Dr. Leisen und Herrn Dr. Kempkens der Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen, Referat für ökologischen Landbau. Zunächst wurden die ökologisch wirtschaftenden Betriebe ausgewählt. Grundlage für die Auswahl waren die ökologisch wirtschaftenden Milchviehbetriebe, welche Herrn Dr. Leisen und seinen Kollegen von vergangenen Untersuchungen bekannt waren oder regelmäßig im Rahmen seiner Tätigkeit betreut werden. Folgende Voraussetzungen mussten – neben der Bereitschaft zur Teilnahme – erfüllt sein:

1. Die Betriebe nehmen an der (freiwilligen) Milchleistungsprüfung teil, um die monatlichen Einzeltierdaten miteinbeziehen zu können.
2. Die Kühe werden künstlich besamt, um Fruchtbarkeitskennzahlen mit Hilfe der genauen Besamungsdaten ermitteln zu können.
3. Die Betriebe müssen seit mindestens zwei Jahren (demnach vor dem Jahr 2000) auf die ökologische Bewirtschaftungsweise umgestellt haben und/oder werden voraussichtlich nicht in den kommenden Jahren aus Altersgründen geschlossen.
4. Die Kühe werden im Laufstall gehalten und in einem Melkstand gemolken.

Letztendlich konnten unter den genannten Voraussetzungen 20 ökologisch wirtschaftende Milchviehbetriebe für dieses Forschungsprojekt gewonnen werden.

In dem für dieses Projekt gestellten Antrag wurde eine weitere Voraussetzung zur Auswahl der Betriebe vorgegeben: die Einteilung der Betriebe in zwei Gruppen mit Hilfe der Zellzahl der monatlichen Güteprüfung der letzten sechs Monate vor der ersten Befragung. Dabei wurde ein Grenzwert von 100.000 Zellen/ml angenommen (abgeleitet aus dem physiologischen Zellgehalt von 50.000 bis 150.000 Zellen/ml nach WENDT et al (1998)). Die Betriebe sollten danach ausgewählt werden, dass die eine Hälfte fünf Monate innerhalb der sechs Monate einen monatlichen Zellgehalt unter 100.000 Zellen/ml in der Hoftankmilch aufwies, die andere Hälfte der Betriebe weniger Monate. Bei keinem der unter den oben genannten Voraussetzungen ausgewählten 20 Betrieben lag in dem Zeitraum von August 2002 bis Januar 2003 (sechs Monate vor der ersten Erhebung) der Zellgehalt in der Hoftankmilch unter 100.000 Zellen/ml. Auch eine Anhebung des Grenzwertes auf 150.000 Zellen/ml veränderte das Ergebnis nicht wesentlich.

Zu den 20 ökologisch wirtschaftenden Betrieben wurde nun eine entsprechende Anzahl konventionell wirtschaftender Betriebe ausgewählt. Diese sollten zum einen in der gleichen Region liegen und zum anderen ebenfalls die oben aufgeführten Voraussetzungen (ausgenommen die Umstellung der Bewirtschaftungsform) erfüllen. Daraufhin konnten 20 konventionell wirtschaftende Betriebe für dieses Forschungsprojekt gewonnen werden. Bezüglich des monatlichen Zellgehalts in der Hoftankmilch verhielt es sich bei diesen Betrieben ähnlich wie bei den ökologisch wirtschaftenden: keiner der 20 konventionell bewirtschafteten Betriebe wies in der Hoftankmilch einen monatlichen Zellgehalt von unter 100.000 Zellen/ml auf.

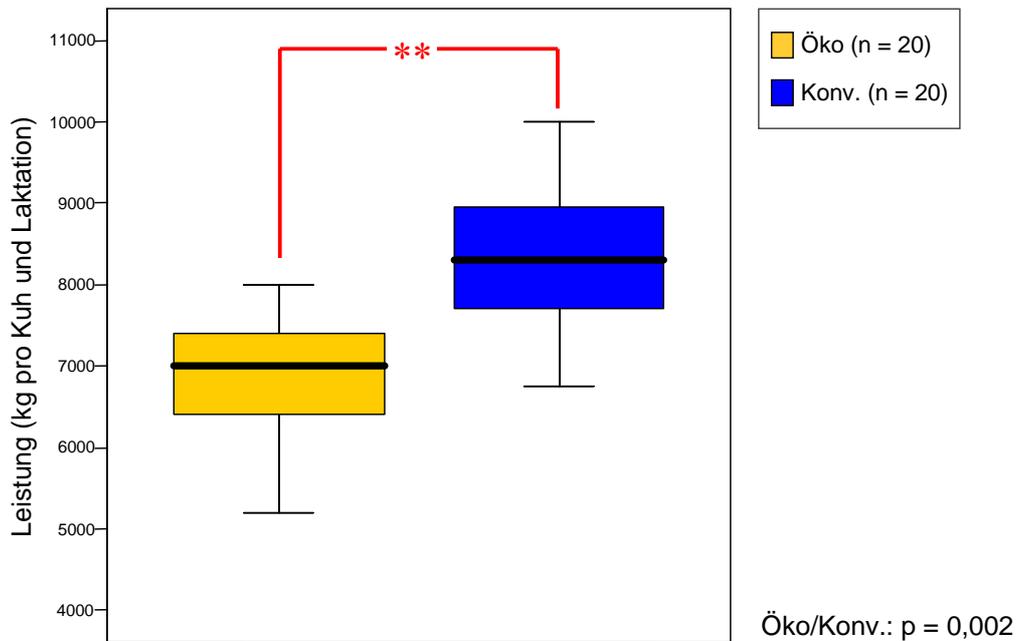
Aus physiologischer Sicht ist es nicht sinnvoll, den Grenzwert weiter zu erhöhen oder die Anzahl Monate zu verändern. Daher ist eine Teilung der Betriebe in zwei Gruppen für weitere Auswertungen nicht möglich.

Eine weitere Beschreibung der insgesamt 40 Betriebe ist der folgenden Tabelle 3 zu entnehmen.

**Tab. 3: Beschreibung der ausgewählten Betriebe**

	<b>Ökologisch wirtschaftende Betriebe</b>	<b>Konventionell wirtschaftenden Betriebe</b>
<b>Gesamtzahl</b>	20	20
<b>Durchschnittliche Herdengröße</b>	53,6 Kühe/Betrieb	66,5 Kühe/Betrieb
<b>Minimale bis maximale Anzahl Kühe</b>	16 bis 107	30 bis 120
<b>Durchschn. Milchleistung</b> (Angabe des Betriebsleiters, arithm. Mittel)	7.094 kg/Kuh und Laktation	8.430 kg/Kuh und Laktation
<b>Durchschn. Alter</b> (Angabe des Betriebsleiters, arithm. Mittel)	5,7 Jahre pro Kuh	5,4 Jahre pro Kuh
<b>Durschn. Anzahl Arbeitskräfte pro Stunde</b> (Angabe des Betriebsleiters, arithm. Mittel)	1,8 Akh	1,5 Akh
<b>Boxenlaufstall</b>	15 Betriebe	20 Betriebe
<b>Tretmiststall</b>	5 Betriebe	
<b>Tandem-Melkstand</b>	5 Betriebe	6 Betriebe
<b>Fischgräten-Melkstand</b>	13 Betriebe	13 Betriebe
<b>Sonstiger Melkstandaufbau</b>	2 Betriebe	1 Betriebe

Der Unterschied in der Milchleistung zwischen den beiden Bewirtschaftungsformen war signifikant ( $p = 0,002$ ) und wird durch die folgende Darstellung der Verteilung in Form von Boxplots verdeutlicht.



**Abb. 1: Verteilung der Herdenleistung (Angaben der Betriebsleiter) der beiden Bewirtschaftungsformen**

In die in Kapitel 3.1 beschriebene Datenauswertung werden die Herdegröße und die Milchleistung – sofern erforderlich – mit einbezogen. Es sei aber daraufhin gewiesen, dass es sich bei der Milchleistung um Angaben der Betriebsleiter handelt und nicht um errechneten Daten. Im Rahmen der MLP errechnete Daten standen nicht zur Verfügung. Es ist aber davon auszugehen, dass diese „Richtwerte“ ausreichen, um einen Einfluss der Leistung ausreichend untersuchen zu können.

## 2.2 Entwicklung der Checklisten

### 2.2.1 Aufbau der Checklisten

Mit den Checklisten sollten verschiedene Gegebenheiten innerhalb der Milchviehbetriebe erfasst werden, welche Einfluss haben auf die Komplexe:

- Eutergesundheit
- Stoffwechsel
- Fruchtbarkeit und
- Fundament.

Die Checklisten bestehen sowohl aus Fragen an den Betriebsleiter (z.B. Art der Futterbeschaffung, Vorgehensweisen bei Verdacht auf Gesundheitsstörungen) als auch aus Beobachtungsdaten (z.B. methodische Vorgehensweise beim Melken, Sauberkeit der Tiere), welche von der Mitarbeiterin im Forschungsprojekts selbstständig aufgenommen wurden, wobei sie den jeweiligen Betriebsleiter über den Inhalt der Beobachtungsdaten informierte.

Die Fragen und Beobachtungsdaten beziehen sich – neben einigen beschreibenden Daten – im Wesentlichen auf

- mögliche Vorsorgemaßnahmen und/oder
- Risikofaktoren

für die oben genannten Komplexe. Sie sind so ausgewählt, dass sie weitestgehend ohne technische Hilfsmittel (außer Temperaturmessung der Silagen und Messung der Lichtintensität im Melkstand) und damit von Personen ohne Expertenwissen erfasst werden können. Sie sind als Screening-Parameter gedacht.

Die Fragen und Beobachtungsdaten wurden auf vier Checklisten aufgeteilt, wobei die Fragen an den Betriebsleiter nach den im letzten Kapitel genannten allgemeinen Grundsätzen und Regeln entwickelt worden sind. Da die Fragen vorformuliert waren, handelt es um standardisierte Bögen.

Um nicht mit dem Aufbau die Antworten zu manipulieren, wurden Fragen nicht den oben genannten Krankheitskomplexen zugeordnet, sondern den folgenden „neutralen“ Produktionsbereichen:

- Melken,
- Haltung,
- Fütterung und
- Management (mit Fragen zum Fruchtbarkeits- und Gesundheitsmanagement).

Jede Checkliste besteht aus ca. 40 Fragen oder Beobachtungsdaten. Die Checklisten sind im Anhang in Tabelle 15 bis 18 zu finden.

Die Checklisten „Melken“, „Fütterung“ und „Haltung“ enthalten zu Beginn allgemeine, meist technische Fragen an den Betriebsleiter zur Einführung in das jeweilige Thema. Diese drei Checklisten wurden als erstes beantwortet und zum Schluss die Checkliste „Management“.

Die erste Version der Checklisten enthielt den Stand des Wissens des in Kapitel 1.1 genannten Literaturquellen. Anschließend wurden der Inhalt und der Aufbau mit allen Kooperationspartnern besprochen und entsprechend der Anregungen verändert.

### **2.2.2 Durchführung des Pre-Tests**

Die Checklisten – vorrangig die Fragen innerhalb der Checklisten – wurden drei Betriebsleitern vorgelegt, die später nicht an der Studie teilgenommen haben. Mit Hilfe des Pre-Tests wurden die Listen auf Verständlichkeit, Eindeutigkeit und Handhabung untersucht. Dabei stellte sich heraus, dass bei neun Fragen Probleme hinsichtlich der Verständlichkeit und Eindeutigkeit aufgetreten sind. Des Weiteren wurden Fragen ergänzt – besonders in den Checklisten „Fütterung“ und „Haltung“. Anhand der gewonnenen Erkenntnisse wurden die Checklisten überarbeitet und in ihre endgültige Fassung gebracht.

### **2.3 Durchführung der Befragung und Erhebung der betrieblichen Gegebenheiten**

Die Befragung der Betriebsleiter bzw. die Erhebung der betrieblichen Gegebenheiten erfolgte nach jeweiliger Terminabsprache. Dabei waren die Betriebsbesuche an die Melkzeiten gebunden, da einige Beobachtungen nur während des Melkens erhoben werden konnten (siehe Checkliste „Melken“ im Anhang). Das wiederum hatte zu Folge, dass nur zwei Betriebe pro Tag besucht werden konnten.

Pro Betrieb fanden zwei Erhebungen statt (Anfang 2003 und Mitte 2004), um gegebenenfalls Änderungen zu erfassen und damit die Verläufe der Güterprüfungs- und Milchleistungsprüfungsdaten besser einschätzen zu können.

## **2.4 Übernahme der Güteprüfungsdaten und der Milchleistungsprüfungsdaten**

Die Daten der Güteprüfung und der Milchleistungsprüfung wurden vom Landeskontrollverband Westfalen-Lippe e.V. bereitgestellt. Nach zwei Datenübernahmephasen (1. im November 2003 und 2. im Juli 2004) lagen die Daten der Güteprüfungen und der Milchleistungsprüfungen von Juni 2002 bis Juni 2004 zur Auswertung vor.

Die Datenübernahme war mit einigen Schwierigkeiten verbunden (u.a. mussten Programme umgeschrieben und Computerkapazitäten aufgestockt werden). An dieser Stelle ist die hilfreiche Unterstützung von Seiten der Mitarbeiter des Landeskontrollverbandes mit Dank hervorzuheben.

## **2.5 Auswertung**

Die Auswertung der Erhebungsdaten sowie der Milchqualitätsparameter erfolgte mit Hilfe des Programms Microsoft Excel 2000 und SPSS 12.0.

Die Erhebungsdaten der betrieblichen Gegebenheiten wurden wie folgt ausgewählt: sobald eine Maßnahme, eine technische Einrichtung o.ä. im Sinne der Vorsorge des jeweiligen Krankheitskomplexes durchgeführt wurde oder vorhanden war, wurde dies festgehalten. Alle anderen Versionen wurden ausführlich – nur zum Teil mit Einteilung in Untergruppen – beschrieben. Im Ergebnisteil werden zum einen die Häufigkeiten der im positiven Sinne angewandten Maßnahmen etc. aufgezeigt. Zum anderen gehen einige der Variablen in die Auswertung der Milchqualitätsparameter in der binären Form (1 = im Sinne der Vorsorge angewandt, 0 = nicht angewandt, nicht vorhanden o.ä.) als Kovariate mit ein.

Die Verteilung der jeweiligen Gruppen wurde mit Hilfe des Shapiro-Wilk-Tests geprüft. Normalverteilte Daten wurden in den jeweiligen Abbildungen mit dem arithmetischen Mittel dargestellt, nicht normalverteilte Daten mit dem geometrischen Mittel oder Boxplots.

Bei fehlender Normalverteilung wurde der Mann-Whitney-Test als nicht-parametrischer Test zum Vergleich zweier unabhängiger Stichproben angewandt. Parametrische Test kamen bei Verteilungen zum Einsatz, bei denen der Zentrale Grenzwertsatz gilt (ab  $n=30$ ).

Zur Überprüfung der Datenverläufe über den untersuchten Zeitraum fand das Repeated-Measure-Design seine Anwendung, innerhalb dessen eine eventuell nicht vorhandene Varianzhomogenität berücksichtigt wurde.

Statistische Aussagen wurden wie folgt definiert:

- $p > 0,10$ : nicht signifikant = n.s.
- $p \leq 0,10$ : tendenziell signifikant = (\*)
- $p \leq 0,05$ : signifikant = \*
- $p \leq 0,01$ : hoch signifikant = \*\*
- $p \leq 0,001$ : höchst signifikant = \*\*\*

Zur grafischen Darstellung der Daten werden unter anderem Boxplots angewendet. In einem Boxplot werden das erste und dritte Quartil (25. bzw. 75. Perzentil) als Begrenzung der Box wiedergegeben, während der Median als innere Linie dargestellt wird. Zudem werden jeweils der kleinste und größte Wert angegeben. Mit dem Symbol „Kreis“ werden Ausreißer markiert, die mehr als anderthalb Kastenlängen außerhalb der Box liegen und das Symbol „Stern“ markiert Extremwerte, die um mehr als drei Kastenlängen außerhalb liegen (BÜHL und ZÖFEL 2002).

### **3 Ergebnisse und Diskussion**

#### **3.1 Vergleich der betrieblichen Gegebenheiten der ersten und zweiten Erhebung zwischen den beiden Bewirtschaftungsgruppen**

Für die Auswertung und Darstellung der Ergebnisse im Folgenden wird nicht mehr die Einteilung der betrieblichen Gegebenheiten in die Produktionsbereiche Melken, Fütterung, Haltung und Management beibehalten. Für die Ergebnisse stehen im Vordergrund, inwieweit ein Unterschied in dem Vorhandensein von Risikofaktoren und/oder Vorsorgemaßnahmen im Hinblick auf die vier Komplexe

- Eutergesundheit,
- Stoffwechsel,
- Fruchtbarkeit und
- Fundament

besteht. Dafür war es zunächst erforderlich, die einzelnen Angaben und Beobachtungsdaten diesen Komplexen zuzuordnen. Der Übersichtlichkeit halber wurden die Risikofaktoren oder Vorsorgemaßnahmen innerhalb der Komplexe Kategorien zugeordnet. Diese sind wie folgt:

Komplex „Eutergesundheit“:

- Melkmethode (z.B. Vormelken, Blindmelken)
- Melktechnik (z.B. Melkanlagenwartung, Vorhandensein eines Servicearms)
- Hygiene – Melken und Melkanlage (z.B. Zitzenreinigung, Hygiene während des Melkens)
- Stressfaktoren im Melkstand (z.B. Beschaffenheit des Bodens, Art des Treibens der Kühe in den Melkstand)
- Eutergesundheitsmanagement (z.B. Art der Eutergesundheitskontrolle, Verfahren zum Trockenstellen)
- Anzeichen an der Kuh für optimales Melken und optimale Hygiene (z.B. Sauberkeit der Euter beim Betreten in den Melkstand, Ausmelkgrad)

Komplex „Stoffwechsel“:

- Futterplanung (z.B. Rationsberechnung, Grundfutteranalysen)
- Einteilung in Leistungs- und/oder Laktationsgruppen
- Die Futterqualität beeinflussende Faktoren (z.B. Lagerung der Siloblöcke, tägliche Trogreinigung)

Komplex „Fruchtbarkeit“:

- Fruchtbarkeitsmanagement (z.B. Brunstkontrolle, Kuhplaner)

- Bewegungsmöglichkeiten (z.B. Art des Auslaufs, Weidehaltung)

Zu dem Komplex „Fruchtbarkeit“ zählt ebenfalls die Kategorie Futterplanung, welche bereits unter dem Komplex „Stoffwechsel“ aufgeführt ist.

Komplex „Fundament“:

- Liegekomfort (z.B. Kniefalltest, Verhältnis Liegeplätze zu Fressplätzen)
- Hygiene im Stall (z.B. Verschmutzungsgrad der Liegeflächen, Reinigung der Laufflächen und Spalten)
- Klauenpflege (Häufigkeit, Klauenbad)

Zu dem Komplex „Fundament“ zählen ebenfalls die Kategorien Bewegungsmöglichkeit und Futterplanung, welche bereits unter den Komplexen „Stoffwechsel“ und „Fruchtbarkeit“ aufgeführt sind.

Die allgemeinen Angaben (z.B. Anzahl Tiere, Aufbau des Stalls, Aufbau des Melkstands, Erkrankungshäufigkeiten, Behandlungsmaßnahmen), welche nicht als Vorsorgemaßnahme oder als Risikofaktor bezeichnet werden können, sind für die Auswertung relevant, um die einzelnen Faktoren im Hinblick auf den gesamten Betriebsaufbau zu bewerten.

Zur Darstellung der Erhebungsergebnisse der 40 Betriebe werden die Daten der ersten und zweiten Erhebung zusammenfassend beschrieben. Sofern die Ergebnisse der zweiten Erhebung nicht ausdrücklich separat angesprochen werden, unterscheiden sich diese nicht von den Daten der ersten Erhebung.

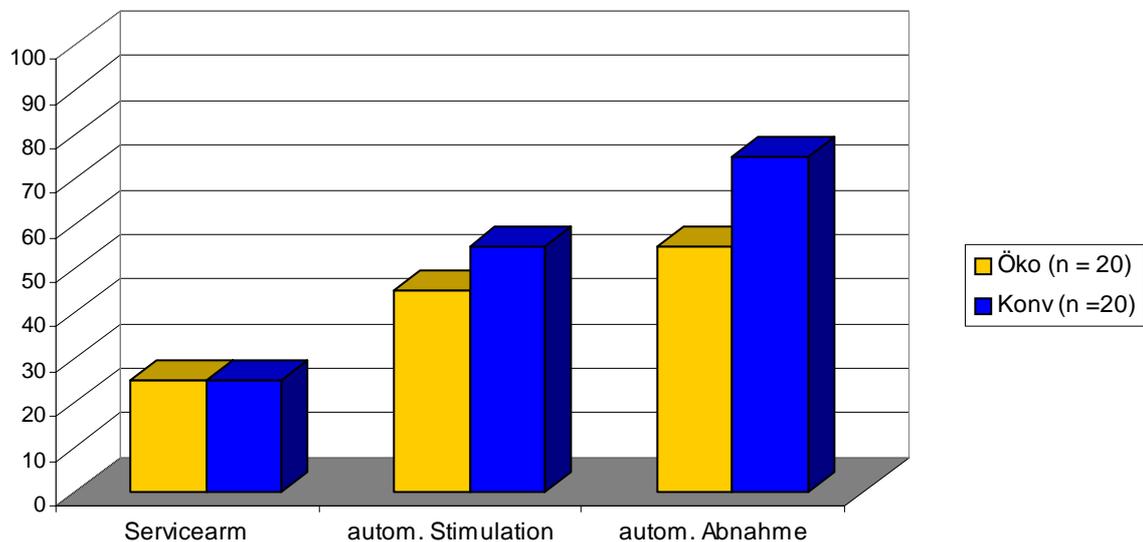
### **Eutergesundheit: Vorsorgemaßnahmen, Risikofaktoren, Beobachtungen**

Die Eutergesundheit kann durch folgende Faktoren beeinflusst werden:

- Ausstattung der Melktechnik
- Einstellung der Melktechnik
- Pflege und Wartung der Melkanlage
- Melkmethode mit Schwerpunkt auf Stimulation und Abnahme
- Hygiene während und nach dem Melken – besonders am Euter, aber auch im Melkstand
- Liegeflächenhygiene
- Kontakt mit euterkranken Kühen
- Verfahren des Trockenstellens
- Überwachung der Eutergesundheit mit verschiedenen Parametern und Verfahren

Im Bezug auf die Bestandteile der Melktechnik, welche eine Maßnahme zur Eutergesundheitsvorsorge darstellen können (**Vorhandensein eines Servicearms, einer automatischen Stimulation und einer automatischen Abnahme**), kann zusammenfassend festgestellt werden, dass zwei der drei Melktechnikbestandteile häufiger auf konventionellen Betrieben zu finden waren. Der Unterschied war bei dem Vorhandensein einer automatischen Abnahme am deutlichsten. In erster Linie ist sicherlich das Vorhandensein der Bestandteile auf die jeweiligen Vorlieben, den Stand des Wissens und/oder die Erfahrungen des jeweiligen Betriebsleiters zurückzuführen sind und nicht auf die Bewirtschaftungsweise. Hierzu sind in Abbildung 2 die Häufigkeiten des jeweiligen Vorhandenseins dargestellt.

Anteil Betriebe

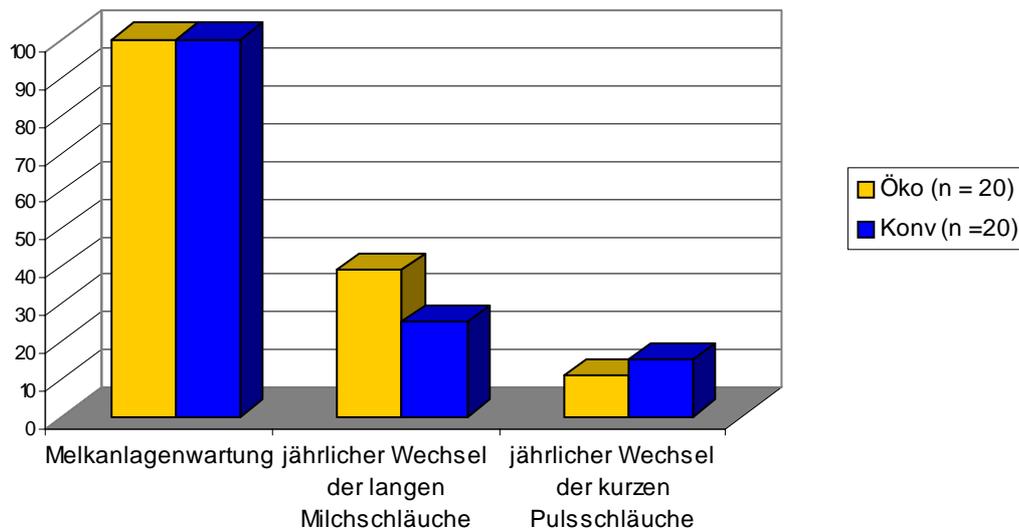


**Abb. 2: Histogramm des Vorhandenseins eines Servicearms, einer automatischen Stimulation und einer automatischen Abnahme**

Im Bezug auf die Pflege der Melkanlage wurde neben der **Durchführung einer Melkanlagenwartung der Wechsel der langen Milch- und der kurzen Pulsschläuche** zur Beschreibung der Melkanlagenpflege abgefragt. Aus den Angaben wird deutlich, dass sich die Betriebsleiter nur zum Teil bewusst sind, dass auch diese Schläuche regelmäßig, d.h. jährlich, gewechselt werden müssen. Dieser Wechsel muss sowohl aus hygienischen als auch aus technischen Gründen geschehen. Das Bewusstsein für die Notwendigkeit dieser Maßnahmen ist keiner Bewirtschaftungsform zuzuordnen. Die Einhaltung dieser Pflegemaßnahmen ist ebenfalls von dem Stand des Wissens des jeweiligen Betriebsleiters abhängig. Die Wartung der Melkanlage wird bei beiden Gruppen auf allen Betrieben jährlich veranlasst. Die entsprechenden Häufigkeiten sind der folgenden Abbildung 3 zu entnehmen.

In der Abbildung 3 nicht mit aufgeführt ist der **Wechsel der Zitzengummis**. Diesen führen 85% der ökologisch wirtschaftenden Betriebsleiter innerhalb von zwei Jahren durch, bei den konventionell wirtschaftenden 65%. Nur jeweils 15 % der Betriebsleiter führen diese Maßnahme bereits nach einem Jahr durch. Weil die Haltbarkeitsangaben der Zitzengummis von Seiten der Hersteller unterschiedlich sind, ist in diesem Fall keine einheitliche zeitliche Grenze vorzugeben.

**Anteil Betriebe**



**Abb. 3: Histogramm einer Melkanlagenwartung und des jährlichen Wechsels der langen Milch- und kurzen Pulsschräuche**

Diese Erhebung zeigt ein völlig anderes Bild als die Beobachtungen in früheren Berichten von DENEKE und FEHLINGS (2001). Ihre Untersuchung ergab, dass von 203 ökologisch geführten Milchviehbetrieben nur 37,8 % der Betriebsleiter jährlich eine Melkanlagenüberprüfung durchführen lassen und von 9.948 konventionell geführten Betrieben 53,4 %.

Im Rahmen der Erhebung von DENEKE und FEHLINGS (2001) wurde des Weiteren die technische Funktionsfähigkeit der Melkanlage überprüft. Die Funktionsfähigkeit war bei 88,2% der ökologisch geführten Betriebe nicht vollständig gegeben, hingegen bei den konventionell geführten Betrieben nur bei 56,3 %. Dieses führen sie auf die nicht jährlich durchgeführten Wartungen zurück.

Bei den methodischen Vorsorgemaßnahmen während des Melkens war festzustellen, dass ein ökologisch und zwei konventionell wirtschaftende Betriebsleiter vor dem Ansetzen der Melkzeuge nicht die ersten Milchstrahlen abmelken (kein **Vormelken**) sowie ein weiterer

ökologisch wirtschaftender das Euter nicht stimuliert. Bei allen anderen Betrieben – ökologisch wie konventionell – findet eine **Stimulation** statt, entweder automatisch oder manuell.

**Blindmelken**, d.h. nicht rechtzeitiges Abnehmen, dass eine Belastung des Eutergewebes bedingt, konnte während der ersten Erhebung bei vier ökologisch und bei einem konventionell wirtschaftenden Betrieb festgestellt werden, während der zweiten Erhebung bei zwei ökologisch und bei zwei konventionell geführten Betrieben.

Mit Hilfe der folgenden in Abbildung 4 aufgeführten hygienischen Maßnahmen während und nach dem Melken zur Vorsorge von Eutererkrankungen soll deutlich gemacht werden, inwieweit sich die jeweiligen Betriebsleiter mit den Übertragungswegen der Mastitiserreger auseinandersetzen. Die einzelnen abgefragten und beobachteten Maßnahmen sollen wieder spiegeln, wie bewusst die Betriebsleiter sich dieser Maßnahmen im Hinblick auf die Übertragung sind. Bei Betrachtung der Abbildung 4 fällt auf, dass auf den ökologisch wirtschaftenden Betrieben die Hygienemaßnahmen:

- **generelle Zitzenreinigung,**
- **Verwendung eines Euterlappens pro Kuh,**
- **Füttern nach dem Melken,** damit die Kühe nicht unmittelbar nach dem Melken abliegen und damit sich der Gefahr von Infektionen durch den noch offenen Strichkanal aussetzen und
- **Getrenntes Melken kranker Kühe**

häufiger angewandt bzw. eingehalten werden.

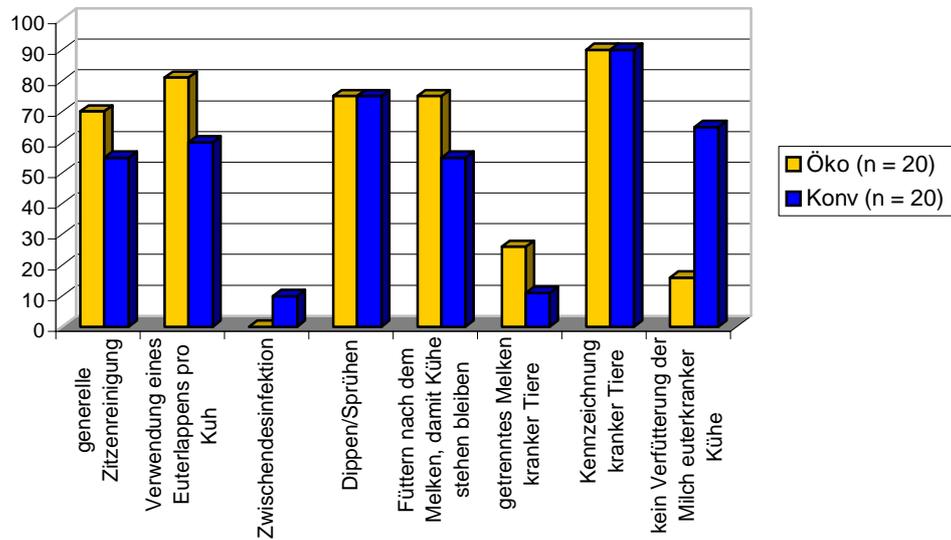
**Dippen bzw. Sprühen** bei allen Kühen nach dem Melken und die **Kennzeichnung kranker Kühe** wird bei beiden Bewirtschaftungsformen gleich häufig durchgeführt.

Keiner der untersuchten Betriebe führt eine **Zwischendesinfektion** durch.

Bei der Maßnahme **Nicht-Verfüttern der Milch euterkranker Kühe** fällt auf, dass der Anteil bei den konventionell wirtschaftenden Betrieben höher ist.

Die in der Abbildung 4 auf der folgenden Seite dargestellten Häufigkeiten wurden während der ersten Erhebung beobachtet.

## Anteil Betriebe



**Abb. 4: Histogramm verschiedener hygienischer Vorsorgemaßnahmen während des Melkens (1. Erhebung)**

Während der zweiten Erhebung wurde festgestellt, dass

- zusätzlich auf drei ökologisch und zwei konventionell geführten Betrieben eine generelle Zitzenreinigung durchgeführt wird,
- ein weiterer konventionell wirtschaftender Betriebsleiter nach dem Melken die Zitzen dippt, aber zwei ökologisch wirtschaftende zu dem Zeitpunkt der zweiten Erhebung nicht mehr,
- die Anzahl der zur Euterreinigung verwendeten Eutertücher variierte,
- drei konventionell wirtschaftende Betriebsleiter das getrennte Melken kranker Kühe aus personellen Gründen einführen konnten und
- sechs weitere ökologisch wirtschaftende Betriebsleiter die Milch von euterkranken Kühen nicht mehr an die Kälber verfüttert, hingegen vier konventionell wirtschaftende diese in der Zwischenzeit wieder aufgenommen haben.

Bei dem Vergleich dieser Erhebung mit früheren Studien scheint sich bei dem Faktor „**Verwendung eines Euterlappens pro Kuh**“ das Hygienebewusstsein der Betriebsleiter verbessert zu haben. DENEKE und FEHLINGS (2001) gaben als Ergebnis ihrer Erhebung an, dass nur 45,0 % der untersuchten ökologisch wirtschaftenden Betriebsleiter ein „Einwegtuch“ verwendeten, 56,4 % der konventionell geführten Betriebe.

Bezüglich der Zitzendesinfektion nach dem Melken (**Dippen, Sprühen**) zeigt sich ein vergleichbarer Entwicklungsschritt ab: nur 36,4 % der untersuchten ökologisch

wirtschaftenden Betriebsleiter desinfizierten während der Studie von DENEKE und FEHLINGS (2001) alle Zitzen nach dem Melken im Vergleich zu 75 % Betriebe der eigenen Studie sowie nur 27,7 % der konventionell geführten Betriebe im Vergleich zu ebenfalls 75 % Betriebe der eigenen Studie.

Bei den eigenen Erhebungen wurde auch die **Sauberkeit während des Melkens** an sich und die **Sauberkeit des Melkstandes nach der Endreinigung** beobachtet und mit Noten von 1 für gut bis 3 für schlecht bewertet. Beide Beobachtungsfaktoren haben einen hohen subjektiven Charakter. Auch bei diesen Parametern ist keine Tendenz in Richtung einer Bewirtschaftungsweise zu verzeichnen.

#### Anteil Betriebe

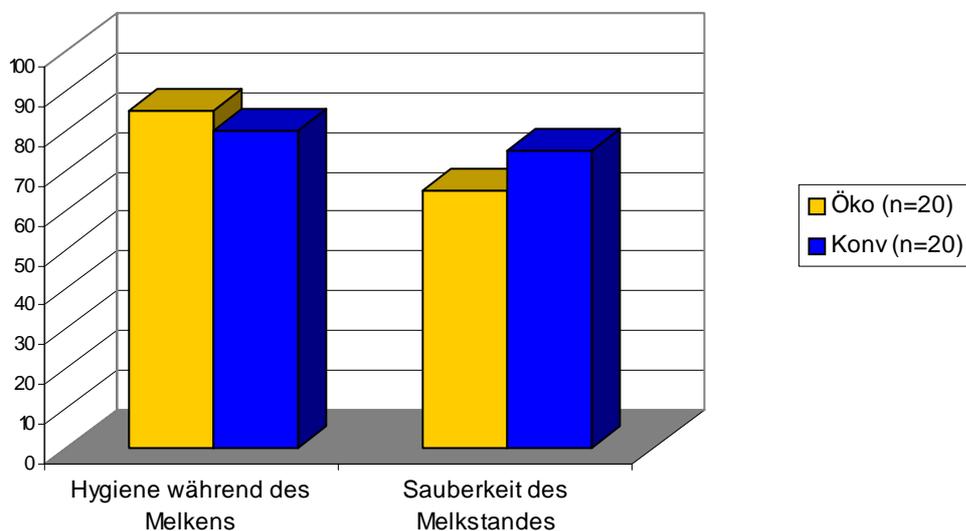


Abb. 5: Histogramm der Sauberkeit während des Melkens und der Sauberkeit des Melkstandes nach der Endreinigung

Bezüglich der Beobachtungen, welche den „**Stressfaktoren im Melkstand**“ zugeordnet wurden, ergab sich ein einheitliches Bild. Nur in einem (konventionell wirtschaftenden) Betrieb erfolgte das Treiben der Kühe in den Melkstand auf eine unruhige und für die Tiere stressbelastende Weise. Bei allen anderen lief das Treiben ruhig ab. Bei fast allen Betrieben werden die Tiere durch den Melker selbst in den Melkstand getrieben, sofern sie nicht von selbst kommen.

Der Kategorie „**Eutergesundheitsmanagement**“ wurden verschiedene Faktoren und Beobachtungen zugeordnet. Fast alle Betriebsleiter gaben während der ersten Befragung an, folgende Maßnahmen durchzuführen:

- Überprüfung des Vorgemelks,
- Weitere Kontrolle und/oder Überwachung der Eutergesundheit, sofern Flocken in der Milch zu finden sind,
- Kontrolle der Eutergesundheit mit Hilfe der Zellzahl des Gesamtgemelks im Rahmen der Milchleistungsprüfung und
- Selektion chronisch kranker Tiere.

BUSATO et al (2000) beobachteten in den von ihnen erfassten Betrieben eine Prüfung des Vorgemelks ähnlich häufig wie in der vorliegenden Studie. Die Autoren untersuchten einige ausgewählte Einflussfaktoren auf die Eutergesundheit in 152 ökologisch gehaltenen Herden in der Schweiz. Dabei verzeichneten sie in 94 % der Fälle die Vorgemelksprüfung. Angaben zur Häufigkeit der Vorgemelksprüfung in konventionellen Betrieben machten sie nicht.

Beim Vergleich mit der Studie von DENEKE und FEHLINGS (2001) fällt auf, dass in den von Ihnen untersuchten Betrieben seltener ein korrektes Vormelken beobachtet wurde, wobei neben der Sekretkontrolle auch die Verwendung eines Vormelkbeckers als „korrektes Vormelken“ angesehen wurde. Sie stellten fest, dass nur 36,1 % der ökologisch wirtschaftenden Betriebsleiter korrekt vormelken, bei den konventionell wirtschaftenden waren es 52,9 %.

Während der zweiten Befragung wurde eingehender

1. nach dem Zellzahlgrenzwert (Zellgehalt pro ml Gesamtgemelk im Rahmen der Milchleistungsprüfung), welchen sich die Betriebsleiter setzen, um ggfs. Behandlungsmaßnahmen einzuleiten und
2. nach der Vorgehensweise bei der Kontrolle der Eutergesundheit mittels Zellzahl und nach den Behandlungsmaßnahmen bei Überschreitung des jeweiligen Zellzahl-Grenzwertes

gefragt.

Die Häufigkeit der einzelnen Grenzwerte ist aus der folgenden Tabelle 4 ersichtlich.

**Tab. 4: Anzahl Betriebe mit den jeweiligen Zellzahlgrenzwerten (pro Kuh, im Gesamtgemelk) zur Einleitung von Behandlungsmaßnahmen**

	<b>Ökologisch wirtschaftende Betriebe</b> (n = 15)	<b>Konventionell wirtschaftenden Betriebe</b> (n = 14)
> 100.000 Zellen/ml	0	0
> 150.000 Zellen/ml	0	0
> 200.000 Zellen/ml	2	2
> 250.000 Zellen/ml	3	5
> 300.000 Zellen/ml	2	2
> 400.000 Zellen/ml	4	4
> 500.000 Zellen/ml	1	0
> 600.000 Zellen/ml	3	1

Die in der Literatur zu findenden Zellzahlgrenzwerte liegen zwischen 100.000 Zellen/ml und 200.000 Zellen/ml (z.B. SCHEPERS et al. 1997, DVG 2002). Sie beziehen sich auf das Viertelgemelk. Dementsprechend geringer sind die Grenzwerte im Gesamtgemelk aufgrund des Verdünnungseffektes anzusetzen. Dennoch gibt keiner der befragten Betriebsleiter einen Grenzwert von 150.000 Zellen/ml oder geringer an. Die Verteilung der höheren Grenzwertangaben ist unabhängig von der Bewirtschaftungsform der befragten Betriebe.

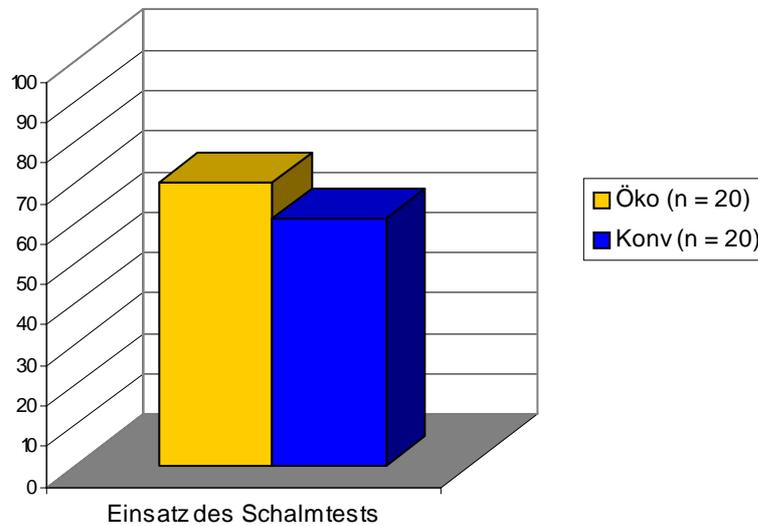
Bei der Frage nach der Art der Behandlungsmaßnahme nach Überschreitung des betriebsindividuellen Zellzahlgrenzwertes standen folgende Antworten zur Auswahl:

- Ausmelken,
- Einreiben mit Eutersalbe,
- Anwendung homöopathischer Medikamente,
- Anwendung chemisch-synthetischer allopathischer Medikamente oder Antibiotika,
- zunächst bakteriologische Untersuchung und/oder
- sonstige Maßnahmen.

27 der insgesamt 40 Betriebsleiter gaben mindestens eine der aufgezählten Maßnahmen an (14 ökologisch und 13 konventionell wirtschaftende Betriebsleiter).

Auf die Frage nach dem **Einsatz des Schalmtests** als Kontrollinstrument nach dem Verdacht auf eine Eutergesundheitsstörung gaben 70 % der ökologisch wirtschaftenden Betriebsleiter an, diesen Test einzusetzen und 61 % der konventionell wirtschaftenden.

### Anteil Betriebe



**Abb. 6: Einsatz des Schalmtests**

Die Anwendung des Schalmtests beobachteten BUSATO et al (2000) in nur 30 % der von ihnen untersuchten 152 ökologisch wirtschaftenden Betriebe. Damit liegt ihr Ergebnis weit unter dem der eigenen Arbeit.

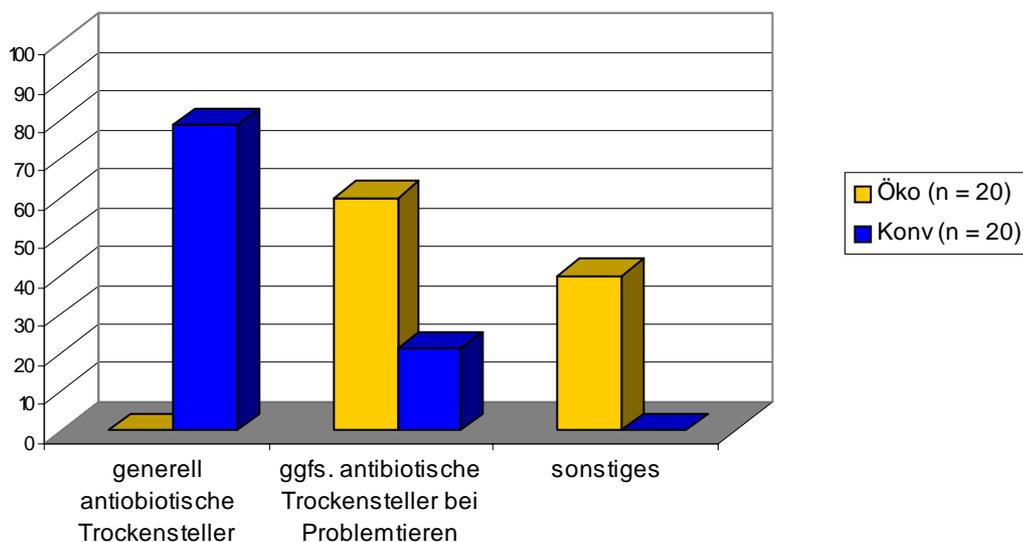
Als weiteres Kontrollinstrument setzt in der eigenen Studie jeweils ein ökologisch und ein konventionell wirtschaftender Betriebsleiter eine Meßmethode zur Bestimmung der **Leitfähigkeit** in der Milch ein. Diese Messung gilt als Alternative zum Einsatz des Schalmtests.

CABARET (2003) weist auf die Bedeutung hin, die - im Zusammenhang mit der Erkennung von Gesundheitsstörungen und mit der Einleitung entsprechender Maßnahmen - dem Ausbildungsstand und damit dem Wissen des Betriebsleiters zukommt. Laut dem Autor muß der Betriebsleiter zum einen in der Lage sein, Gesundheitsstörungen festzustellen und zum anderen über die nötigen Kenntnisse verfügen, welche folgenden Schritte einzuleiten sind. CABARET vergleicht in seinem Artikel Studien, welche sich mit Gesundheitsproblemen in ökologisch geführten Betrieben auseinandersetzen. Seiner Schlussfolgerungen sind aber unabhängig von der Bewirtschaftungsform gültig.

Bei einer Maßnahme, welche zum Eutergesundheitsmanagement gezählt werden kann, unterscheiden sich die Bewirtschaftungsgruppen deutlich: bei der Häufigkeit des **Einsatzes antibiotischer Trockensteller**. Der Unterschied im Trockenstellverfahren ist auf die

Vorgaben der EU-Verordnung 1804/99 zur ökologischen Tierhaltung im Hinblick auf die Einschränkung des Einsatzes von Antibiotika zurückzuführen (Anhang I, 5. *Krankheitsvorsorge und tierärztliche Behandlung*). Abbildung 7 zeigt die Häufigkeit für die drei von den Betriebsleitern angewandten Verfahren des Trockenstellens. Konventionell wirtschaftende Betriebsleiter setzen häufiger antibiotische Trockensteller ein, ökologisch wirtschaftende nur bei Problemtieren. Dieser seltene Einsatz ist auch auf die doppelt so lange Wartezeit für die Abgabe der Milch (Vorgabe der EU-Verordnung) zurückzuführen.

**Anteil Betriebe**



**Abb. 7: Verfahren des Trockenstellens**

DENEKE und FEHLINGS (2001) ermittelten ähnliche Häufigkeitsangaben, wobei sie nicht unterschieden haben, ob generell antibiotische Trockensteller eingesetzt werden oder nur unter Umständen. 55,7 % der ökologisch wirtschaftenden Betriebsleiter setzten Trockensteller ein, bei den konventionell wirtschaftenden hingegen 76,4 % der befragten Betriebsleiter. Auch wenn sie nicht die Unterscheidung wie in der eigenen Erhebung gemacht haben, zeigt sich dennoch eine ähnliche Situation – aufgrund der Vorgaben in der EU-Verordnung.

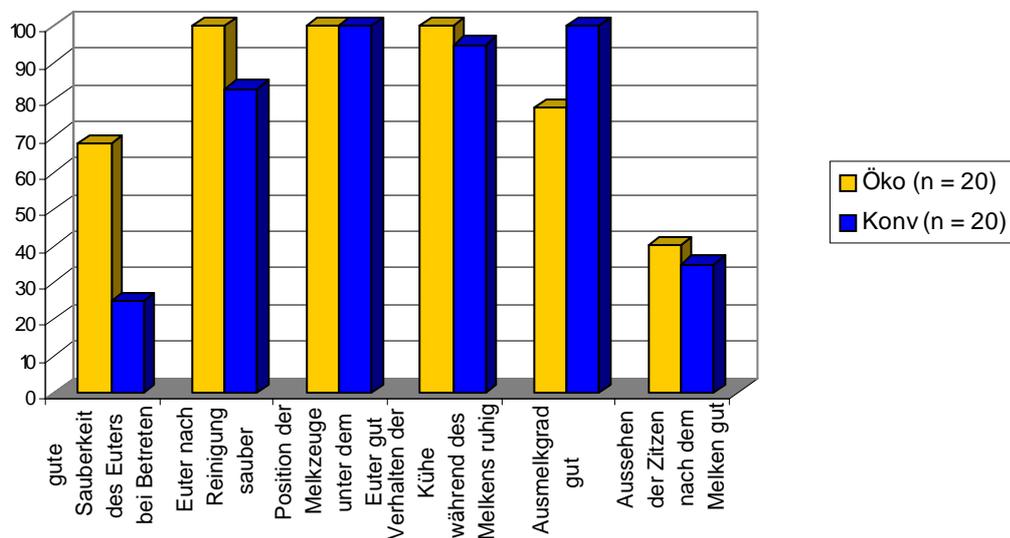
Zur Überprüfung der Einhaltung einiger Vorsorgemaßnahmen wurden folgende **Anzeichen an den Kühen** selbst beobachtet. Diese Anzeichen deuten auf eine optimale Hygiene (im Stall und während des Melkens) und ein optimales Melken (technische und/oder methodische Gründe) hin:

- Euter bei Betreten des Melkstandes sauber
- Euter nach Reinigung sauber
- Position des Melkzeugs am Euter gut

- Verhalten der Kühe während des Melkens ruhig
- Ausmelkgrad gut (Euterspiegel faltig)
- Aussehen der Zitzen nach dem Melken gut

Dabei muss daraufhin gewiesen werden, dass diese sechs Punkte subjektive Beurteilungen darstellen. Bei der ersten Erhebung weisen in dem Punkt „Guter Ausmelkgrad“ die Tiere in den ökologisch geführten Betrieben eine deutlich geringere Häufigkeit auf als bei der zweiten Erhebung. Dieser Unterschied in dem – nur subjektiv zu beobachtenden – Anzeichen am Tier ist zum einen auf die Person zurückzuführen, welche die Erhebung durchgeführt hat, aber auch auf Änderungen der Verhaltensweisen der jeweiligen Betriebsleiter bzw. ihrer wechselnden Mitarbeiter.

**Anteil Betriebe**



**Abb. 8: Histogramm verschiedener Anzeichen an der Kuh für optimale Hygiene und optimales Melken**

In der Literatur finden sich Vergleichszahlen nur zu dem Aspekt „Zitzenreinigung“. Nach den von DENEKE und FEHLINGS (2001) festgestellten Daten, wonach 45,2 % der ökologisch geführten und 43,6 % der konventionell geführten Betriebe unter unhygienischen Bedingungen arbeiten, scheint sich die Situation aufgrund der hier gezeigten Ergebnissen in beiden Betriebsformen verbessert zu haben.

Über alle abgefragten und beobachteten Vorsorgemaßnahmen bzw. Risikofaktoren innerhalb des Komplexes „**Eutergesundheit**“ lässt sich zusammenfassend sagen, dass keine Tendenz hinsichtlich einer der beiden Bewirtschaftungsformen zu verzeichnen ist. Herauszustellen ist

in dem Zusammenhang, dass die ökologisch wirtschaftenden Betriebsleiter von den acht abgefragten „hygienischen Maßnahmen während und nach dem Melken zur Vorsorge von Eutererkrankungen“ vier Maßnahmen häufiger durchführen als die konventionell wirtschaftenden, während nur einer Maßnahme („kein Verfüttern der Milch euterkranker Kühe“) deutlich häufiger von den konventionell wirtschaftenden Betriebsleitern angewandt werden. Bei der Anwendung antibiotischer Trockensteller spiegelt der deutliche Unterschied zwischen den Bewirtschaftungsformen die Vorgaben der EU-Verordnung wieder.

### **Stoffwechsel: Vorsorgemaßnahmen, Risikofaktoren, Beobachtungen**

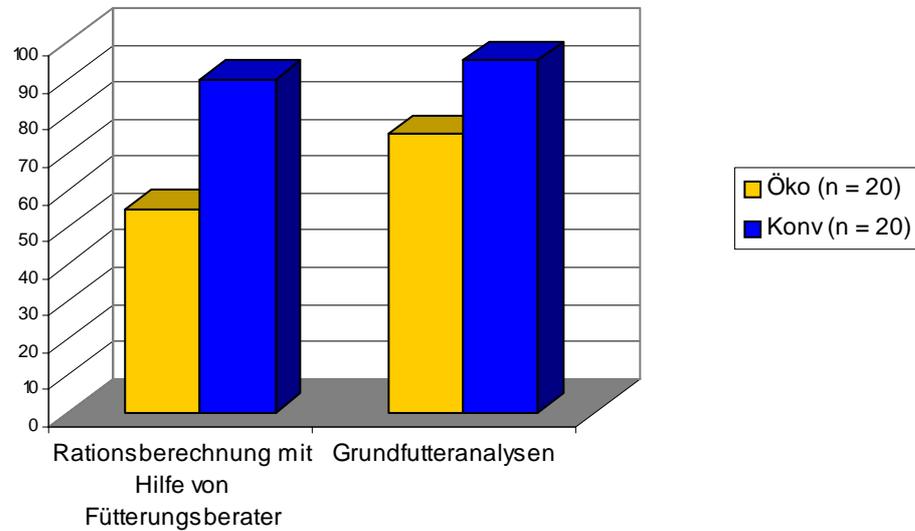
Wiederkäuergerechte und an die Leistung angepasst Fütterung wird im Wesentlichen erreicht durch

- Rationsberechnungen
- Futteranalysen bei hofeigenen Futtermitteln
- Vermischen der Futtermittel
- Individuelle Krafftutterzuteilung und/oder Bildung von Leistungsgruppen
- Separate Fütterung der trockenstehenden Kühe
- Optimale Futterkonservierung und –lagerung
- Erhaltung der Futterqualität
- Überwachung des Stoffwechsels mittels MLP-Daten und/oder Body Condition Score

Alle Betriebsleiter **überwachen den Stoffwechsel** der Kühe mit Hilfe der MLP-Daten. Bei der genauen Betrachtung der Futterplanung fällt auf, dass weniger ökologisch wirtschaftende Betriebsleiter regelmäßig **Rationsberechnungen zusammen mit einem Fütterungsberater** durchführen (55 % zu 90 % konventionell wirtschaftende). Die übrigen Betriebsleiter planen die Rationen auf der Basis der MLP-Daten ohne Unterstützung von Beratern. Fünf der neun ökologisch wirtschaftenden Betriebsleiter, welche keine Rationsplanung zusammen mit einem Fütterungsberater durchführen, lassen auch nicht das **Grundfutter** auf seine Inhaltsstoffe **analysieren**.

Zwischen den Ergebnissen des ersten und des zweiten Besuchs bestand kein Unterschied. Die Verteilungen sind in der folgenden Abbildung 9 dargestellt.

### Anteil Betriebe



**Abb. 9: Histogramm der Rationsberechnungen mit Berater und der Grundfutteranalysen**

KRUTZINNA et al. (1996a) erfassten in ihrem Fragebogen die Häufigkeit der Grundfutteranalysen in den Betrieben. Dabei ermittelten sie, dass nur etwa ein Drittel (30 %) der von ihnen untersuchten ökologischen Betriebe regelmäßig Grundfutteranalysen vornehmen ließ. Im Vergleich dazu lassen 55 % der ökologisch wirtschaftenden Betriebsleiter und 90 % der konventionell wirtschaftenden das Grundfutter regelmäßig analysieren.

Die Autoren vermuteten, dass aufgrund fehlender Grundfutteranalysen die Ration nicht bedarfsgerecht sein konnte und die ausschließliche Verwendung von eigenem Getreide als Kraftfutter diese Tendenz noch verstärkte. In konventionellen Milchviehbetrieben wird meist eine fertige Kraftfuttermischung eingesetzt. Durch zugekauftes Milchleistungsfutter, das in verschiedenen Energiestufen verfügbar ist, können Defizite der Grundration ausgeglichen werden. Dies ist beim Einsatz von eigenem Getreide nicht ohne weiteres möglich. HÖRNING (1998) ergänzt, dass die Berechnung der Ration nur an Hand von Tabellenwerten gerade in ökologisch wirtschaftenden Betrieben problematisch ist. Nährstoff- und Energiegehalte der Futtermittel können hier durch die weniger intensive Düngung erheblich von Tabellenwerten abweichen. Dadurch kann es zu Fehlversorgungen der Kühe kommen. Die Ergebnisse von KRUTZINNA et al. (1996a) bestätigen die Aussagen der aktuellen Studie bezüglich der Einbeziehung von Beratern zur Rationsplanung und verdeutlichen noch einmal die Notwendigkeit der Analysen der eingesetzten Futtermittel.

Entgegen dem in der obigen Abbildung dargestellten Unterschied zwischen den beiden Betriebsformen geben bei den beiden Bewirtschaftungsformen jeweils 14 Betriebsleiter die **Grundfutterleistung**, d.h. die tägliche Milchmenge die Kühe aus dem Grundfutter, an. Das deutet darauf hin, dass die ökologisch wirtschaftenden Betriebsleiter, welche keine Berater zur Rationsberechnung hinzuziehen bzw. hinzuziehen können, sich eigenständig mit der jeweiligen Ration auseinandersetzen, d.h. sich das Wissen aneignen. Die geringere Häufigkeit der Betreuung durch Berater ist auch weniger auf die Nachfrage durch die ökologisch wirtschaftenden Betriebsleiter zurückzuführen als eher auf eine geringere Anzahl kompetenter Berater für ökologisch erzeugte Futtermittel.

Nur vier der ökologisch wirtschaftenden Betriebsleiter kaufen entsprechend der Verordnung ökologisch hergestelltes **Krafffutter** zu. Die übrigen 16 ökologisch wirtschaftenden Betriebsleiter stellen die Komponenten des Milchleistungsfutters im Eigenanbau her. Zum Teil kaufen sie einzelne Komponenten zu. Aber keiner der 16 Betriebsleiter lässt das eigengemischte Krafffutter oder deren Bestandteile analysieren, um die genaue Zusammensetzung der Nährstoffe zu kennen und dementsprechend in der Rationsberechnung mit zu berücksichtigen. Für die Rationsberechnung werden Standardwerte aus der DLG-Futterwerttabelle eingesetzt.

Auf die Frage, welche Betriebe die **Futtermittel** Grassilage, Maissilage und Biertreber einsetzen, ergaben sich folgende Angaben:

**Tab. 5: Einsatz der Futtermittel Grassilage, Maissilage und Biertreber**

	<b>Ökologisch wirtschaftende Betriebe (n = 20)</b>	<b>Konventionell wirtschaftenden Betriebe (n = 20)</b>
Grassilage	100 %	100 %
Maissilage	45 %	80 %
Biertreber	45 %	10 %

Demnach verfüttert nur ein Teil der ökologisch wirtschaftenden Betriebsleiter Maissilage (Energiefuttermittel). Es ist nicht bekannt, welche alternativen Energieträger auf den 55 % Betrieben eingesetzt werden.

In einer Veröffentlichung zeigten sich KRUTZINNA et al. (1996b) überrascht darüber, dass 25 % der von ihnen untersuchten Betriebe Maissilage fütterten. Sie stuften diesen Anteil als sehr hoch ein. In der vorliegenden Studie fütterte beinahe die Hälfte der ökologischen Betriebe neben Grassilage auch Maissilage. Dies bestätigt die Begründung, die KRUTZINNA et al. (1996b) für die Zunahme des Maisanbaus liefern: der ökologische Maisanbau

vereinfachte sich in den letzten Jahren durch verbesserte organische Anbaumethoden. Dadurch nutzen vermehrt auch ökologische Betriebe Maissilage als energiereiches Futter. Ein weiterer Grund für den geringeren Anteil an ökologisch wirtschaftenden Landwirten in der Studie der Autoren, die Mais in der Ration einsetzen, könnte darin liegen, dass etwa 75 % der von ihnen erfassten ökologischen Betriebe in Süddeutschland liegen (Hessen, Rheinland-Pfalz, Saarland, Baden-Württemberg, Bayern). In diesen Bundesländern gibt es häufiger Grünlandstandorte, auf denen Maisanbau nur eingeschränkt oder gar nicht möglich ist. Die aktuell untersuchten 40 Betriebe liegen alle in Nordrhein-Westfalen und dabei zum größten Teil in Regionen, in denen Maisanbau problemlos möglich ist. Bestätigt wird diese Vermutung durch die Untersuchungen, die KRUTZINNA et al. (1996a) bezüglich der Zusammensetzung der verfütterten Rationen machten. In Bayern bestand die Ration der ökologisch bewirtschafteten Betriebe zu 85 % und in Baden-Württemberg zu 87 % aus Grassilage, Wiesenheu und Klee- bzw. Luzernegrassilage (bezogen auf die Trockenmasse). Maissilage machte in den Betrieben dieser Bundesländer nur jeweils einen Anteil von 2 % bzw. 5 % der Ration aus. In Nordrhein-Westfalen und Niedersachsen – Ländern mit klassischen Ackerbauregionen – machte der auf Gras basierende Anteil in der Ration 67 % (Nordrhein-Westfalen) bzw. 63 % (Niedersachsen) aus. Der Maisanteil in der Ration war hier mit 10 % bzw. 12 % mehr als doppelt so hoch wie in den südlichen Bundesländern. (KRUTZINNA et al. 1996a)

Die Art der **Vorlage von Grund- und Kraftfutter** ist in den Betrieben verschieden. Welche Vorlageart wie häufig angewandt wird, ist in der folgenden Tabelle 6 zusammengefasst.

**Tab. 6: Art der Futtevorlage**

<b>Art der Futtevorlage</b>	<b>Ökologisch wirtschaftende Betriebe (n = 20)</b>	<b>Konventionell wirtschaftenden Betriebe (n = 20)</b>
<b>Grundfutter</b>		
Vorlage der einzelnen Futtermittel (ohne vorheriges Mischen)	50 %	25 %
Mischration und tierindividuelle Kraftfuttermittelgabe	35 %	65 %
Total-Misch-Ration (TMR) ohne zusätzliche Kraftfuttermittelgabe	15 %	10 %
<b>Kraftfuttermittelvorlage (wenn kein TMR)</b>		
Tierindividuell über Transponder (Abrufstation und/oder Melkstand)	82 %	100 %
Tierindividuell am Trog	18 %	0 %

Es fällt auf, dass häufiger auf konventionell wirtschaftenden Betrieben die Futtermittel vorher gemischt werden. Bei zwei der untersuchten ökologisch wirtschaftenden Betrieben wird das Kraftfutter tierindividuell am Trog verabreicht. Die alleinige Kraftfuttermenge am Trog ist zum einen nicht so genau wie mittels Transponder und zum anderen besteht die Gefahr, dass das Kraftfutter von Nachbartieren gefressen wird.

Während alle Betriebsleiter die trockenstehenden Kühe separat füttern, unterscheiden sich beide Bewirtschaftungsgruppen in der Häufigkeit der **Fütterung der Vorbereitungstiere**, d.h. ca. zwei Wochen vor der Kalbung. Nur ein ökologisch wirtschaftender Betriebsleiter passt die Fütterung in den letzten zwei Wochen langsam der Fütterung nach der Kalbung an – im Bezug auf Zusammensetzung und Menge. Bei den konventionell wirtschaftenden Betrieben bereiten hingegen vier Betriebsleiter die hochtragenden Kühe auf die kommende Fütterung vor.

Verschiedene Faktoren können die Qualität der Futtermittel während ihrer Lagerung oder direkt am Trog beeinflussen. Die **Temperatur der Gras- und Maissilagen** sowie die **Schimmelbildung** in den Silagen geben Hinweise auf die Lagerungsverhältnisse. Der **Umgang mit den Siloblöcken** (nach der Entnahme aus dem Silo) sowie die **Häufigkeit der Trogreinigung** können ein Hinweis darauf sein, ob es dem jeweiligen Betriebsleiter bewusst ist, dass eine nicht unmittelbare Verfütterung der Siloblöcke sowie das regelmäßige Verbleiben der Futterreste im Trog die Futterqualität negativ beeinflussen können. Die fünf genannten Parameter wurden unter dem Begriff „die Futterqualität beeinflussende Faktoren“ erhoben.

Für die Temperatur der Silagen kamen folgende Grenzwerte zum Einsatz:

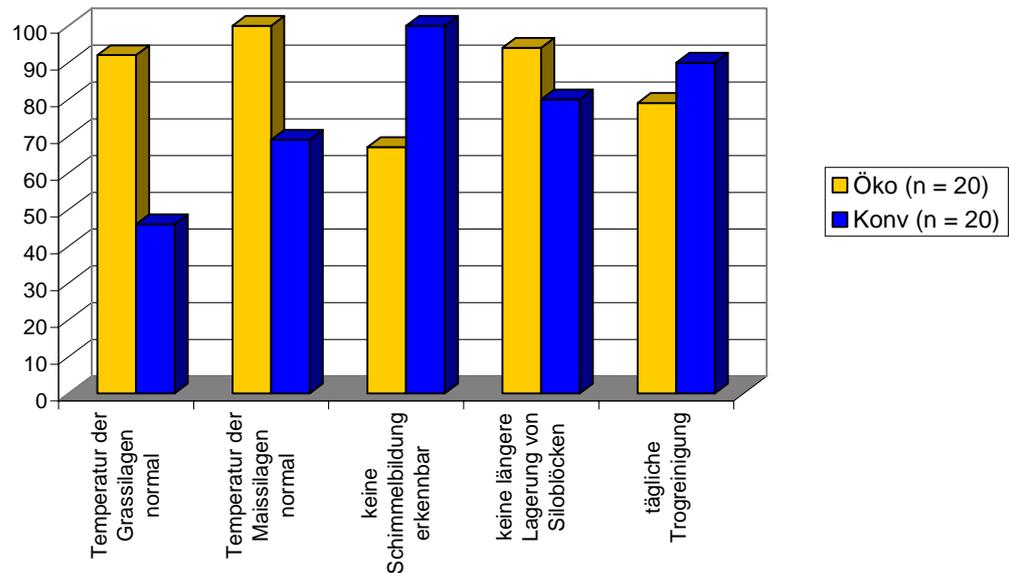
≤ 20°C während der ersten Erhebung im Winter und

≤ 25°C während der zweiten Erhebung im Sommer.

Es ist wichtig darauf hin zuweisen, dass dies sicherlich nicht alle Faktoren sind, welche die Futterqualität beeinflussen können. Diese Parameter können aber jederzeit von ungeschulten Personen erhoben werden und stellen einen ersten Hinweis dar.

Auch bei diesem Vergleich fällt auf, keiner der beiden Bewirtschaftungsformen bei der Einhaltung dieser Faktoren generell überwiegt. Die Ergebnisse der beiden Erhebungen werden in der folgenden Abbildung 10 zusammengefasst.

### Anteil Betriebe



**Abb. 10: Histogramm der erhobenen Faktoren, die die Futterqualität beeinflussen können**

Keine der Studien der aktuellen Literatur beschäftigte sich schwerpunktmäßig mit den oben beschriebenen Risikofaktoren und Vorsorgemaßnahmen für den Bereich des Stoffwechsels bis auf einzelne Faktoren (siehe oben). Der Schwerpunkt der Studien lag auf den Fütterungsrationen und inwieweit sie wiederkäuer- und leistungsgerecht sind. Der Großteil der Autoren ließ zur Überprüfung der Fütterung Rationsanalysen durchführen, wobei alle Studien zu dem Ergebnis kamen, dass die Rationen der ökologischen Betriebe Defizite hinsichtlich des Energiegehaltes aufwiesen (WINCKLER & STEINBACH 1991, KRISTENSEN & KRISTENSEN 1998, HANSEN et al. 1999, GRUBER et al. 2001a). Im Rahmen der eigenen Untersuchung der 40 Milchviehbetriebe Studie wurde keine Rationsanalyse durchgeführt.

Über die Faktoren im Hinblick auf den **Stoffwechsel** ist zusammenfassend zu sagen, dass bei den folgenden Faktoren ein nennenswerter Unterschied zwischen den beiden Bewirtschaftungsformen besteht: Weniger ökologisch wirtschaftende Betriebsleiter

- planen die Futtermitteln mit Hilfe von Fütterungsberatern,
- führen Analysen der Futtermittel durch und,
- mischen die Futtermittel vor der Gabe.

Bei den anderen Faktoren kann von keinem deutlichen Unterschied zwischen den beiden Betriebsgruppen gesprochen werden.

### **Fundament: Vorsorgemaßnahmen, Risikofaktoren, Beobachtungen**

Für die Gesundheit der Klauen und Gliedmaßen von Vorteil sind generell

- Bewegungsmöglichkeiten,
- Gestaltung der Liegeflächen,
- Hygiene im Komplex der Liegeflächen und der Laufflächen und
- Klauenpflege

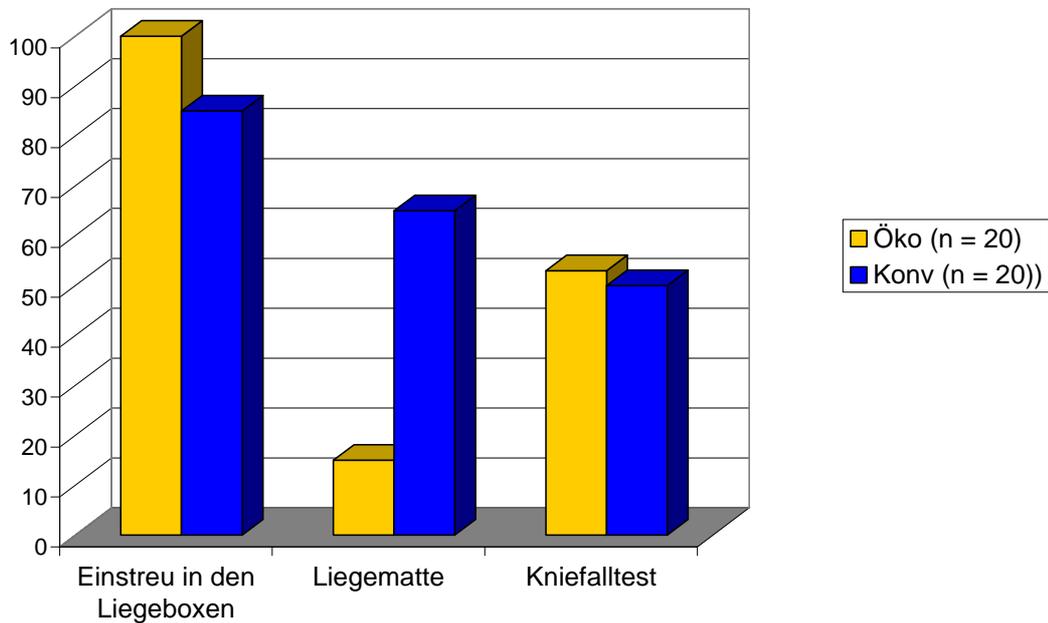
Die meisten der untersuchten Betriebe halten ihre Milchkühe in Boxenlaufställen (siehe Tabelle 1) – mit Laufgängen auf Spalten oder planbefestigt. Fünf der 20 ökologisch wirtschaftenden Betriebe und ein konventionell wirtschaftender haben einen Tretmiststall.

60 % der ökologisch geführten Betriebsleiter haben zusätzlich zu den Laufflächen im Stall und ggfs. auf der Weide einen **Auslauf** angelegt, welcher regelmäßig genutzt wird. Dies ist nur bei 10 % der untersuchten konventionell wirtschaftenden Betriebe der Fall. Generell ist in allen Betrieben eine **Weidehaltung im Sommer** möglich.

Dieses Ergebnis bezüglich des Auslaufs ist im Zusammenhang mit der EU-Verordnung zum Ökologischen Landbau 1804/1999, Anhang I, Absatz 8.3.1, zu sehen. Sie empfiehlt, allen Tieren - soweit möglich - Weidegang oder Auslauf zu gewähren. Gerade ein Auslauf – auch während des Winters – bietet den Kühen viel Bewegungsfreiheit.

Der **Komfort der Liegeflächen** wurde anhand der in Abbildung 11 dargestellten Parameter erfasst. Die Ergebnisse fielen unterschiedlich aus: während auf mehr ökologisch bewirtschafteten Betrieben eingestreut wurde, lagen in mehr konventionell wirtschaftenden Betrieben Liegematten in den Box. Dennoch war nur bei ca. der Hälfte beider Betriebsgruppen das Ergebnis des Kniefalltests positiv, d.h. das Ergebnis ist nicht auf die Art der Liegeflächenauflage zurückzuführen.

### Anteil Betriebe



**Abb. 11:** Histogramm verschiedener Faktoren des Liegekomforts

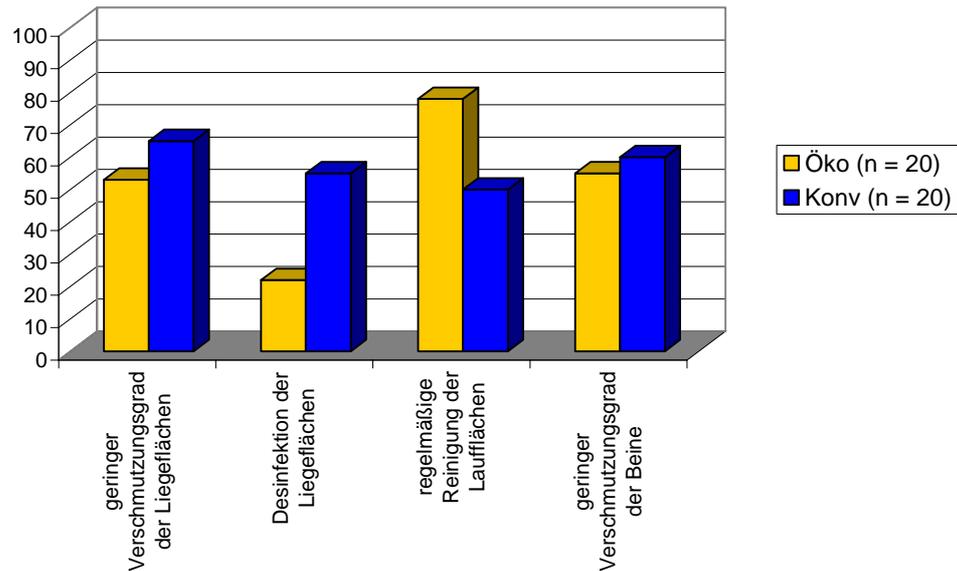
Das Verhältnis von Tierzahl zu Anzahl der Liegeplätze sowie von Fressplätzen zu Liegeplätzen ist in der folgenden Tabelle 7 dargestellt.

**Tab. 7:** Tierplatzverhältnisse

	Ökologisch wirtschaftende Betriebe (n = 15, ohne Tretmistställe)	Konventionell wirtschaftenden Betriebe (n = 20)
Verhältnis Tierzahl zu Liegeplätzen	1 : 0,9 bis 1 : 2	1 : 1 bis 1 : 2
Verhältnis Fressplätze zu Liegeplätze	1 : 0,7 bis 1 : 1,5	1 : 0,7 bis 1 : 2

Die hygienischen Verhältnisse im Stall wurden mit den in Abbildung 12 aufgeführten Parametern überprüft. Die Einteilung des Verschmutzungsgrades der Beine erfolgte anhand des Beurteilungsschemas der Firma *PharmaciaAnimalHealth* in Abbildung 54 (im Anhang). Des Weiteren wurde die **Reinigung der Liegeflächen und Kotkante** beurteilt: Bis auf einen konventionell wirtschaftenden Betriebsleiter führen alle eine regelmäßige Reinigung der Liegeflächen und der Kotkante – sofern vorhanden – durch.

### Anteil Betriebe

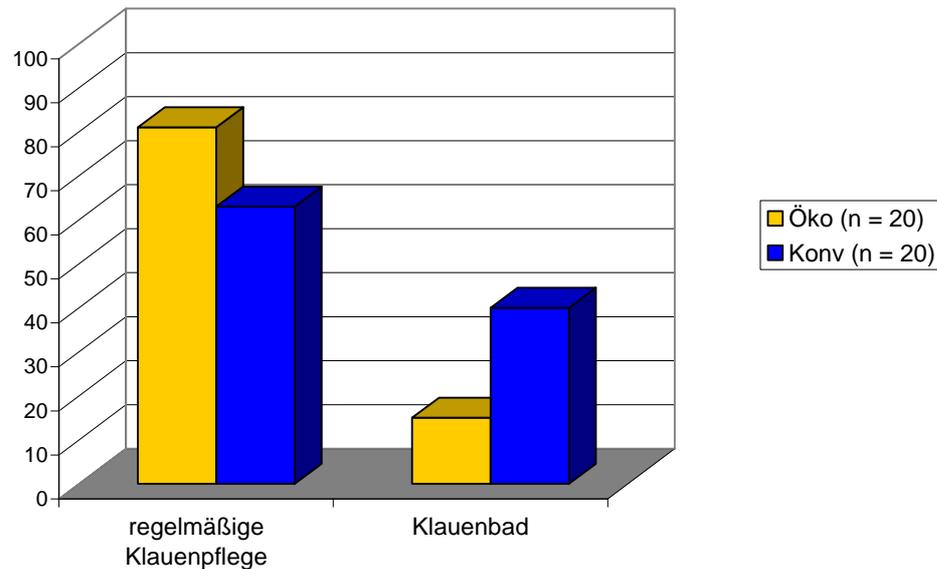


**Abb. 12: Histogramm verschiedener Parameter zur Beschreibung der Stallhygiene**

Bei der Betrachtung der Verteilungen in der obigen Abbildung fällt auf, dass die Häufigkeitsergebnisse unterschiedlich ausfallen. Dennoch war nur bei gut der Hälfte beider Betriebsgruppen der Verschmutzungsgrad der Beine gering (Note 1-2).

Bezüglich der **Regelmäßigkeit der Klauenpflege** und der Nutzung eines **Klauenbades** zeigt sich folgendes, in Abbildung 13 dargestelltes, Bild.

### Anteil Betriebe



**Abb. 13: Histogramm der regelmäßigen Klauenpflege und eines Klauenbades**

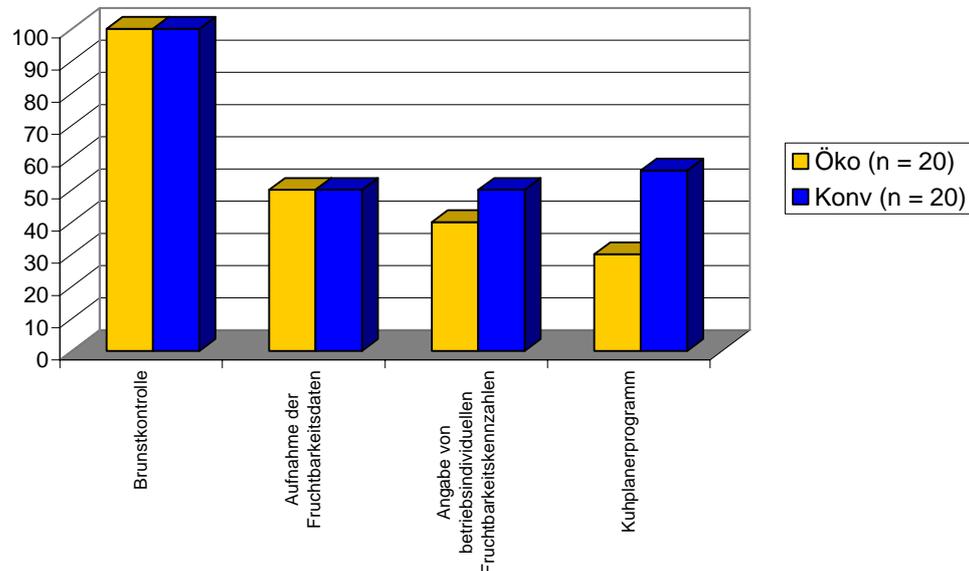
Zusammenfassend über die erhobenen Parameter innerhalb des Komplexes „Fundament“ ist zu sagen, dass als einziger deutlicher Unterschied zwischen den beiden Bewirtschaftungsformen in ökologisch geführten Betrieben den Kühen – entsprechend der EU-Verordnung – häufiger ein Auslauf zur Verfügung steht.

### **Fruchtbarkeit: Vorsorgemaßnahmen, Risikofaktoren, Beobachtungen**

Für eine optimale Fruchtbarkeit von Bedeutung ist die Fruchtbarkeitsüberwachung bzw. das Fruchtbarkeitsmanagement.

Um das Fruchtbarkeitsmanagement der einzelnen Betriebsleiter erfassen zu können, wurden verschiedene Tätigkeiten und Maßnahmen zur Kontrolle und zum Erhalt der Fruchtbarkeit abgefragt. Diese sind in der folgenden Abbildung 14 dargestellt. Als einziger Unterschied zwischen den beiden Betriebsgruppen fällt auf, dass 56 % der konventionell wirtschaftenden Betriebsleiter die Fruchtbarkeitsdaten mit einem Computer mit Hilfe eines Kuhplaner aufarbeiten, bei den ökologisch wirtschaftenden hingegen 30 %. Es besteht hierbei kein Zusammenhang mit Größe der Herde und Nutzung eines Herdenmanagementprogramms.

### Anteil Betriebe



**Abb. 14: Histogramm verschiedener Maßnahmen zur Fruchtbarkeitsüberwachung**

Fast alle Betriebsleiter – bis auf zwei ökologisch und zwei konventionell wirtschaftende Betriebsleiter – führen nur unter Umständen eine Geburtshilfe durch, da ihnen die Risiken der Folgen für die weitere Fruchtbarkeit der Tiere bewusst sind.

Diverse Autoren haben sich mit dem Thema Fruchtbarkeit in ökologisch bewirtschafteten Milchviehbetrieben befasst, dabei aber meist konkrete Fruchtbarkeitskennzahlen aufgenommen, um ökologisch und konventionell bewirtschaftete Betriebe zu vergleichen (z.B. WEBER et al., 1993; KRUTZINNA et al., 1996a; REKSEN et al., 1999; GRUBER et al., 2001a). Keine der Studien analysierte konkrete Risikofaktoren für den Bereich der Fruchtbarkeit. Neben den allgemeinen Daten wie Besamungs- und Abkalbedatum, Zwischenkalbezeit oder Besamungsindex ermittelten BENNEDSGARD et al. (2003) und GRUBER et al. (2001a) überdies die Anzahl der Behandlungen der Kühe durch den Tierarzt aufgrund von Nachgeburtshaltung bzw. Unfruchtbarkeit. Daher ist ein direkter Vergleich dieser Ergebnisse mit denen der vorliegenden Studie nicht möglich, da die dazu benötigten Unterlagen nicht zur Verfügung standen.

Zusammenfassend über die erhobenen Parameter innerhalb des Komplexes „**Fruchtbarkeit**“ ist zu sagen, dass als einziger Unterschied zwischen den beiden Bewirtschaftungsformen in ökologisch geführten Betrieben seltener mit Kuhplaner-Programmen zur Überwachung der Fruchtbarkeit gearbeitet wird.

### 3.2 Vergleich der Angaben der Betriebsleiter zu verschiedenen Krankheitshäufigkeiten zwischen den beiden Bewirtschaftungsgruppen

Einige Fragen innerhalb der Erhebung bezogen sich auf das Gesundheits- bzw. Krankheitsgeschehen auf den jeweiligen Betrieben. Es wurde nach der Prävalenz der in der folgenden Tabelle aufgeführten Krankheiten gefragt, wobei die Betriebsleiter mit „Ja“, „Nein“, „Selten“ oder einer konkreten Prozentangabe geantwortet haben. Die Prozentangaben der jeweiligen Krankheiten sind in der Tabelle 8 zusammenfassend dargestellt.

**Tab. 8: Von den Betriebsleitern angegebene Prävalenzen**

	<b>Ökologisch wirtschaftende Betriebe (n = 20)</b>	<b>Konventionell wirtschaftenden Betriebe (n = 20)</b>
Mastitis	10 – 25 %	<5 – 30 %
Azidose	≤5 %	<5 – 10 %
Ketose	≤5 – 10 %	<5 – 10 %
Milchfieber	5 – 15 %	<5 – 25 %
Labmagenverlagerung	2 – 5 %	2 – 10 %
Nachgeburtverhalten	10 – 20 %	5 – 30 %
Zysten	4 – 20 %	<5 – 10 %
Klauenerkrankungen	5 – 10 %	<10 %

Eine Gegenüberstellung der von den Betriebsleitern angegebenen Werte ergibt keinen eindeutigen Unterschied zwischen den beiden Betriebsformen. Es fällt auf, dass in beiden Gruppen Mastitis, Milchfieber und Nachgeburtverhalten als häufigste Erkrankungen angegeben werden

In einer Studie von KRUTZINNA et al (1996a) wurden ebenfalls die Betriebsleiter von 268 ökologisch geführten Anbinde- und Laufstallbetrieben nach dem Auftreten einzelner Erkrankungen oder Krankheitskomplexen gefragt. Am häufigsten nannten die Betriebsleiter als Krankheit Mastitiden, gefolgt von Fruchtbarkeitsstörungen (ohne Gebärmutterentzündungen und Nachgeburtverhalten), Klauenerkrankungen, Nachgeburtverhalten, Zitzenverletzungen, Gebärmutterentzündungen, Milchfieber, Acetonämien und sonstige Erkrankungen. Die Reihenfolge entspricht nur zum Teil den eigenen Ergebnissen.

VOLLING et al (2005) kamen im Rahmen ihrer Studie (25 ökologisch wirtschaftende Milchviehbetriebe in Niedersachsen) zu einer ähnlichen Reihenfolge der erhobenen Inzidenzen:

- Mastitis (41 %)
- Störung der Fruchtbarkeit (22 %)
- Stoffwechselstörungen (ohne Hypocalcämie, 13 %)
- Klauenerkrankungen (11%)
- Hypocalcämie (9 %)
- Fremdkörpererkrankungen (2 %)

Die Aussagen bezüglich des Vergleichs der Prävalenzen von Mastitiden in ökologisch und konventionell bewirtschafteten Betrieben sind in der Literatur unterschiedlich. HOVI et al (2003) haben dazu verschiedene Vergleichsstudien zusammengefasst. Der Vergleich der Studien ergibt ein unterschiedliches Ergebnis. Die meisten Autoren geben an, dass die Inzidenzen und Prävalenzen der beiden Bewirtschaftungsformen vergleichbar sind. Zwei frühere Studien, welche 1994 veröffentlicht wurden, ermittelten eine geringere Inzidenz für klinische Mastitiden in ökologisch geführten Betrieben. HOVI und RODERICK (1999) geben eine höhere Inzidenz von subklinischen und klinischen Mastitiden in der Trockenstehperiode an. BENNEDSGAARD et al (2003) wiesen eine signifikant niedrigere Behandlungshäufigkeit für Mastitis in den ökologischen Betrieben nach. Die Autoren weisen aber ausdrücklich daraufhin, dass die Zahl der Behandlungen durch den Tierarzt kein zuverlässiges Kriterium zur Bewertung der Eutergesundheit ist, da subklinische Fälle, wie sie gerade bei Mastitis häufig auftreten, meist nicht tierärztlich behandelt werden. So fehlen Angaben zur Häufigkeit der Fälle subklinischer Mastitis. Exakte Aussagen zur tatsächlichen Eutergesundheitssituation sind ihrer Ansicht nach auf diese Weise nicht möglich. HARDENG & EDGE (2001) sowie KRISTENSEN & KRISTENSEN (1998) bestätigten geringere Behandlungshäufigkeiten für Mastitis in ökologischen Betrieben, konnten aber keine signifikanten Unterschiede in der Häufigkeit zwischen den Betriebsformen nachweisen. HARDENG & EDGE (2001) konnten allerdings mit steigender Laktationsnummer ein steigendes Mastitisrisiko nachweisen.

GRUBER et al. (2001a) stellten keine signifikant höhere Behandlungshäufigkeit für Mastitis in den von ihnen untersuchten ökologischen Betrieben fest. Vielmehr lagen die Behandlungshäufigkeiten für Eutererkrankungen mit 48 % in den ökologischen und 44 % in den konventionellen Betrieben nicht sehr weit auseinander (Anteil aller Behandlungen von Gesundheitsstörungen pro Laktation durch den Tierarzt).

Eine etwas andere Herangehensweise an das Thema der Eutergesundheit in ökologisch gehaltenen Milchviehherden zeigen VAARST et al. (2001) und VAARST et al. (2003). Die Autoren interviewten zwölf Tierärzte und drei landwirtschaftliche Berater (VAARST et al.,

2001) und in der späteren Studie 20 Landwirte, die ihre Betriebe von konventioneller auf ökologische Wirtschaftsweise umgestellt hatten. Beide Gruppen nannten auf die Frage nach dem Hauptgesundheitsproblem in Milchviehbeständen nach der Umstellung der Bewirtschaftungsform Mastitis als häufigste auftretende Krankheit.

In den Kapiteln 3.3.2 und 3.3.3 werden die in der Literatur angegebenen Häufigkeiten von Stoffwechsel- und Fruchtbarkeitserkrankungen erläutert.

Bezüglich Lahmheiten haben HOVI et al (2003) ebenfalls unterschiedliche Ergebnisse aus der Literatur zusammengetragen. WELLER & COOPER (1996) berichten von geringeren Inzidenzen und Prävalenzen in ökologisch bewirtschafteten Betrieben als in konventionell bewirtschafteten. VAARST (1995) fand hingegen keine nennenswerten Unterschiede zwischen den Betriebsformen.

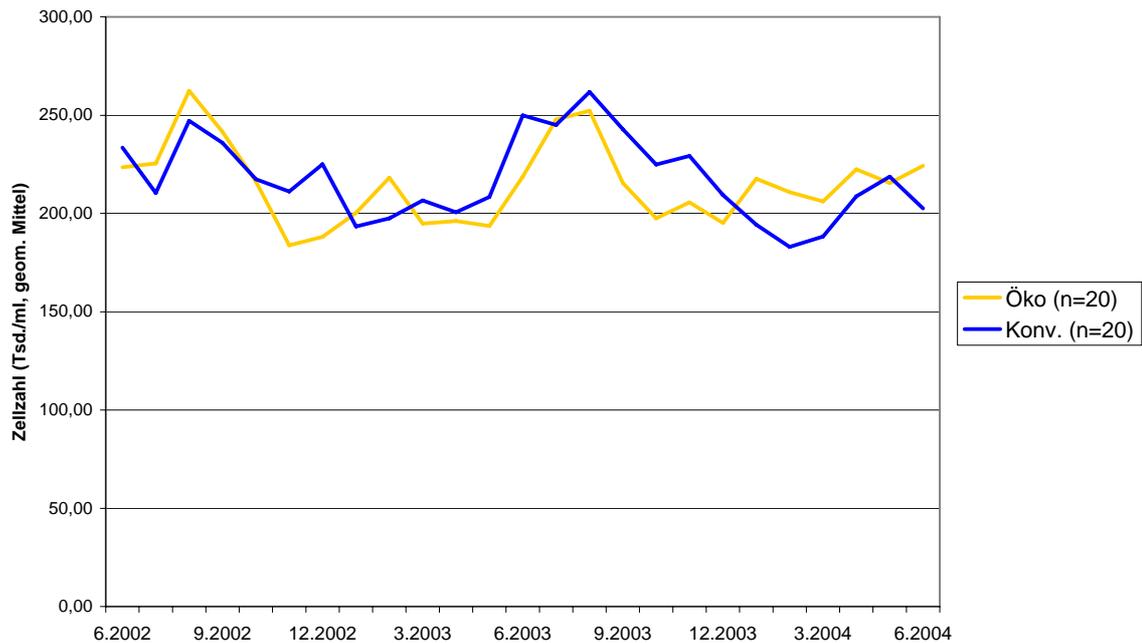
### **3.3 Zusammenhang zwischen den Erhebungsdaten und Ergebnisse der Milchqualitätsparameter**

Im Folgenden werden die Daten aus den Betriebserhebungen im Zusammenhang mit den im Rahmen der Milchgüte- und der Milchleistungsprüfung gemessenen Werten gestellt.

#### **3.3.1 Zellgehalt**

Der Zellgehalt wird zum einen im Rahmen der Güteprüfung mehrmals monatlich (mindestens 2 mal) in der Hoftankmilch ermittelt. Er bestimmt unter anderem den auszuzahlenden Milchpreis. Zum anderen findet im Rahmen der monatlichen Milchleistungsprüfung (= MLP) eine Analyse der Zellzahl pro ml im Gesamtmelk statt. Diese Untersuchung ist hilfreich zur regelmäßigen Einschätzung der tierindividuellen Eutergesundheit.

Der **Zellgehalt in der Hoftankmilch** kann bereits einen ersten Hinweis auf das Eutergesundheitsgeschehen der Herde geben – besonders wenn er über einen längeren Zeitraum betrachtet wird. Abbildung 15 zeigt den Verlauf des Zellgehaltes (geometrisches Mittel) der 20 ökologisch und der 20 konventionell bewirtschafteten Betriebe über die untersuchten 25 Monate.



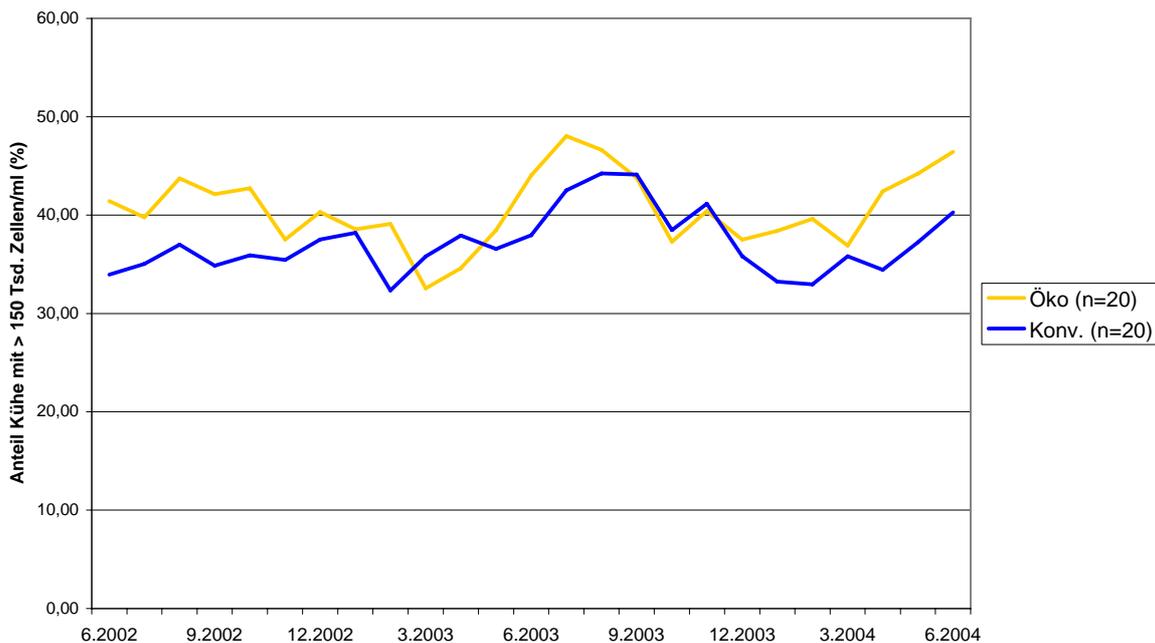
**Abb. 15: Verlauf des Zellgehaltes in der Hoftankmilch von Juni 2002 bis Juni 2004**  
(geometrischer Mittelwert)

An der Grafik fällt auf, dass sowohl in den Sommermonaten des Jahres 2002 als auch des Jahres 2003 der Verlauf der Zellzahl jeweils einen Anstieg in den Monaten Juli, August und September, d.h. in den heißeren Monaten, aufweisen. Dieser jahreszeitliche Verlauf, d.h. Zellzahlanstiege in den Sommermonaten, zeichnen sich auch in anderen Untersuchungen ab. Die Daten der Arbeitsgemeinschaft Deutscher Rinderzüchter bestätigen dies (ADR-Berichte 1990-2003). Unter amerikanischen Verhältnissen, wo die absoluten Zahlen zwar durchweg höher liegen, wird von einem gleichsinnigen Jahresverlauf der Zellzahlen berichtet (NORMAN et al. 2000). Von direkten Temperatureffekten ist hier jedoch nicht auszugehen: Unter Experimentalbedingungen (Klimakammern) zeigt sich der Milchzellgehalt unter Hitzestress nicht verändert (PAAPE et al. 1973, WEGNER et al. 1976). Kanadische Studien haben gezeigt, dass auch unter Feldbedingungen eine 5-tägige Hitzebelastung keine Auswirkungen auf die Zellzahl hat (OMINSKI 2002). Ein Vergleich von Kühen, von denen ein Teil tagsüber auf der Weide war und ein Teil im Stall blieb, zeigte, dass selbst bei moderaten Temperaturen, die sich auch im Stall kaum unterschieden, bei den Tieren mit Weidehaltung die Milchzellzahl anstieg (SIMENSEN 1976).

Wie auch unmittelbar aus der Grafik in Abbildung 15 ersichtlich, ist kein Unterschied zwischen den Betriebsformen auf der Ebene Hoftankmilch zu erkennen. Auch die Herdengröße hat keinen Einfluss auf den Verlauf der Zellgehaltswerte.

Wie bereits in Kapitel 2.1 festgestellt, liegt die Zellzahlgehalte in der Hoftankmilch innerhalb beider Betriebsformen auf einem höheren Niveau als im Antrag vorgesehen, so dass nur in dem ein oder anderen Betrieb der Grenzwert von 150.000 Zellen/ml (WENDT et al 1998), unterhalb dessen von einer guten Eutergesundheit der Herde auszugehen ist, unterschritten wird.

Nach diesem ersten Vergleich auf der Ebene der Hoftankmilch ist eine genauere Einschätzung des Eutergesundheitsgeschehens mit Hilfe des Zellgehalts im tierindividuellen Gesamtmelk im Rahmen der monatlichen MLP möglich. In Anlehnung an die Mastitis-Definition in den DVG-Leitlinien (DVG 2002), welche sich mit dem Grenzwert 100.000 Zellen/ml auf das Euterviertel bezieht, wird im Folgenden davon ausgegangen, dass bei einem Zellgehalt von 150.000 Zellen/ml im Gesamtmelk von einer Störung der Eutergesundheit gesprochen werden kann. Daher wurde pro Betrieb und Monat der Anteil an Kühen errechnet, welche einen Zellgehalt über 150.000 Zellen/ml aufwiesen. Der Verlauf dieser Häufigkeiten in den beiden Bewirtschaftungsgruppen ist in der folgenden Abbildung 16 zu sehen.



**Abb. 16: Verlauf des Anteils von Kühen mit > 150.000 Zellen/ml im Gesamtmelk von Juni 2002 bis Juni 2004**

Bei der Betrachtung von Abbildung 16 fällt zum einen auf, dass der Anteil Kühe mit mehr als 150.000 Zellen/ml in den ökologisch geführten Betrieben tendenziell über den Anteilen in den konventionell geführten Betrieben liegt. Dieser Unterschied konnte jedoch nicht statistisch

abgesichert werden. Neben der Betriebsform wurde als ein weiterer möglicher Einflussfaktor die Herdengröße in die Berechnung miteinbezogen. Sie hatte aber keinen signifikanten Einfluss auf den Verlauf bzw. den tendenziellen Unterschied.

Zum anderen fallen die Zellzahlanstiege in beiden Betriebsformen in den Sommermonaten des Jahres 2003 – dem „Jahrhundertsommer“ - auf. Die vorhandene Literatur (s.o.) liefert keine eindeutigen Erklärungen für den Zellgehaltsanstieg in heißen Monaten. Denkbar wäre, dass zusätzlich zu den hohen Temperaturen das Wasserangebot und die Beschattung nicht ausreichend waren.

Im Folgenden wird nun ermittelt, ob einzelne in Kapitel 3.1 genannten Vorsorgemaßnahmen, Risikofaktoren oder Beobachtungen im Zusammenhang stehen mit den jeweiligen Anteilen an Kühen mit mehr als 150.000 Zellen/ml. Für die weiteren Berechnungen wurden die Faktoren ausgewählt, welche in der Auftretenshäufigkeit in den Betrieben einen deutlichen Unterschied zwischen den beiden Bewirtschaftungsformen aufwiesen. Bei den folgenden Faktoren und Beobachtungen war Anteil ihrer Auftretenshäufigkeit bei den ökologisch wirtschaftenden Betrieben höher:

- generelle Zitzenreinigung,
- Verwendung eines Euterlappens pro Kuh,
- Füttern nach dem Melken, damit Kühe stehen bleiben sowie
- getrenntes Melken kranker Tiere.

Bei den nun folgenden Angaben war hingegen der Anteil der konventionell wirtschaftenden Betriebe höher:

- Vorhandensein einer automatischen Abnahme sowie
- Keine Verfütterung der Milch euterkranker Kühe

Des Weiteren wurde das Verfahren des Trockenstellens als Einflussfaktor eingesetzt

Jeder genannte Faktor wurde einzeln in die statistische Analyse mit Hilfe des Repeated-Measure-Designs einbezogen, auch wenn bekannt ist, dass die Einflüsse auf die Eutergesundheit immer multifaktoriell gesehen werden müssen. Daher ist es auch nicht verwunderlich, dass keiner der genannten Einflussfaktoren einen signifikanten Einfluss auf den Verlauf und die Höhe der Anteile der Kühe mit mehr als 150.000 Zellen/ml hat. Würde man mehrere Faktoren gleichzeitig in die Analyse mit einbeziehen, wäre dann nach dieser Feststellung, dass der einzelne Faktor bereits nicht signifikant ist, keine Kombination der Faktoren signifikant.

Ein direkter Vergleich der eigenen Ergebnisse mit Ergebnissen in der Literatur ist nicht möglich, da in der vorliegenden Literatur die Zellzahl nicht in der oben aufgeführten Weise dargestellt wird und auch nicht in dieser Form mit betrieblichen Gegebenheiten verglichen wird. Die Zellzahlergebnisse werden eher in Form von Mittelwerten über mehrere Kühe und/oder Betriebe dargestellt. HARDENG und EDGE (2001) errechnen zum einen aus den zweimonatigen Zellzahlergebnissen pro Kuh von 1994 bis 1997 pro Bewirtschaftungsform (31 ökologisch geführte und 93 konventionell geführte Betriebe) einen geometrischen Mittelwert. Er lag bei den konventionell geführten Betrieben bei 73.700 Zellen/ml und bei den ökologisch geführten bei 79.043 Zellen/ml. Die beiden Gruppen waren signifikant ( $p = 0,0161$ ) von einander verschieden. Bei der Gegenüberstellung der Zellgehalte pro Laktation lag der Zellzahlmittelwert in der ersten und zweiten Laktation bei den ökologisch geführten Betrieben unter der Zellzahl der konventionell geführten Betriebe ( $p = 0,007$ ). Über sechs betrachtete Laktationen war er wiederum bei den ökologisch geführten höher ( $p = 0,0015$ ). Daraus zogen die Autoren die Schlussfolgerung, dass kein eindeutiger Unterschied im Zellgehalt zwischen den beiden Bewirtschaftungsformen nachgewiesen werden konnte ohne eine genauere Analyse, warum in den ersten Laktationen der Durchschnittswert der ökologisch geführten unter dem der konventionell geführten Betriebe lag und bei den späteren Laktationen darüber. Bezüglich der Mastitisbehandlungen führten sie auf, dass in den ökologisch geführten Betrieben Mastitiden nicht notwendigerweise in jedem Fall behandelt werden würden aufgrund der doppelten Wartezeit bei Einsatz allopathischer Arzneimittel. (HARDENG und EDGE 2001)

KRUTZINNA et al (1996a) errechnen ebenfalls einen Mittelwert von allen Kühen pro Betrieb ( $n = 268$  Betriebe) mit mehr als drei Zellzahlergebnissen in der Zeit von Oktober 1990 bis September 1992. Sie geben als arithmetisches Mittel einen Wert von 271.000 Zellen/ml mit einem minimalen Wert von 84.000 Zellen/ml und einem maximalen von 753.000 Zellen/ml an.

WEBER et al. (1993) stellten im Rahmen ihrer Untersuchungen eine Tendenz zu höheren Zellgehalten in der Milch der von ihnen untersuchten ökologisch gehaltenen Kühe fest. Die Autoren nahmen in den ersten Versuchsjahren monatlich jeweils eine Milchprobe auf Einzeltierbasis. In den letzten beiden Versuchsjahren erhöhten sie die Häufigkeit der Probenahme auf vier Gemelke pro Kuh und Woche. Dieser Versuch fand auf einem Versuchsgut statt und wies mit jeweils 30 Kühen pro Bewirtschaftungsgruppe eine vergleichsweise kleine Herdengröße auf, wodurch eine sehr intensive Herdenbetreuung gewährleistet war. Einen eindeutigen Einfluss der ökologischen Haltungsform auf die Höhe der Zellzahl konnten auch WEBER et al. (1993) nicht nachweisen.

Die Ergebnisse einer Schweizer Studie stehen im Gegensatz zu den Ergebnissen der zuvor genannten Studien, die sich mit den Zellgehalten der Milch in ökologischen Betrieben

befassten. Die von BUSATO et al. (2000) für das Jahr der Untersuchung ermittelten durchschnittlichen Gehalte an somatischen Zellen in der Herdensammelmilch lagen in den ökologisch bewirtschafteten Betrieben mit 86.000 Zellen/ml um 15 % niedriger als der Durchschnitt aller Schweizer Herdbuchbetriebe (100.000 Zellen/ml). Die Autoren vermuten, dass der niedrigere Zellgehalt der ökologischen Herden mit der niedrigeren Leistung zusammenhängt und weisen daraufhin, dass Schweizer Milchviehherden bereits öfter durch vergleichsweise niedrige Zellgehalte der Milch aufgefallen sind.

SATO et al. (2005) ermittelten hingegen – entsprechend der eigenen Ergebnisse - kein signifikanten Unterschied zwischen den 30 ökologisch und den 30 konventionell wirtschaftenden Milchviehbetrieben (USA) bezüglich des Zellgehalts in der Hoftankmilch. Auch SATO et al (2005) verrechneten Durchschnittswerte und keine Verläufe wie in der vorliegenden Arbeit.

In der vorliegenden Studie konnte bei der Betrachtung der Anteil Kühe mit erhöhter Zellzahl unabhängig von dem Laktationsstadium für keinen der erhobenen Risikofaktoren eindeutig an Hand ihrer Häufigkeitsverteilung nachgewiesen werden, dass er die Höhe der Zellzahlen in der Milch beeinflusste. Andere Autoren wiesen dagegen entweder für einzelne Faktoren oder für Faktorengruppen einen gewissen Einfluss auf die Höhe der Zellzahl in der Milch nach.

Ein deutlicher Zusammenhang zwischen einem intensiven Hygienemanagement und dem Zellgehalt in der Hoftankmilch wird in der Arbeit von FEHLINGS und DENEKE (2000) ersichtlich. Sie zeigen auf, dass ein konsequentes Hygienemanagement dazu führen kann, dass nach einer Sanierung die Zellgehalte nicht wieder ansteigen. Von fünf Sanierungsbetrieben hatten vier Betriebe auch noch nach einem Jahr einen Zellgehalt von unter 100.000 Zellen/ml in der Anlieferungsmilch und ein Betrieb zwischen 100.000 und 200.000 Zellen/ml. Das Hygienemanagement des Tiergesundheitsdienstes Bayern e.V. beruht auf folgenden Punkten (FEHLINGS und DENEKE 2000):

- Reinigung des Melkplatzes vor Melkbeginn,
- Händereinigung und Anlegen sauberer Kleidung vor Melkbeginn,
- Melkreihenfolge einrichten,
- Vormelken in den Vormelkbecher,
- Zitzenreinigung mit Einwegeuterpapier oder textilen Eutertüchern,
- Zitzentauchen unmittelbar nach Abnahme der Melkzeuge,
- Antibiotische Versorgung des Euters beim Trockenstellen und
- Regelmäßige Funktionskontrolle und jährlich Überprüfung der Melkanlage.

BUSATO et al. (2000) untersuchten ebenfalls verschiedene Faktoren mit Einfluss auf die Eutergesundheit. In den von ihnen erfassten 152 ökologisch wirtschaftenden Betrieben führten etwa 30 % der Landwirte den Schalmtest regelmäßig im Rahmen der Eutergesundheitskontrolle durch. Dabei wiesen die Autoren für die Kühe ein signifikant niedrigeres Risiko nach, an subklinischer Mastitis zu erkranken. Dies unterstreicht noch einmal die Bedeutung, die dem Schalmtest bei der Mastitisprophylaxe zukommt. In der vorliegenden Arbeit nutzten 70 % der ökologischen und 61 % der konventionellen Betriebe den Schalmtest.

Als weiteren Auswertungsschritt wurde die Entwicklung des Zellgehaltes jeder einzelnen Kuh vor und nach der Trockenstehphase betrachtet. Die Phase des Trockenstehens ist für die Eutergesundheit und die Milchneubildung wichtig.

Daher sollten Eutererkrankungen nach Möglichkeit vor Beginn dieser Zeit ausgeheilt sein. Das Trockenstellen ist sogar mastitisfördernd, wenn

- im Ablauf der letzten Laktation Eutererkrankungen nicht ausgeheilt wurden oder
- in der Trockenstehphase ein Erreger in das belastete Euter gelangt (WENDT et al. 1998).

In diesem Zusammenhang ist auf die EU-Verordnung 1804/1999 zum Ökologischen Landbau, Anhang I, Absatz V, hinzuweisen, die besagt, dass der Einsatz von Antibiotika in ökologisch bewirtschafteten Betrieben erlaubt ist, wenn die Krankheit nicht anders behandelt werden kann. Der Einsatz muss dann aber unter Aufsicht eines Tierarztes erfolgen. Zusätzlich verdoppelt sich für die ökologischen Betriebe die gesetzlich vorgeschriebene Wartezeit für die Abgabe der Milch nach Antibiotikaeinsatz. Für Langzeitantibiotika - zu denen antibiotische Trockensteller gehören – gilt in konventionellen Betrieben je nach Herstellerempfehlung eine Wartezeit von etwa 40 bis 50 Tagen. Dies bedeutet für die ökologischen Betriebe, dass die verdoppelte Wartezeit sich eventuell mit dem Laktationsbeginn überschneidet und die Milch nicht geliefert werden darf. Wird eine Kuh öfter als dreimal in einem Jahr mit Antibiotika behandelt, darf ihre Milch nicht mehr als „ökologisch erzeugt“ deklariert werden. Aus diesen Gründen zögern viele ökologisch wirtschaftende Landwirte, Antibiotika einzusetzen.

Da aufgrund der Vorgaben der EU-Verordnung 1804/99 zur ökologischen Tierhaltung im Hinblick auf die Einschränkung des Einsatzes von Antibiotika das Trockenstellen in den untersuchten ökologisch geführten Betrieben nicht generell unter antibiotischen Schutz erfolgt, ist es sinnvoll, diesen Zeitraum zu analysieren.

Dafür wurden die Kühe bzw. die Laktationen der Kühe, sofern mehr als eine Kalbung in den betrachteten Zeitraum von Juni 2002 bis Oktober 2003 fiel, in vier Gruppen eingeteilt:

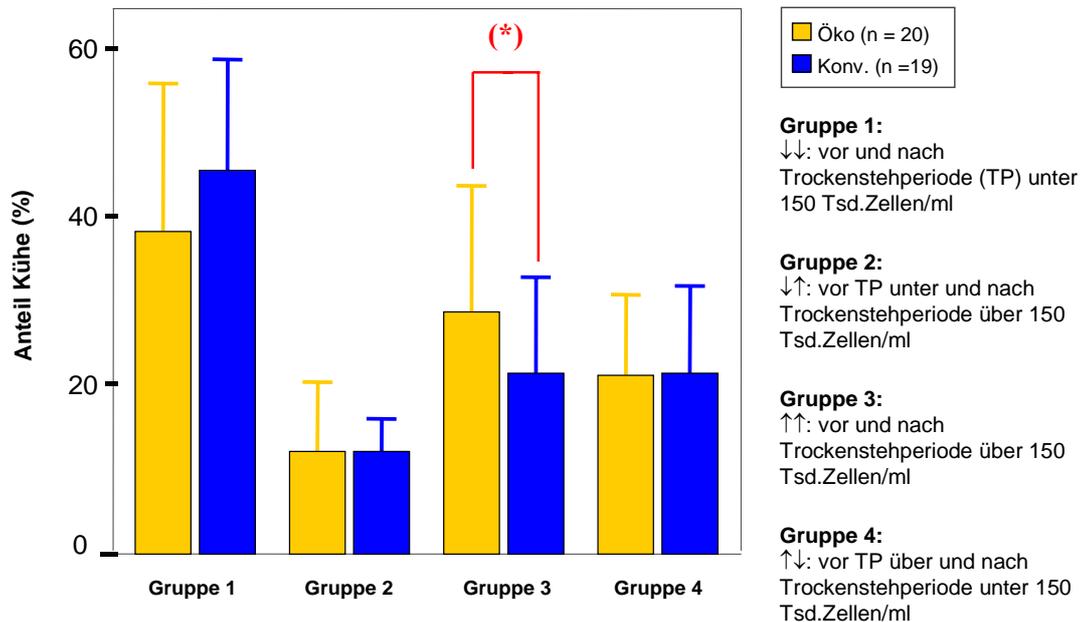
- Gruppe 1: drei Monate vor und drei Monate nach der Trockenstehphase (= TP) unter 150.000 Zellen/ml
- Gruppe 2: drei Monate vor der Trockenstehphase unter 150.000 Zellen/ml und drei Monate nach der Trockenstehphase über 150.000 Zellen/ml
- Gruppe 3: drei Monate vor und drei Monate nach der Trockenstehphase über 150.000 Zellen/ml
- Gruppe 4: drei Monate vor der Trockenstehphase über 150.000 Zellen/ml und drei Monate nach der Trockenstehphase unter 150.000 Zellen/ml

Wenn der Zellgehalt der letzten MLP vor und der ersten MLP nach der Trockenstehperiode über 150.000 Zellen/ml lag, die anderen aber jeweils unter dem Grenzwert, wurden die Kühe in die jeweiligen Gruppen unter dem Grenzwert eingeteilt, da die Zellzahlerhöhung kurz vor und kurz nach der Trockenstehphase physiologisch ist (CULLEN 1968).

Die Verteilung in den vier Gruppen innerhalb der jeweiligen Bewirtschaftungsweise ist der folgenden Abbildung 17 zu entnehmen. Da die Daten der einzelnen Gruppen zum überwiegenden Teil normalverteilt sind, werden sie mit Balken (arithmetisches Mittel mit Standardabweichung) dargestellt.

Wie aus der Abbildung bereits ersichtlich besteht bei der dritten Gruppe, d.h. die Gruppe mit den Tieren, die sowohl vor als auch nach der Trockenstehphase über 150.000 Zellen/ml aufwiesen, ein schwach signifikanter Unterschied zwischen den Bewirtschaftungsformen ( $p = 0,092$ ). D.h. bei den konventionell geführten Betrieben haben tendenziell weniger Tiere einen Zellgehalt von 150.000 Zellen/ml sowohl vor als auch nach der Trockenstehphase.

Der höhere Anteil Kühe in den konventionell geführten Betrieben, die sowohl vor als auch nach der Trockenstehphase unter dem angesetzten Grenzwert lagen (Gruppe 1), konnte nicht abgesichert werden.



**Abb.17: Anteil Kühe in vier Zellzahlgruppen bezogen auf die Zeiträume vor und nach der Trockenstehphase (= TP) (arithmetischer Mittelwert, Standardabweichung)**

Dieser schwach signifikante Einfluss der Bewirtschaftungsform auf die Verteilung innerhalb der dritten Gruppe könnte ggfs. auf das Trockenstehverfahren, d.h. auf den generellen Einsatz von antibiotischen Trockenstellern, zurückzuführen sein. Daraufhin wurde in der statistischen Analyse neben der Bewirtschaftungsform auch das Trockenstehverfahren als fester Faktor mit einbezogen (mit 1 = genereller Einsatz von antibiotischen Trockenstellern, 2 = ggfs. Einsatz von antibiotischen Trockenstellern bei Problemtieren, 3 = sonstiges). Bei dieser Analyse stellte sich heraus, dass die Bewirtschaftungsform keinen Einfluss mehr auf die vier Zellzahl-Gruppen, d.h. das Verhältnis der Zellgehalte vor und nach der Trockenstehphase, hat sondern nunmehr das Trockenstehverfahren. Bei den Gruppen 2 und 3, d.h. beide Gruppen mit dem Anteil Kühe mit über 150.000 Zellen/ml nach der Trockenstehphase hatte das Trockenstehverfahren einen signifikanten Einfluss (Gruppe 2:  $p = 0,025$ , Gruppe 3:  $p = 0,018$ ).

Aus diesem Ergebnis soll nun nicht geschlossen werden, dass genereller Einsatz von antibiotischen Trockenstellern – unabhängig von der Bewirtschaftungsform – empfohlen wird. Das bedeutet vielmehr, dass gerade bei seltenerem Einsatz von antibiotischen Trockenstellern wesentlich mehr auf die Erhaltung der Eutergesundheit und auf die Gesundheit vor Beginn der Trockstehperiode geachtet werden sollte. D.h., es sollte in erster

Linie versucht werden, dass Kühe eutergesund trocken gestellt werden. Das bedeutet eine rechtzeitige Untersuchung und Diagnose vor dem Trockenstellen, ggfs. eine Behandlung und bei Beendigung der Behandlung eine Kontrolle des Behandlungserfolgs. Zur Verringerung des Risikos von Neuinfektionen während der Trockenstehphase ist es möglich, einen Zitzenversiegler (Teat sealer, auf Wismut-Basis) in die Zitzenzisterne einzuführen (KRÖMKER und PFANNENSCHMIDT 2003). Diese reduzieren nachweislich die Neuinfektionsrate mit umweltassoziierten Mastitiserregern (z.B. *Streptococcus uberis*). Wesentliche Voraussetzungen für die Anwendung sind die Applikation nur an vollständig eutergesunde Tiere und keine Mastitiden mit kuhassoziierten Keimen im Betrieb (KRÖMKER und PFANNENSCHMIDT 2003).

In dem Zusammenhang wäre es ratsam – wie auch bereits oben benannt –, den Schalmtest oder vergleichbare Screening-Testverfahren regelmäßiger bei Erhöhung der MLP-Zellzahl oder anderen Veränderungen einzusetzen, um die Eutergesundheit kontinuierlich zu kontrollieren.

DENEKE & FEHLINGS (2000) sehen im Einsatz antibiotischer Trockensteller einen wichtigen Faktor, um die Eutergesundheitssituation auf einem guten Niveau zu halten. In allen fünf ökologischen Betrieben ihrer Studie, die sie als vorbildlich in Bezug auf das Hygienemanagement bewerteten, erfolgte der generelle Einsatz von antibiotischen Trockenstellern.

Die Ergebnisse der Studien von HOVI & RODERICK (2000), von WELLER & BOWLING (2000) und von VAARST et al. (2001) bestätigen ebenfalls das Ergebnis der vorliegenden Untersuchung. Die Autorenteam identifizierten das Auftreten von Euterentzündungen gerade während des Trockenstehens als ein großes Problem in ökologisch gehaltenen Herden. VAARST et al. (2001) beobachteten zusätzlich in den ökologischen Betrieben ein häufigeres Auftreten von Mastitis in der ersten Woche post partum. HOVI & RODERICK (2000) schlagen folgenden Stufenplan vor:

1. Einbeziehung des Hoftierarztes in das Mastitiskontrollprogramm
2. Aufbau eines adäquaten Mastitis-Überwachungssystems
3. Routinemäßige bakteriologische Untersuchung im Mastitisfall
4. Kontrolle und Einbeziehung der tierindividuellen Zellzahl
5. Erarbeitung eines Plans zu Reduzierung des Antibiotika-Einsatzes während der Trockenperiode in der Herde
6. Festlegung routinemäßiger Kontrolle des Eutergesundheitsstatus vor, während und nach der Trockenstehphase

Die Strategie zu Erhaltung der Eutergesundheit sollte nach HOVI & RODERICK (2000) in ökologisch bewirtschafteten Betrieben folgende Ziele verfolgen:

1. Schaffung einer Herde und einer Umgebung zur nachhaltigen Verbesserung der Eutergesundheit
2. Erhaltung einer geringen Häufigkeit kontagiöser Mastitisfälle
3. Erhaltung eines Zellgehaltes in der Hoftankmilch unterhalb der gesetzlichen Vorgaben (400.000 Zellen/ml)
4. Identifizierung und unmittelbare Behandlung jeder klinischen Mastitis

In den vier Punkten ihrer Eutergesundheitsstrategie werden keine subklinischen Mastitiden, d.h. Kontroll- und Behandlungsmaßnahmen, berücksichtigt. HOVI & RODERICK (2000) empfehlen im vorangegangenen Text einen Grenzwert von 200.000 Zellen/ml im Gesamtgemelk für subklinische Mastitiden. Demnach wäre folgender fünfter Strategiepunkt empfehlenswert:

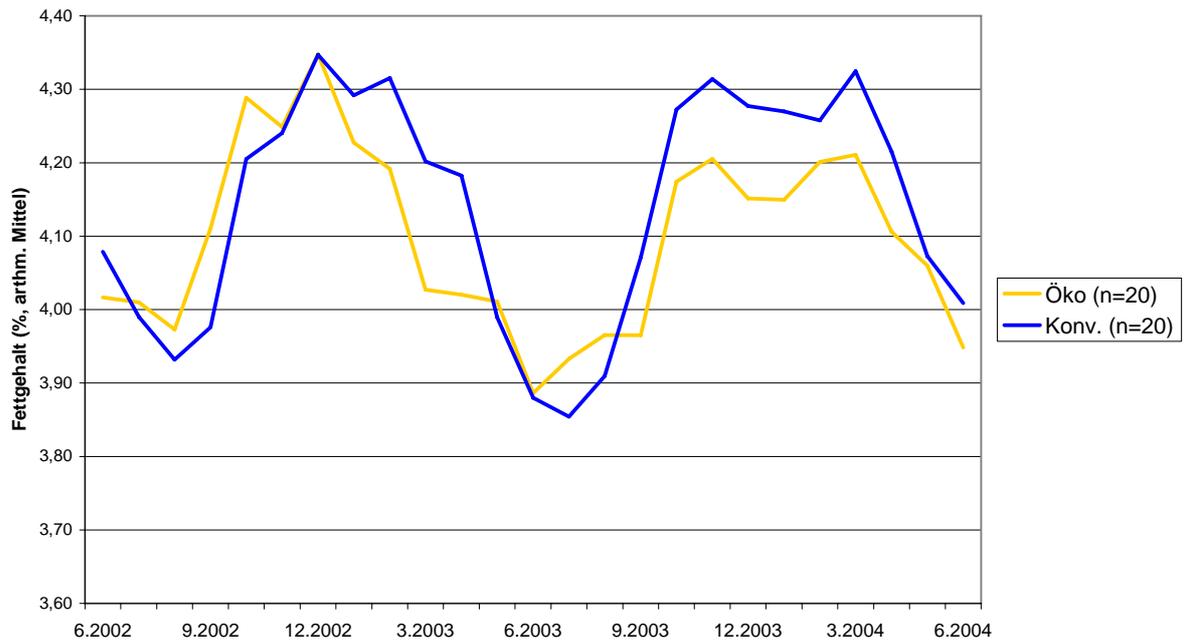
5. Subklinische Mastitiden: Identifizierung verdächtiger Tiere mit monatlichen Zellzahlergebnissen (Grenzwert: 200.000 Zellen/ml) und Einleitung entsprechender Maßnahmen am Tier oder im Management

KLOCKE et al. (2004) entwickelten und testeten erfolgreich ein integriertes System zur Minimierung antibiotischer Mastistherapien. Dieses System besteht aus der regelmäßigen, präventiven Kontrolle der Eutergesundheit (bakteriologische und zytologische Untersuchungen) sowie neben antibiotischen auch homöopathischen Behandlungen. Mit Hilfe dieses Konzeptes konnte die Antibiotikabehandlung von Mastitisfällen um 75 % reduziert werden. Das bestätigt zum einen, dass ein wesentliches Element zur Erhaltung der Eutergesundheit die kontinuierliche Kontrolle ist und zum anderen, dass auch alternative Behandlungsmethoden erfolgreich anwendbar sind.

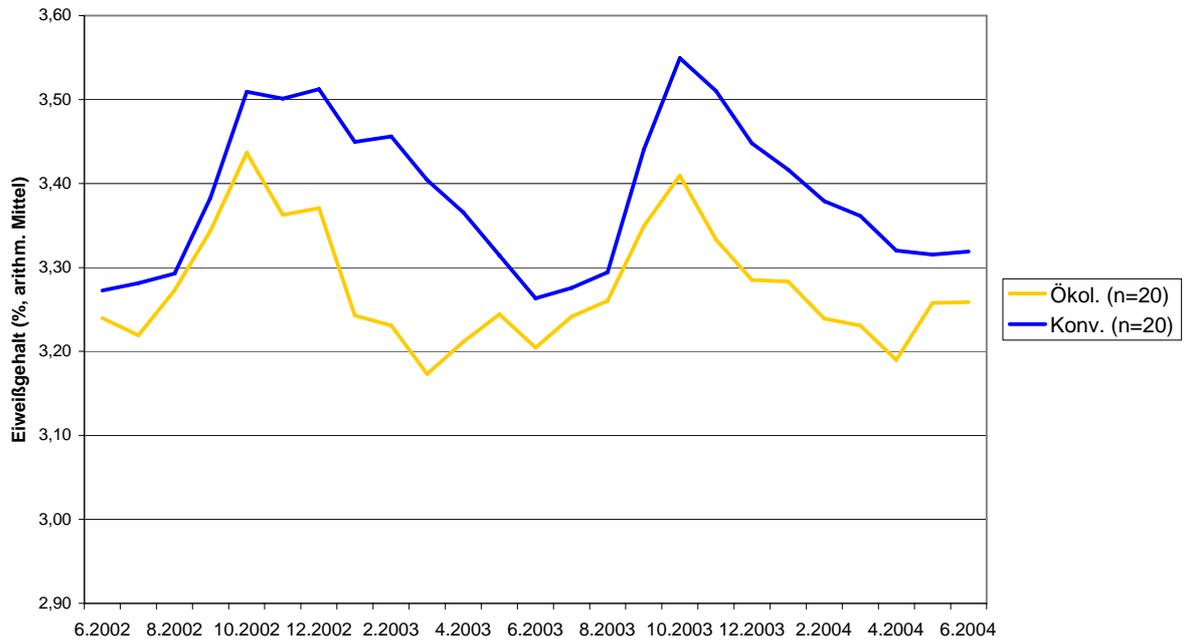
Diesen Eutergesundheitsstrategien ist ergänzend hinzuzufügen, dass sie – unabhängig von der EU-Verordnung – ebenfalls für konventionell bewirtschaftete Milchviehbetriebe gelten.

### **3.3.2 Fett-, Eiweiß- und Harnstoffgehalt**

Der Fett- und Eiweißgehalt in der Milch wird mehrfach monatlich in der Hoftankmilch im Rahmen der Güteprüfung ermittelt. Beide Inhaltsstoffe sind ebenfalls – wie auch der Zellgehalt – Voraussetzung für die Milchpreisbildung. Die Verläufe des Fett- und Eiweißgehaltes in der Hoftankmilch der untersuchten Betriebe sind in den folgenden zwei Abbildungen 18 und 19 dargestellt.



**Abb. 18:** Verlauf des Fettgehaltes in der Hoftankmilch von Juni 2002 bis Juni 2004 (arithmetischer Mittelwert)



**Abb. 19:** Verlauf des Eiweißgehaltes in der Hoftankmilch von Juni 2002 bis Juni 2004 (arithmetischer Mittelwert)

Bei beiden Abbildungen sind die jährlichen, fütterungsabhängigen Schwankungen der Inhaltsstoffe deutlich zu erkennen. Die statistische Analyse des Fettgehaltsverlaufes bestätigt das visuelle Ergebnis: die Verläufe der beiden Bewirtschaftungsformen sind nicht signifikant verschieden. Dagegen hat die Herdenleistung (von den Betriebsleitern angegeben) einen signifikanten Einfluss auf die Höhe des Fettgehaltes ( $p = 0,041$ ). Dieser Einfluss geht in die Richtung, dass je höher die Jahresleistung ist, umso geringer der Fettgehalt.

KRISTENSEN & KRISTENSEN (1998) und KRUTZINNA et al. (1996a) kamen zu dem gleichen Ergebnis, sie beobachteten im Rahmen ihrer Studien zwar Tendenzen zu geringeren Fettgehalten in der Hofmilch ökologischer Betriebe, signifikante Differenzen konnten sie aber ebenfalls nicht nachweisen. Ein Grund für die vergleichsweise geringen Unterschiede in den Fettgehalten der Herdensammelmilch der beiden Bewirtschaftungsformen könnte darin bestehen, dass der Fettgehalt der Milch nicht so sehr von der Energieversorgung der Kuh aus der Ration beeinflusst wird wie der Gehalt an Eiweiß. Nach DE KRUIF et al. (1998) sinkt bei Energiemangel eher der Eiweißgehalt der Milch als der Fettgehalt. Zur genaueren Untersuchung der Ursachen des Energiemangels bei der Kuh sollte die Zusammensetzung der Ration und auch die Futteraufnahme der Kuh geprüft werden.

Bei dem Eiweißgehalt fällt auf, dass der Kurvenverlauf in den Betrieben beider Bewirtschaftungsformen annähernd parallel ist, der Eiweißgehalt aber in den ökologisch geführten Betrieben durchschnittlich auf einem niedrigeren Niveau liegt. Nach einer statistischen Analyse konnte auch ein signifikanter Unterschied ( $p < 0,001$ ) des Eiweißgehalt zwischen den beiden Bewirtschaftungsweisen in dem betrachteten Zeitraum ermittelt werden, während der Einfluss der Herdenleistung nicht signifikant war.

Zu vergleichbaren Ergebnissen kommen ARNOLD (1984) sowie KRUTZINNA et al. (1996a). Sie berichten von niedrigeren Eiweißgehalten in der Milch der von ihnen untersuchten ökologisch gehaltenen Kühe. ARNOLD (1984) verglich die Inhaltsstoffe ökologisch und konventionell produzierter Konsummilch. Dazu zog der Autor über ein Jahr hinweg alle drei Wochen zwei Proben aus handelsüblicher Milch und analysierte sie auf ihre Inhaltsstoffe. Aus den Werten bildete er dann Mittelwerte für das Untersuchungsjahr. Die ökologisch produzierte Milch wies mit etwa 3,2 % einen hoch signifikant niedrigeren durchschnittlichen Eiweißgehalt auf als die konventionell produzierte Konsummilch (3,4 %). Auch WEBER et al. (1993) fanden geringere Eiweißgehalte in der Milch der ökologisch gehaltenen Kühe (3,3 %) im Gegensatz zur konventionell erzeugten Milch (3,5 %). Sie ermittelten dabei den Durchschnittswert der beiden Gruppen mit jeweils 30 Kühen für die Versuchsjahre 1990/91 und 1991/92.

SEHESTED et al. (2003) unterschieden in ihrer Studie zwar nicht nach konventionell und ökologisch gehaltenen Kühen, beobachteten aber für Kühe, die ohne Kraftfutterbeigaben

gefüttert wurden, einen signifikant niedrigeren Milcheiweißgehalt. Da auch in der vorliegenden Studie die Milcheiweißgehalte in der Hoftankmilch der ökologisch gehaltenen Kühe niedriger lagen, kann vermutet werden, dass dies ebenfalls mit geringeren Kraftfuttermengen in der Ration zusammenhängt. Da aber die Rationen von keinem der untersuchten Betriebe analysiert wurde, kann diese Vermutung nicht abgesichert werden.

Im Widerspruch zu den genannten Ergebnissen steht die Studie von LUND (1991). Die Autorin ermittelte einen signifikant höheren Eiweißgehalt in der Milch der von ihr untersuchten ökologisch gehaltenen Kühe im Gegensatz zu der Milch der konventionellen Herden ( $p \leq 0,01$ ). Sie führt diesen Umstand auch auf die unterschiedliche Fütterung der Herden und die Rassen zurück, erläutert jedoch nicht, worin dieser Unterschied besteht.

In der eigenen Studie erfolgte eine Beurteilung der Fütterung hinsichtlich Eiweiß- und Energieversorgung bzw. der Stoffwechselsituation mit Hilfe der monatlichen MLP-Ergebnisse, welche in die Neun-Felder-Tafel nach SPOHR und WIESNER (1991) sowie NAGEL (1994) (siehe Tabelle 2 in Kapitel 1.2.1) eingeordnet wurden.

Zur Beurteilung der Eiweiß- und Energieversorgung wurden die Anteile der Kühe berechnet, welche sich in der 1., 2. und 3. MLP nach der Kalbung (p.p.) in den jeweiligen Feldern (A-I) befanden.

A = Proteinmangel und Energieüberschuss

B = Energieüberschuss

C = Protein- und Energieüberschuss

D = Proteinmangel

E = Optimum

F = Proteinüberschuss

G = Protein- und Energiemangel

H = Energiemangel

I = Proteinüberschuss und Energiemangel

Die Ergebnisse sind in den folgenden drei Abbildungen 20 bis 22 zu entnehmen.

### Anteil Kühe - 1. MLP p.p.

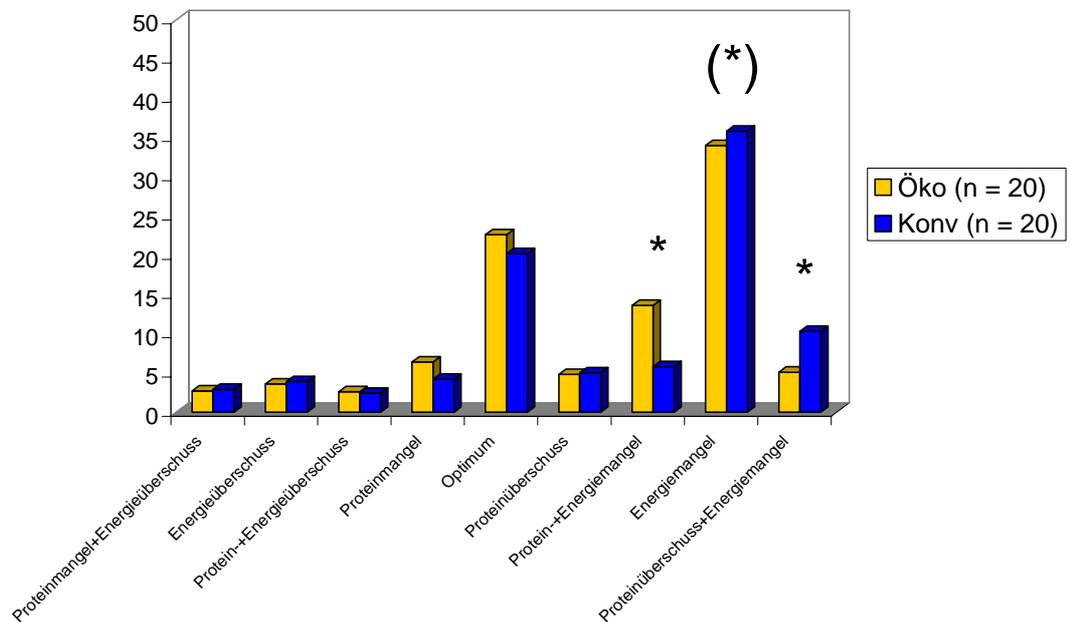


Abb. 20: 1. MLP p.p. – Anteile der Kühe in den neun Feldern zur Beurteilung der Eiweiß- und Energieversorgung

### Anteil Kühe - 2. MLP p.p.

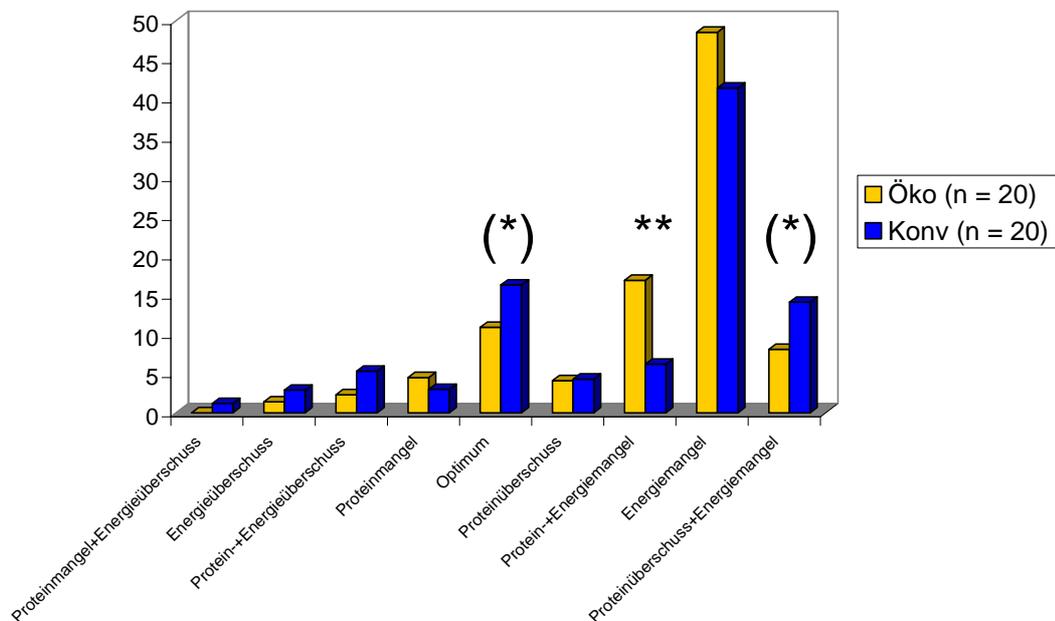
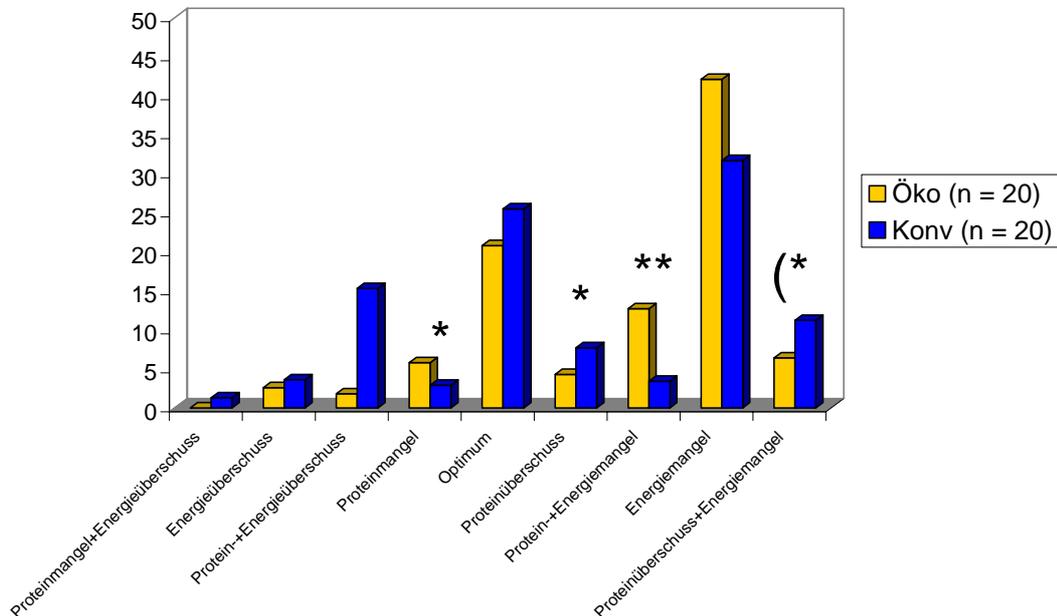


Abb. 21: 2. MLP p.p. – Anteile der Kühe in den neun Feldern zur Beurteilung der Eiweiß- und Energieversorgung

### Anteil Kühe - 3. MLP p.p.



**Abb. 22: 3. MLP p.p. – Anteile der Kühe in den neun Feldern zur Beurteilung der Eiweiß- und Energieversorgung**

Die Sterne markieren das jeweilige Signifikanzniveau, welches nach der statistischen Analyse jedes einzelnen Feldes ermittelt werden konnte. In der Auswertung wurde als Einflussfaktor die Herdenleistung der jeweiligen Betriebe mitberücksichtigt, da die Versorgungslage immer auch abhängig von der Leistung bzw. der Milchmenge ist. Bei allen drei MLPs p.p. hatte das Leistungsniveau der jeweiligen Herden keinen signifikanten Einfluss auf die Verteilung der Kühe in die neun Feldern.

Bei dem Vergleich der drei Abbildungen fällt auf, dass in allen drei MLP, d.h. in den ca. drei Monaten nach der Kalbung

- (tendenziell) signifikant mehr Tiere von konventionell geführten Betrieben in dem Feld „Proteinüberschuss und Energiemangel“ liegen und
- (hoch) signifikant mehr Tiere von ökologisch geführten Betrieben in den Feldern „Proteinmangel“ sowie „Protein- und Energiemangel“ auftreten.

Des Weiteren ist daraufhin zu weisen, dass in allen drei Monaten der jeweils größte Anteil der Kühe – unabhängig von der Bewirtschaftungsform – in dem Feld „Energiemangel“ liegen.

WINCKLER & STEINBACH (1991) bestätigen für die von ihnen untersuchten ökologischen Herden einen höheren relativen Energiemangel als für die konventionellen Herden. Sie führen dies vor allem auf höhere Rohfasergehalte in den von ihnen analysierten Rationen zurück. Dies war bedingt durch mangelnde Qualität der Silagen der ökologischen Betriebe in ihrer Studie. Durch erhöhte Rohfasergehalte verringert sich die Energiekonzentration in der Ration, was zu einer verminderten Energieversorgung der Kühe und damit zu den Energiemangelerscheinungen führt. Auch HANSEN et al. (1999) stellten für 75 % der von ihnen untersuchten ökologisch bewirtschafteten Betriebe deutliche Energiemangelprobleme während der Hochlaktation fest. Die Gründe dafür erläutern die Autoren aber nicht weiter. REKSEN et al. (1999) beobachteten Probleme mit der Energieversorgung in ökologisch gehaltenen Herden gerade während der Winterfütterung. Die Autoren führen das auf den fehlenden Weidegang während des Winters zurück. Sie empfehlen den Einsatz von Kraftfutter, auch wenn der Einsatz nicht ökologischer Futtermittel in Norwegen limitiert ist. Damit soll der Bedarf der Kühe gedeckt werden bis ökologisch erzeugte energiereiche Futtermittel zur Verfügung stehen.

Die vorgestellten Studien bestätigten somit das Problem des Energiemangels p.p., das in beiden Bewirtschaftungsformen häufig auftritt. Allerdings liegen die Gründe für diesen Energiemangel je nach Betriebsform in verschiedenen Bereichen. In den ökologischen Betrieben ist der Hauptgrund für die Probleme mit Energiemangel p.p. scheinbar der eingeschränkte Einsatz von Milchleistungsfutter als Energielieferant. Auch die in der ökologischen Milchviehhaltung meist energieärmeren Rationen – bedingt durch die Auflagen bezüglich der erlaubten Futtermittel – tragen zum Entstehen von Energiemangelsituationen bei. Für die konventionellen Betriebe kann angenommen werden, dass ihre Energiemangelprobleme eher in den hohen Milchleistungen ihre Ursache haben.

Im Folgenden wurden die drei Vorsorgemaßnahmen bzw. Risikofaktoren mit dem deutlichsten Unterschied zwischen den beiden Bewirtschaftungsformen als Kovariaten bei der weiteren Analyse des Neun-Felder-Modells eingetragen. Bei den folgenden Faktoren und Beobachtungen war der Anteil ihrer Auftretenshäufigkeit bei den ökologisch wirtschaftenden Betrieben geringer:

1. weniger Rationsberechnungen mit Hilfe von Fütterungsberatern,
2. seltener Analysen der Grundfuttermittel und
3. seltener Mischen der Futtermittel vor der Gabe.

Damit sollte ermittelt werden, ob neben dem Einfluss durch die Bewirtschaftungsweise auch die genannten Faktoren einen Einfluss auf die Anteile der Kühe in den neun Feldern haben.

1. Der Faktor „Analysen der Grundfuttermittel“ hat einen signifikanten Einfluss auf die Verteilung in den Feldern

- „Protein- und Energiemangel“ in der 1. MLP p.p. ( $p = 0,037$ ),
  - „Proteinüberschuss und Energiemangel“ in der 1. MLP p.p. ( $p = 0,003$ ) und
  - “Optimum” in der 2. MLP p.p. ( $p = 0,012$ )
2. Der Faktor „Mischrationen“ hat einen (tendenziell) signifikanten Einfluss auf die Verteilung in den Feldern „Proteinüberschuss und Energiemangel“ in der 1. MLP p.p. ( $p = 0,081$ ).

Die einzelnen Signifikanzen wurden zwar der Vollständigkeit halber aufgeführt, aber bei der Beurteilung wird deutlich, dass es sich wohl eher um zufällige Zusammenhänge handelt. Demnach sind die Unterschiede zwischen den Bewirtschaftungsformen bei der Verteilung auf die neun Felder eher auf die Rationszusammensetzung als auf die benannten und untersuchten Maßnahmen im Zusammenhang mit der Fütterung zurückzuführen.

Im Rahmen dieser Studie konnten keine Rationsberechnungen durchgeführt werden. Daher ist eine Beurteilung des Einfluss der Rationszusammensetzung auf die Verteilung in die neun Felder nicht zu beurteilen. Verschiedene Autoren begründen – wie oben bereits erwähnt – die Unterschiede zwischen den ökologisch und den konventionell gehaltenen Herden mit der Zusammensetzung der Ration sowie den verwendeten Futterkomponenten und deren Qualität (WINCKLER & STEINBACH, 1991; KRISTENSEN & KRISTENSEN, 1998; HANSEN et al., 1999; GRUBER et al., 2001a).

Eine weitere Möglichkeit der Stoffwechselbeurteilung bietet der Fett-Eiweiß-Quotient (= FEQ) (SPOHR et al. 1992). Er basiert auf dem Prinzip, dass mit zunehmendem Energiemangel der FEQ größer wird. Die Gefahr, dass der FEQ-Wert über 1,4 ansteigt, besteht vor allem zu Beginn der Laktation, wenn die Ration den Energiebedarf der Kuh nicht decken kann. Für solche Tiere besteht ein erhöhtes Ketoserisiko. Für die folgenden Auswertungen wurde die Grenzwerte von DE KRUIF et al. (1998) übernommen.

In den folgenden drei Abbildungen 23 bis 25 sind die Anteile der Kühe in den jeweiligen FEQ-Klassen der ersten drei MLP nach der Kalbung mit den entsprechenden Signifikanzniveaus dargestellt.

### Anteil Kühe - 1. MLP p.p.

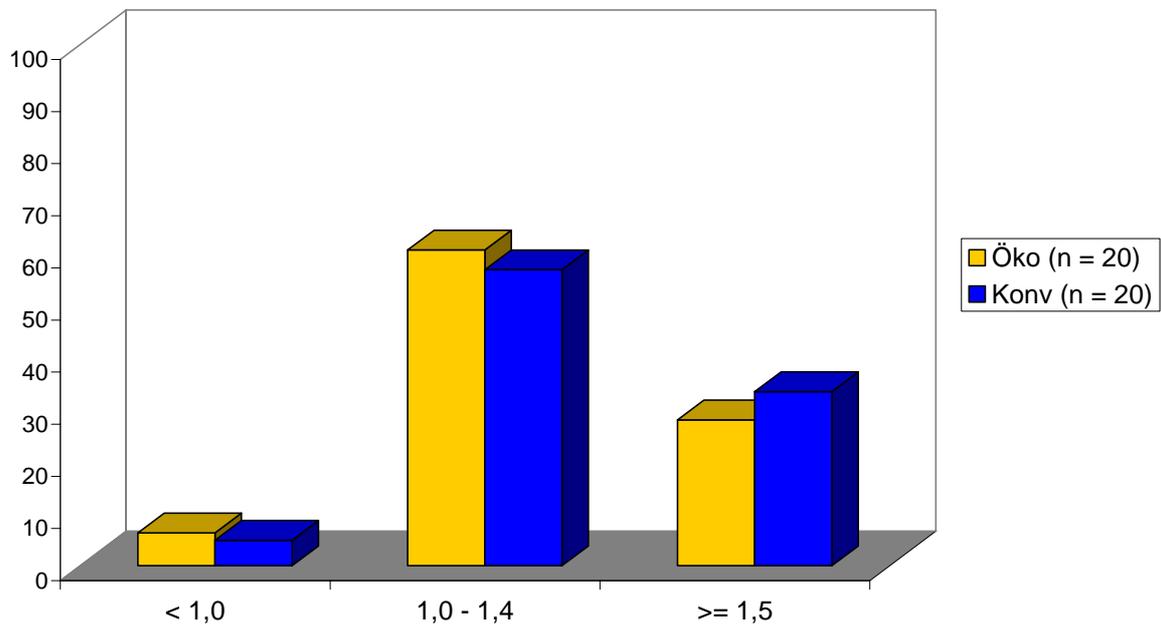


Abb. 23: 1. MLP p.p. – Anteile der Kühe in den jeweiligen FEQ-Klassen

### Anteil Kühe - 2. MLP p.p.

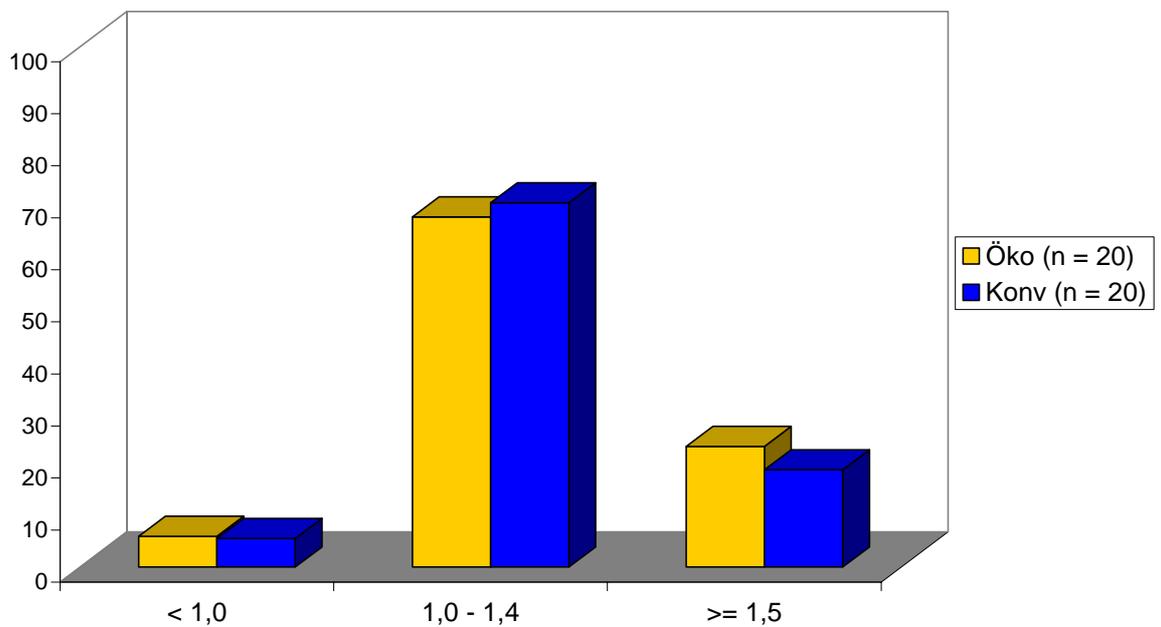
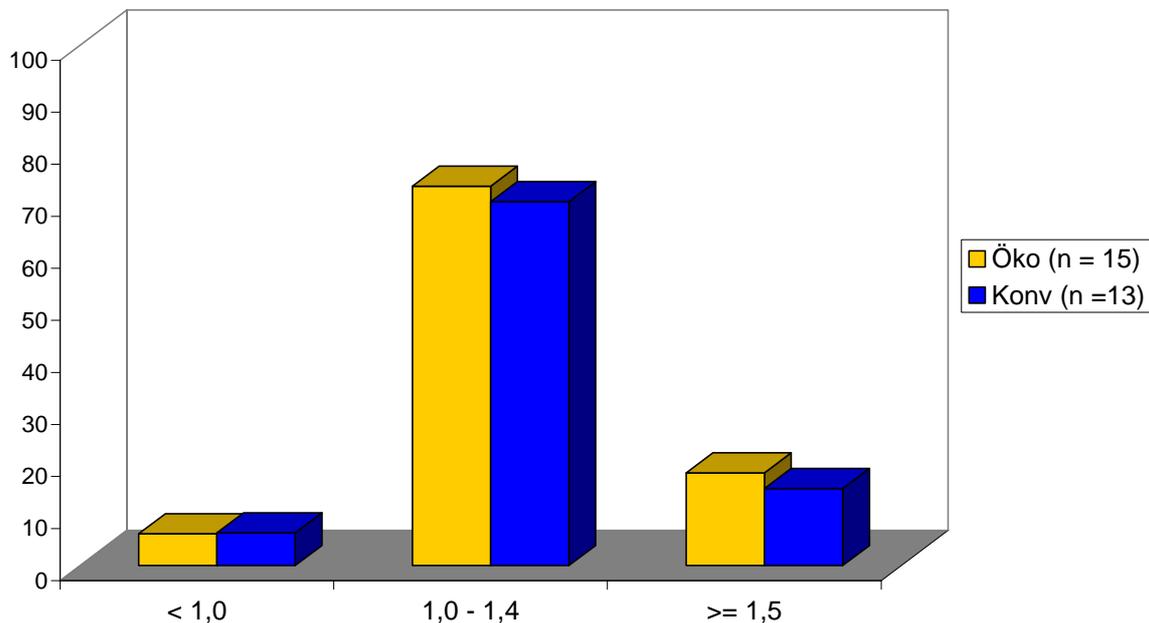


Abb. 24: 2. MLP p.p. – Anteile der Kühe in den jeweiligen FEQ-Klassen

### Anteil Kühe - 3. MLP p.p.



**Abb. 25: 3. MLP p.p. – Anteile der Kühe in den jeweiligen FEQ-Klassen**

Wie aus den drei Abbildungen ersichtlich wird, bestand in keiner der drei MLP nach der Kalbung ein Unterschied zwischen den Bewirtschaftungsformen. Auch die Herdenleistung hatte keinen signifikanten Einfluss auf die Verteilung.

Aufgrund dessen wurde diese Analyse nicht um die untersuchten Vorsorgemaßnahmen, Risikofaktoren und Beobachtungen im Komplex Stoffwechsel erweitert.

Vergleiche der Stoffwechselgesundheit in ökologischen und konventionellen Betrieben an Hand des FEQ-Werts ließen sich in der aktuellen Literatur nicht finden. Diverse Autoren beurteilen die Stoffwechselgesundheit an Hand der Behandlungshäufigkeiten für ausgewählte Stoffwechselkrankheiten durch den Tierarzt (z.B. WEBER et al., 1993; GRUBER et al., 2001a; HARDENG & EDGE, 2001; BENNEDSGAARD et al., 2003). In den von HARDENG & EDGE (2001) untersuchten 31 ökologischen Betrieben erfolgte eine Diagnose von Ketose durch den Veterinär seltener als in den 93 konventionellen Betrieben. Sie verzeichneten über die drei Versuchsjahre bei etwa 8 % der Kühe der konventionellen Betriebe das Auftreten von Ketose in den ersten 60 Tagen der Laktation. In den ökologisch gehaltenen Herden lag dieser Wert bei etwa 3 %. Die Autoren vermuten, dass dies durch die niedrigere Milchleistung der ökologisch gehaltenen Herden zu begründen ist. Der Organismus der Kühe wird nicht so stark belastet wie der einer konventionell gehaltenen Hochleistungskuh und ist deshalb weniger anfällig für gesundheitliche Störungen.

BENNEDSGAARD et al. (2003) registrierten einen deutlichen Rückgang des Anteils der Herden mit mindestens einer Ketosebehandlung pro Jahr nach der Umstellung auf ökologische Landwirtschaft. Eine Begründung dafür finden die Autoren nicht, weisen aber darauf hin, dass die Behandlungshäufigkeit von Ketose durch den Tierarzt als Vergleichsmaß als problematisch anzusehen ist. Wie auch bei Mastitis tritt Ketose häufig subklinisch auf. Diese Form der Ketose wird nicht immer durch einen Tierarzt behandelt und so auch nicht in den Betriebsunterlagen festgehalten.

WEBER et al. (1993) stellten eine geringfügig häufigere Behandlung der ökologisch gehaltenen Kühe ihrer Studie aufgrund von Stoffwechselerkrankungen fest. In fünf Versuchsjahren erfolgten bei den 30 ökologisch gehaltenen Kühen etwa elf von insgesamt 99 Behandlungen aufgrund von Stoffwechselproblemen. Bei den 30 konventionell gehaltenen Kühen waren dies sechs von insgesamt 86 Behandlungen. Der Unterschied war nicht signifikant. Dass dieses Ergebnis den bereits genannten widerspricht, könnte damit zusammenhängen, dass diese Studie auf einem Versuchsgut unter Versuchsbedingungen stattfand. Neben einer vergleichsweise geringen Stichprobe (30 Kühe je Gruppe) sind solche Bedingungen meist durch eine sehr intensive Tierbetreuung gekennzeichnet, die so in der Praxis nicht durchzuführen ist. Eventuell ist der Tierarzt hier auch in Fällen konsultiert worden, bei denen Landwirte eine tierärztliche Behandlung noch nicht als notwendig erachtet hätten.

Bezüglich des Auftretens von Stoffwechselstörungen ermitteln HARDENG und EDGE (2001) folgende Odds Ratios für das Auftreten in ökologisch geführten Betrieben im Verhältnis zu konventionell geführten Betrieben:

- für Ketose: 0,33
- für Milchfieber: 0,60

D.h., das Risiko, an diesen beiden Stoffwechselstörungen zu erkranken, ist für die ökologisch gehaltenen und gefütterten Kühe geringer als für die konventionell gehaltenen. Dieses niedrigere Risiko begründen sie mit der geringeren Einsatzmenge an Kraftfutter. Dabei spielt auch die niedrigere Leistung der ökologisch gehaltenen Kühe eine Rolle. Bei den Untersuchungen von HARDENG und EDGE (2001) war die 305-Tage-Leistung der ökologisch gehaltenen Kühe um 22 % geringere als die der konventionell gehaltenen.

Eine Erfassung tatsächlicher Fälle von subklinischer bzw. klinischer Ketose war in der vorliegenden Studie nicht möglich, da die dazu notwendigen Daten aufgrund des damit verbundenen Aufwands nicht aufgenommen werden konnten.

Beim Vergleich der aufgeführten Literatur mit den eigenen Ergebnissen wird sowohl die durchschnittlich geringere Leistung der ökologisch gehaltenen Herden als auch der durch den

Eiweißgehalt gekennzeichnete, häufiger auftretende Energiemangel der Tiere bestätigt. Auch die zum Teil geringeren Prävalenzen für Stoffwechselstörungen (siehe Tabelle 8, Kapitel 3.2) finden in der Literatur ihre Bestätigung.

Da es von Interesse ist, inwieweit die häufig in ökologisch geführten Betrieben zu findende Energieunterversorgung Auswirkungen auf die Eutergesundheit hat, wurden die im Rahmen dieser Erhebung zur Verfügung stehenden Daten der jeweiligen Komplexe Eutergesundheit und Stoffwechsel wie folgt miteinander verbunden:

In die Messwiederholungen der Anteile Kühe mit über 150.000 Zellen/ml wurden die Felder der Neun-Felder-Tafel als Kovariaten einbezogen, bei welchen sich signifikante Unterschiede zwischen den beiden Bewirtschaftungsformen gezeigt hatten. Bei keinem der Felder zeigte sich ein Einfluss der Verteilung der Kühe in diesem Feld auf die Verteilung der Anteile der Kühe mit erhöhter Zellzahl vom Juni 2002 bis Juni 2004. Da aber zuvor auch kein signifikanter Unterschied zwischen den beiden Bewirtschaftungsformen in diesem Zeitraum bzgl. des Anteils Kühe mit über 150.000 Zellen/ml festgestellt werden konnte ist dieses Ergebnis folgerichtig.

Die Ergebnisse zeigen, dass mit Hilfe der im Rahmen dieser Studie durchgeführten Auswertungen der Milchgüte- und der Milchleistungsprüfungen ergänzt durch die Faktoren mit Einfluss auf die Fütterung einige Einschätzungen möglich sind. So bestätigte sich die Vermutung, dass ökologisch gehaltene Herden größere Probleme mit Energiedefiziten haben als es in konventionellen Betrieben der Fall ist.

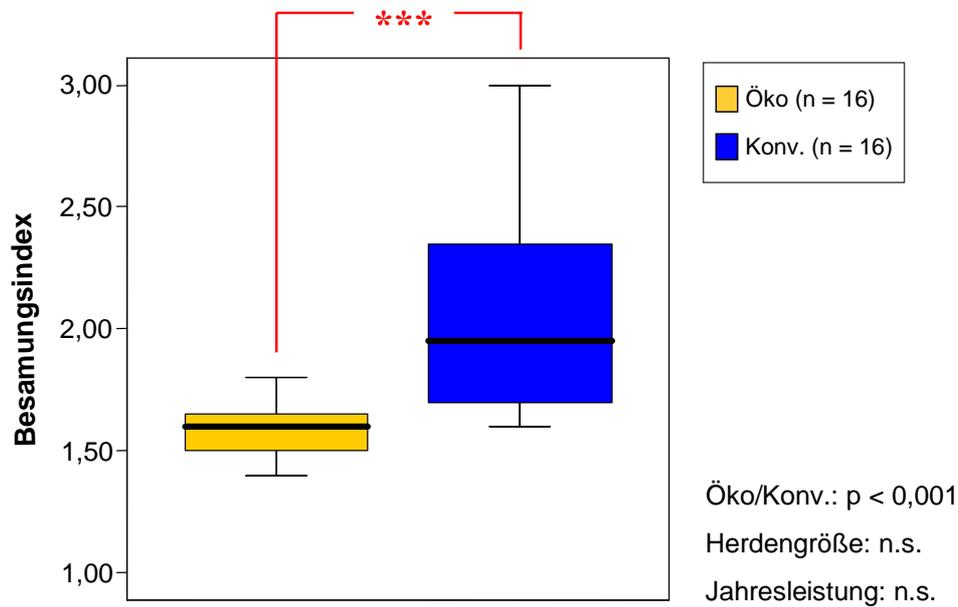
### **3.3.3 Besamungsindex**

Zur Beurteilung der Fruchtbarkeit der Kühe in den jeweiligen Betrieben wurde aus den Daten der Milchleistungsprüfung der Besamungsindex (BI) ermittelt. Er berechnet sich aus folgenden Angaben:

Anzahl der Besamungen für die in dem betrachteten Zeitraum von Juni 2002 bis Juni 2004 gemeldeten Kalbungen.

Die Verteilung der BI in den beiden Bewirtschaftungsgruppen wird in der folgenden Abbildung 26 dargestellt. Der Median liegt bei den ökologisch geführten Betrieben bei 1,6 und bei den konventionell geführten bei 1,95. Es ist darauf hin zuweisen, dass bei jeder Betriebsgruppe nur von jeweils 16 Betrieben die Besamungsdaten vorlagen. Entweder die Besamungsdaten standen dem Landeskontrollverband nicht zur Verfügung oder es wurden

Deckbullen eingesetzt wurden – auch wenn die Kriterien für Auswahl der Betriebe diesen Faktor ausschließen wollten. Ein statistischer Vergleich ergab einen signifikanten Unterschied zwischen den beiden Bewirtschaftungsgruppen ( $p < 0,001$ ).



**Abb. 26: Verteilung der Besamungsindizes in dem Zeitraum Juni 2002 bis Juni 2004 in den beiden Bewirtschaftungsgruppen**

Die Ergebnisse der aktuellen Literatur zu diesem Thema sind nicht einheitlich und teilweise widersprüchlich. So kommen WINCKLER & STEINBACH (1991) zu dem Ergebnis, dass die Umstellung auf ökologische Landwirtschaft die Fruchtbarkeit der von ihnen untersuchten Betriebe positiv beeinflusste. WINCKLER & STEINBACH (1991) errechneten für die durch sie untersuchten ökologischen Betriebe einen signifikant niedrigeren durchschnittlichen BI von 1,5. In den konventionellen Betrieben betrug der BI 1,8. Diese Ergebnisse entsprechen denen der eigenen Studie. Die Autoren führen die bessere Fruchtbarkeit in den ökologischen Betrieben auf das niedrigere Leistungsniveau der Kühe zurück. Ihrer Ansicht nach belastet dies den Organismus der Kühe weniger, was sich positiv auf die Gesundheit auswirkt. Dieser Zusammenhang kann ebenfalls durch die eigene Studie bestätigt werden. Ungeachtet der Verteilung des BI in den beiden Betriebsgruppen, hat die Herdenleistung signifikanten Einfluss auf die Höhe des BI ( $p = 0,038$ ). Innerhalb der beiden Betriebsgruppen hat die Herdenleistung keinen signifikanten Einfluss auf den BI. Aufgrund der zur Verfügung stehenden Betriebe kann nun daraus nicht geschlossen werden, ob in erster Linie die Herdenleistung oder die Bewirtschaftungsform Gründe für die Höhe des BI s liefern.

AUGSTBURGER et al. (1988) verglichen gleich drei Bewirtschaftungsformen (biologisch-dynamisch, biologisch-organisch, konventionell), wobei die Ergebnisse der konventionellen Betriebe hinsichtlich ihrer Fruchtbarkeitssituation zwischen den beiden ökologischen Bewirtschaftungsformen lagen. Als Vergleichsparameter wählten die Autoren in ihrer Studie die Serviceperiode. Sie errechnete sich pro Abkalbung durch Feststellung der letzten erfolgreichen Besamung/Bedeckung. Die größten Fruchtbarkeitsprobleme verzeichneten AUGSTBURGER et al. (1988) in einem Betrieb, der den Kühen keinen Weidegang ermöglichte. Mit lediglich einem Betrieb ohne Weidegang ist das Bezugsbeispiel von AUGSTBURGER et al. (1988) allerdings wohl auch eher als Zufallsergebnis zu betrachten. Da Weidegang als förderlich für das Fruchtbarkeitsgeschehen in Milchviehbeständen gilt, könnte der fehlende Auslauf in diesem Zusammenhang als Grund für die vorliegenden Fruchtbarkeitsprobleme gesehen werden. Demnach müssten in der aktuellen Arbeit die ökologisch gehaltenen Kühe ein besseres Fruchtbarkeitsbild aufweisen, da laut den Ergebnissen der Betriebsbefragung diesen Tieren häufiger die Gelegenheit zum Weidegang bzw. zum regelmäßigen Auslauf gegeben wurde. Da aber für das Fruchtbarkeitsgeschehen in den beiden Bewirtschaftungsformen an Hand der Serviceperiode keine Unterschiede ermittelt werden konnten, kann Auslauf oder Weidegang allein nicht der ausschlaggebende Faktor sein.

Einen schlechteren BI für die ökologisch gehaltenen Kühe erfassten GRUBER et al. (2001a). Mit Werten von 1,9 für die konventionellen Betriebe und 2,3 für die ökologischen Herden liegt der BI in beiden Betriebsformen allerdings vergleichsweise hoch. Die Autoren begründen diese ungünstigen Ergebnisse mit der Versuchssituation, in der aufgrund der geringen Tierzahl versucht wurde, die Kühe möglichst lange zu halten. Daher wurden die Kühe öfter nachbesamt als es üblicherweise der Fall wäre.

REKSEN et al. (1999) konnten dagegen keinen signifikanten Unterschied hinsichtlich der Fruchtbarkeit zwischen den Bewirtschaftungsformen feststellen. Die von ihnen errechneten BIs lagen mit 1,6 für die ökologisch bewirtschafteten Betriebe und mit 1,6 bis 1,7 für die konventionellen Betriebe eng beieinander. Die Autoren beobachteten zwar im Winter größere Fruchtbarkeitsprobleme in den ökologischen Betrieben, führen diese aber auf Energiedefizite in der Winterfütterung zurück und nicht auf ein schlechteres Fruchtbarkeitsmanagement. Ihrer Ansicht nach könnte durch eine dem Energiebedarf der Kühe angepasste Fütterung die Fruchtbarkeitssituation in den von ihnen untersuchten ökologischen Betrieben deutlich verbessert werden.

Die Betrachtung der in diesem Zusammenhang erhobenen Risikofaktoren mit Einfluss auf das Fruchtbarkeitsgeschehen lieferte keinen Einzelfaktor, durch den sich die Unterschiede zwischen den Bewirtschaftungsformen eindeutig begründen ließen.

***Versuch B: Ermittlung und Begründung der Abhängigkeit zwischen der Energieunterversorgung der Milchkühe post partum und des Auftretens von Eutererkrankungen unter ökologischen Bedingungen***

**2 Material und Methode**

**2.1 Beschreibung der ökologisch und konventionell bewirtschafteten Stalleinheiten**

**2.1.1 Haltung und Management**

Für das Versuchsvorhaben standen in dem Landwirtschaftszentrum Haus Riswick aus der ökologisch geführten Stalleinheit ca. 40 Milchkühe und aus der konventionell bewirtschafteten Stalleinheit ca. 20 Milchkühe der Rasse Deutsche Holstein zur Verfügung. Die Kühe im „Öko-Stall“ waren im Sommer 2000 aus der ursprünglichen konventionellen Herde herausgelöst worden, wobei der „Öko-Stall“ entsprechend der Vorgaben der EU-Verordnung 1804/99 zur ökologischen Tierhaltung sowie den Richtlinien der Verbände *Bioland* und *Naturland* geführt wurde bzw. wird.

**Haltung**

Der „Ökostall“ ist ein planbefestigter, zweireihiger Boxenlaufstall mit Stroh- oder Sägemehl eingestreuten Hochboxen (1,20 m x 2,50 m). Der außenliegende Futtertisch ist nach Süd-Ost geöffnet zur windabgewandten Seite. In dem Stall befinden sich zwei Laufflächen, die durch vier Übergänge miteinander verbunden sind. Durch den mittig liegenden Quergang besteht die Möglichkeit, die Tiere in zwei Fütterungsgruppen einzuteilen.

Der konventionell geführte Stall ist ein Liegeboxenlaufstall mit Spaltenboden. Bei diesem Boxenlaufstall handelt es sich um einen Stalltyp „3+1“: Auf der dreireihigen Seite stehen 60 Liegeboxen als Hochboxen (1,15 m x 2,50 m) mit Matten zur Verfügung. Der überdachte Futtertisch befindet sich zwischen der dreireihigen und der einreihigen Seite. Die untersuchten Tiere waren in der dreireihigen Stallseite untergebracht.

**Melkstand**

In der ökologischen Stalleinheit werden die Kühe zweimal am Tag in einem 2 x 4 Fischgrätenmelkstand (System Happel®) gemolken, in der konventionellen Stalleinheit in einem Fischgräten-Karussell (Rotolactor) mit 14 Plätzen (WESTFALIA Landtechnik GmbH).

### **Verwaltung der Einzeltierdaten**

Die Brunstbeobachtung erfolgt in beiden Stalleinheiten visuell. Die entsprechenden Fruchtbarkeitsdaten sowie weitere einzeltierbezogenen Gesundheits- und Behandlungsdaten werden in beiden Stalleinheiten auf Tierkarteikarten festgehalten und verwaltet.

### **Milchleistungsprüfung (MLP)**

Die MLP wird an allen Kühen im zweiwöchigen Abstand durchgeführt – im Wechsel als Eigenbetriebskontrolle und als Kontrolle durch den Landeskontrollverband. Demnach standen pro Tier alle zwei Wochen Daten zur täglichen Milchmenge sowie zum Fett-, Eiweiß-, Harnstoff und Zellgehalt zur Verfügung.

### **Body Condition Score (BCS)**

Im vierwöchentlichen Abstand wird für alle Kühe – sowohl in der ökologisch als auch in der konventionell geführten Stalleinheit – der BCS bestimmt. Dieser dient – neben den Milchleistungsdaten – als Grundlage für die Zuteilung der tierindividuelle Kraftfuttermenge.

Die Beurteilung der Körperkondition durch den Body Condition Score beinhaltet eine Klassifizierung der Fettgewebsauflagen an markanten Körperteilen der Milchkuh. Die Bewertung erfolgt nach einer Skala von 1 – 5. Die Note 1 beschreibt ein sehr mageres Tier: der Beckenbereich ist stark ausgehöhlt, mit scharfkantigen Hüft- und Sitzbeinhöckern. Ein Tier mit der Note 5 ist hochgradig übergewichtig und zeigt eine starke Verfettung. Nach FISCHER und ENGELHARD (1996) ist während der Laktation ein BCS von 3,5 zu Beginn, der bis zum 76. – 105. Laktationstag bis zur Note 2,7 abnimmt und am Ende der Laktation das Ausgangsniveau wieder erreicht, als optimal zu werten.

### **Wiegung**

Zur Schätzung des tierindividuellen Erhaltungsbedarfes werden die Tiere gewogen:

- In den beiden Öko-Gruppen erfolgte eine Wiegung aus technischen Gründen nur zwei Mal während des Versuchszeitraumes. Für die Energiebilanzberechnung (siehe Kapitel 2.2.3) wurden beiden Werte gemittelt.
- In der konventionellen Gruppe wurden die Tiere täglich nach Verlassen des Melkstandes gewogen.

### **Vorlage des Futters**

Für beide Stalleinheiten wurden die im Folgenden aufgeführten Futtermittel vor Verabreichung gemischt. Die Mischung wird im „Öko-Stall“ als Misch-Ration (MR) und im konventionellen Stall als Total-Misch-Ration (TMR) den Tieren vorgelegt. Die Mischung und Vorlage der Mischrationen erfolgt in beiden Stalleinheiten einmal täglich, wobei zuvor der

Trog vollständig gereinigt und im Laufe des Tages das Futter mehrfach wieder an den Trog zurück geschoben wurde.

Im ökologisch geführten Stall wird das Kraftfutter (entsprechend der Leistung) zum einen im Melkstand verfüttert (ca. 0,7 kg pro Tier und Tag als Lockfutter), zum anderen entsprechend der tierindividuellen Leistung viermal täglich am Trog ausgegeben (max. 8 kg pro Tier und Tag ohne Lockfutter).

In dem konventionell geführten Stall wird neben dem Kraftfutteranteil in der TMR zusätzlich entsprechend der tierindividuellen Daten Kraftfutter im Melkstand zugeteilt (max. 4 kg pro Tier und Tag bei Kühen und max. 3 kg pro Tier und Tag bei Färsen).

### **2.1.2 Futtermittel**

Die wirtschaftseigenen Futtermittel sowie die zugekauften Kraftfuttermittel wurden bei der Landwirtschaftlichen Untersuchungs- und Forschungsanstalt (LUFA) kontinuierlich analysiert und die Nährstoff- und Energiegehalte bestimmt. Die Daten dienten als Grundlage für die Rationsberechnungen.

#### **Ökologisch geführter Stall**

Für die ökologisch bewirtschaftete Stalleinheit wurden alle im Versuch verfütterten Rauhfuttermittel ohne den Einsatz von mineralischen Düngemitteln und Herbiziden erzeugt. Zu den in den Jahren 2001 bis 2002 erzeugten und im untersuchten Zeitraum verfütterten Futterkonserven gehörten:

- Kleegrassilagen (KGS)
- Grassilagen
- Maissilagen
- Perserkleesilagen
- Gersten-Ganzpflanzensilage (GPS)
- Heu

Die folgende Tabelle 9 zeigt eine Zusammenfassung der mittleren Qualitäten der im Versuch eingesetzten Rauhfuttermittel.

**Tab. 9: Mittlere Qualitäten der im Versuch eingesetzten Rauhfuttermittel im Ökostall (pro kg Trockensubstanz)**

Silagen und Heu von 2001, 2002 und 2003	<b>T</b> <b>G/kg</b>	<b>NEL</b> <b>MJ</b>	<b>nXP</b> <b>g</b>	<b>RNB</b> <b>g</b>	<b>XF</b> <b>g</b>
Maissilagen	312	6,7	132	-9,5	182
KGS 1. Schnitte	342	6,5	140	5,8	222
KGS 2. Schnitte	339	6,3	141	3,7	236
KGS 3. Schnitte u. ff.	418	6,2	140	6,9	215
Gersten-GPS 02	290	5,7	121	-4,0	226
Heu-Mähweide 03	796	5,5	124	-0,6	262

KGS = Kleegrassilage, GPS = Ganzpflanzensilage

T = Trockensubstanz, NEL = Netto-Energie-Laktation, nXP = nutzbares Rohprotein, RNB = Ruminale Stickstoffbilanz, XF = Rohfaser

Die Weideperiode erstreckte sich von Mai bis Oktober auf 8 bis 10 Stunden pro Tier und Tag, bei hohen Temperaturen auch über Nacht. Für die Rationsberechnung wurden Inhaltsstoffanalysen aus dem Jahre 2000 (VERHOEVEN et al., 2002) zugrunde gelegt, da davon ausgegangen wurde, dass sich die botanische Zusammensetzung der Flächen nicht gravierend verändert hatte.

Als Kraftfutter wurde ein zugekauftes Milchleistungsfutter der Energiestufe 3 (6,7 MJ NEL/kg; 100 % „Ökaware“) und eine Eigenmischung verwendet. Die Eigenmischung, deren Anteil ca. 30 % des benötigten Kraftfutters ausmachten, bestand zu 35 % aus Ackerbohnen, 37 % aus Winterweizen und 25 % aus zugekauftem Rapskuchen plus Mineralstoffergänzung. Im Mittel wiesen die Kraftfutter einen Energiegehalt von 6,8 MJ NEL/kg und 180 g XP/kg auf.

### **Konventionell geführter Stall**

In der konventionellen Gruppe wurden folgende Rauhfuttermittel selbst erzeugt und verfüttert:

- Grassilage
- Maissilage
- Heu (Quaderballen)

Zugekaufte Futtermittel:

- Sojaextraktionsschrot
- Biertreibersilage
- Pressschnitzel

Aus den zugekauften Pressschnitzeln wurde Pressschnitzelsilage und Mais-Pressschnitzelsilage hergestellt.

In der folgenden Tabelle 10 sind die Nährstoffgehalte dargestellt. Für Sojaextraktionsschrot und Heu sind Tabellenwerte angenommen worden.

**Tab. 10: Mittlere Qualitäten der im Versuch eingesetzten Rauhfuttermittel im konventionellen Stall (pro kg Trockensubstanz)**

	<b>T</b> <b>g/kg</b>	<b>NEL</b> <b>MJ</b>	<b>nXP</b> <b>g</b>	<b>RNB</b> <b>g</b>	<b>XF</b> <b>G</b>
Grassilage	373	5,9	132	5,3	241
Maissilage	369	6,7	132	- 9,4	182
Mais-Pressschnittsilage	304	6,6	136	- 7,5	195
Heu	860	4,6	104	-0,1	258
Sojaextraktionsschrot	880	7,6	253	31,3	59
Biertrebersilage	240	6,9	184	9,8	190

T = Trockensubstanz, NEL = Netto-Energie-Laktation, nXP = nutzbares Rohprotein, RNB = Ruminale Stickstoffbilanz, XF = Rohfaser

Der Weidegang erfolgt von Mai bis Oktober für ca. 8-9 Stunden pro Tag – gegebenenfalls auch über Nacht.

Als Kraftfutter diente ein Milchleistungsfutter der Energiestufe 3 (6,7 MJ NEL/kg) mit 160 g nXP (18,5 % Rohprotein) und ein Milchleistungsfutter der Energiestufe > 3 (mindestens 7,0 MJ NEL/kg) mit 170 g nXP (19,5 % Rohprotein). Die deklarierten Gehalte der Inhaltsstoffe und Energiegehalte wurden bei der LUFA überprüft.

Von beiden Stalleinheiten stehen zur Beurteilung der aufgenommenen Futtermenge folgende Daten zur Verfügung:

- das Gewicht der täglich vorgelegten Mischrationen pro Gruppe
- das Gewicht der zurückgewogenen Futterreste (bei Reinigung des Troges) und
- die tierindividuelle verabreichte Kraftfuttermenge.

### 2.1.3 Trockensteh- und Anfütterungsphase

Sechs Wochen vor dem errechneten Abkalbetermin wurden die Tiere in beiden Stalleinheiten trocken gestellt.

Im Ökostall werden die Trockensteher im Rinderstall untergebracht. Der Rinderstall ist ein normannischer Tretmiststall mit nach Süd-Ost geöffnetem Futtertisch. Zwei Wochen vor dem

errechneten Geburtstermin wurden die Tiere zur Anfütterung wieder in die Gruppe der Laktierenden eingegliedert.

In der konventionellen Stalleinheit wurden die Trockensteher bis zur Anfütterung in einem Liegeboxenlaufstall getrennt von den melkenden Tieren gehalten. Aufgrund der Möglichkeit, die trockenstehenden Kühe für die Anfütterung separat zu füttern, erfolgte die Eingliederung in die laktierende Herde erst zwei bis drei Tage nach der Kalbung.

In der ökologischen Stalleinheit erfolgte die Fütterung der Trockensteher entsprechend dem Erhaltungsbedarf und einer zusätzlichen Leistung von 5 kg Milch. Zur Ausfütterung dieses Leistungsniveaus diente Grassilage mittlerer Qualität (5,7 MJ NEL/kg T). Mit der Eingliederung der Trockensteher zwei Wochen a.p. in die Gruppe der Laktierenden wurde die Anfütterungsphase begonnen. In der zweiten Woche a.p. erhielten die Tiere zunächst 2 kg Kraftfutter pro Tier und Tag. In der letzten Woche vor der Kalbung wurde die Kraftfutterzuteilung auf 4 kg Kraftfutter pro Tier und Tag erhöht.

Färsen wurden auf Grund ihrer geringeren Futteraufnahmekapazität schon 4 Wochen vor dem errechneten Abkalbetermin eingestallt.

Die trockenstehenden Kühe in dem konventionellen Stall erhielten eine Ration zusammengesetzt aus 75 % Grassilage und 25 % Maissilage mit einem Energiegehalt von 5,5 MJ NEL/kg T entsprechend dem Erhaltungsbedarf und einer zusätzlichen Leistung von 5 kg Milch.

## 2.2 Versuchsplan

### 2.2.1 geplante Fütterungsgruppen

Von August 2002 bis Juni 2003 wurde ein Fütterungsversuch im ökologisch bewirtschafteten Stall des Landwirtschaftszentrums Haus Riswick der Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen durchgeführt. Das für diesen Versuch zunächst geplante Ziel war die Ermittlung der Auswirkungen einer Energieunterversorgung der Milchkühe post partum. **Im Laufe des Versuches wurde deutlich, dass durch die tierindividuelle leistungsbezogene Kraftfuttergabe kein Unterschied in der energetischen Versorgung der beiden Fütterungsgruppen im ökologisch geführten Stall bestand.** Der Unterschied zwischen den beiden Fütterungsgruppen (Öko I und Öko II) bestand in der Aufwertung der Mischration in der Gruppe Öko II mit zusätzlichem Kraftfutter.

Die Rationen in den **zwei Öko-Gruppen** setzten sich wie folgt zusammen: aus den in Kapitel 2.1 genannten Rauhfutterkomponenten wurde entsprechend ihrer Verfügbarkeit täglich eine Mischration erstellt. Der Anteil der einzelnen Rauhfutterkomponenten war in den beiden Öko-Gruppen identisch und bestand über die Versuchsdauer hinweg zu 70 % aus Gras- und Klee grasprodukten und zu 30 % aus Maissilage und Gersten-GPS. Die mittleren Qualitäten sind der Tabelle 9 in Kapitel 2.1 zu entnehmen.

In der Öko II-Gruppe wurde die Mischration durch 3 kg Kraftfutter pro Tier und Tag aufgewertet.

Demnach war geplant, dass die Rauh Futterrationen der Öko I-Gruppe im Mittel den Bedarf für Erhaltung und 20 kg energiekorrigierte Milch (ECM) deckten, die Mischrationen der Öko II-Gruppe den Bedarf für 26 kg ECM.

Zusätzlich erhielten die Tiere in beiden Gruppen Kraftfutter als Lockfutter im Melkstand (0,7 kg/Tier und Tag) und eine leistungsbezogene Kraftfutterzuteilung am Trog.

In der **konventionellen Stalleinheit** erhielten die Tiere eine für 30 kg ECM aufgewertete Total-Mischration (TMR). Zusätzlich erfolgte im Melkstand eine leistungsbezogene Kraftfutterzuteilung (bis max. 5 kg/Tier und Tag). Die TMR wurde täglich mit den in Kapitel 2.1 aufgeführten Komponenten entsprechend ihrer Verfügbarkeit gemischt und nach Reinigung des Troges vorgelegt.

Die durchschnittlichen Nährstoffgehalte der Mischrationen (MR für die Öko-Gruppen, TMR für die konventionelle Gruppe) für alle drei Gruppen über den Versuchszeitraum sind in der folgenden Tabelle 11 dargestellt.

**Tab. 11: Durchschnittliche Nährstoffgehalte der (Total-)Mischrationen in den drei Fütterungsgruppen**

	<b>Öko I</b>	<b>Öko II</b>	<b>Konv.</b>
<b>Netto-Energie-Laktation</b> (MJ NEL/kg T)	6,25	6,52	6,70
<b>Rohprotein</b> (XP g/kg T)	154,70	164,65	159,62
<b>Nutzbares Rohprotein am Darm</b> (nXP g/kg T)	143,65	151,09	152,06
<b>Ruminale Stickstoffbilanz</b> (RNB g/kg T)	2,75	3,17	k. A.
<b>Rohfaser</b> (XF g/kg T)	223,87	186,43	k. A.
<b>Phosphor</b> (P g/kg T)	3,59	3,91	k. A.
<b>Kalium</b> (K g/kg T)	24,43	22,43	k. A.

k. A.: keine Angaben, Berechnung bis zum jetzigen Zeitpunkt noch nicht vollständig

Das Konzept zur Anfütterung mit Kraftfutter in den ersten vier Wochen nach der Kalbung war für beide Stalleinheiten bzw. in den drei Fütterungsgruppen unterschiedlich. Die vorgesehene, maximale zu verabreichende Kraftfuttermenge ist in der folgenden Tabelle 12 dargestellt.

**Tab. 12: Anfütterungskonzept nach der Kalbung für die drei Fütterungsgruppen (kg Kraftfutter pro Tier und Tag, nicht angegeben ist die in der Mischration enthaltene Kraftfuttermenge)**

Laktations- woche	Öko I		Öko II		Konv.	
	Färsen	Kühe	Färsen	Kühe	Färsen	Kühe
1.	4,0	5,0	2,0	3,5	1,5	2,0
2.	5,0	6,0	3,0	5,5	2,5	3,0
3.	6,0	7,0	4,5	7,0	3,0	4,0
4.	7,0	8,0	5,5	8,0	3,0	4,0

Ab der fünften Laktationswoche wurde die tierindividuelle Kraftfuttermenge nach der tatsächlichen Milchleistung, ermittelt aus der MLP im zweiwöchigen Abstand, und der Körperkondition, beurteilt durch den alle vier Wochen erhobenen Body Condition Score (BCS), berechnet.

Im Versuchszeitraum waren – in Abhängigkeit vom Abkalbetermin – nicht alle beprobten Tiere auf der Weide. In der Öko I-Gruppe waren 10 Tiere (63 %), in der Öko II-Gruppe 8 (53 %) und in der konventionellen Gruppe 14 (78 %) während des Versuchszeitraums auf der Weide.

### 2.2.2 Versuchstiere

Zur Einteilung der ökologisch geführten Herde in die beiden Fütterungsgruppen wurden von den 40 Tieren 20 Paare gebildet. Diese Paare waren sich aufgrund bestimmter Kriterien (Anzahl der Laktationen, aktuelle Laktationstage und Belegungsdaten, Milchleistung, sowie Lebendmasse) sehr ähnlich. Jeweils ein Paar wurde dann auf die beiden Fütterungsgruppen aufgeteilt.

Von den 30 Milchkühen aus der konventionell bewirtschafteten Stalleinheit wurden für die Beprobung die ersten Tiere, die in dem Versuchszeitraum kalbten, in den Versuch aufgenommen.

Sowohl in der ökologischen als auch in der konventionellen Herde wurden innerhalb des Versuchszeitraumes ausgeschiedene Tiere durch Jungtiere aus eigener Nachzucht ersetzt. In

der ökologisch gehaltenen Herde wurde vor Beginn der Versuchphase eine Bestandssanierung zur Bekämpfung der *Staphylococcus aureus*-Mastitiden durchgeführt. Eine wesentliche Maßnahme bestand aus der Remontierung abgegangener Kühe mit eigener Nachzucht. Aufgrund dessen ist der Anteil Färsen von den Öko-Gruppen höher als in der konventionellen Gruppe.

Bei der folgende Anzahl Tiere wurde in den einzelnen Gruppen die Beprobung begonnen (insgesamt 55):

Öko I: 13 Kühe und 5 Färsen

Öko II: 11 Kühe und 5 Färsen

Konv.: 20 Kühe und 1 Färse

Da aus verschiedenen Gründen nicht alle Kühe vollständig über dem gesamten Zeitraum des in Kapitel 2.2.3 vorgestellten Probenplans beprobt werden konnten – aufgrund vorzeitigen Abganges des Tieres oder unplanmäßiger Kalbung – gingen letztendlich die Daten folgender Gruppengrößen in die Auswertung ein (insgesamt 49 Tiere):

Öko I: 11 Kühe und 5 Färsen

Öko II: 10 Kühe und 5 Färsen

Konv.: 17 Kühe und 1 Färse

Innerhalb der Gruppen war die Verteilung der Laktations-Nummern bzw. des Alters aufgrund der oben genannten Abgänge einzelner Tiere unterschiedlich. In der folgenden Tabelle ist für die beprobten Tiere die Verteilung der Laktations-Nummern dargestellt.

**Tab. 13: Verteilung der Laktations-Nr. in den drei Fütterungsgruppen**

	<b>Öko I</b>	<b>Öko II</b>	<b>Konv.</b>
<b>Anzahl Färsen</b>	5	5	1
<b>Durchschn. Laktations-Nr. der Kühe ab 2. Laktation</b>	3,6	3,9	4,2
<b>Max. Laktations-Nr.</b>	7	6	8

Im Versuchszeitraum wurden die folgenden klinischen Erkrankungen für die 49 Tiere in den drei Gruppen protokolliert:

- Milchfieber (16 Fälle, 3 in Öko I, 6 in Öko II, 7 in der konventionell gehaltenen Gruppe),
- Genitalkatarrhe (4 Fälle; 2 in Öko I, 1 in Öko II, 1 in der konventionell gehaltenen Gruppe)
- Labmagenverlagerung (2 Fälle; 1 in Öko I, 1 in der „konventionellen“ Gruppe)
- Nachgeburtshaltung (1 Fall in der „konventionellen“ Gruppe)

- Klauenerkrankungen (incl. Lahmheiten und Panaritium): 4 Fälle, 3 davon in der „konventionellen“ Gruppe, 1 in Öko II
- Mastitis (10 Fälle, davon 4 Fälle in den Öko-Gruppen in Verbindung mit vorausgehendem Milchfieber; weitere 6 Mastitis-Fälle ebenfalls in den Öko-Gruppen (3 in Öko I, 3 in Öko II) Außerdem wurden vereinzelt Euterödeme (2 Fälle), Strichverletzungen und Wunden (je 1 Fall) und „Stoffwechselstörung“ sowie Azidose (je 1 Fall) protokolliert.

Die Diagnosestellung und ggf. Behandlung erfolgte durch den Hoftierarzt nach Benachrichtigung durch das Melkpersonal.

### **2.2.3 Probenentnahme und Probenlagerung**

In der Zeit vom 01.08.2002 bis zum 31.06.2003 erfolgte von zunächst 55 Tieren die Entnahme der Blut- und Milchproben; letztlich konnte bei 49 Tieren der vorgesehene Zeitraum von 4 Wochen a. p. bis 12 Wochen p.p. erfasst werden.

#### **Blutproben**

Die Blutproben wurden vier Wochen ante partum (a.p.) und zwölf Wochen p.p. einmal wöchentlich zur Serumgewinnung und zur Differenzierung des Blutbildes aus der rechten bzw. linken Vena jugularis entnommen. Der Blutausstrich erfolgte unmittelbar nach der Probenentnahme (Lagerung bis zur Untersuchung in einer Kühltasche). Nach Abschluss der Gerinnung wurden die Proben für 20 min bei 3000 g und Raumtemperatur zentrifugiert, die Seren aliquotiert und ebenfalls für den Transport nach Bonn in einer Kühltasche gelagert. Bis zur Analyse waren die Aliquots bei -20° C eingefroren.

#### **Milchproben**

Die Milchproben wurden über einen Zeitraum bis zwölf Wochen p.p. als Viertelgemelksproben einmal wöchentlich zur üblichen abendlichen Melkzeit entnommen. Vor der Entnahme wurden die ersten drei bis vier Strahlen verworfen und die Zitzen mit einem Eutertuch gründlich gereinigt. Die Lagerung der entnommenen Probe erfolgte für den Transport in einer Kühltasche (zusammen mit den Serumproben) und anschließend bei -20° C bis zur Analyse.

Die Messung der Parameter Haptoglobin, Laktoferrin und Laktatdehydrogenase-Aktivität erfolgte in Magermilch. Dazu wurde die Milch 20 min bei 3000 g und 4 °C zentrifugiert und anschließend die gebildete Fettschicht abgenommen. Die Magermilchproben wurden aliquotiert und bei -20°C bis zur Messung gelagert.

Zusätzlich erfolgte in der zweiten und zwölften Laktationswoche die Entnahme von Viertelgemelksproben für eine bakteriologische Untersuchung. Die Probengewinnung wurde ebenfalls zur abendlichen Melkzeit durchgeführt. Zuvor erfolgten das Vormelken der Tiere und die gründliche Reinigung mit dem Eutertuch. Vor dem Befüllen der sterilen Glasröhrchen wurden die Zitzen mit einer Alkohollösung desinfiziert. Die Milchproberöhrchen wurden vor der Probenentnahme mit 100 mg Borsäure zur Gerinnungshemmung befüllt.

## **2.3 Analysemethoden**

Für die im Rahmen dieses Forschungsvorhabens analysierten Aktivitäten der Enzyme Glutamat-Dehydrogenase (**GLDH**) in Blut und Laktatdehydrogenase (**LDH**) in Milch gelten seit dem 1.4.2003 die IFCC-Methoden (IFCC = International Federation of Clinical Chemistry). Gleichzeitig wurde die Messtemperatur auf 37°C umgestellt. Die bisher gültigen 25°C-Methoden der Deutsche Gesellschaft für Klinische Chemie (DGKC) verlieren ihre Gültigkeit.

### **2.3.1 Blutparameter zur Beurteilung der unspezifischen Abwehr**

#### **Haptoglobin (Hp)**

HP wurde mittels eines ELISA (Enzyme Linked ImmunoSorbent Assay), der in der Arbeitsgruppe von Frau Prof. Sauerwein entwickelt wurde (HISS et al., 2004b) in den Serumproben bestimmt. Der Messbereich lag zwischen 0,037 bis 1 µg/ml; der Intra-assay-Variationskoeffizient betrug 2,9 % (n=8), der Inter-assay-Variationskoeffizient) 5,81 % (n=25).

#### **Freie Radikale (oxidativer Stress)**

Freie Radikale wurden mit Hilfe des D-ROM-Tests (**D**etection of **R**eactive **O**xygen **M**etabolites) quantifiziert. Dabei werden freie Radikale indirekt über die Bestimmung von Oxidationsprodukten wie z.B. Hydroperoxiden erfasst. Dieses Testprinzip ist erst seit wenigen Jahren verfügbar und basiert auf dem quantitativen Zusammenhang zwischen der Menge an organischen Hydroperoxiden und der Menge an freien Radikals aus denen sie gebildet werden (ALBERTI et al., 2000; CESARONE et al., 1999). Der Test bedient sich der Fähigkeit von Hydroperoxiden in Gegenwart von Übergangsmetallen, die als Katalysatoren fungieren, freie Radikale zu bilden. Diese reagieren mit einem Chromogen (N,N-diethyl-para-phenylendiamin; DEPPD) zu einem gefärbten Komplex, der photometrisch (505 nm)

detektiert werden kann. Die Konzentration des entstehenden Farbstoffs ist direkt proportional zur Konzentration der Hydroperoxide. Der Test kann als kinetische oder als End-Punkt-Analyse durchgeführt werden. Wir haben die Endpunkt-Analyse analog des von TROTTI et al. (2001) publizierten Verfahrens verwendet. Wasserstoffperoxid ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ) wurde als Standard verwendet, wobei ein Konzentrationsbereich von 0,1 bis 1 mmol/l erfasst wurde. Die Linearität des Tests wurde für Rinderserum in einem Bereich von 2 bis 40  $\mu\text{L}$  bestätigt. Für vergleichende Messungen wurden stets 10  $\mu\text{l}$  Serum eingesetzt. Die optische Dichte, die so für die einzelnen Proben bestimmt wurde, wurde anhand der Standardkurve verrechnet und die Ergebnisse als  $\text{H}_2\text{O}_2$  Äquivalente (mM) dargestellt. Die aus zwei mitgeführten Kontrollseren ermittelte Testvariation lag bei 2.8 % bzw. 2.9 %.

### **neutrophilen Granulozyten**

Der Gehalt der neutrophilen Granulozyten wurde mit dem ADVIA-<sup>R</sup> 120 Hämatologie-System mit mehreren internen Plausibilitätsprüfungen untersucht (Veterinämedizinisches Labor in Köln, VLK GmbH). Als Referenzbereich wird von dem Untersuchungslabor *VLK GmbH*  $1,0 \times 10^3/\mu\text{l}$  bis  $5,0 \times 10^3/\mu\text{l}$  angegeben.

## **2.3.2 Blutparameter zur Beurteilung der Stoffwechsel- und Versorgungssituation**

### **$\beta$ -Hydroxybutyrat**

Die quantitative Bestimmung von  $\beta$ -Hydroxybutyrat ( $\beta$ -OH-B) erfolgte im Veterinämedizinischen (VLK) Labor in Köln mittels des kommerziell verfügbaren Test-Kits Randox (Antrim, Irland) auf Basis der kinetisch-enzymatischen Methode nach MCMURRAY et al. (1984). Dabei wird  $\beta$ -Hydroxybutyrat zu Acetoacetat durch das Enzym  $\beta$ -Hydroxybutyrat-Dehydrogenase oxidiert. Die damit einhergehende Reduktion des Cofaktors  $\text{NADH}^+$  zu  $\text{NADH}$  resultiert in einer Absorptionsänderung die direkt mit dem zu untersuchenden Parameter korreliert.

### **Glutamatdehydrogenase-Aktivität (GLDH)**

Die GLDH wurde ebenfalls durch eine indirekte Meßmethode im *VLK* nach Vorgaben der IFCC ermittelt. Die bei der GLDH katalysierten Reaktion ( $\alpha$ -Ketoglutarat zu Glutamat) abnehmende  $\text{NADH}$ -Konzentration verhält sich proportional zur Aktivität des Enzyms und wird photometrisch bestimmt. Als oberer Grenzwert wird von dem Labor 12,8 U/l angegeben.

### **Nicht-veresterte freie Fettsäuren (NEFA)**

Der Gehalt an nicht-veresterten freien Fettsäuren (Non-Esterified Fatty Acids) wurde mit einem kommerziell verfügbaren Test-Kit (Nr. 1 383 175; Roche, Mannheim) gemessen, wobei der Test nach OLIVER et. al (1995) für die Durchführung in Mikrotiterplatten miniaturisiert wurde. Grundlage des enzymatisch katalysierten Farbtests ist das bei der Oxidation von Acyl-CoA entstandene Wasserstoffperoxid, welches 2,4,6-Tribrom-3-hydroxybenzoesäure (TBHB) und 4-Aminoantipyrin (4-AA) in Gegenwart von Peroxidase zu einem roten Farbstoff umsetzt. Die Eigenfärbung der verwendeten Lösungen und Seren wurde als sogenannter Leerwert berücksichtigt. Die optische Dichte wurde bei 490 nm erfasst. Sie verläuft nach Herstellerangabe bis zu einer Konzentration von 1,5 mmol/l linear. Die Standardkurve umfasste einen Bereich von 0,09 bis 0,35 mM.

### **Leptin**

Das primär in den Fettzellen des Körpers gebildete Hormon Leptin wurde mittels eines ELISA (SAUERWEIN et al., 2004) bestimmt. Der Messbereich lag zwischen 0,3 - 20 ng/ml, der Intra-assay-Variationskoeffizient betrug 3,64 % (n=12), der Inter-assay-Variationskoeffizient 7,82 % (n=35).

### **IGF-1**

IGF-1 wurde mittels eines Radioimmuntests (DAXENBERGER et al., 1998) gemessen. Die potentielle Interferenz von IGF-Bindungsproteinen wird dabei durch eine Co-Inkubation mit IGF-2 ausgeschlossen und erübrigt damit eine vorausgehende Extraktion der Proben. Die Messungen wurden dankenswerterweise am Institut für Physiologie an der TU München, AG Prof. R.M. Bruckmaier durchgeführt.

## **2.3.3 Parameter in Milch zur Beurteilung der Eutergesundheit**

### **Laktatdehydrogenase-Aktivität (LDH)**

Die Aktivität des Enzyms Laktatdehydrogenase wurde von dem Veterinärmedizinischen Analysezentrum (VAZ, Geesthacht) mit dem Olympus System Reagenz (OSR 6128) entsprechend der IFCC-Methode ermittelt.

Die LDH katalysiert die Umwandlung von L-Laktat zu Pyruvat, dabei wird NAD zu NADH reduziert. Die Bildungsgeschwindigkeit von NADH ist direkt proportional zur LDH-Aktivität. Der messbare Bereich liegt zwischen 25 und 1200 U/l.

Im Gegensatz zu der Messung der GLDH-Aktivität hat sich neben der Messtemperatur auch die Messmethode verändert. Mit der IFCC-Methode wird die Extinktionszunahme der NADH bei

340nm bestimmt, bei der DGKC-Methode war es die Extinktionsabnahme. Aufgrund dessen mussten u.a. für den Menschen neue Normalbereiche ermittelt werden. Diese werden für das Olympus System Reagenz wie folgt angegeben:

- nach DGKC-Methode: 120 – 240 U/l
- nach IFCC-Methode: 135 – 225 U/l

Auffallend ist dabei, dass nun bei der Anwendung der IFCC-Methode der Normalbereich kleiner ist, aber innerhalb des bei der DGKC-Methode angegebenen Bereiches liegt, d.h. nicht – wie bei für den Messbereich bei GLDH– mit höheren Messwerten zu rechnen ist.

### **Haptoglobin in Milch**

Die Messung der bovinen Haptoglobin-Konzentration in Magermilch erfolgte analog zu der in Kapitel 2.3.1 beschriebenen Messung der Haptoglobin-Konzentration im Blut.

### **Laktoferrin**

Die Laktoferrin-Konzentrationen wurden mittels eines im Hause entwickelten ELISAs bestimmt (HITZ et al. 2002; SCHMITZ et al., 2004). Die geringste bestimmbare Konzentration beträgt 5 ng/ml, der Intra- und Interassay-Variationskoeffizient lag bei 3,9 bzw. 7,5 %.

### **Bakteriologische Untersuchung**

Die Viertelgemelksproben wurden in dem Labor des Tiergesundheitsdienstes der Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen nach den dort üblichen Verfahren mikrobiologisch untersucht.

## **2.4 Schätzung der tierindividuellen Energieaufnahme und Berechnung der Energiebilanz**

Zur Beurteilung der Energieversorgung des Einzeltieres wurde die tierindividuelle Energiebilanz (EB) herangezogen, welche sich aus der tierindividuellen Futter- und damit Energieaufnahme und dem Energiebedarf für Milchleistung und Erhaltung (gewichtsabhängig) ergibt.

Die Berechnung der energiekorrigierten Milch (ECM) und des Energiebedarfs für Erhaltung (in Abhängigkeit vom metabolischen Körpergewicht =  $BW^{0,75}$ ) erfolgte anhand der nachstehenden Formeln:

$$ECM \text{ (kg)} = \text{Milchmenge (kg)} \times [(0,38 \times \text{Fettgehalt (\%)} + 0,21 \times \text{Eiweißgehalt (\%)} + 1,05) / 3,28 \text{ MJ NEL}]$$

$$\text{Erhaltungsbedarf} = 0,293 \times BW^{0,75}$$

Damit lässt sich die Energiebilanz wie folgt berechnen:

$$EB \text{ (MJ NEL)} = NEL_{\text{intake}} - (\text{ECM} \times 3,14 + \text{Erhaltungsbedarf})$$

Die Energieaufnahme – zur Berechnung des  $NEL_{\text{intake}}$  – erfolgt über die Komponenten:

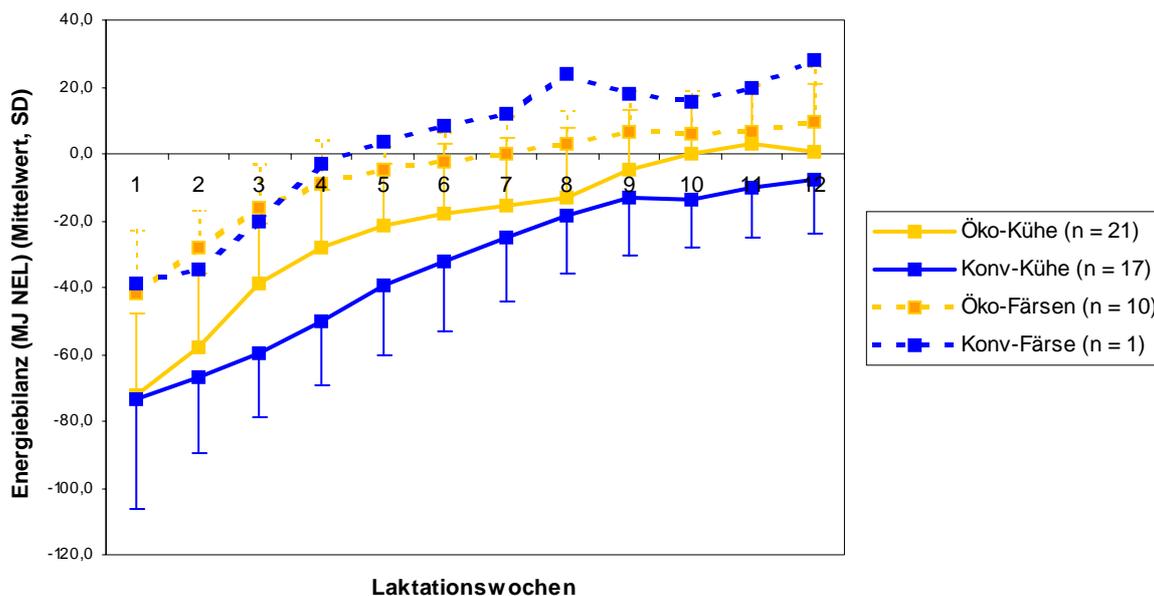
- Mischration,
- Tierindividuelles Kraftfutter und
- Weide.

Aufgrund folgender fehlender Angaben konnte eine Berechnung der tierindividuelle Energieaufnahme und der daraus resultierenden Berechnung der wöchentlichen, tierindividuellen Energiebilanz nicht erfolgen. Mit folgenden Annahmen war nur eine Schätzung möglich:

- Die MR-Aufnahmemenge wurde nur gruppenweise erfasst.
- Die Trockensubstanz- und Energieaufnahme auf der Weide war nicht bekannt.
- Die Tiere des „Öko-Stalls“ konnten nur zwei Mal während des Versuchszeitraums gewogen werden.

Zur Berechnung eines Unterschiedes in der Energieversorgung sollte trotz der fehlenden Werte für jedes Tier wöchentlich während des Versuchszeitraums eine Energiebilanz berechnet werden. Die fehlenden Daten wurden mittels multipler Regressionsberechnungen in Zusammenarbeit mit der Bundesanstalt für alpenländische Landwirtschaft Gumpenstein, Österreich, nach GRUBER et al. (2001b) geschätzt und mit Hilfe der geschätzten Werte die Energiebilanz berechnet.

Zwischen den beiden Öko-Gruppen konnte bei einem Vergleich der Energiebilanzen der Kühe über die ersten 12 Laktationswochen mittels des Repeated-Measure-Design kein Unterschied ermittelt werden ( $p = 0,931$ ). Hingegen waren die Energiebilanzen der gesamten Öko-Gruppe ( $n = 31$ ) im Vergleich zu der konventionellen Gruppe ( $n = 18$ ) signifikant verschieden ( $p = 0,008$ ). Da aber bei diesem Vergleich auch ein Einfluss der Laktations-Nummer festzustellen war ( $p = 0,012$ ), wurden im folgenden Schritt nur die Kühe der beiden Gruppen mit zwei und mehr Laktationen verglichen. Die folgende Abbildung 27 zeigt den Verlauf der Energiebilanz in den ersten 12 Laktationswochen für die beiden Gruppen „Öko“ und „Konv“, wobei die Färsen und die Kühe getrennt dargestellt sind.



**Abb. 27:** Verlauf der geschätzten Energiebilanzen der Färsen und Kühe in den beiden Gruppen Öko und Konv (bis 12. Laktationswochen p.p.) (Mittelwert und Standardabweichung)

Beim Vergleich beider Kuh-Gruppen (ohne Färsen) bestand über die 12 Wochen p.p. weiterhin ein signifikanter Unterschied zwischen ökologisch und konventionell ( $p = 0,014$ ), hingegen hatte die Laktations-Nr. innerhalb dieser Gruppierung (zwei und mehr Laktationen) keinen Einfluss mehr ( $p = 0,76$ ).

## 2.5 Endgültige Gruppeneinteilungen und statistische Auswertung der Daten

Die Auswertung der verschiedenen Parameter erfolgte – wie in Versuch A – mit Hilfe des Programms Microsoft Excel 2000 und SPSS 12.0.

Da der im Forschungsantrag geplante Fütterungsunterschied innerhalb des Öko-Stalls aufgrund der angegebenen Fütterungsdaten und der daraus geschätzten Energiebilanzen entgegen des ursprünglichen Konzeptes faktisch nicht bestand, werden in den folgenden Kapiteln die gesamten beprobten Tiere in der ökologisch geführten Stalleinheit (Gruppe I;  $n = 31$ ) mit denen der konventionell geführten Herde (Gruppe II;  $n = 18$ ) verglichen. Innerhalb der beiden Stalleinheiten werden die Färsen (erste Laktation) getrennt dargestellt. Demnach ergeben sich folgende Gruppen:

Kühe der Gruppe I:  $n = 21$

Kühe der Gruppe II:  $n = 17$

Färsen der Gruppe I:  $n = 10$

Färse der Gruppe II:  $n = 1$

Sowohl bei der Darstellung als auch bei der Auswertung der Blut- und Milchparameter wird die einzelne Färse der Gruppe II nicht mit einbezogen, da ein statistischer Vergleich der Daten nicht möglich ist.

Die Vorgehensweise bei

- Test auf Normalverteilung,
- Anwendung parametrischer und nicht-parametrischer Tests,
- Anwendung des Repeated-Measure-Designs,
- Definition des Signifikanzniveaus und
- Grafische Darstellung der Ergebnisse

entspricht der bei Versuch A.

Darüber hinaus kam zum Vergleich der Parameterverläufe vor und nach der Kalbung die Analyse von Gemischten Modellen zur Anwendung. Die jeweilige Kovarianzstruktur wurde mit Hilfe der in SPSS ausgegebenen Informationskriterien ermittelt (z.B. Eingeschränkte – 2Log Likelihood, Akaike-Informationskriterium (AIC)), wobei definitionsgemäß die Wahl auf die Kovarianzstruktur mit den kleinstmöglichen Werten fiel. Bei der Beurteilung des Verlaufs eines Parameters von der 4. Woche a.p. bis zur 12. Woche p.p. wurde der feste Effekt der Kalbung berücksichtigt.

### **3 Ergebnisse und Diskussion**

#### **3.1 Verlauf der MLP- und BCS-Daten**

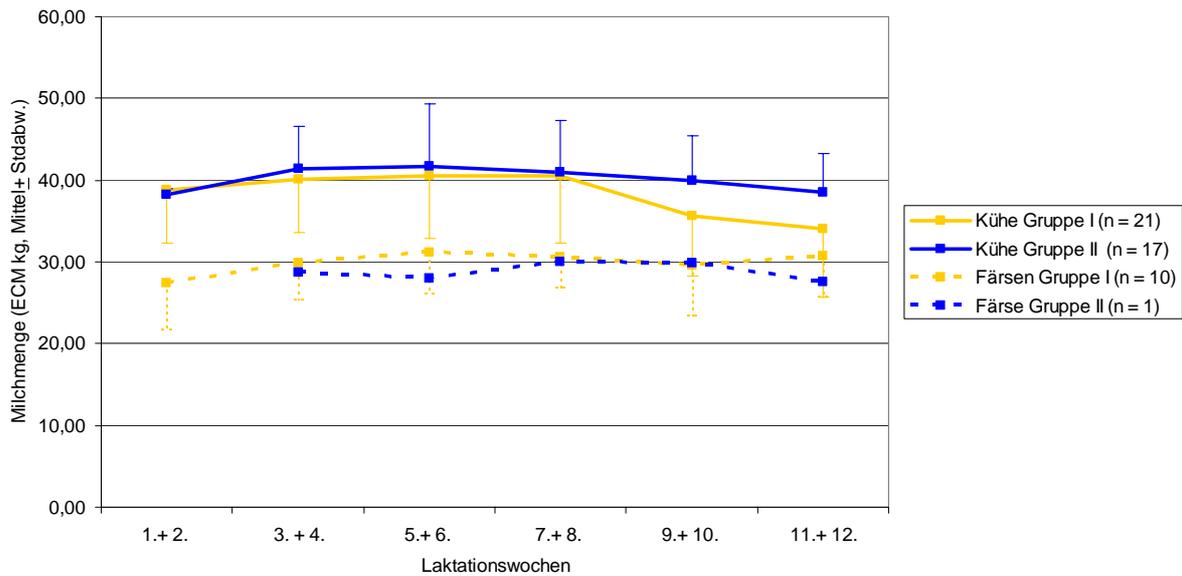
Im Folgenden werden die einzelnen MLP- und BCS-Daten der folgenden vier Gruppen– wie in Kapitel 2.4 begründet – vergleichend dargestellt:

- Kühe (2 und mehr Laktationen) der Gruppe I:  $n = 21$ ,
- Kühe (2 und mehr Laktationen) der Gruppe II:  $n = 17$ ,
- Färsen (erste Laktation) der Gruppe I:  $n = 10$  und
- Färse (erste Laktation) der Gruppe II:  $n = 1$ .

Die Milchleistung während des Versuchszeitraums ist für die vier Gruppen in der folgenden Abbildung 28 dargestellt. Für die Färsen ergab sich – unabhängig von der Gruppeneinteilung – ein etwas geringeres Leistungsniveau. Dies bestätigt den bekannten Unterschied zwischen Färsen und Kühen für diesen Zeitraum (u.a.: RUEGG, 2001) und lässt sich auch mit Hilfe des Repeated-Measure-Designs statistisch belegen: zwischen den beiden Bewirtschaftungsgruppen besteht kein Unterschied ( $p = 0,939$ ), hingegen hat die Altersklasse „Kuh oder Färse“ einen signifikanten Einfluss ( $p = 0,004$ ). Es sei aber darauf hingewiesen, dass die erste MLP in der ersten oder zweiten Woche p.p. nicht in die Messwiederholungen einbezogen wurde, da in der Gruppe II nur die Werte von drei Kühen zur Verfügung standen. Dieses gilt auch für die nachfolgenden MLP-Parameter.

Dieser Vergleich bestätigt eine der Voraussetzungen des Versuchsvorhabens: dass aufgrund des gleichen genetischen Ursprungs der Versuchsgruppen von dem gleichen Milchleistungsniveau auszugehen ist.

Die höchsten Milchleistungswerte sind in der 5. bis 8. Laktationswoche (d.h. MLP in der 3. oder 4. Woche p.p.) festzustellen.

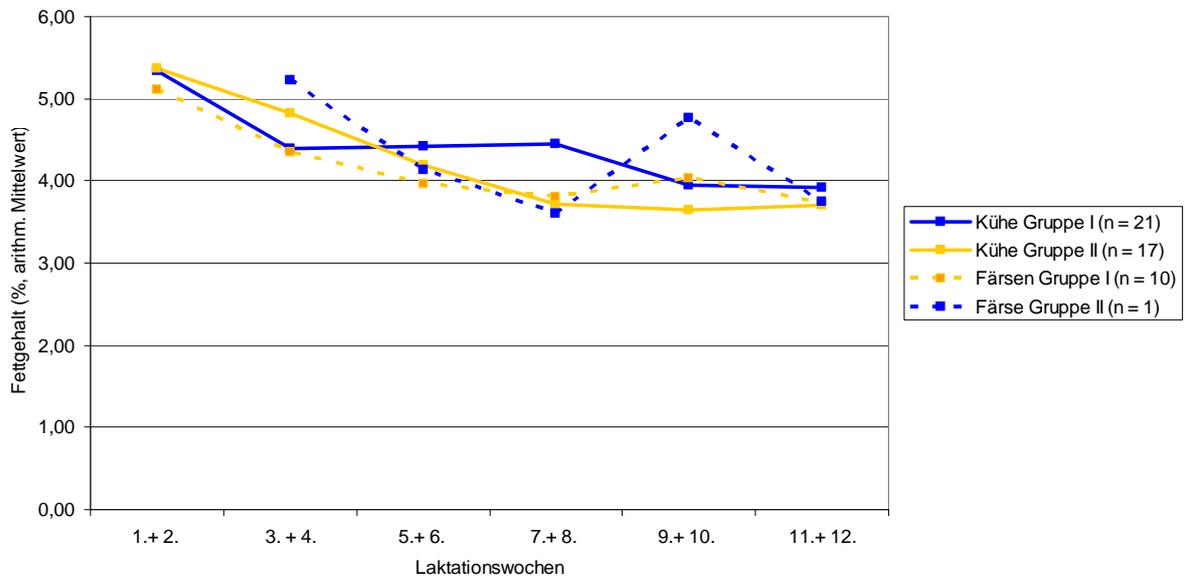


**Abb. 28: Tägliche Milchleistung (ECM) der Färsen und Kühe in beiden Gruppen während der ersten 12 Laktationswochen (Mittelwert und Standardabweichung)**

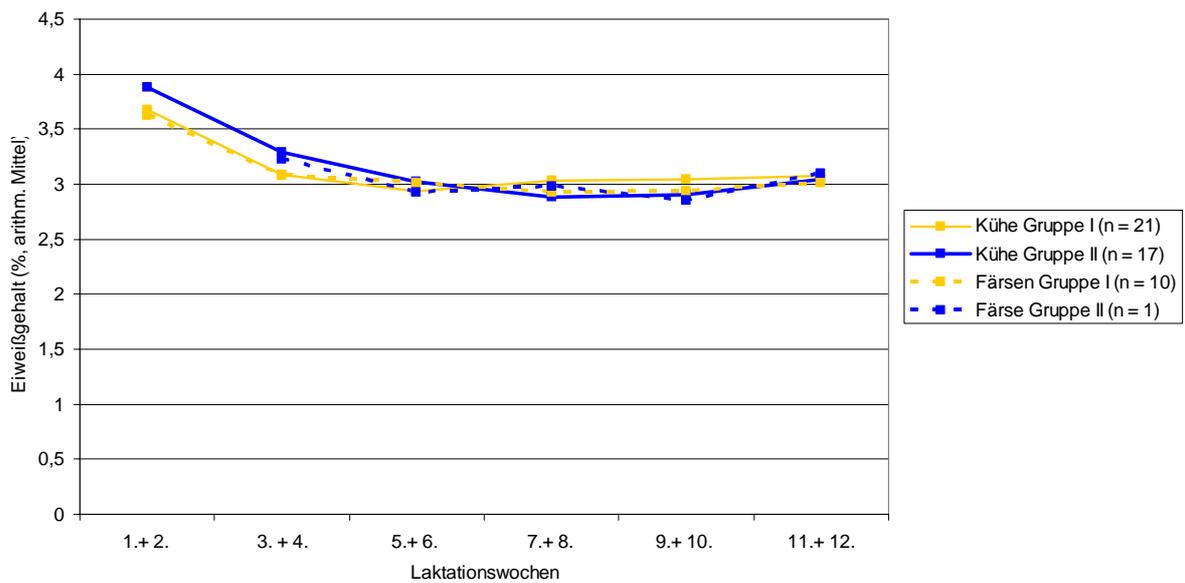
Die zweiwöchig erhobenen tierindividuellen ECM-Werte wurden unter anderem zur Schätzung der Energiebilanzwerte verwendet. Obwohl sich nun die ECM-Verläufe der beiden Gruppen nicht unterscheiden, besteht dennoch der in Kapitel 2.4 dargestellte signifikante Unterschied in den Energiebilanzen zwischen den beiden Gruppen. Dieser Unterschied ist demnach weniger auf die Milchleistung, sondern eher auf die Fütterung zurückzuführen.

Bei den Verläufen der in zweiwöchigen Abständen erhobenen Milchfett-, -eiweiß- und -harnstoffgehalten im Gesamtgemelk (Abb. 29 bis 31) lässt sich weder ein Unterschied zwischen den beiden Gruppen noch zwischen Färsen und Kühe erkennen bzw. absichern. Die Kurvenform spiegelt die bekannten, klassischen Konzentrationsveränderungen vom Milcheiweiß und Fett während der Laktation wieder (u.a. BUCHBERGER, 1979), wobei die Eiweiß-Mittelwerte der vier Gruppen ab der 3. Laktationswoche unter den von NAGEL (1994) empfohlenen Grenzwert von 3,2 % fallen und damit auf einen Energiemangel hindeuten (siehe Kapitel 1.2.1).

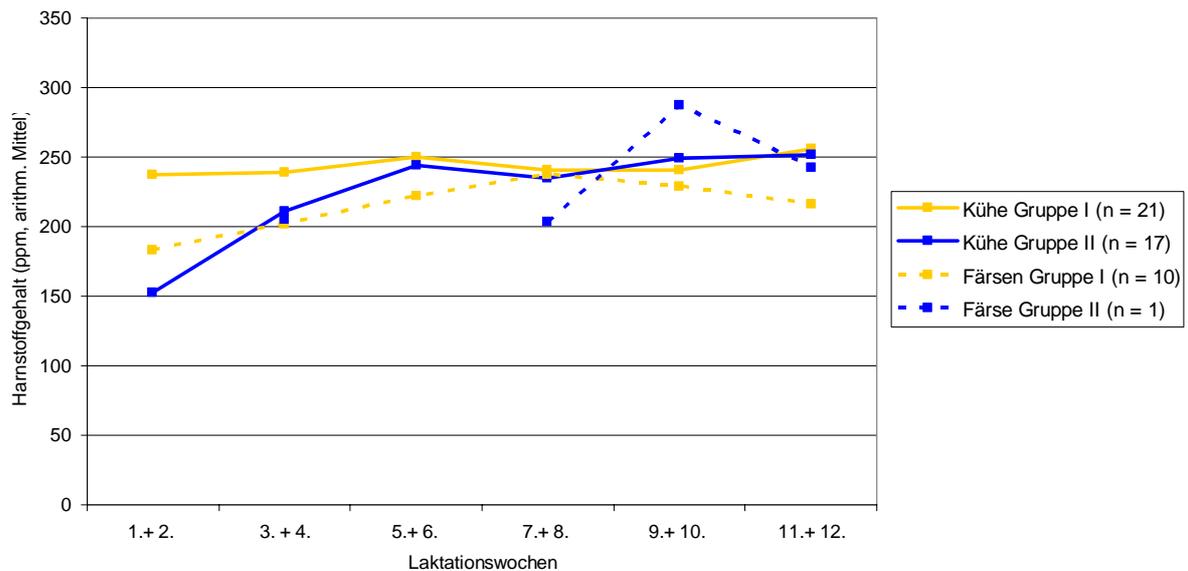
Auch für Harnstoff bestätigen sich im Wesentlichen die bekannten Verlaufskurven, wonach die Werte zu Laktationsbeginn ansteigen. Geringere Milchharnstoffwerte bei Färsen als bei Kühen (GODDEN et al., 2001) deuten sich zwar in den ersten Messungen an. Im Gesamtverlauf war aber kein Unterschied zwischen den Alterklassen darstellbar.



**Abb. 29: Milchfettgehalte bei den Färsen und Kühen in beiden Gruppen während der ersten 12 Laktationswochen (arithmetischer Mittelwert)**



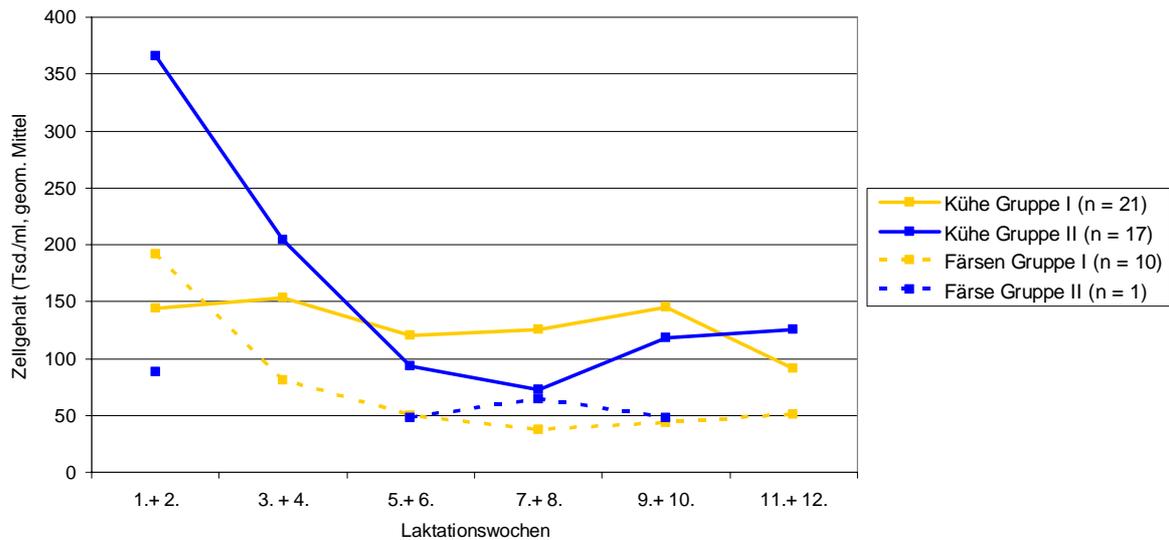
**Abb. 30: Milcheiweißgehalte bei den Färsen und Kühen in beiden Gruppen während der ersten 12 Laktationswochen (arithmetischer Mittelwert)**



**Abb. 31: Milchwahnstoffgehalte bei den Färsen und Kühen in beiden Gruppen während der ersten 12 Laktationswochen (arithmetischer Mittelwert)**

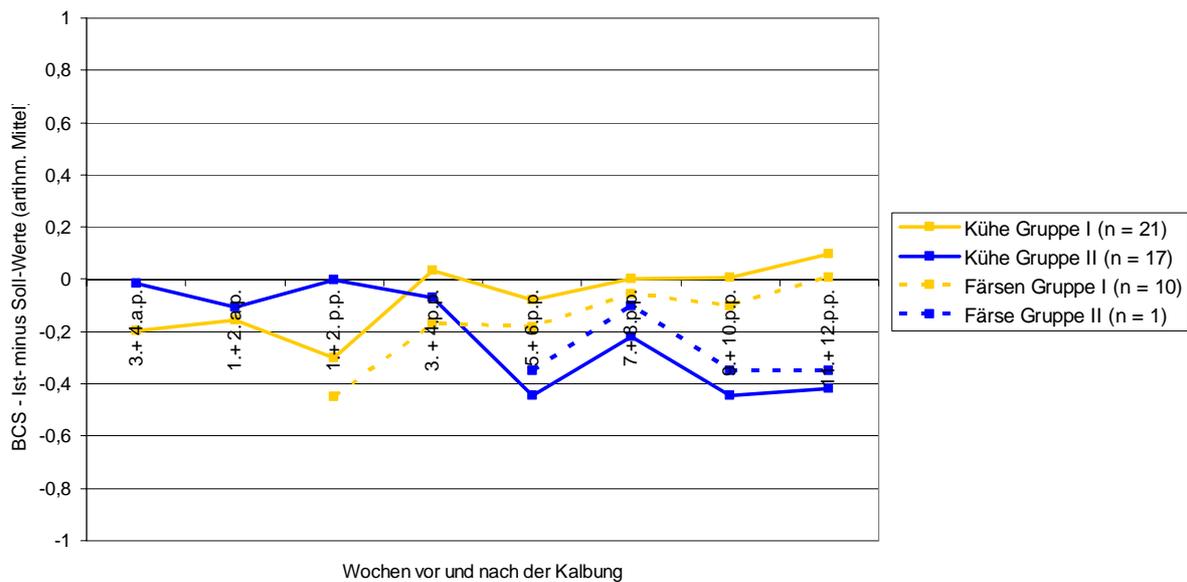
Bei der Betrachtung der Zellgehaltsverläufe im Gesamtgemelk der Tiere aus den einzelnen Gruppen (Abb. 32) fällt auf, dass der geometrische Mittelwert (nicht-normalverteilte Daten) bei den Kühen der Gruppe II bei knapp 400.000 Zellen/ml beginnt, aber in den folgenden Wochen auf das Niveau der anderen Gruppen absinkt. Dieses ist darauf zurückzuführen, dass – wie bereits oben erwähnt – nur drei MLP-Datensätze für die erste und zweite Laktationswoche der konventionell gehaltenen Kühe zur Verfügung standen. Die anderen Kühe würden erst ab der dritten Laktationswoche beprobt.

Auch bei den Zellgehalten können statistisch weder Unterschiede zwischen den beiden Gruppen noch zwischen den Kühen und Färsen festgestellt werden. Zwar hat das Alter bzw. die Laktationsnummer Einfluss auf den Gehalt an somatischen Zellen in der Milch wenn hinreichend große Tierzahlen untersucht werden (u.a. DOHOO & MEEK, 1982), d.h. ältere Tiere haben in der Regel höhere Zellzahlen, aber die Variation ist beträchtlich und somit war nicht zu erwarten, dass sich in der gegenwärtigen Untersuchung signifikante Unterschiede ergeben würden.



**Abb. 32: Milchzellgehalte bei den Färsen und Kühen in beiden Gruppen während der ersten 12 Laktationswochen (geometrischer Mittelwert)**

Neben der MLP wurde ebenfalls alle zwei Wochen die Körperkondition mittels BCS festgehalten und mit den Soll-Werten nach FISCHER und ENGELHARD (1996) – wie bereits in Kapitel 2.1.1 angesprochen – verglichen. In der folgenden Abbildung sind die mittleren Differenzwerte zwischen den erhobenen BCS-Ist-Werten und den jeweiligen Sollwerten der vier Gruppen von der 4. Woche vor der Kalbung bis zur 12. Woche nach der Kalbung dargestellt. Auch bei dieser Abbildung wird aus Gründen der Übersichtlichkeit auf die Angabe der Standardabweichungen verzichtet.



**Abb. 33: Peripartaler Verlauf der BCS-Differenzwerte (Ist- minus Soll-Werte) bei den Färsen und Kühen in beiden Gruppen (4 Wochen a.p. bis 12 Wochen p.p.) (arithmetischer Mittelwert)**

Ein statistischer Vergleich der Daten mittels gemischter Modelle bestätigt die Aussage der Grafik: Zum einen hat die Altersklasse „Kuh oder Färse“ bei den untersuchten Tieren keinen signifikanten Einfluss auf die Höhe der Differenzwerte. Zum anderen lässt sich über den gesamten Zeitraum kein Unterschied zwischen den beiden Gruppen feststellen. Hingegen aber hat die Kalbung einen signifikanten Einfluss ( $p < 0,001$ ) auf den Verlauf der Werte a.p. und p.p.: Während die Kühe der Gruppe I vor bzw. zwei Wochen nach der Kalbung im Mittel geringere BCS-Istwerte als Sollwerte (BCS-Soll peripartal = 3,5) aufweisen, d.h. im Mittel eine geringere Fettgewebsauflage haben als empfohlen, liegen die Werte ab der 3. Woche nach der Kalbung im Bereich der Null-Linie, d.h. Istwerte gleich Sollwerte. Bei den Kühen der Gruppe II verhält es sich umgekehrt: Die BCS-Werte liegen vor und bis zur vierten Woche nach der Kalbung im Bereich der Null-Linie, um ab der fünften Woche p.p. abzufallen, d.h. ab der fünften Woche weisen die Kühe der Gruppe II im Mittel eine geringere Fettgewebsauflage auf – im Vergleich zu der empfohlenen. In diesem Zeitraum, d.h. ab der fünften Woche p.p., unterscheiden sich die Differenzwerte zwischen den beiden Gruppen signifikant ( $p = 0,006$ ).

Der Verlauf der BCS-Werte in den beiden Gruppen steht im Zusammenhang mit den geschätzten Energiebilanzwerten nach der Kalbung (siehe Kapitel 2.4): Die signifikant niedrigeren Energiebilanzen p.p. bei den Kühen der Gruppe II im Vergleich zu den der Gruppe I führen – bei gleichem Milchleistungsniveau – zur vermehrten Fettmobilisation, die sich in einem geringeren BCS-Wert ab der 5. Woche p.p. zeigt.

Inwieweit sich diese vermehrte Fettmobilisation in den metabolischen Blutparametern wieder spiegelt und Zusammenhänge zu den hormonellen und immunologischen Parametern in Blut und Milch zeigt, wird in den folgenden Kapiteln erläutert.

### 3.2 Unspezifische Abwehr: Verlaufskurven der verschiedenen Parameter

In dem folgenden Kapitel soll geklärt werden, inwieweit ein Unterschied zwischen den beiden Gruppen mit verschiedenen Energiebilanzniveaus in den untersuchten Blutparametern, welche die unspezifische Abwehr der Tiere beschreiben, zu erkennen ist.

Die Aufteilung in die zwei Alterklassen wird für die Tiere der Gruppe I beibehalten, bei Gruppe II fließen nur die Kühe (ohne die einzelne Färse) ein.

Zu dieser bisherigen Gruppeneinteilung hinzu kommt eine getrennte Betrachtung der klinisch nicht auffälligen Tiere in dem betrachteten Versuchszeitraum 4 Wochen a.p. bis 12 Wochen p.p.. Entsprechend der in Kapitel 2.2.2 aufgeführten Häufigkeiten von klinischen Erkrankungen ergeben sich daraus die folgenden zwei Gruppen-Varianten:

A) Tiere ohne klinische Erkrankungen (d.h. ohne Infektionen und ohne Stoffwechselerkrankungen)

Gruppe I-Kühe: n = 8

Gruppe II-Kühe: n = 8

Gruppe I-Färsen: n = 6

Um zwischen Infektionskrankheiten und Stoffwechselerkrankheiten differenzieren zu können wurde zudem die folgende Gruppe von Tieren zusammengefasst:

B) Tiere ohne klinisch erkennbare Infektionskrankheiten (d.h. ggf. mit Stoffwechselerkrankheiten)

Gruppe I-Kühe: n = 14

Gruppe II-Kühe: n = 13

Gruppe I-Färsen: n = 6

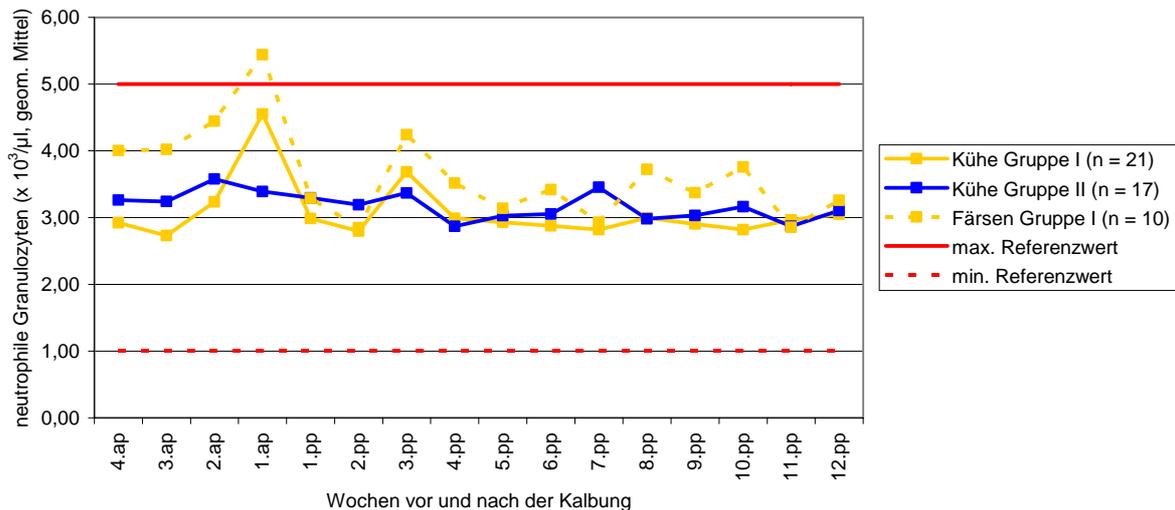
Von den Teilsystemen der unspezifischen Abwehr im Blut werden im folgenden auf zellulärer Ebene die neutrophilen Granulozyten und auf humoraler Ebene das Akute-Phase-Protein Haptoglobin sowie der eng mit dem Immunsystem in Zusammenhang stehende Oxidative Stress analysiert bzw. dargestellt.

Der Abbildung 34 ist zu entnehmen, dass die mittlere Anzahl der neutrophilen Granulozyten (geometrisches Mittel) weitestgehend innerhalb des von dem Untersuchungslabor *VLK GmbH*

angegebenen Referenzbereiches von  $1,0 \times 10^3/\mu\text{l}$  bis  $5,0 \times 10^3/\mu\text{l}$  liegt (die Werte der Färsen sind zum Teil höher).

Ebenfalls wird ersichtlich, dass sich die Mittelwerte der Kühe beider Gruppen mit unterschiedlichen Energiebilanzniveaus ohne erkennbare Unterschiede in einem Wertebereich um  $3,0 \times 10^3/\mu\text{l}$  befinden. Dieses wird auch durch die statistische Analyse mittels Gemischter Modelle bestätigt ( $p = 0,76$ ).

Im Gegensatz dazu sind die beiden Alterklassen voneinander verschieden (die Färsen auf einem höheren Niveau als die Kühe,  $p = 0,003$ ). Des weiteren hat die Kalbung und die damit verbunden Änderung des physiologischen Status Einfluss auf den Verlauf der Granulozytenzahl ( $p < 0,001$ ): Eine Woche ante partum steigt die Granulozytenzahl auf ein höheres Niveau (auf  $4,26 \times 10^3/\mu\text{l}$ , geometrisches Mittel aller Tiere), um post partum wieder abzusinken (1. Woche p.p.:  $3,06 \times 10^3/\mu\text{l}$ , geometrisches Mittel aller Tiere).



**Abb. 34: Anzahl an neutrophilen Granulozyten im Blut in beiden Gruppen (4 Wochen a.p. bis 12 Wochen p.p.) (geometrischer Mittelwert)**

Auch wenn bei dem Verlauf der Anzahl der neutrophilen Granulozyten nur die Tiere ohne klinische Infektionskrankheiten (s.o., Gesamtanzahl = 33), bzw. ohne sichtbare Erkrankungen (also auch ohne Stoffwechselerkrankungen,  $n = 22$ ) betrachtet werden, werden die o.g. Ergebnisse bestätigt:

- Die Tiere der Gruppe I sind nicht von den der Gruppe II verschieden ( $p > 0,14$ ).
- Die Werte der Färsen liegen auf einem höheren Niveau als die der Kühe ( $p = 0,002$ ).
- Die Kalbung hat signifikanten Einfluss auf den zeitlichen Verlauf der Granulozytenzahl ( $p = 0,001$ ).

In der Literatur wird die Peripartalphase generell als eine Phase der Immunsuppression betrachtet (s. Übersichtsarbeit z.B. GOFF & HORST, 1997; BURVENICH et al., 2003). Als ursächlich gelten die geburtsbegleitenden hormonellen Veränderungen, dabei v.a. die Sekretion von Cortisol. Darüber hinaus gilt aber auch die beginnende Laktogenese als zusätzlich immunsupprimierender Faktor (GOFF & HORST, 1997; MEHRZAD et al., 2002). Für die Aktivität der Neutrophilen ist die peripartale Funktionseinschränkung mehrfach belegt: die Fähigkeit zur Aufnahme und zum Abtöten von eindringenden Bakterien sinkt etwa zwei Wochen vor dem Geburtstermin ab und erreicht erst etwa drei Wochen danach wieder ein vergleichbares Niveau (KEHRLI et al., 1989 a und b). Angaben zur Zahl der Granulozyten für den untersuchten Zeitabschnitt finden sich jedoch nicht bzw. nur fragmentarisch (BURVENICH et al., 2003). Die Anzahl an neutrophilen Granulozyten im Blut ist Ergebnis stringenter Regulationsmechanismen, die auf der vorausgehenden Reifung der Zellen im Knochenmark basiert. Diese Reifung dauert etwa 10 bis 14 Tage (BAITON et al., 1971), danach können die Neutrophilen noch einige Tage gelagert werden, bevor sie den Blutstrom erreichen. Dort haben sie aber eine nur kurze Aufenthaltsdauer: die Halbwertszeit beträgt rund 9 Stunden. Der beobachtete Verlauf der Blutkonzentrationen an neutrophilen Granulozyten lässt zwar auf Einflüsse der Geburt schließen, jedoch sind über alle Gruppen keine gleichgerichteten Veränderungen erkennbar. Aufgrund der inter-individuellen Variabilität der Werte, sowie der komplexen Vorgänge, deren Resultat die Zahl der Neutrophilen ist, wären Messungen zur Aktivität der Zellen für die Zusammenhänge mit dem Ernährungsstatus als aussagefähiger zu betrachten als die Angaben zur Zahl der Zellen. Nachdem derartige Analysen aber im Versuch nicht durchführbar waren, kann die Angabe zur Anzahl der neutrophilen Granulozyten, wie auch die Anzahl der Leukozyten insgesamt (Ergebnis nicht dargestellt), zumindest für die Identifizierung von Tieren mit pathologisch veränderten Werten herangezogen werden. Einschränkend dazu ist aber anzumerken, dass das Auftreten klinischer Symptome nur in 3 von 26 Fällen mit erhöhten Leukozytenzahlen (mehr als zwei Wochen über Referenzwert) einherging.

Die Beobachtung, wonach die Färsen im vorliegenden Projekt nahezu durchgängig höhere Granulozytenzahlen aufwiesen als die Kühe wird durch Studien mit Zellfunktionstests unterstützt: demnach beeinflusst die Parität die Aktivität der Neutrophilen. Die peripartale Aktivitätsminderung ist bei Kühen stärker zu beobachten als bei Färsen (MEHRZAD et al., 2002).

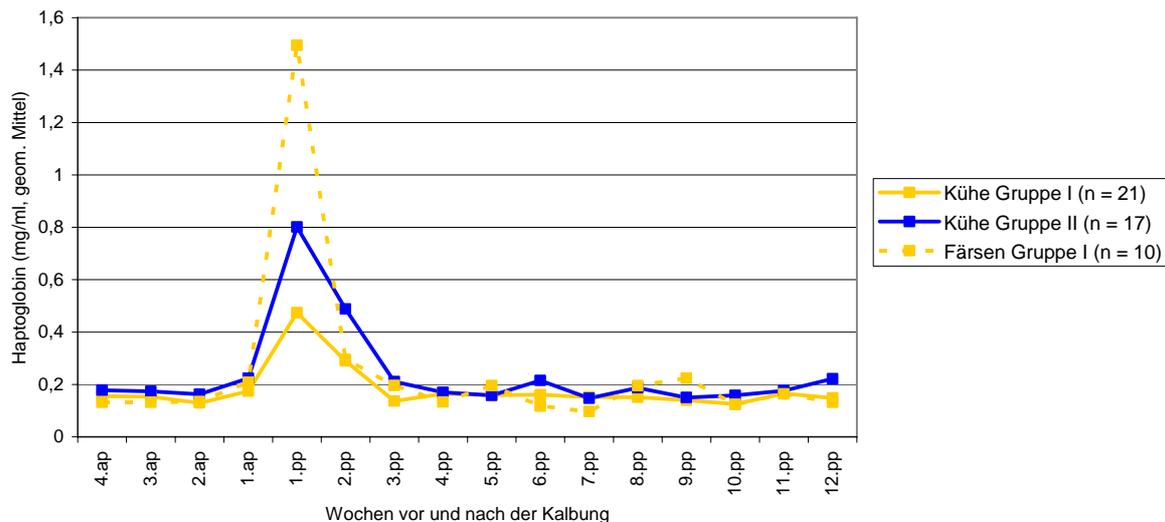
Zusammenhänge zwischen Immunfunktion und energetischer Versorgung wurden mit der Bedeutung der Laktation bereits angesprochen. Beispielhaft seien hier die Arbeiten von HOEBEN et al. (1999) angesprochen: darin wurde *in vitro* gezeigt, dass die Ketokörper  $\beta$ -Hydroxybutyrat und Acetoacetat hemmend auf die Proliferation der Vorläuferzellen der neutrophilen Granulozyten im Knochenmark wirken. Damit ist ein direkter Effekt von

peripartalen ketotischen Veränderungen auf die Anzahl der neutrophilen Granulozyten wahrscheinlich und dieses Phänomen könnte damit an der gesteigerten Anfälligkeit von Kühen für Infektionskrankheiten am Laktationsbeginn beteiligt sein.

Bei der Betrachtung des Verlaufs der Serumkonzentrationen von Haptoglobin in Abbildung 35 fällt zunächst auf, dass das geometrische Mittel der Kühe in Gruppe II tendenziell größer ist als das der Kühe in Gruppe I. Diese Tendenz lässt sich zwar mit den Gemischten Modellen bestätigen, der Unterschied ist dennoch nicht signifikant ( $p = 0,12$ ). Betrachtet man nur den Zeitraum um die Kalbung herum (2. Woche a.p. bis 3. Woche p.p.), ist ebenfalls kein Unterschied abzusichern ( $p = 0,258$ ). Gleiches gilt bei dem Vergleich der Gruppen mit den Tieren ohne klinische Erkrankungen (Gesamtanzahl = 23;  $p = 0,312$ ).

Ebenfalls nicht von einander verschieden verhalten sich die Verläufe der Färsen und Kühe bei den verschiedenen Zeiträumen und Gruppierungen ( $p > 0,517$ ).

Deutlich verändert zeigt sich aber die Haptoglobinkonzentration in Serum durch die Kalbung ( $p < 0,001$ ). Die insgesamt höchsten Werte werden kurz nach der Geburt gemessen.



**Abb. 35: Haptoglobinkonzentration im Blut in beiden Gruppen (4 Wochen a.p. bis 12 Wochen p.p.) (geometrischer Mittelwert)**

Dass beim Rind, wie auch bei anderen Tierarten, die Blutkonzentrationen an positiven Akut-Phase-Proteinen (APPs) um die Geburt herum ansteigen, ist bekannt (u.a. NUNOKAWA et al., 1993; MEGLIA et al., 2005). Für Haptoglobin, das beim Rind das Haupt-APP ist, wurde dies schon vor mehr als 10 Jahren gezeigt (UCHIDA et al., 1993). Für den Anstieg der Haptoglobinserumwerte im geburtsnahen Zeitraum werden zum einen die Gewebelastungen in den Geburtswegen verantwortlich gemacht. Weil aber zum anderen die Haptoglobinwerte nicht nur bei entzündlichen Vorgängen, sondern auch durch massiven

Stress (Transport oder Glucocorticoidgabe) und durch Futterentzug ansteigen, wird auch ein Zusammenhang des peripartalen Anstiegs mit der energetischen Versorgung diskutiert (KATOH et al., 2002). Dies deutet sich auch in den eigenen Daten an, da der Anstieg bei den Kühen der Gruppe II tendenziell geringer war als bei den Kühen der Gruppe I.

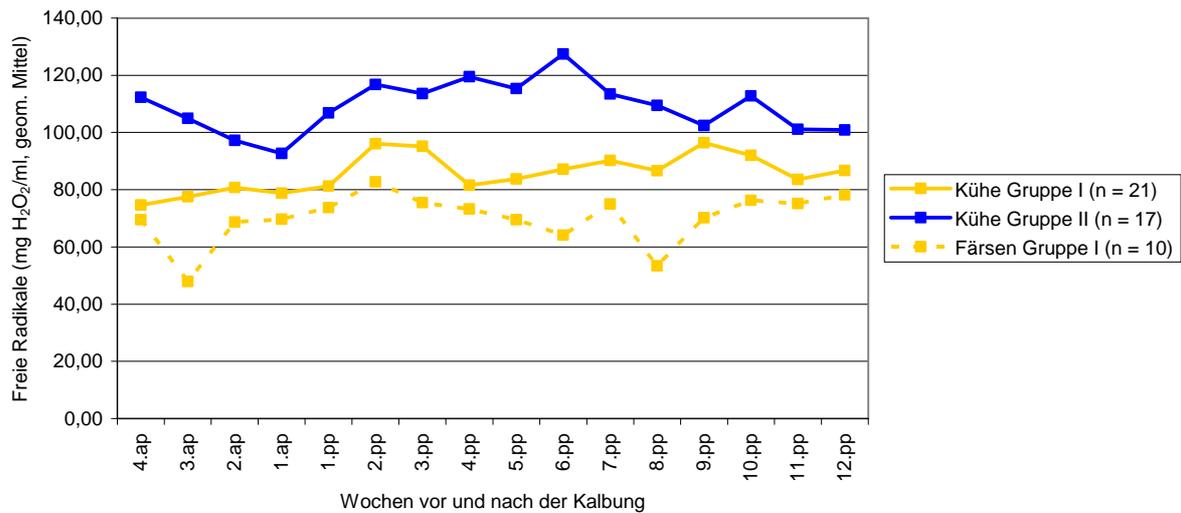
Dass die Parität Einfluss auf die Haptoglobinblutwerte haben könnte, ist nach unseren Daten nicht zu folgern. In der vorhandenen Literatur sind keine diesbezüglichen Daten enthalten.

Zusammenfassend ist demnach bezüglich des Granulozyten- und des Haptoglobingehaltes im Blut nicht anzunehmen, dass die Bewirtschaftungsform einen Einfluss auf diese Parameter der zellulären und humoralen unspezifischen Abwehr hat. Für die energetische Versorgung, die in der Gruppe II schlechter war, deutet sich für Haptoglobin ein solcher Zusammenhang an.

Die Analyse der Freien Radikale als Parameter zur Beurteilung des oxidativen Stresses führt hinsichtlich der Gegenüberstellung der beiden Gruppen mit unterschiedlicher Energiebilanz hingegen zu einer anderen Aussage: Bereits in der Abbildung 36 ist ein deutlicher Unterschied zu erkennen: die Tiere der Gruppe I weisen ein geringeres Niveau an Freien Radikalen (ROM-Werte) im Blut auf als die Tiere der Gruppe II ( $p < 0,001$ ). Der Unterschied zwischen den Kühen wird bei der Betrachtung der Tiere ohne klinische Erkrankungen (Gesamtanzahl = 22) noch größer: Das geometrische Mittel der ROM-Werte aller Kühe der Gruppe II liegt über die 16 Wochen bei rund 110 mg  $H_2O_2/ml$  – mit und ohne den Kühen mit klinischen Erkrankungen. Bei den Kühen der Gruppe I verringert sich hingegen das geometrische Mittel über die 16 Wochen von 85,5 mg  $H_2O_2/ml$  bei allen Gruppe I-Kühen (siehe Abbildung 36) auf 75,6 mg  $H_2O_2/ml$  bei den Gruppe I-Kühen ohne klinische Erkrankungen, d.h. um ca. 11 %.

Zwischen den beiden Alterklassen ist sowohl mit allen als auch nur mit den Tieren ohne klinische Erkrankungen kein signifikanter Unterschied festzumachen ( $p > 0,141$ ).

Auch die Veränderung des physiologischen Status durch die Kalbung bewirkt keine eindeutige Veränderung der ROM-Werte ( $p = 0,124$ ).



**Abb. 36: Gehalte an freien Radikalen (ROM-Werte) im Blut in beiden Gruppen (4 Wochen a.p. bis 12 Wochen p.p.) (geometrischer Mittelwert)**

Der letztgenannte Befund steht etwas im Widerspruch zu kürzlich veröffentlichten Studien, wonach kurz vor der Geburt (4 Tage) ein einzelner, deutlicher Abfall der Werte zu verzeichnen sei (BERNABUCCI et al., 2005). Nachdem aber insgesamt unsere Messungen vom Wertebereich her vergleichbar sind, ist der in unserer Studie durch die Geburt nicht sichtbar veränderte Verlauf der ROM-Werte wahrscheinlich auf die Probenahmesequenzen zu anderen Zeitpunkten zurückzuführen: BERNABUCCI et al. (2005) stellten einen Abfall der Werte am 4. Tag a.p. fest. In der vorliegenden Arbeit war hingegen die Probenahme in der letzten Woche a.p. versuchsbedingt nicht auf einzelne Tage fixiert.

Der Unterschied zwischen den Tieren aus den beiden Gruppen könnte auf die unterschiedlichen Energiebilanzen zurückzuführen sein (siehe Kapitel 2.4). Dafür sprechen Befunde, wonach Kühe mit hohem BCS vor der Geburt und nachfolgend hohem Verlust an Score-Punkten höhere ROM-Werte haben als solche mit moderaten BCS-Veränderungen (BERNABUCCI et al., 2005). Dieser Zusammenhang konnte mit den eigenen Daten nicht statistisch überprüft werden, da in den beiden Gruppen nur jeweils zwei Kühe a.p. einen BCS-Ist-Wert aufwiesen, der über dem BCS-Soll-Wert lag. Nach der Kalbung waren bei den Tieren folgenden Werte (als geometrische Mittelwerte dargestellt) zu finden:

Kühe der Gruppe I über 12 Wochen p.p. = 79,5 mg H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>/ml

Kühe der Gruppe II über 12 Wochen p.p. = 126,2 mg H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>/ml

Ob der Unterschied in der oxidativen Belastung zwischen den beiden Gruppen auf die Energiebilanzen zurückzuführen ist, wird im folgenden Kapitel 3.3 anhand der Blutparameter zur Beurteilung der Stoffwechsel- und Versorgungssituation näher untersucht.

### **3.3 Stoffwechsel- und Versorgungssituation: Verlaufskurven der verschiedenen Parameter**

#### **3.3.1 Metabolische und enzymatische Faktoren**

In diesem Unterkapitel soll mit Hilfe der folgenden Blutparameter die Stoffwechsel- und Versorgungssituation in den beiden Gruppen bzw. mit den verschiedenen Energiebilanzniveaus charakterisiert werden:

- Nicht-veresterte freie Fettsäuren (NEFA)
- $\beta$ -Hydroxybutyrat ( $\beta$ -OH-B)
- Glutamatdehydrogenase-Aktivität (GLDH)

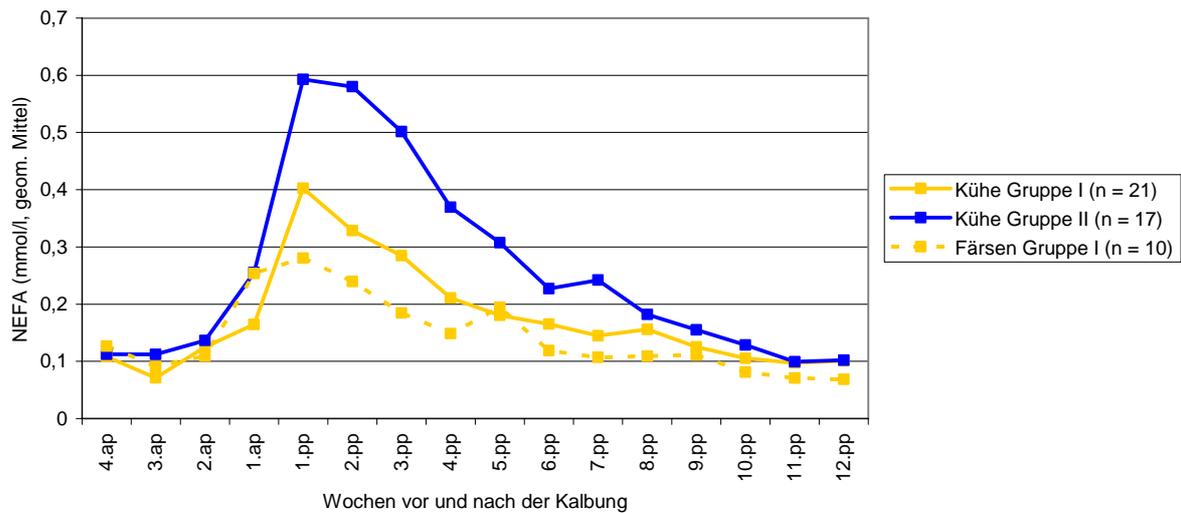
Neben der Einteilung in die beiden Gruppen wird die Aufteilung in die Alterklassen, d.h. in Färsen und Kühe für die Gruppe I beibehalten, bei der Gruppe II fließen nur die Kühe ein (nur eine Färse in der Gruppe II untersucht). Demnach ergibt sich folgende Gruppeneinteilung:

Kühe Gruppe I: n = 21

Kühe Gruppe II: n = 17

Färsen Gruppe I: n = 10

Die folgende Abbildung 37 zeigt den Verlauf der NEFA im peripartalen Zeitraum: Ihre Konzentration steigt zur Kalbung hin an. Die höchsten Werte wurden im Mittel in der ersten Woche p.p. gemessen. Danach sinken die Werte wieder ab und erreichen die Ausgangswerte nach rund 10 Wochen p.p.. Der beobachtete Verlauf ist bis zur Geburt als nahezu klassisch zu betrachten und wird z.B. auch in einer umfassenden Übersichtsarbeit analog gezeigt (GRUMMER, 1993), die dort gezeigten Maximalwerte werden aber in der vorliegenden Studie nicht erreicht. Gleiches gilt für die Vergleichsdaten aus VAZQUEZ-ANON et al. (1994). Als Ursache für den Anstieg gelten zum einen die sinkende Futteraufnahme, zum anderen die hormonellen Veränderungen vor, während und nach der Geburt. Das Absinken der NEFA-Konzentrationen auf die Werte, die 3 bis 4 Wochen vor der Kalbung gemessen wurden, ist in unserer Studie im Vergleich zu VAZQUEZ-ANON et al. (1994), STUDER et al. (1992) und BERTICS et al. (1992) etwas verzögert: in diesen Arbeiten werden die Ausgangsniveaus bereits nach rund 4 Wochen annähernd wieder erreicht. Hingegen finden GREENFIELD et al. (2000), dass erst nach rund 8 bis 9 Wochen p.p. die Basalwerte wieder erreicht werden.



**Abb. 37: NEFA-Serumkonzentrationen in den beiden Gruppen (4 Wochen a.p. bis 12 Wochen p.p.) (geometrische Mittelwerte)**

Bei Zugrundelegung des – bisher angewandten – Grenzwertes von 0,6 mmol/l zeigten in der 1. und 2. Woche p.p. nur einzelne Kühe erhöhte NEFA-Werte. In der neueren Literatur werden hingegen niedrigere NEFA-Werte zur Erkennung gesundheitsgefährdeter Kühe genannt: so schlägt VAN SAUN (2004)  $\geq 0,4$  mmol/L während drei Wochen vor der Geburt oder 4 Wochen nach der Geburt als Indikator für Gesundheitsgefährdungen vor. Werte  $\geq 0,5$  mmol/l sind nach LEBLANC et al. (2005) geeignet, Tiere zu identifizieren, die ein erhöhtes Risiko haben an Labmagenverlagerung zu erkranken. Bei Betrachtung der ersten Woche p.p. erreichten 22,6 % der Tiere aus der Gruppe I NEFA-Werte  $\geq 0,5$  mmol/l. In der Herde der Gruppe II war der Anteil hingegen höher: hier lagen bei 61,1% der Tiere über diesen Wert erhöhte NEFA-Konzentrationen vor.

Zwischen den Färsen und Kühen konnte über die gesamten 16 Wochen kein signifikanter Unterschied ermittelt werden ( $p = 0,264$ ). Ein tendenziell signifikanter Unterschied zwischen den beiden Altersklassen ist abzusichern, werden nur die 12 Wochen post partum analysiert ( $p = 0,07$ ). Der geringere NEFA-Anstieg bei den Färsen entspricht der Aussage von MEIKLE et al. (2004), wonach die Zunahme der NEFA-Konzentration vor der Kalbung geringer als bei höheren Laktationsnummern ist. Dass die NEFA-Zunahme sich aber bei Erstlaktierenden über längere Zeit erstreckt als bei Kühen (MEIKLE et al., 2004), kann durch die eigenen Ergebnisse nicht bestätigt werden.

Bezüglich der Gruppenunterschiede wird bereits aus der Abbildung 37 ersichtlich, dass die Verläufe der NEFA-Mittelwerte (geometrisches Mittel) kurz vor der Kalbung bis zur siebten Woche p.p. unterschiedlich sind. Dieser Unterschied lässt sich über den gesamten peripartalen Zeitraum (16 Wochen) signifikant absichern ( $p = 0,005$ ) und ist wahrscheinlich auf das

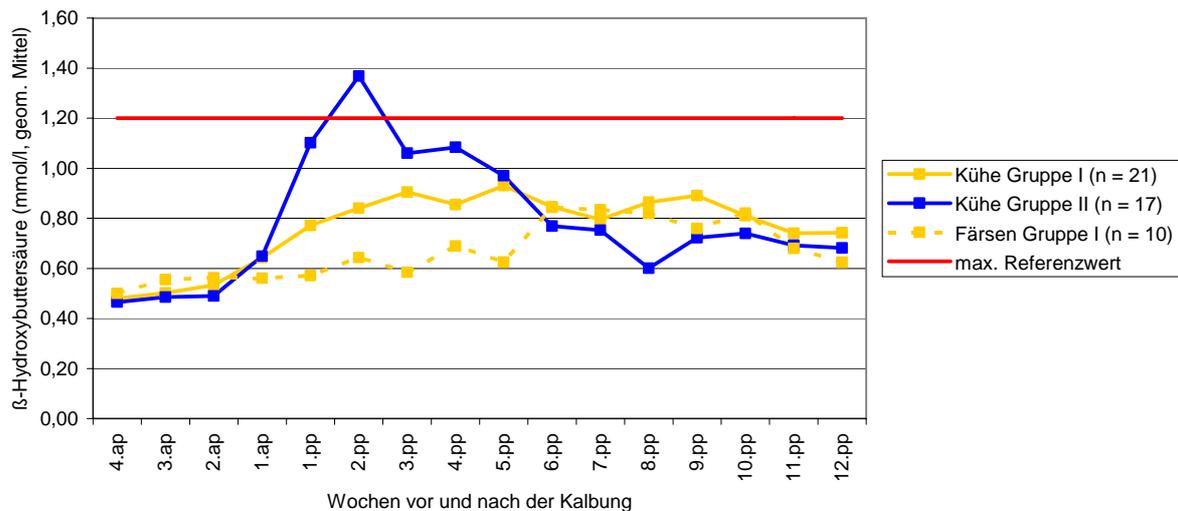
unterschiedliche Fütterungsregime sowie den daraus resultierenden stärker negativen Energiebilanzen in der Gruppe II zurückzuführen. Die höhere NEFA-Blut-Konzentration ist einer vermehrten Fettmobilisation zuzurechnen. Der Grund dafür ist nicht in einem höheren Leistungsniveau zu suchen, da in Kapitel 3.1 abgesichert wurde, dass zwischen den Gruppen kein Unterschied in der Milchleistung bestand. Vor der Kalbung wurden die Tiere in beiden Gruppen ähnlich gefüttert und wiesen auch in den BCS-Differenzwerten keinen signifikanten Unterschied auf (siehe Kapitel 3.1).

Aus dem Abbau von Körperfett resultiert zum einen eine erhöhte Konzentration von NEFAs und zum anderen – durch den erhöhten Verbrauch von Oxalacetat für die Glukosebildung – ein höherer Gehalt an Acetyl-CoA und den daraus entstehenden Ketokörpern im Blut. Die Konzentration des Ketonkörpers  $\beta$ -Hydroxybutyrat ( $\beta$ -OH-B) im Blut der untersuchten 48 Tiere ist in der folgenden Abbildung 38 dargestellt.

Entsprechend den Ergebnissen der geschätzten Energiebilanzen und der NEFA-Konzentration im Blut besteht auch für diesen Parameter ein Unterschied zwischen den beiden Gruppen. Dieser Unterschied ist aber nur in dem Zeitfenster 1. Woche p.p. bis 5. Woche p.p. signifikant abzusichern ( $p = 0,003$ ). Über den gesamten Untersuchungszeitraum unterscheiden sich die beiden Gruppen nicht ( $p = 0,286$ ).

Wie aus der Abbildung ersichtlich, ändert sich der Verlauf des  $\beta$ -OH-B-Gehaltes im Serum mit dem Zeitpunkt der Kalbung. Diese Veränderung lässt sich statistisch absichern mit  $p < 0,001$  und ist auf die gleichen Zusammenhänge wie bei den NEFAs zurückzuführen: Die Konzentration an  $\beta$ -OH-B steigt mit Einsetzen der Laktation und dem damit einhergehenden gesteigerten Energiebedarf an (DEOPEL et al., 2002; VAZQUEZ-ANON et al. 1994). Im Vergleich zu der NEFA-Konzentration ist jedoch die Zunahme eine Woche zeitverzögert. Zum Zeitpunkt der Kalbung ist die  $\beta$ -OH-B-Konzentration noch relativ gering (MEIKLE et al., 2004; VAZQUEZ-ANON et al., 1994).

Die Abbildung zeigt, dass die Mittelwerte der  $\beta$ -OH-B-Serumkonzentrationen bei den Färsen zeitweise auf einem geringeren Niveau liegen, als die der Kühe. Über den gesamten Betrachtungszeitraum lässt sich dieser Unterschied aber nicht absichern ( $p = 0,7$ ). Auch bei der Analyse des Zeitraums 1. Woche p.p. bis 5. Woche p.p. ist kein signifikanter Unterschied zwischen den beiden Altersklassen zu ermitteln ( $p = 0,165$ ). In der Literatur wird das Ketoserisiko von Färsen im Vergleich zu Kühen widersprüchlich dargestellt: so stellten REMOND et al. (1991) sowie DETILLEUX et al. (1994) bei Färsen eine höhere Prävalenz für subklinische Ketosen fest. In einer neueren Studie wurde hingegen bei erstlaktierenden Tieren ein geringeres Ketoserisiko beobachtet (GILLUND et al., 2001).

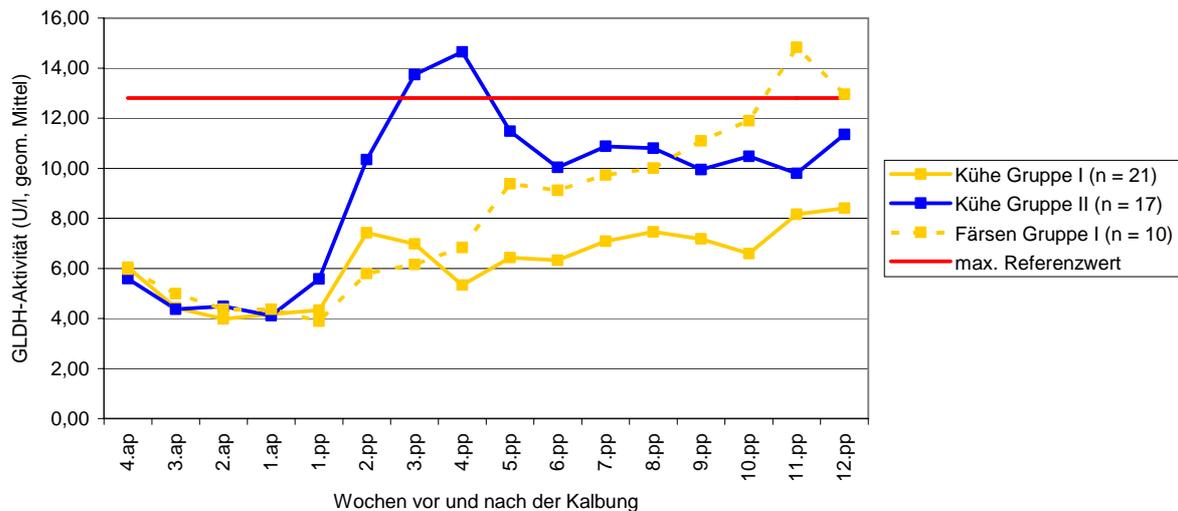


**Abb. 38:  $\beta$ -OH-B-Serumkonzentrationen in den beiden Gruppen (4 Wochen a.p. bis 12 Wochen p.p.) (geometrische Mittelwerte)**

Die GLDH-Aktivität steht in Zusammenhang mit dem N-Umsatz und daher auch indirekt mit der Energieversorgung. In der eigenen Untersuchung unterschieden sich weder die beiden Gruppen ( $p = 0,555$ ) noch die Altersklassen ( $p = 0,995$ ) in der GLDH-Aktivität über den gesamten Untersuchungszeitraum. Auch nur bei der Betrachtung des Zeitraumes nach der Kalbung lassen sich keine signifikanten Unterschiede festmachen. Das ist darauf zurückzuführen, dass die Variationen innerhalb der Gruppen so groß sind, dass sich der in Abbildung 39 darstellende Unterschied nicht statistisch absichern lässt.

Bei der Betrachtung aller Tiere – unabhängig von der Gruppenzuteilung – überschreiten mehr als 20 Kühe und Färsen im Laufe der 16 Wochen mehrmals den vom Labor angegebenen Referenzwert von 12,8 U/l. Der von KRAFT und DÜRR (1999) bzw. der von BOYD (1962) angegebene Grenzwert von 30 bzw. 31 U/l wird über mehrere Wochen nur von zwei Färsen der Gruppe I und drei Kühen der Gruppe II überschritten. Kurzfristige gering gradige Aktivitätserhöhungen sind nach KRAFT und DÜRR (1999) ohne nennenswerte klinische Relevanz.

Der in der Abbildung 39 gezeigte Anstieg der GLDH-Aktivität nach der Kalbung in allen drei Gruppen lässt sich statistisch absichern: die Änderung des physiologischen Status durch die Kalbung hat auf den Verlauf der GLDH-Aktivität einen signifikanten Einfluss ( $p < 0,001$ ).



**Abb. 39: GLDH-Aktivität im Blut in den beiden Gruppen (4 Wochen a.p. bis 12 Wochen p.p.) (geometrische Mittelwerte)**

Die hier beobachteten GLDH-Aktivitätsveränderungen stimmen weitgehend mit der Literatur überein: TREACHER & COLLIS (1977) haben einen Anstieg der GLDH-Aktivität nach der Kalbung beschrieben. In ihrer Studie werden aber 3- bis 7-fach höhere Werte als vor der Kalbung in einem Zeitraum von 7 bis 17 Wochen nach der Geburt genannt, wobei die GLDH-Werte sich als von der Proteinversorgung der Tiere abhängig zeigten. HOEDEMAKER et al. (2004) berichten vor der Kalbung Werte im Bereich von 5 – 10 U/L, danach steigen die Werte und erreichen in der dritten Woche p.p. ein Maximum bei etwa 20 U/L. Die Ausgangswerte von a.p. waren dabei nach 11 Wochen p.p. noch nicht wieder erreicht.

Um zu klären, in wie weit die bisher genannten Stoffwechselfparameter miteinander in Beziehung stehen, wurde in der folgenden Datenanalyse – losgelöst von der bisherigen Gruppeneinteilung – der Ketokörper  $\beta$ -OH-B als Referenzparameter verwendet. Die 48 Tiere (ohne die konventionelle Färse) wurden dazu in zwei Klassen eingeteilt:

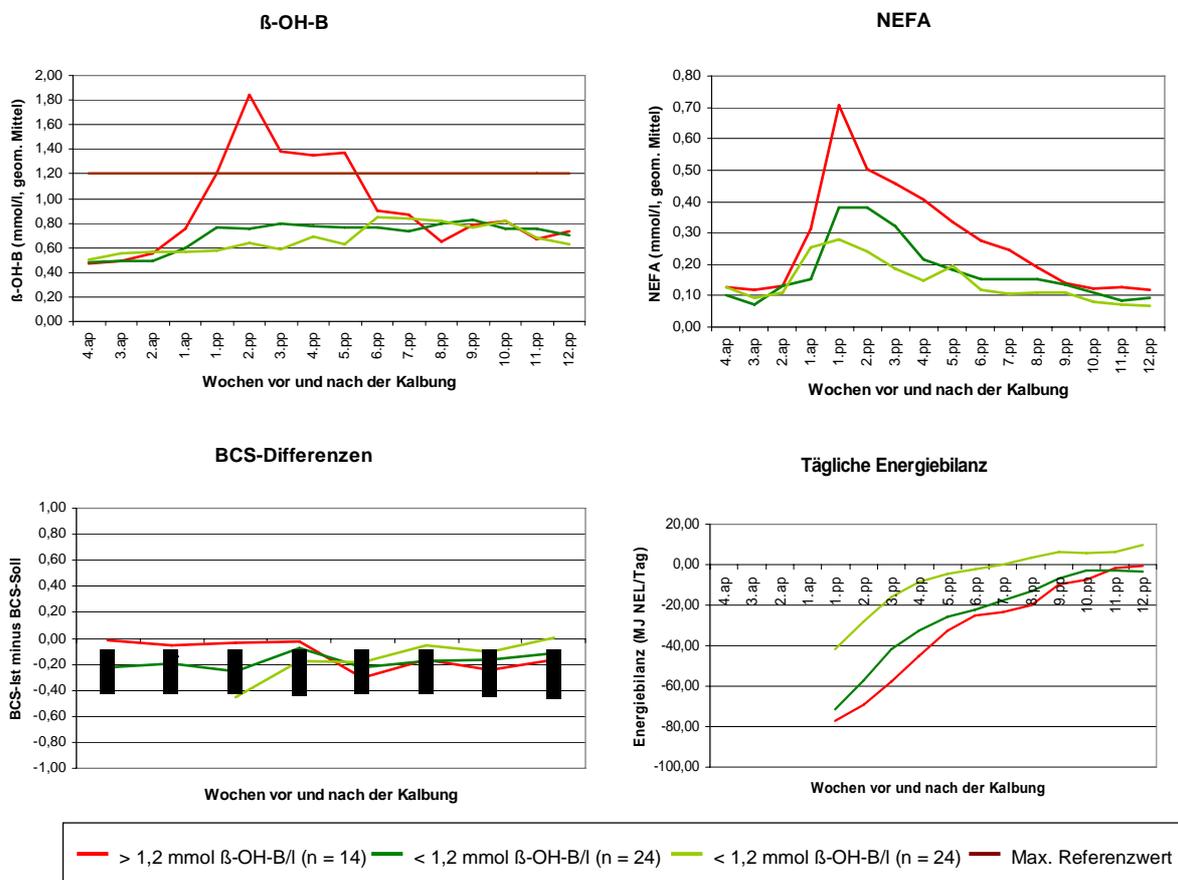
1.  $\beta$ -OH-B-Wert > 1,2 mmol/l in der 2. Woche p.p. und
2.  $\beta$ -OH-B-Wert < 1,2 mmol/l in der 2. Woche p.p..

Der Grenzwert von 1,2 mmol/L ist verschiedenen Arbeiten entnommen (NIELEN et al., 1994; DUFFIELD et al., 1997; ENJALBERT et al., 2001). Die 2. Woche p.p. wurde aufgrund der Zeitverzögerung der  $\beta$ -OH-B-Reaktion im Vergleich zu dem Anstieg der NEFA-Werte gewählt (siehe Abbildungen 37 und 38).

In die erstgenannte Klasse fallen insgesamt 14 Kühe, davon 4 Kühe aus der Gruppe I und 10 aus der Gruppe II. Da die 10 Färsen der Gruppe I alle der zweitgenannten Klasse angehören, werden sie im Folgenden noch separat dargestellt.

Mit Hilfe der Gemischten Modellen wird, neben dem Einfluss der Altersklasse und der Änderung des physiologischen Status durch die Kalbung in erster Linie der Zusammenhang mit den Parametern NEFA, GLDH, geschätzte Energiebilanz sowie den BCS-Differenzwerte statistisch analysiert. Die Verläufe der vier Parameter sind in der folgenden Abbildung dargestellt.

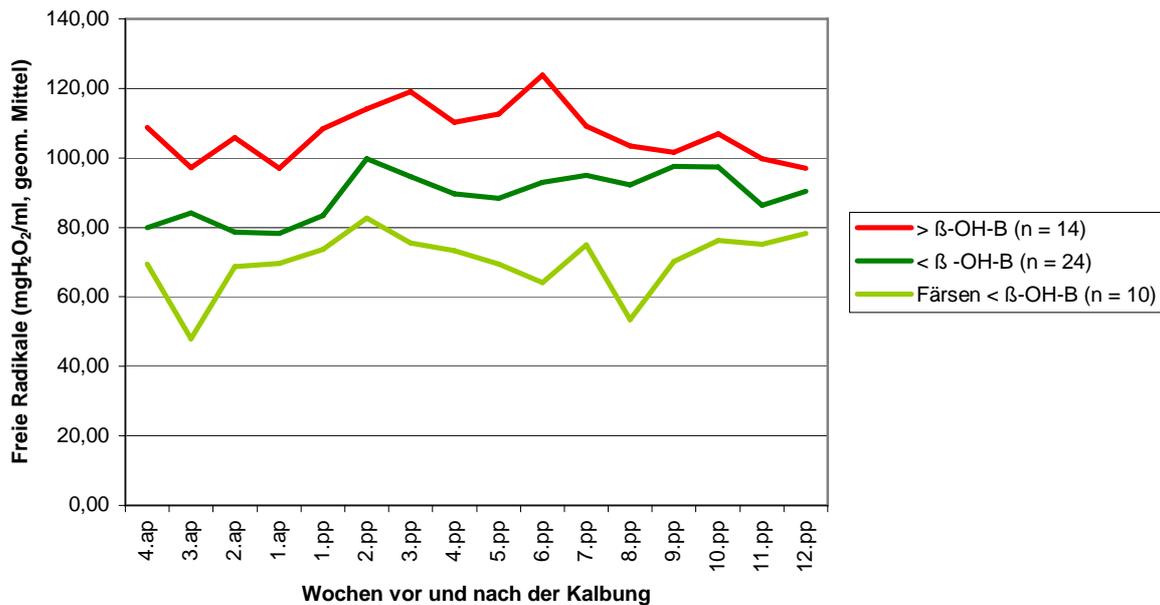
Bei der NEFA-Konzentration, den geschätzten Energiebilanzen und den BCS-Differenzen lässt sich ein (tendenzieller) signifikanter Zusammenhang zu den beiden Ketokörperklassen herstellen (NEFA:  $p < 0,001$ , geschätzte Energiebilanz:  $p = 0,059$ , BCS-Differenzen:  $p = 0,088$ ).



**Abb. 40: β-OH-B- und NEFA-Konzentrationen, BCS-Differenzwerte und geschätzte Energiebilanzen der nach den β-OH-B-Klassen gruppierten Tiere (4 Wochen a.p. bis 12 Wochen p.p.) (geometrischer Mittelwert)**

Die folgende Abbildung 41 zeigt den Verlauf der Freien Radikale, welche im Zusammenhang mit der unspezifischen Abwehr zu sehen sind, in den beiden β-OH-B-Klassen. Auch bei diesem Parameter ist ein deutlicher Unterschied zwischen den Klassen größer 1,2 mmol β-

OH-B/l (in der 2. Woche p.p.) und kleiner 1,2 mmol/l zu erkennen und abzusichern ( $p = 0,007$ ). Ein Unterschied zwischen den beiden Gruppen war für diesen Parameter bereits sichtbar geworden. Mit diesem Ergebnis wird erneut bestätigt, dass der Unterschied zwischen den Gruppen vielmehr von dem Ausmaß der Ketogenese abhängig ist. Ein derartiger Zusammenhang war von BERNABUCCI et al. (2005) anhand von BCS-Daten bereits gezeigt worden.



**Abb. 41: Konzentration an Freien Radikalen im Blut der nach den  $\beta$ -OH-B-Klassen gruppierten Tiere (4 Wochen a.p. bis 12 Wochen p.p.) (geometrischer Mittelwert)**

Zusammenfassend ist festzuhalten, dass – im Vergleich zu der Gruppeneinteilung nach der geschätzten Energiebilanz – anhand der Blutwerte zu den metabolischen Parametern die tierindividuelle Adaptation an den Laktationsbeginn besser charakterisiert werden kann. Die Einteilung anhand der  $\beta$ -OH-B-Werte ist (retrospektiv) geeignet, besonders belastete Tiere zu identifizieren. Analog gilt dies für eine Einteilung in NEFA-Klassen (hier nicht gezeigt), bzw. spiegelt sich die Validität dieser Beurteilung auch in den Verlaufskurven der anderen, hier gezeigten Parameter wider.

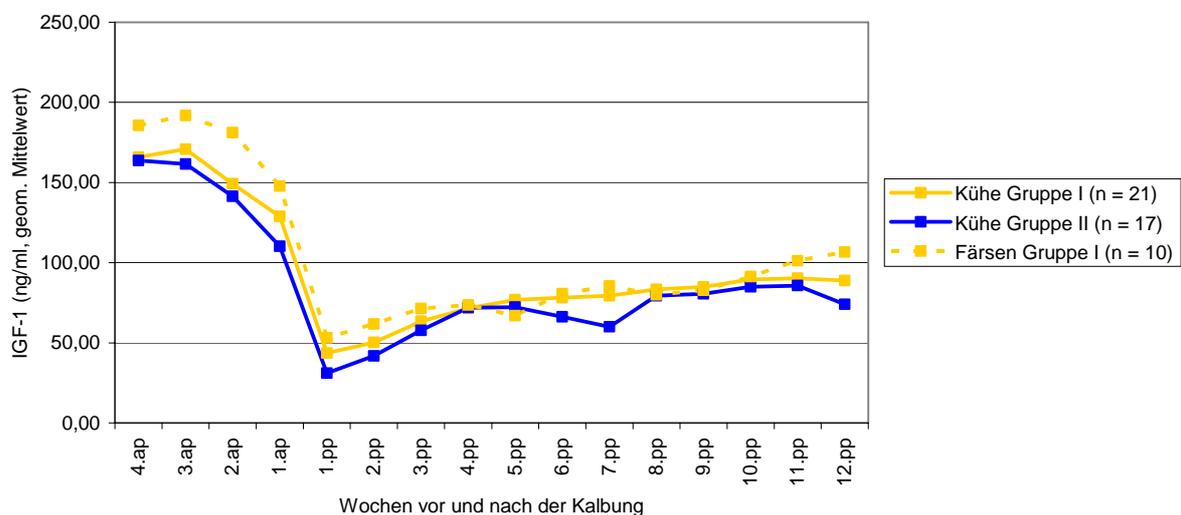
Neben den Vorteilen, die eine rechtzeitige Erkennung von gefährdeten Tieren in der Praxis bietet, steht aber mit einer Klassifizierung anhand der Blutwerte auch ein Instrument zur Verfügung, anhand dessen Zusammenhänge mit Gesundheit, speziell mit Eutergesundheit (siehe Kapitel 3.4.2) auch fundiert dargestellt werden können.

Weil die oben genannten Unterschiede zwischen den  $\beta$ -OH-B-Klassen auf das Fütterungsmanagement zurückzuführen sind, erfolgt in dem Kapitel 3.4 die Beurteilung der Eutergesundheit zu meisten Teilen ebenfalls losgelöst von der Einteilung in ökologisch und konventionell. Vielmehr werden mit den Milch-Parametern LDH-Aktivität und Haptoglobin Klassen gebildet, mit deren Hilfe Zusammenhänge zu den Stoffwechsel- und anderen Parametern untersucht werden.

### 3.3.2 Metabolisch relevante Hormone

Im untersuchten Zeitraum zeigt der Wachstumsfaktor IGF-1 einem steilen Abfall der Konzentrationen nach der Kalbung: von ca. 170 ng/ml im geometrischen Mittel über alle untersuchten Tiere auf 40 ng/ml in der ersten Woche p.p.. (siehe Abbildung 42). Bis zur 12. Woche p.p. steigt die IGF-1-Konzentration kontinuierlich auf ca. 80 ng/ml an. Der Einfluss der Kalbung ist signifikant abzusichern ( $p < 0,001$ ). Ebenfalls signifikant, wenn auch in der Abbildung nicht so deutlich sichtbar, ist der Unterschied zwischen den Kühen und den Färsen ( $p = 0,025$ ). Ein analoger Verlauf ist vielfach gezeigt und bestätigt worden (z.B. SCHAMS et al., 1991; RADCLIFF et al., 2003; PUVOGEL et al., 2005).

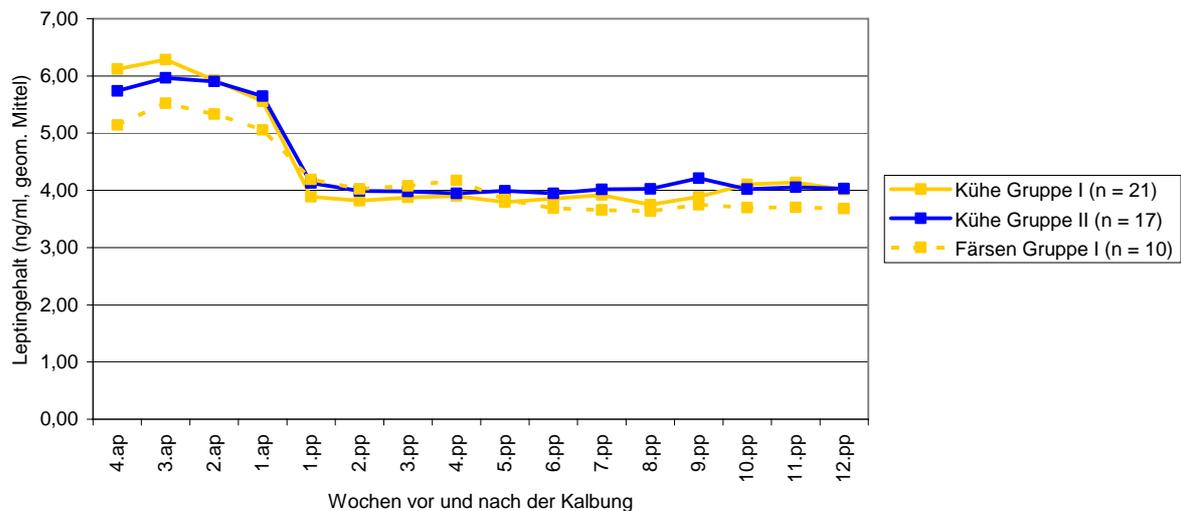
Zwischen den beiden Gruppen besteht kein signifikanter Unterschied in der IGF-1-Konzentration.



**Abb. 42: IGF-1-Konzentration im Blut in den beiden Gruppen (4 Wochen a.p. bis 12 Wochen p.p.) (geometrischer Mittelwert)**

Auch für Leptin, dessen Verlauf ebenfalls einen Abfall nach der Kalbung aufweist (Abbildung 43), ist ein Unterschied zwischen den Gruppen nicht feststellbar. Ein Absinken der Werte wird hier etwa zwei Wochen a.p. deutlich: ausgehend von ca. 6 ng/ml im geometrischen Mittel über alle untersuchten Tiere vor der Kalbung werden hingegen in der ersten Woche p.p. rund 4 ng/ml erreicht. Der Einfluss der Kalbung ist wie für IGF-1 ebenfalls signifikant abzusichern ( $p < 0,001$ ).

Die Abbildung macht des Weiteren deutlich, dass auch die Altersklasse keinen signifikanten Einfluss auf die Leptin-Konzentrationen hat.



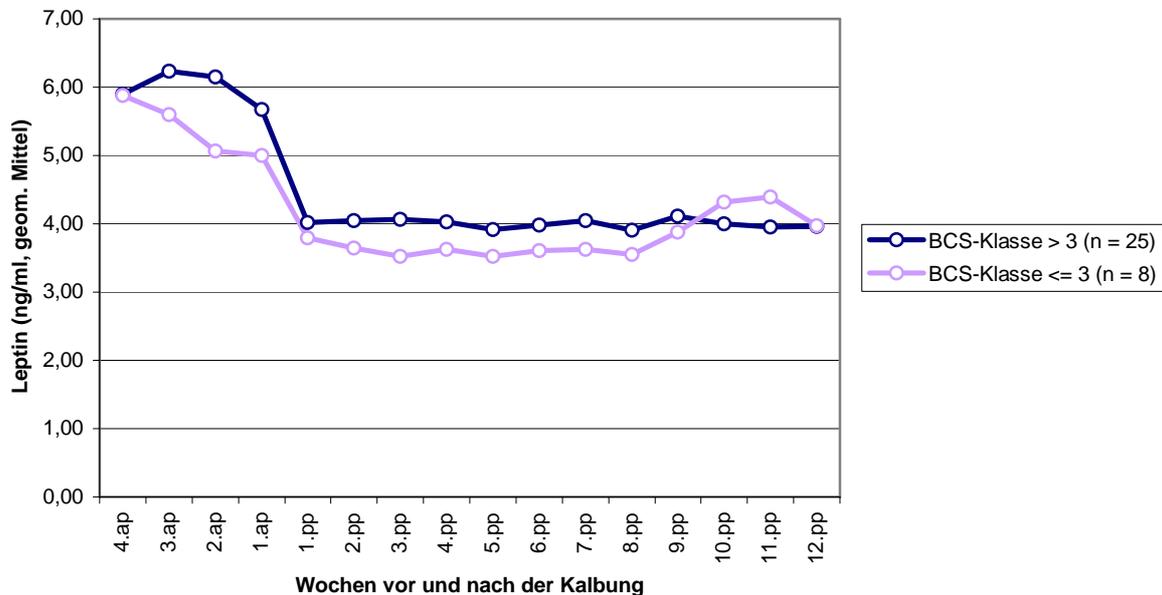
**Abb. 43: Leptin-Blutkonzentrationen in den beiden Gruppen (4 Wochen a.p. bis 12 Wochen p.p.) (geometrischer Mittelwert)**

Die mit der Geburt abfallenden Leptinwerte stehen mit der Literatur in Einklang: Ein derartiger Abfall ist für Milchvieh, aber auch für andere Wiederkäuerarten vielfach belegt (siehe Übersichtsarbeit bei CHILLIARD et al., 2005).

DELEVAUD et al. (2002) zeigten auf, dass die Leptinblutwerte vom Körpergewicht und vom Körperfettgehalt abhängig sind. Ein Zusammenhang zwischen den BCS-Einstufungen und den Leptinwerten a.p. konnte auch in der vorliegenden Studie für die Kühe ab der zweiten Laktation bestätigt werden: Mit Hilfe des Gemischten Modells wurde überprüft, inwieweit die BCS-Werte der Kühe vor der Kalbung im Zusammenhang mit dem Leptin-Verlauf vor und nach der Kalbung zu sehen sind. Dabei zeigte sich, dass die BCS-Werte vor der Kalbung einen signifikanten Einfluss auf die Höhe des Leptin-Verlaufs haben ( $p = 0,002$ ). Dieses Ergebnis wird in der folgenden Abbildung mit Hilfe zweier BCS-Klassen dargestellt. Dabei sei aber darauf hinzuweisen, dass in der Auswertung die einzelnen BCS-Werte berücksichtigt wurden und nicht die in der Abbildung dargestellte Klassenzugehörigkeit.

Für die Abbildung wurden die Kühe (ohne die Färsen) in die folgenden Klassen eingeteilt:

1. BCS > 3,0 in der 1./2. Woche a.p. und
2. BCS ≤ 3,0 in der 1./2. Woche a.p..



**Abb. 44: Leptin-Blutkonzentrationen in den beiden BCS-Klassen (1./2. Woche a.p.) im Zeitraum von 4 Wochen a.p. bis 12 Wochen p.p. (geometrischer Mittelwert)**

Für IGF-1 ergab sich ebenfalls ein signifikanter Einfluss der BCS-Werte in der 1./2. Woche vor der Kalbung auf den Verlauf der IGF-1-Konzentration von vier Wochen a.p. bis 12 Wochen p.p. ( $p = 0,028$ ) – nur in umgekehrter Richtung, d.h. je geringer der BCS-Wert umso höher der IGF-1-Wert.

Daher ist es denkbar, die Bestimmung von Leptin und/oder IGF-1 zur Beurteilung des Körperfettanteils heranzuziehen. Nach entsprechenden weiteren Untersuchungen zur Ermittlung von Grenzwerten könnten diese metabolisch relevanten Hormone die Option bieten, auch bei fehlenden oder nur lückenhaft vorliegenden Daten zum BCS und/oder zum Körpergewicht entsprechende Aussagen zu treffen.

Bei der Auswertung der Leptin- und IGF-1-Konzentrationen in den – in Kapitel 3.3.1 beschriebenen –  $\beta$ -OH-B-Klassen kann nur zu IGF-1 ein tendenziell signifikanter Zusammenhang hergestellt werden ( $p = 0,078$ ): die IGF-1-Konzentration der Kühe mit einem  $\beta$ -OH-B-Gehalt von über 1,2 mmol/l in der 2. Woche p.p. verläuft (tendenziell) auf einem niedrigeren Niveau als die IGF-Konzentration der Kühe (und Färsen) in der anderen  $\beta$ -OH-B-

Klasse. Bezüglich der Leptin-Konzentration lässt sich kein signifikanter Zusammenhang zu den  $\beta$ -OH-B-Klassen herstellen.

In der Literatur finden sich keine analogen Studien. Bislang wurden ausschließlich BCS-Klassen verglichen, eine Gruppierung der Tiere anhand der  $\beta$ -OH-B- oder NEFA-Werte in Hinblick auf die IGF-1- und Leptinwerte ist unseres Wissens nicht publiziert.

### 3.4 Eutergesundheit

#### 3.4.1 Ergebnisse und Verlaufskurven der untersuchten Parameter

##### Bakteriologische Untersuchung der Viertelgemelksproben

Da aus finanziellen Gründen keine wöchentliche Untersuchung möglich war, diente die Probenentnahme und -analyse in der zweiten und zwölften Laktationswoche nur der Erfassung der pathogenen Mastitiserreger, welche in den beiden Gruppen eine Rolle spielen. Die folgenden wichtigsten Mastitiserreger(gruppen) wurden in den Viertelgemelksproben gefunden:

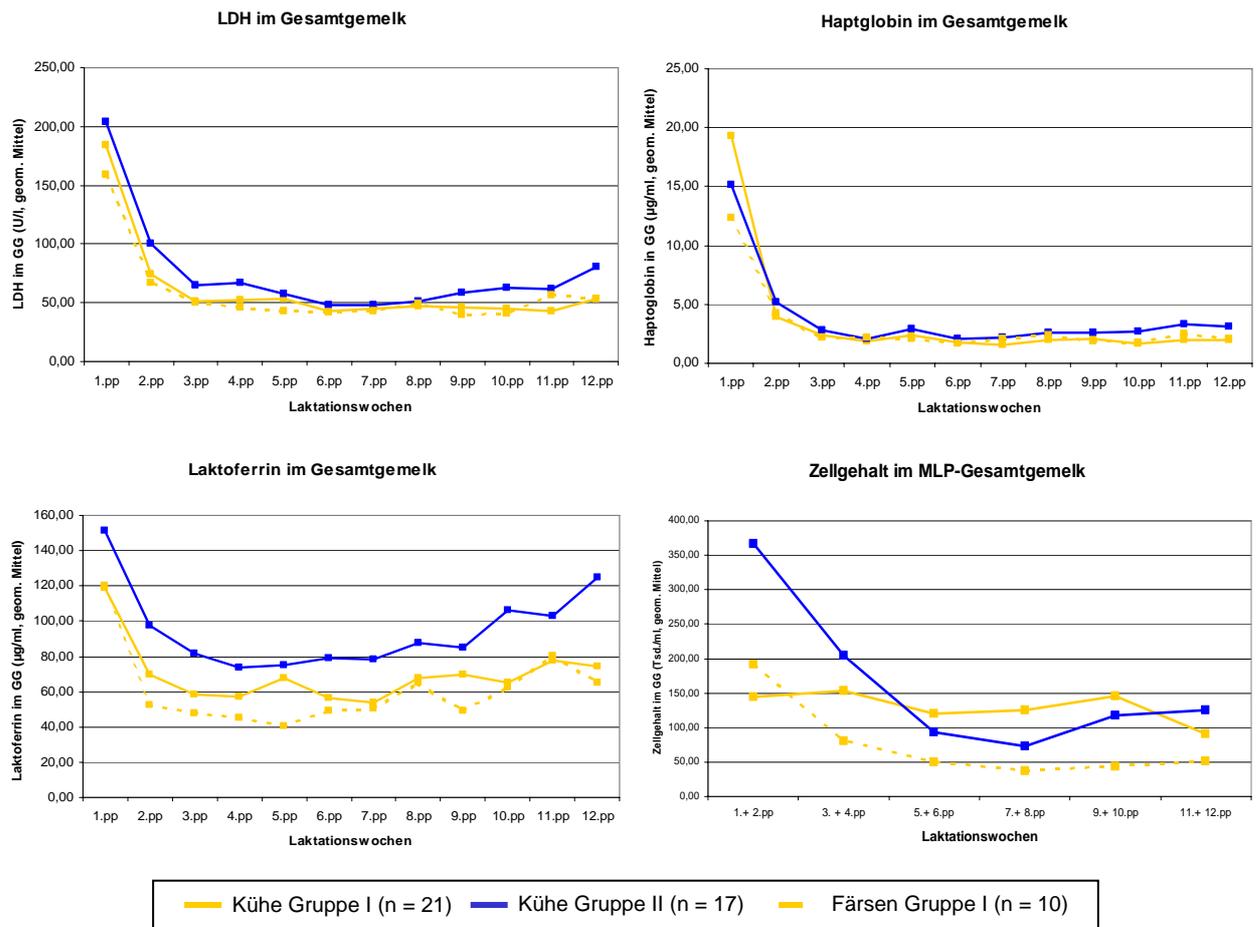
<i>Staphylococcus aureus</i> in:	4 Vierteln von Kühen der Gruppe I, 2 Vierteln von Färsen der Gruppe I und einem Viertel einer Kuh der Gruppe II
<i>Escherichia coli</i> in:	2 Vierteln von Färsen der Gruppe I und einem Viertel einer Kuh der Gruppe II
<i>Streptococcus uberis</i> in:	einem Viertel einer Kuh der Gruppe I und einem Viertel einer Färse der Gruppe I
Andere Streptokokken in:	2 Vierteln von Kühen der Gruppe I, 4 Vierteln von Färsen der Gruppe I und 7 Vierteln von 6 Kühen der Gruppe II
<i>Staphylococcus intermedius</i> in:	2 Vierteln von Kühen der Gruppe I, einem Viertel einer Färse der Gruppe I und einem Viertel einer Kuh der Gruppe II
Andere hämolysierende Staphylokokken in:	einem Viertel einer Kuh der Gruppe I, 11 Vierteln von 3 Färsen der Gruppe I und 4 Vierteln von Kühen der Gruppe II
Andere Staphylokokken in:	9 Vierteln von 7 Kühen der Gruppe I, 12 Vierteln von 7 Färsen der Gruppe I und 12 Vierteln von 7 Kühen der Gruppe II

Aus der Aufzählung wird ersichtlich, dass – bis auf *Staphylococcus aureus* - in den jeweiligen Gruppen keine speziellen Erreger vorherrschend waren. Dass aufgrund eines erhöhten *Staphylococcus aureus*-Vorkommens in der Gruppe I verschiedene Maßnahmen ergriffen worden sind – in erster Linie eine Remontierung positiv getesteter Kühe durch Nachkommen aus dem eigenen Bestand –, wurde bereits in Kapitel 2.2.2 angesprochen. Darin ist auch der Grund für den höheren Anteil von *Staphylococcus aureus*-Nachweisen in den Viertelgemelksproben der Tiere in Gruppe I zu sehen.

Neben der bakteriologischen Untersuchung der Viertelgemelksproben wurden die Analysen in Milch auf LDH-Aktivität, Haptoglobin und Laktoferrin durchgeführt.

Laktoferrin in der Milch entstammt primär der Milchdrüse selbst (MOLENAAR et al., 1996) seine Milchkonzentration ist damit Hinweis auf lokale entzündliche Reaktionen. Auch für Haptoglobin konnten wir nachweisen, dass es in der Milchdrüse gebildet wird. Es kann aber auch dem Blutstrom entnommen sein (HISS et al., 2004a). Erhöhte Haptoglobinkonzentrationen in der Milch sind primär auf Entzündungsreaktionen in der Milchdrüse zurückzuführen. Die Blutwerte können bei Mastitiden ebenfalls erhöht sein. Die in der Milch messbare LDH-Aktivität ist Ausdruck einer direkten Zellschädigung und muss (noch) nicht in Zusammenhang mit einer Entzündungsreaktion stehen. Mit Kombination der drei Parameter ist eine umfassende Charakterisierung von „Eutergesundheit“ sowie eine - wenigstens ansatzweise - Differenzierung von lokalen und systemischen Abwehrreaktionen möglich.

Die erste Darstellung der Verläufe in den drei Gruppen (Kühe der Gruppe I, Färsen der Gruppe I und Kühe der Gruppe II) erfolgt in der Abbildung 45, wobei durch Bildung des arithmetischen Mittels aus den vier Vierteln die Werte im Gesamtgemelk gezeigt werden. Die drei Grafiken werden durch die Verläufe der MLP-Zellzahlen in diesem Zeitraum ergänzt.



**Abb. 45:** LDH-Aktivität, Haptoglobin- und Laktoferringehalt im Gesamtgemelk in den ersten 12 Laktationswochen sowie des Zellgehaltes im Rahmen der MLP p.p. (geometrischer Mittelwert)

Aus allen vier Einzeldiagrammen wird ersichtlich, dass die jeweiligen Mittelwerte in den ersten zwei Laktationswochen auf einem höheren Niveau liegen. Dies ist typisch für die Kolostralmilch-Phase, aber nicht als Indiz für Störungen der Eutergesundheit zu werten.

Des Weiteren fällt in Abbildung 45 auf, dass die Laktoferrin-Konzentrationen der drei Gruppen annähernd parallel zueinander verlaufen. Die statistische Überprüfung hat ergeben, dass sich die beiden Alterklassen „Kühe“ und „Färsen“ signifikant ( $p < 0,001$ ) von einander unterscheiden, hingegen die Bewirtschaftungsgruppe keinen Einfluss auf den Laktoferrinverlauf hat ( $p = 0,186$ ).

Im Folgenden wird auf die drei Eutergesundheitsparameter eingegangen, wobei der Schwerpunkt auf der Laktatdehydrogenase-Aktivität liegen wird.

### **Lactatdehydrogenase-Aktivität (LDH)**

Zum Zeitpunkt der Antragsstellung galt das Enzym LDH (neben der NAGase) als optimaler Parameter zur Beurteilung der Eutergesundheit. Nachteil dieses Parameters war und ist, dass die von ANDERSSON (1991) und NEU-ZAHREN et al. (2004) ermittelten Grenzwerte auf die aktuelle Untersuchung aus folgenden Gründen nicht angewendet werden können:

ANDERSSON (1991)

- Der Grenzwert von 85 U/l wurde im Vergleich zu einem Zellzahl-Niveau von 250 Tsd./ml ermittelt und demnach nicht entsprechend der aktuellen DVG-Richtlinien von 2002.
- Die Aktivitätsmessung fand im Milchserum statt und nicht – wie bei den eigenen Untersuchungen - in der entfetteten Milch.
- Im Rahmen der Umstellung auf die IFCC-Methode kann kein genereller Umrechnungsfaktor angegeben werden, nur der Hinweis auf den Vergleich der humanen Referenzbereiche, welcher sich bei dem angewandten Olympus-System-Reagenz nur unwesentlich verändert hat.

NEU-ZAHREN et al. (2004)

- Der ermittelte Grenzwert von 100 U/l bezieht sich auf Messungen in Rohmilch. Im vorliegenden Versuch wurden die Milchproben aber eingefroren und zur Analyse aufgetaut. Weil dabei die in der Milch enthaltenen Zellen platzen und LDH freisetzen, sind die Messungen nicht direkt vergleichbar.

Aus Ermangelung eines Grenzwertes wurden die Einzelwerte der untersuchten 48 Tiere betrachtet. Dabei fiel auf, dass bei sieben Tieren über den gesamten Zeitraum nach der Kalbung (12 Wochen) die LDH-Werte auf allen vier Vierteln über 80 U/l lagen, während „unauffällige“ Tiere Viertelwerte von unter 50 U/l aufwiesen. Daraufhin wurde für die weitere Auswertung folgende Klasseneinteilung für die Tiere vorgenommen, wobei die Einteilung entsprechend der Werte ab der 3. Woche p.p. (siehe Abbildung 45) erfolgte:

Auf **Gesamtgemelksebene** (GG = Gesamtgemelk):

LDH<sub>GG</sub>-Klasse „**unauffällig**“:

kein Viertel > 80 U/l (max. eine Probe pro Viertel > 80 U/l möglich) von 3. bis 12. Woche p.p. (n = 23, Gruppe I: n = 14, Gruppe II: n = 9)

LDH<sub>GG</sub>-Klasse „**fast unauffällig**“:

einzelne Viertel mehr als 1x > 80 U/l von 3. bis 12. Woche p.p. (n = 11, Gruppe I: n = 9, Gruppe II: n = 2)

LDH<sub>GG</sub>-Klasse „**viertelweise euterkrank**“:

ein oder zwei Viertel pro Tier in neun von 10 Wochen > 80 U/l von 3. bis 12. Woche p.p. (n = 7, Gruppe I: n = 6, Gruppe II: n = 1))

LDH<sub>GG</sub>-Klasse „**systemisch**“:

vier Viertel > 80 U/l von 3. bis 12. Woche p.p. (n = 7, Gruppe I: n = 2, Gruppe II: n = 5))

(Bei den sieben Tieren der Klasse „systemisch“ wurden nur in einem Viertel einer Kuh der Gruppe II hochpathogene Mastitiserreger wie *E.coli* nachgewiesen und bei zwei weiteren Kühen andere hämolysierende Staphylokokken. Die übrigen zwei Kühe der Gruppe I und zwei Kühe der Gruppe II waren bezüglich des bakteriologischen Befundes in der zweiten und zwölften Woche p.p. unauffällig.)

In den LDH-Klassen „unauffällig“ und „fast unauffällig“ waren nur vereinzelt oder keine Viertelgemelksproben über 80 U LDH/l zu beobachten, so dass bei diesem Auswertungsansatz die entsprechenden Tiere damit als (fast) gesund eingestuft werden. Bei den als „viertelweise euterkrank“ klassifizierten Tieren liegen einzelne Viertel (bei fünf Tieren ein Viertel, bei zwei Tieren zwei Viertel) in den 10 Wochen mindestens neun Mal über 80 U/l. In der LDH-Klasse „systemisch“ sind die sieben Tiere eingestuft, die in den 10 Wochen in allen vier Viertel (mindestens neun Mal pro Viertel) eine LDH-Aktivität von mehr als 80 U/l aufwiesen

Die LDH-Werte in der Klasse „systemisch“ liegen im Minimum bei 80 U/l und reichen im Maximum bis über 8.000 U/l. Eine weitere Differenzierung der einzelnen Euterviertel nach Höhe der LDH-Aktivität in den jeweiligen Milchproben erfolgte nicht.

Entsprechend der Einteilung auf Gesamtgemelksebene zur Klassifizierung der Tiere wurden auch den einzelnen Vierteln die entsprechenden LDH-Klassen zugeordnet:

Auf **Viertelgemelksebene** (VG = Viertelgemelk):

LDH<sub>VG</sub>-Klasse „**unauffällig**“:

max. eine Probe > 80 U/l von 3. bis 12. Woche p.p. (n = 137)

LDH<sub>VG</sub>-Klasse „**fast unauffällig**“:

mehr als 1x > 80 U/l von 3. bis 12. Woche p.p. (n = 16)

LDH<sub>VG</sub>-Klasse „**viertelweise euterkrank**“:

in neun von zehn Wochen Proben > 80 U/l von 3. bis 12. Woche p.p. (n = 8)

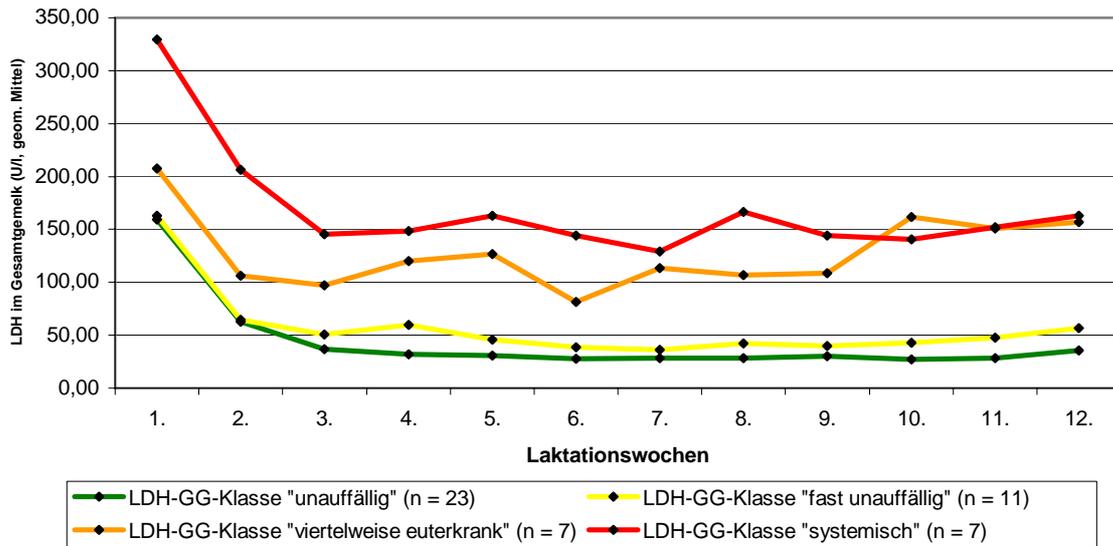
LDH<sub>VG</sub>-Klasse „**systemisch**“:

eines von vier Vierteln > 80 U/l von 3. bis 12. Woche p.p. (n = 28)

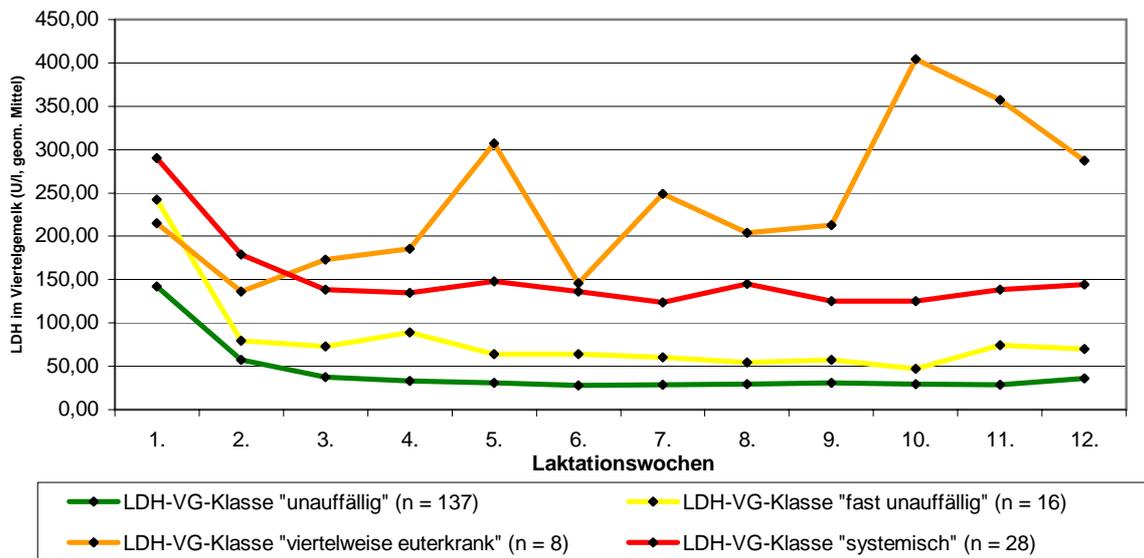
Drei Kühe waren dreistrichig, daher 189 Viertelgemelkswerte und 48 Gesamtgemelkswerte.

In der folgenden Abbildung 46 sind die Verläufe der LDH-Werte in den jeweiligen Gesamt- und Viertelgemelken in den vier LDH-Klassen dargestellt.

**(A) LDH im Gesamtgemelk**



**(B) LDH im Viertelgemelk**



**Abb. 46: LDH-Aktivität im Gesamtgemelk (A) und im Viertelgemelk (B) in den vier LDH-Klassen in den ersten 12 Laktationswochen (geometrischer Mittelwert)**

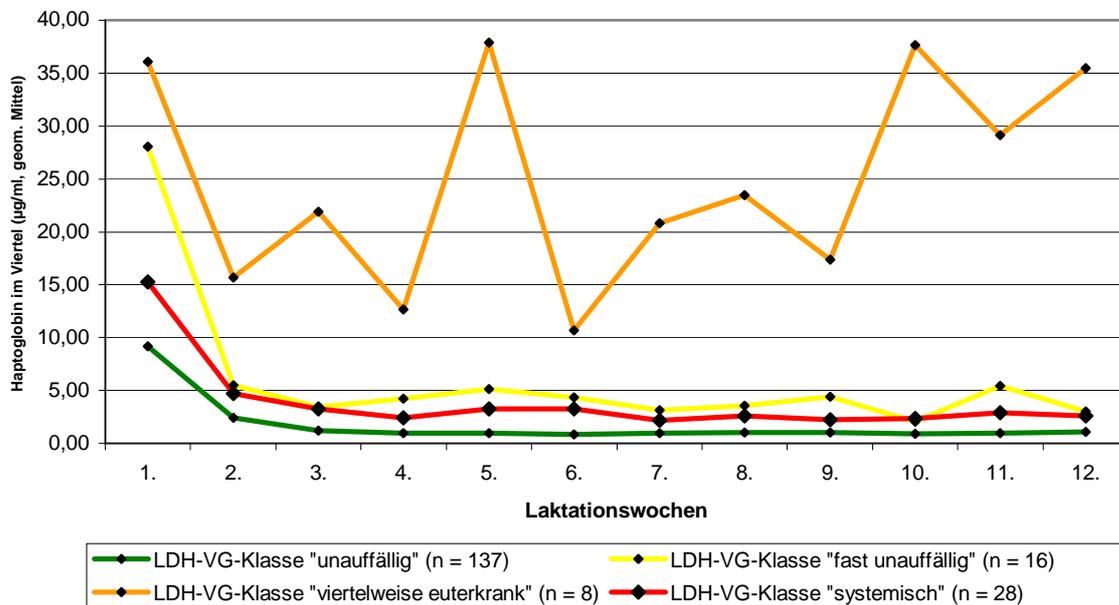
Bei dem Teil-Diagramm (B) fällt auf, dass die Mittelwerte der Klasse „viertelweise euterkrank“, d.h. der Klasse, in der nur einzelne Viertel (nicht alle vier) bis zur 12. Woche p.p. über 80 U LDH/l aufwiesen, über denen der Klasse „systemisch“ liegen. Im Viertelgemelk liegen die Werte der Klassen „systemisch“ bei durchschnittlich 148 U/l (geometrisches Mittel), hingegen in Klasse „viertelweise euterkrank“ bei durchschnittlich 227 U/l.

Auf den Verlauf der LDH-Aktivität sowohl auf Gesamtgemelksebene als auch auf Viertelgemelkebene hat die Klasseneinteilung einen signifikanten Einfluss ( $p < 0,001$ ).

### Haptoglobin

Zum Vergleich werden in der folgenden Abbildung 47 die Haptoglobinwerte in den Viertelgemelken in den vier LDH<sub>VG</sub>-Klassen dargestellt. Dabei fällt auf, dass die Haptoglobin-Werte in der LDH-Klasse „viertelweise euterkrank“ auf einem höheren Niveau liegen (mit starken Schwankungen) als die der drei übrigen LDH-Klassen. Die statistische Analyse mittels Repeated-Measure-Design ergab, dass die LDH-Klassen-Einteilung einen signifikanten Einfluss auf den Haptoglobin-Verlauf hat ( $p < 0,001$ ).

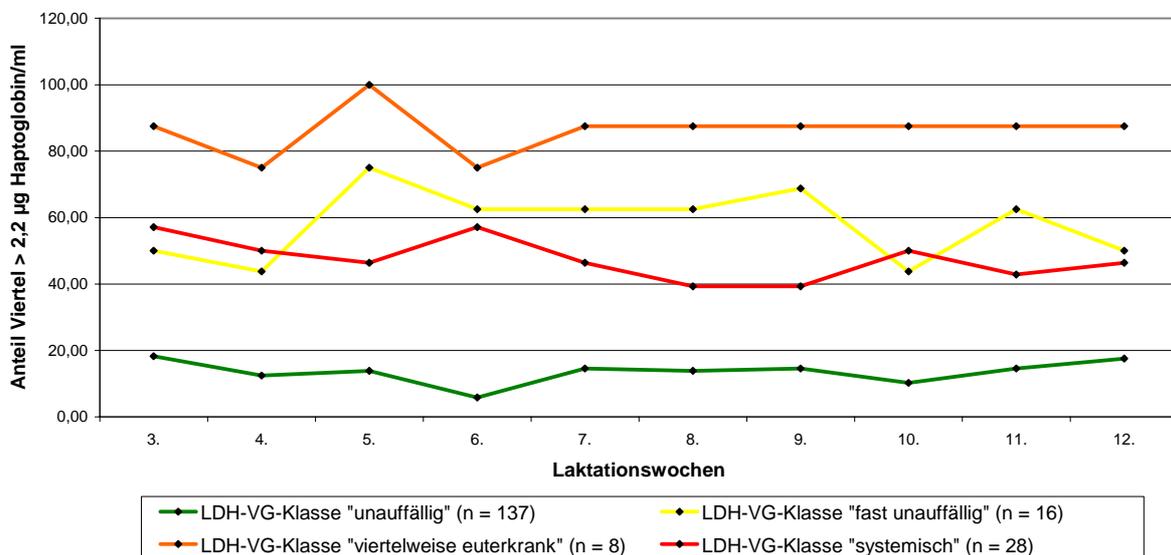
Über alle Werte hinweg korrelieren Haptoglobin und LDH im Viertelgemelk mit  $r = 0,6$  (Korrelation mit Fishers Z-Transformation,  $p < 0,001$ ).



**Abb. 47: Haptoglobingehalt im Viertelgemelk in den vier LDH-Klassen während der ersten 12 Laktationswochen (geometrischer Mittelwert)**

Der im Rahmen vorausgegangener Arbeiten (NEU-ZAHREN et al., 2004) vorgeschlagene Haptoglobin-Grenzwert zur Abgrenzung von gesunden zu subklinisch erkrankten Eutervierteln bei 3,4 µg Haptoglobin/ml ist im Rahmen weiterführender Untersuchungen nach unten korrigiert worden. Für den nun verwendeten Grenzwert von 2,2 µg/ml beträgt die Spezifität 94 % (Anteil negativer Testergebnisse an alle gesunden Eutervierteln) und die Sensitivität 85% (Anteil positiver Testergebnisse an allen subklinischer erkrankten Eutervierteln). Zur weiteren Analyse der Zusammenhänge der einzelnen Eutergesundheitsparameter und der Beziehung zum Stoffwechselgeschehen wurde eine Einteilung der Tiere bzw. Milchproben anhand des inzwischen gut abgesicherten Grenzwertes für Haptoglobin (HISS et al., 2005) vorgenommen

Die nachfolgende Abbildung zeigt, wie häufig in den vier LDH-Klassen Viertelgemelksproben über dem Haptoglobin-Grenzwert von 2,2 µg/ml lagen. Daraus wird ersichtlich, dass bei der LDH-Klassen „viertelweise euterkrank“ davon ausgegangen werden kann, dass in den acht Vierteln lokale Entzündungen (= Abwehrreaktion des Gewebes auf Schädigungen) vorlagen. Bei den LDH-Klassen „fast unauffällig“ und „systemisch“ zeigt die 40-70 %ige Häufigkeit der Überschreitung des Haptoglobin-Grenzwertes an, dass in einem großen Teil der Viertel Entzündungsprozesse ablaufen. Die LDH-Klasse „unauffällig“ bleibt auch mit dem Anteil Viertel über dem Haptoglobin-Grenzwert mit unter 20 % unauffällig.

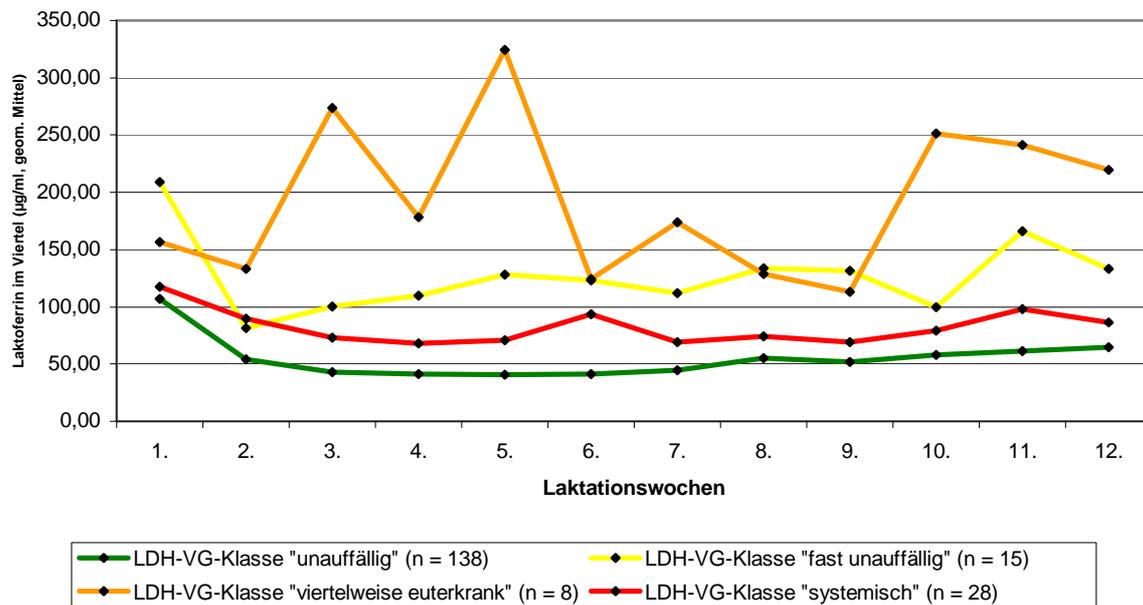


**Abb. 48: Anteil an Vierteln mit Milchwerten über 2,2 µg Haptoglobin/ml in den vier LDH-Klassen während der 3. bis 12. Laktationswoche**

Sowohl die LDH- als auch die Haptoglobin-Klasseneinteilungen werden in dem nachfolgenden Unterkapitel genutzt, um „Eutergesundheit“ zu definieren und um Beziehungen zu den metabolischen Parametern zu klären, bzw. um systemische Störungen von lokalen Euterentzündungen abzugrenzen.

### Laktoferrin

Die Verläufe der Laktoferrin-Werte in den vier LDH-Klassen werden in der folgenden Abbildung 49 dargestellt.



**Abb. 49: Laktoferringehalt im Viertelgemelk in den vier LDH-Klassen in den ersten 12 Laktationswochen (geometrischer Mittelwert)**

Die Korrelation zwischen Laktoferrin und LDH liegt bei  $r = 0,4$  (Korrelation mit Fishers Z-Transformation,  $p < 0,001$ ) und zwischen Laktoferrin und Haptoglobin bei  $r = 0,6$  (Korrelation mit Fishers Z-Transformation,  $p < 0,001$ ).

In der Abbildung 49 ähnelt die Reihenfolge der vier Verläufe denen der Haptoglobin-Werte: auf dem höchsten Niveau – bis zu einem geometrischen Mittelwert von 324 µg/ml, mit starken Schwankungen – verlaufen die Laktoferrinwerte der LDH<sub>VG</sub>-Klasse „viertelweise euterkrank“ (3. bis 12. Woche p.p. in einem Viertel LDH-Werte > 80 U/l), gefolgt von den Laktoferrin-Werten der LDH<sub>VG</sub>-Klasse „fast unauffällig“ (3. bis 12. Woche in einem Viertel LDH-Werte in mehr als einer Probe > 80 U/l). Die Verläufe der LDH<sub>VG</sub>-Klasse „unauffällig“ und LDH<sub>VG</sub>-Klasse „systemisch“ (d.h. 3. bis 12. Woche p.p. entweder max. eine Probe > 80

U/l oder in allen vier Vierteln  $> 80$  U/l) weisen im Durchschnitt die geringsten Laktoferrin- und Haptoglobin-Werte auf.

Auch bei den Laktoferrin-Verläufen hat die Einteilung in die LDH-Klassen einen signifikanten Einfluss ( $p < 0,001$ ).

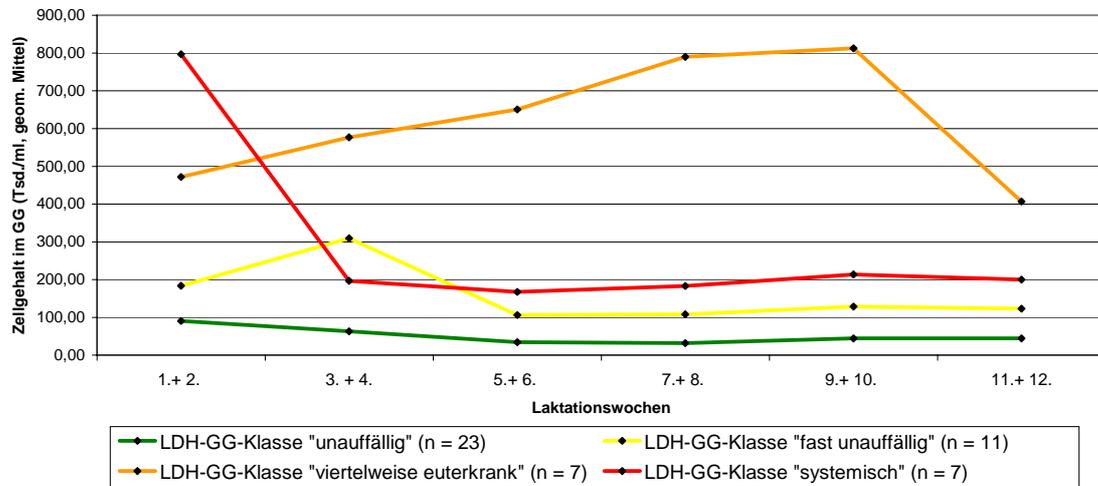
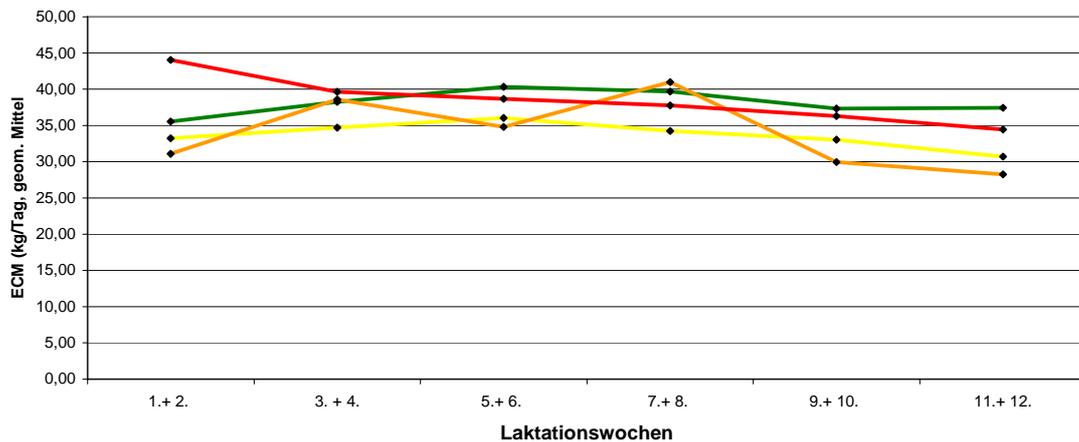
Diese Ergebnisse könnten die Vermutung bestätigen, dass die Werte in den einzelnen Vierteln der LDH-Klasse „viertelweise euterkrank“ aufgrund einer lokalen Eutergesundheitsstörung erhöht sind und in den Vierteln der LDH-Klasse „systemisch“ aufgrund einer Störung/einer Stresssituation im Organismus des Tieres. Dabei sollte aber darauf hingewiesen werden, dass der „Grenzwert“ von  $80$  U LDH/l zur Kennzeichnung der systemisch auffälligen Tiere gewählt wurde und demnach nicht der Grenzwert zur Abgrenzung von Eutererkrankungen sein muss.

Diese Hypothese, mit Hilfe der LDH-Werte die „euterkranken“ von den „systemisch belasteten“ Tieren unterscheiden zu können, bildet die Grundlage für den in dem folgenden Kapitel 3.4.2 durchgeführten Vergleich der Eutergesundheits- und der Stoffwechselfparameter.

### **3.4.2 Einfluss der negativen Energiebilanz auf die Eutergesundheit**

Ziel dieses Unterkapitels ist die Ermittlung des Zusammenhanges zwischen der energetischen Versorgung der Milchkühe im peripartalen Zeitraum und der Eutergesundheit post partum. Dazu werden im Folgenden die Verläufe einzelner Parameter, die die unspezifischen Abwehr sowie die Stoffwechsel- und Versorgungssituation beschreiben, in den vier LDH-Klassen dargestellt und ausgewertet.

Zwischen den vier LDH-Klassen und den **Zellgehalts**- sowie den **ECM**-Verläufen kann ein signifikanter Zusammenhang ermittelt werden (Zellgehalt:  $p < 0,001$ ; ECM:  $p = 0,007$ ) Dieser wird – besonders bei dem Verlauf des Zellgehalts im Gesamtgemelk – in der Abbildung 50 sichtbar.

**(A) Zellgehalt****(B) ECM**

**Abb. 50: Zellgehalt (A) und ECM (B) in den vier LDH-Klassen in den ersten 12 Laktationswochen (geometrischer Mittelwert)**

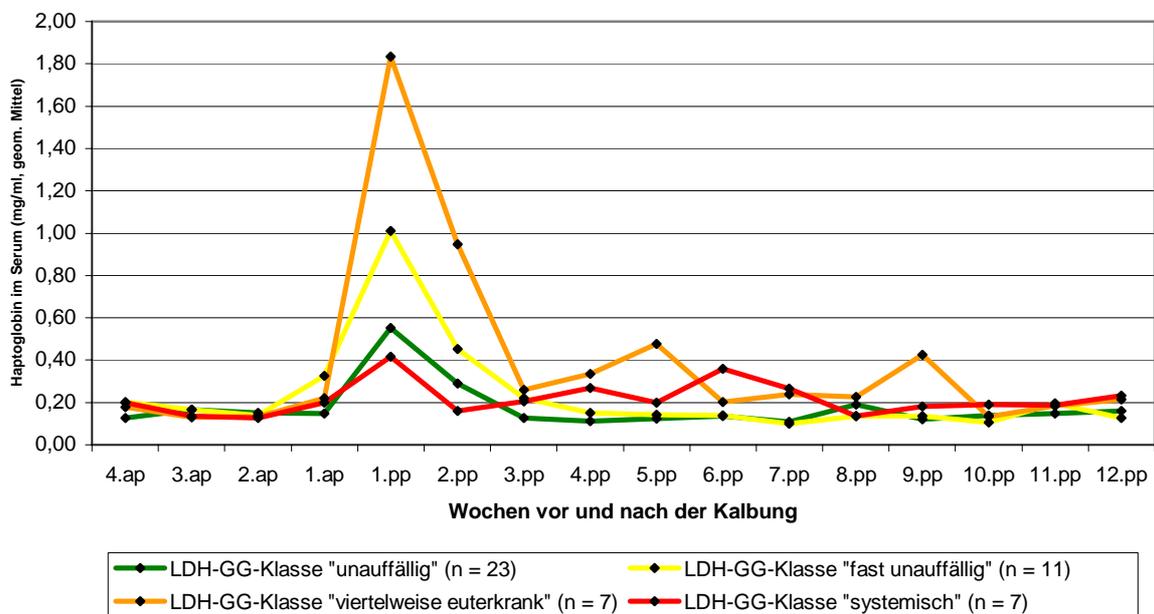
In dem Teil-Diagramm (A) ist – ähnlich wie bei den Verläufen von Haptoglobin (Abbildung 47) und Laktoferrin (Abbildung 49) – zu erkennen, dass die LDH-Klasse „viertelweise euterkrank“ die höchsten Zellgehalte aufweist, während die anderen drei Klassen ab der dritten Laktationswoche im Durchschnitt unter 200.000 Zellen/ml liegen. D.h. die drei Klassen „unauffällig“, „fast unauffällig“ und „systemisch“ liegen in einem Zellzahlbereich, in dem empfohlen wird, das Euter zu beobachten, evtl. zusätzliche Untersuchungen durchzuführen, aber keine sofortigen therapeutischen Maßnahmen erforderlich sind.

Bei dem ECM-Diagramm (B) fällt auf, dass die Leistung der „viertelweise euterkranken“ Tiere stark schwankend ist, was ebenfalls mit Prozessen im Euter in Zusammenhang gebracht

werden kann. Die übrigen drei Gruppen verlaufen annähernd parallel, wobei die Klasse „unauffällig“ auf dem höchsten Niveau liegt und die Klasse „fast unauffällig“ auf dem niedrigsten. Auch das könnte auf die im Euter ablaufenden Prozesse bei den Tieren der Klasse „fast unauffällig“ zurückzuführen sein.

Bei den **geschätzten Energiebilanzen** und der **BCS-Differenzwerte** ergeben sich keine signifikanten Unterschiede zwischen den vier LDH-Klassen. Der Vergleich der Mittelwerte zeigt auf, dass sowohl bei den geschätzten Energiebilanz- als auch bei den BCS-Differenzwerten die geometrischen Mittelwerte der LDH-Klasse „systemisch“ mindestens in den ersten fünf Wochen nach der Kalbung geringere Werte aufweisen als in den drei übrigen LDH-Klassen, d.h. dass sowohl die Energiebilanzen als auch die BCS-Differenz zwischen Ist- und Soll-Werten (je negativer um so „magerer“) bei diesen sieben Tieren im Durchschnitt am geringsten sind. Der Unterschied konnte aber nicht abgesichert werden.

Der Verlauf der **Haptoglobin-Werte** im Serum in den vier LDH-Klassen wird in der folgenden Abbildung 51 gezeigt. Dabei fällt der kurzzeitige Anstieg der Haptoglobin-Werte sowohl in der LDH-Klasse „viertelweise euterkrank“ als auch in der LDH-Klasse „fast unauffällig“ in der 1. und 2. Woche p.p. auf. Über den gesamten Zeitraum bestehen keine signifikanten Unterschiede zwischen den vier LDH-Klassen, hingegen kann in der 1. bis 3. Woche p.p. ein tendenziell signifikanter Unterschied abgesichert werden ( $p = 0,069$ )

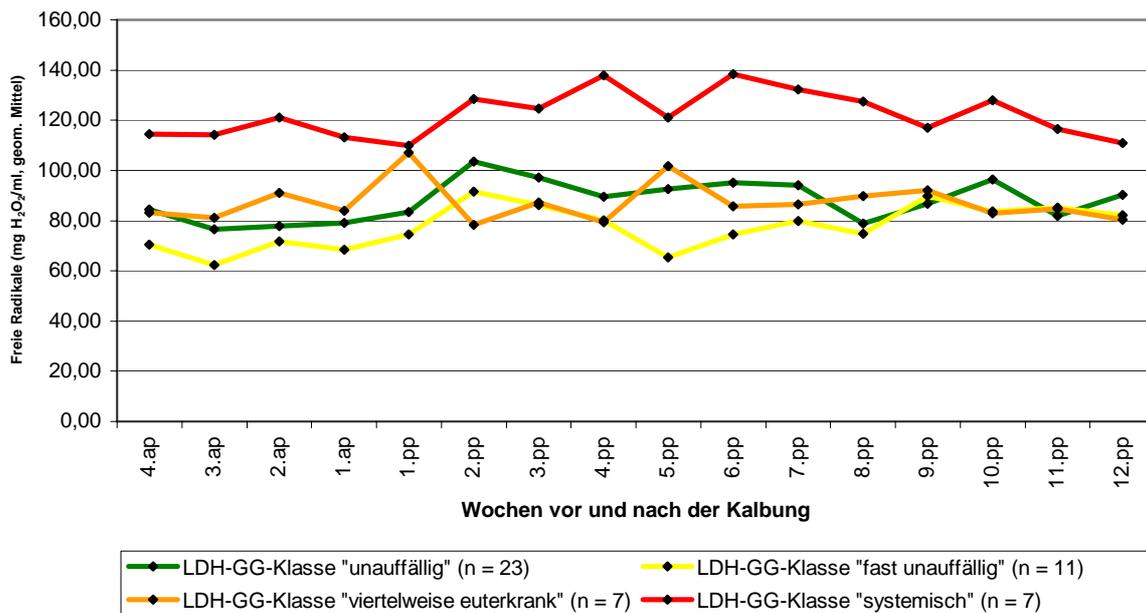


**Abb. 51: Haptoglobingehalt im Serum in den vier LDH-Klassen (4 Wochen a.p. bis 12 Wochen p.p.) (geometrischer Mittelwert)**

UCHIDA et al. (1993) stellten ebenfalls eine Erhöhung der Haptoglobin-Konzentration im geburtsnahen Zeitraum fest. Der Anstieg ist auf den Vorgang der Geburt selbst zurückzuführen und hat für die hier angestrebten Untersuchungen zum Zusammenhang zwischen Eutergesundheit und „metabolischem Stress“ keine Bedeutung.

Der Verlauf der Blutkonzentrationen an **Freien Radikalen (ROM-Werte)** in den vier LDH-Klassen wird aus der folgenden Abbildung 52 ersichtlich. Bei diesem Vergleich fällt auf, dass die ROM-Werte der LDH-Klasse „systemisch“, d.h. mit durchgängig erhöhten LDH-Werten auf allen vier Vierteln, auf dem höchsten Niveau liegen, während bei den Verläufen der übrigen drei Klassen keine Rangierung möglich ist, da sie sich immer wieder überschneiden. Für die LDH-Klassen konnte bei dem Verlauf der ROM-Werte ein signifikanter Unterschied nachgewiesen werden ( $p = 0,004$ ).

Dieses bestätigt die Annahme, dass die erhöhten LDH-Werte in allen vier Vierteln auf eine Belastung des Organismus hinweisen, während hingegen einzelne lokale Eutergesundheitsstörungen keine Auswirkung auf die ROM-Werte im Serum haben.

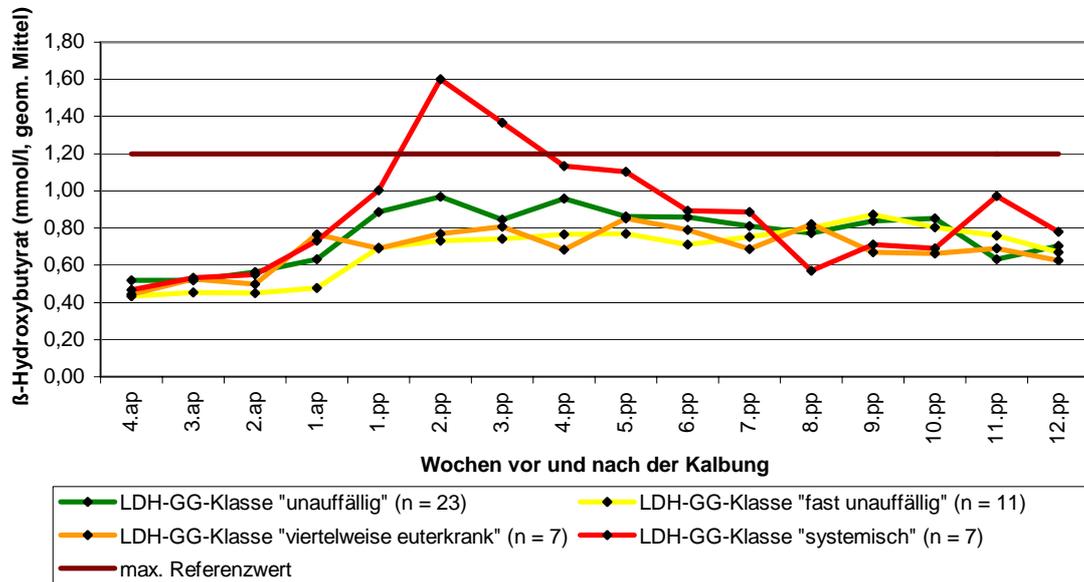


**Abb. 52: Freie Radikale (ROM-Werte) im Blut in den vier LDH-Klassen (4 Wochen a.p. bis 12 Wochen p.p.) (geometrischer Mittelwert)**

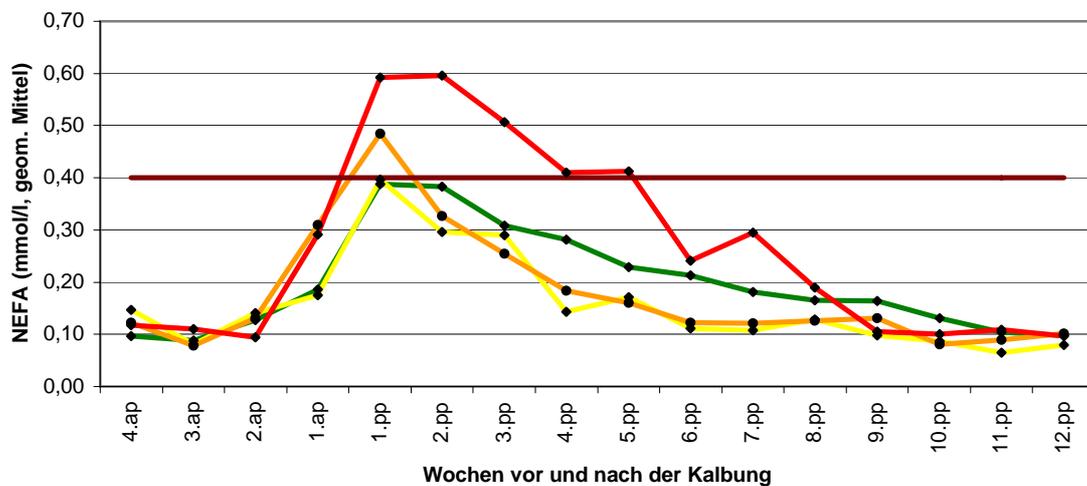
Die Stoffwechselfparameter  $\beta$ -OH-B und NEFA innerhalb der vier LDH-Klassen werden in der Abbildung 53 untereinander dargestellt. Bei beiden Parametern liegen die Durchschnittswerte der LDH-Klassen „unauffällig“, „fast unauffällig“ und „viertelweise euterkrank“ (knapp) unterhalb der jeweils angegebenen Maximal-Referenzwerte, während hingegen bei beiden Parametern eine Erhöhung nach der Kalbung in der LDH-Klasse

„systemisch“ oberhalb der jeweiligen Referenzwerte aufweisen (bei  $\beta$ -OH-B auch bei diesem Vergleich die Verzögerung um eine Woche im Vergleich zu NEFA erkennbar).

**(A)  $\beta$ -OH-B im Serum**



**(B) NEFA im Serum**



**Abb. 53:  $\beta$ -OH-B- (A) und NEFA-Gehalt (B) im Blut in den vier LDH-Klassen (4 Wochen a.p. bis 12 Wochen p.p.) (geometrischer Mittelwert)**

Bei  $\beta$ -OH-B ist der Unterschied zwischen den vier LDH-Klassen signifikant ( $p = 0,034$ ), bei NEFA nur in der 1. bis 5. Woche p.p. ( $p = 0,007$ ). Aus diesem Vergleich ist zu schließen, dass ein Zusammenhang zwischen der Erhöhung der LDH-Werte in allen vier Vierteln, welche auf

eine systemisch bedingte Zellschädigung hinweisen, und den Ketokörpern sowie den NEFAs besteht.

Nun stellt sich die Frage, welcher Zusammenhang zwischen den Stoffwechselfparametern  $\beta$ -OH-B und NEFA im Serum sowie den Eutergesundheitsparametern LDH-Aktivität, Haptoglobin und Laktoferrin in Milch besteht.

Dazu wurde für die Haptoglobin-Konzentration in den Viertelgemelksproben folgende Gruppeneinteilung vorgenommen: anhand der Anzahl Viertel pro Tier in einer Probeweche (von der 3. bis zur 12. Laktationswoche) mit einem Wert über 2,2  $\mu\text{g}$  Haptoglobin/ml Milch werden die Tiere pro Woche in fünf Klassen eingeteilt:

Auf **Viertelgemelksebene**:

**Haptoglobin<sub>VG</sub>-Klasse „eutergesund“:**

alle vier Viertel < 2,2  $\mu\text{g}$  Haptoglobin/ml Milch (n = 230)

**Haptoglobin<sub>VG</sub>-Klasse „ein Viertel erkrankt“:**

ein Viertel > 2,2  $\mu\text{g}$  Haptoglobin/ml Milch (n = 109)

**Haptoglobin<sub>VG</sub>-Klasse „zwei Viertel erkrankt“:**

zwei Viertel > 2,2  $\mu\text{g}$  Haptoglobin/ml Milch (n = 82)

**Haptoglobin<sub>VG</sub>-Klasse „drei Viertel erkrankt“:**

drei Viertel > 2,2  $\mu\text{g}$  Haptoglobin/ml Milch (n = 40)

**Haptoglobin<sub>VG</sub>-Klasse „vier Viertel erkrankt“:**

vier Viertel > 2,2  $\mu\text{g}$  Haptoglobin/ml Milch (n = 29)

Die folgende Tabelle 14 enthält die Verteilungen der  $\beta$ -OH-B-, der NEFA- und der Haptoglobin-Werte im Serum aufgeteilt auf die fünf Haptoglobin-Klassen.

**Tab. 14:  $\beta$ -OH-B-, NEFA- und Haptoglobin-Mittelwerte ( $\pm$  Standardfehler) in den fünf Haptoglobin-Klassen (Viertelgemelksebene)**

im Serum	Anzahl Viertel > 2,2 $\mu\text{g}$ Haptoglobin/ml Milch				
	Haptoglobin-Klasse:				
	„eutergesund“ (n = 230)	„1 Viertel erkr“ (n = 109)	„2 Viertel erkr“ (n = 82)	„3 Viertel erkr“ (n = 40)	„4 Viertel erkr“ (n = 29)
<b><math>\beta</math>-OH-B (mmol/l)</b>	0,89 $\pm$ 0,02 <sup>b</sup>	0,87 $\pm$ 0,04 <sup>b</sup>	0,82 $\pm$ 0,03 <sup>b</sup>	0,79 $\pm$ 0,09 <sup>b</sup>	1,18 $\pm$ 0,18 <sup>a</sup>
<b>NEFA (mmol/l)</b>	0,20 $\pm$ 0,00 <sup>ab</sup>	0,19 $\pm$ 0,01 <sup>ab</sup>	0,20 $\pm$ 0,01 <sup>ab</sup>	0,16 $\pm$ 0,02 <sup>b</sup>	0,28 $\pm$ 0,05 <sup>a</sup>
<b>Haptoglobin (mg/ml)</b>	0,17 $\pm$ 0,01 <sup>b</sup>	0,22 $\pm$ 0,02 <sup>b</sup>	0,29 $\pm$ 0,06 <sup>b</sup>	0,44 $\pm$ 0,09 <sup>b</sup>	1,36 $\pm$ 0,30 <sup>a</sup>

<sup>a,b</sup> Verteilungen innerhalb einer Zeile mit verschiedenen Buchstaben sind signifikant von einander verschieden ( $p < 0,05$ )

Die Haptoglobin-Klassen wurden innerhalb eines Parameters im Serum mittels Varianzanalyse verglichen. Aus den signifikanten Unterschieden zwischen den  $\beta$ -OH-B-Werten der Haptoglobin-Klasse „vier Viertel erkrankt“ und den übrigen Haptoglobin-Klassen kann geschlossen werden, dass ein höherer Anteil von Ketokörpern im Blut (durchschnittlich 1,18 mmol  $\beta$ -OH-B/l) im Zusammenhang mit systemischen Erkrankungen steht. Durch den bewiesenen Zusammenhang zwischen den Ketokörpern und den LDH-Klassen geht diese systemische Belastung gegebenenfalls mit Zellschädigungen einher.

Bei den Haptoglobin-Serumwerten besteht ebenfalls ein signifikanter Unterschied zwischen den Werten der Haptoglobin-Klasse „vier Viertel erkrankt“ zu den übrigen Haptoglobin-Klassen. Dieser Unterschied gibt einen ersten Hinweis darauf, dass das in der Milch gefundene Haptoglobin zum großen Teil aus dem Blut stammt.

Ein Vergleich mit den beiden anderen Eutergesundheitsparametern LDH-Aktivität und Laktoferrin, welche auf geschädigtes Eutergewebe hinweisen, von beiden aber unter diesen Bedingungen keine Grenzwerte zur Abgrenzung subklinischer Mastitiden bekannt sind, kann diese erste Vermutung bezüglich des Haptoglobin-Syntheseorts bei systemisch bedingten Haptoglobin-Erhöhungen verstärken:

Von den 29 Fällen (bei 10 Kühen und 2 Färsen) mit vier Vierteln  $> 2,2 \mu\text{g}$  Haptoglobin/ml Milch sind bei 11 Fällen die Haptoglobin-Werte gleichmäßig erhöht, bei den übrigen 18 Fällen liegen bei einem Viertelvergleich ein bis drei Viertel auf einem höheren Haptoglobin-Niveau. Bei den 18 Fällen ist eine lokale, nur einzelviertelbezogene Euterentzündung nicht auszuschließen. Demnach wird für die folgende Betrachtung der 11 Fälle im Hinblick auf die Parameter Laktoferrin und LDH-Aktivität davon ausgegangen, dass – neben den gleichmäßig erhöhten Haptoglobin-Werten  $> 2,2 \text{ mg/ml}$  – keine zusätzlichen lokalen Euterentzündungen in den einzelnen Vierteln mit einhergehender Beschädigung des Eutergewebes vorliegen. Bezüglich Laktoferrin sind bei 6 von diesen 11 Fällen die vier Viertel – im Vergleich untereinander – ebenfalls auf einem ähnlichen Niveau, d.h. die Laktoferrin-Werte liegen zwischen 20 und 120  $\mu\text{g/ml}$ . Bei den übrigen 5 Fällen liegen – im Vergleich der Viertel untereinander – einzelne Laktoferrin-Werte höher als bei den übrigen Vierteln (bis zu 1.010  $\mu\text{g/ml}$ ). Bezüglich der LDH-Aktivität befinden sich bei 8 der 11 Fälle die Werte im Viertelvergleich auf einem ähnlichen Niveau (von 20 bis 162 U/l). Durch die 6 „Laktoferrin-Fälle“ und die 8 „LDH-Fälle“ werden die 11 „Haptoglobin-Fälle“ abgedeckt. Wird demnach bei diesen Fällen von einem intakten Eutergewebe ausgegangen, könnte dieses bedeuten, dass die erhöhten Haptoglobinkonzentrationen in der Milch (gleiches Niveau auf allen vier Vierteln) aus dem Blut stammen und nicht im Eutergewebe synthetisiert werden. Bei dem jetzigen Stand des Wissens ist aber keine endgültige Aussage zu dem Syntheseort für die in allen vier Vierteln erhöhte Haptoglobin-Konzentration zu treffen.

Bezüglich der NEFA-Werte konnte nur ein signifikanter Unterschied zwischen den NEFA-Werten der Haptoglobin-Klasse „vier Viertel erkrankt“ zu Haptoglobin-Klasse „drei Viertel erkrankt“ ermittelt werden. Da zu den anderen Klassen kein Unterschied bestand, kann demnach nicht geschlussfolgert werden, dass bei einer gesteigerten Fettmobilisation, welche sich in erhöhten NEFA-Werten widerspiegelt, eine Infektionsgefahr für das Euter besteht.

Insgesamt bestätigen die Ergebnisse zur Eutergesundheit zum einen die Eignung der gewählten Milchparameter für die differenzierte Betrachtung – besonders in ihrer Kombination, auch wenn für die Parameter Laktoferrin und LDH-Aktivität zum dem jetzigen Zeitpunkt keine Grenzwerte zur Abgrenzung subklinischer Mastitiden bekannt sind.

Zum anderen wird bestätigt, das BCS und geschätzte Energiebilanz nicht die tatsächliche Stoffwechsellage der Tiere erfassen und damit auch keine gültigen Rückschlüsse auf mögliche Gesundheitsgefährdungen erlauben. Entscheidend bleibt die individuelle Reaktion des Tieres, die sich in ihrer Bedeutung für die Eutergesundheit anhand der Versuchsparameter abschätzen lässt. Als indikativ für systematische Belastungen sind folgende Parameter zu werten:

- im Blut die Werte für oxidativen Stress,
- in Milch dauerhaft erhöhte LDH-Aktivitäten in allen vier Vierteln und
- in Milch gleichmäßig erhöhte Haptoglobin-Werte  $> 2,2 \mu\text{g/ml}$  in allen vier Vierteln (zu einzelnen Zeitpunkten).

Entzündliche Reaktionen im Euter können durch die Haptoglobinmessung in Milch erfasst werden. Bei einem Positiv-Befund in allen Vierteln ist eine systemische Reaktion wahrscheinlich und sollte anhand anderer Parameter abgegrenzt werden. Sofern Grenzwerte für die LDH-Aktivität zur Identifizierung subklinisch erkrankter Viertel bekannt sind, kann die Viertelgemelksanalyse sowohl auf Haptoglobin als auch auf die LDH-Aktivität erfolgen.

## 4 Zusammenfassung

### 4.1 Versuch A

Ziel des Versuches war es, verschiedene betriebliche Gegebenheiten und die Milchqualitätsparameter von ökologisch und von konventionell wirtschaftenden Betrieben gegenüberzustellen, zu vergleichen und die Unterschiede zu begründen.

20 ökologisch und 20 konventionell wirtschaftende Milchviehbetriebe im Rheinland hatten sich bereit erklärt, an dieser Untersuchung teilzunehmen. Die Auswahl der Betriebe erfolgte anhand der Zellzahl der monatlichen Güteprüfung der letzten sechs Monate vor der ersten Befragung.

Zunächst wurden die für die Befragung erforderlichen Checklisten erstellt, wobei die Produktionsbereiche Melken, Fütterung, Haltung und Management erfasst wurden. Nach Fertigstellung der Checklisten fanden pro Betrieb zwei Erhebungen statt (Anfang 2003 und Mitte 2004).

Für die Auswertung wurden die Erhebungsdaten den Komplexen Eutergesundheit, Stoffwechsel, Fruchtbarkeit und Fundament zugeteilt. Die erhobenen Daten deckten eine große Bandbreite an Vorsorgemaßnahmen, Risikofaktoren und Beobachtungen im Hinblick auf die vier Krankheitskomplexe ab.

Über alle abgefragten und beobachteten Vorsorgemaßnahmen bzw. Risikofaktoren innerhalb der vier Komplexe lässt sich zusammenfassend sagen:

- dass bei dem Komplex „**Eutergesundheit**“ herauszustellen ist, dass die ökologisch wirtschaftenden Betriebsleiter von den acht abgefragten „hygienischen Maßnahmen während und nach dem Melken zur Vorsorge von Eutererkrankungen“ vier Maßnahmen häufiger durchführen als die konventionell wirtschaftenden, während nur eine Maßnahme („kein Verfüttern der Milch euterkranker Kühe“) deutlich häufiger von den konventionell wirtschaftenden Betriebsleitern angewandt werden. Bei der Anwendung antibiotischer Trockensteller spiegelt der deutliche Unterschied zwischen den Bewirtschaftungsformen die Vorgaben der EU-Verordnung wieder.
- dass bei dem Komplex „**Stoffwechsel**“ bei den folgenden Faktoren ein nennenswerter Unterschied zwischen den beiden Bewirtschaftungsformen besteht: Weniger ökologisch wirtschaftende Betriebsleiter
  - planen die Futterrationen mit Hilfe von Fütterungsberatern,
  - führen Analysen der Futtermittel durch und,
  - mischen die Futtermittel vor der Gabe.

- dass bei dem Komplex „**Fundament**“ als einziger deutlicher Unterschied zwischen den beiden Bewirtschaftungsformen in ökologisch geführten Betrieben den Kühen – entsprechend der EU-Verordnung – häufiger ein Auslauf zur Verfügung steht.
- dass bei dem Komplex „**Fruchtbarkeit**“ als einziger Unterschied in ökologisch geführten Betrieben seltener mit Kuhplaner-Programmen zur Überwachung der Fruchtbarkeit gearbeitet wird.

Bei den übrigen erhobenen Vorsorgemaßnahmen und Risikofaktoren konnte kein Unterschied zwischen den beiden Bewirtschaftungsformen festgestellt werden.

In dem betrachteten Zeitraum von Juni 2002 bis Juni 2004 standen die Daten der regelmäßigen Güteprüfung in der Hoftankmilch und der monatlichen Milchleistungsprüfung im Gesamtgemelk zur Auswertung zur Verfügung. Von diesen Daten wurden

- der Zellgehalt,
- der Fett-, Eiweiß- und Harnstoffgehalt sowie
- der Besamungsindex

ausgewertet.

Die Zellgehalte in der Hoftankmilch liegt bei beiden Betriebsformen auf einem höheren Niveau als im Antrag vorgesehen, so dass nur in dem ein oder anderen Betrieb der Grenzwert von 150.000 Zellen/ml, unterhalb dessen von einer guten Eutergesundheit der Herde auszugehen ist, unterschritten wird.

Zu der Auswertung und dem Vergleich der beiden Bewirtschaftungsformen ist zusammenfassend zu sagen, dass in den untersuchten ökologisch geführten Betrieben

- tendenziell mehr Tiere einen Zellgehalt von über 150.000 Zellen/ml (im Rahmen der MLP) sowohl vor als auch nach der Trockenstehphase aufweisen. Dieser schwach signifikante Unterschied könnte ggfs. auf das Trockenstehverfahren zurückzuführen sein,
- der Eiweißgehalt in der Hoftankmilch durchschnittlich auf einem niedrigeren Niveau liegt ( $p < 0,001$ ) und damit auf einen Energiemangel hindeutet,
- der Anteil Kühe mit  $< 3,3$  % Milcheiweiß und  $< 150$  ppm Milch-Harnstoff (steht für Protein- und Energiemangel) signifikant höher ist und
- der Besamungsindex im Durchschnitt signifikant geringer ist.

Aus den Ergebnissen lässt sich für die untersuchten 20 ökologisch wirtschaftenden Betriebsleiter ableiten, dass:

- sofern sie keine antibiotischen Trockensteller verwenden, sie wesentlich mehr auf die Kontrolle, Erhaltung der Eutergesundheit und ggfs. Gesundung vor Beginn der Trockenstehperiode achten müssen und
- sie eine intensivere Fütterungsplanung durchführen sollten und somit einen Ausgleich des relativen Energiemangels anstreben sollten.

Des Weiteren ist für die untersuchten 20 konventionell wirtschaftenden Betriebe anzuraten, dass sie häufiger hygienische Maßnahmen während und nach dem Melken zur Vorsorge von Eutererkrankungen anwenden sollten.

## 4.2 Versuch B

Ziel dieses Teilversuches war die Ermittlung eines Zusammenhanges zwischen der Energieunterversorgung der Milchkühe post partum und dem Auftreten von Eutererkrankungen in diesem Zeitraum.

Für das Versuchsvorhaben konnten in dem Landwirtschaftszentrum Haus Riswick aus der ökologisch geführten Stalleinheit 31 Milchkühe und Färsen sowie aus der konventionell bewirtschafteten Stalleinheit 18 Milchkühe und Färsen beprobt werden. Die ökologisch gehaltenen Kühe wurden in zwei Fütterungsgruppen mit unterschiedlichem Kraftfuttereinsatz eingeteilt.

Bei der Auswertung der Daten wurde aber deutlich, dass durch die tierindividuelle leistungsbezogene Kraftfuttermenge kein Unterschied in der energetischen Versorgung der beiden Fütterungsgruppen im ökologisch geführten Stall – wie ursprünglich geplant – bestand. Daher wurde für die Auswertung folgende Gruppeneinteilung vorgenommen:

- Kühe der Gruppe I: Kühe (2 und mehr Laktationen) aus der ökologisch geführten Stalleinheit (n = 21),
- Kühe der Gruppe II: Kühe (2 und mehr Laktationen) aus der konventionell geführten Stalleinheit (n = 17) und
- Färsen der Gruppe I: Färsen (erste Laktation) aus der ökologisch geführten Stalleinheit (n = 10).

Die Probenentnahmen wurden pro Tier vier Wochen vor der zu erwartenden Kalbung und bis zur 12. Woche p.p. fortgesetzt. Sie deckten somit den Hochrisikozeitraum für Eutererkrankungen ab.

In den Wochen vor der Geburt wurden wöchentlich Blutproben aus der Schwanzvene und in den 10 Wochen danach wöchentlich Blut- und Milchproben (Viertelgemelksproben) entnommen. In den Blutseren erfolgten folgende Analysen zur Beurteilung der unspezifischen Abwehr durchgeführt: Differentialblutbild, Haptoglobin und Oxidativer Stress.

Zur Beurteilung der Stoffwechsel- und Versorgungssituation wurden im Blut die Gehalte an Nicht-veresterten freien Fettsäuren (NEFA),  $\beta$ -Hydroxybutyrat ( $\beta$ -OH-B), GLDH-Aktivität, Insulinartiger Wachstumsfaktor-1 (IGF-1) und Leptin analysiert.

Die in den Viertelgemelksproben zu untersuchenden Parameter Laktatdehydrogenase-Aktivität (LDH), Haptoglobin, Laktoferrin und pathogene Mastitiserreger dienten der Beurteilung der Eutergesundheit.

Neben den Analysedaten standen die Daten der MLP, der BCS-Erhebungen und die Fütterungsdaten zur Verfügung.

Aufgrund der Fütterungsdaten konnte für die Tiere der Gruppe II eine geringere negative Energiebilanz ermittelt werden.

Bei den folgenden Parametern im Blut bestand ein Unterschied zwischen den beiden Gruppen (mit unterschiedlichen Energiebilanzen):

- Freie Radikale (Parameter zur Beurteilung des oxidativen Stress): die Tiere der Gruppe I weisen ein geringeres Niveau an Freien Radikalen (ROM-Werte) im Blut auf als die Tiere der Gruppe II ( $p < 0,001$ ), wobei zwischen den Färsen und Kühen kein signifikanter Unterschied besteht.
- NEFA: der Unterschied zwischen den beiden Gruppen lässt sich über den gesamten peripartalen Zeitraum (16 Wochen) signifikant absichern ( $p = 0,005$ ) und ist wahrscheinlich auf das unterschiedliche Fütterungsregime mit den daraus resultierenden stärker negativen Energiebilanzen in Gruppe II zurückzuführen. Zwischen den Färsen und Kühen besteht kein signifikanter Unterschied.
- $\beta$ -OH-B: der Unterschied zwischen den beiden Gruppen ist nur in dem Zeitfenster 1. Woche p.p. bis 5. Woche p.p. signifikant abzusichern ( $p = 0,003$ ). Über den gesamten Untersuchungszeitraum unterscheiden sich die beiden Gruppen nicht.

Mit Hilfe der Bildung zweier Ketokörperklassen (kleiner und größer  $1,2 \text{ mmol } \beta\text{-OH-B/l}$ ) konnte ermittelt werden, dass sich die folgenden Parameter über die untersuchten Wochen in diesen beiden Klassen signifikant voneinander unterscheiden:

- die NEFA-Serumkonzentration,
- die BCS-Differenzen,
- die geschätzten täglichen Energiebilanzen und
- die Freien Radikale.

Diese Ergebnisse unterstützen die Vermutung, dass die beobachteten Unterschiede zwischen den Gruppen in erster Linie auf das jeweilige Fütterungsmanagement und weniger auf die Bewirtschaftungsform zurückzuführen sind.

Sowohl für den Leptinverlauf als auch für den IGF-1-Verlauf konnte ein deutlicher Zusammenhang mit den BCS-Werten vor der Kalbung abgesichert werden. Demnach könnte die Bestimmung von Leptin und/oder IGF-1 gegebenenfalls zur Beurteilung der Körperkondition herangezogen werden.

Weil die Unterschiede zwischen den beiden Bewirtschaftungsgruppen auf das Fütterungsmanagement zurückzuführen sind und nicht auf die Bewirtschaftungsform, wurde die Beurteilung der Eutergesundheit ebenfalls losgelöst von der Einteilung in ökologisch und konventionell vorgenommen. Vielmehr wurden mit den Milch-Parametern LDH-Aktivität und Haptoglobin Klassen gebildet, mit deren Hilfe folgende Zusammenhänge zu Stoffwechsel- und anderen Parametern ermittelt werden konnten:

- Die Ergebnisse aus dem Vergleich der verschiedenen Eutergesundheitsparameter in den vier gebildeten LDH-Klassen bestätigen die Vermutung, dass die Werte in den einzelnen Vierteln der LDH-Klasse „viertelweise euterkrank“ aufgrund einer lokalen Eutergesundheitsstörung erhöht sind und in den Vierteln der LDH-Klasse „systemisch“ aufgrund einer Störung/einer Stresssituation im Organismus des Tieres. Dabei sollte aber darauf hingewiesen werden, dass der „Grenzwert“ von 80 U LDH/l zur Kennzeichnung der systemisch auffälligen Tiere gewählt wurde und demnach nicht der Grenzwert zur Abgrenzung von Eutererkrankungen sein muss.
- Die MLP-Zellzahlen liegen in den drei LDH-Klassen „unauffällig“, „fast unauffällig“ und „systemisch“ durchschnittlich unter 200.000 Zellen/ml, d.h. in einem Bereich, in dem empfohlen wird, das Euter zu beobachten, evtl. zusätzliche Untersuchungen durchzuführen, aber keine sofortigen therapeutischen Maßnahmen bzgl. Mastitiden erforderlich sind – im Gegensatz zu der LDH-Klasse „viertelweise euterkrank“.
- Die Milchleistung ist bei den „viertelweise euterkranken“ Tieren stark schwankend, was ebenfalls mit Prozessen im Euter in Zusammenhang gebracht werden kann. Die übrigen drei Gruppen verlaufen annähernd parallel, wobei die Klasse „unauffällig“ auf dem höchsten Niveau liegt und die Klasse „fast unauffällig“ auf dem niedrigsten. Auch das

könnte auf die im Euter ablaufenden Prozesse bei den Tieren der Klasse „fast unauffällig“ zurückzuführen sein.

- Zwischen den LDH-Klassen und den Freien Radikalen konnten signifikante Zusammenhänge festgestellt werden, welche die Annahme bestätigen, dass die erhöhten LDH-Werte in allen vier Vierteln auf eine Belastung des Organismus hinweisen, während hingegen einzelne lokale Eutergesundheitsstörungen keine Auswirkung auf den ROM-Werte im Serum haben.
- Bei  $\beta$ -OH-B ist der Unterschied zwischen den vier LDH-Klassen signifikant ( $p = 0,034$ ), bei NEFA nur in der 1. bis 5. Woche p.p. ( $p = 0,007$ ). Aus diesem Vergleich ist zu schließen, dass ein Zusammenhang zwischen der Erhöhung der LDH-Werte in allen vier Vierteln, welche auf eine systemisch bedingte Zellschädigung hinweisen, und den Ketokörpern sowie den NEFAs besteht.
- Aus den signifikanten Unterschieden zwischen den  $\beta$ -OH-B-Werten der Haptoglobin-Klasse „vier Viertel erkrankt“ und den übrigen Haptoglobin-Klassen kann geschlossen werden, dass ein höheren Anteil von Ketokörpern im Blut (durchschnittlich 1,18 mmol  $\beta$ -OH-B/l) im Zusammenhang mit systemischen Erkrankungen steht. Durch den bewiesenen Zusammenhang zwischen den Ketokörpern und den LDH-Klassen gehen diese systemischen Belastungen gegebenenfalls mit Zellschädigungen einher.
- Auch bei den Haptoglobinwerten im Blut besteht ein signifikanter Unterschied zwischen der Haptoglobin-Klasse „vier Viertel erkrankt“ und den übrigen Haptoglobin-Klassen. Dieses Ergebnis unterstützt die Schlussfolgerung, dass die erhöhten Stoffwechsellparameter eher mit systemischen bedingten Reaktionen des Organismus einhergehen.

Insgesamt bestätigen die Ergebnisse zur Eutergesundheit zum einen die Eignung der gewählten Milchparameter für die differenzierte Betrachtung – besonders in ihrer Kombination, auch wenn für die Parameter Laktoferrin und LDH-Aktivität zum dem jetzigen Zeitpunkt keine Grenzwerte zur Abgrenzung subklinischer Mastitiden bekannt sind. Zum anderen wird bestätigt, dass BCS und die geschätzte Energiebilanz nicht die tatsächliche Stoffwechsellage der Tiere erfassen und damit auch keine gültigen Rückschlüsse auf mögliche Gesundheitsgefährdungen erlauben.

Entscheidend bleibt die individuelle Reaktion des Tieres, die sich in ihrer Bedeutung für die Eutergesundheit anhand der Versuchsparameter abschätzen lässt. Als indikativ für systematische Belastungen sind folgende Parameter zu werten:

- im Blut die Werte für oxidativen Stress,
- in Milch dauerhaft erhöhte LDH-Aktivitäten in allen vier Vierteln und

- in Milch gleichmäßig erhöhte Haptoglobin-Werte  $> 2,2 \mu\text{g/ml}$  in allen vier Vierteln (zu einzelnen Zeitpunkten).

Entzündliche Reaktionen im Euter können durch die Haptoglobinmessung in Milch erfasst werden. Bei einem Positiv-Befund in allen Vierteln ist eine systemische Reaktion wahrscheinlich und sollte anhand anderer Parameter abgegrenzt werden. Sofern Grenzwerte für die LDH-Aktivität zur Identifizierung subklinisch erkrankter Viertel bekannt sind, kann die Viertelgemelksanalyse sowohl auf Haptoglobin als auch auf die LDH-Aktivität erfolgen.

## 5 Schlussfolgerung

Bei dem Vergleich der beiden **Teilversuche A und B** stellt sich auf Betriebsebene eine gegensätzliche Situation dar: In Teilversuch A bestand ein wesentlicher Unterschied zwischen den beiden Bewirtschaftungsgruppen (à 20 Betriebe) darin, dass der Eiweißgehalt in der Hoftankmilch ökologisch geführter Betriebe im Durchschnitt geringer war und dieser die – auch häufig in der Literatur beschriebene – Energiemangelsituation aufgrund geringeren Kraftfuttereinsatzes in ökologisch geführten Betrieben widerspiegelt. Ziel des Teilversuchs B war zunächst, diese Situation in der Öko-Stalleinheit des Landwirtschaftszentrums Haus Riswick mit Hilfe der zwei Fütterungsgruppen ansatzweise zu simulieren. Nach Auswertung der Fütterungsdaten musste aber zum einen für weitere Datenanalysen die Gruppeneinteilung innerhalb des Öko-Stalls aufgelöst werden. Zum anderen ergab sich in dem Vergleich mit der konventionell geführten Stalleinheit von Haus Riswick das Bild, dass die negativen Energiebilanzwerte für die ökologisch gehaltenen Tiere auf einem höheren und damit besseren Niveau lagen als für die konventionell gehaltenen Tiere.

Aus **Teilversuch A** kann der Schluss gezogen werden, dass zwischen den Bewirtschaftungsgruppen auf den untersuchten Betrieben einzelne Unterschiede bestehen, diese aber nicht so extrem ausfallen wie in anderen Untersuchungen zu Bewirtschaftungsvergleichen. Die Optimierungsstrategien für die Beratung, die aus der vorliegenden Untersuchung hervorgehen, lauten:

- Unterstützende Betreuung der Betriebe (vorrangig der ökologisch geführten), welche nur bedingt antibiotische Trockensteller einsetzen, im Hinblick auf eine intensivere Eutergesundheitskontrolle und Eutergesundheitserhaltung – besonders vor Beginn der Trockenstehperiode.
- Unterstützung bei der Fütterungsplanung (angefangen von Futteranalysen über Futterrationsberechnungen bis hin zum Einsatz von Ausgleichsmaßnahmen).

Für die Beratung der untersuchten konventionell bewirtschafteten Betriebe sollte ein zusätzlicher Schwerpunkt auf die Anwendung von hygienischen Maßnahmen vor und während des Melkens gelegt werden.

Alle Betriebe hatten gemeinsam, dass im Durchschnitt der Zellgehalt in der Hoftankmilch auf einem höheren Niveau lag (zwischen 200.000 und 250.000 Zellen/ml) als im Hinblick auf die Eutergesundheitssituation der Herde erwünschenswert wäre. Daher wird an dieser Stelle die in Kapitel 3.3.1 aufgeführte Strategie zu Erhaltung der Eutergesundheit nach HOVI & RODERICK (2000) aufgegriffen und – für beide Bewirtschaftungsformen in gleicher Weise anzuwenden – modifiziert:

1. Schaffung einer Herde und einer Umgebung zur nachhaltigen Verbesserung der Eutergesundheit
2. Erhaltung einer geringen Häufigkeit kontagiöser Mastitisfälle
3. Erhaltung eines Zellgehaltes in der Hoftankmilch unterhalb der Zellzahlgrenze von 200.000 Zellen/ml (besser 150.000 Zellen/ml), die eine gute Eutergesundheit der Herde widerspiegelt
4. Identifizierung und unmittelbare Behandlung jeder klinischen Mastitis
5. Subklinische Mastitiden: Identifizierung verdächtiger Tiere durch Kontrolle der monatlichen MLP-Zellzahlergebnisse (Grenzwert: 200.000 Zellen/ml) und/oder anderer Kontrollinstrumente (z.B. Schalmtest) sowie Einleitung entsprechender Maßnahmen am Tier oder im Management

Eine wesentliche Schlussfolgerung aus **Teilversuch B** ist, dass die dargestellten Unterschiede zwischen den beiden Gruppen I und II auf das jeweilige Fütterungsmanagement zurückzuführen sind und nicht auf die Bewirtschaftungsform per se. Das bedeutet für die konventionell wirtschaftende Stalleinheit in Haus Riswick eine Umstellung der Fütterung sowohl vor als auch nach der Kalbung. Ein wesentliches Teilziel sollte dabei ein höherer BCS-Wert nach der Kalbung bei den konventionell gehaltenen Kühen sein.

Aufgrund der eigenen Ergebnisse kann als Strategie empfohlen werden, die Fütterung stets zu überprüfen und dabei vor allem tierindividuelle Schwankungen bei gegebener Ration zu bedenken und ggfs. mit folgenden Blutanalysen zu ergänzen:

- $\beta$ -OH-B in den ersten Wochen p.p., um aufgrund der Ergebnisse kurzfristige Maßnahmen bei einem erhöhten Ausmaß der Ketogenese und der Fettmobilisation einleiten zu können.
- NEFA kurz vor der Kalbung, weil eine erhöhte Fettmobilisation bereits dann deutlich wird und hier als Belastungsfaktor identifiziert wurde.

Die Analyse der Freie Radikale vor der Kalbung zur Beurteilung einer systemischen Störung erscheint als sehr aussichtsreicher Parameter. Derzeit besteht aber zu den Zusammenhängen mit Stoffwechsel und Eutergesundheit noch Forschungsbedarf.

Zwischen den negativen Energiebilanzen und der Eutergesundheit stellt sich folgender Zusammenhang dar: In Konsequenz einer Energieunterversorgung besteht zwischen den Stoffwechselfparametern  $\beta$ -OH-B und NEFA ein Zusammenhang zu der LDH-Aktivität in der Milch, welche den Grad einer Zellschädigung widerspiegelt. Auch die anhand des Grenzwerts für Haptoglobin zur Identifizierung von subklinischen Mastitiden festgestellten

Zusammenhänge mit den Stoffwechselfparametern und den übrigen Eutergesundheitsparametern belegen, dass erhöhte  $\beta$ -OH-B-Werte eher mit systemischen Erkrankungen einhergehen (alle vier Viertel mit Haptoglobin-Konzentrationen in Milch über dem Grenzwert, erhöhte Haptoglobin-Serumwerte, LDH- und Laktoferrin-Werte beim Viertelvergleich auf gleichem Wertenniveau). Hingegen ist ein Zusammenhang zu den metabolischen Parametern und der Erkrankung nur einzelner Viertel nicht eindeutig gegeben. Daher ist eine Überwachung der Eutergesundheit zu empfehlen, bei der ab der dritten Woche p.p. anhand von Viertelgemelksproben lokale Euterentzündungen einzelner Viertel gegen systemische Störungen aufgrund der Stoffwechsellage abzugrenzen sind.

## 6 Literaturverzeichnis

- ABUJA PM & ALBERTINI R (2001)  
*Methods for monitoring oxidative stress, lipid peroxidation and oxidation resistance of lipoproteins.* Clin Chim Acta, 306: 1-17
- ADR-Berichte (1990-2003):  
*Rinderproduktion – Zucht, Besamung, Leistungsprüfung – in Deutschland 1990-2003,*  
 Arbeitsgemeinschaft Deutscher Rinderzüchter e.V.
- ALBERTI A, BOLOGNINI L & MACCIANTELLI D (2000)  
*The radical cation of N,N-Dienthyl-paraphenylendiamine: a possible indicator of oxidation stress in biological samples.* Res Chem Intermed, 26: 253-267.
- ANDERSSON R (1991)  
*Die Diagnose der bovinen subklinischen Mastitis mittels Laktatdehydrogenase-Aktivität und Leitfähigkeit,* Diss., agr. Univ., Bonn
- ARNOLD R (1984)  
*Vergleichende Qualitätsuntersuchungen von konventionell und alternativ erzeugter Konsummilch*  
 Archiv für Lebensmittelhygiene, 35, 49-72
- AUGSTBURGER F, ZEMP J & HEUSSER H (1988)  
*Vergleich der Fruchtbarkeit, Gesundheit und Leistung von Milchkühen in biologisch und konventionell bewirtschafteten Betrieben*  
 Landwirtschaft Schweiz, 1(7), 427-431
- BAGGIOLINI M, DE DUVER C, MASSON PL & HEREMANS JF (1970)  
*Association of lactoferrin with specific granules in rabbit heterophil leukocytes,* J Exp Med, 131, 559-570
- BAITON DF, ULLYOT JL & FARQUAHAR MG (1971)  
*The development of neutrophilic polymorphnuclear leukocytes in human bone marrow*  
 J exp med, 134, 907-934
- BENEDSGAARD TW, THAMSBORG SM, VAARST M & ENEVOLDSEN C (2003)  
*Eleven years of organic dairy production in Denmark: herd health and production related to time of conversion and compared to conventional production,* Livest Prod Sci, 80, 121-131
- BERNABUCCI U, RONCHI N, LACETERA N & NARDONE A (2005)  
*Influence of Body Condition Score on Relationships Between Metabolic Status and Oxidative Stress in Periparturient Dairy Cows.* J Dairy Sci, 88, 2017-2026
- BERTICS JS, GRUMMER RR, CADORNIGA-VALIFIO C & STODDARD EE (1992)  
*Effect pf prepartum dry matter intake on liver triglyceride concentration and early lactation.*  
 J Dairy Sci, 75, 1914
- BLECHA F (2000)  
*Immune System Response to Stress.* In: Moberg G.P., Mench J.A. (Hrsg.): The Biology of Animal Stress. Basic principles and Implications for Animal Welfare. CABI, Oxon, New York
- BOGIN E, ZIV G, AVIDAR J, RIVETZ B, GORDIN S & SARAN A (1977)  
*Distribution of lactate dehydrogenase isoenzymes in normal and inflamed bovine udders and milk,*  
 Res Vet Sci, 22, 198-200
- BOYD JW (1962)  
*The comparative activity of some enzymes in sheep, cattle and rats – Normal serum and tissue levels and changes during experimental liver necrosis.* Res Vet Sci, 3, 419-433
- BRAMBILLA G, CIVITAREALE C, BALLERINI A, FIORI M, AMADORI M, ARCHETTI L, REGINI I & BETTI M (2002)  
*Response to oxidative stress as a welfare parameter in swine.* Redox Rep, 7: 159-63
- BREIER BH & SAUERWEIN H (1995)  
*Regulation of growth in ruminants by the somatotropic axis.* In: Engelhardt W, Leonhard-Marek S, Breves G & Giesecke D. (Hrsg.): Ruminant Physiology: Digestion, Metabolism, Growth and Reproduction. F Enke, Stuttgart, S. 451-484

- BUCHBERGER J (1979)  
*Einflüsse auf den Eiweißgehalt der Milch*, Die Molkereizeitung Welt der Milch, 33, 5-10
- BÜHL A & ZÖFEL P (2002)  
*SPSS Version 11, Einführung in die moderne Datenanalyse unter Windows*, 8. überarb. und erw. Auflage, Pearson Education Deutschland GmbH, München
- BURVENICH C, VAN MERRIS V, MEHRZAD J, DIEZ-FRAILE A & DUCHATEAU L (2003)  
*Severity of E. coli mastitis is mainly determined by cow factors*, Vet Res, 34, 521-64
- BUSATO A, TRACHSEL P, SCHÄLLIBAUM M & BLUM JW (2000)  
*Udder health and risk factors for subclinical mastitis in organic dairy herds in Switzerland*  
 Prev Vet Med, 44, 205-220
- CABARET J (2003)  
*Animal health problems in organic farming: subjective and objective assessments and farmers' actions*, Livest Prod Sci, 80, 99-108
- CESARONE MR, BELCARO G, CARATELLI M, CORNELLI U, DESANCTIS MT, INCANDELA L, BARSOTT R, TERRANOVA R & NOCOLAIDES UA (1999)  
*A simple test to monitor oxidative stress*. Int Angiol, 2, 127-130.
- CHILLIARD Y, DELAVAUD C & BONNET M (2005)  
*Leptin expression in ruminants: nutritional and physiological regulations in relation with energy metabolism*, Domest Anim Endocrinol. 29(1), 3-22. Epub 2005 Apr 7.
- CHAGUNDA GGM, FRIGGENS NC & RASMUSSEN MD (2005):  
*A biological model for detecting individual cow mastitis risk based on lactate dehydrogenase*, in: Hoeveen (Hrsg.): Mastitis in dairy cows, Wageningen Academic Publisher, 617-621
- CONCHA C (1986)  
*Cell types and their immunological function in bovine mammary tissues and secretions-a review of the literature*. Nord Vet Med, 38, 257-272.
- CULLEN GA (1968)  
*Cell counts throughout lactation*, Vet Record, 83, 125-128
- DAXENBERGER A, BREIER BH & SAUERWEIN H (1998)  
*Increased milk levels of insulin-like growth factor 1 (IGF-1) for the identification of bovine somatotropin (bST) treated cows*, Analyst, 123, 2429-2435
- DE KRUIF A, MANSFELD R & HOEDEMAKER M (1998)  
*Tierärztliche Bestandsbetreuung beim Milchrind*, Ferdinand Enke Verlag Stuttgart
- DELAVAUD C, FERLAY A, FAULCONNIER Y, BOCQUIER F, KANN G & CHILLIARD Y (2002)  
*Plasma leptin concentration in adult cattle : Effects of breed, adiposity, feeding level, and meal intake*, J Anim Sci, 80(5), 1317-1328
- DENEKE J & FEHLINGS K (2000)  
*Mastitisproblematik in Betrieben mit ökologischer Rinderhaltung*, Tierärztliche Praxis, 28(G), 104-109
- DENEKE J & FEHLINGS K (2001)  
*Hygiene- und Eutergesundheitsmanagement in konventionellen und ökologischen Betrieben*, Milchpraxis, 39, 204-207
- DETILLEUX JC & GRÖHN YT (1994)  
*Effects of Clinical Ketosis on Test Day Milk Yields in Finnish Ayrshire Cattle*. J Dairy Sci, 77, 3316-3323
- DEUTSCHE VETERINÄRMEDIZINISCHE GESELLSCHAFT e.V. (DVG) (2002)  
*Leitlinien zur Bekämpfung der Mastitis des Rindes als Bestandsproblem*, Fachgruppe „Milchhygiene“, Sachverständigenausschuss „Subklinische Mastitis“, 4. Auflage, Hannover
- DOEPEL L, LAPEIRRE H & KENNELLY JJ (2002)  
*Peripartum performance and metabolism of dairy cows in response to prepartum energy and protein intake*. J Dairy Sci, 85, 2315-2334
- DOHOO IR & MEEK AH (1982)  
*Somatic cell counts in milk*. Can Vet J, 23, 119-125

- DUFFIELD TF, KELTON DF, LESLIE KE, LISSEMORE KD & LUMSDEN JH (1997)  
*Use of test day milk fat and milk protein to detect subclinical ketosis in dairy cattle in Ontario*, Rev Vet Can, 38(11), 713-718
- ECKERSALL DP, YOUNG FJ, MCCOMB C, HOGARTH CJ, SAFI S, WEBER A, MCDONALD T, NOLAN AM & FITZPATRICK JL (2001)  
*Acute phase proteins in serum and milk from dairy cows with clinical mastitis*, Vet Rec, 148, 3-41
- ENJALBERT F, NICOT MC, BAYOURTHE C & MONCOULON R (2001)  
*Ketone bodies in milk and blood of dairy cows: Relationship between concentrations and utilization for detection of subclinical ketosis*, J Dairy Sci, 84, 583-589
- FEHLINGS K & DENEKE J (2000)  
*Mastitisproblematik in Betrieben mit ökologischer Rinderhaltung*, Tierärztliche Praxis, 28(G), 104-109
- FISCHER B & ENGELHARD T (1996)  
*Was bringt die Konditionsbewertung ?*. Top agrar 5/96, R14-R18
- GILLUND P, REKSEN O, GROHN YT & KARLBERG K (2001)  
*Body condition related to ketosis and reproductive performance in Norwegian dairy cows*. J Dairy Sci, 84(6), 1390-1396
- GODDEN SM, LISSEMORE KD, Keltorn DF, LESLIE KE, WALTON JS & LUMSDEN JH. (2001)  
*Factors Associated with Milk Urea Concentrations in Ontario Dairy Cows*, J Dairy Sci, 84, 107-114
- GOFF JP & HORST RL (1997)  
*Physiological Changes at Parturition and their relationship to metabolic disorders*  
 J Dairy Sci, 80, 1260-1268
- GREENFIELD RB, CECAVA MJ, JOHNSON TR & DONKIN SS (2000)  
*Impact of Dietary Protein Amount and Rumen Undegradability on Intake, Peripartum Liver, Triglyceride, Plasma Metabolites and Milk Production in Transition Dairy Cattle*, J Dairy Sci, 83, 703-710
- GRÖNLUND U, HUFEN C, ECKERSALL PD, HOGARTH C & WALLER KP (2003)  
*Haptoglobin and serum amyloid a in milk and serum during acute and chronic experimentally induced staphylococcus aureus mastitis*, J Dairy Res, 70, 379-386
- GRÖNLUND U, SANDFREN CH & WALLER KP (2005)  
*Haptoglobin and serum amyloid A in milk from dairy cows with chronic sub-clinical mastitis*, Vet Res, 36(2), 191-198
- GRUBER L, STEINWENDER R, GUGGENBERGER T, HÄUSLER J & SCHAUER A (2001)  
*Vergleich zwischen biologischer und konventioneller Wirtschaftsweise im Gründlandbetrieb. 2.Mitteilung: Futteraufnahme, Milchleistung, Gesundheit und Fruchtbarkeit*  
 Die Bodenkultur, 52(1), 55-70
- GRUBER L, GUGGENBERGER T, STEINWIDDER A, HÄUSLER J, SCHAUER A, STEINWIDDER R, WNZL W & STEINER B (2001)  
*Vorhersage der Futteraufnahme von Milchkühen auf Basis der Fütterungsversuche das BAL Gumpenstein*, 28. Viehwirtschaftliche Fachtagung, 2.-3. Mai 2001, 11-36
- GRUMMER RR (1993)  
*Etiology of Lipid-Related Metabolic Disorders in Periparturient Dairy Cows*, J. Dairy Sci, 76, 3882-3896
- HAGIWARA S, KAWAI K, ANRI A & NAGHATA H (2003)  
*Lactoferrin concentrations in milk from normal and subclinical mastitis cows*, J Vet Med Sci, 65(3), 319-323
- HANSEN J, STRIEZEL A & BISCHOFF K (1999)  
*Gesundheitliches Herdenmanagement in ökologisch wirtschaftenden Milchviehbetrieben*  
 In: HOFFMANN H., MÜLLER S. (1999) Beiträge zur 5. Wissenschaftstagung zum Ökologischen Landbau „Vom Rand zur Mitte“, Humboldt Universität Berlin, Landwirtschaftlich-Gärtnerische Fakultät, 139-142

- HARDENG F & EDGE VL (2001)  
*Mastitis, Ketosis and Milk Fever in 31 Organic and 93 Conventional Norwegian Dairy Herds*, J Dairy Sci, 84, 2673-2679
- HARMON RJ & NEWBOULD FHS (1980)  
*Neutrophil leukocytes a source of lactoferrin in bovine milk*, Am J Vet Res, 41, 1603-1606
- HARMON RJ, SCHANBACHER FL, FERGUSON LC & SMITH KL (1976)  
*Changes in lactoferrin, immunoglobulin G, bovine serum albumin, and  $\alpha$ -Lactalbumin during acute experimental and natural coliform mastitis in cows*, Infect Immun, 13(2), 533-542
- HISS S, MIELENZ M, BRUCKMAIER RM & SAUERWEIN H (2004a)  
*Haptoglobin concentrations in blood and milk after endotoxin challenge and quantification of mammary Hp mRNA expression*, J Dairy Sci, 87, 3778-3784
- HISS S, MIELENZ M & SAUERWEIN H (2004b)  
*Immunohistochemical localisation of bovine haptoglobin in the mammary gland*, 16. Tagung der Fachgruppe Physiologie und Biochemie der Deutschen Veterinärmedizinischen Gesellschaft 25.03. – 27.03.2004, Berlin
- HISS S, MÜLLER U, NEU-ZAHREN A & SAUERWEIN H (2005)  
*Das Akute-Phase-Protein Haptoglobin in der Diagnose der subklinischen Mastitis*, Deutsche Gesellschaft für Milchwissenschaften, Milchkonferenz 2005, Kiel, 29.-30. September 2005
- HITZ T, HENNIES M, BRUCKMAIER RM, SCHMITZ S & SAUERWEIN H (2002)  
*Bovines Lactoferrin : Entwicklung und Validierung eines ELISAs und erste Messungen in Milch nach intrazisternaler LPS-Applikation*, 15. Tagung der Fachgruppe Physiologie und Biochemie der Deutschen Veterinärmedizinischen Gesellschaft 27.02. – 01.03.2002, Wien
- HOEBEN D, BURVENICH C, MASSART-LEEN AM, LENJOU M, NIJS G, VAN BOCKSTAELE D & BECKERS JF (1999)  
*In vitro effect of ketone bodies, glucocorticosteroids and bovine pregnancy-associated glycoprotein on cultures of bone marrow progenitor cells of cows and calves*. Vet immunol immunopathol, 68, 229-40
- HOEDEMAKER M, PRANGE D, ZERBE H, FRANK J, DAXENBERGER A & MEYER HHD (2004)  
*Peripartal Propylene Glycol Supplementation and Metabolism, Animal Health, Fertility, and Production in Dairy Cows*. J Dairy Sci, 87, 2136-2145
- HÖRNING B (1998)  
*Tiergerechtigkeit und Tiergesundheit in ökologisch wirtschaftenden Milchviehbetrieben*, Dtsch Tierärztl Wochenschr, 105(8), 313-321
- HOVI M & RODERICK S (1999)  
*An Investigation for the incidence, treatment strategies and financial implications of mastitis in organic and conventionally managed UK dairy herds*, An attachment to a Scientific Report to the Ministry of Agriculture, Fisheries and Food, UK
- HOVI M & RODERICK S (2000)  
*Mastitis und mastitis control strategies in organic milk*, Cattle Practice 8, 259-264
- HOVI M, SUNDRUM A & THAMSBORG SM (2003)  
*Animal health and welfare in organic livestock production in Europe: current state and future challenges*, Livest Prod Sci, 80, 41-53
- JEROCH H, DROCHNER W & SIMON O (1999)  
*Ernährung landwirtschaftlicher Nutztiere: Ernährungsphysiologie, Futtermittelkunde, Fütterung*. UTB, Stuttgart
- JUNGMANN RA, HUANG D & TIAN D (1998)  
*Regulation of LDH-A gene expression by transcriptional and posttranscriptional signal transduction mechanism*, J Exp Zool, 282, 188-195
- KATO K, MORI K & KATO H N (1989)  
*Contribution of leukocytes to the origin of lactat-dehydrogenase isozymes in milk of bovine mastitis*, Jap J Vet Sci, 51(3), 530-539

- KATOH N (2002)  
*Relevance of Apolipoproteins in the Development of Fatty Liver-Related Peripartum Diseases in Dairy Cows*, J vet med sci, 64, 293-307
- KEHLRI ME Jr, NONNECKE BJ & ROTH AJ (1989a)  
*Alterations in bovine neutrophil function during the periparturient period*, Am J Vet Res, 50, 207
- KEHLRI ME Jr, NONNECKE BJ & ROTH AJ (1989b)  
*Alterations in bovine lymphocyte function during the periparturient period*, Am J Vet Res, 50, 215
- KIELWEIN G (1994)  
*Leitfaden der Milchkunde und Milchhygiene*, 3. Auflage, Blackwell Wissenschaftsverlag-GmbH, Berlin
- KLOCKE P, FIDELAK C, GRABE S, ROTHE J, PAAL K, SPRANGER J & MERCK CC (2004)  
*Effects of homeopathic and antibiotic mastitis treatment considering mediumterm parameters in an organic dairy herd*, Konferenz World Buiatrics Congress, Quebec (Canada), 11.-16.7.2004
- KNIGHT J. A. (2000)  
*Review: Free Radicals, Antioxidants, and the Immune System*, Ann Clin Lab Sci, 30(2).
- KRAFT W & DÜRR UM (1999)  
*Klinische Labordiagnostik in der Tiermedizin*, 5. Auflage, Schattauer Stuttgart New York
- KREMER WDJ, NORDHUIZEN-STASSEN EN, GROMMERS FJ, SCHUKKEN YH, HEERINGA H & BRAND A (1993)  
*Severity of Experimental Escherichia coli Mastitis in Ketonemic Dairy Cows*. J Dairy Sci, 76, 3428-3436.
- KRISTENSEN T & KRISTENSEN ES (1998)  
*Analysis and simulation modelling of the production in Danish organic and conventional dairy herds*, Livest Prod Sci, 54, 55-65
- KRÖMKER V & PFANNENSCHMIDT F (2003)  
*Interne Zitzenversiegler – Ein Beitrag zu einer verbesserten Mastitisbekämpfung?*, Milchpraxis, 41, 124-126
- KRUTZINNA C, BOEHNCKE E & HERRMANN H-J (1996a)  
*Die Milchviehhaltung im ökologischen Landbau*, Ber Ldw, 74, 461-480
- KRUTZINNA C, BOEHNCKE E & HERRMANN H-J (1996b)  
*Organic milk production in Germany*, BAH, 13, 351-358
- LACETERA N, SCALIA D, FRANCI O, ABUCCI U, RONCHI B & NARDONE A (2004)  
*Short communication: Effects of Nonesterified Fatty Acids on Lymphocyte function in Dairy Heifers*. J Dairy Sci, 87, 1012-1014.
- LEBLANC SJ, LESLIE KE & DUFFIELD TF (2005)  
*Metabolic Predictors of Displaced Abomasum in Dairy Cattle*. J Dairy Sci, 88, 159-170
- LOTTHAMMER KH & WITTKOWSKI G (1994)  
*Fruchtbarkeit und Gesundheit der Rinder*, 1. Auflage, Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart
- LUND P (1991)  
*Characterization of alternatively produced milk*, Milchwissenschaft, 46(3), 166-169
- LUND V & ALGERS B (2003)  
*Research on animal health and welfare in organic farming – a literature review* Livest Prod Sci, 80, 55-68
- MALLARD BA, DEKKERS JC, IRELAND MJ, LESLIE KE, SHARIF S, LACEY VAN KAMPEN C, WAGTER L & WILKIE BN (1998)  
*Alteration in Immune Responsiveness During the Peripartum Period and Its Ramification on Dairy Cow and Calf Health*. J Dairy Sci, 81, 585-595.
- MASSON PL, HEREMANS JF & SCHOENE E (1969)  
*Lactoferrin, an ironbinding protein in neutrophilic leukocytes*, J Exp Med, 130, 643-658
- MEGLIA GE, JOHANNISSON A, AGENAS S, HOLTENIUS K & WALLER KP (2005)  
*Effects of feeding intensity during the dry period on leukocyte and lymphocyte sub-populations, neutrophil function and health in periparturient dairy cows*, Vet J, 169(3), 376-384

- MEHRZAD J, DUCHATEAU L, PYÖRÄLÄ S & BURVENICH C (2002)  
*Blood and Milk Neutrophil Chemiluminescence and Viability in Primiparous and Pluriparous Dairy Cows During Late Pregnancy, Around Parturition and Early Lactation*, J Dairy Sci, 85, 3268-3276
- MEIKLE A, KULCSAR M, CHILLARD Y, FEBEL H, DELAVAUD C, CAVESTANY D & CHILIBROSTE P (2004)  
*Effects of parity and body condition at parturition on endocrine and reproductive parameters of the cow*. Reproduction, 127, 727-737
- MIELKE H & MICHEL G (1985)  
*Zusammenhang zwischen systemischen und lokalen Abwehrmechanismen*, In: WENDT K, MIELKE H, FUCHS H-W (Hrsg.): Euterkrankheiten, VEB Gustav Fischer Verlag, 116-120
- MOLENAAR AJ, KUYS YM, DAVIS SR, WILKINS RJ, MEAD PE & TWEEDIE JW (1996)  
*Elevation of lactoferrin gene expression in developing, ductal, resting, and regressing parenchymal epithelium of the ruminant mammary gland*. J Dairy Sci, 79(7), 1198-1208
- NAGEL S (1994)  
*Harnstoffbericht: Neues Modell für große Herden*, Der Tierzüchter, 9, 28-31
- NEU-ZAHREN A, MÜLLER U, HISS S & SAUERWEIN H (2004)  
*Diagnostic key data for lactat dehydrogenase activity measurements in raw milk for the identification of subclinical mastitis in dairy cows*, 12 th International Conference on Production Diseases in Farm Animals, 19.07.-22.07.2004, Michigan, USA
- NIELEN M, AARTS MGA, JONKERS AGM, WENSING T & SCHUKKEN YH (1994)  
*Evaluation of two cow-side tests for the detection of subclinical ketosis in dairy cows*. Can Vet J, 35, 229-232.
- NIELSEN JH, HALD G, KJELDSSEN L, ANDERSEN HJ & OSTDAL H (2001)  
*Oxidation of ascorbate in raw milk induced by enzymes and transition metals*, Agric Food Chem, 49(6), 2998-3003.
- NIELSEN BH, JACOBSEN S, ANDERSEN PH, NIEWOLD TA & HEEGARD PMH (2004)  
*Acute phase proteins in serum and milk from healthy cows, cows with clinical mastitis and cows with extramammary inflammatory conditions*, Vet Rec, 154, 361-365
- NONNECKE BJ AND SMITH KL (1984a)  
*Inhibition of mastitic bacteria by bovine milk apo-lactoferrin evaluated by in vitro microassay of bacterial growth*, J Dairy Sci, 67, 606-613
- NORMAN HD, MILLER RH, WRIGHT JR & WIGGANS GR (2000)  
*Herd and state means for somatic cell count from dairy herd improvement*, J Dairy Sci, 83, 2782-2788
- NUNOKAWA Y, FUJINAGA T, TAIRA T, OKUMURA M, YAMASHITA K, TSUNODA N & HAGIO M (1993)  
*Evaluation of serum amyloid A protein as an acute-phase reactive protein in horses*, J Vet Med Sci, 55, 1011-6
- OLIVER MH, HARDING JE, BREIER BH, EVANS PC, GALLAHER BW & GLUCKMAN PD (1995)  
*The effects of ovine placental lactogen infusion on metabolites, insulin-like growth factors and binding proteins in the fetal Sheep*, J Endocrinol, 144, 333-338
- OMINSKI KH, KENNEDY AD, WITTENBERG KM & MOSHTAGHI NIA SA (2002)  
*Physiological and production responses to feeding schedule in lactating dairy cows exposed to short-term, moderate heat stress*, J Dairy Sci, 85, 730-737
- PAAPE MJ, SCHULTZ WD, MILLER RH & SMITH JW (1973)  
*Thermal stress and circulating erythrocytes, leukocytes and milk somatic cells*, J Dairy Sci, 56, 84-91
- PFÄFFL MW, WITTMANN SL, MEYER HHD & BRUCKMAIER RM (2003)  
*Gene Expression of immunologically important factors in blood cells, milk cells and mammary tissue of cows*, J Dairy Sci, 86, 538-545
- PIERCE A, COLAVIZZA D, BENAÏSSA M, MEAS P, TARTAR A & MONTREUIL J (1991)  
*Molecular cloning and sequence analysis of bovine lactotransferrin*, Europ J Bioch, 196, 177-184

- PUVOGEL G, BAUMRUCKER CR, SAUERWEIN H, RÜHL R, ONTSOUKA E, HAMMON HM & BLUM JW (2005)  
Effects of an Enhanced Vitamin A Intake During the Dry Period on Retinoids, Lactoferrin, IGF System, Mammary Gland Epithelial Cell Apoptosis, and Subsequent Lactation in Dairy Cows  
J Dairy Sci, 88, 1785-1800
- RADCLIFF RP, MCCORMACK BL, CROOKER BA & LUCY MC (2003)  
*Plasma hormones and expression of growth hormone receptor and insulin-like growth factor-I mRNA in hepatic tissue of periparturient dairy cows.* J Dairy Cows, 86, 3920-3926
- REKSEN O, TVERDAL A & ROPSTAD E (1999)  
*A comparative study of reproductive performance in organic and conventional dairy husbandr.,* J Dairy Sci, 82, 2605-2610
- REKITT M, SAUERWEIN H & ANDRESEN U (2002)  
*Orientierende Untersuchungen zum oxidativen Stress bei Reitpferden,* Tierärztl Umsch, 57, 471-481.
- REMOND B, CISSE M, OLLIVER A & CHILLIARD Y (1991)  
*Slow release somatotropin in dairy heifers and cows fed two levels of energy concentrate,* J Dairy Sci, 74, 1370-1381
- ROSSOW N (2004)  
*Die Hochleistungskuh.* In: Busch W., Methling W., Amselgruber M.W. (Hrsg.): Tiergesundheits- und Tierkrankheitslehre. Parey, Stuttgart, S. 129-141
- RUEGG PL (2001)  
*Health and Production Management in Dairy Herds.* In: Herd Health, Food Animal Production Medicine, third edition, W.B. Saunders Company, 211-254
- SATO K, BARTLETT PC, ERSKINE RJ & KANEENE JB (2005)  
*A comparison of production and management between Wisconsin organic and conventional dairy herds,* Livest Prod Sci, 93, 105-115
- SAUERWEIN H & MEYER T (2004)  
*Recording of IGF binding protein 2 (IGFBP) concentrations in milk of two ruminant species with divergent patterns of reproduction throughout lactation,* 16. Tagung der Fachgruppe Physiologie und Biochemie der Deutschen Veterinärmedizinischen Gesellschaft 25.03. – 27.03.2004, Berlin
- SCHAMS D, GRAF F, GRAULE B, ABELE M & PROKOPP S (1991)  
*Hormonal changes during lactation in cows of three different breeds,* Livest Prod Sci, 27, 285-296
- SCHEPERS AJ, LAM TJ, SCHUKKEN YH, WILMINK JB & HANEKAMP WJ (1997)  
*Estimation of variance components for somatic cell counts to determine threshold for uninfected quarters,* J Dairy Sci, 80, 1833-1840
- SCHMITZ S, HISS S & SAUERWEIN H (2003)  
*Influence of dietary  $\beta$ -glucan on various parameters of immune defense and on oxidative stress in pigs.* Proc Soc Nutr Physiol, 12, 72.
- SCHMITZ S, HISS S & SAUERWEIN H (2004)  
*Effects of 0,03 % Dietary  $\beta$ -Glucan on Nonspecific/Specific Immunity, Oxidative/Antioxidative Status and Growth Performance in Weanling Pigs,* 12 th International Conference on Production Diseases in Farm Animals 19.07.-22.07.2004; Michigan, USA
- SCHUKKEN YH, GROMMERS FJ, VAN DE GEER D, ERB HN & BRAND A (1990)  
*Risk factors for clinical mastitis in herds with a low bulk milk somatic cell count, 1. Data of Risk factors for all cases,* J Dairy Sci, 73, 3463-3471
- SEHESTED J, KRISTENSEN T & SØEGAARD K (2003)  
*Effect of concentrate supplementation level on production, health and efficiency in an organic dairy herd,* Livest Prod Sci, 80, 153-165
- SIMENSEN E (1976)  
*Milk somatic cells in dairy cows kept on pasture or confined indoors during the summer,* Nord Vet Med, 28, 603-609

- SMITH JE, GARBUTT G, LOPES P & TUNSTALL PEDOE D (2004)  
*Effects of prolonged strenuous exercise (marathon running) on biochemical and haematological markers used in the investigation of patients in the emergency department*, Br J Sports Med, 38, 292-294
- SMITH TR, HIPPEN AR, BEITZ DC & YOUNG JW (1997)  
*Metabolic Characteristics of Induced Ketosis in Normal and Obese Dairy cows*. J Dairy Sci, 80, 1569-1581.
- SMITH KL & OLIVER SP (1981)  
*Lactoferrin: A complement of non-specific defence of the involuting bovine mammary gland*, In: Butler JE (hrsg.): The ruminant immune system, Plenum Publishing corporation
- SORDILLO LM, AHEFER-WEAVER K & DEROSA (1997)  
*Immunobiology of the mammary gland*. J Dairy Sci, 80, 1851-1865
- SPOHR M & WIESNER HU (1991)  
*Kontrolle der Herdenleistung und Milchproduktion mit Hilfe der erweiterten Milchleistungsprüfung*, Milchpraxis, 29 (4), 231-236
- SPOHR M, BEENING J & SCHOLZ H (1992)  
*Informationen aus der Milch des Rindes zur Überprüfung von Fütterung und Gesundheit*, Der Praktische Tierarzt, Collegium Veterinarium XXXIII, 52-56
- STUDER VA, GRUMMER RR & BERTICS SJ (1992)  
*Effect of prepartum propylene glycol administration on periparturient fatty liver in dairy cows*. J Dairy Sci, 75(Suppl.1), 184 (Abstr.)
- THIELEN MA, MIELENZ M, HISS S & SAUERWEIN H (2004)  
*Haptoglobin gene expression in bovine and human blood leukocytes and somatic cells*, book of abstracts of the 7th EAAP/ASAS/COST Workshop, Bled, Slovenia, 170
- THUN R (1987)  
*Untersuchungen über die Tagesrhythmik von Cortisol beim Rind*, Ferdinand Enke Verlag Stuttgart
- TREACHER RJ & COLLIS KA (1977)  
*The effect of protein intake on the activities of liver specific enzymes in the plasma of dairy cows*. Res Vet Sci, 22(1), 101-104
- TROTTI R, CARRATELLI M, BARBIERI M, MICIELI G, BOSONE D, RONDANELLI M & BO P (2001):  
*Oxidative stress and a thrombophilic condition in alcoholics without severe liver disease*, Haematologica, 86, 85-91.
- UCHIDA E, KATO H & TAKAHASHI K (1993)  
*Appearance of haptoglobin in serum from cows at parturition*, J Vet Med Sci, 55, 893-4
- VAARST M (1995)  
 Sundhed og sygdomshåndtering i danske økologiske malkekvægsbesætninger. Ph.D. thesis. Copenhagen (Denmark).: Kongelige Veterinær og Landbohøjskole, Klinisk Institut. med HOVI et al. 2003
- VAARST M, ALBAN L, MOGENSEN L, MILAN S, THAMSBORG SM & KRISTENSEN ES (2001)  
*Health and welfare in Danish dairy cattle in the transition to organic production: problems, priorities and perspectives*, J Agr Environ Ethic, 14, 367-390
- VAARST M, ENEVOLDSEN C & JAKOBSEN P (1993)  
*Reports on Diseases in 14 Organic Farms in Denmark*. Acta Vet Scand, 89, 143-145
- VAARST M, THAMSBORG SM, BENNEDSGAARD TW, HOUE H, ENEVOLDSEN C, AARESTRUP FM & DE SNOO A (2003)  
*Organic dairy farmers' decision making in the first 2 years after conversion in relation to mastitis treatment*, Livest Prod Sci, 80, 109-120
- VAN SAUN RJ (2004)  
*Metabolic profiling to assess health risk in transition dairy cows*.  
 Program and Abstracts-12<sup>th</sup> International Conference on Production Diseases in Farm Animals

- VAZQUEZ-ANON M, BERTICS S, LUCK M & GRUMMER RR (1994)  
*Peripartum Liver Triglyceride and Plasma Metabolites In Dairy Cows*. J Dairy Sci, 77, 1521-1528
- VERHOEVEN A, KEMPKENS K, ERNST P, HAUSWALD A, WUCHERPFENNIG H, SPIEKERS H, GÜNSTER, U & SCHLEPL U (2002)  
 Öko-Versuchsbetrieb – Ergebnisse der Umstellungszeit 2000/2001, Landwirtschaftskammer NRW: LWZ Haus Riswick, Kleve
- VOLLING O, KRÖMKER V & SIEGLERSCHMIDT E (2005)  
*Untersuchungen zur Beziehung zwischen dem ökonomischen Gewinn und Indikatoren der Tiergesundheit in Milchviehbetrieben des ökologischen Landbaus in Niedersachsen*, 8. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, 1.-4. März 2005, Kassel
- VORLAND LH (1999)  
*Lactoferrin: A multifunctional glycoprotein*, APMIS, 107, 971-981
- WAGTER LC, MALLARD BA, DEKKERS JCM, LESLIE KE & WILKIE BN (1996)  
 Characterization of immune responsiveness and disease occurrence during the peripartum period. J Dairy Sci, 79(Suppl. 1), 119 (Abstr.)
- WEBER S, PABST K, SCHULTE-COERNE H, WESTPHALS R & GRAVERT HO (1993)  
*Fünffährige Untersuchungen zur Umstellung auf ökologische Milcherzeugung*, Züchtungskunde, 65(5), 325-337
- WEGNER TN, SCHUH JD, NELSON FE & SCOTT GH (1976)  
*Effect of stress on leukocytes and milk somatic cell counts in dairy cows*, J Dairy Sci, 59, 949-956
- WELLER RF & COOPER A (1996)  
*Health status of dairy herds converting from conventional to organic dairy farming*. Vet Rec, 139, 141-142
- WELLER RF & BOWLING PJ (2000)  
*Health status of dairy herds in organic farming*, Vet Rec, 146, 80-81
- WENDT K, LOTHAMMER KH, FEHLINGS K & SPOHR M (1998)  
*Handbuch Mastitis*, Kamlage Verlag, Osnabrück
- WENK C & PRABUCKI AL (1990)  
*Factors determining the quality of pork*. Schweiz Arch Tierheilkd. 132(2), 53-63.
- WINCKLER C & STEINBACH J (1991)  
*Nutztierethologische Untersuchungen in Milchviehbetrieben. Fütterung, Gesundheit und Fruchtbarkeit, Ökologie und Landbau*, 80, 12-14
- ZANK, W & SCHLATTERER B (1997)  
*Assessment of subacute mammary inflammation by soluble biomarkers in comparison to somatic cell counts in quarter milk samples from dairy cows*, J Vet Med, 45, 41-51

## 7 Anhang

Tab. 15: Checkliste Melken

<b>Melken - erfasste Faktoren</b>	<b>Antwortalternativen</b>
Hersteller Melkanlage	Divers
Melksystem	Tandem, Fischgrät, Melkroboter, Side by Side, Melkkarussell, andere
Typ/ Art	Anzahl und Anordnung der Melkplätze
Milchpokale pro Melkplatz	vorhanden, nicht vorhanden
Milchmengenmesser	vorhanden, nicht vorhanden
Pulsation	alternierend, simultan
Sammelstück	Fassungsvermögen [ccm], Beschreibung
Zitzengummi	Gummi, Silikon
Treiben der Kühe zum Melkstand	elektrisch, Melker, andere Person; ruhig, hektisch
Sauberkeit Euter bei Betreten des Melkstandes	gut, mittel, schlecht
Boden im Melkstand	rutschig, begehbar
Platzangebot im Melkstand	Maße des Melkstandes
Lassen Kühe vor Melken Milch laufen	ja, nein, wie viele
Vormelken	ja, nein
Zitzenreinigung	ja, bei Bedarf, nein; nass, anschließend trocken, feuchte Lappen, feuchtes Papier mit Desinfektionslösung, trockene Lappen, trockenes Papier, anderes Material (z.B. Holzwolle)
Anzahl Lappen/ Papier pro Kuh	Xxx
Euter nach Reinigung sauber	ja, nein
textile Euterlappen mit 95° gekocht	ja, nein
Stimulation	ja, nein; automatisch, manuell
Vorgemelksprüfung	ja, nein; Melken auf Boden, Melken in Becher
Farbe Untergrund im Melkstand	hell, dunkel
Prozedere: Vorbehandlungen/ Anhängen	pro Tier, Tiergruppe (Anzahl der Tiere)
Eutergesundheitskontrollen	ja, bei Bedarf, nein
Untersuchung der Milch bzgl. Flocken, Schalmtest, Leitfähigkeit	ja, nein, bei Bedarf, Landwirt, Tierarzt, Gesundheitsdienst, andere
Verhalten der Kühe während des Melkens	ruhig, unruhig, trippeln, Abschlagen der Melkzeuge; Erstlaktierende: ja, nein
Position Melkzeug am Euter	gut, verdreht, sonstiges
Servicearm vorhanden	ja, nein
automatische Abnahme vorhanden	ja, nein
Euterform	normal, Stufeneuter, kurze Zitzen, lange Zitzen, Kugeleuter
Durchführung Zwischendesinfektion	ja, Tier in Behandlung, Tier sichtbar krank, nein
Lufteinbrüche	ja, nein

<b>Melken - erfasste Faktoren</b>	<b>Antwortalternativen</b>
Ausmelkgrad	Euterspiegel faltig, Euterspiegel gewölbt, mittel
Blindmelken	ja, bei Bedarf, nein, Dauer
Aussehen der Zitzen nach dem Melken	Bewertungsschema nach BRAND, NOORDHUIZEN, SCHUKKEN (1996)
Hygiene während des Melkens (Melker, Melkzeuge)	gut, mittel, schlecht
Zitzendesinfektion nach Melken	alle Tiere, gefährdete Tiere, gelegentlich, nein; tauchen, sprühen
Sauberkeit des Melkstandes	gut, mittel, schlecht
Melkstand gut zu reinigen/ desinfizieren	ja, nein
Beurteilung des Filters	sauber, verschmutzt; Art der Schmutzpartikel
Häufigkeit der Melkanlagenwartung	Trockene Messung, Nasse Messung, Kopie der Ergebnisse
Melkanlage sauber nach Endreinigung	ja, nein
Ablagerungen in Zitzengummi-/ Milchsammelstück	ja, nein
Häufigkeit des Wechsel der Zitzengummi, der langen Milchschräuche, der kurzen Milchschräuche, der langen Pulsschräuche, der kurzen Pulsschräuche	häufiger als einmal im Jahr, einmal im Jahr, weniger als einmal im Jahr, bei Bedarf
Reinigungsart	Stapelreinigung, Wechselreinigung, Kochendwasserreinigung
Anzahl der Melker	Xxx
regelmäßig melkende Personen	Landwirt, Ehefrau, Lehrling, andere
Melken kranker Kühe	getrennt, in der Gruppe
Kennzeichnung kranker Kühe	ja, nein
Zahl gemolkener Kühe	Xxx
<b>Melkstand</b>	
Möglichkeit zur Abfallaufnahme	ja, nein
Einrichtungen zum Ableiten flüssiger Abgänge	ja, nein
Handwaschmöglichkeit für Melker	ja, nein
Melker trägt waschbare, saubere Oberbekleidung	ja, nein
Melker immer gesund	ja, nein
Trinkwasserversorgung	ja, nein
ausreichend beleuchtet	ja, nein
ausreichend be- und entlüftet	ja, nein
Melkstand getrennt von Toiletten, Dungstätten, Stall	ja, nein
<b>Milchkammer</b>	
befestigter Anfahrtsweg und Standplatz	ja, nein

<b>Melken - erfasste Faktoren</b>	<b>Antwortalternativen</b>
räumlich von Stall getrennt	ja, nein
ausreichend belüftet	ja, nein
ausreichend beleuchtet	ja, nein
Abstand Auslassventil – Tankwagen < 6m	ja, nein
leicht zu reinigen/ desinfizieren	ja, nein
Trinkwasserversorgung	ja, nein
Handwaschgelegenheit	ja, nein
Reinigungs- und Desinfektionsmittel	in Milchammer, extra Schrank, extra Raum
Dauer der Milchlagerung	x Tage
Temperatur während der Lagerung	x °C

**Tab. 16: Checkliste Futter**

<b>Futter – erfasste Faktoren</b>	<b>Antwortalternativen</b>
Zukauf von Futtermittel	ja, nein
welche Futtermittel werden zugekauft	Grobfutter, Saftfutter, Mischfutter, Einzelkomponenten, Kraftfutter, Mineralfutter
Futtermittelhersteller zertifiziert	ja, nein
Dokumentation der Futterzukäufe, Aufbewahrung der Lieferscheine, Rechnungen für Zukaufsfutter	ja, nein, Dauer
Aufbewahrung der Deklaration der Mischfutter	ja, nein, Dauer
Angaben zu Einsatzzeiträumen vorhanden	ja, nein
Rationsberechnung vorhanden (Berater)	ja, nein
Grundfutter	Grobfutter: Maissilage, Grassilage Getreideganzpflanzensilage, Futterrüben, Biertreber, Pressschnitzel, Kartoffelprodukte
Fahrsilos	unbefestigt, befestigt, Seitenwände, ja, nein
Temperatur der Silagen	xxx°C
Gärfutterbereitung durch Lohnunternehmer	ja, nein
Zahl der Schnitte für Grassilage	
Der wievielte Aufwuchs wird als Weide genutzt?	
Schnitt momentan verwendetes Futter	
Inhaltsstoffe	TM-Gehalt [%], Rohasche [g/kg TM], NEL [MJ/kg TM], nXP [g/kg TM], RNB [g/kg TM], keine Angaben
saubere Schnittfläche	gut, mittel, schlecht
Lagerung von Siloblöcken	ja, nein, im Stall, außerhalb des Stalls, Dauer der Lagerung
Stalleindruck	in Ordnung, mittel, schlecht
Schimmelbildung (Siloanschnitt),	ja, nein

<b>Futter – erfasste Faktoren</b>	<b>Antwortalternativen</b>
Oberfläche, Nester	
Futterqualität im Trog	gut, mittel, schlecht
tägliche Trogreinigung	ja, nein, Häufigkeit
Grundfutteranalysen	ja, nein
Getreideanalysen	ja, nein
Häufigkeit der Rationsplanung	Xxx
Orientierung der Rationsplanung woran	MLP-Daten, andere
Wer führt Rationsplanung durch	Landwirt, Berater (firmengebunden, ungebunden), Tierarzt
Art der Futtermateriale	Einzelvorlage (Kraftfutter/Kuh/Jahr), Mischration mit zusätzlichem Kraftfutter (max. Menge Kraftfutter), TMR
Einteilung gemolkener Gruppen in Leistungsgruppen	ja, nein
separate Haltung von...	Vorbereitungstieren, Trockenstehern
separate Fütterung von...	Vorbereitungstieren, Trockenstehern
angepasste Fütterung	Hochleistung, vor Trockenstellen, vor Kalbung, nach Kalbung (in Hochleistung gehend
Mineralfutter für	Melkende, Trockenstehende, Vorbereitungstiere
Beschreibung des Mineralfutters	
Kraftfütterzuteilung	Trog, Abrufstation, Melkstand, TMR
Art des Milchleistungsfutter	Eigenmischung/Einzelkomponenten, Zukauf von Mischungsfutter
Fütterung mittels	Fressgitter, Fanggitter, Fressliegeboxen, Melkstand, andere
Grundfutterleistung	xxx kg

**Tab. 17: Checkliste Haltung**

<b>Haltung - erfasste Faktoren</b>	<b>Antwortalternativen</b>
Art des Stallsystems	Boxenlaufstall, Tretmiststall, Offenstall, andere
Auslauf	ja, nein, befestigt, unbefestigt, m <sup>2</sup> /Kuh
Auslauf kombiniert mit Futtermateriale	ja, nein
Auslauf sauber	ja, nein
regelmäßiger Auslauf	ja, nein
Dauer des Auslaufs	Xxx
Auslauf windgeschützt	ja, nein
Weidehaltung im Sommer	ganztags, halbtags, stundenweise,
Entfernung Weide-Stall	xxx Meter
Haltung Trockenstehende	extra Tiergruppe, in Herde
wann Trockensteher zurück in Herde	
Haltung Jungvieh	Vollspalten, Liegeboxen, Tretmist, andere
wie lange bleibt Kalb bei Kuh	Xxx
Einzelhaltung	ja, nein, wie lange, wo (Iglu, Stallbox, Außenhütte, andere)
Gruppenhaltung	ja, nein, wie lange, wo (Iglu, Stallbox, Außenhütte, andere)
Verfütterung euterkranker Kühe an Kälber	ja, nein, abhängig von Erkrankung
gesonderter Abkalbeplatz	ja, nein
Abkalbeplatz eingestreut	ja, nein
Boxenart	Hochboxen, Tiefboxen, Maße

Haltung - erfasste Faktoren	Antwortalternativen
Liegeplätzeabtrennung	Pilzbügel, freitragend
Liegeplätze	trocken, sauber, nass, kotverschmutzt
Verschmutzungsgrad der Liegeflächen (gesamt, hinterer Bereich)	gering, mittel, hoch
Pferdeartiges Aufstehen	ja, nein, Anzahl Kühe
Carpalstütz	ja, nein, Anzahl Kühe
Zurückrutschen vor dem Aufstehen	ja, nein, Anzahl Kühe
Spaltenlieger	ja, nein, Anzahl Kühe
wie liegen Kühe in Boxen	normal, schräg, nur mit Vorderpartie, verkehrtherum, mit gestreckten Gliedmaßen
wie stehen Kühe auf	normal, stoßen an, schwingen Kopf in Nachbarbox, mit großer Mühe
Liegeflächenreinigung	ja, nein, wie oft
Desinfektion der Liegefläche	ja, nein, welcher Art
Reinigung der Kotkante	ja, nein, wie oft
Einstreumaterial in Liegebox	Stroh, Sägemehl, andere, keine
Häufigkeit Einstreuwechsel	
Matte	Gummi, Matratze, Wasserbett, nicht verwendet
Weichheit Liegefläche (Kniefalltest)	schmerzhaft, kaum schmerzhaft, nicht schmerzhaft
Lauffläche	Spalten (Einzelbalken, Zwillingsbalken, kantig/uneben), planbefestigt, Flächenelemente, Auftrittsbreite und Schlitzbreite Spalten
Reinigung der Laufflächen	ja, nein, welcher Art, wie oft
Spaltenreinigung	ja, nein, welcher Art, wie oft
Lichtquelle	Fenster, Lichtfirst, andere
Belüftung	Trauf-First-Lüftung, Quer-Lüftung, andere
Scheuereinrichtungen	ja, nein, Art
Tierzahl	Xxx
Stallgröße	m <sup>2</sup>
Anzahl Fressplätze	Xxx
Anzahl Liegeplätze	Xxx
Verhältnis Tierzahl/Anzahl Liegeplätze	X: X
Fress-Liegeplatz-Verhältnis	X : X
Verhältnis Tierzahl/ Anzahl Fressplätze	X : X
Verschmutzungsgrad der Kühe	nach Beurteilungsschema von PHARMACIA ANIMAL HEALTH (siehe Abbildung XX im Anhang)
Tier geschoren an Schwanz, Hinterpartie, Euter	ja, nein
Füttern nach Melker	ja, nein
Dauer Fixierung beim Fressen	Xxx
Tränketyyp	Trogtränke, Zungentränke, Kipptränke, Balltränke, andere
Anzahl Tränken	Xxx
Größe Tränken	cm x cm
freier Zugang zu Tränken	ja, nein
Wasser ständig frei verfügbar	ja, nein
Wassernachlauf der Tränke	Liter pro Minute
Wasser hat Trinkwasserqualität im Stall, auf der Weide	ja, nein

**Tab. 18: Checkliste Management**

<b>Management - erfasste Faktoren</b>	<b>Antwortalternativen</b>
Anzahl Kühe	Melkende, Trockenstehende, weibliche Rinder, weibliche Kälber
Durchschnittsleistung	kg/ Jahr/ Kuh
Aufnahme von Stalldaten	ja, nein
Art der erfassten Stalldaten	Kraftfutterdaten, Milchmenge, Aktivitätsmessung, Leitfähigkeitsmessung, andere
Verwendung Kuhplaner	ja, nein
Hersteller Kuhplaner	Xxx
welche Informationen werden aus Kuhplaner gewonnen?	Xxx
Aufnahme Fruchtbarkeitsdaten	ja, nein, Karte, Kuhplaner, Betriebsbuch, Brunstkalender, andere
Auswertung der Fruchtbarkeitsdaten	ja, nein
Verwendung welcher Fruchtbarkeitskennzahlen	Besamungsindex, andere Fruchtbarkeitskennzahlen,
Sind Sollwerte für Fruchtbarkeitskennzahlen vorhanden?	ja, nein
ergriffen Maßnahmen bei nicht Einhalten der Sollwerte	Xxx
Leistung von Geburtshilfe	ja, bei Bedarf, nein, % der Fälle
Besamung durch	Tierarzt, Besamungstechniker, Eigenbestandsbesamer
Brunstkontrolle	ja, nein, Landwirt, Tierarzt, andere
saisonale Abkalbung	ja, nein
Remontierung	zugekauft, eigen, beides [%]
Verfahren zum Trockenstellen	Antibiotikaeinsatz (Name des Antibiotikums), langsames Ausmelken, homöopathisch (Name des Mittels), andere
Aufnahme Krankheitsdaten	ja, nein, Karte, Betriebsbuch, Kuhplaner, Tierarzt, andere
Registrierung Medikamenteneinsatz	ja, nein, Art, Menge, Dauer der Behandlung, Tier
Auswertung der Krankheitsdaten	ja, bei Bedarf, nein
Auftreten von Acidosen, Ketosen, Milchfieber, Labmagenverlagerung, Mastitiden, Nachgeburtsverhalten, Zysten	ja, nein, Häufigkeit, vorbeugende Maßnahmen
Auftreten von Technopathien (wo primär)	Nacken, Striche, Hinterfußwurzel, Vorderfußwurzel, Schwanz
Atemwegserkrankungen	ja, nein, an bestimmten Plätzen
Liegebeulen	ja, nein
Klauenerkrankungen	ja, nein, welcher Art
Häufigkeit der Klauenpflege ausführende Person	nach Bedarf, einmal jährlich, zweimal jährlich, häufiger, keine
Fußbad	Landwirt, Klauenpfleger, andere
Vorgehensweise zur Stoffwechselüberwachung	ja, nein, bei Bedarf, Substanz, Durchtreibebad, Standbad
Vorgehensweise zur Überwachung der Eutergesundheit	BCS, Auswertung MLP-Daten
Wo finden am häufigsten Mastitiden?	Zellzahl, Schalmtest, Leitfähigkeit, bakteriologische Untersuchung
Selektion chronisch euterkranker Kühe	ja, nein, bei Bedarf
Einsatz von Homöopathika	ja, nein, merzen, Verkauf
Beratung durch	ja, nein, bei Bedarf
Einsatz welcher Homöopathika	Xxx
Einsatz chemisch-synthetischer Arzneimittel	Xxx
Impfprogramme	ja, nein, BVD, BHV-1

<b>Management - erfasste Faktoren</b>	<b>Antwortalternativen</b>
Tiere frei von Tuberkulose, Brucellose, Leukose (amtlich anerkannt)	ja, nein
Haltung erkrankter Kühe	abgesondert, räumlich getrennt, Trennung von Herde im Einzelfall
Beratungsvertrag mit Tierarzt	ja, nein
durchschnittlicher Verbleib der Tiere im Betrieb	xx Jahre
Lebensdauer, Nutzungsdauer	xx Jahre
Kühe enthornt	ja, nein, teilweise
betriebseigene Schutzkleidung für Betriebsfremde	vorhanden, nicht vorhanden, Stiefel, Overall, Einwegschuhe, -kleidung, Desinfektionsmatte, sonstiges
Kennzeichnung erkrankter, behandelter Kühe	ja, nein
Führen eines Bestandsregisters	ja, nein
offenkundig erkrankte Kühe	ja, nein

Abb. 54: Beurteilungsschema zur Einstufung der Sauberkeit der Kühe

**SCORE: 1**

**Tail head region**

**Belly and udder**

**Thigh and lower rear leg**

<b>4</b>			
<b>3</b>			
<b>2</b>			
<b>1</b>			

**MAXIMUM MILK Q-MAX QUALITY PLAN**

**Hygiene Scorecard**

The basis of the Q-MAX<sup>SM</sup> Maximum Milk Quality Plan is that quality milk production requires clean cows with clean udders. The following scoring system is a simple way of evaluating hygiene. A score greater than 3 is unacceptable as these cows have increased exposure to environmental pathogens and are at high risk for mastitis.

**Score 1:** Cow is clean (no dirt around udder, thigh or body); only manure at lower ends of legs.

**Score 2:** Tail head region and back of cow are soiled with manure.

**Score 3:** Tail head region, thigh or legs are soiled with manure.

**Score 4:** Udder, thigh, legs and tail head region are soiled with manure.

**PHARMACIA AnimalHealth**  
www.PharmaciaAH.com

© Pharmacia & Upjohn Company V00802

## 8 Konsequenzen für weitere Forschungsaktivitäten

Weiterer Forschungsbedarf ist aufgrund einiger Ergebnisse in Versuch B entstanden:

- Die Analyse der Freie Radikale (ein sehr einfacher und robuster Test) vor der Kalbung erweist sich als sehr vielversprechend zur Beurteilung einer systemischen Störung. Die Datenbasis ist aber noch begrenzt und sollte auf eine breitere Basis gestellt werden um tatsächlich entsprechende Empfehlungen geben zu können. Die vorliegende Untersuchung liefert bereits erste Ansätze, dass ein Zusammenhang zu der Stoffwechsel- und Versorgungssituation besteht. In weiterführenden Untersuchungen wäre es erforderlich, einen Versuch mit zwei verschiedene Versorgungssituationen in der Trockenstehphase und/oder in der Frühlaktation zu planen wobei dann genaue tierindividuell Fütterungsdaten für die Zeiträume „Laktationsende“, „Trockenstehperiode“ und „Frühlaktation“ vorliegen müssten. Blutproben wären innerhalb der Zeiträume „Laktationsende“, „Trockenstehperiode“ und „Frühlaktation“ zu entnehmen sowie Milchproben (zur Beurteilung der Eutergesundheit) in der „Frühlaktation“ entsprechend der vorliegenden Untersuchung. Zur Klärung der Fragen ob einerseits oxidative Belastungen auch die Milchqualität negativ beeinflussen und inwieweit andererseits das Tier in der Lage ist, die Störung zu kompensieren, sind Untersuchungen zu den unmittelbaren Folgen der oxidativen Belastungen nötig. Hier sind zur Milch die Lipidperoxidation und im Tier auf zellulärer Ebene DNA-Schäden anzusprechen. Entsprechend Testverfahren stehen inzwischen im Institut zur Verfügung.
- Da sich die Milchparameter Haptoglobin, LDH-Aktivität und Laktoferrin in ihren Aussagen ergänzen, wäre eine Untersuchung zur Ermittlung eines Grenzwertes sowohl für die LDH-Aktivität als auch für die Laktoferrinkonzentration in Milch für subklinische Mastitiden hilfreich und sinnvoll. Dafür müssten von einer möglichst hohen Anzahl von Kühen im wöchentlichen Abstand dreimal Viertelgemelksproben gezogen und auf die Parameter pathogene Mastitiserreger, Zellzahl (entsprechend der DVG-Richtlinien), LDH-Aktivität und Laktoferrin analysiert werden.

## **9 Liste über Veröffentlichungen**

### **2004**

Hachenberg S, Weinkauf C, Hiss S, Müller U, Spiekers H & H Sauerwein (2004):

Recording of metabolic parameters during the first twelve weeks post partum in dairy cows: Interrelationships with milk yield, body condition and age

Proceedings of the Society of Nutrition Physiology, Band 13, 58. Tagung, Stuttgart-Hohenheim

### **2005**

Hachenberg S, Weinkauf C, Hiss S, Müller U & H Sauerwein (2005):

Haptoglobin in Serum of cows: relations to metabolic parameters during early lactation

Abstracts and Proceedings:61, 5th European Colloquium on Animal Acute Phase Proteins, Dublin

Weinkauf C, Hachenberg S, Hiss S, Müller U & H Sauerwein (2005):

Haptoglobin in serum and milk of cows, and its relation to udder health and metabolic disorders

Abstracts and Proceedings:32, 5th European Colloquium on Animal Acute Phase Proteins, Dublin

Weinkauf C, Hachenberg S, Hiss S, Müller U & H Sauerwein (2005):

Haptoglobin in serum and milk of cows: relations to metabolic parameters during the peripartal phase

Proceedings of the Society of Nutrition Physiology, Band 14, 59. Tagung, Stuttgart-Hohenheim

## 10 Liste über Vorträge

### 2003

Müller, U (2003):

Kooperationsprojekt zusammen mit der Landwirtschaftskammer Rheinland und Haus Riswick - Untersuchung zum allgemeinen Gesundheitsstatus und der Eutergesundheit von Milchkühen in Abhängigkeit der Energieversorgung im geburtsnahen Zeitraum  
Beratertagung, 21./22.05.2003, Kleve (Haus Riswick)

### 2004

Müller, U (2004):

Milchqualität und Gesundheitsstatus in ökologisch und konventionell wirtschaftenden Betrieben

Vortragsveranstaltung für die an dem Versuch A beteiligten Betriebsleiter, 15.11.2005, Soest (Haus Düsse)

Müller, U (2004):

Milchqualität und Gesundheitsstatus in ökologisch und konventionell wirtschaftenden Betrieben

Vortragsveranstaltung für die an dem Versuch A beteiligten Betriebsleiter, 17.11.2005, Kleve (Haus Riswick)

### 2005

Weinkauff C, Hachenberg S, Hiss S, Müller U & H Sauerwein (2005):

Haptoglobin in serum and milk of cows: relations to metabolic parameters during the peripartal phase

Proceedings of the Society of Nutrition Physiology, Band 14, 59. Tagung, Stuttgart-Hohenheim

Weinkauff C, Hachenberg S, Hiss S, Müller U & H Sauerwein (2005):

Haptoglobin in serum and milk of cows, and its relation to udder health and metabolic disorders

Abstracts and Proceedings:32, 5th European Colloquium on Animal Acute Phase Proteins, Dublin

## **11 Liste über Posterpräsentationen, Vorführungen und Demonstrationen**

Hachenberg S, Weinkauf C, Hiss S, Müller U, Spiekers H & H Sauerwein (2004):

Recording of metabolic parameters during the first twelve weeks post partum in dairy cows: Interrelationships with milk yield, body condition and age

Proceedings of the Society of Nutrition Physiology, Band 13, 58. Tagung, Stuttgart-Hohenheim

Hachenberg S, Weinkauf C, Hiss S, Müller U & H Sauerwein (2005):

Haptoglobin in Serum of cows: relations to metabolic parameters during early lactation

Abstracts and Proceedings:61, 5th European Colloquium on Animal Acute Phase Proteins, Dublin

## 12 Kurzfassung

Ziel des **Versuches A** war es, verschiedene betriebliche Gegebenheiten und die Milchqualitätsparameter von ökologisch und von konventionell wirtschaftenden Milchviehbetrieben gegenüberzustellen, zu vergleichen und die Unterschiede zu begründen. Für die Auswertung wurden von 20 ökologisch und 20 konventionell wirtschaftenden Betrieben Daten aus den Produktionsbereichen Melken, Fütterung, Haltung und Management mit Hilfe von Checklisten erhoben und anschließend den Komplexen Eutergesundheit, Stoffwechsel, Fruchtbarkeit und Fundament zugeordnet. Die erhobenen Daten deckten eine große Bandbreite an Vorsorgemaßnahmen, Risikofaktoren und Beobachtungen im Hinblick auf die vier Krankheitskomplexe ab. Über alle abgefragten und beobachteten Vorsorgemaßnahmen bzw. Risikofaktoren lässt sich zusammenfassend sagen, dass:

- den untersuchten 20 konventionell wirtschaftenden Betriebe anzuraten ist, dass sie häufiger hygienische Maßnahmen während und nach dem Melken zur Vorsorge von Eutererkrankungen anwenden sollten und dass
- sich bei dem Unterschied zwischen den Bewirtschaftungsformen in der Anwendung antibiotischer Trockensteller die Vorgaben der EU-Verordnung 1804/99 zur ökologischen Tierhaltung widerspiegeln.

In dem betrachteten Zeitraum von Juni 2002 bis Juni 2004 standen die Daten der regelmäßigen Güteprüfung in der Hoftankmilch und der monatlichen Milchleistungsprüfung im Gesamtgemelk zur Auswertung zur Verfügung. Von diesen Daten wurden der Zellgehalt, der Fett-, Eiweiß- und Harnstoffgehalt sowie der Besamungsindex ausgewertet. Aus den Ergebnissen lässt sich für die untersuchten 20 ökologisch wirtschaftenden Betriebsleiter ableiten, dass:

- sie wesentlich mehr auf die Kontrolle, Erhaltung der Eutergesundheit und ggfs. Gesundung vor Beginn der Trockenstehperiode achten müssen und
- sie eine intensivere Fütterungsplanung durchführen sollten und somit einen Ausgleich des relativen Energiemangels anstreben sollten.

Ziel des **Versuches B** war die Ermittlung eines Zusammenhanges zwischen der Energieunterversorgung der Milchkühe post partum und dem Auftreten von Eutererkrankungen in diesem Zeitraum. Für das Versuchsvorhaben konnten in dem Landwirtschaftszentrum Haus Riswick aus der ökologisch geführten Stalleinheit 31 Milchkühe und Färsen sowie aus der konventionell bewirtschafteten Stalleinheit 18 Milchkühe und Färsen beprobt werden. Die ökologisch gehaltenen Tiere wurden in zwei Fütterungsgruppen mit unterschiedlichem Kraftfuttereinsatz eingeteilt. Im Laufe des Versuches wurde aber deutlich, dass durch die tierindividuelle leistungsbezogene

Kraftfuttergabe kein Unterschied in der energetischen Versorgung der beiden Fütterungsgruppen im ökologisch geführten Stall – wie ursprünglich geplant – bestand. Die Probenentnahmen wurden pro Tier vier Wochen vor der zu erwartenden Kalbung und bis zur 12. Woche p.p. fortgesetzt. In den Wochen vor der Geburt wurden wöchentlich Blutproben und in den 10 Wochen p.p. wöchentlich Blut- und Milchproben (Viertelgemelksproben) entnommen. In den Blutseren wurden folgende Analysen zur Beurteilung der unspezifischen Abwehr durchgeführt: Differentialblutbild, Haptoglobin und Oxidativer Stress. Zur Beurteilung der Stoffwechsel- und Versorgungssituation wurden im Blut die Gehalte an Nicht-veresterten freien Fettsäuren (NEFA),  $\beta$ -Hydroxybutyrat ( $\beta$ -OH-B), GLDH-Aktivität, Insulinartiger Wachstumsfaktor-1 (IGF-1) und Leptin analysiert. Die in den Viertelgemelksproben zu untersuchenden Parameter Laktatdehydrogenase-Aktivität (LDH), Haptoglobin, Laktoferrin und pathogene Mastitiserreger dienten der Beurteilung der Eutergesundheit.

Die mit Hilfe der Stoffwechselfparameter und den Parametern der unspezifischen Abwehr beobachteten Unterschiede zwischen den Gruppen sind in erster Linie auf das jeweilige Fütterungsmanagement und nicht auf die Bewirtschaftungsform per se zurückzuführen.

Zwischen den negativen Energiebilanzen und der Eutergesundheit stellt sich folgender Zusammenhang dar: In Konsequenz einer Energieunterversorgung besteht zwischen den Stoffwechselfparametern  $\beta$ -OH-B und NEFA ein Zusammenhang zu der LDH-Aktivität in der Milch, welche den Grad einer Zellschädigung widerspiegelt. Auch die anhand des Grenzwerts für Haptoglobin zur Identifizierung von subklinischen Mastitiden festgestellten Zusammenhänge mit den Stoffwechselfparametern und den übrigen Eutergesundheitsparametern belegen, dass erhöhte  $\beta$ -OH-B-Werte eher mit systemischen Erkrankungen einhergehen (alle vier Viertel mit Haptoglobin-Konzentrationen in Milch über dem Grenzwert, erhöhte Haptoglobin-Serumwerte, LDH- und Laktoferrin-Werte beim Viertelvergleich auf gleichem Wertenniveau). Hingegen ist ein Zusammenhang zu den metabolischen Parametern und der Erkrankung nur einzelner Viertel nicht eindeutig gegeben. Daher ist eine Überwachung der Eutergesundheit zu empfehlen, bei der ab der dritten Woche p.p. anhand von Viertelgemelksproben lokale Euterentzündungen einzelner Viertel gegen systemische Störungen aufgrund der Stoffwechsellage abzugrenzen sind.



